

ประกาศกระทรวงพาณิชย์

เรื่อง กำหนดให้สินค้าที่ใช้ได้สองทางเป็นสินค้าที่ต้องขออนุญาต
และกำหนดสินค้าที่ต้องปฏิบัติตามมาตรการจัดระเบียบ
ในการส่งออกป้อนราชอาณาจักร
พ.ศ. ๒๕๕๘

เพื่ออนุวัติการให้เป็นไปตามข้อมติคณะมนตรีความมั่นคงแห่งสหประชาชาติ ที่ ๑๕๔๐ (๒๐๐๔) เมื่อวันที่ ๒๘ เมษายน ๒๕๔๗ ซึ่งกำหนดให้ประเทศไทยและประเทศสมาชิกอื่นกำหนดมาตรการภายในประเทศ ในการป้องกันการแพร่ขยายอาวุธที่มีอานุภาพทำลายล้างสูง และวัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงให้มีการควบคุมสินค้าที่ใช้ได้สองทาง (Dual-use Items) หรือสินค้าอื่นใดที่เกี่ยวข้อง และเพื่อความมั่นคงของประเทศ สมควรกำหนดให้สินค้าที่ใช้ได้สองทางเป็นสินค้าที่ต้องได้รับอนุญาตในการส่งออกป้อนราชอาณาจักร และกำหนดสินค้าที่ต้องปฏิบัติตามมาตรการจัดระเบียบ ในการส่งออกป้อนราชอาณาจักร

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕ วรรคหนึ่ง (๒) และ (๖) และมาตรา ๒๕ แห่งพระราชบัญญัติการส่งออกป้อนและการนำเข้าในราชอาณาจักรซึ่งสินค้า พ.ศ. ๒๕๒๒ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงพาณิชย์ โดยอนุมัติของคณะรัฐมนตรีออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ในประกาศนี้เรียกว่า “ประกาศกระทรวงพาณิชย์ เรื่อง กำหนดให้สินค้าที่ใช้ได้สองทางเป็นสินค้าที่ต้องขออนุญาต และกำหนดสินค้าที่ต้องปฏิบัติตามมาตรการจัดระเบียบ ในการส่งออกป้อนราชอาณาจักร พ.ศ. ๒๕๕๘”

ข้อ ๒ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันที่ ๑ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๑ เป็นต้นไป

ข้อ ๓ ในประกาศนี้

“สินค้าที่ใช้ได้สองทาง” หมายความว่า สินค้าที่สามารถนำไปใช้ได้ทั้งทางการพาณิชย์ และการทหาร โดยการนำไปใช้ออกแบบ พัฒนา ผลิต ใช้ ดัดแปลง จัดเก็บ ลำเลียง หรือกระทำด้วยประการใด ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งอาวุธที่มีอานุภาพทำลายล้างสูง

“อาวุธที่มีอานุภาพทำลายล้างสูง” หมายความว่า อาวุธนิวเคลียร์ อาวุธเคมี อาวุธชีวภาพ และอาวุธอื่นใด ซึ่งก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิตมนุษย์จำนวนมากหรือต่อสิ่งแวดล้อมอย่างร้ายแรง รวมทั้งระบบนำวิถีด้วยจรวด ขีปนาวุธ หรือระบบไร้คนขับอื่น ๆ ของอาวุธดังกล่าว

ข้อ ๔ ให้สินค้านี้เป็นสินค้าที่ต้องขออนุญาตในการส่งออกป้อนราชอาณาจักร

(๑) สินค้าที่ใช้ได้สองทางตามที่กำหนดไว้ในบัญชี ๑ ท้ายประกาศนี้ ซึ่งมีรายละเอียดคุณลักษณะของสินค้าตามที่ปรากฏในรายการสินค้าที่ใช้ได้สองทาง (List of Dual-use Items) ท้ายประกาศนี้

(๒) สินค้าที่มีเหตุอันควรสงสัยหรือมีเหตุอันควรเชื่อได้ว่าจะมีการใช้สุดท้ายหรือผู้ใช้สุดท้ายที่เกี่ยวข้องกับอาวุธที่มีอานุภาพทำลายล้างสูง

ข้อ ๕ ให้สินค้าตามพิกัดอัตราศุลกากรที่กำหนดไว้ในบัญชี ๒ ท้ายประกาศนี้ เป็นสินค้าที่ผู้ส่งออกต้องปฏิบัติตามมาตรการจัดระเบียบในการส่งออกไปนอกราชอาณาจักร ดังต่อไปนี้

(๑) ขึ้นทะเบียนเป็นผู้รับรองตนเองไว้กับกรมการค้าต่างประเทศ

(๒) ให้การรับรองไว้ต่อกรมการค้าต่างประเทศว่าสินค้าที่ส่งออกไม่เป็นสินค้าที่ใช้ได้สองทาง

การขึ้นทะเบียนและการรับรองสินค้าว่าสินค้าที่ส่งออกไม่เป็นสินค้าที่ใช้ได้สองทางตาม (๑) และ (๒) ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่อธิบดีกรมการค้าต่างประเทศประกาศกำหนด

ประกาศ ณ วันที่ ๒๒ กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๘

อภิรดี ตันตราภรณ์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงพาณิชย์

บัญชีท้ายประกาศกระทรวงพาณิชย์ เรื่อง กำหนดให้สินค้าที่ใช้ได้สองทางเป็นสินค้าที่ต้องขออนุญาต และกำหนดสินค้าที่ต้องปฏิบัติตามมาตรการจัดระเบียบ ในการส่งออกป็นอกราชอาณาจักร พ.ศ. 2558

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต			
1	0A001				
	0A001.b.	0A001.b.			
	0A001.c.	0A001.c.			
	0A001.d.	0A001.d.			
	0A001.e.	0A001.e.			
	0A001.f.	0A001.f.			
	0A001.g.	0A001.g.			
	0A001.h.	0A001.h.			
	0A001.i.	0A001.i.			
	0A001.j.	0A001.j.			
2	0B001				
	0B001.a.	0B001.a.1.	0B001.a.2.	0B001.a.3.	0B001.a.4.
		0B001.a.5.	0B001.a.6.	0B001.a.7.	0B001.a.8.
		0B001.a.9.			
	0B001.b.	0B001.b.1.	0B001.b.2.	0B001.b.3.	0B001.b.4.
		0B001.b.5.	0B001.b.6.	0B001.b.7.	0B001.b.8.
		0B001.b.9.	0B001.b.10.	0B001.b.11.	0B001.b.12.
		0B001.b.13.	0B001.b.14.		
	0B001.c.	0B001.c.1.	0B001.c.2.	0B001.c.3.	0B001.c.4.
		0B001.c.5.	0B001.c.6.		
	0B001.d.	0B001.d.1.	0B001.d.2.	0B001.d.3.	0B001.d.4.
		0B001.d.5.	0B001.d.6.	0B001.d.7.a.	0B001.d.7.b.
		0B001.d.7.c.	0B001.d.7.d.		
	0B001.e.	0B001.e.1.	0B001.e.2.	0B001.e.3.	0B001.e.4.
		0B001.e.5.	0B001.e.6.		

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต			
	OB001.f.	OB001.f.1.	OB001.f.2.	OB001.f.3.	
	OB001.g.	OB001.g.1.	OB001.g.2.	OB001.g.3.	OB001.g.4.
		OB001.g.5.			
	OB001.h.	OB001.h.1.	OB001.h.2.	OB001.h.3.	OB001.h.4.
		OB001.h.5.a.	OB001.h.5.b.	OB001.h.5.c.	OB001.h.6.
	OB001.i.	OB001.i.1.	OB001.i.2.	OB001.i.3.	OB001.i.4.
		OB001.i.5.	OB001.i.6.		
	OB001.j.	OB001.j.1.	OB001.j.2.	OB001.j.3.	OB001.j.4.
	OB001.j.5.	OB001.j.6.			
3	OB002				
	OB002.a.	OB002.a.			
	OB001.b.	OB002.b.			
	OB002.c.	OB002.c.			
	OB002.d.	OB002.d.			
	OB002.e.	OB002.e.			
	OB002.f.	OB002.f.1.	OB002.f.2.		
	OB002.g	OB002.g.			
4	OB003				
	OB003.a.	OB003.a.			
	OB003.b.	OB003.b.			
	OB003.c.	OB003.c.			
	OB003.d.	OB003.d.			
	OB003.e.	OB003.e.			
	OB003.f.	OB003.f.			
	OB003.g.	OB003.g.			

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต
	OB003.h. OB003.i.	OB003.h. OB003.i.
5	OB004 OB004.a. OB004.b.	OB004.a.1. OB004.a.2. OB004.b.1. OB004.b.2. OB004.b.3. OB004.b.4. OB004.b.5. OB004.b.6. OB004.b.7. OB004.b.8.
6	OB005	OB005
7	OB006	OB006
8	OB007 OB007.a. OB007.b.	OB007.a. OB007.b.
9	OC003	OC003
10	OC004	OC004
11	OC005	OC005
12	1A001 1A001.a. 1A001.b. 1A001.c.	1A001.a. 1A001.b. 1A001.c.
13	1A002 1A002.a. 1A002.b.	1A002.a. 1A002.b.1. 1A002.b.2.
14	1A003 1A003.a.	1A003.a.

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต
	1A003.b.	1A003.b.
15	1A004 1A004.a.	1A004.a.4.a.
16	1A102	1A102
17	1A202	1A202
18	1A225	1A225
19	1A226	1A226
20	1A227	1A227
21	1B001 1B001.a. 1B001.b. 1B001.c. 1B001.d. 1B001.e. 1B001.f. 1B001.g.	1B001.a. 1B001.b. 1B001.c. 1B001.d.1. 1B001.d.2. 1B001.d.3. 1B001.d.4. 1B001.e. 1B001.f.1. 1B001.f.2. 1B001.g.
22	1B002	1B002
23	1B003 1B003.a. 1B003.b. 1B003.c.	1B003.a. 1B003.b. 1B003.c.
24	1B101 1B101.a.	1B101.a.

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต
	1B101.b.	1B101.b.
	1B101.c.	1B101.c.1. 1B101.c.2. 1B101.c.3.
	1B101.d.	1B101.d.
25	1B102	
	1B102.a.	1B102.a.
	1B102.b.	1B102.b.
26	1B115	
	1B115.a.	1B115.a.
	1B115.b.	1B115.b.
27	1B116	1B116
28	1B117	1B117
29	1B118	
	1B118.a.	1B118.a.
	1B118.b.	1B118.b.
30	1B119	1B119
31	1B201	
	1B201.a.	1B201.a.
	1B201.b.	1B201.b.
	1B201.c.	1B201.c.
32	1B225	1B225
33	1B226	1B226
34	1B227	1B227

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต
35	1B228	1B228
36	1B229 1B229.a. 1B229.b.	1B229.a. 1B229.b.
37	1B230	1B230
38	1B231 1B231.a. 1B231.b.	1B231.a. 1B231.b.1. 1B231.b.2.
39	1B232	1B232
40	1B233 1B233.a. 1B233.b.	1B233.a. 1B233.b.1. 1B233.b.2. 1B233.b.3. 1B233.b.4.
41	1C001 1C001.a. 1C001.b. 1C001.c.	1C001.a. 1C001.b. 1C001.c.1. 1C001.c.2. 1C001.c.3. 1C001.c.4. 1C001.c.5.
42	1C002 1C002.a. 1C002.b. 1C002.c. 1C002.d.	1C002.a.1. 1C002.a.2. 1C002.b.1.a. 1C002.b.1.b. 1C002.b.2.a. 1C002.b.2.b. 1C002.b.3.a. 1C002.b.3.b. 1C002.b.4.a. 1C002.b.4.b. 1C002.b.5. 1C002.c. 1C002.d.

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต
43	1C003 1C003.a. 1C003.b. 1C003.c.	1C003.a. 1C003.b.1. 1C003.b.2. 1C003.c.
44	1C004	1C004
45	1C005 1C005.a. 1C005.b. 1C005.c.	1C005.a. 1C005.b. 1C005.c.
46	1C006 1C006.a. 1C006.b. 1C006.c. 1C006.d.	1C006.a.1. 1C006.a.2. 1C006.b.1. 1C006.b.2. 1C006.c. 1C006.d.
47	1C007 1C007.a. 1C007.b. 1C007.c. 1C007.d. 1C007.e. 1C007.f.	1C007.a. 1C007.b. 1C007.c. 1C007.d. 1C007.e.1. 1C007.e.2. 1C007.e.3. 1C007.f.1. 1C007.f.2.
48	1C008 1C008.a. 1C008.b.	1C008.a.1. 1C008.a.2. 1C008.a.3. 1C008.a.4. 1C008.b.

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต
	1C008.d. 1C008.e. 1C008.f.	1C008.d. 1C008.e. 1C008.f.
49	1C009 1C009.a. 1C009.b. 1C009.c.	1C009.a. 1C009.b. 1C009.c.
50	1C010 1C010.a. 1C010.b. 1C010.c. 1C010.d. 1C010.e.	1C010.a. 1C010.b. 1C010.c. 1C010.d.1.a. 1C010.d.1.b. 1C010.d.2. 1C010.e.
51	1C011 1C011.a. 1C011.b. 1C011.c.	1C011.a. 1C011.b.1. 1C011.b.2. 1C011.c.
52	1C101	1C101
53	1C102	1C102
54	1C107 1C107.a. 1C107.b. 1C107.c. 1C107.d.	1C107.a.1. 1C107.a.2. 1C107.a.3. 1C107.b. 1C107.c. 1C107.d.

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต
	1C107.e.	1C107.e.
55	1C111	
	1C111.a.	1C111.a.1. 1C111.a.2.a. 1C111.a.2.b. 1C111.a.2.c. 1C111.a.2.d. 1C111.a.3.a. 1C111.a.3.b. 1C111.a.3.c. 1C111.a.3.d. 1C111.a.4.a. 1C111.a.4.b. 1C111.a.4.c. 1C111.a.4.d. 1C111.a.4.e. 1C111.a.4.f. 1C111.a.4.g. 1C111.a.4.h. 1C111.a.4.i. 1C111.a.4.j. 1C111.a.4.k. 1C111.a.4.l. 1C111.a.4.n. 1C111.a.4.o. 1C111.a.4.p. 1C111.a.4.q.
	1C111.b.	1C111.b.1. 1C111.b.2. 1C111.b.3. 1C111.b.4. 1C111.b.5.
	1C111.c.	1C111.c.2. 1C111.c.3. 1C111.c.4. 1C111.c.6.b. 1C111.c.6.c. 1C111.c.6.e. 1C111.c.6.f. 1C111.c.6.g. 1C111.c.6.h. 1C111.c.6.i. 1C111.c.6.j. 1C111.c.6.k. 1C111.c.6.l. 1C111.c.6.o. 1C111.c.7.
56	1C116	1C116
57	1C117	
	1C117.a.	1C117.a.
	1C117.b.	1C117.b.
	1C117.c.	1C117.c.
58	1C118	1C118
59	1C202	
	1C202.a.	1C202.a.
	1C202.b.	1C202.b.
60	1C210	

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต			
	1C210.a.	1C210.a.1.	1C210.a.2.		
	1C210.b.	1C210.b.			
	1C210.c.	1C210.c.			
61	1C216	1C216			
62	1C225	1C225			
63	1C226	1C226			
64	1C227	1C227			
65	1C228	1C228			
66	1C229	1C229			
67	1C230	1C230			
68	1C231	1C231			
69	1C232	1C232			
70	1C233	1C233			
71	1C234	1C234			
72	1C238	1C238			
73	1C240				
	1C240.a.	1C240.a.			
	1C240.b.	1C240.b.			
74	1C350	1C350.41.	1C350.42.	1C350.43.	1C350.44.
		1C350.48.	1C350.49.	1C350.50.	1C350.53.
		1C350.58.	1C350.60.	1C350.61.	
75	1C351				

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต			
	1C351.d.	1C351.d.12.	1C351.d.17.	1C351.d.18.	1C351.d.19.
76	1C354				
	1C354.a.	1C354.a.1.	1C354.a.2.		
	1C354.b.	1C354.b.1.	1C354.b.2.	1C354.b.3.	1C354.b.4.
		1C354.b.5.			
	1C354.c.	1C354.c.1.	1C354.c.2.	1C354.c.3.	1C354.c.4.
		1C354.c.5.	1C354.c.6.		
77	2A001				
	2A001.a.	2A001.a.			
	2A001.c.	2A001.c.1.	2A001.c.2.	2A001.c.3.	
78	2A101	2A101			
79	2A225				
	2A225.a.	2A225.a.			
	2A225.b.	2A225.b.			
	2A225.c.	2A225.c.			
80	2A226	2A226			
81	2B001				
	2B001.a.	2B001.a.			
	2B001.b.	2B001.b.1.	2B001.b.2.	2B001.b.3.	2B001.b.4.
	2B001.c.	2B001.c.1.	2B001.c.2.		
	2B001.d.	2B001.d.			
	2B001.e.	2B001.e.			
	2B001.f.	2B001.f.			
82	2B002	2B002			

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต
83	2B003	2B003
84	2B004	2B004
85	2B005 2B005.a. 2B005.b. 2B005.c. 2B005.d. 2B005.e. 2B005.f. 2B005.g.	2B005.a. 2B005.b. 2B005.c.1. 2B005.c.2. 2B005.d.1. 2B005.d.2. 2B005.e. 2B005.f. 2B005.g.1. 2B005.g.2.
86	2B006 2B006.a. 2B006.b. 2B006.c.	2B006.a. 2B006.b.1.a. 2B006.b.1.b. 2B006.b.1.c. 2B006.b.1.d. 2B006.b.2. 2B006.c.
87	2B007 2B007.a. 2B007.b. 2B007.c. 2B007.d.	2B007.a. 2B007.b. 2B007.c. 2B007.d.
88	2B008 2B008.a. 2B008.b. 2B008.c.	2B008.a. 2B008.b. 2B008.c.

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต
89	2B009	2B009
90	2B104	2B104
91	2B105	2B105
92	2B109 2B109.a. 2B109.b.	2B109.a. 2B109.b.
93	2B116 2B116.a. 2B116.b. 2B116.c. 2B116.d.	2B116.a. 2B116.b. 2B116.c. 2B116.d.
94	2B119 2B119.a. 2B119.b.	2B119.a. 2B119.b.
95	2B120	2B120
96	2B121	2B121
97	2B122	2B122
98	2B201 2B201.a. 2B201.b.	2B201.a.1. 2B201.a.2. 2B201.b.1. 2B201.b.2.
99	2B204 2B204.a.	2B204.a.

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต
	2B204.b.	2B204.b.
100	2B206 2B206.a. 2B206.b.	2B206.a. 2B206.b.
101	2B207 2B207.a. 2B207.b.	2B207.a. 2B207.b.
102	2B209 2B209.a. 2B209.b.	2B209.a. 2B209.b.
103	2B219 2B219.a. 2B219.b.	2B219.a. 2B219.b.
104	2B225 2B225.a. 2B225.b.	2B225.a. 2B225.b.
105	2B226 2B226.a. 2B226.b.	2B226.a. 2B226.b.
106	2B227 2B227.a. 2B227.b. 2B227.c.	2B227.a. 2B227.b. 2B227.c.

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต			
107	2B228				
	2B228.a.	2B228.a.			
	2B228.b.	2B228.b.			
	2B228.c.	2B228.c.			
108	2B230	2B230			
109	2B231	2B231			
110	2B232	2B232			
111	2B350				
	2B350.a.	2B350.a.1.	2B350.a.2.	2B350.a.3.	2B350.a.4.
		2B350.a.5.	2B350.a.6.	2B350.a.7.	2B350.a.8.
	2B350.b.	2B350.b.1.	2B350.b.2.	2B350.b.3.	2B350.b.4.
		2B350.b.5.	2B350.b.6.	2B350.b.7.	2B350.b.8.
	2B350.c.	2B350.c.1.	2B350.c.2.	2B350.c.3.	2B350.c.4.
		2B350.c.5.	2B350.c.6.	2B350.c.7.	2B350.c.8.
	2B350.d.	2B350.d.1.	2B350.d.2.	2B350.d.3.	2B350.d.4.
		2B350.d.5.	2B350.d.6.	2B350.d.7.	2B350.d.8.
		2B350.d.9.	2B350.d.10.	2B350.d.11.	
	2B350.e.	2B350.e.1.	2B350.e.2.	2B350.e.3.	2B350.e.4.
		2B350.e.5.	2B350.e.6.	2B350.e.7.	2B350.e.8.
		2B350.e.9.			
	2B350.f.	2B350.f.1.	2B350.f.2.		
	2B350.g.	2B350.g.1.	2B350.g.2.	2B350.g.3.	2B350.g.4.
		2B350.g.5.	2B350.g.6.	2B350.g.7.	2B350.g.8.
		2B350.g.9.a.	2B350.g.9.b.	2B350.g.9.c.	
	2B350.h.	2B350.h.1.	2B350.h.2.	2B350.h.3.	2B350.h.4.
		2B350.h.5.	2B350.h.6.	2B350.h.7.	2B350.h.8.

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต			
		2B350.h.9.			
	2B350.i.	2B350.i.1.	2B350.i.2.	2B350.i.3.	2B350.i.4.
		2B350.i.5.	2B350.i.6.	2B350.i.7.	2B350.i.8.
		2B350.i.9.	2B350.i.10.	2B350.i.11.	
	2B350.j.	2B350.j.1.	2B350.j.2.	2B350.j.3.	
112	2B352				
	2B352.a.	2B352.a.			
	2B352.b.	2B352.b.			
	2B352.c.	2B352.c.			
	2B352.d.	2B352.d.1.	2B352.d.2.		
	2B352.e.	2B352.e.			
	2B352.f.	2B352.f.1.	2B352.f.2.		
	2B352.g.	2B352.g.			
113	3A001				
	3A001.a.	3A001.a.1.a.	3A001.a.1.b.	3A001.a.1.c.	3A001.a.2.a.
		3A001.a.2.b.	3A001.a.2.c.	3A001.a.3.	3A001.a.5.a.1.
		3A001.a.5.a.2.	3A001.a.5.a.3.	3A001.a.5.a.4.	3A001.a.5.a.5.
		3A001.a.5.b.1.	3A001.a.5.b.2.a.	3A001.a.5.b.2.b.	3A001.a.6.
		3A001.a.7.a.	3A001.a.7.b.	3A001.a.9.	3A001.a.10.a.
		3A001.a.10.b.	3A001.a.10.c.	3A001.a.11.a.	3A001.a.11.b.
		3A001.a.12.			
	3A001.b.	3A001.b.1.a.1.	3A001.b.1.a.2.	3A001.b.1.a.3.	3A001.b.1.a.4.a.
		3A001.b.1.a.4.b.	3A001.b.1.a.4.c.	3A001.b.1.b.	3A001.b.1.c.
		3A001.b.2.a.	3A001.b.2.b.	3A001.b.2.c.	3A001.b.2.d.
		3A001.b.2.e.	3A001.b.2.f.	3A001.b.3.a.	3A001.b.3.b.
		3A001.b.3.c.	3A001.b.3.d.	3A001.b.3.e.	3A001.b.4.a.
		3A001.b.4.b.	3A001.b.4.c.	3A001.b.4.d.	3A001.b.4.e.

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต			
		3A001.b.4.f.	3A001.b.5.a.	3A001.b.5.b.	3A001.b.7.
		3A001.b.8.	3A001.b.9.	3A001.b.10.	3A001.b.11.a.
		3A001.b.11.b.	3A001.b.11.c.	3A001.b.11.d.	3A001.b.11.e.
	3A001.c.	3A001.c.1.a.	3A001.c.1.b.1.	3A001.c.1.b.2.	3A001.c.1.b.3.
		3A001.c.1.b.4.	3A001.c.1.c.1.	3A001.c.1.c.2.	3A001.c.1.c.3.
		3A001.c.2.	3A001.c.3.		
	3A001.d.	3A001.d.1.	3A001.d.2.		
	3A001.e.	3A001.e.1.a.	3A001.e.1.b.	3A001.e.2.a.	3A001.e.2.b.
		3A001.e.3.	3A001.e.4.		
	3A001.f.	3A001.f.			
	3A001.g.	3A001.g.1.	3A001.g.2.		
	3A001.h.	3A001.h.			
114	3A002				
	3A002.a.	3A002.a.1.a.	3A002.a.1.b.	3A002.a.1.c.	3A002.a.2.
		3A002.a.3.a.	3A002.a.3.b.	3A002.a.4.	3A002.a.5.
		3A002.a.6.			
	3A002.c.	3A002.c.1.	3A002.c.2.	3A002.c.3.	3A002.c.4.
	3A002.d.	3A002.d.1.	3A002.d.2.	3A002.d.3.a.	3A002.d.3.b.
		3A002.d.3.c.	3A002.d.3.d.	3A002.d.3.e.	3A002.d.3.f.
		3A002.d.4.	3A002.d.5.		
	3A002.e.	3A002.e.1.	3A002.e.2.		
	3A002.f.	3A002.f.			
	3A002.g.	3A002.g.1.	3A002.g.2.	3A002.g.3.	
115	3A003	3A003			
116	3A101				
	3A101.a.	3A101.a.			

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต
	3A101.b.	3A101.b.
117	3A102	3A102
118	3A201 3A201.a. 3A201.b. 3A201.c.	3A201.a.1. 3A201.a.2. 3A201.b. 3A201.c.1. 3A201.c.2.
119	3A225	3A225
120	3A226	3A226
121	3A227	3A227
122	3A228 3A228.a. 3A228.b. 3A228.c.	3A228.a. 3A228.b. 3A228.c.
123	3A229 3A229.b.	3A229.b.
124	3A230	3A230
125	3A231	3A231
126	3A232 3A232.b.	3A232.b.
127	3A233 3A233.a. 3A233.b.	3A233.a. 3A233.b.

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต
	3A233.c. 3A233.d. 3A233.e. 3A233.f.	3A233.c. 3A233.d. 3A233.e.1. 3A233.e.2. 3A233.f.
128	3B001 3B001.a. 3B001.b. 3B001.c. 3B001.d. 3B001.e. 3B001.f. 3B001.g. 3B001.h. 3B001.i.	 3B001.a.1. 3B001.a.2. 3B001.a.3. 3B001.b.1. 3B001.b.2. 3B001.b.3. 3B001.b.4. 3B001.c. 3B001.d.1. 3B001.d.2. 3B001.e. 3B001.f.1.a. 3B001.f.1.b. 3B001.f.2. 3B001.f.3. 3B001.g. 3B001.h. 3B001.i.
129	3B002 3B002.a. 3B002.c.	 3B002.a. 3B002.c.
130	3C001 3C001.a. 3C001.b. 3C001.c. 3C001.d.	 3C001.a. 3C001.b. 3C001.c. 3C001.d.
131	3C002 3C002.a.	 3C002.a.

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต
	3C002.b. 3C002.c. 3C002.d. 3C002.e.	3C002.b. 3C002.c. 3C002.d. 3C002.e.
132	3C003 3C003.a. 3C003.b.	3C003.a. 3C003.b.
133	3C004	3C004
134	3C005	3C005
135	3C006	3C006
136	4A001 4A001.a.	4A001.a.1. 4A001.a.2.a. 4A001.a.2.b. 4A001.a.2.c.
137	4A003 4A003.a. 4A003.b. 4A003.c. 4A003.e. 4A003.g.	4A003.a. 4A003.b. 4A003.c. 4A003.e. 4A003.g.
138	4A004 4A004.a. 4A004.b. 4A004.c.	4A004.a. 4A004.b. 4A004.c.
139	4A101	4A101

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต
140	4A102	4A102
141	5A001 5A001.a. 5A001.b. 5A001.c.	5A001.a.1. 5A001.a.2. 5A001.a.3. 5A001.b.1.a. 5A001.b.1.c. 5A001.b.1.d. 5A001.b.6. 5A001.c.
142	5B001 5B001.a. 5B001.b.	5B001.a. 5B001.b.2.a. 5B001.b.2.b. 5B001.b.2.c. 5B001.b.2.d. 5B001.b.4. 5B001.b.5.
143	5A002 5A002.a. 5A002.b.	5A002.a.1.a. 5A002.a.1.b.1. 5A002.a.1.b.2. 5A002.a.1.b.3. 5A002.a.2. 5A002.a.4. 5A002.a.5. 5A002.a.7. 5A002.a.8. 5A002.a.9. 5A002.b.
144	5B002 5B002.a. 5B002.b.	5B002.a. 5B002.b.
145	6A001 6A001.a.	6A001.a.1.a.1. 6A001.a.1.a.2. 6A001.a.1.a.3. 6A001.a.1.b.1. 6A001.a.1.b.2. 6A001.a.1.b.3. 6A001.a.1.b.4. 6A001.a.1.b.5. 6A001.a.1.b.6.a. 6A001.a.1.b.6.b. 6A001.a.1.c.1. 6A001.a.1.c.2. 6A001.a.1.c.3. 6A001.a.1.d. 6A001.a.1.e. 6A001.a.2.a.1. 6A001.a.2.a.2. 6A001.a.2.a.3.a. 6A001.a.2.a.3.b. 6A001.a.2.a.3.c. 6A001.a.2.a.4. 6A001.a.2.a.5. 6A001.a.2.a.6. 6A001.a.2.b.1. 6A001.a.2.b.2. 6A001.a.2.b.3. 6A001.a.2.b.4. 6A001.a.2.b.5. 6A001.a.2.b.7. 6A001.a.2.c. 6A001.a.2.d. 6A001.a.2.e.1.

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต			
	6A001.b.	6A001.a.2.e.2.	6A001.a.2.f.		
		6A001.b.1.a.	6A001.b.1.b.	6A001.b.2.	
146	6A002				
	6A002.a.	6A002.a.1.a.	6A002.a.1.b.	6A002.a.1.c.	6A002.a.1.d.
		6A002.a.2.a.	6A002.a.2.b.	6A002.a.2.c.1.	6A002.a.2.c.2.
		6A002.a.2.c.3.	6A002.a.3.a.	6A002.a.3.b.	6A002.a.3.c.
		6A002.a.3.d.	6A002.a.3.e.	6A002.a.3.f.	6A002.a.3.g.
	6A002.b.	6A002.b.1.	6A002.b.2.		
	6A002.c.	6A002.c.1.	6A002.c.2.	6A002.c.3.	
	6A002.d.	6A002.d.1.	6A002.d.2.a.	6A002.d.2.b.	6A002.d.3.
147	6A003				
	6A003.a.	6A003.a.1.	6A003.a.2.	6A003.a.3.	6A003.a.4.
		6A003.a.5.	6A003.a.6.		
	6A003.b.	6A003.b.1.	6A003.b.2.	6A003.b.3.	6A003.b.4.a.
		6A003.b.4.b.	6A003.b.4.c.	6A003.b.5.	
148	6A004				
	6A004.a.	6A004.a.1.	6A004.a.2.	6A004.a.3.	6A004.a.4.
	6A004.b.	6A004.b.1.	6A004.b.2.		
	6A004.c.	6A004.c.1.	6A004.c.2.	6A004.c.3.	6A004.c.4.
	6A004.d.	6A004.d.1.	6A004.d.2.	6A004.d.3.	6A004.d.4.
	6A004.e.	6A004.e.			
149	6A005				
	6A005.a.	6A005.a.1.	6A005.a.2.	6A005.a.3.a.	6A005.a.3.b.
		6A005.a.4.	6A005.a.5.a.	6A005.a.5.b.	6A005.a.6.a.1.
		6A005.a.6.a.2.	6A005.a.6.b.1.	6A005.a.6.b.2.	6A005.a.7.a.

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต
		6A005.a.7.b. 6A005.a.8.
	6A005.b.	6A005.b.1.a. 6A005.b.1.b. 6A005.b.2.a. 6A005.b.2.b. 6A005.b.3.a.1. 6A005.b.3.a.2. 6A005.b.3.b.1. 6A005.b.3.b.2. 6A005.b.4.a. 6A005.b.4.b. 6A005.b.5.a.1. 6A005.b.5.a.2. 6A005.b.5.a.3. 6A005.b.5.b.1. 6A005.b.5.b.2. 6A005.b.5.b.3. 6A005.b.6.a.1. 6A005.b.6.a.2. 6A005.b.6.a.3. 6A005.b.6.b.1.a. 6A005.b.6.b.1.b. 6A005.b.6.b.1.c. 6A005.b.6.b.1.d. 6A005.b.6.b.1.e. 6A005.b.6.b.2.a. 6A005.b.6.b.2.b. 6A005.b.6.b.2.c. 6A005.b.6.b.2.d. 6A005.b.6.c.1.a. 6A005.b.6.c.1.b. 6A005.b.6.c.1.c. 6A005.b.6.c.2.a. 6A005.b.6.c.2.b. 6A005.b.6.c.2.c. 6A005.b.7.a.1. 6A005.b.7.a.2. 6A005.b.7.a.3. 6A005.b.7.b.1. 6A005.b.7.b.2. 6A005.b.7.b.3. 6A005.b.8.a. 6A005.b.8.b.
	6A005.c.	6A005.c.1.a. 6A005.c.1.b. 6A005.c.2.a. 6A005.c.2.b. 6A005.c.3.a. 6A005.c.3.b.
	6A005.d.	6A005.d.1.a.1. 6A005.d.1.a.2. 6A005.d.1.b.1. 6A005.d.1.b.2. 6A005.d.1.b.3. 6A005.d.1.c.1. 6A005.d.1.c.2. 6A005.d.1.c.3. 6A005.d.1.d.1.a. 6A005.d.1.d.1.b. 6A005.d.1.d.1.c. 6A005.d.1.d.1.d. 6A005.d.1.d.1.e. 6A005.d.1.d.2.a. 6A005.d.1.d.2.b. 6A005.d.1.d.2.c. 6A005.d.1.d.2.d. 6A005.d.1.d.2.e. 6A005.d.1.d.3.a. 6A005.d.1.d.3.b. 6A005.d.1.d.3.c. 6A005.d.1.d.4. 6A005.d.1.e. 6A005.d.2.a. 6A005.d.2.b. 6A005.d.3.a. 6A005.d.3.b.1. 6A005.d.3.b.2. 6A005.d.3.c.1. 6A005.d.3.c.2. 6A005.d.4.a.1. 6A005.d.4.a.2. 6A005.d.4.b.1. 6A005.d.4.b.2. 6A005.d.4.c.1. 6A005.d.4.c.2. 6A005.d.4.d.1. 6A005.d.4.d.2. 6A005.d.5.a. 6A005.d.5.b. 6A005.d.5.c.1. 6A005.d.5.c.2. 6A005.d.6.a. 6A005.d.6.b.
	6A005.e.	6A005.e.1. 6A005.e.2.
	6A005.f.	6A005.f.1.a. 6A005.f.1.b. 6A005.f.2. 6A005.f.3. 6A005.f.4.
	6A005.g.	6A005.g.

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต			
150	6A006				
	6A006.a.	6A006.a.1.a.	6A006.a.1.b.	6A006.a.2.	6A006.a.3.
		6A006.a.4.a.	6A006.a.4.b.	6A006.a.4.c.	6A006.a.5.
	6A006.b.	6A006.b.			
	6A006.c.	6A006.c.1.	6A006.c.2.	6A006.c.3.	
	6A006.d.	6A006.d.			
	6A006.e.	6A006.e.			
151	6A007				
	6A007.a.	6A007.a.			
	6A007.b.	6A007.b.			
	6A007.c.	6A007.c.			
152	6A008				
	6A008.a.	6A008.a.1.	6A008.a.2.		
	6A008.b.	6A008.b.			
	6A008.c.	6A008.c.			
	6A008.d.	6A008.d.			
	6A008.e.	6A008.e.			
	6A008.f.	6A008.f.			
	6A008.g.	6A008.g.			
	6A008.h.	6A008.h.1.	6A008.h.2.		
	6A008.i.	6A008.i.			
	6A008.j.	6A008.j.1.	6A008.j.2.	6A008.j.3.	
	6A008.k.	6A008.k.1.	6A008.k.2.		
	6A008.l.	6A008.l.1.	6A008.l.4.		

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต
153	6A102	6A102
154	6A107 6A107.a. 6A107.b.	6A107.a. 6A107.b.
155	6A108 6A108.a. 6A108.b.	6A108.a. 6A108.b.1. 6A108.b.2.
156	6A202	6A202
157	6A203 6A203.a. 6A203.b. 6A203.c.	6A203.a.1. 6A203.a.2. 6A203.b.1. 6A203.b.2. 6A203.b.3. 6A203.b.4.a. 6A203.b.4.b. 6A203.b.4.c. 6A203.b.4.d. 6A203.c.
158	6A205 6A205.a. 6A205.b. 6A205.c. 6A205.d. 6A205.e. 6A205.f.	6A205.a. 6A205.b. 6A205.c. 6A205.d. 6A205.e. 6A205.f.1.a. 6A205.f.1.b. 6A205.f.2.
159	6A225	6A225
160	6A226 6A226.a.	6A226.a.

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต
	6A226.b.	6A226.b.
161	6B004 6B004.a. 6B004.b.	6B004.a. 6B004.b.
162	6B007	6B007
163	6B008	6B008
164	6B108	6B108
165	6C002 6C002.a. 6C002.b.	6C002.a. 6C002.b.1. 6C002.b.2. 6C002.b.3.
166	6C004 6C004.a. 6C004.b. 6C004.c. 6C004.d. 6C004.e. 6C004.f.	6C004.a.1. 6C004.a.2. 6C004.b.1. 6C004.b.2. 6C004.b.3. 6C004.c. 6C004.d. 6C004.e. 6C004.f.
167	6C005 6C005.a. 6C005.b.	6C005.a. 6C005.b.
168	7A001 7A001.a. 7A001.b.	7A001.a.1.a. 7A001.a.1.b. 7A001.a.2. 7A001.a.3. 7A001.b.

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต
169	7A002 7A002.a. 7A002.b.	7A002.a.1.a. 7A002.a.1.b. 7A002.a.2.a. 7A002.a.2.b. 7A002.b.
170	7A003 7A003.a. 7A003.b. 7A003.c. 7A003.d.	7A003.a.1. 7A003.a.2. 7A003.b. 7A003.c.1. 7A003.c.2. 7A003.d.
171	7A004	7A004
172	7A005 7A005.a.	7A005.a.
173	7A008	7A008
174	7A101	7A101
175	7A102	7A102
176	7A103 7A103.a. 7A103.b. 7A103.c. 7A103.d.	7A103.a.1. 7A103.a.2. 7A103.b. 7A103.c. 7A103.d.
177	7A104	7A104
178	7A106	7A106
179	7A115	7A115

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต
180	7A116 7A116.a. 7A116.b. 7A116.c.	7A116.a. 7A116.b. 7A116.c.
181	7A117	7A117
182	7B001	7B001
183	7B002 7B002.a. 7B002.b.	7B002.a. 7B002.b.
184	7B003	7B003
185	7B102	7B102
186	7B103 7B103.a. 7B103.b.	7B103.a. 7B103.b.
187	8A001 8A001.a. 8A001.b. 8A001.c. 8A001.d. 8A001.e. 8A001.f. 8A001.g. 8A001.h.	8A001.a. 8A001.b.1. 8A001.b.2. 8A001.b.3. 8A001.c.1. 8A001.c.2. 8A001.d.1. 8A001.d.2. 8A001.d.3. 8A001.e.1. 8A001.e.2. 8A001.f. 8A001.g. 8A001.h.

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต			
	8A001.i.	8A001.i.1.	8A001.i.2.		
188	8A002				
	8A002.a.	8A002.a.1.	8A002.a.2.	8A002.a.3.	8A002.a.4.
	8A002.b.	8A002.b.1.	8A002.b.2.	8A002.b.3.	
	8A002.c.	8A002.c.			
	8A002.d.	8A002.d.1.a.	8A002.d.1.b.	8A002.d.1.c.	8A002.d.2.
	8A002.e.	8A002.e.1.	8A002.e.2.	8A002.e.3.	
	8A002.g.	8A002.g.1.	8A002.g.2.		
	8A002.h.	8A002.h.1.	8A002.h.2.		
	8A002.i.	8A002.i.1.a.	8A002.i.1.b.	8A002.i.2.	
	8A002.j.	8A002.j.1.a.	8A002.j.1.b.	8A002.j.1.c.	8A002.j.1.d.
		8A002.j.2.	8A002.j.3.a.	8A002.j.3.b.	8A002.j.4.
	8A002.k.	8A002.k.1.	8A002.k.2.		
	8A002.l.	8A002.l.			
	8A002.m.	8A002.m.			
	8A002.n.	8A002.n.			
	8A002.o.	8A002.o.1.a.	8A002.o.1.b.	8A002.o.1.c.	8A002.o.1.d.
		8A002.o.1.e.	8A002.o.2.a.	8A002.o.2.b.	8A002.o.2.c.
		8A002.o.2.d.	8A002.o.2.e.	8A002.o.3.a.	8A002.o.3.b.
	8A002.p.	8A002.p.			
	8A002.q.	8A002.q.1.	8A002.q.2.		
	8A002.r.	8A002.r.			
189	8B001	8B001			
190	8C001	8C001			
191	9A001				

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต
	9A001.a. 9A001.b.	9A001.a. 9A001.b.
192	9A002	9A002
193	9A003 9A003.a. 9A003.b.	9A003.a. 9A003.b.
194	9A004	9A004
195	9A005	9A005
196	9A006 9A006.a. 9A006.b. 9A006.c. 9A006.d. 9A006.e. 9A006.f. 9A006.g. 9A006.h.	9A006.a. 9A006.b. 9A006.c. 9A006.d. 9A006.e. 9A006.f. 9A006.g. 9A006.h.
197	9A007 9A007.a. 9A007.b. 9A007.c. 9A007.d. 9A007.e.	9A007.a. 9A007.b. 9A007.c. 9A007.d. 9A007.e.

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต
198	9A008 9A008.a. 9A008.b. 9A008.c. 9A008.d.	9A008.a. 9A008.b. 9A008.c. 9A008.d.1. 9A008.d.2. 9A008.d.3.
199	9A009 9A009.a. 9A009.b.	9A009.a. 9A009.b.
200	9A010 9A010.a. 9A010.b. 9A010.c. 9A010.d.	9A010.a. 9A010.b. 9A010.c. 9A010.d.
201	9A011	9A011
202	9A012 9A012.a. 9A012.b.	9A012.a.1. 9A012.a.2. 9A012.b.1. 9A012.b.2. 9A012.b.3. 9A012.b.4.
203	9A101 9A101.a. 9A101.b.	9A101.a. 9A101.b.
204	9A102	9A102
205	9A104	9A104
206	9A105	

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต
	9A105.a. 9A105.b.	9A105.a. 9A105.b.
207	9A106 9A106.a. 9A106.b. 9A106.c. 9A106.d.	9A106.a. 9A106.b. 9A106.c. 9A106.d.
208	9A107	9A107
209	9A108 9A108.a. 9A108.b. 9A108.c.	9A108.a. 9A108.b. 9A108.c.
210	9A109 9A109.a. 9A109.b.	9A109.a. 9A109.b.
211	9A110	9A110
212	9A111	9A111
213	9A115 9A115.a. 9A115.b.	9A115.a. 9A115.b.
214	9A116 9A116.a. 9A116.b.	9A116.a. 9A116.b.

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต
	9A116.c.	9A116.c.
	9A116.d.	9A116.d.
215	9A117	9A117
216	9A118	9A118
217	9A119	9A119
218	9A120	9A120
219	9A350	
	9A350.a.	9A350.a.
	9A350.b.	9A350.b.
	9A350.c.	9A350.c.
220	9B001	
	9B001.a.	9B001.a.
	9B001.b.	9B001.b.
221	9B002	9B002
222	9B003	9B003
223	9B004	9B004
224	9B005	
	9B005.a.	9B005.a.
	9B005.b.	9B005.b.
	9B005.c.	9B005.c.
225	9B006	9B006
226	9B007	9B007

ลำดับ	รหัสหลัก - รหัสย่อย	รหัสสินค้าที่ใช้ได้สองทางที่ต้องขออนุญาต
227	9B008	9B008
228	9B009	9B009
229	9B010	9B010
230	9B105	9B105
231	9B106	
	9B106.a.	9B106.a.
	9B106.b.	9B106.b.1&2. 9B106.b.1&3.
232	9B115	9B115
233	9B116	9B116
234	9B117	
	9B117.a.	9B117.a.
	9B117.b.	9B117.b.
235	9C108	9C108
236	9C110	9C110

บัญชีท้ายประกาศกระทรวงพาณิชย์ เรื่อง กำหนดให้สินค้าที่ใช้ได้สองทางเป็นสินค้าที่ต้องขออนุญาต และกำหนดสินค้าที่ต้องปฏิบัติตามมาตรการจัดระเบียบ ในการส่งออกป้อนราชอาณาจักร พ.ศ. 2558

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
1	กราไฟต์ธรรมชาติ	2504.10.00		
		2504.90.00		
2	สินแร่และหัวแร่ยูเรเนียมหรือทอเรียม	2612.10.00		
		2612.20.00		
3	ซีแร่ แก้วและกาก (นอกจากที่ได้จากการผลิตเหล็กหรือเหล็กกล้า) ที่มีโลหะ อาร์เซนิก หรือ สารประกอบของของดังกล่าว	2620.99.10	2620.99.90	
4	น้ำมันและผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่ได้จากการกลั่นหารชนิดที่กลั่นจากถ่านหินที่อุณหภูมิสูง รวมทั้งผลิตภัณฑ์ที่คล้ายกัน ซึ่งมีน้ำหนักของส่วนที่เป็นอะโรมาติกมากกว่าส่วนที่ไม่เป็นอะโรมาติก	2707.10.00		
		2707.20.00		
		2707.30.00		
		2707.40.00		
		2707.50.00		
		2707.99.10	2707.99.90	
5	น้ำมันปิโตรเลียมและน้ำมันที่ได้จากแร่ปิโตรมิเนส นอกจากที่เป็นน้ำมันดิบ รวมทั้งสิ่งปรุงแต่ง ที่ไม่ได้ระบุหรือรวมไว้ในที่อื่น ซึ่งมีน้ำมันปิโตรเลียม หรือน้ำมันที่ได้จากแร่ปิโตรมิเนสตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป โดยน้ำหนัก ซึ่งน้ำมันเหล่านี้ เป็นองค์ประกอบหลักของสิ่งปรุงแต่งนั้น เคสน้ำมัน	2710.12.11	2710.12.12	2710.12.13
		2710.12.14	2710.12.15	2710.12.16
		2710.12.20	2710.12.30	2710.12.40
		2710.12.50	2710.12.60	2710.12.70
		2710.12.80	2710.12.90	
		2710.19.20	2710.19.30	2710.19.41
		2710.19.42	2710.19.43	2710.19.44
		2710.19.50	2710.19.60	2710.19.71

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร
		2710.19.72 2710.19.79 2710.19.81 2710.19.82 2710.19.83 2710.19.89 2710.19.90 2710.20.00
6	ก๊าซปิโตรเลียมและก๊าซไฮโดรคาร์บอนอื่นๆ	2711.12.00 2711.13.00 2711.14.10 2711.14.90 2711.19.00 2711.29.00
7	ปิโตรเลียมเยลลี่ รวมทั้งไซพาราฟิน ไชโมโครคริส แตลไลน์ปิโตรเลียม ไชสสติก โอโซเคไรต์ ไกลกไนต์ ไชพิต ไชแร่อื่นๆ และผลิตภัณฑ์ที่คล้ายกัน ซึ่งได้จากการสังเคราะห์ หรือโดยกรรมวิธีอื่นจะแต่งสีหรือไม่ก็ตาม	2712.20.00 2712.90.10 2712.90.90
8	ไฮโดรเจน แร่ก๊าซและโลหะอื่นๆ	2804.29.00 2804.50.00
9	โลหะแร่เอิร์ท สแคนเดียมและอิตเทรียม จะผสมระหว่างกันหรือระหว่างโลหะเจือของโลหะดังกล่าวหรือไม่ก็ตาม โลหะแอลคาไล หรือโลหะแอลคาไลน์เอิร์ท รวมทั้งปรอท	2805.12.00 2805.19.00
10	ออกไซด์ของโบรอน กรดโบริก	2810.00.00
11	กรดอนินทรีย์อื่นๆ และสารประกอบออกซิเจน	2811.11.00

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร
	อนินทรีย์อื่นๆ ของโลหะ	2811.19.10 2811.19.90 2811.29.10 2811.29.20 2811.29.90
12	ฮาไลด์และฮาไลด์ออกไซด์ของโลหะ	2812.10.00 2812.90.00
13	ซิลไฟด์ของโลหะ รวมทั้งฟอสฟอไรต์ซิลไฟด์ชนิดที่ใช้ในทางการค้า	2813.90.00
14	โครเมียมออกไซด์และโครเมียมไฮดรอกไซด์	2819.90.00
15	เหล็กออกไซด์และเหล็กไฮดรอกไซด์ รวมทั้งดินสีที่มีธาตุเหล็ก เมื่อคำนวณเป็นค่าของเฟอร์ริกออกไซด์แล้วมีน้ำหนักตั้งแต่ ร้อยละ 70 ขึ้นไป	2821.10.00
16	ไฮดรอกซินและไฮดรอกซิลามีน และเกลืออนินทรีย์ของของดังกล่าว เบสอนินทรีย์อื่นๆ รวมทั้งออกไซด์ไฮดรอกไซด์และเพอร์ออกไซด์ ของโลหะอื่นๆ	2825.60.00 2825.90.00
17	ฟลูออไรด์ ฟลูออโรซิลิเกต ฟลูออโรอะลูมินต และเกลือฟลูออรีนเชิงซ้อนอื่น ๆ	2826.19.00 2826.90.00
18	คลอไรด์ คลอไรด์ออกไซด์และคลอไรด์ไฮดรอกไซด์ โบรไมด์และโบรไมด์ออกไซด์ ไอโอไดด์และไอโอไดด์ออกไซด์	2827.39.10 2827.39.20 2827.39.90 2827.49.00 2827.59.00
19	ไฮโปคลอไรต์ แคลเซียมไฮโปคลอไรต์ชนิดที่ใช้ในทางการค้า คลอไรต์ ไฮโปโบรไมต์	2828.90.10 2828.90.90
20	คลอเรตและเพอร์คลอเรต โบรเมตและเพอร์โบร	2829.90.10 2829.90.90

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร
	เมต ไอโอเดตและเพอร์ไอโอเดต	
21	ซัลไฟด์ โพลีซัลไฟด์จะนิยามไว้ในทางเคมี หรือไม่ก็ตาม	2830.10.00 2830.90.10 2830.90.90
22	ซัลไฟด์ ไทโอซัลเฟต	2832.10.00 2832.20.00
23	ซัลเฟต อะลัม เพอร์ออกไซด์ซัลเฟต (เพอร์ซัลเฟต)	2833.29.20 2833.29.30 2833.29.90 2833.30.00 2833.40.00
24	ไนไตรต์ ไนเตรต	2834.10.00 2834.29.10 2834.29.90
25	ฟอสฟิเนต (ไฮโปฟอสไฟต์) ฟอสโฟเนต (ฟอสไฟต์) และฟอสเฟต รวมทั้งโพลิฟอสเฟต จะนิยามไว้ในทางเคมีหรือไม่ก็ตาม	2835.10.00 2835.29.10 2835.29.90 2835.39.10 2835.39.90
26	คาร์บอเนต เพอร์ออกไซด์คาร์บอเนต (เพอร์คาร์บอเนต) รวมทั้งแอมโมเนียมคาร์บอเนตชนิดที่ใช้ในทางการค้าซึ่งมีแอมโมเนียมคาร์บาเมต	2836.99.10 2836.99.20 2836.99.90
27	ไซยาไนด์ ไซยาไนด์ออกไซด์และไซยาไนด์เชิงซ้อน	2837.11.00 2837.19.00
28	ซิลิเกต ซิลิเกตของโลหะแอลคาไลชนิดที่ใช้ในทางการค้า	2839.90.00

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร
29	บอเรต เพอร์ออกไซด์บอเรต (เพอร์บอเรต)	2840.20.00 2840.30.00
30	เกลืออื่นๆ ของกรดอนินทรีย์ หรือของเพอร์ออกไซด์แอซิด อนินทรีย์ (รวมถึงอะลูมิเนียมซิลิเกตจะนิยามไว้ในทางเคมีหรือไม่ก็ตาม) นอกจากอะไซด์	2842.90.10 2842.90.20 2842.90.30 2842.90.90
31	ธาตุเคมีกัมมันตรังสีและไอโซโทปกัมมันตรังสี (รวมถึงธาตุทางเคมีและไอโซโทป ชนิดฟิสไซล์ หรือเพอร์ไทล์) และสารประกอบของของดังกล่าว รวมทั้งของผสมและกากที่มีผลิตภัณฑ์เหล่านี้	2844.10.10 2844.10.90 2844.20.10 2844.20.90 2844.30.10 2844.30.90 2844.40.11 2844.40.19 2844.40.90 2844.50.00
32	ไอโซโทปนอกจากของตามประเภท 28.44 สารประกอบ อนินทรีย์หรือสารประกอบอนินทรีย์ของไอโซโทปดังกล่าวจะนิยามไว้ในทางเคมีหรือไม่ก็ตาม	2845.10.00 2845.90.00
33	คาร์ไบด์จะนิยามไว้ในทางเคมีหรือไม่ก็ตาม	2849.20.00 2849.90.00
34	ไฮไดรด์ ไนไตรด์ อะไซด์ ซิลิไซด์ และโบไรด์ จะนิยามไว้ในทางเคมีหรือไม่ก็ตาม นอกจากสารประกอบดังกล่าวที่จัดเป็นทั้งคาร์ไบด์ตามประเภท 28.49 ได้ด้วย	2850.00.00
35	สารประกอบอนินทรีย์อื่นๆ (รวมถึงน้ำกลั่นหรือน้ำที่เป็นสื่อกระแสไฟฟ้าและน้ำที่มีความบริสุทธิ์คล้ายกัน) อากาศเหลว (จะเอาแอร้งก๊าซออกแล้ว	2853.00.00

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร
	หรือไม่ก็ตาม) อากาศอัด โลหะเจือปรอท นอกจากโลหะมีค่าเจือปรอท	
36	อนุพันธ์ชนิดฮาโลเจนเต็ดของไฮโดรคาร์บอน	2903.39.10 2903.39.90 2903.76.00 2903.89.00 2903.99.00
37	อนุพันธ์ชนิดซัลโฟเนเต็ด ไนเตรเต็ด หรือชนิดไน โตรเซเต็ดของไฮโดรคาร์บอน จะเป็นชนิดฮาโล เจนเต็ดด้วยหรือไม่ก็ตาม	2904.90.00
38	อะไซคลิกแอลกอฮอล์ และอนุพันธ์ชนิดฮาโลเจน เต็ด ไนเตรเต็ดหรือชนิดไนโตรเซเต็ดของอะไซคลิก แอลกอฮอล์	2905.19.00 2905.59.00
39	อีเทอร์ อีเทอร์-แอลกอฮอล์ อีเทอร์-ฟินอล อีเทอร์-แอลกอฮอล์-ฟินอล แอลกอฮอล์เพอร์ ออกไซด์ อีเทอร์เพอร์ออกไซด์ คีโตนเพอร์ ออกไซด์ (จะนิยามไว้ในทางเคมีหรือไม่ก็ตาม) และอนุพันธ์ชนิดฮาโลเจนเต็ด ซัลโฟเนเต็ด ไนเตรเต็ด หรือชนิดไนโตรเซเต็ดของของดังกล่าว	2909.30.00
40	คีโตนและควิโนน จะมีออกซิเจนฟังก์ชันอื่นด้วย หรือไม่ก็ตาม และอนุพันธ์ชนิดฮาโลเจนเต็ด ซัลโฟเนเต็ด ไนเตรเต็ด หรือชนิดไนโตรเซเต็ดของ ของดังกล่าว	2914.19.00
41	กรดคาร์บอกซิลิกที่มีออกซิเจนฟังก์ชันอื่นอยู่ด้วย และแอนไฮไดรด์ ฮาไลด์ เพอร์ออกไซด์ และเพอร์	2918.19.00

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร
	ออกซิแอซิดของกรดดังกล่าว รวมทั้งอนุพันธ์ชนิดฮาโลเจนเต็ด ซัลโฟเนเต็ด ไนเตรเต็ด หรือชนิดไนโตรเซเต็ดของของดังกล่าว	
42	ฟอสฟอริกเอสเทอร์ เกลือของฟอสฟอริกเอสเทอร์ และแล็กโทฟอสเฟต รวมทั้งอนุพันธ์ชนิดฮาโลเจนเต็ด ซัลโฟเนเต็ด ไนเตรเต็ด หรือชนิดไนโตรเซเต็ดของของดังกล่าว	2919.90.00
43	เอสเทอร์ของกรดอนินทรีย์อื่นๆ ของโลหะ (ไม่รวมถึงเอสเทอร์ของไฮโดรเจนฮาไลด์) และเกลือของเอสเทอร์ของกรดอนินทรีย์ของโลหะดังกล่าว รวมทั้งอนุพันธ์ชนิดฮาโลเจนเต็ด ซัลโฟเนเต็ด ไนเตรเต็ด หรือชนิดไนโตรเซเต็ดของของดังกล่าว	2920.11.00 2920.19.00 2920.90.10 2920.90.90
44	สารประกอบอะมีน-ฟังก์ชัน	2921.11.00 2921.19.00 2921.44.00
45	สารประกอบอะมีนที่มีออกซิเจนฟังก์ชัน	2922.13.00 2922.19.10 2922.19.20 2922.19.90
46	สารประกอบคาร์บอกซิอิมิด-ฟังก์ชัน (รวมถึงแซกคาริน และเกลือของแซกคาริน) และสารประกอบอิมิน-ฟังก์ชัน	2925.21.00 2925.29.00
47	สารประกอบไนไตรล์-ฟังก์ชัน	2926.90.00
48	อนุพันธ์อินทรีย์ของไฮดราซีนหรือของไฮดรอกซิลามีน	2928.00.10 2928.00.90

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
49	สารประกอบที่มีไนโตรเจนฟังก์ชันอื่น	2929.90.10	2929.90.20	2929.90.90
50	สารประกอบออร์แกโน-ซิลเฟอร์	2930.90.10	2930.90.90	
51	สารประกอบออร์แกโน-อินออร์แกนิกอื่นๆ	2931.10.10	2931.10.20	
		2931.20.00		
		2931.90.20	2931.90.30	2931.90.41
		2931.90.49	2931.90.90	
52	สารประกอบเฮตเทอโรไซคลิกที่มีไนโตรเจนเฮตเทอโรอะตอมเท่านั้น	2933.39.10	2933.39.30	2933.39.90
		2933.99.10	2933.99.90	
53	เลือดมนุษย์ เลือดสัตว์ที่จัดทำสำหรับใช้รักษาโรค ป้องกันโรคหรือวินิจฉัยโรค แอนติซีรา แพรกซันอื่นๆ ของเลือด และผลิตภัณฑ์ภูมิคุ้มกันวิทยา จะดัดแปลงหรือได้จากกระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพหรือไม่ก็ตาม รวมทั้งวัคซีน ทอกซิน จุลินทรีย์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยง (ไม่รวมถึงยีสต์) และผลิตภัณฑ์ที่คล้ายกัน	3002.90.00		
54	วัตถุแต่งสีอื่นๆ สิ่งปรุงแต่งตามที่จะระบุไว้ในหมายเหตุ 3 ของตอนนี นอกจากของตามประเภท 32.03 32.04 หรือ 32.05 รวมทั้งผลิตภัณฑ์อนินทรีย์ชนิดที่ใช้เป็นลูมินโอฟอร์ จะนิยามไว้ในทางเคมีหรือไม่ก็ตาม	3206.20.10	3206.20.90	
		3206.49.10	3206.49.90	
55	พัตตี้สำหรับยากระจก พัตตี้สำหรับยาแนวต่อ เรซินซีเมนต์ สารประกอบที่ใช้ในการตอกหมัน และมาสติกอื่นๆ สีโป้ สิ่งปรุงแต่งชนิดไม่ทนไฟ ที่ใช้ฉาบพื้นผิวด้านนอกอาคาร ผนังด้านใน พื้น	3214.10.00		

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร
	เพดาน หรือพื้นผิวอื่นๆ ที่คล้ายกัน	
56	สิ่งปรุงแต่งที่ใช้หล่อลื่น (รวมถึงสิ่งปรุงแต่ง ที่เป็นน้ำมันซึ่งใช้ในการตัดวัตถุ สิ่งปรุงแต่งที่ใช้ในการ คลายสลักเกลียวหรือแป้นเกลียว สิ่งปรุงแต่งที่ใช้ กันสนิมหรือกันการผุกร่อน และสิ่งปรุงแต่งที่ใช้ สำหรับถอดแม่แบบ ซึ่งมีสารหล่อลื่นเป็นหลัก) และสิ่งปรุงแต่งชนิดที่ใช้ในกรรมวิธีใช้น้ำมันหรือ ไขกับวัตถุห่อ ผนังพอก ผนังเฟอร์ หรือกับวัตถุ อื่นๆ แต่ไม่รวมถึงสิ่งปรุงแต่งที่มีน้ำมันปิโตรเลียม หรือน้ำมัน ที่ได้จากแร่ปิโตรมิเนสเป็นองค์ประกอบ หลัก ตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้น ไปโดยน้ำหนัก	3403.99.11 3403.99.12 3403.99.19 3403.99.90
57	ไขเทียมและไขปรุงแต่ง	3404.90.10 3404.90.90
58	วัตถุระเบิด นอกจากดินขับ	3602.00.00
59	สายชนวนจุดระเบิด ชนวนระเบิด แก๊บกั้นกระสุน ปืน หรือแก๊พหัวชนวนระเบิด เชื้อจุดระเบิด เชื้อ ปะทุไฟฟ้า สำหรับจุดระเบิด	3603.00.10 3603.00.20 3603.00.90
60	แผ่นและฟิล์มใช้ในการถ่ายรูปที่ถ่ายและล้างแล้ว นอกจากฟิล์มภาพยนตร์	3705.90.10 3705.90.20 3705.90.90
61	เคมีปรุงแต่งสำหรับใช้ในการถ่ายรูป (นอกจากควาร์ นิช กาว สารยึดติด และสิ่งปรุงแต่งที่คล้ายกัน) รวมทั้งผลิตภัณฑ์ไม่ผสม สำหรับใช้ในการถ่ายรูปที่ จัดทำขึ้นเพื่อใช้ ตามสัดส่วนที่กำหนดหรือจัดทำ ขึ้นเพื่อการขายปลีกในลักษณะที่ใช้ได้ทันที	3707.10.00
62	กราไฟต์เทียม กราไฟต์ชนิดคอลลอยด์ หรือกึ่ง	3801.10.00

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
	คอลลอยด์ สิ่งปรุงแต่งที่มีกราไฟต์ หรือคาร์บอน อื่นๆ เป็นหลักในลักษณะเป็นเพสต์ เป็นก้อน เหล็ยม เป็นแผ่น หรือลักษณะ กึ่งสำเร็จรูปอื่นๆ	3801.20.00 3801.90.00		
63	ตัวก่อปฏิกิริยา ตัวเร่งปฏิกิริยา และสิ่งปรุงแต่ง คะตะไลส์ ที่ไม่ได้ระบุหรือรวมไว้ในที่อื่น	3815.11.00 3815.12.00 3815.19.00 3815.90.00		
64	ธาตุเคมีที่ได้อุปแล้วสำหรับใช้ในทางอิเล็กทรอนิกส์ มีลักษณะเป็นแผ่นกลม เป็นเวเฟอร์ หรือลักษณะที่ คล้ายกัน สารประกอบเคมีที่ได้อุปแล้วสำหรับใช้ ในทางอิเล็กทรอนิกส์	3818.00.00		
65	น้ำมันเบรกไฮดรอลิกและของเหลวปรุงแต่งอื่นๆ ที่ใช้สำหรับการส่งกำลังไฮดรอลิก ที่ไม่มีหรือมี น้ำมันปิโตรเลียมหรือน้ำมันจากแร่ปิโตรมินส์น้อย กว่าร้อยละ 70 โดยน้ำหนัก	3819.00.00		
66	รีเอเจนต์ที่มีวัตถุรองรับหรือรีเอเจนต์ปรุงแต่งแล้ว จะมีวัตถุรองรับหรือไม่ก็ตามสำหรับการใช้ในการ วินิจฉัย หรือใช้ตามห้องปฏิบัติการ นอกจากที่ระบุ ไว้ตามประเภท 30.02 หรือ 30.06 วัตถุอ้างอิงที่ รับรองแล้ว	3822.00.10 3822.00.90	3822.00.20	3822.00.30
67	สารยัดปรุงแต่งสำหรับทำแบบหล่อหรือแกนหล่อ เคมีภัณฑ์ และสิ่งปรุงแต่งที่ได้จากอุตสาหกรรม เคมี หรือจากอุตสาหกรรม ที่เกี่ยวเนื่องกัน (รวมถึงเคมีภัณฑ์และสิ่งปรุงแต่งที่ประกอบด้วย ของผสมของผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ) ที่ไม่ได้ระบุหรือ	3824.90.10 3824.90.50 3824.90.91	3824.90.30 3824.90.60 3824.90.99	3824.90.40 3824.90.70

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
	รวมไว้ในที่อื่น			
68	ผลิตภัณฑ์ที่เหลือจากอุตสาหกรรมเคมีหรือจากอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกันที่ไม่ได้ระบุหรือรวมไว้ในที่อื่น ขยะเทศบาล ตะกอนจากน้ำเสีย ของเสียอื่นๆ ตามที่ระบุไว้ในหมายเหตุ 6 ของตอนนี้	3825.69.00		
69	ไบโอดีเซล และของผสมของไบโอดีเซล ที่ไม่มีน้ำมันปิโตรเลียมหรือน้ำมัน ที่ได้จากแร่ปิโตรมีนัส หรือที่มีน้ำมันปิโตรเลียมหรือน้ำมันที่ได้จากแร่ปิโตรมีนัสน้อยกว่าร้อยละ 70 โดยน้ำหนัก	3826.00.10	3826.00.90	
70	โพลีเมอร์ของโพรพิลีนหรือของโอลิฟินอื่นๆ ในลักษณะขั้นปฐม	3902.90.10	3902.90.90	
71	โพลีเมอร์ของไวนิลคลอไรด์หรือของฮาโลเจนเต็ดโอลิฟินอื่นๆ ในลักษณะขั้นปฐม	3904.69.30	3904.69.40	3904.69.50 3904.69.90
72	โพลีเมอร์ของไวนิลอะซิเตตหรือของไวนิลเอสเทอร์อื่นๆ ในลักษณะขั้นปฐม รวมทั้งไวนิลโพลีเมอร์อื่นๆ ในลักษณะขั้นปฐม	3905.91.10	3905.91.90	
		3905.99.10	3905.99.20	3905.99.90
73	อะคริลิกโพลีเมอร์ ในลักษณะขั้นปฐม	3906.90.20	3906.90.92	3906.90.99
74	โพลิอะซีทัล โพลีอีเทอร์อื่นๆ และอีพอกไซด์เรซินในลักษณะขั้นปฐม โพลีคาร์บอเนต แอลคิไดเรซิน โพลีแอลลิลเอสเทอร์ และโพลีเอสเทอร์อื่นๆ ในลักษณะขั้นปฐม	3907.20.10	3907.20.90	
		3907.91.20	3907.91.30	3907.91.90
		3907.99.40	3907.99.90	
75	ซิลิโคน ในลักษณะขั้นปฐม	3910.00.20	3910.00.90	
76	ปิโตรเลียมเรซิน คิวมาโรนอินดินเรซิน โพลีเทอร์	3911.10.00		

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
	พื้น โพลีซัลไฟด์ โพลีซัลโฟน และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่ระบุไว้ในหมายเหตุ 3 ของตอนนี้ ซึ่งไม่ได้ระบุหรือรวมไว้ในที่อื่นในลักษณะขั้นปฐม	3911.90.00		
77	ไอออนเอกซ์เชนเจอร์ที่มีโพลิเมอร์ตามประเภท 39.01 ถึง 39.13 เป็นหลัก ในลักษณะขั้นปฐม	3914.00.00		
78	ใยยาวเดี่ยวทำด้วยพลาสติก ที่มีขนาดภาคตัดขวางใดเกิน 1 มิลลิเมตร เส้น แ่ง และรูปทรงโพรไฟล์ทำด้วยพลาสติก จะแต่งผิวหรือไม่ก็ตาม แต่ต้องไม่ทำมากไปกว่านี้	3916.90.41	3916.90.49	3916.90.50
		3916.90.60	3916.90.91	3916.90.99
79	หลอดหรือท่อและท่ออ่อน รวมทั้งอุปกรณ์ติดตั้งของของดังกล่าว (เช่น ข้อต่อ ข้องอ แป้นข้อต่อ) ทำด้วยพลาสติก	3917.21.00		
		3917.22.00		
		3917.23.00		
		3917.29.00		
		3917.32.10	3917.32.90	
		3917.33.00		
		3917.39.00		
		3917.40.00		
80	แผ่น แผ่นบาง ฟิล์ม ฟอยล์ เทป แถบ และรูปทรงแบนอื่นๆ ชนิดยึดติดได้ในตัว ทำด้วยพลาสติก จะเป็นมันหรือไม่ก็ตาม	3919.90.10	3919.90.20	3919.90.90
81	แผ่น แผ่นบาง ฟิล์ม ฟอยล์ และแถบชนิดอื่น ทำด้วยพลาสติกที่ไม่ทำเป็นแบบเซลล์ลูลาร์ และไม่เสริมให้แข็งแรง ไม่อัดเป็นชั้น ไม่เสริมรองหรือไม่	3920.69.00		
		3920.94.10	3920.94.90	

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
	ประกอบโดยวิธีที่คล้ายกัน ด้วยวัตถุดิบ	3920.99.10	3920.99.90	
82	แผ่น แผ่นบาง พิล์ม ฟอยล์ และแถบชนิดอื่น ทำด้วยพลาสติก	3921.19.20	3921.19.90	
		3921.90.10	3921.90.20	3921.90.30
		3921.90.90		
83	ของที่ใช้ลำเลียงสินค้าหรือบรรจุสินค้า รวมทั้งจุกฝา และที่ปิดครอบอื่นๆ ทำด้วยพลาสติก	3923.90.10	3923.90.90	
84	เครื่องประกอบของอาคารทำด้วยพลาสติกที่ไม่ได้ระบุหรือรวมไว้ในที่อื่น	3925.10.00		
		3925.90.00		
85	ของอื่นๆ ทำด้วยพลาสติก และของที่ทำด้วยวัตถุดิบอื่นๆ ตามประเภท 39.01 ถึง 39.14	3926.20.60	3926.20.90	
		3926.90.10	3926.90.20	3926.90.32
		3926.90.39	3926.90.41	3926.90.42
		3926.90.44	3926.90.49	3926.90.53
		3926.90.55	3926.90.59	3926.90.60
		3926.90.70	3926.90.81	3926.90.82
		3926.90.89	3926.90.91	3926.90.92
		3926.90.99		
86	ยางสังเคราะห์และแฟกติซที่ได้จากน้ำมัน ในลักษณะชั้นปฐุม หรือเป็นแผ่น แผ่นบาง หรือเป็นแถบ รวมทั้งของผสมที่ได้จากผลิตภัณฑ์ใดๆ ตามประเภท 40.01 ผสมกับผลิตภัณฑ์ใดๆ ตามประเภทนี้ในลักษณะชั้นปฐุม หรือเป็นแผ่น แผ่นบาง หรือเป็นแถบ	4002.91.00		
		4002.99.20	4002.99.90	
87	เครื่องแต่งกายและของที่ใช้ประกอบกับเครื่องแต่งกาย (รวมถึงถุงมือทุกชนิด) ใช้เพื่อวัตถุประสงค์ใด	4015.19.00		

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
	ก็ตาม ทำด้วยยางวัลแคนไนซ์นอจากยางแข็ง	4015.90.10	4015.90.20	4015.90.90
88	ของอื่น ๆ ทำด้วยยางวัลแคนไนซ์นอจากยางแข็ง	4016.10.10	4016.10.20	4016.10.90
		4016.93.10	4016.93.20	4016.93.90
		4016.99.13	4016.99.14	4016.99.15
		4016.99.16	4016.99.17	4016.99.18
		4016.99.19	4016.99.20	4016.99.30
		4016.99.40	4016.99.51	4016.99.52
		4016.99.53	4016.99.54	4016.99.59
		4016.99.60	4016.99.70	4016.99.91
		4016.99.99		
89	ยางแข็ง (เช่น เอโบไนต์) ทุกลักษณะ รวมถึงเศษและของที่ใช้ไม่ได้ และของทำด้วยยางแข็ง	4017.00.10	4017.00.20	4017.00.90
90	ด้ายใยยาวสังเคราะห์ (นอกจากด้ายเย็บ) ไม่ได้จัดทำขึ้นเพื่อการขายปลีก รวมถึงใยยาวเดี่ยวสังเคราะห์ที่มีขนาดน้อยกว่า 67 เดซิเทกซ์	5402.11.00		
		5402.19.00		
		5402.20.00		
91	ด้ายใยยาวเทียม (นอกจากด้ายเย็บ) ไม่ได้จัดทำขึ้นเพื่อการขายปลีก รวมถึงใยยาวเดี่ยวเทียมที่มีขนาดน้อยกว่า 67 เดซิเทกซ์	5403.10.00		
92	ผ้าทอทำด้วยด้ายใยยาวสังเคราะห์ รวมถึงผ้าทอที่ได้จากวัตถุดิบประเภท 54.04	5407.10.20	5407.10.90	
93	เส้นใยสั้นสังเคราะห์ที่ไม่ได้สาน หวี หรือผ่านกรรมวิธีอย่างอื่นสำหรับการปั่นด้าย	5503.11.00		
		5503.19.00		

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร
		5503.20.00 5503.30.00 5503.40.00 5503.90.00
94	เส้นใยสั้นเทียมที่ไม่ได้สาน หวี หรือผ่านกรรมวิธี อย่างอื่นสำหรับการปั่นด้าย	5504.10.00 5504.90.00
95	เส้นใยสั้นสังเคราะห์ที่สาน หวี หรือผ่านกรรมวิธี อย่างอื่นสำหรับการปั่นด้าย	5506.10.00 5506.20.00 5506.30.00 5506.90.00
96	เส้นใยสั้นเทียมที่สาน หวี หรือผ่านกรรมวิธีอย่าง อื่น สำหรับการปั่นด้าย	5507.00.00
97	ด้าย (นอกจากด้ายเย็บ) ทำด้วยเส้นใยสั้น สังเคราะห์ ไม่ได้จัดทำขึ้นเพื่อการขายปลีก	5509.11.00 5509.12.00
98	ด้ายยางและด้ายยางชนิดคอร์ด ที่หุ้มด้วยสิ่งทอ รวมทั้งด้ายสิ่งทอและแถบและของที่คล้ายกันตาม ประเภท 54.04 หรือ 54.05 ที่อาบซึม เคลือบ หุ้ม หรือหุ้มปกด้วยยางหรือพลาสติก	5604.90.10 5604.90.20 5604.90.30 5604.90.90
99	เชือกชนิดทไวน์ คอร์ดเจ โรป และชนิดเคเบิล จะ ถักตามยาว หรือถักแบบเปียหรือไม่ก็ตาม และจะ อาบซึม เคลือบ หุ้ม หรือหุ้มปกด้วยยาง หรือ พลาสติกหรือไม่ก็ตาม	5607.50.10 5607.50.90

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
100	ผ้าใบยางรถ (ผ้าไทร์คอร์ด) ทำด้วยด้ายทนแรงดึงสูง ซึ่งทำด้วยไนลอนหรือโพลีเอไมด์อื่น ๆ ทำด้วยโพลีเอสเตอร์ หรือวิสโคสเรยอน	5902.10.11 5902.10.99 5902.20.20 5902.90.10	5902.10.19 5902.20.91 5902.90.90	5902.10.91
101	ผ้าสิ่งทอที่อาบซึม เคลือบ หุ้ม หรืออัดเป็นชั้นด้วยพลาสติก นอกจากของตามประเภท 59.02	5903.90.00		
102	เสื้อผ้าอื่น ๆ ถักแบบนิตหรือแบบโครเชต์	6114.30.20 6114.90.00	6114.30.90	
103	เสื้อโอเวอร์โค้ต คาร์โค้ต เคป โคล้ก อาโนรัก (รวมถึงแจ็กเก็ตที่ใส่เล่นสกี) เสื้อกันลม แจ็กเก็ตกันลม และเสื้อคลุมที่คล้ายกัน ของบุรุษหรือเด็กชาย นอกจากของตามประเภท 62.03	6201.93.00		
104	เสื้อโอเวอร์โค้ต คาร์โค้ต เคป โคล้ก อาโนรัก (รวมถึงแจ็กเก็ตที่ใส่เล่นสกี) เสื้อกันลม แจ็กเก็ตกันลม และเสื้อคลุมที่คล้ายกัน ของสตรี หรือเด็กหญิง นอกจากของตามประเภท 62.04	6202.93.00		
105	เสื้อผ้าที่ทำด้วยผ้าตามประเภท 56.02 56.03 59.03 59.06 หรือ 59.07	6210.10.11 6210.20.20 6210.20.90 6210.30.20 6210.30.90 6210.40.10	6210.10.19 6210.20.30 6210.30.30 6210.40.20	6210.10.90 6210.20.40 6210.30.40 6210.40.90

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
		6210.50.10	6210.50.20	6210.50.90
106	ชุดวอร์ม ชุดสกี และชุดว่ายน้ำ รวมทั้งเสื้อผ้าอื่นๆ	6211.33.10 6211.33.90 6211.43.10 6211.43.40	6211.33.20 6211.43.20 6211.43.50	6211.33.30 6211.43.30 6211.43.90
107	ของที่จัดทำแล้วอื่นๆ รวมถึงแบบสำหรับตัดเสื้อผ้า	6307.90.30 6307.90.69	6307.90.40 6307.90.70	6307.90.61 6307.90.90
108	รองเท้าน้ำที่มีพื้นรองเท้านอกและส่วนบนของรองเท้า ทำด้วยยางหรือพลาสติก ซึ่งส่วนบนไม่ได้ยึดติดหรือไม่ได้ประกอบเข้ากับพื้นรองเท้า โดยการเย็บ ย้าหมุด ตอกตะปู ชันเกลียว สวมเข้าด้วยกัน หรือโดยกรรมวิธีที่คล้ายกัน	6401.92.00		
109	เครื่องสวมศีรษะอื่นๆ จะบุภายในหรือตกแต่งหรือไม่ก็ตาม	6506.10.10 6506.10.40	6506.10.20 6506.10.90	6506.10.30
110	ใยชี้แร่ ใยหินและใยแร่ที่คล้ายกัน รวมทั้ง เอกซ์โพ ลีเอตเต็ดเวอร์มิคิวไลต์ เอกซ์แพนเต็ดเคลย์ โฟมส แล็ก และวัตถุจำพวกแร่ ชนิดเอกซ์แพนเต็ดที่คล้ายกัน ของผสมและของที่ทำด้วยวัตถุจำพวกแร่ ซึ่งเป็นฉนวน กันความร้อน ฉนวนกันเสียง หรือเป็นตัวดูดกลืนเสียง นอกจากของตามประเภท 68.11 หรือ 68.12 หรือในตอนี่ 69	6806.10.00 6806.90.00		
111	เส้นใยแอสเบสตอสที่จัดทำแล้ว ของผสมที่มีแอสเบสตอสเป็นหลักหรือมีแอสเบสตอสกับแมกนีเซียมคาร์บอเนตเป็นหลัก รวมทั้งของทำด้วยของผสมดังกล่าวหรือทำด้วยแอสเบสตอส	6812.99.11 6812.99.90	6812.99.19	6812.99.20

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร
	(เช่น ด้าย ผ้าทอ เสื้อผ้า เครื่องสวมศีรษะ รองเท้า ปะเก็น) จะเสริมให้แข็งแรงหรือไม่ก็ตาม นอกจากของตามประเภท 68.11 หรือ 68.13	
112	ของทำด้วยหินหรือสารจำพวกแร่อื่นๆ (รวมถึงเส้นใยคาร์บอน ของทำด้วยเส้นใยคาร์บอน และของทำด้วยถ่านฟิต) ที่ไม่ได้ระบุหรือรวมไว้ในที่อื่น	6815.10.10 6815.10.20 6815.10.91 6815.10.99 6815.99.00
113	อิฐ บล็อก กระเบื้อง ชนิดทนไฟ และผลิตภัณฑ์เซรามิกทนไฟที่คล้ายกัน สำหรับใช้ในการก่อสร้าง นอกจากของทำด้วยดินซากหอย หรือดินทรายที่คล้ายกัน	6902.90.00
114	ผลิตภัณฑ์เซรามิกทนไฟอื่นๆ (เช่น รีทอร์ต เบ้าเตาอบ หัวฉีด ปลั๊ก ฐานรอง เบ้าหลอมโลหะมีค่า หลอดหรือท่อ ปลอก และเส้น) นอกจากของทำด้วยดินซากหอยหรือดินทรายที่คล้ายกัน	6903.10.00 6903.20.00 6903.90.00
115	ผลิตภัณฑ์เซรามิกสำหรับใช้ตามห้องปฏิบัติการ ใช้ในทางเคมี หรือใช้ในทางเทคนิคอื่น ๆ อ่างและภาชนะรองรับที่คล้ายกันที่เป็นเซรามิกชนิดที่ใช้ในทางเกษตรกรรม รวมทั้งหม้อ กระจุก และของที่คล้ายกัน ที่เป็นเซรามิก ชนิดที่ใช้สำหรับลำเลียงหรือบรรจุของ	6909.11.00 6909.12.00 6909.19.00 6909.90.00
116	ผลิตภัณฑ์เซรามิกอื่น ๆ	6914.10.00 6914.90.00
117	แก้วทำเป็นลูกกลม (นอกจากลูกกลมขนาดเล็กตามประเภท 70.18) เป็นเส้นเป็นหลอด หรือท่อที่	7002.20.00 7002.31.10 7002.31.90

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
	ไม่ได้ตกแต่ง	7002.32.10	7002.32.20	7002.32.90
118	คาร์บอย ขวด ขวดคอคอด กระปุก หม้อ ขวดยา แอมพูล และภาชนะอื่นๆ ทำด้วยแก้ว ชนิดที่ใช้ ลำเลียงหรือบรรจุของ รวมทั้งขวดโหลแก้วที่ใช้ ถนอมอาหาร จุก ฝาและที่ปิดอื่นๆ ทำด้วยแก้ว	7010.90.10	7010.90.40	7010.90.90
119	เครื่องแก้วที่ใช้ให้สัญญาณและวัตถุเชิงทัศน ศาสตร์ทำด้วยแก้ว (นอกจากของตามประเภท 70.15) ที่ไม่ได้ตกแต่งเพื่อใช้งานทางทัศนศาสตร์	7014.00.10	7014.00.90	
120	ใยแก้ว (รวมถึงปุ๋ยแก้ว) และของทำด้วยใยแก้ว (เช่น ด้าย ผ้าทอ)	7019.11.00		
		7019.12.00		
		7019.19.10	7019.19.90	
		7019.31.00		
		7019.32.00		
		7019.39.10	7019.39.90	
		7019.40.00		
		7019.51.00		
		7019.52.00		
		7019.59.00		
		7019.90.10	7019.90.90	
121	ของอื่นๆ ทำด้วยแก้ว	7020.00.11	7020.00.19	7020.00.20
		7020.00.30	7020.00.40	7020.00.91
		7020.00.99		

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร
122	รัตนชาติหรือกึ่งรัตนชาติที่ได้จากการสังเคราะห์หรือทำขึ้นใหม่ จะตกแต่งหรือคัดแล้วหรือไม่ก็ตาม แต่ไม่ได้ร้อยเข้าด้วยกันหรือประกอบกับตัวเรือน รวมทั้งรัตนชาติหรือกึ่งรัตนชาติที่ได้จากการสังเคราะห์หรือทำขึ้นใหม่ที่ไม่ได้คัด ซึ่งร้อยเข้าด้วยกันชั่วคราวเพื่อสะดวกแก่การขนส่ง	7104.20.00 7104.90.00
123	ของอื่นๆ ทำด้วยโลหะมีค่าหรือทำด้วยโลหะที่หุ้มติดด้วยโลหะมีค่า	7115.10.00 7115.90.10 7115.90.20 7115.90.90
124	สารเจือเหล็ก (เฟอโรแอลลอย)	7202.99.00
125	เหล็กกล้าไม่เป็นสนิมที่เป็นอินกอต หรือมีลักษณะขั้นปฐมอื่นๆ รวมทั้งผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปทำด้วยเหล็กกล้าไม่เป็นสนิม	7218.10.00 7218.91.00 7218.99.00
126	ผลิตภัณฑ์แผ่นรีดทำด้วยเหล็กกล้าไม่เป็นสนิม มีความกว้างตั้งแต่ 600 มิลลิเมตรขึ้นไป	7219.11.00 7219.12.00 7219.13.00 7219.14.00 7219.21.00 7219.22.00 7219.23.00 7219.24.00 7219.31.00

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร	
		7219.32.00 7219.33.00 7219.34.00 7219.35.00 7219.90.00	
127	ผลิตภัณฑ์แผ่นรีดทำด้วยเหล็กกล้าไม่เป็นสนิม มีความกว้างน้อยกว่า 600 มิลลิเมตร	7220.11.10 7220.11.90 7220.12.10 7220.12.90 7220.20.10 7220.20.90 7220.90.10 7220.90.90	
128	ท่อนและเส้นอื่นๆ ทำด้วยเหล็กกล้าไม่เป็นสนิม รวมทั้งมุม รูปทรง และหน้าตัดรูปต่างๆ ทำด้วยเหล็กกล้าไม่เป็นสนิม	7222.11.00 7222.19.00 7222.20.10 7222.20.90 7222.30.10 7222.30.90 7222.40.10 7222.40.90	
129	เหล็กกล้าเจืออื่น ๆ ที่เป็นอินกอต หรือมีลักษณะ ขึ้นปฐุมอื่นๆ ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปทำด้วยเหล็กกล้าเจืออื่นๆ	7224.90.00	
130	ผลิตภัณฑ์แผ่นรีดทำด้วยเหล็กกล้าเจืออื่นๆ มีความกว้างตั้งแต่ 600 มิลลิเมตรขึ้นไป	7225.30.10 7225.30.90 7225.40.10 7225.40.90 7225.50.10 7225.50.90	

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
131	ผลิตภัณฑ์แผ่นรีดทำด้วยเหล็กกล้าเจืออื่นๆ มีความกว้างน้อยกว่า 600 มิลลิเมตร	7226.91.10	7226.91.90	
		7226.92.10	7226.92.90	
132	ท่อและเส้นอื่นๆ ทำด้วยเหล็กกล้าเจืออื่นๆ มุม รูปทรงและหน้าตัดรูปต่างๆ ทำด้วยเหล็กกล้าเจืออื่นๆ ท่อนกลวงและเส้นกลวงที่ใช้ในการเจาะ ทำด้วยเหล็กกล้าเจือหรือเหล็กกล้าไม่เจือ	7228.10.10	7228.10.90	
		7228.30.10	7228.30.90	
		7228.40.10	7228.40.90	
		7228.50.10	7228.50.90	
		7228.60.10	7228.60.90	
		7228.80.11	7228.80.19	7228.80.90
133	หลอดหรือท่อ และโพรไฟล์กลวง ไร้ตะเข็บ ทำด้วยเหล็ก (นอกจากเหล็กหล่อ) หรือเหล็กกล้า	7304.41.00		
		7304.49.00		
		7304.51.10	7304.51.90	
		7304.59.00		
		7304.90.10	7304.90.30	7304.90.90
134	หลอดหรือท่อ และโพรไฟล์กลวงอื่น ๆ (เช่น ชนิด ตะเข็บเปิดหรือเชื่อมตะเข็บ ย้ำหมุดหรือติดตะเข็บ ในลักษณะที่คล้ายกัน) ทำด้วยเหล็กหรือเหล็กกล้า	7306.30.10	7306.30.20	7306.30.30
		7306.30.40	7306.30.90	
		7306.40.10	7306.40.20	7306.40.30
		7306.40.90		
		7306.50.10	7306.50.90	
		7306.61.00		
		7306.69.00		
		7306.90.10	7306.90.90	

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
135	เรเซอร์วัวร์ แท็งก์ แว๊ตและภาชนะที่คล้ายกัน สำหรับใช้บรรจุวัตถุใดก็ตาม (นอกจากก๊าซอัดหรือก๊าซเหลว) ทำด้วยเหล็กหรือเหล็กกล้าที่มีความจุเกิน 300 ลิตร จะบุด้านในหรือหุ้มฉนวนความร้อนหรือไม่ก็ตาม แต่ต้องไม่มีเครื่องอุปกรณ์กล หรือเครื่องอุปกรณ์ความร้อนประกอบติดอยู่ด้วย	7309.00.11	7309.00.19	7309.00.91 7309.00.99
136	แท็งก์ คาสก์ ดรัม กระจบอง หีบ และภาชนะที่คล้ายกันสำหรับใช้บรรจุวัตถุใดก็ตาม (นอกจากก๊าซอัดหรือก๊าซเหลว) ทำด้วยเหล็กหรือเหล็กกล้าที่มีความจุไม่เกิน 300 ลิตร จะบุด้านในหรือหุ้มฉนวนความร้อนหรือไม่ก็ตาม แต่ต้องไม่มีเครื่องอุปกรณ์กลหรือเครื่องอุปกรณ์ความร้อนประกอบติดอยู่ด้วย	7310.10.10	7310.10.90	7310.21.10 7310.21.91 7310.21.99 7310.29.10 7310.29.91 7310.29.99
137	ของอื่นๆ ทำด้วยเหล็กหรือเหล็กกล้า	7326.19.00	7326.20.50 7326.20.90	7326.90.10 7326.90.30 7326.90.60 7326.90.70 7326.90.91 7326.90.99
138	พอยล์ทองแดง (จะพิมพ์หรือรองรับด้านหลังด้วยกระดาษ กระดาษแข็ง พลาสติก หรือวัตถุรองรับที่คล้ายกันหรือไม่ก็ตาม) มีความหนา (ไม่รวมถึงวัตถุรองรับ) ไม่เกิน 0.15 มิลลิเมตร	7410.21.00		
139	ของอื่นๆ ทำด้วยทองแดง	7419.91.00	7419.99.31 7419.99.39 7419.99.40 7419.99.50 7419.99.60 7419.99.70	

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร
		7419.99.90
140	นิกเกิลที่ยังไม่ได้ขึ้นรูป (อันรอต)	7502.20.00
141	ผงนิกเกิลและเกล็ดนิกเกิล	7504.00.00
142	ท่อน เส้น โพรไฟล์ และลวด ทำด้วยนิกเกิล	7505.12.00 7505.22.00
143	แผ่น แผ่นบาง แถบ และฟอยล์ ทำด้วยนิกเกิล	7506.10.00 7506.20.00
144	หลอดหรือท่อ และอุปกรณ์ติดตั้งของหลอด หรือท่อ (เช่น ข้อต่อ ข้องอ ปลอกเลื่อน) ทำด้วยนิกเกิล	7507.11.00 7507.12.00 7507.20.00
145	ของอื่นๆ ทำด้วยนิกเกิล	7508.90.30 7508.90.40 7508.90.50 7508.90.90
146	อะลูมิเนียมที่ยังไม่ได้ขึ้นรูป (อันรอต)	7601.20.00
147	ผงอะลูมิเนียมและเกล็ดอะลูมิเนียม	7603.10.00 7603.20.00
148	ท่อน เส้น และโพรไฟล์ ทำด้วยอะลูมิเนียม	7604.21.10 7604.21.90 7604.29.10 7604.29.30 7604.29.90
149	ลวดอะลูมิเนียม	7605.21.00 7605.29.00

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
150	แผ่น แผ่นบาง และแถบ ทำด้วยอะลูมิเนียม มีความหนาเกิน 0.2 มิลลิเมตร	7606.12.10	7606.12.20	7606.12.31 7606.12.39 7606.12.90 7606.92.00
151	หลอดหรือท่อ ทำด้วยอะลูมิเนียม	7608.20.00		
152	อุปกรณ์ติดตั้งทำด้วยอะลูมิเนียม ของหลอดหรือท่อ (เช่น ข้อต่อ ข้องอ ปลอกเลื่อน)	7609.00.00		
153	คาสก์ ทรัม ครอบป้องกัน และภาชนะที่คล้ายกัน (รวมถึงภาชนะรูปทรงกระบอกแบบแข็ง หรือแบบบีบพับได้) สำหรับบรรจุวัตถุใดก็ตาม (นอกจากก๊าซอัดหรือก๊าซเหลว) ทำด้วยอะลูมิเนียมที่มีความจุไม่เกิน 300 ลิตร จะบุด้านในหรือหุ้มฉนวนความร้อนหรือไม่ก็ตาม แต่ต้องไม่มีเครื่องอุปกรณ์กลหรือเครื่องอุปกรณ์ความร้อนประกอบติดอยู่ด้วย	7612.10.00	7612.90.10	7612.90.90
154	ของอื่นๆ ทำด้วยอะลูมิเนียม	7616.99.20	7616.99.30	7616.99.40 7616.99.60 7616.99.91 7616.99.92 7616.99.99
155	ของอื่นๆ ทำด้วยตะกั่ว	7806.00.20	7806.00.30	7806.00.90
156	ของอื่นๆ ทำด้วยสังกะสี	7907.00.30	7907.00.40	7907.00.91 7907.00.92 7907.00.99
157	ท่อน เส้น โพรไฟล์ และลวด ทำด้วยดีบุก	8003.00.10	8003.00.90	
158	ของอื่นๆ ทำด้วยดีบุก	8007.00.20	8007.00.30	8007.00.40 8007.00.91 8007.00.92 8007.00.99

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร
159	ทังสเตน (วูลแฟรม) และของทำด้วยทังสเตน รวมถึงเศษและของที่ใช้ไม่ได้	8101.10.00 8101.94.00 8101.96.00 8101.99.10 8101.99.90
160	โมลิบดีนัมและของทำด้วยโมลิบดีนัม รวมถึงเศษ และของที่ใช้ไม่ได้	8102.10.00 8102.99.00
161	แทนทาลัมและของทำด้วยแทนทาลัม รวมถึงเศษ และของที่ใช้ไม่ได้	8103.90.00
162	แมกนีเซียมและของทำด้วยแมกนีเซียม รวมถึง เศษและของที่ใช้ไม่ได้	8104.11.00 8104.19.00 8104.30.00 8104.90.00
163	โคบอลต์แมตต์และผลิตภัณฑ์ชั้นกลางอื่น ๆ ของ โลหะกรรมทางโคบอลต์ โคบอลต์และของทำด้วย โคบอลต์รวมถึงเศษและของที่ใช้ไม่ได้	8105.90.00
164	บิสมัทและของทำด้วยบิสมัท รวมถึงเศษและของ ที่ใช้ไม่ได้	8106.00.10 8106.00.90
165	แคดเมียมและของทำด้วยแคดเมียม รวมถึงเศษ และของที่ใช้ไม่ได้	8107.90.00
166	ไทเทเนียมและของทำด้วยไทเทเนียม รวมถึงเศษ และของที่ใช้ไม่ได้	8108.20.00 8108.90.00

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร
167	เซอร์โคเนียมและของทำด้วยเซอร์โคเนียม รวมถึงเศษและของที่ใช้ไม่ได้	8109.20.00 8109.30.00 8109.90.00
168	พลวงและของทำด้วยพลวง รวมถึงเศษและของที่ใช้ไม่ได้	8110.90.00
169	แมงกานีสและของทำด้วยแมงกานีส รวมถึงเศษและของที่ใช้ไม่ได้	8111.00.00
170	เบริลเลียม โครเมียม เจอร์เมเนียม วาเนเดียม แกลเลียม แอฟเนียม อินเดียม ไนโอเบียม (โคลัมเบียม) รีเนียมและเทลลูเรียม และของทำด้วยโลหะดังกล่าว รวมถึงเศษและของที่ใช้ไม่ได้	8112.12.00 8112.13.00 8112.19.00 8112.21.00 8112.29.00 8112.59.00 8112.92.00 8112.99.00
171	เซอร์เมตและของทำด้วยเซอร์เมต รวมถึงเศษและของที่ใช้ไม่ได้	8113.00.00
172	เครื่องมือชนิดถอดสับเปลี่ยนได้ สำหรับเครื่องมือที่ใช้งานด้วยมือซึ่งจะขับเคลื่อนด้วยกำลังอย่างอื่นหรือไม่ก็ตาม หรือสำหรับเครื่องมือกล (เช่น สำหรับอัดตอกพิมพ์ ตอกรู ทำเกลียวใน ทำเกลียวนอก เจาะคว้าน ตกแต่ง ขุดผิว กลึงหรือไสตะปูควง) รวมถึง	8207.20.00 8207.30.00

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร
	แม่พิมพ์ (ตาย) สำหรับตีหรืออัดรีดโลหะ และเครื่องมือสำหรับเจาะหินหรือเจาะดิน	
173	เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ แท่งเชื้อเพลิง (คาร์ทริดจ์) ที่ยังไม่ได้ใช้ของเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ รวมทั้งเครื่องจักรและเครื่องอุปกรณ์สำหรับการแยกไอโซโทป	8401.10.00 8401.20.00 8401.30.00 8401.40.00
174	เครื่องยนต์สันดาปภายในแบบลูกสูบเคลื่อนตรงหรือลูกสูบหมุนชนิดจุดระเบิดด้วยประกายไฟ	8407.10.00 8407.21.10 8407.21.90 8407.29.20 8407.29.90
175	เครื่องยนต์สันดาปภายในแบบลูกสูบชนิดจุดระเบิดด้วยการอัด (เครื่องยนต์ดีเซลหรือกึ่งดีเซล)	8408.10.10 8408.10.20 8408.10.90
176	ส่วนประกอบที่เหมาะสมสำหรับใช้เฉพาะหรือส่วนใหญ่ใช้กับเครื่องยนต์ตามประเภท 84.07 หรือ 84.08	8409.10.00
177	เครื่องกังหันไฮดรอลิก ล้อหน้า และเครื่องควบคุม (เรกูเลเตอร์) ของเครื่องดังกล่าว	8410.11.00 8410.12.00 8410.13.00 8410.90.00
178	เครื่องกังหันไอน้ำ เครื่องกังหันใบพัด และเครื่องกังหันก๊าซอื่นๆ	8411.11.00 8411.12.00 8411.21.00

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
		8411.22.00		
		8411.81.00		
		8411.82.00		
		8411.91.00		
		8411.99.00		
179	เครื่องยนต์และมอเตอร์อื่น ๆ	8412.10.00		
		8412.21.00		
		8412.29.00		
		8412.31.00		
		8412.39.00		
		8412.80.00		
		8412.90.10	8412.90.90	
180	เครื่องสูบของเหลว จะมีอุปกรณ์สำหรับวัดติดอยู่ด้วยหรือไม่ก็ตาม รวมทั้งเครื่องตักยกของเหลว	8413.19.00		
		8413.50.30	8413.50.40	8413.50.90
		8413.60.30	8413.60.40	8413.60.90
		8413.70.11	8413.70.19	8413.70.31
		8413.70.39	8413.70.41	8413.70.49
		8413.70.51	8413.70.59	8413.70.91
		8413.70.99		
		8413.81.11	8413.81.12	8413.81.19
		8413.82.00		
		8413.91.10	8413.91.20	8413.91.30

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
		8413.91.40	8413.91.90	
181	เครื่องสูบลมหรือสูบสุญญากาศ เครื่องอัดลม หรือ อัดก๊าซอื่นๆ และพัดลม รวมทั้งเครื่องระบาย อากาศหรือเครื่องหมุนเวียนอากาศที่มีพัดลมประ กอบรวมอยู่ด้วย จะมีตัวกรองติดอยู่ด้วยหรือไม่ก็ ตาม	8414.10.00	8414.30.20	8414.30.30 8414.30.40 8414.30.90 8414.40.00 8414.59.20 8414.59.30 8414.59.41 8414.59.49 8414.59.50 8414.59.91 8414.59.99 8414.60.11 8414.60.19 8414.60.91 8414.60.99 8414.80.13 8414.80.14 8414.80.15 8414.80.19 8414.80.30 8414.80.41 8414.80.49 8414.80.50 8414.80.90 8414.90.13 8414.90.14 8414.90.15 8414.90.16 8414.90.19 8414.90.21 8414.90.29 8414.90.31 8414.90.32
182	เตาเผาและเตาอบชนิดที่ใช้ในอุตสาหกรรมหรือ ตามห้องปฏิบัติการ รวมถึงเตาเผาขยะ ไม่ใช่ไฟฟ้า	8417.80.00		
183	ตู้เย็น ตู้แช่แข็ง และเครื่องอุปกรณ์อื่น ๆ สำหรับ ทำความเย็นหรือทำให้เย็นจนแข็ง ใช้ไฟฟ้าหรือใช้ สิ่งอื่นรวมทั้งฮีตปั๊ม นอกจากเครื่องปรับอากาศ ตามประเภท 84.15	8418.50.11 8418.50.19 8418.50.91 8418.50.99 8418.61.00 8418.69.10 8418.69.30 8418.69.41 8418.69.49 8418.69.50 8418.69.90		

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
		8418.99.10	8418.99.40	8418.99.90
184	เครื่องจักร เครื่องจักรโรงงาน หรือเครื่องอุปกรณ์ห้องปฏิบัติการ จะทำความร้อนด้วยไฟฟ้าหรือไม่ก็ตาม (ไม่รวมถึงเตาเผา เตาอบ และเครื่องอุปกรณ์อื่น ตามประเภท 85.14) สำหรับใช้กระทำกับวัตถุ โดยกรรมวิธีที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนอุณหภูมิ เช่น การทำให้ร้อนการทำให้สุก การย่าง การกลั่น การกลั่นลำดับส่วน การสเตอริไลส์ การพาสเจอไรส์ การอบไอน้ำ การทำให้แห้ง การทำให้ระเหย การทำให้เป็นไอ การควบแน่น หรือการทำให้เย็น นอกจากเครื่องจักร หรือเครื่องจักรโรงงานชนิดที่ใช้ตามบ้านเรือน เครื่องทำน้ำร้อนแบบทำน้ำร้อนชั่วคราวหรือแบบทำน้ำร้อนเก็บสะสมที่ไม่ใช้ไฟฟ้า	8419.39.11	8419.39.19	8419.39.20
		8419.40.10	8419.40.20	
		8419.50.10	8419.50.90	
		8419.89.13	8419.89.19	8419.89.20
		8419.90.12	8419.90.13	8419.90.19
		8419.90.21	8419.90.29	
185	เครื่องเซ็นตริฟิวจ์ รวมถึงเครื่องทำให้แห้งโดยวิธีหมุนเหวี่ยง เครื่องจักรหรือเครื่องอุปกรณ์ที่ใช้กรองของเหลวหรือก๊าซหรือทำให้ของเหลวหรือก๊าซบริสุทธิ์	8421.19.10	8421.19.90	
		8421.21.11	8421.21.19	8421.21.22
		8421.21.23		
		8421.22.30	8421.22.90	
		8421.29.10	8421.29.20	8421.29.30
		8421.29.40	8421.29.50	8421.29.90
		8421.39.20	8421.39.90	
		8421.99.20	8421.99.30	8421.99.91
		8421.99.94	8421.99.95	8421.99.99
186	เครื่องล้างจาน เครื่องจักรสำหรับทำให้ขวดหรือภาชนะบรรจุอื่นๆ สะอาดหรือแห้ง เครื่องจักรสำหรับบรรจุ ปิด ผนึก หรือปิดป้ายสลากขวด	8422.30.00		

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
	กระป๋อง กล่อง ถัง หรือภาชนะบรรจุอื่นๆ เครื่องจักรสำหรับหุ้มพลาสติก กระปุก หลอด และภาชนะบรรจุที่คล้ายกัน เครื่องจักรอื่นๆ ที่ใช้ในการบรรจุหรือห่อหุ้ม (รวมถึงเครื่องห่อหุ้มแบบฮีตซริงก์) รวมทั้งเครื่องจักรสำหรับบรรจุเครื่องดื่มอัดลม			
187	เครื่องใช้กล (จะใช้แรงคนหรือไม่ก็ตาม) สำหรับฉีดพ่นของเหลวหรือผงให้พุ่งเป็นลำ เป็นฝอย หรือเป็นละออง เครื่องดับเพลิงจะบรรจุสิ่งดับเพลิง (สารจ) หรือไม่ก็ตาม หัวฉีด (สเปรย์กัน) และเครื่องใช้ที่คล้ายกัน รวมทั้งเครื่องพ่นไอน้ำ หรือพ่นทรายและเครื่องจักรที่คล้ายกันสำหรับฉีดพ่นให้เป็นลำ	8424.20.11 8424.20.29 8424.30.00 8424.81.10 8424.81.50 8424.89.10 8424.89.50	8424.20.19 8424.81.30 8424.89.20 8424.89.90	8424.20.21 8424.81.40 8424.89.40
188	ชิปสเตอร์ริก ปั่นจั่นรวมถึงปั่นจั่นแบบเคเบิล รวมทั้งโครงยกของชนิดเคลื่อนที่ได้ เครื่องขนย้ายแบบสแตรด์เดิ้ล และรถใช้งาน (เวิร์กทริก) ที่มีปั่นจั่นติดอยู่ด้วย	8426.11.00 8426.19.20 8426.99.00	8426.19.30	8426.19.90
189	เครื่องจักรอื่น ๆ สำหรับยก ขนย้าย บรรทุก หรือขนถ่าย (เช่น ลิฟต์ บันไดเลื่อน เครื่องลำเลียง เครื่องเทเลเฟอริก)	8428.39.10 8428.90.20	8428.39.30 8428.90.30	8428.39.90 8428.90.90
190	เครื่องจักรอื่นๆ สำหรับเคลื่อนย้าย เกรด เกลี่ย ขุด ขุด กระทุ้งอัดแน่น สกัด หรือเจาะคว้าน ที่ใช้กับดิน แร่ธาตุหรือสินแร่ รวมทั้งเครื่องตอกเสาเข็ม เครื่องถอนเสาเข็ม เครื่องกวาดหิมะและเป่าหิมะ	8430.41.00 8430.49.10 8430.50.00 8430.69.00	8430.49.90	

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
191	ส่วนประกอบที่เหมาะสมสำหรับใช้เฉพาะหรือส่วนใหญ่ใช้กับเครื่องจักรตามประเภท 84.25 ถึง 84.30	8431.49.10 8431.49.50	8431.49.20 8431.49.60	8431.49.40 8431.49.90
192	เครื่องพิมพ์ใช้สำหรับการพิมพ์ โดยวิธีใช้เพลตลูกกลิ้ง และองค์ประกอบอื่นๆ ที่ทำรอยพิมพ์แล้วตามประเภท 84.42 เครื่องพิมพ์อื่นๆ เครื่องจักรทำสำเนา และเครื่องโทรสาร จะประกอบรวมกันหรือไม่ก็ตาม รวมทั้งส่วนประกอบและอุปกรณ์ประกอบของของดังกล่าว	8443.31.10 8443.31.90 8443.32.10 8443.32.40 8443.32.90 8443.99.10 8443.99.90	8443.31.20 8443.32.20 8443.32.50	8443.31.30 8443.32.30 8443.32.60 8443.99.30
193	เครื่องจักรสำหรับอัดรีด ดึง ทำให้เกิดผิวสัมผัส (เท็กซ์เจอร์) หรือตัดวัตถุทอประดิษฐ์	8444.00.10	8444.00.20	
194	เครื่องทอผ้า	8446.10.10 8446.21.00 8446.29.00 8446.30.00	8446.10.20	
195	เครื่องถักนิต เครื่องสตีตช์บอนดิง และเครื่องจักรสำหรับทำด้ายกิมพ์ ผ้าทูลล์ ผ้าลูกไม้ ผ้าปัก ผ้าที่ใช้ตกแต่ง แปะถักแบบเปีย หรือทำผ้าตาข่าย และเครื่องจักรสำหรับทำปูแบบทพัตต์	8447.20.10 8447.90.10	8447.20.20 8447.90.20	
196	เครื่องจักรที่เป็นเครื่องช่วยสำหรับใช้งานร่วมกับเครื่องจักรตามประเภท 84.44 84.45 84.46 หรือ 84.47 (เช่น เครื่องดอบบี้ เครื่องแจ็กการ์ด เครื่องหยุดอัตโนมัติ เครื่องกลไกเปลี่ยนกระสวย	8448.19.10 8448.39.00	8448.19.20	

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
	พุง) ส่วนประกอบและอุปกรณ์ประกอบที่เหมาะสมสำหรับใช้เฉพาะ หรือส่วนใหญ่ใช้กับเครื่องจักรตามประเภทนี้หรือประเภท 84.44 84.45 84.46 หรือ 84.47 (เช่น แกนปั่นด้ายและสปินเดิลฟลายเออร์ ผ้าติดลวดสาง (คาร์ดคลอตทิง) หวี แวนกดเส้นใย กระจวยพุง ตะกอลและกรอบตะกอล เข็มเครื่องถักผ้ายัด)	8448.49.10	8448.49.91	8448.49.92
		8448.59.00		
197	เครื่องจักรสำหรับผลิตหรือตกแต่งสักหลาดหรือผ้าไหมทอ เป็นผืนหรือเป็นรูปทรง รวมถึงเครื่องจักรสำหรับทำหมวกสักหลาด รวมทั้งบล็อกทำหมวก	8449.00.10	8449.00.20	
198	เตาแปรสภาพ (คอนเวอร์เตอร์) เบ้า (แลตเติล) แบบหล่ออินกอต และเครื่องหล่อชนิดที่ใช้ในทางโลหกรรมหรือในการหล่อโลหะ	8454.10.00		
		8454.20.00		
		8454.30.00		
		8454.90.00		
199	เครื่องมือกลสำหรับใช้งานกับวัตถุใดก็ตาม โดยเอาเนื้อวัตถุออกด้วยกรรมวิธีใช้ลำแสงเลเซอร์หรือลำแสงอื่นๆ หรือใช้ไฟตอนปัม อัลตราโซนิก อีเล็กโทรดิสชาร์จ เคมีไฟฟ้า อีเล็กตรอนปัม ไอออนิกปัม หรือพลาสมาอาร์ก รวมทั้งเครื่องตัดวัตถุโดยใช้น้ำแรงดันสูง	8456.10.00		
		8456.30.00		
		8456.90.10	8456.90.20	8456.90.90
200	เครื่องจักรแบบศูนย์รวม เครื่องจักรแบบโครงสร้างเดี่ยว (ฐานเดี่ยว) และเครื่องจักรแบบหลายฐาน สำหรับใช้ตกแต่งโลหะ	8457.10.00		
		8457.20.00		
		8457.30.00		
201	เครื่องกลึงโลหะ (รวมถึงเทอร์นิงเซนเตอร์)	8458.11.00		

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
	สำหรับเอาเนื้อโลหะออก	8458.19.10	8458.19.90	
		8458.91.00		
		8458.99.10	8458.99.90	
202	เครื่องมือกล (รวมถึงเครื่องจักรชนิดเวียไทป์ ยูนิตเฮด) สำหรับเจาะ คว้าน เเซาะ ทำเกลียวนอก หรือเกลียวใน โดยเอาเนื้อโลหะออก นอกจาก เครื่องกลึง (รวมถึงเทอร์นิงเซนเตอร์) ตาม ประเภท 84.58	8459.10.10	8459.10.20	
		8459.21.00		
		8459.31.00		
		8459.51.00		
		8459.59.10	8459.59.20	
		8459.61.00		
		8459.69.10	8459.69.20	
203	เครื่องมือกลสำหรับเกลาตะเข็บ ทำให้คม เจียรระไน ลับ ขัด ขัดมัน หรือตกแต่งอย่างอื่น ใช้ กับโลหะหรือเซอร์เมต โดยการใช้หินลับ สิ่งขัดถู หรือผลิตภัณฑ์สำหรับขัดมัน นอกจากเครื่องกัด เฟือง เครื่องเจียรระไนเฟืองหรือตกแต่งเฟืองตาม ประเภท 84.61	8460.11.00		
		8460.19.10	8460.19.20	
		8460.21.00		
		8460.29.10	8460.29.20	
		8460.31.10	8460.31.90	
		8460.39.10	8460.39.20	
204	เครื่องมือกลที่ไม่ได้ระบุหรือรวมไว้ในที่อื่น สำหรับ ไส่ ขึ้นรูป ทำร่อง แต่งรู กัดเฟือง เจียรระไนเฟือง หรือตกแต่งเฟือง เลื่อยตัด และเครื่องมือกลอื่นๆ ที่ทำงานโดยเอาเนื้อโลหะหรือเซอร์เมตออก	8461.40.10	8461.40.20	
		8461.90.11	8461.90.19	8461.90.91
		8461.90.99		
205	เครื่องมือกล (รวมถึงเครื่องอัด) สำหรับใช้งานกับ โลหะโดยการตี ทุบหรือดอกรูปแบบ เครื่องมือกล	8462.99.10	8462.99.20	8462.99.50

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
	(รวมถึงเครื่องอัด) สำหรับใช้งานกับโลหะ โดยการตัดโค้ง พับ ดัดตรง ทำให้แบน ตัดเฉือน (เชียร์ริ่ง) ตอกรูหรือบาก รวมทั้งเครื่องอัดสำหรับใช้งานกับโลหะ หรือโลหะคาร์ไบด์ที่ไม่ได้ระบุไว้ข้างต้น	8462.99.60		
206	เครื่องมือกลอื่นๆ สำหรับงานแปรรูปโลหะหรือเซอ์เมต โดยไม่เอาเนื้อวัสดุออก	8463.90.10	8463.90.20	
207	เครื่องมือกลสำหรับงานแปรรูปหิน เซรามิก คอนกรีต แอสเบสทอสซีเมนต์ หรือวัสดุจำพวกแร่ที่คล้ายกัน หรือสำหรับใช้ในงานแปรรูปเย็นของแก้ว	8464.20.10	8464.20.20	
		8464.90.10	8464.90.20	
208	เครื่องมือกล (รวมถึงเครื่องจักรสำหรับตอกตะปู ตอกลวดเย็บ ตีดกาว หรือการประกอบอย่างอื่น) สำหรับใช้ในงานแปรรูปไม้ ไม้ก๊อก กระดุก ยางแข็ง พลาสติกแข็ง หรือวัสดุแข็งที่คล้ายกัน	8465.92.10	8465.92.20	8465.92.90
		8465.93.10	8465.93.20	
		8465.99.30	8465.99.40	8465.99.50
		8465.99.60	8465.99.90	
209	ส่วนประกอบและอุปกรณ์ประกอบที่เหมาะสมสำหรับใช้เฉพาะหรือส่วนใหญ่ใช้กับเครื่องจักรตามประเภท 84.56 ถึง 84.65 รวมถึงหัวจับชิ้นงานหรือหัวจับเครื่องมือ หัวจับตายชนิดเปิดได้เอง ดีไวติงก์เฮด และอุปกรณ์เสริมพิเศษอื่นๆ ที่ใช้กับเครื่องมือกล รวมทั้งหัวจับเครื่องมือสำหรับเครื่องมือซึ่งใช้งานด้วยมือชนิดใดก็ตาม	8466.10.10	8466.10.90	
		8466.20.10	8466.20.90	
		8466.30.10	8466.30.90	
		8466.91.00		
		8466.92.10	8466.92.90	
		8466.93.20	8466.93.90	
		8466.94.00		
210	เครื่องจักรและเครื่องอุปกรณ์สำหรับบัดกรี เป่าแผ่น หรือเชื่อมจะใช้ตัดได้ด้วยหรือไม่ก็ตาม	8468.80.00		

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
	นอกจากของตามประเภท 85.15 รวมทั้งเครื่องจักรและเครื่องใช้สำหรับการอบคั้นตัว (เทมเปอร์ริง) ของผิววัตถุโดยใช้ก๊าซ			
211	เครื่องประมวลผลข้อมูลอัตโนมัติและหน่วยต่างๆ ของเครื่องดังกล่าว รวมทั้งเครื่องอ่านข้อมูลระบบแม่เหล็กหรือแสง เครื่องจักรถ่ายทอดข้อมูลให้เป็นรหัสลงบนสื่อบันทึกข้อมูลและเครื่องจักรสำหรับประมวลผลข้อมูลดังกล่าว ที่ไม่ได้ระบุหรือรวมไว้ในที่อื่น	8471.30.10 8471.41.10 8471.49.10 8471.50.10 8471.60.30 8471.70.10 8471.70.40 8471.70.99 8471.80.10 8471.90.10	8471.30.20 8471.41.90 8471.49.90 8471.50.90 8471.60.40 8471.70.20 8471.70.50 8471.80.70 8471.90.20	8471.30.90 8471.60.90 8471.70.30 8471.70.91 8471.80.90 8471.90.90
212	ส่วนประกอบและอุปกรณ์ประกอบ (นอกจากสิ่งคลุม กระเป๋ابรรจุและที่คล้ายกัน) ที่เหมาะสำหรับใช้เฉพาะหรือส่วนใหญ่ใช้กับเครื่องจักรตามประเภท 84.69 ถึง 84.72	8473.30.10	8473.30.90	
213	เครื่องจักรสำหรับคัด ร่อน แยก ล้าง ย่อย บด ผสมหรือนวดดิน หิน สีนแร่หรือสารจำพวกแร่ อื่นๆ ที่มีลักษณะเป็นของแข็ง (รวมถึงผงหรือเพสต์) เครื่องจักรสำหรับทำให้เป็นก้อน ให้เป็นรูปทรงหรือหล่อแบบ แร่เชื้อเพลิงแข็ง เซรามิก เพสต์ อันฮาร์ดเดนซีเมนต์ วัตถุจำพวกพลาสติกหรือผลิตภัณฑ์จำพวกแร่ อื่นๆ ที่มีลักษณะเป็นผงหรือเพสต์ รวมทั้งเครื่องจักร	8474.20.11 8474.20.29 8474.39.10	8474.20.19 8474.39.20	8474.20.21

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร			
	สำหรับทำแบบหล่อจากทราย				
214	เครื่องจักรสำหรับประกอบหลอดไฟ หลอดหรือวาล์ว หรือหลอดไฟแฟลช ที่เป็นหลอดแก้ว ซึ่งใช้ในทางไฟฟ้าหรือทางอิเล็กทรอนิกส์ รวมทั้งเครื่องจักรสำหรับผลิตหรือใช้ในงานแปรรูปร้อนของแก้วหรือเครื่องแก้ว	8475.21.00	8475.90.10	8475.90.20	
215	เครื่องจักรและเครื่องใช้กลที่มีหน้าที่การทำงานเป็นเอกเทศที่ไม่ได้ระบุหรือรวมไว้ในที่อื่นในตอนนี้	8479.50.00	8479.82.10	8479.82.20	
			8479.89.20	8479.89.30	8479.89.40
			8479.90.20	8479.90.30	8479.90.40
216	หีบแบบหล่อสำหรับใช้ในงานหล่อโลหะ ฐานแบบหล่อ หุ่นแบบหล่อ รวมทั้งแบบหล่อสำหรับใช้กับโลหะ (นอกจากแบบหล่ออินกอต) โลหะคาร์ไบด์ แก้ว วัตถุจำพวกแร่ ยาง หรือพลาสติก	8480.20.00	8480.41.00	8480.49.00	
			8480.60.00		
			8480.79.10	8480.79.90	
217	แท๊ป ก๊อ๊ก วาล์ว และเครื่องใช้ที่คล้ายกัน สำหรับใช้กับหลอดหรือท่อ เปลือกบอยเลอร์ แท็งก์ แร้วตี หรือใช้กับของที่คล้ายกัน รวมถึงวาล์วลดความดันและวาล์วที่ควบคุมโดยอุณหภูมิ	8481.10.11	8481.10.19	8481.10.21	
		8481.10.22	8481.10.91	8481.10.99	
		8481.20.10	8481.20.20	8481.20.90	
		8481.30.10	8481.30.20	8481.30.30	
		8481.30.90			
		8481.40.10	8481.40.20	8481.40.90	
		8481.80.11	8481.80.12	8481.80.13	

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
		8481.80.14	8481.80.21	8481.80.22
		8481.80.30	8481.80.41	8481.80.49
		8481.80.51	8481.80.59	8481.80.61
		8481.80.62	8481.80.63	8481.80.64
		8481.80.65	8481.80.66	8481.80.67
		8481.80.71	8481.80.72	8481.80.73
		8481.80.74	8481.80.75	8481.80.76
		8481.80.81	8481.80.82	8481.80.83
		8481.80.84	8481.80.87	8481.80.88
		8481.80.89	8481.80.91	8481.80.92
		8481.80.99		
		8481.90.10	8481.90.21	8481.90.22
		8481.90.23	8481.90.29	8481.90.31
		8481.90.39	8481.90.41	8481.90.49
		8481.90.90		
218	บอลล์แปรงหรือโรลเลอร์แปรง	8482.10.00		
		8482.20.00		
		8482.30.00		
		8482.40.00		
		8482.50.00		
		8482.80.00		
		8482.91.00		
		8482.99.00		
219	เพลาส่งกำลัง (รวมถึงเพลาลูกเบี้ยว และเพลาช้อเหวี่ยง) และช้อเหวี่ยง ตั๊กตาและเพลนชาฟต์	8483.10.10	8483.10.24	8483.10.25
		8483.10.26	8483.10.27	8483.10.31

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
	แปรง ใยและเครื่องใย บอลล์สกรูหรือโรลเลอร์สกรู กระปุกใยและเครื่องเปลี่ยนความเร็วอื่น ๆ รวมถึงทอร์คคอนเวอร์เตอร์ ล้อตุนแรงและพูลเลย์ รวมทั้งพูลเลย์บล็อก คลัตช์และประกบเพลลา (รวมถึงข้อต่อยูนิเวอร์แซล)	8483.10.39	8483.10.90	
		8483.30.20	8483.30.30	8483.30.90
		8483.40.20	8483.40.30	8483.40.90
220	ปะเก็นและแผ่นกันรั่วที่คล้ายกัน ทำด้วยแผ่นโลหะประกอบร่วมกับวัตถุอื่นหรือทำด้วยโลหะ ตั้งแต่สองชั้นขึ้นไป ปะเก็นและแผ่นกันรั่วที่คล้ายกัน ทำด้วยวัตถุต่างชนิด ที่จัดทำขึ้นเป็นชุดหรือคละกันอยู่ในถุง ซองหรือบรรจุภัณฑ์ที่คล้ายกัน รวมทั้งตัวผนึกเชิงกล	8484.20.00		
		8484.90.00		
221	เครื่องจักรและเครื่องอุปกรณ์ชนิดที่ใช้เฉพาะหรือส่วนใหญ่ใช้สำหรับการผลิตแท่งบูลส์หรือเวเฟอร์ กิ่งตัวนำ อุปกรณ์กิ่งตัวนำ วงจรรวม อิเล็กทรอนิกส์ หรือจอแสดงผลแบบแบน เครื่องจักรและเครื่องอุปกรณ์ที่ระบุไว้ในหมายเหตุข้อ 9ค. ของตอนนี รวมทั้งส่วนประกอบและอุปกรณ์ประกอบ	8486.10.10	8486.10.20	8486.10.30
		8486.10.40	8486.10.50	8486.10.60
		8486.10.90		
		8486.20.11	8486.20.12	8486.20.13
		8486.20.19	8486.20.21	8486.20.29
		8486.20.31	8486.20.32	8486.20.33
		8486.20.39	8486.20.41	8486.20.42
		8486.20.49	8486.20.51	8486.20.59
		8486.20.91	8486.20.92	8486.20.93
		8486.20.94	8486.20.95	8486.20.99
		8486.30.10	8486.30.20	8486.30.30
		8486.30.90		
		8486.40.10	8486.40.20	8486.40.30
		8486.40.40	8486.40.50	8486.40.60
		8486.40.70	8486.40.90	

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
		8486.90.11	8486.90.12	8486.90.13
		8486.90.14	8486.90.15	8486.90.16
		8486.90.17	8486.90.19	8486.90.21
		8486.90.22	8486.90.23	8486.90.24
		8486.90.25	8486.90.26	8486.90.27
		8486.90.28	8486.90.29	8486.90.31
		8486.90.32	8486.90.33	8486.90.34
		8486.90.35	8486.90.36	8486.90.39
		8486.90.41	8486.90.42	8486.90.43
		8486.90.44	8486.90.45	8486.90.46
		8486.90.49		
222	ส่วนประกอบของเครื่องจักร ที่ไม่มีขั้วต่อไฟฟ้า ฉนวนไฟฟ้า ขดลวดไฟฟ้า ขั้วสัมผัสไฟฟ้า หรือ ของอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับไฟฟ้า ที่ไม่ได้ระบุหรือรวมไว้ ในที่อื่นในตอนนี้	8487.10.00		
		8487.90.00		
223	มอเตอร์ไฟฟ้าและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (ไม่รวมถึง ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า)	8501.31.30	8501.31.40	8501.31.50
		8501.32.11	8501.32.12	8501.32.13
		8501.32.91	8501.32.92	8501.32.93
		8501.33.00		
		8501.34.00		
		8501.61.10	8501.61.20	
		8501.62.10	8501.62.90	
		8501.63.00		
		8501.64.00		

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
224	ส่วนประกอบที่เหมาะสมสำหรับใช้เฉพาะหรือส่วนใหญ่ใช้กับเครื่องจักร ตามประเภท 85.01 หรือ 85.02	8503.00.10	8503.00.90	
225	หม้อแปลงไฟฟ้า เครื่องเปลี่ยนไฟฟ้าชนิดอยู่คงที่ (สแตติกคอนเวอร์เตอร์) (เช่น เครื่องกลับกระแสไฟฟ้า) และตัวเหนี่ยวนำ	8504.10.00		
		8504.40.11	8504.40.19	8504.40.20
		8504.40.30	8504.40.40	8504.40.90
		8504.50.10	8504.50.20	8504.50.93
		8504.50.94	8504.50.95	
226	แม่เหล็กไฟฟ้า แม่เหล็กถาวร และของที่เจตนาให้เป็นแม่เหล็กถาวรหลังจากผ่านการทำให้เป็นแม่เหล็ก หัวจับ แคลมป์ และอุปกรณ์จับยึดที่คล้ายกัน ที่เป็นแม่เหล็กไฟฟ้าหรือแม่เหล็กถาวร ประกับ คลัตช์ และเบรก ที่เป็นแม่เหล็กไฟฟ้า หัวยกที่เป็นแม่เหล็กไฟฟ้า	8505.11.00		
		8505.20.00		
		8505.90.00		
227	เซลล์ปฐมภูมิและแบตเตอรี่ปฐมภูมิ	8506.10.10	8506.10.90	
		8506.30.00		
		8506.40.00		
		8506.50.00		
		8506.60.10	8506.60.90	
		8506.80.10	8506.80.20	8506.80.91
		8506.80.99		
		8506.90.00		
228	หม้อสะสมไฟฟ้า รวมถึงแผ่นกั้นของของดังกล่าว	8507.50.00		

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
	จะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (รวมถึงสี่เหลี่ยมจัตุรัส) หรือไม่ก็ตาม	8507.60.10	8507.60.90	
		8507.80.10	8507.80.91	8507.80.99
229	เครื่องดูดฝุ่น	8508.19.10	8508.19.90	
		8508.60.00		
		8508.70.10	8508.70.90	
230	เครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับให้แสงสว่าง หรือให้สัญญาณ (ไม่รวมถึงของตามประเภท 85.39) เครื่องปัดน้ำฝน เครื่องละลายน้ำแข็ง และเครื่องกำจัดฝ้า ชนิดที่ใช้กับรถจักรยานหรือยานยนต์	8512.20.20	8512.20.91	8512.20.99
231	เตาเผาไฟฟ้าและเตาอบไฟฟ้าที่ใช้ในอุตสาหกรรมหรือตามห้องปฏิบัติการ (รวมถึงของเหล่านั้นที่ทำงานโดยการเหนี่ยวนำหรือโดยการสูญเสียไดอิเล็กทริก) รวมทั้งเครื่องอุปกรณ์อื่นๆ ชนิดที่ใช้ในอุตสาหกรรมหรือตามห้องปฏิบัติการ สำหรับให้ความร้อนกับวัตถุโดยการเหนี่ยวนำ หรือโดยการสูญเสียไดอิเล็กทริก	8514.10.00		
		8514.20.20	8514.20.90	
		8514.30.20	8514.30.90	
		8514.40.00		
232	เครื่องจักรและเครื่องอุปกรณ์สำหรับบัดกรี เป่าเล่นหรือเชื่อมโดยใช้ไฟฟ้า (รวมถึงใช้ก๊าซที่ทำให้ร้อนด้วยไฟฟ้า) ใช้ลำแสงเลเซอร์ หรือลำแสงอื่น ๆ โฟตอนปั๊ม อัลตราโซนิก อิเล็กตรอนปั๊ม ใช้แมกนีติกพัลส์ หรือพลาสมาอาร์ก ไม่ว่าจะใช้ตัดได้ด้วยหรือไม่ก็ตาม รวมทั้งเครื่องจักรไฟฟ้าและเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับใช้ในงานพ่นร้อนโลหะหรือเซอร์เมต	8515.11.00		
		8515.19.10	8515.19.90	
		8515.21.00		
		8515.29.00		
		8515.31.00		
		8515.39.10	8515.39.90	
		8515.80.10	8515.80.90	

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
		8515.90.10	8515.90.20	8515.90.90
233	เครื่องทำน้ำร้อนด้วยไฟฟ้าแบบทำน้ำร้อนชั่วขณะที่ใช้หรือแบบทำน้ำร้อนเก็บสะสม และเครื่องทำความร้อนด้วยไฟฟ้าแบบจุ่ม เครื่องอุปกรณ์ทำความร้อนด้วยไฟฟ้าให้แก่บรรยากาศรอบๆ และเครื่องอุปกรณ์ทำความร้อนด้วยไฟฟ้าให้แก่ดิน เครื่องอุปกรณ์แต่งผม (เช่น เครื่องเป่าผม เครื่องม้วนผม เครื่องทำให้คีมม้วนผมร้อน) และเครื่องอุปกรณ์เป่ามือให้แห้ง ที่ให้ความร้อนด้วยไฟฟ้า เตารีดไฟฟ้า เครื่องใช้อื่นๆ ที่ให้ความร้อนด้วยไฟฟ้าชนิดที่ใช้ตามบ้านเรือน รวมทั้งตัวต้านทานสำหรับทำความร้อนด้วยไฟฟ้า นอกจากของตามประเภท 85.45	8516.80.10	8516.80.30	8516.80.90
234	เครื่องโทรศัพท์ รวมถึงเครื่องโทรศัพท์สำหรับเครือข่ายเซลลูลาร์หรือสำหรับเครือข่ายไร้สายอื่นๆ เครื่องอุปกรณ์อื่นๆ สำหรับการส่งหรือการรับเสียง ภาพ หรือข้อมูลอื่นๆ รวมถึงเครื่องอุปกรณ์สำหรับการสื่อสารในระบบเครือข่ายทางสายหรือไร้สาย (เช่น เครือข่ายเฉพาะกลุ่ม หรือเครือข่ายบริเวณกว้าง) นอกจากเครื่องส่งหรือเครื่องรับตามประเภท 84.43 85.25 85.27 หรือ 85.28	8517.11.00 8517.12.00 8517.18.00 8517.61.00 8517.62.10 8517.62.30 8517.62.49 8517.62.53 8517.62.69 8517.62.99 8517.69.00 8517.70.10 8517.70.31	8517.62.21 8517.62.41 8517.62.51 8517.62.59 8517.62.91 8517.70.21 8517.70.32	8517.62.29 8517.62.42 8517.62.52 8517.62.61 8517.62.92 8517.70.29 8517.70.39

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
		8517.70.40	8517.70.91	8517.70.92 8517.70.99
235	ไมโครโฟนและขาตั้งไมโครโฟน ลำโพงจะติดตั้งในตู้ลำโพงหรือไม่ก็ตาม หูฟังชนิดครอบหัวและหูฟังชนิดเสียบหู จะประกอบรวมกับไมโครโฟนหรือไม่ก็ตาม และชุดที่ประกอบด้วยไมโครโฟนหนึ่งตัวและลำโพงตั้งแต่หนึ่งตัวขึ้นไป เครื่องขยายสัญญาณไฟฟ้าในช่วงความถี่สัญญาณเสียง ชุดเครื่องขยายเสียงด้วยไฟฟ้า	8518.40.20 8518.40.90	8518.40.30	8518.40.40 8518.90.10 8518.90.20 8518.90.30 8518.90.40 8518.90.90
236	เครื่องอุปกรณ์สำหรับบันทึกเสียงหรือเครื่องอุปกรณ์สำหรับถอดเสียง	8519.81.10 8519.81.41 8519.81.61 8519.81.79	8519.81.20 8519.81.49 8519.81.69 8519.81.91	8519.81.30 8519.81.50 8519.81.71 8519.81.99 8519.89.11 8519.89.12 8519.89.20 8519.89.30 8519.89.90
237	เครื่องบันทึกหรือถอดวิดีโอ จะมีภาควิธีโอประกอบรวมอยู่ด้วยหรือไม่ก็ตาม	8521.10.10	8521.10.90	
238	ส่วนประกอบและอุปกรณ์ประกอบที่เหมาะสมสำหรับใช้เฉพาะหรือส่วนใหญ่ใช้กับของตามประเภท 85.19 หรือ 85.21	8522.90.20 8522.90.50 8522.90.93	8522.90.30 8522.90.91	8522.90.40 8522.90.92 8522.90.99
239	จานบันทึก เทป อุปกรณ์หน่วยเก็บความจำแบบไม่ลบเลือนชนิดโซลิต-สเตท “สมาร์ทการ์ด” สื่ออื่น ๆ สำหรับการบันทึกเสียงหรือปรากฏการณ์อื่นๆ บันทึกแล้วหรือยังไม่ได้บันทึกก็ตาม รวมถึงแม่แบบและต้นแบบสำหรับการผลิตจานบันทึกแต่	8523.29.11 8523.29.29 8523.29.39 8523.29.43 8523.29.52	8523.29.19 8523.29.31 8523.29.41 8523.29.49 8523.29.59	8523.29.21 8523.29.33 8523.29.42 8523.29.51 8523.29.61

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
	ไม่รวมถึงผลิตภัณฑ์ในตอนที่ 37	8523.29.62	8523.29.63	8523.29.69
		8523.29.71	8523.29.79	8523.29.81
		8523.29.82	8523.29.83	8523.29.84
		8523.29.89	8523.29.91	8523.29.92
		8523.29.93	8523.29.94	8523.29.95
		8523.29.99		
		8523.52.00		
240	เครื่องส่งสำหรับวิทยุกระจายเสียงหรือวิทยุโทรทัศน์ จะมีเครื่องรับหรือเครื่องบันทึกเสียงหรือถอดเสียงประกอบร่วมอยู่ด้วยหรือไม่ก็ตาม รวมทั้งกล้องถ่ายโทรทัศน์ กล้องถ่ายบันทึกภาพดิจิทัล และกล้องถ่ายบันทึกวิดีโอ	8525.50.00		
		8525.60.00		
		8525.80.10	8525.80.31	8525.80.39
		8525.80.40	8525.80.50	
241	เครื่องเรดาร์ เครื่องวิทยุช่วยการเดินเรือหรือเดินอากาศ และเครื่องวิทยุควบคุมระยะไกล	8526.10.10	8526.10.90	
		8526.91.10	8526.91.90	
		8526.92.00		
242	เครื่องรับสำหรับวิทยุกระจายเสียง ซึ่งในเรือนเดียวกันจะมีเครื่องบันทึกหรือถอดเสียงหรือนาฬิกาประกอบอยู่ด้วยหรือไม่ก็ตาม	8527.13.10	8527.13.90	
		8527.19.11	8527.19.19	8527.19.91
		8527.19.99		
		8527.21.00		
		8527.29.00		
		8527.91.10	8527.91.90	
		8527.92.10	8527.92.91	8527.92.99
		8527.99.10	8527.99.91	8527.99.99

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
243	มอนิเตอร์และเครื่องฉาย (โปรเจกเตอร์) ไม่มี เครื่องอุปกรณ์รับสัญญาณโทรทัศน์ประกอบรวม อยู่ด้วย รวมทั้งเครื่องรับ สำหรับโทรทัศน์ จะมี เครื่องรับวิทยุกระจายเสียง หรือเครื่องบันทึกเสียง หรือถอดเสียง หรือเครื่องบันทึกภาพวิดีโอหรือ ถอดภาพวิดีโอประกอบรวมอยู่ด้วยหรือไม่ก็ตาม	8528.41.10	8528.41.20	
		8528.49.10	8528.49.20	
		8528.51.10	8528.51.20	8528.51.30
		8528.59.10	8528.59.20	
		8528.61.10	8528.61.90	
244	ส่วนประกอบที่เหมาะสมสำหรับใช้เฉพาะหรือส่วน ใหญ่ใช้กับของตามประเภท 85.25 ถึง 85.28	8529.10.21	8529.10.29	8529.10.30
		8529.10.40	8529.10.60	8529.10.92
		8529.10.99		
		8529.90.20	8529.90.40	8529.90.51
		8529.90.52	8529.90.53	8529.90.54
		8529.90.55	8529.90.59	8529.90.91
		8529.90.94	8529.90.99	
245	เครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับให้สัญญาณเสียงหรือ ให้สัญญาณที่เห็นได้ (เช่น กระดิ่ง โซเรน แผง สัญญาณเครื่องสัญญาณแจ้งโจรกรรม หรือ ออคซีภัย) นอกจากของตามประเภท 85.12 หรือ 85.30	8531.80.11	8531.80.19	8531.80.21
		8531.80.29	8531.80.90	
		8531.90.10	8531.90.20	8531.90.30
		8531.90.90		
246	ตัวเก็บประจุไฟฟ้าชนิดค่าคงที่ เปลี่ยนค่าได้ หรือ ปรับตั้งค่าได้ (พรีเซต)	8532.10.00		
		8532.21.00		
		8532.22.00		
		8532.23.00		
		8532.24.00		
		8532.25.00		

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
		8532.29.00		
		8532.30.00		
		8532.90.00		
247	ตัวต้านทานไฟฟ้า (รวมถึงรีโอสแตตและโพเทนชิโอมิเตอร์) นอกจากตัวต้านทานสำหรับทำความร้อน	8533.21.00		
248	เครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับตัดต่อหรือป้องกันวงจรไฟฟ้าหรือสำหรับต่อกับวงจรไฟฟ้า หรือต่อภายในวงจรไฟฟ้า (เช่น สวิตช์ ฟิวส์ เครื่องป้องกันฟ้าผ่า เครื่องจำกัดแรงดันไฟฟ้า เครื่องกำจัดกระแสเซอร์จ ปลั๊กและขั้วต่ออื่นๆ กล่องชุมสายไฟฟ้า) สำหรับแรงดันไฟฟ้าเกิน 1,000 โวลต์	8535.90.10	8535.90.90	
249	เครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับตัดต่อหรือป้องกันวงจรไฟฟ้าหรือสำหรับต่อกับวงจรไฟฟ้า หรือต่อภายในวงจรไฟฟ้า (เช่น สวิตช์ รีเลย์ ฟิวส์ เครื่องกำจัดกระแสเซอร์จ ปลั๊ก เต้ารับ กระจับ หลอดไฟฟ้า และขั้วต่ออื่น ๆ กล่องชุมสายไฟฟ้า) สำหรับแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 1,000 โวลต์ รวมทั้งขั้วต่อสำหรับเส้นใยนำแสง สำหรับกลุ่มเส้นใยนำแสง หรือสำหรับเคเบิลเส้นใยนำแสง	8536.20.11	8536.20.12	8536.20.13
		8536.20.19	8536.20.20	8536.20.91
		8536.20.99		
		8536.50.20	8536.50.32	8536.50.33
		8536.50.39	8536.50.40	8536.50.51
		8536.50.59	8536.50.61	8536.50.69
		8536.50.92	8536.50.95	8536.50.99
		8536.69.11	8536.69.19	8536.69.22
		8536.69.29	8536.69.32	8536.69.39
		8536.69.92	8536.69.99	
		8536.90.12	8536.90.19	8536.90.22
		8536.90.29	8536.90.32	8536.90.39
		8536.90.93	8536.90.94	8536.90.99

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
250	แป้น แผง คอนโซล โต๊ะ ตู้ และฐานรองรับอื่น ๆ ที่ติดตั้งด้วยเครื่องอุปกรณ์ตามประเภท 85.35 หรือ 85.36 ตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปเพื่อควบคุมไฟฟ้า หรือเพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้า รวมถึงของดังกล่าวที่มี อุปกรณ์หรือเครื่องอุปกรณ์ในตอนที่ 90 ประกอบ รวมอยู่ด้วย และเครื่องอุปกรณ์ควบคุมเชิงตัวเลข นอกจากเครื่องอุปกรณ์ตัดต่อสัญญาณตาม ประเภท 85.17	8537.10.11	8537.10.12	8537.10.13
		8537.10.19	8537.10.20	8537.10.30
		8537.10.91	8537.10.92	8537.10.99
		8537.20.11	8537.20.19	8537.20.21
		8537.20.29	8537.20.90	
251	หลอดเทอร์มิโอนิก หลอดโคลด์แคโทด หรือ หลอดโฟโตแคโทด (เช่น หลอดสุญญากาศ หลอดบรรจุไอหรือก๊าซ หลอดเมอร์คิวรีอาร์ก สำหรับกลับกระแสไฟฟ้า หลอดแคโทดเรย์ หลอด ของกล้องถ่ายภาพโทรทัศน์)	8540.20.00		
		8540.79.00		
		8540.81.00		
		8540.89.00		
		8540.91.00		
		8540.99.10	8540.99.90	
252	ไดโอด ทรานซิสเตอร์และกลอุปกรณ์กึ่งตัวนำที่ คล้ายกัน กลอุปกรณ์กึ่งตัวนำแบบไวแสง และ โฟโตวอลตาอิกเซลล์ จะประกอบขึ้นเป็นโมดูล หรือทำเป็นแผงหรือไม่ก็ตาม ไดโอดเปล่งแสง รวมทั้งผลึกพีเอชไอเล็กทรอนิกส์ที่ประกอบแล้ว	8541.10.00		
		8541.21.00		
		8541.29.00		
		8541.30.00		
		8541.40.10	8541.40.21	8541.40.22
		8541.40.29	8541.40.90	
		8541.50.00		
		8541.60.00		
		8541.90.00		

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
253	วงจรรวมที่ใช้ในทางอิเล็กทรอนิกส์	8542.31.00		
		8542.32.00		
		8542.33.00		
		8542.39.00		
254	เครื่องจักรไฟฟ้าและเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งมีหน้าที่การทำงานเป็นเอกเทศที่ไม่ได้ระบุหรือรวมไว้ในที่อื่นในตอนนี	8543.10.00		
		8543.20.00		
		8543.30.20	8543.30.90	
		8543.70.10	8543.70.20	8543.70.30
		8543.70.40	8543.70.50	8543.70.90
		8543.90.10	8543.90.20	8543.90.30
		8543.90.40	8543.90.50	8543.90.90
255	ลวดและเคเบิล (รวมถึงเคเบิลรวมแกน) ที่หุ้มฉนวน (รวมถึงชนิดเคลือบหรือชนิดแอนไดส์) และตัวนำไฟฟ้าอื่นๆ ที่หุ้มฉนวนจะติดกับขั้วต่อหรือไม่ก็ตาม รวมทั้งเคเบิลใยนำแสง (ออปติคัลไฟเบอร์เคเบิล) ที่ทำขึ้นจากกลุ่มเส้นใยที่หุ้มเปลือกแต่ละเส้น จะประกอบกับตัวนำไฟฟ้าหรือติดกับขั้วต่อหรือไม่ก็ตาม	8544.20.11	8544.20.19	8544.20.21
		8544.20.29	8544.20.31	8544.20.39
		8544.20.41	8544.20.49	
		8544.42.11	8544.42.12	8544.42.19
		8544.42.21	8544.42.22	8544.42.29
		8544.42.32	8544.42.33	8544.42.34
		8544.42.39	8544.42.91	8544.42.92
		8544.42.99		
		8544.49.11	8544.49.12	8544.49.19
		8544.49.21	8544.49.22	8544.49.23
		8544.49.29	8544.49.31	8544.49.32
		8544.49.39	8544.49.41	8544.49.49

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร
		8544.70.10 8544.70.90
256	เศษและของที่ใช้ไม่ได้ของเซลปฐุมภูมิ แบตเตอรี่ ปฐุมภูมิ และหม้อสะสมไฟฟ้า เซลปฐุมภูมิที่ใช้ แล้ว แบตเตอรี่ปฐุมภูมิที่ใช้แล้ว และหม้อสะสม ไฟฟ้าที่ใช้แล้ว รวมทั้ง ส่วนประกอบทางไฟฟ้าของ เครื่องจักรหรือเครื่องอุปกรณ์ที่ไม่ได้ระบุหรือรวม ไว้ในที่อื่นในตอนนี	8548.90.10 8548.90.20 8548.90.90
257	หัวรถจักรที่ใช้กำลังจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าภายนอก หรือจากหม้อสะสมไฟฟ้า	8601.10.00 8601.20.00
258	หัวรถจักรอื่น ๆ รวมทั้งรถสัมภาระของหัวรถจักร	8602.10.00 8602.90.00
259	รถโดยสาร รถสินค้าชนิดตู้และชนิดกระบะ ที่เดิน บนรางรถไฟหรือรางรถราง ชนิดขับเคลื่อนได้ใน ตัว นอกจากของตามประเภท 86.04	8603.10.00 8603.90.00
260	ยานซ่อมบำรุงทางรถไฟหรือทางรถราง จะ ขับเคลื่อนได้ในตัวหรือไม่ก็ตาม (เช่น โรงซ่อม เคลื่อนที่ รถปั้นจั่น รถอัดหินโรยทาง รถสำหรับ วางราง รถทดสอบ และรถตรวจสอบราง)	8604.00.00
261	ของหัวรถจักรของรถไฟหรือรถรางหรือรถที่เดิน ส่วนประกอบบนราง	8607.11.00 8607.12.00 8607.19.00 8607.21.00

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
		8607.29.00 8607.30.00 8607.91.00 8607.99.00		
262	คอนเทนเนอร์ (รวมถึงคอนเทนเนอร์ สำหรับขนส่งของไหล) ที่ออกแบบและติดตั้งเป็นพิเศษสำหรับการขนส่งตั้งแต่หนึ่งวิธีขึ้นไป	8609.00.00		
263	ยานยนต์สำหรับขนส่งของ	8704.22.11 8704.22.19 8704.22.21 8704.22.22 8704.22.23 8704.22.24 8704.22.25 8704.22.29 8704.22.31 8704.22.39 8704.22.41 8704.22.42 8704.22.43 8704.22.44 8704.22.45 8704.22.51 8704.22.59 8704.23.11 8704.23.19 8704.23.21 8704.23.22 8704.23.23 8704.23.24 8704.23.25 8704.23.29 8704.23.51 8704.23.59 8704.23.61 8704.23.62 8704.23.63 8704.23.64 8704.23.65 8704.23.66 8704.23.69 8704.23.71 8704.23.79 8704.23.81 8704.23.82 8704.23.83 8704.23.84 8704.23.85 8704.23.86 8704.23.89 8704.32.11 8704.32.19 8704.32.21 8704.32.22 8704.32.23 8704.32.24 8704.32.25 8704.32.29 8704.32.31 8704.32.39 8704.32.41 8704.32.42		

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร
		8704.32.43 8704.32.44 8704.32.45 8704.32.46 8704.32.49 8704.32.51 8704.32.59 8704.32.61 8704.32.62 8704.32.63 8704.32.64 8704.32.65 8704.32.69 8704.32.72 8704.32.79 8704.32.81 8704.32.82 8704.32.83 8704.32.84 8704.32.85 8704.32.86 8704.32.89 8704.32.91 8704.32.92 8704.32.93 8704.32.94 8704.32.95 8704.32.96 8704.32.97 8704.32.98 8704.32.99
264	ยานยนต์สำหรับใช้งานพิเศษ นอกจากยานยนต์ที่ออกแบบสำหรับขนส่งบุคคลหรือของเป็นหลัก (เช่น รถยกลากรถเสีย รถปัมพ์จัน รถดับเพลิง รถผสมคอนกรีต รถกวาดถนน รถสำหรับฉีดพ่น โรงซ่อมเคลื่อนที่ หน่วยรังสีวิทยาเคลื่อนที่)	8705.90.50 8705.90.90
265	บอลลูนและโปมยาน รวมทั้งเครื่องบินร้อน เครื่องร้อน และอากาศยานอื่นๆ ที่ไม่ใช่กำลังขับ	8801.00.00
266	อากาศยานอื่นๆ (เช่น เฮลิคอปเตอร์ เครื่องบิน) ยานอวกาศ (รวมถึงดาวเทียม) ยานปล่อยของในวงโคจรร้อย และยานปล่อยยานอวกาศ	8802.11.00 8802.12.00 8802.20.10 8802.20.90 8802.30.10 8802.30.90 8802.40.10 8802.40.90 8802.60.00

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
267	ส่วนประกอบของของตามประเภท 88.01 หรือ 88.02	8803.10.00 8803.20.00 8803.30.00 8803.90.10 8803.90.20 8803.90.90		
268	เครื่องปล่อยอากาศยาน อุปกรณ์บนเรือบรรทุกเครื่องบินสำหรับลดความเร็วของอากาศยานหรืออุปกรณ์ที่คล้ายกัน เครื่องฝึกการบินภาคพื้นดิน รวมทั้งส่วนประกอบของของดังกล่าว	8805.21.00 8805.29.10 8805.29.90		
269	เรือโดยสาร เรือทัศนจารเรือข้ามฟาก เรือสินค้า เรือพ่วง และยานน้ำที่คล้ายกัน สำหรับขนส่งบุคคลหรือของ	8901.90.11 8901.90.12 8901.90.14 8901.90.31 8901.90.32 8901.90.33 8901.90.34 8901.90.35 8901.90.36 8901.90.37		
270	ยานประภาคาร เรือดับเพลิง เรือชุด บันจันลอย และยานน้ำอื่น ๆ ซึ่งการเล่นได้เป็นหน้าที่รองจากหน้าที่หลักของยานนั้น รวมทั้งอู่ลอย แท่นเจาะ หรือแท่นผลิตแบบลอยน้ำหรือแบบใต้น้ำ	8905.10.00 8905.90.10 8905.90.90		
271	ยานน้ำอื่นๆ รวมถึงเรือรบและเรือช่วยชีวิต นอกจากเรือกรรเชียง	8906.90.10 8906.90.20 8906.90.90		
272	เส้นใยนำแสงและกลุ่มเส้นใยนำแสง เคเบิลใยนำแสง นอกจากเคเบิลใยนำแสงตามประเภท 85.44 แผ่นบางและแผ่นทำด้วยวัตถุโพลาริส รวมทั้งเลนส์ (รวมถึงคอนแทกเลนส์) ปริซึม กระจกเงา และวัตถุเชิงทัศนศาสตร์อื่นๆ ทำด้วยวัตถุใดก็ตาม ไม่ได้ประกอบ นอกจากของดังกล่าวทำด้วยแก้วที่	9001.10.10 9001.10.90 9001.90.10 9001.90.90		

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
	ไม่ได้ตกแต่ง เพื่อใช้งานทางทัศนศาสตร์			
273	เลนส์ ปริซึม กระจกเงา และวัตถุเชิงทัศนศาสตร์ อื่นๆ ทำด้วยวัตถุใดก็ตาม ที่ประกอบแล้ว และเป็น ส่วนประกอบหรือเป็นอุปกรณ์ติดตั้งของเครื่องมือ เครื่องใช้หรือเครื่องอุปกรณ์ นอกจากของดังกล่าว ทำด้วยแก้วที่ไม่ได้ตกแต่งเพื่อใช้งานทาง ทัศนศาสตร์	9002.11.10 9002.19.00 9002.20.10 9002.20.90 9002.90.20	9002.11.90 9002.20.20 9002.90.30	9002.20.30 9002.90.90
274	กล้องสองตา กล้องตาเดี่ยว กล้องส่องทางไกลเชิง ทัศนศาสตร์อื่นๆ และโครงติดตั้งของกล้อง ดังกล่าว รวมทั้งอุปกรณ์ทางดาราศาสตร์อื่นๆ และโครงติดตั้งของอุปกรณ์ดังกล่าว แต่ไม่รวมถึง อุปกรณ์สำหรับวิทยุดาราศาสตร์	9005.10.00 9005.80.10 9005.90.10	9005.80.90 9005.90.90	
275	กล้องถ่ายรูป (นอกจากกล้องถ่ายภาพยนตร์) เครื่องแฟลชใช้ในการถ่ายรูปและหลอดไฟ แฟลช นอกจากหลอดไฟฟ้าแบบดิสชาร์จ ตาม ประเภท 85.39	9006.30.00 9006.52.00 9006.53.00 9006.59.10 9006.91.10	9006.59.90	9006.91.30 9006.91.90
276	กล้องถ่ายภาพยนตร์และเครื่องฉายภาพยนตร์ จะ มีเครื่องบันทึกเสียงหรือถอดเสียงประกอบรวมอยู่ ด้วยหรือไม่ก็ตาม	9007.10.00 9007.91.00		
277	เครื่องอุปกรณ์ที่ใช้ตามห้องปฏิบัติการภาพถ่าย (รวมถึงภาพยนตร์) ที่ไม่ได้ระบุหรือรวมไว้ที่อื่น ในตอนนี เครื่องเนกาโตสโกปรวมทั้งจอฉายภาพ	9010.50.10 9010.90.10	9010.50.90 9010.90.30	9010.90.90

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
278	กลอุปกรณ์ทำด้วยผลึกเหลวที่ไม่ได้เป็นของซึ่งระบุไว้ในประเภทอื่น เลเซอร์นอกจากเลเซอร์ไดโอด รวมทั้งเครื่องใช้และอุปกรณ์อื่นๆ เชิงทัศนศาสตร์ ที่ไม่ได้ระบุหรือรวมไว้ในที่อื่นในตอนนี	9013.10.00		
		9013.20.00		
		9013.80.10	9013.80.20	9013.80.90
		9013.90.10	9013.90.50	9013.90.60
		9013.90.90		
279	เข็มทิศสำหรับหาทิศทาง รวมทั้งอุปกรณ์และเครื่องใช้อื่นๆ ที่ใช้ในการเดินเรือและเดินอากาศ	9014.10.00		
		9014.20.00		
		9014.80.10	9014.80.90	
		9014.90.10	9014.90.90	
280	อุปกรณ์และเครื่องใช้ในการสำรวจ (รวมถึงการสำรวจโดยวิธีการถ่ายภาพ) ใช้ในทางอุทกศาสตร์ สมุทรศาสตร์ อุทกวิทยา อุตุนิยมวิทยา หรือทางธรณีฟิสิกส์ (ไม่รวมถึงเข็มทิศ) รวมทั้งเครื่องมือหาพิสัย	9015.10.10	9015.10.90	
		9015.80.10	9015.80.90	
		9015.90.00		
281	อุปกรณ์ที่ใช้ในการเขียนแบบ การทำเครื่องหมาย หรือการคำนวณทางคณิตศาสตร์ (เช่น เครื่องเขียนแบบ แพนโทกราฟ โปรแทรกเตอร์ ชุดเขียนแบบ สไลด์รูล เครื่องคำนวณแบบจาน) อุปกรณ์วัดความยาวที่ใช้งานด้วยมือ (เช่น เส้นหรือแถบสำหรับวัด ไมโครมิเตอร์ แคลลิเปอร์) ที่ไม่ได้ระบุหรือรวมไว้ในที่อื่นในตอนนี	9017.20.10	9017.20.30	9017.20.40
		9017.20.50	9017.20.90	
282	อุปกรณ์และเครื่องใช้ที่ใช้ในทางวิทยาศาสตร์ การแพทย์ ศัลยกรรม ทันตกรรม หรือสัตวแพทย์ รวมถึงเครื่องซินติกราฟิก เครื่องอุปกรณ์	9018.50.00		
		9018.90.20	9018.90.30	9018.90.90

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
	การแพทย์ทางไฟฟ้าอื่นๆ และอุปกรณ์สำหรับ ตรวจวัดสายตา			
283	เครื่องใช้ในการหายใจอื่นๆ และหน้ากากป้องกัน ไอพิษ แต่ไม่รวมถึงหน้ากากป้องกันที่ไม่มี ส่วนประกอบเชิงกลและไม่มีตัวกรองแบบถอด เปลี่ยนได้	9020.00.00		
284	เครื่องอุปกรณ์ที่ใช้ในการแผ่เอกซเรย์หรือการแผ่ รังสีแอลฟา เบตา หรือแกมมาเป็นหลัก จะใช้ ประโยชน์ทางการแพทย์ ศัลยกรรม ทันตกรรม หรือสัตวแพทย์ หรือไม่ก็ตาม รวมถึงเครื่องบันทึก ภาพรังสีหรือเครื่องรังสีบำบัด หลอดเอกซเรย์ และเครื่องกำเนิดเอกซเรย์อื่นๆ เครื่องกำเนิด ไฟฟ้าแรงสูงของเครื่องเอกซเรย์ แผงควบคุมและ โต๊ะควบคุม จอ โต๊ะ เก้าอี้ และของที่คล้ายกันที่ใช้ ในการตรวจ หรือรักษาด้วยเอกซเรย์	9022.12.00 9022.19.10 9022.29.00 9022.90.10	9022.19.90 9022.90.90	
285	อุปกรณ์ เครื่องอุปกรณ์ และแบบจำลอง ที่ ออกแบบเพื่อวัตถุประสงค์ในการสาธิต (เช่น ใน การศึกษาหรือนิทรรศการ) ซึ่งไม่เหมาะสำหรับใช้ ประโยชน์ทางด้านอื่นๆ	9023.00.00		
286	เครื่องจักรและเครื่องใช้สำหรับทดสอบความแข็ง ความแข็งแรง ความคงทนต่อการอัด ความ ยืดหยุ่น หรือคุณสมบัติเชิงกลอื่นๆ ของวัตถุ (เช่น โลหะ ไม้ สิ่งทอ กระดาษ พลาสติก)	9024.10.10 9024.80.10 9024.90.10	9024.10.20 9024.80.20 9024.90.20	
287	ไฮโดรมิเตอร์ และ อุปกรณ์ที่คล้ายกัน เทอร์โมมิเตอร์ ไพโรมิเตอร์ บารอมิเตอร์ ไฮโกรมิเตอร์ และไซโครมิเตอร์ จะบันทึกได้	9025.19.11 9025.80.20	9025.19.19 9025.80.30	9025.19.20

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
	หรือไม่ก็ตาม รวมทั้งอุปกรณ์ดังกล่าวตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปประกอบรวมกัน	9025.90.10	9025.90.20	
288	อุปกรณ์และเครื่องอุปกรณ์สำหรับวัด หรือตรวจสอบการไหล ระดับ ความดัน หรือตัวแปรอื่นๆ ของของเหลวหรือก๊าซ (เช่น เครื่องวัดการไหล เกจระดับ มาโนมิเตอร์ เครื่องวัดความร้อน) ไม่รวมถึงอุปกรณ์และเครื่องอุปกรณ์ตามประเภท ๙๐.๑๔ ๙๐.๑๕ ๙๐.๒๘ หรือ ๙๐.๓๒	9026.20.10 9026.20.40	9026.20.20	9026.20.30
289	อุปกรณ์และเครื่องอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์ทางฟิสิกส์หรือเคมี (เช่น โพลาริมิเตอร์ รีแฟรกโตมิเตอร์ สเปกโตรมิเตอร์ เครื่องวิเคราะห์ก๊าซ หรือควัน) อุปกรณ์และเครื่องอุปกรณ์ สำหรับวัดหรือตรวจสอบความหนืด ความพรุน การขยายตัว แรงตึงผิว หรือที่คล้ายกัน อุปกรณ์ และเครื่องอุปกรณ์ สำหรับการวัดหรือตรวจสอบปริมาณความร้อน เสียง หรือแสง (รวมถึงเครื่องวัดแสงในการถ่ายภาพ) รวมทั้งไมโครตอม	9027.10.10 9027.20.10 9027.30.10 9027.50.10 9027.80.10 9027.90.10	9027.10.20 9027.20.20 9027.30.20 9027.50.20 9027.80.30 9027.90.91	9027.80.40 9027.90.99
290	เครื่องนับรอบ เครื่องนับผลผลิต แท็กซีมิเตอร์ ไมลีโอมิเตอร์ เครื่องนับก้าว และที่คล้ายกัน เครื่องบอกความเร็ว เครื่องวัดรอบ (นอกจากของตามประเภท 90.14 หรือ 90.15) รวมทั้งสตรอบอสโกป	9029.20.10 9029.90.10	9029.20.20 9029.90.20	9029.20.90
291	ออสซิลโลสโกป เครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม อุปกรณ์และเครื่องอุปกรณ์อื่นๆ สำหรับวัด หรือตรวจสอบปริมาณทางไฟฟ้า ไม่รวมถึงเครื่องวัดตามประเภท 90.28 อุปกรณ์ และเครื่องอุปกรณ์ สำหรับวัดหรือตรวจหาการแผ่รังสีแอลฟา เบตา	9030.10.00 9030.20.00 9030.33.10		9030.33.30

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร
	แกมมา เอกซเรย์ คอสมิก หรือรังสีอื่นๆ ที่ทำให้เกิดไอออนในเซชัน	9030.33.90 9030.40.00 9030.82.10 9030.82.90 9030.89.10 9030.89.90 9030.90.10 9030.90.30 9030.90.40 9030.90.90
292	อุปกรณ์ เครื่องใช้ และเครื่องจักรสำหรับวัดหรือตรวจสอบที่ไม่ได้ระบุหรือรวมไว้ในที่อื่นในตอนนี้อย่างรวมทั้งเครื่องฉายโพรไฟล์ (โพรไฟล์โปรเจกเตอร์)	9031.10.10 9031.10.20 9031.20.10 9031.20.20 9031.41.00 9031.49.10 9031.49.20 9031.49.30 9031.49.90 9031.80.10 9031.80.90 9031.90.11 9031.90.12 9031.90.13 9031.90.19 9031.90.20
293	ส่วนประกอบและอุปกรณ์ประกอบ (ที่ไม่ได้ระบุหรือรวมไว้ในที่อื่นในตอนนี้อย่าง) สำหรับเครื่องจักร เครื่องใช้ อุปกรณ์ หรือเครื่องอุปกรณ์ในตอนนี้อย่างที่ 90	9033.00.10 9033.00.20
294	อาวุธปืนอื่น ๆ และกลอุปกรณ์ที่คล้ายกัน ซึ่งทำงานโดยการขับเคลื่อนด้วยประจุระเบิด (เช่น ปืนลูกซองและปืนเล็กยาวที่ใช้ในการกีฬา ปืนแก๊ส ปืนพลุสัญญาณ และอุปกรณ์อื่นๆ ที่ออกแบบเพื่อใช้ยิงพลุสัญญาณเท่านั้น ปืนพกและปืนลูกม่สำหรับใช้ยิงกระสุนหลอก ปืนพกยิงเข็มฉีดยา ปืนยิงส่งสายเชือก)	9303.90.00

ลำดับ	รายการสินค้า	พิกัดอัตราศุลกากร		
295	อาวุธอื่นๆ (เช่น ปืนและปืนพกที่ใช้สปริง ใช้ลม หรือใช้ก๊าซ กระบองตำรวจ) ไม่รวมถึงของตาม ประเภท 93.07	9304.00.10	9304.00.90	
296	ส่วนประกอบและอุปกรณ์ประกอบของของตาม ประเภท 93.01 ถึง 93.04	9305.99.11	9305.99.19	9305.99.91 9305.99.99
297	ระเบิด ระเบิดมือ ตอร์ปิโด พ่นระเบิด ชีปนาวุธ และยุทธโศปกรณ์ที่คล้ายกัน และส่วนประกอบของ ของดังกล่าว รวมทั้งลูกปืน กระสุนปืนอื่นๆ และ จรวด และส่วนประกอบของของดังกล่าว รวมถึงลูก ปรายและหมอนลูกปืน	9306.90.00		
298	เฟอร์นิเจอร์ที่ใช้ในทางการแพทย์ ศัลยกรรม ทัน ตกรรม หรือสัตว์แพทย์ (เช่น เตียงผ่าตัด เตียง ตรวจโรค เตียงโรงพยาบาลที่มีอุปกรณ์กล แก้อั ทำฟัน) แก้อัตัดผมและแก้อัที่คล้ายกันที่มีกลไก สำหรับหมุน เอนและเลื่อนขึ้นลงได้ รวมทั้ง ส่วนประกอบของของดังกล่าวข้างต้น	9402.90.10	9402.90.90	
299	เครื่องประทีปโคมไฟ รวมถึงเซิร์ซไลต์ สปอตไลต์ และส่วนประกอบของของดังกล่าวที่ไม่ได้ระบุหรือ รวมไว้ในที่อื่น รวมทั้งเครื่องหมายที่มีแสงสว่าง ป้ายชื่อที่มีแสงสว่าง และของที่คล้ายกัน ซึ่งมี แหล่งกำเนิดแสงติดอยู่อย่างถาวรและส่วนประกอบ ของของดังกล่าวที่ไม่ได้ระบุหรือรวมไว้ในที่อื่น	9405.40.20	9405.40.40	9405.40.50 9405.40.60 9405.40.70 9405.40.80 9405.40.91 9405.40.99
300	ผ้าอนามัย (แพ็ด) และแทมพอน แนนคิน และแนนคินไลเนอร์สำหรับเด็กอ่อน และของที่ คล้ายกันทำด้วยวัสดุใดก็ตาม	9619.00.11	9619.00.19	9619.00.91 9619.00.99

รายการสินค้าที่ใช้ได้สองทาง
(List of Dual-use Items)

รายการสินค้านี้เป็นการดำเนินการตามข้อตกลงนานาชาติในการควบคุมสินค้าที่ใช้ได้สองทาง ซึ่งรวมถึงข้อตกลงวัสเซนาาร์ (Wassenaar Arrangement: WA) ข้อตกลงการควบคุมเทคโนโลยีขีปนาวุธ (Missile Technology Control Regime: MTCR) กลุ่มผู้จำหน่ายนิวเคลียร์ (Nuclear Suppliers' Group: NSG) กลุ่มออสเตรเลีย (Australia Group: AG) และอนุสัญญาห้ามอาวุธเคมี (Chemical Weapons Convention: CWC)

สารบัญ

หมายเหตุ

คำย่อและอักษรย่อ

นิยาม

หมวด 0 วัสดุ สถานประกอบการ และอุปกรณ์นิวเคลียร์ (Nuclear Materials, Facilities and Equipment)

หมวด 1 วัสดุพิเศษและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง (Special Materials and Related Equipment)

หมวด 2 การแปรรูปวัสดุ (Materials Processing)

หมวด 3 อิเล็กทรอนิกส์ (Electronics)

หมวด 4 คอมพิวเตอร์ (Computers)

หมวด 5 โทรคมนาคมและ “การรักษาความปลอดภัยข้อมูล” (Telecommunications and “Information Security”)

หมวด 6 เซนเซอร์และเลเซอร์ (Sensors and Lasers)

หมวด 7 ระบบนำร่องและระบบอิเล็กทรอนิกส์การบิน (Navigation and Avionics)

หมวด 8 ยานพาหนะและอุปกรณ์ทางทะเล (Marine)

หมวด 9 การบินและอวกาศ และการขับเคลื่อน (Aerospace and Propulsion)

หมายเหตุทั่วไปของรายการสินค้าที่ใช้ได้สองทาง

1. ตามวัตถุประสงค์การควบคุมภายใต้รายการสินค้าที่ใช้ได้สองทางนี้ ไม่ควรจะยกเว้นการส่งออกสินค้าใดๆ (รวมทั้งโรงงาน) ที่ไม่ได้ อยู่ภายใต้การควบคุม แต่ประกอบด้วยชิ้นส่วนหนึ่งรายการหรือมากกว่าที่เป็นสินค้าควบคุม เมื่อส่วนประกอบที่ถูกควบคุม ดังกล่าวนั้นเป็นส่วนประกอบหลักของสินค้า และสามารถที่จะถอดออกหรือนำไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่นได้โดยง่าย

หมายเหตุ ในการพิจารณาว่าส่วนประกอบอย่างหนึ่งอย่างใดที่ถูกควบคุมจะถือได้ว่าเป็นส่วนประกอบหลักนั้น จะต้องมีการถ่วงน้ำหนัก โดยพิจารณาจากปริมาณ มูลค่า เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง และสภาพการณ์พิเศษอื่นใดซึ่งอาจแสดงให้เห็นว่าส่วนประกอบที่ถูกควบคุมนั้นเป็นส่วนประกอบหลักที่สำคัญของสินค้าที่สั่งซื้อ

2. สินค้าที่กำหนดในรายการสินค้าที่ใช้ได้สองทางนี้รวมทั้งสินค้าใหม่และสินค้าใช้แล้ว
3. ในบางกรณีสารเคมีถูกระบุอยู่ในรายการด้วยชื่อและเลขซีไอเอส (CAS Number) รายการนี้ใช้กับสารเคมีที่มีสูตรโครงสร้างเหมือนกัน (รวมถึงไฮเดรต [Hydrates]) โดยไม่คำนึงถึงชื่อหรือเลขซีไอเอส ซึ่งการแสดงเลขซีไอเอสนี้ช่วยในการบ่งชี้สารเคมีเฉพาะหรือสารผสมโดยไม่คำนึงถึงการตั้งชื่อ อย่างไรก็ตาม เลขซีไอเอสไม่สามารถถูกใช้เป็นตัวบ่งชี้เฉพาะ เนื่องจากบางรูปแบบของสารเคมีที่ระบุไว้มีเลขซีไอเอสแตกต่างกัน และสารผสมที่มีส่วนประกอบของสารเคมีอาจจะมีเลขซีไอเอสแตกต่างกัน

หมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีนิวเคลียร์

(Nuclear Technology Note: NTN)

(ต้องอ่านประกอบกับส่วน E ของหมวด 0)

“เทคโนโลยี” (“Technology”) ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับสินค้าที่ควบคุมตามหมวด 0 ต้องถูกควบคุมตามข้อบังคับของหมวด 0

“เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) “การผลิต” (“Production”) หรือ “การใช้งาน” (“Use”) สินค้าภายใต้การควบคุม ยังคงอยู่ภายใต้การควบคุมแม้ว่านำไปใช้กับสินค้าที่ไม่ได้ควบคุม

การพิจารณาอนุมัติสินค้าเพื่อการส่งออกถือได้ว่าเป็นการอนุมัติการส่งออก “เทคโนโลยี” ขั้นต่ำ (Minimum “Technology”) ที่จำเป็นสำหรับการติดตั้ง (Installation) การปฏิบัติการ (Operation) การบำรุงรักษา (Maintenance) และการซ่อมแซม (Repair) สินค้าไปยังผู้ใช้ปลายทางรายเดียวกันด้วย

การควบคุมการถ่ายทอด “เทคโนโลยี” (“Technology”) ไม่ใช้บังคับกับข้อมูลที่ “ตกเป็นสมบัติของสาธารณะ” (“In the Public Domain”) หรือกับ “การวิจัยวิทยาศาสตร์พื้นฐาน” (“Basic Scientific Research”)

หมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไป

(General Technology Note: GTN)

(ต้องอ่านประกอบกับส่วน E ของหมวด 1 ถึง 9)

การส่งออก “เทคโนโลยี” (“Technology”) “ที่จำเป็น” (“Required”) สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) “การผลิต” (“Production”) หรือ “การใช้งาน” (“Use”) ของสินค้าที่ควบคุมในหมวด 1 ถึง 9 ต้องถูกควบคุมตามข้อกำหนดของหมวด 1 ถึง 9

“เทคโนโลยี” (“Technology”) “ที่จำเป็น” (“Required”) สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) “การผลิต” (“Production”) หรือ “การใช้งาน” (“Use”) สินค้าภายใต้การควบคุม ยังคงอยู่ภายใต้การควบคุมแม้ว่านำไปใช้กับสินค้าที่ไม่ได้ควบคุม

การควบคุมไม่ใช้บังคับกับ “เทคโนโลยี” (“Technology”) ซึ่งมีความจำเป็นขั้นต่ำในการติดตั้ง (Installation) การใช้งาน (Operation) การบำรุงรักษา (Maintenance) (การตรวจสอบ [Checking]) และการซ่อมแซม (Repair) สินค้าที่ไม่ได้ถูกควบคุม หรือสินค้าที่ได้รับอนุมัติให้ส่งออกแล้ว

หมายเหตุ ข้อบังคับข้างต้นนี้ไม่ได้ยกเว้นการควบคุม “เทคโนโลยี” (“Technology”) ที่ระบุใน 1E002.e., 1E002.f., 8E002.a. และ 8E002.b.

การควบคุมการถ่ายทอด “เทคโนโลยี” (“Technology”) ไม่ใช้บังคับกับข้อมูลที่ “ตกเป็นสมบัติของสาธารณะ” (“In the Public Domain”) หรือกับ “การวิจัยวิทยาศาสตร์พื้นฐาน” (“Basic Scientific Research”) หรือกับข้อมูลที่จำเป็นขั้นต่ำในการย่นจดสิทธิบัตร

หมายเหตุเกี่ยวกับซอฟต์แวร์ทั่วไป

(General Software Note: GSN)

(หมายเหตุนี้อยู่เหนือกว่าการควบคุมใดๆ ในส่วน D ของหมวด 0 ถึง 9)

หมวด 0 ถึง 9 ของรายการนี้ ไม่ควบคุม “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

a. มีจำหน่ายให้สาธารณะชนทั่วไปตามปกติ โดย

1. จำหน่ายสินค้าจากจุดขายปลีกโดยไม่มีข้อจำกัด ด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

a. จำหน่ายที่เคาน์เตอร์ปกติ

b. จำหน่ายทางไปรษณีย์

c. จำหน่ายทางอิเล็กทรอนิกส์ หรือ

d. จำหน่ายทางโทรศัพท์ และ

2. ออกแบบให้ผู้ใช้งานทั่วไปติดตั้งได้เอง โดยไม่ต้องขอความช่วยเหลือเพิ่มเติมจากผู้ขายมากนัก หรือ

หมายเหตุ ข้อ a. ของหมายเหตุเกี่ยวกับซอฟต์แวร์ทั่วไป ไม่ได้ยกเว้นการควบคุม “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ระบุไว้ใน
หมวด 5 — ส่วนที่ 2 (“การรักษาความปลอดภัยข้อมูล” [“Information Security”])

b. “ตกเป็นสมบัติของสาธารณะ” (“In the Public Domain”)

คำย่อและอักษรย่อที่ใช้ในรายการสินค้าที่ใช้ได้สองทางนี้

อักษรย่อหรือคำย่อ เมื่อเป็นคำที่ต้องให้นิยามจะแสดงไว้ในส่วน “นิยามของคำที่ใช้ในรายการสินค้าที่ใช้ได้สองทางนี้” (“Definitions of Terms used in this List”)

คำย่อหรืออักษรย่อ	คำเต็ม	คำแปล
ABEC	Annular Bearing Engineers Committee	คณะกรรมการวิศวกรตลับลูกปืน
AGMA	American Gear Manufacturers' Association	สมาคมผู้ผลิตเกียร์แห่งสหรัฐอเมริกา
AHRS	Attitude and Heading Reference Systems	ระบบอ้างอิงความสูงและทิศทางที่มุ่งหน้า
AISI	American Iron and Steel Institute	สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งสหรัฐอเมริกา
ALU	Arithmetic Logic Unit	หน่วยคำนวณและตรรก
ANSI	American National Standards Institute	สถาบันมาตรฐานแห่งชาติสหรัฐอเมริกา
ASTM	The American Society for Testing and Materials	สมาคมทดสอบและวัสดุแห่งสหรัฐอเมริกา
ATC	Air Traffic Control	การควบคุมการจราจรทางอากาศ
AVLIS	Atomic Vapour Laser Isotope Separation	การแยกไอโซโทปโดยใช้เลเซอร์สร้างไออะตอม
CAD	Computer-aided-design	การออกแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วย
CAS	Chemical Abstracts Service	หน่วยบริการบทความทางเคมี
CCITT	International Telegraph and Telephone Consultative Committee	คณะกรรมการที่ปรึกษาด้านโทรศัพท์และโทรเลขนานาชาติ
CDU	Control and Display Unit	หน่วยควบคุมและแสดงผล
CEP	Circular Error Probable	ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดเชิงรัศมี
CNTD	Controlled Nucleation Thermal Deposition	การเคลือบผิวทางความร้อนแบบควบคุมการเกิดนิวเคลียส
CRISLA	Chemical Reaction by Isotope Selective Laser Activation	ปฏิกิริยาเคมีโดยการกระตุ้นด้วยเลเซอร์แบบเลือกไอโซโทป
CVD	Chemical Vapour Deposition	การเคลือบผิวด้วยไอทางเคมี
CW	Chemical Warfare	การสงครามเคมี
CW (for Lasers)	Continuous Wave	คลื่นต่อเนื่อง (เรื่องเลเซอร์)
DME	Distance Measuring Equipment	อุปกรณ์วัดระยะทาง
DS	Directionally Solidified	การแข็งตัวในทิศทางเดียว
EB-PVD	Electron Beam Physical Vapour Deposition	การเคลือบผิวด้วยไอทางกายภาพ โดยใช้ลำแสงอิเล็กตรอน
EBU	European Broadcasting Union	สหภาพการกระจายเสียงแห่งยุโรป
ECM	Electro-chemical Machining	เครื่องมือกลชนิดเคมีไฟฟ้า
ECR	Electron Cyclotron Resonance	อิเล็กตรอนไซโคลตรอนเรโซแนนซ์
EDM	Electrical Discharge Machines	เครื่องกัดเซาะโลหะด้วยตัวนำไฟฟ้า
EEPROMS	Electrically Erasable Programmable Read Only Memory	หน่วยความจำอ่านอย่างเดียวที่สามารถโปรแกรมได้และลบได้ด้วยไฟฟ้า
EIA	Electronic Industries Association	สมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์
EMC	Electromagnetic Compatibility	ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า

คำย่อหรืออักษรย่อ	คำเต็ม	คำแปล
ETSI	European Telecommunications Standards Institute	สถาบันมาตรฐานโทรคมนาคมแห่งยุโรป
FFT	Fast Fourier Transform	การแปลงฟูเรียร์แบบเร็ว
GLONASS	Global Navigation Satellite System	ระบบดาวเทียมนำร่องทั่วโลก
GPS	Global Positioning System	ระบบดาวเทียมนำร่องจีพีเอส
HBT	Hetero-bipolar Transistors	ทรานซิสเตอร์แบบเฮเทอโรไบโพลาร์
HDDR	High Density Digital Recording	การบันทึกสัญญาณดิจิทัลความหนาแน่นสูง
HEMT	High Electron Mobility Transistors	ทรานซิสเตอร์ที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เร็ว
ICAO	International Civil Aviation Organisation	องค์การการบินพลเรือนนานาชาติ
IEC	International Electro-technical Commission	คณะกรรมการไฟฟ้าเทคนิคระหว่างประเทศ
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers	สถาบันวิชาชีพวิศวกรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
IFOV	Instantaneous-field-of-view	อินสแตนท์ฟิลด์-ออฟ-วิว
ILS	Instrument Landing System	ระบบนำลงจอดโดยใช้อุปกรณ์
IRIG	Inter-range Instrumentation Group	กลุ่มเครื่องมือวัดแบบหลายช่วงพิสัย
ISA	International Standard Atmosphere	บรรยากาศมาตรฐานสากล
ISAR	Inverse Synthetic Aperture Radar	เรดาร์ช่องเปิดสังเคราะห์แบบผกผัน
ISO	International Organisation for Standardisation	องค์การมาตรฐานสากล
ITU	International Telecommunication Union	สหภาพโทรคมนาคมนานาชาติ
JIS	Japanese Industrial Standard	มาตรฐานอุตสาหกรรมของญี่ปุ่น
JT	Joule-Thomson	จูล-ทอมสัน
LIDAR	Light Detection and Ranging	การวัดระยะและตรวจจับด้วยแสง
LRU	Line Replaceable Unit	หน่วยที่สามารถเปลี่ยนทดแทนได้
MAC	Message Authentication Code	รหัสตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล
Mach	Ratio of Speed of an Object to Speed of Sound (after Ernst Mach)	อัตราความเร็วของวัตถุเทียบกับความเร็วเสียง (เรียกตาม เอิร์นส์ท มัก)
MLIS	Molecular Laser Isotopic Separation	การแยกไอโซโทปโดยใช้เลเซอร์กระตุ้นโมเลกุล
MLS	Microwave Landing Systems	ระบบลงจอดด้วยสัญญาณไมโครเวฟ
MOCVD	Metal Organic Chemical Vapour Deposition	การเคลือบผิวด้วยไอทางเคมีชนิดสารอินทรีย์โลหะ
MRI	Magnetic Resonance Imaging	การสร้างภาพด้วยเรโซแนนซ์แม่เหล็ก
MTBF	Mean-time-between-failures	ค่าเฉลี่ยเวลาใช้งานจนชำรุด
Mtops	Million Theoretical Operations per Second	ล้านคำสั่งต่อวินาที
MTTF	Mean-time-to-failure	ค่าเฉลี่ยเวลาใช้งานจนถึงชำรุด
NBC	Nuclear, Biological and Chemical	นิวเคลียร์ ชีวภาพ และเคมี
NDT	Non-destructive Test	การทดสอบแบบไม่ทำลาย
PAR	Precision Approach Radar	เรดาร์ช่วยการลงจอดอย่างแม่นยำ

คำย่อหรืออักษรย่อ	คำเต็ม	คำแปล
PIN	Personal Identification Number	รหัสประจำตัวบุคคล
ppm	Parts per Million	ส่วนในล้านส่วน
PSD	Power Spectral Density	ความหนาแน่นสเปกตรัมกำลังงาน
QAM	Quadrature-amplitude-modulation	การกล้ำสัญญาณแบบควอดเรเจอร์แอมพลิจูด
RF	Radio Frequency	ความถี่วิทยุ
SACMA	Suppliers of Advanced Composite Materials Association	สมาคมผู้ผลิตวัสดุคอมโพสิตขั้นสูง
SAR	Synthetic Aperture Radar	เรดาร์แบบช่องเปิดสังเคราะห์
SC	Single Crystal	ผลึกเดี่ยว
SLAR	Sidelooking Airborne Radar	เรดาร์แบบมองข้างบนอากาศ
SMPTE	Society of Motion Picture and Television Engineers	สมาคมวิศวกรโทรทัศน์และภาพยนตร์
SRA	Shop Replaceable Assembly	ส่วนประกอบที่สามารถเปลี่ยนได้ในโรงซ่อม
SRAM	Static Random Access Memory	หน่วยความสติดิตย์ที่เข้าถึงแบบสุ่ม
SRM	SACMA Recommended Methods	วิธีการแนะนำโดยสมาคมผู้ผลิตวัสดุคอมโพสิตขั้นสูง
SSB	Single Sideband	แถบข้างเดียว
SSR	Secondary Surveillance Radar	เรดาร์ลาดตระเวนทุติยภูมิ
TCSEC	Trusted Computer System Evaluation Criteria	หลักเกณฑ์การประเมินระบบคอมพิวเตอร์ที่เชื่อถือได้
TIR	Total Indicated Reading	ค่าอ่านตามระบรวม
UV	Ultraviolet	อัลตราไวโอเลต
UTS	Ultimate Tensile Strength	ค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุด
VOR	Very High Frequency Omni-directional Range	ความถี่สูงมากระยะทำการรอบด้าน
YAG	Yttrium/Aluminium Garnet	อิทเทรียม/อะลูมิเนียม การ์เน็ต

นิยามของคำที่ใช้ในรายการสินค้าที่ใช้ได้สองทางนี้

นิยามของคำที่อยู่ระหว่างเครื่องหมาย ‘อัญประกาศเดี่ยว’ (‘Single Quotation Marks’) แสดงไว้ในหมายเหตุทางเทคนิคของรายการที่เกี่ยวข้อง

นิยามของคำที่อยู่ระหว่างเครื่องหมาย “อัญประกาศคู่” (“Double Quotation Marks”) มีดังต่อไปนี้

หมายเหตุ การอ้างอิงหมวดอยู่ในวงเล็บหลังคำที่ให้นิยาม

“ค่าความแม่นยำ” (“Accuracy”) (2 6) ตามปกติมักวัดในเชิงของค่าความคลาดเคลื่อน ซึ่งหมายถึง ค่าความเบี่ยงเบนสูงสุด (Maximum Deviation) โดยเป็นค่าบวกหรือลบจากค่าที่ระบุ ซึ่งเคลื่อนไปจากค่ามาตรฐานที่ยอมรับได้หรือจากค่าแท้จริง

“ระบบควบคุมการบินแบบแอ็กทีฟ” (“Active Flight Control Systems”) (7) คือ ระบบต่างๆ ที่มีฟังก์ชันทำงานเพื่อป้องกัน “อากาศยาน” (“Aircraft”) และการเคลื่อนที่ของขีปนาวุธ (Missile) หรือภาระของโครงสร้างที่ไม่พึงประสงค์ โดยการประมวลผลเอาต์พุตโดยอัตโนมัติจากตัวเซนเซอร์หลายตัว และต่อจากนั้นจึงให้คำสั่งป้องกันที่จำเป็นต่อการควบคุมโดยอัตโนมัติ

“แอ็กทีฟพิกเซล” (“Active Pixel”) (6 8) คือ องค์ประกอบที่น้อยที่สุด (เดี่ยว) ของแผงโซลิดสเตต (Solid State Array) ซึ่งมีฟังก์ชันในการส่งสัญญาณโฟโตอิเล็กทริก (Photoelectric) เมื่อกระทบกับคลื่นรังสีของแสง (แม่เหล็กไฟฟ้า [Electromagnetic])

“ดัดแปลงเพื่อใช้ในการสงคราม” (“Adapted for Use in War”) (1) หมายถึง การดัดแปลงหรือการคัดสรรใดๆ (เช่น ค่าความบริสุทธิ์ที่เปลี่ยนแปลงไป ระยะเวลาในการจัดเก็บ ความเป็นพิษ คุณลักษณะการแพร่กระจาย หรือความต้านทานต่อการแผ่รังสีอัลตราไวโอเล็ต) ที่ออกแบบมาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสร้างความเสียหายให้กับมนุษย์หรือสัตว์ การทำให้อุปกรณ์ใช้การไม่ได้ หรือทำให้พืชพันธุ์หรือสภาพสิ่งแวดล้อมเสียหาย

“ค่าสมรรถนะสูงสุดซึ่งปรับได้ถึง” (“Adjusted Peak Performance: APP”) (4) คือ อัตราพิกัดสูงสุดที่มีการปรับค่า ที่ซึ่ง “คอมพิวเตอร์แบบดิจิทัล” (“Digital Computers”) ปฏิบัติงานด้วย 64 บิต หรือมากกว่าค่าผลรวมและผลคูณของจุดทศนิยม โดยแสดงค่าในรูปเวทเทราฟลอป (Weighted TeraFLOPS: WT) ในหน่วยของ 10^{12} ปฏิบัติการที่มีการปรับจุดทศนิยมต่อวินาที

หมายเหตุ โปรดดูในหมวด 4 หมายเหตุทางเทคนิค ประกอบ

“อากาศยาน” (“Aircraft”) (1 7 9) หมายถึง ยานอากาศที่มีปีกตายตัว ปีกขยับ ปีกหมุน (เฮลิคอปเตอร์) แกนใบพัดหมุนเอียง หรือ ปีกหมุนเอียง (Tilt-wing)

หมายเหตุ โปรดดู “อากาศยานพลเรือน” (“Civil Aircraft”) ประกอบ

“การวัดที่เป็นไปได้ทั้งหมด” (“All Compensations Available”) (2) หมายถึง การใช้วิธีการวัดที่เป็นไปได้ทั้งหมดเพื่อให้ผู้ผลิตวัดค่าความคลาดเคลื่อนในการกำหนดตำแหน่งให้ได้ค่าต่ำสุด สำหรับเครื่องมือกลแบบทั้งระบบ หรือแบบตามแนวคิดที่ทำการวัด

“จัดสรรโดยสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ” (“Allocated by the ITU”) (3 5) หมายถึง การจัดสรรแถบคลื่นความถี่ตามข้อบังคับว่าด้วยความถี่วิทยุของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (International Telecommunication Union: ITU) สำหรับบริการหลักและบริการรองที่ได้รับการอนุญาต ในฉบับพิมพ์ล่าสุด

หมายเหตุ ไม่รวมถึงการจัดสรรเพิ่มเติมและการจัดสรรเมื่อ

“ค่าความคลาดเคลื่อนแบบสุ่มเชิงมุม” (“Angle Random Walk”) (7) หมายถึง ค่าความผิดพลาดเชิงมุมที่เกิดขึ้นกับเวลาเนื่องจากเสียงรบกวน (White Noise) ในอัตราเชิงมุม (มาตรฐานสถาบันวิชาชีพวิศวกรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ [Institute of Electrical and Electronic Engineers: IEEE] IEEE 528-2001)

“ค่าความเบี่ยงเบนของพิกัดเชิงมุม” (“Angular Position Deviation”) (2) หมายถึง ค่าความแตกต่างที่มากที่สุดระหว่างตำแหน่งเชิงมุมกับตำแหน่งจริง โดยการวัดตำแหน่งเชิงมุมอย่างแม่นยำมาก ภายหลังจากชิ้นงานที่ยึดจับไว้กับโต๊ะ เคลื่อนที่ออกจากตำแหน่งเริ่มต้น (อ้างอิง VDI/VDE 2617 ฉบับร่างเรื่อง ‘โต๊ะโรตารีบนเครื่องวัดพิกัด’ [‘Rotary Tables on Coordinate Measuring Machines’])

“APP” (4) เป็นคำย่อของ “Adjusted Peak Performance”

“อัลกอริทึมแบบอสมมาตร” (“Asymmetric Algorithm”) (5) หมายถึง อัลกอริทึม (Algorithm) ในการเข้ารหัสที่ใช้กุญแจเชิงคณิตศาสตร์คนละชุดในการเข้ารหัสและในการถอดรหัส

หมายเหตุ ปกติแล้วมักใช้ “อัลกอริทึมแบบอสมมาตร” (“Asymmetric Algorithms”) ในการจัดการกับกุญแจเข้ารหัสและถอดรหัส

“การติดตามเป้าหมายแบบอัตโนมัติ” (“Automatic Target Tracking”) (6) หมายถึง เทคนิคในการประมวลผลซึ่งทำงานโดยอัตโนมัติและให้ผลลัพธ์เป็นค่าพิกัดของตำแหน่งที่ตั้งของเป้าหมายที่เป็นไปได้มากที่สุดในแบบเรียลไทม์ (Real Time)

“ค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ย” (“Average Output Power”) (6) หมายถึง พลังงานเอาต์พุตทั้งหมดของ “เลเซอร์” (Total “Laser” Output Energy) ในหน่วยจุลจาวาด้วย “ช่วงเวลาเลเซอร์” (“Laser Duration”) ในหน่วยวินาที

“ค่าหน่วงเวลาในการแพร่สัญญาณของเกตพื้นฐาน” (“Basic Gate Propagation Delay Time”) (3) หมายถึง ค่าเวลาหน่วงในการแพร่สัญญาณ (Propagation Delay Time Value) ที่สัมพันธ์กับเกตพื้นฐานที่ใช้ใน “แผงวงจรรวมแบบโมโนลิทิก” (“Monolithic Integrated Circuit”) ส่วนในกรณีของ ‘ตระกูล’ (‘Family’) ของ “แผงวงจรรวมแบบโมโนลิทิก” (“Monolithic Integrated Circuits”) ค่าดังกล่าวนี้อาจระบุเป็นเวลาหน่วงในการแพร่สัญญาณต่อเกตชนิดธรรมดาภายใน ‘ตระกูล’ (‘Family’) ใด หรือเป็นเวลาหน่วงในการแพร่สัญญาณแบบทั่วไปต่อเกตภายใน ‘ตระกูล’ (‘Family’) ใดก็ได้

หมายเหตุ 1 ต้องไม่สับสนระหว่าง “ค่าหน่วงเวลาในการแพร่สัญญาณของเกตพื้นฐาน” (“Basic Gate Propagation Delay Time”) กับค่าหน่วงเวลาของอินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Delay Time) ของ “แผงวงจรรวมแบบโมโนลิทิก” ชนิดเชิงซ้อน (Complex “Monolithic Integrated Circuit”)

หมายเหตุ 2 ‘ตระกูล’ (‘Family’) ประกอบด้วย แผงวงจรรวมทั้งหมดซึ่งมีทุกรายการด้านล่างเหมือนกันในการผลิตและข้อกำหนดในการผลิต ยกเว้นมีฟังก์ชันไม่เหมือนกัน

- มีสถาปัตยกรรมด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟต์แวร์ (Software) ร่วมกัน
- มีการออกแบบและเทคโนโลยีในการผลิตร่วมกัน และ
- มีคุณลักษณะพื้นฐานร่วมกัน

“การวิจัยวิทยาศาสตร์พื้นฐาน” (“Basic Scientific Research”) (GTN NTN) หมายถึง งานขั้นการทดลองหรืองานเชิงทฤษฎีเป็นหลักเพื่อค้นหาคำตอบที่เป็นหลักการพื้นฐานของปรากฏการณ์หรือข้อเท็จจริง แต่ไม่ได้ดำเนินการเป็นหลักเพื่อมุ่งหมายนำไปใช้งานใดโดยเฉพาะหรือมีวัตถุประสงค์เฉพาะ

“ไบอัส” (“Bias”) (เครื่องวัดความเร่ง [Accelerometer]) (7) หมายถึง ค่าเฉลี่ยในช่วงเวลาจำเพาะของค่าเอาต์พุตจากเครื่องวัดความเร่ง วัดตามเงื่อนไขที่กำหนดโดยไม่มีความสัมพันธ์กับค่าอินพุตจากการเร่งหรือการหมุน ซึ่ง “ไบอัส” (“Bias”) มีหน่วยเป็นจำนวนเท่าของแรงโน้มถ่วงโลก (g) หรือ เป็นหน่วยเมตรต่อวินาทียกกำลังสอง (m/s^2) (มาตรฐานสถาบันวิชาชีพวิศวกรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ [Institute of Electrical and Electronic Engineers: IEEE] IEEE 528-2001) ไมโครจี [Micro g] เท่ากับ 1×10^{-6} เท่าของแรงโน้มถ่วงโลก)

“ไบอัส” (“Bias”) (ไจโร [Gyro]) (7) หมายถึง ค่าเฉลี่ยตลอดช่วงเวลาที่กำหนดของเอาต์พุตไจโร (Gyro) ที่ถูกวัดในสภาพการทำงานที่กำหนด ซึ่งไม่มีความสัมพันธ์กับอินพุตการหมุนหรือความเร่ง โดยทั่วไป “ไบอัส” (“Bias”) จะมีหน่วยเป็นองศาต่อชั่วโมง (deg/hr) (มาตรฐานสถาบันวิชาชีพวิศวกรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ [Institute of Electrical and Electronic Engineers: IEEE] IEEE 528-2001)

“ค่าเบี่ยงเบนศูนย์” (“Camming”) (2) หมายถึง การผิดตำแหน่งเชิงมุม ในการหมุนหนึ่งรอบของแกนหมุนหลัก โดยวัดในแนวตั้งฉากกับพื้นผิวหน้างานที่หมุน ณ จุดที่อยู่บนเส้นรอบวงของพื้นผิวหน้างานที่หมุน (อ้างอิง: องค์กรมาตรฐานสากล [International Organisation for Standardisation: ISO] 230/1 1986 ย่อหน้า 5.63)

“พรีฟอร์มคาร์บอนไฟเบอร์” (“Carbon Fibre Preforms”) (1) หมายถึง การจัดเรียงเส้นใยที่ยังไม่เคลือบหรือเคลือบแล้วเพื่อขึ้นรูปเป็นโครงงานของชิ้นส่วน ก่อนที่จะนำวัสดุ “เมทริกซ์” (“Matrix”) มาใส่เพื่อขึ้นรูปเป็น “คอมโพสิต” (“Composite”)

“คาร์คิมวงกลมที่มีความน่าจะเป็นเท่ากัน” (“Circle of Equal Probability: CEP”) (7) คือ การวัดค่าความแม่นยำ หรือคาร์คิมของวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่เป้าหมาย ที่ระยะห่างที่กำหนด โดยที่ร้อยละ 50 ของกระสุนเข้ากระแทกเป้าหมาย

“เลเซอร์เคมี” (“Chemical Laser”) (6) หมายถึง “เลเซอร์” (“Laser”) ที่ซึ่งชนิดที่ถูกกระตุ้น (Excited Species) ถูกสร้างโดยพลังงานเอาต์พุตจากปฏิกิริยาเคมี

“สารเคมีผสม” (“Chemical Mixture”) (1) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ในสถานะของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส ที่ทำจากส่วนประกอบมากกว่าหรือเท่ากับ 2 อย่าง ซึ่งไม่ทำปฏิกิริยากันภายใต้สภาพการเก็บสารผสมนั้น

“ระบบควบคุมแรงต้านการหมุนแบบควบคุมการหมุนหรือระบบควบคุมทิศทางแบบควบคุมการหมุน” (“Circulation-controlled Anti-torque or Circulation-controlled Direction Control Systems”) (7) เป็นระบบที่ใช้อากาศเป่าเหนือพื้นผิวอากาศพลศาสตร์ เพื่อเพิ่มหรือควบคุมกำลังที่เกิดโดยพื้นผิวดังกล่าว

“อากาศยานพลเรือน” (“Civil Aircraft”) (1 3 4 7) หมายถึง “อากาศยาน” (“Aircraft”) ที่ระบุโดยการกำหนดอยู่ในรายการ การรับรองความทนอากาศโดยองค์การการบินพลเรือน เพื่อให้ทำการบินเชิงพลเรือนทั้งในเส้นทางภายในและภายนอกประเทศ หรือ สำหรับการใช้งานทางพลเรือนใช้งานส่วนบุคคลหรือทางด้านธุรกิจ

หมายเหตุ โปรดดู “อากาศยาน” (“Aircraft”) ประกอบ

“ผ้านการผสมผสาน” (“Commingle”) (1) หมายถึง การผสมฟิลาเมนต์ (Filament) เข้ากับฟิลาเมนต์ของเส้นใยเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic Fibres) และเส้นใยเสริมแรง (Reinforcement Fibres) เพื่อให้เกิดเส้นใยเสริมแรง “เมทริกซ์” (“Matrix”) ที่อยู่ในรูปของเส้นใยทั้งหมด

“การทำให้เล็ก” (“Comminution”) (1) หมายถึง กระบวนการลดขนาดของวัสดุให้เป็นอนุภาคโดยการบดหรือการเจียรใน

“การให้สัญญาณร่วมช่อง” (“Common Channel Signalling”) (5) คือ วิธีการในการส่งสัญญาณที่ใช้ช่องสัญญาณเดียวกันระหว่าง การแลกเปลี่ยนข่าวสาร โดยวิธีการระบุข้อความ ระบุข้อมูลการส่งสัญญาณที่สัมพันธ์กับจำนวนของวงจรหรือผู้เรียก และระบุข้อมูลอื่น เช่น ส่วนที่ใช้จัดการเครือข่าย

“คอนโทรลเลอร์เชื่อมต่อช่องทางการสื่อสาร” (“Communications Channel Controller”) (4) หมายถึง การเชื่อมต่อทางกายภาพ (Physical Interface) ซึ่งควบคุมเส้นทางการไหลของข้อมูลดิจิทัลในแบบซิงโครนัสหรืออะซิงโครนัส (Synchronous or Asynchronous Digital Information) โดยที่อุปกรณ์คอนโทรลเลอร์เป็นส่วนที่ติดตั้งเข้าไปในเครื่องคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์โทรคมนาคม เพื่อให้สามารถเข้าถึงระบบสื่อสารได้

“ระบบชดเชย” (“Compensation Systems”) (6) ประกอบด้วยเซนเซอร์สเกลาร์ปฐมภูมิ (Primary Scalar Sensor) มีเซนเซอร์ อ้างอิงมากกว่าหรือเท่ากับหนึ่งตัว (เช่น เวกเตอร์แมกนีโตมิเตอร์ [Vector Magnetometers]) ร่วมกับซอฟต์แวร์ที่ยอมให้มีการลดลง ของสัญญาณรบกวนการหมุนของวัตถุแข็งเกร็ง (Rigid Body Rotation Noise) ที่มาจากแพลตฟอร์ม (Platform)

“คอมโพสิต” (“Composite”) (1 2 6 8 9) หมายถึง “เมทริกซ์” (“Matrix”) และเฟสเพิ่มเติม ที่อยู่ในรูปอนุภาค (Particles) เส้นขน (Whiskers) เส้นใย (Fibres) หรือทั้งสามประกอบกันในเนื้อวัสดุ เพื่อวัตถุประสงค์การใช้งานแบบใดแบบหนึ่งโดยเฉพาะ

“โต๊ะหมุนขึ้นรูปคอมพาวด์” (“Compound Rotary Table”) (2) หมายถึง แท่นเครื่องที่สามารถทำให้ชิ้นงานหมุนและเอียงตามแกน สองแกนที่ไม่ขนานกัน ซึ่งสามารถหมุนปรับพิกัด (Coordinate) ไปพร้อมกันได้เพื่อให้เกิด “การควบคุมตามเส้นขอบรูป” (“Contouring Control”)

“สารประกอบ III/V” (“III/V Compounds”) (3 6) หมายถึง ผลึกเดี่ยวที่มีพหุผลึก (Polycrystalline) หรือผลึกเดี่ยวทุติยภูมิ (Binary Monocrystalline) หรือผลึกเดี่ยวซับซ้อน (Complex Monocrystalline) ประกอบด้วยธาตุของกลุ่ม IIIA และ VA ของ ตารางธาตุเมนเดเลเยฟ (Mendeleev’s Periodic Classification Table) (เช่น แกลเลียมอาร์เซไนด์ [Gallium Arsenide] แกลเลียม-อะลูมิเนียมอาร์เซไนด์ [Gallium-Aluminium Arsenide] อินเดียมฟอสไฟด์ [Indium Phosphide])

“การควบคุมตามเส้นขอบรูป” (“Contouring Control”) (2) หมายถึง การเคลื่อนของแกนมากกว่าหรือเท่ากับสองแกน ที่ถูก “ควบคุมเชิงตัวเลข” (“Numerically Controlled”) ตามคำสั่งที่ถูกระบุไว้ว่าจะเคลื่อนที่ไปตามตำแหน่งใดก็ได้ ด้วยอัตราเร็ว เท่าใด ซึ่งอัตราความเร็วในการเคลื่อนดังกล่าวแปรเปลี่ยนไปในลักษณะที่สัมพันธ์กันเพื่อให้เกิดขอบรูปชิ้นงานตามที่ต้องการ (อ้างอิง มาตรฐานขององค์การมาตรฐานสากล (International Organisation for Standardisation: ISO) ISO/DIS 2806 - 1980)

“อุณหภูมิวิกฤติ” (“Critical Temperature”) (1 3 5) (บางครั้งเรียกเป็นอุณหภูมิทรานสิชัน [Transition Temperature]) ของวัสดุ “นำไฟฟ้ายิ่งยวด” (“Superconductive”) Material ชนิดใดชนิดหนึ่งโดยเฉพาะ หมายถึง ระดับอุณหภูมิที่วัสดุสูญเสียความต้านทาน การไหลของไฟฟ้ากระแสตรงโดยสิ้นเชิง

“การกระตุ้นให้เข้ารหัสลับ” (“Cryptographic Activation”) (5) หมายถึง เทคนิคใดๆ ที่กระตุ้นหรือเพิ่มขีดความสามารถในการเข้ารหัสผ่าน กลไกรักษาความปลอดภัยที่สามารถใช้งานโดยผู้ผลิตสินค้า และข้อมูลถูกอย่างเด่นชัดกับสินค้าหรือลูกค้าซึ่งจำเป็นต้องพึ่งพา ขีดความสามารถในการเข้ารหัส (เช่น กฎเกณฑ์การรหัสโดยใช้ตัวเลขเรียงลำดับ [Serial Number-based License Key] หรือเครื่องมือ ระบุตัวตน [Authentication Instrument] ตัวอย่างเช่น ใบรับรองลายเซ็นดิจิทัล [Digitally Signed Certificate])

หมายเหตุทางเทคนิค

กลไกและเทคนิค “การกระตุ้นให้เข้ารหัสลับ” (“Cryptographic Activation”) อาจถูกนำมาใช้งานในรูปแบบของฮาร์ดแวร์ (Hardware) “ซอฟต์แวร์” (“Software”) หรือ “เทคโนโลยี” (“Technology”)

“การเข้ารหัสลับ” (“Cryptography”) (5) หมายถึง สาขาวิชาซึ่งมีหลักการ กรรมวิธีและวิธีการในการแปรเปลี่ยนข้อมูลเพื่อซ่อน ข่าวสารที่เป็นสาระสำคัญ เพื่อเป็นการป้องกันการลักลอบแก้ไข หรือป้องกันการนำไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตโดย “การเข้ารหัสลับ” (“Cryptography”) มีความหมายจำกัดเฉพาะการแปรเปลี่ยนข้อมูลด้วยการใช้ ‘ค่าพารามิเตอร์ลับ’ (“Secret Parameters”) หนึ่งหรือสองตัว (เช่น ตัวแปรคริปโต [Crypto Variables]) หรือใช้วิธีการจัดการกับกุญแจรหัสที่เกี่ยวข้อง

หมายเหตุ ‘ค่าพารามิเตอร์ลับ’ (“Secret Parameter”) คือ ค่าคงที่หรือกุญแจที่ปกปิดไม่ให้บุคคลภายนอกทราบ แต่จะแจ้ง ให้ทราบเฉพาะสมาชิกกลุ่ม

“เลเซอร์คลื่นต่อเนื่อง” (“CW Laser”) (6) หมายถึง “เลเซอร์” (“Laser”) ที่ผลิตพลังงานเอาต์พุตแบบคงที่ (Nominally Constant Output Energy) นานกว่า 0.25 วินาที

“ระบบนำร่องโดยอ้างอิงจากข้อมูล” (“Data-based Referenced Navigation: DBRN”) (7) หมายถึง ระบบที่ใช้ข้อมูลแผนที่โลกจากแหล่งต่างๆ ที่ทำไว้ก่อนหน้ามาบูรณาการเพื่อให้ข้อมูลการนำร่องที่ถูกต้องภายใต้สภาพการณ์ที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยแหล่งของข้อมูลรวมถึง แผนที่ความลึกน้ำ (Bathymetric Maps) แผนที่ดาว (Stellar Maps) แผนที่แรงดึงดูด (Gravity Maps) แผนที่แม่เหล็ก (Magnetic Maps) หรือ แผนที่พื้นผิวโลกแบบดิจิทัลแบบสามมิติ (3-D Digital Terrain Maps)

“กระจกที่สามารถเปลี่ยนรูปได้” (“Deformable Mirrors”) (6) (หรือที่เรียกว่า กระจกปรับรูปแบบปรับตัว [Adaptive Optic Mirrors]) หมายถึง กระจกสะท้อนแสงที่มี

- พื้นผิวสะท้อนแสงของเลนส์ต่อเนื่องกันเป็นชิ้นเดียว ซึ่งทำให้เปลี่ยนรูปแบบพลวัต (Dynamically Deformed) โดยการใช้แต่ละแรงบิดหรือแรงอื่นใดเพื่อชดเชยค่าเบี่ยงเบนของคลื่นแสงที่ตกกระทบกระจกสะท้อนนั้น หรือ
- ส่วนประกอบสะท้อนแสงของเลนส์หลายชิ้น ซึ่งแต่ละส่วนสามารถถูกเปลี่ยนตำแหน่งอย่างพลวัต (Dynamically Repositioned) โดยการใช้แรงบิดหรือกำลังอื่นใดเพื่อชดเชยค่าเบี่ยงเบนของคลื่นแสงที่ตกกระทบกระจกสะท้อนนั้น

“ยูเรเนียมเสื่อมสมรรถนะ” (“Depleted Uranium”) (0) หมายถึง ยูเรเนียม (Uranium) เสื่อมสมรรถนะที่มีค่าไอโซโทป 235 (Isotope 235) ต่ำกว่าที่ปรากฏในธรรมชาติ

“การพัฒนา” (“Development”) (GTN NTN All) เกี่ยวกับระยะทำงานทั้งหมดก่อนหน้าระยะเริ่มการผลิต เช่น การออกแบบ (Design) การวิจัยการออกแบบ (Design Research) การวิเคราะห์การออกแบบ (Design Analyses) การวางแผนการผลิตการออกแบบ (Design Concepts) การประกอบและการทดสอบต้นแบบ (Assembly and Testing of Prototypes) แผนการผลิตนำร่อง (Pilot Production Schemes) ข้อมูลการออกแบบ (Design Data) กระบวนการในการแปลงข้อมูลการออกแบบไปเป็นผลิตภัณฑ์ การปรับแต่งตามที่ออกแบบ (Configuration Design) การออกแบบเชิงบูรณาการ (Integration Design) ภาพร่างต้นแบบ (Layouts)

“การประสานแบบแพร่” (“Diffusion Bonding”) (1 2 9) หมายถึง การเชื่อมประสานระดับโมเลกุลในสถานะของแข็งของโลหะอย่างน้อยสองชิ้นให้กลายเป็นหนึ่งชิ้น โดยมีค่าความแข็งแรงของแนวประสานเทียบเท่าค่าความแข็งแรงของวัสดุต่ำสุด

“คอมพิวเตอร์แบบดิจิทัล” (“Digital Computer”) (4 5) หมายถึง อุปกรณ์ที่สามารถทำงานทั้งหมดตามที่ระบุด้านล่าง ในรูปของตัวแปรไม่ต่อเนื่อง (Discrete Variables) หนึ่งตัวหรือมากกว่า

- รับข้อมูล
- เก็บข้อมูลหรือคำสั่งไว้ในอุปกรณ์เก็บข้อมูลแบบตายตัวหรือแก้ไขได้ (เขียนได้)
- ประมวลผลข้อมูลโดยใช้คำสั่งที่เก็บไว้ตามลำดับ ซึ่งสามารถแก้ไขคำสั่งดังกล่าวได้ และ
- แสดงข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้

หมายเหตุ การดัดแปลงลำดับคำสั่งที่เก็บไว้ รวมไปถึงการเปลี่ยนอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแบบถาวร แต่ไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพในการเดินสายหรือการเชื่อมต่อ

“อัตราการถ่ายโอนดิจิทัล” (“Digital Transfer Rate”) (Def) หมายถึง ค่าบิตเรต (Bit Rate) ทั้งหมดของข้อมูลที่ถ่ายทอดโดยตรงผ่านสื่อชนิดใดชนิดหนึ่ง

หมายเหตุ โปรดดู “อัตราการถ่ายโอนดิจิทัลรวม” (“Total Digital Transfer Rate”) ประกอบ

“การกดด้วยแรงไฮดรอลิกโดยตรง” (“Direct-acting Hydraulic Pressing”) (2) หมายถึง กระบวนการขึ้นรูปที่ใช้พลังงานบรรจุด้วยของเหลวอัดดันที่ส่งผ่านโดยตรงกับชิ้นงาน

“อัตราการคลาดเคลื่อน” (“Drift Rate”) (เครื่องไจโร [Gyro]) (7) หมายถึง ชิ้นส่วนของไจโรเอาท์พุต (Gyro Output) ที่ทำงานโดยไม่ขึ้นอยู่กับการหมุน (Input Rotation) สามารถอธิบายได้ด้วยอัตราเชิงมุม (Angular Rate) (มาตรฐานสถาบันวิชาชีพวิศวกรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ [Institute of Electrical and Electronic Engineers: IEEE] IEEE 528-2001)

“เครื่องวิเคราะห์สัญญาณพลวัต” (“Dynamic Signal Analysers”) (3) หมายถึง “เครื่องวิเคราะห์สัญญาณ” (“Signal Analysers”) ซึ่งใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างดิจิทัล (Digital Sampling) และเทคนิคการแปรสัญญาณจากคลื่นสัญญาณรูปหนึ่ง รวมทั้งค่าแอมพลิจูด (Amplitude) และข้อมูลเฟส (Phase Information) ให้เป็นภาพแถบคลื่นสเปกตรัมแบบฟูเรียร์ (Fourier Spectrum) ที่มองเห็นได้

หมายเหตุ โปรดดู “เครื่องวิเคราะห์สัญญาณ” (“Signal Analysers”) ประกอบ

“กรัมยังผล” (“Effective Gramme”) (0 1) ของ “วัสดุฟิสไซล์พิเศษ” (“Special Fissile Material”) หมายถึง

- สำหรับไอโซโทปของพลูโทเนียม (Plutonium Isotopes) และยูเรเนียม-233 (Uranium-233) น้ำหนักของไอโซโทปมีหน่วยเป็นกรัม
- สำหรับยูเรเนียมที่ถูกเสริมสมรรถนะ (Uranium Enriched) ร้อยละ 1 หรือมากกว่าในไอโซโทปยูเรเนียม-235 (Isotope Uranium-235) น้ำหนักธาตุมีหน่วยเป็นกรัม คูณด้วยกำลังที่สองของส่วนที่เสริมสมรรถนะ แสดงค่าเป็นทศนิยมของสัดส่วนน้ำหนัก
- สำหรับยูเรเนียมที่ถูกเสริมสมรรถนะ (Uranium Enriched) ต่ำกว่าร้อยละ 1 ในไอโซโทปยูเรเนียม-235 (Isotope Uranium-235) น้ำหนักธาตุมีหน่วยเป็นกรัม คูณด้วย 0.0001

“ชุดประกอบอิเล็กทรอนิกส์” (“Electronic Assembly”) (2 3 4 5) หมายถึง ส่วนประกอบทางอิเล็กทรอนิกส์หลายประเภท (ได้แก่ ‘ส่วนประกอบวงจร’ [‘Circuit Elements’] ‘ส่วนประกอบแบบแยกชิ้น’ [‘Discrete Components’] แผงวงจรรวม [Integrated Circuits] เป็นต้น) ที่นำมาเชื่อมต่อกันเพื่อให้ทำงานฟังก์ชันหนึ่งหรือหลายฟังก์ชันโดยเฉพาะ สามารถถอดเปลี่ยนได้ทั้งชุด และตามปกติแล้วสามารถแยกส่วนประกอบได้

หมายเหตุ 1 ‘ส่วนประกอบวงจร’ (‘Circuit Element’) เป็นส่วนของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำงานฟังก์ชันเดียวแบบแอ็กทีฟหรือพาสซีฟ เช่น ไดโอด (Diode) หนึ่งตัว ทรานซิสเตอร์ (Transistor) หนึ่งตัว รีซิสเตอร์ (Resistor) หนึ่งตัว คาปาซิเตอร์ (Capacitor) หนึ่งตัว เป็นต้น

หมายเหตุ 2 ‘ส่วนประกอบแบบแยกชิ้น’ (‘Discrete Component’) คือ ‘ส่วนประกอบวงจร’ (‘Circuit Element’) ที่จัดทำขึ้นแยกต่างหาก โดยมีส่วนเชื่อมต่อกับภายนอกของตัวเอง

“สายอากาศแฉกลำดับปรับเฟสที่มีการกวาดแบบอิเล็กทรอนิกส์” (“Electronically Steerable Phased Array Antenna”) (5 6) หมายถึง เสาอากาศซึ่งกำเนิดลำสัญญาณโดยวิธีการเฟสคัปปลิง (Phase Coupling) ซึ่งทิศทางของลำสัญญาณถูกควบคุมโดยวิธีสัมประสิทธิ์การกระตุ้นเชิงซ้อน (Complex Excitation Coefficients) ขององค์ประกอบที่กระจายรังสี และทิศทางของลำสัญญาณอาจแตกต่างกันทั้งในแอซิมัท (Azimuth) หรือในระดับความสูง หรือทั้งคู่ โดยการใช้งานทั้งในด้านการส่งและการรับสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์

“วัสดุทรงพลัง” (“Energetic Materials”) (1) หมายถึง สสารหรือส่วนผสมที่ทำปฏิกิริยาทางเคมีและปลดปล่อยพลังงานออกมาตามความต้องการของการใช้งาน “วัตถุระเบิด” (“Explosives”) “ไพโรเทคนิค” (“Pyrotechnics”) และ “สารขับเคลื่อน” (“Propellants”) จัดอยู่ในกลุ่มย่อยของวัสดุทรงพลัง

“มือกล” (“End-effectors”) (2) หมายถึง ส่วนมือจับ (Grippers) ซึ่งเป็น ‘ส่วนเครื่องมือชนิดแอ็กทีฟ’ (‘Active Tooling Units’) และเครื่องกลชนิดอื่นใดซึ่งถูกติดตั้งที่ส่วนปลายของแขนกล “หุ่นยนต์” (“Robot”)

หมายเหตุ ‘ส่วนเครื่องมือชนิดแอ็กทีฟ’ (‘Active Tooling Unit’) หมายถึง อุปกรณ์สำหรับใช้กำลังเคลื่อนที่ แปลงพลังงาน หรือการตรวจวัดไปที่ชิ้นงาน

“ค่าความหนาแน่นสมมูล” (“Equivalent Density”) (6) หมายถึง มวลของชิ้นเลนส์ต่อหน่วยพื้นที่ออปติคัล (Optical) ที่ฉายแสงลงบนพื้นผิวของออปติคัล

“ระบบผู้เชี่ยวชาญ” (“Expert Systems”) (7) หมายถึง ระบบที่สามารถให้ผลลัพธ์ได้โดยการใช้กฎเกณฑ์ต่อข้อมูลซึ่งถูกเก็บไว้โดยอิสระจาก “โปรแกรม” (“Programme”) และมีความสามารถอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- ทำการดัดแปลง “รหัสต้นฉบับ” (“Source Code”) ที่ผู้ใช้กำหนดโดยอัตโนมัติ
- ให้ความรู้โดยเชื่อมโยงกับคลาสหนึ่งของปัญหาในรูปกึ่งภาษาธรรมชาติ (Quasi-natural Language) หรือ
- หาความรู้ที่ต้องการเพื่อการพัฒนาตัวเอง (ฝึกอบรมเชิงสัญลักษณ์)

“วัตถุระเบิด” (“Explosives”) (1) หมายถึง สสารหรือส่วนผสมของสสารที่อยู่ในสถานะของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส ซึ่งสามารถนำไปใช้งานขั้นพื้นฐานเป็นบูสเตอร์ (Booster) หรือเป็นประจุหลัก ในหัวรบขีปนาวุธ (Warheads) การทำลาย (Demolition) และการใช้งานอื่นๆ ที่ต้องการการจุดระเบิด (Detonate)

“ระบบควบคุมเครื่องยนต์ทั้งหมดด้วยระบบดิจิทัล” (“Full Authority Digital Engine Control Systems: FADEC Systems”) (7 9) หมายถึง ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ชนิดดิจิทัลสำหรับเครื่องยนต์ใบพัดแบบแก๊ส ซึ่งสามารถควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์ตลอดช่วงการใช้งานตั้งแต่การสตาร์ทเครื่องยนต์ถึงการดับเครื่องยนต์ ทั้งในสภาวะปกติและขัดข้อง

“ความทนทานต่อความผิดพลาด” (“Fault Tolerance”) (4) คือ สมรรถนะของระบบคอมพิวเตอร์ ที่ยังสามารถทำงานต่อไปได้โดยไม่ต้องมีมนุษย์เข้าไปเกี่ยวข้อง เมื่อส่วนประกอบใดด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware) หรือ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) เกิดความเสียหายขึ้น โดยมีระดับของบริการตามที่กำหนดได้แก่ ความต่อเนื่องในการทำงาน ความถูกต้องของข้อมูล และกู้คืนสภาพบริการภายในเวลาที่กำหนดให้

“วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์” (“Fibrous or Filamentary Materials”) (0 1 8) รวมถึง

- “โมโนฟิลาเมนต์” (“Monofilaments”) ชนิดต่อเนื่อง
- “ด้าย” (“Yarns”) และ “สายใย” (“Rovings”) ชนิดต่อเนื่อง
- “เทป” (“Tapes”) สิ่งทอ (Fabrics) ผืนเสื่อ (Random Mats) และ เส้นถัก (Braids)
- เส้นใยท่อนสั้น (Chopped Fibres) เส้นใยเป็นชั้น (Staple Fibres) และแผ่นเส้นใยถักแน่น (Coherent Fibre Blankets)
- เส้นขน (Whiskers) ทุกความยาวทั้งแบบผลึกเดี่ยว หรือพหุผลึกใน
- เยื่ออะโรแมติกพอลิอะไมด์ (Aromatic Polyamide)

“แผงวงจรรวมแบบฟิล์ม” (“Film Type Integrated Circuit”) (3) หมายถึง แถวลำดับ (Array) ของ ‘ส่วนประกอบวงจร’ (“Circuit Elements”) และ ชั้นโลหะที่มีการเชื่อมต่อ (Metallic Interconnections) โดยการเคลือบแบบฟิล์มหนาหรือฟิล์มบางลงบน “ซับสเตรต” (“Substrate”) ที่เป็นฉนวน

หมายเหตุ ‘ส่วนประกอบวงจร’ (“Circuit Element”) คือ ส่วนของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำงานแบบแอ็กทีฟ (Active) หรือพาสซีฟ (Passive) เพียงอย่างเดียว เช่น ไดโอด (Diode) หนึ่งตัว ทรานซิสเตอร์ (Transistor) หนึ่งตัว รีซิสเตอร์ (Resistor) หนึ่งตัว คาปาซิเตอร์ (Capacitor) หนึ่งตัว เป็นต้น

“ฟิกซ์” (“Fixed”) (5) หมายถึง อัลกอริทึม (Algorithm) ในการเขียนโค้ดหรือการบีบอัดข้อมูลที่ไม่สามารถรับค่าตัวแปรอื่นจากภายนอก (คือ ตัวแปรการเข้ารหัสหรือตัวแปรถูกผูก) และไม่สามารถแก้ไขเปลี่ยนแปลงโดยผู้ใช้งาน

“แผงเซนเซอร์แสงสำหรับควบคุมการบิน” (“Flight Control Optical Sensor Array”) (7) คือ เครือข่ายของเครื่องเซนเซอร์ออปติคแบบกระจาย ที่ใช้ลำแสง “เลเซอร์” (“Laser” Beams) เพื่อให้ข้อมูลควบคุมการบินแบบเรียลไทม์ (Real Time Flight Control Data) สำหรับการประมวลผลบนเครื่อง

“การทำเส้นทางการบินที่เหมาะสมที่สุด” (“Flight Path Optimisation”) (7) คือ วิธีดำเนินการที่ลดการเบนออกจากแนวการบินที่ต้องการในแบบสปีด (ตำแหน่งและเวลา) โดยถือเอาการเพิ่มสมรรถนะและประสิทธิภาพสำหรับการปฏิบัติภารกิจเป็นหลัก

“แผงระนาบโฟกัส” (“Focal Plane Array”) (6 8) หมายถึง อุปกรณ์ที่นำตัวตรวจจับสัญญาณแต่ละตัวมาเรียงกันเป็นแผงระนาบเชิงเส้น หรือเป็นแผงระนาบสองมิติ หรือผสมกัน โดยอาจมีส่วนแสดงผลเชิงอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งทำงานในระนาบโฟกัส หรือไม่ก็ได้

หมายเหตุ นิยามนี้ไม่ประสงค์ที่จะรวมการเรียงซ้อนของส่วนประกอบของอุปกรณ์ตรวจจับเชิงเดี่ยวหรือตัวตรวจหาที่มีองค์ประกอบ 2 3 หรือ 4 องค์ประกอบ ที่ให้ค่าหน่วยเวลา และทั้งหมดไม่ได้มีการรวมกันภายในส่วนประกอบนั้นๆ

“ค่าแบนด์วิดท์ส่วนย่อย” (“Fractional Bandwidth”) (3 5) หมายถึง “ค่าอินสแตนท์แบนด์วิดท์” (“Instantaneous Bandwidth”) ทหารด้วยค่าความถี่กลาง (Centre Frequency) แสดงค่าเป็นร้อยละ

“การกระโดดความถี่” (“Frequency Hopping”) (5) หมายถึง รูปแบบ “การแผ่สเปกตรัม” (“Spread Spectrum”) ซึ่งช่วยในการส่งผ่านความถี่ของช่องการสื่อสารเดียวที่เพิ่มขึ้นเพื่อเปลี่ยนลำดับแบบสุ่ม (Random) หรือสุ่มเทียม (Pseudo-random) ของขั้นตอนแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Steps)

“เวลาในการสลับความถี่” (“Frequency Switching Time”) (3 5) หมายถึง เวลา (คือ เวลาคงที่) ที่ถูกใช้โดยสัญญาณในขณะที่เปลี่ยนจากความถี่เอาต์พุตเริ่มต้นไปสู่ความถี่เอาต์พุตสุดท้าย หรืออยู่ในช่วงร้อยละ ± 0.05 โดยอุปกรณ์ที่มีช่วงความถี่น้อยกว่าร้อยละ ± 0.05 ของความถี่กลาง จะถือว่าไม่มีความสามารถในการสลับความถี่

“เครื่องสังเคราะห์ความถี่” (“Frequency Synthesiser”) (3) หมายถึง ชนิดของแหล่งกำเนิดความถี่โดยไม่คำนึงถึงเทคนิคที่ใช้โดยแท้จริง ซึ่งสามารถให้ความถี่เอาต์พุตหลายความถี่พร้อมกันหรือสลับกันได้ จากหนึ่งเอาต์พุตหรือมากกว่าโดยถูกควบคุม ถูกสร้าง หรือถูกกำหนดโดยความถี่มาตรฐาน (หรือความถี่หลัก) ที่มีจำนวนน้อยกว่า

“เซลล์เชื้อเพลิง” (“Fuel Cell”) (8) คือ อุปกรณ์เคมีไฟฟ้า ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current: DC) โดยใช้เชื้อเพลิงจากแหล่งภายนอก

“สามารถหลอมได้” (“Fusible”) (1) หมายถึง ความสามารถในการทำให้เกิดการเชื่อมต่อระหว่างโมเลกุลแบบร่างแห (Cross-linked) หรือการเชื่อมต่อโมเลกุลให้ยาวขึ้น (Polymerised Further) (บ่ม [Cured]) โดยการใช้ความร้อน การแผ่รังสี ตัวเร่งปฏิกิริยา และอื่นๆ หรือ สามารถทำให้หลอมโดยปราศจากการสลายตัว (การเป็นถ่าน [Charring])

“การทำละอองแบบแก๊ส” (“Gas Atomisation”) (1) หมายถึง กระบวนการที่ใช้ลดขนาดของโลหะผสม (Metal Alloy) หลอมเหลวให้เป็นละอองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 500 ไมโครเมตรหรือเล็กกว่า โดยใช้แก๊สแรงดันสูง

“กระจายตัวทางภูมิศาสตร์” (“Geographically Dispersed”) (6) คือ ในกรณีที่จุดแต่ละจุดที่ตั้งอยู่ห่างจากจุดอื่นมากกว่า 1,500 เมตรในทุกทิศทาง ในกรณีเซนเซอร์แบบเคลื่อนที่ (Mobile Sensors) ถือว่าเป็น “กระจายตัวในทางภูมิศาสตร์” (“Geographically Dispersed”) เสมอ

“ชุดอุปกรณ์นำทาง” (“Guidance Set”) (7) หมายถึง ระบบที่บูรณาการกระบวนการของการวัดและการคำนวณพิกัดและความเร่งของยาน (คือ การนำร่อง) ซึ่งมีการคำนวณและการส่งคำสั่งไปยังระบบควบคุมการบินของยานเพื่อแก้ไขวิถีการบิน

“การอัดแน่นคงที่แบบร้อน” (“Hot Isostatic Densification”) (2) หมายถึง กระบวนการใช้แรงดันบนชิ้นงานหล่อที่อุณหภูมิสูงกว่า 375 เคลวิน (102 องศาเซลเซียส) ในภาชนะปิด โดยใช้ตัวกลางแบบต่างๆ (แก๊ส ของเหลว อนุภาคของแข็ง เป็นต้น) เพื่อสร้างแรงดันที่มีค่าเท่ากันทุกทิศทาง เพื่อลดหรือกำจัดโพรงภายในชิ้นงานหล่อ

“แผงวงจรรวมแบบไฮบริด” (“Hybrid Integrated Circuit”) (3) หมายถึง แผงวงจรรวมที่ประกอบกันขึ้นมาในรูปใดก็ตาม หรือ แผงวงจรรวม (Integrated Circuit) ที่มี ‘ส่วนประกอบวงจร’ (“Circuit Elements”) หรือ ‘ส่วนประกอบแบบแยกชิ้น’ (“Discrete Components”) ที่เชื่อมต่อกันเพื่อทำงานในฟังก์ชันเฉพาะใดๆ และที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

- ประกอบด้วยชิ้นงานที่ยังไม่ได้บรรจุในตัวถังอย่างน้อยที่สุดหนึ่งชิ้น
- เชื่อมต่อเข้าด้วยกันโดยการใช้วิธีการในการผลิตแผงวงจรรวม (Integrated Circuit: IC) ปกติ
- สามารถถอดเปลี่ยนได้ทั้งชุด และ
- โดยทั่วไปไม่สามารถแยกส่วนได้

หมายเหตุ 1 ‘ส่วนประกอบวงจร’ (“Circuit Element”) เป็นส่วนของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำงานฟังก์ชันเดียวแบบแอ็กทีฟ (Active) หรือพาสซีฟ (Passive) เช่น ไดโอด (Diode) หนึ่งตัว ทรานซิสเตอร์ (Transistor) หนึ่งตัว รีซิสเตอร์ (Resistor) หนึ่งตัว คาปาซิเตอร์ (Capacitor) หนึ่งตัว เป็นต้น

หมายเหตุ 2 ‘ส่วนประกอบแบบแยกชิ้น’ (“Discrete Component”) คือ ‘ส่วนประกอบวงจร’ (“Circuit Element”) ที่จัดทำขึ้นแยกต่างหาก โดยมีส่วนเชื่อมต่อกับภายนอกของตัวเอง

“การปรับปรุงภาพ” (“Image Enhancement”) (4) หมายถึง การประมวลผลของภาพที่มีข้อมูลที่รับมาจากภายนอก โดยใช้ อัลกอริทึม (Algorithms) ต่างๆ เช่น การบีบอัดตัวแปรเวลา (Time Compression) การกรอง (Filtering) การสกัด (Extraction) การคัดสรร (Selection) สหสัมพันธ์ (Correlation) การคอนโวลูชัน (Convolution) หรือการทรานส์ฟอร์ม (Transformations) ระหว่างโดเมน ได้แก่ การแปลงฟูเรียร์แบบเร็ว [Fast Fourier Transform] หรือวอลซ์ทรานส์ฟอร์ม [Walsh Transform]) โดยที่ไม่รวมถึงอัลกอริทึมที่ใช้การแปลงค่าเฉพาะในเชิงระนาบหรือเชิงมุมของรูปภาพเดียว เช่น การแปล การแยกคุณลักษณะ การลงทะเบียน หรือการใช้สถิติพลาด

“อิมมูโนท็อกซิน” (“Immunotoxin”) (1) คือ การจับคู่ (Conjugate) ของเซลล์หนึ่งที่มีแอนติบอดีชนิดโมโนโคลนจำเพาะ (Cell Specific Monoclonal Antibody) กับ “สารพิษ” (“Toxin”) หรือ “หน่วยย่อยของสารพิษ” (“Sub-unit of Toxin”) ซึ่งส่งผลบางประการต่อเซลล์ที่ติดเชื้อโรค

“ตกเป็นสมบัติของสาธารณะ” (“In the Public Domain”) (GTN NTN GSN) ตามที่ใช้ในที่นี้ให้หมายถึง “เทคโนโลยี” (“Technology”) หรือ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ซึ่งได้รับการเปิดเผย โดยปราศจากการจำกัดในการเผยแพร่ต่อไป (ข้อจำกัดด้านลิขสิทธิ์ไม่ได้ทำให้ “เทคโนโลยี” [“Technology”] หรือ “ซอฟต์แวร์” [“Software”] พ้นไปจากการ “ตกเป็นสมบัติของสาธารณะ” [“In the Public Domain”])

“การรักษาความปลอดภัยข้อมูล” (“Information Security”) (4 5) คือ วิธีการและฟังก์ชันทุกอย่างที่รับรองการเข้าถึงข้อมูล การรักษาความลับ ความถูกต้องของข้อมูล หรือการสื่อสาร แต่ยกเว้นวิธีการและฟังก์ชันที่มีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันความเสียหายของระบบ การรักษาความปลอดภัยข้อมูลรวมถึง “การเข้ารหัสลับ” (“Cryptography”) “การกระตุ้นให้เข้ารหัสลับ” (“Cryptographic Activation”) “การวิเคราะห์รหัสลับ” (“Cryptanalysis”) การป้องกันจากการกระจายสัญญาณของคอมพิวเตอร์ (Compromising Emanations) และการรักษาความปลอดภัยของคอมพิวเตอร์

หมายเหตุ ‘การวิเคราะห์รหัสลับ’ (“Cryptanalysis”) คือ ระบบการเข้ารหัสลับ (Cryptographic System) หรือข้อมูลนำเข้าและข้อมูลผลลัพธ์ เพื่อให้ได้ค่าตัวแปรที่เป็นความลับ หรือข้อมูลลับ รวมทั้งข้อความที่ถอดรหัสแล้ว

“ค่าอินสแตนท์แบนด์วิดท์” (“Instantaneous Bandwidth”) (3 5 7) หมายถึง ช่วงคลื่น (แบนด์วิดท์ [Bandwidth]) ที่กำลังส่งค่าคงที่ภายใน 3 เดซิเบล โดยไม่ปรับค่าพารามิเตอร์อื่นๆ

“พิสัยทำการของเครื่องมือ” (“Instrumented Range”) (6) หมายถึง พิสัยทำการของเรดาร์ตามที่ระบุ ซึ่งแสดงผลโดยไม่มีข้อสงสัย

“ฉนวน” (“Insulation”) (9) ใช้กับส่วนประกอบของเครื่องยนต์จรวด ได้แก่ ส่วนเครื่องยนต์ ท่อขับเคลื่อน ท่อนำอากาศเข้า ส่วนปิดเครื่องยนต์จรวด รวมถึงแผ่นยางผสมบ่มแล้ว (Cured) หรือกึ่งบ่ม (Semi-cured) ซึ่งประกอบด้วยวัสดุฉนวนหรือวัสดุกันไฟ โดยที่อาจจะถูกผสมเป็นส่วนฐานหรือส่วนปีกเพื่อลดแรงดัน

“การกรุผนังด้านใน” (“Interior Lining”) (9) เหมาะสำหรับการใช้ในผิวประสานระหว่างเชื้อเพลิงแข็งของจรวดกับเครื่องยนต์จรวดหรือฉนวนเคลือบผนัง โดยปกติเป็นวัสดุที่ทำจากพอลิเมอร์เหลวที่ผสมด้วยวัสดุทนไฟหรือวัสดุฉนวน เช่น สารไฮดรอกซิลเทอร์มินเต็ดพอลิบิวทาไดน (Hydroxyl Terminated Polybutadiene: HTPB) เติมนด้วยคาร์บอน หรือวัสดุพอลิเมอร์อินโดที่เจือสารบ่ม แล้วพ่นฉีดหรือฉาบบนผนังภายในของเครื่องยนต์จรวด

“มาตรวัดเกรเดียนต์แม่เหล็กแบบอินทรินสิก” (“Intrinsic Magnetic Gradiometer”) (6) คือ อุปกรณ์ตรวจวัดความเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้คือการวัดค่าสนามพลังแม่เหล็ก

หมายเหตุ โปรดดู “มาตรวัดเกรเดียนต์แม่เหล็ก” (“Magnetic Gradiometer”) ประกอบ

“การแยกเพาะเชื้อ” (“Isolated Live Cultures”) (1) รวมถึง เซลล์เพาะเลี้ยงที่ยังมีชีวิตอยู่ แต่อยู่ในรูปที่หยุดการเจริญเติบโตชั่วคราว และในรูปทำให้แห้ง

“เครื่องกดแบบแรงดันเท่ากันทุกทิศทาง” (“Isostatic Presses”) (2) หมายถึง อุปกรณ์ที่สามารถให้แรงดันในภาชนะปิด โดยใช้ตัวกลางแบบต่างๆ (แก๊ส ของเหลว อนุภาคของแข็ง เป็นต้น) เพื่อสร้างแรงดันเท่ากันทุกทิศทางต่อชิ้นงานหรือชิ้นวัสดุที่อยู่ภายในภาชนะนั้น

“เลเซอร์” (“Laser”) (0 2 3 5 6 7 8 9) คือ ชิ้นส่วนที่นำมาประกอบกันเพื่อสร้างลำแสงเข้มข้น ในลักษณะเชิงพื้นที่ (Spatial) และชั่วคราว (Temporal) ซึ่งเกิดจากการขยายกำลังโดยการกระตุ้นการปล่อยรังสี

หมายเหตุ โปรดดู

“เลเซอร์เคมี” (“Chemical Laser”)

“เลเซอร์กำลังงานสูงมาก” (“Super High Power Laser”)

“เลเซอร์ถ่ายโอน” (“Transfer Laser”)

“ช่วงเวลาเลเซอร์” (“Laser Duration”) (def) หมายถึง ช่วงเวลาที่ “เลเซอร์” (“Laser”) แผ่รังสี “เลเซอร์” (“Laser”) โดย “เลเซอร์แบบพัลส์” (“Pulsed Lasers”) จะมีความสัมพันธ์กับเวลาที่พัลส์เดี่ยวหรือพัลส์อนุกรมแบบต่อเนื่องถูกปล่อยออกมา

“อากาศยานเบากว่าอากาศ” (“Lighter-than-air Vehicles”) (9) หมายถึง บัลลูน (Balloons) และอากาศยานที่ใช้หลักอากาศร้อนหรือใช้แก๊สที่เบากว่าอากาศ เช่น ฮีเลียม (Helium) หรือไฮโดรเจน (Hydrogen) ในการยกตัว

“ความเป็นเชิงเส้น” (“Linearity”) (2) (โดยมากมักวัดในแง่ของความไม่เป็นเชิงเส้น [Non-linearity]) หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนสูงสุด (Maximum Deviation) ของคุณลักษณะที่แท้จริง (ค่าเฉลี่ยของค่าเกินเกณฑ์และค่าต่ำกว่าเกณฑ์) เป็นค่าบวกหรือค่าลบ ออกจากเส้นตรงที่มีตำแหน่งสมดุล และลดค่าความเบี่ยงเบนสูงสุด

“ข่ายงานบริเวณเฉพาะที่” (“Local Area Network”) (4 5) คือ ระบบการสื่อสารข้อมูลที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

- ทำให้ ‘อุปกรณ์เกี่ยวกับข้อมูล’ (‘Data Devices’) ที่อยู่คนละแห่ง สามารถสื่อสารกันโดยตรงกับอุปกรณ์ตัวอื่น และ
- ทำงานเฉพาะในขอบเขตพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ขนาดเล็ก (เช่น อาคารสำนักงาน โรงงาน วิทยาลัย โรงเรียนสินค้า)

หมายเหตุ ‘อุปกรณ์เกี่ยวกับข้อมูล’ (‘Data Device’) หมายถึง อุปกรณ์ที่สามารถรับหรือส่งข้อมูลดิจิทัลเป็นลำดับ

“มาตรวัดเกรเดียนต์แม่เหล็ก” (“Magnetic Gradiometers”) (6) คือ อุปกรณ์ที่ออกแบบสำหรับตรวจวัดความแปรปรวนที่เกิดขึ้นของสนามแม่เหล็กจากแหล่งภายนอกของเครื่องมือวัด โดยที่อุปกรณ์ดังกล่าวประกอบด้วย “แมกนีโตมิเตอร์” (“Magnetometers”) หลายตัวและวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้คือผลการวัดค่าสนามแม่เหล็ก

หมายเหตุ โปรดดู “มาตรวัดเกรเดียนต์แม่เหล็กแบบอินทรินสิค” (“Intrinsic Magnetic Gradiometer”) ประกอบ

“แมกนีโตมิเตอร์” (“Magnetometers”) (6) คือ อุปกรณ์ที่ออกแบบเพื่อใช้ตรวจวัดสนามแม่เหล็กจากแหล่งกำเนิดภายนอก อุปกรณ์นั้น อุปกรณ์ดังกล่าวประกอบด้วยส่วนตรวจวัดสนามพลังแม่เหล็ก และส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อแสดงค่าสนามพลังแม่เหล็กที่วัดได้

“หน่วยเก็บข้อมูลหลัก” (“Main Storage”) (4) หมายถึง หน่วยเก็บความจำหลักซึ่งใช้เก็บข้อมูลหรือคำสั่งเพื่อให้หน่วยประมวลผลเรียกใช้ได้เร็ว ซึ่งประกอบด้วยส่วนเก็บความจำภายในของ “คอมพิวเตอร์แบบดิจิทัล” (“Digital Computer”) และส่วนต่อขยายใดๆ เช่น ส่วนเก็บความจำแบบแคช (Cache Storage) หรือส่วนเก็บความจำแบบขยายซึ่งไม่ต้องเรียกใช้ตามลำดับ (Non-sequentially Accessed Extended Storage)

“วัสดุต้านทานต่อการกัดกร่อนของยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์” (“Materials Resistant to Corrosion by UF₆”) (0) อาจเป็น ทองแดง เหล็กกล้าไร้สนิม อะลูมิเนียม อะลูมิเนียมออกไซด์ (Aluminium Oxide) โลหะผสมอะลูมิเนียม (Aluminium Alloys) นิกเกิล (Nickel) หรือโลหะผสม (Alloy) ที่ประกอบด้วยนิกเกิลร้อยละ 60 หรือมากกว่าโดยน้ำหนัก และวัสดุพอลิเมอร์ชนิดไฮโดรคาร์บอนฟลูออรีเนต (Fluorinated Hydrocarbon Polymers) ที่ต้านทานต่อยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์ (UF₆) ซึ่งสอดคล้องสำหรับชนิดของกระบวนการคัดแยก (Separation Process)

“เมทริกซ์” (“Matrix”) (1 2 8 9) หมายถึง เฟสต่อเนื่องเป็นหลักที่เติมช่องว่างระหว่างอนุภาค เส้นขน (Whiskers) หรือเส้นใย

“ค่าความไม่แน่นอนของการวัด” (“Measurement Uncertainty”) (2) เป็นค่าของเอาต์พุตที่วัดได้ ซึ่งอยู่ในช่วงของค่าที่ต้องการวัด ที่ถูกต้อง โดยมีระดับความเชื่อมั่นเท่ากับร้อยละ 95 ทั้งนี้ รวมถึงค่าความเบี่ยงเบนเชิงระบบที่ยังไม่ได้แก้ไข (Uncorrected Systematic Deviations) ค่าระยะคลอนที่ยังไม่ได้แก้ไข (Uncorrected Backlash) และค่าความเบี่ยงเบนเชิงสุ่ม (Random Deviations) (อ้างอิงมาตรฐานขององค์การมาตรฐานสากล [International Organisation for Standardisation: ISO] ISO 10360-2 หรือ VDI/VDE 2617)

“การเติมธาตุผสมทางกล” (“Mechanical Alloying”) (1) หมายถึง กระบวนการผสมธาตุซึ่งเป็นผลจากการประสาน (Bonding) การแตกหัก (Fracturing) และการประสานซ้ำ (Rebonding) ของผงโลหะผสมหลักโดยการกระแทกเชิงกล (Mechanical Impact) ทั้งนี้ อนุภาคโลหะอาจจะถูกรวมเข้าไปในโลหะผสม (Alloy) โดยการเติมผงชนิดที่เหมาะสม

“การสกัดด้วยการหลอมละลาย” (“Melt Extraction”) (1) หมายถึง กระบวนการที่ใช้สกัดแบบ ‘แข็งตัวอย่างยิ่งยวด’ (“Solidify Rapidly”) เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์โลหะผสมคล้ายแถบยาว (Ribbon-like Alloy) โดยการสอดส่วนสั้นของบล็อกเย็นแบบหมุน (Rotating Chilled Block) ไปในอ่างของโลหะผสมหลอมละลาย (Molten Metal Alloy)

หมายเหตุ ‘แข็งตัวอย่างยิ่งยวด’ (“Solidify Rapidly”) คือ การแข็งตัวของวัสดุหลอมเหลวที่อัตราการเย็นตัวสูงกว่า 1,000 เคลวินต่อวินาที

“การปั่นหลอม” (“Melt Spinning”) (1) หมายถึง กระบวนการที่ทำให้ลำน้ำโลหะหลอมเหลวเกิดการ ‘แข็งตัวอย่างยิ่งยวด’ (“Solidify Rapidly”) โดยให้ลำน้ำเหลวพุ่งไปปะทะกับบล็อกเย็นแบบหมุน (Rotating Chilled Block) เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบแผ่นบาง (Flake) แถบยาว (Ribbon) หรือลักษณะคล้ายแท่ง (Rod-like)

หมายเหตุ ‘แข็งตัวอย่างยิ่งยวด’ (“Solidify Rapidly”) คือ การแข็งตัวของวัสดุหลอมเหลวที่อัตราการเย็นตัวสูงกว่า 1,000 เคลวินต่อวินาที

“ไมโครคอมพิวเตอร์ไมโครเซอร์กิต” (“Microcomputer Microcircuit”) (3) หมายถึง “แผงวงจรรวมแบบโมโนลิทิก” (“Monolithic Integrated Circuit”) หรือ “แผงวงจรรวมแบบมัลติชิป” (“Multichip Integrated Circuit”) ที่ประกอบด้วยหน่วยคำนวณและตรรก (Arithmetic Logic Unit: ALU) ที่สามารถเรียกใช้คำสั่งทั่วไปจากหน่วยเก็บความจำภายในกับข้อมูลที่เก็บอยู่ในหน่วยเก็บความจำภายใน

หมายเหตุ การเก็บข้อมูลภายในอาจถูกเสริมผลการเก็บข้อมูลภายนอก

“ไมโครโพรเซสเซอร์ไมโครเซอร์กิต” (“Microprocessor Microcircuit”) (3) หมายถึง “แผงวงจรรวมแบบโมโนลิทิก” (“Monolithic Integrated Circuit”) หรือ “แผงวงจรรวมแบบมัลติชิป” (“Multichip Integrated Circuit”) ที่ประกอบด้วยหน่วยคำนวณและตรรก (Arithmetic Logic Unit: ALU) ที่สามารถทำงานตามชุดคำสั่งทั่วไปจากหน่วยเก็บความจำภายนอก

หมายเหตุ 1 ตามปกติแล้ว “ไมโครโพรเซสเซอร์ไมโครเซอร์กิต” (“Microprocessor Microcircuit”) ไม่มีหน่วยเก็บความจำที่ผู้ใช้สามารถเข้าถึงได้ แม้ว่าส่วนเก็บความจำบางส่วนอาจถูกเรียกใช้เพื่อทำงานฟังก์ชันเชิงตรรก

หมายเหตุ 2 อุปกรณ์นี้รวมถึงชิปเซต (Chip Sets) ซึ่งถูกออกแบบให้ทำงานด้วยกันเพื่อเป็นฟังก์ชันของ “ไมโครโพรเซสเซอร์ไมโครเซอร์กิต” (“Microprocessor Microcircuit”)

“จุลชีพ” (“Microorganisms”) (1 2) หมายถึง แบคทีเรียไวรัส ไมโครพลาสมา (Mycoplasmas) ริคเก็ตเซีย (Rickettsiae) คลามิเดีย (Chlamydiae) หรือเชื้อรา (Fungi) ไม่ว่าจะอยู่ในสภาพธรรมชาติถูกเสริมสภาพหรือดัดแปลงแล้วไม่ว่าอยู่ในรูปถูกเพาะเลี้ยงแยกต่างหาก หรือเป็นวัสดุที่มีเซลล์ที่ยังมีชีวิตรวมอยู่ด้วย ซึ่งถูกฉีดวัคซีนโดยเจตนา หรือเป็นการเพาะเลี้ยงที่ถูกปนเปื้อน

“ขีปนาวุธ” (“Missiles”) (1 3 6 7 9) หมายถึง ระบบจรวดที่สมบูรณ์แบบและระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle Systems) ที่สามารถบรรทุกน้ำหนักเพื่อขนส่งได้อย่างน้อย 500 กิโลกรัม ที่มีพิสัยทำการอย่างน้อย 300 กิโลเมตร

“โมโนฟิลาเมนต์” (“Monofilament”) (1) คือ เส้นใยที่มีการเพิ่มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโดยปกติจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหลายไมโครเมตร

“แผงวงจรรวมแบบโมโนลิทิก” (“Monolithic Integrated Circuit”) (3) หมายถึง การรวม ‘ส่วนประกอบวงจร’ (“Circuit Elements”) แบบพาสซีฟ (Passive) หรือแอ็กทีฟ (Active) หรือทั้งสองแบบ ซึ่ง

- ผลิตโดยกระบวนการแพร่ (Diffusion Processes) กระบวนการอิมพลานเตชัน (Implantation Processes) หรือกระบวนการชุบเคลือบลงบนวัสดุเซมิคอนดักเตอร์หนึ่งชั้น หรือที่เรียกว่า ‘ชิป’ (“Chip”)
- สามารถพิจารณาได้ว่าเป็นส่วนประกอบที่ไม่อาจแบ่งแยกได้ และ
- ทำงานในฟังก์ชันของวงจร

หมายเหตุ ‘ส่วนประกอบวงจร’ (“Circuit Element”) เป็นส่วนของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำงานฟังก์ชันเดียวแบบแอ็กทีฟ (Active) หรือพาสซีฟ (Passive) เช่น ไดโอด (Diode) หนึ่งตัว ทรานซิสเตอร์ (Transistor) หนึ่งตัว รีซิสเตอร์ (Resistor) หนึ่งตัว คาปาซิเตอร์ (Capacitor) หนึ่งตัว เป็นต้น

“เซนเซอร์รับภาพสเปกตรัมเดียว” (“Monospectral Imaging Sensors”) (6) มีความสามารถในการรับข้อมูลภาพจากช่วงคลื่นหนึ่งเพียงช่วงคลื่นเดียว

“แผงวงจรรวมแบบมัลติชิป” (“Multichip Integrated Circuit”) (3) หมายถึง “แผงวงจรรวมแบบโมโนลิทิก” (“Monolithic Integrated Circuits”) สองแผงหรือมากกว่า เชื่อมเข้าด้วยกันโดยมี “ซับสเตรต” (“Substrate”) ร่วมกัน

“เซนเซอร์รับภาพหลายสเปกตรัม” (“Multispectral Imaging Sensors”) (6) มีสมรรถนะในการรวบรวมข้อมูลภาพได้ตามลำดับหรือได้พร้อมกัน จากช่วงคลื่นสเปกตรัมที่แตกต่างกันสองช่วงคลื่นหรือมากกว่า ส่วนเซนเซอร์ที่มีมากกว่าสี่สเปกตรัมแบนด์ (Spectral Bands) ต่างกัน ในบางครั้งเรียกว่า เซนเซอร์รับภาพแบบไฮเปอร์สเปกตรัม (Hyperspectral Imaging Sensors)

“ยูเรเนียมธรรมชาติ” (“Natural Uranium”) (0) หมายถึง แร่ยูเรเนียม (Uranium) ที่ประกอบด้วยส่วนผสมไอโซโทป (Isotopes) ต่างๆ ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ

“คอนโทรลเลอร์เชื่อมต่อเครือข่าย” (“Network Access Controller”) (4) หมายถึง การเชื่อมต่อทางกายภาพกับเครือข่ายสวิตช์แบบกระจาย (Distributed Switching Network) ที่อุปกรณ์ดังกล่าวใช้สื่อกลางร่วมกัน ซึ่งสามารถปฏิบัติงานโดยมี “อัตราการถ่ายโอนดิจิทัล” (“Digital Transfer Rate”) เท่ากันโดยตลอด และใช้ตัวกลาง (เช่น โทเคน [Token] หรือตัวรับสัญญาณพาห์ [Carrier Sense]) สำหรับการส่งข้อมูล จากการทำงานที่เป็นอิสระต่อกัน อุปกรณ์ดังกล่าวจะเลือกแพ็คเกจข้อมูล (Data Packets) หรือกลุ่มข้อมูล (Data Groups) (เช่น มาตรฐานสถาบันวิชาชีพวิศวกรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ [Institute of Electrical and Electronic Engineering: IEEE] IEEE 802) ที่ระบุตำแหน่งที่อยู่ของอุปกรณ์ดังกล่าว ทั้งยังเป็นชุดประกอบที่สามารถติดตั้งกับคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์โทรคมนาคมเพื่อให้สามารถเข้าถึงระบบการสื่อสารได้

“คอมพิวเตอร์แบบโครงข่ายประสาท” (“Neural Computer”) (4) หมายถึง อุปกรณ์ในการคำนวณที่ออกแบบหรือดัดแปลงเพื่อเลียนพฤติกรรมของระบบประสาท หรือกลุ่มของระบบประสาท ซึ่งได้แก่ อุปกรณ์ในการคำนวณซึ่งแยกประเภทได้โดยความสามารถทางด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware) ที่สามารถมอดูเลต (Modulate) น้ำหนักและจำนวนของการทำงานเชื่อมต่อกัน (Interconnections) ของตัวคูณ (Multiplicity) ของส่วนประกอบในการคำนวณ โดยใช้พื้นฐานจากข้อมูลก่อนหน้า

“เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์” (“Nuclear Reactor”) (0) หมายถึง เครื่องปฏิกรณ์ที่สามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์เพื่อรักษาการเกิดปฏิกิริยาฟิชชัน แบ่งแยกนิวเคลียสได้ต่อเนื่อง “เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์” (“Nuclear Reactor”) ประกอบด้วยทุกรายการที่อยู่ภายในหรือติดตั้งโดยตรงกับปฏิกรณ์ อุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมระดับของกำลังในแกนเชื้อเพลิง และส่วนประกอบอื่นๆ ซึ่งตามปกติประกอบด้วย หรือสัมผัสโดยตรงกับ หรือควบคุมหน่วยทำความเย็นหลักของแกนเครื่องปฏิกรณ์

“ควบคุมเชิงตัวเลข” (“Numerical Control”) (2) หมายถึง การควบคุมกระบวนการทำงานของอุปกรณ์โดยอัตโนมัติ โดยการนำข้อมูลเชิงตัวเลขมาใช้เพื่อให้อุปกรณ์ทำงานสืบหน้าไปตามที่กำหนด (อ้างอิง องค์กรมาตรฐานสากล [International Organisation for Standardisation: ISO] ISO 2382)

“รหัสอ็อบเจกต์” (“Object Code”) (9) หมายถึง รูปแบบคำสั่งให้อุปกรณ์ทำงานได้ ซึ่งเป็นคำสั่งจากกระบวนการหนึ่งหรือหลายกระบวนการที่ถูกแปลงค่าโดยระบบการเขียนโปรแกรม (“รหัสต้นฉบับ” [“Source Code”] [ภาษาซอร์ซ [Source Language]])

“การขยายแสง” (“Optical Amplification”) (5) ในด้านการสื่อสารด้วยแสง หมายถึง เทคนิคในการขยายสัญญาณ ซึ่งนำเกน (Gain) ของสัญญาณแสงซึ่งกำเนิดมาจากแหล่งกำเนิดออปติคัลหนึ่ง โดยไม่ต้องแปลงไปเป็นสัญญาณไฟฟ้า ได้แก่ การใช้เซมิคอนดักเตอร์ชนิดขยายแสง (Semiconductor Optical Amplifiers) เส้นใยนำแสงชนิดขยายความสว่าง (Optical Fibre Luminescent Amplifiers)

“คอมพิวเตอร์แบบออปติคัล” (“Optical Computer”) (4) หมายถึง คอมพิวเตอร์ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเพื่อใช้แสงในการแสดงข้อมูลและส่วนลอจิก (Logic) ในการคำนวณของมันเป็นพื้นฐานอยู่ที่อุปกรณ์ออปติคัล (Optical) ที่เชื่อมต่อโดยตรง

“แผงวงจรรวมแบบออปติคัล” (“Optical Integrated Circuit”) (3) หมายถึง “แผงวงจรรวมแบบโมโนลิธิก” (“Monolithic Integrated Circuit”) หรือ “แผงวงจรรวมแบบไฮบริด” (“Hybrid Integrated Circuit”) ประกอบด้วยชิ้นส่วนหนึ่งชิ้นหรือหลายชิ้น ซึ่งออกแบบให้มีฟังก์ชันเป็นโฟโตเซนเซอร์ (Photosensor) หรือโฟโตอิมิตเตอร์ (Photoemitter) หรือเพื่อให้ทำงานในฟังก์ชันออปติคัลหรืออิเล็กโตร-ออปติคัล (Electro-optical Function)

“ออปติคัลสวิตช์” (“Optical Switching”) (5) หมายถึง การจัดเส้นทาง (Routing) หรือสวิตช์ (Switching) ของสัญญาณ ในรูปของแสงโดยไม่ต้องแปลงรูปไปเป็นสัญญาณไฟฟ้า

“ค่าความหนาแน่นของกระแสทั้งหมด” (“Overall Current Density”) (3) หมายถึง จำนวนรวมของแอมแปร์-รอบในขดลวด (ได้แก่ ผลรวมของจำนวนรอบ คูณด้วยค่ากระแสสูงสุดที่เกิดขึ้นในแต่ละรอบ)หารด้วยผลรวมหน้าตัดขวางของขดลวด (ประกอบด้วย ใยฟิลาเมนต์ชนิดนำไฟฟ้ายิ่งยวด [Superconducting Filaments] วัสดุแม่เหล็กชนิดโลหะซึ่งฝังด้วยฟิลาเมนต์ชนิดนำไฟฟ้ายิ่งยวด วัสดุหุ้มท่อ ช่องสำหรับทำความเย็นใดๆ เป็นต้น)

“รัฐที่ร่วมภาคี” (“Participating State”) (7 9) คือ รัฐที่ร่วมเป็นภาคีในความตกลงวัสเซนาาร์ (Wassenaar Arrangement)

“ค่ากำลังงานสูงสุด” (“Peak Power”) (6) หมายถึง ระดับที่สูงที่สุดของกำลังที่ได้ใน “ช่วงเวลาเลเซอร์” (“Laser Duration”)

“ข่ายงานส่วนบุคคล” (“Personal Area Network”) (5) หมายถึง ระบบการสื่อสารข้อมูลที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

- อนุญาตให้ ‘อุปกรณ์เกี่ยวกับข้อมูล’ (‘Data Devices’) ที่เชื่อมต่อกันหรือที่เป็นอิสระต่อกันจำนวนใดๆ มีการติดต่อสื่อสารกันได้โดยตรง และ
- ถูกจำกัดให้มีการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ภายในบริเวณใกล้เคียงกับบุคคลหรือตัวควบคุมอุปกรณ์ (Device Controller) (เช่น ห้องเดียว สำนักงาน รถยนต์)

หมายเหตุทางเทคนิค

‘อุปกรณ์เกี่ยวกับข้อมูล’ (‘Data Device’) หมายถึง อุปกรณ์ที่มีความสามารถในการส่งหรือรับลำดับของข้อมูลดิจิทัล

“การจัดการพลังงาน” (“Power Management”) (7) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงกำลังส่งของสัญญาณเครื่องวัดความสูง (Altimeter Signal) เพื่อให้กำลังที่ภาครับซึ่งบอกระดับความสูงของ “อากาศยาน” (“Aircraft”) ได้รับอยู่เสมออย่างน้อยที่สุดเท่าที่จำเป็นเพื่อให้ทราบระดับความสูง

“ตัวแปรสัญญาณความดัน” (“Pressure Transducers”) (2) คือ อุปกรณ์ซึ่งแปลงความดันที่วัดได้ให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า

“แยกธาตุมาแล้ว” (“Previously Separated”) (0 1) หมายถึง การใช้กระบวนการใดๆ ที่ประสงค์จะเพิ่มความเข้มข้นของไอโซโทป (Isotope) ที่ถูกควบคุม

“การควบคุมการบินหลัก” (“Primary Flight Control”) (7) หมายถึง การควบคุมความเสถียรหรือการบังคับ “อากาศยาน” (“Aircraft”) ที่ใช้เครื่องกำเนิดแรง/โมเมนต์ (Force/Moment Generators) คือ พื้นผิวซึ่งควบคุมลักษณะทางแอโรไดนามิก (Aerodynamic Control Surfaces) หรือเวกเตอร์ควบคุมแรงขับเคลื่อนของจรวด (Propulsive Thrust Vectoring)

“ส่วนประกอบหลัก” (“Principal Element”) (4) ตามที่ใช้ในหมวด 4 ถือเป็น “ส่วนประกอบหลัก” (“Principal Element”) เมื่อมูลค่าในการเปลี่ยนส่วนประกอบดังกล่าวมากกว่าร้อยละ 35 ของมูลค่ารวมทั้งสิ้นของระบบที่มีส่วนประกอบนั้น โดยที่มูลค่าของส่วนประกอบคือราคาส่วนประกอบที่ผู้ผลิตหรือผู้ประกอบการจะต้องชำระ ส่วนมูลค่ารวมทั้งสิ้น คือ ราคาขายระหว่างประเทศตามปกติให้แก่บุคคลที่ไม่เกี่ยวข้อง โดยคำนวณ ณ จุดที่ทำการผลิต หรือการประกอบสินค้า

“การผลิต” (“Production”) (GTN NTN All) หมายถึง เฟสการผลิตต่างๆ เช่น การก่อสร้าง งานวิศวกรรมการผลิต การผลิต การบูรณาการ การประกอบ (การติดตั้ง [Mounting]) การตรวจสอบ การทดสอบ การประกันคุณภาพ

“อุปกรณ์เพื่อการผลิต” (“Production Equipment”) (1 7 9) หมายถึง เครื่องมือ (Tooling) แผ่นแบบ (Templates) แบบ (Jigs) แมนเดรล (Mandrels) แบบพิมพ์ (Moulds) แม่พิมพ์ (Dies) ตัวยึดจับ (Fixtures) กลไกบังคับศูนย์ (Alignment Mechanisms) อุปกรณ์ทดสอบ เครื่องจักรและส่วนประกอบต่างๆ สำหรับอุปกรณ์ดังกล่าว โดยจำกัดเฉพาะพวกที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือสำหรับใช้ในเฟสของ “การผลิต” (“Production”) ต่างๆ

“สิ่งอำนวยความสะดวกในการผลิต” (“Production Facilities”) (7 9) หมายถึง “อุปกรณ์เพื่อการผลิต” (“Production Equipment”) และซอฟต์แวร์ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์ดังกล่าว และถูกบูรณาการเข้าไปในการติดตั้งสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือสำหรับเฟสใน “การผลิต” (“Production”) หนึ่งเฟสหรือมากกว่า

“โปรแกรม” (“Programme”) (2 6) หมายถึง ลำดับของคำสั่งเพื่อปฏิบัติการในกระบวนการหรือสามารถแปลงให้อยู่ในรูปคำสั่งที่จัดการได้ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

“การบีบอัดสัญญาณพัลส์” (“Pulse Compression”) (6) หมายถึง การโค๊ดและการโปรเซสสัญญาณพัลส์ของเรดาร์ (Radar Signal Pulse) ที่มีคาบเวลายาวให้เป็นสัญญาณคาบเวลาสั้น โดยที่ยังคงคุณสมบัติของพลังงานพัลส์ระดับสูง

“ช่วงเวลาของพัลส์” (“Pulse Duration”) (6) คือ คาบเวลาของพัลส์ “เลเซอร์” (“Laser” Pulse) ซึ่งวัดที่ครึ่งหนึ่งของความเข้มแสงเต็มความกว้าง (Full Width Half Intensity: FWHI)

“เลเซอร์แบบพัลส์” (“Pulsed Laser”) (6) หมายถึง “เลเซอร์” (“Laser”) ที่มี “ช่วงเวลาของพัลส์” (“Pulse Duration”) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.25 วินาที

“การเข้ารหัสลับเชิงควอนตัม” (“Quantum Cryptography”) (5) หมายถึง เทคนิคตระกูลหนึ่งสำหรับการสร้างกุญแจที่ใช้ร่วมกันสำหรับ “การเข้ารหัสลับ” (“Cryptography”) โดยการวัดคุณสมบัติเชิงควอนตัมเชิงกล (Quantum-mechanical) ของระบบทางกายภาพ (รวมถึง บรรดาคุณสมบัติทางกายภาพที่ควบคุม โดยควอนตัมออปติก [Quantum Optics] ทฤษฎีสถานพลังควอนตัม [Quantum Field Theory] หรือ ควอนตัมอิเล็กโตรไดนามิกส์ [Quantum Electrodynamics])

“เรดาร์แบบพรีควอนซีเจิลิตี้” (“Radar Frequency Agility”) (6) หมายถึง เทคนิคใดก็ตามของเครื่องส่งสัญญาณพัลส์ของเรดาร์ (Pulsed Radar) ที่เปลี่ยนแปลงค่าความถี่พา (Carrier Frequency) โดยใช้ลำดับกึ่งสุ่มระหว่างพัลส์หรือระหว่างกลุ่มของพัลส์ โดยจำนวนที่เท่ากันหรือมากกว่าของแบนด์วิดท์ของพัลส์ (Pulse Bandwidth)

“เรดาร์แบบสเปกตรัมแผ่กระจาย” (“Radar Spread Spectrum”) (6) หมายถึง เทคนิคการมอดูเลต (Modulation Technique) โดยการใช้วิธีเข้ารหัสแบบสุ่มหรือกึ่งสุ่มแบบใดก็ตามสำหรับการกระจายพลังงานที่เกิดจากสัญญาณใดที่มีแถบความถี่ค่อนข้างแคบ แล้วส่งไปในแถบความถี่ที่มีช่วงกว้างมากกว่า

“ค่าความไวการแผ่รังสี” (“Radiant Sensitivity”) (6) คือ ความไวการแผ่รังสี (มิลลิแอมป์ต่อวัตต์) = $0.807 \times (\text{ความยาวคลื่นในหน่วยนาโนเมตร}) \times \text{สัมประสิทธิ์ควอนตัม (Quantum Efficiency: QE)}$

หมายเหตุทางเทคนิค

สัมประสิทธิ์ควอนตัม (Quantum Efficiency: QE) ตามปกติจะอยู่ในรูปของร้อยละ อย่างไรก็ตามสำหรับจุดประสงค์ของสูตรการคำนวณนี้ QE จะอยู่ในรูปของตัวเลขทศนิยมน้อยกว่า 1 เช่น ร้อยละ 78 คือ 0.78

“แบนด์วิดท์เรียลไทม์” (“Real-time Bandwidth”) (3) สำหรับ “เครื่องวิเคราะห์สัญญาณพลวัต” (“Dynamic Signal Analysers”) คือ ช่วงความถี่ที่กว้างที่สุดซึ่งเครื่องวิเคราะห์สัญญาณสามารถส่งเอาต์พุต (Output) ไปที่จอแสดงผลหรือส่งไปเก็บบันทึกข้อมูลได้ โดยไม่เป็นสาเหตุให้ขาดตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้า ในกรณีที่เครื่องวิเคราะห์สัญญาณที่มีมากกว่าหนึ่งช่องสัญญาณช่องสัญญาณใดที่ปรับค่าให้มี “แบนด์วิดท์เรียลไทม์” (“Real-time Bandwidth”) กว้างที่สุดจะถูกใช้เพื่อทำการคำนวณ

“การประมวลผลแบบเรียลไทม์” (“Real-time Processing”) (2 6 7) หมายถึง การประมวลผลข้อมูลโดยระบบคอมพิวเตอร์ ที่ทำงานโดยใช้ฟังก์ชันของทรัพยากรที่มีอยู่ ภายในเวลาการตอบสนองตามที่รับประกัน โดยไม่ต้องพิจารณาภาระโหลดของระบบ เมื่อถูกกระตุ้นโดยเหตุการณ์ภายนอก (External Event)

“ค่าความสามารถในการทำซ้ำ” (“Repeatability”) (7) หมายถึง ความใกล้เคียงกันของผลลัพธ์จากการวัดซ้ำหลายครั้งของตัวแปร เดียวกันภายใต้สภาวะการทำงานเดียวกัน เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงในสภาวะหรือหรือระยะเวลาที่ไม่ทำงานในระหว่างการวัด (อ้างอิง มาตรฐานสถาบันวิชาชีพวิศวกรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ [Institute of Electrical and Electronic Engineers: IEEE] IEEE 528-2001 [ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1 ซิกมา])

“ที่จำเป็น” (“Required”) (GTN 1-9) เมื่อใช้กับ “เทคโนโลยี” (“Technology”) อ้างถึงเฉพาะส่วนของ “เทคโนโลยี” (“Technology”) ที่รับผิดชอบสำหรับการเพิ่มหรือขยายระดับความสามารถในการทำงาน คุณลักษณะต่างๆ หรือฟังก์ชันต่างๆ ที่ถูกควบคุม ทั้งนี้ “เทคโนโลยี” (“Technology”) “ที่จำเป็น” (“Required”) อาจจะถูกใช้ร่วมกันโดยสินค้าหลายชนิด

“ค่าความละเอียด” (“Resolution”) (2) หมายถึง ส่วนที่เพิ่มขึ้นน้อยที่สุดของอุปกรณ์วัด แต่ในกรณีอุปกรณ์ดิจิทัล (Digital Instruments) หมายถึง บิต (Bit) ที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด (อ้างอิงสมาคมทดสอบและวัสดุแห่งสหรัฐอเมริกา [American National Standards Institute: ANSI] B-89.1.12)

“สารควบคุมการจลาจล” (“Riot Control Agent”) (1) หมายถึง สารที่อยู่ภายใต้สภาวะคาดการณ์ไว้ของการใช้สำหรับ วัตถุประสงค์ควบคุมการจลาจล ซึ่งจะก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบประสาทของมนุษย์อย่างรวดเร็วหรือมีผลกระทบทางกายภาพ จะสลายตัวภายในระยะเวลาสั้นหลังจากสิ้นสุดการปล่อยสาร

หมายเหตุทางเทคนิค

แก๊สน้ำตา (Tear Gases) คือ เซตย่อยของ “สารควบคุมการจลาจล” (“Riot Control Agents”)

“หุ่นยนต์” (“Robot”) (2 8) หมายถึง กลไกที่ถูกควบคุมให้ทำงาน ซึ่งอาจเป็นชนิดทำงานตามเส้นทางต่อเนื่อง หรือชนิดจุดต่อจุดก็ได้ โดยอาจใช้อุปกรณ์เซนเซอร์ และมีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

- ทำงานหลายฟังก์ชัน
- มีความสามารถวางตำแหน่ง หรือจัดเรียงแนววัสดุ ชิ้นส่วน เครื่องมือหรืออุปกรณ์พิเศษ โดยผ่านการเคลื่อนไหวแบบต่างๆ ในตำแหน่งแบบสามมิติ
- ประกอบด้วยอุปกรณ์เซอร์โว (Servo-devices) แบบลูปปิดหรือเปิด สามตัวหรือมากกว่า ซึ่งอาจรวมถึงสเต็ปมอเตอร์ (Stepping Motors) และ
- “ผู้ใช้สามารถเข้าถึงการโปรแกรมค่าได้” (“User Accessible Programmability”) โดยวิธีการสอนและให้ทำตาม หรือโดยวิธีการใช้คอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งอาจเป็นลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Logic Controller) ที่สามารถโปรแกรมได้นั้นคือไม่มีการแทรกแซงเชิงกล (Mechanical Intervention)

หมายเหตุ คำจำกัดความข้างต้นไม่ครอบคลุมอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้

- กลไกที่ใช้ในการควบคุมซึ่งถูกควบคุมด้วยมือหรือมีผู้ควบคุมจากระยะไกล
- กลไกในการควบคุมแบบมีลำดับตายตัว คืออุปกรณ์ที่เคลื่อนที่ได้ด้วยตัวเอง โดยทำงานตามโปรแกรมเคลื่อนไหวเชิงกลที่ตายตัว โปรแกรมมีการจำกัดเชิงกลโดยการใช้จุดหยุดตายตัว (Fixed Stops) เช่น หมุดหรือลูกเบี้ยว (Cams) โดยที่ลำดับของการเคลื่อนที่และการเลือกเส้นทางหรือมุมไม่แปรผันหรือเปลี่ยนไปโดยวิธีใช้ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ หรือวิธีเชิงกลอื่นใด
- กลไกในการควบคุมเชิงกลที่เปลี่ยนลำดับการเคลื่อนที่ได้ คือ อุปกรณ์ที่เคลื่อนที่ได้ด้วยตัวเอง โดยทำงานสอดคล้อง การเคลื่อนไหวที่ถูกตั้งโปรแกรมแบบเชิงกลตายตัว

โปรแกรมถูกจำกัดในเชิงกลโดยการตรึง แต่สามารถปรับการหยุดได้ เช่น ใช้หมุดหรือลูกเบี้ยว (Cams) โดยที่ลำดับของการเคลื่อนที่และการเลือกเส้นทางหรือมุมแปรผันได้ภายในรูปแบบของโปรแกรมเฉพาะ การแปรเปลี่ยนหรือการตัดแปลงรูปแบบโปรแกรม (ได้แก่ การเปลี่ยนหมุด หรือการเปลี่ยนลูกเบี้ยว) ในแกนเคลื่อนไหวหนึ่งแกนหรือมากกว่า ทำได้โดยวิธีการเชิงกลเท่านั้น
- กลไกในการควบคุมเชิงกลที่เปลี่ยนลำดับการเคลื่อนที่ได้โดยไม่ได้คุมด้วยเซอร์โว (Servo) คือ อุปกรณ์ที่เคลื่อนที่ได้ด้วยตัวเอง โดยทำงานตามโปรแกรมเคลื่อนไหวเชิงกลที่ตายตัว โดยโปรแกรมนั้นสามารถแปรผันได้ แต่ลำดับการทำงานโดยสัญญาณไบนารี (Binary) จากอุปกรณ์ไฟฟ้าไบนารีควบคุมการเคลื่อนที่เชิงกล หรือจากตัวบังคับแบบปรับค่าได้เท่านั้น
- เครนยกวัตถุซ้อนชั้น (Stacker Cranes) ที่นิยามว่าเป็นระบบควบคุมพิกัดแบบคาร์ทีเซียน (Cartesian) ที่ผลิตขึ้นเพื่อเป็นส่วนสำคัญของถังเก็บที่เป็นแผงแนวตั้ง (Vertical Array of Storage Bins) และออกแบบให้เข้าถึงที่เก็บเอกสารเพื่อจัดเก็บหรือหยิบมาใช้

“การทำละอองแบบหมุน” (“Rotary Atomisation”) (1) หมายถึง กระบวนการเพื่อลดขนาดจากสายหรือบ่อน้ำโลหะเหลว ให้เป็นหยดขนาดเล็กที่มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 500 ไมโครเมตร หรือน้อยกว่า โดยแรงเหวี่ยง (Centrifugal Force)

“สายใย” (“Roving”) (1) คือ ‘ใยควบ’ (‘Strands’) ที่นำมารวมกัน (ตามปกติเท่ากับ 12-120 เส้น) ในแนวขนานกัน

หมายเหตุ ‘ใยควบ’ (‘Strand’) คือ มัดของ “โมโนฟิลาเมนต์” (“Monofilaments”) (ตามปกติมากกว่า 200 เส้น) ที่ถูกจัดเรียงเกือบขนานกัน

“ค่าหมุนหนีศูนย์” (“Run-out”) (2) ค่าเบี่ยงเบนจากค่าแท้จริง (Out-of-true Running) หมายถึง การผิดตำแหน่งเชิงรัศมี (Radial Displacement) ในการหมุนหนึ่งรอบของแกนหมุนหลัก ที่วัดในแนวตั้งฉากกับแกนหมุน ณ จุดบนพื้นผิวหมุนภายนอกหรือภายในที่ถูกทดสอบ (อ้างอิงมาตรฐานขององค์การมาตรฐานสากล [International Organisation for Standardisation: ISO] ISO 230/1 1986 ย่อหน้า 5.61)

“สเกลแฟกเตอร์” (“Scale Factor”) (เครื่องไจโร [Gyro] หรือเครื่องวัดความเร่ง [Accelerometer]) (7) หมายถึง อัตราส่วนของการเปลี่ยนแปลงของค่าเอาต์พุตต่อการเปลี่ยนแปลงในอินพุตที่ประสงค์จะวัด ซึ่งสเกลแฟกเตอร์ทั่วไปจะวัดเป็นค่าสโลป (Slope) ของเส้นตรงซึ่งสามารถหาได้โดยวิธีกำลังสองน้อยสุด (Method of Least Squares) ของข้อมูลอินพุต-เอาต์พุต (Input-output) ที่ได้จากการวัดค่าอินพุตระดับต่างๆ ตลอดช่วงพิสัยของอินพุต

“ค่าเวลาสู่สมดุล” (“Settling Time”) (3) หมายถึง เวลาที่ต้องการใช้เพื่อให้ได้เอาต์พุต (Output) ออกมาภายในครั้งบิต (Bit) ของค่าสุดท้าย เมื่อมีการสวิตซ์ซิง (Switching) สองระดับที่ระดับใดๆ ของเครื่องคอนเวอร์เตอร์ (Converter)

“SHPL” เป็นคำย่อของ “Super High Power Laser”

“เครื่องวิเคราะห์สัญญาณ” (“Signal Analysers”) (3) หมายถึง เครื่องมือที่มีความสามารถในการวัด และการแสดงผลคุณสมบัติพื้นฐานของส่วนประกอบสัญญาณความถี่เดียวจากสัญญาณที่มีหลายความถี่

“การประมวลผลสัญญาณ” (“Signal Processing”) (3 4 5 6) หมายถึง การประมวลผลสัญญาณที่นำพาข้อมูลมาจากภายนอกโดยใช้อัลกอริทึม (Algorithms) ต่างๆ เช่น การบีบอัดตัวแปรเวลา (Time Compression) การกรอง (Filtering) การสกัด (Extraction) การคัดสรร (Selection) สหสัมพันธ์ (Correlation) การคอนโวลูชัน (Convolution) หรือการทรานส์ฟอร์ม (Transformations) ระหว่างโดเมน (เช่น การแปลงฟูเรียร์แบบเร็ว [Fast Fourier Transform] หรือวอลซ์ทรานส์ฟอร์ม [Walsh Transform])

“ซอฟต์แวร์” (“Software”) (GSN All) หมายถึง การรวบรวม “โปรแกรม” (“Programmes”) หรือ ‘ไมโครโปรแกรม’ (‘Microprogrammes’) หนึ่งโปรแกรมหรือมากกว่า ให้อยู่ในรูปการสื่อความหมายลักษณะใดลักษณะหนึ่ง

หมายเหตุ ‘ไมโครโปรแกรม’ (‘Microprogramme’) หมายถึง ลำดับของคำสั่งพื้นฐาน ซึ่งอยู่ไว้ในหน่วยเก็บพิเศษ การใช้งานคำสั่งดังกล่าวเริ่มต้นได้ด้วยการนำคำสั่งอ้างอิงของมันไปที่รีจิสเตอร์ (Register) ของคำสั่ง

“รหัสต้นฉบับ” (“Source Code”) (หรือภาษาซอร์ซ [Source Language]) (6 7 9) เป็นคำที่ใช้เรียกกระบวนการหนึ่งหรือหลายกระบวนการ ซึ่งจะเปลี่ยนระบบโปรแกรมที่เขียนไว้เป็นรูปคำสั่งที่อุปกรณ์นำไปใช้งานได้ (“รหัสอ็อบเจกต์” [“Object Code”] (หรือภาษาอ็อบเจกต์ [Object Language]))

“ยานอวกาศ” (“Spacecraft”) (7 9) หมายถึง ดาวเทียมและยานสำรวจอวกาศที่ทำงานแบบแอ็กทีฟ (Active) และพาสซีฟ (Passive)

“สามารถใช้ได้ในอวกาศ” (“Space-qualified”) (3 6 8) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ถูกออกแบบ ผลิต และทดสอบเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดพิเศษด้านไฟฟ้า ด้านเครื่องกล หรือสภาพแวดล้อมสำหรับใช้ในจรวดนำส่งและปล่อยดาวเทียม หรือระบบการบินในระดับสูง ที่ทำงานที่ระดับความสูง 100 กิโลเมตรหรือสูงกว่า

“วัสดุฟิสไซล์พิเศษ” (“Special Fissile Material”) (0) หมายถึง พลูโทเนียม-239 (Plutonium-239) ยูเรเนียม-233 (Uranium-233) “ยูเรเนียมเสริมสมรรถนะที่มีไอโซโทป 235 หรือ 233” (“Uranium Enriched in the Isotopes 235 or 233”) และวัสดุอื่นๆ ที่ประกอบด้วยสิ่งดังกล่าวมาข้างต้น

“ค่ามอดูลัสจำเพาะ” (“Specific Modulus”) (0 1 9) คือ ค่ามอดูลัสของยัง (Young’s Modulus) ในหน่วยปาสคาล เทียบเท่าหน่วยนิวตันต่อตารางเมตรหารด้วยน้ำหนักจำเพาะ ในหน่วยนิวตันต่อลูกบาศก์เมตร โดยทำการวัดที่อุณหภูมิ (296 ± 2) เคลวิน $([23 \pm 2]$ องศาเซลเซียส) และที่ค่าความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับร้อยละ (50 ± 5)

“ค่าความต้านทานแรงดึงจำเพาะ” (“Specific Tensile Strength”) (0 1 9) คือ ค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุดในหน่วยปาสคาล เทียบเท่าหน่วยนิวตันต่อตารางเมตร หารด้วยน้ำหนักจำเพาะ ในหน่วยนิวตันต่อลูกบาศก์เมตร โดยทำการวัดที่อุณหภูมิ (296 ± 2) เคลวิน $([23 \pm 2]$ องศาเซลเซียส) และที่ค่าความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับร้อยละ (50 ± 5)

“การชุบแบบสplat” (“Splat Quenching”) (1) หมายถึง กระบวนการที่ทำให้เกิดการ ‘แข็งตัวอย่างยิ่งยวด’ (‘Solidify Rapidly’) โดยน้ำโลหะหลอมเหลววิ่งปะทะกับบล็อกเย็น (Chilled Block) ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่มีโครงสร้างคล้ายเกล็ด

หมายเหตุ ‘แข็งตัวอย่างยิ่งยวด’ (*‘Solidify Rapidly’*) คือ การแข็งตัวของวัสดุหลอมเหลวที่อัตราการเย็นตัวสูงกว่า 1,000 เคลวินต่อวินาที

“การแผ่สเปกตรัม” (*“Spread Spectrum”*) (5) หมายถึง เทคนิคที่ซึ่งพลังงานในช่องทางการสื่อสารที่อยู่ในช่วงคลื่นแคบถูกกระจายไปในแถบคลื่นสเปกตรัมของพลังงานที่กว้างกว่ามาก

“การแผ่สเปกตรัม” ของเรดาร์ (*“Spread Spectrum” Radar*) (6) – โปรดดู “เรดาร์แบบแผ่สเปกตรัม” (*“Radar Spread Spectrum”*) ประกอบ

“ค่าความเสถียร” (*“Stability”*) (7) หมายถึง ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (ค่า 1 ซิกมา) ของค่าความแปรปรวนของพารามิเตอร์ (Parameter)ใด จากค่าที่วัดเทียบที่ถูกรวบรวมภายใต้สภาพอุณหภูมิคงที่ โดยค่านี้สามารถแสดงเป็นฟังก์ชันของเวลา

“ประเทศ (ที่ไม่เป็น) รัฐภาคีของอนุสัญญาห้ามอาวุธเคมี” (*“States (not) Party to the Chemical Weapon Convention”*) (1) คือ บรรดารัฐที่อนุสัญญาว่าด้วยการป้องกันการพัฒนา การผลิต การสะสม และการใช้อาวุธเคมี ได้บังคับใช้ (หรือไม่บังคับใช้)

“ซับสเตรต” (*“Substrate”*) (3) หมายถึง แผ่นของวัสดุพื้นผิว ทั้งที่มีหรือไม่มีลวดลายเชื่อมโยงกัน (Interconnection Pattern) และบนหรือในแผ่นนั้นมี ‘ส่วนประกอบแยกชิ้น’ (*‘Discrete Components’*) หรือมีแผงวงจรรวม (Integrated Circuits) หรือมีทั้งสองอย่างติดตั้งอยู่

หมายเหตุ 1 ‘ส่วนประกอบแยกชิ้น’ (*‘Discrete Component’*) คือ ‘ส่วนประกอบวงจร’ (*‘Circuit Element’*) ที่จัดทำขึ้นแยกต่างหาก โดยมีส่วนเชื่อมต่อกับภายนอกของตัวเอง

หมายเหตุ 2 ‘ส่วนประกอบวงจร’ (*‘Circuit Element’*) เป็นส่วนของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำงานฟังก์ชันเดียวแบบแอ็กทีฟ (Active) หรือพาสซีฟ (Passive) เช่น ไดโอด (Diode) หนึ่งตัว ทรานซิสเตอร์ (Transistor) หนึ่งตัว รีซิสเตอร์ (Resistor) หนึ่งตัว คาปาซิเตอร์ (Capacitor) หนึ่งตัว เป็นต้น

“ซับสเตรตแบล็ก” (*“Substrate Blanks”*) (6) หมายถึง สารประกอบโมโนลิธิก (Monolithic) ที่มีขนาดที่เหมาะสมสำหรับการผลิตส่วนประกอบออปติคัล (Optical) เช่น กระจกสะท้อน หรือจอภาพออปติคัล

“หน่วยย่อยของสารพิษ” (*“Sub-unit of Toxin”*) (1) คือ ส่วนประกอบของ “สารพิษ” (*“Toxin”*) ทั้งหมด ที่แยกแยะได้ในเชิงโครงสร้างและเชิงฟังก์ชันการทำงาน

“ซูเปอร์อัลลอย” (*“Superalloys”*) (2 9) หมายถึง โลหะผสมที่มีนิกเกิล (Nickel) โคบอลต์ (Cobalt) หรือเหล็ก โดยมีความแข็งแรงสูงกว่าโลหะผสมอื่นๆ ในมาตรฐานสถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งสหรัฐอเมริกา (American Iron and Steel Institute: AISI) AISI ซีรีส์ (Series) 300 ที่อุณหภูมิเหนือ 922 เคลวิน (649 องศาเซลเซียส) ภายใต้สภาวะการใช้งานและสภาวะแวดล้อมที่รุนแรง

“นำไฟฟ้ายิ่งยวด” (*“Superconductive”*) (1 3 5 6 8) หมายถึง วัสดุ ซึ่งได้แก่ โลหะ โลหะผสม (Alloys) หรือสารประกอบที่สามารถลดแรงต้านทานไฟฟ้าได้ทั้งหมด นั่นคือเป็นสิ่งที่สามารถอยู่ในสภาพตัวนำไฟฟ้าแบบอินฟินิท (Infinite) และสามารถให้กระแสไฟจำนวนมากผ่านไปได้โดยไม่เกิดความร้อน (Joule Heating)

หมายเหตุ สถานะ “นำไฟฟ้ายิ่งยวด” (*“Superconductive”*) ของวัสดุ คือ คุณสมบัติเฉพาะตัวซึ่งเกิดเมื่อมี “อุณหภูมิวิกฤต” (*“Critical Temperature”*) ค่าหนึ่ง และสนามแม่เหล็กวิกฤต (Critical Magnetic Field) ค่าหนึ่ง ซึ่งนับเป็นฟังก์ชันของอุณหภูมิ และความหนาแน่นของกระแสวิกฤต (Critical Current Density) ซึ่งอย่างไรก็ตาม ก็ยังเป็นฟังก์ชันหนึ่งของทั้งสนามแม่เหล็กและอุณหภูมิ

“เลเซอร์กำลังงานสูงมาก” (*“Super High Power Laser: SHPL”*) (6) หมายถึง “เลเซอร์” (*“Laser”*) ที่มีความสามารถสร้างพลังงานเอาต์พุต (ทั้งหมดหรือส่วนใดส่วนหนึ่ง) มากกว่า 1 กิโลจูล ภายใน 50 มิลลิวินาที หรือที่มีกำลังเฉลี่ย หรือกำลังของคลื่นแสงต่อเนื่อง มากกว่า 20 กิโลวัตต์

“การขึ้นรูปแบบซูเปอร์พลาสติก” (*“Superplastic Forming”*) (1 2) หมายถึง กระบวนการแปรรูปโลหะโดยใช้ความร้อนสำหรับโลหะซึ่งตามปกติมีความยืดตัวต่ำ (น้อยกว่าร้อยละ 20) ณ จุดแตกหัก (Breaking Point) วัด ณ อุณหภูมิห้องโดยวิธีการทดสอบแรงดึงตามปกติ เพื่อให้มีความยืดตัวมากขึ้นเป็นสองเท่าจากเดิม

“อัลกอริทึมแบบสมมาตร” (*“Symmetric Algorithm”*) (5) หมายถึง อัลกอริทึมในการเข้ารหัสที่ใช้กุญแจตัวเดียวกันสำหรับการเข้ารหัสและการถอดรหัส

หมายเหตุ การใช้งานโดยทั่วไปของ “อัลกอริทึมแบบสมมาตร” (*“Symmetric Algorithms”*) คือ การรักษาความลับของข้อมูล

“ร่องรอยของระบบ” (*“System Tracks”*) (6) หมายถึง รายงานตำแหน่งการบินของอากาศยาน ที่ถูกประมวลผล คำนวณโครีเลท (Correlated) (การประสานของข้อมูลเป้าหมายของเรดาร์กับตำแหน่งตามแผนการบิน) และแก้ไขปรับปรุง ที่ผู้ควบคุมที่ศูนย์ควบคุมการจราจรทางอากาศได้รับ

“คอมพิวเตอร์แบบซิสโตลิกอาเรย์” (*“Systolic Array Computer”*) (4) หมายถึง คอมพิวเตอร์ประเภทหนึ่งที่มีการเดินทางของข้อมูลและการคัดแปลงของข้อมูลถูกควบคุมแบบไดนามิก (Dynamically) ที่ระดับเกทเชิงตรรก (Logic Gate) โดยผู้ใช้งาน

“เทป” (“Tape”) (1) คือ วัสดุที่ผลิตจาก “โมโนฟิลาเมนต์” (“Monofilaments”) นำมาป็นรวมกันหรือเรียงตัวในทิศทางเดียวกัน เช่น “ใยควบ” (“Strands”) “สายใย” (“Rovings”) “กลุ่มเส้นใย” (“Tows”) หรือ “ด้าย” (“Yarns”) เป็นต้น ซึ่งโดยปกติมักอัดเรซิน (Resin) ลงไปฝังในเนื้อวัสดุ

หมายเหตุ “ใยควบ” (“Strand”) คือ มัดของ “โมโนฟิลาเมนต์” (“Monofilaments”) ที่นำมาวมกัน (ปกติกว่า 200 เส้น) เรียงกันเป็นแนวขนานกัน

“เทคโนโลยี” (“Technology”) (GTN NTN ALL) หมายถึง ข้อมูลเฉพาะด้านที่จำเป็นสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) “การผลิต” (“Production”) หรือ “การใช้งาน” (“Use”) สินค้า ซึ่งข้อมูลนี้อยู่ในรูปของ “ข้อมูลทางเทคนิค” (“Technical Data”) หรือ “ความช่วยเหลือทางเทคนิค” (“Technical Assistance”)

หมายเหตุ 1 “ความช่วยเหลือทางเทคนิค” (“Technical Assistance”) อาจอยู่ในรูปต่างๆ เช่น คำสอน (Instructions) ทักษะ การฝึกอบรม ความรู้จากการทำงาน (Working Knowledge) และบริการที่ปรึกษา (Consulting Services) และอาจรวมถึงการถ่ายทอด “ข้อมูลเชิงเทคนิค” (“Technical Data”)

หมายเหตุ 2 “ข้อมูลทางเทคนิค” (“Technical Data”) อาจอยู่ในรูปต่างๆ เช่น แบบพิมพ์เขียว (Blueprints) แบบแปลน (Plans) ไดอะแกรม (Diagrams) โมเดล (Models) สูตร ตาราง การออกแบบและข้อกำหนดทางวิศวกรรม คู่มือและวิธีการใช้งาน ที่เขียนขึ้นหรือที่บันทึกไว้บนสื่ออื่นๆ หรืออุปกรณ์ต่างๆ เช่น ดิสก์ (Disk) เทป (Tape) หน่วยความจำที่อ่านได้เพียงอย่างเดียว (Read-only Memories)

“แกนหมุนที่ปรับเอียงได้” (“Tilting Spindle”) (2) หมายถึง แกนหมุนที่มีส่วนยึดจับชิ้นเครื่องมือ ซึ่งเปลี่ยนตำแหน่งเชิงมุมของแนวเส้นแกนกลางในระหว่างกระบวนการขึ้นรูป โดยเทียบกับแกนอื่นใด

“ค่าคงที่เวลา” (“Time Constant”) (6) คือ เวลาที่ใช้จากการใช้แสงกระตุ้นเพื่อให้กระแสไฟเพิ่มขึ้นจนมีค่าเป็น $1-1/e$ คูณค่าสุดท้าย (คือ ร้อยละ 63 ของค่าสุดท้าย)

“การหุ้มส่วนปลาย” (“Tip Shroud”) (9) หมายถึง ชิ้นส่วนวงแหวนหุ้ดหนึ่ง (วงแข็งเดี่ยวหรือท่อน) ยึดเข้ากับพื้นผิวภายในของตัวเรือนเครื่องยนต์กังหัน (Engine Turbine Casting) หรือเป็นรูปพรรณสัณฐานที่ส่วนปลายยอดของกลีบใบพัดกังหันซึ่งทำให้เกิดแก๊สไหลระหว่างชิ้นส่วนหุ้ดหนึ่งและชิ้นส่วนหมุน

“การควบคุมการบินทั้งหมด” (“Total Control of Flight”) (7) หมายถึง การควบคุมโดยอัตโนมัติของตัวแปรต่างๆ ที่กำหนดสภาพและเส้นทางการบินของ “อากาศยาน” (“Aircraft”) เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของภารกิจ โดยการตอบสนองกับการเปลี่ยนแปลงข้อมูลแบบเรียลไทม์ (Real-time) ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์ อันตราย หรือ “อากาศยาน” (“Aircraft”) อื่น

“อัตราการถ่ายโอนดิจิทัลรวม” (“Total Digital Transfer Rate”) (5) หมายถึง จำนวนของบิต (Bits) รวมทั้งส่วนคำสั่งในการเข้ารหัสไลน์ (Line Coding) ข้อมูลส่วนหัว (Overhead) และอื่นๆ ต่อหน่วยเวลาที่ผ่านระหว่างอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในระบบส่งข้อมูลแบบดิจิทัล

หมายเหตุ โปรดดู “อัตราการถ่ายโอนดิจิทัล” (“Digital Transfer Rate”) ประกอบ

“กลุ่มเส้นใย” (“Tow”) (1) คือ มัดของ “โมโนฟิลาเมนต์” (“Monofilaments”) ที่นำมาวมกันโดยปกติเรียงในแนวขนานกัน

“สารพิษ” (“Toxins”) (1 2) หมายถึง สารพิษที่อยู่ในรูปของสารผสมหรือการเตรียมที่แยกจากกันเป็นอิสระ โดยไม่ขึ้นอยู่กับวิธีการผลิต นอกเหนือจากสารพิษที่ปรากฏเป็นการปนเปื้อนของวัสดุอื่น ๆ เช่น ชิ้นตัวอย่างพยาธิ พิษ อาหาร หรือเมล็ดพันธุ์ของ “จุลชีพ” (“Microorganisms”)

“เลเซอร์ถ่ายโอน” (“Transfer Laser”) (6) หมายถึง “เลเซอร์” (“Laser”) ที่ซึ่งเลเซอร์สปีชีส์ (Lasing Species) ถูกกระตุ้นโดยผ่านการแลกเปลี่ยนพลังงาน โดยการชนกันของอะตอมชนิดนอนเลซิง (Non-Lasing Atom) หรือโมเลกุลที่มีอะตอมชนิดเลซิง (Lasing Atom) หรือ โมเลกุลสปีชีส์ (Molecule Species)

“สามารถปรับค่าได้” (“Tunable”) (6) หมายถึง ความสามารถของ “เลเซอร์” (“Laser”) ในการผลิตเอาต์พุต (Output) แบบต่อเนื่องที่ทุกความยาวคลื่นตลอดพิสัยทำงานของหลายๆ การเปลี่ยน “เลเซอร์” (“Laser” Transitions) ส่วน “เลเซอร์” (“Laser”) ที่สามารถเลือกไลน์ ที่ผลิตความยาวคลื่นแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Wavelengths) ภายในการเปลี่ยน “เลเซอร์” (“Laser” Transition) เดียวนั้น ไม่ถือว่าเป็นชนิด “สามารถปรับค่าได้” (“Tunable”)

“อากาศยานไร้คนขับ” (“Unmanned Aerial Vehicle: UAV”) (9) หมายถึง อากาศยานที่สามารถเริ่มต้นการบินและรักษารูปแบบการบินและนำร่องโดยปราศจากมนุษย์อยู่ในเครื่อง

“ยูเรเนียมเสริมสมรรถนะที่มีไอโซโทป 235 หรือ 233” (“Uranium Enriched in the Isotopes 235 or 233”) (0) หมายถึง ยูเรเนียม (Uranium) ที่ประกอบด้วยไอโซโทป 235 หรือ 233 (Isotopes 235 or 233) หรือทั้งสอง ในปริมาณที่ทำให้อัตราส่วนของผลรวมไอโซโทปดังกล่าว ต่อไอโซโทป 238 มากกว่า ไอโซโทป 235 ต่อไอโซโทป 238 ตามที่ปรากฏในสภาพธรรมชาติ (อัตราส่วนของไอโซโทปเท่ากับร้อยละ 0.71)

“การใช้งาน” (“Use”) (GTN NTN All) หมายถึง การปฏิบัติการ (Operation) การติดตั้ง (Installation) (รวมทั้งการติดตั้งในพื้นที่ [On-site Installation]) การบำรุงรักษา (Maintenance) (การตรวจสอบ [Checking]) การซ่อมแซม (Repair) การซ่อมแบบยกเครื่อง (Overhaul) และการแปลงสภาพใหม่ (Refurbishing)

“ผู้ใช้สามารถเข้าถึงการโปรแกรมค่าได้” (“User Accessible Programmability”) (6) หมายถึง ระบบที่ยอมให้ผู้ใช้สามารถแทรก ดัดแปลงหรือเปลี่ยนแปลง “โปรแกรม” (“Programmes”) โดยวิธีการใดๆ ที่นอกเหนือจาก

- a. เปลี่ยนแปลงทางกายภาพในการเดินสายหรือการเชื่อมต่อ หรือ
- b. การตั้งค่าในการควบคุมการทำงานซึ่งรวมถึงการป้อนค่าพารามิเตอร์ (Parameters) ต่างๆ

“วัคซีน” (“Vaccine”) (1) คือ เวชภัณฑ์ในรูปสูตรทางเภสัชกรรมที่ได้รับสิทธิในการใช้ หรือที่ได้รับอนุญาตให้วางตลาดหรือให้ทดลอง ในคลินิกได้จากหน่วยงานที่รับผิดชอบในการควบคุม ไม่ว่าในประเทศผู้ผลิตหรือในประเทศผู้ใช้ โดยมีความประสงค์ในการกระตุ้น ภูมิคุ้มกันในมนุษย์หรือสัตว์เพื่อที่จะป้องกันโรค เมื่อได้รับวัคซีนนั้น

“การทำละอองแบบสุญญากาศ” (“Vacuum Atomisation”) (1) หมายถึง กระบวนการที่ทำให้น้ำโลหะหลอมเหลวลดขนาด กลายเป็นละอองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 500 ไมโครเมตรหรือน้อยกว่า โดยทำให้เกิดแก๊สละลายอย่างรวดเร็วในระหว่าง ที่สัมผัสกับสุญญากาศ

“แอโรฟอยล์แบบแปรผันได้” (“Variable Geometry Airfoils”) (7) หมายถึง การใช้ปีกเล็กส่วนด้านหลัง (Trailing Edge Flaps) หรือ แท็บหรือใช้แผ่นปลายปีกส่วนหน้า (Leading Edge Slats) หรือปลายส่วนหัว (Pivoted Nose Droop) ซึ่งสามารถใช้ควบคุมตำแหน่ง ในการบิน

“ด้าย” (“Yarn”) (1) คือ ‘ใยควบ’ (‘Strands’) ที่นำมามัดรวมกัน

หมายเหตุ ‘ใยควบ’ (‘Strand’) คือ มัดของ “โมโนฟิลาเมนต์” (“Monofilaments”) (ตามปกติมากกว่า 200 เส้น) ที่ถูกจัดเรียง เกือบขนานกัน

หมวด 0

วัสดุ สถานประกอบการ และอุปกรณ์นิวเคลียร์
(Nuclear Materials, Facilities, and Equipment)

OA	ระบบ อุปกรณ์ และส่วนประกอบ
OA001	“เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์” (“Nuclear Reactors”) รวมถึงอุปกรณ์และส่วนประกอบที่ออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษสำหรับเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ ดังต่อไปนี้ “เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์” (“Nuclear Reactors”) - ถังโลหะหรือชิ้นส่วนสำคัญจากโรงงานผลิตสำหรับถังโลหะ ที่ออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษสำหรับบรรจุแกนของ “เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์” (“Nuclear Reactor”) ซึ่งรวมถึงส่วนหัวของถังปฏิกรณ์ (Reactor Vessel Head) สำหรับถังความดันปฏิกรณ์ (Reactor Pressure Vessel) - เครื่องมือทำงานเฉพาะ (Manipulative Equipment) ที่ออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษสำหรับใส่เชื้อเพลิงเข้าไปหรือนำเชื้อเพลิงออกจาก “เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์” (“Nuclear Reactor”) - แท่งควบคุม (Control Rods) ที่ออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษสำหรับควบคุมกระบวนการฟิชชัน (Fission Process) ใน “เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์” (“Nuclear Reactor”) โครงสร้างสนับสนุนหรือรองรับแท่งควบคุม รวมถึงกลไกขับเคลื่อนแท่งควบคุม (Rod Drive Mechanisms) และท่อนำแท่งควบคุม (Rod Guide Tubes) - ท่อความดัน (Pressure Tubes) ที่ออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษเพื่อบรรจุส่วนประกอบของแท่งเชื้อเพลิงและสารหล่อเย็นปฐมภูมิ (Primary Coolant) ใน “เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์” (“Nuclear Reactor”) ที่ใช้ความดันมากกว่า 5.1 เมกะปาสกาล - โลหะและโลหะผสมเซอร์โคเนียม (Zirconium Metal and Alloys) ที่อยู่ในรูปของท่อหรือกลุ่มท่อซึ่งมีอัตราส่วนของฮาฟเนียม (Hafnium) ต่อเซอร์โคเนียม (Zirconium) น้อยกว่า 1:500 ส่วนโดยน้ำหนัก ที่ออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษสำหรับใช้ใน “เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์” (“Nuclear Reactor”) - เครื่องสูบล้อเย็นที่ออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษสำหรับการหมุนเวียนสารหล่อเย็นปฐมภูมิใน “เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์” (“Nuclear Reactor”) ‘ส่วนประกอบภายในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์’ (‘Nuclear Reactor Internals’) ที่ออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษสำหรับใช้ใน “เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์” (“Nuclear Reactor”) ซึ่งรวมถึงสารรองรับแกนปฏิกรณ์ ช่องเชื้อเพลิง (Fuel Channels) เกราะกำบังความร้อน (Thermal Shields) แบบเฟิล (Baffles) แผ่นกริดในแกนปฏิกรณ์ (Core Grid Plates) และแผ่นกระจายความร้อน (Diffuser Plates) <i>หมายเหตุ</i> ใน OA001.h. ‘ส่วนประกอบภายในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์’ (‘Nuclear Reactor Internals’) หมายถึง โครงสร้างสำคัญใดๆ ที่อยู่ภายในถังปฏิกรณ์ซึ่งทำหน้าที่อย่างน้อยหนึ่งอย่าง เช่น รองรับแกนปฏิกรณ์ รักษาแนวจัดวางแท่งเชื้อเพลิง ควบคุมการไหลของสารหล่อเย็นปฐมภูมิ กำบังรังสีสำหรับถังปฏิกรณ์ และนำทางเครื่องมือวัดในแกนปฏิกรณ์ (In-core Instrumentation) - เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchangers) (เครื่องผลิตไอน้ำ) ที่ออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษสำหรับใช้ในวงจรหล่อเย็นปฐมภูมิของ “เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์” (“Nuclear Reactor”) - เครื่องมือตรวจจับและวัดนิวตรอนที่ออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษสำหรับวัดระดับนิวตรอนฟลักซ์ (Neutron Flux) ภายในแกน (Core) ของ “เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์” (“Nuclear Reactor”)

OB	อุปกรณ์ทดสอบ ตรวจสอบ และผลิต
OB001	โรงงานแยกไอโซโทป (Isotopes) ของ “ยูเรเนียมธรรมชาติ” (“Natural Uranium”) “ยูเรเนียมเสื่อมสมรรถนะ” (“Depleted Uranium”) และ “วัสดุฟิสไซล์พิเศษ” (“Special Fissile Materials”) รวมถึงอุปกรณ์และส่วนประกอบที่ออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษสำหรับโรงงานดังกล่าว ดังต่อไปนี้ a. โรงงานที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับแยกไอโซโทป (Isotopes) ของ “ยูเรเนียมธรรมชาติ” (“Natural Uranium”) “ยูเรเนียมเสื่อมสมรรถนะ” (“Depleted Uranium”) และ “วัสดุฟิสไซล์พิเศษ” (“Special Fissile Materials”) ดังต่อไปนี้ 1. โรงงานแยกด้วยวิธีหมุนเหวี่ยงแก๊ส (Gas Centrifuge Separation Plant) 2. โรงงานแยกด้วยวิธีการแพร่ของแก๊ส (Gaseous Diffusion Separation Plant) 3. โรงงานแยกด้วยวิธีทางแอโรไดนามิก (Aerodynamic Separation Plant) 4. โรงงานแยกด้วยวิธีแลกเปลี่ยนทางเคมี (Chemical Exchange Separation Plant) 5. โรงงานแยกด้วยวิธีแลกเปลี่ยนไอออน (Ion-exchange Separation Plant) 6. โรงงานแยกด้วยวิธีการแยกไอโซโทปโดยใช้ “เลเซอร์” สร้างไออะตอม (Atomic Vapour “Laser” Isotope Separation [AVLIS] Plant) 7. โรงงานแยกด้วยวิธีการแยกไอโซโทปโดยใช้ “เลเซอร์” กระตุ้นโมเลกุล (Molecular “Laser” Isotope Separation [MLIS] Plant) 8. โรงงานแยกด้วยวิธีทางพลาสมา (Plasma Separation Plant) 9. โรงงานแยกด้วยวิธีทางแม่เหล็กไฟฟ้า (Electro Magnetic Separation Plant) b. เครื่องหมุนเหวี่ยงแก๊ส (Gas Centrifuges) รวมทั้งชุดประกอบและส่วนประกอบที่ออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษเพื่อใช้ในการแยกด้วยวิธีหมุนเหวี่ยงแก๊ส ดังต่อไปนี้ <u>หมายเหตุ</u> ใน OB001.b. “วัสดุที่มีค่าอัตราส่วนความแข็งแรงต่อความหนาแน่นสูง” (“High Strength-to-density Ratio Material”) หมายถึง อย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้ a. เหล็กกล้าชุบแข็ง (Maraging Steel) ที่มีค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุด (Ultimate Tensile Strength) 2,050 เมกะปาสคาล หรือมากกว่า b. โลหะผสมอะลูมิเนียม (Aluminium Alloys) ที่มีค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุด (Ultimate Tensile Strength) 460 เมกะปาสคาล หรือมากกว่า หรือ c. “วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์” (“Fibrous or Filamentary Materials”) ที่มี “ค่ามอดุลัสจำเพาะ” (“Specific Modulus”) มากกว่า 3.18×10^6 เมตร และมี “ค่าความต้านทานแรงดึงจำเพาะ” (“Specific Tensile Strength”) มากกว่า 76.2×10^3 เมตร 1. เครื่องหมุนเหวี่ยงแก๊ส (Gas Centrifuges) 2. ชุดประกอบโรเตอร์ทั้งชุด 3. กระบอกท่อโรเตอร์ (Rotor Tube Cylinders) ที่มีความหนาของผนัง 12 มิลลิเมตร หรือน้อยกว่า มีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 75 มิลลิเมตร และ 400 มิลลิเมตร ทำจาก “วัสดุที่มีค่าอัตราส่วนความแข็งแรงต่อความหนาแน่นสูง” (“High Strength-to-density Ratio Materials”) 4. วงแหวน (Rings) หรือเบลโลว์ (Bellows) ที่มีความหนาของผนัง 3 มิลลิเมตร หรือน้อยกว่า และมีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 75 มิลลิเมตร และ 400 มิลลิเมตร และออกแบบเพื่อรองรับท่อโรเตอร์ หรือเพื่อเชื่อมต่อท่อโรเตอร์เข้าด้วยกัน ทำจาก “วัสดุที่มีค่าอัตราส่วนความแข็งแรงต่อความหนาแน่นสูง” (“High Strength-to-density Ratio Materials”) 5. แบฟเฟิล (Baffles) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 75 มิลลิเมตร และ 400 มิลลิเมตร สำหรับติดตั้งภายในท่อโรเตอร์ ทำจาก “วัสดุที่มีค่าอัตราส่วนความแข็งแรงต่อความหนาแน่นสูง” (“High Strength-to-density Ratio Materials”) 6. ฝาปิดด้านบนหรือด้านล่าง ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 75 มิลลิเมตร และ 400 มิลลิเมตร สำหรับปิดหัวท้ายของท่อโรเตอร์ ทำจาก “วัสดุที่มีค่าอัตราส่วนความแข็งแรงต่อความหนาแน่นสูง” (“High Strength-to-density Ratio Materials”) 7. ตัวรองรับแรงด้วยสนามแม่เหล็ก (Magnetic Suspension Bearings) ประกอบด้วยแม่เหล็กบุทรงวงแหวนที่ถูกยึดอยู่ในตัวเรือนที่ทำด้วยหรือปกป้องด้วย “วัสดุต้านทานต่อการกัดกร่อนของยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์” (“Materials Resistant to Corrosion by UF₆”) ประกอบด้วยตัวหน่วงกันสะเทือนและมีแม่เหล็กที่อยู่คู่กับโครงสร้างนำสนามแม่เหล็ก (Pole Piece) หรือแม่เหล็กอีกชิ้นที่ติดกับฝาปิดด้านบนของโรเตอร์

OB001

b. (ต่อ)

8. ตัวรองรับแรงที่จัดทำขึ้นเป็นพิเศษซึ่งประกอบด้วยฐานรองรับการหมุน (Pivot-cup Assembly) ที่ติดตั้งอยู่บนตัวหมักกันสะเทือน
 9. เครื่องสูบน้ำชนิดโมเลกุล (Molecular Pumps) ประกอบด้วยกระบอกสูบที่อยู่ในลูกทำเป็นร่องเกลียว (Helical Grooves) ด้วยการกลึงหรือการอัดรีด และถูกเจาะด้านในด้วยการกลึง
 10. สเตเตอร์ (Stators) ของมอเตอร์ที่มีรูปทรงวงแหวนสำหรับมอเตอร์ชนิดมัลติเฟสเอซิงโครนัส (Multiphase AC Hysteresis Motor) (หรือชนิดรีลัคแตนซ์ [Reluctance]) สำหรับการทำงานประสานกัน (Synchronous Operation) ภายในสภาพสุญญากาศ ที่ช่วงความถี่ระหว่าง 600 ถึง 2,000 เฮิรตซ์ และกำลังไฟระหว่าง 50 ถึง 1,000 โวลต์-แอมแปร์
 11. ตัวเครื่องหมุนเหวี่ยงแก๊ส ใช้บรรจุชุดท่อโรเตอร์ของเครื่องหมุนเหวี่ยงแก๊ส (Gas Centrifuge) ประกอบด้วยกระบอกแข็งที่มีความหนาของผนังไม่เกิน 30 มิลลิเมตร ส่วนปลายทั้งสองด้านผ่านการกลึงด้วยความแม่นยำสูง และทำจากหรือปกป้องด้วย “วัสดุต้านทานต่อการกัดกร่อนของยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์” (“Materials Resistant to Corrosion by UF₆”)
 12. สก๊อป (Scoops) ประกอบด้วยท่อที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในไม่เกิน 12 มิลลิเมตร ใช้สำหรับการแยกแก๊ส ยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์ (UF₆) จากภายในท่อโรเตอร์หมุนเหวี่ยงแก๊สด้วยวิธีการใช้ท่อพิทอต์ (Pitot Tube) ทำจากหรือปกป้องด้วย “วัสดุต้านทานต่อการกัดกร่อนของยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์” (“Materials Resistant to Corrosion by UF₆”)
 13. ตัวเปลี่ยนความถี่ (Frequency Changers) (คอนเวอร์เตอร์ [Converters] หรือ อินเวอร์เตอร์ [Inverters]) ที่ออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษเพื่อให้ใช้สำหรับสเตเตอร์ (Stators) ของมอเตอร์ที่ใช้ในการเสริมสมรรถนะโดยวิธีหมุนเหวี่ยงแก๊ส ซึ่งมีคุณลักษณะทั้งหมดตามที่ระบุด้านล่าง และส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์ดังกล่าว
 - a. ให้เอาต์พุตหลายเฟส (Multiphase Output) ระหว่าง 600 ถึง 2,000 เฮิรตซ์
 - b. ควบคุมความถี่ได้ดีกว่าร้อยละ 0.1
 - c. มีค่าความผิดเพี้ยนฮาร์โมนิก (Harmonic Distortion) น้อยกว่าร้อยละ 2 และ
 - d. ค่าประสิทธิภาพมากกว่าร้อยละ 80
 14. วาล์วของเบลโลว์ (Bellow Valves) ทำจากหรือปกป้องด้วย “วัสดุต้านทานต่อการกัดกร่อนของยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์” (“Materials Resistant to Corrosion by UF₆”) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 10 มิลลิเมตร ถึง 160 มิลลิเมตร
- c. อุปกรณ์และส่วนประกอบที่ออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษสำหรับกระบวนการแยกด้วยวิธีการแพร่ของแก๊ส ดังต่อไปนี้
1. ตัวกั้นการแพร่ของแก๊ส (Gaseous Diffusion Barriers) ทำจากวัสดุพอรอนประเภทโลหะ พอลิเมอร์ หรือเซรามิกที่เป็น “วัสดุต้านทานต่อการกัดกร่อนของยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์” (“Materials Resistant to Corrosion by UF₆”) มีขนาดของรูระหว่าง 10 ถึง 100 นาโนเมตร มีความหนา 5 มิลลิเมตรหรือน้อยกว่า และหากมีลักษณะเป็นท่อ จะมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตรหรือน้อยกว่า
 2. ตัวเรือนเครื่องแพร่แก๊ส (Gaseous Diffuser Housings) ทำจากหรือปกป้องด้วย “วัสดุต้านทานต่อการกัดกร่อนของยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์” (“Materials Resistant to Corrosion by UF₆”)
 3. เครื่องอัดแก๊ส (Compressors) (แบบเปลี่ยนปริมาตร [Positive Displacement] แบบหมุนเหวี่ยง [Centrifugal] และแบบไหลตามแกน [Axial Flow]) หรือเครื่องเป่าแก๊ส [Blowers] ที่สามารถดูดยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์ (UF₆) ได้ที่อัตราอย่างน้อย 1 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที และความดันที่ปล่อยออกไม่เกิน 666.7 กิโลปาสกาล ทำจากหรือปกป้องด้วย “วัสดุต้านทานต่อการกัดกร่อนของยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์” (“Materials Resistant to Corrosion by UF₆”)
 4. แหวนผนึกเพลลาหมุน (Rotary Shaft Seals) สำหรับเครื่องอัดแก๊ส (Compressors) หรือเครื่องเป่าแก๊ส (Blowers) ตามที่ระบุใน OB001.c.3. และออกแบบสำหรับแก๊สบัฟเฟอร์ (Buffer Gas) รั่วเข้าได้ในอัตราน้อยกว่า 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที
 5. เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchangers) ทำจากอะลูมิเนียม ทองแดง นิกเกิล (Nickel) หรือโลหะผสม (Alloys) ที่มีส่วนผสมนิกเกิลมากกว่าร้อยละ 60 หรือมีส่วนประกอบของโลหะดังกล่าวเป็นท่อหุ้ม โดยออกแบบเพื่อทำงานที่ระดับความดันต่ำกว่าบรรยากาศ มีอัตราการรั่วซึมที่จำกัดการเพิ่มขึ้นของความดันได้น้อยกว่า 10 ปาสกาลต่อชั่วโมงภายใต้ความแตกต่างของความดันที่ 100 กิโลปาสกาล
 6. วาล์วของเบลโลว์ (Bellow Valves) ทำจากหรือปกป้องด้วย “วัสดุต้านทานต่อการกัดกร่อนของยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์” (“Materials Resistant to Corrosion by UF₆”) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 40 มิลลิเมตร ถึง 1,500 มิลลิเมตร

OB001

(ต่อ)

d. อุปกรณ์และส่วนประกอบที่ออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษสำหรับกระบวนการแยกด้วยวิธีทางแอโรไดนามิก (Aerodynamic) ดังต่อไปนี้

1. หัวฉีดแยกแก๊ส (Separation Nozzles) ประกอบด้วยช่องโค้งที่ผ่าตามแนวยาว (Slit-shaped) มีรัศมีของส่วนโค้งน้อยกว่า 1 มิลลิเมตร มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนของยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์ (UF_6) และมีส่วนที่มีลักษณะเป็นปลายมีดอยู่ภายในหัวฉีดซึ่งแยกแก๊สที่ไหลผ่านหัวฉีดออกเป็นสองสาย
2. ท่อทรงกระบอกหรือทรงกรวยที่แก๊สไหลเข้าในแนวสัมผัส (Tangential Inlet Flow-driven Cylindrical or Conical Tubes) (ทอว์ออร์ทเทกซ์ [Vortex Tubes]) ทำจากหรือปกป้องด้วย “วัสดุต้านทานต่อการกัดกร่อนของยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์” (“Materials Resistant to Corrosion by UF_6 ”) มีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 0.5 เซนติเมตร ถึง 4 เซนติเมตร และมีอัตราส่วนของความยาวต่อเส้นผ่านศูนย์กลาง 20:1 หรือน้อยกว่า และมีช่องทางไหลเข้าของแก๊สในแนวสัมผัสหนึ่งช่องหรือมากกว่า
3. เครื่องอัดแก๊ส (Compressors) (แบบเปลี่ยนปริมาตร [Positive Displacement]) แบบหมุนเหวี่ยง [Centrifugal] และแบบไหลตามแกน [Axial Flow] หรือเครื่องเป่าแก๊ส [Blowers] ที่มีความสามารถดูดแก๊สที่ปริมาตร 2 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที หรือมากกว่า ทำจากหรือปกป้องด้วย “วัสดุต้านทานต่อการกัดกร่อนของยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์” (“Materials Resistant to Corrosion by UF_6 ”) และแหวนผนึกเพลาหมุน (Rotary Shaft Seals) สำหรับเครื่องดังกล่าว
4. เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchangers) ทำจากหรือปกป้องด้วย “วัสดุต้านทานต่อการกัดกร่อนของยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์” (“Materials Resistant to Corrosion by UF_6 ”)
5. ตัวเครื่องที่บรรจุส่วนประกอบของเครื่องแยกแก๊สด้วยวิธีแอโรไดนามิก (Aerodynamic) ทำจากหรือปกป้องด้วย “วัสดุต้านทานต่อการกัดกร่อนของยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์” (“Materials Resistant to Corrosion by UF_6 ”) เพื่อบรรจุทอว์ออร์ทเทกซ์ (Vortex Tubes) หรือหัวฉีดแยกแก๊ส (Separation Nozzles)
6. วาล์วของเบลโลว์ (Bellows Valves) ทำจากหรือปกป้องด้วย “วัสดุต้านทานต่อการกัดกร่อนของยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์” (“Materials Resistant to Corrosion by UF_6 ”) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 40 มิลลิเมตร ถึง 1,500 มิลลิเมตร
7. ระบบต่างๆ ในกระบวนการแยกยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์ (UF_6) จากแก๊สพา (ไฮโดรเจน [Hydrogen] หรือฮีเลียม [Helium]) ให้เหลือความเข้มข้นของเนื้อสารยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์ (UF_6) ไม่เกิน 1 ส่วนในล้านส่วน ซึ่งรวมถึง
 - a. เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบไครโอเจนิค (Cryogenic Heat Exchangers) และเครื่องไครโอเซเพอเรเตอร์ (Cryoseparators) ที่สามารถลดอุณหภูมิลงถึง 153 เคลวิน (-120 องศาเซลเซียส) หรือน้อยกว่า
 - b. ชุดทำความเย็นแบบไครโอเจนิค (Cryogenic Refrigeration Units) ที่สามารถลดอุณหภูมิลงถึง 153 เคลวิน (-120 องศาเซลเซียส) หรือน้อยกว่า
 - c. ชุดหัวฉีดแยกแก๊ส (Separation Nozzle Units) หรือชุดทอว์ออร์ทเทกซ์ (Vortex Tube Units) สำหรับแยกยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์ (UF_6) ออกจากแก๊สพา
 - d. ตัวดักจับยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์ด้วยความเย็น (UF_6 Cold Traps) ที่สามารถลดอุณหภูมิลงถึง 253 เคลวิน (-20 องศาเซลเซียส) หรือน้อยกว่า

e. อุปกรณ์และส่วนประกอบที่ออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษสำหรับกระบวนการแยกด้วยวิธีแลกเปลี่ยนทางเคมี ดังต่อไปนี้

1. พัลส์คอลัมน์แลกเปลี่ยนระหว่างของเหลวแบบเร็ว (Fast-exchange Liquid-liquid Pulse Columns) ที่มีเวลาพำนัก (Residence Time) ในแต่ละชั้นเท่ากับ 30 วินาทีหรือน้อยกว่า และมีความทนทานต่อการไฮโดรคลอริกเข้มข้น (เช่น ทำจากหรือปกป้องด้วยวัสดุพลาสติกที่เหมาะสม เช่น ฟลูออโรคาร์บอนพอลิเมอร์ [Fluorocarbon Polymers] หรือแก้ว)
2. คอนแทคเตอร์แลกเปลี่ยนระหว่างของเหลวแบบเร็วโดยใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Fast-Exchange Liquid-Liquid Centrifugal Contactors) ที่มีเวลาพำนัก (Residence Time) ในแต่ละชั้นเท่ากับ 30 วินาทีหรือน้อยกว่า และมีความทนทานต่อการไฮโดรคลอริกเข้มข้น (เช่น ทำจากหรือปกป้องด้วยวัสดุพลาสติกที่เหมาะสม เช่น ฟลูออโรคาร์บอนพอลิเมอร์ [Fluorocarbon Polymers] หรือแก้ว)
3. ชุดทำปฏิกิริยารีดักชันทางเคมีด้วยไฟฟ้า (Electrochemical Reduction Cells) ที่ทนทานต่อสารละลายของกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น สำหรับก่อให้เกิดปฏิกิริยารีดักชัน (Reduction) ของยูเรเนียม (Uranium) ให้เปลี่ยนจากระดับเวเลนซ์ (Valence State) หนึ่งไปเป็นอีกระดับหนึ่ง
4. อุปกรณ์ที่ใช้ป้อนยูเรเนียม (Uranium) เข้าไปในชุดทำปฏิกิริยารีดักชัน (Reduction) ทางเคมีด้วยไฟฟ้าเพื่อยูเรเนียม⁺⁴ (U^{+4}) ออกจากของเหลวอินทรีย์ (Organic Stream) และมีส่วนที่ต้องสัมผัสกับของเหลวในกระบวนการ ซึ่งทำจากหรือปกป้องด้วยวัสดุที่เหมาะสม (เช่น แก้ว ฟลูออโรคาร์บอนพอลิเมอร์ [Fluorocarbon Polymers] พอลิฟีนิลซัลเฟต [Polyphenyl Sulphate] พอลิเอเทอร์ซัลโฟน [Polyether Sulfone] และเรซินอิมเพกเรตกราไฟท์ [Resin-impregnated Graphite])
5. ระบบเตรียมการป้อนเข้าสำหรับผลิตสารละลายยูเรเนียมคลอไรด์ (Uranium Chloride) ที่มีความบริสุทธิ์สูง ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ทำละลาย อุปกรณ์สกัดด้วยตัวทำละลาย และ/หรืออุปกรณ์แลกเปลี่ยนไอออนสำหรับการทำให้สารบริสุทธิ์ และเซลล์อิเล็กโทรไลต์ (Electrolytic Cells) สำหรับรีดิวซ์ (Reducing) ยูเรเนียม⁺⁶ (U^{+6}) หรือยูเรเนียม⁺⁴ (U^{+4}) ให้เป็นยูเรเนียม⁺³ (U^{+3})
6. ระบบยูเรเนียมออกซิเดชัน (Uranium Oxidation Systems) สำหรับการทำให้ยูเรเนียมออกซิเดชัน (Oxidation) ยูเรเนียม⁺³ (U^{+3}) ให้เป็นยูเรเนียม⁺⁴ (U^{+4})

OB001

(ต่อ)

- f. อุปกรณ์และส่วนประกอบที่ออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษสำหรับกระบวนการแยกด้วยวิธีแลกเปลี่ยนไอออน ดังต่อไปนี้

1. เรซินแลกเปลี่ยนไอออนแบบทำปฏิกิริยาเร็ว (Fast Reacting Ion-exchange Resins) เรซินแบบมาโครเรติคูลेटที่เป็นรูพรุนหรือเป็นเยื่อผิว (Pellicular or Porous Macro-reticulated Resins) ซึ่งมีกลุ่มแลกเปลี่ยนทางเคมีที่พร้อมเกิดปฏิกิริยาอยู่เฉพาะบนผิวเคลือบของโครงสร้างสนับสนุนที่เป็นรูพรุนซึ่งไม่เกิดปฏิกิริยา และโครงสร้างคอมโพสิต (Composite Structures) อื่นๆ ในรูปแบบที่เหมาะสม ซึ่งรวมถึงอนุภาคหรือเส้นใยที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2 มิลลิเมตร หรือน้อยกว่า ที่ต้านทานกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น และออกแบบเพื่อให้มีระยะเวลาของอัตราแลกเปลี่ยนไอออนน้อยกว่า 10 วินาที และสามารถทำงานที่อุณหภูมิในช่วง 373 เคลวิน (100 องศาเซลเซียส) ถึง 473 เคลวิน (200 องศาเซลเซียส)
2. คอลัมน์แลกเปลี่ยนไอออน (Ion Exchange Columns) (ทรงกระบอก) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 1,000 มิลลิเมตร ทำจากหรือปกป้องด้วยวัสดุที่สามารถต้านทานกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (เช่น ไทเทเนียม [Titanium] หรือพลาสติกฟลูออโรคาร์บอน [Fluorocarbon Plastics]) และสามารถทำงานที่อุณหภูมิในช่วง 373 เคลวิน (100 องศาเซลเซียส) ถึง 473 เคลวิน (200 องศาเซลเซียส) และที่ความดันสูงกว่า 0.7 เมกะปาสคาล
3. ระบบไหลย้อนแบบแลกเปลี่ยนไอออน (Ion Exchange Reflux Systems) (ระบบออกซิเดชันหรือรีดักชันทางเคมีหรือเคมีไฟฟ้า [Chemical or Electrochemical Oxidation or Reduction Systems]) สำหรับการฟื้นฟูใหม่ของสารเคมีชนิดออกซิไดซิงหรือรีดิวซิง (Chemical Reducing or Oxidising Agents) ที่ใช้ในการเสริมสมรรถนะแบบแลกเปลี่ยนไอออน (Ion Exchange Enrichment Cascades)

- g. อุปกรณ์และส่วนประกอบที่ออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษสำหรับกระบวนการแยกด้วยวิธีการแยกไอโซโทปโดยใช้ “เลเซอร์” สร้างไออะตอม (Atomic Vapour “Laser” Isotope Separation: AVLIS) ดังต่อไปนี้

1. ปืนยิงลำอิเล็กตรอนแบบสตริปหรือแบบสแกนที่มีกำลังสูง (High Power Strip or Scanning Electron Beam Guns) ที่ให้กำลังมากกว่า 2.5 กิโลวัตต์ต่อเซนติเมตร สำหรับใช้ในระบบทำยูเรเนียมให้กลายเป็นไอโลหะ (Uranium Vaporisation Systems)
2. ระบบจัดการโลหะยูเรเนียมเหลว (Liquid Uranium Metal Handling Systems) สำหรับยูเรเนียมหลอมเหลว (Molten Uranium) หรือโลหะผสมยูเรเนียมหลอมเหลว (Molten Uranium Alloys) ซึ่งประกอบด้วยเบ้าหลอม ทำจากหรือปกป้องด้วยวัสดุต้านทานการกัดกร่อนและความร้อนที่เหมาะสม (เช่น แทนทาลัม [Tantalum] กราไฟต์เคลือบด้วยอิทเทรีย [Yttria-coated Graphite] กราไฟต์เคลือบด้วยแรร์เอิร์ทออกไซด์อื่น [Graphite Coated with Other Rare Earth Oxides] หรือสารผสมของวัสดุดังกล่าว) และอุปกรณ์หล่อเย็นสำหรับเบ้าหลอม

หมายเหตุ โปรดดู 2A225 ประกอบ

3. ระบบเก็บผลิตภัณฑ์และหางแร่ (Tails) ทำจากหรือเคลือบภายในด้วยวัสดุที่สามารถต้านทานความร้อนและการกัดกร่อนของไอโลหะยูเรเนียม (Uranium Metal Vapour) หรือยูเรเนียมเหลว (Uranium Liquid) เช่น กราไฟต์เคลือบด้วยอิทเทรียหรือแทนทาลัม (Yttria-coated Graphite or Tantalum)
4. ตัวเครื่องที่บรรจุโมดูลของเครื่องแยก (Separator Module Housings) (ถังทรงกระบอกหรือทรงสี่เหลี่ยม) สำหรับบรรจุต้นกำเนิดไอโลหะยูเรเนียม (Uranium Metal Vapour Source) ปืนยิงลำอิเล็กตรอน และตัวเก็บผลิตภัณฑ์และหางแร่ (Tails)
5. “เลเซอร์” (“Lasers”) หรือระบบ “เลเซอร์” (“Laser” Systems) ที่ใช้ในการแยกไอโซโทปของยูเรเนียม (Uranium Isotopes) ที่มีตัวทำให้ความถี่สเปกตรัม (Spectrum) คงที่สำหรับทำงานต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน

หมายเหตุ โปรดดู 6A005 และ 6A205 ประกอบ

- h. อุปกรณ์และส่วนประกอบที่ออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษสำหรับกระบวนการแยกด้วยวิธีการแยกไอโซโทปโดยใช้ “เลเซอร์” กระตุ้นโมเลกุล (Molecular “Laser” Isotope Separation: MLIS) หรือปฏิกิริยาเคมีโดยการกระตุ้นด้วยเลเซอร์แบบเลือกไอโซโทป (Chemical Reaction by Isotope Selective Laser Activation : CRISLA) ดังต่อไปนี้

1. หัวฉีดขยายแบบซูเปอร์โซนิก (Supersonic Expansion Nozzles) สำหรับหล่อเย็นสารผสมระหว่างยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์ (UF_6) และแก๊สพาหะที่มีอุณหภูมิเท่ากับ 150 เคลวิน (–123 องศาเซลเซียส) หรือน้อยกว่า และทำจาก “วัสดุต้านทานต่อการกัดกร่อนของยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์” (“Materials Resistant to Corrosion by UF_6 ”)
2. เครื่องเก็บผลิตภัณฑ์ยูเรเนียมเพนตะฟลูออไรด์ (Uranium Pentafluoride: UF_5) ประกอบด้วยเครื่องเก็บแบบตัวกรอง (Filter) แบบชน (Impact) หรือแบบไซโคลน (Cyclone) หรือผสมกันระหว่างแบบดังกล่าว ทำจาก “วัสดุต้านทานต่อการกัดกร่อนของยูเรเนียมเพนตะฟลูออไรด์/ยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์” (“Materials Resistant to Corrosion by UF_5/UF_6 ”)
3. คอมเพรสเซอร์ (Compressors) ที่ทำจากหรือปกป้องด้วย “วัสดุต้านทานต่อการกัดกร่อนของยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์” (“Materials Resistant to Corrosion by UF_6 ”) และแหวนผนึกเพลาหมุน (Rotary Shaft Seals) สำหรับอุปกรณ์ดังกล่าว

OB001

h. (ต่อ)

4. อุปกรณ์สำหรับเพิ่มฟลูออรีน (Fluorinating) เข้าไปในยูเรเนียมเพนตะฟลูออไรด์ (UF_5) (ของแข็ง) ให้กลายเป็นยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์ (UF_6) (แก๊ส)
5. ระบบในกระบวนการสำหรับแยกยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์ (UF_6) ออกจากแก๊สพา (เช่น ไนโตรเจน [Nitrogen] หรืออาร์กอน [Argon]) รวมถึง
 - a. เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบไครโอเจนิค (Cryogenic Heat Exchangers) และไครโอเซปเพอเรเตอร์ (Cryoseparators) ที่สามารถลดอุณหภูมิลงถึง 153 เคลวิน (-120 องศาเซลเซียส) หรือน้อยกว่า
 - b. ชุดทำความเย็นแบบไครโอเจนิค (Cryogenic Refrigeration Units) ที่สามารถลดอุณหภูมิลงถึง 153 เคลวิน (-120 องศาเซลเซียส) หรือน้อยกว่า
 - c. ตัวดักจับยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์ด้วยความเย็น (UF_6 Cold Traps) ที่สามารถลดอุณหภูมิลงถึง 253 เคลวิน (-20 องศาเซลเซียส) หรือน้อยกว่า
6. “เลเซอร์” (“Lasers”) หรือระบบ “เลเซอร์” (“Laser” Systems) ที่ใช้ในการแยกไอโซโทปของยูเรเนียม (Uranium Isotopes) ที่มีตัวทำให้ความถี่สเปกตรัม (Spectrum) คงที่สำหรับทำงานต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน

หมายเหตุ โปรดดู 6A005 และ 6A205 ประกอบ

- i. อุปกรณ์และส่วนประกอบที่ออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษสำหรับกระบวนการแยกด้วยวิธีทางพลาสมา (Plasma) ดังต่อไปนี้
 1. ต้นกำเนิดคลื่นไมโครเวฟและเสาอากาศสำหรับผลิตหรือเร่งไอออน ที่มีความถี่ขาออกมากกว่า 30 กิโลเฮิร์ตซ์ และให้กำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยมากกว่า 50 กิโลวัตต์
 2. ขดลวดกระตุ้นไอออนด้วยคลื่นความถี่วิทยุสำหรับความถี่มากกว่า 100 กิโลเฮิร์ตซ์ และสามารถรองรับกำลังเฉลี่ยได้มากกว่า 40 กิโลวัตต์
 3. ระบบผลิตยูเรเนียมพลาสมา (Uranium Plasma Generation Systems)
 4. ระบบจัดการโลหะเหลวสำหรับยูเรเนียมหลอมเหลว (Molten Uranium) หรือโลหะผสมยูเรเนียม (Uranium Alloys) ซึ่งประกอบด้วยเบ้าหลอม ทำจากหรือปกป้องด้วยวัสดุต้านทานการกัดกร่อนและความร้อนที่เหมาะสม (เช่น แทนทาลัม [Tantalum] กราไฟต์เคลือบด้วยอิตเทรีย [Yttria-coated Graphite] กราไฟต์เคลือบด้วยแรร์เอิร์ธออกไซด์อื่น [Graphite Coated with Other Rare Earth Oxides] หรือสารผสมของวัสดุดังกล่าว) และอุปกรณ์หล่อเย็นสำหรับเบ้าหลอม

หมายเหตุ โปรดดู 2A225 ประกอบ

5. อุปกรณ์เก็บผลิตภัณฑ์และหางแร่ (Tails) ทำจากหรือปกป้องด้วยวัสดุที่สามารถต้านทานความร้อนและการกัดกร่อนของไอยูเรเนียม (Uranium Vapour) เช่น กราไฟต์เคลือบด้วยอิตเทรียหรือแทนทาลัม (Yttria-coated Graphite or Tantalum)
6. ตัวเครื่องที่บรรจุโมดูลของเครื่องแยก (Separator Module Housings) (ทรงกระบอก) สำหรับบรรจุต้นกำเนิดยูเรเนียมพลาสมา (Uranium Plasma Source) ขดลวดกระตุ้นด้วยคลื่นความถี่วิทยุ และอุปกรณ์เก็บผลิตภัณฑ์และหางแร่ (Tails) ซึ่งทำจากวัสดุที่ไม่เป็นแม่เหล็กที่เหมาะสม (เช่น เหล็กกล้าไร้สนิม)
- j. อุปกรณ์และส่วนประกอบที่ออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษสำหรับกระบวนการแยกด้วยวิธีทางแม่เหล็กไฟฟ้า ดังต่อไปนี้
 1. ตัวกำเนิดไอออนตัวเดียวหรือหลายตัว ประกอบด้วยต้นกำเนิดไอ เครื่องสร้างไอออน (Ioniser) และเครื่องเร่งลำไอออนที่ทำจากวัสดุที่ไม่เป็นแม่เหล็กที่เหมาะสม (เช่น กราไฟต์ [Graphite] เหล็กกล้าไร้สนิม หรือทองแดง) และสามารถให้กระแสลำไอออนทั้งหมดเท่ากับ 50 มิลลิแอมแปร์ หรือมากกว่า
 2. แผ่นเก็บไอออนสำหรับเก็บลำยูเรเนียมไอออนเสริมสมรรถนะหรือเสื่อมสมรรถนะ (Enriched or Depleted Uranium Ion Beams) ประกอบด้วยช่องผ่าตามแนวยาวและช่องเก็บสองช่องหรือมากกว่า ทำจากวัสดุไม่เป็นแม่เหล็กที่เหมาะสม (เช่น กราไฟต์ [Graphite] หรือเหล็กกล้าไร้สนิม)
 3. ถึงสุญญากาศสำหรับเครื่องแยกยูเรเนียมด้วยวิธีทางแม่เหล็กไฟฟ้า (Uranium Electromagnetic Separators) ที่ทำจากวัสดุที่ไม่เป็นแม่เหล็ก (เช่น เหล็กกล้าไร้สนิม) และออกแบบเพื่อทำงานที่ความดัน 0.1 ปาสคาลหรือต่ำกว่า

OB001

j. (ต่อ)

4. โครงสร้างนำสนามแม่เหล็ก (Magnet Pole Pieces) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 2 เมตร
5. เครื่องจ่ายไฟฟ้าแรงสูงสำหรับตัวกำเนิดไอออน ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - a. สามารถทำงานแบบต่อเนื่อง
 - b. ให้แรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 20,000 โวลต์ หรือมากกว่า
 - c. ให้กระแสไฟเท่ากับ 1 แอมแปร์ หรือมากกว่า และ
 - d. ระดับแรงดันไฟฟ้าสม่ำเสมอดีกว่าร้อยละ 0.01 ตลอดช่วงเวลา 8 ชั่วโมง

หมายเหตุ โปรดดู 3A227 ประกอบ

6. เครื่องจ่ายไฟฟ้าสำหรับแม่เหล็ก (Magnet Power Supplies) (กำลังสูง กระแสตรง) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - a. สามารถทำงานแบบต่อเนื่องด้วยกระแสไฟเท่ากับ 500 แอมแปร์หรือมากกว่า ที่แรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 100 โวลต์ หรือมากกว่า และ
 - b. กระแสไฟหรือแรงดันไฟฟ้าสม่ำเสมอดีกว่าร้อยละ 0.01 ตลอดช่วงเวลา 8 ชั่วโมง

หมายเหตุ โปรดดู 3A226 ประกอบ

OB002

ระบบ อุปกรณ์ และส่วนประกอบสนับสนุน ที่ออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษสำหรับโรงงานแยกไอโซโทป (Isotopes) ตามที่ระบุใน OB001 ซึ่งทำจากหรือปกป้องด้วย “วัสดุต้านทานต่อการกัดกร่อนของยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์” (“Materials Resistant to Corrosion by UF_6 ”) ดังต่อไปนี้

- a. ตู้อบ (Feed Autoclaves) เตาอบ (Ovens) หรือระบบที่ใช้สำหรับส่งยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์ (UF_6) เข้าไปยังกระบวนการเสริมสมรรถนะ
- b. ดีซับไลเมอร์ (Desublimers) หรือตัวดักจับด้วยความเย็น (Cold Traps) ที่ใช้แยกยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์ (UF_6) ออกจากกระบวนการเสริมสมรรถนะเพื่อส่งผ่านไปยังขั้นตอนต่อไปเมื่อให้ความร้อน
- c. สถานีจัดการผลิตผลและหางแร่ (Tails) สำหรับส่งยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์ (UF_6) ไปยังภาชนะบรรจุ
- d. สถานีแปลงสถานะเป็นของเหลว (Liquefaction Stations) หรือสถานีแปลงสถานะเป็นของแข็ง (Solidification Stations) ที่ใช้สำหรับแยกยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์ (UF_6) ออกจากกระบวนการเสริมสมรรถนะด้วยการบีบอัดหล่อเย็น และการแปลงยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์ (UF_6) ให้อยู่ในสถานะของเหลวหรือของแข็ง
- e. ระบบท่อและระบบท่อรวมที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการจัดการกับยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์ (UF_6) ภายในกระบวนการแพร่ของแก๊ส (Gaseous Diffusion) กระบวนการหมุนเหวี่ยงแก๊ส (Centrifuge) หรือกระบวนการทางแอโรไดนามิก (Aerodynamic)
- f.
 1. ท่อร่วมสุญญากาศ (Vacuum Manifolds) หรือหัวดูดสุญญากาศ (Vacuum Headers) ที่มีสมรรถนะในการดูดเท่ากับ 5 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที หรือมากกว่า หรือ
 2. เครื่องสูบลูสุญญากาศที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับใช้ในสภาพบรรยากาศที่มียูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์ (UF_6)
- g. เครื่องแมสสเปกโตรมิเตอร์ (Mass Spectrometers) หรือตัวกำเนิดไอออนสำหรับยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์ (UF_6) ที่ออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษสำหรับเก็บตัวอย่างสารที่ป้อนเข้า ผลิตผล หรือหางแร่ (Tails) โดยตรงจากเส้นทางการไหลของยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์ (UF_6) และมีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 1. มีความละเอียดของการวัดมวล (Unit Resolution for Mass) มากกว่า 320 อะตอม
 2. ตัวกำเนิดไอออนทำจากหรือเคลือบภายในด้วยนิโครม (Nichrome) หรือโมนีล (Monel) หรือชุบนิกเกิล (Nickel Plated)
 3. แหล่งกำเนิดปฏิกิริยาไอออนแบบอิเล็กตรอนบอมบาร์ดเมนต์ (Electron Bombardment) และ
 4. ระบบจัดเก็บที่เหมาะสมสำหรับวิเคราะห์ไอโซโทป

- OB003 โรงงานสำหรับการแปรรูปยูเรเนียม (Uranium) และอุปกรณ์ที่ออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษสำหรับโรงงานดังกล่าว ดังต่อไปนี้
- ระบบสำหรับการแปรรูปแร่ยูเรเนียมเข้มข้น (Uranium Ore Concentrates) ให้เป็นยูเรเนียมไดออกไซด์ (UO_3)
 - ระบบสำหรับการแปรรูปยูเรเนียมไดออกไซด์ (UO_3) เป็นยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์ (UF_6)
 - ระบบสำหรับการแปรรูปยูเรเนียมไดออกไซด์ (UO_3) เป็นยูเรเนียมไดออกไซด์ (UO_2)
 - ระบบสำหรับการแปรรูปยูเรเนียมไดออกไซด์ (UO_2) เป็นยูเรเนียมเตตระฟลูออไรด์ (UF_4)
 - ระบบสำหรับการแปรรูปยูเรเนียมเตตระฟลูออไรด์ (UF_4) เป็นยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์ (UF_6)
 - ระบบสำหรับการแปรรูปยูเรเนียมเตตระฟลูออไรด์ (UF_4) เป็นโลหะยูเรเนียม (Uranium Metal)
 - ระบบสำหรับการแปรรูปยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์ (UF_6) เป็นยูเรเนียมไดออกไซด์ (UO_2)
 - ระบบสำหรับการแปรรูปยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์ (UF_6) เป็นยูเรเนียมเตตระฟลูออไรด์ (UF_4)
 - ระบบสำหรับการแปรรูปยูเรเนียมไดออกไซด์ (UO_2) เป็นยูเรเนียมเตตระคลอไรด์ (UCl_4)
- OB004 โรงงานสำหรับการผลิตหรือการเพิ่มความเข้มข้นของน้ำมวลหนัก (Heavy Water) ดิวเทอเรียม (Deuterium) และสารประกอบดิวเทอเรียม (Deuterium Compounds) รวมถึงอุปกรณ์และส่วนประกอบที่ออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษสำหรับโรงงานดังกล่าว ดังต่อไปนี้
- โรงงานสำหรับการผลิตน้ำมวลหนัก (Heavy Water) ดิวเทอเรียม (Deuterium) หรือสารประกอบดิวเทอเรียม (Deuterium Compounds) ดังต่อไปนี้
 - โรงงานแลกเปลี่ยนระหว่างน้ำและไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Water-hydrogen Sulphide Exchange Plants)
 - โรงงานแลกเปลี่ยนระหว่างแอมโมเนียและไฮโดรเจน (Ammonia-hydrogen Exchange Plants)
 - อุปกรณ์และส่วนประกอบ ดังต่อไปนี้
 - หอแลกเปลี่ยนระหว่างน้ำและไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Water-hydrogen Sulphide Exchange Towers) ที่ทำจากเหล็กกล้าคาร์บอนชนิด 1 (เช่น ตามมาตรฐานของสมาคมทดสอบและวัสดุแห่งสหรัฐอเมริกา [The American Society for Testing and Materials: ASTM] ASTM A516) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 6 เมตร ถึง 9 เมตร สามารถทำงานที่ความดันมากกว่าหรือเท่ากับ 2 เมกะปาสกาล และยอมให้เกิดการกัดกร่อนได้เท่ากับ 6 มิลลิเมตร หรือมากกว่า
 - เครื่องเป่าหรือคอมเพรสเซอร์แบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Blowers or Compressors) โลว์เฮด (Low Head) (คือ 0.2 เมกะปาสกาล) ขั้นตอนเดียว (Single Stage) สำหรับไหลเวียนแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen Sulphide) (คือ แก๊สที่มีส่วนผสมของไฮโดรเจนซัลไฟด์ [Hydrogen Sulphide: H_2S] มากกว่าร้อยละ 70) มีสมรรถนะในการส่งแก๊สได้มากกว่าหรือเท่ากับ 56 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที เมื่อทำงานที่ความดันในการดูดมากกว่าหรือเท่ากับ 1.8 เมกะปาสกาล และมีตัวปิดผนึกที่ออกแบบสำหรับใช้งานภายใต้สภาวะไฮโดรเจนซัลไฟด์แบบเปียก (Wet H_2S Service)
 - หอแลกเปลี่ยนระหว่างแอมโมเนียและไฮโดรเจน (Ammonia-hydrogen Exchange Towers) ที่มีความสูงมากกว่าหรือเท่ากับ 35 เมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 1.5 เมตร ถึง 2.5 เมตร สามารถทำงานที่ความดันมากกว่า 15 เมกะปาสกาล
 - ส่วนประกอบภายในหอแลกเปลี่ยนรวมทั้งสเตจคอนแทคเตอร์ (Stage Contactors) และสเตจปั๊ม (Stage Pumps) รวมทั้งส่วนที่สามารถจมในของเหลวได้ สำหรับการผลิตน้ำมวลหนัก (Heavy Water) ที่ใช้กระบวนการแลกเปลี่ยนระหว่างแอมโมเนีย (Ammonia) และไฮโดรเจน (Hydrogen)
 - เครื่องแยกแอมโมเนีย (Ammonia Crackers) ที่มีความดันใช้งานมากกว่าหรือเท่ากับ 3 เมกะปาสกาล สำหรับการผลิตน้ำมวลหนัก (Heavy Water) ที่ใช้กระบวนการแลกเปลี่ยนระหว่างแอมโมเนีย (Ammonia) และไฮโดรเจน (Hydrogen)
 - เครื่องวิเคราะห์แบบดูดกลืนคลื่นอินฟราเรดที่สามารถวิเคราะห์อัตราส่วนระหว่างไฮโดรเจน (Hydrogen) และดิวเทอเรียม (Deuterium) โดยตรงได้ เมื่อความเข้มข้นของดิวเทอเรียม (Deuterium) มีค่าเท่ากับหรือมากกว่าร้อยละ 90
 - เครื่องเผาเร่งปฏิกิริยา (Catalytic Burners) สำหรับการแปรรูปของแก๊สดิวเทอเรียมเสริมสมรรถนะ (Enriched Deuterium Gas) ให้เป็นน้ำมวลหนัก (Heavy Water) โดยใช้กระบวนการแลกเปลี่ยนระหว่างแอมโมเนีย (Ammonia) และไฮโดรเจน (Hydrogen)
 - ระบบเสริมสมรรถนะน้ำมวลหนัก (Heavy Water) แบบสมบูรณ์ หรือคอลัมน์ที่ใช้ในระบบดังกล่าว สำหรับเสริมสมรรถนะน้ำมวลหนัก (Heavy Water) ให้เป็นดิวเทอเรียม (Deuterium) ที่มีความเข้มข้นในระดับที่สามารถใช้ในเครื่องปฏิกรณ์ได้

OB005 โรงงานที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการผลิตแท่งเชื้อเพลิงสำหรับ “เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์” (“Nuclear Reactor”) และอุปกรณ์ที่ออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษสำหรับโรงงานดังกล่าว

หมายเหตุ โรงงานสำหรับการผลิตแท่งเชื้อเพลิงสำหรับ “เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์” (“Nuclear Reactor”) รวมถึงอุปกรณ์ซึ่ง

- ตามปกติจะสัมผัสโดยตรงกับวัสดุนิวเคลียร์หรือมีกระบวนการหรือควบคุมกระบวนการต่างๆ โดยตรงในสายการผลิตที่มีวัสดุนิวเคลียร์
- ปิดผนึกวัสดุนิวเคลียร์ให้อยู่ภายในท่อหุ้มเชื้อเพลิง
- ตรวจสอบความสมบูรณ์ของท่อหุ้มเชื้อเพลิงหรือฉนวน หรือ
- ตรวจสอบความเรียบร้อยของเชื้อเพลิงที่ปิดผนึกแล้ว

OB006 โรงงานสำหรับแปรรูปของแท่งเชื้อเพลิงสำหรับ “เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์” (“Nuclear Reactor”) ที่ผ่านการใช้งานแล้วเพื่อนำกลับไปใช้ใหม่ รวมถึงอุปกรณ์และส่วนประกอบที่ออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษสำหรับโรงงานดังกล่าว

หมายเหตุ OB006 รวมถึง

- โรงงานสำหรับแปรรูปของแท่งเชื้อเพลิงสำหรับ “เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์” (“Nuclear Reactor”) ที่ผ่านการใช้งานแล้วเพื่อนำกลับไปใช้ใหม่ รวมทั้งอุปกรณ์และส่วนประกอบที่ตามปกติจะใช้ควบคุมและมีการสัมผัสโดยตรงกับเชื้อเพลิงที่ผ่านการใช้งานแล้วและกับกระบวนการจัดการวัสดุนิวเคลียร์หลักและผลิตผลฟิชชัน
- เครื่องตัดหรือสับแท่งเชื้อเพลิง ได้แก่ อุปกรณ์ที่ควบคุมจากระยะไกลเพื่อตัด สับ ย่อย หรือเนืองเชื้อเพลิงทั้งที่เป็นแบบแท่งเดี่ยว เป็นมัด หรือเป็นชิ้นส่วนสำหรับ “เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์” (“Nuclear Reactor”) ที่ผ่านการใช้งานแล้ว
- เครื่องละลาย (Dissolvers) ถึงป้องกันการเกิดสภาวะวิกฤต (Critically Safe Tanks) (เช่น ถึงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็ก ถึงรูปทรงวงแหวน หรือถังทรงแบนเหลี่ยม) ที่ออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษสำหรับการทำละลายเชื้อเพลิงของ “เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์” (“Nuclear Reactor”) ที่ผ่านการใช้งานแล้ว ซึ่งสามารถทนต่อของเหลวที่ร้อนและมีความสามารถในการกักความร้อนสูง รวมทั้งสามารถดำเนินการบรรจุและดูแลจากระยะไกลได้
- เครื่องแยกสารละลายแบบสวนกระแส (Counter-current Solvent Extractors) และอุปกรณ์ในกระบวนการแลกเปลี่ยนไอออนที่ออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษสำหรับใช้ในโรงงานสำหรับแปรรูปของ “ยูเรเนียมธรรมชาติ” (“Natural Uranium”) “ยูเรเนียมเสื่อมสมรรถนะ” (“Depleted Uranium”) หรือ “วัสดุฟิสไซล์พิเศษ” (“Special Fissile Materials”) ที่ผ่านการใช้งานแล้วเพื่อนำกลับไปใช้ใหม่
- ถังเก็บหรือบรรจุซึ่งออกแบบเป็นพิเศษเพื่อป้องกันการเกิดสภาวะวิกฤต (Critically Safe) และทนต่อการกัดกร่อนของกรดในตริก

หมายเหตุ ถังเก็บหรือบรรจุ ที่มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

- ผนังหรือโครงสร้างภายในที่ทำจากส่วนประกอบที่มีส่วนผสมของโบรอน (Boron) โดยสมบูรณ์ (คำนวณโดยพิจารณาจากส่วนประกอบทั้งหมดตามที่กำหนดในหมายเหตุของ OC004) อย่างน้อยร้อยละ 2
 - ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสูงสุด 175 มิลลิเมตร สำหรับถังทรงกระบอก หรือ
 - ขนาดความกว้างสูงสุด 75 มิลลิเมตร สำหรับถังทรงแบนเหลี่ยมหรือรูปทรงวงแหวน
- f. อุปกรณ์สำหรับควบคุมกระบวนการ ที่ออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษสำหรับเฝ้าติดตามหรือควบคุมการแปรรูปของ “ยูเรเนียมธรรมชาติ” (“Natural Uranium”) “ยูเรเนียมเสื่อมสมรรถนะ” (“Depleted Uranium”) หรือ “วัสดุฟิสไซล์พิเศษ” (“Special Fissile Materials”) ที่ผ่านการใช้งานแล้วเพื่อนำกลับไปใช้ใหม่

OB007 โรงงานสำหรับการแปรรูปพลูโทเนียม (Plutonium) และอุปกรณ์ที่ออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษสำหรับโรงงานดังกล่าว ดังต่อไปนี้

- ระบบสำหรับการแปรรูปพลูโทเนียมไนเตรด (Plutonium Nitrate) ให้เป็นออกไซด์ (Oxide)
- ระบบสำหรับการผลิตโลหะพลูโทเนียม (Plutonium Metal)

OC	วัสดุ
OC001	“ยูเรเนียมธรรมชาติ” (“Natural Uranium”) หรือ “ยูเรเนียมเสื่อมสมรรถนะ” (“Depleted Uranium”) หรือ ทอเรียม (Thorium) ในรูปของโลหะ โลหะผสม (Alloy) สารประกอบทางเคมีหรือสารเคมีเข้มข้น และวัสดุอื่นใด ที่มีส่วนผสมของสิ่งดังกล่าวมาแล้วหนึ่งชนิดหรือมากกว่า <u>หมายเหตุ</u> OC001 ไม่ควบคุมรายการต่อไปนี้ “ยูเรเนียมธรรมชาติ” (“Natural Uranium”) หรือ “ยูเรเนียมเสื่อมสมรรถนะ” (“Depleted Uranium”) มีน้ำหนัก 4 กรัมหรือน้อยกว่าเมื่อบรรจุอยู่ในส่วนประกอบเซนเซอร์ในอุปกรณ์วัด “ยูเรเนียมเสื่อมสมรรถนะ” (“Depleted Uranium”) ที่จัดทำขึ้นเป็นพิเศษสำหรับการใช้งานทางด้านพลเรือนที่ไม่เกี่ยวกับนิวเคลียร์ ดังต่อไปนี้ - เกราะกำบัง (Shielding) - หีบห่อ (Packaging) - บัลลัสต์ (Ballast) ที่มีมวลไม่เกิน 100 กิโลกรัม - น้ำหนักถ่วง (Counter-weights) ที่มีมวลไม่เกิน 100 กิโลกรัม - โลหะผสมที่มีส่วนผสมของทอเรียม (Thorium) อยู่น้อยกว่าร้อยละ 5 - ผลิตภัณฑ์เซรามิกที่มีส่วนผสมของทอเรียม (Thorium) ซึ่งถูกผลิตขึ้นสำหรับการใช้งานที่ไม่เกี่ยวข้องกับนิวเคลียร์
OC002	“วัสดุฟิสไซล์พิเศษ” (“Special Fissile Materials”) <u>หมายเหตุ</u> OC002 ไม่ควบคุมในกรณีที่มีน้ำหนัก 4 “กรัมยังผล” (Effective Grammes) หรือน้อยกว่า เมื่อบรรจุอยู่ในส่วนประกอบเซนเซอร์ในอุปกรณ์วัด
OC003	ดิวเทอเรียม (Deuterium) น้ำมวลหนัก (Heavy Water) (ดิวเทอเรียมออกไซด์ [Deuterium Oxide]) และ สารประกอบอื่นใดของดิวเทอเรียม รวมถึงสารผสมและสารละลายที่ประกอบด้วยดิวเทอเรียม ซึ่งมีอัตราส่วนของ ไอโซโทปดิวเทอเรียมต่อไฮโดรเจน (Hydrogen) มากกว่า 1:5,000
OC004	กราไฟต์ (Graphite) สำหรับใช้ในงานทางนิวเคลียร์ (Nuclear Grade) ที่มีระดับความบริสุทธิ์น้อยกว่า 5 ส่วน ในล้านส่วน ‘โบรอนสมมูล’ (‘Boron Equivalent’) และที่มีความหนาแน่นมากกว่า 1.5 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร <u>หมายเหตุ</u> โปรดยก 1C107 ประกอบ <u>หมายเหตุ 1</u> OC004 ไม่ควบคุมรายการต่อไปนี้ - ผลิตภัณฑ์กราไฟต์ (Graphite) อื่น ๆ ที่มีมวลน้อยกว่า 1 กิโลกรัม นอกเหนือจากรายการ ที่ออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษสำหรับใช้ในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ (Nuclear Reactor) - ผงกราไฟต์ (Graphite Powder) <u>หมายเหตุ 2</u> ใน OC004 ‘โบรอนสมมูล’ (‘Boron Equivalent: BE’) มีค่าเท่ากับผลรวมของค่า BE_z ของสารเจือปน (ไม่รวม BE_{carbon} เนื่องจากคาร์บอนไม่ถือว่าเป็นสารเจือปน) รวมถึงโบรอน (Boron) โดยที่ $BE_z (\text{ส่วนในล้านส่วน}) = CF \times \text{ค่าความเข้มข้นของธาตุ } Z \text{ มีหน่วยเป็นส่วนในล้านส่วน}$ โดยที่ CF คือแฟกเตอร์แปลงค่า = $\frac{\sigma_z \times A_B}{\sigma_B \times A_z}$ และ σ_B และ σ_z คือ ค่าภาคตัดขวางของอันตรกิริยาเทอร์มอลนิวตรอนแคปเจอร์ (Thermal Neutron Capture Cross Section) (มีหน่วยเป็นบาร์น [Barns]) ของโบรอน (Boron) ที่มีอยู่ในธรรมชาติ และของธาตุ Z ตามลำดับ และ A_B และ A_z เป็นค่ามวลอะตอมของโบรอนที่มีอยู่ในธรรมชาติและของธาตุ Z ตามลำดับ

OC005 สารประกอบหรือผงที่จัดเตรียมเป็นพิเศษสำหรับการผลิตตัวกั้นการแพร่ของแก๊ส (Gaseous Diffusion Barriers) ที่ทนต่อการกัดกร่อนของยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์ (UF_6) (เช่น นิกเกิล [Nickel] หรือโลหะผสม [Alloy] ที่มีส่วนผสมของนิกเกิลร้อยละ 60 โดยน้ำหนักหรือมากกว่า อะลูมิเนียมออกไซด์ [Aluminium Oxide] และพอลิเมอร์ไฮโดรคาร์บอนที่มีฟลูออรีนเต็มที่ [Fully Fluorinated Hydrocarbon Polymers]) โดยมีค่าความบริสุทธิ์อยู่ที่ร้อยละ 99.9 โดยน้ำหนักหรือมากกว่า และมีขนาดของอนุภาคโดยเฉลี่ยเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร วัดด้วยวิธีตามมาตรฐานสมาคมทดสอบและวัสดุแห่งสหรัฐอเมริกา (The American Society for Testing and Materials: ASTM) ASTM B330 และมีอนุภาคที่มีขนาดเท่ากันอยู่ในระดับสูง

OD	ซอฟต์แวร์
OD001	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) “การผลิต” (“Production”) หรือ “การใช้งาน” (“Use”) สิ้นค้าตามที่ระบุในหมวดนี้

OE	เทคโนโลยี
OE001	“เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีนิวเคลียร์ สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) “การผลิต” (“Production”) หรือ “การใช้งาน” (“Use”) สืบค้นตามทีระบุในหมวดนี้

หมวด 1
วัสดุพิเศษและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
(Special Materials and Related Equipment)

1A ระบบ อุปกรณ์ และส่วนประกอบ

1A001 ส่วนประกอบที่ทำจากสารประกอบฟลูออรีน (Fluorinated Compounds) ดังต่อไปนี้

- a. ซีล ปะเก็น วัสดุยาแนวกันรั่ว (Sealants) หรือถุงเก็บเชื้อเพลิงที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการใช้งานใน “อากาศยาน” (“Aircraft”) หรือ ยานอวกาศ ที่มากกว่าร้อยละ 50 ของน้ำหนักทำจากวัสดุใดๆ ตามที่ระบุใน 1C009.b. หรือ 1C009.c.
- b. เพียโซอิเล็กทริกพอลิเมอร์ (Piezoelectric Polymers) และโคพอลิเมอร์ ที่ทำจากวัสดุไวไนลิดีนฟลูออไรด์ (Vinylidene Fluoride) (ซีเอส [CAS] 75-38-7) ตามที่ระบุใน 1C009.a. ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 1. ในรูปแผ่นหรือฟิล์ม และ
 2. มีความหนามากกว่า 200 ไมโครเมตร
- c. ซีล ปะเก็น บาลัน (Valve Seats) ถุงเชื้อเพลิง หรือไดอะแฟรม (Diaphragms) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 1. ทำจากวัสดุฟลูออโรอีลาสโตเมอร์ (Fluoroelastomers) ที่ประกอบด้วยสารกลุ่มไวไนลอีเทอร์ (Vinylether) อย่างน้อยหนึ่งชนิด และ
 2. ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับใช้งานใน “อากาศยาน” (“Aircraft”) ยานอวกาศ หรือ ‘ซีปนาวุธ’ (‘Missile’)

หมายเหตุ ใน 1A001.c. ‘ซีปนาวุธ’ (‘Missile’) หมายถึง ระบบจรวดที่สมบูรณ์แบบและระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle Systems)

1A002 โครงสร้างหรือลามิเนต “คอมโพสิต” (“Composite” Structures or Laminates) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

หมายเหตุ โปรตดู 1A202, 9A010 และ 9A110 ประกอบ

- a. ประกอบด้วย “เมทริกซ์” (“Matrix”) และวัสดุแบบอินทรีย์ ตามที่ระบุใน 1C010.c., 1C010.d. หรือ 1C010.e. หรือ
- b. ประกอบด้วย “เมทริกซ์” (“Matrix”) แบบโลหะหรือคาร์บอน และวัสดุอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. “วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์” คาร์บอน (Carbon “Fibrous or Filamentary Materials”) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - a. มี “ค่ามอดุลัสจำเพาะ” (“Specific Modulus”) มากกว่า 10.15×10^6 เมตร และ
 - b. มี “ค่าความต้านทานแรงดึงจำเพาะ” (“Specific Tensile Strength”) มากกว่า 17.7×10^4 เมตร หรือ
 2. วัสดุตามทีระบุใน 1C010.c.

หมายเหตุ 1 1A002 ไม่ควบคุมโครงสร้างหรือลามิเนตคอมโพสิต (Composite Structures or Laminates) ที่ทำจาก “วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์” คาร์บอน (Carbon “Fibrous or Filamentary Materials”) ที่ใช้อีพอกซีเรซิน (Epoxy Resin) เป็นตัวประสาน เพื่อซ่อมแซมโครงสร้างหรือลามิเนต (Laminates) ของ “อากาศยานพลเรือน” (“Civil Aircraft”) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

- a. มีพื้นที่ไม่เกิน 1 ตารางเมตร
- b. มีความยาวไม่เกิน 2.5 เมตร และ
- c. มีความกว้างไม่เกิน 15 มิลลิเมตร

หมายเหตุ 2 1A002 ไม่ควบคุมสินค้าที่สำเร็จรูปที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการใช้งานด้านพลเรือนโดยเฉพาะดังต่อไปนี้

- a. สินค้าด้านกีฬา
- b. อุตสาหกรรมรถยนต์
- c. อุตสาหกรรมเครื่องมือกล
- d. การใช้งานทางการแพทย์

1A002

(ต่อ)

หมายเหตุ 3 1A002.b.1. ไม่ควบคุมสินค้าที่สำเร็จรูปที่ประกอบด้วยฟิลาเมนต์ (Filaments) ที่ถักสานกันไม่เกินสองมิติที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการใช้งาน ดังต่อไปนี้

- a. เตาอบชุบโลหะสำหรับอบคืนตัวโลหะ
- b. อุปกรณ์ผลิตก้อนผลึกซิลิคอน (Silicon Boule)

หมายเหตุ 4 1A002 ไม่ควบคุมสินค้าสำเร็จรูปที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการใช้งานเฉพาะทาง

1A003

การผลิตอะโรมาติกพอลิไอมิด์ ชนิดไม่ “สามารถหลอมได้” (Non-“fusible” Aromatic Polyimides) ที่อยู่ในรูปฟิล์ม แผ่น เทป หรือแถบยาว (Ribbon) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- a. มีความหนามากกว่า 0.254 มิลลิเมตร หรือ
- b. ชุบหรือเคลือบด้วยคาร์บอน กราไฟต์ (Graphite) โลหะ หรือสารแม่เหล็ก (Magnetic Substances)

หมายเหตุ 1A003 ไม่ควบคุมผลิตภัณฑ์ที่ชุบหรือเคลือบด้วยทองแดง และที่ออกแบบสำหรับการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Printed Circuit Boards)

หมายเหตุ สำหรับอะโรมาติกพอลิไอมิด์ (Aromatic Polyimide) ในรูปแบบใดๆ ที่ “สามารถหลอมได้” (“Fusible”) โปรดดู 1C008.a.3. ประกอบ

1A004

อุปกรณ์และส่วนประกอบสำหรับการป้องกันและการตรวจหา ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ โปรดดู 2B351 และ 2B352 ประกอบ

- a. หน้ากากป้องกันแก๊สพิษ เครื่องกรองอากาศ และอุปกรณ์จัดการปนเปื้อนสำหรับหน้ากากป้องกันแก๊สพิษและเครื่องกรองอากาศ ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเพื่อป้องกันสิ่งใดสิ่งหนึ่งตามที่ระบุด้านล่าง และส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์ทั้งหมดข้างต้น

1. สารชีวภาพที่ “ดัดแปลงเพื่อใช้ในการสงคราม” (“Adapted for Use in War”)
2. วัสดุแก๊สมันตรัสที่ “ดัดแปลงเพื่อใช้ในการสงคราม” (“Adapted for Use in War”)
3. สารที่ใช้ในการสงครามเคมี (Chemical Warfare [CW] Agents) หรือ
4. “สารควบคุมการจลาจล” (“Riot Control Agents”) รวมถึง
 - a. แอลฟา-โบรมobenซีนอะซิโตไนไทรล์ (α -Bromobenzeneacetonitrile) (โบรมเบนซิลไซยาไนด์ [Bromobenzyl Cyanide]) (ซีเอ [CA]) (ซีเอเอส [CAS] 5798-79-8)
 - b. [2-(คลอโรฟีนิล) เมทิลีน] โพรเพนไดไนไทรล์ ([2-chlorophenyl] Methylene] Propanedinitrile) (โอ-คลอโรเบนซิลิเดนมาโลไนไทรล์ [o-Chlorobenzylidenemalononitrile: CS]) (ซีเอเอส [CAS] 2698-41-1)
 - c. 2-คลอโร-1-ฟีนีลเอทานอน (2-Chloro-1-phenylethanone) ฟีนิลเอซิลคลอไรด์ (Phenylacetyl Chloride) (โอเมกา-คลอโรอะซิโตฟีนอน [ω -chloroacetophenone]) (ซีเอ็น [CN]) (ซีเอเอส [CAS] 532-27-4)
 - d. ไดเบนซ์-(บี,เอฟ)-1,4-ออกซาซิฟีน (Dibenz-[b,f]-1,4-oxazepine) (ซีอาร์ [CR]) (ซีเอเอส [CAS] 257-07-8)
 - e. 10-คลอโร-5,10-ไดไฮโดรฟีนาร์ซาซีน (10-Chloro-5,10-dihydrophenarsazine) (ฟีนาร์ซาซีนคลอไรด์ [Phenarsazine Chloride]) (แอดมไซต์ [Adamsite]) (ดีเอ็ม [DM]) (ซีเอเอส [CAS] 578-94-9)
 - f. เอ็น-โนนอยมอร์โพลีน (N-Nonanoylmorpholine) (เอ็มพีเอ [MPA]) (ซีเอเอส [CAS] 5299-64-9)

- b. ชุดป้องกัน ถุงมือ และรองเท้าที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับป้องกันสิ่งใด ๆ ดังต่อไปนี้

1. สารชีวภาพที่ “ดัดแปลงเพื่อใช้ในการสงคราม” (“Adapted for Use in War”)
2. วัสดุแก๊สมันตรัสที่ “ดัดแปลงเพื่อใช้ในการสงคราม” (“Adapted for Use in War”) หรือ
3. สารที่ใช้ในการสงครามเคมี (Chemical Warfare [CW] Agents)

1A004

(ต่อ)

- c. ระบบตรวจจับที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษเพื่อตรวจจับหรือบ่งชี้สิ่งใดๆ ตามที่ระบุด้านล่าง และส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับระบบดังกล่าว
1. สารชีวภาพที่ “ดัดแปลงเพื่อใช้ในการสงคราม” (“Adapted for Use in War”)
 2. วัสดุแก๊สมันตรังสีที่ “ดัดแปลงเพื่อใช้ในการสงคราม” (“Adapted for Use in War”) หรือ
 3. สารที่ใช้ในการสงครามเคมี (Chemical Warfare [CW] Agents)
- d. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบเพื่อตรวจจับหรือบ่งชี้แบบอัตโนมัติของการปรากฏอยู่ของกาก “วัตถุระเบิด” (“Explosives” Residues) และการใช้เทคนิค ‘การตรวจจับร่องรอย’ (‘Trace Detection’ Techniques) (เช่น คลื่นเสียงผิว [Surface Acoustic Wave] ไอออนโมบิลิตีสเปกโตรเมทรี [Ion Mobility Spectrometry] ดิฟเฟอเรนเชียลโมบิลิตีสเปกโตรเมทรี [Differential Mobility Spectrometry] และแมสสเปกโตรเมทรี [Mass Spectrometry])

หมายเหตุทางเทคนิค

‘การตรวจจับร่องรอย’ (Trace Detection) ถูกนิยามว่าเป็นความสามารถในการตรวจจับได้ต่ำกว่า 1 ส่วนในล้านส่วนในสถานะไอ หรือ 1 มิลลิกรัมในสถานะของแข็งหรือของเหลว

หมายเหตุ 1 1A004.d. ไม่ควบคุมอุปกรณ์ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการใช้งานในห้องปฏิบัติการ

หมายเหตุ 2 1A004.d. ไม่ควบคุมอุปกรณ์ตรวจสอบความปลอดภัยแบบเดินผ่านชนิดไม่สัมผัส (Non-contact Walk-through Security Portals)

หมายเหตุ 1A004 ไม่ควบคุม

- a. เครื่องวัดรังสีสะสมส่วนบุคคล
- b. อุปกรณ์ที่ถูกจำกัดด้วยการออกแบบ (Design) หรือฟังก์ชันการทำงาน (Function) เพื่อป้องกันสารอันตรายเป็นการเฉพาะกับความปลอดภัยในที่กักกักหรืออุตสาหกรรมพลเรือน ซึ่งรวมถึง
 1. การทำเหมืองแร่
 2. การระเบิดหิน
 3. การเกษตร
 4. เกล็ดขี้เถ้า
 5. การแพทย์
 6. การสัตวแพทย์
 7. สิ่งแวดล้อม
 8. การจัดการของเสีย
 9. อุตสาหกรรมอาหาร

หมายเหตุทางเทคนิค

1. 1A004 รวมถึงอุปกรณ์และส่วนประกอบที่ได้ระบุไว้ ผ่านการทดสอบตามมาตรฐานแห่งชาติ หรือได้ผ่านการพิสูจน์แล้วว่ามีประสิทธิภาพ สำหรับตรวจจับหรือป้องกันวัสดุแก๊สมันตรังสีที่ “ดัดแปลงเพื่อใช้ในการสงคราม” (“Adapted for Use in War”) สารชีวภาพที่ “ดัดแปลงเพื่อใช้ในการสงคราม” (“Adapted for Use in War”) สารที่ใช้ในการสงครามเคมี (Chemical Warfare [CW] Agents) ‘สารที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์’ (‘Simulants’) หรือ “สารควบคุมการจลาจล” (“Riot Control Agents”) แม้ว่าอุปกรณ์หรือส่วนประกอบดังกล่าวจะถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมพลเรือนเป็นต้นว่าการทำเหมืองแร่ การระเบิดหิน การเกษตร เกล็ดขี้เถ้า การแพทย์ การสัตวแพทย์ สิ่งแวดล้อม การจัดการของเสีย หรืออุตสาหกรรมอาหาร
2. ‘สารที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์’ (‘Simulant’) คือ สารหรือวัสดุที่นำมาใช้แทนสารพิษ (สารเคมีหรือสารชีวภาพ) ในการฝึกอบรม การวิจัย การทดสอบ หรือการประเมินผล

- 1A005 เสื้อเกราะและส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับเสื้อเกราะ
- หมายเหตุ** สำหรับ “วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์” (“Fibrous or Filamentary Materials”) ที่ใช้ในการผลิตเสื้อเกราะโปรตูดุ 1C010 ประกอบ
- หมายเหตุ 1** 1A005 ไม่ควบคุมเสื้อเกราะหรือชุดป้องกันเมื่อผู้ใช้งานใช้สำหรับการป้องกันส่วนบุคคล
- หมายเหตุ 2** 1A005 ไม่ควบคุมเสื้อเกราะที่ออกแบบเพื่อให้การป้องกันเฉพาะด้านหน้าจากสะเก็ดและแรงระเบิดจากวัตถุระเบิดที่ไม่ใช่ด้านการทหาร
- 1A006 อุปกรณ์ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับใช้ทำลายวัตถุระเบิดแสงเครื่องตามที่ระบุด้านล่าง รวมถึงส่วนประกอบและอุปกรณ์เสริมที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์ดังกล่าว
- a. ยานพาหนะควบคุมระยะไกล
- b. ‘เครื่องขัดขวางการทำงาน’ (‘Disruptors’)
- หมายเหตุทางเทคนิค**
- ‘เครื่องขัดขวางการทำงาน’ (‘Disruptors’) คือ เครื่องมือที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับจุดประสงค์ในการป้องกันการดำเนินงานของวัตถุระเบิดโดยการยิงของเหลว ของแข็งหรือกระสุนที่โดนเป้าหมายแล้วแตกกระจาย
- หมายเหตุ** 1A006 ไม่ควบคุมอุปกรณ์ที่ใช้ประจำกายผู้ปฏิบัติงาน
- 1A007 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อเริ่มอัดประจุไฟฟ้า และเครื่องมือที่ประกอบด้วย “วัสดุทรงพลัง” (“Energetic Materials”) โดยวิธีทางไฟฟ้า ดังต่อไปนี้
- หมายเหตุ** โปรตูดุ 3A229 และ 3A232 ประกอบ
- a. ชุดจุดชนวนวัตถุระเบิด (Explosive Detonator Firing Sets) ที่ออกแบบเพื่อขับตัวจุดชนวนหลายจุดใน 1A007.b.
- b. เชื้อปะทุ (Detonators) จุดระเบิดแบบใช้ไฟฟ้า ดังต่อไปนี้
1. ขนวนจุดระเบิด (Exploding Bridge: EB)
 2. ขนวนจุดระเบิดแบบเส้น (Exploding Bridge Wire: EBW)
 3. สแลปเปอร์ (Slapper)
 4. ขนวนจุดระเบิดแบบฟอยล์ (Exploding Foil Initiators: EFI)
- หมายเหตุทางเทคนิค**
1. คำว่าตัวเริ่ม (Initiator) หรือตัวจุดระเบิด (Igniter) บางครั้งนำมาใช้แทนคำว่าเชื้อปะทุ (Detonator)
 2. ตามจุดประสงค์ของ 1A007.b. เชื้อปะทุ (Detonators) ที่เป็นข้อกังวลทุกตัวใช้ตัวนำไฟฟ้าขนาดเล็ก (ตัวเชื่อม [Bridge]) ลวดเชื่อม [Bridge Wire] หรือฟอยล์ [Foil] ซึ่งจะระเบิดด้วยการระเบิดเมื่อผ่านพัลส์ (Pulse) ไฟฟ้ากระแสสูงอย่างรวดเร็วไปที่ตัวนำ ในตัวนำไฟฟ้าที่ไม่ใช่ชนิดสแลปเปอร์ (Non-slapper) ตัวนำไฟฟ้าที่ระเบิดออกจะเริ่มจุดชนวนทางเคมีในวัตถุระเบิดแรงสูงที่ลึ้มผลอยู่ เช่น เพนตะเออริทริทอลเททราไนเตรต (Pentaerythritoltetranitrate: PETN) เป็นต้น ในตัวนำไฟฟ้าชนิดสแลปเปอร์ (Slapper) การระเบิดจากการระเบิดของตัวนำไฟฟ้าจะขับฟลายเออร์ (Flyer) หรือ สแลปเปอร์ข้ามช่องว่าง และแรงกระแทกของสแลปเปอร์ต่อวัตถุระเบิดจะเริ่มจุดชนวนทางเคมี สแลปเปอร์บางชนิดถูกออกแบบให้ขับเคลื่อนด้วยแรงแม่เหล็ก ทั้งนี้ คำว่า เชื้อปะทุแบบฟอยล์ (Exploding Foil Detonator) อาจหมายถึง ขนวนจุดระเบิด (Exploding Bridge: EB) หรือเชื้อปะทุแบบสแลปเปอร์อย่างหนึ่งอย่างใดก็ได้

- 1A008 ดินระเบิด อุปกรณ์ และส่วนประกอบ ดังต่อไปนี้
- ดินระเบิดแบบมีรูปร่างเป็น ‘ดินโพรง’ (‘Shaped Charges’) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - มีค่าปริมาณระเบิดสุทธิ (Net Explosive Quantity: NEQ) มากกว่า 90 กรัม และ
 - มีเส้นผ่านศูนย์กลางปลอกนอกเท่ากับ 75 มิลลิเมตร หรือมากกว่า
 - ดินระเบิดรูปร่างเชิงเส้น (Linear Shaped Cutting Charges) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดตามที่ระบุด้านล่าง และส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับดินระเบิดดังกล่าว
 - มีค่าภาระการระเบิด (Explosive Load) มากกว่า 40 กรัมต่อเมตร และ
 - มีความกว้างเท่ากับ 10 มิลลิเมตร หรือมากกว่า
 - สายจุดชนวนระเบิดที่มีขนาดภาระการระเบิดหลัก (Explosive Core Load) มากกว่า 64 กรัมต่อเมตร
 - แผ่นตัด (Cutters) นอกเหนือจากที่ระบุไว้ใน 1A008.b. และเครื่องมือตัดอื่นๆ ที่มีค่าปริมาณระเบิดสุทธิ (Net Explosive Quantity: NEQ) มากกว่า 3.5 กิโลกรัม

หมายเหตุทางเทคนิค

‘ดินโพรง’ (‘Shaped Charges’) คือ ดินระเบิดที่ถูกขึ้นรูปเพื่อเน้นผลกระทบของการระเบิด

- 1A102 ส่วนประกอบจากวัสดุคาร์บอน-คาร์บอน (Carbon-carbon Components) ที่เผาด้วยอุณหภูมิสูงและทำให้อมตัว ซึ่งออกแบบสำหรับยานนำส่งสู่อวกาศตามที่ระบุใน 9A004 หรือจรวดเพื่อการวิจัยและทดลอง ตามที่ระบุใน 9A104
- 1A202 โครงสร้างจากวัสดุคอมโพสิต (Composite Structures) นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 1A002 ที่อยู่ในรูปของท่อ และมีคุณลักษณะทั้งสอง ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ โปรตูลู 9A010 และ 9A110 ประกอบ

- มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในระหว่าง 75 มิลลิเมตร และ 400 มิลลิเมตร และ
 - ทำด้วย “วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์” (“Fibrous or Filamentary Materials”) อย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ระบุใน 1C010.a. หรือ b. หรือ 1C210.a. หรือทำด้วยวัสดุคาร์บอนพรีเพ็ก (Carbon Prepreg Materials) ตามที่ระบุใน 1C210.c.
- 1A225 ตัวเร่งปฏิกิริยาแพลตินัม (Platinised Catalysts) ที่ออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษสำหรับส่งเสริมปฏิกิริยาแลกเปลี่ยนไฮโดรเจนไอโซโทป (Hydrogen Isotope Exchange Reaction) ระหว่างไฮโดรเจน (Hydrogen) และน้ำสำหรับการคืนสภาพทริเทียม (Tritium) จากน้ำมวลหนัก (Heavy Water) หรือสำหรับการผลิตน้ำมวลหนัก
- 1A226 การบรรจุพิเศษ ซึ่งอาจนำไปใช้ในการแยกน้ำมวลหนัก (Heavy Water) ออกจากน้ำธรรมดา ที่มีคุณลักษณะทั้งสอง ดังต่อไปนี้
- ทำจากตะแกรงบรอนซ์ฟอสฟอรัส (Phosphor Bronze Mesh) ที่ผ่านการบำบัดทางเคมีเพื่อเพิ่มค่าความเปียก (Wettability) และ
 - ออกแบบเพื่อใช้ในหอกลับแบบสุญญากาศ
- 1A227 หน้าต่างป้องกันรังสีที่มีความหนาแน่นสูง (กระจกผสมตะกั่วหรือกระจกชนิดอื่น) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดตามที่ระบุด้านล่าง และกรอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับหน้าต่างดังกล่าว
- มี ‘พื้นที่เย็น’ (‘Cold Area’) มากกว่า 0.09 ตารางเมตร
 - มีความหนาแน่นมากกว่า 3 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และ
 - มีความหนา 100 มิลลิเมตร หรือมากกว่า

หมายเหตุทางเทคนิค

ใน 1A227 คำว่า ‘พื้นที่เย็น’ (‘Cold Area’) หมายถึง ช่องมองภาพของหน้าต่างที่ได้รับรังสีในระดับต่ำที่สุดในการใช้งานตามที่ออกแบบ

1B อุปกรณ์ทดสอบ ตรวจสอบ และผลิต

1B001 อุปกรณ์สำหรับการผลิตหรือตรวจสอบโครงสร้างหรือลามิเนต “คอมโพสิต” (“Composite” Structures or Laminates) ตามที่ระบุใน 1A002 หรือ “วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์” (“Fibrous or Filamentary Materials”) ที่ระบุใน 1C010 ตามที่ระบุด้านล่าง รวมถึงส่วนประกอบและอุปกรณ์เสริมที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์ดังกล่าว

หมายเหตุ โปรดดู 1B101 และ 1B201 ประกอบ

- เครื่องพันเส้นใยฟิลาเมนต์ (Filament Winding Machines) ซึ่งมีการเคลื่อนที่เพื่อกำหนดตำแหน่ง หุ้มเส้นใย และพันเส้นใยโดยกำหนดพิกัดและตั้งโปรแกรมในสามแกนหรือมากกว่าโดยใช้ ‘การกำหนดตำแหน่งด้วยเซอร์โวหลัก’ (‘Primary Servo Positioning’) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการผลิตโครงสร้างหรือลามิเนต “คอมโพสิต” (“Composite” Structures or Laminates) ทำจาก “วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์” (“Fibrous or Filamentary Materials”)
- เครื่องวางแผ่นเทป (Tape-laying Machines) ซึ่งมีการเคลื่อนที่เพื่อกำหนดตำแหน่งและวางแผ่นเทปหรือวางแผ่นวัสดุโดยกำหนดพิกัดและตั้งโปรแกรมในห้าแกนหรือมากกว่าโดยใช้ ‘การกำหนดตำแหน่งด้วยเซอร์โวหลัก’ (‘Primary Servo Positioning’) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการผลิตโครงสร้างเครื่องบิน หรือโครงสร้างของ ‘ขีปนาวุธ’ (‘Missile’) จาก “คอมโพสิต” (“Composite”)

หมายเหตุ ใน 1B001.b. ‘ขีปนาวุธ’ (‘Missile’) หมายถึง ระบบจรวดที่สมบูรณ์แบบและระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle Systems)

- เครื่องทอหรือเครื่องถัก (Weaving or Interlacing Machines) ชนิดหลายทิศทางและหลายมิติ รวมถึงชุดอุปกรณ์และชุดประกอบเพื่อตัดแปลงที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษ สำหรับการทอ การถัก หรือการตีเกลียวเส้นใยเพื่อการผลิตโครงสร้างวัสดุ “คอมโพสิต” (“Composite” Structures)

หมายเหตุทางเทคนิค

สำหรับวัตถุประสงค์ใน 1B001.c. เทคนิคของการถัก รวมถึงการถักนิตตั้ง (Knitting)

- อุปกรณ์ที่ออกแบบหรือปรับเปลี่ยนเป็นพิเศษสำหรับการผลิตเส้นใยเสริมแรง ดังต่อไปนี้
 - อุปกรณ์สำหรับแปลงรูปเส้นใยพอลิเมอร์ (เช่น พอลิอะคริโลไนไทรล์ [Polyacrylonitrile] เรยอน [Rayon] พิตช์ [Pitch] หรือ พอลิคาร์โบซิลเลน [Polycarbosilane]) ให้เป็นเส้นใยคาร์บอนหรือเส้นใยซิลิคอนคาร์ไบด์ (Silicon Carbide) รวมถึงอุปกรณ์พิเศษเพื่อดึงเส้นใยขณะให้ความร้อน
 - อุปกรณ์สำหรับการเคลือบผิวด้วยวิธีการตกตะกอนไอเคมี (Chemical Vapour Deposition) ของธาตุหรือสารประกอบบน ซับสเตรตฟิลาเมนต์ที่ถูกทำให้ร้อน (Heated Filamentary Substrates) เพื่อการผลิตเส้นใยซิลิคอนคาร์ไบด์ (Silicon Carbide)
 - อุปกรณ์สำหรับการหมั่นปั่นเปียกของเซรามิกชนิดทนไฟ (เช่น อะลูมิเนียมออกไซด์ [Aluminium Oxide])
 - อุปกรณ์สำหรับการแปรรูปอะลูมิเนียมที่ประกอบด้วยเส้นใยตั้งต้นให้กลายเป็นเส้นใยอะลูมินา (Alumina Fibres) โดยกรรมวิธีทางความร้อน
- อุปกรณ์สำหรับการผลิตวัสดุพรีเพ็ก (Prepregs) ตามที่ระบุใน 1C010.e. โดยวิธีการแบบหลอมละลายร้อน (Hot Melt Method)
- อุปกรณ์ตรวจสอบแบบไม่ทำลาย (Non-destructive Inspection) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับวัสดุ “คอมโพสิต” (“Composite”) ดังต่อไปนี้
 - ระบบเอกซเรย์โทโมกราฟี (X-ray Tomography Systems) สำหรับการตรวจสอบหาจุดบกพร่องแบบสามมิติ
 - เครื่องทดสอบอัลตราโซนิก (Ultrasonic Testing Machines) ที่ควบคุมด้วยระบบตัวเลข ซึ่งการเคลื่อนที่เพื่อกำหนดตำแหน่งเครื่องส่ง (Transmitters) หรือเครื่องรับ (Receivers) ถูกกำหนดโดยพิกัดและการตั้งโปรแกรมพร้อมกันในสี่แกนหรือมากกว่า ให้เคลื่อนตามโครงขอบนอกที่เป็นสามมิติของส่วนประกอบที่กำลังตรวจสอบ
- เครื่องวางกลุ่มเส้นใย (Tow-placement Machines) ซึ่งมีการเคลื่อนที่เพื่อกำหนดตำแหน่งและวางกลุ่มเส้นใยหรือแผ่นเส้นใยโดยกำหนดพิกัดและตั้งโปรแกรมในสองแกนหรือมากกว่าโดยใช้ ‘การกำหนดตำแหน่งด้วยเซอร์โวหลัก’ (‘Primary Servo Positioning’) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการผลิตโครงสร้างเครื่องบินหรือโครงสร้าง ‘ขีปนาวุธ’ (‘Missile’) ด้วย “คอมโพสิต” (“Composite”)

หมายเหตุทางเทคนิค

สำหรับวัตถุประสงค์ใน 1B001 แกน ‘การกำหนดตำแหน่งด้วยเซอร์โวหลัก’ (‘Primary Servo Positioning’ Axes) ทำการควบคุมตำแหน่งของปลายตัวกำหนดทาง (End Effector) (เช่น ส่วนหัว [Head]) ในมิติที่สัมพันธ์กับชิ้นงาน ณ ทิศทางและการหมุนที่ถูกต้องเพื่อให้บรรลุกระบวนการตามต้องการภายใต้การสั่งการของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

- 1B002 อุปกรณ์สำหรับการผลิตโลหะผสม (Metal Alloys) ผงโลหะผสม (Metal Alloy Powder) หรือวัสดุโลหะผสม (Alloyed Materials) ที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อหลีกเลี่ยงการปนเปื้อน และที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อใช้ในกระบวนการใดกระบวนการหนึ่งตามที่ระบุใน 1C002.c.2.

หมายเหตุ โปรดดู 1B102 ประกอบ

- 1B003 เครื่องมือ แม่พิมพ์ (Dies) แบบพิมพ์ (Moulds) หรืออุปกรณ์จับยึด (Fixtures) สำหรับ “การขึ้นรูปแบบซูเปอร์พลาสติก” (“Superplastic Forming”) หรือ “การประสานแบบแพร่” (“Diffusion Bonding”) ไทเทเนียม (Titanium) อลูมิเนียม หรือโลหะผสม (Alloys) จากโลหะทั้งสองชนิดนี้ ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการผลิตสิ่งใดสิ่งหนึ่งดังต่อไปนี้

- a. โครงเครื่องบินหรือโครงสร้างเครื่องบิน
- b. “อากาศยาน” (“Aircraft”) หรือเครื่องยนต์เครื่องบิน หรือ
- c. ส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับโครงสร้างต่างๆ ตามที่ระบุใน 1B003.a. หรือสำหรับเครื่องยนต์ต่างๆ ตามที่ระบุใน 1B003.b.

- 1B101 อุปกรณ์นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 1B001 สำหรับ “การผลิต” (“Production”) วัสดุโครงสร้างคอมโพสิต (Composites) ตามที่ระบุด้านล่าง รวมถึงส่วนประกอบและอุปกรณ์เสริมที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์ดังกล่าว

หมายเหตุ โปรดดู 1B201 ประกอบ

หมายเหตุ ส่วนประกอบและอุปกรณ์เสริมตามที่ระบุใน 1B101 รวมถึงแบบพิมพ์ (Moulds) แมนเดรล (Mandrels) แม่พิมพ์ (Dies) อุปกรณ์จับยึด (Fixtures) และเครื่องมือสำหรับการกดขึ้นรูปเบื้องต้น การบ่ม การหล่อ การซินเตอร์ (Sintering) หรือการประสาน (Bonding) ของโครงสร้างคอมโพสิต (Composite Structure) ลามิเนตคอมโพสิต (Composite Laminates) และการผลิตโครงสร้างและลามิเนตดังกล่าว

- a. เครื่องพันเส้นใยฟิลาเมนต์ (Filament Winding Machines) หรือเครื่องวางเส้นใย (Fibre Placement Machines) ซึ่งการเคลื่อนที่เพื่อกำหนดตำแหน่ง หุ้มเส้นใย และพันเส้นใยโดยสามารถกำหนดทิศทางและตั้งโปรแกรมในสามแกนหรือมากกว่า และออกแบบเพื่อผลิตโครงสร้างหรือลามิเนตคอมโพสิต (Composite Structures or Laminates) จากวัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์ (Fibrous or Filamentary Materials) โดยควบคุมโปรแกรมและการทำงานให้ประสานกัน
- b. เครื่องวางแผ่นเทป (Type-laying Machines) ซึ่งการเคลื่อนที่เพื่อกำหนดตำแหน่งและเรียงวัสดุเป็นแถบยาว และเป็นแผ่น โดยสามารถกำหนดทิศทางและตั้งโปรแกรมในสองแกนหรือมากกว่า และออกแบบสำหรับการผลิตโครงเครื่องบินหรือโครงสร้าง ‘ขีปนาวุธ’ (‘Missile’) ด้วยคอมโพสิต (Composite)
- c. อุปกรณ์ที่ออกแบบหรือดัดแปลงสำหรับ “การผลิต” (“Production”) “วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์” (“Fibrous or Filamentary Materials”) ดังต่อไปนี้
 1. อุปกรณ์สำหรับแปรรูปเส้นใยพอลิเมอร์ (เช่น พอลิอะคริโลไนไทรล์ [Polyacrylonitrile] เรยอน [Rayon] หรือพอลิคาร์โบไซเลน [Polycarbosilane]) รวมถึงการเตรียมแบบพิเศษเพื่อบดเส้นใยขณะให้ความร้อน
 2. อุปกรณ์สำหรับการเคลือบผิวด้วยการตกตะกอนไอเคมีของธาตุหรือสารประกอบบนซับสเตรตฟิลาเมนต์ที่ถูกทำให้ร้อน (Heated Filament Substrates)
 3. อุปกรณ์สำหรับการหมุนปั่นแบบเปียกของเซรามิกทนความร้อน (เช่น อะลูมิเนียมออกไซด์ [Aluminium Oxide])
- d. อุปกรณ์ที่ออกแบบหรือดัดแปลงสำหรับการปรับปรุงพื้นผิวไฟเบอร์แบบพิเศษ (Special Fibre Surface Treatment) หรือสำหรับการผลิตพรีเพ็ก (Prepregs) และพรีฟอร์ม (Preforms) ตามที่ระบุใน 9C110

หมายเหตุ 1B101.d. รวมถึงลูกกลิ้ง เครื่องยึดใช้แรงเสียดทาน อุปกรณ์เคลือบผิว อุปกรณ์ตัด และแม่พิมพ์คลิกเกอร์ (Clicker Dies)

1B102 “อุปกรณ์เพื่อการผลิต” ผงโลหะ (Metal Powder “Production Equipment”) นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 1B002 และส่วนประกอบ ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ โปรดดู 1B115.b. ประกอบ

- a. “อุปกรณ์เพื่อการผลิต” ผงโลหะ (Metal Powder “Production Equipment”) สามารถใช้สำหรับ “การผลิต” (“Production”) ในสภาพแวดล้อมที่ถูกควบคุมของวัสดุรูปทรงกลมหรือละอองฝอย ตามที่ระบุใน 1C011.a., 1C011.b., 1C111.a.1. หรือ 1C111.a.2.
- b. ส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับ “อุปกรณ์เพื่อการผลิต” (“Production Equipment”) ตามที่ระบุใน 1B002 หรือ 1B102.a.

หมายเหตุ 1B102 รวมถึง

- a. เครื่องกำเนิดพลาสมา (Plasma Generators) (อาร์คเจ็ตความถี่สูง [High Frequency Arc-Jet]) ที่สามารถใช้สำหรับการผลิตผงโลหะแบบสปัตเตอร์ (Sputtered) หรือแบบทรงกลม ที่จัดกระบวนการแปรรูปในสภาพแวดล้อมที่เป็นแก๊สอาร์กอน-น้ำ (Argon-water)
- b. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Electroburst Equipment) ที่สามารถใช้สำหรับการผลิตผงโลหะแบบสปัตเตอร์ (Sputtered) หรือแบบทรงกลม ที่จัดกระบวนการแปรรูปในสภาพแวดล้อมที่เป็นแก๊สอาร์กอน-น้ำ (Argon-water)
- c. อุปกรณ์ที่สามารถใช้สำหรับ “การผลิต” (“Production”) ผงอะลูมิเนียมรูปทรงกลมโดยการพ่นผงโลหะเหลวในตัวกลางเฉื่อย (เช่น ไนโตรเจน [Nitrogen])

1B115 อุปกรณ์นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 1B002 หรือ 1B102 สำหรับการผลิตเชื้อเพลิงจรวดและส่วนประกอบของเชื้อเพลิงตามทีระบุด้านล่าง และส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์ดังกล่าว

- a. “อุปกรณ์เพื่อการผลิต” (“Production Equipment”) สำหรับ “การผลิต” (“Production”) การจัดการหรือการทดสอบเพื่อตรวจรับเชื้อเพลิงเหลวของจรวด หรือส่วนประกอบของเชื้อเพลิงเหลวตามทีระบุใน 1C011.a., 1C011.b. หรือ 1C111
- b. “อุปกรณ์เพื่อการผลิต” (“Production Equipment”) สำหรับ “การผลิต” (“Production”) การจัดการการผสม การบ่ม การหล่อ การบีบอัด การตัดเฉือนขึ้นรูป การรีด การอัดขึ้นรูปหรือการทดสอบเพื่อตรวจรับเชื้อเพลิงแข็งของจรวดหรือส่วนประกอบของเชื้อเพลิงแข็ง ตามทีระบุใน 1C011.a., 1C011.b. หรือ 1C111

หมายเหตุ 1B115.b. ไม่ควบคุมเครื่องผสมแบบแบทช์ (Batch Mixers) เครื่องผสมแบบต่อเนื่อง (Continuous Mixers) หรือเครื่องบดพลังงานของไหล (Fluid Energy Mills) ส่วนการควบคุมของเครื่องผสมแบบแบทช์ เครื่องผสมวัสดุชนิดต่อเนื่อง และเครื่องบดพลังงานของไหล โปรดดู 1B117, 1B118 และ 1B119 ประกอบ

หมายเหตุ 1B115 ไม่ควบคุมอุปกรณ์สำหรับ “การผลิต” (“Production”) การจัดการและการทดสอบเพื่อตรวจรับโบรอนคาร์ไบด์ (Boron Carbide)

1B116 หัวฉีดพ่น (Nozzles) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการผลิตวัสดุไพโรไลติก (Pyrolytically Derived Materials) ซึ่งขึ้นรูปบนแบบพิมพ์ (Mould) แมนเดรล (Mandrel) หรือซับสเตรต (Substrate) อื่นใด จากแก๊สที่ใช้ผลิตซึ่งแตกตัวในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 1,573 เคลวิน (1,300 องศาเซลเซียส) ถึง 3,173 เคลวิน (2,900 องศาเซลเซียส) ที่ความดัน 130 ปาสกาล ถึง 20 กิโลปาสกาล

1B117 เครื่องผสมแบบแบทช์ (Batch Mixers) ซึ่งทำการผสมภายใต้สุญญากาศในช่วงค่าตั้งแต่ 0 ถึง 13.326 กิโลปาสกาล และมีความสามารถในการควบคุมอุณหภูมิของห้องผสม และมีคุณลักษณะทั้งหมดตามที่ระบุด้านล่าง รวมถึงส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับเครื่องดังกล่าว

- a. มีปริมาตรบรรจุทั้งหมดเท่ากับ 110 ลิตร หรือมากกว่า และ
- b. มีแกนสำหรับผสมหรือปั่นอย่างน้อยหนึ่งแกนที่ไม่ได้อยู่ที่ศูนย์กลาง

- 1B118 เครื่องผสมชนิดต่อเนื่อง (Continuous Mixers) ซึ่งทำการผสมภายใต้สภาวะสุญญากาศในช่วงค่าตั้งแต่ 0 ถึง 13.326 กิโลปาสกาล และมีความสามารถในการควบคุมอุณหภูมิของห้องผสมที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งตามทีระบุด้านล่าง รวมถึงส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับเครื่องดังกล่าว
- มีแกนเพลผสมหรือปั่นสองแกนหรือมากกว่า หรือ
 - มีแกนเพลหมุนเดี่ยวที่ส่ายได้ และมีพื้นหรือเขี้ยววนดอยบนแกนเพลและภายในตัวเรือนของห้องผสม
- 1B119 เครื่องบดพลังงานของไหล (Fluid Energy Mills) ที่สามารถใช้สำหรับการเจียรไนหรือกัดเฉือนสารตามทีระบุใน 1C011.a., 1C011.b. หรือ 1C111 และส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับเครื่องดังกล่าว
- 1B201 เครื่องพันเส้นใยฟิลาเมนต์ (Filament Winding Machines) นอกเหนือจากรายการที่ระบุใน 1B001 หรือ 1B101 และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้
- เครื่องพันเส้นใยฟิลาเมนต์ (Filament Winding Machines) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - มีการเคลื่อนที่เพื่อกำหนดตำแหน่ง หุ้มเส้นใย และพันเส้นใยโดยกำหนดพิกัดและตั้งโปรแกรมในสองแกนหรือมากกว่า
 - ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อผลิตโครงสร้างหรือลามิเนตคอมโพสิต (Composite Structures or Laminates) จาก “วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์” (“Fibrous or Filamentary Materials”) และ
 - สามารถพันเป็นโรเตอร์ทรงกระบอก (Cylindrical Rotors) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 75 และ 400 มิลลิเมตร และมีความยาว 600 มิลลิเมตร หรือมากกว่า
 - การควบคุมพิกัดและโปรแกรมสำหรับเครื่องพันเส้นใยฟิลาเมนต์ (Filament Winding Machines) ตามทีระบุใน 1B201.a.
 - มีแมนเดรล (Mandrels) ที่มีความละเอียดสูงสำหรับเครื่องพันเส้นใยฟิลาเมนต์ (Filament Winding Machines) ตามทีระบุใน 1B201.a.
- 1B225 เซลล์อิเล็กโทรไลต์ (Electrolytic Cells) สำหรับการผลิตฟลูออรีน (Fluorine) ซึ่งมีสมรรถนะในการผลิตฟลูออรีนได้มากกว่า 250 กรัมต่อชั่วโมง
- 1B226 เครื่องแยกไอโซโทปแบบแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Isotope Separators) ที่ออกแบบสำหรับการผลิตหรือการติดตั้งตัวกำเนิดไอออนเดี่ยวหรือหลายตัวที่สามารถสร้างลำไอออนที่มีกระแสรวมเท่ากับ 50 มิลลิแอมแปร์ หรือมากกว่า
- หมายเหตุ 1B226 รวมถึงเครื่องแยก ซึ่ง
- สามารถเสริมสมรรถนะไอโซโทปเสถียร (Stable Isotopes)
 - มีตัวกำเนิดไอออนและตัวเก็บไอออน ทั้งชนิดอยู่ในสนามแม่เหล็กและชนิดที่สามารถปรับแต่งให้อยู่ภายนอกสนามแม่เหล็กได้
- 1B227 เครื่องเปลี่ยนแอมโมเนียสังเคราะห์ (Ammonia Synthesis Converters) หรือหน่วยสังเคราะห์แอมโมเนีย (Ammonia Synthesis Units) ซึ่งแก๊สสังเคราะห์ (ไนโตรเจน [Nitrogen] และไฮโดรเจน [Hydrogen]) ถูกดึงมาจากคอลัมน์แลกเปลี่ยนแอมโมเนีย/ไฮโดรเจนที่ความดันสูง (Ammonia/Hydrogen High-pressure Exchange Column) และได้รับแอมโมเนียสังเคราะห์กลับมาจากคอลัมน์ดังกล่าว
- 1B228 คอลัมน์กลั่นไฮโดรเจน-ไครโอเจนิค (Hydrogen-cryogenic Distillation Columns) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
- ออกแบบสำหรับการทำงานที่มีอุณหภูมิภายใน 35 เคลวิน (-238 องศาเซลเซียส) หรือน้อยกว่า
 - ออกแบบสำหรับการทำงานที่ความดันภายในที่ 0.5 ถึง 5 เมกะปาสกาล
 - สร้างขึ้นจากวัสดุอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - เหล็กกล้าไร้สนิม ซีรีส์ (Series) 300 ที่มีปริมาณกำมะถันต่ำ และมีขนาดเกรนออสเทนติก (Austenitic Grain Size) เบอร์ 5 หรือมากกว่า ตามมาตรฐานสมาคมทดสอบและวัสดุแห่งสหรัฐอเมริกา (The American Society for Testing and Materials: ASTM) (หรือตามมาตรฐานที่เทียบเท่า) หรือ
 - วัสดุเทียบเท่าที่สามารถใช้งานที่อุณหภูมิตดล (Cryogenic) และไม่ได้รับผลกระทบจากแก๊สไฮโดรเจน (H_2 -compatible) และ
 - มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในเท่ากับ 1 เมตร หรือมากกว่า และมีขนาดความยาวเท่ากับ 5 เมตร หรือมากกว่า

- 1B229 คอลัมน์แบบถาดซ้อนกันในกระบวนการแลกเปลี่ยนน้ำ-ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Water-hydrogen Sulphide Exchange Tray Columns) และ ‘พื้นผิวสัมผัสภายใน’ (‘Internal Contactors’) ดังต่อไปนี้
- หมายเหตุ สำหรับคอลัมน์ซึ่งออกแบบหรือจัดทำขึ้นเป็นพิเศษสำหรับการผลิตน้ำมวลหนัก (Heavy Water) โปรดดู OB004 ประกอบ
- คอลัมน์แบบถาดซ้อนกันในกระบวนการแลกเปลี่ยนน้ำ-ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Water-hydrogen Sulphide Exchange Tray Columns) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - สามารถทำงานที่ความดัน 2 เมกะปาสคาล หรือมากกว่า
 - ผลิตจากเหล็กกล้าคาร์บอน ที่มีขนาดเกรนอสเทนติก (Austenitic Grain Size) เบอร์ 5 หรือมากกว่า ตามมาตรฐานสมาคมทดสอบและวัสดุแห่งสหรัฐอเมริกา (The American Society for Testing and Materials: ASTM) (หรือตามมาตรฐานที่เทียบเท่า)
 - มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 1.8 เมตร หรือมากกว่า
 - ‘พื้นผิวสัมผัสภายใน’ (‘Internal Contactors’) สำหรับคอลัมน์แบบถาดซ้อนกันในกระบวนการแลกเปลี่ยนน้ำ-ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Water-hydrogen Sulphide Exchange Tray Columns) ตามที่ระบุใน 1B229.a.

หมายเหตุทางเทคนิค

‘พื้นผิวสัมผัสภายใน’ (‘Internal Contactors’) ของคอลัมน์ถูกแบ่งออกเป็นชั้นๆ ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 1.8 เมตร หรือมากกว่า ที่ออกแบบเพื่อช่วยให้เกิดพื้นผิวสัมผัสชนิดด้านกระแส และสร้างขึ้นจากเหล็กกล้าไร้สนิมที่มีส่วนผสมคาร์บอนเท่ากับร้อยละ 0.03 หรือน้อยกว่า ซึ่งอาจเป็นถาดแบบตะแกรง (Sieve Tray) ถาดมีวาล์ว (Valve Trays) ถาดมีฝาโป่ง (Bubble Cap Trays) หรือถาดเทอร์โบกริด (Turbogrid Trays)
- 1B230 เครื่องสูบล (Pumps) ที่สามารถหมุนเวียนสารละลายโพแทสเซียมอะไมด์ (Potassium Amide) เข้มข้นหรือเจือจางเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในแอมโมเนียเหลว (KNH_2/NH_3) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
- กันอากาศเข้า (Airtight) (คือ ใช้ปะเก็นแบบปิดสนิท [Hermetically Sealed])
 - มีสมรรถนะในการทำงานมากกว่า 8.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง และ
 - มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - สำหรับสารละลายโพแทสเซียมอะไมด์เข้มข้น (Concentrated Potassium Amide Solutions) (ร้อยละ 1 หรือมากกว่า) มีค่าความดันใช้งานระหว่าง 1.5 ถึง 60 เมกะปาสคาล หรือ
 - สำหรับสารละลายโพแทสเซียมอะไมด์เจือจาง (Diluted Potassium Amide Solutions) (น้อยกว่าร้อยละ 1) มีค่าความดันใช้งานระหว่าง 20 ถึง 60 เมกะปาสคาล
- 1B231 สถานประกอบการหรือโรงงานผลิตทริเทียม (Tritium Facilities or Plants) และอุปกรณ์สำหรับสถานประกอบการหรือโรงงานดังกล่าว ดังต่อไปนี้
- สถานประกอบการหรือโรงงานสำหรับการผลิต การคืนสภาพ การแยกสาร การทำให้มีความเข้มข้น หรือการจัดการกับทริเทียม (Tritium)
 - อุปกรณ์สำหรับสถานประกอบการหรือโรงงานผลิตทริเทียม (Tritium) ดังต่อไปนี้
 - เครื่องทำความเย็นที่ใช้ไฮโดรเจน (Hydrogen) หรือฮีเลียม (Helium) ที่สามารถให้ความเย็นได้ 23 เคลวิน (-250 องศาเซลเซียส) หรือน้อยกว่า ที่มีสมรรถนะในการแยกความร้อนมากกว่า 150 วัตต์
 - ที่บรรจุไอโซโทปของไฮโดรเจน (Hydrogen Isotope Storage) หรือระบบทำให้บริสุทธิ์ที่ใช้ไฮไดรด์ (Hydrides) ของโลหะเป็นที่บรรจุหรือเป็นสื่อในการทำให้บริสุทธิ์
- 1B232 เครื่องเทอร์โบเอ็กซ์แพนเดอร์ หรือชุดเทอร์โบเอ็กซ์แพนเดอร์-คอมเพรสเซอร์ (Turboexpanders or Turboexpander-compressor Sets) ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้
- ออกแบบสำหรับการทำงาน โดยมีอุณหภูมิที่ช่องแก๊สออก (Outlet Temperature) เท่ากับ 35 เคลวิน (-238 องศาเซลเซียส) หรือน้อยกว่า และ
 - ออกแบบสำหรับผลิตแก๊สไฮโดรเจน (Hydrogen) ได้เท่ากับ 1,000 กิโลกรัมต่อชั่วโมงหรือมากกว่า

- 1B233 สถานประกอบการหรือโรงงานแยกไอโซโทปของลิเทียม (Lithium Isotope Separation Facilities or Plants) และอุปกรณ์สำหรับสถานประกอบการหรือโรงงานดังกล่าว ดังต่อไปนี้
- a. สถานประกอบการหรือโรงงานสำหรับการแยกไอโซโทปของลิเทียม (Lithium Isotopes)
 - b. อุปกรณ์สำหรับการแยกไอโซโทปของลิเทียม (Lithium Isotopes) ดังต่อไปนี้
 - 1. คอลัมน์แลกเปลี่ยนของเหลว-ของเหลว (Packed Liquid-liquid Exchange Columns) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับลิเทียมอะมัลกัม (Lithium Amalgams)
 - 2. เครื่องสูบเมอร์คิวรีหรือลิเทียมอะมัลกัม (Mercury or Lithium Amalgam Pumps)
 - 3. เซลล์อิเล็กโทรไลซิสของลิเทียมอะมัลกัม (Lithium Amalgam Electrolysis Cells)
 - 4. ตัวทำระเหยสำหรับสารละลายลิเทียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น (Evaporators for Concentrated Lithium Hydroxide Solution)

1C

วัสดุหมายเหตุทางเทคนิค

โลหะ (Metals) และโลหะผสม (Alloys)

ถ้าหากไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น คำว่า 'โลหะ' ('Metals') และ 'โลหะผสม' ('Alloys') ใน 1C001 ถึง 1C012 ครอบคลุมทั้งในรูปวัตถุดิบและกึ่งสำเร็จ ดังต่อไปนี้

รูปวัตถุดิบ

แอโนด (Anodes) บอล (Balls) ท่อน (Bars) (รวมถึงท่อนบาก [Notched Bars] และเส้นลวด [Wire Bars]) บิลเล็ต (Billets) บล็อก (Blocks) บลุ่ม (Blooms) ก้อน (Brickets) เค้ก (Cakes) แคโทด (Cathodes) ผลึก (Crystals) รูปเหลี่ยมลูกบาศก์ (Cubes) ลูกเต๋า (Dice) เกรน (Grains) เม็ด (Granules) อินกอต (Ingots) ก้อน (Lumps) อัดเม็ด (Pellets) ก้อนแร่ถลุง (Pigs) ผง (Powder) เม็ดเล็กๆ (Rondelles) เป็นลูก (Shot) สแลบ (Slabs) ก้อนโลหะ (Slugs) ก้อนฟรูน (Sponge) แท่ง (Sticks)

รูปกึ่งสำเร็จ (ไม่ว่าจะชุบ เคลือบ เจาะ หรือพันซ์ [Punched] แล้วหรือไม่)

- a. วัสดุขึ้นรูปหรือวัสดุที่ผ่านการทำขึ้นโดยการม้วน (Rolling) ดึง (Drawing) อัดรีด (Extruding) ตีขึ้นรูป (Forging) อัดรีดด้วยแรงกระแทก (Impact Extruding) ปีบอัด (Pressing) ทำให้เป็นเกรน (Graining) ฉีดพ่นเป็นฝอย (Atomising) และการบด (Grinding) คือ เป็นมุม (Angles) เป็นช่อง (Channels) เป็นทรงกลม (Circles) เป็นลูกเต๋า (Discs) เป็นฝุ่นผง (Dust) เกล็ด (Flakes) ฟอยล์ (Foil) และเป็นใบ (Leaf) การตีขึ้นรูป (Forging) แผ่น (Plate) ผง (Powder) ปีบอัด (Pressings) และตอก (Stampings) แถบยาว (Ribbons) แหวน (Rings) เส้น (Rods) (รวมถึง ก้านเชื่อม [Bare Welding Rods] เส้นลวด [Wire Rods] และ เส้นรีด [Rolled Wire]) หน้าตัดรูปต่างๆ (Sections) รูปทรงต่างๆ (Shapes) ผืน (Sheets) ซีนยาว (Strip) ท่อ (Pipe) และหลอด (Tubes) (รวมถึงท่อกลม [Tube Rounds] ท่อสี่เหลี่ยม [Squares] และท่อกลวง [Hollows]) เส้นลวดรีดหรือดึง (Drawn or Extruded Wire)
- b. วัสดุหล่อที่ผลิตโดยการหล่อในทราย แม่พิมพ์ (Die) โลหะ ปูนปลาสเตอร์ หรือแบบพิมพ์ (Moulds) ประเภทอื่น รวมถึงการหล่อแบบใช้ความดันสูง รูปจากการเผาซินเตอร์ (Sintered) และรูปต่างๆที่เกิดจากผงทางโลหะวิทยา (Powder Metallurgy)

ตามวัตถุประสงค์การควบคุม ไม่ควรจะยกเว้นการส่งออกสินค้าในรูปแบบที่ไม่ถูกผลิตไว้ในรายการข้างต้น เนื่องจากอ้างว่าเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป แต่แท้จริงแล้วเป็นรูปวัตถุดิบหรือกึ่งสำเร็จ

1C001

วัสดุที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับใช้เป็นตัวดูดซับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรือวัสดุพอลิเมอร์ชนิดเหนียวในตัว ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ โปรตุเกส 1C101 ประกอบ

- a. วัสดุดูดซับความถี่ที่สูงเกินกว่า 2×10^8 เฮิร์ตซ์ แต่น้อยกว่า 3×10^{12} เฮิร์ตซ์

หมายเหตุ 1 1C001.a. ไม่ควบคุม

- a. วัสดุดูดซับความถี่ชนิดเป็นเส้นผม (Hair Type Absorbers) ทำจากเส้นใยธรรมชาติหรือเส้นใยสังเคราะห์ ที่ไม่มีโพลีเมอร์แม่เหล็ก เพื่อให้ดูดซับความถี่
- b. วัสดุดูดซับความถี่ที่ไม่มีความสูญเสียเชิงแม่เหล็ก (Absorbers Having No Magnetic Loss) และมีรูปทรงที่ผิวหน้าไม่เรียบ รวมทั้งรูปพีระมิด (Pyramids) รูปกรวย (Cones) รูปลิ้ม (Wedges) และพื้นผิวบิดงอ (Convolved Surfaces)
- c. วัสดุดูดซับความถี่แบบแผ่นเรียบ (Planar Absorbers) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 1. ทำจากวัสดุอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. วัสดุพลาสติกโพลี (แบบยืดหยุ่นหรือไม่ยืดหยุ่น) ที่มีคาร์บอนโหลดดึง (Carbon-loading) หรือวัสดุอินทรีย์ รวมถึงตัวประสาน (Binders) ที่สะท้อนสัญญาณมากกว่าร้อยละ 5 โดยเปรียบเทียบกับโลหะในช่วงแบนด์วิธ (Bandwidth) เกินกว่าร้อยละ ± 15 ของค่ากลางความถี่ของพลังงาน และไม่สามารถทนทานอุณหภูมิสูงกว่า 450 เคลวิน (177 องศาเซลเซียส) หรือ
 - b. วัสดุเซรามิกที่สะท้อนสัญญาณมากกว่าร้อยละ 20 เปรียบเทียบกับโลหะในช่วงแบนด์วิธ (Bandwidth) เกินกว่าร้อยละ ± 15 ของค่ากลางความถี่ของพลังงาน และไม่สามารถทนทานอุณหภูมิสูงกว่า 800 เคลวิน (527 องศาเซลเซียส)

หมายเหตุทางเทคนิค

ตัวอย่างทดสอบการดูดซับ สำหรับ 1C001.a. หมายเหตุ 1.c.1. ควรเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีแต่ละด้านยาวอย่างน้อยเท่ากับ 5 ความยาวคลื่นของคลื่นความถี่กลางและวางไว้ในสนามระยะไกลของวัตถุกำเนิดรังสี

- 1C001 a. หมายเหตุ 1 c. (ต่อ)
2. มีค่าความต้านทานแรงดึง (Tensile Strength) น้อยกว่า 7×10^6 นิวตันต่อตารางเมตร และ
 3. มีค่าความต้านทานแรงอัด (Compressive Strength) น้อยกว่า 14×10^6 นิวตันต่อตารางเมตร
- d. วัสดุดูดซับความถี่แบบแผ่นเรียบทำจากซินเตอร์เฟอร์ไรท์ (Sintered Ferrite) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
1. มีค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) มากกว่า 4.4 และ
 2. มีอุณหภูมิใช้งานสูงสุดที่ 548 เคลวิน (275 องศาเซลเซียส)

หมายเหตุ 2 ไม่มีรายการใดในหมายเหตุ 1 ของ 1C001.a. ยกเว้นการควบคุมวัสดุแม่เหล็กที่ให้การดูดซับเมื่ออยู่ในสภาวะเคลือบ

- b. วัสดุดูดซับความถี่ที่สูงกว่า 1.5×10^{14} เฮิร์ตซ์ แต่ไม่น้อยกว่า 3.7×10^{14} เฮิร์ตซ์ และไม่โปร่งแสงในแสงปกติ
- c. วัสดุพอลิเมอร์ชนิดเหนียวในตัว ที่มี 'ค่าการนำไฟฟ้ารวม' ('Bulk Electrical Conductivity') มากกว่า 10,000 ซีเมนส์ต่อเมตร หรือมี 'ค่าความต้านทานเชิงแผ่น (พื้นผิว)' ('Sheet [Surface] Resistivity') น้อยกว่า 100 โอห์มต่อสแควร์ โดยทำจากพอลิเมอร์ชนิดใดชนิดหนึ่ง ดังต่อไปนี้
1. พอลิแอนิลีน (Polyaniline)
 2. พอลิไพโรล (Polypyrrole)
 3. พอลิไทโอฟิน (Polythiophene)
 4. พอลิฟีนิลีน-ไวนิลีน (Poly phenylene-vinylene) หรือ
 5. พอลิไทเอนิลีน-ไวนิลีน (Poly thienylene-vinylene)

หมายเหตุทางเทคนิค

'ค่าการนำไฟฟ้ารวม' ('Bulk Electrical Conductivity') และ 'ค่าความต้านทานเชิงแผ่น (พื้นผิว)' ('Sheet [Surface] Resistivity') ควรวัดโดยการปฏิบัติตามมาตรฐานสมาคมทดสอบและวัสดุแห่งสหรัฐอเมริกา (The American Society for Testing and Materials: ASTM) ASTM D-257 หรือตามมาตรฐานแห่งชาติที่เทียบเท่า

- 1C002 โลหะผสม (Metal Alloys) ผงโลหะผสม (Metal Alloys Powder) และวัสดุโลหะผสม (Alloyed Materials) ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ โปรดดู 1C202 ประกอบ

หมายเหตุ 1C002 ไม่ควบคุมโลหะผสม (Metal Alloys) ผงโลหะผสม (Metal Alloys Powder) และวัสดุโลหะผสม (Alloyed Materials) สำหรับการเคลือบบนซับสเตรต (Substrates)

หมายเหตุทางเทคนิค

1. โลหะผสม (Metal Alloys) ใน 1C002 คือ โลหะที่ประกอบด้วยโลหะตามที่จะบุนมากกว่าสารอื่นใด โดยเป็นส่วนผสมที่อยู่ในเปอร์เซ็นต์ที่สูงกว่าโดยน้ำหนัก
2. 'ค่าอายุความเครียดแตกหัก' ('Stress-rupture Life') ควรวัดเทียบตามมาตรฐานสมาคมทดสอบและวัสดุแห่งสหรัฐอเมริกา (The American Society for Testing and Materials: ASTM) ASTM E-139 หรือตามมาตรฐานแห่งชาติที่เทียบเท่า

1C002

(ต่อ)

3. 'ค่าอายุความล้าแบบรอบต่ำ' ('Low Cycle Fatigue Life') ต้องวัดเทียบตามมาตรฐานสมาคมทดสอบและวัสดุแห่งสหรัฐอเมริกา (The American Society for Testing and Materials: ASTM) ASTM E-606 'วิธีปฏิบัติที่แนะนำสำหรับการทดสอบความล้าแบบคอนสแตนต์แอมพลิจูดโลว์ไซเคิล' ('Recommended Practice for Constant-amplitude Low-cycle Fatigue Testing') หรือตามมาตรฐานแห่งชาติที่เทียบเท่า โดยการทดสอบควรเป็นมุมกับค่าอัตราส่วนความเค้นเฉลี่ย (Average Stress) เท่ากับ 1 และค่าแฟกเตอร์ความเข้มข้นของความเค้น (Stress-concentration Factor: Kt) มีค่าเท่ากับ 1 โดยที่ค่าความเค้นเฉลี่ยคำนวณจากค่าความเค้นสูงสุดลบด้วยค่าความเค้นต่ำสุดแล้วหารด้วยค่าความเค้นสูงสุด
- a. อะลูมินิด (Aluminides) ดังต่อไปนี้
 1. นิกเกิลอะลูมินิด (Nickel Aluminides) ที่มีส่วนผสมของอะลูมิเนียม (Aluminium) อย่างน้อยร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก อย่างมากร้อยละ 38 โดยน้ำหนัก และมีการเติมธาตุผสมอย่างน้อย 1 ชนิด
 2. ไทเทเนียมอะลูมินิด (Titanium Aluminides) ที่มีส่วนผสมของอะลูมิเนียม (Aluminium) ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก หรือมากกว่า และมีการเติมธาตุผสมอย่างน้อย 1 ชนิด
- b. โลหะผสม (Metal Alloys) ตามที่ระบุด้านล่าง ที่ทำจากวัสดุผงหรือผงละเอียด (Powder or Particulate Material) ตามที่ระบุใน 1C002.c.
 1. โลหะผสมนิกเกิล (Nickel Alloys) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. มี 'ค่าอายุความเค้นแตกหัก' ('Stress-rupture Life') เท่ากับ 10,000 ชั่วโมงหรือนานกว่า ที่อุณหภูมิ 923 เคลวิน (650 องศาเซลเซียส) ที่ค่าความเค้นเท่ากับ 676 เมกะปาสคาล หรือ
 - b. มี 'ค่าอายุความล้าแบบรอบต่ำ' ('Low Cycle Fatigue Life') เท่ากับ 10,000 รอบหรือมากกว่า ที่อุณหภูมิ 823 เคลวิน (550 องศาเซลเซียส) ที่ค่าความเค้นสูงสุดเท่ากับ 1,095 เมกะปาสคาล
 2. โลหะผสมไนโอเบียม (Niobium Alloys) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. มี 'ค่าอายุความเค้นแตกหัก' ('Stress-rupture Life') เท่ากับ 10,000 ชั่วโมงหรือนานกว่า ที่อุณหภูมิ 1,073 เคลวิน (800 องศาเซลเซียส) ที่ค่าความเค้นเท่ากับ 400 เมกะปาสคาล หรือ
 - b. มี 'ค่าอายุความล้าแบบรอบต่ำ' ('Low Cycle Fatigue Life') เท่ากับ 10,000 รอบหรือมากกว่า ที่อุณหภูมิ 973 เคลวิน (700 องศาเซลเซียส) ที่ค่าความเค้นสูงสุดเท่ากับ 700 เมกะปาสคาล
 3. โลหะผสมไทเทเนียม (Titanium Alloys) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. มี 'ค่าอายุความเค้นแตกหัก' ('Stress-rupture Life') เท่ากับ 10,000 ชั่วโมงหรือนานกว่า ที่อุณหภูมิ 723 เคลวิน (450 องศาเซลเซียส) ที่ค่าความเค้นเท่ากับ 200 เมกะปาสคาล หรือ
 - b. มี 'ค่าอายุความล้าแบบรอบต่ำ' ('Low Cycle Fatigue Life') เท่ากับ 10,000 รอบหรือมากกว่า ที่อุณหภูมิ 723 เคลวิน (450 องศาเซลเซียส) ที่ค่าความเค้นสูงสุดเท่ากับ 400 เมกะปาสคาล
 4. โลหะผสมอะลูมิเนียม (Aluminium Alloys) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. มีค่าความต้านทานแรงดึง (Tensile Strength) เท่ากับ 240 เมกะปาสคาล หรือมากกว่าที่อุณหภูมิ 473 เคลวิน (200 องศาเซลเซียส) หรือ
 - b. มีค่าความต้านทานแรงดึง (Tensile Strength) เท่ากับ 415 เมกะปาสคาล หรือมากกว่าที่อุณหภูมิ 298 เคลวิน (25 องศาเซลเซียส)
 5. โลหะผสมแมกนีเซียม (Magnesium Alloys) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมด ดังต่อไปนี้
 - a. มีค่าความต้านทานแรงดึง (Tensile Strength) เท่ากับ 345 เมกะปาสคาล หรือมากกว่า และ
 - b. มีอัตราการกัดกร่อน (Corrosion Rate) น้อยกว่า 1 มิลลิเมตรต่อปี ในสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ (Sodium Chloride Aqueous Solution) ร้อยละ 3 โดยวัดตามมาตรฐานสมาคมทดสอบและวัสดุแห่งสหรัฐอเมริกา (The American Society for Testing and Materials: ASTM) ASTM G-31 หรือตามมาตรฐานแห่งชาติที่เทียบเท่า

1C002

(ต่อ)

c. ผงโลหะผสม (Metal Alloy Powder) หรือวัสดุฝุ่นผง (Particulate Material) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

1. ทำจากระบบส่วนผสมที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

หมายเหตุทางเทคนิค

เอ็กซ์ (X) ในสูตรต่อไปนี้เท่ากับองค์ประกอบของโลหะผสม (Alloying Elements) หนึ่งชนิดหรือมากกว่า

- โลหะผสมนิกเกิล (Nickel Alloys) (นิกเกิล-อะลูมิเนียม-เอ็กซ์ [Ni-Al-X] นิกเกิล-เอ็กซ์-อะลูมิเนียม [Ni-X-Al]) ที่มีคุณสมบัติสำหรับทำชิ้นส่วนหรือส่วนประกอบของเครื่องยนต์เทอร์ไบน์ (Turbine) คือ ที่มีอนุภาคที่ไม่ใช่โลหะน้อยกว่า 3 อนุภาค (ที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต) ที่ขนาดใหญ่กว่า 100 ไมโครเมตร ใน 10^9 ของอนุภาคโลหะผสม (Alloy Particles)
- โลหะผสมไนโอเบียม (Niobium Alloys) (ไนโอเบียม-อะลูมิเนียม-เอ็กซ์ [Nb-Al-X] หรือ ไนโอเบียม-เอ็กซ์-อะลูมิเนียม [Nb-X-Al] ไนโอเบียม-ซิลิคอน-เอ็กซ์ [Nb-Si-X] หรือ ไนโอเบียม-เอ็กซ์-ซิลิคอน [Nb-X-Si] ไนโอเบียม-ไทเทเนียม-เอ็กซ์ [Nb-Ti-X] หรือ ไนโอเบียม-เอ็กซ์-ไทเทเนียม [Nb-X-Ti])
- โลหะผสมไทเทเนียม (Titanium Alloys) (ไทเทเนียม-อะลูมิเนียม-เอ็กซ์ [Ti-Al-X] หรือ ไทเทเนียม-เอ็กซ์-อะลูมิเนียม [Ti-X-Al])
- โลหะผสมอะลูมิเนียม (Aluminium Alloys) (อะลูมิเนียม-แมกนีเซียม-เอ็กซ์ [Al-Mg-X] หรือ อะลูมิเนียม-เอ็กซ์-แมกนีเซียม [Al-X-Mg] อะลูมิเนียม-สังกะสี-เอ็กซ์ [Al-Zn-X] หรือ อะลูมิเนียม-เอ็กซ์-สังกะสี [Al-X-Zn] อะลูมิเนียม-เหล็ก-เอ็กซ์ [Al-Fe-X] หรือ อะลูมิเนียม-เอ็กซ์-เหล็ก [Al-X-Fe]) หรือ
- โลหะผสมแมกนีเซียม (Magnesium Alloys) (แมกนีเซียม-อะลูมิเนียม-เอ็กซ์ [Mg-Al-X] หรือ แมกนีเซียม-เอ็กซ์-อะลูมิเนียม [Mg-X-Al])

2. ผลิตในสภาพแวดล้อมควบคุมโดยใช้กระบวนการอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- “การทำละอองแบบสุญญากาศ” (“Vacuum Atomisation”)
- “การทำละอองแบบแก๊ส” (“Gas Atomisation”)
- “การทำละอองแบบหมุน” (“Rotary Atomisation”)
- “การชุบแบบสplat” (“Splat Quenching”)
- “การปั่นหลอม” (“Melt Spinning”) และ “การทำให้เล็ก” (“Comminution”)
- “การสกัดด้วยการหลอมละลาย” (“Melt Extraction”) และ “การทำให้เล็ก” (“Comminution”) หรือ
- “การเติมธาตุผสมทางกล” (“Mechanical Alloying”) และ

3. สามารถขึ้นรูปเป็นวัสดุตามที่ระบุใน 1C002.a. หรือ 1C002.b.

d. วัสดุผสมที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

- ทำจากระบบส่วนผสม (Composition Systems) อย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ระบุใน 1C002.c.1.
- อยู่ในรูปของเกล็ด (Flakes) แถบยาว (Ribbons) หรือท่อนบาง (Thin Rods) ที่ไม่ต่อเนื่องกัน และ
- ผลิตในสภาพแวดล้อมที่ควบคุมโดยใช้กระบวนการอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - “การชุบแบบสplat” (“Splat Quenching”)
 - “การปั่นหลอม” (“Melt Spinning”) หรือ
 - “การสกัดด้วยการหลอมละลาย” (“Melt Extraction”)

1C003

โลหะที่เป็นแม่เหล็กทุกประเภทและไม่ว่าอยู่ในรูปแบบใดที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- มีค่าความซึมได้สัมพัทธ์เริ่มต้น (Initial Relative Permeability) เท่ากับ 120,000 หรือมากกว่าและมีความหนา 0.05 มิลลิเมตร หรือน้อยกว่า

หมายเหตุทางเทคนิค

การวัดค่าความซึมได้สัมพัทธ์เริ่มต้น (Initial Relative Permeability) ต้องกระทำกับวัสดุที่อบอ่อน (Annealeds) สมบูรณ์แล้ว

1C003

(ต่อ)

- b. โลหะผสมแมกนีโตสตริกทีฟ (Magnetostriptive Alloys) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้
1. มีค่าการเปลี่ยนขนาดวัสดุเมื่อถูกพลังงานแม่เหล็กอิ่มตัว (Saturation Magnetostriction) มากกว่า 5×10^{-4} หรือ
 2. มีค่าแฟคเตอร์แม่เหล็กเชิงกล (Magnetomechanical Coupling Factor: k) มากกว่า 0.8 หรือ
- c. แถบโลหะผสมอสัณฐานหรือ ‘ผลึกนาโน’ (Amorphous or ‘Nanocrystalline’ Alloy Strips) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
1. เป็นส่วนผสมที่มีเหล็ก โคบอลต์ (Cobalt) หรือนิกเกิล (Nickel) ผสมอยู่อย่างน้อยร้อยละ 75 โดยน้ำหนัก
 2. มีค่าการเหนี่ยวนำแม่เหล็กอิ่มตัว (Saturation Magnetic Induction: B_s) เท่ากับ 1.6 เทสลา หรือมากกว่า และ
 3. มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. เป็นชิ้นยาว (Strip) ที่มีความหนา 0.02 มิลลิเมตร หรือน้อยกว่า หรือ
 - b. มีค่าความต้านทานไฟฟ้า (Electrical Resistivity) เท่ากับ 2×10^{-4} โอห์ม เซนติเมตร หรือมากกว่า

หมายเหตุทางเทคนิค

วัสดุ ‘ผลึกนาโน’ (‘Nanocrystalline’) ใน 1C003.c. คือ บรรดาวัสดุที่มีขนาดเกรนผลึก (Crystal Grain) เท่ากับ 50 นาโนเมตร หรือน้อยกว่า ตามที่วัดได้โดยวิธีการเอกซเรย์ดิฟแฟรกชัน (X-ray Diffraction)

1C004

โลหะผสมยูเรเนียมไทเทเนียม (Uranium Titanium Alloys) หรือโลหะผสมทังสเตน (Tungsten Alloys) ที่มี ‘เมทริกซ์’ (“Matrix”) ทำมาจากเหล็ก นิกเกิล (Nickel) หรือทองแดง มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

- a. มีค่าความหนาแน่นมากกว่า 17.5 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
- b. มีค่าความยืดหยุ่นจำกัด (Elastic Limit) มากกว่า 880 เมกะปาสคาล
- c. มีค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุด (Ultimate Tensile Strength) มากกว่า 1,270 เมกะปาสคาล และ
- d. มีค่าการยืดตัว (Elongation) มากกว่าร้อยละ 8

1C005

ตัวนำไฟฟ้า “คอมโพสิต” (“Composite” Conductors) ชนิด “นำไฟฟ้ายิ่งยวด” (“Superconductive”) ที่มีความยาวมากกว่า 100 เมตร หรือมีมวลมากกว่า 100 กรัม ดังต่อไปนี้

- a. ตัวนำไฟฟ้า “คอมโพสิต” (“Composite” Conductors) ชนิด “นำไฟฟ้ายิ่งยวด” (“Superconductive”) ซึ่งประกอบด้วย ‘ฟิลาเมนต์’ (‘Filaments’) ชนิดไนโอเบียม-ไทเทเนียม (Niobium-titanium) หนึ่งชนิดหรือมากกว่า ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้
 1. แทรกซึมอยู่ในวัสดุ “เมทริกซ์” (“Matrix”) นอกเหนือจากทองแดง หรือวัสดุผสม “เมทริกซ์” (“Matrix”) จากทองแดง และ
 2. มีพื้นที่หน้าตัดน้อยกว่า 0.28×10^{-4} ตารางมิลลิเมตร (มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 ไมโครเมตร สำหรับ ‘ฟิลาเมนต์’ กลม [Circular ‘Filaments’])
- b. ตัวนำไฟฟ้า “คอมโพสิต” (“Composite” Conductors) ชนิด “นำไฟฟ้ายิ่งยวด” (“Superconductive”) ซึ่งประกอบด้วย ‘ฟิลาเมนต์’ (‘Filaments’) ชนิด “นำไฟฟ้ายิ่งยวด” (“Superconductive”) นอกเหนือจากไนโอเบียม-ไทเทเนียม (Niobium-titanium) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 1. มี “อุณหภูมิวิกฤต” (“Critical Temperature”) ณ ค่าการเหนี่ยวนำแม่เหล็กเป็นศูนย์ (Zero Magnetic Induction) มากกว่า 9.85 เคลวิน (– 263.31 องศาเซลเซียส) และ
 2. ยังคงสถานะ “นำไฟฟ้ายิ่งยวด” (“Superconductive”) ที่อุณหภูมิ 4.2 เคลวิน (– 268.96 องศาเซลเซียส) เมื่ออยู่ในสนามแม่เหล็กในทิศทางใดๆ ที่ตั้งฉากกับแกนแนวตั้ง (Longitudinal Axis) ของตัวนำไฟฟ้า และสอดคล้องกับค่าการเหนี่ยวนำแม่เหล็ก (Magnetic Induction) เท่ากับ 12 เทสลา เมื่อมีค่าความหนาแน่นกระแสวิกฤต (Critical Current Density) สูงกว่า 1,750 แอมแปร์ต่อตารางมิลลิเมตร บนพื้นที่หน้าตัดโดยรวมของตัวนำไฟฟ้า

1C005 (ต่อ)

- c. ตัวนำไฟฟ้า “คอมโพสิต” (“Composite” Conductors) ชนิด “นำไฟฟ้ายิ่งยวด” (“Superconductive”) ซึ่งประกอบด้วย ‘ฟิลาเมนต์’ (“Filaments”) ชนิด “นำไฟฟ้ายิ่งยวด” (“Superconductive”) หนึ่งชนิดหรือมากกว่า ซึ่งยังคงสถานะ “นำไฟฟ้ายิ่งยวด” (“Superconductive”) ที่อุณหภูมิสูงกว่า 115 เคลวิน (-158.16 องศาเซลเซียส)

หมายเหตุทางเทคนิค

สำหรับวัตถุประสงค์ใน 1C005 ‘ฟิลาเมนต์’ (“Filaments”) อาจอยู่ในรูปของลวด ทรงกระบอก แผ่นฟิล์ม แผ่นเทป หรือแถบยาว (Ribbon)

1C006 ของไหล (Fluids) และวัสดุหล่อลื่น (Lubricating Materials) ดังต่อไปนี้

- a. ของไหลไฮดรอลิก (Hydraulic Fluids) ที่มีส่วนผสมของสารประกอบหลักอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
1. ‘น้ำมันซิลไฮโดรคาร์บอน’ สังเคราะห์ (Synthetic ‘Silahydrocarbon Oils’) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

หมายเหตุทางเทคนิค

สำหรับวัตถุประสงค์ใน 1C006.a.1 ‘น้ำมันซิลไฮโดรคาร์บอน’ (“Silahydrocarbon Oils”) มีส่วนประกอบเพียงแคซิลิคอน (Silicon) ไฮโดรเจน (Hydrogen) และคาร์บอน (Carbon) เท่านั้น

- a. มี ‘จุดวาบไฟ’ (“Flash Point”) ที่อุณหภูมิสูงกว่า 477 เคลวิน (204 องศาเซลเซียส)
 - b. มี ‘จุดไหลเท’ (“Pour Point”) ที่อุณหภูมิ 239 เคลวิน (-34 องศาเซลเซียส) หรือน้อยกว่า
 - c. มี ‘ดัชนีความหนืด’ (“Viscosity Index”) เท่ากับ 75 หรือมากกว่า และ
 - d. มี ‘ความเสถียรทางความร้อน’ (“Thermal Stability”) ที่อุณหภูมิ 616 เคลวิน (343 องศาเซลเซียส) หรือ
2. ‘สารคลอโรฟลูออโรคาร์บอน’ (“Chlorofluorocarbons”) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

หมายเหตุทางเทคนิค

สำหรับวัตถุประสงค์ใน 1C006.a.2. ‘สารคลอโรฟลูออโรคาร์บอน’ (“Chlorofluorocarbons”) มีส่วนประกอบเพียงแคคาร์บอน (Carbon) ฟลูออรีน (Fluorine) และคลอรีน (Chlorine) เท่านั้น

- a. ไม่มี ‘จุดวาบไฟ’ (“Flash Point”)
 - b. มี ‘อุณหภูมิที่ติดไฟได้เอง’ (“Autogenous Ignition Temperature”) สูงกว่า 977 เคลวิน (704 องศาเซลเซียส)
 - c. มี ‘จุดไหลเท’ (“Pour Point”) ที่อุณหภูมิ 219 เคลวิน (-54 องศาเซลเซียส) หรือน้อยกว่า
 - d. มี ‘ค่าดัชนีความหนืด’ (“Viscosity Index”) เท่ากับ 80 หรือมากกว่า และ
 - e. มีจุดเดือดที่อุณหภูมิ 473 เคลวิน (200 องศาเซลเซียส) หรือสูงกว่า
- b. วัสดุหล่อลื่น (Lubricating Materials) ที่มีสารประกอบหลักอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
1. ฟีนีลีน (Phenylene) หรืออัลคิลฟีนีลีนอีเทอร์ (Alkylphenylene Ethers) หรือไทโอ-อีเทอร์ (Thio-ethers) หรือสารผสม (Mixtures) ของสารดังกล่าวที่ประกอบด้วยอีเทอร์ (Ether) หรือไทโอ-อีเทอร์มากกว่าสองหมู่ฟังก์ชัน หรือสารผสมของสารเหล่านั้น หรือ
 2. ของไหลฟลูออรีเนตเต็ดซิลิคอน (Fluorinated Silicone Fluids) ที่มีค่าความหนืดคินแมติก (Kinematic Viscosity) น้อยกว่า 5,000 ตารางมิลลิเมตรต่อวินาที (5,000 เซนติสโตก [Centistokes]) วัดที่อุณหภูมิ 298 เคลวิน (25 องศาเซลเซียส)

1C006

(ต่อ)

- c. ของไหลหน่วงหรือลอยตัว (Damping or Flotation Fluids) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
1. มีความบริสุทธิ์มากกว่าร้อยละ 99.8
 2. มีส่วนประกอบน้อยกว่า 25 อนุภาคที่มีขนาด 200 ไมโครเมตร หรือมีขนาดใหญ่กว่า ต่อ 100 มิลลิลิตร และ
 3. ทำจากสิ่งใดสิ่งหนึ่งต่อไปนี้ อย่างน้อยที่สุดร้อยละ 85
 - a. ไดโบรมิเทตระฟลูออโรอีเทน (Dibromotetrafluoroethane) (ซีเอส [CAS] 25497-30-7, 124-73-2, 27336-23-8)
 - b. พอลิคโลโรไตรฟลูออโรเอทิลีน (Polychlorotrifluoroethylene) (ที่ดัดแปลงเป็นน้ำมันหรือโซลันท์) หรือ
 - c. พอลิโบรมิไตรฟลูออโรเอทิลีน (Polybromotrifluoroethylene)
- d. ของไหลทำความเย็นอิเล็กทรอนิกส์ชนิดฟลูออโรคาร์บอน (Fluorocarbon Electronic Cooling Fluids) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
1. ประกอบด้วยสารใดสารหนึ่งตามที่ระบุด้านล่าง หรือส่วนผสมของสารดังกล่าว โดยน้ำหนักร้อยละ 85 หรือมากกว่า
 - a. โมโนเมอร์รูปต่างๆ (Monomeric Forms) ของเปอร์ฟลูออโรพอลิอัลคิลอีเทอร์-ไตรอะซีน (Perfluoropolyalkylether-triazines) หรือเปอร์ฟลูออโรอะลิฟาติก-อีเทอร์ (Perfluoroaliphatic ethers)
 - b. เปอร์ฟลูออโรอัลคิลอะมีน (Perfluoroalkylamines)
 - c. เปอร์ฟลูออโรไซโคลอัลเคน (Perfluorocycloalkanes) หรือ
 - d. เปอร์ฟลูออโรอัลเคน (Perfluoroalkanes)
 2. มีค่าความหนาแน่นที่อุณหภูมิ 298 เคลวิน (25 องศาเซลเซียส) เท่ากับ 1.5 กรัมต่อมิลลิลิตร หรือมากกว่า
 3. อยู่ในสถานะของเหลวที่อุณหภูมิ 273 เคลวิน (0 องศาเซลเซียส) และ
 4. มีส่วนผสมของฟลูออรีน (Fluorine) ร้อยละ 60 หรือมากกว่า โดยน้ำหนัก

หมายเหตุทางเทคนิค

สำหรับวัตถุประสงค์ใน 1C006

1. 'จุดวาบไฟ' ('Flash Point') หาค่าได้โดยการใช้วิธีถ้วยเปิดคลีฟแลนด์ (Cleveland Open Cup Method) ดังที่อธิบายในมาตรฐานสมาคมทดสอบและวัสดุแห่งสหรัฐอเมริกา (The American Society for Testing and Materials: ASTM) ASTM D-92 หรือมาตรฐานแห่งชาติที่เทียบเท่า
2. 'จุดไหลเท' ('Pour Point') หาค่าได้โดยการใช้วิธีการดังที่อธิบายในมาตรฐานสมาคมทดสอบและวัสดุแห่งสหรัฐอเมริกา (The American Society for Testing and Materials: ASTM) ASTM D-97 หรือตามมาตรฐานแห่งชาติที่เทียบเท่า
3. 'ดัชนีความหนืด' ('Viscosity Index') หาค่าได้โดยการใช้วิธีการดังที่อธิบายในมาตรฐานสมาคมทดสอบและวัสดุแห่งสหรัฐอเมริกา (The American Society for Testing and Materials: ASTM) ASTM D-2270 หรือตามมาตรฐานแห่งชาติที่เทียบเท่า
4. 'ความเสถียรทางความร้อน' ('Thermal Stability') หาค่าได้โดยใช้วิธีการทดสอบตามที่ระบุด้านล่าง หรือตามมาตรฐานแห่งชาติที่เทียบเท่า

นำของเหลวที่ต้องการทดสอบจำนวน 20 มิลลิลิตร ไปใส่ในภาชนะขนาด 46 มิลลิลิตร ที่ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม ชนิด 317 ที่ใส่ลูกกลมโลหะที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (กำหนด [Nominal]) ลูกละ 12.5 มิลลิเมตร ลูกหนึ่ง ทำจากเหล็กเครื่องมือ M-10 อีกลูกทำจากเหล็กกล้า 52100 และอีกลูกทำจากทองสัมฤทธิ์ (Naval Bronze) (ทองแดงร้อยละ 60 สังกะสีร้อยละ 39 ดิบกว่าร้อยละ 0.75)

ภาชนะถูกอัดด้วยแก๊สไนโตรเจน (Nitrogen) แล้วปิดผนึกที่ความดันบรรยากาศ จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น และคงไว้ที่ 644 ± 6 เคลวิน (371 ± 6 องศาเซลเซียส) เป็นเวลาหกชั่วโมง

1C006

4. (ต่อ)

ตัวอย่างทดสอบจะถือว่ามีความเสถียรทางความร้อน ก็ต่อเมื่อภายหลังการทดสอบพบว่าเป็นไปตามเงื่อนไขทั้งหมดดังต่อไปนี้

- a. ลูกกลมโลหะแต่ละลูกมีค่าความสูญเสียน้ำหนักไปน้อยกว่า 10 มิลลิกรัมต่อตารางมิลลิเมตร ของพื้นผิวลูกกลม
- b. ค่าความหนืดตั้งต้นเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าร้อยละ 25 เมื่อทดสอบที่อุณหภูมิ 311 เคลวิน (38 องศาเซลเซียส) และ
- c. ค่าความเป็นกรดหรือเป็นด่างรวมน้อยกว่า 0.40

5. อุณหภูมิ ‘ที่ติดไฟได้เอง’ (‘Autogenous Ignition’ Temperature) หาได้โดยการใช้วิธีการดังที่อธิบายในมาตรฐานสมาคมทดสอบและวัสดุแห่งสหรัฐอเมริกา (The American Society for Testing and Materials: ASTM) ASTM E-659 หรือตามมาตรฐานแห่งชาติที่เทียบเท่า

1C007

วัสดุฐานเซรามิก วัสดุเซรามิกที่ไม่ใช่ “คอมโพสิต” (Non-“composite” Ceramic Materials) วัสดุ “คอมโพสิต” เซรามิก-“เมทริกซ์” (Ceramic-“matrix” “Composite” Materials) และวัสดุตั้งต้น ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ โปรดดู 1C107 ประกอบ

- a. วัสดุฐานบอไรด์ (Borides) ของไทเทเนียม (Titanium) เชิงเดี่ยวหรือเชิงซ้อน ที่มีสิ่งเจือปนที่เป็นโลหะทั้งหมด (ไม่รวมสารที่เติมโดยเจตนา) น้อยกว่า 5,000 ส่วนในล้านส่วน มีขนาดของอนุภาคเฉลี่ยเท่ากับหรือน้อยกว่า 5 ไมโครเมตร และมีอนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมโครเมตรไม่เกินร้อยละ 10
- b. วัสดุเซรามิกที่ไม่ใช่ “คอมโพสิต” (Non-“composite” Ceramic Materials) ที่อยู่ในรูปวัตถุดิบหรือกึ่งสำเร็จมีส่วนประกอบของบอไรด์ (Borides) ของไทเทเนียม (Titanium) ที่มีความหนาแน่นเท่ากับร้อยละ 98 หรือมากกว่าของค่าความหนาแน่นทางทฤษฎี (Theoretical Density)

หมายเหตุ 1C007.b. ไม่ควบคุมสารขัดถู (Abrasives)

- c. วัสดุ “คอมโพสิต” แบบเซรามิก-เซรามิก (Ceramic-ceramic “Composite” Materials) ที่มี “เมทริกซ์” (“Matrix”) เป็นแก้วหรือออกไซด์ (Oxide) และเสริมแรงด้วยเส้นใยที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

1. ทำจากวัสดุอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- a. ซิลิคอน-ไนโตรเจน (Si-N)
- b. ซิลิคอน-คาร์บอน (Si-C)
- c. ซิลิคอน-อะลูมิเนียม-ออกซิเจน-ไนโตรเจน (Si-Al-O-N) หรือ
- d. ซิลิคอน-ออกซิเจน-ไนโตรเจน (Si-O-N) และ

2. มี “ค่าความต้านทานแรงดึงจำเพาะ” (“Specific Tensile Strength”) มากกว่า 12.7×10^3 เมตร

- d. วัสดุ “คอมโพสิต” แบบเซรามิก-เซรามิก (Ceramic-ceramic “Composite” Material) ที่มีหรือไม่มีเฟสโลหะต่อเนื่อง ประกอบด้วยอนุภาคลักษณะเป็นเส้นขน (Whiskers) หรือเส้นใยโดยมีคาร์ไบด์ (Carbides) หรือไนไตรด์ (Nitrides) ของซิลิคอน (Silicon) เซอร์โคเนียม (Zirconium) หรือโบรอน (Boron) เป็น “เมทริกซ์” (“Matrix”)

- e. วัสดุตั้งต้น (คือ วัสดุพอลิเมอร์ หรือโลหะ-สารอินทรีย์ [Polymeric or Metallo-organic Materials] ที่ใช้เพื่อการพิเศษ) สำหรับการผลิตเฟสใดๆ หรือหลายเฟส ตามที่ระบุใน 1C007.c. ดังต่อไปนี้

1. พอลิไดออร์แกโนซิลาน (Polydiorganosilanes) (สำหรับการผลิตซิลิคอนคาร์ไบด์ [Silicon Carbide])
2. พอลิไซลาเซน (Polysilazanes) (สำหรับการผลิตซิลิคอนไนไตรด์ [Silicon Nitride])
3. พอลิคาร์โบไซลาเซน (Polycarbosilazanes) (สำหรับการผลิตเซรามิกที่มีส่วนประกอบของซิลิคอน [Silicon] คาร์บอน [Carbon] และไนโตรเจน [Nitrogen])

1C007 (ต่อ)

- f. วัสดุ "คอมโพสิต"แบบเซรามิก-เซรามิก (Ceramic-ceramic "Composite" Materials) ที่มี "เมทริกซ์" ("Matrix") เป็นออกไซด์ (Oxide) หรือแก้วเสริมแรงด้วยเส้นใยต่อเนื่องจากระบบใดระบบหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. อะลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3) (ซีเอส [CAS] 1344-28-1) หรือ
2. ซิลิคอน-คาร์บอน-ไนโตรเจน (Si-C-N)

หมายเหตุ 1C007.f. ไม่ควบคุมวัสดุ "คอมโพสิต" ("Composites") ที่ประกอบด้วยเส้นใยต่างๆ จากระบบเหล่านี้ ที่มีค่าความต้านทานแรงดึงของเส้นใย (Fibres Tensile Strength) น้อยกว่า 700 เมกะปาสคาล ที่อุณหภูมิ 1,273 เคลวิน (1,000 องศาเซลเซียส) หรือมีค่าความต้านทานการคืบภายใต้แรงดึงของเส้นใย (Fibre Tensile Creep Resistance) มากกว่าร้อยละ 1 ของค่าการยืดตัวจากการคืบ (Creep Strain) ณ ภาระ 100 เมกะปาสคาล และที่อุณหภูมิ 1,273 เคลวิน (1,000 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 100 ชั่วโมง

1C008 สารพอลิเมอร์ปราศจากฟลูออรีน (Non-fluorinated Polymeric) ดังต่อไปนี้

- a. ไอไมด์ (Imides) ดังต่อไปนี้

1. บิสมาล์ไอไมด์ (Bismaleimides)
2. อะโรมาติกพอลิอะไมด์-ไอไมด์ (Aromatic Polyamide-imides: PAI) ที่มี 'อุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว' ('Glass Transition Temperature: T_g ') สูงกว่า 563 เคลวิน (290 องศาเซลเซียส)
3. อะโรมาติกพอลิไอไมด์ (Aromatic Polyimides)
4. อะโรมาติกพอลิเอเทอร์ไอไมด์ (Aromatic Polyetherimides) มีค่าอุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว (Glass Transition Temperature: T_g) สูงกว่า 513 เคลวิน (240 องศาเซลเซียส)

หมายเหตุ 1C008.a. ควบคุมสารในรูปของเหลวหรือของแข็งในสภาพที่ "สามารถหลอมได้" ("Fusible") รวมไปถึงเรซิน (Resin) พง เม็ด แผ่นฟิล์ม แผ่นแถบ เทป หรือแถวยาว (Ribbon)

หมายเหตุ สำหรับสารอะโรมาติกพอลิไอไมด์ชนิดไม่ "สามารถหลอมได้" (Non-"fusible") ที่อยู่ในรูปของแผ่นฟิล์ม แผ่นแถบ เทป หรือ แถวยาว (Ribbon) ให้ดู 1A003 ประกอบ

- b. โพลีเมอร์ผลึกเหลวชนิดเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic Liquid Crystal Copolymers) ซึ่งมีอุณหภูมิบิดตัว (Distortion Temperature) สูงกว่า 523 เคลวิน (250 องศาเซลเซียส) วัดตามมาตรฐานขององค์กรมาตรฐานสากล (International Organisation for Standardisation: ISO) ISO 75-2 (2004) วิธีการแบบ A หรือมาตรฐานแห่งชาติที่เทียบเท่า ณ ภาระ 1.80 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร และประกอบด้วย

1. สารประกอบอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. ฟีนีลีน (Phenylene) ไบฟีนีลีน (Biphenylene) หรือแนฟทาลีน (Naphthalene) หรือ
 - b. เมทิล (Methyl) ฟีนีลีน (Phenylene) ที่ถูกแทนที่ด้วยเทอร์เชียรี-บิวทิล (Tertiary-butyl) หรือฟีนิล (Phenyl) ไบฟีนีลีน (Biphenylene) หรือแนฟทาลีน (Naphthalene) และ
2. กรดอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. กรดเทเรฟทาลิก (Terephthalic Acid) (ซีเอส [CAS] 100-21-0)
 - b. กรด 6-ไฮดรอกซี-2 แนฟโทอิก (6-Hydroxy-2 Naphthoic Acid) (ซีเอส [CAS] 16712-64-4) หรือ
 - c. กรด 4-ไฮดรอกซีเบนโซอิก (4-Hydroxybenzoic Acid) (ซีเอส [CAS] 99-96-7)

- c. ไม่ใช่

- d. พอลิอะริลีนคีโตน (Polyarylene Ketones)

- e. พอลิอะริลีนซัลไฟด์ (Polyarylene Sulphides) ที่มีกลุ่มอะริลีน (Arylene) เป็นไบฟีนีลีน (Biphenylene) ไตรฟีนีลีน (Triphenylene) หรือการรวมของสารดังกล่าว

1C008

(ต่อ)

- f. พอลิไบฟีนีลีนอีเทอร์ซัลโฟน (Polybiphenylenethersulphone) ที่มีค่า ‘อุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว’ (‘Glass Transition Temperature: T_g ’) สูงกว่า 513 เคลวิน (240 องศาเซลเซียส)

หมายเหตุทางเทคนิค

‘อุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว’ (‘Glass Transition Temperature: T_g ’) สำหรับวัสดุใน 1C008 หาค่าได้โดยการใช้วิธีการตั้งที่อธิบายในมาตรฐานขององค์การมาตรฐานสากล (International Organisation for Standardisation: ISO) ISO 11357-2 (1999) หรือมาตรฐานแห่งชาติที่เทียบเท่า นอกจากนั้นการหาค่า ‘อุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว’ (‘Glass Transition Temperature: T_g ’) สำหรับวัสดุใน 1C008.a.2. ทำบนตัวอย่างทดสอบพอลิเอไมด์-ไอไมด์ (Polyamide-imide: PAI) ที่ได้มีการบ่ม (Cured) เริ่มต้นที่อุณหภูมิต่ำสุดเท่ากับ 310 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที

1C009

สารประกอบฟลูออรีเนตที่ยังไม่แปรรูป (Unprocessed Fluorinated Compounds) ดังต่อไปนี้

- โคพอลิเมอร์ (Copolymers) ของไวไนลิดีนฟลูออไรด์ (Vinylidene Fluoride) ที่มีโครงสร้างผลึกเบต้า (Beta Crystalline Structure) ร้อยละ 75 หรือมากกว่า โดยไม่มีการยืดตัว (Stretching)
- ฟลูออรีเนตเตตพอลิไอไมด์ (Fluorinated Polyimides) ที่มีส่วนผสมของสารฟลูออรีนผสม (Combined Fluorine) ร้อยละ 10 หรือมากกว่าโดยน้ำหนัก
- ฟลูออรีเนตเตตฟอสฟอซีนอิลาสโตเมอร์ (Fluorinated Phosphazene Elastomers) ที่มีส่วนผสมของสารฟลูออรีนผสม (Combined Fluorine) ร้อยละ 30 หรือมากกว่า โดยน้ำหนัก

1C010

“วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์” (“Fibrous or Filamentary Materials”) ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ โปรตอคอล 1C210 และ 9C110 ประกอบ

- “วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์” อินทรีย์ (Organic “Fibrous or Filamentary Materials”) ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้

- มี “ค่ามอดูลัสจำเพาะ” (“Specific Modulus”) มากกว่า 12.7×10^6 เมตร และ
- มี “ค่าความต้านทานแรงดึงจำเพาะ” (“Specific Tensile Strength”) มากกว่า 23.5×10^4 เมตร

หมายเหตุ 1C010.a. ไม่ควบคุมพอลิเอทิลีน (Polyethylene)

- “วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์” คาร์บอน (Carbon “Fibrous or Filamentary Materials”) ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้

- มี “ค่ามอดูลัสจำเพาะ” (“Specific Modulus”) มากกว่า 14.65×10^6 เมตร และ
- มี “ค่าความต้านทานแรงดึงจำเพาะ” (“Specific Tensile Strength”) มากกว่า 26.82×10^4 เมตร

หมายเหตุ 1C010.b. ไม่ควบคุม

- “วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์” (“Fibrous or Filamentary Materials”) สำหรับการซ่อมแซมโครงสร้างหรือลามิเนต (Laminates) ของ “อากาศยานพลเรือน” (“Civil Aircraft”) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

- มีพื้นที่ไม่เกิน 1 ตารางเมตร
- มีความยาวไม่เกิน 2.5 เมตร และ
- มีความกว้างมากกว่า 15 มิลลิเมตร

- “วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์” คาร์บอน (Carbon “Fibrous or Filamentary Materials”) ที่ถูกสับ บด หรือตัดทางกล มีความยาว 25.0 มิลลิเมตร หรือน้อยกว่า

หมายเหตุทางเทคนิค

คุณสมบัติของวัสดุตามที่ระบุใน 1C010.b. ควรหาค่าโดยการใช้วิธีตามมาตรฐาน SRM 12 ถึง 17 ที่สมาคมผู้ผลิตวัสดุคอมโพสิตขั้นสูง (Suppliers of Advanced Composite Materials Association: SACMA) แนะนำ มาตรฐานขององค์การมาตรฐานสากล (International Organisation for Standardisation: ISO) ISO 10618 (2004) 10.2.1 วิธี A หรือมาตรฐานแห่งชาติที่เทียบเท่า สำหรับการทดสอบการดึง และใช้ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง

1C010

(ต่อ)

- c. “วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์” อนินทรีย์ (Inorganic “Fibrous or Filamentary Materials”) ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้

1. มี “ค่ามอดูลัสจำเพาะ” (“Specific Modulus”) มากกว่า 2.54×10^6 เมตร และ
2. มีจุดหลอมเหลว (Melting) อ่อนตัว (Softening) แยกตัว (Decomposition) หรือระเหิด (Sublimation) ที่อุณหภูมิสูงกว่า 1,922 เคลวิน (1,649 องศาเซลเซียส) ในสภาพแวดล้อมเฉื่อย (Inert Environment)

หมายเหตุ 1C010.c. ไม่ควบคุม

- a. เส้นใยพอลิคริสตัลไลน์อะลูมินา (Polycrystalline Alumina) แบบไม่ต่อเนื่องพหุเฟส (Multiphase) ในรูปเป็นเส้นใยท่อนๆ หรือเป็นรูปแผ่นแบบลุ่มที่มีส่วนผสมของซิลิกา (Silica) ร้อยละ 3 หรือมากกว่า โดยน้ำหนัก ที่มีค่ามอดูลัสจำเพาะ (Specific Modulus) น้อยกว่า 10×10^6 เมตร
 - b. เส้นใยโมลิบดีนัม (Molybdenum Fibres) และโลหะผสมโมลิบดีนัม (Molybdenum Alloy Fibres)
 - c. เส้นใยโบรอน (Boron Fibres)
 - d. เส้นใยเซรามิกแบบไม่ต่อเนื่องที่มีจุดหลอมเหลว (Melting) อ่อนตัว (Softening) แยกตัว (Decomposition) หรือระเหิด (Sublimation) ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 2,043 เคลวิน (1,770 องศาเซลเซียส) ในสภาพแวดล้อมเฉื่อย (Inert Environment)
- d. “วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์” (“Fibrous or Filamentary Materials”) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

1. ประกอบด้วยวัสดุอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. พอลิเอเทอร์ไอมิด (Polyetherimides) ตามที่ระบุใน 1C008.a. หรือ
 - b. วัสดุตามที่ระบุใน 1C008.b. ถึง 1C008.f. หรือ
2. ประกอบด้วยวัสดุตามที่ระบุใน 1C010.d.1.a. หรือ 1C010.d.1.b. และ “ผ่านการผสมผสาน” (“Commingled”) กับเส้นใยชนิดอื่นตามที่ระบุใน 1C010.a., 1C010.b. หรือ 1C010.c.

- e. “วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์” (“Fibrous or Filamentary Materials”) ที่แทรกซึมด้วยเรซิน (Resin) หรือน้ำยางเหนียว (Pitch) ทั้งหมดหรือบางส่วน (วัสดุพรีเพ็ก [Prepregs]) โลหะหรือ “วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์” (“Fibrous or Filamentary Materials”) ที่เคลือบด้วยคาร์บอน (วัสดุพรีฟอร์ม [Preforms]) หรือ “พรีฟอร์มคาร์บอนไฟเบอร์” (“Carbon Fibre Preforms”) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

1. มีวัสดุอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. “วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์” อนินทรีย์ (Inorganic “Fibrous or Filamentary Materials”) ตามที่ระบุใน 1C010.c. หรือ
 - b. “วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์” อินทรีย์หรือคาร์บอน (Organic or Carbon “Fibrous or Filamentary Materials”) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 1. มี “ค่ามอดูลัสจำเพาะ” (“Specific Modulus”) มากกว่า 10.15×10^6 เมตร และ
 2. มี “ค่าความต้านทานแรงดึงจำเพาะ” (“Specific Tensile Strength”) มากกว่า 17.7×10^4 เมตร และ
2. มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. เรซิน (Resin) หรือน้ำยางเหนียว (Pitch) ตามที่ระบุใน 1C008 หรือ 1C009.b.
 - b. มี ‘อุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้วตามวิธีวิเคราะห์แบบกลศาสตร์พลวัต’ (“Dynamic Mechanical Analysis Glass Transition Temperature: DMA T_g”) เท่ากับหรือมากกว่า 453 เคลวิน (180 องศาเซลเซียส) และมีฟีนอลิกรีซิน (Phenolic Resin) หรือ

1C010

e. 2. (ต่อ)

- c. มี ‘อุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้วตามวิธีวิเคราะห์แบบกลศาสตร์พลวัต’ (‘Dynamic Mechanical Analysis Glass Transition Temperature: DMA T_g ’) เท่ากับหรือมากกว่า 505 เคลวิน (232 องศาเซลเซียส) และมีเรซิน (Resin) หรือน้ำยางเหนียว (Pitch) ที่ไม่ได้อยู่ใน 1C008 หรือ 1C009.b. และไม่เป็นฟีนอลิกรีซิน (Phenolic Resin)

หมายเหตุ 1 “วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์” (“Fibrous or Filamentary Materials”) ที่เคลือบด้วยโลหะหรือคาร์บอน (วัสดุพรีฟอร์ม [Preform]) หรือ “พรีฟอร์มคาร์บอนไฟเบอร์” (“Carbon Fibre Preforms”) ที่ไม่ได้แทรกซึมด้วยยางเรซิน (Resin) หรือน้ำยางเหนียว ถูกระบุไว้ในหัวข้อ “วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์” (“Fibrous or Filamentary Materials”) ใน 1C010.a., 1C010.b. หรือ 1C010.c.

หมายเหตุ 2 1C010.e. ไม่ควบคุม

- a. “วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์” (“Fibrous or Filamentary Materials”) ที่แทรกซึมด้วยอีพอกซีเรซิน (Epoxy Resin) “เมทริกซ์” (“Matrix”) ที่ทำจากคาร์บอน (วัสดุพรีเพก [Prepregs]) สำหรับการซ่อมโครงสร้างหรือลามิเนต (Laminates) ของ “อากาศยานพลเรือน” (“Civil Aircraft”) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
1. มีพื้นที่ไม่เกิน 1 ตารางเมตร
 2. มีความยาวไม่เกิน 2.5 เมตร และ
 3. มีความกว้างมากกว่า 15 มิลลิเมตร
- b. “วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์” คาร์บอน (Carbon “Fibrous or Filamentary Materials”) ที่ได้อุดรูพรุนทั้งชิ้นหรือบางส่วนด้วยการแทรกซึมเรซิน (Resin) หรือน้ำยางเหนียว (Pitch) ที่ถูก สับ บด หรือตัดให้มีขนาดความยาว 25 มิลลิเมตร หรือน้อยกว่าเมื่อใช้เรซินหรือน้ำยางเหนียว นอกเหนือจากที่ระบุไว้ใน 1C008 หรือ 1C009.b.

หมายเหตุทางเทคนิค

การวิเคราะห์ค่า ‘อุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้วตามวิธีวิเคราะห์แบบกลศาสตร์พลวัต’ (‘Dynamic Mechanical Analysis Glass Transition Temperature: DMA T_g ’) สำหรับวัสดุตามที่ระบุใน 1C010.e. หาค่าได้โดยใช้วิธีการที่อธิบายไว้ในมาตรฐานสมาคมทดสอบและวัสดุแห่งสหรัฐอเมริกา (The American Society for Testing and Materials: ASTM) ASTM D 7028-07 หรือมาตรฐานแห่งชาติที่เทียบเท่า โดยใช้ตัวอย่างทดสอบที่อบแห้งแล้ว ในกรณีของวัสดุที่ถูกหลอมและทิ้งให้แข็งแล้ว (Thermoset) ระดับของการบ่ม (Degree of Cure) ของตัวอย่างทดสอบจะต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 ตามที่ระบุไว้โดย ASTM E 2160-04 หรือมาตรฐานแห่งชาติที่เทียบเท่า

1C011

โลหะและสารประกอบ ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ โปรตูด 1C111 ประกอบ

- a. โลหะที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 60 ไมโครเมตร ไม่ว่าเป็นรูปทรงกลม (Spherical) ละออง (Atomised) รูปไข่ (Spheroidal) เกล็ด (Flaked) หรือบดละเอียด (Ground) ที่ผลิตจากวัสดุที่ประกอบด้วยเซอร์โคเนียม (Zirconium) แมกนีเซียม (Magnesium) และโลหะผสม (Alloys) ของโลหะดังกล่าว ร้อยละ 99 หรือมากกว่า

หมายเหตุทางเทคนิค

น็อสาร์ฮาฟเนียม (Hafnium) ที่อยู่ในเซอร์โคเนียม (Zirconium) ตามธรรมชาติ (โดยปกติประมาณร้อยละ 2 ถึงร้อยละ 7) ให้นับรวมกับสารเซอร์โคเนียม

หมายเหตุ โลหะ (Metals) หรือโลหะผสม (Alloys) ตามที่ระบุใน 1C011.a. ต้องถูกควบคุมไม่ว่าโลหะหรือโลหะผสมดังกล่าวจะถูกล้อมด้วยอะลูมิเนียม (Aluminium) แมกนีเซียม (Magnesium) เซอร์โคเนียม (Zirconium) หรือเบริลเลียม (Beryllium) หรือไม่ก็ตาม

- b. โบรอน (Boron) หรือโลหะผสมโบรอน (Boron Alloys) ที่มีขนาดอนุภาคเท่ากับ 60 ไมโครเมตรหรือน้อยกว่า ดังต่อไปนี้

1. โบรอน (Boron) ที่มีความบริสุทธิ์ร้อยละ 85 หรือมากกว่าโดยน้ำหนัก
2. โลหะผสมโบรอน (Boron Alloys) ที่มีปริมาณโบรอนร้อยละ 85 หรือมากกว่าโดยน้ำหนัก

หมายเหตุ โลหะ (Metals) หรือโลหะผสม (Alloys) ตามที่ระบุใน 1C011.b. ต้องถูกควบคุมไม่ว่าโลหะหรือโลหะผสมดังกล่าวจะถูกล้อมด้วยอะลูมิเนียม (Aluminium) แมกนีเซียม (Magnesium) เซอร์โคเนียม (Zirconium) หรือเบริลเลียม (Beryllium) หรือไม่ก็ตาม

- 1C011 (ต่อ)
- c. กัวนิตินไนเตรต (Guanidine Nitrate) (ซีเอเอส [CAS] 506-93-4)
- d. ไนโตรกัวนิติน (Nitroguanidine: NQ) (ซีเอเอส [CAS] 556-88-7)
- 1C012 วัสดุดังต่อไปนี้
- หมายเหตุทางเทคนิค
- โดยทั่วไปวัสดุเหล่านี้จะถูกใช้สำหรับเป็นแหล่งให้ความร้อนจากปฏิกิริยานิวเคลียร์
- a. พลูโทเนียม (Plutonium) ในรูปใดๆ ที่มีระดับไอโซโทปพลูโทเนียม (Plutonium Isotopic Assay) ของพลูโทเนียม-238 (Plutonium-238) มากกว่าร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก
- หมายเหตุ 1C012.a. ไม่ควบคุม
- a. สินค้าที่มีส่วนผสมของพลูโทเนียม (Plutonium) เท่ากับ 1 กรัม หรือน้อยกว่า
- b. สินค้าที่มีน้ำหนักเท่ากับ 3 “กรัมยังผล” (“Effective Grammes”) หรือน้อยกว่าเมื่อใช้เป็น ส่วนประกอบในชุดเซนเซอร์ในเครื่องมือวัด
- b. เนปจูเนียม-237 (Neptunium-237) ที่ “แยกธาตุมาแล้ว” (“Previously Separated”) ไม่ว่าจะอยู่ในรูปแบบใดก็ตาม
- หมายเหตุ 1C012.b. ไม่ควบคุมสินค้าที่มีปริมาณสารเนปจูเนียม-237 (Neptunium-237) เท่ากับ 1 กรัมหรือน้อยกว่า
- 1C101 วัสดุและอุปกรณ์สำหรับตรวจหาสัญญาณที่ถูกกลบซ่อน เช่น สัญญาณสะท้อนคลื่นเรดาร์ (Radar Reflectivity) สัญญาณจากคลื่นอัลตราไวโอเล็ต/อินฟราเรด (Ultraviolet/Infrared Signatures) และสัญญาณคลื่นอะคูสติก (Acoustic Signatures) เป็นต้น นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 1C001 ที่สามารถใช้ใน ‘ขีปนาวุธ’ (‘Missiles’) ระบบย่อยของ “ขีปนาวุธ” (“Missile”) หรืออากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicles) ตามที่ระบุใน 9A012
- หมายเหตุ 1 1C101 รวมถึง
- a. วัสดุโครงสร้างและวัสดุชุบเคลือบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับลดทอนสัญญาณสะท้อนคลื่นเรดาร์
- b. วัสดุชุบเคลือบ รวมถึงแปลงสี (Paints) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับลดทอนหรือแปลงรูปสัญญาณสะท้อนหรือปริมาณการปล่อยสัญญาณในช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดไมโครเวฟ อินฟราเรด (Infrared) หรืออัลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet)
- หมายเหตุ 2 1C101 ไม่รวมถึงวัสดุชุบเคลือบที่ใช้เป็นกรณีพิเศษสำหรับการควบคุมความร้อนของดาวเทียม
- หมายเหตุทางเทคนิค
- ใน 1C101 ‘ขีปนาวุธ’ (‘Missile’) หมายถึง ระบบจรวดที่สมบูรณ์แบบและระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle Systems) ที่มีพิสัยทำการไกลกว่า 300 กิโลเมตร
- 1C102 วัสดุคาร์บอน-คาร์บอนชนิดเผาเพื่อให้อิ่มตัว (Resaturated Pyrolyzed Carbon-carbon Materials) ที่ออกแบบสำหรับยานนำส่งสู่อวกาศตามที่ระบุใน 9A004 หรือจรวดเพื่อการวิจัยและทดลองตามที่ระบุใน 9A104
- 1C107 วัสดุกราไฟต์ (Graphite Materials) และวัสดุเซรามิก (Ceramic Materials) นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 1C007 ดังต่อไปนี้
- a. กราไฟต์แบบเกรนละเอียด (Fine Grain Graphites) ที่มีความหนาแน่นเท่ากับ 1.72 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร หรือมากกว่า โดยวัดที่อุณหภูมิ 288 เคลวิน (15 องศาเซลเซียส) และมีขนาดเกรนเท่ากับ 100 ไมโครเมตรหรือน้อยกว่า ที่สามารถใช้ทำท่อไอพ่นของจรวด (Rocket Nozzles) และปลายส่วนหัวของยานอวกาศสำหรับการกลับสู่พื้นโลก (Reentry Vehicle Nose Tips) ซึ่งสามารถขึ้นรูปด้วยเครื่องจักรให้เป็นผลิตภัณฑ์ใดผลิตภัณฑ์หนึ่งดังต่อไปนี้
1. รูปทรงกระบอก (Cylinders) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 120 มิลลิเมตรหรือมากกว่า และมีความยาวเท่ากับ 50 มิลลิเมตรหรือมากกว่า

1C107

a. (ต่อ)

2. ท่อ (Tubes) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในเท่ากับ 65 มิลลิเมตร หรือมากกว่า และมีความหนาของผนังท่อเท่ากับ 25 มิลลิเมตร หรือมากกว่า และมีความยาวเท่ากับ 50 มิลลิเมตร หรือมากกว่า หรือ
3. เป็นก้อน (Blocks) ที่มีขนาดเท่ากับ 120 มิลลิเมตร × 120 มิลลิเมตร × 50 มิลลิเมตร หรือมากกว่า

หมายเหตุ โปรดดู OC004 ประกอบ

- b. กราไฟต์ (Graphites) เสริมสมรรถนะด้วยวัสดุไพโรไลติก (Pyrolytic) หรือเส้นใย ที่สามารถใช้ทำท่อไอพ่นของจรวด (Rocket Nozzles) และปลายส่วนหัวของยานอวกาศสำหรับการกลับสู่พื้นโลก (Reentry Vehicle Nose Tips) ที่สามารถใช้ได้ใน “ซีปนาวุธ” (“Missiles”) รวมทั้งในยานนำส่งสู่อวกาศตามที่ระบุใน 9A004 หรือจรวดเพื่อการวิจัยและทดลองตามที่ระบุใน 9A104

หมายเหตุ โปรดดู OC004 ประกอบ

- c. วัสดุคอมโพสิตเซรามิก (Ceramic Composite Materials) (ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก [Dielectric Constant] น้อยกว่า 6 ที่ความถี่ใดๆ ตั้งแต่ 100 เมกะเฮิร์ตซ์ ถึง 100 กิกะเฮิร์ตซ์) ที่สามารถใช้ในเรโดม (Radomes) ของ “ซีปนาวุธ” (“Missile”) รวมทั้งในยานนำส่งสู่อวกาศตามที่ระบุใน 9A004 หรือจรวดเพื่อการวิจัยและทดลอง ตามที่ระบุใน 9A104
- d. เซรามิกที่ยังไม่ได้เผา (Unfired Ceramic) และเสริมแรงด้วยซิลิคอน-คาร์ไบด์ (Silicon-carbide) ที่สามารถขึ้นรูปได้โดยการตัดเฉือนทั้งก้อน สามารถใช้สำหรับปลายส่วนหัว (Nose Tips) ที่ใช้ใน “ซีปนาวุธ” (“Missiles”) รวมทั้งสามารถใช้สำหรับยานนำส่งสู่อวกาศตามที่ระบุใน 9A004 หรือจรวดเพื่อการวิจัยและทดลองตามที่ระบุใน 9A104
- e. คอมโพสิตเซรามิกเสริมแรงด้วยเส้นใยซิลิคอนคาร์ไบด์ (Reinforced Silicon-carbide Ceramic Composites) ที่สามารถใช้สำหรับปลายส่วนหัว (Nose Tips) ยานอวกาศสำหรับกลับคืนสู่พื้นโลก (Reentry Vehicle) และครีปลายท่อ (Nozzle Flaps) ที่สามารถใช้ใน “ซีปนาวุธ” (“Missiles”) รวมทั้งสามารถใช้สำหรับยานนำส่งสู่อวกาศตามที่ระบุใน 9A004 หรือจรวดเพื่อการวิจัยและทดลอง ตามที่ระบุใน 9A104

1C111

เชื้อเพลิงจรวด (Propellants) และสารเคมีสำหรับทำเชื้อเพลิงจรวด นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 1C011 ดังต่อไปนี้

a. สารสำหรับสร้างแรงขับเคลื่อน (Propulsive Substances)

1. ผงอะลูมิเนียมรูปทรงกลม (Spherical Aluminium Powder) ที่มีขนาดอนุภาคสม่ำเสมอโดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 200 ไมโครเมตร และมีอะลูมิเนียมผสมอยู่ร้อยละ 97 โดยน้ำหนัก หรือมากกว่า ในกรณีที่ยังมีน้อยกว่าร้อยละ 10 ของน้ำหนักรวมประกอบไปด้วยอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 63 ไมโครเมตร ตามมาตรฐานขององค์การมาตรฐานสากล (International Organisation for Standardisation: ISO) ISO 2591:1988 หรือตามมาตรฐานแห่งชาติที่เทียบเท่า

หมายเหตุทางเทคนิค

ขนาดของอนุภาค 63 ไมโครเมตร (วัดตามมาตรฐานขององค์การมาตรฐานสากล [International Organisation for Standardisation: ISO] ISO R-565) มีขนาดเท่ากับ 250 เมช (Mesh) (วัดตามมาตรฐาน Tyler) หรือ 230 เมช (วัดตามมาตรฐานสมาคมทดสอบและวัสดุแห่งสหรัฐอเมริกา [The American Society for Testing and Materials: ASTM] ASTM E-11)

2. เชื้อเพลิงแบบโลหะ (Metal Fuels) ที่มีขนาดของอนุภาคเล็กกว่า 60 ไมโครเมตร ไม่ว่าจะอยู่ในรูปทรงกลม (Spherical) ละออง (Atomised) รูปไข่ (Spheroidal) เกล็ด (Flaked) หรือบดละเอียด (Ground) ที่ประกอบด้วยสารอย่างใดอย่างหนึ่งร้อยละ 97 โดยน้ำหนัก หรือมากกว่า ดังต่อไปนี้

- a. เซอร์โคเนียม (Zirconium)
- b. เบอริลเลียม (Beryllium)
- c. แมกนีเซียม (Magnesium) หรือ
- d. โลหะผสม (Alloys) ที่มีส่วนผสมของโลหะตามที่ระบุใน a. ถึง c. ข้างต้น

หมายเหตุทางเทคนิค

เน็โอสฮาฟเนียม (Hafnium) ที่อยู่ในเซอร์โคเนียม (Zirconium) ตามธรรมชาติ (โดยปกติประมาณร้อยละ 2 ถึงร้อยละ 7) ให้ับรวมกับสารเซอร์โคเนียม

1C111 a. (ต่อ)

3. สารออกซิไดเซอร์ (Oxidiser Substances) ที่สามารถใช้ได้ในเครื่องยนต์จรวดที่ใช้เชื้อเพลิงเหลว ดังต่อไปนี้
 - a. ไดไนโตรเจนไตรออกไซด์ (Dinitrogen Trioxide) (ซีเอเอส [CAS] 10544-73-7)
 - b. ไนโตรเจนไดออกไซด์ (Nitrogen Dioxide) (ซีเอเอส [CAS] 10102-44-0)/ไดไนโตรเจนเททรอกไซด์ (Dinitrogen Tetroxide) (ซีเอเอส [CAS] 10544-72-6)
 - c. ไดไนโตรเจนเพนทอกไซด์ (Dinitrogen Pentoxide) (ซีเอเอส [CAS] 10102-03-1)
 - d. ออกไซด์ผสมของไนโตรเจน (Mixed Oxides of Nitrogen: MON)

หมายเหตุทางเทคนิค

ออกไซด์ผสมของไนโตรเจน (Mixed Oxides of Nitrogen: MON) คือ สารละลายของไนตริกออกไซด์ (Nitric Oxide: NO) ในไดไนโตรเจนเททรอกไซด์/ไนโตรเจนไดออกไซด์ (Dinitrogen Tetroxide/ Nitrogen Dioxide: N_2O_4/NO_2) ซึ่งสามารถนำไปใช้ในระบบขีปนาวุธ (Missile System) โดยมีช่วงของสัดส่วนในการผสมซึ่งถือได้ว่าเป็น MON_i หรือ MON_{ij} โดยที่ค่า i และ j เป็นตัวเลขที่ใช้แทนค่าร้อยละของไนตริกออกไซด์ในส่วนผสม (เช่น MON_3 มีส่วนผสมของไนตริกออกไซด์อยู่ร้อยละ 3 MON_{25} มีส่วนผสมของไนตริกออกไซด์อยู่ร้อยละ 25 โดยมีเพดานสูงสุดคือ MON_{40} หรือร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก)

- e. ไม่ใช่
- f. ไม่ใช่
4. อนุพันธ์ของไฮดราซีน (Hydrazine Derivatives) ดังต่อไปนี้
 - a. ไตรเมทิลไฮดราซีน (Trimethylhydrazine) (ซีเอเอส [CAS] 1741-01-1)
 - b. เทตระเมทิลไฮดราซีน (Tetramethylhydrazine) (ซีเอเอส [CAS] 6415-12-9)
 - c. เอ็น,เอ็น ไดอัลลิลไฮดราซีน (N,N Diallylhydrazine)
 - d. อัลลิลไฮดราซีน (Allylhydrazine) (ซีเอเอส [CAS] 7422-78-8)
 - e. เอทิลีนไดไฮดราซีน (Ethylene Dihydrazine)
 - f. โมโนเมทิลไฮดราซีนไดไนเตรต (Monomethylhydrazine Dinitrate)
 - g. ไดเมทิลไฮดราซีนไนเตรตชนิดอสมมาตร (Unsymmetrical Dimethylhydrazine Nitrate)
 - h. ไฮดราซีนเนียมอะไซด์ (Hydrazinium Azide) (ซีเอเอส [CAS] 14546-44-2)
 - i. ไดเมทิลไฮดราซีนเนียมอะไซด์ (Dimethylhydrazinium Azide)
 - j. ไฮดราซีนเนียมไดไนเตรต (Hydrazinium Dinitrate)
 - k. กรดไดอิมิโดออกซาลิกไดไฮดราซีน (Diimido Oxalic Acid Dihydrazine) (ซีเอเอส [CAS] 3457-37-2)
 - l. 2-ไฮดรอกซีเอทิลไฮดราซีนไนเตรต (2-Hydroxyethylhydrazine Nitrate: HEHN)
 - m. ไม่ใช่
 - n. ไฮดราซีนเนียมไดเปอร์คลอเรต (Hydrazinium Diperchlorate) (ซีเอเอส [CAS] 13812-39-0)
 - o. เมทิลไฮดราซีนไนเตรต (Methylhydrazine Nitrate: MHN)

1C111

a. 4. (ต่อ)

- p. ไดเอทิลไฮดราซีนไนเตรต (Diethylhydrazine Nitrate: DEHN)
- q. 3, 6-ไดไฮดราซีนไนเตรต (3,6-Dihydrazino Tetrazine Nitrate) (1,4-ไดไฮดราซีนไนเตรต [1,4-Dihydrazine Nitrate: DHTN])
5. วัสดุที่มีความหนาแน่นของพลังงานสูง (High Energy Density Materials) ที่สามารถใช้ได้ใน 'ขีปนาวุธ' ('Missile') หรืออากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicles) ตามที่ระบุใน 9A012
- a. เชื้อเพลิงผสมทั้งที่เป็นเชื้อเพลิงแข็งและเชื้อเพลิงเหลว เช่น สารละลายชั้นของโบรอน (Boron Slurry) ที่มีความหนาแน่นของพลังงานคิดจากมวล (Mass-based Energy Density) เท่ากับ 40×10^6 จูลต่อกิโลกรัม หรือมากกว่า
- b. เชื้อเพลิงที่มีความหนาแน่นของพลังงานสูงอื่นๆ (Other High Energy Density Fuels) และสารผสมในเชื้อเพลิง (เช่น คิวเบน [Cubane], สารละลายไอออนิก [Ionic Solutions] เจพี-10 [JP-10]) ที่มีความหนาแน่นของพลังงานคิดจากปริมาตร (Volume-based Energy Density) เท่ากับ 37.5×10^9 จูลต่อลูกบาศก์เมตรหรือมากกว่า โดยวัดที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และความดันบรรยากาศเท่ากับหนึ่ง (101.325 กิโลปาสคาล)

หมายเหตุ 1C111.a.5.b. ไม่ควบคุมเชื้อเพลิงกลั่นจากฟอสซิล (Fossil Refined Fuels) และเชื้อเพลิงชีวภาพที่ผลิตจากผักต่างๆ รวมถึงเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ซึ่งได้รับการรับรองสำหรับการใช้งานในการบินพลเรือน เว้นแต่จะได้อำนาจขึ้นทะเบียนเป็นพิเศษสำหรับ 'ขีปนาวุธ' ('Missiles') หรืออากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicles) ตามที่ระบุใน 9A012

หมายเหตุทางเทคนิค

ใน 1C111.a.5. 'ขีปนาวุธ' ('Missile') หมายถึง ระบบจรวดที่สมบูรณ์แบบและระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle Systems) ที่มีพิสัยทำการไกลกว่า 300 กิโลเมตร

b. สารพอลิเมอร์ (Polymeric Substances)

1. คาร์บอกซี-เทอร์มินเต็ดพอลิบิวทาไดอิน (Carboxy-terminated Polybutadiene) (รวมถึงคาร์บอกซิล-เทอร์มินเต็ดพอลิบิวทาไดอิน [Carboxyl-terminated Polybutadiene: CTPB])
2. ไฮดรอกซี-เทอร์มินเต็ดพอลิบิวทาไดอิน (Hydroxy-terminated Polybutadiene) (รวมถึงไฮดรอกซิล-เทอร์มินเต็ดพอลิบิวทาไดอิน [Hydroxyl-terminated Polybutadiene: HTPB])
3. กรดพอลิบิวทาไดอิน-อะคริลิก (Polybutadiene-acrylic Acid: PBAA)
4. กรดพอลิบิวทาไดอิน-อะคริลิก-อะคริโนไนไทรล์ (Polybutadiene-acrylic Acid-acrylonitrile: PBAN)
5. พอลิเทระไฮโดรฟิวแรนพอลิเอทิลีนไกลคอล (Polytetrahydrofuran Polyethylene Glycol: TPEG)

หมายเหตุทางเทคนิค

พอลิเทระไฮโดรฟิวแรนพอลิเอทิลีนไกลคอล (Polytetrahydrofuran Polyethylene Glycol: TPEG) คือ บล็อกโคพอลิเมอร์ (Block Co-polymer) ที่ประกอบด้วยพอลิ 1,4-บิวเทนไดออล (Poly 1,4-Butanediol) และพอลิเอทิลีนไกลคอล (Polyethylene Glycol: PEG)

c. สารเชื้อเพลิงและสารเชื้อเพลิงจรวด (Propellant) ชนิดอื่นๆ

1. ไม่ใช่
2. ไตรเอทิลีนไกลคอลไดไนเตรต (Triethylene Glycol Dinitrate: TEGDN) (ซีเอเอส [CAS] 111-22-8)
3. 2-ไนโตรไดฟีนิลามีน (2-Nitrodiphenylamine) (ซีเอเอส [CAS] 119-75-5)
4. ไตรเมทิลอลอีเทนไตรไนเตรต (Trimethylolthane Trinitrate: TMETN) (ซีเอเอส [CAS] 3032-55-1)
5. ไดเอทิลีนไกลคอลไดไนเตรต (Diethylene Glycol Dinitrate: DEGDN) (ซีเอเอส [CAS] 693-21-0)

1C111

c. (ต่อ)

6. อนุพันธ์ของเฟอร์โรซีน (Ferrocene Derivatives) ดังต่อไปนี้
 - a. ไม่ใช่
 - b. เอทิลเฟอร์โรซีน (Ethyl Ferrocene) (ซีเอเอส [CAS] 1273-89-8)
 - c. โพรพิลเฟอร์โรซีน (Propyl Ferrocene)
 - d. ไม่ใช่
 - e. เพนทิลเฟอร์โรซีน (Pentyl Ferrocene) (ซีเอเอส [CAS] 1274-00-6)
 - f. ไดไซโคลเพนทิลเฟอร์โรซีน (Dicyclopentyl Ferrocene)
 - g. ไดไซโคลเฮกซิลเฟอร์โรซีน (Dicyclohexyl Ferrocene)
 - h. ไดเอทิลเฟอร์โรซีน (Diethyl Ferrocene) (ซีเอเอส [CAS] 1273-97-8)
 - i. ไดโพรพิลเฟอร์โรซีน (Dipropyl Ferrocene)
 - j. ไดบิวทิลเฟอร์โรซีน (Dibutyl Ferrocene) (ซีเอเอส [CAS] 1274-08-4)
 - k. ไดเฮกซิลเฟอร์โรซีน (Diethyl Ferrocene) (ซีเอเอส [CAS] 93894-59-8)
 - l. อะซีทิลเฟอร์โรซีน (Acetyl Ferrocene) (ซีเอเอส [CAS] 1271-55-2)/1,1'-ไดอะซีทิลเฟอร์โรซีน (1,1'-Diacetyl Ferrocene) (ซีเอเอส [CAS] 1273-94-5)
 - m. ไม่ใช่
 - n. ไม่ใช่
 - o. อนุพันธ์อื่นของเฟอร์โรซีน (Other Ferrocene Derivatives) ที่สามารถใช้เป็นสารสำหรับเปลี่ยนแปลงอัตราการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจรวด (Propellant)

หมายเหตุ 1C111.c.6.o. ไม่ควบคุมอนุพันธ์ของเฟอร์โรซีน (Ferrocene Derivatives) ที่มีหมู่ฟังก์ชันอะโรมาติกที่มี 6 คาร์บอน (Six Carbon Aromatic Functional Group) ติดอยู่กับโมเลกุลของเฟอร์โรซีน (Ferrocene Molecule)

7. 4,5 ไดอะซิโดเมทิล-2-เมทิล-1, 2, 3-ไตรอะโซล (4,5 Diazidomethyl-2-methyl-1,2,3-triazole: iso-DMATR)

1C116

เหล็กกล้าชุบแข็ง (Maraging Steels) ที่มีค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุด (Ultimate Tensile Strength) เท่ากับ 1,500 เมกะปาสคาล หรือมากกว่า โดยวัดที่ 293 เคลวิน (20 องศาเซลเซียส) ในรูปของแผ่นบาง แผ่นโลหะ หรือท่อ ซึ่งมีความหนาของผนังท่อหรือแผ่นโลหะเท่ากับหรือน้อยกว่า 5 มิลลิเมตร

หมายเหตุ โปรดดู 1C216 ประกอบ

หมายเหตุทางเทคนิค

เหล็กกล้าชุบแข็ง (Maraging Steels) เป็นโลหะเหล็กผสม (Iron Alloys) ที่มีส่วนผสมของนิกเกิล (Nickel) สูง มีคาร์บอนต่ำมาก และใช้การเติมธาตุทดแทน (Substitutional Elements) หรือทำให้ตกตะกอน (Precipitates) เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและบ่มให้โลหะผสม (Alloys) มีความแข็งแรง

- 1C117 วัสดุสำหรับการผลิตส่วนประกอบต่างๆ ของ ‘ซีปนาวุธ’ (‘Missiles’) ดังต่อไปนี้
- ทังสเทน (Tungsten) และโลหะผสมต่างๆ (Alloys) ในรูปอนุภาคที่มีส่วนผสมของทังสเทนเท่ากับร้อยละ 97 หรือมากกว่าโดยน้ำหนัก และมีขนาดของอนุภาคเท่ากับ 50×10^{-6} เมตร (50 ไมโครเมตร) หรือน้อยกว่า
 - โมลิบดีนัม (Molybdenum) และโลหะผสมต่างๆ (Alloys) ในรูปอนุภาคที่มีส่วนผสมของโมลิบดีนัมเท่ากับ ร้อยละ 97 หรือมากกว่าโดยน้ำหนัก และมีขนาดของอนุภาคเท่ากับ 50×10^{-6} เมตร (50 ไมโครเมตร) หรือน้อยกว่า
 - วัสดุทังสเทน (Tungsten Materials) ในรูปของแข็ง ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - มีส่วนประกอบของวัสดุอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - ทังสเทน (Tungsten) และโลหะผสมต่างๆ (Alloys) ที่มีส่วนผสมของทังสเทนเท่ากับร้อยละ 97 หรือมากกว่าโดยน้ำหนัก
 - ทังสเทนที่มีทองแดงแทรกซึม (Copper Infiltrated Tungsten) ประกอบด้วยทังสเทนเท่ากับร้อยละ 80 หรือมากกว่าโดยน้ำหนัก หรือ
 - ทังสเทนที่มีเงินแทรกซึม (Silver Infiltrated Tungsten) ประกอบด้วยทังสเทนเท่ากับร้อยละ 80 หรือ มากกว่าโดยน้ำหนัก และ
 - สามารถนำไปขึ้นรูปโดยใช้เครื่องจักรให้เป็นผลิตภัณฑ์ใดๆ ดังต่อไปนี้
 - แท่งทรงกระบอก (Cylinder) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 120 มิลลิเมตร หรือมากกว่า และมีความยาว เท่ากับ 50 มิลลิเมตร หรือมากกว่า
 - ท่อ (Tubes) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในเท่ากับ 65 มิลลิเมตร หรือมากกว่า และมีความหนาของผนังท่อ เท่ากับ 25 มิลลิเมตร หรือมากกว่า และมีความยาวเท่ากับ 50 มิลลิเมตร หรือมากกว่า หรือ
 - ก้อนเหลี่ยม (Blocks) ที่มีขนาดเท่ากับ 120 มิลลิเมตร $\times$ 120 มิลลิเมตร $\times$ 50 มิลลิเมตร หรือใหญ่กว่า

หมายเหตุทางเทคนิค

ใน 1C117 ‘ซีปนาวุธ’ (‘Missiles’) หมายถึง ระบบจรวดที่สมบูรณ์แบบและระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle Systems) ที่มีพิสัยทำการไกลกว่า 300 กิโลเมตร

- 1C118 เหล็กกล้าไร้สนิมชนิดดูเพล็กซ์ที่มีไทเทเนียมเป็นตัวสร้างความเสถียร (Titanium-stabilised Duplex Stainless Steel: Ti-DSS) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
- มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - มีส่วนผสมของโครเมียม (Chromium) ร้อยละ 17.0-23.0 โดยน้ำหนัก และมีส่วนผสมของนิกเกิล (Nickel) ร้อยละ 4.5-7.0 โดยน้ำหนัก
 - มีไทเทเนียม (Titanium) มากกว่าร้อยละ 0.10 โดยน้ำหนัก และ
 - มีโครงสร้างจุลภาคแบบเฟอร์ไรท์-ออสเทนไนต์ (Ferrite-austenitic Microstructure) (หรือที่เรียกว่าโครงสร้าง จุลภาคแบบสองเฟส [Two-phase Microstructure]) ซึ่งมีโครงสร้างออสเทนไนต์ (Austenite) อย่างน้อย ร้อยละ 10 โดยปริมาตร (ตามมาตราฐานสมาคมทดสอบและวัสดุแห่งสหรัฐอเมริกา [The American Society for Testing and Materials: ASTM] ASTM E-1181-87 หรือตามมาตรฐานแห่งชาติที่เทียบเท่า) และ
 - มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - เป็นก้อน (Ingots) หรือแท่ง (Bars) ที่มีขนาดเท่ากับ 100 มิลลิเมตรหรือมากกว่าในแต่ละมิติ
 - เป็นแผ่น (Sheets) ที่มีความกว้างเท่ากับ 600 มิลลิเมตรหรือมากกว่า และมีความหนาเท่ากับ 3 มิลลิเมตร หรือน้อยกว่า หรือ
 - เป็นท่อ (Tubes) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเท่ากับ 600 มิลลิเมตรหรือมากกว่า และผนังท่อมีความหนา เท่ากับ 3 มิลลิเมตรหรือน้อยกว่า
- 1C202 โลหะผสม (Alloys) นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 1C002.b.3. หรือ .b.4. ดังต่อไปนี้
- โลหะผสมอะลูมิเนียม (Aluminium Alloys) ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้
 - ที่ ‘มีความสามารถในการ’ (‘Capable of’) ให้ค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุด (Ultimate Tensile Strength) เท่ากับ 460 เมกะปาสคาลหรือมากกว่าที่อุณหภูมิ 293 เคลวิน (20 องศาเซลเซียส) และ
 - อยู่ในรูปท่อหรือรูปทรงกระบอกตัน (Cylindrical Solid) (รวมถึงที่ขึ้นรูปจากการทุบตี [Forgings]) ที่มีขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกมากกว่า 75 มิลลิเมตร

1C202

(ต่อ)

b. โลหะผสมไทเทเนียม (Titanium Alloys) ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้

1. ที่ 'มีความสามารถในการ' ('Capable of') ให้ค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุด (Ultimate Tensile Strength) เท่ากับ 900 เมกะปาสกาลหรือมากกว่าที่อุณหภูมิ 293 เคลวิน (20 องศาเซลเซียส) และ
2. อยู่ในรูปท่อหรือรูปทรงกระบอกตัน (Cylindrical Solid) (รวมถึงที่ขึ้นรูปจากการทุบตี [Forging]) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกมากกว่า 75 มิลลิเมตร

หมายเหตุทางเทคนิค

คำว่า โลหะผสม (Alloys) ที่ 'มีความสามารถในการ' ('Capable of') ครอบคลุมโลหะผสมทั้งก่อนหรือหลังผ่านกระบวนการให้ความร้อน (Heat Treatment)

1C210

'วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์' ('Fibrous or Filamentary Materials') หรือวัสดุพรีเพร็ก (Prepregs) นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 1C010.a., b. หรือ e ดังต่อไปนี้

a. 'วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์' ('Fibrous or Filamentary Materials') จากคาร์บอนหรืออะรามิด (Aramid) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. มี "ค่ามอดูลัสจำเพาะ" ("Specific Modulus") เท่ากับ 12.7×10^6 เมตรหรือมากกว่า หรือ
2. มี "ค่าความต้านทานแรงดึงจำเพาะ" ("Specific Tensile Strength") เท่ากับ 235×10^3 เมตร หรือมากกว่า

หมายเหตุ 1C210.a. ไม่ควบคุม 'วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์' ('Fibrous or Filamentary Materials') ทำจากอะรามิด (Aramid) ที่มีตัวดัดแปลงผิวเส้นใยที่ทำจากเอสเทอร์ (Ester) เท่ากับร้อยละ 0.25 หรือมากกว่าโดยน้ำหนัก

b. 'วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์' จากแก้ว (Glass 'Fibrous or Filamentary Materials') ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้

1. มี "ค่ามอดูลัสจำเพาะ" ("Specific Modulus") เท่ากับ 3.18×10^6 เมตรหรือมากกว่า และ
2. มี "ค่าความต้านทานแรงดึงจำเพาะ" ("Specific Tensile Strength") เท่ากับ 76.2×10^3 เมตร หรือมากกว่า

c. เส้นใยยาวต่อเนื่องชนิด "ด้าย" ("Yarns") "สายใย" ("Rovings") "กลุ่มเส้นใย" ("Tows") หรือ "เทป" ("Tapes") แทรกซึมเรซิน (Resin) แบบเทอร์โมเซต (Thermoset) ที่มีความกว้างเท่ากับ 15 มิลลิเมตรหรือน้อยกว่า (วัสดุพรีเพร็ก [Prepregs]) ที่ทำจาก 'วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์' ('Fibrous or Filamentary Materials') ของคาร์บอนหรือแก้วตามที่ระบุใน 1C210.a. หรือ b.

หมายเหตุทางเทคนิค

เรซิน (Resin) ทำหน้าที่เป็นเมทริกซ์ (Matrix) ของวัสดุคอมโพสิต (Composite)

หมายเหตุ ใน 1C210 'วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์' ('Fibrous or Filamentary Materials') นั้นจำกัดเฉพาะ "โมโนฟิลาเมนต์" ("Monofilaments") ชนิด "ด้าย" ("Yarns") "สายใย" ("Rovings") "กลุ่มเส้นใย" ("Tows") หรือ "เทป" ("Tapes") ที่ยาวต่อเนื่อง

1C216

เหล็กกล้าชุบแข็ง (Maraging Steel) นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 1C116 ที่ 'มีความสามารถในการ' ('Capable of') ให้ค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุด (Ultimate Tensile Strength) เท่ากับ 2,050 เมกะปาสกาลหรือมากกว่าที่อุณหภูมิ 293 เคลวิน (20 องศาเซลเซียส)

หมายเหตุ 1C216 ไม่ควบคุมวัสดุที่มีขนาดของทุกด้านเท่ากับ 75 มิลลิเมตรหรือน้อยกว่า

หมายเหตุทางเทคนิค

คำว่าเหล็กกล้าชุบแข็ง (Maraging Steel) ที่ 'มีความสามารถในการ' ('Capable of') หมายถึง เหล็กกล้าชุบแข็งทั้งก่อนหรือหลังกระบวนการให้ความร้อน (Heat Treatment)

1C225

โบรอน (Boron) เสริมสมรรถนะในรูปของไอโซโทป (Isotope) ของโบรอน-10 (Boron-10: ^{10}B) จนมีค่าไอโซโทปมากกว่าที่มีอยู่ตามธรรมชาติ ดังต่อไปนี้: ธาตุโบรอน สารประกอบ สารผสมที่มีโบรอน ผลผลิตของสารดังกล่าว ส่วนที่ไม่ใช่หรือเศษทิ้งของสิ่งที่กล่าวมาแล้ว

หมายเหตุ ใน 1C225 สารผสมที่มีโบรอนรวมถึงวัสดุที่มีโบรอนเป็นองค์ประกอบหลัก (Boron Loaded Material)

หมายเหตุทางเทคนิค

ค่าไอโซโทป (Isotope) ที่มีอยู่ตามธรรมชาติของโบรอน-10 (Boron-10) อยู่ที่ประมาณร้อยละ 18.5 โดยน้ำหนัก (20 อะตอมเปอร์เซ็นต์)

- 1C226 ทังสเทน (Tungsten) ทังสเทนคาร์ไบด์ (Tungsten Carbide) และโลหะผสม (Alloys) ที่มีส่วนผสมของทังสเทนมากกว่าร้อยละ 90 โดยน้ำหนัก นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 1C117 ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้
- อยู่ในรูปทรงกระบอกกลวงแบบสมมาตร (Hollow Cylindrical Symmetry) (รวมถึงส่วนของรูปทรงกระบอก) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในระหว่าง 100 มิลลิเมตร และ 300 มิลลิเมตร และ
 - มีมวลมากกว่า 20 กิโลกรัม
- หมายเหตุ 1C226 ไม่ควบคุมผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบเป็นพิเศษ เช่น ตัวถ่วงน้ำหนัก (Weight Collimators) หรือตัวขนานรังสีแกมมา (Gamma-ray Collimators)*
- 1C227 แคลเซียม (Calcium) ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้
- มีค่าความไม่บริสุทธิ์เชิงของโลหะรวม นอกเหนือจากแมกนีเซียม (Magnesium) น้อยกว่า 1,000 ส่วนในล้านส่วนโดยน้ำหนัก และ
 - มีส่วนผสมของโบรอน (Boron) น้อยกว่า 10 ส่วนในล้านส่วนโดยน้ำหนัก
- 1C228 แมกนีเซียม (Magnesium) ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้
- มีค่าความไม่บริสุทธิ์เชิงของโลหะรวม นอกเหนือจากแคลเซียม (Calcium) น้อยกว่า 200 ส่วนในล้านส่วนโดยน้ำหนัก และ
 - มีส่วนผสมของโบรอน (Boron) น้อยกว่า 10 ส่วนในล้านส่วนโดยน้ำหนัก
- 1C229 บิสมัท (Bismuth) ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้
- มีค่าความบริสุทธิ์เท่ากับร้อยละ 99.99 หรือมากกว่าโดยน้ำหนัก และ
 - มีส่วนผสมของโลหะเงิน (Silver) น้อยกว่า 10 ส่วนในล้านส่วนโดยน้ำหนัก
- 1C230 โลหะเบริลเลียม (Beryllium Metal) โลหะผสม (Alloys) ที่มีส่วนผสมของเบริลเลียม (Beryllium) มากกว่าร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก สารประกอบเบริลเลียม ผลิตภัณฑ์ของโลหะดังกล่าว และส่วนที่ไม่ใช้หรือเศษทิ้งของสิ่งที่กล่าวมาแล้ว
- หมายเหตุ 1C230 ไม่ควบคุมรายการดังต่อไปนี้*
- หน้าต่างโลหะ (Metal Windows) สำหรับเครื่องเอกซเรย์ (X-ray Machines) หรืออุปกรณ์เจาะหลุมลึก (Bore-hole Logging Devices)
 - โลหะรูปออกไซด์ (Oxide Shapes) ชนิดสำเร็จรูปหรือกึ่งสำเร็จรูปที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์หรือซับสเตรต (Substrates) สำหรับวงจรอิเล็กทรอนิกส์
 - เบริล (Beryl) (ซิลิเกต [Silicate] ของเบริลเลียม [Beryllium] และอะลูมิเนียม [Aluminium]) ในรูปของมรกต (Emeralds) หรืออะความารีน (Aquamarines)
- 1C231 โลหะฮาฟเนียม (Hafnium Metal) โลหะผสม (Alloys) ที่มีส่วนผสมของฮาฟเนียมมากกว่าร้อยละ 60 โดยน้ำหนัก สารประกอบฮาฟเนียมที่มีส่วนผสมของฮาฟเนียมมากกว่าร้อยละ 60 โดยน้ำหนัก ผลิตภัณฑ์ของโลหะดังกล่าว และส่วนที่ไม่ใช้หรือเศษทิ้งของสิ่งที่กล่าวมาแล้ว
- 1C232 ฮีเลียม-3 (Helium-3: ^3He) สารผสมที่ประกอบด้วย ฮีเลียม-3 และผลิตภัณฑ์หรืออุปกรณ์ใดที่ประกอบด้วยสารดังกล่าว
- หมายเหตุ 1C232 ไม่ควบคุมผลิตภัณฑ์หรืออุปกรณ์ใดที่ประกอบด้วยฮีเลียม-3 (Helium-3) ในปริมาณที่น้อยกว่า 1 กรัม*
- 1C233 ลิเทียม (Lithium) ที่มีการเสริมสมรรถนะไอโซโทป (Isotope) ลิเทียม-6 (Lithium-6: ^6Li) จนมีค่าไอโซโทปมากกว่าที่มีอยู่ตามธรรมชาติ และผลิตภัณฑ์หรืออุปกรณ์ที่ประกอบด้วยลิเทียมเสริมสมรรถนะ ดังต่อไปนี้ ธาตุลิเทียม โลหะผสม (Alloys) สารประกอบ ส่วนผสมที่มีลิเทียม ผลิตภัณฑ์ของวัสดุดังกล่าว ส่วนที่ไม่ใช้หรือเศษทิ้งของสิ่งที่กล่าวมาแล้ว
- หมายเหตุ 1C233 ไม่ควบคุมเครื่องวัดรังสีชนิดเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์โดสิมิเตอร์ (Thermoluminescent Dosimeters)*
- หมายเหตุทางเทคนิค*
- ค่าไอโซโทป (Isotope) ที่มีอยู่ตามธรรมชาติของลิเทียม-6 (Lithium-6) อยู่ที่ประมาณร้อยละ 6.5 โดยน้ำหนัก (7.5 อะตอมเปอร์เซ็นต์)

- 1C234 เซอร์โคเนียม (Zirconium) ที่มีเนื้อสารฮาฟเนียม (Hafnium) น้อยกว่า 1 ส่วนของฮาฟเนียมต่อ 500 ส่วนของเซอร์โคเนียมโดยน้ำหนัก ดังต่อไปนี้: โลหะและโลหะผสม (Alloys) ที่ประกอบด้วยเซอร์โคเนียมมากกว่าร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก สารประกอบ ผลิตภัณฑ์ของวัสดุดังกล่าว ส่วนที่ไม่ใช้หรือเศษทิ้งของสิ่งที่กล่าวมาแล้ว
- หมายเหตุ* 1C234 ไม่ควบคุมเซอร์โคเนียมที่อยู่ในรูปของฟอยล์ (Foil) มีความหนา 0.10 มิลลิเมตรหรือน้อยกว่า
- 1C235 ทริเทียม (Tritium) สารประกอบทริเทียม (Tritium Compounds) ส่วนผสมประกอบด้วยทริเทียมซึ่งมีอัตราส่วนของอะตอมทริเทียมต่ออะตอมไฮโดรเจน (Hydrogen) มากกว่า 1 ส่วนใน 1,000 และผลิตภัณฑ์หรืออุปกรณ์ที่ประกอบด้วยสารดังกล่าว
- หมายเหตุ* 1C235 ไม่ควบคุมผลิตภัณฑ์หรืออุปกรณ์ที่ประกอบด้วยทริเทียม (Tritium) น้อยกว่า 1.48×10^3 กิกะเบ็กแวล (40 คูรี)
- 1C236 วัสดุที่ปลดปล่อยอนุภาคอัลฟา (Alpha-emitting Radionuclides) ที่มีค่าครึ่งชีวิตอัลฟา (Alpha Half-life) เท่ากับ 10 วันหรือมากกว่า แต่น้อยกว่า 200 ปี ในรูปต่างๆ ดังต่อไปนี้
- ธาตุบริสุทธิ์
 - สารประกอบที่มีความแรงรังสีรวมอัลฟา (Total Alpha Activity) เท่ากับ 37 กิกะเบ็กแวลต่อกิโลกรัม (1 คูรีต่อกิโลกรัม) หรือมากกว่า
 - ส่วนผสมที่มีความแรงรังสีรวมอัลฟา (Total Alpha Activity) เท่ากับ 37 กิกะเบ็กแวลต่อกิโลกรัม (1 คูรีต่อกิโลกรัม) หรือมากกว่า
 - ผลิตภัณฑ์หรืออุปกรณ์ที่ประกอบด้วยสารอย่างใดอย่างหนึ่งดังกล่าวข้างต้น
- หมายเหตุ* 1C236 ไม่ควบคุมผลิตภัณฑ์หรืออุปกรณ์ที่มีความแรงรังสีอัลฟา (Alpha Activity) น้อยกว่า 3.7 กิกะเบ็กแวล (100 มิลลิวูรี)
- 1C237 เรเดียม-226 (Radium-226: ^{226}Ra) โลหะผสมเรเดียม-226 (Radium-226 Alloys) สารประกอบเรเดียม-226 สารผสมที่ประกอบด้วยเรเดียม-226 ผลิตภัณฑ์ของสารดังกล่าว และผลิตภัณฑ์หรืออุปกรณ์ที่ประกอบด้วยสารดังกล่าว
- หมายเหตุ* 1C237 ไม่ควบคุมรายการดังต่อไปนี้
- เครื่องมือทางการแพทย์
 - ผลิตภัณฑ์หรืออุปกรณ์ที่มีส่วนผสมของ เรเดียม-226 (Radium-226) น้อยกว่า 0.37 กิกะเบ็กแวล (10 มิลลิวูรี)
- 1C238 คลอรีนไตรฟลูออไรด์ (Chlorine Trifluoride: ClF_3)
- 1C239 วัตถุระเบิดแรงสูง (High Explosives) หรือสารประกอบหรือส่วนผสมของสารดังกล่าวมากกว่าร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก ที่มีค่าความหนาแน่นของผลึก (Crystal Density) มากกว่า 1.8 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และมีค่าความเร็วในการระเบิดมากกว่า 8,000 เมตรต่อวินาที
- 1C240 ผงนิกเกิล (Nickel Powder) และโลหะนิกเกิลพอร์ (Porous Nickel) นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 0C005 ดังต่อไปนี้
- ผงนิกเกิล (Nickel Powder) ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้
 - มีค่าความบริสุทธิ์ของนิกเกิล (Nickel) เท่ากับร้อยละ 99.0 หรือมากกว่าโดยน้ำหนัก และ
 - มีขนาดของอนุภาคเฉลี่ยเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร โดยวัดตามมาตรฐานสมาคมทดสอบและวัสดุแห่งสหรัฐอเมริกา (The American Society for Testing and Materials: ASTM) ASTM B330
 - โลหะนิกเกิลพอร์ (Porous Nickel Metal) ที่ผลิตจากวัสดุตามที่ระบุใน 1C240.a.
- หมายเหตุ* 1C240 ไม่ควบคุมรายการดังต่อไปนี้
- ผงนิกเกิลฟิลาเมนต์ (Filamentary Nickel Powders)
 - แผ่นนิกเกิลที่มีรูพรุนเดี่ยว (Single Porous Nickel Sheets) และมีพื้นที่เท่ากับ 1,000 ตารางเซนติเมตรต่อแผ่น หรือน้อยกว่า
- หมายเหตุทางเทคนิค*
- 1C240.b. หมายถึง โลหะที่มีรูพรุนที่ขึ้นรูปโดยการอัดและการซินเตอร์ (Sintering) ใน 1C240.a. เพื่อขึ้นรูปเป็นโลหะที่มีรูพรุนขนาดเล็กมากและเชื่อมโยงกันทั้งโครงสร้าง

1C350 สารเคมี ซึ่งอาจใช้เป็นสารตั้งต้นสำหรับสารเคมีเป็นพิษ (Toxic Chemical Agents) ตามที่ระบุด้านล่าง และ “สารเคมีผสม” (“Chemical Mixtures”) ที่ประกอบด้วยสารเคมีดังกล่าวหนึ่งชนิดหรือมากกว่า

หมายเหตุ โปรดดู 1C450 ประกอบ

1. ไทโอไดโกลคอล (Thiodiglycol) (111-48-8)
2. ฟอสฟอรัสออกซิกโลไรด์ (Phosphorus Oxychloride) (10025-87-3)
3. ไดเมทิลเมทิลฟอสโฟเนต (Dimethyl Methylphosphonate) (756-79-6)
4. ไม่ใช่
5. เมทิลฟอสโฟนิลไดคลอไรด์ (Methyl Phosphonyl Dichloride) (676-97-1)
6. ไดเมทิลฟอสไฟต์ (Dimethyl Phosphite: DMP) (868-85-9)
7. ฟอสฟอรัสไตรคลอไรด์ (Phosphorus Trichloride) (7719-12-2)
8. ไตรเมทิลฟอสไฟต์ (Trimethyl Phosphite: TMP) (121-45-9)
9. ไทโอนิลคลอไรด์ (Thionyl Chloride) (7719-09-7)
10. 3-ไฮดรอกซี-1-เมทิลพิเพอริดีน (3-Hydroxy-1-methylpiperidine) (3554-74-3)
11. เอ็น,เอ็น-ไดไอโซโพรพิล-(เบตา)-อะมิโนเอทิลคลอไรด์ (N,N-Diisopropyl-(beta)-aminoethyl Chloride) (96-79-7)
12. เอ็น,เอ็น-ไดไอโซโพรพิล-(เบตา)-อะมิโนอีเทนไทออล (N,N-Diisopropyl-(beta)-aminoethane Thiol) (5842-07-9)
13. 3-ควินูคลิดินอล (3-Quinuclidinol) (1619-34-7)
14. โพแทสเซียมฟลูออไรด์ (Potassium Fluoride) (7789-23-3)
15. 2- คลอโรเอทานอล (2-Chloroethanol) (107-07-3)
16. ไดเมทิลอะมีน (Dimethylamine) (124-40-3)
17. ไดเอทิลเอทิลฟอสโฟเนต (Diethyl Ethylphosphonate) (78-38-6)
18. ไดเอทิล-เอ็น,เอ็น-ไดเมทิลฟอสฟอราไมด์ (Diethyl-N,N-dimethylphosphoramidate) (2404-03-7)
19. ไดเอทิลฟอสไฟต์ (Diethyl Phosphite) (762-04-9)
20. ไดเมทิลอะมีนไฮโดรคลอไรด์ (Dimethylamine Hydrochloride) (506-59-2)
21. เอทิลฟอสฟินิลไดคลอไรด์ (Ethyl Phosphinyl Dichloride) (1498-40-4)
22. เอทิลฟอสโฟนิลไดคลอไรด์ (Ethyl Phosphonyl Dichloride) (1066-50-8)
23. ไม่ใช่
24. ไฮโดรเจนฟลูออไรด์ (Hydrogen Fluoride) (7664-39-3)
25. เมทิลเบนซิเลต (Methyl Benzilate) (76-89-1)
26. เมทิลฟอสฟินิลไดคลอไรด์ (Methyl Phosphinyl Dichloride) (676-83-5)
27. เอ็น,เอ็น-ไดไอโซโพรพิล-(เบตา)-อะมิโนเอทานอล (N,N-Diisopropyl-(beta)-amino Ethanol) (96-80-0)
28. พินาโคลิลแอลกอฮอล์ (Pinacolyl Alcohol) (464-07-3)

1C350

(ต่อ)

29. ไม่ใช่
30. ไตรเอทิลฟอสไฟต์ (Triethyl Phosphite) (122-52-1)
31. อาร์เซนิกไตรคลอไรด์ (Arsenic Trichloride) (7784-34-1)
32. กรดเบนซิลิก (Benzoic Acid) (76-93-7)
33. ไดเอทิลเมทิลฟอสโฟไนต์ (Diethyl Methylphosphonite) (15715-41-0)
34. ไดเมทิลเอทิลฟอสโฟเนต (Dimethyl Ethylphosphonate) (6163-75-3)
35. เอทิลฟอสฟินิลไดฟลูออไรด์ (Ethyl Phosphinyl Difluoride) (430-78-4)
36. เมทิลฟอสฟินิลไดฟลูออไรด์ (Methyl Phosphinyl Difluoride) (753-59-3)
37. 3-ควินูคลิดอน (3-Quinuclidone) (3731-38-2)
38. ฟอสฟอรัสเพนตะคลอไรด์ (Phosphorus Pentachloride) (10026-13-8)
39. พินาโคโลน (Pinacolone) (75-97-8)
40. โพแทสเซียมไซยาไนด์ (Potassium Cyanide) (151-50-8)
41. โพแทสเซียมไบฟลูออไรด์ (Potassium Bifluoride) (7789-29-9)
42. แอมโมเนียมไฮโดรเจนฟลูออไรด์ หรือแอมโมเนียมไบฟลูออไรด์ (Ammonium Hydrogen Fluoride or Ammonium Bifluoride) (1341-49-7)
43. โซเดียมฟลูออไรด์ (Sodium Fluoride) (7681-49-4)
44. โซเดียมไบฟลูออไรด์ (Sodium Bifluoride) (1333-83-1)
45. โซเดียมไซยาไนด์ (Sodium Cyanide) (143-33-9)
46. ไตรเอทานอลอะมีน (Triethanolamine) (102-71-6)
47. ฟอสฟอรัสเพนตะซัลไฟด์ (Phosphorus Pentasulphide) (1314-80-3)
48. ได-ไอโซโพรพิลอะมีน (Di-isopropylamine) (108-18-9)
49. ไดเอทิลอะมิโนเอทานอล (Diethylaminoethanol) (100-37-8)
50. โซเดียมซัลไฟด์ (Sodium Sulphide) (1313-82-2)
51. ซัลเฟอร์โมโนคลอไรด์ (Sulphur Monochloride) (10025-67-9)
52. ซัลเฟอร์ไดคลอไรด์ (Sulphur Dichloride) (10545-99-0)
53. ไตรเอทานอลอะมีนไฮโดรคลอไรด์ (Triethanolamine Hydrochloride) (637-39-8)
54. เอ็น,เอ็น-ไดไอโซโพรพิล-(เบตา)-อะมิโนเอทิลคลอไรด์ไฮโดรคลอไรด์ (N,N-Diisopropyl-(Beta)-aminoethyl Chloride Hydrochloride) (4261-68-1)
55. กรดเมทิลฟอสโฟนิก (Methylphosphonic Acid) (993-13-5)
56. ไดเอทิลเมทิลฟอสโฟเนต (Diethyl Methylphosphonate) (683-08-9)
57. เอ็น,เอ็น-ไดเมทิลอะมิโนฟอสฟอริลไดคลอไรด์ (N,N-Dimethylaminophosphoryl Dichloride) (677-43-0)

1C350

(ต่อ)

58. ไตรไอโซโพรพิลฟอสไฟต์ (Triisopropyl Phosphite) (116-17-6)
59. เอทิลไดเอทานอลอะมีน (Ethyl-diethanolamine) (139-87-7)
60. โอ,โอ-ไดเอทิลฟอสฟอโรไทโอเอต (O,O-Diethyl Phosphorothioate) (2465-65-8)
61. โอ,โอ-ไดเอทิลฟอสฟอโรไดไทโอเอต (O,O-Diethyl Phosphorodithioate) (298-06-6)
62. โซเดียมเฮกซะฟลูออโรซิลิเกต (Sodium Hexafluorosilicate) (16893-85-9)
63. เมทิลฟอสโฟโนไทโอดิคลอไรด์ (Methylphosphonothioic Dichloride) (676-98-2)

หมายเหตุ 1 สำหรับการส่งออกไปยัง “ประเทศที่ไม่เป็นรัฐภาคีอนุสัญญาห้ามอาวุธเคมี” (“States not Party to the Chemical Weapons Convention”) 1C350 ไม่ควบคุม “สารเคมีผสม” (“Chemical Mixtures”) ที่มีส่วนผสมของสารเคมีหนึ่งรายการหรือมากกว่าตามที่ระบุใน 1C350.1, .3, .5, .11, .12, .13, .17, .18, .21, .22, .26, .27, .28, .31, .32, .33, .34, .35, .36, .54, .55, .56, .57 และ .63 ถ้าหากว่าไม่มีสารเคมีชนิดใดชนิดหนึ่งผสมอยู่มากกว่าร้อยละ 10 ของส่วนผสมโดยน้ำหนัก

หมายเหตุ 2 สำหรับการส่งออกไปยัง “ประเทศรัฐภาคีอนุสัญญาห้ามอาวุธเคมี” (“States Party to the Chemical Weapons Convention”) 1C350 ไม่ควบคุม “สารเคมีผสม” (“Chemical Mixtures”) ที่มีส่วนผสมของสารเคมีหนึ่งรายการหรือมากกว่าตามที่ระบุใน 1C350.1, .3, .5, .11, .12, .13, .17, .18, .21, .22, .26, .27, .28, .31, .32, .33, .34, .35, .36, .54, .55, .56, .57 และ .63 ถ้าหากว่าไม่มีสารเคมีชนิดใดชนิดหนึ่งผสมอยู่มากกว่าร้อยละ 30 ของส่วนผสมโดยน้ำหนัก

หมายเหตุ 3 1C350 ไม่ควบคุม “สารเคมีผสม” (“Chemical Mixtures”) ที่มีส่วนผสมของสารเคมีหนึ่งรายการหรือมากกว่าตามที่ระบุใน 1C350 .2, .6, .7, .8, .9, .10, .14, .15, .16, .19, .20, .24, .25, .30, .37, .38, .39, .40, .41, .42, .43, .44, .45, .46, .47, .48, .49, .50, .51, .52, .53, .58, .59, .60, .61 และ .62 ถ้าหากว่าไม่มีสารเคมีชนิดใดชนิดหนึ่งผสมอยู่มากกว่าร้อยละ 30 ของส่วนผสมโดยน้ำหนัก

หมายเหตุ 4 1C350 ไม่ควบคุมผลิตภัณฑ์ที่ระบุว่าเป็นสินค้าสำหรับผู้บริโภคที่บรรจุสำหรับแยกขายส่วนบุคคลหรือใช้ส่วนตัว

1C351

สิ่งที่ก่อโรคในมนุษย์ (Human Pathogens) โรคติดต่อจากสัตว์ (Zoonoses) และ “สารพิษ” (“Toxins”) ดังต่อไปนี้

a. ไวรัส (Viruses) ไม่ว่าโดยวิธีธรรมชาติ โดยการเสริมสมรรถนะหรือโดยการดัดแปลง ไม่ว่าจะอยู่ในรูปของ “การแยกเพาะเชื้อ” (“Isolated Live Cultures”) หรือเป็นวัสดุที่รวมกับวัสดุมีชีวิตซึ่งถูกปลูกเชื้อเข้าไปโดยเจตนา หรือถูกปนเปื้อนด้วยเชื้อดังกล่าว ดังต่อไปนี้

1. ไวรัสแอนดิส (Andes virus)
2. ไวรัสชาแพเร (Chapare virus)
3. ไวรัสชิคุนกุนยา (Chikungunya virus)
4. ไวรัสชอโคล (Choclo virus)
5. ไวรัสไข้คองโก-ไครเมีย (Congo-Crimean haemorrhagic fever virus)
6. ไวรัสไข้เด็งกี (Dengue fever virus)
7. ไวรัสโดบราวา-เบลเกรด (Dobrava-Belgrade virus)
8. ไวรัสอีเฮอร์น อีควิน เอนเซฟาไลติส (Eastern equine encephalitis virus)
9. ไวรัสบีโบล่า (Ebola virus)

1C351

a. (ต่อ)

10. ไวรัสกัวนาริโต (*Guanarito virus*)
11. ไวรัสฮันทาน (*Hantaan virus*)
12. ไวรัสเอนดรา (อีควีน มอร์บิลลิ) (*Hendra virus [Equine morbillivirus]*)
13. ไวรัสแจแปนนีส์เอนเซฟาไลติส (*Japanese encephalitis virus*)
14. ไวรัสจุนิน (*Junin virus*)
15. ไวรัสคียาซันูร์ฟอร์เรสต์ (*Kyasanur Forest virus*)
16. ไวรัสลากูนาเนกรา (*Laguna Negra virus*)
17. ไวรัสไข้ลาสซา (*Lassa fever virus*)
18. ไวรัสไข้ลูปีง (*Louping ill virus*)
19. ไวรัสลูโจ (*Lujo virus*)
20. ไวรัสลิมโฟไซติกคอรีโอเมนิงจิติส (*Lymphocytic choriomeningitis virus*)
21. ไวรัสมาซูโป (*Machupo virus*)
22. ไวรัสมาร์เบิร์ก (*Marburg virus*)
23. ไวรัสมังคีพอกซ์ (*Monkey pox virus*)
24. ไวรัสเมอร์เรย์แวลลีย์เอนเซฟาไลติส (*Murray Valley encephalitis virus*)
25. ไวรัสนิพาห์ (*Nipah virus*)
26. ไวรัสไซมอสก์เฮมอร์ฮาจิก (*Omsk haemorrhagic fever virus*)
27. ไวรัสออโรแพช (*Oropouche virus*)
28. ไวรัสโพวัสซาน (*Powassan virus*)
29. ไวรัสไรฟ์แวลลีย์ (*Rift Valley fever virus*)
30. ไวรัสโรซิโอ (*Rocio virus*)
31. ไวรัสเซเบีย (*Sabia virus*)
32. ไวรัสโซล (*Seoul virus*)
33. ไวรัสซินโนมเบอร์ (*Sin nombre virus*)
34. ไวรัสเซนต์หลุยส์เอนเซฟาไลติส (*St Louis encephalitis virus*)
35. ไวรัสทิก-บรอน เอนเซฟาไลติส (ไวรัสรัสเซีย สปริง-ซัมเมอร์ เอนเซฟาไลติส) (*Tick-borne encephalitis virus [Russian Spring-Summer encephalitis virus]*)
36. ไวรัสวาริโอลา (*Variola virus*)
37. ไวรัสเวเนซุเอลันอีควีนเอนเซฟาไลติส (*Venezuelan equine encephalitis virus*)
38. ไวรัสเวสเทิร์นอีควีนเอนเซฟาไลติส (*Western equine encephalitis virus*)
39. ไวรัสไข้เหลือง (*Yellow fever virus*)

1C351

(ต่อ)

- b. เชื้อริกเก็ตเซีย (Rickettsiae) ไม่ว่าโดยวิธีธรรมชาติ โดยการเสริมสมรรถนะหรือโดยการดัดแปลง ไม่ว่าจะอยู่ในรูปของ “การแยกเพาะเชื้อ” (“Isolated Live Cultures”) หรือเป็นวัสดุที่รวมกับวัสดุมีชีวิตซึ่งถูกปลูกเชื้อเข้าไปโดยเจตนาหรือถูกปนเปื้อนด้วยเชื่อดังกล่าว ดังต่อไปนี้
1. คอกเซียลาเบอร์เนตี (*Coxiella burnetii*)
 2. บาร์โทเนลลาควินทานา (*Bartonella quintana*) (โรซาลิเมียควินทานา [*Rochalimaea quintana*] ริกเก็ตเซียควินทานา [*Rickettsia quintana*])
 3. ริกเก็ตเซียพรอวเซคกี (*Rickettsia prowasecki*)
 4. ริกเก็ตเซียริกเก็ตซี (*Rickettsia rickettsii*)
- c. แบคทีเรีย (Bacteria) ไม่ว่าโดยวิธีธรรมชาติ โดยการเสริมสมรรถนะหรือโดยการดัดแปลงไม่ว่าจะอยู่ในรูปของ “การแยกเพาะเชื้อ” (“Isolated Live Cultures”) หรือเป็นวัสดุที่รวมกับวัสดุมีชีวิตซึ่งถูกปลูกเชื้อเข้าไปโดยเจตนาหรือถูกปนเปื้อนด้วยเชื่อดังกล่าว ดังต่อไปนี้
1. เชื้อโรคบาซิลลัสแอนทราซิส (*Bacillus anthracis*)
 2. เชื้อโรคบรูเซลลาอะบอร์ทัส (*Brucella abortus*)
 3. เชื้อโรคบรูเซลลาเมลิเทนซิส (*Brucella melitensis*)
 4. เชื้อโรคบรูเซลลาซูอิส (*Brucella suis*)
 5. เชื้อโรคคลามัยเดียซิแทซิ (*Chlamydia psittaci*)
 6. เชื้อโรคคลอสตริเดียมโบทูลินัม (*Clostridium botulinum*)
 7. เชื้อโรคฟรานซิสเซลลาทูลาเรนซิส (*Francisella tularensis*)
 8. เชื้อโรคเบอร์โคลเดอเรียมัลลีไอ (ซูโดโมนัสมัลลีไอ) (*Burkholderia mallei* [*Pseudomonas mallei*])
 9. เชื้อโรคเบอร์โคลเดอเรียซูโดมัลลีไอ (ซูโดโมนัสซูโดมัลลีไอ) (*Burkholderia pseudomallei* [*Pseudomonas pseudomallei*])
 10. เชื้อโรคซาลโมเนลลาไทฟ์ (*Salmonella typhi*)
 11. เชื้อโรคชิเกลลาไดเซนเทอริอี (*Shigella dysenteriae*)
 12. เชื้อโรคไวบริโอคอลลอเร (*Vibrio cholerae*)
 13. เชื้อโรคเยอร์ซีนีเยสเทิส (*Yersinia pestis*)
 14. เชื้อโรคคลอสตริเดียมเพอร์ฟริงเจนส์ชนิดที่สร้างเอปซิลอนท็อกซิน (*Clostridium perfringens* epsilon toxin producing types)
 15. เชื้อโรคเอนเทอโรเฮมอรัลจาอีเอสเชอริเชียโคไล (Enterohaemorrhagic *Escherichia coli*) เซโรไทป์โอ 157 (Serotype O157) และเวโรท็อกซินอื่น (Verotoxin) ที่ผลิตเซโรไทป์ (Serotypes) ชนิดอื่นๆ
- d. “สารพิษ” (“Toxins”) และ “หน่วยย่อยของสารพิษ” (“Sub-unit of Toxins”) ดังต่อไปนี้
1. โบทูลินัมท็อกซิน (Botulinum Toxins)
 2. คลอสตริเดียมเพอร์ฟริงเจนส์ท็อกซิน (*Clostridium Perfringens* Toxins)
 3. โคโนท็อกซิน (Conotoxin)
 4. ไรซิน (Ricin)
 5. ซาซิท็อกซิน (Saxitoxin)
 6. ชิกาท็อกซิน (Shiga Toxin)
 7. สแตฟิโลคอคคัสออเรียสท็อกซิน (*Staphylococcus Aureus* Toxins)

1C351

d. (ต่อ)

8. เตโตรโดท็อกซิน (Tetrodotoxin)
9. เวิร์ท็อกซิน (Verotoxin) และโปรตีนที่มีฤทธิ์ยับยั้งไรโบโซมที่มีคุณสมบัติเหมือนสารพิษซิกา (Shiga-like Ribosome Inactivating Proteins)
10. ไมโครซิสทีน (ไซยาจิโนซิน) (Microcystin [Cyanginosin])
11. อะฟลาท็อกซิน (Aflatoxins)
12. อะบริน (Abrin)
13. คอเลราท็อกซิน (Cholera Toxin)
14. ไดอะท็อกซิเซอร์พินอลท็อกซิน (Diacetoxyscirpenol Toxin)
15. ที-2 ท็อกซิน (T-2 Toxin)
16. เอชที-2 ท็อกซิน (HT-2 Toxin)
17. โมเดคซิน (Modeccin)
18. โวลเคนซิน (Volkensin)
19. วิสคัมอัลบั้มเลคติน 1 (วิสคัมมิน) (Viscum album Lectin 1 [Viscumin])

หมายเหตุ 1C351.d. ไม่ควบบวมโบทูลินัมท็อกซิน (*Botulinum Toxins*) หรือโคโนท็อกซิน (*Conotoxins*) ในรูปของผลิตภัณฑ์ที่เป็นไปตามเกณฑ์ทั้งหมดดังต่อไปนี้

1. เป็นสูตรทางเภสัชกรรมที่ออกแบบสำหรับใช้ในมนุษย์เพื่อการรักษาทางการแพทย์
2. เป็นผลิตภัณฑ์ก่อนการบรรจุเพื่อจำหน่ายเป็นเวชภัณฑ์
3. ได้รับการอนุญาตโดยหน่วยงานของรัฐให้จำหน่ายเป็นเวชภัณฑ์

e. เชื้อรา (Fungi) ไม่ว่าที่เกิดตามธรรมชาติ ที่ได้มีการปรับปรุงหรือดัดแปลง ไม่ว่าจะเป็ “การแยกเพาะเชื้อ” (“Isolated Live Cultures”) หรือเป็นวัสดุที่รวมถึงวัสดุมีชีวิตซึ่งถูกฉีดเชื้อเข้าไปโดยเจตนาหรือปนเปื้อนกับเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าว ดังต่อไปนี้

1. เชื้อราคือค็อคซิไดออยดิสอิมมิติส (*Coccidioides immitis*)
2. เชื้อราคือค็อคซิไดออยดิสโพซาดาสี (*Coccidioides posadasii*)

หมายเหตุ 1C351 ไม่ควบบวม “วัคซีน” (“Vaccines”) หรือ “อิมมูโนท็อกซิน” (“Immunotoxins”)

1C352

สิ่งที่ก่อโรคในสัตว์ (Animal Pathogens) ดังต่อไปนี้

- a. ไวรัส (Viruses) ไม่ว่าโดยวิธีธรรมชาติ โดยการเสริมสมรรถนะหรือโดยการดัดแปลง ไม่ว่าจะอยู่ในรูปของ “การแยกเพาะเชื้อ” (“Isolated Live Cultures”) หรือเป็นวัสดุที่รวมกับวัสดุมีชีวิตซึ่งถูกปลูกเชื้อเข้าไปโดยเจตนาหรือถูกปนเปื้อนด้วยเชื้อดังกล่าว ดังต่อไปนี้
 1. ไวรัสไข้แอฟริกันสวีน (African swine fever virus)
 2. ไวรัสอะเวียนอินฟลูเอนซา (Avian influenza virus) ซึ่ง
 - a. ยังไม่ได้จำแนกสายพันธุ์หรือ

1C352

a. 2. (ต่อ)

b. ตามที่ระบุในภาคผนวก I(2) คำสั่งของคณะมนตรี 2005/94/EC เมื่อวันที่ 20 ธันวาคม 2548 เกี่ยวกับมาตรการของประชาคมในการควบคุมอะเวียนอินฟลูเอนซา (*Avian influenza*) (OJ L10, 14.1.2006. หน้า 16) ว่ามีความสามารถในการก่อให้เกิดโรคสูง ดังต่อไปนี้

1. ไวรัสชนิดเอที่มีค่าไอวีพีไอ (ค่าดัชนีความสามารถก่อให้เกิดโรคติดต่อ [Intravenous Pathogenicity Index: IVPi]) ในไก่อายุ 6 สัปดาห์ มากกว่า 1.2 หรือ
2. ไวรัสชนิดเอ ซับไทป์ เอช 5 (H5) หรือเอช 7 (H7) ซึ่งลำดับกรดนิวคลีอิกแสดงให้เห็นว่ามีกรดอะมิโนที่เป็นพื้นฐานหลายตัวบริเวณการแบ่งตัว (Cleavage Site) ของเฮแมกกลูตินิน (Haemagglutinin) คล้ายกับไวรัสเอชพีไอ (HPAI Viruses) ชนิดอื่น ซึ่งแสดงว่าโมเลกุลของเฮแมกกลูตินินสามารถถูกย่อยได้ด้วยโปรตีเอสที่มีอยู่ทั่วไปในโฮสต์ (Host Ubiquitous Protease)
3. ไวรัสบลูทังก์ (*Bluetongue virus*)
4. ไวรัสโรคปากและเท้าเปื่อย (*Foot and mouth disease virus*)
5. ไวรัสโกทพอกซ์ (*Goat pox virus*)
6. ไวรัสพอร์ซีนเฮอร์เพส (โรคคอเจสกี) (*Porcine herpes virus [Aujeszky's disease]*)
7. ไวรัสไซส์ไวน์ (ไวรัสฮอกโคเลรา) (*Swine fever virus [Hog cholera virus]*)
8. ไวรัสลิสสา (*Lyssa virus*)
9. ไวรัสโรคนิวคาสเซิล (*Newcastle disease virus*)
10. ไวรัสเพสเตสเพทิฟรูมินันท์ (*Peste des petits ruminants virus*)
11. ไวรัสพอร์ซีนเอนเทอโรไวรัส ไทป์ 9 (โรคสไวน์เวสคิวลาร์) (*Porcine enterovirus type 9 [swine vesicular disease virus]*)
12. ไวรัสรินเดอร์เพสต์ (*Rinderpest virus*)
13. ไวรัสชีพพอกซ์ (*Sheep pox virus*)
14. ไวรัสโรคเทสเซน (*Teschen disease virus*)
15. ไวรัสเวสิคูลาสโตแมทิติส (*Vesicular stomatitis virus*)
16. ไวรัสโรคลัมปีสกิน (*Lumpy skin disease virus*)
17. ไวรัสแอฟริกัน ฮอर्स ซิกเนส (*African horse sickness virus*)

b. ไมโคพลาสมา (*Mycoplasmas*) ไม่ว่าโดยวิธีธรรมชาติ โดยการเสริมสมรรถนะหรือโดยการดัดแปลง ไม่ว่าจะอยู่ในรูปของ “การแยกเพาะเชื้อ” (“Isolated Live Cultures”) หรือเป็นวัสดุที่รวมกับวัสดุมีชีวิตซึ่งถูกปลูกเชื้อเข้าไปโดยเจตนาหรือถูกปนเปื้อนด้วยเชื้อดังกล่าว ดังต่อไปนี้

1. ไมโคพลาสมามายคอยด์ ซับสปีชีส์ มัยคอยด์ เอสซี (*Mycoplasma mycoides* subspecies *mycoides* SC [small colony])
2. ไมโคพลาสมาแคพริโคลัม ซับสปีชีส์ แคพริปนีวมอเนีย (*Mycoplasma capricolum* subspecies *capripneumoniae*)

หมายเหตุ 1C352 ไม่ควบคุม “วัคซีน” (“Vaccines”)

1C353

องค์ประกอบทางพันธุกรรมและสิ่งมีชีวิตที่มีการดัดแปลงทางพันธุกรรม (Genetically Modified Organisms) ดังต่อไปนี้

a. สิ่งมีชีวิตที่มีการดัดแปลงทางพันธุกรรมหรือองค์ประกอบทางพันธุกรรมที่ประกอบด้วยลำดับกรดนิวคลีอิก (Nucleic Acid Sequences) ที่มีความสามารถก่อให้เกิดโรค (Pathogenicity) ของสิ่งมีชีวิตตามที่ระบุใน 1C351.a., 1C351.b., 1C351.c., 1C351.e., 1C352 หรือ 1C354

1C353

(ต่อ)

- b. สิ่งมีชีวิตที่มีการดัดแปลงทางพันธุกรรมหรือองค์ประกอบทางพันธุกรรมที่ประกอบด้วยลำดับกรดนิวคลีอิกของ “สารพิษ” (“Toxins”) ใดๆ ตามที่ระบุใน 1C351.d. หรือ “หน่วยย่อยของสารพิษ” (“Sub-units of Toxins”) ของสิ่งมีชีวิตดังกล่าว

หมายเหตุทางเทคนิค

1. องค์ประกอบทางพันธุกรรมรวมถึงที่เรียกในชื่อต่าง โครโมโซม (Chromosomes) จีโนม (Genomes) พลาสมิด (Plasmids) ทรานสโพซอนส์ (Transposons) และเวกเตอร์ (Vectors) ซึ่งถูกดัดแปลงหรือไม่ได้ดัดแปลงทางพันธุกรรม
2. ลำดับกรดนิวคลีอิก (Nucleic Acid Sequences) ที่รวมกับความสามารถก่อให้เกิดโรค (Pathogenicity) ตามที่ระบุใน 1C351.a., 1C351.b., 1C351.c., 1C351.e., 1C352 หรือ 1C354 หมายถึง ลำดับใดๆ ที่เฉพาะเจาะจงสำหรับจุลชีพที่ระบุไว้ซึ่ง
 - a. ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ สัตว์ หรือพืช โดยตัวของมันเองหรือโดยผ่านการแปรสภาพหรือแปลงเป็นผลิตภัณฑ์อื่น หรือ
 - b. เพิ่มความสามารถของจุลชีพชนิดใดๆ ที่ระบุไว้หรือสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นที่มันอาจแทรกเข้าไปหรืออาจรวมตัวกันได้ ที่เป็นสาเหตุให้เกิดการบาดเจ็บรุนแรงต่อสุขภาพของมนุษย์ สัตว์ หรือพืช

หมายเหตุ 1C353 ไม่ใช้บังคับกับลำดับกรดนิวคลีอิก (Nucleic Acid Sequences) ที่เกี่ยวข้องกับความสามารถก่อให้เกิดโรค (Pathogenicity) เอนเทอโรเฮมอรัลยาจิกเอสเชอริเชียโคไล (*Enterohaemorrhagic Escherichia coli*) เซอโรไทป์ โอ 157 (Serotype O157) และผลผลิตสายพันธุ์อื่นของเวโรทอกซิน (Verotoxin) ที่นอกเหนือจากลำดับกรดนิวคลีอิกของเวโรทอกซินหรือของหน่วยย่อยของมัน

1C354

สิ่งที่ก่อโรคในพืช (Plant Pathogens) ดังต่อไปนี้

- a. ไวรัส (Viruses) ไม่ว่าโดยวิธีธรรมชาติ โดยการเสริมสมรรถนะหรือโดยการดัดแปลง ไม่ว่าจะอยู่ในรูปของ “การแยกเพาะเชื้อ” (“Isolated Live Cultures”) หรือเป็นวัสดุที่รวมกับวัสดุมีชีวิตซึ่งถูกปลูกเชื้อเข้าไปโดยเจตนาหรือถูกปนเปื้อนด้วยเชื้อดังกล่าว ดังต่อไปนี้
 1. โปเตโตแอนเดียนลาเตนต์ไทมไวรัส (*Potato Andean latent tymovirus*)
 2. โปเตโตสปินเดิลทิวเบอร์ไวรอยด์ (*Potato spindle tuber viroid*)
- b. แบคทีเรีย (Bacteria) ไม่ว่าโดยวิธีธรรมชาติ โดยการเสริมสมรรถนะหรือโดยการดัดแปลง ไม่ว่าจะอยู่ในรูปของ “การแยกเพาะเชื้อ” (“Isolated Live Cultures”) หรือเป็นวัสดุที่รวมกับวัสดุมีชีวิตซึ่งถูกปลูกเชื้อเข้าไปโดยเจตนาหรือถูกปนเปื้อนด้วยเชื้อดังกล่าว ดังต่อไปนี้
 1. แชนโทโมนัสอัลบิลีนีน (*Xanthomonas albilineans*)
 2. แชนโทโมนัสแคมเปสทริส พาโทวาร์เวลิกาโทเรีย (*Xanthomonas campestris* pv. *citri*) รวมทั้งสายพันธุ์ในชื่อ แชนโทโมนัสแคมเปสทริส พาโทวาร์เวลิกาโทเรีย ชนิด เอ บี ซี ดี อี (*Xanthomonas campestris* pv. *citri* types A, B, C, D, E) หรืออาจถูกจัดประเภทเป็นแชนโทโมนัสซิทีรี (*Xanthomonas citri*) แชนโทโมนัสแคมเปสทริส พาโทวาร์เวลิกาโทเรียออรันตีโฟเลีย (*Xanthomonas campestris* pv. *aurantifolia*) หรือแชนโทโมนัสแคมเปสทริส พาโทวาร์เวลิกาโทเรียซิทรูเมลโล (*Xanthomonas campestris* pv. *citrumelo*)
 3. แชนโทโมนัสออร์ไรเซ พาโทวาร์เวลิกาโทเรียออร์ไรเซ (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*) (ซูโดโมนัสแคมเปสทริส พาโทวาร์เวลิกาโทเรียออร์ไรเซ [*Pseudomonas campestris* pv. *oryzae*])
 4. คลาวิแบคทีเรียมิชิแกนเนนซิส ซับสปีชีส์เซฟเพโดนิคัส (*Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*) (ไครนีแบคทีเรียมิชิแกนเนนซิส ซับสปีชีส์เซฟเพโดนิคัม [*Corynebacterium michiganensis* subsp. *sepedonicum*] หรือไครนีแบคทีเรียมิชิแกนเนนซิส [*Corynebacterium sepedonicum*])
 5. แรลสโตเนียโซลานาเซียรัม สายพันธุ์ 2 และ 3 (*Ralstonia solanacearum* races 2 and 3) (ซูโดโมนัสโซลานาเซียรัม สายพันธุ์ 2 และ 3 [*Pseudomonas solanacearum* races 2 and 3] หรือเบิร์คโฮลเดอร์เรียโซลานาเซียรัม สายพันธุ์ 2 และ 3 [*Burkholderia solanacearum* races 2 and 3])
- c. เชื้อรา (Fungi) ไม่ว่าโดยวิธีธรรมชาติ โดยการเสริมสมรรถนะหรือโดยการดัดแปลง ไม่ว่าจะอยู่ในรูปของ “การแยกเพาะเชื้อ” (“Isolated Live Cultures”) หรือเป็นวัสดุที่รวมกับวัสดุมีชีวิตซึ่งถูกปลูกเชื้อเข้าไปโดยเจตนาหรือถูกปนเปื้อนด้วยเชื้อดังกล่าว ดังต่อไปนี้
 1. โคลเลโทริชซัมโคเฟอานัม วาไรตี้ไวรัลเลน (*Colletotrichum coffeanum* var. *virulans*) (โคลเลโทริชซัมคาฮาเว [*Colletotrichum kahawae*])
 2. ค็อคโคโลบัสมียาเบานัส (*Cochliobolus miyabeanus*) (เฮลมิทอสพอริออร์ไรเซ [*Helminthosporium oryzae*])
 3. ไมโครไซคลัสยูเลอี (*Microcyclus ulei*) (ชื่อพ้อง ดาโรเดิลลายูเลอี [Syn. *Dothidella ulei*])
 4. พุซซินีแแกรมมิส (*Puccinia graminis*) (ชื่อพ้อง พุซซินีแแกรมมิส ฟอว์มา สเปเซียลิส ทริทิจี [Syn. *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*])
 5. พุซซินีเอสโตรฟอร์มิส (*Puccinia striiformis*) (ชื่อพ้อง พุซซินีแกลูแมรัม [Syn. *Puccinia glumarum*])
 6. แม็กนาพอร์ทกริสซี (*Magnaporthe grisea*) (ไพริคูลาเรียกริสซี /ไพริคูลาเรียออร์ไรเซ [*Pyricularia grisea*/Pyricularia *oryzae*])

1C450 สารเคมีพิษและสารตั้งต้นที่ใช้ผลิตสารเคมีพิษตามทุกระดับ และ “สารเคมีผสม” (“Chemical Mixtures”) ที่ประกอบด้วยสารดังกล่าวหนึ่งชนิดหรือมากกว่า

หมายเหตุ โปรตอกู 1C350 และ 1C351.d. ประกอบ

a. สารเคมีพิษ ดังต่อไปนี้

1. อะมิทอน (Amiton): โอ,โอ-ไดเอทิล เอส-[2-(ไดเอทิลอะมิโน) เอทิล] ฟอสฟอโรไทโอเลต (O,O-Diethyl S-[2-(diethylamino) Ethyl] Phosphorothiolate) (78-53-5) และเกลืออัลคิลเลต (Alkylated Salts) หรือเกลือโปรตอนเตต (Protonated Salts)
2. 1,1,3,3,3-เพนตะฟลูออโร-2-(ไตรฟลูออโรเมทิล)-1-โพรเพน (1,1,3,3,3-Pentafluoro-2-[trifluoromethyl]-1-propene: PFIB) (382-21-8)
3. ไมไซ
4. ฟอสจีน (Phosgene): คาร์บอนิลไดคลอไรด์ (Carbonyl Dichloride) (75-44-5)
5. ไซยาโนเจนคลอไรด์ (Cyanogen Chloride) (506-77-4)
6. ไฮโดรเจนไซยาไนด์ (Hydrogen Cyanide) (74-90-8)
7. คลอโรพิกริน (Chloropicrin): ไตรคลอโรไนโตรมีเทน (Trichloronitromethane) (76-06-2)

หมายเหตุ 1 สำหรับการส่งออกไปยัง “ประเทศที่ไม่เป็นรัฐภาคีอนุสัญญาห้ามอาวุธเคมี” (“States not Party to the Chemical Weapons Convention”) 1C450 ไม่ควบคุม “สารเคมีผสม” (“Chemical Mixtures”) ที่มีส่วนผสมของสารเคมีหนึ่งรายการหรือมากกว่าตามทุกระดับใน 1C450.a.1. และ .a.2. ถ้าหากว่าไม่มีสารเคมีชนิดใดชนิดหนึ่งผสมอยู่มากกว่าร้อยละ 1 ของส่วนผสมโดยน้ำหนัก

หมายเหตุ 2 สำหรับการส่งออกไปยัง “ประเทศรัฐภาคีอนุสัญญาห้ามอาวุธเคมี” (“States Party to the Chemical Weapons Convention”) 1C450 ไม่ควบคุม “สารเคมีผสม” (“Chemical Mixtures”) ที่มีส่วนผสมของสารเคมีหนึ่งรายการหรือมากกว่าตามทุกระดับใน 1C450.a.1. และ .a.2. ถ้าหากว่าไม่มีสารเคมีชนิดใดชนิดหนึ่งผสมอยู่มากกว่าร้อยละ 30 ของส่วนผสมโดยน้ำหนัก

หมายเหตุ 3 1C450 ไม่ควบคุม “สารเคมีผสม” (“Chemical Mixtures”) ที่มีส่วนผสมของสารเคมีหนึ่งรายการหรือมากกว่าตามทุกระดับใน 1C450.a.4., .a.5., .a.6. และ .a.7. ถ้าหากว่าไม่มีสารเคมีชนิดใดชนิดหนึ่งผสมอยู่มากกว่าร้อยละ 30 ของส่วนผสมโดยน้ำหนัก

หมายเหตุ 4 1C450 ไม่ควบคุมผลิตภัณฑ์ที่ระบุไว้ว่าเป็นสินค้าโภคภัณฑ์ที่บรรจุไว้สำหรับการขายปลีกเพื่อการใช้งานส่วนตัว หรือบรรจุไว้สำหรับการใช้งานส่วนบุคคล

b. สารที่ใช้ผลิตสารเคมีพิษ ดังต่อไปนี้

1. สารเคมี นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 1C350 ที่ประกอบด้วยอะตอมของฟอสฟอรัส (Phosphorus) ซึ่งยึดกลุ่มเมทิล (Methyl) เอทิล (Ethyl) หรือโพรพิล (Propyl) (กลุ่มนอร์มัลหรือไอโซ [Normal or Iso]) เข้าด้วยกันแต่ไม่มีอะตอมของคาร์บอนเพิ่ม

หมายเหตุ 1C450.b.1. ไม่ควบคุมโฟโนฟอส (Fonofos): โอ-เอทิล เอส-ฟีนีลเอทิลฟอสฟอโรไทโอเลต (O-Ethyl S-phenyl Ethylphosphonothiolothionate) (944-22-9)

2. เอ็น, เอ็น-ไดอัลคิล [เมทิล เอทิล หรือโพรพิล (กลุ่มนอร์มัลหรือไอโซ)] (N,N-Dialkyl [Methyl, Ethyl or Propyl (Normal or Iso)]) ฟอสฟอราไมด์ไดฮาไลด์ (Phosphoramidic Dihalides) นอกเหนือจาก เอ็น,เอ็น-ไดเมทิลอะมิโนฟอสฟอไรด์ไดคลอไรด์ (N,N-Dimethylaminophosphoryl Dichloride)

หมายเหตุ โปรตอกู 1C350.57 ประกอบ สำหรับเอ็น, เอ็น-ไดเมทิลอะมิโนฟอสฟอไรด์ไดคลอไรด์ (N,N-Dimethylaminophosphoryl Dichloride)

1C450 b. (ต่อ)

3. ไดอัลคิล [เมทิล เอทิล หรือโพรพิล (กลุ่มนอร์มัลหรือไอโซ)] (Dialkyl [Methyl, Ethyl or Propyl (Normal or Iso)]) เอ็น, เอ็น-ไดอัลคิล [เมทิล เอทิล หรือโพรพิล (กลุ่มนอร์มัลหรือไอโซ)]-ฟอสฟอราไมเดต (N, N-Dialkyl [Methyl, Ethyl or Propyl (Normal or Iso)]-phosphoramidates) ที่นอกเหนือจากไดเอทิล-เอ็น, เอ็น-ไดเมทิลฟอสฟอราไมเดต (Diethyl-N,N-dimethylphosphoramidate) ตามที่ระบุใน 1C350
4. เอ็น, เอ็น-ไดอัลคิล [เมทิล เอทิล หรือโพรพิล (กลุ่มนอร์มัลหรือไอโซ)] อะมิโนเอทิล-2-คลอไรด์ (N,N-Dialkyl [Methyl, Ethyl or Propyl (Normal or Iso)] Aminoethyl-2-chlorides) และเกลือโปรโตเนต (Protonated Salts) ที่เกี่ยวเนื่องกัน ที่นอกเหนือจากเอ็น, เอ็น-ไดไอโซโพรพิล-(เบต้า)-อะมิโนเอทิลคลอไรด์ (N,N-Diisopropyl-(beta)-aminoethyl Chloride) หรือเอ็น, เอ็น-ไดไอโซโพรพิล-(เบต้า)-อะมิโนเอทิลคลอไรด์ไฮโดรคลอไรด์ (N,N-Diisopropyl-(beta)-aminoethyl Chloride Hydrochloride) ตามที่ระบุใน 1C350
5. เอ็น, เอ็น-ไดอัลคิล [เมทิล เอทิล หรือโพรพิล (กลุ่มนอร์มัลหรือไอโซ)] อะมิโนอีเทน-2-อล (N,N-Dialkyl [Methyl, Ethyl or Propyl (Normal or Iso)] Aminoethane-2-ols) และเกลือโปรโตเนต (Protonated Salts) ที่เกี่ยวเนื่องกัน ที่นอกเหนือจากเอ็น, เอ็น-ไดไอโซโพรพิล-(เบต้า)-อะมิโนเอทานอล (N,N-Diisopropyl-(beta)-aminoethanol) (96-80-0) และเอ็น, เอ็น-ไดเอทิลอะมิโนเอทานอล (N,N-Diethylaminoethanol) (100-37-8) ตามที่ระบุใน 1C350

หมายเหตุ 1C450.b.5. ไม่ควบคุมรายการต่อไปนี้

- a. เอ็น, เอ็น-ไดเมทิลอะมิโนเอทานอล (N,N-Dimethylaminoethanol) (108-01-0) และเกลือโปรโตเนต (Protonated Salts) ที่เกี่ยวเนื่องกัน
- b. เกลือโปรโตเนต (Protonated Salts) ของเอ็น, เอ็น-ไดเอทิลอะมิโนเอทานอล (N,N-Diethylaminoethanol) (100-37-8)
6. เอ็น, เอ็น-ไดอัลคิล [เมทิล, เอทิล หรือโพรพิล (กลุ่มนอร์มัลหรือไอโซ)] อะมิโนอีเทน-2-ไทออล (N,N-Dialkyl [Methyl, Ethyl or Propyl (Normal or Iso)] aminoethane-2-thiols) และเกลือโปรโตเนต (Protonated Salts) ที่เกี่ยวเนื่องกัน ที่นอกเหนือจากเอ็น, เอ็น-ไดไอโซโพรพิล-(เบต้า)-อะมิโนอีเทนไทออล (N,N-Diisopropyl-(beta)-aminoethane Thiol) ตามที่ระบุใน 1C350
7. โปรตดู 1C350 ประกอบ สำหรับเอทิลไดเอทานอลอะมีน (Ethyl-diethanolamine) (139-87-7)
8. เมทิลไดเอทานอลอะมีน (Methyl-diethanolamine) (105-59-9)

หมายเหตุ 1 สำหรับการส่งออกไปยัง “ประเทศที่ไม่เป็นรัฐภาคีอนุสัญญาห้ามอาวุธเคมี” (“States not Party to the Chemical Weapons Convention”) 1C450 ไม่ควบคุม “สารเคมีผสม” (“Chemical Mixtures”) ที่มีส่วนผสมของสารเคมีหนึ่งรายการหรือมากกว่าตามที่ระบุใน 1C450.b.1., .b.2., .b.3., .b.4., .b.5. และ .b.6. ถ้าหากว่าไม่มีสารเคมีชนิดใดชนิดหนึ่งผสมอยู่มากกว่าร้อยละ 10 ส่วนผสมตามน้ำหนัก

หมายเหตุ 2 สำหรับการส่งออกไปยัง “ประเทศรัฐภาคีอนุสัญญาห้ามอาวุธเคมี” (“States Party to the Chemical Weapons Convention”) 1C450 ไม่ควบคุม “สารเคมีผสม” (“Chemical Mixtures”) ที่มีส่วนผสมของสารเคมีหนึ่งรายการหรือมากกว่าตามที่ระบุใน 1C450.b.1., .b.2., .b.3., .b.4., .b.5. และ .b.6. ถ้าหากว่าไม่มีสารเคมีชนิดใดชนิดหนึ่งผสมอยู่มากกว่าร้อยละ 30 ของส่วนผสมตามน้ำหนัก

หมายเหตุ 3 1C450 ไม่ควบคุม “สารเคมีผสม” (“Chemical Mixtures”) ที่มีส่วนผสมของสารเคมีหนึ่งรายการหรือมากกว่าตามที่ระบุใน 1C450.b.8. ถ้าหากว่าไม่มีสารเคมีชนิดใดชนิดหนึ่งผสมอยู่มากกว่าร้อยละ 30 ของส่วนผสมตามน้ำหนัก

หมายเหตุ 4 1C450 ไม่ควบคุมผลิตภัณฑ์ที่ระบุว่าเป็นสินค้าโภคภัณฑ์ที่บรรจุสำหรับการขายปลีกเพื่อการใช้งานส่วนตัวหรือบรรจุไว้สำหรับการใช้งานส่วนบุคคล

1D	ซอฟต์แวร์
1D001	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) “การผลิต” (“Production”) หรือ “การใช้งาน” (“Use”) อุปกรณ์ที่ระบุใน 1B001 ถึง 1B003
1D002	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) วัสดุ “เมทริกซ์” อินทรีย์ (Organic “Matrix”) “เมทริกซ์” โลหะ (Metal “Matrix”) หรือลามิเนต “เมทริกซ์” คาร์บอน (Carbon “Matrix” Laminates) หรือวัสดุ “คอมโพสิต” (“Composites”)
1D003	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษเพื่อสามารถทำให้อุปกรณ์ตามที่ระบุใน 1A004.c. หรือ 1A004.d. ทำงานตามฟังก์ชันได้สำเร็จ
1D101	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับ “การใช้งาน” (“Use”) ของสินค้าตามที่ระบุใน 1B101, 1B102, 1B115, 1B117, 1B118 หรือ 1B119
1D103	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการวิเคราะห์สัญญาณที่ถูกกลบซ่อน เช่น สัญญาณสะท้อนคลื่นเรดาร์ (Radar Reflectivity) สัญญาณจากคลื่นอัลตราไวโอเล็ต/อินฟราเรด (Ultraviolet/Infrared Signatures) และสัญญาณคลื่นอะคูสติก (Acoustic Signatures)
1D201	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับ “การใช้งาน” (“Use”) สินค้าตามที่ระบุใน 1B201

1E	เทคโนโลยี
1E001	“เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไปสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “การผลิต” (“Production”) อุปกรณ์หรือวัสดุตามที่ระบุใน 1A001.b., 1A001.c., 1A002 ถึง 1A005, 1A006.b., 1A007, 1B หรือ 1C
1E002	“เทคโนโลยี” (“Technology”) อื่นๆ ดังต่อไปนี้ “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “การผลิต” (“Production”) พอลิเบนโซไทโอะโซล (Polybenzothiazoles) หรือพอลิเบนโซซาโซล (Polybenzoxazoles) “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “การผลิต” (“Production”) สารประกอบฟลูออโรอีลาสโตเมอร์ (Fluoroelastomer Compounds) ที่ประกอบด้วยสารโมโนเมอร์ ไวนิลอีเทอร์ (Vinylether Monomer) อย่างน้อยหนึ่งชนิด “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับการออกแบบหรือ “การผลิต” (“Production”) วัสดุฐานหรือวัสดุเซรามิกแบบไม่ใช่ “คอมโพสิต” (Non-“composite” Ceramic Materials) ดังต่อไปนี้ - วัสดุหลักที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้ - มีส่วนประกอบอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้ - ออกไซด์ของเซอร์โคเนียมเชิงเดี่ยวหรือเชิงซ้อน (Single or Complex Oxides of Zirconium) และออกไซด์ของซิลิคอนหรืออะลูมิเนียมเชิงซ้อน (Complex Oxides of Silicon or Aluminium) - ไนไตรด์ของโบรอนเชิงเดี่ยว (Single Nitrides of Boron) (โครงสร้างรูปผลึกสี่เหลี่ยม [Cubic Crystalline]) - คาร์ไบด์ของซิลิคอนหรือโบรอนเชิงเดี่ยวหรือเชิงซ้อน (Single or Complex Carbides of Silicon or Boron) หรือ - ไนไตรด์ของซิลิคอนเชิงเดี่ยวหรือเชิงซ้อน (Single or Complex Nitrides of Silicon) - มีค่าความไม่บริสุทธิ์เชิงโลหะรวม (ยกเว้นสารเจือโลหะตามความต้องการ) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้ - น้อยกว่า 1,000 ส่วนในล้านส่วน สำหรับออกไซด์หรือคาร์ไบด์เชิงเดี่ยว (Single Oxides or Carbides) หรือ - น้อยกว่า 5,000 ส่วนในล้านส่วน สำหรับสารประกอบเชิงซ้อน หรือไนไตรด์เชิงเดี่ยว (Single Nitrides) และ - เป็นสารที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้ - เซอร์โคเนีย (Zirconia) (ซีเอเอส [CAS] 1314-23-4) ที่มีขนาดโดยเฉลี่ยของอนุภาคเท่ากับหรือเล็กกว่า 1 ไมโครเมตร และไม่มากกว่าร้อยละ 10 ของอนุภาคมีขนาดใหญ่มากกว่า 5 ไมโครเมตร - วัสดุหลักชนิดอื่นใดที่มีขนาดโดยเฉลี่ยของอนุภาคเท่ากับหรือเล็กกว่า 5 ไมโครเมตร และไม่มากกว่าร้อยละ 10 ของอนุภาคมีขนาดใหญ่มากกว่า 10 ไมโครเมตร หรือ - ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้ - เป็นแผ่นที่มีอัตราส่วนความยาวต่อความหนามากกว่า 5 เท่า - เส้นขน (Whiskers) ที่มีอัตราส่วนของความยาวต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 10 เท่า สำหรับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่น้อยกว่า 2 ไมโครเมตร และ - เส้นใยแบบต่อเนื่องหรือแบบตัดเป็นท่อนที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมโครเมตร - วัสดุเซรามิกแบบไม่ใช่ “คอมโพสิต” (Non-“composite” Ceramic Materials) ที่ประกอบด้วยวัสดุตามที่ระบุใน 1E002.c.1. <i>หมายเหตุ 1E002.c.2. ไม่ครอบคลุม “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับการออกแบบหรือการผลิตสารขัดถู</i> “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับ “การผลิต” (“Production”) เส้นใยอะโรแมติกพอลิเอไมด์ (Aromatic Polyamide Fibres)

- 1E002 (ต่อ)
- e. “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับการติดตั้ง การบำรุงรักษา หรือการซ่อมวัสดุตามที่ระบุใน 1C001
- f. “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับการซ่อมโครงสร้าง ลามิเนต (Laminates) หรือวัสดุ “คอมโพสิต” (“Composite”) ตามที่ระบุใน 1A002, 1C007.c. หรือ 1C007.d.
- หมายเหตุ 1E002.f. ไม่ควบคุม “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับการซ่อมโครงสร้างของ “อากาศยานพลเรือน” (“Civil Aircraft”) ที่ใช้ “วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์” คาร์บอน (Carbon “Fibrous or Filamentary Materials”) และ อีพอกซีเรซิน (Epoxy Resin) ที่อยู่ในคู่มือของผู้ผลิตอากาศยาน*
- g. ‘คลังข้อมูล (ฐานข้อมูลทางเทคนิคอิงตัวแปร)’ (‘Libraries [Parametric Technical Databases]’) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษเพื่อสามารถทำให้อุปกรณ์ที่ระบุไว้ใน 1A004.c. หรือ 1A004.d. ทำงานตามฟังก์ชันได้สำเร็จ
- หมายเหตุทางเทคนิค*
- สำหรับวัตถุประสงค์ใน 1E002.g. ‘คลังข้อมูล (ฐานข้อมูลทางเทคนิคอิงตัวแปร)’ (‘Libraries [Parametric Technical Databases]’) หมายถึง ข้อมูลทางเทคนิคที่เก็บรวบรวมมา ซึ่งการอ้างอิงถึงข้อมูลเหล่านี้อาจส่งเสริมสมรรถนะของอุปกรณ์หรือระบบที่เกี่ยวข้อง*
- 1E101 “เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไปสำหรับ “การใช้งาน” (“Use”) สิ้นค้าตามที่ระบุใน 1A102, 1B001, 1B101, 1B102, 1B115 ถึง 1B119, 1C001, 1C101, 1C107, 1C111 ถึง 1C118, 1D101 หรือ 1D103
- 1E102 “เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไปสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ตามที่ระบุใน 1D001, 1D101 หรือ 1D103
- 1E103 “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับการควบคุมอุณหภูมิ ความดัน หรือสภาพบรรยากาศใน เครื่องอบไอน้ำ ความร้อนสูง (Autoclaves) หรือ ไฮโดรคลอฟ (Hydroclaves) เมื่อนำไปใช้สำหรับ “การผลิต” (“Production”) “คอมโพสิต” (“Composite”) หรือวัสดุ “คอมโพสิต” ที่แปรรูปบางส่วน (Partially Processed “Composite”)
- 1E104 “เทคโนโลยี” (“Technology”) ที่เกี่ยวข้องกับ “การผลิต” (“Production”) ของวัสดุไพโรไลติก (Pyrolytically Derived Materials) ซึ่งขึ้นรูปบนแบบพิมพ์ (Mould) บนแมนเดรล (Mandrel) หรือซับสเตรต (Substrate) อันใด ด้วยการใส่แก๊สสารตั้งต้น (Precursor Gases) ในการผลิตซึ่งจะแตกตัวระหว่างการเผาที่อุณหภูมิระหว่าง 1,573 เคลวิน (1,300 องศาเซลเซียส) ถึง 3,173 เคลวิน (2,900 องศาเซลเซียส) ที่ความดันระหว่าง 130 ปาสคาล ถึง 20 กิโลปาสคาล
- หมายเหตุ 1E104 รวมถึง “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับส่วนผสมของแก๊สสารตั้งต้น (Precursor Gases) อัตราการไหล (Flow-rates) และค่าพารามิเตอร์และกำหนดการควบคุมกระบวนการ*
- 1E201 “เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไปสำหรับ “การใช้งาน” (“Use”) สิ้นค้าตามที่ระบุใน 1A002, 1A007, 1A202, 1A225 ถึง 1A227, 1B201, 1B225 ถึง 1B233, 1C002.b.3. หรือ b.4., 1C010.b., 1C202, 1C210, 1C216, 1C225 ถึง 1C240 หรือ 1D201
- 1E202 “เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไปสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “การผลิต” (“Production”) สิ้นค้าตามที่ระบุใน 1A007, 1A202 หรือ 1A225 ถึง 1A227
- 1E203 “เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไปสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ตามที่ระบุใน 1D201

หมวด 2
การแปรรูปวัสดุ
(Materials Processing)

2A	ระบบ อุปกรณ์ และส่วนประกอบ
2A001	ตลับลูกปืนต้านแรงฝืด (Anti-Friction Bearings) และระบบรองรับ (Bearing Systems) ตามที่ระบุด้านล่าง รวมถึงส่วนประกอบสำหรับตลับลูกปืนและระบบดังกล่าว หมายเหตุ โปรดctu 2A101 ประกอบ <u>หมายเหตุ</u> 2A001 ไม่ควบคุมลูกปืนเม็ดกลม (Balls) ที่มีค่าความแม่นยำของขนาดลูกปืนตามที่ระบุโดยผู้ผลิตว่าเป็นเกรด 5 หรือต่ำกว่า ตามมาตรฐานขององค์การมาตรฐานสากล (International Organisation for Standardisation: ISO) ISO 3290 a. ตลับลูกปืนเม็ดกลม (Ball Bearings) และตลับลูกปืนเม็ดยาว (Solid Roller Bearings) ที่มีค่าความแม่นยำของขนาดต่างๆ ในการผลิตทั้งหมดตามที่ระบุโดยผู้ผลิตว่าเป็นระดับชั้น 4 (Class 4) หรือดีกว่า ตามมาตรฐานขององค์การมาตรฐานสากล (International Organisation for Standardisation: ISO) ISO 492 หรือตามมาตรฐานแห่งชาติที่เทียบเท่า และมีแหวนและลูกปืน (ตามมาตรฐาน ISO 5593) ที่ทำจากวัสดุโมเนล (Monel) หรือเบอริลเลียม (Beryllium) <u>หมายเหตุ</u> 2A001.a. ไม่ควบคุมตลับลูกปืนชนิดลูกปืนเม็ดยาวเอียง (Tapered Roller Bearings) b. ไม่ใช่ c. ระบบรองรับชนิดแรงแม่เหล็ก (Active Magnetic Bearing Systems) ที่ใช้อย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้ - วัสดุที่มีค่าความหนาแน่นของฟลักซ์ (Materials with Flux Densities) เท่ากับ 2.0 เทสลา หรือมากกว่า และมีค่าความแข็งแรงมากกว่า 414 เมกะปาสคาล - แอกทูเอเตอร์ (Actuators) ที่ใช้ระบบแม่เหล็กไฟฟ้าควบคุมแบบขั้วเหมือนในสามมิติ (3D Homopolar Bias Designs) ทั้งหมด หรือ - มีเซนเซอร์ (Sensors) บอกตำแหน่งที่สามารถใช้งานที่อุณหภูมิสูง (450 เคลวิน [177 องศาเซลเซียส] และสูงกว่า)
2A101	ตลับลูกปืนเม็ดกลมแนวรัศมี (Radial Ball Bearings) นอกเหนือจากที่ระบุไว้ใน 2A001 ที่มีค่าความแม่นยำตามที่ระบุไว้ว่าเป็นระดับชั้น 2 (Class 2) ตามมาตรฐานขององค์การมาตรฐานสากล (International Organisation for Standardisation: ISO) ISO 492 (หรือ ชั้น ABEC-9 ตามมาตรฐาน ANSI/ABMA 20 หรือมาตรฐานแห่งชาติที่เทียบเท่า) หรือที่ดีกว่า และที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้ a. เส้นผ่านศูนย์กลางของแหวนวงในมีขนาดระหว่าง 12 มิลลิเมตร และ 50 มิลลิเมตร b. เส้นผ่านศูนย์กลางของแหวนวงนอกมีขนาดระหว่าง 25 มิลลิเมตร และ 100 มิลลิเมตร และ c. หนักรั้วของตลับลูกปืนมีขนาดระหว่าง 10 มิลลิเมตร และ 20 มิลลิเมตร
2A225	ตลับใส่ลูกปืน (Crucibles) ทำจากวัสดุที่สามารถทนโลหะแอกติไนด์เหลว (Liquid Actinide Metals) ดังต่อไปนี้ a. ตลับใส่ลูกปืน (Crucibles) ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้ - มีปริมาตรระหว่าง 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร และ 8,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร และ - ทำจากหรือเคลือบด้วยวัสดุอย่างใดอย่างหนึ่งที่มีค่าความบริสุทธิ์ที่ร้อยละ 98 หรือมากกว่าโดยน้ำหนักดังต่อไปนี้ - แคลเซียมฟลูออไรด์ (Calcium fluoride: CaF_2) - แคลเซียมเซอร์โคเนต (Calcium zirconate: CaZrO_3) (เมตาเซอร์โคเนต [Metazirconate]) - ซีเรียมซัลไฟด์ (Cerium sulphide: Ce_2S_3) - เออร์เบียมออกไซด์ (Erbium oxide: Er_2O_3) (เออร์เบีย [Erbia]) - ฮาฟเนียมออกไซด์ (Hafnium oxide: HfO_2) (ฮาฟเนีย [Hafnia]) - แมกนีเซียมออกไซด์ (Magnesium oxide: MgO) - โลหะผสมไนไตรด์ของไนโอเบียม-ไทเทเนียม-ทังสเตน (Nitrided Niobium-titanium-tungsten Alloy) (ไนโอเบียม [Nb] ประมาณร้อยละ 50 ไทเทเนียม [Ti] ประมาณร้อยละ 30 ทังสเตน [W] ประมาณร้อยละ 20)

- 2A225
- a. 2. (ต่อ)
 - h. อิทเทรียมออกไซด์ (Yttrium oxide: Y_2O_3) (อิตเทรีย [Yttria]) หรือ
 - i. เซอร์โคเนียออกไซด์ (Zirconium oxide: ZrO_2) (เซอร์โคเนีย [Zirconia])
 - b. ตลับใส่ลูกปืน (Crucibles) ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้
 1. มีปริมาตรระหว่าง 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร และ 2,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร และ
 2. ทำจากหรือเคลือบด้วยแทนทาลัม (Tantalum) ที่มีค่าความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.9 หรือมากกว่าโดยน้ำหนัก
 - c. ตลับใส่ลูกปืน (Crucibles) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 1. มีปริมาตรระหว่าง 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร และ 2,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 2. ทำจากหรือเคลือบด้วยแทนทาลัม (Tantalum) ที่มีค่าความบริสุทธิ์ร้อยละ 98 หรือมากกว่าโดยน้ำหนัก และ
 3. เคลือบผิวด้วยแทนทาลัมคาร์ไบด์ (Tantalum Carbide) ไนไตรด์ (Nitride) โบไรด์ (Boride) หรือส่วนผสมใดๆ ของสารดังกล่าว
- 2A226
- วาล์ว (Valves) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
- a. มี 'ค่าขนาดระบุ' ('Nominal Size') เท่ากับ 5 มิลลิเมตร หรือมากกว่า
 - b. มีซีลกันรั่วชนิดเบลโลว์ (Bellows Seal) และ
 - c. ทั้งหมดทำจากหรือเคลือบด้วยอะลูมิเนียม (Aluminium) โลหะผสมอะลูมิเนียม (Aluminium Alloy) นิกเกิล (Nickel) หรือโลหะผสมนิกเกิล (Nickel Alloy) ที่มีส่วนผสมของนิกเกิลมากกว่าร้อยละ 60 โดยน้ำหนัก

หมายเหตุทางเทคนิค

สำหรับวาล์ว (Valves) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของช่องเข้าและช่องออกที่ไม่เท่ากัน 'ค่าขนาดระบุ' ('Nominal Size') ใน 2A226 ให้หมายถึงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กที่สุด

2B

อุปกรณ์ทดสอบ ตรวจสอบ และผลิต

หมายเหตุทางเทคนิค

1. แกนรองที่ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนที่ในทิศทางที่ขนานกับแกนหลัก (เช่น แกน W [W-axis] ในทิศทางตั้งเบี่ยงของเครื่องกัดเจาะทะลุแนวนอน [Horizontal Boring Mills] หรือแกนหมุนรองที่มีแนวแกนขนานกับแกนหมุนหลัก) จะไม่ถูกนับในการนับจำนวนรวมของแกนควบคุมในเครื่องจักร อนึ่ง แกนหมุนแบบรอบแนวแกน ไม่จำเป็นต้องหมุนได้ 360 องศา แกนหมุนอาจถูกขับเคลื่อนโดยอุปกรณ์ที่มีการเคลื่อนที่แนวเส้นตรงได้ (เช่น สกรู [Screw] หรือ รางเฟือง [Rock] และเกียร์ [Pinion])
2. ตามวัตถุประสงค์ของ 2B จำนวนแกนควบคุมซึ่งสามารถทำงานได้พร้อมกันใน “การควบคุมตามเส้นขอบรูป” (“Contouring Control”) คือ จำนวนของแกนที่ขนานกับแนวแกนหรือหมุนรอบแนวแกนซึ่งเคลื่อนที่พร้อมกันและสัมพันธ์กันในการขึ้นรูปชิ้นงาน แต่จะไม่นับรวมถึงแกนควบคุมการเคลื่อนที่เพิ่มเติมอื่นใดที่ขนานกับแนวแกนหรือหมุนรอบแนวแกนการเคลื่อนที่ภายในเครื่องที่สามารถเคลื่อนที่แบบอิสระ เช่น
 - a. ระบบแต่งหินเจียรระไน (Wheel-dressing Systems) ในเครื่องเจียรระไน (Grinding Machines)
 - b. แกนหมุนที่วางขนานกันที่ออกแบบไว้สำหรับจับยึดชิ้นงานต่างชิ้นกัน
 - c. แกนหมุนขนานร่วมแนวเส้นตรง (Co-linear) ออกแบบเพื่อจับยึดชิ้นงานเดียวกันจากปลายอีกด้านหนึ่ง
3. การกำหนดเรียกแกนต้องเป็นไปตามมาตรฐานขององค์การมาตรฐานสากล (International Organisation for Standardisation: ISO) ISO 841 ‘เครื่องจักรระบบควบคุมเชิงตัวเลข-ระบบการตั้งชื่อแกนและการเคลื่อนที่’ (‘Numerical Control Machines — Axis and Motion Nomenclature’)
4. ตามวัตถุประสงค์ของ 2B001 ถึง 2B009 ให้นับ “แกนหมุนที่ปรับเอียงได้” (“Tilting Spindle”) เป็นอีกหนึ่งแกนหมุน
5. ‘ค่าความแม่นยำในการกำหนดตำแหน่งตามทีละบูไว้บนเครื่อง’ (“Stated Positioning Accuracy”) ต้องได้มาจากการวัดตามมาตรฐานขององค์การมาตรฐานสากล (International Organisation for Standardisation: ISO) ISO 230/2 (1988) ⁽¹⁾ หรือตามมาตรฐานแห่งชาติที่เทียบเท่าของเครื่องมือกลแต่ละรุ่น และสามารถใช้นี้แทนการวัด ‘ค่าความแม่นยำในการกำหนดตำแหน่งของเครื่อง’ (“Stated Positioning Accuracy”) แต่ละเครื่องได้ โดยค่าความแม่นยำในการกำหนดตำแหน่งตามทีละบูไว้บนเครื่องนี้ หมายความว่าค่าความแม่นยำตามที่ผู้ส่งออกสินค้าแจ้งให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องของไทยทราบ โดยระบุว่าเป็นค่าความแม่นยำของเครื่องมือรุ่นหนึ่งโดยเฉพาะ

การคำนวณ ‘ค่าความแม่นยำในการกำหนดตำแหน่งตามทีละบูไว้บนเครื่อง’ (“Stated Positioning Accuracy”)

- a. เลือกเครื่องจักรจำนวน 5 เครื่องจากรุ่นที่ต้องการวัด
- b. วัดค่าความแม่นยำของการกำหนดตำแหน่งในแนวแกนเส้นตรงตามมาตรฐานขององค์การมาตรฐานสากล (International Organisation for Standardisation: ISO) ISO 230/2 (1988) ⁽¹⁾
- c. คำนวณค่าเอ (A-values) ของแต่ละแกนการเคลื่อนที่ของเครื่องแต่ละเครื่อง โดยวิธีการคำนวณค่าเอนี้ได้ถูกอธิบายไว้ในมาตรฐานขององค์การมาตรฐานสากล (International Organisation for Standardisation: ISO)
- d. คำนวณค่าเฉลี่ย (Mean Value) ของค่าเอ (A-value) ของแต่ละแกน โดยค่าเฉลี่ย $\bar{A}$ นี้คือ ค่าความแม่นยำการกำหนดตำแหน่งของแต่ละแกนของเครื่องรุ่นนั้น ($\bar{A}_x \bar{A}_y \dots$)
- e. เนื่องจากรายการหมวด 2 ได้กล่าวอ้างถึงแนวแกนเชิงเส้นแต่ละแนวแยกกัน ดังนั้นการระบุค่าความแม่นยำการกำหนดตำแหน่งแกนจึงต้องระบุให้ครบตามจำนวนแนวแกนเชิงเส้นที่มีอยู่ในเครื่องจักร
- f. ในกรณีที่แกนของรุ่นเครื่องจักรที่ไม่ถูกควบคุมโดย 2B001.a. ถึง 2B001.c. หรือ 2B201 มีค่าความแม่นยำในการกำหนดตำแหน่งแกนทีละบูไว้ ($\bar{A}$) เท่ากับ 6 ไมโครเมตร สำหรับเครื่องเจียรระไน (Grinding Machines) และ 8 ไมโครเมตรสำหรับเครื่องกัด (Milling Machines) และเครื่องกลึง (Turning Machines) หรือดีกว่า ควรกำหนดให้ผู้ผลิตเครื่องทำการยืนยันค่าความแม่นยำนี้ทุกๆ 18 เดือน

2B001

เครื่องมือกลและส่วนควมรวมของเครื่องมือดังกล่าว ที่ใช้สำหรับกัดเนื้อ (หรือใช้ตัด) วัสดุโลหะ เซรามิก หรือ “คอมโพสิต” (“Composites”) ซึ่งสามารถติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพิ่มเติมสำหรับการ “ควบคุมเชิงตัวเลข” (“Numerical Control”) ตามข้อกำหนดทางเทคนิคของผู้ผลิต และส่วนประกอบอื่นๆ ที่ออกแบบเป็นพิเศษ ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ โปรดดู 2B201 ประกอบ

⁽¹⁾ ผู้ผลิตที่คำนวณหาความแม่นยำในการกำหนดตำแหน่งตามมาตรฐานขององค์การมาตรฐานสากล (International Organisation for Standardisation: ISO) ISO 230/2 (1997) ควรปรึกษากับหน่วยงานที่รับผิดชอบของไทย

2B001 (ต่อ)

หมายเหตุ 1 2B001 ไม่ควบคุมเครื่องมือกลแบบพิเศษเพื่อใช้ในการผลิตเกียร์ สำหรับเครื่องมือกลเหล่านี้โปรดดูรายละเอียดใน 2B003 ประกอบ

หมายเหตุ 2 2B001 ไม่ควบคุมเครื่องมือกลแบบพิเศษเพื่อใช้ในการผลิตชิ้นส่วนอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- a. เฟลาข้อเหวี่ยง (Crankshafts) หรือเฟลาลูกเบี้ยว (Camshafts)
- b. เครื่องมือ (Tools) หรือใบมีดตัด (Cutters)
- c. ตัวหนอนสำหรับเครื่องรีดอัด (Extruder Worms) หรือ
- d. อัญมณีเจียรไนหรือแกะสลัก (Engraved or Facetted Jewellery Parts)

หมายเหตุ 3 เครื่องมือกลที่มีความสามารถอย่างน้อยสองประการจากสามประการ คือ การกลึง (Turning) การกัด (Milling) หรือการเจียรไน (Grinding) (เช่น เครื่องกลึงซึ่งสามารถทำงานกัดได้ด้วย) ต้องถูกพิจารณาที่จะความสามารถเทียบกับรายการที่ระบุไว้ใน 2B001.a., b. หรือ c.

หมายเหตุ สำหรับเครื่องขัดแต่งผิวสุดท้ายแบบออปติค (Optical Finishing Machine) โปรดดู 2B002 ประกอบ

a. เครื่องมือกลสำหรับงานกลึง (Turning) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

1. มีค่าความแม่นยำในการกำหนดตำแหน่งตามแนวแกนเส้นตรงใดๆ โดยมี “การวัดที่เป็นไปได้ทั้งหมด” (“All Compensations Available”) เท่ากับหรือน้อยกว่า (ดีกว่า) 6 ไมโครเมตร ตามมาตรฐานขององค์กรมาตรฐานสากล (International Organisation for Standardisation: ISO) ISO 230/2 (1988) ⁽¹⁾ หรือตามมาตรฐานแห่งชาติที่เทียบเท่า และ
2. มีแกนสองแกนหรือมากกว่า ซึ่งสามารถกำหนดพิกัดได้พร้อมกันเพื่อ “การควบคุมตามเส้นขอบรูป” (“Contouring Control”)

หมายเหตุ 2B001.a. ไม่ควบคุมเครื่องกลึงที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับผลิตคอนแทคเลนส์ (Contact Lenses) ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้

- a. ชุดควบคุมเครื่องถูกจำกัดไว้ให้สามารถใช้ได้กับซอฟต์แวร์เกี่ยวกับนัยน์ตา (Ophthalmic Based Software) เท่านั้น เพื่อป้องกันข้อมูลในการทำงาน และ
- b. ไม่มีระบบจับยึดชิ้นงานแบบสุญญากาศ (Vacuum Chucking)

b. เครื่องมือกลสำหรับงานกัด (Milling) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - a. มีค่าความแม่นยำในการกำหนดตำแหน่งตามแนวแกนเส้นตรงใดๆ โดยมี “การวัดที่เป็นไปได้ทั้งหมด” (“All Compensations Available”) เท่ากับหรือน้อยกว่า (ดีกว่า) 6 ไมโครเมตร ตามมาตรฐานขององค์กรมาตรฐานสากล (International Organisation for Standardisation: ISO) ISO 230/2 (1988) ⁽¹⁾ หรือตามมาตรฐานแห่งชาติที่เทียบเท่า และ
 - b. มีแกนเส้นตรงสามแกนและแกนหมุนหนึ่งแกน ซึ่งสามารถทำงานได้พร้อมกันเพื่อ “การควบคุมตามเส้นขอบรูป” (“Contouring Control”)
2. มีแกนห้าแกนหรือมากกว่า ซึ่งสามารถกำหนดพิกัดได้พร้อมกันเพื่อ “การควบคุมตามเส้นขอบรูป” (“Contouring Control”)
3. มีค่าความแม่นยำในการกำหนดตำแหน่งสำหรับเครื่องคว้านรู (Jig Boring) ตามแนวแกนเส้นตรงใดๆ โดยมี “การวัดที่เป็นไปได้ทั้งหมด” (“All Compensations Available”) เท่ากับหรือน้อยกว่า (ดีกว่า) 4 ไมโครเมตร ตามมาตรฐานขององค์กรมาตรฐานสากล (International Organisation for Standardisation: ISO) ISO 230/2 (1988) ⁽¹⁾ หรือตามมาตรฐานแห่งชาติที่เทียบเท่า หรือ
4. เครื่องมือกลสำหรับตัดโลหะด้วยการหมุน (Fly Cutting) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - a. มี “ค่าหมุนหนีศูนย์” (“Run-out”) และ “ค่าเบี้ยวหนีศูนย์” (“Camming”) ของหัวหมุน น้อยกว่า (ดีกว่า) 0.0004 มิลลิเมตร ค่าอ่านตามระบุรวม (Total Indicated Reading: TIR) และ

⁽¹⁾ ผู้ผลิตที่คำนวณหาความแม่นยำในการกำหนดตำแหน่ง ตามมาตรฐานขององค์กรมาตรฐานสากล (International Organisation for Standardisation: ISO) ISO 230/2 (1997) ควรปรึกษากับหน่วยงานที่รับผิดชอบของไทย

2B001

b. 4. (ต่อ)

- b. มีค่าเบี่ยงเบนเชิงมุม (Angular Deviation) ของการเคลื่อนที่แบบสไลด์ (มุมเงย [Yaw] มุมก้ม [Pitch] และมุมเอียง [Roll]) น้อยกว่า (ดีกว่า) 2 มิลลิเมตร ค่าอ่านตามระนาบรวม (Total Indicated Reading: TIR) มากกว่า 300 มิลลิเมตร ของการเคลื่อนที่
- c. เครื่องมือกลสำหรับงานเจียระไน (Grinding) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - 1. มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - a. มีค่าความแม่นยำในการกำหนดตำแหน่งตามแนวแกนเส้นตรงใดๆ โดยมี “การวัดที่เป็นไปได้ทั้งหมด” (“All Compensations Available”) เท่ากับหรือน้อยกว่า (ดีกว่า) 4 ไมโครเมตร ตามมาตรฐานขององค์การมาตรฐานสากล (International Organisation for Standardisation: ISO) ISO 230/2 (1988) ⁽¹⁾ หรือตามมาตรฐานแห่งชาติที่เทียบเท่า และ
 - b. มีแกนสามแกนหรือมากกว่า ซึ่งสามารถทำงานได้พร้อมกันเพื่อ “การควบคุมตามเส้นขอบรูป” (“Contouring Control”) หรือ
 - 2. มีแกนห้าแกนหรือมากกว่า ซึ่งสามารถทำงานได้พร้อมกันเพื่อ “การควบคุมตามเส้นขอบรูป” (“Contouring Control”)

หมายเหตุ 2B001.c. ไม่ควบคุมเครื่องเจียระไน (Grinding Machine) ดังต่อไปนี้

- a. เครื่องเจียระไน (Grinding Machines) รูปทรงกระบอกภายนอก ภายใน และทั้งภายนอก-ภายใน ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - 1. จำกัดเฉพาะงานเจียระไนรูปทรงกระบอก และ
 - 2. จำกัดความสามารถในการทำงานกับชิ้นงานที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกหรือความยาวสูงสุดเท่ากับ 150 มิลลิเมตร
- b. เครื่องมือกลที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับงานเจียระไนให้เป็นเครื่องเจียรแบบจับยึดชิ้นงาน (Jig Grinders) ซึ่งไม่มีแกน Z (Z-axis) หรือแกน W (W-axis) ซึ่งมีค่าความแม่นยำในการกำหนดตำแหน่ง โดยมี “การวัดที่เป็นไปได้ทั้งหมด” (“All Compensations Available”) น้อยกว่า (ดีกว่า) 4 ไมโครเมตร ตามมาตรฐานขององค์การมาตรฐานสากล (International Organisation for Standardisation: ISO) ISO 230/2 (1988) ⁽¹⁾ หรือตามมาตรฐานแห่งชาติที่เทียบเท่า
- c. เครื่องเจียรผิวราบ (Surface Grinders)
- d. เครื่องกัดเซาะโลหะด้วยตัวนำไฟฟ้า (Electrical Discharge Machines: EDM) ชนิดไม่ใช่ลวด (Non-wire) ที่มีแกนหมุนสองแกนหรือมากกว่า ซึ่งสามารถทำงานได้พร้อมกันเพื่อ “การควบคุมตามเส้นขอบรูป” (“Contouring Control”)
- e. เครื่องมือกลสำหรับการกัดเนื้อโลหะ เซรามิก หรือ “คอมโพสิต” (“Composites”) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - 1. การกัดเนื้อวัสดุโดยวิธีการอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. การฉีดน้ำหรือของเหลวอื่นด้วยความเร็วสูง ซึ่งรวมถึงการใช้ของเหลวที่มีการเจือด้วยสารขัดถู (Abrasive Additives)
 - b. การใช้ลำแสงอิเล็กตรอน (Electron Beam) หรือ
 - c. การใช้ลำแสง “เลเซอร์” (“Laser”) และ
 - 2. มีแกนหมุนอย่างน้อยสองแกนที่มีคุณลักษณะทั้งหมด ดังต่อไปนี้
 - a. สามารถทำงานได้พร้อมกันเพื่อ “การควบคุมตามเส้นขอบรูป” (“Contouring Control”) และ
 - b. มีค่าความแม่นยำในการกำหนดตำแหน่งน้อยกว่า (ดีกว่า) 0.003 องศา
- f. เครื่องมือกลสำหรับการเจาะรูลึก (Deep-hole-drilling Machines) และเครื่องมือกลสำหรับงานกลึงที่ดัดแปลงสำหรับการเจาะรูลึก ที่มีความสามารถในการเจาะรูลึกได้เกินกว่า 5 เมตร และส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับเครื่องมือกลดังกล่าว

⁽¹⁾ ผู้ผลิตที่คำนวณหาความแม่นยำในการกำหนดตำแหน่ง ตามมาตรฐานขององค์การมาตรฐานสากล (International Organisation for Standardisation: ISO) ISO 230/2 (1997) ควรปรึกษากับหน่วยงานที่รับผิดชอบของไทย

- 2B002 เครื่องมือกลสำหรับขัดแต่งผิวสุดท้ายแบบออปติก (Optical Finishing) ที่มีการควบคุมการทำงานด้วยระบบตัวเลข (Numerically Controlled) สำหรับการเลือกวัสดุที่ต้องการขัดออกในงานขัดผิวที่ไม่ใช่ทรงกลม ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
- a. ขัดแต่งผิวชิ้นงานที่มีขนาดเล็กกว่า (ดีกว่า) 1.0 ไมโครเมตร
 - b. ขัดแต่งผิวให้มีความขรุขระน้อยกว่า (ดีกว่า) 100 นาโนเมตร คิดแบบรากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย
 - c. มีแกนสี่แกนหรือมากกว่าซึ่งสามารถทำงานได้พร้อมกันเพื่อ “การควบคุมตามเส้นขอบรูป” (“Contouring Control”) และ
 - d. ใช้กระบวนการใดกระบวนการหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. การขัดผิวโดยใช้สารขัดในรูปแม่เหล็กเหลว (‘Magnetorheological Finishing: MRF’)
 2. การขัดผิวโดยใช้สารขัดเหลวที่ควบคุมความหนืดโดยสนามไฟฟ้า (‘Electrorheological Finishing: ERF’)
 3. ‘การขัดผิวโดยใช้ลำฝุ่นผงที่มีพลังงาน’ (‘Energetic Particle Beam Finishing’)
 4. ‘การขัดผิวโดยใช้แผ่นเยื่อพองลม’ (‘Inflatable Membrane Tool Finishing’)
 5. ‘การขัดผิวโดยใช้ของเหลวอัดแรงดัน’ (‘Fluid Jet Finishing’)

หมายเหตุทางเทคนิค

สำหรับการควบคุมตามวัตถุประสงค์ใน 2B002

1. ‘การขัดผิวโดยใช้สารขัดในรูปแม่เหล็กเหลว’ (‘Magnetorheological Finishing: MRF’) คือ กระบวนการขัดขัดสเตรต (Substrate) โดยใช้สารขัดในรูปแม่เหล็กเหลวที่มีการควบคุมความหนืดด้วยสนามแม่เหล็ก
2. ‘การขัดผิวโดยใช้สารขัดเหลวที่ควบคุมความหนืดโดยสนามไฟฟ้า’ (‘Electrorheological Finishing: ERF’) คือ กระบวนการขัดขัดสเตรต (Substrate) โดยใช้สารขัดที่เป็นของเหลวที่มีการควบคุมความหนืดโดยสนามไฟฟ้า
3. ‘การขัดผิวโดยใช้ลำฝุ่นผงที่มีพลังงาน’ (‘Energetic Particle Beam Finish’) โดยใช้พลาสมาอะตอมแบบรีแอ็กทีฟ (Reactive Atom Plasma: RAP) หรือรังสีไอออน (Ion-beams) เพื่อเลือกขัดวัสดุบางอย่างออกจากผิว
4. ‘การขัดผิวโดยใช้แผ่นเยื่อพองลม’ (‘Inflatable Membrane Tool Finishing’) คือ กระบวนการขัดซึ่งใช้แผ่นเยื่อพองลมที่ถูกอัดความดันจนเสียรูปและไปสัมผัสกับพื้นที่เล็กๆ บนชิ้นงาน
5. ‘การขัดผิวโดยใช้ของเหลวอัดแรงดัน’ (‘Fluid Jet Finishing’) ใช้ของเหลวความดันสูงในการกัดเนื้อวัสดุออก

- 2B003 เครื่องมือกลที่ “ควบคุมเชิงตัวเลข” (“Numerical Control”) หรือที่ควบคุมด้วยมือ รวมถึงส่วนประกอบ อุปกรณ์ ควบคุมและอุปกรณ์เสริมที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับเครื่องมอดดังกล่าว ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับงานขัดหยาบ (Shaving) งานขัดละเอียด (Finishing) งานเจียรไน (Grinding) หรือการขัดผิวชุบแข็ง (Honing) (ค่าความแข็งร็อกเวลล์ [Rc] = 40 หรือมากกว่า) ของเฟืองฟันตรง เฟืองฮิลิกซ์ และเฟืองฮิลิกซ์แบบฟันคู่ ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางของพิช (Pitch) เกินกว่า 1,250 มิลลิเมตร และมีความกว้างของฟันเกียร์เท่ากับร้อยละ 15 ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพิช (Pitch) หรือใหญ่กว่า และสามารถขัดจนได้คุณภาพตามมาตรฐานสมาคมผู้ผลิตเกียร์แห่งสหรัฐอเมริกา (American Gear Manufacturers' Association: AGMA) AGMA 14 หรือดีกว่า (เทียบเท่ามาตรฐานขององค์กรมาตรฐานสากล [International Organisation for Standardisation: ISO] ISO 1328 ระดับชั้น 3)

- 2B004 “เครื่องกดแบบแรงดันเท่ากันทุกทิศทาง” (“Isostatic Presses”) ที่สามารถใช้งานที่อุณหภูมิสูง โดยมีคุณลักษณะทั้งหมดตามที่ระบุด้านล่าง รวมถึงส่วนประกอบและอุปกรณ์เสริมที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับเครื่องกดดังกล่าว

หมายเหตุ โปรดดู 2B104 และ 2B204 ประกอบ

- a. สามารถควบคุมความร้อนของสภาพแวดล้อมภายในห้องปิด (Closed Cavity) และช่องว่างภายในห้อง (Chamber Cavity) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในเท่ากับ 406 มิลลิเมตร หรือมากกว่า และ

2B004

(ต่อ)

b. มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. สามารถสร้างความดันใช้งานสูงสุดมากกว่า 207 เมกะปาสกาล
2. มีการควบคุมความร้อนของสภาพแวดล้อมได้สูงกว่า 1,773 เคลวิน (1,500 องศาเซลเซียส) หรือ
3. มีอุปกรณ์สำหรับกระบวนการไฮโดรคาร์บอนอิมเพกเนชัน (Hydrocarbon Impregnation) และมีการกำจัดแก๊สที่ถูกปลดปล่อยออกมา

หมายเหตุทางเทคนิค

ขนาดภายในของห้อง คือ ขนาดห้องที่ควบคุมทั้งอุณหภูมิที่ทำงานและความดันที่ทำงานได้โดยไม่รวมถึงส่วนจับยึด (Fixtures) โดยขนาดดังกล่าวให้อธิบายขนาดที่เล็กกว่าของเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของห้องความดัน หรือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของห้องอบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าห้องใดอยู่ภายในอีกห้องหนึ่งจากทั้งสองห้อง

หมายเหตุ สำหรับแม่พิมพ์ (Dies) แบบพิมพ์ (Moulds) และเครื่องมือผลิต (Tooling) ที่ออกแบบเป็นพิเศษ โปรดดู 1B003 และ 9B009 ประกอบ

2B005

อุปกรณ์ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการชุบเคลือบผิว การเคลือบผิว และการควบคุมกระบวนการเคลือบผิว ชนิดอนินทรีย์ การเคลือบผิวและการปรับสภาพพื้นผิวสำหรับซับสเตรตที่ไม่ใช่ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (Non-electronic Substrates) โดยกระบวนการที่แสดงไว้ในตารางและหมายเหตุที่อยู่ด้านล่างถัดจาก 2E003.f. และส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อการเคลื่อนย้าย การจัดวางตำแหน่ง การจัดการและการควบคุมแบบอัตโนมัติสำหรับอุปกรณ์ ดังกล่าว ดังต่อไปนี้

a. อุปกรณ์สำหรับการเคลือบผิวด้วยไอทางเคมี (Chemical Vapour Deposition: CVD) ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้

หมายเหตุ โปรดดู 2B105 ประกอบ

1. กระบวนการที่ถูกดัดแปลงเพื่อให้เป็นอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- a. การเคลือบผิวด้วยไอทางเคมีแบบพัลส์ (Pulsating CVD)
- b. การเคลือบผิวทางความร้อนแบบควบคุมการเกิดนิวเคลียส (Controlled Nucleation Thermal Deposition: CNTD) หรือ
- c. การเคลือบผิวด้วยไอทางเคมีแบบพลาสมา หรือพลาสมาช่วย (Plasma Enhanced or Plasma Assisted CVD) และ

2. ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- a. ประกอบด้วยซีล (Seals) กันรั่วแบบหมุนที่สภาวะสุญญากาศสูง (เท่ากับหรือน้อยกว่า 0.01 ปาสกาล) หรือ
- b. ประกอบด้วยระบบควบคุมความหนาในขั้นตอนของการชุบเคลือบผิวในตัว

b. อุปกรณ์สำหรับเคลือบผิวด้วยวิธีไอออนอิมพลานเตชัน (Ion Implantation) ที่มีค่ากระแสของลำแสง เท่ากับ 5 มิลลิแอมป์ หรือมากกว่า

c. อุปกรณ์สำหรับการเคลือบผิวด้วยไอทางกายภาพ โดยใช้ลำแสงอิเล็กตรอน (Electron Beam Physical Vapour Deposition: EB-PVD) ที่มีขนาดกำลังไฟสูงกว่า 80 กิโลวัตต์ และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. มีระบบวัดระดับของเหลวในบ่อโดยใช้ “เลเซอร์” (“Laser”) สำหรับควบคุมอัตราการป้อนวัสดุอย่างแม่นยำ หรือ
2. มีการควบคุมอัตราเร็วในการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ บนพื้นฐานหลักการของภาพเรืองแสง (Photoluminescence) ของอะตอมไอออนไนซ์ (Ionised Atoms) ในกระแสไอระเหยเพื่อควบคุมอัตราเร็วในการเคลือบผิวของตัวชุบเคลือบที่ประกอบด้วยสารสองชนิดหรือมากกว่า

2B005

(ต่อ)

- d. อุปกรณ์สำหรับเคลือบผิวด้วยวิธีพ่นเคลือบแบบพลาสมา (Plasma Spraying) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้
1. สามารถทำงานที่สภาพบรรยากาศที่ถูกควบคุมการลดความดัน (เท่ากับหรือน้อยกว่า 10 กิโลปาสกาล โดยวัดจากด้านบนของหัวพ่นและห่างออกไปไม่เกิน 300 มิลลิเมตร จากหัวพ่น) ในห้องสุญญากาศที่สามารถสร้างสุญญากาศมีค่าเท่ากับ 0.01 ปาสกาล ก่อนหน้าที่จะเริ่มกระบวนการพ่น หรือ
 2. ประกอบด้วยระบบควบคุมความหนาในขั้นตอนของการชุบเคลือบผิวในตัว
- e. อุปกรณ์สำหรับการเคลือบผิวด้วยวิธีสปัตเตอร์ (Sputter Deposition) ที่มีค่าความหนาแน่นของกระแส (Current Densities) เท่ากับ 0.1 มิลลิแอมแปร์ต่อตารางเมตร หรือสูงกว่าที่อัตราการชุบเคลือบผิวเท่ากับ 15 ไมโครเมตรต่อชั่วโมง หรือมากกว่า
- f. อุปกรณ์สำหรับเคลือบผิวด้วยการอาร์คของแคโทด (Cathodic Arc Deposition) ที่ประกอบด้วยแผงกริดแม่เหล็กไฟฟ้า (Grid of Electromagnets) สำหรับควบคุมจุดอาร์คของขั้วแคโทด (Arc Spot on the Cathode)
- g. อุปกรณ์ชุบผิวด้วยวิธีการเคลือบผิวโดยใช้ไอออน (Ion Plating) ที่สามารถวัดอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้ในตัว
1. ความหนาของชั้นเคลือบบนซับสเตรต (Substrate) และอัตราเร็วในการเคลือบ หรือ
 2. คุณลักษณะทางด้านออปติคัล (Optical Characteristics)

หมายเหตุ 2B005 ไม่ควบคุมอุปกรณ์เคลือบผิวด้วยไอระเหยทางเคมี (Chemical Vapour Deposition) แบบคาโทดิกอาร์ค (Cathodic Arc) การเคลือบผิวด้วยวิธีสปัตเตอร์ (Sputter Deposition) ไอออนเพลตติ้ง (Ion Plating) หรือไอออนอิมพลานเตชัน (Ion Implantation) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการเคลือบผิวใบมีด (Cutting) หรือหัวเครื่องมือ (Machine Tools)

2B006

เครื่องตรวจวัดขนาดหรือระบบวัด อุปกรณ์ และ “ชุดประกอบอิเล็กทรอนิกส์” (“Electronic Assemblies”) ดังต่อไปนี้

- a. เครื่องมือตรวจวัดพิกัด (Coordinate Measuring Machines: CMM) ที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ หรือ “ควบคุมเชิงตัวเลข” (“Numerical Control”) มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ยอมรับได้แบบสามมิติ (เชิงปริมาตร) ของการวัดความยาว (E_0 , MPE) ณ จุดใดๆ ภายในระยะทำงานของเครื่องจักร (คือ ภายในระยะความยาวของแกนต่างๆ) เท่ากับหรือน้อยกว่า (เรียกว่า) $(1.7 + L/1,000)$ ไมโครเมตร (L คือ ค่าความยาวที่วัดเป็นมิลลิเมตร) ตามมาตรฐานขององค์การมาตรฐานสากล (International Organisation for Standardisation: ISO) ISO 10360-2 (2009)

หมายเหตุทางเทคนิค

ค่าของการวัดความยาว (E_0 , MPE) ของเครื่องมือตรวจวัดพิกัด (Coordinate Measuring Machines: CMM) ที่แม่นยำที่สุดตามที่ระบุไว้โดยผู้ผลิต (เช่น การใช้สิ่งที่ดีที่สุดของสิ่งต่อไปนี้ในการวัด หัววัด [Probe] ความยาวของปากกาแหลม [Stylus Length] ปัจจัยกำหนดด้านการเคลื่อนไหว [Motion Parameter] สิ่งแวดล้อม [Environment]) พร้อมทั้ง “การวัดที่เป็นไปได้ทั้งหมด” (“All Compensations Available”) ควรถูกนำมาเทียบกับค่า $1.7 + L/1,000$ ไมโครเมตร ซึ่งเป็นค่าเกณฑ์ที่ถูกกำหนดไว้

หมายเหตุ โปรโตคอล 2B206 ประกอบ

- b. เครื่องมือวัดการกระจัดเชิงเส้นและกระจัดเชิงมุม (Linear and Angular Displacement) ดังต่อไปนี้
1. ‘เครื่องมือวัดการกระจัดเชิงเส้น’ (“Linear Displacement”) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
- หมายเหตุทางเทคนิค**
- ตามวัตถุประสงค์ของ 2B006.b.1. ‘การกระจัดเชิงเส้น’ (“Linear Displacement”) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงระยะห่างระหว่างหัวของเครื่องวัดและวัตถุที่ทำการวัด
- a. ระบบการตรวจวัดแบบไม่ต้องสัมผัสที่มี “ค่าความละเอียด” (“Resolution”) เท่ากับหรือน้อยกว่า (เรียกว่า) 0.2 ไมโครเมตร สำหรับระยะการวัดที่ไม่เกิน 0.2 มิลลิเมตร
 - b. ระบบแปลงศักย์ไฟฟ้าเชิงเส้น (Linear Voltage Differential Transformer Systems) ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้
1. มีค่าคลาดเคลื่อน “ความเป็นเชิงเส้น” (“Linearity”) เท่ากับหรือน้อยกว่า (เรียกว่า) ร้อยละ 0.1 สำหรับระยะการวัดที่ไม่เกิน 5 มิลลิเมตร และ
 2. มีค่าคลาดเคลื่อนเท่ากับหรือน้อยกว่า (เรียกว่า) ร้อยละ 0.1 ต่อวัน ที่อุณหภูมิมาตรฐานของห้องทดสอบ ± 1 เคลวิน

2B006

b. 1. (ต่อ)

c. ระบบการวัด ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

1. มี “เลเซอร์” (“Laser”) และ
2. มีความสามารถทั้งหมดตามที่ระบุด้านล่างเป็นเวลาอย่างน้อย 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 20 ± 1 องศาเซลเซียส
 - a. มี “ค่าความละเอียด” (“Resolution”) ตลอดระยะที่ทำการวัดเท่ากับ 0.1 ไมโครเมตร หรือน้อยกว่า (ดีกว่า) และ
 - b. มีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง “ค่าความไม่แน่นอนของการวัด” (“Measurement Uncertainty”) เมื่อคิดชดเชยค่าดัชนีการหักเหของแสงในอากาศแล้วเท่ากับหรือน้อยกว่า (ดีกว่า) $(0.2 + L/2,000)$ ไมโครเมตร (L คือ ค่าความยาวที่วัดเป็นมิลลิเมตร) หรือ
- d. “ส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์” (“Electronic Assemblies”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อทำหน้าที่ป้อนข้อมูลกลับ (Feedback) ไปในระบบการวัดที่มีคุณลักษณะตรงตาม 2B006.b.1.c.

หมายเหตุ 2B006.b.1. ไม่ควบคุมระบบการวัดของอินเตอร์เฟอโรมิเตอร์ (Interferometer) ที่มีระบบควบคุมอัตโนมัติ ซึ่งออกแบบเพื่อใช้งานโดยไม่ใช้เทคนิคข้อมูลป้อนกลับที่ประกอบด้วย “เลเซอร์” (“Laser”) เพื่อวัดค่าความผิดพลาดในการเคลื่อนที่ของเครื่องมือกล เครื่องมือตรวจสอบขนาดรูปร่างของชิ้นงานหรืออุปกรณ์ที่คล้ายคลึงกัน

2. อุปกรณ์วัดการกระจัดเชิงมุม (Angular Displacement) ที่มี “ค่าความเบี่ยงเบนของพิกัดเชิงมุม” (“Angular Position Deviation”) เท่ากับหรือน้อยกว่า (ดีกว่า) 0.00025 องศา

หมายเหตุ 2B006.b.2. ไม่ควบคุมเครื่องมือออปติคัล (Optical) เช่น ออโตโคลลิมาเตอร์ (Autocollimators) ที่ใช้ลำแสงขนาน (Collimated Light) (เช่น แสงเลเซอร์ [Laser Light]) เพื่อตรวจหาการกระจัดเชิงมุม (Angular Displacement) ของกระจกเงา

c. อุปกรณ์สำหรับวัดความผิดปกติของพื้นผิวชิ้นงาน โดยการวัดการกระจายแสง (Scatter) เป็นฟังก์ชันของมุม โดยมีความแม่นยำในการวัดเท่ากับ 0.5 นาโนเมตร หรือน้อยกว่า (ดีกว่า)

หมายเหตุ 2B006 รวมถึงเครื่องมือกลนอกเหนือจากที่ระบุไว้ใน 2B001 ซึ่งสามารถใช้เป็นเครื่องมือวัดได้และเครื่องมือเหล่านั้นมีคุณสมบัติตามหรือดีกว่าเกณฑ์ที่ระบุไว้สำหรับความสามารถในการทำงานของเครื่องวัดนั้น

2B007

“หุ่นยนต์” (“Robots”) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ระบุด้านล่าง รวมถึงคอนโทรลเลอร์ (Controllers) และ “มือกล” (“End-effectors”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับหุ่นยนต์ดังกล่าว

หมายเหตุ โปรดดู 2B207 ประกอบ

a. มีความสามารถในการประมวลผลแบบสามมิติแบบเรียลไทม์ (Real Time) อย่างสมบูรณ์ หรือ ‘วิเคราะห์ภาพ’ (“Scene Analysis”) แบบสามมิติอย่างสมบูรณ์เพื่อสร้างหรือดัดแปลง “โปรแกรม” (“Programmes”) หรือเพื่อสร้างหรือดัดแปลงข้อมูลโปรแกรมเชิงตัวเลข (Numerical Programme)

หมายเหตุทางเทคนิค

คำจำกัดความของ ‘วิเคราะห์ภาพ’ (“Scene Analysis”) ไม่รวมถึงความสามารถในการประมาณค่าของมิติที่สามโดยการมองภาพจากมุมที่มองเห็น หรือด้วยการตีความภาพเกรย์สเกล (Grey Scale) อย่างจำกัดเพื่อกำหนดความลึกหรือพื้นผิวของงานที่กำหนดไว้สองมิติครึ่ง ($2^{1/2} D$)

b. ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อให้ใช้งานในสภาพแวดล้อมที่มีวัตถุระเบิดได้ตามมาตรฐานความปลอดภัยแห่งชาติ

หมายเหตุ 2B007.b. ไม่ควบคุม “หุ่นยนต์” (“Robots”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับใช้ในท้องพื้น

c. ออกแบบเป็นพิเศษหรือระบุว่าจะสามารถทนต่อรังสีในปริมาณมากกว่า 5×10^3 เกรย์ (ซิลิคอน) (Gy [Silicon]) โดยไม่ทำให้ความสามารถในการปฏิบัติงานลดลง หรือ

หมายเหตุทางเทคนิค

คำว่า เกรย์ (ซิลิคอน) (Gy [Silicon]) หมายถึง ปริมาณพลังงานมีหน่วยเป็นจูลต่อกิโลกรัม ที่ถูกดูดซับโดยตัวอย่างซิลิคอนที่ไม่มีฉากกันรังสีเมื่อสัมผัสไอออนไนซ์ (Ionising Radiation)

d. ออกแบบเป็นพิเศษให้ทำงานได้ที่ระดับความสูงมากกว่า 30,000 เมตร

- 2B008 ชุดอุปกรณ์หรือหน่วยอุปกรณ์ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับเครื่องมือกล หรือเครื่องมือวัด หรือระบบและอุปกรณ์ตรวจวัดขนาด ดังต่อไปนี้
- a. อุปกรณ์วัดตำแหน่งเชิงเส้นแบบป้อนข้อมูลกลับ (Linear Position Feedback Units) (เช่น อุปกรณ์ประเภทเหนี่ยวนำ [Inductive Type Devices] สเกลบอกระยะ [Graduated Scales] ระบบอินฟราเรด [Infrared Systems] หรือระบบ “เลเซอร์” [“Laser” Systems]) ที่มี “ค่าความแม่นยำ” (“Accuracy”) น้อยกว่า (ดีกว่า) $(800 + (600 \times L \times 10^{-3}))$ นาโนเมตร (L คือ ค่าความยาวที่วัดเป็นมิลลิเมตร)
- หมายเหตุ* สำหรับระบบ “เลเซอร์” (“Laser” Systems) โปรดดูหมายเหตุ 2B006.b.1.c. และ d. ประกอบ
- b. อุปกรณ์วัดตำแหน่งเชิงมุมแบบป้อนข้อมูลกลับ (Rotary Position Feedback Units) (เช่น อุปกรณ์ประเภทเหนี่ยวนำ [Inductive Type Devices] สเกลบอกระยะ [Graduated Scales] ระบบอินฟราเรด [Infrared Systems] หรือระบบ “เลเซอร์” [“Laser” Systems]) ที่มี “ค่าความแม่นยำ” (“Accuracy”) น้อยกว่า (ดีกว่า) 0.00025 องศา
- หมายเหตุ* สำหรับระบบ “เลเซอร์” (“Laser” Systems) โปรดดูหมายเหตุ 2B006.b.2 ประกอบ
- c. “โต๊ะหมุนขึ้นรูปคอมพาวด์” (“Compound Rotary Tables”) และ “แกนหมุนที่ปรับเอียงได้” (“Tilting Spindles”) ที่สามารถเพิ่มความสามารถเครื่องมือกลให้ได้ระดับเท่ากันหรือดีกว่าระดับที่ระบุไว้ใน 2B ตามข้อกำหนดทางเทคนิคของผู้ผลิต
- 2B009 เครื่องจักรขึ้นรูปด้วยกระบวนการหมุนขึ้นรูป (Spin-forming) และกระบวนการไหลขึ้นรูป (Flow-forming) ซึ่งตามข้อกำหนดทางเทคนิคของผู้ผลิต สามารถติดตั้งชุดอุปกรณ์ “ควบคุมเชิงตัวเลข” (“Numerical Control”) หรือใช้คอมพิวเตอร์ควบคุม และมีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้
- หมายเหตุ** โปรดดู 2B109 และ 2B209 ประกอบ
- a. มีแกนควบคุมได้สองแกนหรือมากกว่า ซึ่งอย่างน้อยสองแกนสามารถทำงานได้พร้อมกันเพื่อ “การควบคุมตามเส้นขอบรูป” (“Contouring Control”) และ
- b. แรงของลูกกลิ้งที่สามารถใช้ขึ้นรูปชิ้นงาน มากกว่า 60 กิโลนิวตัน
- หมายเหตุทางเทคนิค*
- เครื่องมือกลที่ประกอบด้วยฟังก์ชันการทำงานกระบวนการหมุนขึ้นรูป (Spin-forming) และกระบวนการไหลขึ้นรูป (Flow-forming) ตามวัตถุประสงค์ 2B009 ให้ถือเป็นเครื่องจักรที่ทำงานแบบกระบวนการไหลขึ้นรูป
- 2B104 “เครื่องกดแบบแรงดันเท่ากันทุกทิศทาง” (“Isostatic Presses”) นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 2B004 ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
- หมายเหตุ** โปรดดู 2B204 ประกอบ
- a. มีความดันใช้งานสูงสุดที่ 69 เมกะปาสคาล หรือมากกว่า
- b. ออกแบบเพื่อสร้างและรักษาสภาพแวดล้อมที่ควบคุมความร้อนได้เท่ากับ 873 เคลวิน (600 องศาเซลเซียส) หรือมากกว่า และ
- c. มีช่องว่างภายในที่ใช้ในกระบวนการแปรรูป ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในเท่ากับ 254 มิลลิเมตร หรือมากกว่า
- 2B105 เตาเผาอบในงานเคลือบผิวด้วยไอทางเคมี (Chemical Vapour Deposition: CVD) นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 2B005.a. ที่ออกแบบหรือดัดแปลงสำหรับเพิ่มค่าความหนาแน่นของวัสดุคอมโพสิตคาร์บอน-คาร์บอน (Carbon-carbon Composites)
- 2B109 เครื่องจักรขึ้นรูปกระบวนการไหลขึ้นรูป (Flow-forming) นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 2B009 และส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษ ดังต่อไปนี้
- หมายเหตุ** โปรดดู 2B209 ประกอบ
- a. เครื่องจักรกระบวนการไหลขึ้นรูป (Flow-forming) ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้
1. ตามข้อกำหนดทางเทคนิคของผู้ผลิต เครื่องนี้สามารถติดตั้งหน่วย “ควบคุมเชิงตัวเลข” (“Numerical Control”) หรือหน่วยควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ แม้ว่าจะยังไม่ได้มีการติดตั้งหน่วยดังกล่าวก็ตาม และ
 2. มีแกนมากกว่าสองแกน ซึ่งสามารถทำงานได้พร้อมกันเพื่อ “การควบคุมตามเส้นขอบรูป” (“Contouring Control”)

- 2B109 (ต่อ)
- b. ส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับใช้ในกระบวนการไหลขึ้นรูป (Flow-forming) ตามที่ระบุใน 2B009 หรือ 2B109.a.

หมายเหตุ 2B109 ไม่ควบคุมเครื่องมือที่ไม่สามารถนำไปใช้ในการผลิตส่วนประกอบและอุปกรณ์ให้แรงขับเคลื่อน (เช่น ตัวมอเตอร์ [Motor Cases]) สำหรับระบบต่างๆ ตามที่ระบุใน 9A005, 9A007.a. หรือ 9A105.a.

หมายเหตุทางเทคนิค

เครื่องมือกลที่ประกอบด้วยฟังก์ชันการทำงานของกระบวนการหมุนขึ้นรูป (Spin-forming) และ กระบวนการไหลขึ้นรูป (Flow-forming) ตามวัตถุประสงค์ 2B109 ให้ถือว่าเป็นเครื่องจักรที่ทำงานแบบกระบวนการไหลขึ้นรูป

- 2B116 ระบบทดสอบความสั่นสะเทือน (Vibration Test Systems) อุปกรณ์ และส่วนประกอบสำหรับระบบดังกล่าว ดังต่อไปนี้

- a. ระบบทดสอบความสั่นสะเทือนที่ใช้เทคนิคส่งข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) หรือเทคนิคควบคุมแบบปิด (Closed Loop) และประกอบด้วยคอนโทรลเลอร์แบบดิจิทัล (Digital Controllers) มีความสามารถสร้างแรงสั่นสะเทือนโดยเป็นระบบที่ค่าความเร่งเท่ากับหรือมากกว่า 10 กรัม คิดแบบรากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย ที่ค่าความถี่ระหว่าง 20 เฮิรตซ์ และ 2 กิโลเฮิรตซ์ ในขณะที่ส่งกำลังเท่ากับหรือมากกว่า 50 กิโลนิวตัน เมื่อวัดบน ‘โต๊ะเปล่า’ (‘Bare Table’)
- b. คอนโทรลเลอร์แบบดิจิทัล (Digital Controllers) ที่มีซอฟต์แวร์ (Software) ทดสอบความสั่นสะเทือนที่ออกแบบเป็นพิเศษ และมี ‘การควบคุมแบนด์วิดท์แบบเรียลไทม์’ (‘Real-time Control Bandwidth’) มากกว่า 5 กิโลเฮิรตซ์ ที่ออกแบบสำหรับใช้กับระบบทดสอบความสั่นสะเทือน ตามที่ระบุใน 2B116.a.

หมายเหตุทางเทคนิค

ใน 2B116.b. ‘การควบคุมแบนด์วิดท์แบบเรียลไทม์’ (‘Real-time Control Bandwidth’) หมายถึง อัตราสูงสุดที่ตัวควบคุมสามารถปฏิบัติงานได้ครบรอบของการคัดเลือกตัวอย่าง การประมวลผลข้อมูล และส่งสัญญาณการควบคุม

- c. หัวขับเคลื่อนแบบสั่นสะเทือน (Vibration Thrusters) (เครื่องเขย่า [Shaker Units]) ซึ่งมีหรือไม่มีเครื่องแอมพลิไฟเออร์ (Amplifiers) ที่เกี่ยวข้อง ที่สามารถสร้างแรงได้เท่ากับหรือมากกว่า 50 กิโลนิวตัน วัดบน ‘โต๊ะเปล่า’ (‘Bare Table’) และสามารถนำไปใช้ในระบบทดสอบความสั่นสะเทือน ตามที่ระบุใน 2B116.a.
- d. โครงสร้างส่วนรองรับชิ้นงานและหน่วยอิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบเพื่อประกอบเครื่องเขย่า (Shaker Units) หลายเครื่อง ให้เป็นระบบที่สามารถสร้างแรงสั่นรวมเท่ากับหรือมากกว่า 50 กิโลนิวตัน วัดบน ‘โต๊ะเปล่า’ (‘Bare Table’) และสามารถนำไปใช้ในระบบทดสอบความสั่นสะเทือน ตามที่ระบุใน 2B116.a.

หมายเหตุทางเทคนิค

ใน 2B116 ‘โต๊ะเปล่า’ (‘Bare Table’) หมายถึง โต๊ะหรือพื้นผิวที่ราบแบนที่ไม่มีตัวจับยึด (Fixture) หรือชุดประกอบใดๆ

- 2B117 อุปกรณ์และส่วนควบคุมกระบวนการ นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 2B004, 2B005.a., 2B104 หรือ 2B105 ที่ออกแบบหรือดัดแปลงสำหรับกระบวนการอัดแน่น (Densification) และการแยกสลายด้วยความร้อน (Pyrolysis) ของท่อไอพ่นจรวด (Rocket Nozzles) และปลายจรวดของยานอวกาศสำหรับกลับคืนสู่พื้นโลก (Reentry Vehicle Nose Tips) ที่ทำด้วยวัสดุโครงสร้างคอมโพสิต (Composite)

- 2B119 เครื่องปรับความสมดุล (Balancing Machines) และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ โปรตุเกส 2B219 ประกอบ

- a. เครื่องปรับความสมดุล (Balancing Machines) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
1. ไม่สามารถปรับความสมดุลของโรเตอร์ (Rotors)/เครื่องประกอบ ที่มีมวลมากกว่า 3 กิโลกรัม
 2. สามารถปรับความสมดุลของโรเตอร์ (Rotors)/เครื่องประกอบ ที่ความเร็วมากกว่า 12,500 รอบต่อนาที
 3. สามารถแก้ไขความไม่สมดุลในสองระนาบ หรือมากกว่า และ
 4. สามารถปรับความสมดุลของค่าความไม่สมดุลจำเพาะที่เท่ากับ 0.2 เท่าของแรงโน้มถ่วงโลก มิลลิเมตรต่อกิโลกรัมของมวลโรเตอร์ (Rotor Mass)

- 2B119 a. (ต่อ)
- หมายเหตุ 2B119.a. ไม่ควบคุมเครื่องปรับความสมดุลที่ออกแบบหรือดัดแปลงสำหรับอุปกรณ์ทันตกรรมหรืออุปกรณ์การแพทย์ด้านอื่น
- b. หัววัด (Indicator Heads) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงสำหรับใช้กับเครื่องมือกลตามที่ระบุใน 2B119.a.
- หมายเหตุทางเทคนิค
- หัววัด (Indicator Heads) บางครั้งเรียกว่า เครื่องวัดการปรับความสมดุล (Balancing Instrumentation)
- 2B120 เครื่องจำลองการเคลื่อนไหว (Motion Simulators) หรือแท่นวัดอัตราเคลื่อนไหว (Rate Tables) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
- a. มีสองแกนหรือมากกว่า
- b. ออกแบบหรือดัดแปลงเพื่อรองรับแหวนลิ้นรับแรงถ่านในไดนาโม (Slip Rings) หรืออุปกรณ์เสริมแบบไม่สัมผัส (Integrated Non-contact Devices) ที่สามารถส่งผ่านกำลังไฟฟ้า สัญญาณข้อมูล หรือทั้งสองอย่างได้ และ
- c. ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
1. สำหรับเครื่องแกนเดียว ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - a. มีความสามารถที่อัตราเท่ากับ 400 องศาต่อวินาที หรือมากกว่า หรือ 30 องศาต่อวินาที หรือน้อยกว่า และ
 - b. มีค่าอัตราความละเอียด (Rate Resolution) เท่ากับหรือน้อยกว่า 6 องศาต่อวินาที และมีค่าความแม่นยำ (Accuracy) เท่ากับหรือน้อยกว่า 0.6 องศาต่อวินาที
 2. มีอัตราส่วนความเสถียรของอัตราในกรณีแย่ที่สุด (Worst-case Rate Stability) เท่ากับหรือดีกว่า (น้อยกว่า) บวกหรือลบร้อยละ 0.05 โดยคิดจากการหาค่าเฉลี่ยจากช่วงที่กว้างกว่า 10 องศา หรือมากกว่า หรือ
 3. มี “ค่าความแม่นยำ” ในการกำหนดตำแหน่ง (Positioning “Accuracy”) เท่ากับหรือน้อยกว่า (ดีกว่า) 5 มิลลิเมตร
- หมายเหตุ 1 2B120 ไม่ควบคุมโต๊ะหมุน (Rotary Tables) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงสำหรับเครื่องมือกลหรืออุปกรณ์ทางการแพทย์ สำหรับการควบคุมโต๊ะหมุนของเครื่องมือกล โปรดดู 2B008 ประกอบ
- หมายเหตุ 2 เครื่องจำลองการเคลื่อนไหว หรือแท่นวัดอัตราเคลื่อนไหว (Rate Table) ที่ระบุไว้ใน 2B120 ยังคงถูกควบคุมไม่ว่าแหวนลิ้นหรืออุปกรณ์เสริมแบบไม่สัมผัส (Integrated Non-contact Devices) จะถูกติดตั้งไว้หรือไม่ก็ตามในขณะที่กำลังออกตัวเครื่องดังกล่าว
- 2B121 โต๊ะวางชิ้นงาน (Positioning Tables) (อุปกรณ์ที่สามารถกำหนดตำแหน่งในการหมุนได้อย่างละเอียดในแกนใดก็ตาม) นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 2B120 และมีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
- a. มีสองแกนหรือมากกว่า และ
- b. มี “ค่าความแม่นยำ” ในการกำหนดตำแหน่ง (Positioning “Accuracy”) เท่ากับหรือน้อยกว่า (ดีกว่า) 5 มิลลิเมตร
- หมายเหตุ 2B121 ไม่ควบคุมโต๊ะหมุน (Rotary Tables) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงสำหรับเครื่องมือกลหรืออุปกรณ์ทางการแพทย์ สำหรับการควบคุมโต๊ะหมุนของเครื่องมือกล โปรดดู 2B008 ประกอบ
- 2B122 เครื่องหมุนเหวี่ยงแยกของ (Centrifuges) ที่สามารถสร้างค่าความเร่งมากกว่า 100 กรัม และออกแบบหรือดัดแปลงเพื่อใช้กับแหวนลิ้นหรืออุปกรณ์เสริมแบบไม่สัมผัส (Integrated Non-contact Devices) ที่สามารถส่งผ่านกำลังไฟฟ้า สัญญาณข้อมูล หรือทั้งสองอย่างได้
- หมายเหตุ เครื่องหมุนเหวี่ยงแยกของ (Centrifuges) ที่ระบุไว้ใน 2B122 ยังคงถูกควบคุมไม่ว่าแหวนลิ้นหรืออุปกรณ์เสริมแบบไม่สัมผัส (Integrated Non-contact Devices) จะถูกติดตั้งไว้หรือไม่ก็ตาม ในขณะที่กำลังออกตัวเครื่องดังกล่าว

2B201 เครื่องมือกลและส่วนควมรวมของเครื่องมือกล นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 2B001 ตามที่ระบุด้านล่าง สำหรับการกัดเนื้อ (Removing) หรือการตัด (Cutting) วัสดุโลหะ เซรามิก หรือ “คอมโพสิต” (“Composites”) ซึ่งตามข้อกำหนดทางเทคนิคของผู้ผลิตสามารถที่จะติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพิ่มเติมเพื่อ “การควบคุมตามเส้นขอบรูป” (“Contouring Control”) ในสองแกนหรือมากกว่าได้พร้อมกัน

- a. เครื่องมือกลสำหรับงานกัด (Milling) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
1. มีค่าความแม่นยำในการกำหนดตำแหน่ง (Positioning Accuracies) ที่มี “การวัดที่เป็นไปได้ทั้งหมด” (“All Compensations Available”) เท่ากับหรือน้อยกว่า (ดีกว่า) 6 ไมโครเมตร ตามมาตรฐานขององค์กรมาตรฐานสากล (International Organisation for Standardisation: ISO) ISO 230/2 (1988) ⁽¹⁾ หรือตามมาตรฐานแห่งชาติที่เทียบเท่าตามแนวแกนเส้นตรงใดๆ หรือ
 2. มีแกนหมุนควบคุมตามเส้นขอบรูป (Contouring Rotary Axes) สองแกนหรือมากกว่า

หมายเหตุ 2B201.a. ไม่ควบคุมเครื่องกัด (Milling Machines) ที่มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

- a. เครื่องที่แนวแกน X เคลื่อนที่ได้มากกว่า 2 เมตร และ
- b. มีค่าความแม่นยำในการกำหนดตำแหน่งตลอดแนวแกน X มากกว่า (แย่กว่า) 30 ไมโครเมตร

- b. เครื่องมือกลสำหรับงานเจียรระไน (Grinding) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
1. มีค่าความแม่นยำในการกำหนดตำแหน่ง (Positioning Accuracies) ที่มี “การวัดที่เป็นไปได้ทั้งหมด” (“All Compensations Available”) เท่ากับหรือน้อยกว่า (ดีกว่า) 4 ไมโครเมตร ตามมาตรฐานขององค์กรมาตรฐานสากล (International Organisation for Standardisation: ISO) ISO 230/2 (1988) ⁽¹⁾ หรือตามมาตรฐานแห่งชาติที่เทียบเท่า ตามแนวแกนเส้นตรงใดๆ หรือ
 2. มีแกนหมุนควบคุมตามเส้นขอบรูป (Contouring Rotary Axes) สองแกนหรือมากกว่า

หมายเหตุ 2B201.b. ไม่ควบคุมเครื่องเจียรระไน (Grinding Machine) ดังต่อไปนี้

- a. เครื่องเจียรระไน (Grinding Machine) รูปทรงกระบอกภายนอก (Cylindrical External) ภายใน (Internal) และทั้งภายนอก-ภายใน (External-internal) ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้
 1. สามารถใช้กับชิ้นงานที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกหรือความยาวสูงสุดเท่ากับ 150 มิลลิเมตร และ
 2. แกนต่างๆ ถูกจำกัดไว้เฉพาะแกน X, Z และ C
- b. เครื่องเจียรแบบจับยึดชิ้นงาน (Jig Grinders) ที่ไม่มีแกน Z (Z-axis) หรือแกน W (W-axis) ซึ่งมีค่าความแม่นยำในการกำหนดตำแหน่ง (Positioning Accuracy) โดยรวมน้อยกว่า (ดีกว่า) 4 ไมโครเมตร ตามมาตรฐานขององค์กรมาตรฐานสากล (International Organisation for Standardisation: ISO) ISO 230/2 (1988) ⁽¹⁾ หรือตามมาตรฐานแห่งชาติที่เทียบเท่า

หมายเหตุ 1 2B201 ไม่ควบคุมเครื่องมือกลที่มีวัตถุประสงค์พิเศษที่ใช้สำหรับการผลิตชิ้นส่วนอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

- a. เกียร์ (Gears)
- b. เพลาข้อเหวี่ยง (Crankshafts) หรือเพลาลูกเบี้ยว (Camshafts)
- c. เครื่องมือ (Tools) หรือใบมีดตัด (Cutters)
- d. เครื่องรีดแบบตัวหนอน (Extruder Worms)

หมายเหตุ 2 เครื่องมือกลที่มีความสามารถอย่างน้อยสองในสามประการ คือ การกลึง (Turning) การกัด (Milling) หรือการเจียรระไน (Grinding) (เช่น เครื่องกลึงซึ่งสามารถทำงานกัดได้) ต้องถูกประเมินเปรียบเทียบกับรายการที่เกี่ยวข้องแต่ละรายการตาม 2B001.a. หรือ 2B201.a. หรือ b.

⁽¹⁾ ผู้ผลิตที่คำนวณค่าความแม่นยำในการกำหนดตำแหน่ง ตามมาตรฐานขององค์กรมาตรฐานสากล (International Organisation for Standardisation: ISO) ISO 230/2 (1997) ควรปรึกษากับหน่วยงานที่รับผิดชอบของไทย

2B204 “เครื่องกดแบบแรงดันเท่ากันทุกทิศทาง” (“Isostatic Presses”) นอกเหนือจากที่ระบุไว้ใน 2B004 หรือ 2B104 และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

- a. “เครื่องกดแบบแรงดันเท่ากันทุกทิศทาง” (“Isostatic Presses”) ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้
 1. สามารถสร้างความดันใช้งานสูงสุดเท่ากับ 69 เมกะปาสคาล หรือมากกว่า และ
 2. มีช่องว่างภายในห้องความดันที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในมากกว่า 152 มิลลิเมตร
- b. แม่พิมพ์ (Dies) แบบพิมพ์ (Moulds) และอุปกรณ์ควบคุม (Controls) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับ “เครื่องกดแบบแรงดันเท่ากันทุกทิศทาง” (“Isostatic Presses”) ตามที่ระบุใน 2B204.a.

หมายเหตุทางเทคนิค

ใน 2B204 ขนาดด้านในของห้อง คือ ขนาดห้องที่ควบคุมทั้งอุณหภูมิที่ทำงานและความดันที่ทำงานได้โดยไม่รวมถึงส่วนจับยึด (Fixtures) โดยขนาดดังกล่าวให้อธิบายขนาดที่เล็กกว่าของเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของห้องความดันหรือเส้นผ่านศูนย์กลางภายในห้องอบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าห้องใดอยู่ภายในอีกห้องหนึ่งจากทั้งสองห้อง

2B206 เครื่องตรวจวัดขนาด (Dimensional Inspection Machines) เครื่องมือวัดขนาด หรือระบบวัดขนาดต่างๆ นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 2B006 ดังต่อไปนี้

- a. เครื่องมือตรวจวัดพิกัด (Coordinate Measuring Machines: CMM) ที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์หรือควบคุมด้วยระบบตัวเลขที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้
 1. มีสองแกนหรือมากกว่า และ
 2. ความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ยอมรับได้ในการวัดความยาว (E_0 , MPE) ตามแกนใดๆ (มิติเดียว) ที่ถูกระบุเป็น E_{0x} , E_{0y} หรือ E_{0z} เท่ากับหรือน้อยกว่า (ดีกว่า) $(1.25 + L/1,000)$ ไมโครเมตร (เมื่อ L คือ ความยาววัดเป็นมิลลิเมตร) ที่จุดใดๆ ภายในขอบข่ายปฏิบัติการของเครื่องมือ (คือ ภายในความยาวของแกน) เมื่อทดสอบตามมาตรฐานขององค์การมาตรฐานสากล (International Organisation for Standardisation: ISO) ISO 10360-2 (2009)
- b. ระบบสำหรับการตรวจสอบเชิงเส้น (Linear-angular) และเชิงมุมของวัตถุรูปครึ่งเปลือกหอย (Hemishells) ได้พร้อมกัน ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้
 1. มี “ค่าความไม่แน่นอนของการวัด” (“Measurement Uncertainty”) ตามแนวแกนเชิงเส้นตรงใดๆ เท่ากับหรือน้อยกว่า (ดีกว่า) 3.5 ไมโครเมตร ต่อระยะวัด 5 มิลลิเมตร และ
 2. มี “ค่าความเบี่ยงเบนของพิกัดเชิงมุม” (“Angular Position Deviation”) เท่ากับหรือน้อยกว่า 0.02 องศา

หมายเหตุ 1 เครื่องมือกลที่สามารถใช้เป็นเครื่องมือที่ทำการวัดได้ต้องถูกควบคุม ถ้าอยู่ในเกณฑ์หรือดีกว่าเกณฑ์ที่กำหนดสำหรับฟังก์ชันเครื่องมือกลหรือฟังก์ชันเครื่องมือตรวจวัด

หมายเหตุ 2 เครื่องมือกลตามที่ระบุใน 2B206 ต้องถูกควบคุมถ้าหากมีช่วงการทำงานบางช่วงของเครื่องดีกว่าเกณฑ์ที่ควบคุม

หมายเหตุทางเทคนิค

ค่าพารามิเตอร์ (Parameters) ในการวัดใน 2B206 แสดงถึงค่าบวก/ค่าลบ คือ ไม่ใช่ค่ารวมทั้งหมด (Total Band)

2B207 “หุ่นยนต์” (“Robots”) “มือกล” (“End-effectors”) และอุปกรณ์ควบคุม นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 2B007 ดังต่อไปนี้

- a. “หุ่นยนต์” (“Robots”) หรือ “มือกล” (“End-effectors”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษตามมาตรฐานความปลอดภัยแห่งชาติ เพื่อใช้จัดการกับวัตถุระเบิดแรงสูง (ตัวอย่างเช่น ตามข้อกำหนดด้านไฟฟ้าสำหรับวัตถุระเบิดแรงสูง)
- b. อุปกรณ์ควบคุมที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับ “หุ่นยนต์” (“Robots”) หรือ “มือกล” (“End-effectors”) ชนิดใดๆ ตามที่ระบุใน 2B207.a.

2B209 เครื่องมือกลขึ้นรูปชนิดกระบวนการไหลขึ้นรูป (Flow-forming Machines) หรือกระบวนการหมุนขึ้นรูป (Spin-forming Machines) ที่สามารถทำงานกระบวนการไหลขึ้นรูป (Flow-forming) นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 2B009 หรือ 2B109 และแมนเดรล (Mandrel) ดังต่อไปนี้

- a. เครื่องมือกลที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้
 1. ลูกกลิ้งสามชุดหรือมากกว่า (ชนิดแอ็กทีฟ [Active] หรือบังคับทิศทาง [Guiding]) และ
 2. ตามข้อกำหนดทางเทคนิคของผู้ผลิตสามารถติดตั้งหน่วย “ควบคุมเชิงตัวเลข” (“Numerical Control”) หรือหน่วยควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์
- b. แมนเดรลเพื่อขึ้นรูปโรเตอร์ (Rotor-forming Mandrels) ที่ออกแบบเพื่อขึ้นรูปโรเตอร์ทรงกระบอก (Cylindrical Rotors) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในระหว่าง 75 มิลลิเมตร และ 400 มิลลิเมตร

หมายเหตุ 2B209.a. รวมถึงเครื่องมือกลซึ่งมีลูกกลิ้งเพียงชิ้นเดียวที่ออกแบบเพื่อเปลี่ยนรูปโลหะ และมีชุดลูกกลิ้งรองอีกสองชุดเพื่อรองรับแมนเดรล (Mandrel) แต่ไม่ได้ทำงานร่วมโดยตรงในกระบวนการเปลี่ยนรูปวัสดุ

2B219 เครื่องปรับความสมดุลแบบใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางหลายระนาบ (Centrifugal Multiplane Balancing Machines) ทั้งแบบตั้งประจำที่ หรือเคลื่อนที่ได้ทั้งแบบแนวนอนหรือแนวตั้ง ดังต่อไปนี้

- a. เครื่องปรับความสมดุลแบบใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Balancing Machines) ที่ออกแบบสำหรับปรับสมดุลโรเตอร์ (Rotors) แบบยึดหยุ่นได้ ที่มีความยาว 600 มิลลิเมตร หรือมากกว่าและมีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 1. มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของวงแกว่ง (Swing) หรือแกนเพลลา (Journal) มากกว่า 75 มิลลิเมตร
 2. มีสมรรถนะรองรับมวล ตั้งแต่ 0.9 ถึง 23 กิโลกรัม และ
 3. สามารถปรับสมดุลที่ความเร็วในการหมุนมากกว่า 5,000 รอบต่อนาที
- b. เครื่องปรับความสมดุลแบบใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Balancing Machines) ที่ออกแบบสำหรับปรับสมดุลส่วนประกอบโรเตอร์ (Rotor Components) ทรงกระบอกกลวง และที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 1. มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแกนเพลลา (Journal Diameter) มากกว่า 75 มิลลิเมตร
 2. มีสมรรถนะรองรับมวลตั้งแต่ 0.9 ถึง 23 กิโลกรัม
 3. สามารถปรับสมดุลจนลดค่าความไม่สมดุลเหลือเท่ากับหรือน้อยกว่า 0.01 กิโลกรัม × มิลลิเมตรต่อกิโลกรัมต่อระนาบ และ
 4. ชนิดขับเคลื่อนด้วยสายพาน

2B225 กลไกบังคับระยะไกล (Remote Manipulators) ที่สามารถใช้เพื่อควบคุมการทำงานจากระยะไกลของเครื่องแยกเคมีรังสี หรือห้องร้อน (Hot Cells) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- a. สามารถทำงานผ่านผนังของห้องร้อน (Hot Cell Wall) ที่มีความหนา 0.6 เมตร หรือมากกว่า (การทำงานผ่านฝาผนัง) หรือ
- b. สามารถทำงานข้ามเพดานของห้องร้อนที่มีความหนา 0.6 เมตร หรือมากกว่า (การทำงานข้ามเพดานห้อง)

หมายเหตุทางเทคนิค

กลไกบังคับระยะไกล (Remote Manipulators) ทำหน้าที่เปลี่ยนการควบคุมของมนุษย์ผู้บังคับไปเป็นการบังคับแขนกลและมือกลที่อยู่ในระยะไกลออกไป การบังคับอาจเป็นแบบ ‘มาสเตอร์/สเลฟ’ (‘Master/Slave’) หรือบังคับด้วยจอยสติ๊ก (Joystick) หรือแป้นพิมพ์ (Keypad)

2B226 เตาเหนี่ยวนำชนิดควบคุมบรรยากาศ (Controlled Atmosphere Induction Furnaces) (สุญญากาศ [Vacuum] หรือแก๊สเฉื่อย [Inert Gas]) และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำหรับเตาดังกล่าว ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ โปรตูด 3B ประกอบ

- a. เตา (Furnaces) ที่มีลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 1. สามารถทำงานที่อุณหภูมิสูงกว่า 1,123 เคลวิน (850 องศาเซลเซียส)
 2. มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 600 มิลลิเมตร หรือน้อยกว่า และ
 3. ออกแบบสำหรับใช้กับกำลังไฟฟ้าเข้าเท่ากับ 5 กิโลวัตต์ หรือมากกว่า
- b. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ที่ให้กำลังไฟเท่ากับ 5 กิโลวัตต์ หรือมากกว่า ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับเตา ตามที่ระบุใน 2B226.a.

หมายเหตุ 2B226.a. ไม่ควบคุมเตาที่ออกแบบสำหรับใช้ในกระบวนการผลิตเวเฟอร์วัสดุกึ่งตัวนำ (Semiconductor Wafers)

2B227 เตาสุญญากาศหรือเตาควบคุมบรรยากาศแบบอื่นเพื่อใช้ในงานหลอมและงานหล่อโลหะและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

- a. เตาหลอมแบบอาร์ค (Arc Remelt Furnaces) และเตาใช้ในงานหล่อ (Casting Furnaces) ที่มีคุณลักษณะทั้งสองอย่าง ดังนี้
 1. มีขนาดของอิเล็กโทรด (Consumable Electrode) ระหว่าง 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร และ 20,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร และ
 2. สามารถทำงานที่อุณหภูมิจุดหลอมเหลวสูงกว่า 1,973 เคลวิน (1,700 องศาเซลเซียส)
- b. เตาหลอมใช้ลำแสงอิเล็กตรอน (Electron Beam Melting Furnaces) และเตาพลาสมา (Plasma Atomisation) และเตาหลอม (Melting Furnaces) ที่มีคุณลักษณะทั้งสองอย่าง ดังนี้
 1. ให้กำลังเท่ากับ 50 กิโลวัตต์ หรือมากกว่า และ
 2. สามารถทำงานที่อุณหภูมิจุดหลอมเหลวสูงกว่า 1,473 เคลวิน (1,200 องศาเซลเซียส)
- c. ระบบควบคุมและติดตามด้วยคอมพิวเตอร์ ที่สามารถนำมาติดตั้งสำหรับเตาหลอมชนิดใดๆ ตามที่ระบุไว้ใน 2B227.a. หรือ b.

2B228 อุปกรณ์ผลิตหรือส่วนประกอบเครื่องโรเตอร์ (Rotor Fabrication or Assembly Equipment) อุปกรณ์จัดเรียงแกนโรเตอร์ (Rotor Straightening Equipment) แมนเดรลเพื่อขึ้นรูปเบลโลว์ (Bellows-forming Mandrels) และแม่พิมพ์ (Dies) ดังต่อไปนี้

- a. อุปกรณ์ประกอบเครื่องโรเตอร์ (Rotor Assembly Equipment) สำหรับประกอบชิ้นส่วนท่อโรเตอร์หมุนเหวี่ยงแก๊ส (Gas Centrifuge Rotor Tube) แผ่นกั้น (Baffles) และฝาปิดปลายท่อ (End Caps)

หมายเหตุ 2B228.a. รวมถึงแมนเดรลที่มีความละเอียดสูง (Precision Mandrels) อุปกรณ์จับ (Clamps) และเครื่องสวมอัดแบบหดตัว (Shrink Fit)

- b. อุปกรณ์จัดเรียงแกนโรเตอร์ (Rotor Straightening Equipment) สำหรับการปรับตำแหน่งแกนหมุนโรเตอร์แบบแก๊สเหวี่ยง (Gas Centrifuge Rotor Tube) เพื่อให้ได้ศูนย์

หมายเหตุทางเทคนิค

ใน 2B228.b. อุปกรณ์ดังกล่าวตามปกติแล้วประกอบด้วยเครื่องวัดที่มีความละเอียดสูงที่เชื่อมโยงไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งควบคุมการทำงานของเครื่องยกแบบนิวเมติก (Neumatic Rams) ซึ่งใช้สำหรับการตั้งศูนย์ท่อของโรเตอร์ (Rotor)

- c. แมนเดรลเพื่อขึ้นรูปเบลโลว์ (Bellows-forming Mandrels) และแม่พิมพ์ (Dies) สำหรับการผลิตเบลโลว์ชนิดสังวัตนาการเชิงเดี่ยว (Single-convolution Bellows)

หมายเหตุทางเทคนิค

ใน 2B228.c. นั้รวมเบลโลว์ (Bellows) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

1. มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในระหว่าง 75 มิลลิเมตรและ 400 มิลลิเมตร

- 2B228 c. (ต่อ)
2. มีความยาวเท่ากับหรือมากกว่า 12.7 มิลลิเมตร
 3. มีความลึกของรอยหยักแต่ละชุด (Single Convolution) มากกว่า 2 มิลลิเมตร และ
 4. ทำจากโลหะผสมอะลูมิเนียมที่มีความแข็งแรงสูง (High –strength Aluminium Alloys) เหล็กกล้าชุบแข็ง (Maraging Steel) หรือ “วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์” (“Fibrous or Filamentary Materials”) ที่มีความแข็งแรงสูง
- 2B230 “ตัวแปรสัญญาณความดัน” (“Pressure Transducers”) ที่สามารถวัดความดันสัมบูรณ์ได้ทุกจุดในช่วงค่า 0 ถึง 13 กิโลปาสกาล และที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้
- a. ส่วนประกอบที่ใช้วัดความดันทำจากหรือป้องกันด้วยอะลูมิเนียม (Aluminium) โลหะผสมอะลูมิเนียม (Aluminium Alloy) นิกเกิล (Nickel) หรือโลหะผสมนิกเกิล (Nickel Alloy) ที่มีนิกเกิลมากกว่าร้อยละ 60 โดยน้ำหนัก และ
 - b. มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. สำหรับเครื่องวัดที่วัดสูงสุดได้ 13 กิโลปาสกาล หรือต่ำกว่า มี ‘ค่าความแม่นยำ’ (‘Accuracy’) ต่ำกว่าร้อยละ ± 1 ของค่าสูงสุดที่เครื่องวัดได้ หรือ
 2. สำหรับเครื่องวัดที่วัดสูงสุดได้เท่ากับ 13 กิโลปาสกาล หรือมากกว่า มี ‘ค่าความแม่นยำ’ (‘Accuracy’) ต่ำกว่า ± 130 ปาสกาล

หมายเหตุทางเทคนิค

ตามวัตถุประสงค์ของ 2B230 ‘ค่าความแม่นยำ’ (‘Accuracy’) รวมถึงค่าความไม่เป็นเชิงเส้น (Non-linearity) ฮิสเทอรีซิส (Hysteresis) และความสามารถในการทำซ้ำ (Repeatability) ที่อุณหภูมิบรรยากาศปกติ

- 2B231 เครื่องสร้างสุญญากาศ (Vacuum Pumps) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
- a. มีขนาดท่อเข้า (Input Throat) เท่ากับหรือมากกว่า 380 มิลลิเมตร
 - b. มีความเร็วในการสูบ (Pumping Speed) เท่ากับหรือมากกว่า 15 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และ
 - c. สามารถทำให้เกิดสภาพสุญญากาศสูงสุดได้ต่ำกว่า 13 เมกะปาสกาล

หมายเหตุทางเทคนิค

1. ความเร็วในการสูบของเครื่องจะวัดจากการสูบแก๊สไนโตรเจน (Nitrogen Gas) หรืออากาศ
2. ค่าสภาพสุญญากาศสูงสุดจะวัดที่ช่องเข้าของเครื่องสูบ ในขณะที่ช่องเข้าของเครื่องสูบลูกปิด

- 2B232 ปืนยิงใช้แก๊สเบา (Multistage Light Gas Guns) หรือระบบยิงอื่นใดที่มีความเร็วสูง (ชนิดขดลวด [Coil] แม่เหล็กไฟฟ้า [Electromagnetic] และไฟฟ้าความร้อน [Electrothermal] และระบบที่ก้าวหน้าแบบอื่นๆ) ที่สามารถสร้างความเร่งที่ยิงออกไปได้เท่ากับ 2 กิโลเมตรต่อวินาที หรือมากกว่า

- 2B350 โรงงานผลิตสารเคมี อุปกรณ์ และส่วนประกอบ ดังต่อไปนี้
- a. ภาชนะทำปฏิกิริยาหรือเครื่องปฏิกรณ์ (Reaction Vessels or Reactors) มีหรือไม่มีเครื่องกวน (Agitators) มีปริมาตรภายในทั้งหมด (เชิงเรขาคณิต [Geometric]) มากกว่า 0.1 ลูกบาศก์เมตร (100 ลิตร) และน้อยกว่า 20 ลูกบาศก์เมตร (20,000 ลิตร) โดยที่พื้นผิวทั้งหมดของภาชนะที่ใช้ในกระบวนการเกิดปฏิกิริยาหรือใช้กักเก็บที่สัมผัสโดยตรงกับสารเคมี ทำมาจากวัสดุอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. ‘โลหะผสม’ (‘Alloys’) ที่มีนิกเกิล (Nickel) มากกว่าร้อยละ 25 และโครเมียม (Chromium) มากกว่าร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก
 2. ฟลูออโรพอลิเมอร์ (Fluoropolymers) (สารพอลิเมอร์หรือวัสดุที่ยืดหยุ่นได้ [Polymeric or Elastomeric Materials] ที่มีฟลูออรีน [Fluorine] มากกว่าร้อยละ 35 โดยน้ำหนัก)
 3. แก้ว (รวมทั้งวัสดุที่เปลี่ยนเป็นแก้ว หรือเคลือบอีนาเมล [Enamelled Coating] หรือมีผนังเป็นแก้ว [Glass Lining])
 4. นิกเกิล (Nickel) หรือ ‘โลหะผสม’ (‘Alloys’) ที่มีนิกเกิล มากกว่าร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก
 5. แทนทาลัม (Tantalum) หรือ ‘โลหะผสม’ แทนทาลัม (Tantalum ‘Alloys’)

2B350

a. (ต่อ)

6. ไทเทเนียม (Titanium) หรือ 'โลหะผสม' ไทเทเนียม (Titanium 'Alloys')
7. เซอร์โคเนียม (Zirconium) หรือ 'โลหะผสม' เซอร์โคเนียม (Zirconium 'Alloys') หรือ
8. ไนโอเบียม (Niobium) (โคลัมเบียม [Columbium]) หรือ 'โลหะผสม' ไนโอเบียม (Niobium 'Alloys')

b. เครื่องกวน (Agitators) สำหรับใช้ในภาชนะทำปฏิกิริยา หรือเครื่องปฏิกรณ์ ตามที่ระบุใน 2B350.a. และ ใบกวน (Impellers) ใบมีด (Blades) หรือเพลา (Shafts) ที่ออกแบบสำหรับเครื่องกวนดังกล่าว โดยที่พื้นผิวทั้งหมดของเครื่องกวนที่สัมผัสโดยตรงกับสารเคมีในกระบวนการกวนหรือในการกักเก็บ ได้ทำมาจากวัสดุอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. 'โลหะผสม' ('Alloys') ที่มีนิกเกิล (Nickel) มากกว่าร้อยละ 25 และโครเมียม (Chromium) มากกว่าร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก
2. ฟลูออโรพอลิเมอร์ (Fluoropolymers) (สารพอลิเมอร์หรือวัสดุที่ยืดหยุ่นได้ [Polymeric or Elastomeric Materials]) ที่มีฟลูออรีน [Fluorine] มากกว่าร้อยละ 35 โดยน้ำหนัก
3. แก้ว (รวมทั้งทำเป็นแก้ว หรือเคลือบอีนาเมล [Enamelled Coatings]) หรือมีผนังเป็นแก้ว [Glass Lining])
4. นิกเกิล (Nickel) หรือ 'โลหะผสม' ('Alloys') ที่มีนิกเกิลมากกว่าร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก
5. แทนทาลัม (Tantalum) หรือ 'โลหะผสม' แทนทาลัม (Tantalum 'Alloys')
6. ไทเทเนียม (Titanium) หรือ 'โลหะผสม' ไทเทเนียม หรือ (Titanium 'Alloys')
7. เซอร์โคเนียม (Zirconium) หรือ 'โลหะผสม' เซอร์โคเนียม (Zirconium 'Alloys') หรือ
8. ไนโอเบียม (Niobium) (โคลัมเบียม [Columbium]) หรือ 'โลหะผสม' ไนโอเบียม (Niobium 'Alloys')

c. ถังเก็บ (Storage Tanks) ถังบรรจุ (Containers) หรือถังรับ (Receivers) ที่มีปริมาตรภายในทั้งหมด (เชิงเรขาคณิต [Geometric]) มากกว่า 0.1 ลูกบาศก์เมตร (100 ลิตร) โดยที่พื้นผิวทั้งหมดที่สัมผัสตรงกับสารเคมี ทำมาจากวัสดุอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. 'โลหะผสม' ('Alloys') ที่มีนิกเกิล (Nickel) มากกว่าร้อยละ 25 และโครเมียม (Chromium) มากกว่าร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก
2. ฟลูออโรพอลิเมอร์ (Fluoropolymers) (สารพอลิเมอร์หรือวัสดุที่ยืดหยุ่นได้ [Polymeric or Elastomeric Materials]) ที่มีฟลูออรีน [Fluorine] มากกว่าร้อยละ 35 โดยน้ำหนัก
3. แก้ว (รวมทั้งทำเป็นแก้ว หรือเคลือบอีนาเมล [Enamelled Coatings]) หรือมีผนังเป็นแก้ว [Glass Lining])
4. นิกเกิล (Nickel) หรือ 'โลหะผสม' ('Alloys') ที่มีนิกเกิลมากกว่าร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก
5. แทนทาลัม (Tantalum) หรือ 'โลหะผสม' แทนทาลัม (Tantalum 'Alloys')
6. ไทเทเนียม (Titanium) หรือ 'โลหะผสม' ไทเทเนียม หรือ (Titanium 'Alloys')
7. เซอร์โคเนียม (Zirconium) หรือ 'โลหะผสม' เซอร์โคเนียม (Zirconium 'Alloys') หรือ
8. ไนโอเบียม (Niobium) (โคลัมเบียม [Columbium]) หรือ 'โลหะผสม' ไนโอเบียม (Niobium 'Alloys')

d. ตัวแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchangers) หรือตัวควบแน่น (Condensers) ที่มีพื้นที่ของพื้นผิวสำหรับแลกเปลี่ยนความร้อน มากกว่า 0.15 ตารางเมตร และน้อยกว่า 20 ตารางเมตร และท่อ (Tubes) แผ่นเพลท (Plates) ขดลวด (Coils) หรือบล็อก (Blocks) (แกน) ที่ออกแบบสำหรับแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchangers) หรือตัวควบแน่น (Condensers) โดยที่พื้นผิวทั้งหมดที่สัมผัสตรงกับสารเคมีในระหว่างถ่ายเทความร้อนทำมาจากวัสดุอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. 'โลหะผสม' ('Alloys') ที่มีนิกเกิล (Nickel) มากกว่าร้อยละ 25 และโครเมียม (Chromium) มากกว่าร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก
2. ฟลูออโรพอลิเมอร์ (Fluoropolymers) (สารพอลิเมอร์หรือวัสดุที่ยืดหยุ่นได้ [Polymeric or Elastomeric Materials]) ที่มีฟลูออรีน [Fluorine] มากกว่าร้อยละ 35 โดยน้ำหนัก
3. แก้ว (รวมทั้งทำเป็นแก้ว หรือเคลือบอีนาเมล [Enamelled Coatings]) หรือมีผนังเป็นแก้ว [Glass Lining])
4. กราไฟต์ (Graphite) หรือ 'คาร์บอนกราไฟต์' ('Carbon Graphite')
5. นิกเกิล (Nickel) หรือ 'โลหะผสม' ('Alloys') ที่มีนิกเกิลมากกว่าร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก

2B350

d. (ต่อ)

6. แทนทาลัม (Tantalum) หรือ 'โลหะผสม' แทนทาลัม (Tantalum 'Alloys')
 7. ไทเทเนียม (Titanium) หรือ 'โลหะผสม' ไทเทเนียม หรือ (Titanium 'Alloys')
 8. เซอร์โคเนียม (Zirconium) หรือ 'โลหะผสม' เซอร์โคเนียม (Zirconium 'Alloys')
 9. ซิลิคอนคาร์ไบด์ (Silicon Carbide)
 10. ไทเทเนียมคาร์ไบด์ (Titanium Carbide) หรือ
 11. ไนโอเบียม (Niobium) (โคลัมเบียม [Columbium]) หรือ 'โลหะผสม' ไนโอเบียม (Niobium 'Alloys')
- e. คอลัมน์กลั่นหรือดูดซึม (Distillation or Absorption Columns) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในมากกว่า 0.1 เมตร และตัวกระจายของเหลว (Liquid Distributors) ตัวกระจายไอ (Vapour Distributors) หรือตัวเก็บของเหลว (Liquid Collectors) ที่ออกแบบสำหรับคอลัมน์กลั่นหรือดูดซึม (Distillation or Absorption Columns) ดังกล่าว โดยที่พื้นผิวทั้งหมดที่สัมผัสโดยตรงกับสารเคมีในกระบวนการทำมาจากวัสดุอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้
1. 'โลหะผสม' ('Alloys') ที่มีนิกเกิล (Nickel) มากกว่าร้อยละ 25 และโครเมียม (Chromium) มากกว่าร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก
 2. ฟลูออโรพอลิเมอร์ (Fluoropolymers) (สารพอลิเมอร์หรือวัสดุที่ยืดหยุ่นได้ [Polymeric or Elastomeric Materials] ที่มีฟลูออรีน [Fluorine] มากกว่าร้อยละ 35 โดยน้ำหนัก)
 3. แก้ว (รวมทั้งทำเป็นแก้ว หรือเคลือบอีนาเมล [Enamelled Coatings] หรือมีผนังเป็นแก้ว [Glass Lining])
 4. กราไฟต์ (Graphite) หรือ 'คาร์บอนกราไฟต์' ('Carbon Graphite')
 5. นิกเกิล (Nickel) หรือ 'โลหะผสม' ('Alloys') ที่มีนิกเกิลมากกว่าร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก
 6. แทนทาลัม (Tantalum) หรือ 'โลหะผสม' แทนทาลัม (Tantalum 'Alloys')
 7. ไทเทเนียม (Titanium) หรือ 'โลหะผสม' ไทเทเนียม หรือ (Titanium 'Alloys')
 8. เซอร์โคเนียม (Zirconium) หรือ 'โลหะผสม' เซอร์โคเนียม (Zirconium 'Alloys') หรือ
 9. ไนโอเบียม (Niobium) (โคลัมเบียม [Columbium]) หรือ 'โลหะผสม' ไนโอเบียม (Niobium 'Alloys')
- f. อุปกรณ์เติมสารที่บังคับจากระยะไกล โดยที่พื้นผิวทั้งหมดที่สัมผัสโดยตรงกับสารเคมีในกระบวนการทำมาจากวัสดุอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
1. 'โลหะผสม' ('Alloys') ที่มีนิกเกิล (Nickel) มากกว่าร้อยละ 25 และโครเมียม (Chromium) มากกว่าร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก หรือ
 2. นิกเกิล (Nickel) หรือ 'โลหะผสม' ('Alloys') ที่มีนิกเกิลมากกว่าร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก
- g. วาล์ว (Valves) ที่มี 'ค่าขนาดระบุ' ('Nominal Sizes') มากกว่า 10 มิลลิเมตร และเรือนวาล์ว (ตัววาล์ว [Valve Bodies]) หรือ ผนังวาล์วทำจากวัสดุพรีฟอร์ม (Preformed) ที่ออกแบบสำหรับวาล์วดังกล่าว โดยที่พื้นผิวทั้งหมดที่สัมผัสโดยตรงกับสารเคมีในกระบวนการหรือการกักเก็บทำมาจากวัสดุอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้
1. 'โลหะผสม' ('Alloys') ที่มีนิกเกิล (Nickel) มากกว่าร้อยละ 25 และโครเมียม (Chromium) มากกว่าร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก
 2. ฟลูออโรพอลิเมอร์ (Fluoropolymers) (สารพอลิเมอร์หรือวัสดุที่ยืดหยุ่นได้ [Polymeric or Elastomeric Materials] ที่มีฟลูออรีน [Fluorine] มากกว่าร้อยละ 35 โดยน้ำหนัก)
 3. แก้ว (รวมทั้งทำเป็นแก้ว หรือเคลือบอีนาเมล [Enamelled Coatings] หรือมีผนังเป็นแก้ว [Glass Lining])
 4. นิกเกิล (Nickel) หรือ 'โลหะผสม' ('Alloys') ที่มีนิกเกิลมากกว่าร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก
 5. แทนทาลัม (Tantalum) หรือ 'โลหะผสม' แทนทาลัม (Tantalum 'Alloys')
 6. ไทเทเนียม (Titanium) หรือ 'โลหะผสม' ไทเทเนียม หรือ (Titanium 'Alloys')
 7. เซอร์โคเนียม (Zirconium) หรือ 'โลหะผสม' เซอร์โคเนียม (Zirconium 'Alloys')
 8. ไนโอเบียม (Niobium) (โคลัมเบียม [Columbium]) หรือ 'โลหะผสม' ไนโอเบียม (Niobium 'Alloys') หรือ

2B350

g. (ต่อ)

9. วัสดุที่เป็นเซรามิก (Ceramic Materials) ดังต่อไปนี้

- ซิลิคอนคาร์ไบด์ (Silicon Carbide) ที่มีความบริสุทธิ์ร้อยละ 80 หรือมากกว่าโดยน้ำหนัก
- อะลูมิเนียมออกไซด์ (Aluminium Oxide) (อะลูมินา [Alumina]) ที่มีความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.9 หรือมากกว่าโดยน้ำหนัก
- เซอร์โคเนียมออกไซด์ (Zirconium Oxide) (เซอร์โคเนีย [Zirconia])

หมายเหตุทางเทคนิค

‘ค่าขนาดระบุ’ (‘Nominal Size’) หมายถึง ขนาดซึ่งเล็กกว่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของทางเข้าและทางออก

h. ท่อชนิดผนังหลายชั้น (Multi-walled Piping) ที่ประกอบด้วยช่องตรวจสอบการรั่ว โดยที่พื้นผิวทั้งหมดที่สัมผัสโดยตรงกับสารเคมีในกระบวนการหรือถูกกักเก็บทำมาจากวัสดุอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- ‘โลหะผสม’ (‘Alloys’) ที่มีนิกเกิล (Nickel) มากกว่าร้อยละ 25 และโครเมียม (Chromium) มากกว่าร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก
- ฟลูออโรพอลิเมอร์ (Fluoropolymers) (สารพอลิเมอร์หรือวัสดุที่ยืดหยุ่นได้ [Polymeric or Elastomeric Materials]) ที่มีฟลูออรีน [Fluorine] มากกว่าร้อยละ 35 โดยน้ำหนัก
- แก้ว (รวมทั้งทำเป็นแก้วหรือเคลือบอีนาเมล [Enamelled Coatings]) หรือมีผนังเป็นแก้ว [Glass Lining]
- กราไฟต์ (Graphite) หรือ ‘คาร์บอนกราไฟต์’ (‘Carbon Graphite’)
- นิกเกิล (Nickel) หรือ ‘โลหะผสม’ (‘Alloys’) ที่มีนิกเกิลมากกว่าร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก
- แทนทาลัม (Tantalum) หรือ ‘โลหะผสม’ แทนทาลัม (Tantalum ‘Alloys’)
- ไทเทเนียม (Titanium) หรือ ‘โลหะผสม’ ไทเทเนียม หรือ (Titanium ‘Alloys’)
- เซอร์โคเนียม (Zirconium) หรือ ‘โลหะผสม’ เซอร์โคเนียม (Zirconium ‘Alloys’) หรือ
- ไนโอเบียม (Niobium) (โคลัมเบียม [Columbium]) หรือ ‘โลหะผสม’ ไนโอเบียม (Niobium ‘Alloys’)

i. ปั๊มชนิดกันรั่วหลายชั้น (Multiple-seal Pumps) และปั๊มไม่มีกันรั่ว (Seal-less Pumps) ระบุไว้โดยผู้ผลิตว่ามีอัตราการไหลสูงสุดมากกว่า 0.6 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง หรือปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pumps) ที่มีระบุไว้โดยผู้ผลิตว่ามีอัตราการไหลสูงสุดมากกว่า 5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง (ภายใต้สภาพอุณหภูมิมาตรฐาน (273 เคลวิน [0 องศาเซลเซียส]) และความดัน [101.3 กิโลปาสคาล]) และตัวเรือนปั๊ม (ตัวเครื่องปั๊ม [Pump Bodies]) ผนังวาล์วทำจากวัสดุพรีฟอร์ม (Preformed) ใบพัด (Impellers) โรเตอร์ (Rotors) หรือหัวฉีดชนิดปั๊มเจ็ท (Jet Pump Nozzles) ที่ออกแบบสำหรับปั๊มดังกล่าว โดยที่พื้นผิวทั้งหมดที่สัมผัสโดยตรงกับสารเคมีในกระบวนการทำมาจากวัสดุอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- ‘โลหะผสม’ (‘Alloys’) ที่มีนิกเกิล (Nickel) มากกว่าร้อยละ 25 และโครเมียม (Chromium) มากกว่าร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก
- เซรามิก (Ceramics)
- เฟอร์โรซิลิคอน (Ferro-silicon) (โลหะผสมเหล็กที่มีซิลิคอน [Silicon Iron Alloys] ผสมอยู่สูง)
- ฟลูออโรพอลิเมอร์ (Fluoropolymers) (สารพอลิเมอร์หรือวัสดุที่ยืดหยุ่นได้ [Polymeric or Elastomeric Materials]) ที่มีฟลูออรีน [Fluorine] มากกว่าร้อยละ 35 โดยน้ำหนัก
- แก้ว (รวมทั้งทำเป็นแก้ว หรือเคลือบอีนาเมล [Enamelled Coatings]) หรือมีผนังเป็นแก้ว [Glass Lining]
- กราไฟต์ (Graphite) หรือ ‘คาร์บอนกราไฟต์’ (‘Carbon Graphite’)
- นิกเกิล (Nickel) หรือ ‘โลหะผสม’ (‘Alloys’) ที่มีนิกเกิลมากกว่าร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก
- แทนทาลัม (Tantalum) หรือ ‘โลหะผสม’ แทนทาลัม (Tantalum ‘Alloys’)
- ไทเทเนียม (Titanium) หรือ ‘โลหะผสม’ ไทเทเนียม หรือ (Titanium ‘Alloys’)
- เซอร์โคเนียม (Zirconium) หรือ ‘โลหะผสม’ เซอร์โคเนียม (Zirconium ‘Alloys’) หรือ
- ไนโอเบียม (Niobium) (โคลัมเบียม [Columbium]) หรือ ‘โลหะผสม’ ไนโอเบียม (Niobium ‘Alloys’)

2B350

(ต่อ)

j. เตาเผาขยะ (Incinerators) ที่ออกแบบเพื่อทำลายสารเคมีตามรายการที่ระบุไว้ใน 1C350 ที่มีระบบท่อส่งของเสียที่ออกแบบเป็นพิเศษ ระบบจัดการพิเศษและห้องเผาไหม้ (Combustion Chamber) ที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยมากกว่า 1,273 เคลวิน (1,000 องศาเซลเซียส) โดยที่พื้นผิวทั้งหมดในระบบท่อส่งของเสียที่สัมผัสโดยตรงกับของเสียถูกทำจากหรือเคลือบด้วยวัสดุอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. 'โลหะผสม' ('Alloys') ที่มีนิกเกิล (Nickel) มากกว่าร้อยละ 25 และโครเมียม (Chromium) มากกว่าร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก
2. เซรามิก (Ceramics) หรือ
3. นิกเกิล (Nickel) หรือ 'โลหะผสม' ('Alloys') ที่มีนิกเกิลมากกว่าร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก

หมายเหตุทางเทคนิค

1. 'คาร์บอนกราไฟท์' ('Carbon Graphite') คือ วัสดุที่ประกอบขึ้นด้วยคาร์บอนและกราไฟท์ (Graphite) ที่ยังไม่แตกสลาย ที่มีปริมาณของกราไฟท์ร้อยละ 8 หรือมากกว่าโดยน้ำหนัก
2. สำหรับวัสดุต่างๆ ที่อยู่ในรายการที่กล่าวข้างบน คำว่า 'โลหะผสม' ('Alloy') เมื่อไม่ได้ระบุสัดส่วนของส่วนประกอบอื่นมาด้วยถือว่าเป็นการระบุชื่อโลหะผสม โดยเรียกจากการที่มีส่วนผสมของโลหะที่ระบุชื่อในสัดส่วนที่สูงกว่าส่วนประกอบอื่นโดยน้ำหนัก

2B351

ระบบติดตามตรวจสอบแก๊สพิษ (Toxic Gas Monitoring Systems) และอุปกรณ์ตรวจจับที่ทำงานโดยเฉพาะต่างๆ ตามที่ระบุด้านล่าง นอกเหนือจากที่ระบุไว้ใน 1A004 และเครื่องตรวจจับ (Detectors) อุปกรณ์ตรวจวัด (Sensor Devices) ช่องใส่เซนเซอร์ (Sensor Cartridges) แบบเปลี่ยนได้เพื่อใช้กับระบบดังกล่าว

- a. ออกแบบสำหรับการทำงานต่อเนื่องและใช้สำหรับการตรวจหาสารที่ใช้ในสงครามเคมี หรือสารเคมีต่างๆ ตามที่ระบุไว้ใน 1C350 ที่ความเข้มข้นน้อยกว่า 0.3 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หรือ
- b. ออกแบบสำหรับการตรวจจับปฏิกิริยาโคลินเอสเตอเรส (Cholinesterase)

2B352

อุปกรณ์ที่สามารถใช้ในการจัดการกับวัสดุชีวภาพ (Biological Materials) ดังต่อไปนี้

- a. โรงเก็บวัสดุชีวภาพแบบสมบูรณ์ ใช้มาตรฐานการเก็บในระดับ P3, P4

หมายเหตุทางเทคนิค

ระดับการเก็บ P3 หรือ P4 (BL3, BL4, L3, L4) คือ มาตรฐานตามที่กำหนดในเอกสารคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการด้านความปลอดภัยด้านชีวภาพขององค์การอนามัยโลก (WHO Laboratory Biosafety Manual) (ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ 2004)

- b. เครื่องเฟอร์เมนเตอร์ (Fermenters) ที่สามารถเพาะเลี้ยง "จุลชีพ" ("Microorganisms") ไวรัสที่ก่อให้เกิดโรค หรือที่สามารถผลิตสารพิษ (Toxin) โดยไม่เกิดละอองในอากาศ และมีขนาดจุลรวมเท่ากับ 20 ลิตร หรือมากกว่า

หมายเหตุทางเทคนิค

เครื่องเฟอร์เมนเตอร์ (Fermenters) รวมถึงถังปฏิกรณ์ทางชีว (Bioreactors) คีโมสแตท (Chemostats) และระบบไหลวนแบบต่อเนื่อง (Continuous-flow Systems)

- c. เครื่องแยกแบบใช้แรงหมุนเหวี่ยง (Centrifugal Separators) ที่สามารถทำการแยกได้อย่างต่อเนื่อง โดยไม่ทำให้เกิดละอองในอากาศ ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

1. อัตราการไหลมากกว่า 100 ลิตรต่อชั่วโมง
2. ส่วนประกอบทำจากเหล็กกล้าไร้สนิมขัดเงาหรือไทเทเนียม (Titanium)
3. ข้อต่อมีปะเก็นกันรั่วหนึ่งแห่งหรือมากกว่า อยู่ภายในพื้นที่เก็บกักไอน้ำ และ
4. สามารถทำการฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำในภาชนะปิดได้ในตัว

หมายเหตุทางเทคนิค

เครื่องแยกแบบใช้แรงหมุนเหวี่ยง (Centrifugal Separators) รวมถึงเครื่องแยกกาก (Decanters)

2B352

(ต่อ)

d. อุปกรณ์กรองแบบไหลวน (Cross [Tangential] Flow Filtration Equipment) และส่วนประกอบ ดังต่อไปนี้

1. อุปกรณ์กรองแบบไหลวน (Cross [Tangential] Flow Filtration Equipment) ที่สามารถทำการแยกจุลชีพ (Micro-organisms) ที่ก่อโรค ไวรัส (Viruses) พิษ (Toxins) หรือ การเพาะเซลล์ (Cell Cultures) โดยไม่ทำให้เกิดละอองในอากาศ ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - a. มีพื้นที่ในการกรองทั้งหมดเท่ากับหรือมากกว่า 1 ตารางเมตร และ
 - b. มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. สามารถทำให้สะอาดโดยฆ่าเชื้อ (Sterilised) หรือ ปลอดภัย (Disinfected) ณ ที่ปฏิบัติการได้ในตัว หรือ
 2. ใช้ชิ้นส่วนในการกรองแบบใช้แล้วทิ้ง หรือใช้ครั้งเดียว

หมายเหตุทางเทคนิค

ใน 2B352.d.1.b. คำว่าฆ่าเชื้อ (Sterilised) หมายถึง การกำจัดจุลชีพที่มีอยู่ทั้งหมดจากเครื่องอุปกรณ์ โดยการใช้วิธีการทางกายภาพ (เช่น ใช้ไอน้ำ) หรือใช้สารเคมี ส่วนคำว่าทำให้ปลอดภัย (Disinfected) หมายถึง การทำลายสภาพการติดเชื้อที่อาจเป็นไปได้ในอุปกรณ์โดยการใช้สารเคมีที่มีผลในการฆ่าเชื้อโรค ซึ่งคำว่าทำให้ปลอดภัย (Disinfection) และการฆ่าเชื้อ (Sterilisation) มีความแตกต่างจากคำว่า การสุขาภิบาล (Sanitisation) เนื่องจากคำว่า การสุขาภิบาล (Sanitisation) นั้นหมายถึงขั้นตอนในการทำความสะอาดที่กำหนดเพื่อลดจุลชีพในอุปกรณ์โดยไม่จำเป็นต้องกำจัดเชื้อที่มีชีวิตหรือมีการติดเชื้อทั้งหมด

2. ส่วนประกอบขององค์ประกอบกรองไหลวน (Cross [Tangential] Flow Filtration Components) (เช่น มอดูล [Modules] ชิ้นส่วนต่างๆ [Elements] คาสเซต [Cassettes] คาร์ทริดจ์ [Cartridges] หน่วย [Units] หรือแผ่น [Plates]) ที่มีพื้นที่การกรองเท่ากับหรือมากกว่า 0.2 ตารางเมตร สำหรับส่วนประกอบแต่ละส่วน และที่ออกแบบสำหรับใช้ในอุปกรณ์กรองแบบไหลวน (Cross [Tangential] Flow Filtration Equipment) ตามที่ระบุใน 2B352.d.

หมายเหตุ 2B352.d. ไม่ควบคุมอุปกรณ์ชนิดรีเวอร์สออสโมซิส (Reverse Osmosis Equipment) ตามที่ระบุไว้โดยผู้ผลิต

- e. อุปกรณ์การทำแห้งแบบแช่แข็งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ (Steam Sterilisable Freeze Drying Equipment) ที่มีสมรรถนะของเครื่องคอนเดนเซอร์ (Condenser) ที่ทำน้ำแข็งได้มากกว่า 10 กิโลกรัม ใน 24 ชั่วโมง และน้อยกว่า 1,000 กิโลกรัม ใน 24 ชั่วโมง
- f. อุปกรณ์ป้องกันและเก็บบรรจุ ดังต่อไปนี้

1. ชุดป้องกันเต็มตัวหรือครึ่งตัว หรือที่คลุมศีรษะซึ่งติดกับสายท่ออากาศจากภายนอกและทำงานโดยใช้ความดันอากาศ

หมายเหตุ 2B352.f.1 ไม่ควบคุมชุดที่ออกแบบเพื่อใส่ได้โดยมีอุปกรณ์ช่วยหายใจในตัวเอง (Self-contained Breathing Apparatus)

2. ตู้เก็บหรือเครื่องไอโซเลเตอร์ (Isolators) ที่รักษาความปลอดภัยทางชีวภาพระดับชั้น 3 (Class III) ที่สามารถทำงานได้คล้ายกัน

หมายเหตุ ใน 2B352.f.2. เครื่องไอโซเลเตอร์ (Isolators) รวมถึง ตู้ตัดแยกเชื้อแบบอ่อน (Flexible Isolators) ตู้กันความชื้น (Dry Boxes) ตู้เพาะเชื้อในสภาวะไร้ออกซิเจน (Anaerobic Chambers) ตู้เป้ม (Glove Boxes) และ ตู้ปลอดภัย (Laminar Flow Hoods) (ไม่มีการไหลของลมในแนวตั้ง [Closed with Vertical Flow])

- g. ห้องที่ออกแบบสำหรับการทดสอบหาการแพร่กระจายในอากาศที่มี “จุลชีพ” (“Microorganisms”) ไวรัส (Viruses) หรือ “สารพิษ” (“Toxins”) และมีความสามารถบรรจุเท่ากับ 1 ลูกบาศก์เมตร หรือมากกว่า

2C

วัสดุ

ไม่มี

2D	ซอฟต์แวร์
2D001	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 2D002 ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) “การผลิต” (“Production”) หรือ “การใช้งาน” (“Use”) อุปกรณ์ตามที่ระบุใน 2A001 หรือ 2B001 ถึง 2B009
2D002	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) สำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เมื่อฝังตัวอยู่ในอุปกรณ์หรือระบบอิเล็กทรอนิกส์ จะทำให้อุปกรณ์หรือระบบดังกล่าวนี้ทำงานเป็นหน่วย “ควบคุมเชิงตัวเลข” (“Numerical Control”) ที่สามารถควบคุมการทำงานมากกว่าสี่แกนพร้อมกันเพื่อ “การควบคุมตามเส้นขอบรูป” (“Contouring Control”)
	<i>หมายเหตุ 1</i> 2D002 ไม่ควบคุม “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับการทำงานของเครื่องมือกลที่ไม่ได้ระบุในหมวด 2
	<i>หมายเหตุ 2</i> 2D002 ไม่ควบคุม “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ระบุไว้ใน 2B002 โปรดดู 2D001 สำหรับ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ระบุไว้ใน 2B002 ประกอบ
2D101	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับ “การใช้งาน” (“Use”) ในอุปกรณ์ตามที่ระบุใน 2B104, 2B105, 2B109, 2B116, 2B117 หรือ 2B119 ถึง 2B122
	หมายเหตุ โปรดดู 9D004 ประกอบ
2D201	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับ “การใช้งาน” (“Use”) ในอุปกรณ์ตามที่ระบุใน 2B204, 2B206, 2B207, 2B209, 2B219 หรือ 2B227
2D202	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) “การผลิต” (“Production”) หรือ “การใช้งาน” (“Use”) สำหรับอุปกรณ์ตามที่ระบุใน 2B201
2D351	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) อื่นใดนอกจากที่ระบุไว้ใน 1D003 ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะเพื่อ “การใช้งาน” (“Use”) ในอุปกรณ์ที่ระบุไว้ใน 2B351

2E	เทคโนโลยี
2E001	“เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไปสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) อุปกรณ์ หรือ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ตามที่ระบุใน 2A, 2B หรือ 2D
2E002	“เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไปสำหรับ “การผลิต” (“Production”) อุปกรณ์ตามที่ระบุใน 2A หรือ 2B
2E003	“เทคโนโลยี” (“Technology”) อื่นๆ ดังต่อไปนี้ “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) ระบบงานกราฟิกแบบอินเทอร์แอคทีฟ (Interactive Graphics) โดยเป็นส่วนที่บูรณาการอยู่ในอุปกรณ์ “ควบคุมเชิงตัวเลข” (“Numerical Control”) สำหรับการจัดเตรียมหรือการดัดแปลงโปรแกรมทำชิ้นงาน “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับกระบวนการแปรรูปงานโลหะ ดังต่อไปนี้ “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับการออกแบบเครื่องมือ แม่พิมพ์ (Dies) หรืออุปกรณ์จับยึด (Fixtures) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับกระบวนการอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้ “การขึ้นรูปแบบซูเปอร์พลาสติก” (“Superplastic Forming”) “การประสานแบบแพร่” (“Diffusion Bonding”) หรือ “การกดด้วยแรงไฮดรอลิกโดยตรง” (“Direct-acting Hydraulic Pressing”) - ข้อมูลทางเทคนิคที่ประกอบด้วยวิธีการแปรรูปหรือค่าตัวแปรในกระบวนการตามรายการด้านล่างนี้ “การขึ้นรูปแบบซูเปอร์พลาสติก” (“Superplastic Forming”) ของโลหะผสมอะลูมิเนียม (Aluminium Alloys) โลหะผสมไทเทเนียม (Titanium Alloys) หรือ “ซูเปอร์อัลลอย” (“Superalloys”) - การเตรียมพื้นผิว - อัตราความเครียดของวัสดุ (Strain Rate) - อุณหภูมิ - ความดัน “การประสานแบบแพร่” (“Diffusion Bonding”) ของ “ซูเปอร์อัลลอย” (“Superalloys”) หรือโลหะผสมไทเทเนียม (Titanium Alloys) - การเตรียมพื้นผิว - อุณหภูมิ - ความดัน “การกดด้วยแรงไฮดรอลิกโดยตรง” (“Direct-acting Hydraulic Pressing”) ของโลหะผสมอะลูมิเนียม หรือโลหะผสมไทเทเนียม (Titanium Alloys) - ความดัน - เวลาในการทำงาน - กระบวนการ “การอัดแน่นคงที่แบบร้อน” (“Hot Isostatic Densification”) ของโลหะผสมไทเทเนียม (Titanium Alloys) โลหะผสมอะลูมิเนียม (Aluminium Alloys) หรือ “ซูเปอร์อัลลอย” (“Superalloys”) - อุณหภูมิ - ความดัน - เวลาในการทำงาน “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “การผลิต” (“Production”) เครื่องจักรแบบยืดขึ้นรูปโดยใช้ความดัน (Hydraulic Stretch-forming Machines) และแม่พิมพ์ (Dies) สำหรับการผลิตโครงสร้างอากาศยาน

2E003 (ต่อ)

- d. “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) ระบบสร้างคำสั่งของเครื่องมือกล (เช่น โปรแกรมทำชิ้นส่วน) จากข้อมูลการออกแบบที่อยู่ภายในหน่วย “ควบคุมเชิงตัวเลข” (“Numerical Control”)
- e. “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) การบูรณาการ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) สำหรับรวมระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert Systems) สำหรับสนับสนุนการตัดสินใจแบบก้ำวหน้าเกี่ยวกับการทำงานช้อปฟลอร์ (Shop Floor) เข้าไว้ในหน่วย “ควบคุมเชิงตัวเลข” (“Numerical Control”)
- f. “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับการใช้การชุบเคลือบผิวแบบอนินทรีย์ (Inorganic) หรือการชุบเคลือบเพื่อเปลี่ยนแปลงพื้นผิวแบบอนินทรีย์ (ตามที่ระบุในคอลัมน์ที่ 3 ของตารางถัดไป) บนซับสเตรตที่ไม่ใช่ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (Non-electronic Substrates) (ตามที่ระบุในคอลัมน์ที่ 2 ของตารางถัดไป) โดยกระบวนการตามที่ระบุในคอลัมน์ที่ 1 ของตารางถัดไป และตามที่ระบุในหมายเหตุทางเทคนิค

หมายเหตุ ตารางและหมายเหตุทางเทคนิคอยู่ด้านหลังต่อจาก 2E301

หมายเหตุ ควรอ่านตารางนี้เพื่อระบุเทคโนโลยีของกระบวนการชุบเคลือบอย่างใดอย่างหนึ่ง เมื่อผิวหลังการชุบเคลือบในคอลัมน์ 3 อยู่ในบรรทัดตรงกับกับซับสเตรต (Substrate) ที่เกี่ยวข้องในคอลัมน์ 2 เช่น ข้อมูลทางเทคนิคของการเคลือบผิวด้วยไอทางเคมี (Chemical Vapour Deposition: CVD) ได้ถูกรวมไว้ในส่วนของการใช้ซิลิไซด์ (Silicides) กับซับสเตรตที่ทำจาก “เมทริกซ์” “คอมโพสิต” ชนิดคาร์บอน-คาร์บอน เซรามิกและโลหะ (Carbon-carbon, Ceramic and Metal “Matrix” “Composites” Substrates) แต่ไม่ได้รวมไว้ในส่วนของการใช้ซิลิไซด์กับซับสเตรต “ซีเมนต์เต็งสเตนคาร์ไบด์” (“Cemented Tungsten Carbide”) (16) “ซิลิคอนคาร์ไบด์” (“Silicon Carbide”) (18) ในกรณีที่ผิวหลังการชุบเคลือบไม่ได้อยู่ในบรรทัดตรงกับข้ามกับรายการ “ซีเมนต์เต็งสเตนคาร์ไบด์” (“Cemented Tungsten Carbide”) (16) “ซิลิคอนคาร์ไบด์” (“Silicon Carbide”) (18) ในคอลัมน์ 2

- 2E101 “เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไปสำหรับ “การใช้งาน” (“Use”) อุปกรณ์หรือ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ตามที่ระบุใน 2B004, 2B009, 2B104, 2B109, 2B116, 2B119 ถึง 2B122 หรือ 2D101
- 2E201 “เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไป สำหรับ “การใช้งาน” (“Use”) อุปกรณ์หรือ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ตามที่ระบุใน 2A225, 2A226, 2B001, 2B006, 2B007.b., 2B007.c., 2B008, 2B009, 2B201, 2B204, 2B206, 2B207, 2B209, 2B225 ถึง 2B232, 2D201 หรือ 2D202
- 2E301 “เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไป สำหรับ “การใช้งาน” (“Use”) ของสินค้าตามที่ระบุใน 2B350 ถึง 2B352

ตาราง

เทคนิคการชุบเคลือบ

1. กระบวนการชุบเคลือบ (1) (*)	2. ซับสเตรต (Substrate)	3. ผิวหลังการชุบเคลือบ (Resultant Coating)
A. การเคลือบผิวด้วยไอทางเคมี (Chemical Vapour Deposition: CVD)	“ซูเปอร์อัลลอย” (“Superalloys”)	อะลูมิไนด์ (Aluminides) สำหรับผิวด้านใน
	เซรามิก (19) และ แก้วขยายตัวต่ำ (14)	ซิลิไซด์ (Silicides) คาร์ไบด์ (Carbides) ชั้นไดอิเล็กทริก (Dielectric Layers) (15) เพชร คาร์บอนคล้ายเพชร (17)
	“เมทริกซ์” “คอมโพสิต” ชนิดคาร์บอน-คาร์บอน เซรามิกและโลหะ (Carbon-carbon, Ceramic and Metal “Matrix” “Composites”)	ซิลิไซด์ (Silicides) คาร์ไบด์ (Carbides) โลหะทนไฟ (Refractory Metals) สารผสมต่างๆ ดังกล่าว (Mixtures Thereof) (4) ชั้นไดอิเล็กทริก (Dielectric Layers) (15) อะลูมิไนด์ (Aluminides)

1. กระบวนการชุบเคลือบ (1) (*)	2. ซับสเตรต (Substrate)	3. ผิวหลังการชุบเคลือบ (Resultant Coating)
B. การเคลือบผิวด้วยไอทางกายภาพ โดยใช้การระเหยด้วยความร้อน (Thermal-evaporation Physical Vapour Deposition: TE-PVD) B.1. การเคลือบผิวด้วยไอทาง กายภาพ (Physical Vapour Deposition: PVD): การเคลือบ ผิวด้วยไอทางกายภาพ โดยใช้ ลำแสงอิเล็กตรอน (Electron- Beam: EB-PVD)	ซีเมนต์ดัดทั้งสแตนคาร์ไบด์ (Cemented Tungsten Carbide) (16) ซิลิคอน คาร์ไบด์ (Silicon Carbide) (18)	อะลูมิเนียมผสม (Alloyed Aluminides) (2) โบรอนไนไตรด์ (Boron Nitride)
	โมลิบดีนัม (Molybdenum) และ โลหะผสมโมลิบดีนัม (Molybdenum Alloys)	คาร์ไบด์ (Carbides) ทังสเทน (Tungsten) สารผสมต่างๆ ดังกล่าว (Mixtures Thereof) (4) ชั้นไดอิเล็กทริก (Dielectric Layers) (15)
	เบอริลเลียม (Beryllium) และ โลหะผสมเบอริลเลียม (Beryllium Alloys)	ชั้นไดอิเล็กทริก (Dielectric Layers) (15) เพชร คาร์บอนคล้ายเพชร (17)
	วัสดุทำจอเครื่องเซนเซอร์ (Sensor Window Materials) (9)	ชั้นไดอิเล็กทริก (Dielectric Layers) (15) เพชร คาร์บอนคล้ายเพชร (17)
	“ซูเปอร์อัลลอย” (“Superalloys”)	ซิลิไซด์ผสม (Alloyed Silicides) อะลูมิเนียมผสม (Alloyed Aluminides) (2) MCrAlX (5) เซอร์โคเนียแปรสภาพ (Modified Zirconia) (12) ซิลิไซด์ (Silicides) อะลูมิเนียม (Aluminides) สารผสมต่างๆ ดังกล่าว (Mixtures Thereof) (4)
	เซรามิก (19) และแก้วที่ขยายตัวต่ำ (Low-expansion Glasses) (14)	ชั้นไดอิเล็กทริก (Dielectric Layers) (15)
	เหล็กกล้าที่ทนทานการกัดกร่อน (Corrosion Resistant Steel) (7)	MCrAlX (5) เซอร์โคเนียแปรสภาพ (Modified Zirconia) (12) สารผสมต่างๆ ดังกล่าว (Mixtures Thereof) (4)
	“เมทริกซ์” “คอมโพสิต” ชนิด คาร์บอน-คาร์บอน เซรามิกและโลหะ (Carbon-carbon, Ceramic and Metal “Matrix” “Composites”)	ซิลิไซด์ (Silicides) คาร์ไบด์ (Carbides) โลหะทนไฟ (Refractory Metals) สารผสมต่างๆ ดังกล่าว (Mixtures Thereof) (4) ชั้นไดอิเล็กทริก (Dielectric Layers) (15) โบรอนไนไตรด์ (Boron Nitride)
	ซีเมนต์ดัดทั้งสแตนคาร์ไบด์ (Cemented Tungsten Carbide) (16) ซิลิคอน คาร์ไบด์ (Silicon Carbide) (18)	คาร์ไบด์ (Carbides) ทังสเทน (Tungsten) สารผสมต่างๆ ดังกล่าว (Mixtures Thereof) (4) ชั้นไดอิเล็กทริก (Dielectric Layers) (15)

1. กระบวนการชุบเคลือบ (1) (*)	2. ซับสเตรต (Substrate)	3. ผิวหลังการชุบเคลือบ (Resultant Coating)
B.2. การเคลือบผิวด้วยไอทางกายภาพโดยใช้ความร้อนจากตัวต้านทานไฟฟ้าและไอออนช่วย (Ion Assisted Resistive Heating Physical Vapour Deposition: PVD) (การเคลือบผิวโดยใช้ไอออน [Ion Plating])	โมลิบดีนัม (Molybdenum) และโลหะผสมโมลิบดีนัม (Molybdenum Alloys)	ชั้นไดอิเล็กทริก (Dielectric Layers) (15)
	เบริลเลียม (Beryllium) และโลหะผสมเบริลเลียม (Beryllium Alloys)	ชั้นไดอิเล็กทริก (Dielectric Layers) (15) บอไรด์ (Borides) เบริลเลียม (Beryllium)
	วัสดุทำจอเครื่องเซนเซอร์ (Sensor Window Materials) (9)	ชั้นไดอิเล็กทริก (Dielectric Layers) (15)
	โลหะผสมไทเทเนียม (Titanium Alloys) (13)	บอไรด์ (Borides) ไนไตรด์ (Nitrides)
	เซรามิก (19) และแก้วที่ขยายตัวต่ำ (Low-expansion Glasses) (14)	ชั้นไดอิเล็กทริก (Dielectric Layers) (15) คาร์บอนคล้ายเพชร (17)
	“เมทริกซ์” “คอมโพสิต” ชนิดคาร์บอน-คาร์บอน เซรามิกและโลหะ (Carbon-carbon, Ceramic and Metal “Matrix” “Composites”)	ชั้นไดอิเล็กทริก (Dielectric Layers) (15)
	ซีเมนต์แข็งทนคาร์ไบด์ (Cemented Tungsten Carbide) (16) ซิลิคอนคาร์ไบด์ (Silicon Carbide)	ชั้นไดอิเล็กทริก (Dielectric Layers) (15)
	โมลิบดีนัม (Molybdenum) และโลหะผสมโมลิบดีนัม (Molybdenum Alloys)	ชั้นไดอิเล็กทริก (Dielectric Layers) (15)
	เบริลเลียม (Beryllium) และโลหะผสมเบริลเลียม (Beryllium Alloys)	ชั้นไดอิเล็กทริก (Dielectric Layers) (15)
	วัสดุทำจอเครื่องเซนเซอร์ (Sensor Window Materials) (9)	ชั้นไดอิเล็กทริก (Dielectric Layers) (15) คาร์บอนคล้ายเพชร (17)
B.3. การเคลือบผิวด้วยไอทางกายภาพ (Physical Vapour Deposition: PVD): การระเหยด้วย “เลเซอร์” (“Laser” Vaporisation)	เซรามิก (19) และแก้วที่ขยายตัวต่ำ (Low-expansion Glasses) (14)	ซิลิไซด์ (Silicides) ชั้นไดอิเล็กทริก (Dielectric Layers) (15) คาร์บอนคล้ายเพชร (17)
	“เมทริกซ์” “คอมโพสิต” ชนิดคาร์บอน-คาร์บอน เซรามิกและโลหะ (Carbon-carbon, Ceramic and Metal “Matrix” “Composites”)	ชั้นไดอิเล็กทริก (Dielectric Layers) (15)
	ซีเมนต์แข็งทนคาร์ไบด์ (Cemented Tungsten Carbide) (16) ซิลิคอนคาร์ไบด์ (Silicon Carbide)	ชั้นไดอิเล็กทริก (Dielectric Layers) (15)
	โมลิบดีนัม (Molybdenum) และโลหะผสมโมลิบดีนัม (Molybdenum Alloys)	ชั้นไดอิเล็กทริก (Dielectric Layers) (15)
	เบริลเลียม (Beryllium) และโลหะผสมเบริลเลียม (Beryllium Alloys)	ชั้นไดอิเล็กทริก (Dielectric Layers) (15)
	วัสดุทำจอเครื่องเซนเซอร์ (Sensor Window Materials) (9)	ชั้นไดอิเล็กทริก (Dielectric Layers) (15) คาร์บอนคล้ายเพชร
	“ซูเปอร์อัลลอย” (“Superalloys”)	โลหะผสมซิลิไซด์ (Alloyed Silicides) อะลูมิเนียมผสม (Alloyed Aluminides)(2) MCrAlX (5)
	พอลิเมอร์ (Polymers) (11) และ “เมทริกซ์” “คอมโพสิต” ชนิดอินทรีย์ (Organic “Matrix” “Composites”)	บอไรด์ (Borides) คาร์ไบด์ (Carbides) ไนไตรด์ (Nitrides) คาร์บอนคล้ายเพชร (17)
B.4. การเคลือบผิวด้วยไอทางกายภาพ (Physical Vapour Deposition: PVD): การเคลือบผิวด้วยการอาร์คของแคโทด (Cathodic Arc Discharge)		

1. กระบวนการชุบเคลือบ (1) (*)	2. ซับสเตรต (Substrate)	3. ผิวหลังการชุบเคลือบ (Resultant Coating)
C. การประสานแพค (Pack Cementation) (โปรตูดูหัวข้อ A ข้างต้นประกอบ สำหรับวิธีการสลายแพค [Out-of-pack Cementation]) (10)	“เมทริกซ์” “คอมโพสิต” ชนิดคาร์บอน-คาร์บอน เซรามิกและโลหะ (Carbon-carbon, Ceramic and Metal “Matrix” “Composites”)	ซิลิไซด์ (Silicides) คาร์ไบด์ (Carbides) สารผสมต่างๆ ดังกล่าว (Mixtures Thereof) (4)
	โลหะผสมไทเทเนียม (Titanium Alloys) (13)	ซิลิไซด์ (Silicides) อะลูมิไนด์ (Aluminides) อะลูมิไนด์ผสม (Alloyed Aluminides) (2)
	โลหะและโลหะผสมทนไฟ (Refractory Metals and Alloys) (8)	ซิลิไซด์ (Silicides) ออกไซด์ (Oxides)
D. การสเปรย์พลาสมา (Plasma Spraying)	“ซูเปอร์อัลลอย” (“Superalloys”)	MCrAlX (5) เซอร์โคเนียแปรสภาพ (Modified Zirconia) (12) สารผสมต่างๆ ดังกล่าว (Mixtures Thereof) (4) นิกเกิล-กราไฟท์ที่สูญเสียเนื้อจากการขัดถูได้ (Abradable Nickel-Graphite) วัสดุสูญเสียเนื้อจากการขัดถูได้ (Abradable) ที่ผสมด้วยนิกเกิล-โครเมียม-อะลูมิเนียม (Ni-Cr-Al) อะลูมิเนียม-ซิลิคอน-พอลิเอสเตอร์ ที่สูญเสียเนื้อจากการขัดถูได้ (Abradable Al-Si-Polyester) อะลูมิไนด์ผสม (Alloyed Aluminides) (2)
	โลหะผสมอะลูมิเนียม (Aluminium Alloys) (6)	MCrAlX (5) เซอร์โคเนียแปรสภาพ (Modified Zirconia) (12) ซิลิไซด์ (Silicides) สารผสมต่างๆ ดังกล่าว (Mixtures Thereof) (4)
	โลหะและโลหะผสมทนไฟ (Refractory Metals and Alloys) (8)	อะลูมิไนด์ (Aluminides) ซิลิไซด์ (Silicides) คาร์ไบด์ (Carbides)
	เหล็กกล้าที่ทนทานการกัดกร่อน (Corrosion Resistant Steel) (7)	MCrAlX (5) เซอร์โคเนียแปรสภาพ (Modified Zirconia) (12) สารผสมต่างๆ ดังกล่าว (Mixtures Thereof) (4)
	โลหะผสมไทเทเนียม (Titanium Alloys) (13)	คาร์ไบด์ (Carbides) อะลูมิไนด์ (Aluminides) ซิลิไซด์ (Silicides) อะลูมิไนด์ผสม (Alloyed Aluminides) (2) นิกเกิล-กราไฟท์ที่สูญเสียเนื้อจากการขัดถูได้ (Abradable Nickel-Graphite) วัสดุสูญเสียเนื้อจากการขัดถูได้ (Abradable) ที่ผสมด้วยนิกเกิล-โครเมียม-อะลูมิเนียม (Ni-Cr-Al) อะลูมิเนียม-ซิลิคอน-พอลิเอสเตอร์ ที่สูญเสียเนื้อจากการขัดถูได้ (Abradable Al-Si-Polyester)
E. การเคลือบผิวด้วยสลอรี่ (Slurry Deposition)	โลหะและโลหะผสมทนไฟ (Refractory Metals and Alloys) (8)	ฟิวส์ซิลิไซด์ (Fused Silicides) ฟิวส์อะลูมิไนด์ (Fused Aluminides) ยกเว้นสำหรับส่วนประกอบทนทานความร้อน
	“เมทริกซ์” “คอมโพสิต” ชนิดคาร์บอน-คาร์บอน เซรามิกและโลหะ (Carbon-carbon, Ceramic and Metal “Matrix” “Composites”)	ซิลิไซด์ (Silicides) คาร์ไบด์ (Carbides) สารผสมต่างๆ ดังกล่าว (Mixtures Thereof) (4)

1. กระบวนการชุบเคลือบ (1) (*)	2. ซับสเตรต (Substrate)	3. ผิวหลังการชุบเคลือบ (Resultant Coating)
F. การเคลือบผิวด้วยวิธีสปัตเตอร์ (Sputter Deposition)	“ซูเปอร์อัลลอย” (“Superalloys”)	โลหะผสมซิลิไซด์ (Alloyed Silicides) อะลูมิเนียมผสม (Alloyed Aluminides) (2) โลหะมีตระกูลเคลือบอะลูมิเนียม (Noble Metal Modified Aluminides) (3) MCrAlX (5) เซอร์โคเนียแปรสภาพ (Modified Zirconia) (12) แพลตินัม (Platinum) สารผสมต่างๆ ดังกล่าว (Mixtures Thereof) (4)
	เซรามิก และแก้วที่ขยายตัวต่ำ (Low-expansion Glasses) (14)	ซิลิไซด์ (Silicides) แพลตินัม (Platinum) สารผสมต่างๆ ดังกล่าว (Mixtures Thereof) (4) ชั้นไดอิเล็กทริก (Dielectric Layers) (15) คาร์บอนคล้ายเพชร (17)
	โลหะผสมไทเทเนียม (Titanium Alloys) (13)	โบไรด์ (Borides) ไนไตรด์ (Nitrides) ออกไซด์ ซิลิไซด์ (Silicides) อะลูมิเนียม (Aluminides) อะลูมิเนียมผสม (Alloyed Aluminides) (2) คาร์ไบด์ (Carbides)
	“เมทริกซ์” “คอมโพสิต” ชนิด คาร์บอน-คาร์บอน เซรามิกและโลหะ (Carbon-carbon, Ceramic and Metal “Matrix” “Composites”)	ซิลิไซด์ (Silicides) คาร์ไบด์ (Carbides) โลหะทนไฟ (Refractory Metals) สารผสมต่างๆ ดังกล่าว (Mixtures Thereof) (4) ชั้นไดอิเล็กทริก (Dielectric Layers) (15) โบรอนไนไตรด์ (Boron Nitride)
	ซีเมนต์ทั้งสแตนคาร์ไบด์ (Cemented Tungsten Carbide) (16) ซิลิคอน คาร์ไบด์ (Silicon Carbide) (18)	คาร์ไบด์ (Carbides) ทังสเตน (Tungsten) สารผสมต่างๆ ดังกล่าว (Mixtures Thereof) (4) ชั้นไดอิเล็กทริก (Dielectric Layers) (15) โบรอนไนไตรด์ (Boron Nitride)
	โมลิบดีนัม (Molybdenum) และ โลหะผสมโมลิบดีนัม (Molybdenum Alloys)	ชั้นไดอิเล็กทริก (Dielectric Layers) (15)
	เบริลเลียม (Beryllium) และโลหะผสมเบริลเลียม (Beryllium Alloys)	โบไรด์ (Borides) ชั้นไดอิเล็กทริก (Dielectric Layers) (15) เบริลเลียม (Beryllium)
	วัสดุทำจอเครื่องเซนเซอร์ (Sensor Window Materials) (9)	ชั้นไดอิเล็กทริก (Dielectric Layers) (15) คาร์บอนคล้ายเพชร (17)

1. กระบวนการชุบเคลือบ (1) (*)	2. ซับสเตรต (Substrate)	3. ผิวหลังการชุบเคลือบ (Resultant Coating)
G. ไอออนอิมพลานเตชัน (Ion Implantation)	โลหะและโลหะผสมทนไฟ (Refractory Metals and Alloys) (8)	อะลูมิไนด์ (Aluminides) ซิลิไซด์ (Silicides) ออกไซด์ คาร์ไบด์ (Carbides)
	เหล็กกล้าแบร์ริง (Bearing Steels) ทนอุณหภูมิสูง	สารเจือของโครเมียม แทนทาลัม หรือไนโอเบียม (Additions of Chromium Tantalum or Niobium) (โคลัมเบียม [Columbium])
	โลหะผสมไทเทเนียม (Titanium Alloys) (13)	โบไรด์ (Borides) ไนไตรด์ (Nitrides)
	เบอริลเลียม (Beryllium) และโลหะผสมเบอริลเลียม (Beryllium Alloys)	โบไรด์ (Borides)
	ซีเมนต์คาร์ไบด์ (Cemented Tungsten Carbide) (16)	คาร์ไบด์ (Carbides) ไนไตรด์ (Nitrides)

(*) ตัวเลขที่อยู่ในวงเล็บอ้างอิงถึงหมายเหตุท้ายตารางนี้

ตาราง — เทคนิคการชุบเคลือบ — หมายเหตุ

- คำว่า ‘กระบวนการชุบเคลือบ’ (‘Coating Process’) รวมถึง การชุบเพื่อซ่อมแซม และตกแต่งผิวใหม่ และการชุบครั้งแรก
- คำว่า ‘การชุบเคลือบอะลูมิเนียมผสม’ (‘Alloyed Aluminide Coating’) รวมถึง การชุบเคลือบชั้นตอนเดียวหรือหลายชั้นตอนที่ซึ่งสารหนึ่งชนิดหรือหลายชนิดถูกเคลือบก่อนหน้าหรือระหว่างทำการชุบเคลือบแบบอะลูมิเนียม (Aluminide Coating) แม้ว่าสารดังกล่าวถูกเคลือบด้วยกระบวนการชุบเคลือบอีกอย่างหนึ่ง อย่างไรก็ตามการชุบแบบนี้ไม่รวมถึงการใช้ กระบวนการประสานแพค (Pack Cementation) แบบชั้นตอนเดียว หลายๆ ครั้งเพื่อให้ได้อะลูมิเนียมผสม (Alloyed Aluminides)
- คำว่า ‘การชุบเคลือบชนิด ‘โลหะมีตระกูลชุบอะลูมิเนียม’ (‘Noble Metal Modified Aluminide’) รวมถึง การชุบเคลือบแบบหลายชั้นตอนที่ซึ่งโลหะมีตระกูล (Noble Metal) หนึ่งชนิดหรือหลายชนิด เคลือบไว้โดยกระบวนการชุบเคลือบอื่นใด ก่อนหน้าที่จะใช้การชุบเคลือบแบบอะลูมิเนียม (Aluminide Coating)
- คำว่า ‘สารผสมต่างๆ ดังกล่าว’ (‘Mixtures Thereof’) รวมถึง วัสดุที่แทรกซึมได้ (Infiltrated Material) ที่มีองค์ประกอบเป็นลำดับกัน (Graded Compositions) ที่สะสมแบบร่วม (Co-deposits) และผิวชุบเคลือบหลายชั้น และเกิดขึ้นจากกระบวนการชุบเคลือบอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ตามที่ระบุในตาราง
- (‘McCrAlX’) หมายถึง โลหะผสม (Alloy) ที่ชุบเคลือบโดยที่ค่า M เท่ากับ โคบอลต์ (Cobalt) เหล็ก (Iron) นิกเกิล (Nickel) หรือส่วนผสมของทั้งสามดังกล่าว และ X เท่ากับฮาฟเนียม (Hafnium) อิทเทรียม (Yttrium) ซิลิคอน (Silicon) แทนทาลัม (Tantalum) ในจำนวนเท่าใดก็ตาม หรือสารเจืออื่นใดที่เจือเจือมากกว่าร้อยละ 0.01 โดยน้ำหนัก ในสัดส่วนและส่วนผสมต่างๆ ยกเว้น
 - ชุบเคลือบ CoCrAlY ซึ่งประกอบด้วยโครเมียม (Chromium) น้อยกว่าร้อยละ 22 โดยน้ำหนัก และอะลูมิเนียม (Aluminium) น้อยกว่าร้อยละ 7 โดยน้ำหนัก และอิตเทรียม (Yttrium) น้อยกว่าร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก
 - ชุบเคลือบ CoCrAlY ซึ่งประกอบด้วยโครเมียม (Chromium) ร้อยละ 22 ถึง 24 โดยน้ำหนัก และอะลูมิเนียม (Aluminium) ร้อยละ 10 ถึง 12 และอิตเทรียม (Yttrium) ร้อยละ 0.5 ถึง 0.7 โดยน้ำหนัก หรือ
 - ชุบเคลือบ NiCrAlY ซึ่งประกอบด้วยโครเมียม (Chromium) ร้อยละ 21 ถึง 23 โดยน้ำหนัก และอะลูมิเนียม (Aluminium) ร้อยละ 10 ถึง 12 และอิตเทรียม (Yttrium) ร้อยละ 0.9 ถึง 1.1 โดยน้ำหนัก
- คำว่า ‘โลหะผสมอะลูมิเนียม’ (‘Aluminium Alloys’) หมายถึง โลหะผสม (Alloys) ที่มีความต้านทานแรงดึงสูงสุด (Ultimate Tensile Strength) 190 เมกะปาสกาล หรือมากกว่า โดยวัดที่อุณหภูมิ 293 เคลวิน (20 องศาเซลเซียส)
- คำว่า ‘เหล็กกล้าที่ทนทานการกัดกร่อน’ (‘Corrosion Resistant Steel’) อ้างอิงถึงเหล็กซีรีส์ (Series) 300 ตามมาตรฐานสถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งสหรัฐอเมริกา (American Iron and Steel Institute: AISI) หรือเหล็กอื่นตามมาตรฐานแห่งชาติที่เทียบเท่า
- ‘โลหะและโลหะผสมทนไฟ’ (‘Refractory Metals and Alloys’) รวมถึงโลหะดังต่อไปนี้และโลหะผสม (Alloys) ของมัน: ไนโอเบียม (Niobium) (โคลัมเบียม [Columbium]) โมลิบดีนัม (Molybdenum) ทังสเตน (Tungsten) และแทนทาลัม (Tantalum)

9. ‘วัสดุทำจอเครื่องเซนเซอร์’ (‘Sensor Window Materials’) ได้แก่ อะลูมินา (Alumina) ซิลิคอน (Silicon) เจอร์เมเนียม (Germanium) สังกะสีซัลไฟด์ (Zinc Sulphide) สังกะสีเซเลไนด์ (Zinc Selenide) แกลเลียมอาร์เซไนด์ (Gallium Arsenide) เพชร (Diamond) แกลเลียมฟอสไฟด์ (Gallium Phosphide) แซฟไฟร์ (Sapphire) และโลหะฮาไลด์ (Metal Halides) ได้แก่ วัสดุทำจอเครื่องเซนเซอร์ (Sensor Window Materials) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสำหรับ เซอร์โคเนียมฟลูออไรด์ (Zirconium Fluoride) และฮาฟเนียมฟลูออไรด์ (Hafnium Fluoride) มากกว่า 40 มิลลิเมตร
10. “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับกระบวนการประสานด้วยซีเมนต์แบบอัดแน่นในขั้นตอนเดียว (Single-step Pack Cementation) ของแอร์ฟอยล์แข็ง (Solid Airfoils) ไม่ได้ถูกควบคุมโดยหมวด 2
11. ‘พอลิเมอร์’ (‘Polymers’) ได้แก่ พอลิอิมได์ (Polyimide) พอลิเอสเตอร์ (Polyester) พอลิซัลไฟด์ (Polysulphide) พอลิคาร์บอเนต (Polycarbonates) และพอลิยูรีเทน (Polyurethanes)
12. ‘เซอร์โคเนียแปรรูป’ (‘Modified Zirconia’) หมายถึง การเติมด้วยออกไซด์ของโลหะ (Metal Oxides) ชนิดอื่นใด (เช่น แคลเซีย [Calcia] แมกนีเซีย [Magnesia] อิทเทรีย [Yttria] ฮาฟเนีย [Hafnia] แรร์เอิร์ทออกไซด์ [Rare Earth Oxides]) ให้กับเซอร์โคเนีย (Zirconia) เพื่อที่จะให้เกิดการเสถียรของเฟสในการตกผลึก (Crystallographic Phases) และองค์ประกอบของเฟส (Phase Compositions) แต่ทั้งนี้ไม่ควบคุมการชุบเพื่อป้องกันความร้อนโดยใช้เซอร์โคเนียซึ่งแปรรูปด้วยแคลเซียหรือแมกนีเซียโดยการผสมสารหรือฟิวชั่น (Fusion)
13. ‘โลหะผสมไทเทเนียม’ (‘Titanium Alloys’) หมายถึง เฉพาะโลหะผสม (Alloys) ที่ใช้ในอากาศยาน ซึ่งมีความต้านทานแรงดึงสูงสุด (Ultimate Tensile Strength) เท่ากับ 900 เมกะปาสคาล หรือมากกว่า โดยวัดที่อุณหภูมิ 293 เคลวิน (20 องศาเซลเซียส)
14. ‘แก้วที่ขยายตัวต่ำ’ (‘Low-expansion Glasses’) หมายถึง แก้วที่มีค่าสัมประสิทธิ์ของการขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนเท่ากับ 1×10^{-7} ต่อหน่วยเคลวิน (K^{-1}) หรือน้อยกว่า โดยวัดที่อุณหภูมิ 293 เคลวิน (20 องศาเซลเซียส)
15. ‘ชั้นไดอิเล็กทริก’ (‘Dielectric Layers’) คือ การชุบเคลือบหลายชั้นด้วยวัสดุฉนวน ซึ่งมีคุณสมบัติแทรกซ้อนเกิดขึ้นจากการออกแบบให้ประกอบด้วยวัสดุที่มีค่าดัชนีหักเห (Refractive Indices) หลากชนิดเพื่อให้เกิดการสะท้อน (Reflect) การส่งสัญญาณ (Transmit) หรือการดูดซับสัญญาณ (Absorb) ในช่วงคลื่นที่แตกต่างกัน โดยชั้นไดอิเล็กทริกเป็นการชุบเคลือบมากกว่าสี่ชั้นของวัสดุ “คอมโพสิต” (“Composites”) ชนิดไดอิเล็กทริก/โลหะ
16. ‘ซีเมนต์เตตทังสเตนคาร์ไบด์’ (‘Cemented Tungsten Carbide’) ไม่รวมถึง วัสดุทำเครื่องตัด และเครื่องมือขึ้นรูป ซึ่งประกอบด้วย ทังสเตนคาร์ไบด์ (Tungsten Carbide)/โคบอลต์ [Cobalt] นิกเกิล [Nickel] ไทเทเนียมคาร์ไบด์ (Titanium Carbide)/โคบอลต์ นิกเกิล โครเมียม คาร์ไบด์ (Chromium Carbide)/นิกเกิล-โครเมียม และ โครเมียม คาร์ไบด์/นิกเกิล
17. “เทคโนโลยี” (“Technology”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อชุบเคลือบคาร์บอนคล้ายเพชร ลงไปในสินค้าตามรายการดังต่อไปนี้ ไม่อยู่ภายใต้การควบคุม
ดิสไดรฟ์ (Disk Drives) และหัวอ่านแม่เหล็ก อุปกรณ์สำหรับการผลิตชนิดใช้แล้วทิ้ง วาล์วอ่างล้างหน้า (Valves for Faucets) อะคูสติกไดอะแฟรม (Acoustic Diaphragms) ของลำโพง ชิ้นส่วนเครื่องรถยนต์ มีดกลึง แม่พิมพ์ (Dies) ชนิดใช้แรงตอก-กด (Punching-pressing Dies) อุปกรณ์สำนักงาน ไมโครโฟนหรืออุปกรณ์หรือแม่พิมพ์ทางการแพทย์สำหรับทำแบบหล่อพลาสติกที่ผลิตจากโลหะผสม (Alloys) ที่มีเบอริลเลียม (Beryllium) น้อยกว่าร้อยละ 5
18. ‘ซิลิคอนคาร์ไบด์’ (‘Silicon Carbide’) ไม่รวมถึง วัสดุเครื่องมือสำหรับการตัดเฉือนและขึ้นรูป
19. ซับสเตรตเซรามิก (Ceramic Substrates) ตามที่ระบุในรายการนี้ ไม่รวมถึงวัสดุเซรามิกที่มีส่วนผสมของดินเหนียวหรือซีเมนต์ (Cement) ร้อยละ 5 หรือมากกว่า โดยน้ำหนักไม่ว่าเป็นแบบแยกส่วนหรือผสมแล้ว

ตาราง - เทคนิคการชุบเคลือบ - หมายเหตุทางเทคนิค

กระบวนการตามที่ระบุในคอลัมน์ 1 ของตารางมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

- a. การเคลือบผิวด้วยไอทางเคมี (Chemical Vapour Deposition: CVD) คือ การเคลือบผิว หรือกระบวนการชุบเคลือบเพื่อเปลี่ยนแปลงผิว โดยที่โลหะ โลหะผสม (Alloy) “คอมโพสิต” (“Composite”) ไดอิเล็กทริก (Dielectric) หรือเซรามิก ถูกเคลือบลงบนซับสเตรต (Substrate) ที่ถูกให้ความร้อน ส่วนแก๊สที่ทำปฏิกิริยาถูกสลายไปหรือถูกผสมผสานในซับสเตรต ส่งผลให้เกิดการเคลือบผิวด้วยสาร โลหะผสม หรือสารประกอบลงบนซับสเตรต โดยที่พลังงานสำหรับการชุบเคลือบผิวแบบนี้ หรือกระบวนการทางเคมีนี้อาจได้จากการให้ความร้อนที่ซับสเตรต หรือการปล่อยพลาสมา (Plasma) หรือใช้ลำแสง “เลเซอร์” (“Laser”)

หมายเหตุ 1 การเคลือบผิวด้วยไอทางเคมี (Chemical Vapour Deposition: CVD) รวมถึงกระบวนการดังต่อไปนี้: กระบวนการเคลือบผิวด้วยการสลายแพคโดยแก๊สไหลตรง (Directed Gas Flow Out-of-pack Deposition) การเคลือบผิวด้วยไอทางเคมีแบบพัลส์ (Pulsating CVD) การเคลือบผิวทางความร้อนแบบควบคุมการเกิดนิวเคลียส (Controlled Nucleation Thermal Deposition: CNTD) การเคลือบผิวด้วยไอทางเคมีแบบพลาสมา หรือพลาสมาช่วย (Plasma Enhanced or Plasma Assisted CVD)

หมายเหตุ 2 แพ็ค (Pack) หมายถึง ซับสเตรต (Substrate) ที่จุ่มลงในส่วนผสมที่เป็นผง

หมายเหตุ 3 แก๊สที่ทำปฏิกิริยา (Gaseous Reactants) ที่ใช้ในกระบวนการสลายแพค (Out-of-pack) ถูกผลิตโดยการใช้อปฏิกิริยาพื้นฐานแบบเดียวกันและมีค่าพารามิเตอร์ (Parameters) แบบเดียวกันกับในกระบวนการประสานแพค (Pack Cementation) เว้นแต่ว่าซับสเตรต (Substrate) ที่จะชุบเคลือบไม่ได้สัมผัสกับสารผสมที่เป็นผง

- b. การเคลือบผิวด้วยไอทางกายภาพโดยใช้การระเหยด้วยความร้อน (Thermal-evaporation Physical Vapour Deposition: TE-PVD) คือ กระบวนการชุบเคลือบผิว เกิดขึ้นในสภาพสุญญากาศที่มีค่าความดันน้อยกว่า 0.1 ปาสคาล ซึ่งมีแหล่งให้กำเนิดพลังงานความร้อนเพื่อทำให้วัสดุเคลือบผิวกลายเป็นไอ โดยที่กระบวนการนี้ส่งผลในการควบแน่น หรือการชุบเคลือบของสารชนิดไอระเหย (Evaporated Species) ลงบนพื้นซับสเตรต (Substrates) ในตำแหน่งที่เหมาะสม

การเพิ่มแก๊สต่างๆ เข้าในห้องสุญญากาศระหว่างกระบวนการชุบเคลือบเพื่อสังเคราะห์ผิวเคลือบชนิดสารประกอบนับเป็นการดัดแปลงโดยปกติของกระบวนการนี้

การใช้ลำแสงของไอออน (Ion Beams) หรือการใช้ลำแสงอิเล็กตรอน (Electron Beams) หรือพลาสมา (Plasma) เพื่อกระตุ้นหรือช่วยในการชุบเคลือบ นับเป็นการดัดแปลงโดยปกติของเทคนิคนี้ อนึ่งการใช้จอภาพเพื่อช่วยในการตรวจวัดกระบวนการทำงานโดยใช้คุณลักษณะทางออปติคัล (Optical) และวัดความหนาของการชุบเคลือบอาจถือได้ว่าเป็นอีกลักษณะของกระบวนการดังกล่าว

กระบวนการเคลือบผิวด้วยไอทางกายภาพโดยใช้การระเหยด้วยความร้อน (Thermal-evaporation Physical Vapour Deposition: TE-PVD) มีดังต่อไปนี้

1. การเคลือบผิวด้วยไอทางกายภาพโดยใช้ลำแสงอิเล็กตรอน (Electron Beam PVD) ใช้ลำแสงอิเล็กตรอนเพื่อให้ความร้อนและทำให้วัสดุที่จะจับตัวเป็นผิวเคลือบกลายเป็นไอ
2. การเคลือบผิวด้วยไอทางกายภาพโดยใช้ความร้อนจากตัวต้านทานไฟฟ้าและไอออนช่วย (Ion Assisted Resistive Heating PVD) ใช้แหล่งให้ความร้อนจากการต้านทานไฟฟ้า ผสมผสานกับการใช้ลำแสงไอออน (Ion Beams) ฉายเพื่อผลิตฟลักซ์ (Flux) ของวัสดุชุบผิวที่สม่ำเสมอและควบคุมได้
3. การระเหยด้วย “เลเซอร์” (“Laser” Vaporisation) คือ การใช้ลำแสง “เลเซอร์” (“Laser”) ไม่ว่าแบบพัลส์หรือแบบคลื่นแสงต่อเนื่องเพื่อทำให้วัสดุที่จะจับตัวเป็นผิวเคลือบกลายเป็นไอ
4. การเคลือบผิวด้วยการอาร์คของแคโทด (Cathodic Arc Deposition) ใช้ขั้วแคโทด (Cathode) ชนิดสึกได้ของวัสดุซึ่งขึ้นรูปเป็นผิวเคลือบ และมีอาร์คดิซชาร์จ (Arc Discharge) เกิดขึ้นบนพื้นผิวโดยการสัมผัสชั่วขณะของตัวส่งสัญญาณพื้นดิน (Ground Trigger) การควบคุมการเคลื่อนไหวยของการอาร์ค (Arcing) ทำให้พื้นผิวขั้วแคโทด สึกหรอและก่อให้เกิดพลาสมาไอออนไนซ์ขั้นสูง (Highly Ionised Plasma) โดยที่ขั้วแอโนด (Anode) สามารถเป็นได้ทั้ง รูปกรวย ติดกับส่วนของแคโทด หรือโดยผ่านฉนวน หรือทำเป็นช่อง ส่วนซับสเตรตที่มีความเอนเอียง (Substrate Biasing) มักถูกใช้สำหรับการชุบเคลือบในจุดที่มองไม่เห็นด้วยสายตา

หมายเหตุ คำนิยามนี้ไม่รวมถึงการเคลือบด้วยการอาร์คของแคโทดแบบสุ่ม (Random Cathodic Arc Deposition) กับวัสดุประเภทซับสเตรตที่มีความเอนเอียง (Non-biased Substrates)

5. การเคลือบผิวด้วยไอออน (Ion Plating) คือ การดัดแปลงกระบวนการเคลือบผิวด้วยไอทางกายภาพโดยใช้การระเหยด้วยความร้อน (Thermal-evaporation Physical Vapour Deposition: TE-PVD) เป็นพิเศษโดยใช้แหล่งกำเนิดพลาสมา (Plasma) หรือไอออน (Ion) เพื่อไอออนไนซ์ (Ionise) สปีชีส์ (Species) ที่ต้องการชุบเคลือบ (Deposited) และ เนกาทีฟไบแอส (Negative Bias) นำมาใช้กับซับสเตรต (Substrate) เพื่อที่จะช่วยในกระบวนการการดิงสปีชีส์ (Species) จากพลาสมา ส่วนการดัดแปลงกระบวนการโดยทั่วไป คือ การนำ รีแอ็กทีฟสปีชีส์ (Reactive Species) การทำให้วัสดุแข็งกลายเป็นไอในห้องชุบ และการใช้จอภาพเพื่อช่วยในการวัดความคืบหน้าของกระบวนการโดยใช้คุณลักษณะทางออปติคัล (Optical) และวัดความหนาของการชุบเคลือบ
- c. การประสานแพค (Pack Cementation) คือ กระบวนการชุบเคลือบเพื่อเปลี่ยนแปลงพื้นผิว หรือกระบวนการชุบเคลือบผิวที่ซับสเตรต (Substrate) ถูกจุ่มลงไปในส่วนผสมที่เป็นผง (Pack) ซึ่งประกอบด้วย
1. ผงโลหะซึ่งจะถูกนำไปชุบเคลือบ (ตามปกติเป็นอะลูมิเนียม [Aluminium] โครเมียม [Chromium] ซิลิคอน [Silicon] หรือส่วนผสมของทั้งสาม)
 2. ตัวกระตุ้น (Activator) (ปกติคือ เกลือฮาไลด์ [Halide Salt]) และ
 3. ผงเฉื่อย (Inert Powder) ส่วนใหญ่จะใช้อะลูมินา (Alumina)

ซับสเตรต (Substrate) และส่วนผสมที่เป็นผงจะบรรจุอยู่ภายในภาชนะซึ่งถูกทำให้ร้อนด้วยอุณหภูมิระหว่าง 1,030 เคลวิน (757 องศาเซลเซียส) และ 1,375 เคลวิน (1,102 องศาเซลเซียส) เป็นเวลาที่เพียงพอที่จะเกิดการชุบผิวเคลือบ

- d. การสเปรย์พลาสมา (Plasma Spraying) คือ กระบวนการชุบเคลือบผิว โดยที่หัวพ่น (Spray Torch) ซึ่งสร้างและควบคุมพลาสมา (Plasma) ที่รับผงโลหะ หรือวัสดุชุบเคลือบชนิดลวด ละลายผงดังกล่าวและเป่ามันไปยังซับสเตรต (Substrate) ซึ่งผิวเคลือบจะถูกสร้างขึ้นบนผิวของนั้น การพ่นพลาสมาอาจเป็นแบบพ่นพลาสมาด้วยความดันต่ำ หรือแบบพ่นพลาสมาด้วยค่าความเร่งสูง

หมายเหตุ 1 ค่าความดันต่ำ (Low Pressure) หมายถึง น้อยกว่าความดันสภาพบรรยากาศระดับน้ำทะเล

หมายเหตุ 2 ค่าความเร่งสูง (High Velocity) หมายถึง ความเร่งที่แก๊สออกจากหัวพ่น มากกว่า 750 เมตรต่อวินาที คำนวณที่อุณหภูมิ 293 เคลวิน (20 องศาเซลเซียส) ที่ความดัน 0.1 เมกะปาสคาล

- e. การเคลือบผิวด้วยสเลอรี่ (Slurry Deposition) คือ กระบวนการชุบเคลือบเพื่อเปลี่ยนแปลงพื้นผิว หรือกระบวนการชุบเคลือบผิว โดยที่ผงโลหะหรือผงเซรามิกที่มีพันธะแบบอินทรีย์ (Organic Binder) ถูกละลายในของเหลว และถูกนำมาใช้กับซับสเตรต (Substrate) โดยวิธีอย่างใดอย่างหนึ่งคือ การพ่น (Spraying) การจุ่ม (Dipping) หรือการทา (Painting) หลังจากนั้นจึงปล่อยให้แห้ง อบแห้ง หรือใช้ความร้อนเพื่อให้ได้ผิวชุบเคลือบที่ต้องการ
- f. การเคลือบผิวด้วยวิธีสปัตเตอร์ (Sputter Deposition) คือ กระบวนการชุบเคลือบผิวที่มีพื้นฐานจากปรากฏการณ์เปลี่ยนโมเมนตัม (Momentum Transfer Phenomenon) โดยที่ไอออนบวกถูกเร่งโดยสนามไฟฟ้า ไปที่พื้นผิวของเป้า (วัสดุเคลือบผิว) พลังงานจลน์ (Kinetic Energy) ของไอออนที่วิ่งไปกระทบมากเพียงพอที่จะทำให้อะตอมที่พื้นผิวของเป้าหมายถูกปล่อยออกมา และเคลือบลงบนซับสเตรต (Substrate) ในตำแหน่งที่เหมาะสม

หมายเหตุ 1 ตารางนี้อ้างถึงเฉพาะไตรโอด (Triode) แมกนีตรอน (Magnetron) หรือการเคลือบผิวด้วยวิธีรีแอ็กทีฟสปัตเตอร์ (Sputter Deposition) ซึ่งถูกใช้เพื่อเพิ่มแรงยึดเกาะของผิวชุบเคลือบและเพิ่มอัตราการเคลือบผิว และอ้างถึงความถี่วิทยุ (Radio Frequency: RF) การเคลือบผิวด้วยวิธีออกเมนส์สปัตเตอร์ (Augmented Sputter Deposition) ถูกนำมาใช้เพื่อทำให้เกิดการระเหยของวัสดุเคลือบผิวแบบไม่ใช่โลหะ (Non-Metallic Coating Materials)

หมายเหตุ 2 ลำแสงไอออนพลังงานต่ำ (Low-energy Ion Beams) (น้อยกว่า 5 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์) สามารถนำมาใช้เพื่อกระตุ้นการชุบเคลือบ

- g. ไอออนอิมพลานเตชัน (Ion Implantation) คือ กระบวนการชุบเคลือบเพื่อเปลี่ยนแปลงผิว ซึ่งองค์ประกอบที่ทำเป็นโลหะผสม (Alloyed) ต้องถูกไอออนไนซ์ (Ionised) โดยถูกเร่งผ่านความชันศักย์ไฟฟ้า (Potential Gradient) และฝังตัวลงบนส่วนพื้นผิวของซับสเตรต (Substrate) ซึ่งวิธีการนี้ยังรวมถึงกระบวนการซึ่งดำเนินการด้วยวิธีไอออนอิมพลานเตชันไปพร้อมกับการเคลือบผิวด้วยไอทางกายภาพ โดยใช้ลำแสงอิเล็กตรอน (Electron Beam Physical Vapour Deposition: EB-PVD) หรือการเคลือบผิวด้วยวิธีสปัตเตอร์ (Sputter Deposition)

หมวด 3
อิเล็กทรอนิกส์
(Electronics)

3A

ระบบ อุปกรณ์ และส่วนประกอบ

หมายเหตุ 1 สถานะการควบคุมของอุปกรณ์และส่วนประกอบตามที่กำหนดไว้ใน 3A001 หรือ 3A002 นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 3A001.a.3. ถึง 3A001.a.10. หรือ 3A001.a.12. ซึ่งได้ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์อื่น หรือที่มีคุณลักษณะในการทำงานเช่นเดียวกับอุปกรณ์อื่นใด ต้องถูกกำหนดตามสถานะการควบคุมของอุปกรณ์นั้น

หมายเหตุ 2 สถานะการควบคุมของแผงวงจรรวม (Integrated Circuits) ตามที่ระบุใน 3A001.a.3. ถึง 3A001.a.9. หรือ 3A001.a.12. ซึ่งไม่สามารถทำการโปรแกรมให้เปลี่ยนแปลงได้ หรือที่ออกแบบลักษณะการทำงานเฉพาะด้านสำหรับอุปกรณ์อื่นใด ต้องพิจารณาตามสถานะการควบคุมของอุปกรณ์นั้น

หมายเหตุ เมื่อผู้ผลิตหรือผู้ซื้อใบอนุญาตไม่สามารถกำหนดสถานะการควบคุมของอุปกรณ์ใดๆ ให้สถานะการควบคุมของแผงวงจรรวม (Integrated Circuits) เป็นไปตามที่ระบุใน 3A001.a.3. ถึง 3A001.a.9. และ 3A001.a.12.

3A001 ส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์ และส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าวดังต่อไปนี้

a. แผงวงจรรวม (Integrated Circuits) สำหรับการใช้งานทั่วไป ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ 1 สถานะการควบคุมของเวเฟอร์ (Wafers) (ทำสำเร็จรูปหรือยังไม่สำเร็จรูป) ซึ่งได้มีการกำหนดลักษณะการทำงานไว้แล้ว โดยจะถูกประเมินเปรียบเทียบกับค่าตัวแปรต่างๆ ใน 3A001.a.

หมายเหตุ 2 แผงวงจรรวม (Integrated Circuits) หมายรวมถึงประเภทต่างๆ ดังต่อไปนี้

- “แผงวงจรรวมแบบโมโนลิทิก” (“Monolithic Integrated Circuits”)
- “แผงวงจรรวมแบบไฮบริด” (“Hybrid Integrated Circuits”)
- “แผงวงจรรวมแบบมัลติชิป” (“Multichip Integrated Circuits”)
- “แผงวงจรรวมแบบฟิล์ม” (“Film Type Integrated Circuits”) รวมทั้งแผงวงจรรวมแบบซิลิคอน-บน-แซฟไฟร์
- “แผงวงจรรวมแบบออปติคัล” (“Optical Integrated Circuits”)

1. แผงวงจรรวม (Integrated Circuits) ที่ถูกออกแบบหรือประเมินว่าทนทานต่อรังสี (Radiation Hardened) ในสถานะใดสถานะหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- a. ปริมาณรังสีทั้งหมดเท่ากับ 5×10^3 เกรย์ (ซิลิคอน) หรือสูงกว่า
- b. ค่าโดสเรตอัพเซต (Dose Rate Upset) เท่ากับ 5×10^6 เกรย์ (ซิลิคอน) ต่อวินาที หรือสูงกว่า หรือ
- c. ค่าฟลูเอนซ์ (Fluence) (ผลรวมของฟลักซ์) ของนิวตรอน (เทียบกับ 1 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์) มีค่า 5×10^{13} นิวตรอนต่อตารางเซนติเมตร หรือสูงกว่า บนซิลิคอน หรือวัสดุอื่นใดที่เทียบเท่ากัน

หมายเหตุ 3A001.a.1.c. ไม่ครอบคลุมสารกึ่งตัวนำที่มีฉนวนเป็นโลหะ (Metal Insulator Semiconductors: MIS)

2. “ไมโครโพรเซสเซอร์ไมโครเซอร์กิต” (“Microprocessor Microcircuits”) “ไมโครคอมพิวเตอร์ไมโครเซอร์กิต” (“Microcomputer Microcircuits”) ไมโครคอนโทรลเลอร์ไมโครเซอร์กิต (Microcontroller Microcircuits) แผงวงจรรวมเก็บหน่วยความจำ (Storage Integrated Circuits) ที่ผลิตจากสารกึ่งตัวนำแบบผสม ตัวแปลงแอนะล็อกเป็นดิจิทัล (Analogue-to-digital Converter) ตัวแปลงดิจิทัลเป็นแอนะล็อก (Digital-to-analogue Converter) วงจรรีเลย์อิเล็กโตร-ออปติคัล (Electro-optical) หรือ “แผงวงจรรวมแบบออปติคัล” (“Optical Integrated Circuits”) ที่ออกแบบสำหรับ “การประมวลผลสัญญาณ” (“Signal Processing”) อุปกรณ์โลจิกแบบตั้งโปรแกรมได้ (Field Programmable Logic Devices) แผงวงจรรวม (Integrated Circuits) ที่ดัดแปลงสำหรับใช้งานโดยยังไม่ทราบลักษณะการทำงานที่แน่ชัด หรือไม่ทราบสถานะการควบคุมของอุปกรณ์ที่จะนำแผงวงจรรวม (Integrated Circuits) ไปใช้ ตัวประมวลผลที่ใช้การแปลงฟูเรียร์แบบเร็ว (Fast Fourier Transform: FFT) หน่วยความจำอ่านอย่างเดียวที่สามารถตั้งโปรแกรมได้และลบได้ด้วยไฟฟ้า (Electrical Erasable Programmable Read-only Memories: EEPROMs) หน่วยความจำแฟลช หรือหน่วยความจำสแตติกที่เข้าถึงแบบสุ่ม (Static Random-access Memories: SRAMs) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- a. มีพิกัดในการปฏิบัติงานที่อุณหภูมิโดยรอบสูงกว่า 398 เคลวิน (125 องศาเซลเซียส)
- b. มีพิกัดในการปฏิบัติงานที่อุณหภูมิโดยรอบต่ำกว่า 218 เคลวิน (-55 องศาเซลเซียส) หรือ
- c. มีพิกัดในการปฏิบัติงานครอบคลุมช่วงอุณหภูมิโดยรอบตั้งแต่ 218 เคลวิน (- 55 องศาเซลเซียส) ถึง 398 เคลวิน (125 องศาเซลเซียส)

หมายเหตุ 3A001.a.2. ไม่ครอบคลุมแผงวงจรรวม (Integrated Circuits) สำหรับการประยุกต์เพื่อใช้กับรถยนต์หรือรถไฟของพลเรือน

3A001 a. (ต่อ)

3. “ไมโครโพรเซสเซอร์ไมโครเซอร์กิต” (“Microprocessor Microcircuits”) “ไมโครคอมพิวเตอร์ไมโครเซอร์กิต” (“Microcomputer Microcircuits”) และ ไมโครคอนโทรลเลอร์ไมโครเซอร์กิต (Microcontroller Microcircuits) ที่ผลิตจากสารกึ่งตัวนำแบบผสมและทำงานที่ความถี่ของสัญญาณนาฬิกามากกว่า 40 เมกะเฮิร์ตซ์

หมายเหตุ 3A001.a.3. รวมถึงตัวประมวลผลสัญญาณดิจิทัล ตัวประมวลผลแบบดิจิทัลแอมป์ (Digital Array Processors) และตัวประมวลผลร่วมแบบดิจิทัล (Digital Coprocessors)

4. ไม่ใช่

5. วงจรรวมสำหรับตัวแปลงแอนะล็อกเป็นดิจิทัล (Analogue-to-digital Converter: ADC) และวงจรรวมสำหรับตัวแปลงดิจิทัลเป็นแอนะล็อก (Digital-to-analogue Converter: DAC) ดังต่อไปนี้

- a. ตัวแปลงแอนะล็อกเป็นดิจิทัล (Analogue-to-digital Converter: ADC) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ โปรตูลู 3A101 ประกอบ

1. ค่าความละเอียด (Resolution) เท่ากับหรือมากกว่า 8 บิต แต่ไม่น้อยกว่า 10 บิต โดยมีอัตราการผลิตสัญญาณเอาต์พุตมากกว่า 500 ล้านคำต่อวินาที
2. ค่าความละเอียด (Resolution) เท่ากับหรือมากกว่า 10 บิต แต่ไม่น้อยกว่า 12 บิต โดยมีอัตราการผลิตสัญญาณเอาต์พุตมากกว่า 300 ล้านคำต่อวินาที
3. ค่าความละเอียด (Resolution) เท่ากับ 12 บิต โดยมีอัตราการผลิตสัญญาณเอาต์พุตมากกว่า 200 ล้านคำต่อวินาที
4. ค่าความละเอียด (Resolution) มากกว่า 12 บิต แต่ไม่เกิน 14 บิต โดยมีอัตราการผลิตสัญญาณเอาต์พุตมากกว่า 125 ล้านคำต่อวินาที หรือ
5. ค่าความละเอียด (Resolution) มากกว่า 14 บิต โดยมีอัตราการผลิตสัญญาณเอาต์พุตมากกว่า 20 ล้านคำต่อวินาที

หมายเหตุทางเทคนิค

1. ค่าความละเอียด (Resolution) n บิต จะมีระดับการแปลงสัญญาณ 2^n ระดับ
2. จำนวนบิตในสัญญาณเอาต์พุต 1 คำ จะเท่ากับค่าความละเอียดของตัวแปลงแอนะล็อกเป็นดิจิทัล (Analogue-to-digital Converter: ADC)
3. อัตราการผลิตสัญญาณเอาต์พุต คือ อัตราการผลิตสัญญาณเอาต์พุตสูงสุดของตัวแปลงสัญญาณ โดยไม่คำนึงถึงสถาปัตยกรรม หรือ การซัดตัวอย่างเกิน (Oversampling)
4. สำหรับ ‘ตัวแปลงแอนะล็อกเป็นดิจิทัลแบบหลายช่องสัญญาณ’ (‘Multiple Channel ADCs’) สัญญาณเอาต์พุตไม่นำมารวมกัน และอัตราการผลิตสัญญาณเอาต์พุตจะเท่ากับอัตราการผลิตสัญญาณเอาต์พุตสูงสุดของ 1 ช่องสัญญาณใดๆ
5. สำหรับ ‘ตัวแปลงแอนะล็อกเป็นดิจิทัลแบบแทรกสลับ’ (‘Interleaved ADCs’) หรือสำหรับ ‘ตัวแปลงแอนะล็อกเป็นดิจิทัลแบบหลายช่องสัญญาณ’ (‘Multiple Channel ADCs’) ที่ถูกกำหนดให้ทำงานด้วยวิธีการแทรกสลับ สัญญาณเอาต์พุตถูกนำมารวมกัน และอัตราการผลิตสัญญาณเอาต์พุตสูงสุด คือ อัตราการผลิตสัญญาณเอาต์พุตของทุกตัวรวมกัน
6. ผู้ผลิตอาจอ้างอิงอัตราการผลิตสัญญาณเอาต์พุต (Output Rate) ว่าเป็นอัตราการซัดตัวอย่าง (Sampling Rate) หรืออัตราการผลิตสัญญาณ (Conversion Rate) หรืออัตราของปริมาณงาน (Throughput Rate) โดยมีหน่วยวัดเป็นเมกะเฮิร์ตซ์ หรือล้านตัวอย่างต่อวินาที (Mega Samples per Second: MSPS)
7. เพื่อจุดประสงค์ในการวัดอัตราการผลิตสัญญาณเอาต์พุต (Output Rate) สัญญาณเอาต์พุต 1 คำต่อวินาที เท่ากับ 1 เฮิร์ตซ์ หรือ 1 ตัวอย่างต่อวินาที (Sample per Second)
8. ‘ตัวแปลงแอนะล็อกเป็นดิจิทัลแบบหลายช่องสัญญาณ’ (‘Multiple Channel ADCs’) คือ อุปกรณ์ที่ประกอบไปด้วยตัวแปลงแอนะล็อกเป็นดิจิทัล (Analogue-to-digital Converter: ADC) มากกว่า 1 ตัว และถูกออกแบบให้แต่ละตัวมีช่องรับสัญญาณแอนะล็อกเข้าที่แยกจากกัน
9. ‘ตัวแปลงแอนะล็อกเป็นดิจิทัลแบบแทรกสลับ’ (‘Interleaved ADCs’) คือ อุปกรณ์ที่ประกอบไปด้วยตัวแปลงแอนะล็อกเป็นดิจิทัล (Analogue-to-digital Converter: ADC) หลายตัว ซึ่งมีการซัดสัญญาณอินพุตแอนะล็อกเดียวกันในเวลาต่างกัน เพื่อว่าเมื่อนำสัญญาณเอาต์พุตมารวมกันจะสามารถซัดสัญญาณอินพุตแอนะล็อกได้อย่างมีประสิทธิภาพและแปลงสัญญาณให้มีอัตราการซัดตัวอย่าง (Sampling Rate) ที่สูงขึ้น

3A001

a. 5 (ต่อ)

- b. ตัวแปลงดิจิทัลเป็นแอนะล็อก (Digital-to-analogue Converters: DAC) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
1. ค่าความละเอียด (Resolution) เท่ากับหรือมากกว่า 10 บิต โดยมี ‘อัตราอัปเดตที่ถูกปรับค่า’ (‘Adjusted Update Rate’) เท่ากับหรือมากกว่า 3,500 ล้านตัวอย่างต่อวินาที หรือ
 2. ค่าความละเอียด (Resolution) เท่ากับหรือมากกว่า 12 บิต โดยมี ‘อัตราอัปเดตที่ถูกปรับค่า’ (‘Adjusted Update Rate’) เท่ากับหรือมากกว่า 1,250 ล้านตัวอย่างต่อวินาที และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. ค่าเวลาสู่สมดุล (Settling Time) น้อยกว่า 9 นาโนวินาที จนถึงร้อยละ 0.024 ของค่าเต็มสเกลจากขั้นเต็มสเกล หรือ
 - b. ‘ช่วงพลวัตที่ปราศจากสัญญาณรบกวน’ (‘Spurious Free Dynamic Range: SFDR’) มากกว่า 68 เดซิเบล (คลีนพาท) เมื่อสังเคราะห์สัญญาณแอนะล็อกเต็มสเกล ที่ความถี่ 100 เมกะเฮิร์ตซ์ หรือสังเคราะห์สัญญาณแอนะล็อกเต็มสเกลที่สูงที่สุด ที่ความถี่ต่ำกว่า 100 เมกะเฮิร์ตซ์

หมายเหตุทางเทคนิค

1. ‘ช่วงพลวัตที่ปราศจากสัญญาณรบกวน’ (‘Spurious Free Dynamic Range’: SFDR) คือ อัตราส่วนระหว่างค่ารากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย (RMS) ของความถี่คลีนพาท (องค์ประกอบสัญญาณสูงสุด) ที่สัญญาณขาเข้าของตัวแปลงดิจิทัลเป็นแอนะล็อก (Digital-to-analogue Converter: DAC) ต่อค่ารากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย (RMS) ของสัญญาณรบกวนที่มากที่สุดถัดไป หรือองค์ประกอบของสัญญาณเพี้ยนฮาร์โมนิก (Harmonic Distortion Component) ที่สัญญาณขาออก
2. ‘ช่วงพลวัตที่ปราศจากสัญญาณรบกวน’ (‘Spurious Free Dynamic Range’: SFDR) ถูกกำหนดโดยตรงจากตารางคุณสมบัติ หรือ จากกราฟความสัมพันธ์ ระหว่างค่า ‘SFDR’ กับความถี่
3. สัญญาณเต็มสเกล คือ สัญญาณที่มีขนาด (Amplitude) มากกว่า -3 เดซิเบล (เต็มสเกล)
4. ‘อัตราอัปเดตที่ถูกปรับค่า’ (‘Adjusted Update Rate’) สำหรับตัวแปลงดิจิทัลเป็นแอนะล็อก (Digital-to-analogue Converter: DAC)
 - a. สำหรับตัวแปลงดิจิทัลเป็นแอนะล็อก (Digital-to-analogue Converter: DAC) แบบทั่วไป ไม่มีการประมาณค่าในช่วง (Non-interpolating) ‘อัตราอัปเดตที่ถูกปรับค่า’ (‘Adjusted Update Rate’) คือ อัตราการแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณแอนะล็อกและค่าขนาดสัญญาณแอนะล็อกมีการเปลี่ยนแปลงโดยตัวแปลงดิจิทัลเป็นแอนะล็อก (DAC) สำหรับตัวแปลงสัญญาณที่มีการตั้งค่าให้ทำงานโดยเลี่ยงการประมาณค่าในช่วง (ค่าแฟกเตอร์ของการประมาณค่าในช่วง เท่ากับ 1) ให้ถือว่าตัวแปลงสัญญาณนั้นเป็นแบบทั่วไป (ไม่มีการประมาณค่าในช่วง)
 - b. สำหรับตัวแปลงดิจิทัลเป็นแอนะล็อก (Digital-to-analogue Converter: DAC) ที่มีการประมาณค่าในช่วง (ตัวแปลงสัญญาณแบบซัดตัวอย่างเกิน [Oversampling DACs]) ‘อัตราอัปเดตที่ถูกปรับค่า’ (‘Adjusted Update Rate’) คือ อัตราการอัปเดตของตัวแปลงหารด้วยค่าแฟกเตอร์ของการประมาณค่าในช่วงที่น้อยที่สุด สำหรับตัวแปลงดิจิทัลเป็นแอนะล็อก (DAC) ที่มีการประมาณค่าในช่วง ‘อัตราอัปเดตที่ถูกปรับค่า’ (‘Adjusted Update Rate’) อาจถูกอ้างอิงถึงโดยใช้ข้อความต่อไปนี้
 - อัตราข้อมูลขาเข้า (Input Data Rate)
 - อัตราคำขาเข้า (Input Word Rate)
 - อัตราการซัดตัวอย่างขาเข้า (Input Sample Rate)
 - อัตราบัสขาเข้ารวมสูงสุด (Maximum Total Input Bus Rate)
 - อัตราสัญญาณนาฬิกาสูงสุดของตัวแปลงดิจิทัลเป็นแอนะล็อก (Digital-to-analogue Converter: DAC) สำหรับสัญญาณนาฬิกาที่ทางเข้าของตัวแปลงดิจิทัลเป็นแอนะล็อก (Maximum DAC Clock Rate for DAC Clock Input)
5. วงจรอิเล็กทรอนิกส์ (Electro-optical Circuits) และ “แผงวงจรรวมแบบออปติคัล” (“Optical Integrated Circuits”) ที่ออกแบบสำหรับ “การประมวลผลสัญญาณ” (“Signal Processing”) และมีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - a. มี “เลเซอร์” (“Laser”) ชนิดไดโอดอยู่ภายในหนึ่งตัวหรือมากกว่า
 - b. มีตัวตรวจจับแสงภายในหนึ่งตัวหรือมากกว่า และ
 - c. มีท่อนำคลื่นแสง (Optical Waveguides)
6. ‘อุปกรณ์โลจิกแบบตั้งโปรแกรมได้’ (‘Field Programmable Logic Devices’) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. มีจำนวนอินพุตและเอาต์พุตแบบดิจิทัลสูงสุดมากกว่า 200 ตัว หรือ

3A001

a. 7 (ต่อ)

b. มีจำนวนเกต (Gate) ของระบบมากกว่า 230,000 ตัว

หมายเหตุ 3A001.a.7. รวมถึง

- อุปกรณ์โลจิกที่ตั้งโปรแกรมได้แบบง่าย (Simple Programmable Logic Devices: SPLDs)
- อุปกรณ์โลจิกที่ตั้งโปรแกรมได้แบบซับซ้อน (Complex Programmable Logic Devices: CPLDs)
- แก้วอันดับเกตที่ตั้งโปรแกรมในภาคนามได้ (Field Programmable Gate Arrays: FPGAs)
- แก้วอันดับโลจิกที่ตั้งโปรแกรมในภาคนามได้ (Field Programmable Logic Arrays: FPLAs)
- อุปกรณ์เชื่อมต่อที่ตั้งโปรแกรมในภาคนามได้ (Field Programmable Interconnects: FPGs)

หมายเหตุทางเทคนิค

1. ‘อุปกรณ์โลจิกที่ตั้งโปรแกรมในภาคนามได้’ (‘Field Programmable Logic Devices’) เรียกกันใช้อีกชื่อหนึ่งว่า เกตที่ตั้งโปรแกรมในภาคนามได้ (Field Programmable Gate) หรือ แก้วอันดับโลจิกที่ตั้งโปรแกรมในภาคนามได้ (Field Programmable Logic Arrays)
 2. จำนวนอินพุตและเอาต์พุตแบบดิจิทัลสูงสุดใน 3A001.a.7.a. เรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่าเป็นอินพุตและเอาต์พุตของผู้ใช้งานสูงสุด หรืออินพุตและเอาต์พุตที่มีอยู่สูงสุดไม่ว่าแผงวงจรรวม (Integrated Circuits) จะถูกบรรจุหีบห่อ (Packaged) หรือเป็นแผงวงจรเปลือย (Bare Die)
8. ไม่ใช่
9. แผงวงจรรวมแบบโครงข่ายประสาท (Neural Network Integrated Circuits)
10. แผงวงจรรวมที่ทำขึ้นเป็นพิเศษ (Custom Integrated Circuits) ที่ไม่ทราบฟังก์ชันการใช้งาน หรือผู้ผลิตไม่ทราบสถานะการควบคุมของอุปกรณ์ที่แผงวงจรรวม (Integrated Circuits) จะถูกนำไปใช้ ซึ่งมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
- a. มากกว่า 1,500 จุดเชื่อมต่อ
 - b. ค่าโดยทั่วไปของ “ค่าหน่วงเวลาในการแพร่สัญญาณของเกตพื้นฐาน” (“Basic Gate Propagation Delay Time”) น้อยกว่า 0.02 นาโนวินาที หรือ
 - c. ความถี่ในการทำงานมากกว่า 3 กิกะเฮิรตซ์
11. แผงวงจรรวมแบบดิจิทัล (Digital Integrated Circuits) ที่นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 3A001.a.3. ถึง 3A001.a.10. และ 3A001.a.12. ที่มีพื้นฐานจากสารกึ่งตัวนำแบบผสม และที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้
- a. มีจำนวนเกตเสมือนมากกว่า 3,000 (2 อินพุตเกต) หรือ
 - b. ความถี่เปิดปิด (Toggle Frequency) มากกว่า 1.2 กิกะเฮิรตซ์
12. ตัวประมวลผลการแปลงฟูเรียร์แบบเร็ว (Fast Fourier Transform: FFT) ที่ใช้เวลาในการทำงานน้อยกว่า $(N \log_2 N)/20,480$ มิลลิวินาที สำหรับการคำนวณการแปลงฟูเรียร์แบบเร็ว (FFT) เชิงซ้อนจำนวน N จุด โดยค่า N เป็นจำนวนของจุด

หมายเหตุทางเทคนิคเมื่อค่า N เท่ากับ 1,024 จุด สูตรคำนวณใน 3A001.a.12. จะให้ผลค่าเวลาทำงานเท่ากับ 500 ไมโครวินาที

b. ส่วนประกอบไมโครเวฟหรือมิลลิเมตรเวฟ ดังต่อไปนี้

1. หลอดสุญญากาศอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Vacuum Tubes) และหลอดแคโทด (Cathodes) ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ 1 3A001.b.1. ไม่ควบคุมหลอดที่ออกแบบหรือกำหนดพิกัดในการทำงานในช่วงคลื่นความถี่ใดๆ และมีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้

- a. ไม่เกิน 31.8 กิกะเฮิรตซ์ และ
- b. เป็นความถี่ “จัดสรรโดยสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ” (“Allocated by the ITU”) สำหรับบริการวิทยุโทรคมนาคม แต่ไม่ใช่สำหรับกิจการวิทยุตรวจการณ์และตรวจค้นหา

3A001 b. 1 (ต่อ)

หมายเหตุ 2 3A001.b.1. ไม่ควบคุมหลอดแบบไม่ “สามารถใช้ได้ในอวกาศ” (Non-“space-qualified” Tubes) ซึ่งมีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

- a. มีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยเท่ากับหรือน้อยกว่า 50 วัตต์ และ
- b. ออกแบบหรือกำหนดพิกัดในการทำงานในช่วงคลื่นความถี่ใดๆ และมีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 1. มากกว่า 31.8 กิกะเฮิรตซ์ แต่ไม่เกิน 43.5 กิกะเฮิรตซ์ และ
 2. เป็นความถี่ที่ “จัดสรรโดยสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ” (“Allocated by the ITU”) สำหรับบริการวิทยุสื่อสารแต่ไม่ใช่สำหรับกิจการวิทยุตรวจการณ์และตรวจค้นหา
- a. หลอดประเภทให้คลื่นเดินทาง (Travelling Wave Tubes) ชนิดคลื่นพัลส์ (Pulsed) หรือคลื่นต่อเนื่อง (Continuous Wave) ดังต่อไปนี้
 1. หลอดซึ่งทำงานที่ความถี่มากกว่า 31.8 กิกะเฮิรตซ์
 2. หลอดที่มีตัวให้ความร้อนที่แคโทด (Cathode) และใช้เวลาไม่น้อยกว่า 3 วินาที นับจากเวลาเปิดจนถึงสามารถให้กำลังคลื่นวิทยุที่กำหนด
 3. หลอดคาวิตีที่ถูกคัปเปิล (Coupled Cavity Tubes) หรือสิ่งดัดแปลงจากอุปกรณ์ดังกล่าว ที่มี “ค่าแบนด์วิดท์ส่วนย่อย” (“Fractional Bandwidth”) มากกว่าร้อยละ 7 หรือกำลังงานสูงสุดมากกว่า 2.5 กิโลวัตต์
 4. หลอดฮีลิคซ์ (Helix) หรือสิ่งดัดแปลงจากอุปกรณ์ดังกล่าว ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้
 - a. “ค่าอินสแตนท์แบนด์วิดท์” (“Instantaneous Bandwidth”) มากกว่าหนึ่งออกเตฟ (Octave) และมีค่ากำลังเฉลี่ย (แสดงค่าเป็นกิโลวัตต์) คูณค่าความถี่ (แสดงค่าเป็นกิกะเฮิรตซ์) มากกว่า 0.5
 - b. “ค่าอินสแตนท์แบนด์วิดท์” (“Instantaneous Bandwidth”) เท่ากับหนึ่งออกเตฟ (Octave) หรือน้อยกว่า และมีค่ากำลังเฉลี่ย (แสดงค่าเป็นกิโลวัตต์) คูณค่าความถี่ (แสดงค่าเป็นกิกะเฮิรตซ์) มากกว่า 1 หรือ
 - c. เป็นประเภทที่ “สามารถใช้ได้ในอวกาศ” (“Space-qualified”)
- b. หลอดขยายสัญญาณชนิดครอสฟิลด์ (Crossed-field Amplifier Tubes) ที่มีอัตราขยาย (Gain) มากกว่า 17 เดซิเบล
- c. หลอดแคโทดชนิดอิมเพกเนต (Impregnated Cathodes) ที่ออกแบบสำหรับหลอดอิเล็กทรอนิกส์ที่แพร่กระจายคลื่นต่อเนื่องที่มีความหนาแน่นของกระแสที่พิกัดการทำงานมากกว่า 5 แอมป์ต่อตารางเซนติเมตร
2. ตัวขยายกำลังงานสัญญาณไมโครเวฟแบบ “แผงวงจรรวมแบบโมโนลิทิก” (“Monolithic Integrated Circuits: MMIC”) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. มีพิกัดในการทำงานที่ความถี่สูงกว่า 3.2 กิกะเฮิรตซ์ จนถึงและรวมทั้ง 6.8 กิกะเฮิรตซ์ และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยมากกว่า 4 วัตต์ (36 เดซิเบลมิลลิวัตต์) ที่มี “ค่าแบนด์วิดท์ส่วนย่อย” (“Fractional Bandwidth”) มากกว่าร้อยละ 15
 - b. มีพิกัดในการทำงานที่ความถี่สูงกว่า 6.8 กิกะเฮิรตซ์ จนถึงและรวมทั้ง 16 กิกะเฮิรตซ์ และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยมากกว่า 1 วัตต์ (30 เดซิเบลมิลลิวัตต์) ที่มี “ค่าแบนด์วิดท์ส่วนย่อย” (“Fractional Bandwidth”) มากกว่าร้อยละ 10
 - c. มีพิกัดในการทำงานที่ความถี่สูงกว่า 16 กิกะเฮิรตซ์ จนถึงและรวมทั้ง 31.8 กิกะเฮิรตซ์ และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยมากกว่า 0.8 วัตต์ (29 เดซิเบลมิลลิวัตต์) ที่มี “ค่าแบนด์วิดท์ส่วนย่อย” (“Fractional Bandwidth”) มากกว่าร้อยละ 10
 - d. มีพิกัดในการทำงานที่ความถี่สูงกว่า 31.8 กิกะเฮิรตซ์ จนถึงและรวมทั้ง 37.5 กิกะเฮิรตซ์ และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยมากกว่า 0.1 นาโนวัตต์
 - e. มีพิกัดในการทำงานที่ความถี่สูงกว่า 37.5 กิกะเฮิรตซ์ จนถึงและรวมทั้ง 43.5 กิกะเฮิรตซ์ และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยมากกว่า 0.25 วัตต์ (24 เดซิเบลมิลลิวัตต์) ที่มี “ค่าแบนด์วิดท์ส่วนย่อย” (“Fractional Bandwidth”) มากกว่าร้อยละ 10 หรือ
 - f. มีพิกัดในการทำงานที่ความถี่สูงกว่า 43.5 กิกะเฮิรตซ์ และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยมากกว่า 0.1 นาโนวัตต์

3A001 b. 2. (ต่อ)

หมายเหตุ 1 ไม่ใช้

หมายเหตุ 2 สถานะการควบคุมของ “แผงวงจรรวมแบบโมโนลิทิก” (“Monolithic Integrated Circuits: MMIC”) ที่มีค่าพิกัดความถี่ในการทำงาน รวมถึงย่านความถี่ที่กำหนดไว้มากกว่าหนึ่งย่านความถี่ ตามที่ระบุใน 3A001.b.2.a. ถึง 3A001.b.2.f. ต้องพิจารณาจากค่าต่ำสุดของค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยที่ถูกควบคุม

หมายเหตุ 3 หมายเหตุ 1 และ 2 ใน 3A หมายความว่า 3A001.b.2. ไม่ควบคุม “แผงวงจรรวมแบบโมโนลิทิก” (“Monolithic Integrated Circuits: MMIC”) ถ้าหากเป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการใช้งานด้านอื่นๆ เช่น การโทรคมนาคม, เรดาร์, รถยนต์

3. ทรานซิสเตอร์ไมโครเวฟแบบแยกชิ้น (Discrete Microwave Transistors) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

- มีพิกัดในการทำงานที่ความถี่สูงกว่า 3.2 กิกะเฮิรตซ์ จนถึงและรวมทั้ง 6.8 กิกะเฮิรตซ์ และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยมากกว่า 60 วัตต์ (47.8 เดซิเบลมิลลิวัตต์)
- มีพิกัดในการทำงานที่ความถี่สูงกว่า 6.8 กิกะเฮิรตซ์ จนถึงและรวมทั้ง 31.8 กิกะเฮิรตซ์ และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยมากกว่า 20 วัตต์ (43 เดซิเบลมิลลิวัตต์)
- มีพิกัดในการทำงานที่ความถี่สูงกว่า 31.8 กิกะเฮิรตซ์ จนถึงและรวมทั้ง 37.5 กิกะเฮิรตซ์ และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยมากกว่า 0.5 วัตต์ (27 เดซิเบลมิลลิวัตต์)
- มีพิกัดในการทำงานที่ความถี่สูงกว่า 37.5 กิกะเฮิรตซ์ จนถึงและรวมทั้ง 43.5 กิกะเฮิรตซ์ และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยมากกว่า 1 วัตต์ (30 เดซิเบลมิลลิวัตต์) หรือ
- มีพิกัดในการทำงานที่ความถี่สูงกว่า 43.5 กิกะเฮิรตซ์ และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยมากกว่า 0.1 นาโนวัตต์

หมายเหตุ สถานะการควบคุมของทรานซิสเตอร์ที่มีค่าพิกัดความถี่ในการทำงาน รวมถึงความถี่ที่กำหนดไว้มากกว่าหนึ่งย่านความถี่ตามที่ระบุใน 3A001.b.3.a. ถึง 3A001.b.3.e. ต้องกำหนดจากค่าต่ำสุดของค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยที่ถูกควบคุม

4. ตัวขยายสัญญาณไมโครเวฟแบบโซลิดสเตต (Microwave Solid State Amplifiers) และอุปกรณ์ประกอบ/มอดูลวงจรไมโครเวฟที่ประกอบด้วยตัวขยายสัญญาณไมโครเวฟแบบโซลิดสเตต ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- มีพิกัดในการทำงานที่ความถี่สูงกว่า 3.2 กิกะเฮิรตซ์ จนถึงและรวมทั้ง 6.8 กิกะเฮิรตซ์ และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยมากกว่า 60 วัตต์ (47.8 เดซิเบลมิลลิวัตต์) ที่มี “ค่าแบนด์วิดท์ส่วนย่อย” (“Fractional Bandwidth”) มากกว่าร้อยละ 15
- มีพิกัดในการทำงานที่ความถี่สูงกว่า 6.8 กิกะเฮิรตซ์ จนถึงและรวมทั้ง 31.8 กิกะเฮิรตซ์ และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยมากกว่า 15 วัตต์ (42 เดซิเบลมิลลิวัตต์) ที่มี “ค่าแบนด์วิดท์ส่วนย่อย” (“Fractional Bandwidth”) มากกว่าร้อยละ 10
- มีพิกัดในการทำงานที่ความถี่สูงกว่า 31.8 กิกะเฮิรตซ์ จนถึงและรวมทั้ง 37.5 กิกะเฮิรตซ์ และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยมากกว่า 0.1 นาโนวัตต์
- มีพิกัดในการทำงานที่ความถี่สูงกว่า 37.5 กิกะเฮิรตซ์ จนถึงและรวมทั้ง 43.5 กิกะเฮิรตซ์ และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยมากกว่า 1 วัตต์ (30 เดซิเบลมิลลิวัตต์) ที่มี “ค่าแบนด์วิดท์ส่วนย่อย” (“Fractional Bandwidth”) มากกว่าร้อยละ 10
- มีพิกัดในการทำงานที่ความถี่สูงกว่า 43.5 กิกะเฮิรตซ์ และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยมากกว่า 0.1 นาโนวัตต์ หรือ
- มีพิกัดในการทำงานที่ความถี่สูงกว่า 3.2 กิกะเฮิรตซ์ และมีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - มีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ย (มีหน่วยเป็น วัตต์) P ซึ่งมากกว่า 150 หารด้วยความถี่สูงสุดในการทำงาน (มีหน่วยเป็น กิกะเฮิรตซ์) ยกกำลังสอง $[P > 150 \text{ W} \cdot \text{GHz}^2 / f_{\text{GHz}}^2]$
 - “ค่าแบนด์วิดท์ส่วนย่อย” (“Fractional Bandwidth”) เท่ากับร้อยละ 5 หรือมากกว่า และ
 - สองด้านของเส้นตั้งฉากซึ่งกันและกันที่มีค่าความยาว d (มีหน่วยเป็นเซนติเมตร) เท่ากับหรือน้อยกว่า 15 หารด้วยความถี่ต่ำสุดในการทำงาน (มีหน่วยเป็นกิกะเฮิรตซ์) $[d \leq 15 \text{ cm} \cdot \text{GHz} / f_{\text{GHz}}]$

3A001 b. 4. (ต่อ)

หมายเหตุทางเทคนิค

3.2 กิกะเฮิร์ตซ์ ควรใช้เป็นค่าความถี่ต่ำสุดในการทำงาน (f_{GHz}) ในสูตรคำนวณใน 3A001.b.4.f.3. สำหรับตัวขยายสัญญาณซึ่งมีค่าพิกัดช่วงความถี่ในการทำงานที่ปรับได้ต่ำถึง 3.2 กิกะเฮิร์ตซ์ และต่ำกว่า $[d \leq 15 \text{ cm}^3/\text{GHz}/3.2 \text{ GHz}]$

หมายเหตุ ตัวขยายกำลังงานสัญญาณแบบวงจรรวมแบบโมโนลิทิก (Monolithic Integrated Circuits: MMIC) ควรถูกประเมินด้วยเกณฑ์ใน 3A001.b.2.

หมายเหตุ 1 ไม่ใช้

หมายเหตุ 2 สถานะการควบคุมของรายการใดที่ค่าพิกัดความถี่ในการทำงาน มีมากกว่าหนึ่งย่านความถี่ตามที่ระบุใน 3A001.b.4.a. ถึง 3A001.b.4.e. ต้องถูกกำหนดโดยระดับควบคุมกำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยต่ำสุด

5. วงจรรองแถบความถี่ผ่าน (Band-pass Filters) หรือวงจรรองแถบความถี่หยุดผ่าน (Band-stop Filters) ที่สามารถปรับค่าได้โดยสัญญาณไฟฟ้าหรือแม่เหล็ก ที่ประกอบด้วยเรโซเนเตอร์ (Resonators) มากกว่า 5 ชุด และสามารถปรับค่าได้ 1.5:1 ช่วงความถี่ (f_{max}/f_{min}) ในเวลาน้อยกว่า 10 ไมโครวินาที และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- a. ช่วงความถี่สำหรับแถบผ่าน (Band-pass Bandwidth) มากกว่าร้อยละ 0.5 ของความถี่กลาง หรือ
- b. ช่วงความถี่สำหรับแถบหยุดผ่าน (Band-stop Bandwidth) น้อยกว่าร้อยละ 0.5 ของความถี่กลาง

6. ไม่ใช้

7. ตัวแปลงสัญญาณ (Converters) และตัวผสมสัญญาณฮาร์โมนิก (Harmonic Mixers) ที่ออกแบบเพื่อขยายย่านความถี่ของอุปกรณ์ตามที่ระบุใน 3A002.c., 3A002.d., 3A002.e. หรือ 3A002.f. จนพ้นขีดจำกัดที่ระบุไว้

8. ตัวขยายกำลังงานสัญญาณไมโครเวฟ ที่ประกอบด้วยหลอดตามที่ระบุใน 3A001.b.1. และมีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

- a. ทำงานที่ย่านความถี่สูงกว่า 3 กิกะเฮิร์ตซ์
- b. อัตราส่วนของกำลังส่งต่อมวลโดยเฉลี่ยมากกว่า 80 วัตต์ต่อกิโลกรัม และ
- c. ปริมาตรน้อยกว่า 400 ลูกบาศก์เซนติเมตร

หมายเหตุ 3A001.b.8. ไม่ควบคุมอุปกรณ์ที่ออกแบบ หรือกำหนดให้ทำงานในย่านความถี่ที่ “จัดสรรโดยสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ” (“Allocated by the ITU”) เพื่อการให้บริการด้านการสื่อสาร ทั้งนี้ยกเว้นการบริการวิทยุตรวจการณ์และตรวจค้น

9. โมดูลไมโครเวฟกำลัง (Microwave Power Modules: MPM) ประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักเป็นอย่างน้อย ได้แก่ หลอดประเภทให้คลื่นเดินทาง (Travelling Wave Tube) วงจรไมโครเวฟแบบ “วงจรรวมแบบโมโนลิทิก” (“Monolithic Integrated Circuits: MMIC”) และเครื่องปรับสภาพแรงดันไฟฟ้า (Integrated Electronic Power Conditioner) และที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

- a. ‘ระยะเวลาเปิดเครื่อง’ (‘Turn-on Time’) ตั้งแต่สถานะเริ่มเปิดเครื่องจนถึงสถานะเครื่องทำงานสมบูรณ์น้อยกว่า 10 วินาที
- b. ปริมาตรน้อยกว่าผลคูณของกำลังไฟฟ้าสูงสุดตามที่ทางผู้ผลิตกำหนด (หน่วยเป็นวัตต์) คูณด้วย 10 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อวัตต์ และ
- c. “ค่าอินสแตนท์แบนด์วิดท์” (“Instantaneous Bandwidth”) มากกว่า 1 ออกเทพ ($f_{max} > 2 f_{min}$) และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. กรณีค่าความถี่ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 18 กิกะเฮิร์ตซ์ มีกำลังส่งสัญญาณวิทยุมากกว่า 100 วัตต์ หรือ
 2. ค่าความถี่มากกว่า 18 กิกะเฮิร์ตซ์

หมายเหตุทางเทคนิค

1. ตัวอย่างการคำนวณปริมาตรใน 3A001.b.9.b. ดังนี้ สำหรับค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดของอุปกรณ์ 20 วัตต์ ปริมาตรจะเท่ากับ $20 \text{ W} \times 10 \text{ cm}^3/\text{W} = 200 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร}$

3A001

b. 9. (ต่อ)

2. ‘ระยะเวลาเปิดเครื่อง’ (‘Turn-on Time’) ใน 3A001.b.9.a. หมายถึง เวลาตั้งแต่เครื่องอยู่สถานะปิดจนถึงสถานะที่เครื่องทำงานโดยสมบูรณ์ ซึ่งรวมทั้งเวลาอุ่นเครื่องของมอดูลไมโครเวฟกำลัง (Microwave Power Module: MPM)

10. เครื่องกำเนิดสัญญาณ หรือส่วนประกอบ ที่ออกแบบให้ทำงานได้ทั้งหมดดังต่อไปนี้

- สัญญาณรบกวนทางเฟสแบบแถบข้างเดียว (Single Sideband [SSB] Phase Noise) สำหรับ F ตั้งแต่ 10 เฮิรตซ์ จนถึง 10 กิโลเฮิรตซ์ ต้องดีกว่า $-(126 + 20\log_{10} F - 20\log_{10} f)$ โดยมีหน่วยเป็นเดซิเบล คลื่นพาห์ต่อเฮิรตซ์ และ
- สัญญาณรบกวนทางเฟสแบบแถบข้างเดียว (Single Sideband [SSB] Phase Noise) สำหรับ F ตั้งแต่ 10 กิโลเฮิรตซ์ จนถึง 500 กิโลเฮิรตซ์ ต้องดีกว่า $-(114 + 20\log_{10} F - 20\log_{10} f)$ โดยมีหน่วยเป็นเดซิเบลคลื่นพาห์ต่อเฮิรตซ์

หมายเหตุทางเทคนิค

ใน 3A001.b.10. คำ “ F ” คือ ค่าออฟเซต (Offset) จากความถี่ที่ใช้งาน มีหน่วยเป็นเฮิรตซ์ และ f คือ ความถี่ที่ใช้งาน มีหน่วยเป็นเมกะเฮิรตซ์

11. “ชุดประกอบอิเล็กทรอนิกส์” (“Electronic Assemblies”) ของ “เครื่องสังเคราะห์ความถี่” (“Frequency Synthesiser”) ที่มี “เวลาในการสลับความถี่” (“Frequency Switching Time”) ตามที่กำหนดไว้โดยข้อใดข้อหนึ่ง ดังต่อไปนี้
- น้อยกว่า 312 พิโควินาที
 - น้อยกว่า 100 ไมโครวินาที สำหรับการเปลี่ยนแปลงความถี่ใดๆ ที่มากกว่า 1.6 กิกะเฮิรตซ์ ภายในย่านความถี่สังเคราะห์ที่มากกว่า 3.2 กิกะเฮิรตซ์ แต่ไม่เกิน 10.6 กิกะเฮิรตซ์
 - น้อยกว่า 250 ไมโครวินาที สำหรับการเปลี่ยนแปลงความถี่ใดๆ ที่มากกว่า 550 เมกะเฮิรตซ์ ภายในย่านความถี่สังเคราะห์ที่มากกว่า 10.6 กิกะเฮิรตซ์ แต่ไม่เกิน 31.8 กิกะเฮิรตซ์
 - น้อยกว่า 500 ไมโครวินาที สำหรับการเปลี่ยนแปลงความถี่ใดๆ ที่มากกว่า 550 เมกะเฮิรตซ์ ภายในย่านความถี่สังเคราะห์ที่มากกว่า 31.8 กิกะเฮิรตซ์ แต่ไม่เกิน 43.5 กิกะเฮิรตซ์ หรือ
 - น้อยกว่า 1 มิลลิวินาที ภายในย่านความถี่สังเคราะห์ที่มากกว่า 43.5 กิกะเฮิรตซ์

หมายเหตุ “เครื่องวิเคราะห์สัญญาณ” (“Signal Analysers”) เครื่องกำเนิดสัญญาณ (Signal Generators) เครื่องวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysers) และอุปกรณ์ภาครับสำหรับทดสอบสัญญาณไมโครเวฟ (Microwave Test Receivers) ที่มีวัตถุประสงค์สำหรับการใช้งานทั่วไป โปรดดู 3A002.c., 3A002.d., 3A002.e. และ 3A002.f. ประกอบ ตามลำดับ

- c. อุปกรณ์คลื่นเสียง (Acoustic Wave Devices) ตามที่ระบุด้านล่าง และส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์ดังกล่าว

- อุปกรณ์คลื่นเสียงชนิดพื้นผิว (Surface Acoustic Wave Devices) และอุปกรณ์คลื่นเสียงชนิดสกินมิ่งพื้นผิว (ส่วนตื้น) (Surface Skimming [Shallow Bulk] Acoustic Wave Devices) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - คลื่นพาห์สูงกว่า 6 กิกะเฮิรตซ์
 - คลื่นพาห์สูงกว่า 1 กิกะเฮิรตซ์ แต่ไม่เกิน 6 กิกะเฮิรตซ์ และที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - ‘ค่าการกำจัดความถี่ด้านข้าง’ (‘Frequency Side-lobe Rejection’) สูงกว่า 65 เดซิเบล
 - ผลคูณของค่าหน่วยเวลาสูงสุดกับแบนด์วิดท์ (Bandwidth) มากกว่า 100 (เวลามีหน่วยเป็นไมโครวินาที และแบนด์วิดท์มีหน่วยเป็นเมกะเฮิรตซ์)
 - มีแบนด์วิดท์ (Bandwidth) มากกว่า 250 เมกะเฮิรตซ์ หรือ
 - ค่าหน่วยเวลากระจายตัว (Dispersive Delay) มากกว่า 10 ไมโครวินาที หรือ
- คลื่นพาห์เท่ากับ 1 กิกะเฮิรตซ์ หรือน้อยกว่า และที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - ผลคูณของค่าหน่วยเวลาสูงสุดกับแบนด์วิดท์ (Bandwidth) (เวลามีหน่วยเป็นไมโครวินาที และแบนด์วิดท์มีหน่วยเป็นเมกะเฮิรตซ์) มากกว่า 100

3A001

c. 1. c. (ต่อ)

2. ค่าหน่วงเวลากระจายตัว (Dispersive Delay) มากกว่า 10 ไมโครวินาที หรือ
3. 'ค่าการกำจัดความถี่ด้านข้าง' ('Frequency Side-lobe Rejection') สูงกว่า 65 เดซิเบล และมีแบนด์วิดท์ (Bandwidth) มากกว่า 100 เมกะเฮิร์ตซ์

หมายเหตุทางเทคนิค

'ค่าการกำจัดความถี่ด้านข้าง' ('Frequency Side-lobe Rejection') คือ ค่าการกำจัดสูงสุดที่ระบุในเอกสารข้อมูลสินค้าจากผู้ผลิต

2. อุปกรณ์คลื่นเสียงชนิดบัลก์ (Bulk) (ปริมาตร [Volume]) ที่สามารถทำการประมวลผลสัญญาณที่มีความถี่สูงกว่า 6 กิกะเฮิร์ตซ์ ได้โดยตรง
3. อุปกรณ์ "การประมวลผลสัญญาณ" ("Signal Processing") แบบเสียง-แสง ที่ใช้การปฏิสัมพันธ์ระหว่างคลื่นเสียง (คลื่นชนิดบัลก์ [Bulk] หรือพื้นผิว) กับคลื่นแสง ซึ่งยอมให้มีการประมวลผลโดยตรงของสัญญาณหรือภาพ รวมทั้งการวิเคราะห์สเปกตรัม (Spectral Analysis) สหสัมพันธ์ (Correlation) หรือคอนโวลูชัน (Convolution)

หมายเหตุ 3A001.c. ไม่ควบคุมอุปกรณ์คลื่นเสียงที่ถูกจำกัดการทำงานเพียงเฉพาะเป็นการกรองแถบความถี่ผ่าน (Band Pass Filtering) การกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low Pass Filtering) การกรองความถี่สูงผ่าน (High Pass Filtering) การกรองความถี่แบนนอธ (Notch Filtering) หรือวงจรที่ทำหน้าที่เป็นเรโซเนเตอร์ (Resonating Function)

- d. อุปกรณ์และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ที่ประกอบด้วยส่วนประกอบที่ผลิตจากวัสดุ "นำไฟฟ้ายิ่งยวด" ("Superconductive") ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการทำงานที่อุณหภูมิต่ำกว่า "อุณหภูมิวิกฤติ" ("Critical Temperature") โดยอย่างน้อยที่สุดมีส่วนประกอบหนึ่งชุด "นำไฟฟ้ายิ่งยวด" ("Superconductive") ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. การสลับกระแสไฟฟ้าสำหรับวงจรดิจิทัลที่ใช้เกิดแบบ "นำไฟฟ้ายิ่งยวด" ("Superconductive") ที่มีผลคูณของเวลาหน่วงต่อเกต (หน่วยเป็นวินาที) และกำลังงานที่ใช้ต่อเกต (หน่วยเป็นวัตต์) น้อยกว่า 10^{-14} จูล หรือ
2. การกรองความถี่ของทุกความถี่ที่ใช้วงจรเรโซแนนต์ (Resonant Circuits) ที่มีค่า Q เกินกว่า 10,000

- e. อุปกรณ์พลังงานสูง ดังต่อไปนี้

1. 'เซลล์' ('Cells') ดังต่อไปนี้
 - a. 'เซลล์ปฐมภูมิ' ('Primary Cells') ที่มี 'ค่าความหนาแน่นพลังงาน' ('Energy Density') สูงกว่า 550 วัตต์-ชั่วโมงต่อกิโลกรัม (Wh/kg) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส
 - b. 'เซลล์ทุติยภูมิ' ('Secondary Cells') ที่มี 'ค่าความหนาแน่นพลังงาน' ('Energy Density') สูงกว่า 250 วัตต์-ชั่วโมงต่อกิโลกรัม (Wh/kg) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

หมายเหตุทางเทคนิค

1. เพื่อวัตถุประสงค์ใน 3A001.e.1. 'ความหนาแน่นพลังงาน' ('Energy Density') (Wh/kg) คำนวณได้ดังนี้

$$\text{ความหนาแน่นพลังงาน} = \frac{\text{ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ระบุ} \times \text{ค่าความจุไฟฟ้าที่ระบุ (แอมป์-ชั่วโมง)}}{\text{มวล (กิโลกรัม)}}$$

กรณีที่ไม่ระบุค่าความจุไฟฟ้า ให้คำนวณดังนี้

$$\text{ความหนาแน่นพลังงาน} = \frac{\text{ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ระบุยกกำลังสอง} \times \text{ระยะเวลาในการคายประจุ (ชั่วโมง)}}{\text{ความต้านทานในการคายประจุ (โอห์ม)} \times \text{มวล (กิโลกรัม)}}$$

2. เพื่อวัตถุประสงค์ใน 3A001.e.1.a. 'เซลล์' ('Cell') หมายถึง อุปกรณ์ไฟฟ้าเคมีที่ประกอบไปด้วยขั้วไฟฟ้าบวกและลบ อิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte) และเป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของแบตเตอรี่
3. สำหรับวัตถุประสงค์ใน 3A001.e.1.a. 'เซลล์ปฐมภูมิ' ('Primary Cell') หมายถึง 'เซลล์' ('Cell') ที่ไม่ได้ออกแบบมาเพื่อให้สามารถประจุไฟฟ้าโดยแหล่งอื่นใด
4. สำหรับวัตถุประสงค์ใน 3A001.e.1.b. 'เซลล์ทุติยภูมิ' ('Secondary Cell') หมายถึง 'เซลล์' ('Cell') ที่ออกแบบมาเพื่อให้สามารถประจุไฟฟ้าใหม่ได้จากแหล่งไฟฟ้าภายนอก

หมายเหตุ 3A001.e.1. ไม่ควบคุมแบตเตอรี่ ที่หมายรวมถึงแบตเตอรี่แบบเซลล์เดียว

2. ตัวเก็บประจุที่เก็บพลังงานสูง (High Energy Storage Capacitors) ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ โปรดดู 3A201.a. ประกอบ

3A001

e. 2. (ต่อ)

- a. ตัวเก็บประจุที่มีอัตราซ้ำ (Repetition Rate) น้อยกว่า 10 เฮิร์ตซ์ (ตัวเก็บประจุแบบยิงครั้งเดียว [Single Shot Capacitors]) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 1. ค่าพิกัดแรงดันไฟฟ้ามากกว่าหรือเท่ากับ 5 กิโลโวลต์
 2. ความหนาแน่นของพลังงานไฟฟ้ามากกว่าหรือเท่ากับ 250 จูลต่อกิโลกรัม และ
 3. พลังงานทั้งหมดมากกว่าหรือเท่ากับ 25 กิโลจูล
- b. ตัวเก็บประจุที่มีอัตราซ้ำ (Repetition Rate) เท่ากับ 10 เฮิร์ตซ์ หรือมากกว่า (ตัวเก็บประจุที่ระบุค่าซ้ำ) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 1. ค่าพิกัดแรงดันไฟฟ้ามากกว่าหรือเท่ากับ 5 กิโลโวลต์
 2. ความหนาแน่นของพลังงานไฟฟ้ามากกว่าหรือเท่ากับ 50 จูลต่อกิโลกรัม
 3. พลังงานทั้งหมดมากกว่าหรือเท่ากับ 100 จูล และ
 4. มีวงจรชีวิตในการเก็บประจุและคายประจุมากกว่าหรือเท่ากับ 10,000 ครั้ง
3. แม่เหล็กไฟฟ้าและขดลวดโซเลนอยด์ (Solenoids) ชนิด “นำไฟฟ้ายิ่งยวด” (“Superconductive”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อให้สามารถเก็บประจุเต็มๆ หรือคายประจุได้เต็มที่ภายในเวลาน้อยกว่าหนึ่งวินาที ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

หมายเหตุ โปรตอกู 3A201.b. ประกอบ

หมายเหตุ 3A001.e.3. ไม่ควบคุมแม่เหล็กไฟฟ้าและขดลวดโซเลนอยด์ (Solenoids) ชนิด “นำไฟฟ้ายิ่งยวด” (“Superconductive”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์การสร้างภาพด้วยเรโซแนนซ์แม่เหล็ก (Magnetic Resonance Imaging: MRI) ทางด้านการแพทย์

- a. ให้พลังงานระหว่างการคายประจุเกินกว่า 10 กิโลจูล ในวินาทีแรก
- b. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของขดลวดเหนี่ยวนำกระแสมากกว่า 250 มิลลิเมตร และ
- c. ค่าพิกัดสำหรับการเหนี่ยวนำแม่เหล็กมากกว่า 8 เทสลา หรือ “ค่าความหนาแน่นของกระแสทั้งหมด” (“Overall Current Density”) ในขดลวด มากกว่า 300 แอมป์ต่อตารางมิลลิเมตร
4. เซลล์สุริยะ (Solar Cells) ส่วนประกอบของเซลล์สุริยะแบบหุ้มด้วยกระจกและมีการเชื่อมต่อเซลล์ (Cell-interconnect-coverglass: CIC) แผงเซลล์สุริยะ และชุดแผงเซลล์สุริยะ ที่ “สามารถใช้ได้ในอวกาศ” (“Space-qualified”) โดยมีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยที่น้อยที่สุดมากกว่าร้อยละ 20 ที่อุณหภูมิทำงาน 301 เคลวิน (28 องศาเซลเซียส) ภายใต้การจำลองสภาพแวดล้อมความเข้มแสงแบบ ‘มวลอากาศศูนย์’ (‘AM0’) ที่ปริมาณรังสีเท่ากับ 1,367 วัตต์ต่อตารางเมตร

หมายเหตุทางเทคนิค

‘AM0’ หรือ ‘มวลอากาศศูนย์’ (‘Air Mass Zero’) คือ สภาวะแวดล้อมที่ความเข้มแสงเชิงสเปกตรัมของแสงอาทิตย์ที่ภายนอกชั้นบรรยากาศโลก เมื่อกำหนดให้ระยะทางระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์มีค่าเท่ากับ 1 หน่วยดาราศาสตร์ (Astronomical Unit: AU)

- f. ตัวเข้ารหัสตำแหน่งแบบหมุนที่ให้ค่าสมบูรณ์ ที่มีค่าความแม่นยำน้อยกว่าหรือเท่ากับ (ดีกว่า) ± 1.0 ฟิลิปดา
- g. อุปกรณ์ไทรสเตอร์ (Thyristor Devices) แบบโซลิดสเตตที่ทำงานในการสลับสัญญาณพัลส์กำลังงานสูง และ ‘มอดูลไทรสเตอร์’ (‘Thyristor Modules’) ที่ใช้การควบคุมด้วยไฟฟ้า ด้วยแสง หรือด้วยการแผ่รังสีอิเล็กตรอน และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. อัตรากระแสไฟฟ้าที่มากที่สุดขณะเปิด (di/dt) เมื่อมีสัญญาณสวิตช์ขึ้นมากกว่า 30,000 แอมป์ต่อไมโครวินาที และค่าแรงดันไฟฟ้าที่สถานะปิด มากกว่า 1,100 โวลต์ หรือ
 2. อัตรากระแสไฟฟ้าที่มากที่สุดขณะเปิด (di/dt) เมื่อมีสัญญาณสวิตช์ขึ้นมากกว่า 2,000 แอมป์ต่อไมโครวินาที และมีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้
 - a. แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่สถานะปิดมากกว่าหรือเท่ากับ 3,000 โวลต์ และ
 - b. ค่าสูงสุดของกระแสไฟฟ้า (เมื่อเกิดไฟกระชาก [Surge]) มากกว่าหรือเท่ากับ 3,000 แอมป์

3A001 g. (ต่อ)

หมายเหตุ 1 3A001.g. ครอบคลุม

- ตัวเรียงกระแสที่ควบคุมด้วยซิลิคอน (Silicon Controlled Rectifiers: SCRs)
- ไทริสเตอร์ที่ทริกด้วยไฟฟ้า (Electrical Triggering Thyristors: ETTs)
- ไทริสเตอร์ที่ทริกด้วยแสง (Light Triggering Thyristors: LTTs)
- ไทริสเตอร์ที่มีการสลับเกตรวม (Integrated Gate Commutated Thyristors: IGCTs)
- ไทริสเตอร์ที่มีการปิดเกต (Gate Turn-off Thyristors: GTOs)
- ไทริสเตอร์ที่ควบคุมโดยมอส (MOS Controlled Thyristors: MCTs)
- โซลิดทรอน (Solidtrons)

หมายเหตุ 2 3A001.g. ไม่ครอบคลุมอุปกรณ์ไทริสเตอร์ (Thyristor Devices) และ ‘มอดูลไทริสเตอร์’ (‘Thyristor Modules’) ที่ถูกติดตั้งบนอุปกรณ์ที่ถูกออกแบบมาสำหรับการใช้งานเกี่ยวกับการรถไฟพลเรือน หรือ “อากาศยานพลเรือน” (“Civil Aircraft”)หมายเหตุทางเทคนิค

สำหรับวัตถุประสงค์ใน 3A001.g. ‘มอดูลไทริสเตอร์’ (‘Thyristor Modules’) 1 มอดูลประกอบด้วยอุปกรณ์ไทริสเตอร์ (Thyristor Devices) 1 เครื่องหรือหลายเครื่อง

h. สวิตช์กำลังกึ่งตัวนำชนิดโซลิดสเตต (Solid-state Power Semiconductor Switches) ไดโอด (Diodes) หรือ ‘มอดูล’ (‘Modules’) ต่างๆ ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

1. ค่าสูงสุดของอุณหภูมิรอยต่อขณะทำงานที่กำหนดสูงกว่า 488 เคลวิน (215 องศาเซลเซียส)
2. แรงดันไฟฟ้าขั้วค่าสูงสุดในสถานะปิด (Blocking Voltage) สูงกว่า 300 โวลต์ และ
3. กระแสไฟฟ้าต่อเนื่องมากกว่า 1 แอมป์

หมายเหตุ 1 แรงดันไฟฟ้าขั้วค่าสูงสุดในสถานะปิด (Repetitive Peak Off-state Voltage) ใน 3A001.h. หมายรวมถึงแรงดันตกคร่อมเดรนและซอร์ส (Drain to Source Voltage) แรงดันตกคร่อมคอลเล็กเตอร์และอิมิตเตอร์ (Collector to Emitter Voltage) แรงดันไฟฟ้าขั้วค่าสูงสุดในขณะย้อนกลับ (Repetitive Peak Reverse Voltage) และแรงดันไฟฟ้าปิดกั้นขั้วค่าสูงสุดในสถานะปิด (Peak Repetitive Off-state Blocking Voltage)หมายเหตุ 2 3A001.h. ครอบคลุม

- ทรานซิสเตอร์รอยต่อสนามไฟฟ้า (Junction Field Effect Transistors: JFETs)
- ทรานซิสเตอร์รอยต่อสนามไฟฟ้าแนวตั้ง (Vertical Junction Field Effect Transistors: VJFETs)
- ทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้าที่ใช้สารกึ่งตัวนำเป็นออกไซด์โลหะ (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistors: MOSFETs)
- ทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้าที่ใช้สารกึ่งตัวนำเป็นออกไซด์โลหะที่มีการแพร่ผ่านสองชั้น (Double Diffused Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor: DMOSFET)
- ทรานซิสเตอร์สองขั้วที่มีการหุ้มฉนวนที่เกต (Insulated Gate Bipolar Transistor: IGBT)
- ทรานซิสเตอร์ชนิดอิเล็กตรอนเคลื่อนที่เร็ว (High Electron Mobility Transistors: HEMTs)
- ทรานซิสเตอร์แบบรอยต่อสองขั้ว (Bipolar Junction Transistors: BJTs)
- ไทริสเตอร์ (Thyristors) และตัวเรียงกระแสที่ควบคุมด้วยซิลิคอน (Silicon Controlled Rectifiers: SCRs)
- ไทริสเตอร์ที่มีการปิดเกต (Gate Turn-off Thyristors: GTOs)
- ไทริสเตอร์ที่มีการปิดอิมิตเตอร์ (Emitter Turn-off Thyristors: ETOs)
- พินไดโอด (Pin Diodes)
- ช็อตกีย์ไดโอด (Schottky Diodes)

3A001 h. (ต่อ)

หมายเหตุ 3 3A001.h. ไม่ควบคุมสวิตช์ ไดโอด หรือ ‘มอดูล’ (‘Modules’) ต่างๆ ที่ติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์ที่ถูกออกแบบมาสำหรับการใช้งานยานยนต์พลเรือน รถไฟพลเรือน หรือ “อากาศยานพลเรือน” (“Civil Aircraft”)

หมายเหตุทางเทคนิค

สำหรับวัตถุประสงค์ใน 3A001.h. ‘มอดูล’ (‘Modules’) ประกอบไปด้วยสวิตช์สารกึ่งตัวนำชนิดซิลิคอนหรือไดโอด อย่างน้อย 1 ตัว

3A002 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อการใช้งานทั่วไป และอุปกรณ์เสริมสำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว ดังต่อไปนี้

a. อุปกรณ์บันทึกเสียงตามที่ระบุด้านล่าง และเทปทดสอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์ดังกล่าว

1. เครื่องบันทึกเทปแม่เหล็กสำหรับวัดรูปแบบแอนะล็อก (Analogue Instrumentation Magnetic Tape Recorders) รวมทั้งเครื่องที่สามารถบันทึกสัญญาณดิจิทัล (เช่น ที่ใช้มอดูลบันทึกสัญญาณดิจิทัล ความหนาแน่นสูง [High Density Digital Recording: HDDR]) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- มีแบนด์วิดท์มากกว่า 4 เมกะเฮิร์ตซ์ ต่อช่องสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์หรือแทร็ก (Track)
- มีแบนด์วิดท์มากกว่า 2 เมกะเฮิร์ตซ์ ต่อช่องสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์หรือแทร็ก (Track) และที่มีแทร็กมากกว่า 42 แแทร็ก หรือ
- การจัดค่าความคลาดเคลื่อน (พื้นฐาน) เชิงเวลา น้อยกว่า ± 0.1 ไมโครวินาที โดยวัดเทียบกับมาตรฐานของกลุ่มเครื่องมือวัดรูปแบบหลายช่วงพิสัย (Inter-range Instrumentation Group: IRIG) หรือสมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Industries Association: EIA) ที่เกี่ยวข้อง

หมายเหตุ เครื่องบันทึกเทปแม่เหล็กแบบแอนะล็อก (Analogue Magnetic Tape Recorders) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับบันทึกวิดีโอของพลเรือนไม่ถือว่าเป็นเครื่องมือบันทึกเทปสำหรับวัดคุม (Instrumentation Tape Recorders)

2. เครื่องบันทึกเทปแม่เหล็กสำหรับวิดีโอดิจิทัล (Digital Video Magnetic Tape Recorders) ที่มีอัตราการส่งข้อมูลสูงสุดผ่านอินเตอร์เฟซเกินกว่า 360 เมกะบิตต่อวินาที

หมายเหตุ 3A002.a.2. ไม่ควบคุมเครื่องบันทึกวิดีโอดิจิทัลแบบม้วนเทปแม่เหล็ก ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการบันทึกการโทรทัศน์ที่ใช้รูปแบบสัญญาณ ซึ่งอาจรวมถึงรูปแบบสัญญาณบีบอัดที่เป็นไปตามมาตรฐานหรือที่แนะนำโดย ITU, IEC, SMPTE, EBU, ETSI หรือ IEEE สำหรับการใช้งานโทรทัศน์ของพลเรือน

3. เครื่องบันทึกข้อมูลลงเทปแม่เหล็กสำหรับวัดรูปแบบดิจิทัล (Digital Instrumentation Magnetic Tape Data Recorders) ที่ใช้เทคนิคสแกนแบบเกลียว (Helical Scan) หรือเทคนิคแบบหัวอ่านคงที่ (Fixed Head Techniques) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- มีอัตราการส่งข้อมูลดิจิทัลผ่านอินเตอร์เฟซสูงสุดเกินกว่า 175 เมกะบิตต่อวินาที หรือ
- “สามารถใช้ได้ในอวกาศ” (“Space-qualified”)

หมายเหตุ 3A002.a.3. ไม่ควบคุมเครื่องบันทึกเทปแม่เหล็กแบบแอนะล็อก (Analogue Magnetic Tape Recorders) ที่มีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับแปลง HDDR และปรับแต่งให้บันทึกเฉพาะข้อมูลดิจิทัล

4. อุปกรณ์ที่มีอัตราการส่งข้อมูลดิจิทัลผ่านอินเตอร์เฟซสูงสุดเกินกว่า 175 เมกะบิตต่อวินาที ที่ออกแบบเพื่อแปลงเครื่องบันทึกเทปแม่เหล็กสำหรับวิดีโอดิจิทัล (Digital Video Magnetic Tape Recorders) ให้สามารถใช้เป็นเครื่องบันทึกข้อมูลสำหรับวัดรูปแบบดิจิทัล (Digital Instrumentation Data Recorders)

5. เครื่องแปลงรูปคลื่นเป็นดิจิทัล (Waveform Digitisers) และเครื่องบันทึกสัญญาณชั่วขณะ (Transient Recorders) ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้

- อัตราการแปลงเป็นดิจิทัลมากกว่าหรือเท่ากับ 200 ล้านตัวอย่างต่อวินาที และมีค่าความละเอียดเท่ากับ 10 บิต หรือมากกว่า และ
- ให้ ‘ค่าปริมาณข้อมูลส่งผ่านที่ต่อเนื่อง’ (‘Continuous Throughput’) เท่ากับ 2 กิกะบิตต่อวินาที หรือมากกว่า

หมายเหตุทางเทคนิค

1. สำหรับบรรดาอุปกรณ์ซึ่งมีสถาปัตยกรรมที่ใช้บัสแบบขนาน (Parallel Bus) ‘ปริมาณข้อมูลส่งผ่านที่ต่อเนื่อง’ (‘Continuous Throughput’) หมายถึง อัตราค่าสูงสุด คูณด้วยจำนวนบิตในแต่ละค่า

3A002

a. 5. (ต่อ)

2. ‘ค่าปริมาณข้อมูลส่งผ่านที่ต่อเนื่อง’ (‘Continuous Throughput’) หมายถึง อัตราข้อมูลเร็วที่สุดที่เครื่องสามารถส่งออกไปยังหน่วยเก็บความจำขนาดใหญ่ได้โดยปราศจากการสูญเสียข้อมูลใดๆ ในขณะที่เดียวกันยังสามารถทำงานโดยคงอัตราสุ่ม (Sampling Rate) และการแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัลได้

6. เครื่องบันทึกข้อมูลสำหรับวัดคุมแบบดิจิทัล (Digital Instrumentation Data Recorders) ที่ใช้เทคนิคในการบันทึกข้อมูลลงแผ่นดิสก์แม่เหล็ก และมีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้

- อัตราการแปลงเป็นดิจิทัลมากกว่าหรือเท่ากับ 100 ล้านตัวอย่างสุ่มต่อวินาที และมีความละเอียดเท่ากับ 8 บิต หรือมากกว่า และ
- ให้ ‘ค่าปริมาณข้อมูลส่งผ่านที่ต่อเนื่อง’ (‘Continuous Throughput’) เท่ากับ 1 กิกะบิตต่อวินาที หรือมากกว่า

b. ไม่ใช่

c. “เครื่องวิเคราะห์สัญญาณ” ความถี่วิทยุ (Radio-frequency “Signal Analysers”) ดังต่อไปนี้

- “เครื่องวิเคราะห์สัญญาณ” (“Signal Analysers”) ที่มีค่าความละเอียดแบนด์วิดท์ 3 เดซิเบล (Resolution Bandwidth: RBW) เกินกว่า 10 เมกะเฮิร์ตซ์ ณ ที่ใดก็ตามในย่านความถี่เกินกว่า 31.8 กิกะเฮิร์ตซ์ แต่ไม่เกิน 37.5 กิกะเฮิร์ตซ์
- “เครื่องวิเคราะห์สัญญาณ” (“Signal Analysers”) ที่มีค่าสัญญาณรบกวนเฉลี่ยที่แสดงผล (Displayed Average Noise Level: DANL) น้อยกว่า (ดีกว่า) -150 เดซิเบลมิลลิวัตต์ต่อเฮิร์ตซ์ ณ ที่ใดก็ตามในย่านความถี่เกินกว่า 43.5 กิกะเฮิร์ตซ์ แต่ไม่เกิน 70 กิกะเฮิร์ตซ์
- “เครื่องวิเคราะห์สัญญาณ” (“Signal Analysers”) ที่ทำงานได้ที่ความถี่เกินกว่า 70 กิกะเฮิร์ตซ์
- “เครื่องวิเคราะห์สัญญาณพลวัต” (“Dynamic Signal Analysers”) ต้องมี “แบนด์วิดท์เรียลไทม์” (“Real-time Bandwidth”) สูงกว่า 40 เมกะเฮิร์ตซ์

หมายเหตุ 3A002.c.4. ไม่ครอบคลุม “เครื่องวิเคราะห์สัญญาณพลวัต” (“Dynamic Signal Analysers”) ที่ใช้เฉพาะตัวกรองสัญญาณที่ใช้ค่าแบนด์วิดท์เป็นร้อยละคงที่ของความถี่กลาง (ที่รู้จักกันทั่วไปในชื่อตัวกรองออกเตฟ [Octave Filters] หรือตัวกรองออกเตฟส่วนย่อย [Fractional Octave Filters])

d. เครื่องกำเนิดสัญญาณชนิดสังเคราะห์ความถี่ (Frequency Synthesised Signal Generators) ที่ผลิตความถี่เอาต์พุต โดยมีการควบคุมค่าความแม่นยำและความเสถียรทั้งในช่วงสั้นและช่วงยาว ซึ่งได้มาจากหรือกำกับโดยเครื่องกำเนิดสัญญาณอ้างอิงหลัก และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- ถูกกำหนดให้ผลิตความถี่ที่มี ‘ช่วงเวลาของพัลส์’ (‘Pulse Duration’) น้อยกว่า 100 นาโนวินาที ที่ใดก็ตามภายในย่านความถี่สังเคราะห์เกินกว่า 31.8 กิกะเฮิร์ตซ์ แต่ไม่เกิน 70 กิกะเฮิร์ตซ์
- มีกำลังภาคเอาต์พุตมากกว่า 100 มิลลิวัตต์ (20 เดซิเบลมิลลิวัตต์) ณ ที่ใดก็ตามภายในย่านความถี่สังเคราะห์เกินกว่า 43.5 กิกะเฮิร์ตซ์ แต่ไม่เกิน 70 กิกะเฮิร์ตซ์
- มี “เวลาในการสลับความถี่” (“Frequency Switching Time”) ตามที่กำหนดโดยข้อใดข้อหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - น้อยกว่า 312 พิโควินาที
 - น้อยกว่า 100 ไมโครวินาที ในการเปลี่ยนแปลงความถี่ใดๆ ที่เกินกว่า 1.6 กิกะเฮิร์ตซ์ ภายในย่านความถี่สังเคราะห์เกินกว่า 3.2 กิกะเฮิร์ตซ์ แต่ไม่เกิน 10.6 กิกะเฮิร์ตซ์
 - น้อยกว่า 250 ไมโครวินาทีในการเปลี่ยนแปลงความถี่ใดๆ ที่เกินกว่า 550 เมกะเฮิร์ตซ์ ภายในย่านความถี่สังเคราะห์เกินกว่า 10.6 กิกะเฮิร์ตซ์ แต่ไม่เกิน 31.8 กิกะเฮิร์ตซ์
 - น้อยกว่า 500 ไมโครวินาทีในการเปลี่ยนแปลงความถี่ใดๆ ที่เกินกว่า 550 เมกะเฮิร์ตซ์ ภายในย่านความถี่สังเคราะห์เกินกว่า 31.8 กิกะเฮิร์ตซ์ แต่ไม่เกิน 43.5 กิกะเฮิร์ตซ์
 - น้อยกว่า 1 มิลลิวินาที ในการเปลี่ยนแปลงความถี่ใดๆ ที่เกินกว่า 550 เมกะเฮิร์ตซ์ ภายในย่านความถี่สังเคราะห์เกินกว่า 43.5 กิกะเฮิร์ตซ์ แต่ไม่เกิน 56 กิกะเฮิร์ตซ์ หรือ
 - น้อยกว่า 1 มิลลิวินาที ในการเปลี่ยนแปลงความถี่ใดๆ ที่เกินกว่า 2.2 กิกะเฮิร์ตซ์ ภายในย่านความถี่สังเคราะห์เกินกว่า 56 กิกะเฮิร์ตซ์ แต่ไม่เกิน 70 กิกะเฮิร์ตซ์
- ที่ความถี่สังเคราะห์เกินกว่า 3.2 กิกะเฮิร์ตซ์ แต่ไม่เกิน 70 กิกะเฮิร์ตซ์ และมีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้
 - มีสัญญาณรบกวนทางเฟสแบบแถบข้างเดียว (Single Sideband [SSB] Phase Noise) สำหรับ F ตั้งแต่ 10 เฮิร์ตซ์ จนถึง 10 กิโลเฮิร์ตซ์ ที่ดีกว่า $-(126 + 20\log_{10}F - 20\log_{10}f)$ โดยมีหน่วยเป็น เดซิเบลคลื่นพาทต่อเฮิร์ตซ์ และ

3A002

d. 4. (ต่อ)

- b. มีสัญญาณรบกวนทางเฟสแบบแถบข้างเดียว สำหรับช่วง F ตั้งแต่ 10 กิโลเฮิร์ตซ์ จนถึง 500 กิโลเฮิร์ตซ์ ที่ต่ำกว่า $-(114 + 20\log_{10}F - 20\log_{10}f)$ โดยมีหน่วยเป็นเดซิเบลคลื่นพาทต่อเฮิร์ตซ์

หมายเหตุทางเทคนิค

ใน 3A002.d.4. ค่า F คือ ค่าออฟเซตจากความถี่ที่ใช้งาน มีหน่วยเป็นเฮิร์ตซ์ และ f คือ ความถี่ใช้งาน มีหน่วยเป็นเมกะเฮิร์ตซ์

5. ความถี่ที่สังเคราะห์ได้สูงสุดเกินกว่า 70 กิกะเฮิร์ตซ์

หมายเหตุ 1 ใน 3A002.d. เครื่องกำเนิดสัญญาณชนิดสังเคราะห์ความถี่ (Frequency Synthesised Signal Generators) หมายถึง เครื่องกำเนิดสัญญาณรูปคลื่นทางไฟฟ้าทั้งแบบรูปคลื่นอิสระ (Arbitrary) และรูปคลื่นแบบฟังก์ชัน

หมายเหตุ 2 3A002.d. ไม่ควบคุมอุปกรณ์ที่ความถี่เอาต์พุตเกิดจากการรวมกัน หรือการหักล้างของความถี่จากออสซิลเลเตอร์ (Oscillator) แบบคริสตัล สองตัวหรือมากกว่า หรือโดยการรวมกันหรือหักล้างกันจากการคูณกันของผลลัพธ์

หมายเหตุทางเทคนิค

1. โดยทั่วไป เครื่องกำเนิดสัญญาณรูปคลื่นทางไฟฟ้าแบบรูปคลื่นอิสระ (Arbitrary) และ รูปคลื่นแบบฟังก์ชัน จะถูกกำหนดคุณลักษณะตามอัตราการซัดสัญญาณตัวอย่าง (เช่น พันล้านตัวอย่างต่อวินาที) แล้วถูกแปลงเป็นสัญญาณย่านความถี่วิทยุ โดยการใช้ทฤษฎีของไนควิสต์ (Nyquist) ที่อัตราการซัดสัญญาณ ต้องมีค่าอย่างน้อยเป็น 2 เท่าของความถี่สูงสุดในสัญญาณนั้น ดังนั้น รูปคลื่นอิสระ (Arbitrary Waveform) ที่ 1 พันล้านตัวอย่างต่อวินาที จะมีขีดความสามารถในการผลิตสัญญาณเท่ากับ 500 เมกะเฮิร์ตซ์ หรือกล่าวได้ว่า เมื่อใช้อัตราการซัดสัญญาณตัวอย่างที่สูงขึ้น (Oversampling) ขีดความสามารถสูงสุดในการผลิตสัญญาณจะต่ำลง
 2. ใน 3A002.d.1. 'ช่วงเวลาของพัลส์' ('Pulse Duration') คือ ช่วงเวลาดังแต่ร้อยละ 90 ของแรงดันสูงสุดของขอบหน้าของพัลส์ ถึงร้อยละ 10 ของแรงดันสูงสุดจากขอบหลังของพัลส์
- e. อุปกรณ์วิเคราะห์เครือข่าย (Network Analysers) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
1. ความถี่สูงสุดในการใช้งานเกินกว่า 43.5 กิกะเฮิร์ตซ์ และมีความแรงของสัญญาณเอาต์พุตเกินกว่า 31.62 มิลลิวัตต์ (15 เดซิเบลมิลลิวัตต์) หรือ
 2. ความถี่สูงสุดในการใช้งานเกินกว่า 70 กิกะเฮิร์ตซ์
- f. เครื่องรับที่ใช้ทดสอบสัญญาณไมโครเวฟ (Microwave Test Receivers) ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้
1. ความถี่สูงสุดในการใช้งานเกินกว่า 43.5 กิกะเฮิร์ตซ์ และ
 2. มีขีดความสามารถในการตรวจวัดสัญญาณทั้งทางขนาดและเฟส ได้พร้อมกัน
- g. สัญญาณความถี่มาตรฐานปรมาณู (Atomic Frequency Standards) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
1. "สามารถใช้ได้ในอวกาศ" ("Space-qualified")
 2. ไม่ใช้รูบิเดียม (Rubidium) ในการผลิตความถี่ และมีค่าความเสถียรระยะยาวน้อยกว่า (ดีกว่า) 1×10^{-11} ต่อเดือน หรือ
 3. ไม่ "สามารถใช้ได้อวกาศ" (Non-"space-qualified") และมีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - a. เป็นไปตามความถี่มาตรฐานรูบิเดียม (Rubidium Standard)
 - b. มีค่าความเสถียรระยะยาวน้อยกว่า (ดีกว่า) 1×10^{-11} ต่อเดือน และ
 - c. อัตราความสิ้นเปลืองพลังงานทั้งหมด น้อยกว่า 1 วัตต์

3A003

ระบบจัดการอุณหภูมิที่มีการหล่อเย็นด้วยการพ่นละออง ที่ใช้วิธีการควบคุมของเหลวแบบวงจรปิดและอุปกรณ์ปรับสภาพในภาชนะกันรั่วที่มีการพ่นของเหลวไดอิเล็กทริก (Dielectric Fluid) ลงบนส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้หัวพ่นละอองที่ออกแบบเป็นพิเศษ เพื่อให้ส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์อยู่ภายในช่วงอุณหภูมิทำงานของมัน รวมทั้งส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อระบบดังกล่าว

- 3A101 อุปกรณ์ เครื่องมือ และส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์ นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 3A001 ดังต่อไปนี้
- ตัวแปลงแอนะล็อกเป็นดิจิทัล (Analogue-to-digital Converters: ADC) ที่สามารถใช้ใน “ขีปนาวุธ” (“Missiles”)
 - เครื่องเร่งอิเล็กตรอนที่สามารถปล่อยสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าโดยวิธีเบรมสตราลุง (Bremsstrahlung) จากอิเล็กตรอนที่เร่งจนเท่ากับ 2 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์ หรือมากกว่า และระบบที่บรรจุเครื่องเร่งดังกล่าว
- หมายเหตุ 3A101.b. ข้างต้นไม่ครอบคลุมอุปกรณ์ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับวัตถุประสงค์ทางการแพทย์
- 3A102 ‘เทอร์มอลแบตเตอรี่’ (‘Thermal Batteries’) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเพื่อใช้ใน ‘ขีปนาวุธ’ (‘Missiles’)
- หมายเหตุทางเทคนิค
- ใน 3A102 ‘เทอร์มอลแบตเตอรี่’ (‘Thermal Batteries’) คือ แบตเตอรี่ใช้ได้ครั้งเดียวที่บรรจุเกลืออินทรีย์ที่ไม่นำไฟฟ้าในขณะที่มีสถานะเป็นของแข็งไว้ภายในเพื่อทำหน้าที่เป็นอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte) ซึ่งแบตเตอรี่ชนิดนี้จะถูกกระตุ้นให้ทำงานด้วยการหลอมละลายอิเล็กโทรไลต์แข็งดังกล่าว โดยการจุดระเบิดให้เกิดการเผาไหม้ภายใน
 - ใน 3A102 ‘ขีปนาวุธ’ (‘Missile’) หมายถึง ระบบจรวดที่สมบูรณ์แบบและระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle Systems) ที่มีพิสัยทำการไกลกว่า 300 กิโลเมตร
- 3A201 ส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์ นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 3A001 ดังต่อไปนี้
- ตัวเก็บประจุที่มีคุณลักษณะกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - ค่าพิคตแรงดันไฟฟ้ามากกว่า 1.4 กิโลโวลต์
 - เก็บกักพลังงานได้มากกว่า 10 จูล
 - ค่าความเก็บประจุมากกว่า 0.5 ไมโครฟารัด และ
 - ค่าเหนี่ยวนำไฟฟ้าอนุกรมน้อยกว่า 50 นาโนเฮนรี หรือ
 - ค่าพิคตแรงดันไฟฟ้ามากกว่า 750 โวลต์
 - ค่าความเก็บประจุมากกว่า 0.25 ไมโครฟารัด และ
 - ค่าเหนี่ยวนำไฟฟ้าอนุกรมน้อยกว่า 10 นาโนเฮนรี
 - ขดลวดโซลินอยด์แม่เหล็กไฟฟ้าชนิดนำไฟฟ้ายิ่งยวด (Superconducting Solenoidal Electromagnets) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - สามารถสร้างสนามแม่เหล็กที่มีความมากกว่า 2 เทสลา
 - สัดส่วนของความยาวต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในมากกว่า 2
 - ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในมากกว่า 300 มิลลิเมตร และ
 - ค่าความสม่ำเสมอของสนามพลังแม่เหล็กดีกว่าร้อยละ 1 ตลอดช่วงค่ากลางร้อยละ 50 ของปริมาตรภายใน
- หมายเหตุ 3A201.b. ไม่ควบคุมวงจรแม่เหล็กที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับและส่งออก ‘เป็นชิ้นส่วนของ’ (‘As Parts Of’) ระบบการสร้างภาพทางการแพทย์ด้วยเรโซแนนซ์แม่เหล็กนิวเคลียร์ (Nuclear Magnetic Resonance: NMR) โดยคำว่า ‘เป็นชิ้นส่วนของ’ (‘As Part Of’) ไม่จำเป็นต้องหมายถึง ชิ้นส่วนที่มีการส่งสินค้าเที่ยวเดียวกัน แต่อาจเป็นการแยกส่งสินค้าจากแหล่งผลิตคนละแห่งได้ ซึ่งต้องระบุไว้ในเอกสารส่งออกที่เกี่ยวข้องอย่างชัดเจนว่า สินค้าดังกล่าวถูกส่งออกโดย ‘เป็นชิ้นส่วนของ’ (‘As Part of’) ระบบการสร้างภาพ

3A201

(ต่อ)

c. เครื่องกำเนิดแฟลชเอกซเรย์ (Flash X-ray Generators) หรือเครื่องเร่งอิเล็กตรอนแบบพัลส์ (Pulsed Electron Accelerators) ที่มีกลุ่มของคุณลักษณะกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. a. ค่าพลังงานอิเล็กตรอนเมื่อเร่งสูงสุดเท่ากับ 500 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ หรือมากกว่า แต่น้อยกว่า 25 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์ และ
- b. มี 'ค่าบ่งชี้คุณสมบัติ' ('Figure of Merit') (K) เท่ากับ 0.25 หรือมากกว่า หรือ
2. a. ค่าพลังงานอิเล็กตรอนเมื่อเร่งสูงสุดเท่ากับ 25 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์ หรือมากกว่า และ
- b. ให้ 'ค่ากำลังงานสูงสุด' ('Peak Power') มากกว่า 50 เมกะวัตต์

หมายเหตุ 3A201.c. ไม่ควบคุมเครื่องเร่งที่เป็นชิ้นส่วนประกอบของเครื่องมือที่ออกแบบสำหรับวัตถุประสงค์อื่นใดนอกเหนือจากลำอิเล็กตรอน หรือการแผ่เอกซเรย์ (ตัวอย่างเช่น กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน) และที่ออกแบบสำหรับวัตถุประสงค์ทางการแพทย์

หมายเหตุทางเทคนิค

1. 'ค่าบ่งชี้คุณสมบัติ' ('Figure of Merit') (K) มีสูตรเท่ากับ

$$K = 1.7 \times 10^3 \times V^{.65} \times Q$$

V คือ ค่าพลังงานอิเล็กตรอนสูงสุด มีหน่วยเป็นเมกะอิเล็กตรอนโวลต์

ถ้าหากว่าระยะเวลาของพัลส์ลำอิเล็กตรอนที่เร่งมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ไมโครวินาทีแล้ว ค่าของ Q จะเท่ากับประจุที่ถูกเร่งทั้งหมด โดยมีหน่วยเป็นคูลอมบ์ (Coulombs) ถ้าหากว่าระยะเวลาของพัลส์ลำอิเล็กตรอนที่เร่งมีค่ามากกว่า 1 ไมโครวินาที แล้ว ค่าของ Q จะเท่ากับค่าสูงสุดของประจุที่ถูกเร่ง โดยมีหน่วยเป็น 1 ไมโครวินาที

Q เท่ากับค่าอินทิกรัล (Integral) ของ i เมื่อเทียบกับเวลา t ส่วนด้วยค่าที่น้อยกว่าของ 1 ไมโครวินาที หรือระยะเวลาของพัลส์ลำอิเล็กตรอน ($Q = \int i dt$) โดยที่ i คือ ค่ากระแสลำอิเล็กตรอนมีหน่วยเป็นแอมป์ และ t คือ เวลาที่มีหน่วยเป็นวินาที

2. 'ค่ากำลังงานสูงสุด' ('Peak Power') = (ค่าสูงสุดของศักย์ไฟฟ้ามีหน่วยเป็นโวลต์) × (ค่ากระแสลำอิเล็กตรอนสูงสุดมีหน่วยเป็นแอมป์)
3. ในเครื่องที่มีท่อเร่งไมโครเวฟ ค่าระยะเวลาของพัลส์ลำอิเล็กตรอนจะน้อยกว่า 1 ไมโครวินาที หรือคาบเวลาของกลุ่มลำอิเล็กตรอน ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากหนึ่งพัลส์ไมโครเวฟมอดูเลเตอร์ (Microwave Modulator Pulse)
4. ในเครื่องที่มีท่อเร่งไมโครเวฟ ค่ากระแสลำอิเล็กตรอนสูงสุด คือ ค่ากระแสเฉลี่ยในคาบเวลาของกลุ่มลำอิเล็กตรอน

3A225

เครื่องเปลี่ยนความถี่หรือเครื่องกำเนิดความถี่ นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 0B001.b.13. ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

- a. เอาต์พุตหลายเฟส (Multiphase Output) ที่สามารถให้กำลังได้เท่ากับ 40 วัตต์ หรือมากกว่า
- b. มีความสามารถทำงานในช่วงความถี่ระหว่าง 600 และ 2,000 เฮิรตซ์
- c. ค่าบิดเบือนฮาร์โมนิกรวม (Total Harmonic Distortion) ต่ำกว่า (น้อยกว่า) ร้อยละ 10 และ
- d. ควบคุมความถี่ดีกว่า (น้อยกว่า) ร้อยละ 0.1

หมายเหตุทางเทคนิค

เครื่องเปลี่ยนความถี่ใน 3A225 เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า คอนเวอร์เตอร์ (Converters) หรืออินเวอร์เตอร์ (Inverters)

3A226

ตัวจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงกำลังงานสูง นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 0B001.j.6. ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้

- a. สามารถผลิตกระแสไฟอย่างต่อเนื่องในปริมาณ 100 โวลต์ หรือมากกว่า ตลอดช่วงเวลา 8 ชั่วโมง โดยมีกระแสเอาต์พุตเท่ากับ 500 แอมป์ หรือมากกว่า และ
- b. ค่าความเสถียรของกระแสไฟหรือแรงดันไฟดีกว่าร้อยละ 0.1 ตลอดช่วงเวลา 8 ชั่วโมง

- 3A227 ตัวจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแรงดันไฟฟ้าสูง นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน OB001.j.5. ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้
- สามารถผลิตกระแสไฟอย่างต่อเนื่องในปริมาณ 20 กิโลวัตต์ หรือมากกว่า ตลอดช่วงเวลา 8 ชั่วโมง โดยมีกระแสเอาต์พุตเท่ากับ 1 แอมป์ หรือมากกว่า และ
 - ค่าความเสถียรของกระแสไฟหรือแรงดันไฟดีกว่าร้อยละ 0.1 ตลอดช่วงเวลา 8 ชั่วโมง
- 3A228 อุปกรณ์สวิตช์ ดังต่อไปนี้
- หลอดแคโทดเย็น (Cold-cathode Tubes) ไม่ว่าจะเป็นแบบเติมแก๊สหรือไม่ ที่ทำงานคล้ายกับสปาร์กแก๊ป (Spark Gap) โดยมีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - มีส่วนประกอบเป็นขั้วอิเล็กโทรด (Electrodes) 3 ขั้ว หรือมากกว่า
 - ค่าพิคกิ้งของแรงดันไฟสูงสุดของแอโนด (Anode) เท่ากับ 2.5 กิโลวัตต์ หรือมากกว่า
 - ค่าพิคกิ้งของกระแสไฟสูงสุดของแอโนด (Anode) เท่ากับ 100 แอมป์ หรือมากกว่า และ
 - ค่าหนึ่งของเวลาของแอโนด (Anode) เท่ากับ 10 ไมโครวินาที หรือน้อยกว่า

หมายเหตุ 3A228 รวมถึงหลอดแก๊สไครตรอน (Gas Krypton Tubes) และหลอดสไปรตรอนแบบสุญญากาศ (Vacuum Sprytron Tubes)
 - ทริกเกอร์สปาร์กแก๊ป (Triggered Spark-gaps) ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้
 - ค่าหนึ่งของเวลาของแอโนด (Anode) เท่ากับ 15 ไมโครวินาที หรือน้อยกว่า และ
 - ค่าพิคกิ้งของกระแสไฟสูงสุดเท่ากับ 500 แอมป์ หรือมากกว่า
 - มอดูลหรือชุดอุปกรณ์ที่มีฟังก์ชันสวิตช์ที่ทำงานเร็วขึ้นนอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 3A001.g. หรือ 3A001.h. โดยมีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - ค่าพิคกิ้งแรงดันไฟสูงสุดของแอโนด (Anode) มากกว่า 2 กิโลวัตต์
 - ค่าพิคกิ้งกระแสไฟสูงสุดของแอโนด (Anode) เท่ากับ 500 แอมป์ หรือมากกว่า และ
 - เปิดภายในระยะเวลา 1 ไมโครวินาที หรือน้อยกว่า
- 3A229 เครื่องกำเนิดพัลส์กระแสไฟแรงสูง (High-current Pulse Generators) ดังต่อไปนี้
- หมายเหตุ โปรดดู 1A007.a. ประกอบ สำหรับชุดจุดชนวนวัตถุระเบิด
- ไม่ใช่
 - เครื่องกำเนิดพัลส์ไฟฟ้าชนิดมอดูลาร์ (พัลเซอร์) (Modular Electrical Pulse Generators [Pulsers]) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - ออกแบบสำหรับพกพาสะดวก เคลื่อนย้ายง่าย หรือใช้งานสมบุกสมบัน
 - บรรจุในกล่องป้องกันฝุ่น
 - สามารถปล่อยพลังงานได้ภายใน 15 ไมโครวินาที
 - มีเอาต์พุตมากกว่า 100 แอมป์
 - มี 'เวลาขึ้น' ('Rise Time') น้อยกว่า 10 ไมโครวินาที เข้าสู่โหลดที่มีค่าน้อยกว่า 40 โอห์ม

- 3A229 b. (ต่อ)
6. ไม่มีด้านใดยาวกว่า 254 มิลลิเมตร
 7. มีน้ำหนักน้อยกว่า 25 กิโลกรัม และ
 8. กำหนดให้ใช้งานได้ในช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ 223 เคลวิน (- 50 องศาเซลเซียส) ถึง 373 เคลวิน (100 องศาเซลเซียส) หรือกำหนดว่าเหมาะสมกับการใช้งานด้านอากาศยาน
- หมายเหตุ 3A229.b. รวมถึงตัวขับเคลื่อนไฟแฟลชซีนอน (Xenon Flash-lamp Drivers)
- หมายเหตุทางเทคนิค
- ใน 3A229.b.5. 'เวลาขึ้น' ('Rise Time') หมายถึง ช่วงเวลาของกระแสไฟที่มีขนาดตั้งแต่ร้อยละ 10 ถึงร้อยละ 90 เมื่อขับเคลื่อนโหลดด้านทาน
- 3A230 ตัวกำเนิดพัลส์ความเร็วสูง (High-speed Pulse Generators) ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้
- a. แรงดันไฟเอาต์พุตมากกว่า 6 โวลต์เข้าสู่โหลดตัวด้านทานมีค่าน้อยกว่า 55 โอห์ม และ
 - b. 'เวลาในการเปลี่ยนของพัลส์' ('Pulse Transition Time') น้อยกว่า 500 พิโควินาที
- หมายเหตุทางเทคนิค
- ใน 3A230 'เวลาในการเปลี่ยนของพัลส์' ('Pulse Transition Time') หมายถึง ช่วงเวลาของแรงดันที่มีขนาดระหว่างร้อยละ 10 และร้อยละ 90
- 3A231 ระบบกำเนิดนิวตรอนรวมถึงหลอด ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้
- a. ออกแบบสำหรับการทำงานโดยปราศจากการใช้ระบบสุญญากาศภายนอก และ
 - b. ใช้การเร่งเชิงไฟฟ้าสถิตเพื่อเหนี่ยวนำปฏิกิริยานิวเคลียร์ระหว่างทริเทียมกับดิวเทอเรียม (Tritium-deuterium Nuclear Reaction)
- 3A232 ระบบจุดชนวนระเบิดแบบหลายจุด นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 1A007 ดังต่อไปนี้
- หมายเหตุ โปรดดู 1A007.b. สำหรับเชื้อปะทุ ประกอบ
- a. ไม่ใช่
 - b. การจัดการที่ใช้เชื้อปะทุตัวเดียวหรือหลายตัวที่ออกแบบเพื่อจุดชนวนระเบิดได้เกือบพร้อมกันทันทีกับวัตถุระเบิด ซึ่งมีพื้นผิวมากกว่า 5,000 ตารางมิลลิเมตร จากสัญญาณจุดครั้งเดียว โดยมีช่วงเวลาในการจุดชนวนทั้งพื้นผิวน้อยกว่า 2.5 ไมโครวินาที
- หมายเหตุ ข้อ 3A232 ไม่ควบคุมเชื้อปะทุที่ใช้วัตถุระเบิดแบบปฐมภูมิเท่านั้น เช่น อะไซด์ตะกั่ว (Lead Azide)
- 3A233 เครื่องวิเคราะห์มวลสาร (Mass Spectrometers) ตามที่ระบุด้านล่าง นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 0B002.g. ที่สามารถทำการวัดไอออนเท่ากับ 230 หน่วยมวลอะตอมหรือมากกว่า และมีความละเอียดดีกว่า 2 ส่วนใน 230 รวมถึงตัวกำเนิดไอออนของเครื่องดังกล่าว
- a. เครื่องวิเคราะห์มวลสารแบบพลาสมาคัปเปิลเหนี่ยวนำ (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometers: ICP/MS)
 - b. เครื่องวิเคราะห์มวลสารแบบปลดปล่อยประจุเรืองแสง (Glow Discharge Mass Spectrometers: GDMS)
 - c. เครื่องวิเคราะห์มวลสารแบบการแตกประจุด้วยอุณหภูมิ (Thermal Ionization Mass Spectrometers: TIMS)
 - d. เครื่องวิเคราะห์มวลสารแบบการระดมยิงด้วยอิเล็กตรอน (Electron Bombardment Mass Spectrometers) ที่มีห้องกำเนิดไอออนที่สร้างขึ้นด้วยการเคลือบด้วยหรือหุ้มด้วยวัสดุที่ด้านทานยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์ (UF₆)

3A233

(ต่อ)

- e. เครื่องวิเคราะห์มวลสารแบบลำไอเล็กตรอนระดับโมเลกุล (Molecular Beam Mass Spectrometers) มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
1. มีห้องกำเนิดไอออนที่สร้างจาก มีผนังกรวดด้วย หรือเคลือบด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม หรือโมลิบดีนัม (Molybdenum) และติดตั้งตัวดักความเย็นที่สามารถทำความเย็นได้ถึง 193 เคลวิน (-80 องศาเซลเซียส) หรือน้อยกว่า หรือ
 2. มีห้องกำเนิดไอออนที่สร้างขึ้นด้วย เคลือบด้วย หรือหุ้มด้วยวัสดุที่ต้านทานยูเรเนียมเฮกซะฟลูออไรด์ (Uranium Hexafluoride: UF_6)
- f. เครื่องวิเคราะห์มวลสาร (Mass Spectrometers) ที่ติดตั้งตัวกำเนิดไอออนชนิดไมโครฟลูออรีเนต (Microfluorination Ion Source) ที่ออกแบบสำหรับสารแอกติไนด์ (Actinides) หรือแอกติไนด์ฟลูออไรด์ (Actinide Fluorides)

3B

อุปกรณ์ทดสอบ ตรวจสอบ และผลิต

3B001

อุปกรณ์สำหรับการผลิตชิ้นส่วนหรือวัสดุสารกึ่งตัวนำตามทีระบุด้านล่าง รวมถึงส่วนประกอบ และอุปกรณ์เสริม ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์ดังกล่าว

a. อุปกรณ์ที่ออกแบบสำหรับการปลูกชั้นอีพิแทกเซียล (Epitaxial Growth) ดังต่อไปนี้

1. อุปกรณ์ที่สามารถผลิตชิ้นบางจากวัสดุใดๆ นอกเหนือจากซิลิคอน ที่มีความหนาสม่ำเสมออย่างน้อยว่าร้อยละ ± 2.5 ตลอดระยะเท่ากับ 75 มิลลิเมตร หรือมากกว่า

หมายเหตุ 3B001.a.1. รวมถึงอุปกรณ์อีพิแทกเซียลชั้นปรมาณู (Atomic Layer Epitaxy: ALE) ด้วย

2. เครื่องทำปฏิกิริยาการเคลือบผิวด้วยไอเชิงเคมีด้วยสารโลหะอินทรีย์ (Metal Organic Chemical Vapour Deposition: MOCVD) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับสร้างให้เกิดผลึกผสมของสารกึ่งตัวนำ โดยปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างวัสดุต่างๆ ตามทีระบุใน 3C003 หรือ 3C004

3. อุปกรณ์ปลูกชั้นอีพิแทกเซียลโดยลำไอเล็กตรอนระดับโมเลกุล (Molecular Beam Epitaxial Growth Equipment) ที่ใช้แหล่งกำเนิดแบบแก๊สหรือของแข็ง

b. อุปกรณ์ที่ออกแบบสำหรับการทำไอออนอิมพลานเตชัน (Ion Implantation) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

1. พลังงานลำไอเล็กตรอน (แรงดันไฟฟ้าเพื่อเร่งอนุภาค) สูงกว่า 1 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์
2. ออกแบบและปรับแต่งเป็นพิเศษ ให้ทำงานได้ที่พลังงานลำไอเล็กตรอน (แรงดันไฟฟ้าเพื่อเร่งอนุภาค) น้อยกว่า 2 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์
3. มีสมรรถนะในการเขียนได้โดยตรง หรือ
4. ค่าพลังงานลำไอเล็กตรอนเท่ากับ 65 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ หรือมากกว่า และค่ากระแสของลำไอเล็กตรอนเท่ากับ 45 มิลลิแอมป์ หรือมากกว่า สำหรับการฝังออกซิเจนพลังงานสูงลงไปใน “ซับสเตรต” (“Substrate”) ของวัสดุสารกึ่งตัวนำที่ทำการให้ร้อน

c. อุปกรณ์การกัดแห้งด้วยพลาสมาอไนโซโทรปิก (Anisotropic Plasma Dry Etching Equipment) ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้

1. ออกแบบหรือปรับแต่งเพื่อให้ผลิตมวลขนาดมิติวิกฤตเท่ากับ 65 นาโนเมตร หรือน้อยกว่า และ
2. ความไม่สม่ำเสมอภายในเวเฟอร์ (Wafer) น้อยกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 10 ของ 3σ เมื่อวัดโดยไม่รวมขอบขนาด 2 มิลลิเมตร หรือน้อยกว่า

d. อุปกรณ์เคลือบผิวด้วยไอเชิงเคมีที่มีการปรับปรุงโดยใช้พลาสมา (Plasma Enhanced Chemical Vapour Deposition) ดังต่อไปนี้

1. อุปกรณ์ที่มีการทำงานแบบตลับต่อตลับ (Cassette-to-cassette) และโหลดล็อก (Load-locks) และออกแบบตามข้อกำหนดทางเทคนิคของผู้ผลิตหรือปรับแต่งสำหรับใช้ในการผลิตชิ้นส่วนสารกึ่งตัวนำที่มีขนาดของมิติวิกฤต เท่ากับ 65 นาโนเมตร หรือน้อยกว่า
2. อุปกรณ์ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์ที่ระบุไว้ใน 3B001.e. และออกแบบตามข้อกำหนดทางเทคนิคของผู้ผลิตหรือปรับแต่งสำหรับใช้ในการผลิตชิ้นส่วนสารกึ่งตัวนำที่มีขนาดของมิติวิกฤตเท่ากับ 65 นาโนเมตร หรือน้อยกว่า

e. ระบบควบคุมเวเฟอร์จากส่วนกลางที่มีห้องโหลดอัตโนมัติหลายห้อง (Automatic Loading Multi-chamber Central Wafer Handling Systems) ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้

1. มีอินเตอร์เฟซ (Interfaces) สำหรับส่วนนำเข้าและส่งออกเวเฟอร์ (Wafer Input and Output) ซึ่งออกแบบให้มีการเชื่อมต่อกันระหว่างเครื่องมือผลิตสารกึ่งตัวนำที่มีการทำงานต่างกันตามทีระบุไว้ใน 3B001.a., 3B001.b., 3B001.c. หรือ 3B001.d. สองชนิดขึ้นไป และ
2. ออกแบบเพื่อทำให้เป็นระบบบูรณาการในสภาพแวดล้อมที่เป็นสุญญากาศสำหรับ ‘การแปรรูปเวเฟอร์หลายขั้นตอนตามลำดับ’ (“Sequential Multiple Wafer Processing”)

หมายเหตุ 3B001.e. ไม่ได้ควบคุมระบบควบคุมเวเฟอร์แบบหุ่นยนต์อัตโนมัติ (Automatic Robotic Wafer Handling Systems) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการแปรรูปเวเฟอร์แบบคู่ขนาน (Parallel Wafer Processing)

3B001 e. (ต่อ)

หมายเหตุทางเทคนิค

1. สำหรับวัตถุประสงค์ใน 3B001.e. ‘เครื่องมือผลิตสารกึ่งตัวนำ’ (‘Semiconductor Process Tools’) หมายถึง เครื่องมือแบบมอดูลาร์ (Modular Tools) ที่ทำให้มีกระบวนการทางกายภาพสำหรับการผลิตสารกึ่งตัวนำที่มีลักษณะการทำงานต่างกัน เช่น การแปรรูปโดยการเคลือบผิว (Deposition) การกัด (Etch) การฝัง (Implant) หรือกระบวนการที่ใช้ความร้อน
2. สำหรับวัตถุประสงค์ใน 3B001.e. ‘การแปรรูปเวเฟอร์หลายขั้นตอนตามลำดับ’ (‘Sequential Multiple Wafer Processing’) หมายถึง ความสามารถในการแปรรูปเวเฟอร์แต่ละตัวใน ‘เครื่องมือผลิตสารกึ่งตัวนำ’ (‘Semiconductor Process Tools’) ต่างๆ เช่น โดยการส่งต่อจากเครื่องมือที่หนึ่งไปยังเครื่องมือที่สอง และต่อไปยังเครื่องมือที่สามด้วยระบบควบคุมเวเฟอร์จากส่วนกลางที่มีห้องโหลดอัตโนมัติหลายห้อง (Automatic Loading Multi-chamber Central Wafer Handling Systems)

f. อุปกรณ์ลิโทกราฟี (Lithography Equipment) ดังต่อไปนี้

1. อุปกรณ์ปรับให้ตรงกันและฉายแสงที่ละชั้นและทำซ้ำ (พิมพ์ตรงบนเวเฟอร์) หรืออุปกรณ์ปรับชั้นและสแกน (เครื่องสแกนเนอร์) สำหรับแปรรูปเวเฟอร์ โดยใช้วิธีการโฟโต-ออปติคัล (Photo-optical) หรือเอกซเรย์ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. แหล่งกำเนิดแสงที่มีค่าความยาวคลื่นสั้นกว่า 245 นาโนเมตร หรือ
 - b. สามารถผลิตรูปแบบที่มี ‘ขนาดเล็กที่สุดที่สามารถทำได้’ (‘Minimum Resolvable Feature Size: MRF’) เท่ากับ 95 นาโนเมตร หรือน้อยกว่า

หมายเหตุทางเทคนิค

‘ขนาดเล็กที่สุดที่สามารถทำได้’ (‘Minimum Resolvable Feature Size: MRF’) คำนวณได้ตามสูตรดังต่อไปนี้

$$MRF = \frac{(\text{ความยาวคลื่นจากแหล่งกำเนิดแสงที่มีหน่วยเป็นนาโนเมตร}) \times (K \text{ Factor})}{\text{ขนาดของช่องรับแสงเชิงตัวเลข (Numerical Aperture)}}$$

โดยที่ค่า $K = 0.35$

2. อุปกรณ์ลิโทกราฟีแบบพิมพ์ (Imprint Lithography Equipment) ที่มีขีดความสามารถในการผลิตชิ้นงานขนาด 95 นาโนเมตร หรือน้อยกว่า

หมายเหตุ ข้อ 3B001.f.2. รวมถึง

- เครื่องมือการพิมพ์ที่มีหน้าสัมผัสขนาดไมโคร (Micro Contact Printing Tools)
- เครื่องมือการทำลายนูนร้อน (Hot Embossing Tools)
- เครื่องมือลิโทกราฟีแบบพิมพ์นาโน (Nano-imprint Lithography Tools)
- เครื่องมือลิโทกราฟีแบบสเต็ปและแฟลช (Step and Flash Imprint Lithography [S-FIL] Tools)

3. อุปกรณ์ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการทำหน้ากากหรือการทำอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำด้วยวิธีการเขียนโดยตรง (Direct Writing Methods) ซึ่งมีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

- a. ใช้ลำอิเล็กตรอนแบบเบนโพกัส ลำไอออน หรือลำแสง “เลเซอร์” (“Laser”) และ
- b. มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. ขนาดของจุดเล็กกว่า 0.2 ไมโครเมตร
 2. สามารถผลิตรูปแบบที่มีขนาดเล็กกว่า 1 ไมโครเมตร หรือ
 3. ค่าความแม่นยำในการซ้อนทับดีกว่า ± 0.20 ไมโครเมตร (3 ซิกมา)

- g. หน้ากากและเส้นช่วยโฟกัส (Reticles) ที่ออกแบบสำหรับแผงวงจรรวม (Integrated Circuits) ตามที่ระบุใน 3A001

- 3B001 (ต่อ)
- h. หน้ากากแบบหลายชั้นที่มีชั้นของการเลื่อนเฟส
- หมายเหตุ 3B001.h. ไม่ควบคุมหน้ากากแบบหลายชั้นที่มีชั้นของการเลื่อนเฟสที่ออกแบบสำหรับการทำอุปกรณ์ หน่วยความจำที่ไม่ควบคุมใน 3A001
- i. แผ่นแบบชนิดลิโทกราฟีแบบพิมพ์ (Imprint Lithography Templates) ที่ออกแบบสำหรับแผงวงจรรวม (Integrated Circuits) ตามที่ระบุใน 3A001
- 3B002 อุปกรณ์ทดสอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการทดสอบชิ้นส่วนสารกึ่งตัวนำแบบสำเร็จรูปหรือแบบยังไม่สำเร็จรูป ตามที่ระบุด้านล่าง รวมถึงส่วนประกอบและอุปกรณ์เสริมที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์ทดสอบดังกล่าว
- a. สำหรับการทดสอบค่าพารามิเตอร์ S ของอุปกรณ์ทรานซิสเตอร์ที่ความถี่สูงกว่า 31.8 กิกะเฮิรตซ์
- b. ไม่ใช่
- c. สำหรับการทดสอบแผงวงจรรวมไมโครเวฟ (Microwave Integrated Circuits) ตามที่ระบุใน 3A001.b.2.

- 3C **วัสดุ**
- 3C001 วัสดุเฮเทอโร-อีพิตักเซียล (Hetero-epitaxial Materials) ประกอบด้วย “ซับสเตรต” (“Substrate”) ที่มีการสร้างชั้นอีพิตักเซียลแบบหลายชั้น (Stacked Epitaxially Grown Multiple Layers) ของวัสดุอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
- ซิลิคอน (Silicon: Si)
 - เจอร์เมเนียม (Germanium: Ge)
 - ซิลิคอนคาร์ไบด์ (Silicon Carbide: SiC) หรือ
 - “สารประกอบ III/V” (“III/V Compounds”) ของแกลเลียม (Gallium) หรืออินเดียม (Indium)
- 3C002 วัสดุด้านทานและ “ซับสเตรต” (“Substrate”) ที่เคลือบด้วยวัสดุด้านทานดังต่อไปนี้
- วัสดุด้านทานเชิงบวกที่ออกแบบสำหรับสารกึ่งตัวนำลิโทกราฟี (Semiconductor Lithography) ที่ปรับค่าเป็นพิเศษ (เหมาะสมที่สุด) สำหรับใช้ที่ค่าความยาวคลื่นต่ำกว่า 245 นาโนเมตร
 - วัสดุด้านทานทุกชนิดที่ออกแบบสำหรับใช้กับลำอิเล็กตรอนหรือลำไอออน ที่มีค่าความไวเท่ากับ 0.01 ไมโครคูลอมป์ต่อตารางมิลลิเมตรหรือดีกว่า
 - วัสดุด้านทานทุกชนิดที่ออกแบบสำหรับใช้กับเอกซเรย์ ที่มีค่าความไวเท่ากับ 2.5 มิลลิจูลต่อตารางมิลลิเมตรหรือดีกว่า
 - วัสดุด้านทานทุกชนิดที่ปรับแต่งสำหรับเทคโนโลยีด้านพื้นผิวรับแสง รวมทั้งวัสดุด้านทานชนิด ‘ซิลิเลต’ (‘Silylated’)
- หมายเหตุทางเทคนิค
- เทคนิค ‘ซิลิเลชัน’ (‘Silylation’) หมายถึง กระบวนการที่มีการออกซิเดชัน (Oxidation) ของพื้นผิววัสดุด้านทานรวมอยู่ด้วย เพื่อเสริมสมรรถนะทั้งในกระบวนการแบบเปียกและแห้ง
- วัสดุด้านทานทุกชนิดที่ออกแบบหรือปรับแต่งสำหรับการใช้งานกับอุปกรณ์ลิโทกราฟีแบบพิมพ์ (Imprint Lithography Equipment) ตามที่ระบุใน 3B001.f.2. ที่ใช้กระบวนการแบบใช้ความร้อน (Thermal Process) หรือกระบวนการอบด้วยแสง (Photo-curable Process)
- 3C003 สารประกอบอินทรีย์-อนินทรีย์ (Organo-inorganic Compounds) ดังต่อไปนี้
- สารประกอบอินทรีย์-โลหะ (Organo-metallic Compounds) ของอะลูมิเนียม (Aluminium) แกลเลียม (Gallium) หรืออินเดียม (Indium) ที่มีค่าความบริสุทธิ์ (พื้นฐานโลหะ) ดีกว่าร้อยละ 99.999
 - สารประกอบอินทรีย์-อาร์เซนิก (Organo-arsenic) อินทรีย์-แอนติโมนี (Organo-antimony) และอินทรีย์-ฟอสฟอรัส (Organo-phosphorus) ที่มีค่าความบริสุทธิ์ (ธาตุพื้นฐานอินทรีย์) ดีกว่าร้อยละ 99.999
- หมายเหตุ 3C003 ควบคุมเฉพาะสารประกอบที่ซึ่งธาตุโลหะ กังโลหะ หรือโลหะถูกเชื่อมโดยตรงกับคาร์บอนในส่วนอินทรีย์สารของโมเลกุล
- 3C004 ไฮไดรด์ (Hydrides) ของฟอสฟอรัส (Phosphorus) อาร์เซนิก (Arsenic) หรือแอนติโมนี (Antimony) โดยมีค่าความบริสุทธิ์ดีกว่าร้อยละ 99.999 แม้ว่าอยู่ในรูปสารละลายในแก๊สเฉื่อยหรือไฮโดรเจน (Hydrogen)
- หมายเหตุ 3C004 ไม่ควบคุมไฮไดรด์ (Hydrides) ที่ประกอบด้วยค่าความเข้มข้นของแก๊สเฉื่อยหรือไฮโดรเจน (Hydrogen) มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 20 โมลาร์
- 3C005 “ซับสเตรต” (“Substrates”) ที่ทำจากซิลิคอนคาร์ไบด์ (Silicon Carbide: SiC) แกลเลียมไนไตรด์ (Gallium Nitride: GaN) อะลูมิเนียมไนไตรด์ (Aluminium Nitride: AlN) หรืออะลูมิเนียมแกลเลียมไนไตรด์ (Aluminium Gallium Nitride: AlGaIn) หรือแท่ง ก้อนผลึก หรือพรีฟอร์ม (Preforms) อื่นๆ ของวัสดุเหล่านี้ที่มีค่าความต้านทานมากกว่า 10,000 โอห์ม-เซนติเมตร ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส
- 3C006 “ซับสเตรต” (“Substrates”) ที่ระบุใน 3C005 ที่มีชั้นอีพิตักเซียล (Epitaxial Layer) ของซิลิคอนคาร์ไบด์ (Silicon Carbide: SiC) แกลเลียมไนไตรด์ (Gallium Nitride: GaN) อะลูมิเนียมไนไตรด์ (Aluminium Nitride: AlN) หรืออะลูมิเนียมแกลเลียมไนไตรด์ (Aluminium Gallium Nitride: AlGaIn) อย่างน้อยหนึ่งชั้น

3D	ซอฟต์แวร์
3D001	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “การผลิต” (“Production”) อนุกรมตามที่ระบุใน 3A001.b. ถึง 3A002.g. หรือ 3B
3D002	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับ “การใช้งาน” (“Use”) ของอนุกรมตามที่ระบุใน 3B001.a. ถึง f. หรือ ข้อ 3B002
3D003	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) สร้างแบบจำลอง ‘ทางฟิสิกส์’ (‘Physics-based’) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) กระบวนการลิโทกราฟี (Lithographic Process) กระบวนการกัด หรือ กระบวนการชุบเคลือบผิวสำหรับการแปลงรูปแบบให้เป็นแผนภูมิโทโปกราฟี (Topographical Patterns) เฉพาะใน วัสดุตัวนำ (Conductor Materials) วัสดุไดอิเล็กตริก (Dielectric Materials) หรือวัสดุสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor Materials)
<u>หมายเหตุทางเทคนิค</u>	
‘ทางฟิสิกส์’ (‘Physics-based’) ใน 3D003 หมายถึง การใช้วิธีการคำนวณเพื่อกำหนดขั้นตอนของเหตุและผลทาง ฟิสิกส์ตามคุณสมบัติทางกายภาพ (เช่น อุณหภูมิ แรงดัน ค่าคงที่ในการกระจาย และคุณสมบัติของวัสดุสารกึ่งตัวนำ)	
<u>หมายเหตุ</u> คลังโปรแกรม (Libraries) ลักษณะประจำ (Attributes) ในการออกแบบ หรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องสำหรับการ ออกแบบอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ หรือแผงวงจรรวม (Integrated Circuits) ให้พิจารณาเป็น “เทคโนโลยี” (“Technology”)	
3D004	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) อนุกรมที่ระบุ ใน 3A003
3D101	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับ “การใช้งาน” (“Use”) อนุกรมที่ระบุ ใน 3A101.b.

3E	เทคโนโลยี
3E001	“เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไปสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “การผลิต” (“Production”) อุปกรณ์หรือวัสดุ ตามที่ระบุใน 3A, 3B หรือ 3C <u>หมายเหตุ 1</u> 3E001 ไม่ครอบคลุม “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับ “การผลิต” (“Production”) อุปกรณ์หรือส่วนประกอบ ที่ครอบคลุมใน 3A003 <u>หมายเหตุ 2</u> 3E001 ไม่ครอบคลุม “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “การผลิต” (“Production”) แผงวงจรรวม (Integrated Circuits) ตามที่ระบุใน 3A001.a.3. ถึง 3A001.a.12. ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้ a. ใช้ “เทคโนโลยี” (“Technology”) ที่มากกว่าหรือเท่ากับ 0.130 ไมครเมตร และ b. ประกอบด้วยโครงสร้างแบบหลายชั้นที่ประกอบด้วยชั้นโลหะสามชั้นหรือน้อยกว่า
3E002	“เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไป นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 3E001 สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “การผลิต” (“Production”) “ไมโครโพรเซสเซอร์ไมโครเซอร์กิต” (“Microprocessor Microcircuit”) “ไมโครคอมพิวเตอร์ไมโครเซอร์กิต” (“Microcomputer Microcircuit”) หรือ แกนไมโครคอนโทรลเลอร์ไมโครเซอร์กิต (Microcontroller Microcircuit Core) ที่ประกอบไปด้วยหน่วยคำนวณและตรรก (Arithmetic Logic Unit: ALU) ที่รองรับการนำเข้าข้อมูลมากกว่าหรือเท่ากับ 32 บิต และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้ a. ‘หน่วยประมวลผลแบบเวกเตอร์’ (“Vector Processor Unit”) ที่ออกแบบเพื่อทำการคำนวณมากกว่า 2 คำสั่งปฏิบัติการบนเวกเตอร์จุดทศนิยม (Floating-point Vectors) (มีลักษณะเป็นแถวลำดับ 1 มิติ ที่มีขนาดมากกว่าหรือเท่ากับ 32 บิต) ได้พร้อมกัน <u>หมายเหตุทางเทคนิค</u> ‘หน่วยประมวลผลแบบเวกเตอร์’ (“Vector Processor Unit”) คือ หน่วยประมวลผลที่มีชุดคำสั่งปฏิบัติการในตัวที่สามารถทำการคำนวณจำนวนมากได้บนเวกเตอร์จุดทศนิยม (Floating-point Vectors) (มีลักษณะเป็นแถวลำดับ 1 มิติ ที่มีขนาดมากกว่าหรือเท่ากับ 32 บิต) ได้พร้อมกัน และมีหน่วยคำนวณตรรกทางคณิตศาสตร์อย่างน้อย 1 เวกเตอร์ b. ออกแบบให้รองรับผลการคำนวณเป็นจุดทศนิยมขนาดอย่างน้อย 64 บิต จำนวน 2 ผลลัพธ์ขึ้นไปต่อ 1 วงรอบคำสั่ง หรือ c. ออกแบบให้รองรับผลการคำนวณสะสมของเลขจำนวนเต็มขนาดอย่างน้อย 16 บิต จำนวน 4 ผลลัพธ์ขึ้นไปต่อ 1 วงรอบคำสั่ง (เช่น การประมวลผลสัญญาณดิจิทัลที่แปลงข้อมูลสัญญาณแบบแอนะล็อกให้อยู่ในรูปแบบของสัญญาณดิจิทัล หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “การประมวลผลสัญญาณ” ดิจิทัล (Digital “Signal Processing”)) <u>หมายเหตุ</u> 3E002.c. ไม่ครอบคลุม “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับการประมวลผลข้อมูลมัลติมีเดีย <u>หมายเหตุ 1</u> 3E002 ไม่ครอบคลุม “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “การผลิต” (“Production”) แกนไมโครโพรเซสเซอร์ (Micro-processor Cores) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้ a. ใช้ “เทคโนโลยี” (“Technology”) มีขนาดเท่ากับหรือดีกว่า 0.130 ไมครเมตร และ b. มีโครงสร้างแบบหลายชั้น โดยประกอบด้วยโครงสร้างโลหะ 5 ชั้น หรือน้อยกว่า <u>หมายเหตุ 2</u> 3E002 ครอบคลุม “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับอุปกรณ์ประมวลผลสัญญาณดิจิทัลและอุปกรณ์ประมวลผลสัญญาณดิจิทัลแบบแถวลำดับ
3E003	“เทคโนโลยี” (“Technology”) อื่นๆ สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “การผลิต” (“Production”) สิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้ a. อุปกรณ์ไมโครอิเล็กทรอนิกส์แบบสุญญากาศ

3E003

(ต่อ)

- b. อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำโครงสร้างเฮเทอโร (Hetero-structure Semiconductor Devices) เช่น ทรานซิสเตอร์ที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เร็ว (High Electron Mobility Transistors: HEMT) ทรานซิสเตอร์แบบเฮเทอโรไบโพลาร์ (Hetero Bipolar Transistors: HBT) อุปกรณ์ควอนตัมเวลล์ (Quantum Well) และอุปกรณ์ซูเปอร์แลตทิซ (Super Lattice)

หมายเหตุ 3E003.b. ไม่ครอบคลุม “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับทรานซิสเตอร์ที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เร็ว (High Electron Mobility Transistors: HEMT) ทำงานที่ความถี่ต่ำกว่า 31.8 กิกะเฮิร์ตซ์ และ ทรานซิสเตอร์แบบเฮเทอโรไบโพลาร์ (Hetero Bipolar Transistors: HBT) ทำงานที่ความถี่ต่ำกว่า 31.8 กิกะเฮิร์ตซ์

- c. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบ “นำไฟฟ้ายิ่งยวด” (“Superconductive”)
- d. ซับสเตรต (Substrates) ทำจากฟิล์มบางของเพชรสำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
- e. ซับสเตรต (Substrates) ทำจากซิลิคอน-บน-ฉนวน (Silicon-on-insulator: SOI) สำหรับแผงวงจรรวม (Integrated Circuits) ซึ่งมีฉนวนเป็นซิลิคอนไดออกไซด์ (Silicon Dioxide)
- f. ซับสเตรต (Substrates) ทำจากซิลิคอนคาร์ไบด์ (Silicon Carbide) สำหรับส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์
- g. หลอดสุญญากาศอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Vacuum Tubes) ทำงานที่ความถี่ 31.8 กิกะเฮิร์ตซ์ หรือสูงกว่า

3E101 “เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไป สำหรับ “การใช้งาน” (“Use”) อุปกรณ์หรือ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ตามที่ระบุใน 3A001.a.1. หรือ 2. 3A101 3A102 หรือ 3D101

3E102 “เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไป สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ตามที่ระบุใน 3D101

3E201 “เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไป สำหรับ “การใช้งาน” (“Use”) อุปกรณ์ตามที่ระบุใน 3A001.e.2. 3A001.e.3. 3A001.g. 3A201 3A225 ถึง 3A233

หมวด 4
คอมพิวเตอร์
(Computers)

หมายเหตุ 1 คอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง และ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ทำงานด้านโทรคมนาคม หรือ “ข่ายงานบริเวณเฉพาะที่” (“Local Area Network”) ยังต้องถูกประเมินเปรียบเทียบกับคุณลักษณะในการทำงานของหมวด 5 ส่วนที่ 1 (โทรคมนาคม)

หมายเหตุ 2 หน่วยควบคุมที่ต่อกันโดยตรงกับบัสหรือช่องสัญญาณของหน่วยประมวลผลกลาง กับ “หน่วยเก็บข้อมูลหลัก” (“Main Storage”) หรือกับส่วนควบคุมงานบันทึก ไม่ถือว่าเป็นอุปกรณ์โทรคมนาคมตามที่กำหนดไว้ในหมวด 5 ส่วนที่ 1 (โทรคมนาคม)

หมายเหตุ สำหรับสถานะการควบคุมของ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการสลับกลุ่มข้อมูล (Packet Switching) โปรดดู 5D001 ประกอบ

หมายเหตุ 3 คอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง และ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ทำงานด้านการเข้ารหัสลับ (Cryptographic) การวิเคราะห์รหัสลับ (Cryptanalytic) ให้การยืนยันความปลอดภัยในหลายระดับชั้น หรือให้การยืนยันผู้ใช้งาน หรือที่จำกัดความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Compatibility: EMC) ยังต้องถูกประเมินเปรียบเทียบกับคุณลักษณะเฉพาะในการทำงานของหมวด 5 ส่วนที่ 2 (“การรักษาความปลอดภัยข้อมูล” [“Information Security”])

4A ระบบ อุปกรณ์ และส่วนประกอบ

4A001 คอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ระบุด้านล่าง รวมทั้ง “ชุดประกอบอิเล็กทรอนิกส์” (“Electronic Assemblies”) และส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ดังกล่าว

หมายเหตุ โปรดดู 4A101 ประกอบ

a. ออกแบบเป็นพิเศษให้มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. มีพิกัดในการปฏิบัติงานที่อุณหภูมิบรรยากาศต่ำกว่า 228 เคลวิน (-45 องศาเซลเซียส) หรือสูงกว่า 358 เคลวิน (85 องศาเซลเซียส) หรือ

หมายเหตุ 4A001.a.1. ไม่ควบคุมคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อใช้งานกับรถยนต์พลเรือน รถไฟ หรือ “อากาศยานพลเรือน” (“Civil Aircraft”)

2. ทำให้ป้องกันรังสีได้ดี เพื่อให้ทนทานเกินกว่าคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- a. ปริมาณรังสีทั้งหมดเท่ากับ 5×10^3 เกรย์ (ซิลิคอน)
- b. ค่าโดสเรตอัพเซต (Dose Rate Upset) 5×10^6 เกรย์ (ซิลิคอน) ต่อวินาที หรือ
- c. ค่าซิงเกิลอีเวนท์อัพเซต (Single Event Upset) 1×10^{-8} ความผิดพลาดต่อบิตต่อวัน

หมายเหตุ 4A001.a.2. ไม่ควบคุมคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อใช้งานใน “อากาศยานพลเรือน” (“Civil Aircraft”)

b. ไม่ใช่

4A003 “คอมพิวเตอร์แบบดิจิทัล” (“Digital Computers”) “ชุดประกอบอิเล็กทรอนิกส์” (“Electronic Assemblies”) และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องตามที่ระบุด้านล่าง รวมถึงส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับคอมพิวเตอร์ชุดประกอบและอุปกรณ์ดังกล่าว

หมายเหตุ 1 4A003 รวมถึงรายการดังต่อไปนี้

- ‘หน่วยประมวลผลแบบเวกเตอร์’ (“Vector Processors”)
- หน่วยประมวลผลแบบแถวลำดับ (Array Processors)
- หน่วยประมวลผลสัญญาณดิจิทัล (Digital Signal Processors)
- หน่วยประมวลผลเชิงตรรกะ (Logic Processors)
- อุปกรณ์ที่ออกแบบมาเพื่อ “การปรับปรุงภาพ” (“Image Enhancement”)
- อุปกรณ์ที่ออกแบบมาเพื่อ “การประมวลผลสัญญาณ” (“Signal Processing”)

4A003

(ต่อ)

หมายเหตุ 2 สถานะการควบคุมของ “คอมพิวเตอร์แบบดิจิทัล” (“Digital Computers”) และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องตามที่ระบุใน 4A003 ต้องพิจารณาตามสถานะการควบคุมของอุปกรณ์อื่นหรือระบบอื่นในกรณีนี้

- a. “คอมพิวเตอร์แบบดิจิทัล” (“Digital Computers”) หรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องเป็นส่วนสำคัญสำหรับการปฏิบัติงานของอุปกรณ์อื่นหรือระบบอื่น
- b. “คอมพิวเตอร์แบบดิจิทัล” (“Digital Computers”) หรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องไม่ได้เป็น “ส่วนประกอบหลัก” (“Principal Element”) ของอุปกรณ์อื่นหรือระบบอื่น และ

หมายเหตุ 1 สถานะการควบคุมของอุปกรณ์ “การประมวลผลสัญญาณ” (“Signal Processing”) หรือ “การปรับปรุงภาพ” (“Image Enhancement”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์อื่น โดยที่จำกัดฟังก์ชันเฉพาะที่จำเป็นสำหรับอุปกรณ์อื่น ต้องพิจารณาตามสถานะการควบคุมของอุปกรณ์อื่นดังกล่าว แม้ว่ามันเกินกว่าหลักเกณฑ์ “ส่วนประกอบหลัก” (“Principal Element”)

หมายเหตุ 2 สำหรับสถานะการควบคุมของ “คอมพิวเตอร์แบบดิจิทัล” (“Digital Computers”) หรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องสำหรับอุปกรณ์โทรคมนาคม โปรดดูหมวด 5 ส่วนที่ 1 (โทรคมนาคม) ประกอบ

- c. “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับ “คอมพิวเตอร์แบบดิจิทัล” (“Digital Computers”) และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องต้องพิจารณาตามข้อ 4E

- a. ออกแบบหรือดัดแปลงสำหรับ “ความทนทานต่อความผิดพลาด” (“Fault Tolerance”)

หมายเหตุ ตามวัตถุประสงค์ของ 4A003.a. “คอมพิวเตอร์แบบดิจิทัล” (“Digital Computers”) และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง จะไม่ถือว่าเป็นการออกแบบหรือดัดแปลงสำหรับ “ความทนทานต่อความผิดพลาด” (“Fault Tolerance”) ถ้าหากมีการใช้วิธีอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. ตรวจสอบความผิดพลาดหรือแก้ไขขั้นตอนวิธีใน “หน่วยเก็บข้อมูลหลัก” (“Main Storage”)
2. การเชื่อมต่อของ “คอมพิวเตอร์แบบดิจิทัล” (“Digital Computers”) สองเครื่อง เพื่อรองรับในกรณีที่หน่วยประมวลผลกลางที่กำลังทำงานอยู่เกิดล้มเหลว แต่หน่วยประมวลผลกลางที่ยังไม่ได้ทำงานอีกตัวหนึ่งสามารถทำงานแทนต่อไปได้
3. การเชื่อมต่อของหน่วยประมวลผลกลางสองหน่วยโดยช่องสัญญาณข้อมูล หรือโดยการใช้หน่วยเก็บข้อมูลร่วมกันซึ่งปล่อยให้หน่วยประมวลผลกลางตัวหนึ่งทำงานอื่นได้ จนกว่าหน่วยประมวลผลกลางอีกตัวหนึ่งล้มเหลว หลังจากนั้นหน่วยประมวลผลกลางตัวแรกจึงจะทำงานแทนเพื่อให้ระบบทำงานต่อไปได้ หรือ
4. การทำงานคู่ขนานกันของหน่วยประมวลผลกลางสองหน่วยโดยใช้ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) เพื่อให้หน่วยประมวลผลกลางตัวหนึ่งรับรู้เมื่อหน่วยประมวลผลกลางอีกตัวหนึ่งทำงานไม่ได้ และสามารถกู้คืนข้อมูลจากหน่วยประมวลผลที่ใช้การไม่ได้

- b. “คอมพิวเตอร์แบบดิจิทัล” (“Digital Computers”) ที่มี “ค่าสมรรถนะสูงสุดซึ่งปรับได้ถึง” (“Adjusted Peak Performance: APP”) มากกว่า 1.5 เทราฟลอป (Weighted TeraFLOPS: WT)
- c. “ชุดประกอบอิเล็กทรอนิกส์” (“Electronic Assemblies”) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับเพิ่มความสามารถในการทำงาน โดยการรวมการทำงานของตัวประมวลผล (Processors) หลายตัวเพื่อให้ “ค่าสมรรถนะสูงสุดซึ่งปรับได้ถึง” (“Adjusted Peak Performance: APP”) ของกลุ่มตัวประมวลผลมากกว่าค่าที่จำกัดตามที่ระบุใน 4A003.b.

หมายเหตุ 1 4A003.c. ใช้ควบคุมเฉพาะ “ชุดประกอบอิเล็กทรอนิกส์” (“Electronic Assemblies”) และส่วนเชื่อมต่อที่สามารถโปรแกรมได้ (Programmable Interconnections) ไม่เกินที่จำกัดตามข้อ 4A003.b. เมื่อส่งออกเป็น “ชุดประกอบอิเล็กทรอนิกส์” (“Electronic Assemblies”) ที่ไม่ใช่วงจรรวม แต่ไม่ควบคุม “ชุดประกอบอิเล็กทรอนิกส์” (“Electronic Assemblies”) ที่ถูกจำกัดโดยธรรมชาติของการออกแบบสำหรับใช้เป็นอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องตามที่ระบุใน 4A003.e.

หมายเหตุ 2 4A003.c. ไม่ควบคุม “ชุดประกอบอิเล็กทรอนิกส์” (“Electronic Assemblies”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับผลิตภัณฑ์หรือตระกูลของผลิตภัณฑ์ซึ่งสามารถปรับค่าให้สามารถทำงานได้สูงสุด ไม่เกินกว่าที่จำกัดตามที่ระบุใน 4A003.b.

- d. ไม่ใช่

- e. อุปกรณ์ที่ใช้ในการแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัลที่มีความสามารถมากกว่าค่าที่จำกัดตามที่ระบุใน 3A001.a.5.

- 4A003 (ต่อ)
- f. ไม่ใช่
- g. อุปกรณ์ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการรวมความสามารถในการทำงานของ “คอมพิวเตอร์แบบดิจิทัล” (“Digital Computers”) โดยการจัดให้มีการเชื่อมต่อกับภายนอกที่ทำให้การสื่อสารติดต่อต่างๆ สามารถส่งข้อมูลทางเดียวได้ในอัตราสูงกว่า 2.0 กิกะไบต์ต่อวินาทีต่อการเชื่อมต่อ
- หมายเหตุ* 4A003.g. ไม่ควบคุมอุปกรณ์เชื่อมต่อภายใน (เช่น แผงวงจร บัส) อุปกรณ์เชื่อมต่อแบบพาสซีฟ (Passive) “คอนโทรลเลอร์เชื่อมต่อเครือข่าย” (“Network Access Controllers”) หรือ “คอนโทรลเลอร์เชื่อมต่อช่องทางการสื่อสาร” (“Communications Channel Controllers”)
- 4A004 คอมพิวเตอร์ตามที่ระบุด้านล่าง รวมถึงอุปกรณ์ “ชุดประกอบอิเล็กทรอนิกส์” (“Electronic Assemblies”) และส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับคอมพิวเตอร์ดังกล่าว
- a. “คอมพิวเตอร์แบบซิสโตลิกอาร์เรย์” (“Systolic Array Computers”)
- b. “คอมพิวเตอร์แบบโครงข่ายประสาท” (“Neural Computers”)
- c. “คอมพิวเตอร์แบบออปติคัล” (“Optical Computers”)
- 4A101 คอมพิวเตอร์แบบแอนะล็อก “คอมพิวเตอร์แบบดิจิทัล” (“Digital Computers”) หรือเครื่องวิเคราะห์ความแตกต่างทางดิจิทัล นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 4A001.a.1. ซึ่งทนต่อสภาพการใช้งานหนักและที่ออกแบบหรือดัดแปลงสำหรับใช้กับยานนำส่งสู่อวกาศตามที่ระบุใน 9A004 หรือจรวดเพื่อการวิจัยและทดลองตามที่ระบุใน 9A104
- 4A102 “คอมพิวเตอร์แบบไฮบริด” (“Hybrid Computers”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการสร้างโมเดล การจำลองหรือการบูรณาการการออกแบบของยานนำส่งสู่อวกาศตามที่ระบุใน 9A004 หรือจรวดเพื่อการวิจัยและทดลองตามที่ระบุใน 9A104
- หมายเหตุ* การควบคุมตามข้อนี้บังคับเฉพาะเมื่ออุปกรณ์นั้นขายพร้อมกับ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ตามที่ระบุใน 7D103 หรือ 9D103

4B

อุปกรณ์ทดสอบ ตรวจสอบ และผลิต

ไม่มี

4C

วัสดุ

ไม่มี

4D	ซอฟต์แวร์
	<u>หมายเหตุ</u> สถานะการควบคุมของ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) “การผลิต” (“Production”) หรือ “การใช้งาน” (“Use”) ของอุปกรณ์ที่ระบุไว้ในหมวดอื่นๆ ได้แสดงไว้ในหมวดนั้น
4D001	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) ดังต่อไปนี้ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) “การผลิต” (“Production”) หรือ “การใช้งาน” (“Use”) ของอุปกรณ์ หรือ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ตามที่ระบุใน 4A001 ถึง 4A004 หรือ 4D “ซอฟต์แวร์” (“Software”) อื่นใดนอกเหนือจากที่ระบุไว้ใน 4D001.a. ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “การผลิต” (“Production”) ของอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้ “คอมพิวเตอร์แบบดิจิทัล” (“Digital Computers”) ที่มี “ค่าสมรรถนะสูงสุดซึ่งปรับได้ถึง” (“Adjusted Peak Performance: APP”) มากกว่า 0.25 เวทเทราฟลอย (Weighted TeraFLOPS: WT) “ชุดประกอบอิเล็กทรอนิกส์” (“Electronic Assemblies”) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษเพื่อเพิ่มความสามารถในการทำงาน โดยการรวมการทำงานของตัวประมวลผล (Processors) หลายตัวเพื่อให้ “ค่าสมรรถนะสูงสุดซึ่งปรับได้ถึง” (“Adjusted Peak Performance: APP”) ของกลุ่มตัวประมวลผลมากกว่าค่าที่จำกัดตามที่ระบุใน 4D001.b.1.
4D002	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษเพื่อสนับสนุน “เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามที่ระบุใน 4E
4D003	ไม่ใช่

4E

เทคโนโลยี

- 4E001
- a. “เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไป สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) “การผลิต” (“Production”) หรือ “การใช้งาน” (“Use”) ของอุปกรณ์หรือ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ตามที่ระบุใน 4A หรือ 4D
 - b. “เทคโนโลยี” (“Technology”) อื่นใดนอกเหนือจากที่ระบุไว้ใน 4E001.a. ซึ่งออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “การผลิต” (“Production”) ของอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้
 1. “คอมพิวเตอร์แบบดิจิทัล” (“Digital Computers”) ที่มี “ค่าสมรรถนะสูงสุดซึ่งปรับได้ถึง” (“Adjusted Peak Performance: APP”) มากกว่า 0.25 เวทเทราฟลอป (Weighted TeraFLOPS: WT)
 2. “ชุดประกอบอิเล็กทรอนิกส์” (“Electronic Assemblies”) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับเพิ่มความสามารถในการทำงานโดยการรวมการทำงานของตัวประมวลผล (Processors) หลายตัวเพื่อให้ “ค่าสมรรถนะสูงสุดซึ่งปรับได้ถึง” (“Adjusted Peak Performance: APP”) ของกลุ่มตัวประมวลผลมากกว่าค่าที่จำกัดตามที่ระบุใน 4E001.b.1.

หมายเหตุทางเทคนิคเกี่ยวกับ “ค่าสมรรถนะสูงสุดซึ่งปรับได้ถึง” (“Adjusted Peak Performance: APP”)

“ค่าสมรรถนะสูงสุดซึ่งปรับได้ถึง” (“Adjusted Peak Performance: APP”) คือ อัตราพิกัดสูงสุดที่มีการปรับค่า ที่ซึ่ง “คอมพิวเตอร์แบบดิจิทัล” (“Digital Computers”) ทำการบวกและการคูณด้วยทศนิยมจำนวน 64 บิต หรือมากกว่า

“ค่าสมรรถนะสูงสุดซึ่งปรับได้ถึง” (“Adjusted Peak Performance: APP”) จะถูกแสดงอยู่ในรูปเวทเทราฟลอป (Weighted TeraFLOPS: WT) ในหน่วยของ 10^{12} ปฏิบัติการที่มีการปรับจุดทศนิยมต่อวินาที

ตัวย่อที่ใช้ในหมายเหตุทางเทคนิคนี้

n จำนวนตัวประมวลผลของ “คอมพิวเตอร์แบบดิจิทัล” (“Digital Computer”)

i จำนวนตัวประมวลผล ($i = 1, \dots, n$)

t_i รอบเวลาของตัวประมวลผล ($t_i = 1/F_i$)

F_i ความถี่ของตัวประมวลผล

R_i อัตราการคำนวณของจุดทศนิยมสูงสุด

W_i ตัวประกอบการปรับสภาพการรวม

ขั้นตอนการคำนวณ “ค่าสมรรถนะสูงสุดซึ่งปรับได้ถึง” (“Adjusted Peak Performance: APP”)

1. สำหรับแต่ละตัวประมวลผล i ให้กำหนดจำนวนสูงสุดของ 64 บิต หรือปฏิบัติการจุดทศนิยม (Floating Point Operations: FPO) ที่สูงกว่าที่ทำงานในแต่ละวงรอบสำหรับตัวประมวลผลแต่ละตัวใน “คอมพิวเตอร์แบบดิจิทัล” (“Digital Computer”)

หมายเหตุ ในการพิจารณาปฏิบัติการจุดทศนิยม (Floating Point Operations: FPO) ให้รวมเฉพาะ 64 บิต หรือผลรวมและ/หรือผลคูณจุดทศนิยมที่สูงกว่า ซึ่งทุกการปฏิบัติการจุดทศนิยม (Floating Point Operations: FPO) ต้องถูกแสดงอยู่ในรูปของปริมาณงานต่อรอบตัวประมวลผล โดยการปฏิบัติการที่ต้องการหลายวงรอบอาจถูกแสดงอยู่ในรูปของผลลัพธ์ต่อวงรอบ สำหรับตัวประมวลผลที่ไม่สามารถทำการคำนวณบนตัวถูกดำเนินการจุดทศนิยม (Floating Point Operands) ของ 64 บิตหรือมากกว่า มีค่าอัตราการคำนวณประสิทธิภาพ R เป็นศูนย์

2. คำนวณอัตราของจุดทศนิยม (Floating Point Rate: R) ของตัวประมวลผลแต่ละตัว $R_i = \text{FPO}/t_i$
3. คำนวณ “ค่าสมรรถนะสูงสุดซึ่งปรับได้ถึง” (“Adjusted Peak Performance: APP”) โดย (APP) = $W_1 \times R_1 + W_2 \times R_2 + \dots + W_n \times R_n$
4. ‘ตัวประมวลผลแบบเวกเตอร์’ (‘Vector Processors’) $W_i = 0.9$ สำหรับ ‘ตัวประมวลผลแบบไม่เป็นเวกเตอร์’ (Non-‘Vector Processors’) $W_i = 0.3$

หมายเหตุ 1 สำหรับตัวประมวลผลที่ปฏิบัติการหลายอย่างในหนึ่งวงรอบ เช่น การรวมและการคูณ ให้นับแต่ละการปฏิบัติการ

หมายเหตุ 2 สำหรับตัวประมวลผลที่มีการทำงานแบบสายท่อ (Pipelined Processor) ค่าอัตราการคำนวณประสิทธิภาพ R คือ อัตราของสายท่อ (Pipeline Rate) เมื่อสายท่อ (Pipeline) เต็ม หรืออัตราที่ไม่ใช่สายท่อ (Non-pipelined Rate) โดยเลือกตัวที่เร็วกว่า

หมายเหตุ 3 อัตราการคำนวณค่า R ของตัวประมวลผลแต่ละตัวที่มีส่วนร่วม จะถูกคำนวณที่ค่าสูงสุดที่เป็นไปได้ตามทฤษฎี ก่อน “ค่าสมรรถนะสูงสุดซึ่งปรับได้ถึง” (“Adjusted Peak Performance: APP”) ของการรวมกันจะเกิดขึ้น ซึ่งการปฏิบัติการพร้อมกันจะถูกสมมติว่าเกิดขึ้นเมื่อบริษัทผู้ผลิตคอมพิวเตอร์ใช้คำว่า ปฏิบัติการพร้อมเพรียง (Concurrent Operation) ขนาน (Parallel Operation) หรือพร้อมกัน (Simultaneous Operation) หรือการดำเนินการ (Execution) ตามคู่มือการใช้งาน หรือแผนโฆษณาของคอมพิวเตอร์

หมายเหตุ 4 ไม่นับรวมถึงตัวประมวลผลที่จำกัดการทำงานเพียงการนำเข้า/ส่งออก และทำงานรอบข้าง (Peripheral Functions) (เช่น หน่วยขับเคลื่อน การติดต่อสื่อสาร การแสดงผลภาพ) เมื่อทำการคำนวณ “ค่าสมรรถนะสูงสุดซึ่งปรับได้ถึง” (“Adjusted Peak Performance: APP”)

หมายเหตุ 5 “ค่าสมรรถนะสูงสุดซึ่งปรับได้ถึง” (“Adjusted Peak Performance: APP”) ไม่ต้องถูกคำนวณสำหรับการรวมกันของตัวประมวลผล ที่ถูกเชื่อมต่อโดย “ข่ายงานบริเวณเฉพาะที่” (“Local Area Networks”) ข่ายงานบริเวณกว้าง การเชื่อมต่อ/อุปกรณ์ที่ใช้ I/O ร่วมกัน ตัวควบคุม I/O และการเชื่อมต่อการสื่อสารใดๆ ที่ดำเนินการโดย “ซอฟต์แวร์” (“Software”)

หมายเหตุ 6 “ค่าสมรรถนะสูงสุดซึ่งปรับได้ถึง” (“Adjusted Peak Performance: APP”) ต้องถูกคำนวณสำหรับ

1. การรวมกันของตัวประมวลผลที่ประกอบด้วยตัวประมวลผลที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ โดยการรวมกลุ่ม ที่ทำงานพร้อมกันและใช้หน่วยความจำร่วมกันหรือ
2. การรวมกันของชุดหน่วยความจำ/ตัวประมวล ที่ทำงานพร้อมกันโดยใช้ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ที่ออกแบบเป็นพิเศษ

หมายเหตุ 7 ‘ตัวประมวลผลแบบเวกเตอร์’ (‘Vector Processor’) ถูกกำหนดให้เป็นตัวประมวลผลที่มีชุดคำสั่งในตัว ที่ทำหลายการคำนวณพร้อมกันบนเวกเตอร์จุดทศนิยม (Floating-point Vectors) (แถวลำดับหนึ่งมิติของ 64 บิต หรือจำนวนที่มากกว่า) โดยอย่างน้อย 2 หน่วยการทำงานเวกเตอร์และอย่างน้อย 8 เรจิสเตอร์เวกเตอร์ (Vector Registers) ของอย่างน้อยแต่ละ 64 ส่วนย่อย

หมวด 5

โทรคมนาคมและ “การรักษาความปลอดภัยข้อมูล”
(Telecommunications and “Information Security”)

ส่วนที่ 1

โทรคมนาคม

หมายเหตุ 1 สถานะการควบคุมของส่วนประกอบ อุปกรณ์ “เลเซอร์” (“Lasers”) อุปกรณ์ทดสอบและอุปกรณ์ “การผลิต” (“Production”) รวมถึง “ซอฟต์แวร์” (“Software”) สำหรับส่วนประกอบและอุปกรณ์ดังกล่าว ซึ่งออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์หรือระบบโทรคมนาคม ถูกกำหนดในหมวด 5 ส่วนที่ 1

หมายเหตุ 1 สำหรับ “เลเซอร์” (“Lasers”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์หรือระบบโทรคมนาคม โปรดดู 6A005 ประกอบ

หมายเหตุ 2 ให้ดูหมวด 5 ส่วนที่ 2 ร่วมด้วย สำหรับอุปกรณ์ ส่วนประกอบ และ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ทำหน้าที่หรือมีส่วนประกอบของฟังก์ชัน “การรักษาความปลอดภัยข้อมูล” (“Information Security” Functions)

หมายเหตุ 2 “คอมพิวเตอร์แบบดิจิทัล” (“Digital Computers”) อุปกรณ์ หรือ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นส่วนสำคัญสำหรับการใช้งานและการสนับสนุนอุปกรณ์โทรคมนาคมตามที่อธิบายไว้ในหมวดนี้ ให้ถือว่าเป็นส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษ โดยมีเงื่อนไขว่าต้องเป็นรุ่นที่ผู้ผลิตทำขึ้นตามที่คุณต้องการ ซึ่งรวมถึงระบบคอมพิวเตอร์สำหรับการดำเนินการ การบริหารจัดการ การบำรุงรักษา งานวิศวกรรม หรืองานจัดทำใบแจ้งหนี้

5A1 ระบบ อุปกรณ์ และส่วนประกอบ

5A001 ระบบ อุปกรณ์ ส่วนประกอบ และอุปกรณ์เสริมด้านโทรคมนาคม ดังต่อไปนี้

- a. อุปกรณ์โทรคมนาคมประเภทใด ที่มีคุณลักษณะ ฟังก์ชันการทำงานหรือทำหน้าที่อย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อให้ทนทานต่อผลการเปลี่ยนแปลงทางอิเล็กทรอนิกส์ หรือผลของพัลส์คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งทั้งสองนั้นเกิดจากการระเบิดของนิวเคลียร์
 2. ทำให้แข็งแรงเป็นพิเศษเพื่อให้ทนทานต่อรังสีแกมมา (Gamma) รังสีนิวตรอน หรือไอออน หรือ
 3. ออกแบบเป็นพิเศษให้ทำงานนอกเหนือจากช่วงอุณหภูมิ ตั้งแต่ 218 เคลวิน (– 55 องศาเซลเซียส) ถึง 397 เคลวิน (124 องศาเซลเซียส)

หมายเหตุ 5A001.a.3. ใช้บังคับเฉพาะอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

หมายเหตุ 5A001.a.2. และ 5A001.a.3. ไม่ควบคุมอุปกรณ์ที่ออกแบบหรือดัดแปลงสำหรับใช้บนดาวเทียม

- b. ระบบและอุปกรณ์โทรคมนาคม รวมถึงส่วนประกอบและอุปกรณ์เสริมที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อใช้กับระบบและอุปกรณ์ดังกล่าว ที่มีคุณลักษณะ ฟังก์ชันการทำงานหรือทำหน้าที่อย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. เป็นระบบโทรคมนาคมได้น้ำแบบไม่มีสายโยงที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. คลื่นพาหะของสัญญาณเสียง นอกเหนือจากย่านความถี่ตั้งแต่ 20 กิโลเฮิร์ตซ์ ถึง 60 กิโลเฮิร์ตซ์
 - b. ใช้คลื่นพาหะของสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่ต่ำกว่า 30 กิโลเฮิร์ตซ์
 - c. ใช้เทคนิคควบคุมลำสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ หรือ
 - d. ใช้ “เลเซอร์” (“Lasers”) หรือไดโอดเปล่งแสง (Light-emitting Diodes : LEDs) ที่มีค่าความยาวคลื่นเอาต์พุตมากกว่า 400 นาโนเมตร และน้อยกว่า 700 นาโนเมตร ใน “ข่ายงานบริเวณเฉพาะที่” (“Local Area Network”)
 2. เป็นอุปกรณ์วิทยุที่ทำงานในย่านความถี่ 1.5 เมกะเฮิร์ตซ์ ถึง 87.5 เมกะเฮิร์ตซ์ และมีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - a. ทำนายและเลือกคลื่นและ “อัตราการถ่ายโอนดิจิทัลรวม” (“Total Digital Transfer Rates”) ต่อช่องสัญญาณโดยอัตโนมัติเพื่อเพิ่มสมรรถนะในการส่งสัญญาณ และ

5A001

b. 2. (ต่อ)

- b. ประกอบด้วยการตั้งค่าเครื่องขยายกำลังงานสัญญาณที่เป็นเชิงเส้น ที่สามารถรองรับหลายสัญญาณได้พร้อมกัน โดยมีกำลังงานเอาต์พุตมากกว่าหรือเท่ากับ 1 กิโลวัตต์ ในย่านความถี่มากกว่าหรือเท่ากับ 1.5 เมกะเฮิรตซ์ แต่น้อยกว่า 30 เมกะเฮิรตซ์ หรือกำลังงานเอาต์พุตมากกว่าหรือเท่ากับ 250 วัตต์ ในย่านความถี่มากกว่าหรือเท่ากับ 30 เมกะเฮิรตซ์ แต่ไม่เกิน 87.5 เมกะเฮิรตซ์ ตลอดช่วง “ค่าอินสแตนท์แบนด์วิดท์” (“Instantaneous Bandwidth”) ที่มากกว่าหรือเท่ากับหนึ่งออกเตฟ (Octave) และมีฮาร์โมนิกที่เอาต์พุต (Output Harmonic) และค่าความผิดเพี้ยนดีกว่า -80 เดซิเบล
3. เป็นอุปกรณ์วิทยุที่ใช้เทคนิค “การแผ่สเปกตรัม” (“Spread Spectrum”) รวมทั้งเทคนิค “การกระโดดความถี่” (“Frequency Hopping”) นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 5A001.b.4. และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. ผู้ใช้สามารถโปรแกรมรหัสการแผ่ได้ หรือ
 - b. แบนด์วิดท์ส่งสัญญาณทั้งหมดมากกว่าหรือเท่ากับ 100 คูณแบนด์วิดท์ของช่องสัญญาณข้อมูลใดๆ และมีค่าสูงกว่า 50 กิโลเฮิรตซ์

หมายเหตุ 5A001.b.3.b. ไม่ควบคุมอุปกรณ์วิทยุที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับใช้กับระบบวิทยุสื่อสารแบบไร้สายของพลเรือน (Civil Cellular Radiocommunications Systems)

หมายเหตุ 5A001.b.3. ไม่ควบคุมอุปกรณ์ที่ออกแบบเพื่อทำงานที่ค่ากำลังงานเอาต์พุตน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 วัตต์

4. เป็นอุปกรณ์วิทยุที่ใช้เทคนิคการมอดูเลชันแบบแถบความถี่กว้างมาก (Ultra-wideband Modulation Techniques) ที่มีรหัสช่องสัญญาณที่ผู้ใช้ตั้งโปรแกรมได้ หรือการเข้ารหัสลับ หรือรหัสที่ระบุเครือข่าย และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. แบนด์วิดท์กว้างกว่า 500 เมกะเฮิรตซ์ หรือ
 - b. มี “ค่าแบนด์วิดท์ส่วนย่อย” (“Fractional Bandwidth”) มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 20
5. เป็นภาควิทยุที่ควบคุมด้วยระบบดิจิทัล ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - a. มากกว่า 1,000 ช่องสัญญาณ
 - b. มี “เวลาในการสลับความถี่” (“Frequency Switching Time”) น้อยกว่า 1 มิลลิวินาที
 - c. ค้นหาหรือสแกนหาส่วนของสเปกตรัมสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าที่กำหนดโดยอัตโนมัติ และ
 - d. ทำการระบุสัญญาณที่รับได้หรือประเภทของการส่งสัญญาณ หรือ

หมายเหตุ 5A001.b.5. ไม่ควบคุมอุปกรณ์วิทยุที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับใช้กับระบบวิทยุสื่อสารแบบไร้สายของพลเรือน (Civil Cellular Radio Communications Systems)

6. ใช้ฟังก์ชัน “การประมวลผลสัญญาณ” ดิจิทัล (Digital “Signal Processing”) ที่ให้เอาต์พุตของ ‘การเข้ารหัสเสียง’ (“Voice Coding”) ที่อัตราน้อยกว่า 2,400 บิตต่อวินาที

หมายเหตุทางเทคนิค

1. สำหรับ ‘การเข้ารหัสเสียง’ (“Voice Coding”) แบบปรับอัตราการใช้รหัสได้ใน 5A001.b.6. ใช้ควบคุมเอาต์พุตของ ‘การเข้ารหัสเสียง’ (“Voice Coding”) ของเสียงพูดแบบต่อเนื่อง
2. ตามวัตถุประสงค์ 5A001.b.6. ‘การเข้ารหัสเสียง’ (“Voice Coding”) หมายถึง เทคนิคที่ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างเสียงมนุษย์ แล้วแปลงไปเป็นสัญญาณดิจิทัล โดยมีการพิจารณาคุณลักษณะเฉพาะของเสียงมนุษย์ดังกล่าว

- c. เส้นใยนำแสงมีความยาวมากกว่า 500 เมตร และมีข้อบ่งชี้โดยผู้ผลิตว่าสามารถทนทานความเค้นแรงดึงใน ‘การทดสอบพิสูจน์ทราบ’ (“Proof Test” Tensile Stress) มากกว่าหรือเท่ากับ 2×10^9 นิวตันต่อเมตรกำลังสอง

หมายเหตุ สำหรับสายเคเบิลส่งสัญญาณใต้น้ำ (Underwater Umbilical Cables) โปรดดู 8A002.a.3. ประกอบ

5A001 c. (ต่อ)

หมายเหตุทางเทคนิค

‘การทดสอบพิสูจน์ทราบ’ (‘Proof Test’) คือ การทดสอบผลิตภัณฑ์แบบออนไลน์ (On-line) หรือออฟไลน์ (Off-line) โดยค่อยๆ เพิ่มความเค้นแรงดึงที่กำหนดต่อสายเคเบิลที่ยาวกว่า 0.5 ถึง 3 เมตร ที่อัตราเร็วในการดึง 2 ถึง 5 เมตรต่อวินาที ลากผ่านระหว่างเครื่องก้านตั้ง (Capstans) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 50 มิลลิเมตร โดยวัดที่ค่าอุณหภูมิปกติเท่ากับ 293 เคลวิน (20 องศาเซลเซียส) และค่าความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ ร้อยละ 40 ทั้งนี้ สามารถใช้วิธีการตามมาตรฐานแห่งชาติที่เทียบเท่าในการทดสอบดังกล่าว

- d. “สายอากาศแกลวลำดับปรับเฟสที่มีการกวาดแบบอิเล็กทรอนิกส์” (“Electronically Steerable Phased Array Antennae”) ที่ทำงานได้สูงกว่า 31.8 กิกะเฮิรตซ์

หมายเหตุ 5A001.d. ไม่ครอบคลุม “สายอากาศแกลวลำดับปรับเฟสที่มีการกวาดแบบอิเล็กทรอนิกส์” (“Electronically Steerable Phased Array Antennae”) สำหรับระบบลงจอดซึ่งมีอุปกรณ์ตามมาตรฐานที่ ICAO กำหนดซึ่งรวมถึงระบบลงจอดด้วยสัญญาณไมโครเวฟ (Microwave Landing Systems : MLS)

- e. อุปกรณ์ค้นหาทิศทางของสัญญาณวิทยุ ที่ทำงานที่ความถี่สูงกว่า 30 เมกะเฮิรตซ์ และมีคุณลักษณะทั้งสองตามที่ระบุด้านล่าง รวมถึงส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์ดังกล่าว
1. มี “ค่าอินสแตนท์แบนด์วิดท์” (“Instantaneous Bandwidth”) เท่ากับ 10 เมกะเฮิรตซ์ หรือมากกว่า และ
 2. สามารถค้นหาทิศทาง (Line of Bearing: LOB) ของเครื่องส่งวิทยุที่ไม่ให้ความร่วมมือ (Non-cooperating Radio Transmitters) โดยมีระยะเวลาของสัญญาณน้อยกว่า 1 มิลลิวินาที
- f. อุปกรณ์กวนสัญญาณ (Jamming Equipment) ซึ่งออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษเพื่อแทรกแซง (Interfere) โดยจงใจและเลือกกระทำ หยุดการทำงาน (Deny) ยับยั้ง (Inhibit) เสื่อมถอย (Degrade) หรือล่อลวง (Seduce) ต่อบริการโทรคมนาคมเคลื่อนที่ โดยมีการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ระบุด้านล่าง และส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์ดังกล่าว
1. จำลองฟังก์ชันการทำงานของอุปกรณ์โครงข่ายการเข้าถึงสัญญาณวิทยุ (Radio Access Network [RAN] Equipment)
 2. ตรวจสอบและใช้ประโยชน์คุณลักษณะเฉพาะของโปรโตคอล (Protocol) โทรคมนาคมแบบเคลื่อนที่ที่ใช้งาน (เช่น GSM) หรือ
 3. ใช้ประโยชน์คุณลักษณะเฉพาะของโปรโตคอล (Protocol) โทรคมนาคมแบบเคลื่อนที่ที่ใช้งาน (เช่น GSM)
- g. ระบบหรืออุปกรณ์ตรวจหาตำแหน่งแบบพาสซีฟโคเฮเรนต์ (Passive Coherent Location: PCL) ที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อตรวจหาและติดตามวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่โดยการวัดการสะท้อนจากการแพร่ของคลื่นวิทยุโดยรอบที่ถูกปล่อยออกมาจากเครื่องส่งที่ไม่ใช่เรดาร์

หมายเหตุทางเทคนิค

เครื่องส่งที่ไม่ใช่เรดาร์อาจรวมถึงสถานีฐานของวิทยุเชิงพาณิชย์ โทรศัพท์ หรือระบบโทรคมนาคมแบบไร้สาย (Cellular Telecommunications)

หมายเหตุ 5A001.g. ไม่ครอบคลุมสิ่งหนึ่งสิ่งใดต่อไปนี้

- a. อุปกรณ์เกี่ยวกับดาราศาสตร์วิทยุ (Radio-astronomical) หรือ
 - b. ระบบหรืออุปกรณ์ที่ต้องมีการส่งโดยใช้คลื่นวิทยุจากเป้าหมาย
- h. อุปกรณ์ที่ส่งคลื่นความถี่วิทยุ (Radio Frequency [RF] Transmitting Equipment) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเพื่อการกระตุ้นให้อุปกรณ์ระเบิดแสงเครื่อง (Improvised Explosive Devices: IEDs) ทำงานก่อนเวลาหรือป้องกันไม่ให้อุปกรณ์ดังกล่าวเริ่มทำงาน

หมายเหตุ โปรดดู 5A001.f. ประกอบ

5A101 อุปกรณ์วัดระยะไกลและอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล (Telemetry and Telecontrol Equipment) รวมถึงอุปกรณ์ภาคพื้นดินที่ออกแบบหรือดัดแปลงสำหรับ 'ขีปนาวุธ' ('Missiles')

หมายเหตุทางเทคนิค

ใน 5A101 'ขีปนาวุธ' ('Missile') หมายถึง ระบบจรวดที่สมบูรณ์แบบและระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle Systems) ที่มีพิสัยทำการไกลกว่า 300 กิโลเมตร

หมายเหตุ 5A101 ไม่ควบคุม

- a. อุปกรณ์ที่ออกแบบหรือดัดแปลงสำหรับอากาศยานแบบมีคนขับ หรือดาวเทียม
- b. อุปกรณ์ภาคพื้นดินที่ออกแบบหรือดัดแปลงสำหรับใช้แบบบนภาคพื้นดินหรือใช้ในทะเล
- c. อุปกรณ์ที่ออกแบบสำหรับให้บริการระบบดาวเทียมนำร่องทั่วโลก (Global Navigation Satellite Systems: GNSS) เพื่อการพาณิชย์ ด้านพลเรือน หรือ 'ช่วยชีวิต' ('Safety of Life') (เช่น การตรวจความถูกต้องของข้อมูล [Data Integrity] ความปลอดภัยทางการบิน [Flight Safety])

5B1	อุปกรณ์ทดสอบ ตรวจสอบ และผลิต
5B001	อุปกรณ์ทดสอบ อุปกรณ์ตรวจสอบ และอุปกรณ์การผลิตโทรคมนาคม ส่วนประกอบและอุปกรณ์เสริมด้านโทรคมนาคม ดังต่อไปนี้ a. อุปกรณ์ และส่วนประกอบหรืออุปกรณ์เสริมที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์ดังกล่าว ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) “การผลิต” (“Production”) หรือ “การใช้งาน” (“Use”) อุปกรณ์ ฟังก์ชันการทำงานหรือทำหน้าที่ตามที่ระบุใน 5A001 <i>หมายเหตุ 5B001.a. ไม่ควบคุมอุปกรณ์ที่มีคุณลักษณะแบบเส้นใยนำแสง</i> b. อุปกรณ์ และส่วนประกอบหรืออุปกรณ์เสริมที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์ดังกล่าว ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) อุปกรณ์ส่งสัญญาณโทรคมนาคม หรืออุปกรณ์สลับสาย ใดๆ อย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้ 1. ไม่ใช่ 2. อุปกรณ์ที่ใช้ “เลเซอร์” (“Laser”) และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้ a. มีค่าความยาวคลื่นส่งมากกว่า 1,750 นาโนเมตร b. ทำ “การขยายแสง” (“Optical Amplification”) โดยใช้ตัวขยายแบบเพอร์ซิโอดีมียัมได้ฟลูออไรด์ไฟเบอร์ (Praseodymium-doped Fluoride Fibre Amplifiers: PDFFA) c. ใช้เทคนิคการส่งหรือการตรวจจับแสงแบบโคฮีเรนต์ (Coherent Optical Transmission/Detection) หรือที่เรียกว่าเทคนิคฮอโมไดน์ (Optical Heterodyne) หรือโฮโมไดน์ (Homodyne) หรือ d. ใช้เทคนิคแบบแอนะล็อก และมีแบนด์วิดท์มากกว่า 2.5 กิกะเฮิร์ตซ์ <i>หมายเหตุ 5B001.b.2.d. ไม่ควบคุมอุปกรณ์ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) ระบบโทรคมนาคมเชิงพาณิชย์</i> 3. ไม่ใช่ 4. อุปกรณ์วิทยุที่ใช้เทคนิคการกล้ำสัญญาณแบบควอดเรเจอร์แอมพลิจูด (Quadrature-amplitude-modulation: QAM) ในระดับที่สูงกว่า 256 หรือ 5. อุปกรณ์ที่ใช้ “การให้สัญญาณร่วมช่อง” (“Common Channel Signalling”) ซึ่งทำงานในโหมดที่ไม่เกี่ยวข้องกัน (Non-associated Mode)

5C1

วัสดุ

ไม่มี

5D1	ซอฟต์แวร์
5D001	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) ดังต่อไปนี้ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) “การผลิต” (“Production”) หรือ “การใช้งาน” (“Use”) อุปกรณ์ ฟังก์ชันการทำงานหรือทำหน้าที่ตามที่ระบุใน 5A001 “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษเพื่อสนับสนุน “เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามที่ระบุใน 5E001 “ซอฟต์แวร์” (“Software”) เฉพาะด้านที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษเพื่อให้มีคุณลักษณะ ฟังก์ชันการทำงานหรือทำหน้าที่ของอุปกรณ์ตามที่ระบุใน 5A001 หรือ 5B001 “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) อุปกรณ์ส่งสัญญาณ โทรคมนาคม หรืออุปกรณ์สลับสายอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้ - ไม่ใช่ - อุปกรณ์ที่ใช้ “เลเซอร์” (“Laser”) และที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้ - มีค่าความยาวคลื่นส่งมากกว่า 1,750 นาโนเมตรหรือ - ใช้เทคนิคแบบแอนะล็อกและมีแบนด์วิดท์มากกว่า 2.5 กิกะเฮิรตซ์ หรือ <i>หมายเหตุ 5D001.d.2.b. ไม่ควบคุม “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) ระบบโทรทัศน์เชิงพาณิชย์</i> - ไม่ใช่ - อุปกรณ์วิทยุที่ใช้เทคนิคการกล้ำสัญญาณแบบควอดเรเจอร์แอมพลิจูด (Quadrature-amplitude-modulation: QAM) ในระดับที่สูงกว่า 256
5D101	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับ “การใช้งาน” (“Use”) อุปกรณ์ที่ระบุใน 5A101

5E1

เทคโนโลยี

5E001

“เทคโนโลยี” (“Technology”) ดังต่อไปนี้

a. “เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไปสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) “การผลิต” (“Production”) หรือ “การใช้งาน” (“Use”) (ยกเว้นการปฏิบัติงาน [Operation]) ของอุปกรณ์ ฟังก์ชันการทำงานหรือทำหน้าที่ตามที่ระบุใน 5A001 หรือ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ระบุไว้ใน 5D001.a.

b. “เทคโนโลยี” (“Technology”) เฉพาะด้าน ดังต่อไปนี้

1. “เทคโนโลยี” (“Technology”) “ที่จำเป็น” (“Required”) สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “การผลิต” (“Production”) อุปกรณ์โทรคมนาคม ที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อใช้บนดาวเทียม
2. “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “การใช้งาน” (“Use”) เทคนิคการสื่อสารด้วย “เลเซอร์” (“Laser” Communication Techniques) ซึ่งมีสมรรถนะในการค้นหาและติดตามสัญญาณโดยอัตโนมัติ และรักษาการสื่อสารให้ต่อเนื่องโดยผ่านบรรยากาศชั้นนอก (Exoatmosphere) หรือสื่อดำเนิน (น้ำ)
3. “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) อุปกรณ์รับสัญญาณของสถานีฐานของวิทยุสื่อสารดิจิทัลแบบรับฝั่ง (Digital Cellular Radio Base Station Receiving Equipment) ที่มีสมรรถนะในการรับสัญญาณ ซึ่งสามารถดัดแปลงให้ทำงานแบบหลายแถบความถี่ (Multi-band) หลายช่องสัญญาณ (Multi-channel) หลายรูปแบบการทำงาน (Multi-mode) หลายขั้นตอนวิธีการเข้ารหัส (Multi-coding Algorithm) หรือ หลายโพรโตคอล (Multi-protocol Operation) ได้ด้วยการเปลี่ยนแปลงที่ “ซอฟต์แวร์” (“Software”)
4. “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) เทคนิค “การแผ่สเปกตรัม” (“Spread Spectrum” Techniques) รวมทั้งเทคนิค “การกระโดดความถี่” (“Frequency Hopping” Techniques)

หมายเหตุ 5E001.b.4. ไม่ควบคุม “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) ระบบคมนาคมทางวิทยุแบบรับฝั่งที่ใช้ในกิจการพลเรือน (Civil Cellular Radio-communications Systems)

c. “เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไปสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “การผลิต” (“Production”) สิ่งหนึ่งสิ่งใด ดังต่อไปนี้

1. อุปกรณ์ที่ใช้เทคนิคทางด้านดิจิทัลที่ออกแบบเพื่อทำงานที่ “อัตราการถ่ายโอนดิจิทัลรวม” (“Total Digital Transfer Rate”) สูงกว่า 50 กิกะบิตต่อวินาที

หมายเหตุทางเทคนิค

สำหรับอุปกรณ์สวิตซ์โทรคมนาคม “อัตราการถ่ายโอนดิจิทัลรวม” (“Total Digital Transfer Rate”) หมายถึง ความเร็วทิศทางเดียวของส่วนต่อประสานเดียว (Single Interface) ซึ่งวัดที่พอร์ตหรือที่สายสัญญาณที่มีความเร็วสูงสุด

2. อุปกรณ์ที่ใช้ “เลเซอร์” (“Laser”) และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. มีค่าความยาวคลื่นสั้นเกินกว่า 1,750 นาโนเมตร
 - b. ทำ “การขยายแสง” (“Optical Amplification”) โดยใช้ตัวขยายแบบเพอร์ซิโอดีเมียมโด๊ปฟลูออไรด์ไฟเบอร์ (Praseodymium-doped Fluoride Fibre: PDFFA)
 - c. ใช้เทคนิคการส่งหรือการตรวจจับแสงแบบโคเฮเรนต์ (Coherent Optical Transmission/Detection) (หรือที่เรียกว่าเทคนิคออปติคัลเฮเทอโรไดน์ [Optical Heterodyne] หรือเทคนิคโฮโมไดน์ [Homodyne])
 - d. ใช้เทคนิคการรวมส่งสัญญาณโดยการแบ่งความยาวคลื่นของคลื่นพาห้แสง ที่มีช่องห่างระหว่างคลื่นพาห้ น้อยกว่า 100 กิกะเฮิร์ตซ์ หรือ
 - e. ใช้เทคนิคแอนะล็อก และมีแบนด์วิดท์เกินกว่า 2.5 กิกะเฮิร์ตซ์

หมายเหตุ 5E001.c.2.e. ไม่ควบคุม “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “การผลิต” (“Production”) ระบบโทรทัศน์เชิงพาณิชย์

หมายเหตุ สำหรับ “เทคโนโลยี” (“Technology”) เพื่อ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “การผลิต” (“Production”) อุปกรณ์ซึ่งไม่ใช่โทรคมนาคมที่ใช้เลเซอร์ ปรอท 6 E ประกอบ

3. อุปกรณ์ที่ใช้ “ออปติคัลสวิตซ์” (“Optical Switching”) และมีค่าเวลาในการสวิตช์น้อยกว่า 1 มิลลิวินาที

5E001

c. (ต่อ)

4. อุปกรณ์วิทยุที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- a. ใช้เทคนิคการกล้ำสัญญาณแบบควอดเรเจอร์แอมพลิจูด (Quadrature-amplitude-modulation : QAM) ในระดับที่สูงกว่า 256
- b. ทำงานที่อินพุตหรือเอาต์พุตที่มีความถี่สูงกว่า 31.8 กิกะเฮิร์ตซ์ หรือ

หมายเหตุ 5E001.c.4.b. ไม่ควบคุม “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “การผลิต” (“Production”) อุปกรณ์ที่ออกแบบหรือดัดแปลงสำหรับทำงานที่ย่านความถี่ใดซึ่ง “จัดสรรโดยสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ” (“Allocated by the ITU”) สำหรับกิจการวิทยุคมนาคม แต่ไม่ใช่สำหรับกิจการวิทยุตรวจการณ์และตรวจค้นหา

- c. ทำงานในช่วง 1.5 เมกะเฮิร์ตซ์ ถึง 87.5 เมกะเฮิร์ตซ์ และมีเทคนิคในการปรับเปลี่ยนที่สามารถกดสัญญาณรบกวนมากกว่า 15 เดซิเบล รวมอยู่ด้วย

5. อุปกรณ์ที่ใช้ “การให้สัญญาณร่วมช่อง” (“Common Channel Signalling”) ซึ่งทำงานในโหมดที่ไม่เชื่อมโยงกัน (Non-associated Mode) หรือ

6. อุปกรณ์เคลื่อนที่ซึ่งมีคุณลักษณะทั้งหมด ดังต่อไปนี้

- a. ทำงานที่ความยาวคลื่นแสงมากกว่าหรือเท่ากับ 200 นาโนเมตร และน้อยกว่าหรือเท่ากับ 400 นาโนเมตร และ
- b. ทำงานเป็น “ข่ายงานบริเวณเฉพาะที่” (“Local Area Network”)

d. “เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไปสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “การผลิต” (“Production”) อุปกรณ์ขยายกำลังงานที่ใช้งานรวมไมโครเวฟแบบโมโนลิทิก (Microwave Monolithic Integrated Circuit [MMIC] Power Amplifiers) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการโทรคมนาคม และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. มีพิกัดในการทำงานที่ความถี่สูงกว่า 3.2 กิกะเฮิร์ตซ์ จนถึงและรวมทั้ง 6.8 กิกะเฮิร์ตซ์ และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยมากกว่า 4 วัตต์ (36 เดซิเบลมิลลิวัตต์) ที่มี “ค่าแบนด์วิดท์ส่วนย่อย” (“Fractional Bandwidth”) มากกว่าร้อยละ 15
2. มีพิกัดในการทำงานที่ความถี่สูงกว่า 6.8 กิกะเฮิร์ตซ์ จนถึงและรวมทั้ง 16 กิกะเฮิร์ตซ์ และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยมากกว่า 1 วัตต์ (30 เดซิเบลมิลลิวัตต์) ที่มี “ค่าแบนด์วิดท์ส่วนย่อย” (“Fractional Bandwidth”) มากกว่าร้อยละ 10
3. มีพิกัดในการทำงานที่ความถี่สูงกว่า 16 กิกะเฮิร์ตซ์ จนถึงและรวมทั้ง 31.8 กิกะเฮิร์ตซ์ และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยมากกว่า 0.8 วัตต์ (29 เดซิเบลมิลลิวัตต์) ที่มี “ค่าแบนด์วิดท์ส่วนย่อย” (“Fractional Bandwidth”) มากกว่าร้อยละ 10
4. มีพิกัดในการทำงานที่ความถี่สูงกว่า 31.8 กิกะเฮิร์ตซ์ จนถึงและรวมทั้ง 37.5 กิกะเฮิร์ตซ์
5. มีพิกัดในการทำงานที่ความถี่สูงกว่า 37.5 กิกะเฮิร์ตซ์ จนถึงและรวมทั้ง 43.5 กิกะเฮิร์ตซ์ และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยมากกว่า 0.25 วัตต์ (24 เดซิเบลมิลลิวัตต์) ที่มี “ค่าแบนด์วิดท์ส่วนย่อย” (“Fractional Bandwidth”) มากกว่าร้อยละ 10 หรือ
6. มีพิกัดในการทำงานที่ความถี่สูงกว่า 43.5 กิกะเฮิร์ตซ์

e. “เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไปสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “การผลิต” (“Production”) อุปกรณ์และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการโทรคมนาคม และมีส่วนประกอบที่ผลิตจากวัสดุ “นำไฟฟ้ายิ่งยวด” (“Superconductive”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการปฏิบัติงานของส่วนประกอบที่ “นำไฟฟ้ายิ่งยวด” (“Superconductive”) อย่างน้อยหนึ่งชุด ในอุณหภูมิต่ำกว่า “อุณหภูมิวิกฤต” (“Critical Temperature”) และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. สวิตช์กระแสสำหรับวงจรดิจิทัลที่ใช้เกิดแบบ “นำไฟฟ้ายิ่งยวด” (“Superconductive”) ที่มีผลของเวลาหน่วงต่อเกิด (เป็นวินาที) และ กำลังงานที่ใช้ต่อเกิด (เป็นวัตต์) น้อยกว่า 10^{-14} จูล หรือ
2. การกรองความถี่ทุกย่านความถี่ โดยการใช้วงจรเรโซแนนซ์ (Resonant Circuits) ที่มีค่า Q มากกว่า 10,000

5E101

“เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไป สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) “การผลิต” (“Production”) หรือ “การใช้งาน” (“Use”) อุปกรณ์ที่ระบุใน 5A101

ส่วนที่ 2

“การรักษาความปลอดภัยข้อมูล”

หมายเหตุ 1 สถานะการควบคุมของอุปกรณ์ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ระบบงาน “ชุดประกอบอิเล็กทรอนิกส์” (“Electronic Assemblies”) ที่ใช้งานเฉพาะทาง มอดูล แผงวงจรรวม ส่วนประกอบ หรือฟังก์ชันการทำงาน เพื่อ “การรักษาความปลอดภัยข้อมูล” (“Information Security”) ถูกกำหนดในหมวด 5 ส่วนที่ 2 แม้ว่ามันจะเป็นส่วนประกอบหรือ “ชุดประกอบอิเล็กทรอนิกส์” (“Electronic Assemblies”) ของอุปกรณ์อื่นก็ตาม

หมายเหตุ 2 หมวด 5 ส่วนที่ 2 ไม่ควบคุมผลิตภัณฑ์ เมื่อเป็นการนำไปใช้งานส่วนตัวของผู้ใช้งานโดยผู้ใช้งาน

หมายเหตุ 3 หมายเหตุเกี่ยวกับการเข้ารหัสลับ

5A002 และ 5D002 ไม่ควบคุมสินค้าที่เป็นไปตามเงื่อนไข ดังต่อไปนี้

- a. มีจำหน่ายให้กับสาธารณชนทั่วไปตามปกติ โดยจำหน่ายสินค้าจากจุดขายปลีกอย่างไม่มีข้อจำกัด ด้วยวิธีการอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. จำหน่ายที่เคาน์เตอร์ปกติ
 2. จำหน่ายทางไปรษณีย์
 3. จำหน่ายทางอิเล็กทรอนิกส์ หรือ
 4. จำหน่ายทางโทรศัพท์
- b. ฟังก์ชันการทำงานเข้ารหัสลับที่ผู้ใช้ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยง่าย
- c. ออกแบบให้ผู้ใช้งานทั่วไปติดตั้งได้เอง โดยไม่ต้องขอความช่วยเหลือเพิ่มเติมจากผู้ขายมากนัก และ
- d. จะต้องจัดให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องของไทยสามารถเข้าถึงข้อมูลสินค้าได้หากมีความจำเป็น เมื่อได้รับการร้องขอเพื่อให้มั่นใจได้ว่าการปฏิบัติตามเงื่อนไขต่างๆ ที่ระบุไว้ในย่อหน้า a. ถึง c. ข้างต้น

หมายเหตุ 4 หมวดที่ 5 ส่วนที่ 2 ไม่ควบคุมรายการที่รวมหรือใช้ “การเข้ารหัสลับ” (“Cryptography”) และมีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

- a. การทำงานหลักหรือชุดการทำงานหลักไม่ได้อยู่ในกรณีใดๆ ดังต่อไปนี้
 1. “การรักษาความปลอดภัยข้อมูล” (“Information Security”)
 2. คอมพิวเตอร์ รวมทั้งระบบปฏิบัติการ ชิ้นส่วน และส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์
 3. การส่ง การรับ หรือการเก็บข้อมูล (ยกเว้นเพื่อในกรณีที่เป็นการสนับสนุนการบันเทิง การกระจายเสียงเชิงพาณิชย์มวลชน การจัดการสิทธิด้านดิจิทัล หรือการจัดการบันทึกข้อมูลทางการแพทย์) หรือ
 4. การสร้างช่วยงาน (รวมทั้งการปฏิบัติการ การบริหาร การจัดการและการจัดหา)
- b. ความสามารถในการทำงานเข้ารหัสและถอดรหัสจำกัดอยู่เฉพาะการสนับสนุนฟังก์ชันทำงานหลักหรือชุดของฟังก์ชันการทำงาน และ
- c. จะต้องจัดให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องของไทยสามารถเข้าถึงข้อมูลได้หากมีความจำเป็น เมื่อได้รับการร้องขอ เพื่อให้มั่นใจได้ว่าการปฏิบัติตามเงื่อนไขต่างๆ ที่ระบุไว้ใน a. และ b. ข้างต้น

หมายเหตุทางเทคนิค

ในหมวด 5 ส่วนที่ 2 บิตภาวะคู่หรือคี่ (Parity Bits) ไม่นับรวมอยู่ในความยาวของกุญแจถอดรหัส

5A2 ระบบ อุปกรณ์ และส่วนประกอบ

5A002 ระบบ อุปกรณ์ เพื่อ “การรักษาความปลอดภัยข้อมูล” (“Information Security”) และส่วนประกอบของระบบ และอุปกรณ์ดังกล่าว ดังต่อไปนี้

- a. ระบบ อุปกรณ์ “ชุดประกอบอิเล็กทรอนิกส์” (“Electronic Assemblies”) ที่ใช้งานเฉพาะทาง มอดูล และแผงวงจรรวมสำหรับ “การรักษาความปลอดภัยข้อมูล” (“Information Security”) ตามที่ระบุด้านล่าง และส่วนประกอบของระบบและอุปกรณ์ดังกล่าวที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับ “การรักษาความปลอดภัยข้อมูล” (“Information Security”)

หมายเหตุ สำหรับการควบคุมของอุปกรณ์รับสัญญาณของระบบดาวเทียมนำร่องทั่วโลก (Global Navigation Satellite Systems: GNSS) ที่ประกอบด้วยหรือที่ใช้วิธีการถอดรหัส โปรโตคอล 7A005 ประกอบ

1. ออกแบบหรือดัดแปลงเพื่อใช้ “การเข้ารหัสลับ” (“Cryptography”) ที่ใช้เทคนิคดิจิทัลเพื่อทำงานเข้ารหัสลับด้วยวิธีการอื่นใด ที่นอกเหนือจากการระบุตัวบุคคล (Authentication) หรือลายเซ็นดิจิทัล (Digital Signature) และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

หมายเหตุทางเทคนิค

1. ฟังก์ชันระบุตัวบุคคล (Authentication) และฟังก์ชันลายเซ็นดิจิทัล (Digital Signature) รวมถึงฟังก์ชันในการจัดการกุญแจรหัสที่เกี่ยวข้อง
2. การระบุตัวบุคคล (Authentication) รวมถึงทุกแง่มุมของการควบคุมการเข้าถึง โดยที่ไม่มีการเข้ารหัสลับของไฟล์หรือข้อความ ยกเว้นแต่ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการป้องกันรหัสผ่าน (Password) รหัสประจำตัวบุคคล (Personal Identification Numbers: PINs) หรือข้อมูลอื่นที่คล้ายกัน เพื่อการป้องกันการเข้าถึงงานโดยไม่ได้รับอนุญาต
3. “การเข้ารหัสลับ” (“Cryptography”) ไม่รวมถึงเทคนิคการบีบอัดข้อมูลหรือการเข้ารหัสแบบ “ฟิกซ์” (“Fixed”)

หมายเหตุ 5A002.a.1. รวมถึงอุปกรณ์ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเพื่อใช้ “การเข้ารหัสลับ” (“Cryptography”) ที่ใช้หลักการแอนะล็อก (Analogue Principles) เมื่อนำไปใช้งานกับเทคนิคดิจิทัล

- a. “อัลกอริทึมแบบสมมาตร” (“Symmetric Algorithm”) ที่ใช้กุญแจถอดรหัสที่มีความยาวเกินกว่า 56 บิต หรือ
- b. “อัลกอริทึมแบบอสมมาตร” (“Asymmetric Algorithm”) โดยที่การรักษาความปลอดภัยของขั้นตอนวิธีนี้มีพื้นฐานอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. ค่าแฟคทอเรียลของจำนวนเต็มบวก (Factorisation of Integers) เกินกว่า 512 บิต (เช่น RSA)
2. การคำนวณค่าลอการิทึมแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Logarithms) ในกลุ่มการคูณ (Multiplicative Group) ของฟิลด์จำกัด (Finite Field) ที่มีขนาดมากกว่า 512 บิต (เช่น Diffie-Hellman Over $\mathbb{Z}/p\mathbb{Z}$) หรือ
3. ลอการิทึมแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Logarithms) ในกลุ่ม นอกเหนือจากที่อ้างถึงใน 5A002.a.1.b.2. ที่มีค่าเกินกว่า 112 บิต (เช่น Diffie-Hellman Over an Elliptic Curve)

2. ออกแบบหรือดัดแปลงเพื่อให้ทำงานในการวิเคราะห์การเข้ารหัสลับ

3. ไม่ใช่

4. ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษเพื่อป้องกันการสอดแนมสัญญาณที่กระจายจากคอมพิวเตอร์ (Compromising Emanations) ของสัญญาณข้อมูล นอกเหนือจากที่จำเป็นสำหรับสุขภาพ ความปลอดภัย หรือมาตรฐานการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า

5. ออกแบบหรือดัดแปลงเพื่อใช้เทคนิคการเข้ารหัสลับเพื่อสร้างรหัสในการแผ่ (Spreading Code) สำหรับระบบ “การแผ่สเปกตรัม” (“Spread Spectrum” Systems) นอกเหนือจากรายการที่ระบุใน 5A002.a.6. รวมถึงรหัสการกระโดด (Hopping Code) สำหรับระบบ “การกระโดดความถี่” (“Frequency Hopping” Systems)

5A002

a. (ต่อ)

6. ออกแบบหรือดัดแปลงเพื่อใช้เทคนิคการเข้ารหัสลับเพื่อสร้างรหัสช่องสัญญาณ รหัสลับสำหรับเข้ารหัสหรือรหัสระบุเครือข่าย สำหรับระบบที่ใช้เทคนิคมอดูเลชันแบบแถบความถี่กว้างมาก (Ultra-wideband Modulation Techniques) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. มีค่าแบนด์วิดท์มากกว่า 500 เมกะเฮิรตซ์ หรือ
 - b. มี “ค่าแบนด์วิดท์ส่วนย่อย” (“Fractional Bandwidth”) เท่ากับร้อยละ 20 หรือมากกว่า
7. ระบบการรักษาความปลอดภัยของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information and Communications Technology: ICT) ที่ไม่มีการเข้ารหัสลับ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ได้มีการประเมินว่าอยู่สูงกว่าระดับการรับรองความปลอดภัย (Evaluation Assurance Level) ระดับ EAL-6 ของมาตรฐานนานาชาติ (Common Criteria: CC) หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
8. ระบบสายสัญญาณสื่อสารที่ออกแบบหรือดัดแปลงโดยการใช้วิธีการเชิงกล หรือไฟฟ้า หรืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อตรวจหาการลอบบุกรุก (Surreptitious Intrusion)
9. ออกแบบหรือดัดแปลงเพื่อใช้ “การเข้ารหัสลับเชิงควอนตัม” (“Quantum Cryptography”)

หมายเหตุทางเทคนิค

“การเข้ารหัสลับเชิงควอนตัม” (“Quantum Cryptography”) เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าการกระจายกุญแจควอนตัม (Quantum Key Distribution: QKD)

- b. ระบบ อุปกรณ์ “ชุดประกอบอิเล็กทรอนิกส์” (“Electronic Assemblies”) ที่ใช้งานเฉพาะทาง มอดูล และแผงวงจร ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเพื่อให้รายการใดรายการหนึ่งสามารถทำงานได้ตามหรือมากกว่าระดับความสามารถสำหรับการทำงานที่ต้องควบคุมตามที่ระบุใน 5A002.a. ซึ่งมีฉะนั้นแล้วจะไม่สามารถทำได้

หมายเหตุ 5A002 ไม่ควบคุมข้อหนึ่งข้อใดต่อไปนี้

- a. บัตรสมาร์ท (Smart Cards) และ ‘เครื่องอ่าน/เครื่องเขียน’ บัตรสมาร์ท (Smart Card ‘Readers/Writers’) ดังต่อไปนี้

1. บัตรสมาร์ทหรือเอกสารส่วนบุคคลที่สามารถอ่านได้ด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ (เช่น เหรียญหยอด [Token Coin] หนังสือเดินทางอิเล็กทรอนิกส์ [E-passport]) ซึ่งมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- a. ความสามารถในการเข้ารหัสลับจำกัดอยู่ที่ใช้การใช้งานในอุปกรณ์หรือระบบที่ไม่รวมอยู่ใน 5A002 ตามหมายเหตุ 4 ในหมวด 5 ส่วนที่ 2 หรือรายการตามข้อ b. ถึงข้อ i. ของหมายเหตุนี้ และไม่สามารถตั้งโปรแกรมใหม่สำหรับการใช้งานอื่นใดได้ หรือ

- b. มีคุณลักษณะทั้งหมด ดังต่อไปนี้

1. ถูกออกแบบเป็นพิเศษ และจำกัดอยู่กับการทำให้สามารถป้องกัน ‘ข้อมูลส่วนบุคคล’ (‘Personal Data’) ที่จัดเก็บบันทึกไว้
2. เคยถูกทำหรือสามารถทำให้เป็นข้อมูลส่วนตัวสำหรับการทำธุรกรรมสาธารณะ หรือธุรกรรมเชิงพาณิชย์ หรือการระบุตัวตนบุคคลเท่านั้น และ
3. ผู้ใช้งานไม่สามารถเข้าถึงสมรรถนะในการเข้ารหัสลับ

หมายเหตุทางเทคนิค

‘ข้อมูลส่วนบุคคล’ (‘Personal Data’) หมายถึง ข้อมูลจำเพาะใดๆ ของบุคคลหรือองค์กร (Entity) โดยเฉพาะ เป็นต้นว่า ข้อมูลจำนวนเงินที่จัดเก็บไว้ และข้อมูลที่เป็นสำหรับการระบุตัวตน

5A002

หมายเหตุ a. (ต่อ)

2. ‘เครื่องอ่าน/เครื่องเขียน’ (‘Readers/Writers’) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษ และจำกัดอยู่เฉพาะเพื่อรายการต่างๆ ที่กำหนดไว้ใน a.1. ของหมายเหตุนี้

หมายเหตุทางเทคนิค

‘เครื่องอ่าน/เครื่องเขียน’ (‘Readers/Writers’) รวมถึงอุปกรณ์ที่สื่อสารกับบัตรสมาร์ทหรือเอกสารที่สามารถอ่านได้โดยระบบอิเล็กทรอนิกส์โดยผ่านทางโครงข่าย

b. ไม่ใช่

c. ไม่ใช่

- d. อุปกรณ์เข้ารหัสลับที่ออกแบบเป็นพิเศษ และจำกัดสำหรับใช้ทางด้านการธนาคารหรือ ‘ธุรกรรมทางการเงิน’ (‘Money Transactions’)

หมายเหตุทางเทคนิค

‘ธุรกรรมทางการเงิน’ (‘Money Transactions’) ใน 5A002 หมายเหตุ d. รวมถึงฟังก์ชันการจัดเก็บและการรับชำระค่าธรรมเนียมหรือเครดิต

- e. วิทยุโทรศัพท์แบบมือถือหรือแบบเคลื่อนที่สำหรับใช้งานด้านพลเรือน (เช่น สำหรับใช้กับระบบวิทยุสื่อสารแบบรังผึ้งของพลเรือนที่ใช้งานเชิงพาณิชย์ [Commercial Civil Cellular Radio Communication Systems]) ซึ่งไม่สามารถส่งข้อมูลที่เข้ารหัสโดยตรงไปยังวิทยุโทรศัพท์ หรืออุปกรณ์อีกเครื่องหนึ่ง (นอกเหนือจากอุปกรณ์โครงข่ายวิทยุ [Radio Access Network [RAN] Equipment]) หรือส่งผ่านข้อมูลที่เข้ารหัสผ่านทางอุปกรณ์ RAN (เช่น ตัวควบคุมโครงข่ายวิทยุ [Radio Network Controller: RNC] หรือตัวควบคุมสถานีฐาน [Base Station Controller: BSC])
- f. อุปกรณ์โทรศัพท์ไร้สายที่ไม่สามารถเข้ารหัสลับหรือถอดรหัสลับ โดยที่มีค่าระยะห่างในการทำงานสูงสุดเมื่อไม่มีการขยายสัญญาณ (นั่นคือ ส่งสัญญาณทอดเดียว โดยไม่มีการรีเลย์ [Unrelayed] ระหว่างเครื่องกับสถานีโฮมเบส) น้อยกว่า 400 เมตร ตามข้อกำหนดทางเทคนิคของผู้ผลิต
- g. วิทยุโทรศัพท์แบบมือถือหรือแบบเคลื่อนที่ได้ และอุปกรณ์ไร้สายลูกข่ายที่คล้ายคลึงกัน สำหรับการใช้ในด้านการพลเรือน ที่ใช้มาตรฐานการเข้ารหัสลับที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ หรือมาตรฐานการเข้ารหัสถอดรหัสทางด้านการพาณิชย์ (ยกเว้นฟังก์ชันในการทำงานต่อต้านการละเมิดลิขสิทธิ์ ซึ่งอาจไม่ได้มีการตีพิมพ์เผยแพร่) และตรงกับข้อกำหนดของข้อ b. ถึงข้อ d. ของหมายเหตุการเข้ารหัสลับ (หมายเหตุ 3 ในหมวด 5 ส่วนที่ 2) ซึ่งได้ถูกปรับให้ตรงตามความต้องการในการใช้งานในอุตสาหกรรมด้านการพลเรือนบางอย่างโดยเฉพาะ ที่มีลักษณะเฉพาะต่างๆ ที่ไม่มีผลกระทบต่อความสามารถในการทำงานเข้ารหัสของอุปกรณ์ดั้งเดิมที่ไม่ได้มีการปรับให้ตรงตามความต้องการใช้งาน
- h. ไม่ใช่
- i. อุปกรณ์ “ข่ายงานส่วนบุคคล” (“Personal Area Network”) แบบไร้สายที่ใช้มาตรฐานการเข้ารหัสลับที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ หรือมาตรฐานการเข้ารหัสลับทางด้านการพาณิชย์ และซึ่งมีพิสัยในการปฏิบัติงานที่ระบุไว้ไม่เกิน 30 เมตร ตามข้อกำหนดทางเทคนิคของผู้ผลิต หรือ
- j. อุปกรณ์ ซึ่งไม่มีความสามารถในการทำงานตามที่ระบุใน 5A002.a.2 , 5A002.a.4 , 5A002.a.7. หรือ 5A002.a.8. ซึ่งขีดความสามารถทั้งหมดในการเข้ารหัสลับตามที่ระบุใน 5A002.a. มีคุณลักษณะตรงตามข้อใดข้อหนึ่ง ดังต่อไปนี้
1. ไม่สามารถใช้งานได้ หรือ
 2. สามารถทำให้ใช้งานได้โดยวิธี “การกระตุ้นให้เข้ารหัสลับ” (“Cryptographic Activation”) เท่านั้น

หมายเหตุ โปรโตคอล 5A002.a. ประกอบ สำหรับอุปกรณ์ที่ได้ผ่านกรรมวิธี “การกระตุ้นให้เข้ารหัสลับ” (“Cryptographic Activation”)

5B2	อุปกรณ์ทดสอบ ตรวจสอบ และผลิต
5B002	อุปกรณ์เพื่อการทดสอบ การตรวจสอบ และ “การผลิต” (“Production”) สำหรับ “การรักษาความปลอดภัยข้อมูล” (“Information Security”) ดังต่อไปนี้
	a. อุปกรณ์ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “การผลิต” (“Production”) อุปกรณ์ตามที่ระบุใน 5A002 หรือ 5B002.b.
	b. อุปกรณ์ตรวจวัดที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อประเมินผลและตรวจสอบความถูกต้องของฟังก์ชันการทำงานด้าน “การรักษาความปลอดภัยข้อมูล” (“Information Security”) ตามที่ระบุใน 5A002 หรือซอฟต์แวร์ตามที่ระบุใน 5D002.a. หรือ 5D002.c.

5C2

วัสดุ

ไม่มี

5D2	ซอฟต์แวร์
5D002	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) ดังต่อไปนี้ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) “การผลิต” (“Production”) หรือ “การใช้งาน” (“Use”) อุปกรณ์ตามทีระบุใน 5A002 หรือ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ตามทีระบุใน 5D002.c. “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษเพื่อสนับสนุน “เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามทีระบุใน 5E002 “ซอฟต์แวร์” (“Software”) เฉพาะด้าน ดังต่อไปนี้ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่มีคุณลักษณะ หรือสามารถทำงาน หรือสามารถจำลองฟังก์ชันการทำงานของอุปกรณ์ตามทีระบุใน 5A002 “ซอฟต์แวร์” (“Software”) เพื่อรับรอง “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ตามทีระบุใน 5D002.c.1. “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเพื่อให้รายการใดรายการหนึ่งมีระดับสมรรถนะในการทำงานสูงกว่าหรือเท่ากับระดับที่ต้องถูกควบคุม ตามทีระบุใน 5A002.a. ซึ่งมีฉะนั้นแล้วจะไม่สามารถทำได้ <u>หมายเหตุ</u> 5D002 ไม่ควบคุม “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ดังต่อไปนี้ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่จำเป็นสำหรับ “การใช้งาน” (“Use”) ของอุปกรณ์ที่ยกเว้นจากการควบคุมตามหมายเหตุใน 5A002 “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่มีฟังก์ชันการทำงานใดๆ ของอุปกรณ์ที่ยกเว้นจากการควบคุมตามหมายเหตุใน 5A002

- 5E2 **เทคโนโลยี**
- 5E002 “เทคโนโลยี” (“Technology”) ดังต่อไปนี้
- a. “เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไปสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) “การผลิต” (“Production”) หรือ “การใช้งาน” (“Use”) อุปกรณ์ตามที่ระบุใน 5A002 5B002 หรือ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ตามที่ระบุใน 5D002.a. หรือ 5D002.c.
 - b. “เทคโนโลยี” (“Technology”) ที่ทำให้รายการใดรายการหนึ่งมีระดับสมรรถนะในการทำงานสูงกว่าหรือเท่ากับระดับที่ต้องถูกควบคุม ตามที่ระบุใน 5A002.a. ซึ่งมีฉะนั้นแล้วจะไม่สามารถทำได้

หมวด 6
เซนเซอร์และเลเซอร์
(Sensors and Lasers)

6A ระบบ อุปกรณ์ และส่วนประกอบ

6A001 ระบบ อุปกรณ์ และส่วนประกอบอะคูสติก (Acoustic) ดังต่อไปนี้

- a. ระบบและอุปกรณ์อะคูสติกทางทะเล (Marine Acoustic) รวมถึงส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับระบบและอุปกรณ์ดังกล่าว ดังต่อไปนี้
 1. ระบบและอุปกรณ์แอ็กทีฟ (Active) (แบบส่งสัญญาณ หรือทั้งส่งและรับ) รวมถึงส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับระบบและอุปกรณ์ดังกล่าว ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ 6A001.a.1. ไม่ควบคุมอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้

- a. เครื่องหั่งความลึก (Depth Sounders) ที่ทำงานในแนวตั้งภายใต้เครื่องมือ โดยไม่รวมถึงฟังก์ชันการกวาดหา (Scanning) ที่มากกว่า ± 20 องศา และจำกัดเฉพาะการวัดความลึกของน้ำ การวัดระยะห่างของวัตถุใต้น้ำหรือที่ถ้ำฝัง หรือการหาฝูงปลา
- b. หุ่นกำเนิดเสียงอะคูสติก (Acoustic Beacons) ดังต่อไปนี้
 1. หุ่นส่งสัญญาณฉุกเฉินอะคูสติก (Acoustic Emergency Beacons)
 2. เครื่องทำสัญญาณปิง (Pingers) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการเปลี่ยนตำแหน่งหรือแจ้งกลับตำแหน่งใต้น้ำ

a. อุปกรณ์อะคูสติกสำรวจพื้นทะเล (Acoustic Seabed Survey Equipment) ดังต่อไปนี้

1. อุปกรณ์สำรวจเรือผิวน้ำ (Surface Vessel) ที่ออกแบบสำหรับการทำแผนที่ลักษณะพื้นทะเลที่มีคุณลักษณะทั้งหมด ดังต่อไปนี้
 - a. ออกแบบให้สามารถทำการวัดที่มุมมากกว่า 20 องศา จากแนวตั้ง
 - b. ออกแบบให้วัดความลึกมากกว่า 600 เมตร ใต้ผิวน้ำ
 - c. มี 'ความละเอียดในการหั่งความลึก' ('Sounding Resolution') น้อยกว่า 2 และ
 - d. มี 'การเพิ่ม' ('Enhancement') ความแม่นยำในการวัดค่าความลึกโดยการชดเชยค่าทั้งหมด ดังต่อไปนี้
 1. ความเคลื่อนไหวของเซนเซอร์อะคูสติก
 2. ระยะการส่งสัญญาณจากเซนเซอร์ไปยังพื้นทะเลและระยะกลับ และ
 3. ความเร็วของสัญญาณที่เซนเซอร์

หมายเหตุทางเทคนิค

1. 'ค่าความละเอียดในการหั่งความลึก' ('Sounding Resolution') คือ ค่าความกว้างของระยะกวาด (องศา) หาดด้วยจำนวนครั้งในการปล่อยสัญญาณเสียงต่อการกวาดหนึ่งครั้ง
2. 'การเพิ่ม' ('Enhancement') หมายถึงความสามารถในการชดเชยด้วยวิธีการภายนอก
2. อุปกรณ์สำรวจใต้น้ำที่ออกแบบมาเพื่อทำแผนที่ภูมิประเทศพื้นทะเล และมีคุณลักษณะทั้งหมด ดังต่อไปนี้
 - a. ออกแบบหรือดัดแปลงมาเพื่อทำงานที่ความลึกมากกว่า 300 เมตร และ
 - b. มี 'อัตราการหั่งความลึก' ('Sounding Rate') มากกว่า 3,800

หมายเหตุทางเทคนิค

'อัตราการหั่งความลึก' ('Sounding Rate') คือ ผลลัพธ์ของความเร็วสูงสุด (เมตรต่อวินาที) ที่เซนเซอร์สามารถทำงานได้คูณจำนวนครั้งการปล่อยสัญญาณสูงสุดต่อการกวาดหนึ่งครั้ง

6A001 a. 1. a. (ต่อ)

3. โซนาร์กวาดตรวจด้านข้าง (Side Scan Sonar: SSS) หรือโซนาร์แบบช่องเปิดสังเคราะห์ (Synthetic Aperture Sonar: SAS) ที่ออกแบบมาเพื่อทำภาพพื้นทะเล และมีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

- a. ออกแบบหรือดัดแปลงมาเพื่อทำงานที่ความลึกกว่า 500 เมตร และ
- b. มี 'อัตราการครอบคลุมพื้นที่' ('Area Coverage Rate') มากกว่า 570 ตารางเมตรต่อวินาที ในขณะที่ทำงานที่ทั้งที่ 'ความละเอียดตามแนว' ('Along Track Resolution') และ 'ความละเอียดขวางแนว' ('Across Track Resolution') น้อยกว่า 15 เซนติเมตร

หมายเหตุทางเทคนิค

1. 'อัตราการครอบคลุมพื้นที่' ('Area Coverage Rate') (ตารางเมตรต่อวินาที) คือ สองเท่าของผลคูณระหว่างพิสัยสูงสุดของโซนาร์ (เมตร) กับความเร็วสูงสุด (เมตรต่อวินาที) ที่โซนาร์ทำงานได้
2. 'ความละเอียดตามแนว' ('Along Track Resolution') (เซนติเมตร) สำหรับโซนาร์กวาดตรวจด้านข้าง (Side Scan Sonar: SSS) เท่านั้น คือ ผลคูณของความกว้างลำคลื่นแอซิมัท (แนวนอน) (Azimuth Horizontal Beamwidth) (องศา) กับพิสัยสูงสุดของโซนาร์ (เมตร) กับ 0.873
3. 'ความละเอียดขวางแนว' ('Across Track Resolution') (เซนติเมตร) คือ 75 หารด้วยความกว้างของลำคลื่นสัญญาณ (กิโลเฮิร์ตซ์)
- b. ระบบตรวจจับวัตถุหรือหาตำแหน่งที่ตั้งวัตถุ ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. ค่าความถี่ที่ส่งได้ต่ำกว่า 10 กิโลเฮิร์ตซ์
 2. ค่าความดันของเสียงมากกว่า 224 เดซิเบล (อ้างอิงที่ 1 ไมโครพาสคัล ที่ 1 เมตร) สำหรับอุปกรณ์ที่มีความถี่ซึ่งทำงานในช่วงคลื่นตั้งแต่ 10 กิโลเฮิร์ตซ์ ถึง 24 กิโลเฮิร์ตซ์
 3. ค่าความดันของเสียงมากกว่า 235 เดซิเบล (อ้างอิงที่ 1 ไมโครพาสคัล ที่ 1 เมตร) สำหรับอุปกรณ์ที่มีความถี่ซึ่งทำงานในช่วงคลื่นระหว่าง 24 กิโลเฮิร์ตซ์ และ 30 กิโลเฮิร์ตซ์
 4. รูปลำสัญญาณน้อยกว่า 1 องศา บนแกนใดๆ และมีความถี่ปฏิบัติงานน้อยกว่า 100 กิโลเฮิร์ตซ์
 5. ออกแบบเพื่อทำงานที่มีพิสัยในการแสดงผลอย่างถูกต้องแม่นยำมากกว่า 5,120 เมตร หรือ
 6. ออกแบบเพื่อทนทานต่อความดันระหว่างการปฏิบัติงานปกติที่ความลึกมากกว่า 1,000 เมตร และมีตัวแปรสัญญาณ (Transducers) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. การชดเชยแรงดันแบบไดนามิก หรือ
 - b. ประกอบด้วยวัสดุอื่นนอกจากตะกั่วเซอร์โคเนตไททาเนต (Lead Zirconate Titanate) เป็นส่วนประกอบของตัวแปรสัญญาณ (Transduction Element)

c. ตัวฉายเสียง รวมทั้งตัวแปรสัญญาณ (Transducers) ประกอบด้วยส่วนประกอบชนิดเพียโซอิเล็กทริก (Piezoelectric) แมกนีโตรสตริกทีฟ (Magnetostrictive) อิเล็กโตรสตริกทีฟ (Electrostrictive) อิเล็กโตรไดนามิก (Electrodynamical) หรือไฮดรอลิก (Hydraulic) ที่ทำงานแยกกัน หรือที่ออกแบบให้ทำงานด้วยกัน และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ 1 สถานะการควบคุมของตัวฉายเสียง รวมถึงตัวแปรสัญญาณ (Transducers) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์อื่นต้องพิจารณาตามสถานะการควบคุมของอุปกรณ์อื่น

หมายเหตุ 2 6A001.a.1.c. ไม่ควบคุมแหล่งกำเนิดแบบอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งสร้างเสียงเฉพาะในแนวตั้งเท่านั้น หรือแหล่งกำเนิดเชิงกล (เช่น ปืนลม หรือ ปืนเวเปอร์ช็อก [Vapour-shock Gun]) หรือแหล่งกำเนิดเชิงเคมี (เช่น วัตถุระเบิด)

6A001 a. 1. c. (ต่อ)

1. 'ค่าความหนาแน่นกำลังคลื่นเสียงอะคูสติก' ('Acoustic Power Density') ที่แผ่แบบอินสแตนท์ (Instantaneous) มากกว่า 0.01 มิลลิวัตต์ต่อตารางมิลลิเมตรต่อเฮิร์ตซ์ สำหรับอุปกรณ์ซึ่งทำงานที่ความถี่ต่ำกว่า 10 กิโลเฮิร์ตซ์
2. 'ค่าความหนาแน่นกำลังคลื่นเสียงอะคูสติก' ('Acoustic Power Density') ที่แผ่แบบต่อเนื่อง (Continuously) มากกว่า 0.001 มิลลิวัตต์ต่อตารางมิลลิเมตรต่อเฮิร์ตซ์ สำหรับอุปกรณ์ซึ่งทำงานที่ความถี่ต่ำกว่า 10 กิโลเฮิร์ตซ์ หรือ

หมายเหตุทางเทคนิค

'ค่าความหนาแน่นกำลังคลื่นเสียงอะคูสติก' ('Acoustic Power Density') ได้มาจากการหารค่ากำลังอะคูสติกเอาต์พุต (Output Acoustic Power) ด้วยผลคูณของพื้นที่ผิวที่กระจายสัญญาณกับค่าความถี่ในการทำงาน

3. การกำจัดไซด์โลบ (Side-lobe Suppression) ที่ค่ามากกว่า 22 เดซิเบล
- d. ระบบและอุปกรณ์อะคูสติก (Acoustic) ที่ออกแบบสำหรับกำหนดตำแหน่งของเรือผิวน้ำ (Surface Vessels) หรือยานใต้น้ำ (Underwater Vehicles) และมีคุณลักษณะทั้งหมดตามที่ระบุด้านล่าง รวมถึงส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับระบบและอุปกรณ์ดังกล่าว
1. มีพิสัยการตรวจจับไกลกว่า 1,000 เมตร และ
 2. มีค่าความแม่นยำของการกำหนดตำแหน่งน้อยกว่า 10 เมตร ค่ารากที่สองของกำลังสองเฉลี่ยเมื่อวัดที่พิสัยทำการเท่ากับ 1,000 เมตร

หมายเหตุ 6A001.a.1.d. รวมถึง

- a. อุปกรณ์ที่ใช้ "การประมวลผลสัญญาณ" ("Signal Processing") แบบโคฮีเรนต์ (Coherent) ระหว่างทุ่นสองทุ่นหรือมากกว่า และไม่โครโฟนใต้น้ำ (Hydrophone) ที่ลากโดยเรือผิวน้ำ (Surface Vessels) หรือยานใต้น้ำ (Underwater Vehicle)
 - b. อุปกรณ์ที่สามารถทำการแก้ไขข้อผิดพลาดในการแพร่กระจายความเร็วของเสียงโดยอัตโนมัติ สำหรับการคำนวณจุดตำแหน่ง
- e. โซนาร์เดี่ยวแบบแอ็กทีฟ (Active Individual Sonars) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษให้ตรวจจับหาที่ตั้ง และคัดแยกคนว่ายน้ำหรือนักดำน้ำโดยอัตโนมัติ ที่มีคุณลักษณะทั้งหมด ดังต่อไปนี้
1. มีพิสัยการตรวจจับไกลกว่า 530 เมตร
 2. มีค่าความแม่นยำของการกำหนดตำแหน่งน้อยกว่า 15 เมตร ค่ารากที่สองของกำลังสองเฉลี่ยเมื่อวัดที่พิสัยทำการเท่ากับ 530 เมตร และ
 3. คลื่นสัญญาณพัลส์ (Pulse) ที่ส่งออกไปมีความกว้างมากกว่า 3 กิโลเฮิร์ตซ์

หมายเหตุ สำหรับ 6A001.a.1.e. หากมีการระบุพิสัยการตรวจจับหลายพิสัยเพื่อใช้งานในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันให้ใช้พิสัยการตรวจจับสูงสุด

2. ระบบและอุปกรณ์พาสซีฟ (Passive) รวมถึงส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับระบบและอุปกรณ์ดังกล่าว ดังต่อไปนี้
- a. ไมโครโฟนใต้น้ำที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ สถานะการควบคุมของไมโครโฟนใต้น้ำที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์อื่นต้องพิจารณาตามสถานะการควบคุมของอุปกรณ์นั้น

1. ประกอบด้วยองค์ประกอบรับสัญญาณแบบยืดหยุ่นที่ทำงานอย่างต่อเนื่อง
2. ประกอบด้วยส่วนรับสัญญาณแบบยืดหยุ่นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหรือมีความยาวน้อยกว่า 20 มิลลิเมตร และที่มืองค์ประกอบห่างกันน้อยกว่า 20 มิลลิเมตร

6A001 a. 2. a. (ต่อ)

3. ที่มีอุปกรณ์ส่วนรับสัญญาณอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. เส้นใยนำแสง
 - b. ‘แผ่นฟิล์มพอลิเมอร์แบบเพียโซอิเล็กทริก’ (‘Piezoelectric Polymer Films’) ที่นอกเหนือจาก โพลีไวนิลิดีน-ฟลูออไรด์ (Polyvinylidene-fluoride: PVDF) และโคพอลิเมอร์ (Co-polymers) {P(VDF-TrFE) และ P(VDF-TFE)} ของมัน หรือ
 - c. ‘วัสดุคอมโพสิตยืดหยุ่นได้ชนิดเพียโซอิเล็กทริก’ (‘Flexible Piezoelectric Composites’)
4. มี ‘ค่าความไวของไมโครโฟนใต้น้ำ’ (‘Hydrophone Sensitivity’) ดีกว่า -180 เดซิเบล ที่ทุกระดับ ความลึกที่ไม่มีการชดเชยค่าความเร่ง
5. ออกแบบเพื่อทำงานที่ความลึกมากกว่า 35 เมตรที่มีการชดเชยค่าความเร่ง หรือ
6. ออกแบบให้ปฏิบัติงานได้ที่ความลึกมากกว่า 1,000 เมตร

หมายเหตุทางเทคนิค

1. ส่วนรับสัญญาณชนิด ‘แผ่นฟิล์มพอลิเมอร์แบบเพียโซอิเล็กทริก’ (‘Piezoelectric Polymer Film’) ประกอบด้วยฟิล์มพอลิเมอร์แบบโพลาริซ์ (Polarised Polymer Film) ซึ่งยึดคลุม และติดกับ โครงรองรับ หรือแกนจับ (แมนเดรล [Mandrel])
2. ส่วนรับสัญญาณชนิด ‘วัสดุคอมโพสิตยืดหยุ่นได้ชนิดเพียโซอิเล็กทริก’ (‘Flexible Piezoelectric Composite’) ประกอบด้วยอนุภาคเซรามิกหรือเส้นใยแบบเพียโซอิเล็กทริก (Piezoelectric Ceramic Particles or Fibres) ที่ประกอบด้วยฉนวนไฟฟ้า ยางที่เสียดทานผ่านได้ สารประกอบ พอลิเมอร์หรืออีพอกซี (Epoxy) เป็นส่วนสำคัญของส่วนรับสัญญาณ
3. ‘ค่าความไวของไมโครโฟนใต้น้ำ’ (‘Hydrophone Sensitivity’) เท่ากับยี่สิบเท่าของล็อกการิทึมฐาน 10 ของอัตราส่วนแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุต ค่ารากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย ต่อค่าอ้างอิง 1 โวลต์ ค่ารากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย เมื่อตัวเซนเซอร์ของไมโครโฟนใต้น้ำ (Hydrophone) ที่ไม่มีตัวขยายสัญญาณส่วนหน้าอยู่ในสแนมคลีนอะคูสติกแวนเนนาบ โดยมีแรงดันค่ารากที่สองของกำลังสองเฉลี่ยเท่ากับ 1 ไมโครพาสคัล ตัวอย่างเช่น ไมโครโฟนใต้น้ำที่มีค่าความไวเท่ากับ -160 เดซิเบล (อ้างอิงที่ 1 โวลต์ต่อไมโครพาสคัล) จะให้ค่าแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตเท่ากับ 10^{-3} โวลต์ ในสแนมดังกล่าว ในขณะที่อีกตัวหนึ่งที่มีค่าความไวเท่ากับ -180 เดซิเบล จะให้เอาต์พุตเพียง 10^{-9} โวลต์ ดังนั้นไมโครโฟน -160 เดซิเบล ดีกว่า -180 เดซิเบล
- b. ชุดแผงไมโครโฟนรับสัญญาณเสียงใต้น้ำชนิดลาก (Towed Acoustic Hydrophone Arrays) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. กลุ่มไมโครโฟนใต้น้ำ (Hydrophone) ที่มีระยะห่างน้อยกว่า 12.5 เมตรหรือ ‘สามารถถูกดัดแปลง’ (‘Able to be Modified’) เพื่อให้ระยะห่างของกลุ่ม น้อยกว่า 12.5 เมตร
 2. ออกแบบหรือ ‘สามารถถูกดัดแปลง’ (‘Able to be Modified’) เพื่อให้ทำงานที่ความลึกมากกว่า 35 เมตร

หมายเหตุทางเทคนิค

‘สามารถถูกดัดแปลง’ (‘Able to be Modified’) ใน 6A001.a.2.b.1. และ 2. หมายถึง มีเครื่องควบคุมการเปลี่ยนระยะความยาวสายหรือข้อต่อจนถึงระยะห่างสูงสุดของกลุ่มของไมโครโฟนใต้น้ำ (Hydrophone) หรือระยะทำงานลึกที่สุด ซึ่งการควบคุมดังกล่าวคือ มีความยาวสายสำรองเกินร้อยละ 10 ของความยาวสายลาก หรือมีตัวควบคุมระยะห่างของกลุ่มไมโครโฟนใต้น้ำ (Hydrophone) หรืออุปกรณ์ควบคุมความลึกปรับจากในเรือซึ่งปรับระยะได้ หรือที่ควบคุมกลุ่มไมโครโฟนใต้น้ำได้มากกว่าหนึ่งกลุ่ม

3. หัวเซนเซอร์ (Heading Sensors) ตามที่ระบุใน 6A001.a.2.d.
4. สายลากแผงชุดรับชนิดเสริมความยาว (Longitudinally Reinforced Array Hoses)
5. ชุดประกอบแผง (Assembled Array) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 40 มิลลิเมตร หรือ
6. ไม่ใช่
7. ไมโครโฟนใต้น้ำ (Hydrophone) ที่มีคุณลักษณะตามที่ระบุใน 6A001.a.2.a.

6A001

a. 2. (ต่อ)

- c. อุปกรณ์ประมวลผลที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับชุดแผงไมโครโฟนรับสัญญาณเสียงใต้น้ำชนิดลาก (Towed Acoustic Hydrophone Arrays) ที่ “ผู้ใช้สามารถเข้าถึงการโปรแกรมค่าได้” (“User Accessible Programmability”) และมีการประมวลผลและการโครีเลชัน (Correlation) ในโดเมนเวลาหรือความถี่ รวมทั้งมีการวิเคราะห์สเปกตรัม (Spectral Analysis) การกรองสัญญาณดิจิทัลและการสร้างลำสัญญาณด้วยการแปลงฟูเรียร์แบบเร็ว (Fast Fourier Transform) หรือวิธีการแปลงสัญญาณแบบอื่น หรือวิธีการอื่นใด
- d. หัวเซนเซอร์ (Heading Sensors) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมด ดังต่อไปนี้
 - 1. มีค่าความแม่นยำดีกว่า ± 0.5 องศา และ
 - 2. ออกแบบให้ทำงานที่ความลึกกว่า 35 เมตรหรือมีอุปกรณ์หยั่งความลึกแบบปรับได้หรือถอดได้ เพื่อให้ทำงานได้ที่ความลึกกว่า 35 เมตร
- e. ระบบสายเคเบิลแบบพื้นผิวทะเลหรือเบย์ (Bottom or Bay Cable Systems) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - 1. ประกอบด้วยไมโครโฟนใต้น้ำ (Hydrophones) ตามที่ระบุใน 6A001.a.2.a. หรือ
 - 2. ประกอบด้วยชุดรับสัญญาณของกลุ่มของไมโครโฟนใต้น้ำ (Hydrophone) แบบรวมส่งสัญญาณที่มีคุณลักษณะทั้งหมด ดังต่อไปนี้
 - a. ออกแบบให้ทำงานที่ความลึกกว่า 35 เมตร หรือที่มีอุปกรณ์วัดความลึกแบบปรับได้หรือถอดได้ เพื่อให้ทำงานที่ความลึกกว่า 35 เมตร และ
 - b. สามารถแลกเปลี่ยนการทำงานกับมอดูลแผงไมโครโฟนใต้น้ำชนิดลาก (Towed Acoustic Hydrophone Array Modules)
- f. อุปกรณ์ประมวลผลที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับระบบสายเคเบิลแบบพื้นผิวทะเลหรือเบย์ (Bottom or Bay Cable Systems) ที่ “ผู้ใช้สามารถเข้าถึงการโปรแกรมค่าได้” (“User Accessible Programmability”) และมีการประมวลผลและการโครีเลชัน (Correlation) โดเมนเวลาหรือความถี่ รวมทั้งมีการวิเคราะห์สเปกตรัม (Spectral Analysis) การกรองสัญญาณดิจิทัลและการสร้างลำสัญญาณ ด้วยการแปลงฟูเรียร์แบบเร็ว (Fast Fourier Transform) หรือวิธีการแปลงสัญญาณแบบอื่น หรือวิธีการอื่นใด

หมายเหตุ 6A001.a.2. ยังควบคุมอุปกรณ์รับสัญญาณ ไม่ว่าจะเกี่ยวข้องกับการใช้งานปกติเพื่อใช้แยกอุปกรณ์แอ็กทีฟ (Active Equipment) หรือไม่ และส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อใช้กับอุปกรณ์ดังกล่าว

- b. อุปกรณ์โซนาร์ล็อกแบบการโครีเลชันความเร็ว และดอปเพลอร์ความเร็ว (Correlation-velocity and Doppler-velocity Sonar Log Equipment) ที่ออกแบบเพื่อวัดความเร็วแนวอนของยานลากอุปกรณ์โดยสัมพันธ์กับพื้นทะเล ดังต่อไปนี้
 - 1. อุปกรณ์โซนาร์ล็อกแบบการโครีเลชันความเร็ว (Correlation-velocity Sonar Log) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. ออกแบบมาเพื่อให้ทำงานที่ระยะห่างระหว่างยานกับพื้นทะเลมากกว่า 500 เมตร หรือ
 - b. มีค่าความแม่นยำความเร็วดีกว่าร้อยละ 1 ของความเร็ว
 - 2. อุปกรณ์โซนาร์ล็อกแบบดอปเพลอร์ความเร็ว (Doppler-velocity Sonar Log) ที่มีความแม่นยำความเร็วดีกว่าร้อยละ 1 ของความเร็ว

หมายเหตุ 1 6A001.b. ไม่ควบคุมเครื่องหยั่งความลึกที่ทำหน้าที่เฉพาะข้อใดข้อหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- a. วัดความลึกของน้ำ
- b. วัดระยะของวัตถุใต้น้ำหรือใต้ดิน หรือ
- c. หาดปลา

6A001

b. (ต่อ)

หมายเหตุ 2 6A001.b. ไม่ควบคุมอุปกรณ์ที่ออกแบบโดยเฉพาะเพื่อติดตั้งบนเรือผิวน้ำ (Surface Vessels)

c. ไม่ใช่

6A002

เซนเซอร์หรืออุปกรณ์แบบออปติคัล และส่วนประกอบสำหรับอุปกรณ์ดังกล่าว ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ โปรตูล 6A102 ประกอบ

a. เครื่องตรวจจับแบบออปติคัล (Optical Detectors) ดังต่อไปนี้

1. เครื่องตรวจจับแบบโซลิดสเตต (Solid-state Detectors) ที่ “สามารถใช้ได้ในอวกาศ” (“Space-qualified”) ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ เพื่อวัตถุประสงค์ของ 6A002.a.1. เครื่องตรวจจับแบบโซลิดสเตต (Solid-state Detectors) หมายถึง “แผงระนาบโฟกัส” (“Focal Plane Arrays”) ด้วย

a. เครื่องตรวจจับแบบโซลิดสเตต (Solid-state Detectors) ที่ “สามารถใช้ได้ในอวกาศ” (“Space-qualified”) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมด ดังต่อไปนี้

1. มีการตอบสนองสูงสุดในช่วงความยาวคลื่นมากกว่า 10 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 300 นาโนเมตร และ
2. มีการตอบสนองน้อยกว่าร้อยละ 0.1 สัมพันธ์กับการตอบสนองสูงสุด ที่ความยาวคลื่นมากกว่า 400 นาโนเมตร

b. เครื่องตรวจจับแบบโซลิดสเตต (Solid-state Detectors) ที่ “สามารถใช้ได้ในอวกาศ” (“Space-qualified”) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมด ดังต่อไปนี้

1. มีการตอบสนองสูงสุดในช่วงของความยาวคลื่นที่มากกว่า 900 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 1,200 นาโนเมตร และ
2. มี “ค่าคงที่เวลา” (“Time Constant”) ในการตอบสนองน้อยกว่าหรือเท่ากับ 95 นาโนวินาที

c. เครื่องตรวจจับแบบโซลิดสเตต (Solid-state Detectors) ที่ “สามารถใช้ได้ในอวกาศ” (“Space-qualified”) ที่มีการตอบสนองสูงสุดในช่วงความยาวคลื่นมากกว่า 1,200 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 30,000 นาโนเมตร

d. “แผงระนาบโฟกัส” (“Focal Plane Arrays”) ที่ “สามารถใช้ได้ในอวกาศ” (“Space-qualified”) ที่มีจำนวนองค์ประกอบมากกว่า 2,048 องค์ประกอบต่อแผง และมีการตอบสนองสูงสุดในช่วงความยาวคลื่นมากกว่า 300 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 900 นาโนเมตร

2. หลอดขยายภาพ (Image Intensifier Tubes) และส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับหลอดขยายภาพดังกล่าว ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ 6A002.a.2. ไม่ควบคุมหลอดขยายแสงที่ไม่ใช้สร้างภาพที่มีอุปกรณ์ตรวจจับอิเล็กตรอน (Electron Sensing Device) ในพื้นที่สูญญากาศ ซึ่งมีคุณลักษณะเฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

a. มีขั้วบวกโลหะขั้วเดียว หรือ

b. มีขั้วบวกที่มีระยะห่างศูนย์กลางถึงศูนย์กลางมากกว่า 500 ไมโครเมตร

หมายเหตุทางเทคนิค

‘การทวีคูณประจุ’ (“Charge Multiplication”) คือ การขยายภาพด้วยอิเล็กทรอนิกส์แบบหนึ่ง และหมายถึง การสร้างตัวนำประจุด้วยกระบวนการทำให้เกิดเป็นไอออนจากการชนกัน เซนเซอร์ ‘การทวีคูณประจุ’ (“Charge Multiplication” Sensors) อาจอยู่ในรูปแบบหลอดขยายแสง ตัวตรวจหาแบบโซลิดสเตต (Solid State Detector) หรือ “แผงระนาบโฟกัส” (“Focal Plane Array”)

a. หลอดขยายภาพที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

1. มีการตอบสนองสูงสุดในช่วงความยาวคลื่นมากกว่า 400 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 1,050 นาโนเมตร

6A002

a. 2. a. (ต่อ)

2. ขยายภาพด้วยอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้สิ่งใดสิ่งหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- a. แผ่นไมโครแชนแนล (Microchannel Plate) ที่มีช่อง (ช่องศูนย์กลางถึงศูนย์กลาง) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 12 ไมโครเมตร หรือ
- b. อุปกรณ์ตรวจวัดอิเล็กทรอนิกส์ (Electron Sensing Device) ที่มีระยะห่างระหว่างพิกเซลแบบนอนบินด์ (Non-binned Pixel) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 500 ไมโครเมตร ซึ่งออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษเพื่อให้เกิด 'การทวีคูณประจุ' ('Charge Multiplication') ด้วยวิธีอื่นใดที่ไม่ใช่แผ่นไมโครแชนแนล (Microchannel Plate) และ

3. โฟโตแคโทด (Photocathodes) ชนิดใดชนิดหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- a. โฟโตแคโทดแบบมัลติอัลคาไล (Multialkali Photocathodes) (เช่น S-20 และ S-25) ที่มีค่าความไวแสงมากกว่า 350 ไมโครแอมป์ต่อลูเมน
- b. โฟโตแคโทดที่ทำจากแกเลียมอาเซไนด์หรือแกเลียมอินเดียมอาเซไนด์ (GaAs or GaInAs Photocathodes) หรือ
- c. โฟโตแคโทดสารกึ่งตัวนำแบบ "สารประกอบ III/V" ("III/V Compound" Semiconductor Photocathodes) อื่นๆ ที่มี "ค่าความไวการแผ่รังสี" ("Radiant Sensitivity") สูงสุด สูงกว่า 10 มิลลิแอมป์ต่อวัตต์

b. หลอดขยายภาพที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

1. มีการตอบสนองสูงสุดในช่วงความยาวคลื่นมากกว่า 1,050 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 1,800 นาโนเมตร

2. ขยายภาพด้วยอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้สิ่งใดสิ่งหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- a. แผ่นไมโครแชนแนล (Microchannel Plate) ที่มีช่อง (ช่องศูนย์กลางถึงศูนย์กลาง) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 12 ไมโครเมตร หรือ
- b. อุปกรณ์ตรวจวัดอิเล็กทรอนิกส์ (Electron Sensing Device) ที่มีระยะห่างระหว่างพิกเซลแบบนอนบินด์ (Non-binned Pixel) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 500 ไมโครเมตร ซึ่งออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษเพื่อให้เกิด 'การทวีคูณประจุ' ('Charge Multiplication') ด้วยวิธีอื่นใดที่ไม่ใช่แผ่นไมโครแชนแนล (Microchannel Plate) และ

3. โฟโตแคโทดสารกึ่งตัวนำแบบ "สารประกอบ III/V" ("III/V Compound" Semiconductor Photocathodes) (เช่น แกเลียมอาเซไนด์ [GaAs] หรือแกเลียมอินเดียมอาเซไนด์ [GaInAs]) และโฟโตแคโทดแบบโอนถ่ายอิเล็กตรอน (Transferred Electron Photocathodes) ที่มี "ค่าความไวการแผ่รังสี" ("Radiant Sensitivity") สูงสุด สูงกว่า 15 มิลลิแอมป์ต่อวัตต์

c. ส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษ ดังต่อไปนี้

1. แผ่นไมโครแชนแนล (Microchannel Plates) ที่มีช่อง (ช่องศูนย์กลางถึงศูนย์กลาง) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 12 ไมโครเมตร
2. อุปกรณ์ตรวจวัดอิเล็กทรอนิกส์ที่มีระยะห่างระหว่างพิกเซลแบบนอนบินด์ (Non-binned Pixel) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 500 ไมโครเมตร ซึ่งออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษเพื่อให้เกิด 'การทวีคูณประจุ' ('Charge Multiplication') ด้วยวิธีอื่นใดที่ไม่ใช่แผ่นไมโครแชนแนล (Microchannel Plate)
3. โฟโตแคโทดสารกึ่งตัวนำแบบ "สารประกอบ III/V" ("III/V Compound" Semiconductor Photocathodes) (เช่น แกเลียมอาเซไนด์ [GaAs] หรือแกเลียมอินเดียมอาเซไนด์ [GaInAs]) และโฟโตแคโทดแบบโอนถ่ายอิเล็กตรอน (Transferred Electron Photocathodes)

หมายเหตุ 6A002.a.2.c.3. ไม่ควบคุมโฟโตแคโทดสารกึ่งตัวนำแบบสารประกอบ (Compound Semiconductor Photocathodes) ที่มี "ค่าความไวการแผ่รังสี" ("Radiant Sensitivity") สูงสุด ตามข้อใดข้อหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- a. 10 มิลลิแอมป์ต่อวัตต์ หรือน้อยกว่าในช่วงตอบสนองสูงสุดที่ช่วงความยาวคลื่นมากกว่า 400 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 1,050 นาโนเมตร หรือ
- b. 15 มิลลิแอมป์ต่อวัตต์ หรือน้อยกว่าในช่วงตอบสนองสูงสุดที่ช่วงความยาวคลื่นมากกว่า 1,050 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 1,800 นาโนเมตร

6A002

a. (ต่อ)

3. “แผงระนาบโฟกัส” (“Focal Plane Arrays”) ชนิดไม่ “สามารถใช้ได้ในอวกาศ” (Non-“space-qualified”) ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ “แผงระนาบโฟกัส” (“Focal Plane Arrays”) ชนิดไม่ “สามารถใช้ได้ในอวกาศ” (Non-“space-qualified”) ที่เป็น ‘ไมโครโบลอมิเตอร์’ (‘Microbolometer’) ระบุเฉพาะใน 6A002.a.3.f.

หมายเหตุทางเทคนิค

แผงตัวตรวจหาแบบมีองค์ประกอบหลายตัว ที่เป็นแบบเชิงเส้นหรือแบบสองมิติ เรียกว่า “แผงระนาบโฟกัส” (“Focal Plane Arrays”)

หมายเหตุ 1 6A002.a.3. รวมถึงแผงชนิดโฟโตคอนดักทีฟ (Photoconductive Arrays) และ โฟโตโวลตาอิก (Photovoltaic Arrays)

หมายเหตุ 2 6A002.a.3. ไม่ครอบคลุม

- a. เซลล์โฟโตคอนดักทีฟ (Photoconductive Cells) บรรจุองค์ประกอบหลายชิ้น (ไม่เกิน 16 ชิ้นส่วน) ที่ใช้ตะกั่วซัลไฟด์ (Lead Sulphide) หรือตะกั่วเซลีนไนด์ (Lead Selenide)
- b. ตัวตรวจหาแบบไพโรอิเล็กทริก (Pyroelectric Detectors) ที่ใช้วัสดุอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้
 1. ไตรไกลซีนซัลเฟต (Triglycine Sulphate) และอนุพันธ์
 2. ตะกั่วแลนทานัมเซอร์โคเนียมไททาเนต (Lead-lanthanum-zirconium Titanate) และอนุพันธ์
 3. ลิเทียมแทนทาลาต (Lithium Tantalate)
 4. โพลีไวนิลิดีนฟลูออไรด์ (Polyvinylidene Fluoride) และอนุพันธ์ หรือ
 5. สทรอนเทียมแบเรียมไนโอเบต (Strontium Barium Niobate) และอนุพันธ์
- c. “แผงระนาบโฟกัส” (“Focal Plane Arrays”) ซึ่งออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษเพื่อให้เกิด ‘การทวีคูณประจุ’ (‘Charge Multiplication’) และถูกจำกัดโดยการออกแบบให้มี ‘ค่าความไวการแผ่รังสี’ (‘Radiant Sensitivity’) สูงสุดที่ 10 มิลลิแอมป์ต่อวัตต์ หรือน้อยกว่าสำหรับช่วงความยาวคลื่นที่มากกว่า 760 นาโนเมตร และมีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 1. ประกอบด้วยกลไกจำกัดการตอบสนองที่ออกแบบมาเพื่อไม่ให้ถอดออกหรือดัดแปลงได้ และ
 2. ข้อใดข้อหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. มีกลไกจำกัดการตอบสนองเป็นส่วนประกอบของหรือผสมรวมกับอุปกรณ์ตรวจจับ หรือ
 - b. “แผงระนาบโฟกัส” (“Focal Plane Array”) จะสามารถทำงานได้เมื่อมีกลไกจำกัดการตอบสนองติดตั้งอยู่ด้วยเท่านั้น

หมายเหตุทางเทคนิค

กลไกจำกัดการตอบสนองซึ่งเป็นส่วนสำคัญของอุปกรณ์ตรวจจับ ถูกออกแบบมาเพื่อไม่ให้ถอดออกหรือดัดแปลงโดยไม่ทำให้เครื่องมือตรวจจับไม่สามารถทำงานได้

หมายเหตุทางเทคนิค

‘การทวีคูณประจุ’ (‘Charge Multiplication’) คือ การขยายภาพด้วยอิเล็กทรอนิกส์แบบหนึ่ง และหมายถึงการสร้างตัวนำประจุด้วยกระบวนการทำให้เกิดเป็นไอออนจากการชนกัน เช่น เซอร์ ‘การทวีคูณประจุ’ (‘Charge Multiplication’) อาจอยู่ในรูปแบบหลอดภาพขยายแสง ตัวตรวจหาแบบโซลิดสเตต (Solid State Detector) หรือ “แผงระนาบโฟกัส” (“Focal Plane Array”)

- a. “แผงระนาบโฟกัส” (“Focal Plane Arrays”) ชนิดไม่ “สามารถใช้ได้ในอวกาศ” (Non-“space-qualified”) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 1. มีการตอบสนองสูงสุดขององค์ประกอบแต่ละส่วนในช่วงความยาวคลื่นที่มากกว่า 900 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 1,050 นาโนเมตร และ

6A002

a. 3. a. (ต่อ)

2. มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- a. มี “ค่าคงที่เวลา” (“Time Constant”) ในการตอบสนองน้อยกว่า 0.5 นาโนวินาที หรือ
- b. ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษเพื่อให้เกิด “การทวีคูณประจุ” (“Charge Multiplication”) และมี “ค่าความไวการแผ่รังสี” (“Radiant Sensitivity”) สูงสุดมากกว่า 10 มิลลิแอมป์ต่อวัตต์

b. “แผงระนาบโฟกัส” (“Focal Plane Array”) ชนิดไม่ “สามารถใช้ได้ในอวกาศ” (Non-“space-qualified”) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

1. มีการตอบสนองสูงสุดขององค์ประกอบแต่ละส่วนในช่วงความยาวคลื่นที่มากกว่า 1,050 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 1,200 นาโนเมตร และ

2. มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- a. มี “ค่าคงที่เวลา” (“Time Constant”) ในการตอบสนองน้อยกว่าหรือเท่ากับ 95 นาโนวินาที หรือ
- b. ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษเพื่อให้เกิด “การทวีคูณประจุ” (“Charge Multiplication”) และมี “ค่าความไวการแผ่รังสี” (“Radiant Sensitivity”) สูงสุดมากกว่า 10 มิลลิแอมป์ต่อวัตต์

c. “แผงระนาบโฟกัส” (“Focal Plane Arrays”) แบบไม่ใช่เชิงเส้น (2 มิติ) ชนิดไม่ “สามารถใช้ได้ในอวกาศ” (Non-“space-qualified”) ที่องค์ประกอบแต่ละตัวมีการตอบสนองสูงสุดในช่วงความยาวคลื่นมากกว่า 1,200 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 30,000 นาโนเมตร

หมายเหตุ “ไมโครโบลอมิเตอร์” (“Microbolometer”) ที่ใช้วัสดุซิลิคอนและวัสดุอื่นและไม่ใช่เป็น “แผงระนาบโฟกัส” (“Focal Plane Arrays”) ชนิดไม่ “สามารถใช้ได้ในอวกาศ” (Non-“space-qualified”) ระบุเฉพาะใน 6A002.a.3.f.

d. “แผงระนาบโฟกัส” (“Focal Plane Arrays”) แบบเชิงเส้น (1 มิติ) ชนิดไม่ “สามารถใช้ได้ในอวกาศ” (Non-“space-qualified”) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

1. มีการตอบสนองสูงสุดขององค์ประกอบแต่ละส่วนในช่วงความยาวคลื่นที่มากกว่า 1,200 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 3,000 นาโนเมตร และ

2. มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- a. มีอัตราส่วนของ “ทิศทางการกวาดหา” (“Scan Direction”) ขององค์ประกอบตัวตรวจหา ต่อ “ทิศทางการกวาดหาในแนวขวาง” (“Cross-scan Direction”) ขององค์ประกอบตัวตรวจหา น้อยกว่า 3.8 หรือ
- b. ประมวลผลสัญญาณในองค์ประกอบ (Signal Processing in the Element: SPRITE)

หมายเหตุ 6A002.a.3.d. ไม่ควบคุม “แผงระนาบโฟกัส” (“Focal Plane Arrays”) (ไม่เกิน 32 องค์ประกอบ) ที่มีองค์ประกอบตัวตรวจหาที่เป็นวัสดุเจอร์เมเนียม (Germanium Material) เท่านั้น

หมายเหตุทางเทคนิค

สำหรับ 6A002.a.3.d. “ทิศทางการกวาดหาในแนวขวาง” (“Cross-scan Direction”) หมายถึง แกนที่ขนานกับแผงเชิงเส้นขององค์ประกอบตรวจหา และ “ทิศทางการกวาดหา” (“Scan Direction”) หมายถึง แกนที่ตั้งฉากกับแผงเชิงเส้นขององค์ประกอบตรวจหา

e. “แผงระนาบโฟกัส” (“Focal Plane Arrays”) แบบเชิงเส้น (1 มิติ) ชนิดไม่ “สามารถใช้ได้ในอวกาศ” (Non-“space-qualified”) ที่มีการตอบสนองสูงสุดขององค์ประกอบแต่ละส่วนในช่วงความยาวคลื่นมากกว่า 3,000 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 30,000 นาโนเมตร

f. “แผงระนาบโฟกัส” (“Focal Plane Arrays”) อินฟราเรด แบบไม่ใช่เชิงเส้น (2 มิติ) ชนิดไม่ “สามารถใช้ได้ในอวกาศ” (Non-“space-qualified”) ที่ทำด้วยวัสดุ “ไมโครโบลอมิเตอร์” (“Microbolometer”) ที่มีการตอบสนองขององค์ประกอบแต่ละส่วนแบบยังไม่กรอง ในช่วงความยาวคลื่นมากกว่าหรือเท่ากับ 8,000 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 14,000 นาโนเมตร

6A002 a. 3. f. (ต่อ)

หมายเหตุทางเทคนิค

ตามวัตถุประสงค์ของ 6A002.a.3.f. ‘ไมโครโบลอมิเตอร์’ (‘Microbolometer’) หมายถึง ตัวตรวจจับภาพจากคลื่นความร้อน ซึ่งสามารถสร้างสัญญาณที่นำไปใช้ได้ โดยที่สัญญาณนั้นเกิดจากผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในตัวตรวจจับที่เกิดจากการดูดซับรังสีอินฟราเรด

- g. “แผงระนาบโฟกัส” (“Focal Plane Arrays”) ที่ไม่ “สามารถใช้ได้ในอวกาศ” (Non-“space-qualified”) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
1. มีการตอบสนองสูงสุดขององค์ประกอบแต่ละส่วนในช่วงความยาวคลื่นที่มากกว่า 400 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 900 นาโนเมตร
 2. ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษเพื่อให้เกิด ‘การทวีคูณประจุ’ (‘Charge Multiplication’) และมี “ค่าความไวการแผ่รังสี” (“Radiant Sensitivity”) มากกว่า 10 มิลลิแอมป์ต่อวัตต์ สำหรับความยาวคลื่นที่มากกว่า 760 นาโนเมตร และ
 3. มีองค์ประกอบมากกว่า 32 องค์ประกอบ
- b. “เซนเซอร์รับภาพสเปกตรัมเดียว” (“Monospectral Imaging Sensors”) และ “เซนเซอร์รับภาพหลายสเปกตรัม” (“Multispectral Imaging Sensors”) ที่ออกแบบสำหรับงานสำรวจระยะไกล และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
1. ค่าอินสแตนท์ฟิลด์-ออฟ-วิว (Instantaneous-field-of-view: IFOV) น้อยกว่า 200 ไมโครเรเดียน หรือ
 2. ระบุสำหรับการทำงานในช่วงความยาวคลื่นมากกว่า 400 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 30,000 นาโนเมตร และมีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - a. ให้ข้อมูลภาพเอาต์พุตในรูปแบบดิจิทัล และ
 - b. มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. “สามารถใช้ได้ในอวกาศ” (“Space-qualified”) หรือ
 2. ออกแบบสำหรับการทำงานบนอากาศยาน โดยใช้วัสดุอื่นนอกเหนือจากตัวตรวจหาแบบซิลิคอน และค่าอินสแตนท์ฟิลด์-ออฟ-วิว (Instantaneous-field-of-view: IFOV) น้อยกว่า 2.5 มิลลิเรเดียน

หมายเหตุ 6A002.b.1. ไม่ควบคุม “เซนเซอร์รับภาพสเปกตรัมเดียว” (“Monospectral Imaging Sensors”) ซึ่งมีค่าตอบสนองสูงสุดในช่วงความยาวคลื่นมากกว่า 300 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 900 นาโนเมตร และมีอุปกรณ์ตรวจหาที่ไม่ “สามารถใช้ได้ในอวกาศ” (Non-“space-qualified”) หรือ “แผงระนาบโฟกัส” (“Focal Plane Arrays”) ที่ไม่ “สามารถใช้ได้ในอวกาศ” (Non-“space-qualified”) ตัวใดตัวหนึ่งดังต่อไปนี้เท่านั้น

1. อุปกรณ์คู่เปิดประจุ (Charge Coupled Devices: CCD) ที่ไม่ได้ออกแบบหรือดัดแปลงเพื่อทำให้เกิด ‘การทวีคูณประจุ’ (‘Charge Multiplication’) หรือ
 2. อุปกรณ์ซีเอ็มอส (Complementary Metal Oxide Semiconductor: CMOS) ที่ไม่ได้ออกแบบหรือดัดแปลงเพื่อทำให้เกิด ‘การทวีคูณประจุ’ (‘Charge Multiplication’)
- c. อุปกรณ์ ‘มองภาพโดยตรง’ (‘Direct View’ Imaging Equipment) ที่ประกอบด้วยส่วนใดส่วนหนึ่ง ดังต่อไปนี้
1. หลอดขยายภาพ ตามที่ระบุใน 6A002.a.2.a. หรือ 6A002.a.2.b.
 2. “แผงระนาบโฟกัส” (“Focal Plane Arrays”) ตามที่ระบุใน 6A002.a.3. หรือ
 3. ตัวตรวจหาแบบโซลิดสเตต (Solid State Detectors) ตามที่ระบุใน 6A002.a.1.

หมายเหตุทางเทคนิค

‘มองภาพโดยตรง’ (‘Direct View’) หมายถึง อุปกรณ์มองภาพซึ่งแสดงภาพให้ตามนุษย์มองเห็นได้โดยไม่ต้องแปลงสัญญาณภาพไปเป็นสัญญาณไฟฟ้าสำหรับแสดงทางจอโทรทัศน์ และไม่สามารถบันทึก หรือจัดเก็บภาพแบบภาพถ่าย แบบอิเล็กทรอนิกส์ หรือแบบอื่นใด

6A002

c. (ต่อ)

หมายเหตุ 6A002.c. ไม่ควบคุมอุปกรณ์ตามที่ระบุด้านล่าง ที่ประกอบด้วยสิ่งอื่นนอกเหนือจากโฟโตแคโทดชนิดแกเลียมอาเซไนด์หรือแกเลียมอินเดียมอาเซไนด์ (GaAs or GaInAs Photocathodes)

- a. ระบบแจ้งสัญญาณบุกรุกในด้านอุตสาหกรรมหรือด้านพลเรือน ระบบควบคุมจราจร หรือระบบควบคุมการเคลื่อนไหวทางด้านอุตสาหกรรม หรือระบบตรวจจับ
- b. อุปกรณ์ทางการแพทย์
- c. อุปกรณ์ทางอุตสาหกรรมที่ใช้สำหรับการตรวจสอบ การคัดแยก หรือการวิเคราะห์คุณสมบัติของวัสดุ
- d. อุปกรณ์ตรวจวัดเปลวไฟสำหรับเตาเผาอุตสาหกรรม
- e. อุปกรณ์ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการ

d. ส่วนประกอบสนับสนุนพิเศษสำหรับเครื่องเซนเซอร์ออปติคัล ดังต่อไปนี้

1. เครื่องไครโอคูลเลอร์ที่ “สามารถใช้ได้ในอวกาศ” (“Space-qualified” Cryocoolers)
2. เครื่องไครโอคูลเลอร์ชนิดไม่ “สามารถใช้ได้ในอวกาศ” (Non-“space-qualified” Cryocoolers) ที่มีอุณหภูมิของหน่วยทำความเย็นต่ำกว่า 218 เคลวิน (-55 องศาเซลเซียส) ดังต่อไปนี้
 - a. เป็นแบบวงจรปิดที่ระบุค่าเฉลี่ยเวลาใช้งานจนถึงชำรุด (Mean-time-to-failure: MTTF) หรือ ค่าเฉลี่ยเวลาระหว่างใช้งานจนชำรุด (Mean-Time-Between-Failures: MTBF) มากกว่า 2,500 ชั่วโมง
 - b. เครื่องมินิคูลเลอร์ที่สามารถปรับค่าได้เองแบบจูล-ทอมสัน (Joule-Thomson [JT] Self-regulating Minicoolers) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางช่อง (ภายนอก) น้อยกว่า 8 มิลลิเมตร
3. เส้นใยเซนเซอร์แบบออปติคัลที่ทำขึ้นเป็นพิเศษ ไม่ว่าโดยส่วนประกอบ หรือโดยโครงสร้าง หรือโดยการดัดแปลงด้วยวิธีการชุบเคลือบ เพื่อให้มีความไวต่อเสียง ความร้อน แรงเฉื่อย แรงแม่เหล็กไฟฟ้า หรือต่อกัมมันตภาพรังสีนิวเคลียร์

หมายเหตุ 6A002.d.3. ไม่ควบคุมเส้นใยเซนเซอร์แบบออปติคัลที่ถูกหุ้มอยู่ภายในซึ่งออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการใช้งานแบบบอร์โฮลเซ็นซิง (Bore Hole Sensing)

e. ไม่ใช่

6A003

กล้องถ่ายภาพ ระบบหรืออุปกรณ์ รวมถึงส่วนประกอบสำหรับชุดอุปกรณ์และระบบดังกล่าว ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ โปรดดู 6A203 ประกอบ

หมายเหตุ สำหรับกล้องถ่ายภาพโทรทัศน์และกล้องถ่ายภาพนิ่งซึ่งใช้ฟิล์มที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับการใช้งานใต้น้ำ โปรดดู 8A002.d.1. และ 8A002.e. ประกอบ

- a. กล้องที่ใช้ถ่ายภาพสำหรับการวัดคุม (Instrumentation Cameras) และส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับกล้องดังกล่าว ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ กล้องที่ใช้ถ่ายภาพเครื่องมือวัดคุม (Instrumentation Cameras) ตามที่ระบุใน 6A003.a.3. ถึง 6A003.a.5. ที่มีโครงสร้างแบบประกอบเพิ่มเติมได้ ควรถูกประเมินโดยสมรรถนะสูงสุดของอุปกรณ์โดยการใช้อุปกรณ์เสริม (Plug-ins) ที่มีให้ตามข้อกำหนดของผู้ผลิตกล้องถ่ายภาพ

1. กล้องถ่ายภาพยนตร์ความเร็วสูงที่ใช้ฟิล์มขนาดใดๆ ตั้งแต่ 8 มิลลิเมตร จนถึง 16 มิลลิเมตร ซึ่งฟิล์มเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่องตลอดเวลาการบันทึกภาพ และมีความสามารถในการบันทึกภาพที่อัตราเฟรมของภาพเร็วกว่า 13,150 เฟรมต่อวินาที

หมายเหตุ 6A003.a.1. ไม่ควบคุมกล้องถ่ายภาพยนตร์ที่ออกแบบสำหรับวัตถุประสงค์ทางด้านพลเรือน

2. กล้องความเร็วสูงใช้กลไก ซึ่งฟิล์มไม่เคลื่อนที่ ที่สามารถบันทึกภาพได้ที่อัตราความเร็วมากกว่า 1,000,000 เฟรมต่อวินาที สำหรับความสูงเต็มเฟรมของฟิล์ม 35 มิลลิเมตร หรือที่อัตราความเร็วสูงกว่านั้นโดยเป็นส่วนเมื่อความสูงเฟรมน้อยกว่า หรือที่อัตราเร็วต่ำกว่านั้นโดยเป็นส่วนเมื่อความสูงเฟรมมากกว่า
3. กล้องถ่ายภาพแบบสตรีก (Streak Cameras) แบบใช้กลไกหรือแบบอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีความเร็วในการเขียนมากกว่า 10 มิลลิเมตรต่อไมโครวินาที

6A003

a. (ต่อ)

4. กล้องถ่ายภาพแฟรมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Framing Cameras) ที่มีความเร็วมากกว่า 1,000,000 เฟรมต่อวินาที
5. กล้องถ่ายภาพอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - a. ความเร็วขั้วต่ออิเล็กทรอนิกส์ (ค่าสมรรถนะของเกต [Gating Capability]) น้อยกว่า 1 ไมโครวินาทีต่อเฟรมเต็ม และ
 - b. เวลาในการอ่านที่ให้อัตราเฟรมภาพมากกว่า 125 เฟรมเต็มต่อวินาที
6. อุปกรณ์เสริม (Plug-ins) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - a. ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับกล้องที่ใช้ถ่ายภาพสำหรับการวัดคุม (Instrumentation Cameras) ซึ่งมีโครงสร้างแบบประกอบเพิ่มเติมได้และระบุใน 6A003.a. และ
 - b. เสริมสมรรถนะให้กล้องถ่ายภาพเป็นไปตามคุณลักษณะตามที่ระบุใน 6A003.a.3., 6A003.a.4., หรือ 6A003.a.5. ตามข้อกำหนดทางเทคนิคของผู้ผลิตกล้องถ่ายภาพ

b. กล้องรับภาพ (Imaging Cameras) ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ 6A003.b. ไม่ควบคุมกล้องโทรทัศน์หรือกล้องวิดีโอที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการออกอากาศโทรทัศน์

1. กล้องวิดีโอที่ประกอบด้วยเซนเซอร์แบบโซลิดสเตต (Solid State Sensors) ที่มีการทำงานตอบสนองสูงสุดในช่วงความยาวคลื่นที่มากกว่า 10 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 30,000 นาโนเมตร และมีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - a. มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. มี “แอ็กทีฟพิกเซล” (“Active Pixels”) มากกว่า 4×10^6 ต่อแผงโซลิดสเตต (Solid State Array) สำหรับกล้องแบบโมโนโครม (Monochrome Cameras) (แบบขาวและดำ)
 2. มี “แอ็กทีฟพิกเซล” (“Active Pixels”) มากกว่า 4×10^6 ต่อแผงโซลิดสเตต (Solid State Array) สำหรับกล้องถ่ายภาพสีที่ประกอบด้วยแผงโซลิดสเตตสามแผง หรือ
 3. มี “แอ็กทีฟพิกเซล” (“Active Pixels”) มากกว่า 12×10^6 ต่อแผงโซลิดสเตต (Solid State Array) สำหรับกล้องถ่ายภาพสีที่ประกอบด้วยแผงโซลิดสเตตหนึ่งแผง และ
 - b. มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. มีกระจกแบบออปติคัล ตามที่ระบุใน 6A004.a.
 2. มีอุปกรณ์ควบคุมแบบออปติคัล ตามที่ระบุใน 6A004.d. หรือ
 3. มีความสามารถในการจัดทำและจัดเก็บ ‘ข้อมูลในการติดตามกล้อง’ (‘Camera Tracking Data’) ที่ถูกสร้างขึ้นภายใน

หมายเหตุทางเทคนิค

1. ตามวัตถุประสงค์ของข้อนี้ กล้องวิดีโอแบบดิจิทัลควรถูกประเมินโดยจำนวนสูงสุดของ “แอ็กทีฟพิกเซล” (“Active Pixels”) ที่ใช้ในการรับภาพเคลื่อนไหว
2. ตามวัตถุประสงค์ของข้อนี้ ‘ข้อมูลในการติดตามกล้อง’ (‘Camera Tracking Data’) คือ ข้อมูลที่จำเป็นในการกำหนดทิศทางเส้นสายตา (Line of Sight) ของกล้องถ่ายภาพเทียบกับโลก ซึ่งรวมถึง 1) มุมแนวนอน (Horizontal Angle) ระหว่างแนวการมองของกล้องเทียบกับทิศทางสนามแม่เหล็กของโลก และ 2) มุมแนวตั้ง (Vertical Angle) ระหว่างแนวการมองของกล้องเทียบกับแนวเส้นขอบฟ้าของโลก
2. กล้องกราดตรวจ (Scanning Cameras) และระบบกล้องกราดตรวจ (Scanning Camera Systems) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - a. มีการตอบสนองสูงสุดในช่วงความยาวคลื่นที่มากกว่า 10 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 30,000 นาโนเมตร
 - b. มีแผงตัวตรวจหาสัญญาณเชิงเส้น (Linear Detector Arrays) ที่มีมากกว่า 8,192 องค์ประกอบต่อแผง และ

6A003

b. 2. (ต่อ)

c. มีการกราดตรวจเชิงกลในทิศทางเดียว (Mechanical Scanning)

หมายเหตุ 6A003.b.2. ไม่ควบคุมกล้องกราดตรวจ (Scanning Cameras) และระบบกล้องกราดตรวจ (Scanning Camera Systems) ที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อใช้งาน ดังต่อไปนี้

a. เครื่องถ่ายภาพเอกสารสำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรมหรืองานพลเรือน

b. เครื่องกราดตรวจภาพ (Image Scanners) ที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อใช้ในกราดตรวจทางพลเรือนแบบติดตั้งอยู่กับที่ โดยมีการทำงานในระยะใกล้ (เช่น การทำซ้ำภาพหรืองานพิมพ์ที่อยู่ในเอกสาร งานศิลปะ หรือภาพถ่าย) หรือ

c. อุปกรณ์ทางการแพทย์

3. กล้องรับภาพ (Imaging Cameras) ที่ประกอบด้วยหลอดขยายภาพ ตามที่ระบุใน 6A002.a.2.a. หรือ 6A002.a.2.b.

4. กล้องรับภาพ (Imaging Cameras) ที่ประกอบด้วย “แผงระนาบโฟกัส” (“Focal Plane Arrays”) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

a. ประกอบด้วย “แผงระนาบโฟกัส” (“Focal Plane Arrays”) ตามที่ระบุใน 6A002.a.3.a. ถึง 6A002.a.3.e.

b. ประกอบด้วย “แผงระนาบโฟกัส” (“Focal Plane Arrays”) ตามที่ระบุใน 6A002.a.3.f. หรือ

c. ประกอบด้วย “แผงระนาบโฟกัส” (“Focal Plane Arrays”) ตามที่ระบุใน 6A002.a.3.g.

หมายเหตุ 1 กล้องรับภาพ (Imaging Cameras) ตามที่ระบุใน 6A003.b.4. รวมถึง “แผงระนาบโฟกัส” (“Focal Plane Arrays”) ซึ่งประกอบด้วยส่วนอิเล็กทรอนิกส์ใน “การประมวลผลสัญญาณ” (“Signal Processing”) อย่างพอเพียง เพื่อให้เกิดเอาต์พุตของสัญญาณแอนะล็อกหรือสัญญาณดิจิทัลเป็นอย่างน้อย เมื่อได้รับกำลังไฟฟ้ามากกว่าค่าที่อ่านได้ด้วยแผงวงจรรวม

หมายเหตุ 2 6A003.b.4.a. ไม่ควบคุมกล้องรับภาพ (Imaging Cameras) ที่ประกอบด้วย “แผงระนาบโฟกัส” เชิงเส้น (Linear “Focal Plane Arrays”) ที่มีองค์ประกอบน้อยกว่าหรือเท่ากับ 12 ส่วน ซึ่งไม่ได้ใช้วิธีการหน่วงเวลาและนำมารวมกัน (Time-delay-and-integration) ภายในองค์ประกอบ และออกแบบสำหรับใช้งานอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

a. ระบบแจ้งสัญญาณบุกรุกในด้านอุตสาหกรรมหรือด้านพลเรือน ระบบควบคุมจราจร หรือระบบควบคุมการเคลื่อนไหวทางด้านอุตสาหกรรม หรือระบบตรวจนับ

b. อุปกรณ์ทางด้านอุตสาหกรรมที่ใช้สำหรับตรวจสอบหรือติดตามกระแสความร้อนในอาคาร ในอุปกรณ์หรือในกระบวนการอุตสาหกรรม

c. อุปกรณ์ทางด้านอุตสาหกรรมที่ใช้สำหรับการตรวจสอบ การคัดแยก หรือการวิเคราะห์คุณสมบัติของวัสดุ

d. อุปกรณ์ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการ หรือ

e. อุปกรณ์ทางการแพทย์

หมายเหตุ 3 6A003.b.4.b. ไม่ควบคุมกล้องรับภาพ (Imaging Cameras) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

a. มีอัตราเฟรมสูงส่นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 9 เฮิร์ตซ์

b. มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

1. มี ‘ค่าอินสแตนท์ฟیلด์-ออฟ-วิว’ (‘Instantaneous-field-of-view: IFOV’) แนวนอนหรือแนวตั้งอย่างน้อยที่สุดเท่ากับ 10 มิลลิเรเดียนต่อพิกเซล

2. ประกอบด้วยเลนส์ที่มีความยาวโฟกัสตายตัว ซึ่งไม่ได้ออกแบบเพื่อให้ถอดออกได้

3. ไม่ได้ประกอบด้วยจอแสดงผลแบบ ‘มองภาพโดยตรง’ (‘Direct View’) และ

6A003 b. 4. หมายเหตุ 3 b. (ต่อ)

4. มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. ไม่มีส่วนที่ทำให้สามารถรับภาพได้จากฟิลด์-ออฟ-วิว (Field-of-view) หรือ
 - b. เป็นกล้องที่ออกแบบสำหรับการใช้งานประเภทเดียวและออกแบบไม่ทำให้ผู้ใช้ทั่วไปดัดแปลงได้ หรือ
 - c. เป็นกล้องที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับติดตั้งบนพาหนะโดยสารทางบกของพลเรือนที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 3 ตัน (น้ำหนักยานยนต์สุทธิ) และมีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 1. สามารถทำงานได้เมื่อติดตั้งบนอุปกรณ์ดังต่อไปนี้เท่านั้น
 - a. พาหนะโดยสารทางบกของพลเรือนซึ่งกำหนดให้ติดตั้งกล้อง หรือ
 - b. ส่วนทดสอบและบำรุงรักษา (Maintenance Test Facility) ที่ได้รับอนุญาต ที่ออกแบบเป็นพิเศษ และ
 2. มีกลไกที่ทำให้กล้องไม่ทำงานเมื่อถูกถอดออกไปจากพาหนะที่กำหนดมาให้ใช้ด้วยกัน

หมายเหตุทางเทคนิค

1. 'ค่าอินสแตนท์ฟิลด์-ออฟ-วิว' ('Instantaneous-field-of-view: IFOV') ตามที่ระบุใน 6A003.b.4. หมายเหตุ 3.b. คือ จำนวนตัวเลขที่น้อยกว่าของ 'IFOV แนวนอน' ('Horizontal IFOV') หรือ 'IFOV แนวตั้ง' ('Vertical IFOV') โดย 'IFOV แนวนอน' ('Horizontal IFOV') = ฟิลด์-ออฟ-วิว (FOV) แนวนอน / จำนวนองศาประกอบรับแสงในแนวนอน และ 'IFOV แนวตั้ง' ('Vertical IFOV') = ฟิลด์-ออฟ-วิว (FOV) แนวตั้ง / จำนวนองศาประกอบรับแสงในแนวตั้ง
2. 'มองภาพโดยตรง' ('Direct View') ใน 6A003.b.4. หมายเหตุ 3.b. หมายถึง กล้องถ่ายภาพที่ทำงานในช่วงคลื่นอินฟราเรดซึ่งแสดงผลเป็นภาพที่มนุษย์มองเห็นได้ โดยการใช้จอภาพขนาดเล็กใกล้เคียงตาที่ประกอบด้วยกลไกป้องกันแสงใดๆ

หมายเหตุ 4 6A003.b.4.c. ไม่ควบคุมกล้องรับภาพที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- a. มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 1. กล้องได้รับการออกแบบเป็นพิเศษเพื่อติดตั้งเป็นองค์ประกอบสำคัญในระบบหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในอาคารและที่ต้องเสียบปลั๊กที่ผนัง ซึ่งจำกัดด้วยการออกแบบให้ใช้งานเพียงอย่างเดียว ดังต่อไปนี้
 - a. การตรวจสอบกระบวนการทางอุตสาหกรรม ควบคุมคุณภาพ หรือวิเคราะห์คุณสมบัติวัสดุ
 - b. อุปกรณ์ห้องทดลองที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อการวิจัยทางวิทยาศาสตร์
 - c. อุปกรณ์ทางการแพทย์
 - d. อุปกรณ์ตรวจสอบการทุจริตทางการเงิน และ
 2. สามารถทำงานได้เมื่อติดตั้งบนอุปกรณ์ดังต่อไปนี้เท่านั้น
 - a. ระบบหรืออุปกรณ์ที่กำหนดมาเพื่อให้ใช้ด้วยกัน หรือ
 - b. ส่วนบำรุงรักษาที่ได้รับอนุญาต (Maintenance Facility) ที่ออกแบบเป็นพิเศษ และ
 3. มีกลไกที่บังคับให้กล้องไม่ทำงานเมื่อถอดออกจากระบบหรืออุปกรณ์ที่กำหนดมาให้ใช้ด้วยกัน

6A003

b. 4. หมายเหตุ 4 (ต่อ)

b. หากกล้องออกแบบมาเป็นพิเศษเพื่อติดตั้งบนพาหนะโดยสารทางบกของพลเรือนที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 3 ตัน (น้ำหนักยานยนต์สุทธิ) หรือติดตั้งบนพาหนะข้ามฟากสำหรับผู้โดยสารและรถยนต์ที่มีความยาวรวม (Length Overall: LOA) 65 เมตร หรือมากกว่า และมีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

1. สามารถทำงานได้เมื่อติดตั้งบนอุปกรณ์ดังต่อไปนี้เท่านั้น

a. พาหนะโดยสารทางบกของพลเรือน หรือพาหนะข้ามฟากสำหรับผู้โดยสารและรถยนต์ที่กำหนดมาให้ใช้ด้วยกัน หรือ

b. ส่วนทดสอบและบำรุงรักษา (Maintenance Test Facility) ที่ได้รับอนุญาตให้ออกแบบเป็นพิเศษ และ

2. มีกลไกที่บังคับให้กล้องไม่ทำงานเมื่อถอดออกจากพาหนะที่กำหนดมาให้ใช้ร่วมกัน

c. ถูกจำกัดด้วยการออกแบบให้มี “ค่าความไวการแผ่รังสี” (“Radiant Sensitivity”) สูงสุด 10 มิลลิแอมป์ต่อวัตต์ หรือน้อยกว่า ที่ช่วงความยาวคลื่นมากกว่า 760 นาโนเมตร โดยมีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

1. มีกลไกจำกัดการตอบสนองที่ออกแบบมาเพื่อไม่ให้ถอดออกหรือดัดแปลง

2. มีกลไกที่บังคับให้กล้องไม่ทำงานเมื่อกลไกจำกัดการตอบสนองถูกถอดออก และ

3. ไม่ได้ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษเพื่อใช้น้ำ หรือ

d. มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

1. ไม่มีจอแสดงผลภาพแบบ ‘มองภาพโดยตรง’ (“Direct View”) หรือจอแสดงผลภาพอิเล็กทรอนิกส์

2. ไม่มีอุปกรณ์ที่สามารถต่อสัญญาณภาพของฟิลด์-ออฟ-วิว (Field-of-view) ออกมาได้

3. “แผงระนาบโฟกัส” (“Focal Plane Array”) จะทำงานได้เมื่อติดตั้งในกล้องที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้ด้วยกัน และ

4. “แผงระนาบโฟกัส” (“Focal Plane Array”) มีกลไกที่บังคับให้ไม่สามารถใช้งานได้อย่างถาวร เมื่อถอดออกจากกล้องที่กำหนดมาให้ใช้ด้วยกัน

5. กล้องรับภาพ (Imaging Camera) มีตัวตรวจหาแบบโซลิดสเตต (Solid-state Detectors) ที่ระบุใน 6A002.a.1.

6A004

อุปกรณ์และส่วนประกอบอปติคัล ดังต่อไปนี้

a. กระจกออปติคัล (กระจกสะท้อน) ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ สำหรับกระจกออปติคัลที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับเครื่องลิโทกราฟี (Lithography Equipment) โปรดดู 3B001 ประกอบ

1. “กระจกที่สามารถเปลี่ยนรูปได้” (“Deformable Mirrors”) ที่มีพื้นผิวต่อเนื่องหรือพื้นผิวหลายองค์ประกอบ และส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับกระจกดังกล่าว ซึ่งเป็นส่วนที่สามารถปรับตำแหน่งของพื้นผิวของกระจกสะท้อนได้แบบไดนามิกที่อัตรามากกว่า 100 เฮิรตซ์

2. กระจกสะท้อนชนิดโมโนลิทิกขนาดเล็กเบา (Lightweight Monolithic Mirrors) ที่มี “ค่าความหนาแน่นสมมูล” (“Equivalent Density”) เฉลี่ยน้อยกว่า 30 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และมีมวลรวมมากกว่า 10 กิโลกรัม

3. โครงสร้างวัสดุ “คอมโพสิต” (“Composite”) ขนาดเบาหรือโครงสร้างกระจกสะท้อนชนิดโฟม (Foam Mirror) ที่มี “ค่าความหนาแน่นสมมูล” (“Equivalent Density”) เฉลี่ยน้อยกว่า 30 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และมีมวลรวมมากกว่า 2 กิโลกรัม

6A004

a. (ต่อ)

4. กระจกสะท้อนชนิดบังคับลำแสง (Beam Steering Mirrors) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหรือความยาวของแกนหลักมากกว่า 100 มิลลิเมตร ซึ่งมีค่าความเรียบเท่ากับหรือดีกว่าครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่น (ความยาวคลื่นมีค่าเท่ากับ 633 นาโนเมตร) ที่มีแบนด์วิดท์ควบคุมมากกว่า 100 เฮิร์ตซ์

b. ส่วนประกอบออปติคัลที่ทำจากซิงก์เซเลไนด์ (ZnSe) หรือซิงก์ซัลไฟด์ (ZnS) ที่ส่งผ่านสัญญาณในช่วงความยาวคลื่นที่มากกว่า 3,000 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 25,000 นาโนเมตร และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. มีปริมาตรมากกว่า 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร หรือ
2. มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหรือความยาวของแกนหลักมากกว่า 80 มิลลิเมตร และความหนา (ความลึก) มากกว่า 20 มิลลิเมตร

c. ส่วนประกอบแบบ “สามารถใช้ได้ในอวกาศ” (“Space-qualified”) สำหรับระบบออปติคัล ดังต่อไปนี้

1. มีน้ำหนักเบา โดยน้อยกว่าร้อยละ 20 ของ “ค่าความหนาแน่นสมมูล” (“Equivalent Density”) เมื่อเปรียบเทียบกับโซลิดแบล็ก (Solid Blank) ของเลนส์ที่มีรูรับแสงและความหนาเท่ากัน
2. ซับสเตรต (Substrates) ที่ผ่านหรือยังไม่ผ่านกระบวนการ โดยมีการชุบเคลือบผิว (ชั้นเดียวหรือหลายชั้น เป็นโลหะหรือไดอิเล็กทริก [Dielectric] เป็นสารเหนียวหนา สารกึ่งตัวนำ หรือฉนวน) หรือที่มีฟิล์มป้องกัน
3. ชิ้นส่วนหรือชุดประกอบของกระจกสะท้อนที่ออกแบบเพื่อประกอบกันในอวกาศให้เป็นระบบออปติคัลที่มีรูรับแสงใหญ่กว่าหรือเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของซิงเกิลออปติก (Single Optic) 1 เมตร
4. ส่วนประกอบผลิตจากวัสดุ “คอมโพสิต” (“Composite”) ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ในการขยายตัวเชิงเส้นเมื่อได้รับความร้อนน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5×10^{-6} ในทิศทางใดก็ตาม

d. อุปกรณ์ควบคุมแบบออปติคัล ดังต่อไปนี้

1. อุปกรณ์ที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อสามารถคงรูปลักษณะของพื้นผิวหรือรูปทรงของส่วนประกอบที่ “สามารถใช้ได้ในอวกาศ” (“Space-qualified”) ตามที่ระบุใน 6A004.c.1. หรือ 6A004.c.3.
2. อุปกรณ์ที่มีแบนด์วิดท์การบังคับ (Steering) ติดตาม (Tracking) เสถียรภาพ หรือการปรับเรโซเนเตอร์ให้ตรง (Resonator Alignment) มากกว่าหรือเท่ากับ 100 เฮิร์ตซ์ และมีค่าความแม่นยำเท่ากับ 10 ไมโครเรเดียน หรือน้อยกว่า
3. กิมบอล (Gimbals) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - a. ค่าแกว่ง (Slew) มากที่สุดมากกว่า 5 องศา
 - b. ค่าแบนด์วิดท์เท่ากับ 100 เฮิร์ตซ์ หรือมากกว่า
 - c. ค่าความผิดพลาดในการชี้มุม (Angular Pointing Errors) เท่ากับ 200 ไมโครเรเดียน หรือน้อยกว่า และ
 - d. มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหรือความยาวของแกนหลักมากกว่า 0.15 เมตร แต่ไม่เกิน 1 เมตร และมีสมรรถนะในการเร่งเชิงมุม (Angular Accelerations) มากกว่า 2 เรเดียนต่อวินาทีกำลังสอง หรือ
 2. มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหรือความยาวของแกนหลักมากกว่า 1 เมตร และมีสมรรถนะในการเร่งเชิงมุม (Angular Accelerations) มากกว่า 0.5 เรเดียนต่อวินาทีกำลังสอง
4. ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อสามารถรักษาค่าที่ปรับแต่งของระบบกระจกสะท้อนชนิดแถวลำดับปรับเฟส หรือชนิดแบ่งเฟส (Phased Array or Phased Segment Mirror Systems) ที่ประกอบด้วยกระจกที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นส่วน หรือความยาวของแกนหลักเท่ากับ 1 เมตร หรือมากกว่า

6A004

(ต่อ)

e. ‘ชิ้นส่วนเลนส์แบบแอสเฟียริก’ (‘Aspheric Optical Elements’) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

1. มีขนาดรูรับแสงใหญ่ที่สุดมากกว่า 400 มิลลิเมตร
2. มีค่าความหยาบของพื้นผิวน้อยกว่า 1 นาโนเมตร ค่ารากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย สำหรับความยาวคลื่น ตัวอย่างที่มากกว่าหรือเท่ากับ 1 มิลลิเมตร และ
3. มีค่าสัมประสิทธิ์ในการขยายตัวเชิงเส้นเมื่อได้รับความร้อนน้อยกว่า 3×10^{-6} ต่อเคลวิน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

หมายเหตุทางเทคนิค

1. ‘ชิ้นส่วนเลนส์แบบแอสเฟียริก’ (‘Aspheric Optical Element’) คือ ชิ้นส่วนใดก็ตามที่ใช้ในระบบออปติคัล ที่พื้นผิวรับภาพหรือพื้นผิวถูกออกแบบเพื่อแยกจากรูปร่างทรงกลมแบบอุดมคติ (Ideal Sphere)
2. ไม่ได้กำหนดให้ผู้ผลิตวัดความหยาบของพื้นผิวตามที่ระบุใน 6A004.e.2. เว้นเสียแต่ว่าส่วนประกอบออปติคัล ถูกออกแบบหรือผลิตโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ค่าพารามิเตอร์มากกว่าหรือตามค่าพารามิเตอร์ที่ควบคุม

หมายเหตุ 6A004.e. ไม่ควบคุม ‘ชิ้นส่วนเลนส์แบบแอสเฟียริก’ (‘Aspheric Optical Elements’) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- a. มีขนาดรูรับแสงใหญ่ที่สุดน้อยกว่า 1 เมตร และอัตราส่วนความยาวโฟกัสต่อรูรับแสงมากกว่า หรือเท่ากับ 4.5:1
- b. มีขนาดรูรับแสงใหญ่ที่สุดมากกว่าหรือเท่ากับ 1 เมตร และอัตราส่วนความยาวโฟกัสต่อรูรับแสง มากกว่าหรือเท่ากับ 7:1
- c. ถูกออกแบบเป็นชิ้นส่วนเลนส์ชนิดเฟรสเนล (Fresnel) ฟลายอาย (Flyeye) สตรีป (Stripe) ปริซึม (Prism) หรือ หักเห (Diffraction)
- d. ผลิตจากแก้วโบโรซิลิเกต (Borosilicate) ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงเส้นเมื่อถูกความร้อน มากกว่า 2.5×10^{-6} ต่อเคลวิน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส หรือ
- e. เป็นชิ้นเลนส์เอกซเรย์ที่มีความสามารถในการสะท้อนภายใน (เช่น มีกระจกสะท้อนแบบท่อ)

หมายเหตุ สำหรับ ‘ชิ้นส่วนเลนส์แบบแอสเฟียริก’ (‘Aspheric Optical Elements’) ที่ออกแบบเป็นพิเศษ สำหรับเครื่องลิโทกราฟี (Lithography Equipment) โปรดดู 3B001 ประกอบ

6A005

“เลเซอร์” (“Lasers”) นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 0B001.g.5. หรือ 0B001.h.6. รวมถึงส่วนประกอบ และอุปกรณ์ออปติคัล ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ โปรดดู 6A205 ประกอบ

หมายเหตุ 1 “เลเซอร์” แบบพัลส์ (Pulsed “Lasers”) รวมถึงเครื่องที่ทำงานในโหมดคลื่นต่อเนื่อง (Continuous Wave [CW] Mode) ที่มีการซ้อนทับกันของพัลส์

หมายเหตุ 2 “เลเซอร์” (“Lasers”) ชนิดเอกไซเมอร์ (Excimer) สารกึ่งตัวนำ เคมี คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และชนิดนีโอไดม์เยม:แก้ว แบบพัลส์ไม่ซ้ำ (Non-repetitive Pulsed Nd: glass) ระบุเฉพาะใน 6A005.d.

หมายเหตุ 3 6A005 รวมถึง “เลเซอร์” แบบเส้นใย (Fibre “Lasers”)

หมายเหตุ 4 สถานะการควบคุมของ “เลเซอร์” (“Lasers”) ที่มีการแปลงคลื่นความถี่รวมอยู่ด้วย (คือ การเปลี่ยนความยาวคลื่น) ด้วยวิธีการที่ไม่ใช่การให้ “เลเซอร์” (“Laser”) เครื่องหนึ่งทำการปั๊มให้ “เลเซอร์” (“Laser”) อีกเครื่องหนึ่ง ถูกกำหนดโดยพิจารณาจากค่าพารามิเตอร์ควบคุมของเอาต์พุตจาก “เลเซอร์” ต้นกำเนิด (Source “Laser”) และเอาต์พุตแสงที่ถูกแปลงคลื่นความถี่แล้ว

หมายเหตุ 5 6A005 ไม่ควบคุม “เลเซอร์” (“Lasers”) ดังต่อไปนี้

- a. ทับทิม (Ruby) ที่มีพลังงานเอาต์พุตต่ำกว่า 20 จูล
- b. ไนโตรเจน (Nitrogen)
- c. คริปทอน (Krypton)

6A005 (ต่อ)

หมายเหตุทางเทคนิค

ใน 6A005 ‘ประสิทธิภาพปลั๊กเสียบผนัง’ (‘Wall-plug Efficiency’) หมายถึง อัตราส่วนกำลังงานเอาต์พุตจาก “เลเซอร์” (“Laser”) (หรือ “ค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ย” [“Average Output Power”]) ต่อกำลังงานไฟฟ้าอินพุตทั้งหมดที่ต้องใช้ในการเดินเครื่อง “เลเซอร์” (“Laser”) รวมทั้งที่ต้องใช้ในการเดินเครื่องจ่าย/ปรับพลังงานและเครื่องปรับอากาศ/แลกเปลี่ยนความร้อน

a. “เลเซอร์” แบบคลื่นต่อเนื่องที่ไม่ “สามารถปรับค่าได้” (Non-“tunable” Continuous Wave [“CW” Lasers]) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. มีค่าความยาวคลื่นเอาต์พุตไม่เกิน 150 นาโนเมตร และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตมากกว่า 1 วัตต์
2. มีค่าความยาวคลื่นเอาต์พุตมากกว่าหรือเท่ากับ 150 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 520 นาโนเมตร และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตมากกว่า 30 วัตต์

หมายเหตุ 6A005.a.2. ไม่ควบคุม “เลเซอร์” ชนิดอาร์กอน (Argon “Lasers”) ที่มีค่ากำลังงานเอาต์พุตน้อยกว่าหรือเท่ากับ 50 วัตต์

3. มีค่าความยาวคลื่นเอาต์พุตมากกว่า 520 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 540 นาโนเมตร และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- a. มีเอาต์พุตแบบทรานสเวิร์สเดียว (Single Transverse) และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตมากกว่า 50 วัตต์ หรือ
- b. มีเอาต์พุตแบบหลายทรานสเวิร์ส (Multiple Transverse) และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตมากกว่า 150 วัตต์

4. มีค่าความยาวคลื่นเอาต์พุตมากกว่า 540 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 800 นาโนเมตร และค่ากำลังงานเอาต์พุตมากกว่า 30 วัตต์

5. มีค่าความยาวคลื่นเอาต์พุตมากกว่า 800 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 975 นาโนเมตร และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- a. มีเอาต์พุตแบบทรานสเวิร์สเดียว (Single Transverse) และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตมากกว่า 50 วัตต์ หรือ
- b. มีเอาต์พุตแบบหลายทรานสเวิร์ส (Multiple Transverse) และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตมากกว่า 80 วัตต์

6. มีค่าความยาวคลื่นเอาต์พุตมากกว่า 975 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 1,150 นาโนเมตร และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- a. มีเอาต์พุตแบบทรานสเวิร์สเดียว (Single Transverse) และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. มี ‘ค่าประสิทธิภาพปลั๊กเสียบผนัง’ (‘Wall-plug Efficiency’) มากกว่าร้อยละ 12 และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตมากกว่า 100 วัตต์ หรือ
2. มีค่ากำลังงานเอาต์พุตมากกว่า 150 วัตต์ หรือ

- b. มีเอาต์พุตแบบหลายทรานสเวิร์ส (Multiple Transverse) และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. มี ‘ค่าประสิทธิภาพปลั๊กเสียบผนัง’ (‘Wall-plug Efficiency’) มากกว่าร้อยละ 18 และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตมากกว่า 500 วัตต์ หรือ
2. มีค่ากำลังงานเอาต์พุตมากกว่า 2 กิโลวัตต์

หมายเหตุ 6A005.a.6.b. ไม่ควบคุม “เลเซอร์” (“Lasers”) อุตสาหกรรมแบบหลายทรานสเวิร์ส (Multiple Transverse) ที่มีค่ากำลังงานเอาต์พุตมากกว่า 2 กิโลวัตต์ แต่ไม่เกิน 6 กิโลวัตต์ และมวลรวมมากกว่า 1,200 กิโลกรัม ในหมายเหตุนี้ มวลรวมรวมถึงส่วนประกอบทั้งหมดที่จำเป็นเพื่อให้ “เลเซอร์” (“Laser”) ใช้งานได้ เช่น แหล่งพลังงานของ “เลเซอร์” (“Laser”) อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน เป็นต้น แต่ไม่รวมถึงอุปกรณ์อปติคภายนอกซึ่งใช้ในการปรับลำแสงและ/หรือส่งลำแสง

6A005

a. (ต่อ)

7. มีค่าความยาวคลื่นเลเซอร์มากกว่า 1,150 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 1,555 นาโนเมตร และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- มีเลเซอร์แบบทรานส์เวิร์สเดียว (Single Transverse) และค่ากำลังงานเลเซอร์มากกว่า 50 วัตต์ หรือ
- มีเลเซอร์แบบหลายทรานส์เวิร์ส (Multiple Transverse) และค่ากำลังงานเลเซอร์มากกว่า 80 วัตต์ หรือ

8. มีค่าความยาวคลื่นเลเซอร์มากกว่า 1,555 นาโนเมตร และมีค่ากำลังงานเลเซอร์มากกว่า 1 วัตต์

b. “เลเซอร์แบบพัลส์” แบบไม่ “สามารถปรับค่าได้” (Non-“tunable” “Pulsed Lasers”) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. มีค่าความยาวคลื่นเลเซอร์น้อยกว่า 150 นาโนเมตร และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- มีค่ากำลังงานเลเซอร์มากกว่า 50 มิลลิวัตต์ต่อพัลส์ และมี “ค่ากำลังงานสูงสุด” (“Peak Power”) มากกว่า 1 วัตต์ หรือ
- มี “ค่ากำลังงานเลเซอร์เฉลี่ย” (“Average Output Power”) มากกว่า 1 วัตต์

2. มีค่าความยาวคลื่นเลเซอร์ 150 นาโนเมตร หรือมากกว่า แต่ไม่เกิน 520 นาโนเมตร และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- มีค่ากำลังงานเลเซอร์มากกว่า 1.5 จูลต่อพัลส์ และ “ค่ากำลังงานสูงสุด” (“Peak Power”) มากกว่า 30 วัตต์ หรือ
- มี “ค่ากำลังงานเลเซอร์เฉลี่ย” (“Average Output Power”) มากกว่า 30 วัตต์

หมายเหตุ 6A005.b.2.b. ไม่ควบคุม “เลเซอร์” ชนิดอาร์กอน (Argon “Lasers”) ที่มี “ค่ากำลังงานเลเซอร์เฉลี่ย” (“Average Output Power”) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 50 วัตต์

3. มีค่าความยาวคลื่นเลเซอร์มากกว่า 520 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 540 นาโนเมตร และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

a. มีเลเซอร์แบบทรานส์เวิร์สเดียว (Single Transverse) และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- มีค่ากำลังงานเลเซอร์มากกว่า 1.5 จูลต่อพัลส์ และมี “ค่ากำลังงานสูงสุด” (“Peak Power”) มากกว่า 50 วัตต์ หรือ
- มี “ค่ากำลังงานเลเซอร์เฉลี่ย” (“Average Output Power”) มากกว่า 50 วัตต์ หรือ

b. มีเลเซอร์แบบหลายทรานส์เวิร์ส (Multiple Transverse) และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- มีค่ากำลังงานเลเซอร์มากกว่า 1.5 จูลต่อพัลส์ และมี “ค่ากำลังงานสูงสุด” (“Peak Power”) มากกว่า 150 วัตต์ หรือ
- มี “ค่ากำลังงานเลเซอร์เฉลี่ย” (“Average Output Power”) มากกว่า 150 วัตต์

4. มีค่าความยาวคลื่นเลเซอร์มากกว่า 540 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 800 นาโนเมตร และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- มีค่ากำลังงานเลเซอร์มากกว่า 1.5 จูลต่อพัลส์ และมี “ค่ากำลังงานสูงสุด” (“Peak Power”) มากกว่า 30 วัตต์ หรือ
- มี “ค่ากำลังงานเลเซอร์เฉลี่ย” (“Average Output Power”) มากกว่า 30 วัตต์

5. มีค่าความยาวคลื่นเลเซอร์มากกว่า 800 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 975 นาโนเมตร และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

a. มี “ช่วงเวลาของพัลส์” (“Pulse Duration”) ไม่เกิน 1 ไมโครวินาที และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- มีค่ากำลังงานเลเซอร์มากกว่า 0.5 จูลต่อพัลส์ และมี “ค่ากำลังงานสูงสุด” (“Peak Power”) มากกว่า 50 วัตต์
- มีเลเซอร์แบบทรานส์เวิร์สเดียว (Single Transverse) และมี “ค่ากำลังงานเลเซอร์เฉลี่ย” (“Average Output Power”) มากกว่า 20 วัตต์ หรือ
- มีเลเซอร์แบบหลายทรานส์เวิร์ส (Multiple Transverse) และมี “ค่ากำลังงานเลเซอร์เฉลี่ย” (“Average Output Power”) มากกว่า 50 วัตต์ หรือ

b. มี “ช่วงเวลาของพัลส์” (“Pulse Duration”) มากกว่า 1 ไมโครวินาที และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- มีค่ากำลังงานเลเซอร์มากกว่า 2 จูลต่อพัลส์ และมี “ค่ากำลังงานสูงสุด” (“Peak Power”) มากกว่า 50 วัตต์
- มีเลเซอร์แบบทรานส์เวิร์สเดียว (Single Transverse) และมี “ค่ากำลังงานเลเซอร์เฉลี่ย” (“Average Output Power”) มากกว่า 50 วัตต์ หรือ
- มีเลเซอร์แบบหลายทรานส์เวิร์ส (Multiple Transverse) และมี “ค่ากำลังงานเลเซอร์เฉลี่ย” (“Average Output Power”) มากกว่า 80 วัตต์

6A005

b. (ต่อ)

6. มีค่าความยาวคลื่นเอาต์พุตมากกว่า 975 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 1,150 นาโนเมตร และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. มี “ช่วงเวลาของพัลส์” (“Pulse Duration”) น้อยกว่า 1 นาโนวินาที และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. มี “ค่ากำลังงานสูงสุด” (“Peak Power”) ของเอาต์พุต มากกว่า 5 กิโลวัตต์ต่อพัลส์
 2. มี “ค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ย” (“Average Output Power”) มากกว่า 10 วัตต์ หรือ
 3. มีค่าพลังงานเอาต์พุตมากกว่า 0.1 จูลต่อพัลส์
 - b. มี “ช่วงเวลาของพัลส์” (“Pulse Duration”) มากกว่าหรือเท่ากับ 1 นาโนวินาที แต่ไม่เกิน 1 ไมโครวินาที และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. มีเอาต์พุตแบบทรานส์เวิร์สเดียว (Single Transverse) และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. มี “ค่ากำลังงานสูงสุด” (“Peak Power”) มากกว่า 100 เมกะวัตต์
 - b. มี “ค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ย” (“Average Output Power”) มากกว่า 20 วัตต์ ซึ่งถูกจำกัดโดยการออกแบบให้มีค่าความถี่สูงสุดของรอบพัลส์น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 กิโลเฮิร์ตซ์
 - c. มี “ค่าประสิทธิภาพปลั๊กเสียบผนัง” (“Wall-plug Efficiency”) มากกว่าร้อยละ 12 และมี “ค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ย” (“Average Output Power”) มากกว่า 100 วัตต์ รวมทั้งสามารถทำงานได้ที่ความถี่ของรอบพัลส์สูงกว่า 1 กิโลเฮิร์ตซ์
 - d. มี “ค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ย” (“Average Output Power”) มากกว่า 150 วัตต์ และสามารถทำงานได้ที่ความถี่ของรอบพัลส์สูงกว่า 1 กิโลเฮิร์ตซ์ หรือ
 - e. มีค่าพลังงานเอาต์พุตสูงกว่า 2 จูลต่อพัลส์ หรือ
 2. มีเอาต์พุตแบบหลายทรานส์เวิร์ส (Multiple Transverse) และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. มี “ค่ากำลังงานสูงสุด” (“Peak Power”) มากกว่า 400 เมกะวัตต์
 - b. มี “ค่าประสิทธิภาพปลั๊กเสียบผนัง” (“Wall-plug Efficiency”) มากกว่าร้อยละ 18 และมี “ค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ย” (“Average Output Power”) มากกว่า 500 วัตต์
 - c. มี “ค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ย” (“Average Output Power”) มากกว่า 2 กิโลวัตต์ หรือ
 - d. มีค่าพลังงานเอาต์พุตสูงกว่า 4 จูลต่อพัลส์ หรือ
 - c. มี “ช่วงเวลาของพัลส์” (“Pulse Duration”) มากกว่า 1 ไมโครวินาที และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. มีเอาต์พุตแบบทรานส์เวิร์สเดียว (Single Transverse) และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. มี “ค่ากำลังงานสูงสุด” (“Peak Power”) มากกว่า 500 กิโลวัตต์
 - b. มี “ค่าประสิทธิภาพปลั๊กเสียบผนัง” (“Wall-plug Efficiency”) มากกว่าร้อยละ 12 และมี “ค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ย” (“Average Output Power”) มากกว่า 100 วัตต์ หรือ
 - c. มี “ค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ย” (“Average Output Power”) มากกว่า 150 วัตต์ หรือ
 2. มีเอาต์พุตแบบหลายทรานส์เวิร์ส (Multiple Transverse) และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. มี “ค่ากำลังงานสูงสุด” (“Peak Power”) มากกว่า 1 เมกะวัตต์
 - b. มี “ค่าประสิทธิภาพปลั๊กเสียบผนัง” (“Wall-plug Efficiency”) มากกว่าร้อยละ 18 และมี “ค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ย” (“Average Output Power”) มากกว่า 500 วัตต์ หรือ
 - c. มี “ค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ย” (“Average Output Power”) มากกว่า 2 กิโลวัตต์
7. มีค่าความยาวคลื่นเอาต์พุตมากกว่า 1,150 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 1,555 นาโนเมตร และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. มี “ช่วงเวลาของพัลส์” (“Pulse Duration”) ไม่เกิน 1 ไมโครวินาที และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. มีค่าพลังงานเอาต์พุตมากกว่า 0.5 จูลต่อพัลส์ และมี “ค่ากำลังงานสูงสุด” (“Peak Power”) มากกว่า 50 วัตต์

6A005

b. 7. a. (ต่อ)

2. มีเอาต์พุตแบบทรานสเวิร์สเดียว (Single Transverse) และมี “ค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ย” (“Average Output Power”) มากกว่า 20 วัตต์ หรือ
3. มีเอาต์พุตแบบหลายทรานสเวิร์ส (Multiple Transverse) และมี “ค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ย” (“Average Output Power”) มากกว่า 50 วัตต์ หรือ
- b. มี “ช่วงเวลาของพัลส์” (“Pulse Duration”) มากกว่า 1 ไมโครวินาที และที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. มีค่ากำลังงานเอาต์พุตมากกว่า 2 จูลต่อพัลส์ และมี “ค่ากำลังงานสูงสุด” (“Peak Power”) มากกว่า 50 วัตต์
 2. มีเอาต์พุตแบบทรานสเวิร์สเดียว (Single Transverse) และมี “ค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ย” (“Average Output Power”) มากกว่า 50 วัตต์ หรือ
 3. มีเอาต์พุตแบบหลายทรานสเวิร์ส (Multiple Transverse) และมี “ค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ย” (“Average Output Power”) มากกว่า 80 วัตต์ หรือ
8. มีค่าความยาวคลื่นเอาต์พุตมากกว่า 1,555 นาโนเมตร และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. มีค่ากำลังงานเอาต์พุตมากกว่า 100 มิลลิจูลต่อพัลส์ และมี “ค่ากำลังงานสูงสุด” (“Peak Power”) มากกว่า 1 วัตต์ หรือ
 - b. มี “ค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ย” (“Average Output Power”) มากกว่า 1 วัตต์
- c. “เลเซอร์” แบบ “สามารถปรับค่าได้” (“Tunable” “Lasers”) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ 6A005.c. รวมถึงไททาเนียม-แซฟไฟร์ (Ti: Al_2O_3) ทูเลียม-YAG (Tm: YAG) ทูเลียม-YSGG (Tm: YSGG) อะเลกซานไดรต์ (Cr: $BeAl_2O_4$) “เลเซอร์” แบบคัลเลอร์เซ็นเตอร์ (Colour Centre “Lasers”) “เลเซอร์” แบบไดย์ (Dye “Lasers”) และ “เลเซอร์” แบบของเหลว (Liquid “Lasers”)

1. มีค่าความยาวคลื่นเอาต์พุตน้อยกว่า 600 นาโนเมตร และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. มีค่ากำลังงานเอาต์พุตสูงกว่า 50 มิลลิจูลต่อพัลส์ และมี “ค่ากำลังงานสูงสุด” (“Peak Power”) มากกว่า 1 วัตต์ หรือ
 - b. มีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยหรือคลื่นต่อเนื่อง (Continuous Wave: CW) มากกว่า 1 วัตต์
- หมายเหตุ 6A005.c.1. ไม่ควบคุมเลเซอร์แบบไดย์ (Dye Lasers) หรือเลเซอร์แบบของเหลว (Liquid Lasers) อื่น ที่มีเอาต์พุตแบบหลายโหมด (Multimode Output) และมีความยาวคลื่นมากกว่าหรือเท่ากับ 150 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 600 นาโนเมตร และมีคุณลักษณะทั้งสอง ดังต่อไปนี้
 1. มีค่ากำลังงานเอาต์พุตต่ำกว่า 1.5 จูลต่อพัลส์ หรือมี “ค่ากำลังงานสูงสุด” (“Peak Power”) ต่ำกว่า 20 วัตต์ และ
 2. มีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยหรือคลื่นต่อเนื่อง (Continuous Wave: CW) ต่ำกว่า 20 วัตต์
2. มีค่าความยาวคลื่นเอาต์พุต 600 นาโนเมตร หรือมากกว่า แต่ไม่เกิน 1,400 นาโนเมตร และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. มีค่ากำลังงานเอาต์พุตมากกว่า 1 จูลต่อพัลส์ และมี “ค่ากำลังงานสูงสุด” (“Peak Power”) มากกว่า 20 วัตต์ หรือ
 - b. มีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยหรือคลื่นต่อเนื่อง (Continuous Wave: CW) มากกว่า 20 วัตต์ หรือ
3. มีค่าความยาวคลื่นเอาต์พุตมากกว่า 1,400 นาโนเมตร และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. มีค่ากำลังงานเอาต์พุตมากกว่า 50 มิลลิจูลต่อพัลส์ และมี “ค่ากำลังงานสูงสุด” (“Peak Power”) มากกว่า 1 วัตต์ หรือ
 - b. มีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยหรือคลื่นต่อเนื่อง (Continuous Wave: CW) มากกว่า 1 วัตต์

6A005

(ต่อ)

d. “เลเซอร์” (“Lasers”) อื่นที่ไม่ได้ระบุใน 6A005.a., 6A005.b. หรือ 6A005.c. ดังต่อไปนี้

1. “เลเซอร์” แบบสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor “Lasers”) ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ 1 6A005.d.1. รวมถึง “เลเซอร์” แบบสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor “Lasers”) ที่มีข้อต่อเอาต์พุตนำแสง (เช่น ข้อต่อเส้นใยนำแสง [Fibre Optic Pigtails])

หมายเหตุ 2 สถานะการควบคุมของ “เลเซอร์” แบบสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor “Lasers”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์อื่นต้องพิจารณาตามสถานะการควบคุมของอุปกรณ์นั้น

a. “เลเซอร์” แบบสารกึ่งตัวนำเดี่ยวที่เป็นแบบทรานส์เวิร์สเดียว (Individual Single-transverse Mode Semiconductor “Lasers”) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. มีค่าความยาวคลื่นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1,510 นาโนเมตร และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยหรือคลื่นต่อเนื่อง (Continuous Wave: CW) มากกว่า 1.5 วัตต์ หรือ
2. มีค่าความยาวคลื่นมากกว่า 1,510 นาโนเมตร และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยหรือคลื่นต่อเนื่อง (Continuous Wave: CW) มากกว่า 500 มิลลิวัตต์

b. “เลเซอร์” แบบสารกึ่งตัวนำเดี่ยวที่เป็นแบบหลายทรานส์เวิร์ส (Individual Multiple-transverse Mode Semiconductor “Lasers”) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. มีค่าความยาวคลื่นน้อยกว่า 1,400 นาโนเมตร และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยหรือคลื่นต่อเนื่อง (Continuous Wave: CW) มากกว่า 15 วัตต์
2. มีค่าความยาวคลื่นมากกว่าหรือเท่ากับ 1,400 นาโนเมตร และน้อยกว่า 1,900 นาโนเมตร และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยหรือคลื่นต่อเนื่อง (Continuous Wave: CW) มากกว่า 2.5 วัตต์ หรือ
3. มีค่าความยาวคลื่นมากกว่าหรือเท่ากับ 1,900 นาโนเมตร และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยหรือคลื่นต่อเนื่อง (Continuous Wave: CW) มากกว่า 1 วัตต์

c. “เลเซอร์” แบบสารกึ่งตัวนำเดี่ยวแบบ ‘แท่ง’ (Individual Semiconductor “Laser” ‘Bars’) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. มีค่าความยาวคลื่นน้อยกว่า 1,400 นาโนเมตร และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยหรือคลื่นต่อเนื่อง (Continuous Wave: CW) มากกว่า 100 วัตต์
2. มีค่าความยาวคลื่นมากกว่าหรือเท่ากับ 1,400 นาโนเมตร และน้อยกว่า 1,900 นาโนเมตร และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยหรือคลื่นต่อเนื่อง (Continuous Wave: CW) มากกว่า 25 วัตต์ หรือ
3. มีค่าความยาวคลื่นมากกว่าหรือเท่ากับ 1,900 นาโนเมตร และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยหรือคลื่นต่อเนื่อง (Continuous Wave: CW) มากกว่า 10 วัตต์

d. “เลเซอร์” แบบสารกึ่งตัวนำแบบ ‘แถวลำดับวางซ้อนกัน’ (แถวลำดับสองมิติ) (Semiconductor “Lasers” ‘Stacked Arrays’ [Two-dimensional Arrays]) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. มีค่าความยาวคลื่นน้อยกว่า 1,400 นาโนเมตร และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. มีค่ากำลังงานเอาต์พุตทั้งหมดเฉลี่ยหรือคลื่นต่อเนื่อง (Continuous Wave: CW) น้อยกว่า 3 กิโลวัตต์ และมี ‘ค่าความหนาแน่นกำลังงาน’ (‘Power Density’) เอาต์พุตเฉลี่ยหรือคลื่นต่อเนื่อง (CW) มากกว่า 500 วัตต์ต่อตารางเซนติเมตร
 - b. มีค่ากำลังงานเอาต์พุตทั้งหมดเฉลี่ยหรือคลื่นต่อเนื่อง (Continuous Wave: CW) มากกว่าหรือเท่ากับ 3 กิโลวัตต์ แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 กิโลวัตต์ และมี ‘ค่าความหนาแน่นกำลังงาน’ (‘Power Density’) เอาต์พุตเฉลี่ยหรือคลื่นต่อเนื่อง (CW) มากกว่า 350 วัตต์ต่อตารางเซนติเมตร
 - c. มีค่ากำลังงานเอาต์พุตทั้งหมดเฉลี่ยหรือคลื่นต่อเนื่อง (Continuous Wave: CW) มากกว่า 5 กิโลวัตต์
 - d. มี ‘ค่าความหนาแน่นกำลังงาน’ (‘Power Density’) สูงสุดของพัลส์มากกว่า 2,500 วัตต์ต่อตารางเซนติเมตร หรือ
 - e. มีค่ากำลังงานเฉลี่ยโคฮีเรนต์เชิงพื้นที่ (Spatially Coherent Average Power) หรือค่ากำลังงานเอาต์พุตทั้งหมดแบบคลื่นต่อเนื่อง (Continuous Wave: CW) มากกว่า 150 วัตต์

6A005

d. 1. d. (ต่อ)

2. มีค่าความยาวคลื่นมากกว่าหรือเท่ากับ 1,400 นาโนเมตร และน้อยกว่า 1,900 นาโนเมตร และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. มีค่ากำลังงานเอาต์พุตทั้งหมดเฉลี่ยหรือคลื่นต่อเนื่อง (Continuous Wave: CW) น้อยกว่า 250 กิโลวัตต์ และมี 'ค่าความหนาแน่นกำลังงาน' ('Power Density') เอาต์พุตเฉลี่ยหรือคลื่นต่อเนื่อง (CW) มากกว่า 150 วัตต์ต่อตารางเซนติเมตร
 - b. มีค่ากำลังงานเอาต์พุตทั้งหมดเฉลี่ยหรือคลื่นต่อเนื่อง (Continuous Wave: CW) มากกว่าหรือเท่ากับ 250 วัตต์ แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 500 วัตต์ และมี 'ค่าความหนาแน่นกำลังงาน' ('Power Density') เอาต์พุตเฉลี่ยหรือคลื่นต่อเนื่อง (CW) มากกว่า 50 วัตต์ต่อตารางเซนติเมตร
 - c. มีค่ากำลังงานเอาต์พุตทั้งหมดเฉลี่ยหรือคลื่นต่อเนื่อง (Continuous Wave: CW) มากกว่า 500 วัตต์
 - d. มี 'ค่าความหนาแน่นกำลังงาน' ('Power Density') สูงสุดของพัลส์มากกว่า 500 วัตต์ต่อตารางเซนติเมตร หรือ
 - e. มีค่ากำลังงานเฉลี่ยโคฮีเรนต์เชิงพื้นที่ (Spatially Coherent Average Power) หรือค่ากำลังงานเอาต์พุตทั้งหมดแบบคลื่นต่อเนื่อง (Continuous Wave: CW) มากกว่า 15 วัตต์
3. มีค่าความยาวคลื่นมากกว่าหรือเท่ากับ 1,900 นาโนเมตร และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. มี 'ค่าความหนาแน่นกำลังงาน' ('Power Density') เอาต์พุตเฉลี่ยหรือคลื่นต่อเนื่อง (Continuous Wave: CW) มากกว่า 50 วัตต์ต่อตารางเซนติเมตร
 - b. มีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยหรือคลื่นต่อเนื่อง (Continuous Wave: CW) มากกว่า 10 วัตต์ หรือ
 - c. มีค่ากำลังงานเฉลี่ยโคฮีเรนต์เชิงพื้นที่ (Spatially Coherent Average Power) หรือค่ากำลังงานเอาต์พุตทั้งหมดแบบคลื่นต่อเนื่อง (Continuous Wave: CW) มากกว่า 1.5 วัตต์ หรือ
4. มี "เลเซอร์" แบบ 'แท่ง' ("Laser" "Bar") อย่างน้อยหนึ่งชิ้น ตามที่ระบุใน 6A005.d.1.c.

หมายเหตุทางเทคนิค

เพื่อวัตถุประสงค์ใน 6A005.d.1.d. 'ค่าความหนาแน่นกำลังงาน' ('Power Density') หมายถึง กำลังงานเอาต์พุตทั้งหมดของ "เลเซอร์" ("Laser") หารด้วยพื้นที่ผิวอิมิตเตอร์ (Emitter Surface Area) ของ 'แถวลำดับวางซ้อนกัน' ("Stacked Array")

- e. "เลเซอร์" แบบสารกึ่งตัวนำแบบ 'แถวลำดับวางซ้อนกัน' (Semiconductor "Laser" "Stacked Arrays") นอกเหนือจากที่ระบุใน 6A005.d.1.d. ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 1. ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษเพื่อนำมารวมกับ 'แถวลำดับวางซ้อนกัน' ("Stacked Arrays") อื่นๆ เพื่อทำให้เกิด 'แถวลำดับวางซ้อนกัน' ("Stacked Array") ที่ใหญ่ขึ้นได้ และ
 2. มีข้อต่อพ่วงทั้งสำหรับอิเล็กทรอนิกส์และการระบายความร้อน

หมายเหตุ 1 'แถวลำดับวางซ้อนกัน' ("Stacked Arrays") ที่เกิดจากการนำ "เลเซอร์" แบบสารกึ่งตัวนำแบบ 'แถวลำดับวางซ้อนกัน' (Semiconductor "Laser" "Stacked Arrays") ตามที่ระบุใน 6A005.d.1.e มารวมกัน แต่ไม่ได้ออกแบบเพื่อนำไปรวมหรือดัดแปลงอีกทอด ระบุการควบคุมใน 6A005.d.1.d.

หมายเหตุ 2 'แถวลำดับวางซ้อนกัน' ("Stacked Arrays") ที่เกิดจากการนำ "เลเซอร์" แบบสารกึ่งตัวนำแบบ 'แถวลำดับวางซ้อนกัน' (Semiconductor "Laser" "Stacked Arrays") ตามที่ระบุใน 6A005.d.1.e. มารวมกัน และได้ออกแบบเพื่อนำไปรวมหรือดัดแปลงอีกทอด ระบุการควบคุมใน 6A005.d.1.e.

หมายเหตุ 3 6A005.d.1.e. ไม่ใช้กับองค์ประกอบแยกชิ้นของ 'แท่ง' ("Bars") เดียวที่ออกแบบมาเพื่อนำไปผลิตเป็นปลายต่อปลาย (End-to-end) ของแถวลำดับเชิงเส้นวางซ้อนกัน (Stacked Linear Arrays)

หมายเหตุทางเทคนิค

1. "เลเซอร์" แบบสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor "Lasers") มักเรียกกันทั่วไปว่า "เลเซอร์" ไดโอด ("Laser" Diodes)
2. 'แท่ง' ("Bar") (เรียกอีกอย่างว่า "เลเซอร์" แบบสารกึ่งตัวนำแบบ 'แท่ง' [Semiconductor "Laser" "Bar"] "เลเซอร์" ไดโอดแบบ 'แท่ง' ["Laser" Diode "Bar"] หรือ 'แท่ง' ไดโอด [Diode "Bar"]) ประกอบด้วย "เลเซอร์" แบบสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor "Lasers") หลายตัวในแถวลำดับหนึ่งมิติ
3. 'แถวลำดับวางซ้อนกัน' ("Stacked Arrays") ประกอบด้วย 'แท่ง' ("Bars") หลายแท่งรวมกันเป็น "เลเซอร์" แบบสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor "Lasers") ที่เป็นแถวลำดับสองมิติ

6A005

d. (ต่อ)

2. “เลเซอร์” คาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon Monoxide [CO] “Lasers”) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้
 - a. มีค่าพลังงานเอาต์พุตมากกว่า 2 จูลต่อพัลส์ และมี “ค่ากำลังงานสูงสุด” (“Peak Power”) มากกว่า 5 กิโลวัตต์ หรือ
 - b. มีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยหรือคลื่นต่อเนื่อง (Continuous Wave: CW) มากกว่า 5 กิโลวัตต์
3. “เลเซอร์” คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide [CO₂] “Lasers”) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้
 - a. มีค่ากำลังงานเอาต์พุตแบบคลื่นต่อเนื่อง (Continuous Wave: CW) มากกว่า 15 กิโลวัตต์
 - b. พัลส์เอาต์พุตที่มี “ช่วงเวลาของพัลส์” (“Pulse Duration”) มากกว่า 10 ไมโครวินาที และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. มี “ค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ย” (“Average Output Power”) มากกว่า 10 กิโลวัตต์หรือ
 2. มี “ค่ากำลังงานสูงสุด” (“Peak Power”) มากกว่า 100 กิโลวัตต์หรือ
 - c. พัลส์เอาต์พุต ที่มี “ช่วงเวลาของพัลส์” (“Pulse Duration”) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 ไมโครวินาที และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. มีค่าพลังงานของพัลส์มากกว่า 5 จูลต่อพัลส์ หรือ
 2. มี “ค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ย” (“Average Output Power”) มากกว่า 2.5 กิโลวัตต์
4. “เลเซอร์” เอ็กไซเมอร์ (Excimer “Lasers”) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. มีความยาวคลื่นเอาต์พุตไม่เกิน 150 นาโนเมตร และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. มีค่าพลังงานเอาต์พุตมากกว่า 50 มิลลิจูลต่อพัลส์ หรือ
 2. มี “ค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ย” (“Average Output Power”) มากกว่า 1 วัตต์
 - b. มีความยาวคลื่นเอาต์พุตมากกว่า 150 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 190 นาโนเมตร และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. มีค่าพลังงานเอาต์พุตมากกว่า 1.5 จูลต่อพัลส์ หรือ
 2. มี “ค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ย” (“Average Output Power”) มากกว่า 120 วัตต์
 - c. มีความยาวคลื่นเอาต์พุตมากกว่า 190 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 360 นาโนเมตร และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. มีค่าพลังงานเอาต์พุตมากกว่า 10 จูลต่อพัลส์ หรือ
 2. มี “ค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ย” (“Average Output Power”) มากกว่า 500 วัตต์ หรือ
 - d. มีความยาวคลื่นเอาต์พุตมากกว่า 360 นาโนเมตร และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. มีค่าพลังงานเอาต์พุตมากกว่า 1.5 จูลต่อพัลส์ หรือ
 2. มี “ค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ย” (“Average Output Power”) มากกว่า 30 วัตต์

หมายเหตุ สำหรับ “เลเซอร์” เอ็กไซเมอร์ (Excimer “Lasers”) ที่ออกแบบพิเศษสำหรับเครื่องลิโธกราฟี (Lithography Equipment) โปรดดู 3B001 ประกอบ

6A005

d. (ต่อ)

5. “เลเซอร์เคมี” (“Chemical Lasers”) ดังต่อไปนี้
 - a. “เลเซอร์” ไฮโดรเจนฟลูออไรด์ (Hydrogen Fluoride [HF] “Lasers”)
 - b. “เลเซอร์” ดิวทีเรียมฟลูออไรด์ (Deuterium Fluoride [DF] “Lasers”)
 - c. “เลเซอร์ถ่ายโอน” (“Transfer Lasers”) ดังต่อไปนี้
 1. “เลเซอร์” ออกซิเจนไอโอดีน (Oxygen Iodine [O₂-I] “Lasers”)
 2. “เลเซอร์” ดิวทีเรียมฟลูออไรด์-คาร์บอนไดออกไซด์ (Deuterium Fluoride-Carbon Dioxide [DF-CO₂] “Lasers”)
6. “เลเซอร์” ชนิดนิวไคลด์แข็ง: แก้ว แบบ ‘พัลส์ไม่ซ้ำ’ (‘Non-repetitive Pulsed’ Nd: glass “Lasers”) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. มี “ช่วงเวลาของพัลส์” (“Pulse Duration”) ไม่เกิน 1 ไมโครวินาที และมีค่าพลังงานเอาต์พุตมากกว่า 50 จูลต่อพัลส์ หรือ
 - b. มี “ช่วงเวลาของพัลส์” (“Pulse Duration”) มากกว่า 1 ไมโครวินาที และมีค่าพลังงานเอาต์พุตมากกว่า 100 จูลต่อพัลส์

หมายเหตุ ‘พัลส์ไม่ซ้ำ’ (‘Non-repetitive Pulsed’) หมายถึง “เลเซอร์” (“Lasers”) ที่สร้างพัลส์เอาต์พุตเดี่ยวหรือที่เว้นช่วงระหว่างพัลส์เกินหนึ่งนาที่

e. ส่วนประกอบ ดังต่อไปนี้

1. กระเจกสะท้อนทำความเย็นไม่ว่าโดยวิธีการ ‘แอ็กทีฟคูลลิ่ง’ (‘Active Cooling’) หรือการทำความเย็นแบบท่อนำความร้อน

หมายเหตุทางเทคนิค

‘แอ็กทีฟคูลลิ่ง’ (‘Active Cooling’) คือ เทคนิคการทำความเย็นสำหรับส่วนประกอบออปติคัลด้วยการใช้ของเหลวไหลผ่านภายในใต้พื้นผิว (ขนาดน้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ต่ำกว่าพื้นผิวออปติคัล) ของส่วนประกอบออปติคัลเพื่อขจัดความร้อนออกจากกระจกออปติคัล

2. กระเจกแสงออปติคัล หรือส่วนประกอบออปติคัล หรืออิเล็กทรอนิกส์-ออปติคัล (Electro-Optical Components) แบบส่งผ่านได้ (Transmissive Optical) หรือส่งผ่านได้บางส่วน (Partially Transmissive) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับใช้กับ “เลเซอร์” (“Lasers”) ที่เฉพาะเจาะจง

f. อุปกรณ์ออปติคัล ดังต่อไปนี้

1. อุปกรณ์วัดหน้าคลื่น (เฟส) แบบไดนามิก ที่สามารถจับคู่อย่างน้อยที่สุด 5 ตำแหน่งบนลำแสงหน้าคลื่น และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. มีอัตราเฟรมมากกว่าหรือเท่ากับ 100 เฮิร์ตซ์ และมีการแยกแยะเฟสอย่างน้อยร้อยละ 5 ของค่าความยาวคลื่นของลำแสง หรือ
 - b. มีอัตราเฟรมมากกว่าหรือเท่ากับ 1,000 เฮิร์ตซ์ และมีการแยกแยะเฟสอย่างน้อยร้อยละ 20 ของค่าความยาวคลื่นของลำแสง
2. อุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์ “เลเซอร์” (“Laser” Diagnostic Equipment) ที่สามารถทำการตรวจวัดค่าความผิดพลาดของการกวาดลำแสงเชิงมุมของระบบ “เลเซอร์กำลังงานสูงมาก” (“Super High Power Laser: SHPL”) ได้ที่ค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 ไมโครเรเดียน
3. อุปกรณ์และส่วนประกอบออปติคัลที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับระบบ “เลเซอร์กำลังงานสูงมาก” (“Super High Power Laser: SHPL”) ชนิดแวลวาล์วปรับเฟส สำหรับลำแสงแบบโคฮีเรนต์ (Coherent) ที่มีค่าความแม่นยำเท่ากับหนึ่งในสิบเท่าของความยาวคลื่น ที่ค่าความยาวคลื่นตามที่ออกแบบ หรือเท่ากับ 0.1 ไมโครเมตร โดยใช้ค่าที่น้อยกว่า
4. กล้องโทรทรรศน์สำหรับการโปรเจกชัน (Projection Telescopes) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับใช้กับระบบ “เลเซอร์กำลังงานสูงมาก” (“Super High Power Laser: SHPL”)

6A005

(ต่อ)

g. ‘เครื่องมือตรวจวัดแบบเลเซอร์อะคูสติก’ (‘Laser Acoustic Detection Equipment’) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

1. มีกำลังงานเอาต์พุตเลเซอร์แบบคลื่นต่อเนื่อง (Continuous Wave: CW) มากกว่าหรือเท่ากับ 20 มิลลิวัตต์
2. มีความเสถียรความถี่เลเซอร์ดีกว่า (ต่ำกว่า) หรือเท่ากับ 10 เมกะเฮิร์ตซ์
3. มีความยาวคลื่นเลเซอร์เท่ากับหรือมากกว่า 1,000 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 2,000 นาโนเมตร
4. มีความละเอียดของระบบอปติกดีกว่า (ต่ำกว่า) 1 นาโนเมตร และ
5. มีสัดส่วนสัญญาณออปติกต่อสัญญาณรบกวนมากกว่าหรือเท่ากับ 10^3

หมายเหตุทางเทคนิค

‘เครื่องมือตรวจวัดแบบเลเซอร์อะคูสติก’ (‘Laser Acoustic Detection Equipment’) บางครั้งเรียกว่าเลเซอร์ไมโครโฟน (Laser Microphone) หรือ ไมโครโฟนตรวจวัดการไหลของอนุภาค (Particle Flow Detection Microphone)

6A006

“แมกนีโตมิเตอร์” (“Magnetometers”) “มาตรวัดเกรเดียนต์แม่เหล็ก” (“Magnetic Gradiometers”) “มาตรวัดเกรเดียนต์แม่เหล็กแบบอินทรินสิค” (“Intrinsic Magnetic Gradiometers”) ตัวเซนเซอร์สนามไฟฟ้าได้นำ “ระบบชดเชย” (“Compensation Systems”) และส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์และระบบดังกล่าวดังต่อไปนี้

หมายเหตุ 6A006 ไม่ควบคุมเครื่องมือที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการประมงหรือใช้ในการวัดแม่เหล็กชีวภาพ (Biomagnetic Measurements) สำหรับการวินิจฉัยทางการแพทย์

a. “แมกนีโตมิเตอร์” (“Magnetometers”) และระบบย่อย ดังต่อไปนี้

1. “แมกนีโตมิเตอร์” (“Magnetometers”) ที่ใช้ “เทคโนโลยี” (“Technology”) “นำไฟฟ้ายิ่งยวด” (“Superconductive”) (SQUID) และที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. ระบบ SQUID ที่ออกแบบสำหรับใช้งานเฉพาะที่สถานี ที่ไม่มีระบบย่อยที่ออกแบบเป็นพิเศษ ซึ่งออกแบบเพื่อลดทอนสัญญาณรบกวนจากการเคลื่อนที่ และที่มี ‘ความไว’ (‘Sensitivity’) ต่ำกว่า (ดีกว่า) หรือเท่ากับ 50 เฟมโตเทสลา ค่ารากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย ต่อรากที่สองของเฮิร์ตซ์ ที่ความถี่เท่ากับ 1 เฮิร์ตซ์ หรือ
 - b. ระบบ SQUID ที่มีแมกนีโตมิเตอร์แบบเคลื่อนที่ซึ่งมี ‘ความไว’ (‘Sensitivity’) ต่ำกว่า (ดีกว่า) 20 พิโคเทสลา ค่ารากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย ต่อรากที่สองของเฮิร์ตซ์ ที่ความถี่เท่ากับ 1 เฮิร์ตซ์ และออกแบบเป็นพิเศษเพื่อลดทอนสัญญาณรบกวนจากการเคลื่อนที่
 2. “แมกนีโตมิเตอร์” (“Magnetometers”) ที่ใช้ “เทคโนโลยี” (“Technology”) ออปติคัลปั๊ม (Optically Pumped) หรือนิวเคลียร์พรีเซสชัน (Nuclear Precession) โปรตอน/โอเวอร์ฮาเซอร์ (Proton/Overhauser) ที่มี ‘ความไว’ (‘Sensitivity’) ต่ำกว่า (ดีกว่า) 20 พิโคเทสลา ต่อรากที่สองของเฮิร์ตซ์ ที่ความถี่เท่ากับ 1 เฮิร์ตซ์
 3. “แมกนีโตมิเตอร์” (“Magnetometers”) ที่ใช้ “เทคโนโลยี” (“Technology”) ฟลักซ์เกต (Fluxgate) ที่มี ‘ความไว’ (‘Sensitivity’) ต่ำกว่า (ดีกว่า) หรือเท่ากับ 10 พิโคเทสลา ค่ารากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย ต่อรากที่สองของเฮิร์ตซ์ ที่ความถี่เท่ากับ 1 เฮิร์ตซ์
 4. “แมกนีโตมิเตอร์” (“Magnetometers”) แบบขดลวดเหนี่ยวนำที่มี ‘ความไว’ (‘Sensitivity’) ต่ำกว่า (ดีกว่า) ค่าใดค่าหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. 0.05 นาโนเทสลา ค่ารากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย ต่อรากที่สองของเฮิร์ตซ์ ที่ความถี่น้อยกว่า 1 เฮิร์ตซ์
 - b. 1×10^{-3} นาโนเทสลา ค่ารากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย ต่อรากที่สองของเฮิร์ตซ์ ที่ความถี่ 1 เฮิร์ตซ์ หรือมากกว่า แต่ไม่เกิน 10 เฮิร์ตซ์ หรือ
 - c. 1×10^{-4} นาโนเทสลา ค่ารากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย ต่อรากที่สองของเฮิร์ตซ์ ที่ความถี่สูงกว่า 10 เฮิร์ตซ์
 5. “แมกนีโตมิเตอร์” (“Magnetometers”) ที่ใช้เส้นใยนำแสงที่มี ‘ความไว’ (‘Sensitivity’) ต่ำกว่า (ดีกว่า) 1 นาโนเทสลา ค่ารากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย ต่อรากที่สองของเฮิร์ตซ์
- b. ตัวเซนเซอร์สนามไฟฟ้าได้นำที่มี ‘ความไว’ (‘Sensitivity’) ต่ำกว่า (ดีกว่า) 8 นาโนโวลต์ต่อเมตรต่อรากที่สองของเฮิร์ตซ์ เมื่อทำการวัดที่ 1 เฮิร์ตซ์

6A006

(ต่อ)

c. “มาตรวัดเกรเดียนต์แม่เหล็ก” (“Magnetic Gradiometers”) ดังต่อไปนี้

1. “มาตรวัดเกรเดียนต์แม่เหล็ก” (“Magnetic Gradiometers”) ที่ใช้ “แมกนีโตมิเตอร์” (“Magnetometers”) หลายตัวตามที่ระบุใน 6A006.a.
2. “มาตรวัดเกรเดียนต์แม่เหล็กแบบอินทรินสิค” (“Intrinsic Magnetic Gradiometers”) แบบใช้เส้นใยนำแสง ที่มี ‘ความไว’ (‘Sensitivity’) ของสนามเกรเดียนต์แม่เหล็ก (Magnetic Gradient Field) ต่ำกว่า (ดีกว่า) 0.3 นาโนเทสลาต่อเมตร ค่าราคาที่สองของกำลังสองเฉลี่ย ต่อราคาที่สองของเฮิร์ตซ์
3. “มาตรวัดเกรเดียนต์แม่เหล็กแบบอินทรินสิค” (“Intrinsic Magnetic Gradiometers”) ที่ใช้ “เทคโนโลยี” (“Technology”) ที่นอกเหนือจาก “เทคโนโลยี” (“Technology”) เส้นใยแก้วนำแสง ที่มี ‘ความไว’ (‘Sensitivity’) ของสนามเกรเดียนต์แม่เหล็กต่ำกว่า (ดีกว่า) 0.015 นาโนเทสลา ค่าราคาที่สองของกำลังสองเฉลี่ย ต่อเมตร ต่อราคาที่สองของเฮิร์ตซ์

d. “ระบบชดเชย” (“Compensation Systems”) สำหรับตัวเซนเซอร์สนามแม่เหล็กหรือสนามไฟฟ้าได้นำน้ำที่มีผลให้การทำงานดีกว่าหรือเท่ากับค่าพารามิเตอร์ที่ควบคุมตาม 6A006.a., 6A006.b. หรือ 6A006.c.

e. อุปกรณ์รับสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าได้นำน้ำที่ใช้เซนเซอร์สนามแม่เหล็กที่ระบุใน 6A006.a. หรือเซนเซอร์สนามไฟฟ้าได้นำน้ำที่ระบุใน 6A006.b.

หมายเหตุทางเทคนิค

เพื่อวัตถุประสงค์ของ 6A006 ‘ความไว’ (‘Sensitivity’) (ระดับสัญญาณรบกวน) คือ ค่าราคาที่สองของกำลังสองเฉลี่ยของค่าสัญญาณรบกวนจากสิ่งแวดล้อมที่จำกัดโดยอุปกรณ์ ซึ่งเป็นสัญญาณต่ำสุดที่สามารถวัดได้

6A007

เครื่องวัดค่าความโน้มถ่วง (Gravity Meters [Gravimeters]) และมาตรวัดเกรเดียนต์แรงโน้มถ่วง (Gravity Gradiometers) ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ โปรดดู 6A107 ประกอบ

a. เครื่องวัดค่าความโน้มถ่วง (Gravity Meters) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงสำหรับใช้ที่ภาคพื้นดินและมีค่าความแม่นยำสถิตย์ (Static Accuracy) น้อยกว่า (ดีกว่า) 10 ไมโครกาลิเลโอ (μgal)

หมายเหตุ 6A007.a. ไม่ควบคุมเครื่องวัดค่าความโน้มถ่วงภาคพื้นดินประเภทใช้ส่วนประกอบจากควอตซ์ (วอร์เดน [Worden])

b. เครื่องวัดค่าความโน้มถ่วง (Gravity Meters) ที่ออกแบบสำหรับใช้บนยานเคลื่อนที่ และมีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

1. ค่าความแม่นยำสถิตย์ (Static Accuracy) น้อยกว่า (ดีกว่า) 0.7 มิลลิกาลิเลโอ (mgal) และ
2. มีค่าความแม่นยำในขณะทำงาน (เคลื่อนที่) น้อยกว่า (ดีกว่า) 0.7 มิลลิกาลิเลโอ (mgal) โดยมีค่าบันทึกเวลาเข้าสู่ภาวะสมดุล (Time-to-steady-state Registration) น้อยกว่า 2 นาที ภายใต้ข้อประกอบของการชดเชยแก้ไขค่าและอิทธิพลจากการเคลื่อนไหว

c. มาตรวัดเกรเดียนต์แรงโน้มถ่วง (Gravity Gradiometers)

6A008

ระบบ อุปกรณ์ และอุปกรณ์ประกอบเรดาร์ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ระบุด้านล่าง และส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับระบบและอุปกรณ์ดังกล่าว

หมายเหตุ โปรดดู 6A108 ประกอบหมายเหตุ 6A008 ไม่ควบคุม

- เรดาร์ลาดตระเวนทุติยภูมิ (Secondary Surveillance Radar: SSR)
- เรดาร์รถยนต์ที่ออกแบบสำหรับป้องกันการชนกัน
- จอแสดงผลหรือจอภาพที่ใช้สำหรับการควบคุมการจราจรทางอากาศ (Air Traffic Control: ATC)
- เรดาร์ทางอุตุนิยมวิทยา (ตรวจอากาศ)
- อุปกรณ์เรดาร์ช่วยการลงจอดอย่างแม่นยำ (Precision Approach Radar: PAR) ที่เป็นไปตามมาตรฐานองค์การการบินพลเรือนนานาชาติ (International Civil Aviation Organisation: ICAO) และใช้เสาหลักตั้งเชิงเส้น (1 มิติ) ที่สามารถบังคับทิศทางได้โดยอิเล็กทรอนิกส์ หรือที่ใช้สายอากาศแพสซีฟที่ปรับตำแหน่งแบบเชิงกล (Mechanically Positioned Passive Antennae)

6A008 (ต่อ)

- a. ทำงานที่ความถี่จาก 40 กิกะเฮิรตซ์ ถึง 230 กิกะเฮิรตซ์ และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. มีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยมากกว่า 100 มิลลิวัตต์ หรือ
 2. มีความแม่นยำในการกำหนดจุดที่พิสัย 1 เมตร หรือต่ำกว่า (ดีกว่า) และมุมแอสซิมาท์ (Azimuth) ที่ 0.2 องศา หรือต่ำกว่า (ดีกว่า)
- b. มีแบนด์วิดท์ปรับได้สูงกว่าร้อยละ ± 6.25 ของ ‘ค่าความถี่กลางที่ทำงาน’ (‘Centre Operating Frequency’)

หมายเหตุทางเทคนิค

‘ค่าความถี่กลางที่ทำงาน’ (‘Centre Operating Frequency’) มีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของผลรวมค่าความถี่ในการทำงานสูงสุดบวกกับค่าความถี่ต่ำสุด

- c. สามารถทำงานพร้อมกันที่คลื่นความถี่พาหะได้มากกว่าสองความถี่
- d. สามารถทำงานในโหมดเรดาร์แบบช่องเปิดสังเคราะห์ (Synthetic Aperture Radar: SAR) ช่องเปิดสังเคราะห์แบบผกผัน (Inverse Synthetic Aperture Radar: ISAR) หรือเรดาร์แบบมองข้างบนอากาศ (Sidelooking Airborne Radar: SLAR)
- e. ประกอบด้วยสายอากาศแถวลำดับที่มีการกวาดแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronically Steerable Array Antennae)
- f. สามารถหาความสูงของเป้าหมายที่ไม่ให้ความร่วมมือได้ (Non-cooperative Targets)
- g. ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับใช้งานบนอากาศยาน (ติดบนบอลูนหรือบนแอร์เฟรม [Airframe]) และมี “การประมวลผลสัญญาณ” แบบดอปเปลอร์ (Doppler “Signal Processing”) สำหรับการตรวจจับเป้าหมายที่เคลื่อนที่
- h. ใช้วิธีการประมวลผลสัญญาณเรดาร์ โดยใช้วิธีการอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. เทคนิค “เรดาร์แบบแผ่สเปกตรัม” (“Radar Spread Spectrum”) หรือ
 2. เทคนิค “เรดาร์แบบพรีควีนซีอะจิลิตี” (“Radar Frequency Agility”)
- i. มี “พิสัยทำการของเครื่องมือ” (“Instrumented Range”) สูงที่สุดสูงกว่า 185 กิโลเมตร เมื่อทำงานจากภาคพื้นดิน

หมายเหตุ 6A008.i. ไม่ควบคุม

- a. เรดาร์สำหรับตรวจหาฝูงปลา
- b. อุปกรณ์เรดาร์ภาคพื้นดินที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับควบคุมเส้นทางการจราจรทางอากาศ โดยต้องเป็นไปตามเงื่อนไขทั้งหมดดังต่อไปนี้
 1. มี “พิสัยทำการของเครื่องมือ” (“Instrumented Range”) สูงที่สุดเท่ากับ 500 กิโลเมตร หรือน้อยกว่า
 2. ตั้งค่าเพื่อให้ข้อมูลเป้าของเรดาร์สามารถถูกส่งได้เพียงทางเดียวจากสถานีเรดาร์ไปยังศูนย์ควบคุมการจราจรทางอากาศของพลเรือนหนึ่งแห่งหรือมากกว่า
 3. ไม่สามารถควบคุมอัตราการกวาดหาของเรดาร์ในระยะไกลจากศูนย์ควบคุมการจราจรทางอากาศ และ
 4. สำหรับติดตั้งอย่างถาวร
- c. เรดาร์ติดตามบอลูนตรวจอากาศ

6A008

(ต่อ)

- j. เป็นอุปกรณ์เรดาร์ที่ใช้ “เลเซอร์” (“Laser”) หรืออุปกรณ์วัดระยะและตรวจจับด้วยแสง (Light Detection and Ranging: LIDAR) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. “สามารถใช้ได้ในอวกาศ” (“Space-qualified”)
2. ใช้เทคนิคการตรวจหาแบบโคฮีเรนต์เฮเทอโรไดน์ (Coherent Heterodyne) หรือโฮโมไดน์ (Homodyne) และมีค่าความละเอียดเชิงมุมน้อยกว่า (ดีกว่า) 20 ไมโครเรเดียน หรือ
3. ออกแบบเพื่อสำรวจชั้นความลึกของพื้นทะเลชายฝั่งจากอากาศสำหรับองค์การอุทกศาสตร์นานาชาติ (International Hydrographic Organization: IHO) Order 1a Standard (ฉบับที่ 5 เดือนกุมภาพันธ์ 2008) สำหรับการสำรวจอุทกศาสตร์ (Hydrographic Surveys) หรือดีกว่า และใช้เลเซอร์หนึ่งเครื่องหรือมากกว่านั้นที่มีความยาวคลื่นมากกว่า 400 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 600 นาโนเมตร

หมายเหตุ 1 อุปกรณ์วัดระยะและตรวจจับด้วยแสง (Light Detection and Ranging: LIDAR) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการสำรวจอุทกศาสตร์เฉพาะใน 6A008.j.3.

หมายเหตุ 2 6A008.j. ไม่ควบคุมอุปกรณ์ LIDAR ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการสังเกตการณ์ทางอุตุนิยมวิทยา

หมายเหตุ 3 ค่าพารามิเตอร์ของ IHO Order 1a Standard ฉบับที่ 5 เดือนกุมภาพันธ์ 2008 สรุปได้ดังต่อไปนี้

- ความแม่นยำแนวนอน (ระดับความมั่นใจ [Confidence Level] 95%) = 5 เมตร + ร้อยละ 5 ของความลึก

- ความแม่นยำความลึกสำหรับความลึกที่ลดลง (ระดับ Confidence Level 95%) = $\pm \sqrt{(a^2 + (b * d)^2)}$ เมื่อ

$a = 0.5$ เมตร = ค่าความผิดพลาดความลึกคงที่ คือ ผลรวมของค่าความผิดพลาดความลึกคงที่ทั้งหมด

$b = 0.013$ = แฟคเตอร์ค่าความผิดพลาดที่ขึ้นอยู่กับความลึก (Depth Dependent Error)

$b * d$ = ค่าความผิดพลาดที่ขึ้นอยู่กับความลึก คือ ผลรวมค่าความผิดพลาดที่ขึ้นอยู่กับความลึกทั้งหมด

d = ความลึก

- การตรวจหาลักษณะ (Feature Detection) = ลักษณะทรงลูกบาศก์ > 2 เมตร ในความลึกจนถึง 40 เมตร ร้อยละ 10 ของความลึกเกิน 40 เมตร

- k. มีระบบย่อยสำหรับ “การประมวลผลสัญญาณ” (“Signal Processing”) ที่ใช้วิธี “การบีบอัดสัญญาณพัลส์” (“Pulse Compression”) และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. มีอัตราส่วนของ “การบีบอัดสัญญาณพัลส์” (“Pulse Compression”) สูงกว่า 150 หรือ
2. มีความกว้างของพัลส์น้อยกว่า 200 นาโนวินาที หรือ

- l. มีระบบย่อยสำหรับประมวลผลข้อมูลและมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. มี “การติดตามเป้าหมายแบบอัตโนมัติ” (“Automatic Target Tracking”) ที่แสดงตำแหน่งเป้าหมายที่คาดการณ์ได้ อยู่พ้นจากระยะเวลาของสัญญาณเรดาร์ผ่านรอบถัดไป ในทุกรอบการหมุนของเสาอากาศ หรือ

หมายเหตุ 6A008.l.1. ไม่ควบคุมสมรรถนะในการแจ้งเตือนภัย ในระบบควบคุมการจราจรทางอากาศ หรือเรดาร์เดินเรือ หรือเรดาร์ของท่าเรือ

2. ไม่ใช่
3. ไม่ใช่

4. ตั้งค่าให้ทำการซูเปอร์โพสิชัน (Superposition) และโครเรเลชัน (Correlation) หรือฟิวชัน (Fusion) ข้อมูลเป้าหมายภายใน 6 วินาที จากเซนเซอร์เรดาร์ที่ “กระจายตัวทางภูมิศาสตร์” (“Geographically Dispersed”) สองจุดหรือมากกว่า เพื่อขยายสัญญาณและแยกแยะเป้าหมายได้ดีกว่าเซนเซอร์เดี่ยวที่ระบุใน 6A008.f. หรือ 6A008.i.

หมายเหตุ 6A008.l.4. ไม่ควบคุมระบบ อุปกรณ์และอุปกรณ์ประกอบที่ใช้สำหรับควบคุมการจราจรทางทะเล

- 6A102 ‘ตัวตรวจหา’ (‘Detectors’) ที่มีส่วนป้องกันรังสี นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 6A002 ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับป้องกันผลกระทบทางด้านนิวเคลียร์ (เช่น คลื่นพัลส์แม่เหล็กไฟฟ้า [Electromagnetic Pulse: EMP] รังสีเอกซ์ ผลกระทบผสมกันของแรงระเบิดและคลื่นความร้อน) และที่สามารถใช้สำหรับ “ขีปนาวุธ” (‘Missiles’) ที่ออกแบบหรือมีพิกัดทำงานเพื่อให้ทนทานต่อระดับรังสี ซึ่งเท่ากับหรือมากกว่าปริมาณรังสีทั้งหมดที่ 5×10^5 เรเดียน (ซิลิคอน)

หมายเหตุทางเทคนิค

ใน 6A102 ‘ตัวตรวจหา’ (‘Detector’) หมายถึง อุปกรณ์เชิงกล เชิงไฟฟ้า ออปติคัล หรือเคมี ซึ่งสามารถบ่งชี้และบันทึก หรือลงทะเบียนได้ด้วยตัวเอง ถึงสิ่งกระตุ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในรูปของแรงดันหรืออุณหภูมิ สัญญาณไฟฟ้าหรือสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้า หรือรังสีจากวัสดุแก๊สมันตรังสี ซึ่งรวมถึงอุปกรณ์ซึ่งวัดการทำงานหรือเสียหายเพียงครั้งเดียว

- 6A107 เครื่องวัดค่าความโน้มถ่วง (Gravity Meters [Gravimeters]) และส่วนประกอบสำหรับเครื่องวัดค่าความโน้มถ่วงและมาตรวัดเกรเดียนต์แรงโน้มถ่วง (Gravity Gradiometers) ดังต่อไปนี้
- a. เครื่องวัดค่าความโน้มถ่วง (Gravity Meters) นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 6A007.b. ที่ออกแบบหรือดัดแปลงสำหรับใช้กับอากาศยานหรือใช้ในเรือ และมีค่าความแม่นยำในการทำงานหรือในเชิงสถิติ เท่ากับ 7×10^{-6} เมตรต่อวินาทีกำลังสอง (0.7 มิลลิกรัมต่อวินาที) หรือน้อยกว่า (ดีกว่า) และมีค่าบันทึกเวลาเข้าสู่ภาวะสมดุล (Time-to-steady-state Registration) เท่ากับ 2 นาที หรือน้อยกว่า
 - b. ส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับเครื่องวัดค่าความโน้มถ่วง (Gravity Meters) ตามที่ระบุใน 6A007.b หรือ 6A107.a. และ มาตรวัดเกรเดียนต์แรงโน้มถ่วง (Gravity Gradiometers) ตามที่ระบุใน 6A007.c.

- 6A108 ระบบเรดาร์ และระบบติดตามเป้าหมาย นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 6A008 ดังต่อไปนี้

- a. ระบบเรดาร์และ เรดาร์แบบเลเซอร์ที่ออกแบบหรือดัดแปลงสำหรับใช้ในยานนำส่งสู่อวกาศ ตามที่ระบุใน 9A004 หรือจรวดเพื่อการวิจัยและทดลอง ตามที่ระบุใน 9A104

หมายเหตุ 6A108.a. รวมถึงอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้

- a. อุปกรณ์ทำแผนที่เส้นชั้นของลักษณะภูมิประเทศ (Terrain Contour Mapping Equipment)
 - b. อุปกรณ์เซนเซอร์รับภาพ (Imaging Sensor Equipment)
 - c. อุปกรณ์ทำแผนที่สามมิติและสหสัมพันธ์ (Scene Mapping and Correlation Equipment) (ทั้งแบบดิจิทัลและแอนะล็อก)
 - d. อุปกรณ์เรดาร์นำร่องแบบดอปเปลอร์ (Doppler Navigation Radar Equipment)
- b. ระบบติดตามเป้าหมายที่มีความละเอียดสูง (Precision Tracking Systems) ที่สามารถใช้สำหรับ ‘ขีปนาวุธ’ (‘Missiles’) ดังต่อไปนี้
 1. ระบบติดตามเป้าหมาย (Tracking Systems) ซึ่งใช้เครื่องแปลรหัสประกอบกับใช้จุดอ้างอิงภาคพื้นดินหรือจุดอ้างอิงทางอากาศ หรือร่วมกับระบบดาวเทียมนำร่อง เพื่อให้วัดค่าของตำแหน่งการบินและค่าความสูงได้ทันที
 2. เรดาร์วัดระยะ (Range Instrumentation Radars) รวมทั้งอุปกรณ์ติดตามชนิดใช้แสงหรืออินฟราเรดที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความสามารถทั้งหมด ดังต่อไปนี้
 - a. มีความละเอียดเชิงมุมดีกว่า 1.5 มิลลิเรเดียน
 - b. มีพิสัยทำการที่ 30 กิโลเมตร หรือมากกว่า โดยมีความละเอียดของระยะวัดดีกว่า 10 เมตร ค่ารากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย
 - c. มีความละเอียดในการวัดค่าความเร่งดีกว่า 3 เมตรต่อวินาที

หมายเหตุทางเทคนิค

ใน 6A108.b. ‘ขีปนาวุธ’ (‘Missile’) หมายถึง ระบบจรวดที่สมบูรณ์หรือระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle Systems) ที่มีพิสัยทำการไกลกว่า 300 กิโลเมตร

- 6A202 หลอดขยายแสง ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้
- โฟโตแคโทด (Photocathode) มีพื้นที่มากกว่า 20 ตารางเซนติเมตร และ
 - มี 'ค่าเวลาขึ้น' ('Rise Time') ของพัลส์ที่แอโนด (Anode Pulse) น้อยกว่า 1 นาโนวินาที
- 6A203 กล้องถ่ายภาพและส่วนประกอบ นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 6A003 ดังต่อไปนี้
- กล้องถ่ายภาพมีกระจกหมุนเชิงกล (Mechanical Rotating Mirror Cameras) ตามที่ระบุด้านล่าง และส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับกล้องถ่ายภาพดังกล่าว
 - กล้องถ่ายภาพชนิดเฟรม (Framing Cameras) ที่มีอัตราการบันทึกภาพมากกว่า 225,000 เฟรมต่อวินาที
 - กล้องถ่ายภาพชนิดสตรีค (Streak Cameras) ที่มีอัตราการเขียนเร็วกว่า 0.5 มิลลิเมตรต่อไมโครวินาที

หมายเหตุ ใน 6A203.c. ส่วนประกอบของกล้องถ่ายภาพดังกล่าว รวมถึงส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำงานเข้าจังหวะกับกล้อง และอุปกรณ์ประกอบโรเตอร์ที่ประกอบด้วยใบพัด กระจกสะท้อนและแบริง (Bearings)
 - กล้องถ่ายภาพอิเล็กทรอนิกส์ชนิดสตรีค (Electronic Streak Cameras) กล้องถ่ายภาพอิเล็กทรอนิกส์ชนิดเฟรม (Electronic Framing Cameras) หลอดภาพและอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้
 - กล้องถ่ายภาพอิเล็กทรอนิกส์ชนิดสตรีค (Electronic Streak Cameras) ที่มีค่าความละเอียดของเวลา (Time Resolution) เท่ากับ 50 นาโนวินาทีหรือน้อยกว่า
 - หลอดสตรีค (Streak Tubes) สำหรับกล้องถ่ายภาพตามที่ระบุใน 6A203.b.1.
 - กล้องถ่ายภาพอิเล็กทรอนิกส์ (หรือชุดเตอร์อิเล็กทรอนิกส์) ชนิดเฟรม (Electronic [or Electronically Shuttered] Framing Cameras) ที่มีเวลารับภาพของเฟรม เท่ากับ 50 นาโนวินาที หรือน้อยกว่า
 - หลอดเฟรม (Framing Tubes) และอุปกรณ์โซลิดสเตตรับภาพ (Solid-state Imaging Devices) สำหรับใช้กับกล้องถ่ายภาพตามที่ระบุใน 6A203.b.3. ดังต่อไปนี้
 - หลอดขยายภาพปรับโฟกัสระยะใกล้ที่มีโฟโตแคโทด (Photocathode) เคลือบอยู่บนตัวนำโปร่งแสง เพื่อลดความต้านทานของแผ่นโฟโตแคโทด
 - หลอดวีดิคอนแบบเกตซิลิคอนอินเทนซิฟายเออร์ทาร์เก็ต (Gate Silicon Intensifier Target [SIT] Videcon Tubes) โดยมีระบบที่ทำงานเร็ว ทำให้เกิดเกต (Gating) ของโฟโตอิเล็กตรอน (Photoelectrons) จากโฟโตแคโทด (Photocathode) ก่อนที่จะส่งสัญญาณลงบนแผ่นเกตซิลิคอนอินเทนซิฟายเออร์ทาร์เก็ต (Gate Silicon Intensifier Target [SIT] Plate)
 - ใช้ชุดเตอร์อิเล็กทรอนิกส์-ออปติกเซลล์แบบเคียร์ หรือพ็อคเคิล (Kerr or Pockels Cell Electro-optical Shuttering)
 - หลอดเฟรม (Framing Tubes) อื่นๆ และอุปกรณ์โซลิดสเตตรับภาพ (Solid-state Imaging Devices) ที่มีเวลาของเกตแบบภาพเร็ว (Fast-image Gating Time) น้อยกว่า 50 นาโนวินาที ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับกล้องถ่ายภาพตามที่ระบุใน 6A203.b.3.
 - กล้องโทรทัศน์ป้องกันรังสีหรือเลนส์ของกล้องดังกล่าว ที่ออกแบบเป็นพิเศษหรือมีค่าพิสัยการป้องกันรังสี เพื่อให้ทนทานต่อปริมาณรังสีทั้งหมดมากกว่า 50×10^3 เกรย์ (ซิลิคอน) (5×10^6 เกรย์ [ซิลิคอน]) โดยไม่ทำให้ความสามารถในการปฏิบัติงานลดลง
- หมายเหตุทางเทคนิค
- คำว่า Gy (เกรย์) (ซิลิคอน) หมายถึง ปริมาณพลังงานมีหน่วยเป็นจูลต่อกิโลกรัม (Joules/kg) ที่ถูกดูดซับโดยตัวอย่างซิลิคอนที่ไม่มีฉากกันรังสีเมื่อสัมผัสรังสีไอออไนซ์ (Ionising Radiation)

6A205 “เลเซอร์” (“Lasers”) อุปกรณ์ขยาย “เลเซอร์” (“Laser” Amplifiers) และเครื่องออสซิลเลเตอร์ (Oscillators) นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน OB001.g.5., OB001.h.6. และ 6A005 ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ สำหรับเลเซอร์ไอทองแดง โปรดดู 6A005.b. ประกอบ

- a. “เลเซอร์” แบบไอออนของแก๊สอาร์กอน (Argon Ion “Lasers”) ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้
 1. ทำงานที่ความยาวคลื่นระหว่าง 400 นาโนเมตร และ 515 นาโนเมตร และ
 2. มีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยมากกว่า 40 วัตต์
- b. อุปกรณ์ขยายเลเซอร์และออสซิลเลเตอร์ (Oscillators) แบบย้อมสี ชนิดโหมดเดียวแบบปรับค่าพัลส์ได้ ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 1. ทำงานที่ความยาวคลื่นระหว่าง 300 นาโนเมตร และ 800 นาโนเมตร
 2. มีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยมากกว่า 1 วัตต์
 3. มีอัตราการเกิดพัลส์ซ้ำมากกว่า 1 กิโลเฮิร์ตซ์ และ
 4. มีความกว้างพัลส์น้อยกว่า 100 นาโนวินาที
- c. อุปกรณ์ขยายเลเซอร์และออสซิลเลเตอร์ (Oscillators) แบบย้อมสี ชนิดปรับค่าพัลส์ได้ ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 1. ทำงานที่ความยาวคลื่นระหว่าง 300 นาโนเมตร และ 800 นาโนเมตร
 2. มีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยมากกว่า 30 วัตต์
 3. มีอัตราการเกิดพัลส์ซ้ำมากกว่า 1 กิโลเฮิร์ตซ์ และ
 4. มีความกว้างพัลส์น้อยกว่า 100 นาโนวินาที

หมายเหตุ 6A205.c. ไม่ควบคุมออสซิลเลเตอร์แบบโหมดเดียว (Single Mode Oscillators)

- d. “เลเซอร์” แบบพัลส์จากคาร์บอนไดออกไซด์ (Pulsed Carbon Dioxide “Lasers”) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 1. ทำงานที่ความยาวคลื่นระหว่าง 9,000 นาโนเมตร และ 11,000 นาโนเมตร
 2. มีอัตราการเกิดพัลส์ซ้ำมากกว่า 250 เฮิร์ตซ์
 3. มีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยมากกว่า 500 วัตต์ และ
 4. มีความกว้างพัลส์น้อยกว่า 200 นาโนวินาที
- e. เครื่องเลื่อนรามานแบบพาราไฮโดรเจน (Para-hydrogen Raman Shifters) ที่ออกแบบเพื่อทำงานที่ค่าความยาวคลื่นเอาต์พุตเท่ากับ 16 ไมโครเมตร และมีอัตราการเกิดพัลส์ซ้ำมากกว่า 250 เฮิร์ตซ์
- f. “เลเซอร์” ที่เจือไนโอดิเมียม (Neodymium-doped “Lasers”) (นอกเหนือจากแก้ว) ที่มีความยาวคลื่นเอาต์พุตระหว่าง 1,000 และ 1,100 นาโนเมตร และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. เป็นเลเซอร์แบบกระตุ้นด้วยพัลส์ (Pulse-excited) และ คิวสวิตช์ (Q-switched) ที่มีระยะเวลาพัลส์เท่ากับหรือนานกว่า 1 นาโนวินาที และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. มีค่าเอาต์พุตแบบทรานส์เวิร์สเดียว (Single Transverse) ที่มีกำลังเฉลี่ยมากกว่า 40 วัตต์ หรือ
 - b. มีค่าเอาต์พุตแบบหลายทรานส์เวิร์ส (Multiple Transverse) ที่มีกำลังเฉลี่ยมากกว่า 50 วัตต์ หรือ
 2. มีการทวีคูณความถี่เพื่อให้เกิดเอาต์พุตที่มีความยาวคลื่นระหว่าง 500 และ 550 นาโนเมตร และมีค่ากำลังงานเอาต์พุตเฉลี่ยมากกว่า 40 วัตต์

6A225 อินเตอร์เฟอโรมิเตอร์วัดความเร็ว (Velocity Interferometers) สำหรับการวัดค่าความเร็วที่มากกว่า 1 กิโลเมตรต่อวินาที ภายในช่วงเวลานี้น้อยกว่า 10 ไมโครวินาที

หมายเหตุ 6A225 รวมถึงอินเตอร์เฟอโรมิเตอร์วัดความเร็ว (Velocity Interferometers) จำพวกระบบอินเตอร์เฟอโรมิเตอร์วัดความเร็วสำหรับตัวสะท้อนใดๆ (Velocity Interferometer Systems for any Reflector: VISARs) และอินเตอร์เฟอโรมิเตอร์เลเซอร์แบบดอปเปลอร์ (Doppler Laser Interferometers: DLIs)

6A226 เซนเซอร์วัดแรงดัน ดังต่อไปนี้

- a. ตัววัดแมงกานีน (Manganin Gauges) สำหรับวัดแรงดันมากกว่า 10 กิโลปาสกาล
- b. ตัวแปรสัญญาณแรงดันแบบควอตซ์สำหรับแรงดันมากกว่า 10 กิโลปาสกาล

6B	อุปกรณ์ทดสอบ ตรวจสอบ และผลิต
6B004	อุปกรณ์ออปติคัล ดังต่อไปนี้ a. อุปกรณ์สำหรับการวัดค่าสะท้อนแสงสัมบูรณ์ (Absolute Reflectance) จนถึงระดับค่าความแม่นยำเท่ากับร้อยละ ± 0.1 ของค่าสะท้อนแสง (Reflectance Value) b. อุปกรณ์นอกเหนือจากอุปกรณ์วัดการสะท้อนกลับของพื้นผิวออปติคัล (Optical Surface Scattering) ที่มีช่องรับแสงที่ไม่มีอะไรบังกว้างกว่า 10 เซนติเมตร ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการวัดแสงแบบไม่สัมผัสของลักษณะพื้นผิวออปติคัลที่ไม่เรียบ (โพรไฟล์ [Profile]) ได้ “ค่าความแม่นยำ” (“Accuracy”) เท่ากับ 2 นาโนเมตร หรือน้อยกว่า (ดีกว่า) เมื่อเทียบกับโพรไฟล์ที่ต้องการ <i>หมายเหตุ 6B004 ไม่ควบคุมกล้องจุลทรรศน์</i>
6B007	อุปกรณ์เพื่อผลิต ปรับค่า และเปรียบเทียบเครื่องวัดค่าความโน้มถ่วง (Gravity Meters) ชนิดทำงานที่พื้นดิน ที่มีค่าความแม่นยำสถิติ ดีกว่า 0.1 มิลลิกาลิเลโอ (mgal)
6B008	ระบบเรดาร์แบบพัลส์สำหรับการวัดภาคตัดขวาง (Cross-section) โดยมีความกว้างของพัลส์ที่ส่งเท่ากับ 100 นาโนวินาที หรือน้อยกว่า และส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับระบบดังกล่าว
	หมายเหตุ โปรดดู 6B108 ประกอบ
6B108	ระบบ นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 6B008 ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับเรดาร์ที่ใช้ในการวัดภาคตัดขวางที่สามารถใช้สำหรับ ‘ขีปนาวุธ’ (‘Missiles’) และระบบย่อย
	<i>หมายเหตุทางเทคนิค</i>
	ใน 6B108 ‘ขีปนาวุธ’ (‘Missiles’) หมายถึง ระบบจรวดที่สมบูรณ์หรือระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle Systems) ที่มีพิสัยทำการไกลกว่า 300 กิโลเมตร

- 6C วัสดุ
- 6C002 วัสดุเซมิคอนดักเตอร์แบบออปติคัล ดังต่อไปนี้
- ธาตุเทลลูเรียม (Tellurium: Te) พื้นฐานที่มีระดับค่าความบริสุทธิ์เท่ากับร้อยละ 99.9995 หรือมากกว่า
 - ผลึกเชิงเดี่ยว (รวมทั้งเวเฟอร์อีพิแทกเซียล [Epitaxial Wafers]) ทำด้วยสารอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - แคดเมียมซิงก์เทลลูไรด์ (Cadmium Zinc Telluride: CdZnTe) ที่มีเนื้อสิ่งกะสี้ น้อยกว่าร้อยละ 6 วัดตาม 'สัดส่วนโมล' ('Mole Fraction')
 - แคดเมียมเทลลูไรด์ (Cadmium Telluride: CdTe) ในทุกระดับค่าความบริสุทธิ์ หรือ
 - เมอร์คิวรีแคดเมียมเทลลูไรด์ (Mercury Cadmium Telluride: HgCdTe) ในทุกระดับค่าความบริสุทธิ์

หมายเหตุทางเทคนิค

'สัดส่วนโมล' ('Mole Fraction') หมายถึง อัตราส่วนของโมลของซิงก์เทลลูไรด์ (Zinc Telluride: ZnTe) หารด้วยผลรวมของโมลของแคดเมียมเทลลูไรด์ (Cadmium Telluride: CdTe) กับโมลของซิงก์เทลลูไรด์ (Zinc Telluride: ZnTe) ที่ปรากฏอยู่ในผลึก
- 6C004 วัสดุออปติคัล ดังต่อไปนี้
- วัสดุ "ซับสเตรตแบลнк" ("Substrate Blanks") ทำจากสารซิงก์เซเลไนด์ (Zinc Selenide: ZnSe) และซิงก์ซัลไฟด์ (Zinc Sulphide: ZnS) ที่ผลิตโดยกระบวนการเคลือบผิวด้วยไอระเหยทางเคมี และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - มีปริมาตรมากกว่า 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร หรือ
 - มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 80 มิลลิเมตร และมีความหนา 20 มิลลิเมตร หรือมากกว่า
 - บูล (Boules) ของวัสดุอิเล็กโตร-ออปติก ดังต่อไปนี้
 - โพแทสเซียมไททานิลอาร์ซีเนต (Potassium Titanyl Arsenate: KTA) (CAS 59400-80-5)
 - ซิลเวอร์แกเลียมเซเลไนด์ (Silver Gallium Selenide: AgGaSe₂) (CAS 12002-67-4) หรือ
 - เทลเลียมอาร์เซนิคเซเลไนด์ (Thallium Arsenic Selenide: Tl₃AsSe₃ หรือที่เรียกว่า TAS) (CAS 16142-89-5)
 - วัสดุออปติคัลแบบไม่เชิงเส้น (Non-linear Optical Materials) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - ค่า susceptibility ลำดับที่สาม (Third Order Susceptibility) ($\chi^{(3)}$) เท่ากับ 10^{-6} ตารางเมตรต่อกิโลกรัมของโวลต์ หรือมากกว่า และ
 - ระยะเวลาตอบสนองน้อยกว่า 1 มิลลิวินาที
 - "ซับสเตรตแบลнк" ("Substrate Blanks") ของวัสดุที่มีสารผสมซิลิคอนคาร์ไบด์ หรือเบอริลเลียมเบอริลเลียม (Be/Be) โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหรือความยาวของแกนหลัก มากกว่า 300 มิลลิเมตร
 - แก้ว รวมทั้งฟิวส์ซิลิกา (Fused Silica) แก้วฟอสเฟต (Phosphate Glass) แก้วฟลูออโรฟอสเฟต (Fluorophosphate Glass) เซอร์โคเนียมฟลูออไรด์ (Zirconium Fluoride: ZrF₄) (CAS 7783-64-4) และฮาฟเนียมฟลูออไรด์ (Hafnium Fluoride: HfF₄) (CAS 13709-52-9) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - ไฮดรอกซิล ไอออน (OH⁻) เข้มข้น น้อยกว่า 5 ส่วนต่อล้านส่วน
 - เจือโลหะโดยมีระดับค่าความบริสุทธิ์น้อยกว่า 1 ส่วนต่อล้านส่วน และ
 - ค่าโฮโมจีเนียตี (High Homogeneity) (ค่าดัชนีของการหักเหแปรปรวน [Refraction Variance]) น้อยกว่า 5×10^{-6}
 - วัสดุคล้ายเพชรที่ผลิตโดยวิธีการสังเคราะห์ที่มีค่าการดูดซับคลื่นน้อยกว่า 10^{-5} ต่อเซนติเมตร สำหรับค่าความยาวคลื่นมากกว่า 200 นาโนเมตร แต่ไม่เกิน 14,000 นาโนเมตร
- 6C005 วัสดุจำพวกผลึกสังเคราะห์ที่ใช้ใน "เลเซอร์" ("Laser") ซึ่งยังไม่เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ดังต่อไปนี้
- แซฟไฟร์ที่เจือสารด้วยไททาเนียม (Titanium Doped Sapphire)
 - อะเล็กซานโดรต์ (Alexandrite)

6D	ซอฟต์แวร์
6D001	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “การผลิต” (“Production”) อนุกรมตามทีระบุใน 6A004, 6A005, 6A008 หรือ 6B008
6D002	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับ “การใช้งาน” (“Use”) อนุกรมตามทีระบุใน 6A002.b., 6A008 หรือ 6B008
6D003	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) อื่นๆ ดังต่อไปนี้ a. “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ดังต่อไปนี้ 1. “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับสร้างรูปลำสัญญาณอะคูสติก (Acoustic Beam) สำหรับ “การประมวลผลแบบเรียลไทม์” (“Real-time Processing”) ของข้อมูลอะคูสติก (Acoustic Data) สำหรับการรับสัญญาณแพสซีฟ (Passive) ที่ใช้แผงไมโครโฟนรับสัญญาณเสียงใต้น้ำชนิดลาก (Towed Hydrophone Arrays) 2. “รหัสต้นฉบับ” (“Source Code”) สำหรับ “การประมวลผลแบบเรียลไทม์” (“Real-time Processing”) ของข้อมูลอะคูสติก (Acoustic Data) สำหรับการรับสัญญาณแพสซีฟ (Passive) ที่ใช้แผงไมโครโฟนรับสัญญาณเสียงใต้น้ำชนิดลาก (Towed Hydrophone Arrays) 3. “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับสร้างรูปลำสัญญาณอะคูสติก (Acoustic Beam) สำหรับ “การประมวลผลแบบเรียลไทม์” (“Real-time Processing”) ของข้อมูลอะคูสติก (Acoustic Data) สำหรับการรับสัญญาณแพสซีฟ (Passive) ที่ใช้ระบบสายเคเบิลแบบพื้นผิวทะเล หรือเบย์ (Bottom or Bay Cable Systems) 4. “รหัสต้นฉบับ” (“Source Code”) สำหรับ “การประมวลผลแบบเรียลไทม์” (“Real-time Processing”) ของข้อมูลอะคูสติก (Acoustic Data) สำหรับการรับสัญญาณแพสซีฟ (Passive) ที่ใช้ระบบสายเคเบิลแบบพื้นผิวทะเลหรือเบย์ (Bottom or Bay Cable Systems) 5. “ซอฟต์แวร์” (“Software”) หรือ “รหัสต้นฉบับ” (“Source Code”) ที่ออกแบบพิเศษเพื่อทำงานทั้งหมดดังต่อไปนี้ a. “การประมวลผลแบบเรียลไทม์” (“Real-time Processing”) ของข้อมูลอะคูสติก (Acoustic Data) จากระบบโซนาร์ (Sonar Systems) ตามทีระบุใน 6A001.a.1.e. และ b. การตรวจพบ จำแนก และชี้ตำแหน่งของนักดำน้ำหรือนักว่ายน้ำโดยอัตโนมัติ b. ไม่ใช่ c. “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเพื่อใช้กับกล้องที่มี “แผงระนาบโฟกัส” (“Focal Plane Arrays”) ทีระบุใน 6A002.a.3.f. และออกแบบหรือดัดแปลงเพื่อขจัดข้อจำกัดเรื่องอัตราเฟรมเพื่อทำให้กล้องสามารถทำงานในอัตราเฟรมสูงกว่าทีระบุใน 6A003.b.4. หมายเหตุ 3.a. d. ไม่ใช่ e. ไม่ใช่ f. “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ดังต่อไปนี้ 1. “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อใช้กับ “ระบบชดเชย” (“Compensation Systems”) สนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าในเซนเซอร์แม่เหล็กที่ออกแบบให้ทำงานบนแพลตฟอร์มเคลื่อนที่ 2. “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อตรวจวัดความผิดปกติของสนามไฟฟ้าบนแพลตฟอร์มเคลื่อนที่ 3. “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อทำ “การประมวลผลแบบเรียลไทม์” (“Real-time Processing”) โดยใช้อุปกรณ์รับสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าใต้น้ำทีระบุใน 6A006.e. 4. “รหัสต้นฉบับ” (“Source Code”) สำหรับ “การประมวลผลแบบเรียลไทม์” (“Real-time Processing”) โดยใช้อุปกรณ์รับสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าใต้น้ำทีระบุใน 6A006.e. g. “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อแก้ไขผลกระทบในการเคลื่อนที่ของเครื่องวัดค่าความโน้มถ่วง (Gravity Meters) หรือมาตรวัดเกรเดียนต์แรงโน้มถ่วง (Gravity Gradiometers)

6D003

(ต่อ)

h. “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ดังต่อไปนี้

1. “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ควบคุมการจราจรทางอากาศ ซึ่งเป็นการประยุกต์ “โปรแกรม” (“Programmes”) ที่ติดตั้งอยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป ซึ่งตั้งอยู่ที่ศูนย์ควบคุมการจราจรทางอากาศและสามารถรับข้อมูลเป้าหมายเรดาร์จากเรดาร์ปฐมภูมิได้มากกว่าสี่จุด
2. “ซอฟต์แวร์” (“Software”) สำหรับการออกแบบหรือ “การผลิต” (“Production”) เรโดม (Radomes) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - a. ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อทำหน้าที่ป้องกัน “สายอากาศแถวลำดับปรับเฟสที่มีการบังคับลำคลื่นแบบอิเล็กทรอนิกส์” (“Electronically Steerable Phased Array Antennae”) ตามที่ระบุใน 6A008.e. และ
 - b. ส่งผลให้มีรูปแบบการแผ่ของสายอากาศ ที่มี ‘ระดับไซด์โลบเฉลี่ย’ (‘Average Side Lobe Level’) มากกว่า 40 เดซิเบล ต่ำกว่าค่าสูงสุดของระดับลำสัญญาณหลัก (Main Beam)

หมายเหตุทางเทคนิค

‘ระดับไซด์โลบเฉลี่ย’ (‘Average Side Lobe Level’) ใน 6D003.h.2.b. ต้องวัดตลอดทั้งแผงสายอากาศทั้งหมด โดยยกเว้นมุมที่อยู่ระหว่างลำสัญญาณหลัก (Main Beam) และไซด์โลบ (Side Lobes) สองลูกแรก ที่อยู่ทั้งสองข้างของลำสัญญาณหลัก

6D102

“ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับ “การใช้งาน” (“Use”) ของสินค้าตามที่ระบุใน 6A108

6D103

“ซอฟต์แวร์” (“Software”) ซึ่งประมวลผลข้อมูลหลังการบินที่เก็บบันทึกไว้ เพื่อให้สามารถกำหนดตำแหน่งยานตลอดเส้นทางการบินที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับ ‘ขีปนาวุธ’ (‘Missiles’)

หมายเหตุทางเทคนิค

ใน 6D103 ‘ขีปนาวุธ’ (‘Missile’) หมายถึง ระบบจรวดที่สมบูรณ์แบบและระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle Systems) ที่มีพิสัยทำการไกลกว่า 300 กิโลเมตร

6E	เทคโนโลยี
6E001	“เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไปสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) อุปกรณ์ วัสดุ หรือ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ตามที่ระบุใน 6A 6B 6C หรือ 6D
6E002	“เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไปสำหรับ “การผลิต” (“Production”) อุปกรณ์หรือวัสดุ ตามที่ระบุใน 6A 6B หรือ 6C
6E003	“เทคโนโลยี” (“Technology”) อื่นๆ ดังต่อไปนี้ “เทคโนโลยี” (“Technology”) ดังต่อไปนี้ “เทคโนโลยี” (“Technology”) การเคลือบและการขัดพื้นผิวออปติคัล “ที่จำเป็น” (“Required”) เพื่อให้ได้ ‘ความหนาออปติคัล’ (“Optical Thickness”) สมมาตรร้อยละ 99.5 หรือดีกว่า สำหรับการเคลือบออปติคัลที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหรือความยาวของแกนหลัก 500 มิลลิเมตรหรือมากกว่า และที่มีความสูญเสียทั้งหมด (ทั้งส่วนที่ถูกดูดซับ [Absorption] และส่วนที่กระจัดกระจาย [Scatter]) น้อยกว่า 5×10^{-3} <i>หมายเหตุ</i> โปรดดู 2E003.f. ประกอบ <i>หมายเหตุทางเทคนิค</i> ‘ความหนาออปติคัล’ (“Optical Thickness”) เป็นผลคูณของดัชนีค่าการหักเหกับค่าความหนาทางกายภาพของผิวเคลือบ “เทคโนโลยี” (“Technology”) ทำเลนส์ออปติกที่ใช้เทคนิคการหมุนเพชรแบบจุดเดียว (Single Point Diamond Turning Techniques) เพื่อผลิตพื้นผิวเรียบที่มีความแม่นยำดีกว่า 10 นาโนเมตร ค่ารากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย บนพื้นผิวแบบไม่ใช่ม้านาฬิกาที่มากกว่า 0.5 ตารางเมตร “เทคโนโลยี” (“Technology”) “ที่จำเป็น” (“Required”) สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) “การผลิต” (“Production”) หรือ “การใช้งาน” (“Use”) อุปกรณ์สำหรับวินิจัยที่ได้รับการออกแบบเป็นพิเศษ หรือเป้าหมายในโรงทดสอบ สำหรับการทดสอบแบบ “เลเซอร์กำลังงานสูงมาก” (“Super High Power Laser: SHPL”) หรือการทดสอบหรือการประเมินผลวัสดุที่ถูกฉายรังสีโดยลำแสง “เลเซอร์กำลังงานสูงมาก” (“Super High Power Laser: SHPL”)
6E101	“เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไปสำหรับ “การใช้งาน” (“Use”) อุปกรณ์ หรือ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ตามที่ระบุใน 6A002, 6A007.b. และ c., 6A008, 6A102, 6A107, 6A108, 6B108, 6D102 หรือ 6D103 <i>หมายเหตุ</i> 6E101 ระบุเฉพาะ “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับอุปกรณ์ตามที่ระบุใน 6A008 เมื่อเป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบสำหรับใช้ในอากาศยานและสามารถใช้ใน “ขีปนาวุธ” (“Missiles”)
6E201	“เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไปสำหรับ “การใช้งาน” (“Use”) อุปกรณ์ตามที่ระบุใน 6A003, 6A005.a.2., 6A005.b.2., 6A005.b.3., 6A005.b.4., 6A005.b.6., 6A005.c.2., 6A005.d.3.c., 6A005.d.4.c., 6A202, 6A203, 6A205, 6A225 หรือ 6A226

หมวด 7

ระบบนำร่องและระบบอิเล็กทรอนิกส์การบิน
(Navigation and Avionics)

7A	ระบบ อุปกรณ์ และส่วนประกอบ <i>หมายเหตุ</i> สำหรับระบบบังคับยานอัตโนมัติสำหรับยานใต้น้ำ โปรดดูหมวด 8 สำหรับเรดาร์โปรดดูหมวด 6
7A001	เครื่องวัดความเร่ง (Accelerometers) ตามที่ระบุด้านล่าง และส่วนประกอบต่างๆ ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับเครื่องดังกล่าว หมายเหตุ โปรดดู 7A101 ประกอบ <i>หมายเหตุ</i> สำหรับเครื่องวัดความเร่งเชิงมุมหรือเชิงการหมุน (Angular or Rotational Accelerometers) โปรดดู 7A001.b. a. เครื่องวัดความเร่งเชิงเส้น (Linear Accelerometers) ซึ่งมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้ - กำหนดให้ทำงานที่ระดับการเร่งเชิงเส้นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 15 เท่าของแรงโน้มถ่วงโลก และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้ “ค่าความเสถียร” (“Stability”) ของ “ไบอัส” (“Bias”) น้อยกว่า (ดีกว่า) 130 ไมโครเท่าของแรงโน้มถ่วงโลก เมื่อเทียบกับค่าที่ผ่านการเทียบมาตรฐานแล้ว ตลอดช่วงเวลาหนึ่งปี หรือ “ค่าความเสถียร” (“Stability”) ของ “สเกลแฟกเตอร์” (“Scale Factor”) น้อยกว่า (ดีกว่า) 130 ส่วนต่อล้านส่วน เมื่อเทียบกับค่าที่ผ่านการเทียบมาตรฐานแล้ว ตลอดช่วงเวลาหนึ่งปี - กำหนดให้ทำงานที่ระดับการเร่งเชิงเส้นมากกว่า 15 เท่าของแรงโน้มถ่วงโลก แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 100 เท่าของแรงโน้มถ่วงโลก และมีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้ “ค่าความสามารถในการทำซ้ำ” (“Repeatability”) ของ “ไบอัส” (“Bias”) น้อยกว่า (ดีกว่า) 5,000 ไมโครเท่าของแรงโน้มถ่วงโลก ตลอดช่วงเวลาหนึ่งปี และ “ค่าความสามารถในการทำซ้ำ” (“Repeatability”) ของ “สเกลแฟกเตอร์” (“Scale Factor”) น้อยกว่า (ดีกว่า) 2,500 ส่วนต่อล้านส่วน ตลอดช่วงเวลาหนึ่งปี หรือ - ออกแบบเพื่อการใช้งานในระบบนำร่องหรือระบบนำทางที่ใช้แรงเฉื่อย (Inertial Navigation or Guidance Systems) และกำหนดให้ทำงานที่ระดับความเร่งเชิงเส้นมากกว่า 100 เท่าของแรงโน้มถ่วงโลก <i>หมายเหตุ</i> 7A001.a.1. และ 7A001.a.2. ไม่ควบคุมเครื่องวัดความเร่ง (Accelerometers) ที่สามารถวัดได้เฉพาะการสั่นสะเทือนหรือการกระแทกเท่านั้น b. เครื่องวัดความเร่งเชิงมุมหรือเชิงการหมุน (Angular or Rotational Accelerometers) ที่ถูกกำหนดให้ทำงานที่ระดับความเร่งเชิงเส้นมากกว่า 100 เท่าของแรงโน้มถ่วงโลก
7A002	ไจโร (Gyros) หรือเครื่องตรวจวัดอัตราการหมุน ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ระบุด้านล่าง และส่วนประกอบต่างๆ ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์ดังกล่าว หมายเหตุ โปรดดู 7A102 ประกอบ <i>หมายเหตุ</i> สำหรับเครื่องวัดความเร่งเชิงมุมหรือเชิงการหมุน (Angular or Rotational Accelerometers) โปรดดู 7A001.b. a. กำหนดให้ทำงานที่ระดับความเร่งเชิงเส้นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 100 เท่าของแรงโน้มถ่วงโลก และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้ - อัตราของช่วงทำงานน้อยกว่า 500 องศาต่อวินาที และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้ “ค่าความเสถียร” (“Stability”) ของ “ไบอัส” (“Bias”) น้อยกว่า (ดีกว่า) 0.5 องศาต่อชั่วโมง เมื่อวัดในสภาพแวดล้อม 1 เท่าของแรงโน้มถ่วงโลก ตลอดระยะเวลาหนึ่งเดือน และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานตายตัว หรือ “ค่าความคลาดเคลื่อนแบบสุ่มเชิงมุม” (“Angle Random Walk”) น้อยกว่า (ดีกว่า) หรือเท่ากับ 0.0035 องศาต่อรากที่สองของชั่วโมง หรือ <i>หมายเหตุ</i> 7A002.a.1.b. ไม่ควบคุม ‘ไจโรแบบมีมวลหมุน’ (“Spinning Mass Gyros”) หมายเหตุทางเทคนิค ‘ไจโรแบบมีมวลหมุน’ (“Spinning Mass Gyros”) คือ ไจโร (Gyros) ซึ่งใช้ก้อนวัตถุหมุนอย่างต่อเนื่องเพื่อตรวจจับการเคลื่อนที่เชิงมุม

7A002

a. (ต่อ)

2. อัตราของช่วงทำงานมากกว่าหรือเท่ากับ 500 องศาต่อวินาที และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- “ค่าความเสถียร” (“Stability”) ของ “ไบอัส” (“Bias”) น้อยกว่า (ดีกว่า) 40 องศาต่อชั่วโมง เมื่อวัดในสภาพแวดล้อม 1 เท่าของแรงโน้มถ่วงโลก ตลอดเวลาสามนาที และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานตายตัว หรือ
- “ค่าความคลาดเคลื่อนแบบสุ่มเชิงมุม” (“Angle Random Walk”) น้อยกว่า (ดีกว่า) หรือเท่ากับ 0.2 องศาต่อรากที่สองของชั่วโมง หรือ

หมายเหตุ 7A002.a.2.b. ไม่ควบคุม ‘ไจโรแบบมีมวลหมุน’ (“Spinning Mass Gyros”)

หมายเหตุทางเทคนิค

‘ไจโรแบบมีมวลหมุน’ (“Spinning Mass Gyros”) คือ ไจโร (Gyros) ซึ่งใช้มวลหมุนอย่างต่อเนื่องเพื่อตรวจจับการเคลื่อนที่เชิงมุม

b. กำหนดให้ทำงานที่ระดับความเร่งเชิงเส้นมากกว่า 100 เท่าของแรงโน้มถ่วงโลก

7A003

ระบบที่ใช้แรงเฉื่อย (Inertial Systems) และส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษ ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ โปรดดู 7A103 ประกอบ

a. ระบบนำร่องที่ใช้แรงเฉื่อย (Inertial Navigation Systems: INS) (กิมบอล [Gimballed] หรือสายห้อยแขวน [Strapdown]) และอุปกรณ์ที่ใช้แรงเฉื่อย (Inertial Equipment) ที่ออกแบบสำหรับ “อากาศยาน” (“Aircraft”) ยานพาหนะบนดิน เรือ (บนผิวน้ำหรือใต้น้ำ) หรือ “ยานอวกาศ” (“Spacecraft”) สำหรับการนำร่อง การวัดความสูง การนำทาง หรือการควบคุม และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ระบุด้านล่าง รวมถึงส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับระบบและอุปกรณ์ดังกล่าว

- ความผิดพลาดของการนำร่อง (แรงเฉื่อยอิสระ) หลังจากการปรับค่าปกติ ที่มี ‘ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดเชิงรัศมี’ (“Circular Error Probable: CEP”) เท่ากับ 0.8 ไมล์ทะเลต่อชั่วโมง หรือน้อยกว่า (ดีกว่า) หรือ
- กำหนดให้ทำงานที่ระดับความเร่งเชิงเส้นมากกว่า 10 เท่าของแรงโน้มถ่วงโลก

b. ระบบนำร่องที่ใช้แรงเฉื่อยแบบไฮบริด (Hybrid Inertial Navigation Systems) ที่ประกอบด้วยระบบดาวเทียมนำร่องทั่วโลก (Global Navigation Satellite Systems: GNSS) หรือ “ระบบนำร่องโดยอ้างอิงจากข้อมูล” (“Data-based Referenced Navigation: DBRN”) สำหรับการนำร่อง การวัดความสูง การนำทาง หรือการควบคุม ที่เกิดขึ้นหลังจากการปรับค่าปกติ และมีค่าความแม่นยำของระบบนำร่องที่ใช้แรงเฉื่อย (Inertial Navigation Systems: INS) หลังจากที่เกิดการขาดหายของสัญญาณระบบดาวเทียมนำร่องทั่วโลก (GNSS) หรือ “ระบบนำร่องโดยอ้างอิงจากข้อมูล” (“DBRN”) เป็นระยะเวลาถึงสิ้นปีที่ โดยมี ‘ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดเชิงรัศมี’ (“Circular Error Probable: CEP”) น้อยกว่า (ดีกว่า) 10 เมตร

c. อุปกรณ์วัดที่ใช้แรงเฉื่อย (Inertial Measurement Equipment) สำหรับชี้ทิศทางที่มุ่งหน้า (Heading) หรือตำแหน่งทิศเหนือแท้จริง (True North) และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ระบุด้านล่าง รวมถึงส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์ดังกล่าว

- ออกแบบให้มีค่าความแม่นยำของการชี้ทิศทางที่มุ่งหน้า (Heading) หรือตำแหน่งทิศเหนือแท้จริง (True North) เท่ากับหรือน้อยกว่า (ดีกว่า) 0.07 องศา ฟิลิปดา (ละติจูด) (เทียบเท่ากับ 6 ลิปดา รากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย ที่ 45 องศาละติจูด) หรือ
- ออกแบบให้มีระดับความต้านทานแรงกระแทกเท่ากับ 900 เท่าของแรงโน้มถ่วงโลก หรือมากกว่า เป็นเวลานาน 1 มิลลิวินาที หรือมากกว่า

d. อุปกรณ์วัดที่ใช้แรงเฉื่อย (Inertial Measurement Equipment) รวมถึงหน่วยการวัดแรงเฉื่อย (Inertial Measurement Units: IMU) และระบบอ้างอิงของแรงเฉื่อย (Inertial Reference Systems: IRS) ที่ติดตั้งรวมกับเครื่องวัดความเร่ง (Accelerometers) หรือไจโร (Gyros) ที่ระบุใน 7A001 หรือ 7A002

หมายเหตุ 1 ค่าพารามิเตอร์ที่ระบุใน 7A003.a. และ 7A003.b. จะใช้บังคับเมื่อเป็นไปตามสภาพเงื่อนไขอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

a. ค่าความสั่นสะเทือนแบบสุ่มที่ป้อนเข้า ที่มีขนาดทั้งหมดเท่ากับ 7.7 เท่าของแรงโน้มถ่วงโลก ค่ารากที่สองของกำลังสองเฉลี่ยในช่วงครึ่งชั่วโมงแรก และตลอดช่วงทดสอบหนึ่งชั่วโมงครึ่ง ต่อหนึ่งแกนของแกนตั้งฉากกันทั้งสามแกน เมื่อมีค่าความสั่นสะเทือนแบบสุ่ม เป็นไปตามเงื่อนไขทั้งหมดดังต่อไปนี้

- ค่าความหนาแน่นสเปกตรัมกำลังงาน (Power Spectral Density: PSD) มีค่าคงที่เท่ากับ 0.04 เท่าของแรงโน้มถ่วงโลกยกกำลังสองต่อเฮิรตซ์ ในช่วงความถี่ตั้งแต่ 15 ถึง 1,000 เฮิรตซ์ และ
- ค่าความหนาแน่นสเปกตรัมกำลังงาน (Power Spectral Density: PSD) ลดทอนแปรผกผันกับความถี่ ตั้งแต่ 0.04 เท่าของแรงโน้มถ่วงโลกยกกำลังสองต่อเฮิรตซ์ ถึง 0.01 เท่าของแรงโน้มถ่วงโลกยกกำลังสองต่อเฮิรตซ์ ในช่วงความถี่ตั้งแต่ 1,000 ถึง 2,000 เฮิรตซ์

7A003	<u>หมายเหตุ 1</u> (ต่อ) b. สมรรถภาพอัตราเชิงมุมสำหรับหนึ่งแกนหรือมากกว่า เท่ากับหรือมากกว่า +2.62 เรเดียนต่อวินาที (150 องศาต่อวินาที) หรือ c. เป็นไปตามมาตรฐานแห่งชาติที่เทียบเท่ากับ a หรือ b ข้างต้น
	<u>หมายเหตุ 2</u> 7A003 ไม่ควบคุมระบบนำร่องที่ใช้แรงเฉื่อย (Inertial Navigation Systems: INS) ซึ่งได้รับใบรับรองสำหรับการใช้งานบน “อากาศยานพลเรือน” (“Civil Aircraft”) โดยหน่วยงานพลเรือนของ “รัฐที่ร่วมภาคี” (“Participating State”)
	<u>หมายเหตุ 3</u> 7A003.c.1. ไม่ควบคุมระบบกล้องสำรวจจริงวัดซึ่งมีอุปกรณ์ที่ใช้แรงเฉื่อย (Inertial Equipment) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับใช้งานสำรวจจริงวัดในกิจการพลเรือนรวมอยู่ด้วย
	<u>หมายเหตุทางเทคนิค</u> 1. 7A003.b. หมายถึง ระบบที่ซึ่งระบบนำร่องที่ใช้แรงเฉื่อย (Inertial Navigation Systems: INS) และระบบช่วยนำร่องแบบอิสระถูกสร้างขึ้นเป็นหน่วยเดียวกัน (ฝังตัว) เพื่อให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น 2. ‘ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดเชิงรัศมี’ (‘Circular Error Probable: CEP’) ในการกระจายปกติแบบวงกลม (Circular Normal Distribution) ภายในรัศมีวงกลมจะประกอบด้วยร้อยละ 50 ของแต่ละจุดที่ถูกวัด หรือภายในรัศมีวงกลม มีร้อยละ 50 ของความแม่นยำที่ได้ที่ถูกชี้ตำแหน่ง
7A004	เข็มทิศแบบไจโร-แอสโตร (Gyro-astro Compasses) และเครื่องมืออื่นที่ช่วยระบุตำแหน่งหรือทิศทาง โดยใช้วิธีการติดตามดวงดาวหรือดาวเทียมโดยอัตโนมัติ ซึ่งมีความแม่นยำแอสิมัท (Azimuth Accuracy) เท่ากับหรือน้อยกว่า (ดีกว่า) 5 ฟิลิปดา
	หมายเหตุ โปรดดู 7A104 ประกอบ
7A005	อุปกรณ์ภาครับสัญญาณของระบบดาวเทียมนำร่องทั่วโลก (Global Navigation Satellite Systems [GNSS] Receiving Equipment) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ระบุด้านล่าง และส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์ดังกล่าว
	หมายเหตุ โปรดดู 7A105 ประกอบ a. ใช้วิธีถอดรหัส (Decryption Algorithm) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับการใช้งานของรัฐบาลเพื่อการเข้าถึงเรนจิงโคด (Ranging Code) ที่บอกตำแหน่งและเวลา หรือ b. ใช้ ‘ระบบสายอากาศแบบปรับได้’ (‘Adaptive Antenna Systems’)
	<u>หมายเหตุ</u> ข้อ 7A005.b. ไม่ควบคุมอุปกรณ์รับสัญญาณของระบบดาวเทียมนำร่องทั่วโลก (Global Navigation Satellite System [GNSS] Receiving Equipment) ซึ่งใช้เฉพาะส่วนประกอบต่างๆ เพื่อกรอง ลับเปลี่ยน หรือรวมสัญญาณ จากสายอากาศรอบทิศทางหลายตัว ที่ไม่ใช่เทคนิคสายอากาศแบบปรับได้
	<u>หมายเหตุทางเทคนิค</u> เพื่อวัตถุประสงค์ของ 7A005.b. ‘ระบบสายอากาศแบบปรับได้’ (‘Adaptive Antenna Systems’) จะสร้างจุดที่คลื่นหักล้างเป็นศูนย์ (Null) อย่างมีพลวัต หนึ่งจุดหรือมากกว่าในแพดเทิร์นของสายอากาศแบบแถวลำดับ ด้วยวิธีการประมวลผลสัญญาณในโดเมนเวลาหรือโดเมนความถี่
7A006	อุปกรณ์วัดความสูงอากาศยาน (Airborne Altimeters) ทำงานที่ความถี่อื่นนอกเหนือจาก 4.2 จนถึง 4.4 กิกะเฮิรตซ์ ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
	หมายเหตุ โปรดดู 7A106 ประกอบ a. “การจัดการพลังงาน” (“Power Management”) หรือ b. ใช้วิธีการมอดูเลตแบบเฟสชิฟคีย์ (Phase Shift Key Modulation)
7A008	ระบบนำร่องใต้น้ำโดยคลื่นเสียงโซนาร์ (Underwater Sonar Navigation Systems) ที่ใช้การบันทึกความเร็วดอปเปลอร์ (Doppler Velocity) หรือความเร็วสหสัมพันธ์ (Correlation Velocity) ร่วมกับข้อมูลทิศทางที่มุ่งหน้า (Heading Source) และมีความแม่นยำในการกำหนดตำแหน่งเท่ากับ หรือน้อยกว่า (ดีกว่า) ร้อยละ 3 ของ ‘ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดเชิงรัศมี’ (‘Circular Error Probable: CEP’) ของระยะทางที่เดินทาง รวมถึงส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับระบบดังกล่าว

7A008	(ต่อ)
<u>หมายเหตุ</u>	7A008 ไม่ควบคุมระบบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการติดตั้งบนเรือผิวน้ำ หรือระบบที่อยู่บนผิวน้ำอื่นๆ ที่ต้องใช้เครื่องส่งสัญญาณหรือทุ่นลอยน้ำที่ใช้คลื่นเสียง (Acoustic Beacons or Buoys) เพื่อให้อุปกรณ์เกี่ยวกับตำแหน่ง
<u>หมายเหตุ</u>	โปรดดู 6A001.a. สำหรับระบบเสียงต่างๆ และ 6A001.b. สำหรับอุปกรณ์บันทึกความเร็วสัมพันธ์หรือความเร็วดอปเปลอร์ที่ใช้โซนาร์ (Correlation-velocity and Doppler-velocity Sonar Log Equipment) โปรดดู 8A002 ประกอบ สำหรับระบบทางน้ำอื่นๆ
7A101	เครื่องวัดความเร่งเชิงเส้น (Linear Accelerometers) นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 7A001 ที่ออกแบบสำหรับการใช้งานในระบบนำร่องที่ใช้แรงเฉื่อย (Inertial Navigation Systems: INS) หรือในระบบนำทางทุกประเภทที่ใช้งานได้ ใน ‘ซีปนาวุธ’ (‘Missiles’) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดตามที่ระบุด้านล่าง รวมถึงส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับเครื่องดังกล่าว a. “ค่าความสามารถในการทำซ้ำ” (“Repeatability”) ของ “ไบอัส” (“Bias”) น้อยกว่า (ดีกว่า) 1,250 ไมโครเท่าของแรงโน้มถ่วงโลก และ b. “ค่าความสามารถในการทำซ้ำ” (“Repeatability”) ของ “สเกลแฟกเตอร์” (“Scale Factor”) น้อยกว่า (ดีกว่า) 1,250 ส่วนต่อล้านส่วน <u>หมายเหตุ</u> 7A101 ไม่ควบคุมเครื่องวัดความเร่ง (Accelerometers) ที่ออกแบบและพัฒนาเป็นพิเศษสำหรับเป็นตัวเซนเซอร์วัดในขณะขุดเจาะ (Measurement While Drilling: MWD) สำหรับใช้ในการขุดบ่อ <u>หมายเหตุทางเทคนิค</u> 1. ใน 7A101 ‘ซีปนาวุธ’ (‘Missiles’) หมายถึง ระบบจรวดที่สมบูรณ์แบบและระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle Systems) ที่มีพิสัยทำการไกลกว่า 300 กิโลเมตร 2. ใน 7A101 การวัด “ไบอัส” (“Bias”) และ “สเกลแฟกเตอร์” (“Scale Factor”) หมายถึง ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1 ซิกมา เมื่อมีการปรับเทียบค่าตายตัว (Fixed Calibration) ตลอดช่วงเวลาหนึ่งปี
7A102	ไจโร (Gyros) ทุกประเภท นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 7A002 ที่สามารถใช้ใน ‘ซีปนาวุธ’ (‘Missiles’) ที่มี ‘ค่าความเสถียร’ (‘Stability’) ของ “อัตราการคลาดเคลื่อน” (“Drift Rate”) น้อยกว่า 0.5 องศา (1 ซิกมาหรือค่ารากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย) ต่อชั่วโมง ในสภาพแวดล้อม 1 เท่าของแรงโน้มถ่วงโลก และส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์ดังกล่าว <u>หมายเหตุทางเทคนิค</u> 1. ใน 7A102 ‘ซีปนาวุธ’ (‘Missile’) หมายถึง ระบบจรวดที่สมบูรณ์แบบและระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle Systems) ที่มีพิสัยทำการไกลกว่า 300 กิโลเมตร 2. ใน 7A102 ‘ค่าความเสถียร’ (‘Stability’) ให้คำจำกัดความได้ว่าเป็นวิธีการวัดความสามารถของกลไกอย่างหนึ่งอย่างใดโดยเฉพาะ หรือค่าสัมประสิทธิ์ในการทำงานที่ยังคงที่เมื่ออยู่ในสภาวะการปฏิบัติงานแบบเดิมอย่างต่อเนื่อง (มาตรฐานสถาบันวิชาชีพวิศวกรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (Institute of Electrical and Electronic Engineers: IEEE) IEEE 528-2001 ย่อหน้า 2.247)
7A103	เครื่องมือวัดคัม อุปกรณ์และระบบนำร่อง ตามที่ระบุด้านล่าง นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 7A003 รวมถึงส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับเครื่องมือ อุปกรณ์ และระบบดังกล่าว a. อุปกรณ์ที่ใช้แรงเฉื่อย (Inertial Equipment) หรืออุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้เครื่องวัดความเร่ง (Accelerometers) หรือไจโร (Gyros) ตามที่ระบุด้านล่าง และระบบที่มีอุปกรณ์ดังกล่าวเป็นส่วนประกอบ 1. เครื่องวัดความเร่ง (Accelerometers) ที่ระบุไว้ใน 7A001.a.3., 7A001.b. หรือ 7A101 หรือไจโร (Gyros) ที่ระบุไว้ใน 7A002 หรือ 7A102 หรือ 2. เครื่องวัดความเร่ง (Accelerometers) ที่ระบุไว้ใน 7A001.a.1. หรือ 7A001.a.2 และมีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้ a. ออกแบบเพื่อใช้ในระบบนำร่องที่ใช้แรงเฉื่อย (Inertial Navigation Systems: INS) หรือในระบบนำทางต่างๆ ทุกประเภท และสามารถใช้ได้กับ ‘ซีปนาวุธ’ (‘Missile’) b. “ค่าความสามารถในการทำซ้ำ” (“Repeatability”) ของ “ไบอัส” (“Bias”) น้อยกว่า (ดีกว่า) 1,250 ไมโคร เท่าของแรงโน้มถ่วงโลก และ c. “ค่าความสามารถในการทำซ้ำ” (“Repeatability”) ของ “สเกลแฟกเตอร์” (“Scale Factor”) น้อยกว่า (ดีกว่า) 1,250 ส่วนต่อล้านส่วน <u>หมายเหตุ</u> 7A103.a. ไม่ควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีเครื่องวัดความเร่ง (Accelerometers) ตามที่ระบุใน 7A001 ในกรณีที่เครื่องวัดความเร่งถูกออกแบบและพัฒนาเป็นพิเศษให้เป็นตัวเซนเซอร์วัดในขณะขุดเจาะ (Measurement While Drilling: MWD) สำหรับใช้ในการขุดบ่อ

7A103

(ต่อ)

- b. ระบบรวมเครื่องมือการบิน (Integrated Flight Instrument Systems) ซึ่งรวมไจโรสแตบิไลเซอร์ (Gyrostabilisers) หรือระบบนำบินอัตโนมัติที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษเพื่อใช้ใน 'ขีปนาวุธ' ('Missiles')
- c. 'ระบบนำร่องแบบรวม' ('Integrated Navigation Systems') ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเพื่อใช้ใน 'ขีปนาวุธ' ('Missiles') และสามารถให้ค่าความแม่นยำในการนำร่องเท่ากับ 200 เมตร ของรัศมีวงกลมที่มีความน่าจะเป็นเท่ากัน (Circle of Equal Probability: CEP) หรือน้อยกว่า

หมายเหตุทางเทคนิค

'ระบบนำร่องแบบรวม' ('Integrated Navigation System') โดยทั่วไปมีส่วนประกอบต่างๆ ดังต่อไปนี้รวมอยู่ด้วย

1. อุปกรณ์วัดแรงเฉื่อย (Inertial Measurement Device) (เช่น ระบบอ้างอิงระดับความสูง และการแสดงทิศทางที่มุ่งหน้า [Altitude and Heading Reference System] หน่วยอ้างอิงที่ใช้แรงเฉื่อย [Inertial Reference Unit] หรือระบบนำร่องที่ใช้แรงเฉื่อย [Inertial Navigation Systems: INS])
 2. ตัวเซนเซอร์ภายนอกหนึ่งตัวหรือมากกว่าที่ใช้สำหรับปรับปรุงตำแหน่งปัจจุบัน และ/หรือความเร็ว ไม่ว่าจะเป็นครั้งคราวหรือต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการบิน (เช่น เครื่องรับสัญญาณนำร่องจากดาวเทียม เรดาร์วัดความสูง [Radar Altimeter] และ/หรือเรดาร์แบบดอปเปลอร์ [Doppler Radar]) และ
 3. การรวมกันของฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟต์แวร์ (Software)
- d. เครื่องตรวจจับสนามแม่เหล็กสามแกน (Three Axis Magnetic Heading Sensors) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเพื่อใช้ร่วมกับระบบควบคุมการบินและนำร่อง ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดตามที่ระบุด้านล่าง รวมถึงส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์ดังกล่าว
1. การชดเชยความเอียงภายใน สำหรับแกนพิทช์ (± 90 องศา) และแกนโรล (± 180 องศา)
 2. สามารถให้ความแม่นยำแอสิมัท (Azimuthal Accuracy) ดีกว่า (น้อยกว่า) 0.5 องศา ค่าการที่สองของกำลังสองเฉลี่ย ที่ละติจูด ± 80 องศา อ้างอิงจากสนามแม่เหล็กเฉพาะบริเวณนั้น

หมายเหตุ ระบบควบคุมการบินและนำร่องใน 7A103.d. รวมถึงไจโรสแตบิไลเซอร์ (Gyrostabilisers) ระบบนำบินอัตโนมัติ และระบบนำร่องที่ใช้แรงเฉื่อย (Inertial Navigation Systems: INS)

หมายเหตุทางเทคนิค

ใน 7A103 'ขีปนาวุธ' ('Missile') หมายถึง ระบบจรวดที่สมบูรณ์แบบและระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle Systems) ที่มีพิสัยทำการไกลกว่า 300 กิโลเมตร

7A104

เข็มทิศแบบไจโร-แอสโตร (Gyro-astro Compasses) และเครื่องมืออื่นนอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 7A004 ซึ่งให้ข้อมูลตำแหน่งหรือพิกัดโดยใช้วิธีการติดตามดวงดาวหรือดาวเทียมโดยอัตโนมัติ และส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์และเครื่องมือดังกล่าว

7A105

อุปกรณ์รับสัญญาณของระบบดาวเทียมนำร่องทั่วโลก (Global Navigation Satellite System: GNSS) (เช่น ระบบดาวเทียมนำร่องจีพีเอส [GPS] โกลนาสส์ [GLONASS] หรือกาลิเลโอ [Galileo]) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ระบุด้านล่าง และส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์ดังกล่าว

- a. ออกแบบหรือดัดแปลงเพื่อใช้ในยานนำส่งสู่อวกาศตามที่ระบุใน 9A004 อากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicles) ตามที่ระบุใน 9A012 หรือจรวดเพื่อการวิจัยและทดลอง ตามที่ระบุใน 9A104 หรือ
- b. ออกแบบหรือดัดแปลงเพื่อใช้ในอากาศยานและที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. สามารถส่งข้อมูลการนำร่องที่ความเร็วมากกว่า 600 เมตรต่อวินาที
 2. ใช้ระบบถอดรหัสที่สามารถเข้าใช้ข้อมูลหรือสัญญาณเข้ารหัสของระบบดาวเทียมนำร่องทั่วโลก (Global Navigation Satellite System: GNSS) หรือ
 3. ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อทำงานต่อต้านการกวนสัญญาณ (เช่น สายอากาศแบบกวาดจุดที่เคลื่อนที่กลางเป็นศูนย์ [Null Steering Antenna] หรือสายอากาศที่กวาดแบบอิเล็กทรอนิกส์ [Electronically Steerable Antenna]) เพื่อทำงานในสภาพแวดล้อมของการโต้ตอบแบบแอ็กทีฟหรือแพสซีฟ

หมายเหตุ 7A105.b.2. และ 7A105.b.3. ไม่ควบคุมอุปกรณ์ที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการให้บริการระบบดาวเทียมนำร่องทั่วโลก (Global Navigation Satellite System: GNSS) เชิงพาณิชย์ ด้านพลเรือน หรือด้าน 'ความปลอดภัยของชีวิต' ('Safety of Life') (เช่น ความถูกต้องของข้อมูล ความปลอดภัยในการบิน)

- 7A106 อุปกรณ์วัดความสูง (Altimeters) ของเรดาร์ นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 7A006 หรือเรดาร์ประเภทที่ใช้เลเซอร์ ที่ออกแบบหรือดัดแปลงสำหรับใช้ในยานนำส่งสู่อวกาศตามทีระบุใน 9A004 หรือจรวดเพื่อการวิจัยและทดลอง ตามทีระบุใน 9A104
- 7A115 ตัวเซนเซอร์แพสซีฟ (Passive Sensors) สำหรับกำหนดทิศทางแท้จริงของแหล่งกำเนิดสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้า (อุปกรณ์ค้นหาทิศทาง) หรือลักษณะของพื้นผิวโลก ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเพื่อใช้ในยานนำส่งสู่อวกาศตามทีระบุใน 9A004 หรือจรวดเพื่อการวิจัยและการทดลอง ตามทีระบุใน 9A104
- หมายเหตุ 7A115 รวมถึงตัวเซนเซอร์ สำหรับอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้
- อุปกรณ์จับคู่เส้นรอบขอบภูมิประเทศ (Terrain Contour Mapping Equipment)
 - อุปกรณ์เซนเซอร์รับภาพ (Imaging Sensor Equipment) (ทั้งแบบแอ็กทีฟและแพสซีฟ)
 - อุปกรณ์แพสซีฟอินเตอร์เฟอโรมิเตอร์ (Passive Interferometer Equipment)
- 7A116 ระบบควบคุมการบินและวาล์วเซอร์โว (Servo Valves) ตามทีระบุด้านล่าง ที่ออกแบบหรือดัดแปลงสำหรับใช้ในยานนำส่งสู่อวกาศตามทีระบุใน 9A004 หรือจรวดเพื่อการวิจัยและทดลอง ตามทีระบุใน 9A104
- ระบบควบคุมการบินแบบไฮดรอลิก (Hydraulic) แบบเชิงกล แบบไฟฟ้า-แสง หรือแบบไฟฟ้า-เชิงกล (รวมทั้งแบบฟลาย-บาย-ไวร์ [Fly-by-wire])
 - อุปกรณ์ควบคุมความสูง (Attitude Control Equipment)
 - วาล์วเซอร์โวควบคุมการบิน (Flight Control Servo Valves) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงสำหรับระบบตามทีระบุใน 7A116.a. หรือ 7A116.b. และที่ออกแบบหรือดัดแปลงเพื่อใหทำงานในสภาพสิ้นสละเทือนมากกว่า 10 เท่าของแรงโน้มถ่วงโลก ค่ารากที่สองกำลังสองเฉลี่ย ระหว่าง 20 เฮิร์ตซ์ และ 2 กิโลเฮิร์ตซ์
- 7A117 “ชุดอุปกรณ์นำทาง” (“Guidance Sets”) ที่สามารถใช้ใน “ขีปนาวุธ” (“Missiles”) โดยสามารถให้ค่าความแม่นยำของระบบได้เท่ากับร้อยละ 3.33 หรือน้อยกว่าของพิสัยทำการ (เช่น “คาร์ตัมวงกลมที่มีความน่าจะเป็นเท่ากัน” [“Circle of Equal Probability: CEP”] เท่ากับ 10 กิโลเมตร หรือน้อยกว่า ที่พิสัยทำการไกล 300 กิโลเมตร)

7B	อุปกรณ์ทดสอบ ตรวจสอบและผลิต
7B001	อุปกรณ์ทดสอบ อุปกรณ์ปรับเทียบ (Calibration Equipment) หรืออุปกรณ์ปรับแต่งค่า (Alignment Equipment) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์ตามที่ระบุใน 7A หมายเหตุ 7B001 ไม่ควบคุมอุปกรณ์ทดสอบ อุปกรณ์ปรับเทียบ (Calibration Equipment) หรืออุปกรณ์ปรับแต่งค่า (Alignment Equipment) สำหรับ ‘การบำรุงรักษาระดับ 1’ (‘Maintenance Level I’) หรือ ‘การบำรุงรักษาระดับ 2’ (‘Maintenance Level II’) หมายเหตุทางเทคนิค 1. ‘การบำรุงรักษาระดับ 1’ (‘Maintenance Level I’) การทำงานผิดพลาดของส่วนนำร่องที่ใช้แรงเฉื่อย (Inertial Navigation Unit) ถูกตรวจพบบนอากาศยาน โดยตัวบ่งชี้ของหน่วยควบคุมและแสดงผล (Control and Display Unit: CDU) หรือโดยข้อความแสดงสถานะจากระบบย่อยที่เกี่ยวข้อง เมื่อตรวจสอบกับคู่มือของผู้ผลิต พบว่าสาเหตุของความผิดพลาดอาจเกิดจากความเสียหายของหน่วยที่สามารถเปลี่ยนทดแทนได้ (Line Replaceable Unit: LRU) ผู้บังคับยานจึงถอดชิ้นส่วน LRU และเปลี่ยนด้วยอะไหล่ของชิ้นส่วนนั้น 2. ‘การบำรุงรักษาระดับ 2’ (‘Maintenance Level II’) หน่วยที่สามารถเปลี่ยนทดแทนได้ (Line Replaceable Unit: LRU) ที่ทำงานบกพร่องถูกส่งไปยังโรงซ่อม (ของผู้ผลิตหรือผู้ปฏิบัติงานที่รับผิดชอบสำหรับการบำรุงรักษาระดับ 2) ณ โรงซ่อมดังกล่าว LRU ที่ทำงานบกพร่องจะถูกตรวจสอบด้วยวิธีการที่เหมาะสมต่างๆ เพื่อตรวจสอบ และแสดงตำแหน่งของชุดส่วนประกอบที่สามารถเปลี่ยนได้ในโรงซ่อม (Shop Replaceable Assembly: SRA) ที่มีข้อบกพร่อง SRA นี้จะถูกถอดออกแล้วเปลี่ยนแทนด้วยอะไหล่ที่ใช้งานได้ ส่วน SRA ที่เสีย (หรืออาจเป็น LRU ทั้งชุด) จะถูกส่งไปยังผู้ผลิต ซึ่ง ‘การบำรุงรักษาระดับ 2’ (‘Maintenance Level II’) ไม่รวมถึงการรื้อหรือซ่อมเครื่องวัดความเร่ง (Accelerometers) หรือเซนเซอร์ไจโร (Gyro Sensors) ที่ต้องมีการควบคุม
7B002	อุปกรณ์ที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อทำหน้าที่เป็นกระจกสะท้อนสำหรับไจโรชนิด “เลเซอร์” แบบวงแหวน (Ring “Laser” Gyros) ดังต่อไปนี้ หมายเหตุ โปรดดู 7B102 ประกอบ a. เครื่องวัดการกระจาย (Scatterometers) ที่มีค่าความแม่นยำในการวัดเท่ากับ 10 ส่วนต่อล้านส่วน หรือน้อยกว่า (ดีกว่า) b. เครื่องวัดโปรไฟล์ (Profilometers) ที่มีค่าความแม่นยำในการวัดเท่ากับ 0.5 นาโนเมตร (5 อังสตรอม) หรือน้อยกว่า (ดีกว่า)
7B003	อุปกรณ์ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับ “การผลิต” (“Production”) อุปกรณ์ ตามที่ระบุใน 7A หมายเหตุ 7B003 รวมถึง — เครื่องมือทดสอบการปรับค่าไจโร (Gyro Tuning Test Stations) — เครื่องมือถ่วงดุลพลวัตไจโร (Gyro Dynamic Balance Stations) — เครื่องมือทดสอบมอเตอร์ไจโร (Gyro Run-In/Motor Test Stations) — เครื่องมือเอาออกและเติมกลับของไจโร (Gyro Evacuation and Fill Stations) — เครื่องปั่นเหวี่ยงหนีศูนย์กลางสำหรับไจโรแบร์ริง (Centrifuge Fixtures for Gyro Bearings) — เครื่องมือปรับตั้งแกนของเครื่องวัดความเร่ง (Accelerometer Axis Align Stations) — เครื่องปั่นขดลวดไจโรที่ใช้เส้นใยนำแสง (Fibre Optic Gyro Coil Winding Machines)
7B102	เครื่องวัดการสะท้อน (Reflectometers) ที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อทำหน้าที่เป็นกระจกสะท้อน สำหรับไจโรชนิด “เลเซอร์” (“Laser” Gyros) ที่มีค่าความแม่นยำในการวัดเท่ากับ 50 ส่วนต่อล้านส่วน หรือน้อยกว่า (ดีกว่า)
7B103	“สิ่งอำนวยความสะดวกในการผลิต” (“Production Facilities”) และ “อุปกรณ์เพื่อการผลิต” (“Production Equipment”) ดังต่อไปนี้ a. “สิ่งอำนวยความสะดวกในการผลิต” (“Production Facilities”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์ตามที่ระบุใน 7A117 b. “อุปกรณ์เพื่อการผลิต” (“Production Equipment”) และอุปกรณ์ทดสอบ ปรับเทียบ และปรับแต่งค่าอื่นๆ นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 7B001 ถึง 7B003 ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเพื่อใช้กับอุปกรณ์ตามที่ระบุใน 7A

7C

วัสดุ

ไม่มี

7D	ซอฟต์แวร์
7D001	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “การผลิต” (“Production”) อุปกรณ์ตามที่ระบุใน 7A หรือ 7B
7D002	“รหัสต้นฉบับ” (“Source Code”) สำหรับ “การใช้งาน” (“Use”) อุปกรณ์นำร่องที่ใช้แรงเฉื่อย (Inertial Navigation Equipment) รวมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้แรงเฉื่อย (Inertial Equipment) ที่ไม่ควบคุมตาม 7A003 หรือ 7A004 หรือ “ระบบอ้างอิงความสูงและทิศทางที่มุ่งหน้า” (“Attitude and Heading Reference Systems: AHRS”) <i>หมายเหตุ</i> 7D002 ไม่ควบคุม “รหัสต้นฉบับ” (“Source Code”) สำหรับ “การใช้งาน” (“Use”) ของ “ระบบอ้างอิงความสูงและทิศทางที่มุ่งหน้า” (“Attitude and Heading Reference Systems: AHRS”) แบบกิมบอล <i>หมายเหตุทางเทคนิค</i> “ระบบอ้างอิงความสูงและทิศทางที่มุ่งหน้า” (“Attitude and Heading Reference Systems: AHRS”) โดยทั่วไปจะแตกต่างจากระบบนำร่องที่ใช้แรงเฉื่อย (Inertial Navigation System: INS) โดยที่ “ระบบอ้างอิงความสูงและทิศทางที่มุ่งหน้า” (“Attitude and Heading Reference System: AHRS”) ให้ข้อมูลเกี่ยวกับความสูงและทิศทางที่มุ่งหน้า และตามปกติไม่ได้ให้ข้อมูลความเร็ว ความเร็ว และตำแหน่งที่ได้จากระบบนำร่องที่ใช้แรงเฉื่อย (Inertial Navigation System: INS)
7D003	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) อื่นๆ ดังต่อไปนี้ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษเพื่อเพิ่มความสามารถในการปฏิบัติงาน หรือลดความผิดพลาดในการนำร่องของระบบอื่นๆ ให้ได้ตามระดับที่กำหนดไว้ใน 7A003 7A004 หรือ 7A008 “รหัสต้นฉบับ” (“Source Code”) สำหรับระบบรวมแบบไฮบริด (Hybrid Integrated Systems) ซึ่งเพิ่มความสามารถในการปฏิบัติงาน หรือลดความผิดพลาดในการนำร่องของระบบให้ได้ตามระดับที่กำหนดไว้ใน 7A003 หรือ 7A008 โดยการรวมข้อมูลทิศทางที่มุ่งหน้า (Heading Data) เข้ากับข้อใดข้อหนึ่งดังต่อไปนี้อย่างต่อเนื่อง - ข้อมูลเรดาร์แบบดอปเปลอร์ (Doppler Radar Data) หรือข้อมูลความเร็วของโซนาร์ (Sonar Velocity Data) - ข้อมูลอ้างอิงจากระบบดาวเทียมนำร่องทั่วโลก (Global Navigation Satellite Systems: GNSS) หรือ - ข้อมูลจาก “ระบบนำร่องโดยอ้างอิงจากข้อมูล” (“Data-based Referenced Navigation: DBRN”) “รหัสต้นฉบับ” (“Source Code”) สำหรับระบบรวมทางอิเล็กทรอนิกส์ด้านการบินหรือระบบปฏิบัติการกิจ ซึ่งรวมข้อมูลจากตัวเซนเซอร์ และใช้ “ระบบผู้เชี่ยวชาญ” (“Expert Systems”) “รหัสต้นฉบับ” (“Source code”) สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) สิ่งใดสิ่งหนึ่ง ดังต่อไปนี้ - ระบบบริหารการบินแบบดิจิทัลสำหรับ “การควบคุมการบินทั้งหมด” (“Total Control of Flight”) - ระบบขับเคลื่อนและระบบควบคุมการบินแบบผสมผสาน - ระบบควบคุมแบบ ฟลาย-บาย-ไวร์ (Fly-by-wire) หรือ ฟลาย-บาย-ไลต์ (Fly-by-light) “ระบบควบคุมการบินแบบแอ็กทีฟ” (“Active Flight Control Systems”) ชนิดทนทานต่อความผิดพลาด (Fault-Tolerant) หรือสามารถปรับแต่งค่าได้เอง (Self-Reconfiguring) - อุปกรณ์ค้นหาทิศทางการบินอัตโนมัติ - ระบบข้อมูลทางอากาศที่ใช้พื้นฐานจากข้อมูลพื้นผิวโลก หรือ - การแสดงผลแบบราสเตอร์ที่หมวกสวมศีรษะ (Raster-type Head-up Displays) หรือการแสดงผลแบบสามมิติ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) สำหรับช่วยในการออกแบบ (Computer-aided-design: CAD) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) “ระบบควบคุมการบินแบบแอ็กทีฟ” (“Active Flight Control Systems”) ระบบควบคุมเฮลิคอปเตอร์ด้วยตัวควบคุมชนิดหลายแกนแบบ ฟลาย-บาย-ไวร์ (Fly-by-wire) หรือ ฟลาย-บาย-ไลต์ (Fly-by-light) หรือควบคุมเฮลิคอปเตอร์โดย “ระบบควบคุมแรงต้านการหมุนแบบควบคุมการหมุน” (“Circulation Controlled Anti-torque Control Systems”) หรือ “ระบบควบคุมทิศทางแบบควบคุมการหมุน” (“Circulation-controlled Direction Control System”) ที่ใช้ “เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามที่ระบุใน 7E004.b. 7E004.c.1. หรือ 7E004.c.2.

- 7D101 “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับ “การใช้งาน” (“Use”) อุปกรณ์ตามที่ระบุใน 7A001 ถึง 7A006, 7A101 ถึง 7A106, 7A115, 7A116.a., 7A116.b., 7B001, 7B002, 7B003, 7B102 หรือ 7B103
- 7D102 “ซอฟต์แวร์” (“Software”) แบบบูรณาการ ดังต่อไปนี้
- “ซอฟต์แวร์” (“Software”) แบบบูรณาการ สำหรับอุปกรณ์ตามที่ระบุใน 7A103.b.
 - “ซอฟต์แวร์” (“Software”) แบบบูรณาการ ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์ตามที่ระบุใน 7A003 หรือ 7A103.a.
 - “ซอฟต์แวร์” (“Software”) แบบบูรณาการ ที่ออกแบบหรือดัดแปลงสำหรับอุปกรณ์ตามที่ระบุใน 7A103.c.
- หมายเหตุ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) แบบบูรณาการโดยทั่วไป จะใช้ระบบการกรองแบบคาลแมน (Kalman Filtering)
- 7D103 “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการสร้างโมเดลหรือการจำลองของ “ชุดอุปกรณ์นำทาง” (“Guidance Sets”) ตามที่ระบุใน 7A117 หรือสำหรับบูรณาการงานออกแบบกับยานนำส่งสู่อวกาศตามที่ระบุใน 9A004 หรือจรวดเพื่อการวิจัยและทดลอง ตามที่ระบุใน 9A104
- หมายเหตุ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ตามที่ระบุใน 7D103 ยังคงถูกควบคุมเมื่อติดตั้งในฮาร์ดแวร์ (Hardware) ที่ออกแบบเป็นพิเศษตามที่ระบุใน 4A102

7E	เทคโนโลยี
7E001	“เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไปสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) อุปกรณ์ หรือ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ตามที่ระบุใน 7A 7B หรือ 7D
7E002	“เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไปสำหรับ “การผลิต” (“Production”) อุปกรณ์ ตามที่ระบุใน 7A หรือ 7B
7E003	“เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไปสำหรับการซ่อมแซม การแปลงสภาพใหม่หรือ การซ่อมแบบยกเครื่อง อุปกรณ์ตามที่ระบุใน 7A001 ถึง 7A004
	<i>หมายเหตุ 7E003 ไม่ครอบคลุม “เทคโนโลยี” (“Technology”) ในการบำรุงรักษาที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการปรับเทียบ การถอดชิ้นส่วน หรือเปลี่ยนอะไหล่ (Line Replaceable Units: LRUs) และ (Shop Replaceable Assemblies: SRAs) ที่เสียหายหรือซ่อมไม่ได้ของ “อากาศยานพลเรือน” (“Civil Aircraft”) ตามที่อธิบาย ใน ‘การบำรุงรักษาระดับ 1’ (‘Maintenance I’) หรือ ‘การบำรุงรักษาระดับ 2’ (‘Maintenance II’)</i>
	<i>หมายเหตุ โปรดดูหมายเหตุทางเทคนิคใน 7B001 ประกอบ</i>
7E004	“เทคโนโลยี” (“Technology”) อื่นๆ ดังต่อไปนี้ “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “การผลิต” (“Production”) สิ่งใดสิ่งหนึ่ง ดังต่อไปนี้ - อุปกรณ์ค้นหาทิศทางการบินอัตโนมัติ ทำงานที่ความถี่สูงกว่า 5 เมกะเฮิร์ตซ์ - ระบบข้อมูลทางอากาศที่ใช้พื้นฐานจากข้อมูลพื้นผิวโลกเท่านั้น คือ ระบบที่ใช้ตัววัดข้อมูลอากาศแบบดั้งเดิม (Conventional Air Data Probe) - การแสดงผลภาพแบบสามมิติสำหรับ “อากาศยาน” (“Aircraft”) - ไม่ใช่ - แอกชูเอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Actuators) (ได้แก่ แอกชูเอเตอร์แบบเครื่องกลไฟฟ้า [Electromechanical] แบบอุทกสถิตไฟฟ้า [Electrohydrostatic] และแบบแพ็คเกจรวม [Integrated Actuator Package]) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับ “การควบคุมการบินหลัก” (“Primary Flight Control”) “แผงเซนเซอร์แสงสำหรับควบคุมการบิน” (“Flight Control Optical Sensor Array”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการใช้งาน “ระบบควบคุมการบินแบบแอ็กทีฟ” (“Active Flight Control Systems”) หรือ “ระบบนำร่องโดยอ้างอิงจากข้อมูล” (“Data-based Referenced Navigation: DBRN”) ที่ออกแบบเพื่อการนำทางใต้น้ำ โดยใช้ฐานข้อมูลคลื่นเสียง (Sonar Databases) หรือฐานข้อมูลจากแรงโน้มถ่วง ซึ่งบอกตำแหน่งได้แม่นยำเท่ากับหรือน้อยกว่า (ดีกว่า) 0.4 ไมล์ทะเล “เทคโนโลยี” (“Technology”) “การพัฒนา” (“Development”) ตามที่ระบุด้านล่าง สำหรับ “ระบบควบคุมการบินแบบแอ็กทีฟ” (“Active Flight Control Systems”) (รวมทั้ง ฟลาย-บาย-ไวร์ [Fly-by-wire] หรือ ฟลาย-บาย-ไลต์ [Fly-by-light]) - การออกแบบโครงแบบ (Configuration Design) สำหรับเชื่อมต่อกันระหว่างส่วนประมวลผลด้วยไมโครอิเล็กทรอนิกส์หลายส่วน (คอมพิวเตอร์บนยาน [On-board Computers]) เพื่อให้เกิด “การประมวลผลแบบเรียลไทม์” (“Real-time Processing”) สำหรับการปฏิบัติตามกฎที่ควบคุม (Control Law Implementation) - การชดเชยกฎที่ควบคุม (Control Law Compensation) สำหรับตำแหน่งเซนเซอร์ หรือแอโรแฟรมโหลดแบบไดนามิก (Dynamic Airframe Loads) ได้แก่ การชดเชยสำหรับสภาวะการสั่นสะเทือนของตัวเซนเซอร์ หรือสำหรับตำแหน่งของเซนเซอร์ที่ติดตั้งอยู่ห่างจากจุดศูนย์ถ่วง - ระบบอิเล็กทรอนิกส์เพื่อจัดการข้อมูลส่วนซ้ำสำรอง หรือส่วนซ้ำสำรองของระบบในการตรวจหาความผิดพลาด ความทนทานต่อความผิดพลาด การแยกแยะความผิดพลาด หรือการปรับแต่งค่าใหม่ (Reconfiguration)
	<i>หมายเหตุ 7E004.b.3. ไม่ครอบคลุม “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับการออกแบบส่วนซ้ำสำรองทางกายภาพ (Physical Redundancy)</i>
	4. การควบคุมการบินซึ่งยอมให้มีการปรับแต่งค่าใหม่ (Reconfiguration) ของการควบคุมแรงและโมเมนต์ สำหรับการบังคับอากาศยานที่ทำงานโดยอิสระแบบเรียลไทม์

7E004

b. (ต่อ)

5. การบูรณาการข้อมูลควบคุมการบินแบบดิจิทัล ข้อมูลควบคุมการนำร่อง และข้อมูลควบคุมระบบขับเคลื่อนเข้าสู่ระบบบริหารการบินแบบดิจิทัลสำหรับ “การควบคุมการบินทั้งหมด” (“Total Control of Flight”)

หมายเหตุ 7E004.b.5. ไม่ควบคุม

- a. “เทคโนโลยี” (“Technology”) “การพัฒนา” (“Development”) สำหรับบูรณาการข้อมูลควบคุมการบิน ข้อมูลควบคุมการนำร่องและข้อมูลควบคุมระบบขับเคลื่อน เข้าสู่ระบบบริหารการบินแบบดิจิทัลสำหรับ “การทำเส้นทางการบินที่เหมาะสมที่สุด” (“Flight Path Optimisation”)
- b. “เทคโนโลยี” (“Technology”) “การพัฒนา” (“Development”) สำหรับระบบเครื่องมือวัดการบินของ “อากาศยาน” (“Aircraft”) ที่บูรณาการเฉพาะสำหรับการนำร่องหรือการบินแบบ VOR DME ILS หรือ MLS

6. ระบบควบคุมการบินด้วยระบบดิจิทัลทั้งหมด หรือระบบจัดการภารกิจแบบใช้เซนเซอร์หลายตัวที่ใช้ “ระบบผู้เชี่ยวชาญ” (“Expert Systems”)

หมายเหตุ สำหรับ “เทคโนโลยี” (“Technology”) เพื่อ “ระบบควบคุมเครื่องยนต์ทั้งหมดด้วยระบบดิจิทัล” (“Full Authority Digital Engine Control Systems: FADEC Systems”) ให้อยู่ 9E003.h.

- c. “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) ระบบเฮลิคอปเตอร์ ดังต่อไปนี้
 1. ตัวควบคุมหลายแกนแบบ ฟลาย-บาย-ไวร์ (Fly-by-wire) หรือ ฟลาย-บาย-ไลต์ (Fly-by-light) ซึ่งผสมผสานหน้าที่การทำงานอย่างน้อยที่สุดสองประการตามที่ระบุด้านล่าง ให้เป็นส่วนควบคุมตัวเดียวกัน
 - a. การควบคุมแบบรวบรวม (Collective Controls)
 - b. การควบคุมแบบวน (Cyclic Controls)
 - c. การควบคุมความเอียง (Yaw Controls)
 2. “ระบบควบคุมแรงต้านการหมุนแบบควบคุมการหมุน” (“Circulation-controlled Anti-torque Control Systems”) หรือ “ระบบควบคุมทิศทางแบบควบคุมการหมุน” (“Circulation-controlled Direction Control Systems”)
 3. ใบพัดโรเตอร์ที่มี “แอโรฟอยล์แบบแปรผันได้” (“Variable Geometry Airfoils”) สำหรับใช้ในระบบที่ใช้การควบคุมใบพัดแต่ละใบ

7E101 “เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไปสำหรับ “การใช้งาน” (“Use”) อุปกรณ์ตามทีระบุใน 7A001 ถึง 7A006, 7A101 ถึง 7A106, 7A115 ถึง 7A117, 7B001, 7B002, 7B003, 7B102, 7B103, 7D101 ถึง 7D103

7E102 “เทคโนโลยี” สำหรับป้องกันอิเล็กทรอนิกส์การบินและระบบย่อยด้านไฟฟ้าจากอันตรายจากพัลส์แม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Pulse: EMP) และจากการรบกวนกันทางแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Interference: EMI) ที่มาจากแหล่งกำเนิดภายนอก ดังต่อไปนี้

- a. “เทคโนโลยี” (“Technology”) ออกแบบสำหรับระบบครอบป้องกัน (Shielding Systems)
- b. “เทคโนโลยี” (“Technology”) ออกแบบสำหรับการปรับแต่งวงจรไฟฟ้าเพื่อเสริมการป้องกันและระบบย่อย
- c. “เทคโนโลยี” (“Technology”) ออกแบบสำหรับการกำหนดเกณฑ์ในการป้องกันระบบใน 7E102.a. และ 7E102.b.

7E104 “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับการบูรณาการข้อมูลการควบคุมการบิน ข้อมูลนำทาง และข้อมูลระบบขับเคลื่อน เข้าสู่ระบบบริหารการบินสำหรับการปรับวิถีของระบบจรวดให้เหมาะสมที่สุด

หมวด 8
ยานพาหนะและอุปกรณ์ทางทะเล
(Marine)

8A ระบบ อุปกรณ์และส่วนประกอบ

8A001 ยานใต้น้ำ (Submersible Vehicles) และเรือผิวน้ำ (Surface Vessels) ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ สำหรับสถานะการควบคุมของอุปกรณ์สำหรับยานใต้น้ำ (Submersible Vehicles) โปรดดู

- หมวด 5 ส่วนที่ 2 “การรักษาความปลอดภัยข้อมูล” (“Information Security”) สำหรับอุปกรณ์สื่อสารที่เข้ารหัส
- หมวด 6 สำหรับเซนเซอร์ (Sensors)
- หมวด 7 และ 8 สำหรับอุปกรณ์นำร่อง
- หมวด 8A สำหรับอุปกรณ์ใต้น้ำ

- a. ยานใต้น้ำ (Submersible Vehicles) แบบมีคนขับและมีสายโยงกับตัวยานที่ออกแบบเพื่อปฏิบัติงานที่ความลึกมากกว่า 1,000 เมตร
- b. ยานใต้น้ำ (Submersible Vehicles) แบบมีคนขับและไม่มีสายโยงกับตัวยาน ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้
 1. ออกแบบเพื่อให้ ‘ปฏิบัติงานได้ด้วยตนเอง’ (‘Operate Autonomously’) และมีขีดความสามารถในการยกทั้งหมด ดังต่อไปนี้
 - a. ร้อยละ 10 หรือมากกว่าของน้ำหนักของตัวยานในอากาศ และ
 - b. 15 กิโลนิวตันหรือมากกว่า
 2. ออกแบบเพื่อปฏิบัติงานที่ความลึกมากกว่า 1,000 เมตร หรือ
 3. ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - a. ออกแบบเพื่อให้ ‘ปฏิบัติงานได้ด้วยตนเอง’ (‘Operate Autonomously’) เป็นระยะเวลานานต่อเนื่อง 10 ชั่วโมงหรือมากกว่าและ
 - b. มี ‘รัศมีทำการ’ (‘Range’) 25 ไมล์ทะเล หรือมากกว่า

หมายเหตุทางเทคนิค

1. ตามวัตถุประสงค์ของ 8A001.b. ‘ปฏิบัติงานได้ด้วยตนเอง’ (‘Operate Autonomously’) หมายถึง ตัวยานจมน้ำทั้งหมด ไม่ใช้ท่อหายใจ ทุกระบบทำงานและแล่นด้วยความเร็วต่ำสุดที่ยานใต้น้ำ (Submersible Vehicles) สามารถควบคุมระดับความลึกได้อย่างปลอดภัยโดยใช้เพียงปีกปรับระดับความลึก โดยที่ไม่ต้องมีเรือสนับสนุนหรือมีการสนับสนุนจากผิวน้ำ จากพื้นท้องทะเล หรือบนฝั่ง และมีระบบขับเคลื่อนที่ใช้ได้ทั้งใต้น้ำและบนผิวน้ำ
2. ตามวัตถุประสงค์ของ 8A001.b. ‘รัศมีทำการ’ (‘Range’) หมายถึง ครึ่งหนึ่งของระยะทางสูงสุดที่ยานใต้น้ำ (Submersible Vehicle) สามารถ ‘ปฏิบัติงานได้ด้วยตนเอง’ (‘Operate Autonomously’)
- c. ยานใต้น้ำ (Submersible Vehicles) แบบไร้คนขับและมีสายโยงกับตัวยานที่ออกแบบเพื่อปฏิบัติงานที่ความลึกมากกว่า 1,000 เมตร และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. ออกแบบสำหรับระบบเดินทางในตัวเองที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ หรือตัวขับเคลื่อนตามที่ระบุใน 8A002.a.2. หรือ
 2. มีการเชื่อมโยงข้อมูลด้วยใยแก้วนำแสง
- d. ยานใต้น้ำ (Submersible Vehicles) แบบไร้คนขับและไม่มีสายโยงกับตัวยาน ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้
 1. ออกแบบสำหรับการตัดสินใจเลือกเส้นทางไปยังจุดอ้างอิงทางภูมิศาสตร์ใดๆ โดยไม่ต้องมีมนุษย์คอยช่วยเหลือ
 2. มีการเชื่อมโยงข้อมูลหรือคำสั่งแบบอะคูสติก (Acoustic Data or Command Link) หรือ
 3. มีการเชื่อมโยงข้อมูลหรือคำสั่งแบบออปติค (Optical Data or Command Link) ได้ไกลกว่า 1,000 เมตร

8A001 (ต่อ)

- e. ระบบเก็บกู้ในมหาสมุทร (Ocean Salvage Systems) ที่มีขีดความสามารถในการยกมากกว่า 5 เมกะนิวตัน สำหรับการเก็บกู้วัตถุที่มีความลึกมากกว่า 250 เมตร และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
1. ระบบค้นหาตำแหน่งแบบไดนามิก (Dynamic Positioning Systems) ที่สามารถรักษาตำแหน่งอยู่ภายในระยะ 20 เมตร จากพิกัดที่กำหนดให้โดยระบบนำร่องหรือ
 2. ระบบนำร่องพื้นทะเลและระบบนำร่องแบบบูรณาการ (Seafloor Navigation and Navigation Integration Systems) สำหรับความลึกมากกว่า 1,000 เมตร โดยมีค่าความแม่นยำของตำแหน่งอยู่ภายในระยะ 10 เมตร ของพิกัดที่กำหนดไว้ล่วงหน้า
- f. เรือประเภทเซอร์เฟซเอฟเฟค (Surface-effect Vehicles) แบบมีกระโปรงรอบลำ (Fully Skirted Variety) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมด ดังต่อไปนี้
1. ความเร็วออกแบบสูงสุดเมื่อบรรทุกเต็มพิกัดมากกว่า 30 น็อต ในสภาพทะเลที่มีคลื่นสูง 1.25 เมตร (สภาพทะเลระดับ 3) หรือมากกว่า
 2. ความดันเบาะอากาศ มากกว่า 3,830 ปาสคาล และ
 3. มีอัตราส่วนระวางขับน้ำยานเปล่าต่อการบรรทุกเต็มที่ (Light-ship-to-full-load Displacement Ratio) น้อยกว่า 0.70
- g. เรือประเภทเซอร์เฟซเอฟเฟค (Surface-effect Vehicles) แบบผนังแข็ง (Rigid Sidewalls) มีความเร็วออกแบบสูงสุดเมื่อบรรทุกเต็มพิกัดมากกว่า 40 น็อต ในสภาพทะเลที่มีคลื่นสูง 3.25 เมตร (สภาพทะเลระดับ 5) หรือมากกว่า
- h. เรือไฮโดรฟอยล์ (Hydrofoil Vessels) ที่มีระบบแอ็กทีฟ (Active Systems) สำหรับการควบคุมระบบฟอยล์อัตโนมัติ (Automatically Controlling Foil Systems) มีความเร็วออกแบบสูงสุดเมื่อบรรทุกเต็มพิกัดมากกว่า 40 น็อต ในสภาพทะเลที่มีคลื่นสูง 3.25 เมตร (สภาพทะเลระดับ 5) หรือมากกว่า
- i. 'เรือประเภทสมอลวอเตอร์เพลนแอเรีย' ('Small Waterplane Area Vessels') ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
1. ระวางขับน้ำเต็มที่ มากกว่า 500 ตัน มีความเร็วออกแบบสูงสุดเมื่อบรรทุกเต็มพิกัด มากกว่า 35 น็อต ในสภาพทะเลที่มีคลื่นสูง 3.25 เมตร (สภาพทะเลระดับ 5) หรือมากกว่า หรือ
 2. ระวางขับน้ำเต็มที่ มากกว่า 1,500 ตัน มีความเร็วออกแบบสูงสุดเมื่อบรรทุกเต็มพิกัด มากกว่า 25 น็อต ในสภาพทะเลที่มีคลื่นสูง 4 เมตร (สภาพทะเลระดับ 6) หรือมากกว่า

หมายเหตุทางเทคนิค

'เรือประเภทสมอลวอเตอร์เพลนแอเรีย' ('Small Waterplane Area Vessel') สามารถนิยามได้ตามสูตรการคำนวณดังนี้ พื้นที่ผิวของตัวเรือได้แนวน้ำ ณ ตำแหน่งกินน้ำลึกออกแบบ น้อยกว่า $2 \times (\text{ปริมาตรของตัวเรือได้แนวน้ำ ณ ตำแหน่งกินน้ำลึกออกแบบ})^{2/3}$

8A002 ระบบ อุปกรณ์ และส่วนประกอบทางทะเล ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ สำหรับระบบสื่อสารใต้น้ำ โปรดดูหมวด 5 ส่วนที่ 1 — โทรคมนาคม ประกอบ

- a. ระบบ อุปกรณ์ และส่วนประกอบ ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับยานใต้น้ำ (Submersible Vehicles) และออกแบบเพื่อปฏิบัติงานที่ระดับความลึกมากกว่า 1,000 เมตร ดังต่อไปนี้
1. ตัวเรือนรับความดัน (Pressure Housings) หรือเปลือกรับความดัน (Pressure Hulls) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในห้องตรงส่วนที่กว้างที่สุด มากกว่า 1.5 เมตร
 2. มอเตอร์หรือเครื่องขับเคลื่อนที่ใช้ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Propulsion Motors or Thrusters)
 3. สายเคเบิลใต้น้ำและข้อต่อสายสำหรับสายเคเบิลดังกล่าว ที่ใช้เส้นใยแก้วนำแสงและเสริมความแข็งแรงด้วยวัสดุสังเคราะห์
 4. ส่วนประกอบที่ผลิตจากวัสดุที่ระบุใน 8C001

หมายเหตุทางเทคนิค

ตามวัตถุประสงค์การควบคุมของ 8A002.a.4. ไม่ควรจะยกเว้นการส่งออก 'โฟมสังเคราะห์' ('Syntactic Foam') ที่ระบุไว้ใน 8C001 ที่ยังอยู่ระหว่างการดำเนินการผลิต และยังไม่ได้ประกอบเข้ากันให้เสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์

8A002

(ต่อ)

- b. ระบบที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับการควบคุมการเคลื่อนที่โดยอัตโนมัติของยานใต้น้ำ (Submersible Vehicles) ตามที่ระบุใน 8A001 ที่ใช้ข้อมูลนำร่องและมีตัวควบคุมเซอร์โวแบบวงจรปิด (Closed Loop Servo-Controls) และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
1. สามารถทำใหยานเคลื่อนที่ภายในระยะ 10 เมตร ของพิกัดที่กำหนดล่วงหน้าในห้วงน้ำ (Water Column)
 2. สามารถรักษาดำแหน่งของยานให้อยู่ภายในระยะ 10 เมตร ของพิกัดที่กำหนดล่วงหน้าในห้วงน้ำ (Water Column) หรือ
 3. สามารถรักษาดำแหน่งของยานให้อยู่ภายในระยะ 10 เมตร ขณะที่เคลื่อนตามสายเคเบิลที่วางอยู่บน หรือฝัง อยู่ใต้พื้นทะเล
- c. ช่องผนังลำเรือหรือข้อต่อสำหรับเส้นใยแก้วนำแสง (Fibre Optic Hull Penetrators or Connectors)
- d. ระบบมองภาพใต้น้ำ (Underwater Vision Systems) ดังต่อไปนี้
1. ระบบโทรทัศน์และกล้องโทรทัศน์ ดังต่อไปนี้
 - a. ระบบโทรทัศน์ (ประกอบด้วยกล้องถ่ายภาพ อุปกรณ์ติดตามผล และอุปกรณ์ส่งสัญญาณ) ที่มี ‘ค่าความละเอียดภาพ’ (‘Limiting Resolution’) เมื่อวัดในอากาศมากกว่า 800 เส้น และที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับทำงานระยะไกลกับยานใต้น้ำ (Submersible Vehicle)
 - b. กล้องโทรทัศน์ใต้น้ำที่มี ‘ค่าความละเอียดภาพ’ (‘Limiting Resolution’) เมื่อวัดในอากาศมากกว่า 1,100 เส้น
 - c. กล้องโทรทัศน์ที่สามารถถ่ายภาพได้ที่ระดับแสงน้อย (Low Light Level Television Cameras) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับใช้งานใต้น้ำและมีคุณลักษณะทั้งหมด ดังต่อไปนี้
 1. หลอดรับภาพชนิดไอโอที (Image Intensifier Tube: IIT) ตามที่ระบุใน 6A002.a.2.a. และ
 2. มากกว่า 150,000 “แอ็กทีฟพิกเซล” (“Active Pixels”) ต่อซิลิคอนสเตทแอเรียอาร์เรย์ (Solid State Area Array)
- หมายเหตุทางเทคนิค*
- ‘ค่าความละเอียดภาพ’ (‘Limiting Resolution’) คือ ระบบการวัดความละเอียดตามแนวนอน ซึ่งโดยปกติแล้วจะแสดงค่าเป็นจำนวนเส้นมากที่สุดต่อความสูงของภาพที่แยกแยะได้ตามตารางข้อมูลทดสอบ โดยใช้มาตรฐานสถาบันวิชาชีพวิศวกรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (Institute of Electrical and Electronic Engineers: IEEE) IEEE 208/1960 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
2. ระบบที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับการทำงานระยะไกลกับยานใต้น้ำ (Underwater Vehicle) ที่ใช้เทคนิคเพื่อลดผลกระทบของสัญญาณสะท้อนกลับ (Back Scatter) และครอบคลุมระบบเรนจ์-เกตอิลลูมินเอเตอร์ (Range-gated Illuminators) หรือระบบ “เลเซอร์” (“Laser” Systems)
- e. กล้องถ่ายภาพนิ่งที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับใช้งานใต้น้ำที่ลึกกว่า 150 เมตร โดยใช้ฟิล์มขนาด 35 มิลลิเมตร หรือใหญ่กว่า และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
1. มีการแปลความหมายของภาพถ่ายด้วยข้อมูลที่ได้มาจากแหล่งอื่นภายนอกตัวกล้องถ่ายภาพ
 2. มีการแก้ไขระยะโฟกัสสะท้อนกลับอัตโนมัติ (Automatic Back Focal Distance Correction) หรือ
 3. มีการควบคุมการชดเชยค่าโดยอัตโนมัติ (Automatic Compensation Control) ที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อให้สามารถใช้ร่วมกับอุปกรณ์ป้องกันน้ำเข้ากล้องถ่ายภาพ (Underwater Camera Housing) ได้ที่ความลึกมากกว่า 1,000 เมตร
- f. ไม่ใช่
- g. ระบบส่องสว่าง (Light System) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับใช้งานใต้น้ำ ดังต่อไปนี้
1. ระบบส่องสว่างสโตรโบโคปิก (Stroboscopic Light Systems) ที่สามารถให้พลังงานแสงมากกว่า 300 จูลต่อแฟลช และมีอัตราความเร็วของแฟลชมากกว่า 5 แฟลชต่อ 1 วินาที
 2. ระบบส่องสว่างอาร์กอนอาร์ค (Argon Arc Light Systems) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับใช้ที่ระดับความลึกมากกว่า 1,000 เมตร

8A002

(ต่อ)

h. “หุ่นยนต์” (“Robots”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการใช้งานใต้น้ำ และควบคุมโดยการใช้คอมพิวเตอร์ที่กำหนดโดยเฉพาะ และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. ระบบควบคุม “หุ่นยนต์” (“Robot”) ที่ใช้ข้อมูลจากเซนเซอร์ (Sensors) ซึ่งวัดแรงหรือแรงบิดที่กระทำต่อวัตถุภายนอก วัดระยะทางห่างจากวัตถุภายนอก หรือมีระบบรับสัมผัสระหว่าง “หุ่นยนต์” (“Robot”) และวัตถุภายนอกหรือ
2. มีสมรรถนะในการให้แรงเท่ากับ 250 นิวตันหรือมากกว่า หรือให้แรงบิดเท่ากับ 250 นิวตันเมตรหรือมากกว่า และใช้โลหะผสมไททาเนียม (Titanium Based Alloys) หรือ “คอมโพสิต” (“Composite”) ที่มีส่วนประกอบเป็น “วัสดุเส้นใยหรือฟิลาเมนต์” (“Fibrous or Filamentary Materials”) เป็นส่วนประกอบของโครงสร้างหุ่นยนต์

i. แขนกลควบคุมจากระยะไกล (Remotely Controlled Articulated Manipulators) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับใช้กับยานใต้น้ำ (Submersible Vehicles) และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. ระบบที่ควบคุมตัวแขนกลโดยใช้ข้อมูลจากเซนเซอร์ (Sensors) ซึ่งวัดสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. แรงบิดหรือแรงที่กระทำกับวัตถุภายนอก หรือ
 - b. ระบบรับสัมผัสระหว่างแขนกลและวัตถุภายนอกหรือ
2. ควบคุมโดยใช้เทคนิคแม่ข่าย-ลูกข่ายแบบแปรผันตรง (Proportional Master-slave Techniques) หรือโดยการใช้คอมพิวเตอร์ที่กำหนดโดยเฉพาะ และมี ‘ค่าอิสระในการเคลื่อนที่’ (Degrees of ‘Freedom of Movement’) เท่ากับ 5 หรือมากกว่า

หมายเหตุทางเทคนิค

เฉพาะฟังก์ชันต่างๆ ที่มีการควบคุมตามสัดส่วน (Proportional Control) ซึ่งใช้ข้อมูลป้อนกลับในการบอกตำแหน่งหรือใช้คอมพิวเตอร์ที่กำหนดโดยเฉพาะ จะถูกนำมาใช้พิจารณาเมื่อกำหนดจำนวน ‘ค่าอิสระในการเคลื่อนที่’ (Degrees of ‘Freedom of Movement’)

j. ระบบต้นกำลังโดยไม่ต้องใช้อากาศ (Air Independent Power Systems) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการใช้งานใต้น้ำ ดังต่อไปนี้

1. ระบบต้นกำลังโดยไม่ต้องใช้อากาศแบบใช้เครื่องยนต์ประเภทวัฏจักรเบรย์ตันหรือวัฏจักรแรงคิน (Brayton or Rankine Cycle Engine Air Independent Power Systems) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. ระบบดูดซับหรือฟอกอากาศด้วยสารเคมีที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อกำจัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide) คาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon Monoxide) และอนุภาคจากการหมุนเวียนไอเสียของเครื่องยนต์มาใช้ใหม่
 - b. ระบบที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อใช้แก๊สอะตอมเดี่ยว (Monoatomic Gas)
 - c. อุปกรณ์หรือห้องเครื่องยนต์ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการลดเสียงรบกวนใต้น้ำที่ความถี่ต่ำกว่า 10 กิโลเฮิร์ตซ์ หรืออุปกรณ์พิเศษที่ติดตั้งเพิ่มสำหรับลดความสั่นสะเทือนหรือ
 - d. ระบบต่างๆ ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 1. ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อให้ความดันแก๊สผลิตที่ได้จากปฏิกิริยา หรือสำหรับปรับเปลี่ยนคุณสมบัติของเชื้อเพลิง
 2. ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อจัดเก็บผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาและ
 3. ออกแบบพิเศษเพื่อให้สามารถปล่อยผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาที่ความดัน 100 กิโลปาสคาลหรือมากกว่า

8A002

j. (ต่อ)

2. ระบบต้นกำลังโดยไม่ต้องใช้อากาศแบบใช้เครื่องยนต์ดีเซล ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - a. ระบบดูดซับหรือพอกอากาศด้วยสารเคมีด้วยสารเคมีที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อกำจัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide) คาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon Monoxide) และอนุภาคจากการหมุนเวียนไอเสียของเครื่องยนต์มาใช้ใหม่
 - b. ระบบที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อใช้แก๊สอะตอมเดี่ยว
 - c. อุปกรณ์หรือห้องเครื่องยนต์ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการลดเสียงรบกวนใต้น้ำที่ความถี่ต่ำกว่า 10 กิโลเฮิร์ตซ์ หรืออุปกรณ์พิเศษที่ติดตั้งเพิ่มสำหรับลดความสั่นสะเทือนและ
 - d. ระบบไอเสียที่ออกแบบเป็นพิเศษ ซึ่งไม่ปล่อยไอเสียจากการสันดาปออกมาอย่างต่อเนื่อง
3. ระบบต้นกำลังโดยไม่ต้องใช้อากาศแบบใช้ “เซลล์เชื้อเพลิง” (“Fuel Cell” Air Independent Power Systems) ซึ่งให้กำลังมากกว่า 2 กิโลวัตต์ และมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. อุปกรณ์หรือห้องเครื่องยนต์ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการลดเสียงรบกวนใต้น้ำที่ความถี่ต่ำกว่า 10 กิโลเฮิร์ตซ์ หรืออุปกรณ์พิเศษที่ติดตั้งเพิ่มสำหรับลดความสั่นสะเทือนหรือ
 - b. ระบบต่างๆ ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 1. ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อให้ความดันแก๊สผลิตที่ได้จากปฏิกิริยา หรือสำหรับปรับเปลี่ยนคุณสมบัติของเชื้อเพลิง
 2. ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อจัดเก็บผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาและ
 3. ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อให้สามารถปล่อยผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาที่ความดัน 100 กิโลปาสกาลหรือมากกว่า
4. ระบบต้นกำลังโดยไม่ต้องใช้อากาศแบบใช้เครื่องยนต์สเตอร์ลิง (Stirling Cycle Engine Air Independent Power Systems) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - a. อุปกรณ์หรือห้องเครื่องยนต์ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการลดเสียงรบกวนใต้น้ำที่ความถี่ต่ำกว่า 10 กิโลเฮิร์ตซ์ หรืออุปกรณ์พิเศษที่ติดตั้งเพิ่มสำหรับลดความสั่นสะเทือนหรือ
 - b. ระบบไอเสียที่ออกแบบเป็นพิเศษ ซึ่งสามารถปล่อยผลผลิตจากการสันดาปออกจากกระบอกที่มีความดัน 100 กิโลปาสกาลหรือมากกว่า
- k. อุปกรณ์กระโปรง (Skirts) ซีล (Seals) และ ฟิงเกอร์ (Fingers) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. ออกแบบสำหรับความดันเบาะอากาศ 3,830 ปาสกาลหรือมากกว่า สามารถปฏิบัติงานในสภาพทะเลที่มีคลื่นสูง 1.25 เมตร (สภาพทะเลระดับ 3) หรือมากกว่า และออกแบบเป็นพิเศษสำหรับเรือประเภทเซเอฟเอฟเค (Surface Effect Vehicles) (แบบมีกระโปรงรอบลำ [Fully Skirted Variety]) ตามที่ระบุใน 8A001.f. หรือ
 2. ออกแบบสำหรับความดันเบาะอากาศ 6,224 ปาสกาลหรือมากกว่า สามารถปฏิบัติงานในสภาพทะเลที่มีคลื่นสูง 3.25 เมตร (สภาพทะเลระดับ 5) หรือมากกว่า และออกแบบเป็นพิเศษสำหรับเรือประเภทเซเอฟเอฟเค (Surface Effect Vehicles) (แบบผนังแข็ง [Rigid Sidewalls]) ตามที่ระบุใน 8A001.g.
- l. พัดลมยกตัว (Lift Fans) ที่มีกำลังมากกว่า 400 กิโลวัตต์ และออกแบบเป็นพิเศษสำหรับเรือประเภทเซเอฟเอฟเค (Surface Effect Vehicles) ตามที่ระบุใน 8A001.f. หรือ 8A001.g.
- m. เรือไฮโดรฟอยล์ ชนิดปักได้แบบขับเคลื่อนด้วยหรือแบบซูเปอร์คาวิตี (Fully Submerged Subcavitating or Supercavitating Hydrofoils) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับเรือตามที่ระบุใน 8A001.h.

8A002

(ต่อ)

- n. ระบบแอ็กทีฟ (Active Systems) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษเพื่อควบคุมการเคลื่อนไหวโดยอัตโนมัติของยานหรือเรือเมื่อเผชิญกับสภาพทะเลตามที่ระบุใน 8A001.f., 8A001.g., 8A001.h. หรือ 8A001.i.
- o. ใบจักร (Propellers) ระบบส่งกำลัง (Power Transmission Systems) ระบบกำเนิดไฟฟ้า (Power Generation Systems) และระบบลดทอนเสียงรบกวน (Noise Reduction Systems) ดังต่อไปนี้
 - 1. ใบจักรแบบวอเตอร์สกรู (Water-screw Propeller) หรือระบบส่งกำลัง (Power Transmission Systems) ตามที่ระบุด้านล่าง ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับเรือประเภทเซอร์เฟซเอฟเฟกต์ (Surface Effect Vehicles) (แบบมีกระโปรงรอบลำ หรือแบบผนังแข็ง [Fully Skirted or Rigid Sidewall Variety]) เรือไฮโดรฟอยล์ (Hydrofoils) หรือเรือประเภท ‘สมอลวอเตอร์เพลนแอเรีย’ (‘Small Waterplane Area Vessels’) ตามที่ระบุใน 8A001.f., 8A001.g. 8A001.h. หรือ 8A001.i. ดังต่อไปนี้
 - a. ใบจักรแบบซูเปอร์คาวิตีเตตติ้ง แบบซูเปอร์เวนติเลต แบบจมน้ำบางส่วน หรือแบบเซอร์เฟซเพียซิง (Supercavitating, Super-ventilated, Partially-submerged or Surface Piercing Propellers) ที่มีกำลังมากกว่า 7.5 เมกะวัตต์
 - b. ระบบใบจักรแบบคอนทราโรเตตติ้ง (Contrarotating Propeller Systems) ที่มีกำลังมากกว่า 15 เมกะวัตต์
 - c. ระบบที่ใช้เทคนิคการสร้างเกลียวน้ำก่อนหน้าหรือภายหลัง (Systems Employing Pre-swirl or Post-swirl Techniques) เพื่อทำให้กระแสน้ำที่ไหลไปยังใบจักรมีความสม่ำเสมอ
 - d. ระบบเกียร์ทดน้ำหนักเบาและมีสมรรถนะสูง (ค่า K แฟคเตอร์ เกินกว่า 300)
 - e. ระบบเพลาส่งกำลังที่ประกอบด้วยส่วนประกอบที่ทำจาก “คอมโพสิต” (“Composite”) ที่สามารถส่งกำลังได้มากกว่า 1 เมกะวัตต์
 - 2. ใบจักรแบบวอเตอร์สกรู (Water-screw Propeller) ระบบกำเนิดไฟฟ้าหรือระบบส่งกำลัง (Power Transmission Systems) ที่ออกแบบสำหรับใช้บนเรือ ดังต่อไปนี้
 - a. ใบจักรแบบปรับพิทช์ได้ (Controllable-pitch Propellers) และส่วนประกอบใบจักร (Hub Assemblies) ที่มีกำลังขับมากกว่า 30 เมกะวัตต์
 - b. เครื่องยนต์ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าและระบายความร้อนด้วยของเหลวภายใน ซึ่งมีกำลังขับมากกว่า 2.5 เมกะวัตต์
 - c. เครื่องยนต์ขับเคลื่อนแบบ “นำไฟฟ้ายิ่งยวด” (“Superconductive”) หรือเครื่องยนต์ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าโดยใช้แม่เหล็กถาวร ซึ่งมีกำลังขับมากกว่า 0.1 เมกะวัตต์
 - d. ระบบเพลาส่งกำลังที่ประกอบด้วยส่วนประกอบที่ทำจาก “คอมโพสิต” (“Composite”) ที่สามารถส่งกำลังได้มากกว่า 2 เมกะวัตต์
 - e. ระบบใบจักรแบบเวนติเลตหรือเบสเวนติเลต (Ventilated or Base-ventilated Propeller Systems) ที่มีค่าพิทช์มากกว่า 2.5 เมกะวัตต์
 - 3. ระบบลดทอนเสียงรบกวน (Noise Reduction Systems) ที่ออกแบบสำหรับใช้บนเรือที่มีระวางขับน้ำ 1,000 ตัน หรือมากกว่า ดังต่อไปนี้
 - a. ระบบที่ลดเสียงได้น้ำที่ความถี่ต่ำกว่า 500 เฮิรตซ์และประกอบด้วยแท่นติดตั้งระบบลดเสียงหรือแยกเสียงของเครื่องยนต์ดีเซล ชุดกำเนิดไฟฟ้าแบบเครื่องดีเซล เครื่องยนต์กังหันแก๊ส ชุดกำเนิดไฟฟ้าแบบกังหันแก๊ส เครื่องขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ หรือเกียร์ทดของเครื่องขับเคลื่อนที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับแยกเสียงหรือการสั่นสะเทือน และมีมวลเกินกว่าร้อยละ 30 ของอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้ง
 - b. ‘ระบบลดทอนเสียงหรือตัดเสียงรบกวนแบบแอ็กทีฟ’ (‘Active Noise Reduction or Cancellation Systems’) หรือ แบริงแบบแม่เหล็ก (Magnetic Bearings) ที่ได้ออกแบบพิเศษสำหรับระบบส่งกำลัง (Power Transmission Systems)

หมายเหตุทางเทคนิค

‘ระบบลดทอนเสียงหรือตัดเสียงรบกวนแบบแอ็กทีฟ’ (‘Active Noise Reduction or Cancellation Systems’) ประกอบด้วยระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งสามารถลดความสั่นสะเทือนของอุปกรณ์ขณะทำงานโดยการให้กำเนิดสัญญาณต่อต้านเสียงหรือต่อต้านการสั่นสะเทือนโดยตรงที่ต้นกำเนิดเสียงรบกวน

8A002

(ต่อ)

- p. ระบบการขับเคลื่อนแบบปั๊มเจ็ท (Pumpjet Propulsion Systems) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
1. กำลังขับ (Power Output) มากกว่า 2.5 เมกะวัตต์และ
 2. ใช้หัวพ่นแบบปรับทิศทางได้ (Divergent Nozzle) และใช้เทคนิคปีกควบคุมกระแสไหล (Flow Conditioning Vane Techniques) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแรงขับเคลื่อนหรือลดเสียงที่กระจายอยู่ในน้ำอันเกิดมาจากแรงขับเคลื่อน
- q. อุปกรณ์สำหรับการว่ายน้ำใต้น้ำและดำน้ำ ดังต่อไปนี้
1. เครื่องช่วยหายใจแบบวงจรปิด (Closed Circuit Rebreathers)
 2. เครื่องช่วยหายใจแบบกึ่งวงจรปิด (Semi-closed Circuit Rebreathers)

หมายเหตุ 8A002.q. ไม่ควบคุมเครื่องช่วยหายใจส่วนตัวเมื่อนำติดตัวไปกับผู้ใช้งาน

- r. ระบบเสียงเตือนภัยนักดำน้ำ (Diver Deterrent Acoustic Systems) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษเพื่อเป็นสัญญาณเตือนนักดำน้ำ และมีระดับความดังของเสียงเท่ากับหรือมากกว่า 190 เดซิเบล (อ้างอิงที่ 1 ไมโครปาสคาล ที่ 1 เมตร) ที่ความถี่ (ของเสียง) 200 เฮิรตซ์และต่ำกว่า

หมายเหตุ 1 8A002.r. ไม่ควบคุมระบบเตือนภัยนักดำน้ำ (Diver Deterrent Acoustic Systems) ที่เป็นอุปกรณ์ระเบิดใต้น้ำ ปืนลม (Air Guns) หรือวัตถุที่ไหม้ไฟได้

หมายเหตุ 2 8A002.r. รวมถึงระบบเสียงเตือนภัยนักดำน้ำต่างๆ ที่ใช้แหล่งกำเนิดสปาร์กแก๊ป (Spark Gap Sources) หรือที่เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า แหล่งกำเนิดเสียงพลาสมา (Plasma Sound Sources)

8B	อุปกรณ์ทดสอบ ตรวจสอบ และผลิต
8B001	อุโมงค์น้ำที่มีเสียงรบกวนในแบ็คกราวด์ (Background Noise) น้อยกว่า 100 เดซิเบล (อ้างอิงที่ 1 ไมโครปาสคาล 1 เฮิรตซ์) ในช่วงความถี่ตั้งแต่ 0 ถึง 500 เฮิรตซ์ ซึ่งออกแบบสำหรับการวัดสนามคลื่นเสียงอะคูสติก (Acoustic Fields) ที่เกิดจากการไหลของน้ำผ่านรอบๆ ระบบขับเคลื่อน

8C	วัสดุ
8C001	‘โฟมสังเคราะห์’ (‘Syntactic Foam’) ที่ออกแบบสำหรับการใช้งานใต้น้ำ และมีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้ <u>หมายเหตุ</u> โปรดดู 8A002.a.4. ประกอบ a. ออกแบบเพื่อใช้ในทะเลที่ระดับความลึกมากกว่า 1,000 เมตร และ b. มีความหนาแน่นน้อยกว่า 561 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร <u>หมายเหตุทางเทคนิค</u> ‘โฟมสังเคราะห์’ (‘Syntactic Foam’) ประกอบด้วยพลาสติกหรือแก้วรูปทรงกลมที่มีโพรงภายในและถูกฝังตัวอยู่ในเรซินเมทริกซ์ (Resin Matrix)

8D	ซอฟต์แวร์
8D001	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) “การผลิต” (“Production”) หรือ “การใช้งาน” (“Use”) ของอุปกรณ์หรือวัสดุตามที่ระบุใน 8A 8B หรือ 8C
8D002	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) เฉพาะด้านที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) “การผลิต” (“Production”) การซ่อมแซม การซ่อมใหญ่หรือการซ่อมคืนสภาพ (Re-machining) ของใบจักรที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการลดทอนเสียงรบกวนได้นี้

8E	เทคโนโลยี
8E001	“เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไป สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “การผลิต” (“Production”) ของอุปกรณ์หรือวัสดุ ตามที่ระบุใน 8A 8B หรือ 8C
8E002	“เทคโนโลยี” (“Technology”) อื่นๆ ดังต่อไปนี้ a. “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) “การผลิต” (“Production”) การซ่อมแซม การซ่อมใหญ่หรือการซ่อมคืนสภาพใหม่ (Re-machining) ของใบจักรที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการลดทอนเสียงรบกวนใต้น้ำ b. “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับการซ่อมใหญ่หรือการซ่อมคืนสภาพ (Re-machining) ของอุปกรณ์ตามที่ระบุใน 8A001, 8A002.b., 8A002.j., 8A002.o. หรือ 8A002.p.

หมวด 9

การบินและอวกาศ และการขับเคลื่อน
(Aerospace and Propulsion)

9A	ระบบ อุปกรณ์ และส่วนประกอบ
9A001	เครื่องยนต์กังหันแก๊สใช้สำหรับอากาศยาน (Aero Gas Turbine Engines) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้ หมายเหตุ โปรดดู 9A101 ประกอบ a. ใช้ร่วมกับ “เทคโนโลยี” (“Technologies”) อย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ระบุใน 9E003.a., 9E003.h. หรือ 9E003.i. หรือ หมายเหตุ 9A001.a. ไม่ควบคุมเครื่องยนต์กังหันแก๊สใช้สำหรับอากาศยาน (Aero Gas Turbine Engines) ที่มีคุณลักษณะทั้งหมด ดังต่อไปนี้ a. ได้รับใบรับรองจากหน่วยงานควบคุมการบินพลเรือนของ “รัฐที่ร่วมภาคี” (“Participating State”) และ b. มีความประสงค์เพื่อให้กำลังขับเคลื่อนอากาศยานที่มีคนขับซึ่งไม่ใช้งานด้านการทหาร โดยได้รับใบรับรองอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้จาก “รัฐที่ร่วมภาคี” (“Participating State”) สำหรับอากาศยานที่มีเครื่องยนต์ประเภทดังกล่าว 1. ใบอนุญาตประเภทพลเรือน หรือ 2. เอกสารเทียบเท่ากันที่ยอมรับโดยองค์การการบินพลเรือนนานาชาติ (International Civil Aviation Organisation: ICAO) b. ออกแบบเพื่อให้กำลังขับเคลื่อนอากาศยานให้บินเดินทางได้ที่ มัค (Mach) 1 หรือสูงกว่า เป็นเวลานานกว่า 30 นาที
9A002	‘เครื่องยนต์กังหันแก๊สใช้สำหรับการเดินเรือ’ (‘Marine Gas Turbine Engines’) ที่มีค่าพิทช์กำลังที่เดินเครื่องยนต์ทำงานตลอดเวลาเท่ากับ 24,245 กิโลวัตต์ หรือมากกว่าโดยวัดตามองค์กรมาตรฐานสากล (International Organisation for Standardisation: ISO) และมีค่าการบริโภคเชื้อเพลิงจำเพาะไม่เกิน 0.219 กิโลกรัมต่อกิโลวัตต์ ชั่วโมง ในช่วงกำลังตั้งแต่ร้อยละ 35 ถึง 100 และชิ้นส่วนและส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับเครื่องยนต์ดังกล่าว หมายเหตุ คำว่า ‘เครื่องยนต์กังหันแก๊สใช้สำหรับการเดินเรือ’ (‘Marine Gas Turbine Engines’) รวมถึงเครื่องยนต์กังหันแก๊สที่ใช้ในอุตสาหกรรม หรือใช้ในอากาศยานที่ถูกดัดแปลงสำหรับการผลิตไฟฟ้าในเรือหรือการขับเคลื่อน
9A003	อุปกรณ์ประกอบและส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษที่มี “เทคโนโลยี” (“Technologies”) อย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ระบุใน 9E003.a., 9E003.h. หรือ 9E003.i. สำหรับระบบขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์กังหันแก๊สระบบใดระบบหนึ่ง ดังต่อไปนี้ a. ตามที่ระบุใน 9A001 หรือ b. ซึ่งมีผู้ออกแบบหรือมีประเทศผู้ผลิตที่ไม่ได้เป็น “รัฐที่ร่วมภาคี” (“Participating States”) หรือไม่ทราบผู้ผลิต
9A004	ยานนำส่งสู่อวกาศและ “ยานอวกาศ” (“Spacecraft”) หมายเหตุ โปรดดู 9A104 ประกอบ หมายเหตุ 9A004 ไม่ควบคุมน้ำหนักบรรทุก หมายเหตุ สำหรับสถานะการควบคุมของสินค้าที่บรรทุกไปกับ “ยานอวกาศ” (“Spacecraft”) โปรดดูในหมวดสินค้าที่เกี่ยวข้องประกอบ
9A005	ระบบขับเคลื่อนด้วยจรวดเชื้อเพลิงเหลว (Liquid Rocket Propulsion Systems) ที่ประกอบด้วยระบบหรือส่วนประกอบอย่างใดอย่างหนึ่ง ตามที่ระบุใน 9A006 หมายเหตุ โปรดดู 9A105 และ 9A119 ประกอบ
9A006	ระบบและส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับระบบขับเคลื่อนด้วยจรวดเชื้อเพลิงเหลว (Liquid Rocket Propulsion Systems) ดังต่อไปนี้ หมายเหตุ โปรดดู 9A106, 9A108 และ 9A120 ประกอบ a. ตู้แช่เย็นที่ความเย็นยิ่งยวด (Cryogenic Refrigerators) ถึงสุญญากาศสำหรับบรรทุกของ (Flightweight Dewars) ท่อนำความร้อนแบบความเย็นยิ่งยวด (Cryogenic Heat Pipes) หรือระบบความเย็นยิ่งยวด (Cryogenic Systems) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับใช้ในยานอวกาศและสามารถจำกัดการสูญเสียของเหลวที่ความเย็นยิ่งยวดได้น้อยกว่าร้อยละ 30 ต่อปี

9A006

(ต่อ)

- b. ถังเก็บแบบความเย็นยิ่งยวด (Cryogenic Containers) หรือระบบทำความเย็นแบบปิด (Closed-cycle Refrigeration Systems) ที่สามารถให้อุณหภูมิต่ำได้ถึง 100 เคลวิน (-173 องศาเซลเซียส) หรือน้อยกว่าสำหรับ “อากาศยาน” (“Aircraft”) ซึ่งสามารถคงการบินได้ที่มีค (Mach) มากกว่า 3 สำหรับยานนำส่ง หรือ “ยานอวกาศ” (“Spacecraft”)
- c. ระบบเก็บไฮโดรเจนเหลวหรือระบบส่งความเย็น (Slush Hydrogen Storage or Transfer Systems)
- d. เครื่องเทอร์โบปั๊มแรงดันสูง (High Pressure Turbo Pumps) (มากกว่า 17.5 เมกะปาสกาล) ส่วนประกอบของปั๊มหรือส่วนประกอบเครื่องกำเนิดพลังงานจากแก๊สหรือระบบขับเคลื่อนแบบวัฏจักรขยาย (Expander Cycle Turbine Drive Systems)
- e. ห้องขับเคลื่อนที่ความดันสูง (มากกว่า 10.6 เมกะปาสกาล) และท่อไอพ่น (High-pressure Thrust Chambers and Nozzles) สำหรับห้องขับเคลื่อนดังกล่าว
- f. ระบบจัดเก็บเชื้อเพลิงจรวด (Propellant Storage Systems) ที่ใช้หลักการการบรรจุในท่อคาพิลลารี (Capillary Containment) หรือช่องบีบอัด (Positive Expulsion) (เช่น ที่ใช้กับถุงเก็บเชื้อเพลิงแบบยืดหยุ่นได้ [Flexible Bladders])
- g. หัวฉีดเชื้อเพลิงเหลว (Liquid Propellant Injectors) โดยรูฉีดแต่ละช่องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.381 มิลลิเมตรหรือน้อยกว่า (พื้นที่ของรูฉีดที่ไม่เป็นวงกลมเท่ากับหรือน้อยกว่า 1.14×10^{-3} ตารางเซนติเมตร) และออกแบบเป็นพิเศษสำหรับเครื่องยนต์จรวดเชื้อเพลิงเหลว (Liquid Rocket Engines)
- h. ห้องขับเคลื่อนเป็นแบบชิ้นเดียวทำจากคาร์บอน-คาร์บอน (One-piece Carbon-carbon Thrust Chambers) หรือกรวยทางออกเป็นแบบชิ้นเดียวทำจากคาร์บอน-คาร์บอน (One-piece Carbon-carbon Exit Cones) ที่มีค่าความหนาแน่นมากกว่า 1.4 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และมีค่าความต้านทานแรงดึง (Tensile Strengths) มากกว่า 48 เมกะปาสกาล

9A007

ระบบขับเคลื่อนด้วยจรวดเชื้อเพลิงแข็ง (Solid Rocket Propulsion Systems) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

หมายเหตุ โปรตูด 9A107 และ 9A119 ประกอบ

- a. ค่าอิมพัลส์รวม (Total Impulse Capacity) มากกว่า 1.1 เมกะนิวตันวินาที
- b. ค่าอิมพัลส์จำเพาะ (Specific Impulse) เท่ากับ 2.4 กิโลนิวตันวินาทีต่อกิโลกรัมหรือมากกว่า เมื่อแก๊สที่ไหลผ่านท่อไอพ่นถูกขยายตัวสู่สภาวะบรรยากาศเทียบเท่าระดับน้ำทะเลที่ค่าความดันของห้องขับเคลื่อนเท่ากับ 7 เมกะปาสกาล
- c. เศษส่วนมวลในแต่ละขั้น (Stage Mass Fractions) มากกว่าร้อยละ 88 และเชื้อเพลิงแข็งที่บรรจุมากกว่าร้อยละ 86
- d. ส่วนประกอบต่างๆ ตามที่ระบุใน 9A008 หรือ
- e. ระบบฉนวนกันความร้อนและการยึดเกาะของเชื้อเพลิงแข็ง (Insulation and Propellant Bonding Systems) ที่ใช้การออกแบบเครื่องยนต์แบบยึดเกาะกันโดยตรง เพื่อช่วยให้เกิด ‘การยึดเกาะเชิงกลอย่างแข็งแรง’ (“Strong Mechanical Bond”) หรือเป็นตัวกันไม่ให้เกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างเชื้อเพลิงแข็งและวัสดุทำฉนวนกันความร้อนของเครื่อง

หมายเหตุทางเทคนิค

‘การยึดเกาะเชิงกลอย่างแข็งแรง’ (“Strong Mechanical Bond”) หมายถึง ค่าความแข็งแรงของการยึดเกาะที่เท่ากับหรือมากกว่าค่าความแข็งแรงของเชื้อเพลิงขับเคลื่อน

9A008

ส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับระบบขับเคลื่อนด้วยจรวดเชื้อเพลิงแข็ง (Solid Rocket Propulsion Systems) ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ โปรตูด 9A108 ประกอบ

- a. ระบบฉนวนกันความร้อนและการยึดเกาะของเชื้อเพลิงแข็ง (Insulation and Propellant Bonding Systems) ที่ใช้แผ่น (Liners) เพื่อช่วยให้เกิด ‘การยึดเกาะเชิงกลอย่างแข็งแรง’ (“Strong Mechanical bond”) หรือตัวกันไม่ให้เกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างเชื้อเพลิงแข็งและวัสดุทำฉนวนกันความร้อนของเครื่อง

หมายเหตุทางเทคนิค

‘การยึดเกาะเชิงกลอย่างแข็งแรง’ (“Strong Mechanical Bond”) หมายถึง ค่าความแข็งแรงของการยึดเกาะที่เท่ากับหรือมากกว่าค่าความแข็งแรงของเชื้อเพลิงแข็ง

- b. เครื่องยนต์จรวดทำจากวัสดุ “คอมโพสิต” พันเส้นใยไฟลามันด์ (Filament-wound “Composite” Motor Cases) ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 0.61 เมตรหรือมี ‘อัตราส่วนของประสิทธิภาพเชิงโครงสร้าง’ (“Structural Efficiency Ratios [PV/W]”) มากกว่า 25 กิโลเมตร

หมายเหตุทางเทคนิค

ค่า ‘อัตราส่วนของประสิทธิภาพเชิงโครงสร้าง’ (“Structural Efficiency Ratio [PV/W]”) คือ ความดันที่จุดเกิดการระเบิด (P) คูณด้วยปริมาตรของกระสวย (V) แล้วหารด้วยน้ำหนักทั้งหมดของถังเก็บความดัน (W)

- 9A008 (ต่อ)
- c. ท่อไอพ่น (Nozzles) ที่มีระดับแรงขับเคลื่อนมากกว่า 45 กิโลนิวตันหรืออัตราส่วนความสึกหรอของคอคอของท่อไอพ่น (Nozzle Throat Erosion Rates) น้อยกว่า 0.075 มิลลิเมตรต่อวินาที
 - d. ระบบท่อไอพ่นที่ปรับทิศทางได้ (Movable Nozzle) หรือระบบควบคุมทิศทางแรงขับเคลื่อนแบบใช้การฉีดของเหลวทุติยภูมิ (Secondary Fluid Injection Thrust Vector Control Systems) ที่มีความสามารถอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้
 1. การเคลื่อนไหวนอนนิ-แอกเซียล (Omni-axial Movement) เกินกว่า ± 5 องศา
 2. การหมุนของเวกเตอร์เชิงมุม (Angular Vector Rotations) เท่ากับ 20 องศาต่อวินาทีหรือมากกว่าหรือ
 3. ค่าความเร่งของเวกเตอร์เชิงมุม (Angular Vector Accelerations) เท่ากับ 40 องศาต่อวินาทียกกำลังสองหรือมากกว่า
- 9A009 ระบบขับเคลื่อนจรวดแบบไฮบริดจ์ (Hybrid Rocket Propulsion Systems) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้
- หมายเหตุ โปรดดู 9A109 และ 9A119 ประกอบ**
- a. ค่าอิมพัลส์รวม (Total Impulse Capacity) มากกว่า 1.1 เมกะนิวตันวินาทีหรือ
 - b. ระดับของแรงขับเคลื่อนในสภาวะสูญญากาศ (Vacuum Exit Conditions) มากกว่า 220 กิโลนิวตัน
- 9A010 ส่วนประกอบ ระบบ และโครงสร้างที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับยานนำส่ง ระบบขับเคลื่อนของยานนำส่ง หรือ “ยานอวกาศ” (“Spacecraft”) ดังต่อไปนี้
- หมายเหตุ โปรดดู 1A002 และ 9A110 ประกอบ**
- a. ส่วนประกอบและโครงสร้าง ที่หนักกว่า 10 กิโลกรัม และออกแบบเป็นพิเศษสำหรับยานนำส่งที่ผลิตขึ้นโดยใช้ “เมทริกซ์” โลหะ (Metal “Matrix”) “คอมโพสิต” (“Composite”) “คอมโพสิต” อินทรีย์ (Organic “Composite”) “เมทริกซ์” เซรามิก (Ceramic “Matrix”) หรือวัสดุเสริมความแข็งแรงระหว่างโลหะ ตามที่ระบุใน 1C007 หรือ 1C010
- หมายเหตุ น้ำหนักที่ตัดออกได้ (Weight Cut-off) ไม่เกี่ยวข้องกับส่วนกรวยปลายของจรวด (Nose Cones)**
- b. ส่วนประกอบและโครงสร้างที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับระบบขับเคลื่อนของยานนำส่งตามที่ระบุใน 9A005 ถึง 9A009 ที่ถูกผลิตขึ้นโดยใช้ “เมทริกซ์” โลหะ (Metal “Matrix”) “คอมโพสิต” (“Composite”) “คอมโพสิต” อินทรีย์ (Organic “Composite”) “เมทริกซ์” เซรามิก (Ceramic “Matrix”) หรือวัสดุเสริมความแข็งแรงระหว่างโลหะ ตามที่ระบุใน 1C007 หรือ 1C010
 - c. ส่วนประกอบทางโครงสร้างและระบบที่แยกต่างหาก (Isolation Systems) ที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อควบคุมการตอบสนองแบบพลวัต (Dynamic Response) หรือควบคุมการบิดตัวของโครงสร้าง “ยานอวกาศ” (“Spacecraft”) แบบแอ็กทิฟ
 - d. เครื่องยนต์จรวดแบบสร้างแรงขับเคลื่อนเป็นจังหวะจากเชื้อเพลิงเหลว (Pulsed Liquid Rocket Engines) ที่มีอัตราส่วนของแรงขับเคลื่อน-น้ำหนักเท่ากับหรือมากกว่า 1 กิโลนิวตันต่อกิโลกรัมและใช้เวลาตอบสนอง (เวลาที่ใช้เพื่อให้ค่าพิกัดของแรงขับเคลื่อนเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 90 นับจากเริ่มทำงาน) น้อยกว่า 30 มิลลิวินาที
- 9A011 เครื่องยนต์แบบแรมเจ็ท สแครมเจ็ท หรือเครื่องยนต์แบบผสม (Ramjet, Scramjet or Combined Cycle Engines) และส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับเครื่องยนต์ดังกล่าว
- หมายเหตุ โปรดดู 9A111 และ 9A118 ประกอบ**
- 9A012 “อากาศยานไร้คนขับ” (“Unmanned Aerial Vehicles: UAVs”) ระบบ อุปกรณ์และส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้
- a. “อากาศยานไร้คนขับ” (“Unmanned Aerial Vehicles: UAVs”) ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 1. ความสามารถในการควบคุมการบินและนำร่องด้วยตัวเอง (เช่น ระบบนักบินอัตโนมัติ [Autopilot] ที่มีระบบนำร่องด้วยแรงเฉื่อย [Inertial Navigation System]) หรือ
 2. ความสามารถในการบินโดยถูกควบคุมจากนอกระยะสายตาที่ต้องใช้มนุษย์สั่งการ (เช่น การควบคุมระยะไกลด้วยภาพโทรทัศน์ [Television Remote Control])

- 9A012 (ต่อ)
- b. ระบบ อุปกรณ์และส่วนประกอบที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้
1. อุปกรณ์ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการควบคุม “อากาศยานไร้คนขับ” (“Unmanned Aerial Vehicles: UAVs”) จากระยะไกล ตามที่ระบุใน 9A012.a.
 2. ระบบนำร่อง ควบคุมท่าทางการบิน นาวีถึ หรือควบคุม นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 7A และที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อให้ “อากาศยานไร้คนขับ” (“Unmanned Aerial Vehicles: UAVs”) ตามที่ระบุไว้ใน 9A012.a. มีความสามารถในการควบคุมการบินและนำร่องด้วยตัวเอง
 3. อุปกรณ์และส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อแปลง “อากาศยาน” (“Aircraft”) แบบมีคนขับให้เป็น “อากาศยานไร้คนขับ” (“Unmanned Aerial Vehicles: UAVs”) ตามที่ระบุใน 9A012.a.
 4. เครื่องยนต์เผาไหม้ภายในแบบลูกสูบหรือแบบสูบหมุน (Air Breathing Reciprocating or Rotary Internal Combustion Type Engines) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษเพื่อขับเคลื่อน “อากาศยานไร้คนขับ” (“Unmanned Aerial Vehicles: UAVs”) ที่ระดับความสูงเหนือกว่า 50,000 ฟุต (15,240 เมตร)
- 9A101 เครื่องยนต์เทอร์โบเจ็ตและเทอร์โบแฟน (Turbojet and Turbofan Engines) นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 9A001 ดังต่อไปนี้
- a. เครื่องยนต์ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้
1. มีค่าแรงขับดันสูงสุด (Maximum Thrust Value) มากกว่า 400 นิวตัน (เมื่อยังไม่ติดตั้ง) โดยไม่รวมเครื่องยนต์ที่ได้รับการรับรองสำหรับใช้ในกิจการพลเรือนที่มีค่าแรงขับดันสูงสุด มากกว่า 8,890 นิวตัน (เมื่อยังไม่ติดตั้ง) และ
 2. มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงจำเพาะ (Specific Fuel Consumption) เท่ากับ 0.15 กิโลกรัมต่อนิวตันต่อชั่วโมง หรือน้อยกว่า (ที่กําลังสูงสุดอย่างต่อเนื่องที่ระดับน้ำทะเลที่สภาวะคงที่และมาตรฐาน [Sea Level Static and Standard Conditions])
- b. เครื่องยนต์ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเพื่อใช้ใน “ขีปนาวุธ” (“Missiles”) หรืออากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicles) ตามที่ระบุใน 9A012
- 9A102 ‘ระบบเครื่องยนต์กังหันใบพัด’ (‘Turboprop Engine Systems’) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับใช้กับอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicles: UAVs) ตามที่ระบุใน 9A012 และส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับระบบดังกล่าวโดยมี ‘กําลังสูงสุด’ (‘Maximum Power’) มากกว่า 10 กิโลวัตต์
- หมายเหตุ 9A102 ไม่ควบคุมเครื่องยนต์ที่ได้รับการรับรองสำหรับใช้ในกิจการพลเรือน*
- หมายเหตุทางเทคนิค*
1. ตามวัตถุประสงค์ของ 9A102 ‘ระบบเครื่องยนต์กังหันใบพัด’ (‘Turboprop Engine System’) ประกอบด้วยสิ่งต่างๆ ทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - a. เครื่องยนต์เทอร์โบชาร์ป (Turbohaft Engine) และ
 - b. ระบบส่งถ่ายกำลัง (Power Transmission System) เพื่อถ่ายกำลังไปยังใบพัด
 2. ตามวัตถุประสงค์ของ 9A102 ‘กําลังสูงสุด’ (‘Maximum Power’) คือ กําลังที่กฎัดขณะยังไม่ได้ติดตั้งที่ระดับน้ำทะเลที่สภาวะมาตรฐาน (Sea Level Standard Conditions)
- 9A104 จรวดเพื่อการวิจัยและทดลอง (Sounding Rockets) ที่มีพิสัยทำการอย่างน้อยที่สุด 300 กิโลเมตร
- หมายเหตุ โปรดดู 9A004 ประกอบ**
- 9A105 เครื่องยนต์จรวดใช้เชื้อเพลิงเหลว (Liquid Propellant Rocket Engines) ดังต่อไปนี้
- หมายเหตุ โปรดดู 9A119 ประกอบ**
- a. เครื่องยนต์จรวดใช้เชื้อเพลิงเหลว (Liquid Propellant Rocket Engines) ที่สามารถใช้ใน “ขีปนาวุธ” (“Missiles”) นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 9A005 ที่มีอิมพัลส์รวม (Total Impulse Capacity) เท่ากับหรือมากกว่า 1.1 เมกะนิวตันวินาที
 - b. เครื่องยนต์จรวดใช้เชื้อเพลิงเหลว (Liquid Propellant Rocket Engines) ที่สามารถใช้ในระบบจรวดสมบูรณ์แบบหรืออากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicles) ที่มีพิสัยทำการ 300 กิโลเมตร นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 9A005 หรือ 9A105.a. และมีค่าอิมพัลส์รวม (Total Impulse Capacity) เท่ากับหรือมากกว่า 0.841 เมกะนิวตันวินาที

9A106 ระบบหรือส่วนประกอบ นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 9A006 ตามที่ระบุด้านล่าง ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับระบบขับเคลื่อนด้วยจรวดเชื้อเพลิงเหลว (Liquid Rocket Propulsion Systems)

- a. ผนังทนความร้อนสำหรับห้องขับเคลื่อนหรือห้องสันดาป (Ablative Liners for Thrust or Combustion Chambers) ที่สามารถใช้กับ “ขีปนาวุธ” (“Missiles”) ยานนำส่งขึ้นสู่อวกาศ ตามที่ระบุใน 9A004 หรือ จรวดเพื่อการวิจัยและทดลอง (Sounding Rockets) ตามที่ระบุใน 9A104
- b. ท่อไอพ่นของจรวด (Rocket Nozzles) ที่สามารถใช้กับ “ขีปนาวุธ” (“Missiles”) ยานนำส่งสู่อวกาศ (Space Launch Vehicles) ตามที่ระบุใน 9A004 หรือจรวดเพื่อการวิจัยและทดลอง (Sounding Rockets) ตามที่ระบุใน 9A104
- c. ระบบย่อยสำหรับควบคุมทิศทางของแรงขับเคลื่อน (Thrust Vector Control Sub-systems) ที่สามารถใช้กับ “ขีปนาวุธ” (“Missiles”)

หมายเหตุทางเทคนิค

ตัวอย่างของวิธีการในการควบคุมทิศทางของแรงขับเคลื่อน ตามที่ระบุใน 9A106.c. คือ

1. ท่อไอพ่นแบบขยับได้ (Flexible Nozzle)
 2. ระบบฉีดของเหลวหรือแก๊สทุติยภูมิ (Fluid or Secondary Gas Injection)
 3. เครื่องยนต์หรือท่อไอพ่นชนิดเปลี่ยนทิศทางได้ (Movable Engine or Nozzle)
 4. การหันเหทิศทางของกระแสแก๊สไอเสีย (Deflection of Exhaust Gas Stream) (ครีปหรือหัวแห้วควบคุมทิศทางกระแสเจ็ท [Jet Vanes or Probes]) หรือ
 5. แผ่นปรับทิศทางแรงขับเคลื่อน (Thrust Tabs)
- d. ระบบควบคุมเชื้อเพลิงเหลวและเชื้อเพลิงผสม (Liquid and Slurry Propellant Control Systems) (รวมทั้งตัวออกซิไดซ์) และส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับระบบดังกล่าว ที่สามารถใช้ใน “ขีปนาวุธ” (“Missiles”) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเพื่อให้ทำงานในสภาพแวดล้อมที่มีความสั่นสะเทือน มากกว่า 10 เท่าของแรงโน้มถ่วงของโลกคิดแบบรากที่สองกำลังสองเฉลี่ย ระหว่าง 20 เฮิรตซ์ถึง 2 กิโลเฮิรตซ์

หมายเหตุ เฉพาะวาล์วแบบเซอร์โว (Servo Valves) และเครื่องปั๊มตามที่ระบุใน 9A106.d. ดังต่อไปนี้

- a. วาล์วแบบเซอร์โว (Servo Valves) ที่ออกแบบสำหรับควบคุมอัตราไหลเท่ากับหรือมากกว่า 24 ลิตรต่อนาที ที่ความดันสัมบูรณ์ (Absolute Pressure) เท่ากับหรือมากกว่า 7 เมกะปาสกาล ซึ่งมีเวลาตอบสนองของแอกทูเอเตอร์ (Actuator) น้อยกว่า 100 มิลลิวินาที
- b. เครื่องปั๊มสำหรับเชื้อเพลิงเหลวที่มีความเร็วการหมุนเพลากับหรือมากกว่า 8,000 รอบต่อนาที หรือที่มีความดันที่ขับออกเท่ากับหรือมากกว่า 7 เมกะปาสกาล

9A107 เครื่องยนต์จรวดเชื้อเพลิงแข็ง (Solid Propellant Rocket Engines) ที่สามารถใช้ในระบบจรวดสมบูร์นหรืออากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicles) ที่มีพิสัยทำการ 300 กิโลเมตรนอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 9A007 ที่มีค่าอิมพัลส์รวมเท่ากับหรือมากกว่า 0.841 เมกะนิวตันวินาที

หมายเหตุ โปรดดู 9A119 ประกอบ

9A108 ส่วนประกอบต่างๆ นอกเหนือไปจากที่ระบุใน 9A008 ที่ได้ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับระบบจรวดขับเคลื่อนด้วยเชื้อเพลิงแข็ง (Solid Rocket Propulsion Systems) ดังต่อไปนี้

- a. ฝาครอบเครื่องยนต์จรวด (Rocket Motor Cases) และส่วนประกอบที่เป็น “ฉนวน” (“Insulation”) สำหรับฝาครอบดังกล่าว ที่สามารถใช้กับ “ขีปนาวุธ” (“Missiles”) ยานนำส่งสู่อวกาศ (Space Launch Vehicles) ตามที่ระบุใน 9A004 หรือจรวดเพื่อการวิจัยและทดลอง (Sounding Rockets) ตามที่ระบุใน 9A104
- b. ท่อไอพ่นจรวด (Rocket Nozzles) ที่สามารถใช้กับ “ขีปนาวุธ” (“Missiles”) ยานนำส่งสู่อวกาศ (Space Launch Vehicles) ตามที่ระบุใน 9A004 หรือจรวดเพื่อการวิจัยและทดลอง (Sounding Rockets) ตามที่ระบุใน 9A104
- c. ระบบย่อยควบคุมทิศทางของแรงขับเคลื่อนที่สามารถใช้กับ “ขีปนาวุธ” (“Missiles”)

หมายเหตุทางเทคนิค

ตัวอย่างของวิธีการในการควบคุมทิศทางของแรงขับเคลื่อน ตามที่ระบุใน 9A108.c. คือ

1. ท่อไอพ่นแบบขยับได้ (Flexible Nozzle)
2. ระบบฉีดของเหลวหรือแก๊สทุติยภูมิ (Fluid or Secondary Gas Injection)

- 9A108 c. (ต่อ)
3. เครื่องยนต์หรือท่อไอพ่นชนิดเปลี่ยนทิศทางได้ (Movable Engine or Nozzle)
 4. การหันเหทิศทางของกระแสแก๊สไอเสีย (Deflection of Exhaust Gas Stream) (ครีปหรือหัวแห้วควบคุมทิศทางกระแสเจ็ท [Jet Vanes or Probes]) หรือ
 5. แผ่นปรับทิศทางแรงขับเคลื่อน (Thrust Tabs)
- 9A109 เครื่องยนต์จรวดแบบเชื้อเพลิงผสม (Hybrid Rocket Motors) และส่วนประกอบที่ออกแบบพิเศษ ดังต่อไปนี้
- a. เครื่องยนต์จรวดแบบเชื้อเพลิงผสม (Hybrid Rocket Motors) ที่สามารถใช้ในระบบจรวดผสมแบบ หรือในอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicles) ที่มีพิสัยทำการ 300 กิโลเมตร นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 9A009 และมีค่าอิมพัลส์รวมเท่ากับหรือมากกว่า 0.841 เมกะนิวตันวินาที รวมถึงส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับเครื่องยนต์ดังกล่าว
 - b. ส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับเครื่องยนต์จรวดแบบเชื้อเพลิงผสม (Hybrid Rocket Motors) ตามที่ระบุใน 9A009 ซึ่งสามารถใช้ได้กับ “ซีปนาวุธ” (“Missiles”)
- หมายเหตุ โปรดดู 9A009 และ 9A119 ประกอบ**
- 9A110 โครงสร้างคอมโพสิต (Composite Structures) ลามิเนตคอมโพสิต (Composite Laminates) และผลผลิตของโครงสร้างและลามิเนตดังกล่าว นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 9A010 และที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อใช้ใน “ซีปนาวุธ” (“Missiles”) หรือระบบย่อยตามที่ระบุใน 9A005, 9A007, 9A105, 9A106.c., 9A107, 9A108.c., 9A116 หรือ 9A119
- หมายเหตุ โปรดดู 1A002 ประกอบ**
- หมายเหตุทางเทคนิค
- ใน 9A110 “ซีปนาวุธ” (“Missile”) หมายถึง ระบบจรวดที่สมบูรณ์และระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicles Systems) ที่มีพิสัยทำการไกลกว่า 300 กิโลเมตร
- 9A111 เครื่องยนต์แบบพัลส์เจ็ท (Pulse Jet Engines) ที่สามารถใช้ได้กับ “ซีปนาวุธ” (“Missiles”) หรืออากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicles) ตามที่ระบุใน 9A012 และส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับเครื่องยนต์ดังกล่าว
- หมายเหตุ โปรดดู 9A011 และ 9A118 ประกอบ**
- 9A115 อุปกรณ์สนับสนุนการปล่อยยาน (Launch Support Equipment) ดังต่อไปนี้
- a. เครื่องอุปกรณ์และเครื่องมือกลไกสำหรับการจัดการ การควบคุม การเริ่มทำงานหรือการปล่อยยาน ที่ออกแบบหรือดัดแปลงสำหรับยานนำส่งสู่อวกาศตามที่ระบุใน 9A004 สำหรับอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicles) ตามที่ระบุใน 9A012 หรือสำหรับจรวดเพื่อการวิจัยและทดลอง (Sounding Rockets) ตามที่ระบุใน 9A104
 - b. ยานพาหนะสำหรับการขนส่ง การจัดการ การควบคุม การเริ่มการทำงานหรือการปล่อยยาน ที่ออกแบบหรือดัดแปลงสำหรับยานนำส่งสู่อวกาศตามที่ระบุใน 9A004 หรือสำหรับจรวดเพื่อการวิจัยและทดลอง (Sounding Rockets) ตามที่ระบุใน 9A104
- 9A116 ยานอวกาศสำหรับการกลับสู่พื้นโลก (Reentry Vehicles) ที่สามารถใช้ใน “ซีปนาวุธ” (“Missiles”) และอุปกรณ์ที่ออกแบบหรือดัดแปลงสำหรับยานอวกาศดังกล่าว ดังต่อไปนี้
- a. ยานอวกาศสำหรับการกลับสู่พื้นโลก (Reentry Vehicles)
 - b. เกราะป้องกันความร้อน (Heat Shields) และส่วนประกอบสำหรับเกราะดังกล่าว ที่ทำด้วยวัสดุเซรามิก หรือวัสดุทนความร้อน
 - c. อุปกรณ์ระบายความร้อน (Heat Sinks) และส่วนประกอบสำหรับอุปกรณ์ดังกล่าว ที่ทำด้วยวัสดุเบาที่มีความจุความร้อนสูง (Light-weight, High Heat Capacity Materials)
 - d. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับยานอวกาศสำหรับการกลับสู่พื้นโลก (Reentry Vehicles)
- 9A117 กลไกจรวดแบบหลายท่อน (Staging Mechanisms) กลไกการแยกตัว (Separation Mechanisms) และท่อนแยกของจรวด (Interstages) ที่สามารถใช้ใน “ซีปนาวุธ” (“Missiles”)
- 9A118 อุปกรณ์สำหรับใช้ควบคุมการสันดาปที่สามารถใช้ร่วมกับเครื่องยนต์ ซึ่งสามารถใช้ได้ใน “ซีปนาวุธ” (“Missiles”) หรืออากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicles) ตามที่ระบุใน 9A012 ตามที่ระบุใน 9A011 หรือ 9A111

- 9A119 ท่อนแยกของจรวดแต่ละท่อน (Individual Rocket Stages) ที่สามารถใช้ในระบบจรวดสมบูรณ์แบบหรืออากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicles) ที่มีพิสัยทำการ 300 กิโลเมตร นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 9A005, 9A007, 9A009, 9A105, 9A107 และ 9A109
- 9A120 ถังบรรจุเชื้อเพลิงเหลว (Liquid Propellant Tanks) นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 9A006 ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับเชื้อเพลิงจรวด ตามที่ระบุใน 1C111 หรือ ‘เชื้อเพลิงเหลวชนิดอื่น’ (‘Other Liquid Propellants’) ที่ใช้ในระบบจรวดที่สามารถบรรทุกน้ำหนักเพื่อขนส่งได้อย่างน้อย 500 กิโลกรัม ไปในพิสัยทำการอย่างน้อย 300 กิโลเมตร
- 9A350 ระบบพ่นสเปรย์หรือทำหมอก (Spraying or Fogging Systems) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับติดตั้งกับอากาศยาน “อากาศยานเบากว่าอากาศ” (“Lighter-than-air Vehicles”) หรืออากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicles) และส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับระบบดังกล่าว ดังต่อไปนี้
- ระบบพ่นสเปรย์หรือทำหมอกทั้งชุด (Complete Spraying or Fogging Systems) ที่สามารถพ่นหยด ‘วีเอ็มดี’ (‘VMD’) ที่มีขนาดเล็กกว่า 50 ไมโครเมตรจากของเหลวแขวนลอย (Liquid Suspension) ที่ค่าอัตราการไหลมากกว่า 2 ลิตรต่อนาที
 - ท่อสเปรย์หรืออุปกรณ์พ่นละออง (Spray Booms or Arrays of Aerosol Generating Units) ที่สามารถพ่นหยด ‘วีเอ็มดี’ (‘VMD’) ที่มีขนาดเล็กกว่า 50 ไมโครเมตรจากของเหลวแขวนลอย (Liquid Suspension) ที่ค่าอัตราการไหลมากกว่า 2 ลิตรต่อนาที
 - อุปกรณ์พ่นละออง (Aerosol Generating Units) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับติดตั้งกับระบบตามที่ระบุใน 9A350.a. และ b.

หมายเหตุ อุปกรณ์พ่นละออง (Aerosol Generating Units) คือ อุปกรณ์ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับติดตั้งกับอากาศยาน เช่น หัวพ่น (Nozzles) เครื่องฉีดละอองแบบโรตารีดรัมอะตอมไมเซอร์ (Rotary Drum Atomisers) และอุปกรณ์ที่คล้ายกัน

หมายเหตุ 9A350 ไม่ควบคุมระบบพ่นสเปรย์หรือทำหมอก (Spraying or Fogging Systems) และส่วนประกอบซึ่งแสดงให้เห็นว่าไม่สามารถนำไปใช้ในการขนส่งสารชีวภาพที่อยู่ในรูปของละอองที่ติดเชื้อ

หมายเหตุทางเทคนิค

- ขนาดหยดน้ำจากอุปกรณ์พ่นสเปรย์หรือจากหัวพ่นที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับใช้งานบนอากาศยาน “อากาศยานเบากว่าอากาศ” (“Lighter-than-air Vehicles”) หรืออากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicles) ควรวัดด้วยการใช้วิธีการอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - วิธีการเลเซอร์ดอปเพลอร์ (Doppler Laser Method)
 - วิธีการฟอร์เวิร์ดเลเซอร์ดิฟแฟรคชัน (Forward Laser Diffraction)
- ใน 9A350 ‘วีเอ็มดี’ (‘VMD’) หมายถึง เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงปริมาตร (Volume Median Diameter) และสำหรับระบบที่ใช้น้ำเป็นส่วนสำคัญ คำนี้นี้เท่ากับค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงมวล (Mass Median Diameter: MMD)

- 9B อุปกรณ์ทดสอบ ตรวจสอบ และผลิต**
- 9B001 อุปกรณ์ เครื่องมือ และอุปกรณ์จับยึด (Fixtures) ที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อใช้ในการผลิตกลีบใบของกังหันแก๊ส (Gas Turbine Blades) ครีบกาวคุมทิศทางการไหล (Vaness) หรือเพื่อใช้ในการหล่อสำหรับ “การหุ้มส่วนปลาย” (“Tip Shroud” Castings) ดังต่อไปนี้
- อุปกรณ์หล่อขึ้นงานสำหรับการแข็งตัวตามแนวแกนหรือการหล่อชนิดลึกลงเดียว (Directional Solidification or Single Crystal Casting Equipment)
 - แกนหรือผนังเซรามิก (Ceramic Cores or Shells)
- 9B002 ระบบควบคุมแบบออนไลน์ (On-line) (เรียลไทม์ [Real-time]) อุปกรณ์วัด (รวมถึงเซนเซอร์ [Sensors]) หรืออุปกรณ์รวบรวมข้อมูล และประมวลผลแบบอัตโนมัติที่มีคุณลักษณะทั้งหมด ดังต่อไปนี้
- ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) ของเครื่องยนต์กังหันแก๊ส (Gas Turbine Engines) ชิ้นส่วนหรือส่วนประกอบต่างๆ และ
 - มี “เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามที่ระบุใน 9E003.h. หรือ 9E003.i. รวมอยู่ด้วย
- 9B003 อุปกรณ์ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับ “การผลิต” (“Production”) หรือทดสอบที่กันรั่วแบบแปรปรวนของเครื่องยนต์กังหันแก๊ส (Gas Turbine Brush Seals) ที่ออกแบบเพื่อทำงานที่ความเร็วปลายใบมากกว่า 335 เมตรต่อวินาทีและที่อุณหภูมิสูงกว่า 773 เคลวิน (500 องศาเซลเซียส) และส่วนประกอบหรืออุปกรณ์ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์ดังกล่าว
- 9B004 เครื่องมือ แม่พิมพ์ (Dies) หรืออุปกรณ์จับยึดสำหรับการเชื่อมประสานที่สถานะของแข็งสำหรับวัสดุ “ซูเปอร์อัลลอย” (“Superalloy”) ไททาเนียม (Titanium) หรือการเชื่อมระหว่างโลหะของแอร์ฟอยล์และจานหมุน (Intermetallic Airfoil-to-disk Combinations) ตามที่ระบุใน 9E003.a.3. หรือ 9E003.a.6. สำหรับเครื่องยนต์กังหันแก๊ส
- 9B005 ระบบควบคุมแบบออนไลน์ (On-line) (เรียลไทม์ [Real-time]) อุปกรณ์วัด (รวมถึงเซนเซอร์ [Sensors] ต่างๆ) หรืออุปกรณ์รวบรวมข้อมูลและประมวลผลแบบอัตโนมัติ ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับใช้กับอุปกรณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ โปรดดู 9B105 ประกอบ

- อุโมงค์ลม (Wind Tunnels) ออกแบบสำหรับการไหลของอากาศที่มัค (Mach) 1.2 หรือมากกว่า

หมายเหตุ 9B005.a. ไม่ควบคุมอุโมงค์ลม (Wind Tunnels) ที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อใช้ในการศึกษาและ มี ‘ขนาดหน้าตัดบริเวณที่ใช้ทดสอบ’ (‘Test Section Size’) (วัดตามขวาง) น้อยกว่า 250 มิลลิเมตร

หมายเหตุทางเทคนิค

‘ขนาดหน้าตัดบริเวณที่ใช้ทดสอบ’ (‘Test Section Size’) หมายถึง เส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม หรือด้านข้างของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือด้านยาวที่สุดของสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยวัดที่ตำแหน่งที่ใหญ่ที่สุดของภาคตัดของสิ่งทดสอบ

- อุปกรณ์สำหรับการจำลองสภาพแวดล้อมของการไหล (Devices for Simulating Flow-environments) ที่มัค (Mach) มากกว่า 5 รวมทั้งอุโมงค์ลมแบบฮ็อตช็อต (Hot-shot Tunnels) พลาสมาอาร์ค (Plasma Arc Tunnels) ช็อคทิวป์ (Shock Tubes) อุโมงค์แบบช็อค (Shock Tunnels) อุโมงค์ลมแบบแก๊ส (Gas Tunnels) และปืนแบบไลท์แก๊ส (Light Gas Guns) หรือ
- อุโมงค์ลม (Wind Tunnels) หรืออุปกรณ์ นอกเหนือจากส่วนทดสอบแบบสองมิติ ที่สามารถทำการจำลองการไหลที่มีเลขเรโนลด์ (Reynolds Number Flows) เกินกว่า 25×10^6

- 9B006 อุปกรณ์ทดสอบความสั่นสะเทือนจากสัญญาณอะคูสติก (Acoustic) ที่สามารถสร้างความดันของเสียงที่ระดับเท่ากับ 160 เดซิเบล หรือมากกว่า (อ้างอิงที่ 20 ไมโครปาสคาล) ที่มีกำลังตามที่ระบุไว้เท่ากับ 4 กิโลวัตต์หรือมากกว่าอุณหภูมิของส่วนทดสอบสูงกว่า 1,273 เคลวิน (1,000 องศาเซลเซียส) และฮีตเตอร์หลอดแก้ว (Quartz Heaters) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับอุปกรณ์ดังกล่าว

หมายเหตุ โปรดดู 9B106 ประกอบ

- 9B007 อุปกรณ์ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการตรวจสอบความสมบูรณ์ของเครื่องยนต์จรวด และสำหรับการใช้เทคนิคการทดสอบแบบไม่ทำลาย (Non-Destructive Test: NDT) ที่นอกเหนือจากเอกซเรย์แบบระนาบ (Planar X-Ray) หรือการวิเคราะห์ทางกายภาพหรือทางเคมีแบบพื้นฐาน

- 9B008 อุปกรณ์แปลงข้อมูล (Transducers) ที่ใช้การวัดค่าความเสียหายที่พื้นผิวโดยตรง ซึ่งได้ออกแบบเป็นพิเศษให้ทำงานที่อุณหภูมิ ณ จุดหยุดนิ่งของการไหลที่ทำการทดสอบ เกินกว่า 833 เคลวิน (560 องศาเซลเซียส)
- 9B009 เครื่องมือที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการผลิตส่วนประกอบเพลลาของเครื่องยนต์กังหันจากโลหะผง (Producing Turbine Engine Powder Metallurgy Rotor Components) ที่สามารถทำงานที่ค่าความเค้น (Stress Levels) ที่ร้อยละ 60 ของค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุด (Ultimate Tensile Strength: UTS) หรือมากกว่าและที่อุณหภูมิโลหะเท่ากับ 873 เคลวิน (600 องศาเซลเซียส) หรือมากกว่า
- 9B010 อุปกรณ์ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการผลิต “อากาศยานไร้คนขับ” (“Unmanned Aerial Vehicles: UAVs”) และระบบ อุปกรณ์และส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องตามที่ระบุใน 9A012
- 9B105 อุโมงค์ลม (Wind Tunnels) สำหรับการไหลของอากาศที่มัค (Mach) 0.9 หรือมากกว่าที่สามารถใช้สำหรับ ‘ซีปนาวุธ’ (‘Missiles’) และระบบย่อยของซีปนาวุธ

หมายเหตุ โปรดดู 9B005 ประกอบ

หมายเหตุทางเทคนิค

ใน 9B105 ‘ซีปนาวุธ’ (‘Missile’) หมายถึง ระบบจรวดที่สมบูรณ์แบบและระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle Systems) ที่มีพิสัยทำการไกลกว่า 300 กิโลเมตร

- 9B106 ห้องจำลองสภาวะแวดล้อม (Environmental Chambers) และห้องไร้เสียงสะท้อน (Anechoic Chambers) ดังต่อไปนี้

- a. ห้องจำลองสภาวะแวดล้อม (Environmental Chambers) ที่สามารถจำลองสภาวะการบินทั้งหมดดังต่อไปนี้
 1. มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. ความสูงที่เทียบเท่าหรือมากกว่า 15 กิโลเมตรหรือ
 - b. ช่วงอุณหภูมิต่ำกว่า 223 เคลวิน (-50 องศาเซลเซียส) ถึงสูงกว่า 398 เคลวิน (+125 องศาเซลเซียส)
 2. การนำมาใช้ร่วมกันหรือ ‘ออกแบบหรือดัดแปลง’ (‘Designed or Modified’) เพื่อใช้ร่วมกับเครื่องเขย่าหรือเครื่องมือทดสอบการสั่นสะเทือนอื่นๆ เพื่อสร้างสภาวะสั่นสะเทือนที่ค่าความเร่งเท่ากับหรือมากกว่า 10 เท่าของแรงโน้มถ่วงของโลกคิดแบบรากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย เมื่อวัดบน ‘โต๊ะเปล่า’ (‘Bare Table’) ที่ค่าความถี่ระหว่าง 20 เฮิรตซ์ และ 2 กิโลเฮิรตซ์ ในขณะที่ส่งกำลังเท่ากับหรือมากกว่า 5 กิโลวัตต์

หมายเหตุทางเทคนิค

1. 9B106.a.2. อธิบายถึงระบบต่างๆ ที่สามารถสร้างสภาวะสั่นสะเทือนด้วยคลื่นเดี่ยว (เช่น คลื่นไซน์ [Sine Wave]) และระบบที่สามารถก่อให้เกิดการสั่นสะเทือนด้วยการสุ่มจากแถบคลื่นกว้าง (Broad Band Random Vibration) (คือ แถบคลื่นกำลัง [Power Spectrum])
 2. ใน 9B106.a.2. คำว่า ‘ออกแบบหรือดัดแปลง’ (‘Designed or Modified’) หมายถึง ห้องจำลองสภาวะแวดล้อม (Environmental Chamber) ที่มีการเชื่อมต่อที่เหมาะสม (เช่น อุปกรณ์สำหรับปิดช่องว่าง) เพื่อทำงานร่วมกับเครื่องเขย่าหรืออุปกรณ์ทดสอบการสั่นสะเทือนอื่นๆ ตามที่ระบุใน 2B116
 3. ใน 9B106.a.2. ‘โต๊ะเปล่า’ (‘Bare Table’) หมายถึง โต๊ะราบหรือพื้นผิวที่ราบแบนที่ไม่มีอุปกรณ์จับยึด (Fixture) หรือชุดประกอบใดๆ
- b. ห้องจำลองสภาวะแวดล้อมที่สามารถจำลองสภาวะการบิน ดังต่อไปนี้
 1. สภาพแวดล้อมทางเสียง (Acoustic Environments) ที่มีระดับความดันเสียงรวมเท่ากับ 140 เดซิเบลหรือมากกว่า (อ้างอิงที่ 20 ไมโครปาสคาล) หรือที่มีพิกัดกำลังอะคูสติกที่ส่งออกรวม (Total Rated Acoustic Power Output) เท่ากับ 4 กิโลวัตต์หรือมากกว่าและ
 2. ความสูง (Altitude) เท่ากับหรือมากกว่า 15 กิโลเมตรหรือ
 3. ช่วงอุณหภูมิต่ำกว่า 223 เคลวิน (- 50 องศาเซลเซียส) ถึงสูงกว่า 398 เคลวิน (+ 125 องศาเซลเซียส)

- 9B115 “อุปกรณ์เพื่อการผลิต” (“Production Equipment”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับระบบ ระบบย่อย และส่วนประกอบตามที่ระบุใน 9A005 ถึง 9A009, 9A011, 9A101, 9A102, 9A105 ถึง 9A109, 9A111, 9A116 ถึง 9A120

- 9B116 “สิ่งอำนวยความสะดวกในการผลิต” (“Production Facilities”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับยานนำส่งสู่อวกาศ ตามที่ระบุใน 9A004 หรือสำหรับระบบ ระบบย่อยและส่วนประกอบตามที่ระบุใน 9A005 ถึง 9A009, 9A011, 9A101, 9A102, 9A104 ถึง 9A109, 9A111, 9A116 ถึง 9A120 หรือ ‘ขีปนาวุธ’ (‘Missiles’)

หมายเหตุทางเทคนิค

ใน 9B116 ‘ขีปนาวุธ’ (‘Missile’) หมายถึง ระบบจรวดที่สมบูรณ์แบบและระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle Systems) ที่มีพิสัยทำการไกลกว่า 300 กิโลเมตร

- 9B117 แท่นทดสอบและฐานสำหรับทดสอบจรวดเชื้อเพลิงแข็งหรือจรวดเชื้อเพลิงเหลวหรือเครื่องยนต์จรวดที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
- a. สามารถรองรับแรงขับเคลื่อนได้มากกว่า 68 กิโลนิวตัน หรือ
 - b. สามารถทำการวัดองค์ประกอบแรงขับเคลื่อนได้ 3 แกนพร้อมกัน

9C	วัสดุ
9C108	วัสดุ “ฉนวน” (“Insulation”) ในรูปเป็นก้อนรวม (Bulk Form) และเป็น “การกรุผนังด้านใน” (“Interior Lining”) นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 9A008 สำหรับฝารอบเครื่องยนต์จรวด (Rocket Motor Cases) ซึ่งสามารถใช้ใน “ขีปนาวุธ” (“Missiles”) หรือที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับ ‘ขีปนาวุธ’ (‘Missiles’) <u>หมายเหตุทางเทคนิค</u> ใน 9C108 ‘ขีปนาวุธ’ (‘Missile’) หมายถึง ระบบจรวดที่สมบูรณ์แบบและระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle Systems) ที่มีพิสัยทำการไกลกว่า 300 กิโลเมตร
9C110	วัสดุพรีเฟิร์กแบบเส้นใยไฟเบอร์ฝังด้วยเรซิน (Resin Impregnated Fibre Prepregs) และวัสดุพรีฟอร์มแบบเส้นใยไฟเบอร์เคลือบโลหะ (Metal Coated Fibre Preforms) สำหรับวัสดุพรีเฟิร์กดังกล่าว สำหรับโครงสร้างคอมโพสิต (Composite Structures) ลามิเนตคอมโพสิต (Composite Laminates) และผลผลิตตามที่ระบุใน 9A110 ที่ทำขึ้นไม่ว่าด้วยวัสดุเมทริกซ์อินทรีย์ (Organic Matrix) หรือวัสดุเมทริกซ์โลหะ (Metal Matrix) ซึ่งใช้เส้นใยหรือฟิลาเมนต์ (Fibrous or Filamentary) โดยมีการเสริมแรง ที่มี “ค่าความต้านทานแรงดึงจำเพาะ” (“Specific Tensile Strength”) มากกว่า 7.62×10^4 เมตร และ “ค่ามอดูลัสจำเพาะ” (“Specific Modulus”) มากกว่า 3.18×10^6 เมตร หมายเหตุ โปรตูดู 1C010 และ 1C210 ประกอบ <u>หมายเหตุ</u> วัสดุพรีเฟิร์กเส้นแบบใยไฟเบอร์ฝังด้วยเรซิน (Resin Impregnated Fibre Prepregs) เพียงชนิดเดียวตามที่ระบุใน 9C110 คือ วัสดุพรีเฟิร์กที่ใช้เรซิน ที่มีค่าอุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว (Glass Transition Temperature: T_g) ภายหลังจากวัสดุแข็งตัวแล้ว มากกว่า 418 เคลวิน (145 องศาเซลเซียส) ตามที่กำหนดโดยมาตรฐานสมาคมทดสอบและวัสดุแห่งสหรัฐอเมริกา (The American Society for Testing and Materials: ASTM) ASTM D4065 หรือมาตรฐานที่เทียบเท่า

9D	ซอฟต์แวร์
9D001	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) อุปกรณ์หรือ “เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามที่ระบุใน 9A001 ถึง 9A119, 9B หรือ 9E003
9D002	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับ “การผลิต” (“Production”) อุปกรณ์ตามที่ระบุใน 9A001 ถึง 9A119 หรือ 9B
9D003	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่มี “เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามที่ระบุใน 9E003.h. รวมอยู่ด้วยและใช้ใน “ระบบฟาเดค” (“FADEC Systems”) สำหรับระบบขับเคลื่อนตามที่ระบุใน 9A หรืออุปกรณ์ตามที่ระบุใน 9B
9D004	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) อื่นๆ ดังต่อไปนี้ a. “ซอฟต์แวร์” สำหรับการไหลมีความหนืด 2 มิติ หรือ 3 มิติ (2D or 3D Viscous “Software”) สำหรับตรวจสอบเทียบกับข้อมูลทดสอบของอุโมงค์ลม (Wind Tunnel) หรือข้อมูลทดสอบการบิน ที่จำเป็นต้องใช้ในการทำแบบจำลองการไหลของเครื่องยนต์โดยละเอียด b. “ซอฟต์แวร์” (“Software”) สำหรับทำการทดสอบเครื่องยนต์แบบกังหันแก๊สสำหรับอากาศยาน (Testing Aero Gas Turbine Engines) อุปกรณ์ประกอบหรือส่วนประกอบ ที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อรวบรวม ลดทอนและวิเคราะห์ข้อมูลในแบบเรียลไทม์ (Real Time) และมีความสามารถควบคุมข้อมูลป้อนกลับ รวมถึงการปรับค่าสิ่งที่ทดสอบหรือสภาวะการทดสอบแบบไดนามิก (Dynamic Adjustment of Test Articles or Test Conditions) ในขณะที่กำลังทำการทดสอบ c. “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อควบคุมการแข็งตัวตามแนวแกนของงานหล่อ หรือการหล่อแบบผลึกเดี่ยว (Single Crystal Casting) d. “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ในลักษณะ “รหัสต้นฉบับ” (“Source Code”) “รหัสอ็อบเจกต์” (“Object Code”) หรือรหัสภาษา (Machine Code) ที่จำเป็นสำหรับ “การใช้งาน” (“Use”) ของระบบชดเชยแบบแอ็กทีฟ (Active Compensating Systems) เพื่อการควบคุมระยะห่างของปลายกลีบพัดโรเตอร์ (Rotor Blade Tip Clearance Control) <i>หมายเหตุ 9D004.d. ไม่ควบคุม “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ติดตั้งอยู่ในเครื่องมือที่ไม่ได้กำหนดไว้ในรายการสินค้าที่ใช้ได้สองทางนี้ หรือที่จำเป็นต้องใช้ในกิจกรรมการบำรุงรักษาที่เกี่ยวข้องกับการปรับเทียบค่า หรือซ่อมแซมหรือปรับปรุงให้ทันกับระบบควบคุมระยะห่างที่มีการชดเชยแบบแอ็กทีฟ (Active Compensating Clearance Control System)</i> e. “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับ “การใช้งาน” (“Use”) “อากาศยานไร้คนขับ” (“Unmanned Aerial Vehicles: UAVs”) และระบบ อุปกรณ์และส่วนประกอบที่เกี่ยวข้อง ตามที่ระบุใน 9A012 f. “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบพิเศษเพื่อใช้ออกแบบช่องทางสำหรับหล่อเย็นภายในของกลีบใบ (Blades) กลีบใบบังคับลม (Vans) “การหุ้มส่วนปลาย” (“Tip Shrouds”) สำหรับกังหันแก๊สสำหรับอากาศยาน g. “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่มีคุณลักษณะต่อไปนี้ทั้งหมด 1. ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับทำนายข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติความร้อน ทางกลของอากาศ และสภาวะการสันดาปในเครื่องยนต์กังหันแก๊สใช้สำหรับอากาศยานและ 2. การทำนายด้วยแบบจำลองตามทฤษฎี เกี่ยวกับคุณสมบัติความร้อน ทางกลของอากาศ และสภาวะการสันดาป ซึ่งได้ถูกตรวจสอบความถูกต้องกับข้อมูลสมรรถนะจริงของเครื่องยนต์กังหันแก๊สใช้สำหรับอากาศยาน (ในการทดลองหรือการผลิตเครื่อง)
9D101	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับ “การใช้งาน” (“Use”) ของสินค้าตามที่ระบุใน 9B105, 9B106, 9B116 หรือ 9B117
9D103	“ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับการสร้างโมเดล การจำลองหรือการบูรณาการการออกแบบของยานนำส่งสู่อวกาศ ตามที่ระบุใน 9A004 หรือจรวดเพื่อการวิจัยและทดลอง (Sounding Rockets) ตามที่ระบุใน 9A104 หรือระบบย่อยต่างๆ ตามที่ระบุใน 9A005, 9A007, 9A105, 9A106.c., 9A107, 9A108.c., 9A116 หรือ 9A119
	<i>หมายเหตุ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ตามที่ระบุใน 9D103 ยังคงถูกควบคุมเมื่อใช้ร่วมกับฮาร์ดแวร์ (Hardware) ที่ออกแบบเป็นพิเศษตามที่ระบุใน 4A102</i>

-
- 9D104 “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับ “การใช้งาน” (“Use”) ของสินค้าตามที่ระบุใน 9A001, 9A005, 9A006.d., 9A006.g., 9A007.a., 9A008.d., 9A009.a., 9A010.d., 9A011, 9A101, 9A102, 9A105, 9A106.c., 9A106.d., 9A107, 9A108.c., 9A109, 9A111, 9A115.a., 9A116.d., 9A117 หรือ 9A118
- 9D105 “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ซึ่งทำหน้าที่ประสานงานมากกว่าหนึ่งระบบย่อย ที่ออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษสำหรับ “การใช้งาน” (“Use”) ในยานนำส่งสู่อวกาศตามที่ระบุใน 9A004 หรือจรวดเพื่อการวิจัยและทดลอง (Sounding Rockets) ตามที่ระบุใน 9A104

9E

เทคโนโลยี

หมายเหตุ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “เทคโนโลยี” “การผลิต” (“Production” “Technology”) ตามที่ระบุใน 9E001 ถึง 9E003 สำหรับเครื่องยนต์กังหันแก๊ส (Gas Turbine Engines) ยังคงถูกควบคุมเมื่อนำไปใช้ในลักษณะ “เทคโนโลยีเพื่อการใช้งาน” (“Use” “Technology”) สำหรับการซ่อมแซม การสร้างชิ้นใหม่และการซ่อมแบบยกเครื่อง ส่วนที่ยกเว้นจากการควบคุมคือ ข้อมูลทางเทคนิค ภาพแบบ หรือเอกสารสำหรับการบำรุงรักษา ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับการปรับเทียบค่า การถอด หรือการเปลี่ยนชิ้นส่วนที่ชำรุดหรือชิ้นส่วนที่ไม่สามารถซ่อมแซมแต่เปลี่ยนใหม่ได้ รวมถึงการเปลี่ยนเครื่องยนต์ใหม่หรือเปลี่ยนเครื่องยนต์บางส่วน

9E001 “เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคโนโลยีทั่วไปสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) อุปกรณ์หรือ “ซอฟต์แวร์” (“Software”) ตามที่ระบุใน 9A001.b., 9A004 ถึง 9A012, 9A350, 9B หรือ 9D

9E002 “เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุเกี่ยวกับเทคนิคทั่วไปสำหรับ “การผลิต” (“Production”) อุปกรณ์ตามที่ระบุใน 9A001.b., 9A004 ถึง 9A011, 9A350 หรือ 9B

หมายเหตุ สำหรับ “เทคโนโลยี” (“Technology”) เพื่อการซ่อมแซมโครงสร้าง แผ่นผิวเคลือบ หรือวัสดุที่ต้องควบคุม โปรดดู 1E002.f. ประกอบ

9E003 “เทคโนโลยี” (“Technology”) อื่นๆ ดังต่อไปนี้

a. “เทคโนโลยี” (“Technology”) “ที่จำเป็น” (“Required”) สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “การผลิต” (“Production”) ส่วนประกอบหรือระบบของเครื่องยนต์กังหันแก๊สอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. กีบใบ (Blades) ครีบควบคุมทิศทางไหล (Vaness) หรือ “การหุ้มส่วนปลาย” (“Tip Shrouds”) ของเครื่องยนต์กังหันแก๊ส ที่ทำขึ้นจากโลหะผสมหล่อแข็งตัวตามแนวแกนหรือโลหะผสมขึ้นรูปแบบผลึกเดียว (Directionally Solidified [DS] or Single Crystal [SC] Alloys) ที่มี (ในทิศทาง 001 ของดัชนีมิลเลอร์ [Miller Index Direction]) ค่าอายุความเครียดแตกหัก (Stress-rupture Life) เกินกว่า 400 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 1,273 เคลวิน (1,000 องศาเซลเซียส) ที่ค่าความเค้น (Stress) เท่ากับ 200 เมกะปาสกาลวัดตามค่าของคุณสมบัติโดยเฉลี่ย
2. ห้องสันดาปชนิดหลายโดม (Multiple Domed Combustors) ทำงานที่ค่าอุณหภูมิโดยเฉลี่ยของแก๊สเผาไหม้ที่ต่ำออกสูงกว่า 1,813 เคลวิน (1,540 องศาเซลเซียส) หรือห้องสันดาปที่ประกอบด้วยผนังชนิดกระจายความร้อน ผนังที่ไม่ใช่โลหะหรือเปลือกนอกที่ไม่ใช่โลหะ
3. ส่วนประกอบที่ผลิตขึ้นจากสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - a. วัสดุ “คอมโพสิต” อินทรีย์ (Organic “Composite”) ที่ออกแบบเพื่อทำงานที่อุณหภูมิสูงกว่า 588 เคลวิน (315 องศาเซลเซียส)
 - b. วัสดุ โลหะ “เมทริกซ์” “คอมโพสิต” (Metal “Matrix” “Composite”) วัสดุ “เมทริกซ์” เซรามิก (Ceramic “Matrix”) วัสดุผสมโลหะหลายชนิดหรือวัสดุเสริมแรงผสมโลหะหลายชนิด ตามที่ระบุใน 1C007 หรือ
 - c. วัสดุ “คอมโพสิต” (“Composite” Material) ตามที่ระบุใน 1C010 และที่ผลิตด้วยเรซิน (Resins) ตามที่ระบุใน 1C008
4. กีบใบ (Blades) ครีบควบคุมทิศทางไหล (Vaness) หรือ “ส่วนเชื่อมต่อปลายกีบใบ” (“Tip-shrouds”) หรือส่วนประกอบอื่นๆ ของเครื่องยนต์กังหันที่ไม่มีระบบทำความเย็น ออกแบบเพื่อใช้งานที่อุณหภูมิรวมของแก๊สที่ 1,323 เคลวิน (1,050 องศาเซลเซียส) หรือมากกว่าขณะบินขึ้นที่ระดับน้ำทะเลสถิตย์ (Sea-level Static Take-off) (ISA) ในช่วงการทำงานของเครื่องยนต์ที่ ‘สภาวะคงที่’ (‘Steady State Mode’)
5. กีบใบ (Blades) ครีบควบคุมทิศทางไหล (Vaness) หรือ “ส่วนเชื่อมต่อปลายกีบใบ” (“Tip-shrouds”) ของเครื่องยนต์กังหันที่มีระบบทำความเย็น นอกเหนือจากรายการที่ระบุไว้ใน 9E003.a.1. ออกแบบเพื่อใช้งานที่อุณหภูมิรวมแก๊สที่ 1,643 เคลวิน (1,370 องศาเซลเซียส) หรือมากกว่าขณะบินขึ้นที่ระดับน้ำทะเลสถิตย์ (Sea-level Static Take-off) (ISA) ในช่วงการทำงานของเครื่องยนต์ที่ ‘สภาวะคงที่’ (‘Steady State Mode’)

หมายเหตุทางเทคนิค

คำว่า ‘สภาวะคงที่’ (‘Steady State Mode’) หมายถึง สภาวะในการทำงานของเครื่องยนต์ซึ่งปัจจัยกำหนดต่างๆ ของเครื่อง เช่น แรงขับตอกำลัง จำนวนรอบต่อนาที และอื่นๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่เด่นชัดเมื่ออุณหภูมิบรรยากาศโดยรอบ และความดันที่ทางอากาศเข้าของเครื่องยนต์อยู่ในสภาพคงที่

9E003

a. (ต่อ)

6. การประกอบแอร์ฟอยล์เข้ากับจานหมุน (Airfoil-to-disk Blade Combinations) โดยใช้การเชื่อมต่อในสถานะของแข็ง
7. ส่วนประกอบของเครื่องยนต์กังหันแก๊สที่ใช้ “เทคโนโลยี” “การประสานแบบแพร่” (“Diffusion Bonding” “Technology”) ตามที่ระบุใน 2E003.b.
8. ส่วนประกอบที่หมุนได้ในเครื่องยนต์กังหันแก๊สที่มี ‘ความทนทานต่อความเสียหาย’ (“Damage Tolerant” Gas Turbine Engine Rotor Components) ที่ใช้วัสดุโลหะผงตามที่ระบุใน 1C002.b. หรือ

หมายเหตุทางเทคนิค

ส่วนประกอบที่ ‘ทนทานต่อความเสียหาย’ (“Damage Tolerant” Components) ออกแบบโดยใช้ระเบียบวิธีและหลักฐานที่พิสูจน์ได้เพื่อคาดคะเนล่วงหน้าและจำกัดขอบเขตการขยายตัวของจุดเสียหาย

9. ไม่ใช่
 10. ไม่ใช่
 11. กลิบบีพัดแบบกลวง (Hollow Fan Blades)
- b. “เทคโนโลยี” (“Technology”) “ที่จำเป็น” (“Required”) สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “การผลิต” (“Production”) อย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
1. อุโมงค์ลมทดสอบโมเดลอากาศยาน (Wind Tunnel Aero-Models) ที่ติดตั้งเครื่องตรวจวัดต่างๆ แบบไม่ฝังในที่สามารถส่งข้อมูลจากตัวรับสัญญาณไปยังส่วนของระบบรวบรวมข้อมูลหรือ
 2. ใบพัดหรือใบพรอพเพอร์ทำด้วยวัสดุ “คอมโพสิต” (“Composite” Propeller Blades or Propfans) ที่สามารถดูดซับกำลังมากกว่า 2,000 กิโลวัตต์ ที่ความเร็วในการบินเกินกว่าแมค (Mach) 0.55
- c. “เทคโนโลยี” (“Technology”) “ที่จำเป็น” (“Required”) สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “การผลิต” (“Production”) ส่วนประกอบของเครื่องยนต์กังหันแก๊สที่ใช้ “เลเซอร์” (“Laser”) หัวฉีดน้ำ กระบวนการต่างๆ ในการเจาะรูโดยใช้เครื่องมือกลชนิดเคมีไฟฟ้า (Electro-chemical Machining: ECM) หรือ เครื่องกัดเซาะโลหะด้วยตัวนำไฟฟ้า (Electrical Discharge Machines: EDM) เพื่อให้ได้รูปแบบต่างๆ ที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
1. มีคุณลักษณะทั้งหมด ดังต่อไปนี้
 - a. ความลึกมากกว่าสี่เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลาง
 - b. เส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 0.76 มิลลิเมตรและ
 - c. ‘มุมตกกระทบ’ (“Incidence Angles”) เท่ากับหรือน้อยกว่า 25 องศาหรือ
 2. มีคุณลักษณะทั้งหมด ดังต่อไปนี้
 - a. ความลึกมากกว่าห้าเท่าของเส้นผ่านศูนย์กลาง
 - b. เส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 0.4 มิลลิเมตรและ
 - c. ‘มุมตกกระทบ’ (“Incidence Angles”) มากกว่า 25 องศา

หมายเหตุทางเทคนิค

สำหรับวัตถุประสงค์ของ 9E003.c. ‘มุมตกกระทบ’ (“Incidence Angle”) วัดจากแนวระนาบสัมผัสพื้นผิวของแอร์ฟอยล์ที่จุดซึ่งแกนของรูเข้าไปในพื้นผิวของแอร์ฟอยล์

- d. “เทคโนโลยี” (“Technology”) “ที่จำเป็น” (“Required”) สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “การผลิต” (“Production”) ระบบส่งกำลัง (Power Transfer Systems) ของเครื่องเฮลิคอปเตอร์ หรือระบบส่งกำลังของ “อากาศยาน” (“Aircraft”) แบบเครื่องยนต์หมุนได้ (Tilt Rotor) หรือแบบปีกหมุนพร้อมเครื่องยนต์ (Tilt Wing)

9E003 (ต่อ)

- e. “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “การผลิต” (“Production”) ระบบขับเคลื่อนยานพาหนะภาคพื้นดินที่ใช้เครื่องยนต์ลูกสูบดีเซล ที่มีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

1. ‘ปริมาตรของเครื่องยนต์’ (‘Box Volume’) เท่ากับ 1.2 ลูกบาศก์เมตรหรือน้อยกว่า
2. ให้กำลังทั้งหมดมากกว่า 750 กิโลวัตต์โดยวัดตามมาตรฐาน 80/1269/EEC องค์การมาตรฐานสากล (International Organisation for Standardisation: ISO) 2534 หรือตามมาตรฐานแห่งชาติอื่นที่เทียบเท่า และ
3. มีค่าความหนาแน่นของกำลัง (Power Density) มากกว่า 700 กิโลวัตต์ต่อลูกบาศก์เมตรของ ‘ปริมาตรของเครื่องยนต์’ (‘Box Volume’)

หมายเหตุทางเทคนิค

‘ปริมาตรของเครื่องยนต์’ (‘Box Volume’) ใน 9E003.e. คือ ผลที่ได้จากการวัดขนาดโดยเป็นมุมฉากสามแกนที่วัดด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

ความยาว ค่าความยาวของเพลาช้อเหวี่ยงวัดจากจานหน้าเพลาลงถึงด้านหน้าล้อช่วยแรง (Flywheel)

ความกว้าง ส่วนที่กว้างที่สุด ดังต่อไปนี้

- a. ขนาดวัดภายนอกจากฝาปิดวาล์ว (Valve) ถึงฝาปิดวาล์ว (Valve Cover)
- b. ขนาดขอบด้านนอกของฝาสูบ หรือ
- c. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของฝาครอบล้อช่วยแรง (Flywheel Housing)

ความสูง ค่าใดที่มากที่สุด ดังต่อไปนี้

- a. ขนาดของเส้นกึ่งกลางเพลาช้อเหวี่ยง (Crankshaft Centre-line) ถึงระนาบบนสุดของฝาปิดวาล์ว (Valve Cover) (หรือฝาสูบ [Cylinder Head]) บวกด้วยสองเท่าของช่วงชักหรือ
- b. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของฝาครอบล้อช่วยแรง (Flywheel Housing)

- f. “เทคโนโลยี” (“Technology”) “ที่จำเป็น” (“Required”) สำหรับ “การผลิต” (“Production”) ส่วนประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลให้กำลังสูง ดังต่อไปนี้

1. “เทคโนโลยี” (“Technology”) “ที่จำเป็น” (“Required”) สำหรับ “การผลิต” (“Production”) ระบบเครื่องยนต์ต่างๆ ที่มีส่วนประกอบดังต่อไปนี้ทั้งหมดที่ใช้วัสดุเซรามิก ตามที่ระบุใน 1C007
 - a. ผนังลูกสูบ (Cylinder Liners)
 - b. ลูกสูบ (Pistons)
 - c. ฝาสูบ (Cylinder Heads) และ
 - d. ส่วนประกอบอื่นหนึ่งรายการหรือมากกว่า (รวมถึงท่อไอเสีย กังหันอัดอากาศ [Turbochargers] ปลอกสวมวาล์ว [Valve Guides] อุปกรณ์ประกอบวาล์วอื่นๆ หรือหัวฉีดเชื้อเพลิงที่หมุนวน)
2. “เทคโนโลยี” (“Technology”) “ที่จำเป็น” (“Required”) สำหรับ “การผลิต” (“Production”) ระบบกังหันอัดอากาศ (Turbochargers) ที่มีเครื่องอัดอากาศแบบหนึ่งชั้น และมีคุณลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้
 - a. ทำงานที่อัตราส่วนของความดัน 4:1 หรือสูงกว่า
 - b. การไหลของมวลในช่วงตั้งแต่ 30 ถึง 130 กิโลกรัมต่อวินาที และ
 - c. หน้าที่ดักการไหลที่ปรับเปลี่ยนภายในเครื่องอัดอากาศหรือส่วนของกังหัน

9E003 f. (ต่อ)

3. “เทคโนโลยี” (“Technology”) “ที่จำเป็น” (“Required”) สำหรับ “การผลิต” (“Production”) ระบบหัวฉีดเชื้อเพลิงที่ออกแบบเป็นพิเศษให้ใช้เชื้อเพลิงได้หลายประเภท (เช่น เชื้อเพลิงดีเซล หรือเชื้อเพลิงเจ็ท [Jet Fuel]) โดยครอบคลุมช่วงค่าความหนืด (Viscosity) จากเชื้อเพลิงน้ำมันดีเซล (2.5 เซนติสโตกที่ 310.8 เคลวิน [37.8 องศาเซลเซียส]) ไปจนถึงของเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน (0.5 เซนติสโตกที่ 310.8 เคลวิน [37.8 องศาเซลเซียส]) ที่มีคุณลักษณะทั้งสองดังต่อไปนี้

- a. ปริมาณการฉีดเกินกว่า 230 ลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อการฉีดต่อกระบอกสูบ และ
- b. ตัวควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับสลับการทำงานหลักโดยอัตโนมัติตามลักษณะของเชื้อเพลิงที่ใช้เพื่อให้ได้ค่าแรงบิดเท่าเดิม โดยการใช้อุปกรณ์เซนเซอร์ (Sensors) ที่เหมาะสม

- g. “เทคโนโลยี” (“Technology”) “ที่จำเป็น” (“Required”) สำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “การผลิต” (“Production”) ‘เครื่องยนต์ดีเซลกำลังสูง’ (“High Output Diesel Engines”) สำหรับการหล่อลื่นผนังกระบอกสูบด้วยฟิล์มของแข็งแก๊สหรือของเหลว (หรือผสมกัน) เพื่อให้ทำงานได้ที่อุณหภูมิสูงกว่า 723 เคลวิน (450 องศาเซลเซียส) โดยวัดบนผนังกระบอกสูบที่จุดสูงสุดของแวนลูกสูบบน

หมายเหตุทางเทคนิค

‘เครื่องยนต์ดีเซลกำลังสูง’ (“High Output Diesel Engines”) คือ เครื่องยนต์ดีเซลที่มีความดันเบรคยังผลจำเพาะ (Specified Brake Mean Effective Pressure) ที่ 1.8 เมกะปาสคาลหรือมากกว่า ที่ความเร็ว 2,300 รอบต่อนาที โดยมีอัตราความเร็วพิกัดเท่ากับ 2,300 รอบต่อนาทีหรือมากกว่า

- h. “เทคโนโลยี” (“Technology”) “ระบบฟาเดค” (“FADEC Systems”) ของเครื่องยนต์กังหันแก๊ส ดังต่อไปนี้
 1. “เทคโนโลยี” (“Technology”) “การพัฒนา” (“Development”) เพื่อให้ได้ข้อกำหนดความต้องการเกี่ยวกับความสามารถในการทำงาน สำหรับส่วนประกอบต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับ “ระบบฟาเดค” (“FADEC System”) เพื่อกำกับแรงขับเคลื่อนของเครื่องยนต์หรือกำลังเพลลา (เช่น ค่าคงตัวเวลาและค่าความแม่นยำของตัวเซนเซอร์ข้อมูลป้อนกลับ อัตราปิด-เปิดวาล์ว [Valve] เชื้อเพลิง)
 2. “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “เทคโนโลยี” (“Technology”) “การผลิต” (“Production”) เพื่อควบคุมและวิเคราะห์ส่วนประกอบต่างๆ ที่ใช้เฉพาะกับ “ระบบฟาเดค” (“FADEC System”) และใช้เพื่อควบคุมแรงขับเคลื่อนหรือกำลังเพลลาของเครื่องยนต์
 3. “เทคโนโลยี” (“Technology”) “การพัฒนา” (“Development”) สำหรับใช้ควบคุมการเรียงลำดับของคำสั่ง รวมถึงการใส่ “รหัสต้นฉบับ” (“Source Code”) ที่ใช้เฉพาะกับ “ระบบฟาเดค” (“FADEC System”) และใช้เพื่อควบคุมแรงขับเคลื่อนหรือกำลังเพลลาของเครื่องยนต์

หมายเหตุ 9E003.h. ไม่ควบคุมข้อมูลทางเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับการบูรณาการเครื่องยนต์-เครื่องบินที่ถูกกำหนดโดยหน่วยงานรับรองการบินพลเรือนเพื่อตีพิมพ์สำหรับใช้กับสายการบินทั่วไป (เช่น คู่มือการติดตั้ง วิธีปฏิบัติงาน คำแนะนำเพื่อขอตอบโต้สำคัญสมควรเดินอากาศ) หรือฟังก์ชันการเชื่อมต่อ (เช่นการประมวลผลข้อมูลอินพุต/เอาต์พุต [Input/Output] แรงกระทำในโครงสร้างเครื่องบิน หรือความต้องการกำลังเพลลา)

- i. “เทคโนโลยี” (“Technology”) สำหรับระบบเส้นทางการไหลที่ปรับได้ที่ออกแบบสำหรับรักษาความเสถียรของเครื่องยนต์ สำหรับกังหันของเครื่องกำเนิดพลังงานจากแก๊ส ใบพัด (Fan) หรือกังหันต้นกำลัง (Power Turbines) หรือท่อขับเคลื่อน (Propelling Nozzles) ดังต่อไปนี้
 1. “เทคโนโลยี” (“Technology”) “การพัฒนา” (“Development”) เพื่อให้ได้ข้อกำหนดความต้องการในการทำงานสำหรับส่วนประกอบต่างๆ ที่ทำหน้าที่รักษาความเสถียรของเครื่องยนต์
 2. “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “เทคโนโลยี” (“Technology”) “การผลิต” (“Production”) สำหรับส่วนประกอบที่ใช้เฉพาะสำหรับระบบเส้นทางการไหลแบบปรับได้ (Adjustable Flow Path System) และทำหน้าที่รักษาความเสถียรของเครื่องยนต์
 3. “เทคโนโลยี” (“Technology”) “การพัฒนา” (“Development”) เพื่อควบคุมการเรียงลำดับของคำสั่ง รวมถึงการใช้ “รหัสต้นฉบับ” (“Source Code”) ที่ใช้เฉพาะสำหรับระบบเส้นทางการไหลแบบปรับได้ และทำหน้าที่รักษาความเสถียรของเครื่องยนต์

9E003

i. (ต่อ)

หมายเหตุ 9E003.i. ไม่ควบคุมสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) หรือ “เทคโนโลยี” (“Technology”) “การผลิต” (“Production”) สำหรับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- a. ครีบบริ่ลมอากาศเข้า (Inlet Guide Vanes)
- b. ใบพัด หรือ พรีอบแฟน ที่ปรับมุมบิดได้ (Variable Pitch Fans or Prop-fans)
- c. ครีบบริ่ลมคอมเพรสเซอร์ที่หมุนได้ (Variable Compressor Vanes)
- d. วาล์วระบายอากาศออกจากคอมเพรสเซอร์ (Compressor Bleed Valves) หรือ
- e. ช่องทางการไหลที่ปรับเปลี่ยนทิศทางได้ สำหรับแรงขับเคลื่อนย้อนกลับ (Adjustable Flow Path Geometry for Reverse Thrust)

9E101

- a. “เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุทั่วไปของเทคโนโลยีสำหรับ “การพัฒนา” (“Development”) สินค้าต่างๆ ตามที่ระบุใน 9A101, 9A102, 9A104 ถึง 9A111 หรือ 9A115 ถึง 9A119
- b. “เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุทั่วไปของเทคโนโลยีสำหรับ “การผลิต” (“Production”) ‘อากาศยานไร้คนขับ’ (‘Unmanned Aerial Vehicles: UAVs’) ตามที่ระบุใน 9A012 หรือสินค้าต่างๆ ตามที่ระบุใน 9A101, 9A102, 9A104 ถึง 9A111 หรือ 9A115 ถึง 9A119

หมายเหตุทางเทคนิค

ใน 9E101.b. ‘อากาศยานไร้คนขับ’ (‘Unmanned Aerial Vehicle: UAV’) หมายถึง ระบบต่างๆ ของอากาศยานที่ไม่มีคนขับ ที่มีพิสัยทำการมากกว่า 300 กิโลเมตร

9E102

“เทคโนโลยี” (“Technology”) ตามหมายเหตุทั่วไปทางเทคโนโลยีสำหรับ “การใช้งาน” (“Use”) สำหรับยานส่งสู่อวกาศตามที่ระบุใน 9A004 สินค้าต่างๆ ตามที่ระบุใน 9A005 ถึง 9A011 ‘อากาศยานไร้คนขับ’ (‘Unmanned Aerial Vehicles: UAVs’) ตามที่ระบุใน 9A012 หรือสินค้าตามที่ระบุใน 9A101, 9A102, 9A104 ถึง 9A111, 9A115 ถึง 9A119, 9B105, 9B106, 9B115, 9B116, 9B117, 9D101 หรือ 9D103

หมายเหตุทางเทคนิค

ใน 9E102 ‘อากาศยานไร้คนขับ’ (‘Unmanned Aerial Vehicle: UAV’) หมายถึง ระบบต่างๆ ของอากาศยานที่ไม่มีคนขับ ที่มีพิสัยทำการมากกว่า 300 กิโลเมตร

LIST OF DUAL-USE ITEMS

This list implements internationally agreed dual-use controls including the Wassenaar Arrangement, the Missile Technology Control Regime (MTCR), the Nuclear Suppliers' Group (NSG), the Australia Group and the Chemical Weapons Convention (CWC).

CONTENTS

Notes

Acronyms and abbreviations

Definitions

Category 0 Nuclear materials, facilities and equipment

Category 1 Special materials and related equipment

Category 2 Materials processing

Category 3 Electronics

Category 4 Computers

Category 5 Telecommunications and "information security"

Category 6 Sensors and lasers

Category 7 Navigation and Avionics

Category 8 Marine

Category 9 Aerospace and propulsion

GENERAL NOTES TO LIST OF DUAL-USE ITEMS

1. The object of the controls contained in this list should not be defeated by the export of any non-controlled goods (including plant) containing one or more controlled components when the controlled component or components are the principal element of the goods and can feasibly be removed or used for other purposes.

NB: In judging whether the controlled component or components are to be considered the principal element, it is necessary to weigh the factors of quantity, value and technological know-how involved and other special circumstances which might establish the controlled component or components as the principal element of the goods being procured.

2. Goods specified in this list include both new and used goods.
3. In some instances chemicals are listed by name and CAS number. The list applies to chemicals of the same structural formula (including hydrates) regardless of name or CAS number. CAS numbers are shown to assist in identifying a particular chemical or mixture, irrespective of nomenclature. CAS numbers cannot be used as unique identifiers because some forms of the listed chemical have different CAS numbers, and mixtures containing a listed chemical may also have different CAS numbers.

NUCLEAR TECHNOLOGY NOTE (NTN)

(To be read in conjunction with Section E of Category 0.)

The “technology” directly associated with any goods controlled in Category 0 is controlled according to the provisions of Category 0.

“Technology” for the “development”, “production” or “use” of goods under control remains under control even when applicable to non-controlled goods.

The approval of goods for export also authorises the export to the same end-user of the minimum “technology” required for the installation, operation, maintenance and repair of the goods.

Controls on “technology” transfer do not apply to information “in the public domain” or to “basic scientific research”.

GENERAL TECHNOLOGY NOTE (GTN)

(To be read in conjunction with Section E of Categories 1 to 9.)

The export of “technology” which is “required” for the “development”, “production” or “use” of goods controlled in Categories 1 to 9, is controlled according to the provisions of Categories 1 to 9.

“Technology” “required” for the “development”, “production” or “use” of goods under control remains under control even when applicable to non-controlled goods.

Controls do not apply to that “technology” which is the minimum necessary for the installation, operation, maintenance (checking) and repair of those goods which are not controlled or whose export has been authorised.

NB: This does not release such “technology” specified in 1E002.e., 1E002.f., 8E002.a. and 8E002.b.

Controls on “technology” transfer do not apply to information “in the public domain”, to “basic scientific research” or to the minimum necessary information for patent applications.

GENERAL SOFTWARE NOTE (GSN)

(This note overrides any control within Section D of Categories 0 to 9.)

Categories 0 to 9 of this list do not control “software” which is either:

a. Generally available to the public by being:

1. Sold from stock at retail selling points, without restriction, by means of:

- a. Over-the-counter transactions;
- b. Mail order transactions;
- c. Electronic transactions; or
- d. Telephone order transactions; and

2. Designed for installation by the user without further substantial support by the supplier; or

NB: Entry a. of the General Software Note does not release “software” specified in Category 5 — Part 2 (“Information Security”).

b. “In the public domain”.

ACRONYMS AND ABBREVIATIONS USED IN THIS LIST

An acronym or abbreviation, when used as a defined term, will be found in “Definitions of Terms used in this List”.

Acronym or abbreviation	Meaning
ABEC	Annular Bearing Engineers Committee
AGMA	American Gear Manufacturers’ Association
AHRS	attitude and heading reference systems
AISI	American Iron and Steel Institute
ALU	arithmetic logic unit
ANSI	American National Standards Institute
ASTM	the American Society for Testing and Materials
ATC	air traffic control
AVLIS	atomic vapour laser isotope separation
CAD	computer-aided-design
CAS	Chemical Abstracts Service
CCITT	International Telegraph and Telephone Consultative Committee
CDU	control and display unit
CEP	circular error probable
CNTD	controlled nucleation thermal deposition
CRISLA	chemical reaction by isotope selective laser activation
CVD	chemical vapour deposition
CW	chemical warfare
CW (for lasers)	continuous wave
DME	distance measuring equipment
DS	directionally solidified
EB-PVD	electron beam physical vapour deposition
EBU	European Broadcasting Union
ECM	electro-chemical machining
ECR	electron cyclotron resonance
EDM	electrical discharge machines
EEPROMS	electrically erasable programmable read only memory
EIA	Electronic Industries Association
EMC	electromagnetic compatibility

Acronym or abbreviation	Meaning
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FFT	Fast Fourier Transform
GLONASS	global navigation satellite system
GPS	global positioning system
HBT	hetero-bipolar transistors
HDDR	high density digital recording
HEMT	high electron mobility transistors
ICAO	International Civil Aviation Organisation
IEC	International Electro-technical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
IFOV	instantaneous-field-of-view
ILS	instrument landing system
IRIG	inter-range instrumentation group
ISA	international standard atmosphere
ISAR	inverse synthetic aperture radar
ISO	International Organisation for Standardisation
ITU	International Telecommunication Union
JIS	Japanese Industrial Standard
JT	Joule-Thomson
LIDAR	light detection and ranging
LRU	line replaceable unit
MAC	message authentication code
Mach	ratio of speed of an object to speed of sound (after Ernst Mach)
MLIS	molecular laser isotopic separation
MLS	microwave landing systems
MOCVD	metal organic chemical vapour deposition
MRI	magnetic resonance imaging
MTBF	mean-time-between-failures
Mtops	million theoretical operations per second
MTTF	mean-time-to-failure
NBC	Nuclear, Biological and Chemical
NDT	non-destructive test
PAR	precision approach radar

Acronym or abbreviation	Meaning
PIN	personal identification number
ppm	parts per million
PSD	power spectral density
QAM	quadrature-amplitude-modulation
RF	radio frequency
SACMA	Suppliers of Advanced Composite Materials Association
SAR	synthetic aperture radar
SC	single crystal
SLAR	sidelooking airborne radar
SMPTTE	Society of Motion Picture and Television Engineers
SRA	shop replaceable assembly
SRAM	static random access memory
SRM	SACMA Recommended Methods
SSB	single sideband
SSR	secondary surveillance radar
TCSEC	trusted computer system evaluation criteria
TIR	total indicated reading
UV	ultraviolet
UTS	ultimate tensile strength
VOR	very high frequency omni-directional range
YAG	yttrium/aluminum garnet

DEFINITIONS OF TERMS USED IN THIS LIST

Definitions of terms between ‘single quotation marks’ are given in a Technical Note to the relevant item.

Definitions of terms between “double quotation marks” are as follows:

NB: Category references are given in brackets after the defined term.

“Accuracy” (2 6), usually measured in terms of inaccuracy, means the maximum deviation, positive or negative, of an indicated value from an accepted standard or true value.

“Active flight control systems” (7) are systems that function to prevent undesirable “aircraft” and missile motions or structural loads by autonomously processing outputs from multiple sensors and then providing necessary preventive commands to effect automatic control.

“Active pixel” (6 8) is a minimum (single) element of the solid state array which has a photoelectric transfer function when exposed to light (electromagnetic) radiation.

“Adapted for use in war” (1) means any modification or selection (such as altering purity, shelf life, virulence, dissemination characteristics, or resistance to UV radiation) designed to increase the effectiveness in producing casualties in humans or animals, degrading equipment or damaging crops or the environment.

“Adjusted Peak Performance” (4) is an adjusted peak rate at which “digital computers” perform 64-bit or larger floating point additions and multiplications, and is expressed in Weighted TeraFLOPS (WT) with units of 10^{12} adjusted floating point operations per second.

NB: See Category 4, Technical Note.

“Aircraft” (1 7 9) means a fixed wing, swivel wing, rotary wing (helicopter), tilt rotor or tilt-wing airborne vehicle.

NB: See also “civil aircraft”.

“All compensations available” (2) means after all feasible measures available to the manufacturer to minimise all systematic positioning errors for the particular machine-tool model or measuring errors for the particular coordinate measuring machine are considered.

“Allocated by the ITU” (3 5) means the allocation of frequency bands according to the current edition of the ITU Radio Regulations for primary, permitted and secondary services.

NB: Additional and alternative allocations are not included.

“Angle random walk” (7) means the angular error build up with time that is due to white noise in angular rate. (IEEE STD 528-2001)

“Angular position deviation” (2) means the maximum difference between angular position and the actual, very accurately measured angular position after the workpiece mount of the table has been turned out of its initial position (ref. VDI/VDE 2617, Draft: ‘Rotary tables on coordinate measuring machines’).

“APP” (4) is equivalent to “Adjusted Peak Performance”.

“Asymmetric algorithm” (5) means a cryptographic algorithm using different, mathematically-related keys for encryption and decryption.

NB: A common use of “asymmetric algorithms” is key management.

“Automatic target tracking” (6) means a processing technique that automatically determines and provides as output an extrapolated value of the most probable position of the target in real time.

“Average output power” (6) means the total “laser” output energy in joules divided by the “laser duration” in seconds.

“Basic gate propagation delay time” (3) means the propagation delay time value corresponding to the basic gate used in a “monolithic integrated circuit”. For a ‘family’ of “monolithic integrated circuits”, this may be specified either as the propagation delay time per typical gate within the given ‘family’ or as the typical propagation delay time per gate within the given ‘family’.

NB 1: “Basic gate propagation delay time” is not to be confused with the input/output delay time of a complex “monolithic integrated circuit”.

NB 2: ‘Family’ consists of all integrated circuits to which all of the following are applied as their manufacturing methodology and specifications except their respective functions:

- a. The common hardware and software architecture;*
- b. The common design and process technology; and*
- c. The common basic characteristics.*

“Basic scientific research” (GTN NTN) means experimental or theoretical work undertaken principally to acquire new knowledge of the fundamental principles of phenomena or observable facts, not primarily directed towards a specific practical aim or objective.

“Bias” (accelerometer) (7) means the average over a specified time of accelerometer output, measured at specified operating conditions, that has no correlation with input acceleration or rotation. “Bias” is expressed in g or in metres per second squared (g or m/s^2). (IEEE Std 528-2001) (Micro g equals 1×10^{-6} g)

“Bias” (gyro) (7) means the average over a specified time of gyro output measured at specified operating conditions that has no correlation with input rotation or acceleration. “Bias” is typically expressed in degrees per hour (deg/hr). (IEEE Std 528-2001)

“Camming” (2) means axial displacement in one revolution of the main spindle measured in a plane perpendicular to the spindle faceplate, at a point next to the circumference of the spindle faceplate (Reference: ISO 230/1 1986, paragraph 5.63).

“Carbon fibre preforms” (1) means an ordered arrangement of uncoated or coated fibres intended to constitute a framework of a part before the “matrix” is introduced to form a “composite”.

“CEP” (circle of equal probability) (7) is a measure of accuracy; the radius of the circle centred at the target, at a specific range, in which 50 % of the payloads impact.

“Chemical laser” (6) means a “laser” in which the excited species is produced by the output energy from a chemical reaction.

“Chemical mixture” (1) means a solid, liquid or gaseous product made up of two or more components which do not react together under the conditions under which the mixture is stored.

“Circulation-controlled anti-torque or circulation-controlled direction control systems” (7) are systems that use air blown over aerodynamic surfaces to increase or control the forces generated by the surfaces.

“Civil aircraft” (1 3 4 7) means those “aircraft” listed by designation in published airworthiness certification lists by the civil aviation authorities to fly commercial civil internal and external routes or for legitimate civil, private or business use.

NB: See also “aircraft”.

“Commingled” (1) means filament to filament blending of thermoplastic fibres and reinforcement fibres in order to produce a fibre reinforcement “matrix” mix in total fibre form.

“Comminution” (1) means a process to reduce a material to particles by crushing or grinding.

“Common channel signalling” (5) is a signalling method in which a single channel between exchanges conveys, by means of labelled messages, signalling information relating to a multiplicity of circuits or calls and other information such as that used for network management.

“Communications channel controller” (4) means the physical interface which controls the flow of synchronous or asynchronous digital information. It is an assembly that can be integrated into computer or telecommunications equipment to provide communications access.

“Compensation systems” (6) consist of the primary scalar sensor, one or more reference sensors (e.g. vector magnetometers) together with software that permit reduction of rigid body rotation noise of the platform.

“Composite” (1 2 6 8 9) means a “matrix” and an additional phase or additional phases consisting of particles, whiskers, fibres or any combination thereof, present for a specific purpose or purposes.

“Compound rotary table” (2) means a table allowing the workpiece to rotate and tilt about two non-parallel axes, which can be coordinated simultaneously for “contouring control”.

“III/V compounds” (3 6) means polycrystalline or binary or complex monocrystalline products consisting of elements of groups IIIA and VA of Mendeleyev’s periodic classification table (e.g. gallium arsenide, gallium-aluminium arsenide, indium phosphide).

“Contouring control” (2) means two or more “numerically controlled” motions operating in accordance with instructions that specify the next required position and the required feed rates to that position. These feed rates are varied in relation to each other so that a desired contour is generated (ref. ISO/DIS 2806-1980).

“Critical temperature” (1 3 5) (sometimes referred to as the transition temperature) of a specific “superconductive” material means the temperature at which the material loses all resistance to the flow of direct electrical current.

“Cryptographic activation” (5) means any technique that activates or enables cryptographic capability, via a secure mechanism that is implemented by the manufacturer of the item and is uniquely bound to the item or customer for which the cryptographic capability is being activated or enabled (e.g. a serial number-based licence key or an authentication instrument such as a digitally signed certificate).

Technical Note

“Cryptographic activation” techniques and mechanisms may be implemented as hardware, “software” or “technology”.

“Cryptography” (5) means the discipline which embodies principles, means and methods for the transformation of data in order to hide its information content, prevent its undetected modification or prevent its unauthorised use. “Cryptography” is limited to the transformation of information using one or more ‘secret parameters’ (e.g. crypto variables) or associated key management.

NB: ‘Secret parameter’: a constant or key kept from the knowledge of others or shared only within a group.

“CW laser” (6) means a “laser” that produces a nominally constant output energy for greater than 0.25 seconds.

“Data-Based Referenced Navigation” (“DBRN”) (7) Systems means systems which use various sources of previously measured geo-mapping data integrated to provide accurate navigation information under dynamic conditions. Data sources include bathymetric maps, stellar maps, gravity maps, magnetic maps or 3-D digital terrain maps.

“Deformable mirrors” (6) (also known as adaptive optic mirrors) means mirrors having:

- a. A single continuous optical reflecting surface which is dynamically deformed by the application of individual torques or forces to compensate for distortions in the optical waveform incident upon the mirror; or
- b. Multiple optical reflecting elements that can be individually and dynamically repositioned by the application of torques or forces to compensate for distortions in the optical waveform incident upon the mirror.

“Depleted uranium” (0) means uranium depleted in the isotope 235 below that occurring in nature.

“Development” (GTN NTN All) is related to all phases prior to serial production, such as: design, design research, design analyses, design concepts, assembly and testing of prototypes, pilot production schemes, design data, process of transforming design data into a product, configuration design, integration design, layouts.

“Diffusion bonding” (1 2 9) means a solid state molecular joining of at least two separate metals into a single piece with a joint strength equivalent to that of the weakest material.

“Digital computer” (4 5) means equipment which can, in the form of one or more discrete variables, perform all of the following:

- a. Accept data;
- b. Store data or instructions in fixed or alterable (writable) storage devices;
- c. Process data by means of a stored sequence of instructions which is modifiable; and
- d. Provide output of data.

NB: Modifications of a stored sequence of instructions include replacement of fixed storage devices, but not a physical change in wiring or interconnections.

“Digital transfer rate” (def) means the total bit rate of the information that is directly transferred on any type of medium.

NB: See also “total digital transfer rate”.

“Direct-acting hydraulic pressing” (2) means a deformation process which uses a fluid-filled flexible bladder in direct contact with the workpiece.

“Drift rate” (gyro) (7) means the component of gyro output that is functionally independent of input rotation. It is expressed as an angular rate. (IEEE STD 528-2001)

“Dynamic signal analysers” (3) means “signal analysers” which use digital sampling and transformation techniques to form a Fourier spectrum display of the given waveform including amplitude and phase information.

NB: See also “signal analysers”.

“Effective gramme” (0 1) of “special fissile material” means:

- a. For plutonium isotopes and uranium-233, the isotope weight in grammes;
- b. For uranium enriched 1 per cent or greater in the isotope uranium-235, the element weight in grammes multiplied by the square of its enrichment expressed as a decimal weight fraction;
- c. For uranium enriched below 1 per cent in the isotope uranium-235, the element weight in grammes multiplied by 0.0001.

“Electronic assembly” (2 3 4 5) means a number of electronic components (i.e. ‘circuit elements’, ‘discrete components’, integrated circuits, etc.) connected together to perform (a) specific function(s), replaceable as an entity and normally capable of being disassembled.

NB 1: ‘Circuit element’: a single active or passive functional part of an electronic circuit, such as one diode, one transistor, one resistor, one capacitor, etc.

NB 2: ‘Discrete component’: a separately packaged ‘circuit element’ with its own external connections.

“Electronically steerable phased array antenna” (5 6) means an antenna which forms a beam by means of phase coupling, i.e. the beam direction is controlled by the complex excitation coefficients of the radiating elements and the direction of that beam can be varied in azimuth or in elevation, or both, by application, both in transmission and reception, of an electrical signal.

“Energetic materials” (1) means substances or mixtures that react chemically to release energy required for their intended application. “Explosives”, “pyrotechnics” and “propellants” are subclasses of energetic materials.

“End-effectors” (2) means grippers, ‘active tooling units’ and any other tooling that is attached to the baseplate on the end of a “robot” manipulator arm.

NB: ‘Active tooling unit’ means a device for applying motive power, process energy or sensing to the workpiece.

“Equivalent Density” (6) means the mass of an optic per unit optical area projected onto the optical surface.

“Expert systems” (7) mean systems providing results by application of rules to data which are stored independently of the “programme” and capable of any of the following:

- a. Modifying automatically the “source code” introduced by the user;
- b. Providing knowledge linked to a class of problems in quasi-natural language; or
- c. Acquiring the knowledge required for their development (symbolic training).

“Explosives” (1) means solid, liquid or gaseous substances or mixtures of substances which, in their application as primary, booster, or main charges in warheads, demolition and other applications, are required to detonate.

“FADEC Systems” (7 9) means Full Authority Digital Engine Control Systems — A digital electronic control system for a gas turbine engine that is able to autonomously control the engine throughout its whole operating range from demanded engine start until demanded engine shut-down, in both normal and fault conditions.

“Fault tolerance” (4) is the capability of a computer system, after any malfunction of any of its hardware or “software” components, to continue to operate without human intervention, at a given level of service that provides: continuity of operation, data integrity and recovery of service within a given time.

“Fibrous or filamentary materials” (0 1 8) include:

- a. Continuous “monofilaments”;
- b. Continuous “yarns” and “rovings”;
- c. “Tapes”, fabrics, random mats and braids;
- d. Chopped fibres, staple fibres and coherent fibre blankets;
- e. Whiskers, either monocrystalline or polycrystalline, of any length;
- f. Aromatic polyamide pulp.

“Film type integrated circuit” (3) means an array of ‘circuit elements’ and metallic interconnections formed by deposition of a thick or thin film on an insulating “substrate”.

NB: ‘Circuit element’ is a single active or passive functional part of an electronic circuit, such as one diode, one transistor, one resistor, one capacitor, etc.

“Fixed” (5) means that the coding or compression algorithm cannot accept externally supplied parameters (e.g. cryptographic or key variables) and cannot be modified by the user.

“Flight control optical sensor array” (7) is a network of distributed optical sensors, using “laser” beams, to provide real- time flight control data for on-board processing.

“Flight path optimisation” (7) is a procedure that minimises deviations from a four-dimensional (space and time) desired trajectory based on maximising performance or effectiveness for mission tasks.

“Focal plane array” (6 8) means a linear or two-dimensional planar layer, or combination of planar layers, of individual detector elements, with or without readout electronics, which work in the focal plane.

NB: This is not intended to include a stack of single detector elements or any two, three or four element detectors provided time delay and integration is not performed within the element.

“Fractional bandwidth” (3 5) means the “instantaneous bandwidth” divided by the centre frequency, expressed as a percentage.

“Frequency hopping” (5) means a form of “spread spectrum” in which the transmission frequency of a single communication channel is made to change by a random or pseudo-random sequence of discrete steps.

“Frequency switching time” (3 5) means the time (i.e. delay) taken by a signal when switched from an initial specified output frequency, to arrive at or within ± 0.05 % of a final specified output frequency. Items having a specified frequency range of less than ± 0.05 % around their centre frequency are defined to be incapable of frequency switching.

“Frequency synthesiser” (3) means any kind of frequency source, regardless of the actual technique used, providing a multiplicity of simultaneous or alternative output frequencies, from one or more outputs, controlled by, derived from or disciplined by a lesser number of standard (or master) frequencies.

“Fuel cell” (8) is an electrochemical device that converts chemical energy directly into Direct Current (DC) electricity by consuming fuel from an external source.

“Fusible” (1) means capable of being cross-linked or polymerised further (cured) by the use of heat, radiation, catalysts, etc., or that can be melted without pyrolysis (charring).

“Gas Atomisation” (1) means a process to reduce a molten stream of metal alloy to droplets of 500 micrometre diameter or less by a high pressure gas stream.

“Geographically dispersed” (6) is where each location is distant from any other more than 1,500 m in any direction. Mobile sensors are always considered “geographically dispersed”.

“Guidance set” (7) means systems that integrate the process of measuring and computing a vehicles position and velocity (i.e. navigation) with that of computing and sending commands to the vehicles flight control systems to correct the trajectory.

“Hot isostatic densification” (2) means the process of pressurising a casting at temperatures exceeding 375 K (102 °C) in a closed cavity through various media (gas, liquid, solid particles, etc.) to create equal force in all directions to reduce or eliminate internal voids in the casting.

“Hybrid integrated circuit” (3) means any combination of integrated circuit(s), or integrated circuit with ‘circuit elements’ or ‘discrete components’ connected together to perform (a) specific function(s), and having all of the following characteristics:

- a. Containing at least one unencapsulated device;
- b. Connected together using typical IC production methods;
- c. Replaceable as an entity; and
- d. Not normally capable of being disassembled.

NB 1: ‘Circuit element’: a single active or passive functional part of an electronic circuit, such as one diode, one transistor, one resistor, one capacitor, etc.

NB 2: ‘Discrete component’: a separately packaged ‘circuit element’ with its own external connections.

“Image enhancement” (4) means the processing of externally derived information-bearing images by algorithms such as time compression, filtering, extraction, selection, correlation, convolution or transformations between domains (e.g. fast Fourier transform or Walsh transform). This does not include algorithms using only linear or rotational transformation of a single image, such as translation, feature extraction, registration or false coloration.

“Immunotoxin” (1) is a conjugate of one cell specific monoclonal antibody and a “toxin” or “sub-unit of toxin”, that selectively affects diseased cells.

“In the public domain” (GTN NTN GSN), as it applies herein, means “technology” or “software” which has been made available without restrictions upon its further dissemination (copyright restrictions do not remove “technology” or “software” from being “in the public domain”).

“Information security” (4 5) is all the means and functions ensuring the accessibility, confidentiality or integrity of information or communications, excluding the means and functions intended to safeguard against malfunctions. This includes “cryptography”, “cryptographic activation”, ‘cryptanalysis’, protection against compromising emanations and computer security.

NB: ‘Cryptanalysis’: analysis of a cryptographic system or its inputs and outputs to derive confidential variables or sensitive data, including clear text.

“Instantaneous bandwidth” (3 5 7) means the bandwidth over which output power remains constant within 3 dB without adjustment of other operating parameters.

“Instrumented range” (6) means the specified unambiguous display range of a radar.

“Insulation” (9) is applied to the components of a rocket motor, i.e. the case, nozzle, inlets, case closures, and includes cured or semi-cured compounded rubber sheet stock containing an insulating or refractory material. It may also be incorporated as stress relief boots or flaps.

“Interior lining” (9) is suited for the bond interface between the solid propellant and the case or insulating liner. Usually a liquid polymer based dispersion of refractory or insulating materials, e.g. carbon filled hydroxyl terminated polybutadiene (HTPB) or other polymer with added curing agents sprayed or screeded over a case interior.

“Intrinsic Magnetic Gradiometer” (6) is a single magnetic field gradient sensing element and associated electronics the output of which is a measure of magnetic field gradient.

NB: See also “magnetic gradiometer”.

“Isolated live cultures” (1) includes live cultures in dormant form and in dried preparations.

“Isostatic presses” (2) mean equipment capable of pressurising a closed cavity through various media (gas, liquid, solid particles, etc.) to create equal pressure in all directions within the cavity upon a workpiece or material.

“Laser” (0 2 3 5 6 7 8 9) is an assembly of components which produce both spatially and temporally coherent light that is amplified by stimulated emission of radiation.

NB: See also:

“Chemical laser”;

“Super High Power Laser”;

“Transfer laser”.

“Laser duration” (def) means the time over which a “laser” emits “laser” radiation, which for “pulsed lasers” corresponds to the time over which a single pulse or series of consecutive pulses is emitted.

“Lighter-than-air vehicles” (9) means balloons and airships that rely on hot air or other lighter-than-air gases such as helium or hydrogen for their lift.

“Linearity” (2) (usually measured in terms of non-linearity) means the maximum deviation of the actual characteristic (average of upscale and downscale readings), positive or negative, from a straight line so positioned as to equalise and minimise the maximum deviations.

“Local area network” (4 5) is a data communication system having all of the following characteristics:

- a. Allows an arbitrary number of independent ‘data devices’ to communicate directly with each other; and
- b. Is confined to a geographical area of moderate size (e.g. office building, plant, campus, warehouse).

NB: ‘Data device’ means equipment capable of transmitting or receiving sequences of digital information.

“Magnetic Gradiometers” (6) are instruments designed to detect the spatial variation of magnetic fields from sources external to the instrument. They consist of multiple “magnetometers” and associated electronics the output of which is a measure of magnetic field gradient.

NB: See also “intrinsic magnetic gradiometer”.

“Magnetometers” (6) are instruments designed to detect magnetic fields from sources external to the instrument. They consist of a single magnetic field sensing element and associated electronics the output of which is a measure of the magnetic field.

“Main storage” (4) means the primary storage for data or instructions for rapid access by a central processing unit. It consists of the internal storage of a “digital computer” and any hierarchical extension thereto, such as cache storage or non-sequentially accessed extended storage.

“Materials resistant to corrosion by UF₆” (0) may be copper, stainless steel, aluminium, aluminium oxide, aluminium alloys, nickel or alloy containing 60 weight percent or more nickel and UF₆-resistant fluorinated hydrocarbon polymers, as appropriate for the type of separation process.

“Matrix” (1 2 8 9) means a substantially continuous phase that fills the space between particles, whiskers or fibres.

“Measurement uncertainty” (2) is the characteristic parameter which specifies in what range around the output value the correct value of the measurable variable lies with a confidence level of 95 %. It includes the uncorrected systematic deviations, the uncorrected backlash and the random deviations (ref. ISO 10360-2, or VDI/VDE 2617).

“Mechanical Alloying” (1) means an alloying process resulting from the bonding, fracturing and rebonding of elemental and master alloy powders by mechanical impact. Non-metallic particles may be incorporated in the alloy by addition of the appropriate powders.

“Melt Extraction” (1) means a process to ‘solidify rapidly’ and extract a ribbon-like alloy product by the insertion of a short segment of a rotating chilled block into a bath of a molten metal alloy.

NB: ‘Solidify rapidly’: solidification of molten material at cooling rates exceeding 1,000 K/s.

“Melt Spinning” (1) means a process to ‘solidify rapidly’ a molten metal stream impinging upon a rotating chilled block, forming a flake, ribbon or rod-like product.

NB: ‘Solidify rapidly’: solidification of molten material at cooling rates exceeding 1,000 K/s.

“Microcomputer microcircuit” (3) means a “monolithic integrated circuit” or “multichip integrated circuit” containing an arithmetic logic unit (ALU) capable of executing general purpose instructions from an internal storage, on data contained in the internal storage.

NB: The internal storage may be augmented by an external storage.

“Microprocessor microcircuit” (3) means a “monolithic integrated circuit” or “multichip integrated circuit” containing an arithmetic logic unit (ALU) capable of executing a series of general purpose instructions from an external storage.

NB 1: The “microprocessor microcircuit” normally does not contain integral user-accessible storage, although storage present on-the-chip may be used in performing its logic function.

NB 2: This includes chip sets which are designed to operate together to provide the function of a “microprocessor microcircuit”.

“Microorganisms” (1 2) means bacteria, viruses, mycoplasmas, rickettsiae, chlamydiae or fungi, whether natural, enhanced or modified, either in the form of “isolated live cultures” or as material including living material which has been deliberately inoculated or contaminated with such cultures.

“Missiles” (1 3 6 7 9) means complete rocket systems and unmanned aerial vehicle systems, capable of delivering at least 500 kg payload to a range of at least 300 km.

“Monofilament” (1) or filament is the smallest increment of fibre, usually several micrometres in diameter.

“Monolithic integrated circuit” (3) means a combination of passive or active ‘circuit elements’ or both which:

- a. Are formed by means of diffusion processes, implantation processes or deposition processes in or on a single semiconducting piece of material, a so-called ‘chip’;
- b. Can be considered as indivisibly associated; and
- c. Perform the function(s) of a circuit.

NB: ‘Circuit element’ is a single active or passive functional part of an electronic circuit, such as one diode, one transistor, one resistor, one capacitor, etc.

“Monospectral imaging sensors” (6) are capable of acquisition of imaging data from one discrete spectral band.

“Multichip integrated circuit” (3) means two or more “monolithic integrated circuits” bonded to a common “substrate”.

“Multispectral imaging sensors” (6) are capable of simultaneous or serial acquisition of imaging data from two or more discrete spectral bands. Sensors having more than twenty discrete spectral bands are sometimes referred to as hyperspectral imaging sensors.

“Natural uranium” (0) means uranium containing the mixtures of isotopes occurring in nature.

“Network access controller” (4) means a physical interface to a distributed switching network. It uses a common medium which operates throughout at the same “digital transfer rate” using arbitration (e.g. token or carrier sense) for transmission. Independently from any other, it selects data packets or data groups (e.g. IEEE 802) addressed to it. It is an assembly that can be integrated into computer or telecommunications equipment to provide communications access.

“Neural computer” (4) means a computational device designed or modified to mimic the behaviour of a neuron or a collection of neurons, i.e. a computational device which is distinguished by its hardware capability to modulate the weights and numbers of the interconnections of a multiplicity of computational components based on previous data.

“Nuclear reactor” (0) means a complete reactor capable of operation so as to maintain a controlled self-sustaining fission chain reaction. A “nuclear reactor” includes all the items within or attached directly to the reactor vessel, the equipment which controls the level of power in the core, and the components which normally contain, come into direct contact with or control the primary coolant of the reactor core.

“Numerical control” (2) means the automatic control of a process performed by a device that makes use of numeric data usually introduced as the operation is in progress (ref. ISO 2382).

“Object code” (9) means an equipment executable form of a convenient expression of one or more processes (“source code” (source language)) which has been compiled by programming system.

“Optical amplification” (5), in optical communications, means an amplification technique that introduces a gain of optical signals that have been generated by a separate optical source, without conversion to electrical signals, i.e. using semiconductor optical amplifiers, optical fibre luminescent amplifiers.

“Optical computer” (4) means a computer designed or modified to use light to represent data and whose computational logic elements are based on directly coupled optical devices.

“Optical integrated circuit” (3) means a “monolithic integrated circuit” or a “hybrid integrated circuit”, containing one or more parts designed to function as a photosensor or photoemitter or to perform (an) optical or (an) electro-optical function(s).

“Optical switching” (5) means the routing of or switching of signals in optical form without conversion to electrical signals.

“Overall current density” (3) means the total number of ampere-turns in the coil (i.e. the sum of the number of turns multiplied by the maximum current carried by each turn) divided by the total cross-section of the coil (comprising the superconducting filaments, the metallic matrix in which the superconducting filaments are embedded, the encapsulating material, any cooling channels, etc.).

“Participating state” (7 9) is a state participating in the Wassenaar Arrangement.

“Peak power” (6), means the highest level of power attained in the “laser duration”.

“Personal area network” (5) means a data communication system having all of the following characteristics:

- a. Allows an arbitrary number of independent or interconnected ‘data devices’ to communicate directly with each other; and
- b. Is confined to the communication between devices within the immediate vicinity of an individual person or device controller (e.g. single room, office, or automobile).

Technical Note:

‘Data device’ means equipment capable of transmitting or receiving sequences of digital information.

“Power management” (7) means changing the transmitted power of the altimeter signal so that received power at the “aircraft” altitude is always at the minimum necessary to determine the altitude.

“Pressure transducers” (2) are devices that convert pressure measurements into an electrical signal.

“Previously separated” (0 1) means the application of any process intended to increase the concentration of the controlled isotope.

“Primary flight control” (7) means an “aircraft” stability or manoeuvring control using force/moment generators, i.e. aerodynamic control surfaces or propulsive thrust vectoring.

“Principal element” (4), as it applies in Category 4, is a “principal element” when its replacement value is more than 35 % of the total value of the system of which it is an element. Element value is the price paid for the element by the manufacturer of the system, or by the system integrator. Total value is the normal international selling price to unrelated parties at the point of manufacture or consolidation of shipment.

“Production” (GTN NTN All) means all production phases, such as: construction, production engineering, manufacture, integration, assembly (mounting), inspection, testing, quality assurance.

“Production equipment” (1 7 9) means tooling, templates, jigs, mandrels, moulds, dies, fixtures, alignment mechanisms, test equipment, other machinery and components therefor, limited to those specially designed or modified for “development” or for one or more phases of “production”.

“Production facilities” (7 9) means “production equipment” and specially designed software therefor integrated into installations for “development” or for one or more phases of “production”.

“Programme” (2 6) means a sequence of instructions to carry out a process in, or convertible into, a form executable by an electronic computer.

“Pulse compression” (6) means the coding and processing of a radar signal pulse of long time duration to one of short time duration, while maintaining the benefits of high pulse energy.

“Pulse duration” (6) is the duration of a “laser” pulse measured at Full Width Half Intensity (FWHI) levels.

“Pulsed laser” (6) means a “laser” having a “pulse duration” that is less than or equal to 0.25 seconds.

“Quantum cryptography” (5) means a family of techniques for the establishment of shared key for “cryptography” by measuring the quantum-mechanical properties of a physical system (including those physical properties explicitly governed by quantum optics, quantum field theory or quantum electrodynamics).

“Radar frequency agility” (6) means any technique which changes, in a pseudo-random sequence, the carrier frequency of a pulsed radar transmitter between pulses or between groups of pulses by an amount equal to or larger than the pulse bandwidth.

“Radar spread spectrum” (6) means any modulation technique for spreading energy originating from a signal with a relatively narrow frequency band, over a much wider band of frequencies, by using random or pseudo-random coding.

“Radiant sensitivity” (6) is Radiant sensitivity (mA/W) = $0.807 \times (\text{wavelength in nm}) \times \text{Quantum Efficiency (QE)}$.

Technical Note:

QE is usually expressed as a percentage; however, for the purposes of this formula QE is expressed as a decimal number less than one, e.g. 78 % is 0.78.

“Real-time bandwidth” (3) for “dynamic signal analysers” is the widest frequency range which the analyser can output to display or mass storage without causing any discontinuity in the analysis of the input data. For analysers with more than one channel, the channel configuration yielding the widest “real-time bandwidth” shall be used to make the calculation.

“Real-time processing” (2 6 7) means the processing of data by a computer system providing a required level of service, as a function of available resources, within a guaranteed response time, regardless of the load of the system, when stimulated by an external event.

“Repeatability” (7) means the closeness of agreement among repeated measurements of the same variable under the same operating conditions when changes in conditions or non-operating periods occur between measurements (Reference: IEEE STD 528-2001 (one sigma standard deviation)).

“Required” (GTN 1-9), as applied to “technology”, refers to only that portion of “technology” which is peculiarly responsible for achieving or extending the controlled performance levels, characteristics or functions. Such “required” “technology” may be shared by different goods.

“Resolution” (2) means the least increment of a measuring device; on digital instruments, the least significant bit (ref. ANSI B-89.1.12).

“Riot control agent” (1) means substances which, under the expected conditions of use for riot control purposes, produce rapidly in humans sensory irritation or disabling physical effects which disappear within a short time following termination of exposure.

Technical Note:

Tear gases are a subset of “riot control agents”.

“Robot” (2 8) means a manipulation mechanism, which may be of the continuous path or of the point-to-point variety, may use sensors, and has all the following characteristics:

- a. Is multifunctional;
- b. Is capable of positioning or orienting material, parts, tools or special devices through variable movements in three dimensional space;
- c. Incorporates three or more closed or open loop servo-devices which may include stepping motors; and
- d. Has “user accessible programmability” by means of teach/playback method or by means of an electronic computer which may be a programmable logic controller, i.e. without mechanical intervention.

NB: *The above definition does not include the following devices:*

1. *Manipulation mechanisms which are only manually/ teleoperator controllable;*
2. *Fixed sequence manipulation mechanisms which are automated moving devices, operating according to mechanically fixed programmed motions. The programme is mechanically limited by fixed stops, such as pins or cams. The sequence of motions and the selection of paths or angles are not variable or changeable by mechanical, electronic or electrical means;*
3. *Mechanically controlled variable sequence manipulation mechanisms which are automated moving devices, operating according to mechanically fixed programmed motions.*

The programme is mechanically limited by fixed, but adjustable stops, such as pins or cams. The sequence of motions and the selection of paths or angles are variable within the fixed programme pattern. Variations or modifications of the programme pattern (e.g. changes of pins or exchanges of cams) in one or more motion axes are accomplished only through mechanical operations;

4. *Non-servo-controlled variable sequence manipulation mechanisms which are automated moving devices, operating according to mechanically fixed programmed motions. The programme is variable but the sequence proceeds only by the binary signal from mechanically fixed electrical binary devices or adjustable stops;*
5. *Stacker cranes defined as Cartesian coordinate manipulator systems manufactured as an integral part of a vertical array of storage bins and designed to access the contents of those bins for storage or retrieval.*

“Rotary atomisation” (1) means a process to reduce a stream or pool of molten metal to droplets to a diameter of 500 micrometer or less by centrifugal force.

“Roving” (1) is a bundle (typically 12-120) of approximately parallel ‘strands’.

NB: ‘Strand’ is a bundle of “monofilaments” (typically over 200) arranged approximately parallel.

“Run-out” (2) (out-of-true running) means radial displacement in one revolution of the main spindle measured in a plane perpendicular to the spindle axis at a point on the external or internal revolving surface to be tested (Reference: ISO 230/1 1986, paragraph 5.61).

“Scale factor” (gyro or accelerometer) (7) means the ratio of change in output to a change in the input intended to be measured. Scale factor is generally evaluated as the slope of the straight line that can be fitted by the method of least squares to input-output data obtained by varying the input cyclically over the input range.

“Settling time” (3) means the time required for the output to come within one-half bit of the final value when switching between any two levels of the converter.

“SHPL” is equivalent to “super high power laser”.

“Signal analysers” (3) means apparatus capable of measuring and displaying basic properties of the single-frequency components of multi-frequency signals.

“Signal processing” (3 4 5 6) means the processing of externally derived information-bearing signals by algorithms such as time compression, filtering, extraction, selection, correlation, convolution or transformations between domains (e.g. fast Fourier transform or Walsh transform).

“Software” (GSN All) means a collection of one or more “programmes” or ‘microprogrammes’ fixed in any tangible medium of expression.

NB: ‘Microprogramme’ means a sequence of elementary instructions, maintained in a special storage, the execution of which is initiated by the introduction of its reference instruction into an instruction register.

“Source code” (or source language) (6 7 9) is a convenient expression of one or more processes which may be turned by a programming system into equipment executable form (“object code” (or object language)).

“Spacecraft” (7 9) means active and passive satellites and space probes.

“Space-qualified” (3 6 8) refers to products designed, manufactured and tested to meet the special electrical, mechanical or environmental requirements for use in the launch and deployment of satellites or high altitude flight systems operating at altitudes of 100 km or higher.

“Special fissile material” (0) means plutonium-239, uranium-233, “uranium enriched in the isotopes 235 or 233”, and any material containing the foregoing.

“Specific modulus” (0 1 9) is Young’s modulus in pascals, equivalent to N/m^2 divided by specific weight in N/m^3 , measured at a temperature of $(296 \pm 2) \text{ K}$ ($(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$) and a relative humidity of $(50 \pm 5) \%$.

“Specific tensile strength” (0 1 9) is ultimate tensile strength in pascals, equivalent to N/m^2 divided by specific weight in N/m^3 , measured at a temperature of $(296 \pm 2) \text{ K}$ ($(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$) and a relative humidity of $(50 \pm 5) \%$.

“Splat Quenching” (1) means a process to ‘solidify rapidly’ a molten metal stream impinging upon a chilled block, forming a flake-like product.

NB: 'Solidify rapidly' solidification of molten material at cooling rates exceeding 1,000 K/s.

"Spread spectrum" (5) means the technique whereby energy in a relatively narrow-band communication channel is spread over a much wider energy spectrum.

"Spread spectrum" radar (6) — see "Radar spread spectrum"

"Stability" (7) means the standard deviation (1 sigma) of the variation of a particular parameter from its calibrated value measured under stable temperature conditions. This can be expressed as a function of time.

"States (not) Party to the Chemical Weapon Convention" (1) are those states for which the Convention on the Prohibition of the Development, Production, Stockpiling and Use of Chemical Weapons has (not) entered into force.

"Substrate" (3) means a sheet of base material with or without an interconnection pattern and on which or within which 'discrete components' or integrated circuits or both can be located.

NB 1: 'Discrete component': a separately packaged 'circuit element' with its own external connections.

NB 2: 'Circuit element': a single active or passive functional part of an electronic circuit, such as one diode, one transistor, one resistor, one capacitor, etc.

"Substrate blanks" (6) means monolithic compounds with dimensions suitable for the production of optical elements such as mirrors or optical windows.

"Sub-unit of toxin" (1) is a structurally and functionally discrete component of a whole "toxin".

"Superalloys" (2 9) means nickel-, cobalt- or iron-base alloys having strengths superior to any alloys in the AISI 300 series at temperatures over 922 K (649 °C) under severe environmental and operating conditions.

"Superconductive" (1 3 5 6 8) means materials, i.e. metals, alloys or compounds, which can lose all electrical resistance, i.e. which can attain infinite electrical conductivity and carry very large electrical currents without Joule heating.

NB: The "superconductive" state of a material is individually characterised by a "critical temperature", a critical magnetic field, which is a function of temperature, and a critical current density which is, however, a function of both magnetic field and temperature.

"Super High Power Laser" ("SHPL") (6) means a "laser" capable of delivering (the total or any portion of) the output energy exceeding 1 kJ within 50 ms or having an average or CW power exceeding 20 kW.

"Superplastic forming" (1 2) means a deformation process using heat for metals that are normally characterised by low values of elongation (less than 20 %) at the breaking point as determined at room temperature by conventional tensile strength testing, in order to achieve elongations during processing which are at least 2 times those values.

"Symmetric algorithm" (5) means a cryptographic algorithm using an identical key for both encryption and decryption.

NB: A common use of "symmetric algorithms" is confidentiality of data.

"System tracks" (6) means processed, correlated (fusion of radar target data to flight plan position) and updated aircraft flight position report available to the Air Traffic Control centre controllers.

"Systolic array computer" (4) means a computer where the flow and modification of the data is dynamically controllable at the logic gate level by the user.

“Tape” (1) is a material constructed of interlaced or unidirectional “monofilaments”, ‘strands’, “rovings”, “tows”, or “yarns”, etc., usually preimpregnated with resin.

NB: ‘Strand’ is a bundle of “monofilaments” (typically over 200) arranged approximately parallel.

“Technology” (GTN NTN All) means specific information necessary for the “development”, “production” or “use” of goods. This information takes the form of ‘technical data’ or ‘technical assistance’.

NB 1: ‘Technical assistance’ may take forms such as instructions, skills, training, working knowledge and consulting services and may involve the transfer of ‘technical data’.

NB 2: ‘Technical data’ may take forms such as blueprints, plans, diagrams, models, formulae, tables, engineering designs and specifications, manuals and instructions written or recorded on other media or devices such as disk, tape, read-only memories.

“Tilting spindle” (2) means a tool-holding spindle which alters, during the machining process, the angular position of its centre line with respect to any other axis.

“Time constant” (6) is the time taken from the application of a light stimulus for the current increment to reach a value of $1-1/e$ times the final value (i.e. 63 % of the final value).

“Tip shroud” (9) means a stationary ring component (solid or segmented) attached to the inner surface of the engine turbine casing or a feature at the outer tip of the turbine blade, which primarily provides a gas seal between the stationary and rotating components.

“Total control of flight” (7) means an automated control of “aircraft” state variables and flight path to meet mission objectives responding to real-time changes in data regarding objectives, hazards or other “aircraft”.

“Total digital transfer rate” (5) means the number of bits, including line coding, overhead and so forth per unit time passing between corresponding equipment in a digital transmission system.

NB: See also “digital transfer rate”.

“Tow” (1) is a bundle of “monofilaments”, usually approximately parallel.

“Toxins” (1 2) means toxins in the form of deliberately isolated preparations or mixtures, no matter how produced, other than toxins present as contaminants of other materials such as pathological specimens, crops, foodstuffs or seed stocks of “microorganisms”.

“Transfer laser” (6) means a “laser” in which the lasing species is excited through the transfer of energy by collision of a non-lasing atom or molecule with a lasing atom or molecule species.

“Tunable” (6) means the ability of a “laser” to produce a continuous output at all wavelengths over a range of several “laser” transitions. A line selectable “laser” produces discrete wavelengths within one “laser” transition and is not considered “tunable”.

“Unmanned Aerial Vehicle” (“UAV”) (9) means any aircraft capable of initiating flight and sustaining controlled flight and navigation without any human presence on board.

“Uranium enriched in the isotopes 235 or 233” (0) means uranium containing the isotopes 235 or 233, or both, in an amount such that the abundance ratio of the sum of these isotopes to the isotope 238 is more than the ratio of the isotope 235 to the isotope 238 occurring in nature (isotopic ratio 0.71 per cent).

“Use” (GTN NTN All) means operation, installation (including on-site installation), maintenance (checking), repair, overhaul and refurbishing.

“User accessible programmability” (6) means the facility allowing a user to insert, modify or replace “programmes” by means other than:

- a. A physical change in wiring or interconnections; or
- b. The setting of function controls including entry of parameters.

“Vaccine” (1) is a medicinal product in a pharmaceutical formulation licensed by, or having marketing or clinical trial authorisation from, the regulatory authorities of either the country of manufacture or of use, which is intended to stimulate a protective immunological response in humans or animals in order to prevent disease in those to whom or to which it is administered.

“Vacuum Atomisation” (1) means a process to reduce a molten stream of metal to droplets of a diameter of 500 micrometre or less by the rapid evolution of a dissolved gas upon exposure to a vacuum.

“Variable geometry airfoils” (7) means the use of trailing edge flaps or tabs, or leading edge slats or pivoted nose droop, the position of which can be controlled in flight.

“Yarn” (1) is a bundle of twisted ‘strands’.

NB: ‘Strand’ is a bundle of “monofilaments” (typically over 200) arranged approximately parallel.

CATEGORY 0

NUCLEAR MATERIALS, FACILITIES, AND EQUIPMENT

0A Systems, Equipment and Components

0A001 “Nuclear reactors” and specially designed or prepared equipment and components therefor, as follows:

- a. “Nuclear reactors”;
- b. Metal vessels, or major shop-fabricated parts therefor, including the reactor vessel head for a reactor pressure vessel, specially designed or prepared to contain the core of a “nuclear reactor”;
- c. Manipulative equipment specially designed or prepared for inserting or removing fuel in a “nuclear reactor”;
- d. Control rods specially designed or prepared for the control of the fission process in a “nuclear reactor”, support or suspension structures therefor, rod drive mechanisms and rod guide tubes;
- e. Pressure tubes specially designed or prepared to contain fuel elements and the primary coolant in a “nuclear reactor” at an operating pressure in excess of 5.1 MPa;
- f. Zirconium metal and alloys in the form of tubes or assemblies of tubes in which the ratio of hafnium to zirconium is less than 1:500 parts by weight, specially designed or prepared for use in a “nuclear reactor”;
- g. Coolant pumps specially designed or prepared for circulating the primary coolant of “nuclear reactors”;
- h. ‘Nuclear reactor internals’ specially designed or prepared for use in a “nuclear reactor”, including support columns for the core, fuel channels, thermal shields, baffles, core grid plates, and diffuser plates;

Note: In 0A001.h. ‘nuclear reactor internals’ means any major structure within a reactor vessel which has one or more functions such as supporting the core, maintaining fuel alignment, directing primary coolant flow, providing radiation shields for the reactor vessel, and guiding in-core instrumentation.

- i. Heat exchangers (steam generators) specially designed or prepared for use in the primary coolant circuit of a “nuclear reactor”;
- j. Neutron detection and measuring instruments specially designed or prepared for determining neutron flux levels within the core of a “nuclear reactor”.

0B Test, Inspection and Production Equipment

0B001 Plant for the separation of isotopes of “natural uranium”, “depleted uranium” and “special fissile materials”, and specially designed or prepared equipment and components therefor, as follows:

- a. Plant specially designed for separating isotopes of “natural uranium”, “depleted uranium”, and “special fissile materials”, as follows:
 1. Gas centrifuge separation plant;
 2. Gaseous diffusion separation plant;
 3. Aerodynamic separation plant;
 4. Chemical exchange separation plant;
 5. Ion-exchange separation plant;
 6. Atomic vapour “laser” isotope separation (AVLIS) plant;
 7. Molecular “laser” isotope separation (MLIS) plant;
 8. Plasma separation plant;
 9. Electro magnetic separation plant;
- b. Gas centrifuges and assemblies and components, specially designed or prepared for gas centrifuge separation process, as follows:

Note: In 0B001.b. ‘high strength-to-density ratio material’ means any of the following:

- a. Maraging steel capable of an ultimate tensile strength of 2,050 MPa or more;
 - b. Aluminium alloys capable of an ultimate tensile strength of 460 MPa or more; or
 - c. “Fibrous or filamentary materials” with a “specific modulus” of more than $3.18 \times 10^6 \text{ m}$ and a “specific tensile strength” greater than $76.2 \times 10^3 \text{ m}$;
1. Gas centrifuges;
 2. Complete rotor assemblies;
 3. Rotor tube cylinders with a wall thickness of 12 mm or less, a diameter of between 75 mm and 400 mm, made from ‘high strength-to-density ratio materials’;
 4. Rings or bellows with a wall thickness of 3 mm or less and a diameter of between 75 mm and 400 mm and designed to give local support to a rotor tube or to join a number together, made from ‘high strength-to-density ratio materials’;
 5. Baffles of between 75 mm and 400 mm diameter for mounting inside a rotor tube, made from ‘high strength-to-density ratio materials’.
 6. Top or bottom caps of between 75 mm and 400 mm diameter to fit the ends of a rotor tube, made from ‘high strength-to-density ratio materials’;
 7. Magnetic suspension bearings consisting of an annular magnet suspended within a housing made of or protected by “materials resistant to corrosion by UF_6 ” containing a damping medium and having the magnet coupling with a pole piece or second magnet fitted to the top cap of the rotor;

0B001

b. (continued)

8. Specially prepared bearings comprising a pivot-cup assembly mounted on a damper;
 9. Molecular pumps comprised of cylinders having internally machined or extruded helical grooves and internally machined bores;
 10. Ring-shaped motor stators for multiphase AC hysteresis (or reluctance) motors for synchronous operation within a vacuum in the frequency range of 600 to 2,000 Hz and a power range of 50 to 1,000 Volt-Amps;
 11. Centrifuge housing/recipient to contain the rotor tube assembly of a gas centrifuge, consisting of a rigid cylinder of wall thickness up to 30 mm with precision machined ends and made of or protected by "materials resistant to corrosion by UF_6 ";
 12. Scoops consisting of tubes of up to 12 mm internal diameter for the extraction of UF_6 gas from within a centrifuge rotor tube by a Pitot tube action, made of or protected by "materials resistant to corrosion by UF_6 ";
 13. Frequency changers (converters or inverters) specially designed or prepared to supply motor stators for gas centrifuge enrichment, having all of the following characteristics, and specially designed components therefor:
 - a. Multiphase output of 600 to 2,000 Hz;
 - b. Frequency control better than 0.1 %;
 - c. Harmonic distortion of less than 2 %; and
 - d. An efficiency greater than 80 %;
 14. Bellows valves made of or protected by "materials resistant to corrosion by UF_6 ", with a diameter of 10 mm to 160 mm;
- c. Equipment and components, specially designed or prepared for gaseous diffusion separation process, as follows:
1. Gaseous diffusion barriers made of porous metallic, polymer or ceramic "materials resistant to corrosion by UF_6 " with a pore size of 10 to 100 nm, a thickness of 5 mm or less, and, for tubular forms, a diameter of 25 mm or less;
 2. Gaseous diffuser housings made of or protected by "materials resistant to corrosion by UF_6 ";
 3. Compressors (positive displacement, centrifugal and axial flow types) or gas blowers with a suction volume capacity of 1 m³/min or more of UF_6 , and discharge pressure up to 666.7 kPa, made of or protected by "materials resistant to corrosion by UF_6 ";
 4. Rotary shaft seals for compressors or blowers specified in 0B001.c.3. and designed for a buffer gas in-leakage rate of less than 1,000 cm³/min.;
 5. Heat exchangers made of aluminium, copper, nickel, or alloys containing more than 60 percent nickel, or combinations of these metals as clad tubes, designed to operate at sub-atmospheric pressure with a leak rate that limits the pressure rise to less than 10 Pa per hour under a pressure differential of 100 kPa;
 6. Bellow valves made of or protected by "materials resistant to corrosion by UF_6 ", with a diameter of 40 mm to 1,500 mm;

08001

(continued)

- d. Equipment and components, specially designed or prepared for aerodynamic separation process, as follows:
1. Separation nozzles consisting of slit-shaped, curved channels having a radius of curvature less than 1 mm, resistant to corrosion by UF_6 , and having a knife-edge contained within the nozzle which separates the gas flowing through the nozzle into two streams;
 2. Tangential inlet flow-driven cylindrical or conical tubes, (vortex tubes), made of or protected by "materials resistant to corrosion by UF_6 " with a diameter of between 0.5 cm and 4 cm and a length to diameter ratio of 20:1 or less and with one or more tangential inlets;
 3. Compressors (positive displacement, centrifugal and axial flow types) or gas blowers with a suction volume capacity of 2 m³/min or more, made of or protected by "materials resistant to corrosion by UF_6 ", and rotary shaft seals therefor;
 4. Heat exchangers made of or protected by "materials resistant to corrosion by UF_6 ";
 5. Aerodynamic separation element housings, made of or protected by "materials resistant to corrosion by UF_6 " to contain vortex tubes or separation nozzles;
 6. Bellows valves made of or protected by "materials resistant to corrosion by UF_6 ", with a diameter of 40 to 1,500 mm;
 7. Process systems for separating UF_6 from carrier gas (hydrogen or helium) to 1 ppm UF_6 content or less, including:
 - a. Cryogenic heat exchangers and cryoseparators capable of temperatures of 153K (– 120 °C) or less;
 - b. Cryogenic refrigeration units capable of temperatures of 153 K (– 120 °C) or less;
 - c. Separation nozzle or vortex tube units for the separation of UF_6 from carrier gas;
 - d. UF_6 cold traps capable of temperatures of 253 K (– 20 °C) or less;
- e. Equipment and components, specially designed or prepared for chemical exchange separation process, as follows:
1. Fast-exchange liquid-liquid pulse columns with stage residence time of 30 seconds or less and resistant to concentrated hydrochloric acid (e.g. made of or protected by suitable plastic materials such as fluorocarbon polymers or glass);
 2. Fast-exchange liquid-liquid centrifugal contactors with stage residence time of 30 seconds or less and resistant to concentrated hydrochloric acid (e.g. made of or protected by suitable plastic materials such as fluorocarbon polymers or glass);
 3. Electrochemical reduction cells resistant to concentrated hydrochloric acid solutions, for reduction of uranium from one valence state to another;
 4. Electrochemical reduction cells feed equipment to take U^{+4} from the organic stream and, for those parts in contact with the process stream, made of or protected by suitable materials (e.g. glass, fluorocarbon polymers, polyphenyl sulphate, polyether sulfone and resin-impregnated graphite);
 5. Feed preparation systems for producing high purity uranium chloride solution consisting of dissolution, solvent extraction and/or ion exchange equipment for purification and electrolytic cells for reducing the uranium U^{+6} or U^{+4} to U^{+3} ;
 6. Uranium oxidation systems for oxidation of U^{+3} to U^{+4} ;

0B001

(continued)

f. Equipment and components, specially designed or prepared for ion-exchange separation process, as follows:

1. Fast reacting ion-exchange resins, pellicular or porous macro-reticulated resins in which the active chemical exchange groups are limited to a coating on the surface of an inactive porous support structure, and other composite structures in any suitable form, including particles or fibres, with diameters of 0.2 mm or less, resistant to concentrated hydrochloric acid and designed to have an exchange rate half-time of less than 10 seconds and capable of operating at temperatures in the range of 373 K (100 °C) to 473 K (200 °C);
2. Ion exchange columns (cylindrical) with a diameter greater than 1,000 mm, made of or protected by materials resistant to concentrated hydrochloric acid (e.g. titanium or fluorocarbon plastics) and capable of operating at temperatures in the range of 373 K (100 °C) to 473 K (200 °C) and pressures above 0.7 MPa;
3. Ion exchange reflux systems (chemical or electrochemical oxidation or reduction systems) for regeneration of the chemical reducing or oxidising agents used in ion exchange enrichment cascades;

g. Equipment and components, specially designed or prepared for atomic vapour “laser” isotope separation process (AVLIS), as follows:

1. High power strip or scanning electron beam guns with a delivered power of more than 2.5 kW/cm for use in uranium vaporisation systems;
2. Liquid uranium metal handling systems for molten uranium or uranium alloys, consisting of crucibles, made of or protected by suitable corrosion and heat resistant materials (e.g. tantalum, yttria-coated graphite, graphite coated with other rare earth oxides or mixtures thereof), and cooling equipment for the crucibles;

NB: SEE ALSO 2A225.

3. Product and tails collector systems made of or lined with materials resistant to the heat and corrosion of uranium metal vapour or liquid, such as yttria-coated graphite or tantalum;
4. Separator module housings (cylindrical or rectangular vessels) for containing the uranium metal vapour source, the electron beam gun and the product and tails collectors;
5. “Lasers” or “laser” systems for the separation of uranium isotopes with a spectrum frequency stabiliser for operation over extended periods of time;

NB: SEE ALSO 6A005 AND 6A205.

h. Equipment and components, specially designed or prepared for molecular “laser” isotope separation process (MLIS) or chemical reaction by isotope selective laser activation (CRISLA), as follows:

1. Supersonic expansion nozzles for cooling mixtures of UF_6 and carrier gas to 150 K (– 123 °C) or less and made from “materials resistant to corrosion by UF_6 ”;
2. Uranium pentafluoride (UF_5) product collectors consisting of filter, impact, or cyclone-type collectors or combinations thereof, and made of “materials resistant to corrosion by UF_5/UF_6 ”;
3. Compressors made of or protected by “materials resistant to corrosion by UF_6 ”, and rotary shaft seals therefor;

08001

h. (*continued*)

4. Equipment for fluorinating UF₅ (solid) to UF₆ (gas);
5. Process systems for separating UF₆ from carrier gas (e.g. nitrogen or argon) including:
 - a. Cryogenic heat exchangers and cryoseparators capable of temperatures of 153 K (– 120 °C) or less;
 - b. Cryogenic refrigeration units capable of temperatures of 153 K (– 120 °C) or less;
 - c. UF₆ cold traps capable of temperatures of 253 K (– 20 °C) or less;
6. “Lasers” or “laser” systems for the separation of uranium isotopes with a spectrum frequency stabiliser for operation over extended periods of time;

NB: SEE ALSO 6A005 AND 6A205.

- i. Equipment and components, specially designed or prepared for plasma separation process, as follows:
 1. Microwave power sources and antennae for producing or accelerating ions, with an output frequency greater than 30 GHz and mean power output greater than 50 kW;
 2. Radio frequency ion excitation coils for frequencies of more than 100 kHz and capable of handling more than 40 kW mean power;
 3. Uranium plasma generation systems;
 4. Liquid metal handling systems for molten uranium or uranium alloys, consisting of crucibles, made of or protected by suitable corrosion and heat resistant materials (e.g. tantalum, yttria-coated graphite, graphite coated with other rare earth oxides or mixtures thereof), and cooling equipment for the crucibles;

NB: SEE ALSO 2A225.

5. Product and tails collectors made of or protected by materials resistant to the heat and corrosion of uranium vapour such as yttria-coated graphite or tantalum;
6. Separator module housings (cylindrical) for containing the uranium plasma source, radio-frequency drive coil and the product and tails collectors and made of a suitable non-magnetic material (e.g. stainless steel);
- j. Equipment and components, specially designed or prepared for electromagnetic separation process, as follows:
 1. Ion sources, single or multiple, consisting of a vapour source, ioniser, and beam accelerator made of suitable non-magnetic materials (e.g. graphite, stainless steel, or copper) and capable of providing a total ion beam current of 50 mA or greater;
 2. Ion collector plates for collection of enriched or depleted uranium ion beams, consisting of two or more slits and pockets and made of suitable non-magnetic materials (e.g. graphite or stainless steel);
 3. Vacuum housings for uranium electromagnetic separators made of non-magnetic materials (e.g. stainless steel) and designed to operate at pressures of 0.1 Pa or lower;

0B001

j. *(continued)*

4. Magnet pole pieces with a diameter greater than 2 m;
5. High voltage power supplies for ion sources, having all of the following characteristics:
 - a. Capable of continuous operation;
 - b. Output voltage of 20,000 V or greater;
 - c. Output current of 1 A or greater; and
 - d. Voltage regulation of better than 0.01 % over a period of 8 hours;

NB: SEE ALSO 3A227.

6. Magnet power supplies (high power, direct current) having all of the following characteristics:
 - a. Capable of continuous operation with a current output of 500 A or greater at a voltage of 100 V or greater; and
 - b. Current or voltage regulation better than 0.01 % over a period of 8 hours.

NB: SEE ALSO 3A226.

0B002

Specially designed or prepared auxiliary systems, equipment and components, as follows, for isotope separation plant specified in 0B001, made of or protected by "materials resistant to corrosion by UF_6 ":

- a. Feed autoclaves, ovens or systems used for passing UF_6 to the enrichment process;
- b. Desublimers or cold traps, used to remove UF_6 from the enrichment process for subsequent transfer upon heating;
- c. Product and tails stations for transferring UF_6 into containers;
- d. Liquefaction or solidification stations used to remove UF_6 from the enrichment process by compressing, cooling and converting UF_6 to a liquid or solid form;
- e. Piping systems and header systems specially designed for handling UF_6 within gaseous diffusion, centrifuge or aerodynamic cascades;
- f.
 1. Vacuum manifolds or vacuum headers having a suction capacity of $5 \text{ m}^3/\text{minute}$ or more; or
 2. Vacuum pumps specially designed for use in UF_6 bearing atmospheres;
- g. UF_6 mass spectrometers/ion sources specially designed or prepared for taking on-line samples of feed, product or tails from UF_6 gas streams and having all of the following characteristics:
 1. Unit resolution for mass of more than 320 amu;
 2. Ion sources constructed of or lined with nichrome or monel, or nickel plated;
 3. Electron bombardment ionisation sources; and
 4. Collector system suitable for isotopic analysis.

-
- 0B003 Plant for the conversion of uranium and equipment specially designed or prepared therefor, as follows:
- a. Systems for the conversion of uranium ore concentrates to UO_3 ;
 - b. Systems for the conversion of UO_3 to UF_6 ;
 - c. Systems for the conversion of UO_3 to UO_2 ;
 - d. Systems for the conversion of UO_2 to UF_4 ;
 - e. Systems for the conversion of UF_4 to UF_6 ;
 - f. Systems for the conversion of UF_4 to uranium metal;
 - g. Systems for the conversion of UF_6 to UO_2 ;
 - h. Systems for the conversion of UF_6 to UF_4 ;
 - i. Systems for the conversion of UO_2 to UCl_4 .
- 0B004 Plant for the production or concentration of heavy water, deuterium and deuterium compounds and specially designed or prepared equipment and components therefor, as follows:
- a. Plant for the production of heavy water, deuterium or deuterium compounds, as follows:
 1. Water-hydrogen sulphide exchange plants;
 2. Ammonia-hydrogen exchange plants;
 - b. Equipment and components, as follows:
 1. Water-hydrogen sulphide exchange towers fabricated from fine carbon steel (e.g. ASTM A516) with diameters of 6 m to 9 m, capable of operating at pressures greater than or equal to 2 MPa and with a corrosion allowance of 6 mm or greater;
 2. Single stage, low head (i.e. 0.2 MPa) centrifugal blowers or compressors for hydrogen sulphide gas circulation (i.e. gas containing more than 70 % H_2S) with a throughput capacity greater than or equal to $56 \text{ m}^3/\text{second}$ when operating at pressures greater than or equal to 1.8 MPa suction and having seals designed for wet H_2S service;
 3. Ammonia-hydrogen exchange towers greater than or equal to 35 m in height with diameters of 1.5 m to 2.5 m capable of operating at pressures greater than 15 MPa;
 4. Tower internals, including stage contactors, and stage pumps, including those which are submersible, for heavy water production utilizing the ammonia-hydrogen exchange process;
 5. Ammonia crackers with operating pressures greater than or equal to 3 MPa for heavy water production utilising the ammonia-hydrogen exchange process;
 6. Infrared absorption analysers capable of on-line hydrogen/deuterium ratio analysis where deuterium concentrations are equal to or greater than 90 %;
 7. Catalytic burners for the conversion of enriched deuterium gas into heavy water utilising the ammonia-hydrogen exchange process;
 8. Complete heavy water upgrade systems, or columns therefor, for the upgrade of heavy water to reactor-grade deuterium concentration.

OB005 Plant specially designed for the fabrication of “nuclear reactor” fuel elements and specially designed or prepared equipment therefor.

Note: A plant for the fabrication of “nuclear reactor” fuel elements includes equipment which:

- a. Normally comes into direct contact with or directly processes or controls the production flow of nuclear materials;
- b. Seals the nuclear materials within the cladding;
- c. Checks the integrity of the cladding or the seal; or
- d. Checks the finish treatment of the sealed fuel.

OB006 Plant for the reprocessing of irradiated “nuclear reactor” fuel elements, and specially designed or prepared equipment and components therefor.

Note: OB006 includes:

- a. Plant for the reprocessing of irradiated “nuclear reactor” fuel elements including equipment and components which normally come into direct contact with and directly control the irradiated fuel and the major nuclear material and fission product processing streams;
- b. Fuel element chopping or shredding machines, i.e. remotely operated equipment to cut, chop, shred or shear irradiated “nuclear reactor” fuel assemblies, bundles or rods;
- c. Dissolvers, critically safe tanks (e.g. small diameter, annular or slab tanks) specially designed or prepared for the dissolution of irradiated “nuclear reactor” fuel, which are capable of withstanding hot, highly corrosive liquids, and which can be remotely loaded and maintained;
- d. Counter-current solvent extractors and ion-exchange processing equipment specially designed or prepared for use in a plant for the reprocessing of irradiated “natural uranium”, “depleted uranium” or “special fissile materials”;
- e. Holding or storage vessels specially designed to be critically safe and resistant to the corrosive effects of nitric acid;

Note: Holding or storage vessels may have the following features:

- 1. Walls or internal structures with a boron equivalent (calculated for all constituent elements as defined in the note to OC004) of at least two per cent;
- 2. A maximum diameter of 175 mm for cylindrical vessels; or
- 3. A maximum width of 75 mm for either a slab or annular vessel.
- f. Process control instrumentation specially designed or prepared for monitoring or controlling the reprocessing of irradiated “natural uranium”, “depleted uranium” or “special fissile materials”.

OB007 Plant for the conversion of plutonium and equipment specially designed or prepared therefor, as follows:

- a. Systems for the conversion of plutonium nitrate to oxide;
- b. Systems for plutonium metal production.

0C	Materials
0C001	“Natural uranium” or “depleted uranium” or thorium in the form of metal, alloy, chemical compound or concentrate and any other material containing one or more of the foregoing; <i>Note:</i> 0C001 does not control the following: a. Four grammes or less of “natural uranium” or “depleted uranium” when contained in a sensing component in instruments; b. “Depleted uranium” specially fabricated for the following civil non-nuclear applications: 1. Shielding; 2. Packaging; 3. Ballasts having a mass not greater than 100 kg; 4. Counter-weights having a mass not greater than 100 kg; c. Alloys containing less than 5 % thorium; d. Ceramic products containing thorium, which have been manufactured for non-nuclear use.
0C002	“Special fissile materials” <i>Note:</i> 0C002 does not control four “effective grammes” or less when contained in a sensing component in instruments.
0C003	Deuterium, heavy water (deuterium oxide) and other compounds of deuterium, and mixtures and solutions containing deuterium, in which the isotopic ratio of deuterium to hydrogen exceeds 1:5,000.
0C004	Graphite, nuclear grade, having a purity level of less than 5 parts per million ‘boron equivalent’ and with a density greater than 1.5 g/cm ³ .

NB: SEE ALSO 1C107

Note 1: 0C004 does not control the following:

- a. Manufactures of graphite having a mass less than 1 kg, other than those specially designed or prepared for use in a nuclear reactor;
- b. Graphite powder.

Note 2: In 0C004, ‘boron equivalent’ (BE) is defined as the sum of BE_Z for impurities (excluding BE_{carbon} since carbon is not considered an impurity) including boron, where:

$$BE_Z (\text{ppm}) = CF \times \text{concentration of element Z in ppm};$$

$$\text{where CF is the conversion factor} = \frac{\sigma_Z \times A_B}{\sigma_B \times A_Z}$$

and σ_B and σ_Z are the thermal neutron capture cross sections (in barns) for naturally occurring boron and element Z respectively; and A_B and A_Z are the atomic masses of naturally occurring boron and element Z respectively.

0C005 Specially prepared compounds or powders for the manufacture of gaseous diffusion barriers, resistant to corrosion by UF_6 (e.g. nickel or alloy containing 60 weight per cent or more nickel, aluminium oxide and fully fluorinated hydrocarbon polymers), having a purity of 99.9 weight percent or more and a mean particle size of less than 10 micrometres measured by American Society for Testing and Materials (ASTM) B330 standard and a high degree of particle size uniformity.

0D	Software
0D001	"Software" specially designed or modified for the "development", "production" or "use" of goods specified in this Category.

0E Technology

0E001 “Technology” according to the Nuclear Technology Note for the “development”, “production” or “use” of goods specified in this Category.

CATEGORY 1

SPECIAL MATERIALS AND RELATED EQUIPMENT

1A Systems, Equipment and Components

1A001 Components made from fluorinated compounds, as follows:

- a. Seals, gaskets, sealants or fuel bladders, specially designed for “aircraft” or aerospace use, made from more than 50 % by weight of any of the materials specified in 1C009.b. or 1C009.c.;
- b. Piezoelectric polymers and copolymers, made from vinylidene fluoride (CAS 75-38-7) materials, specified in 1C009.a., having all of the following:
 1. In sheet or film form; and
 2. With a thickness exceeding 200 µm;
- c. Seals, gaskets, valve seats, bladders or diaphragms, having all of the following:
 1. Made from fluoroelastomers containing at least one vinyl ether group as a constitutional unit; and
 2. Specially designed for “aircraft”, aerospace or ‘missile’ use.

Note: In 1A001.c., ‘missile’ means complete rocket systems and unmanned aerial vehicle systems.

1A002 “Composite” structures or laminates, having any of the following:

NB: SEE ALSO 1A202, 9A010 AND 9A110

- a. Consisting of an organic “matrix” and materials specified in 1C010.c., 1C010.d. or 1C010.e.; or
- b. Consisting of a metal or carbon “matrix”, and any of the following:
 1. Carbon “fibrous or filamentary materials” having all of the following:
 - a. A “specific modulus” exceeding 10.15×10^6 m; and
 - b. A “specific tensile strength” exceeding 17.7×10^4 m; or
 2. Materials specified in 1C010.c.

Note 1: 1A002 does not control composite structures or laminates made from epoxy resin impregnated carbon “fibrous or filamentary materials” for the repair of “civil aircraft” structures or laminates, having all of the following:

- a. An area not exceeding 1 m^2 ;
- b. A length not exceeding 2.5 m; and
- c. A width exceeding 15 mm.

Note 2: 1A002 does not control semi-finished items, specially designed for purely civilian applications as follows:

- a. Sporting goods;
- b. Automotive industry;
- c. Machine tool industry;
- d. Medical applications.

1A002 (continued)

Note 3: 1A002.b.1. does not control semi-finished items containing a maximum of two dimensions of interwoven filaments and specially designed for applications as follows:

- a. Metal heat-treatment furnaces for tempering metals;
- b. Silicon boule production equipment.

Note 4: 1A002 does not control finished items specially designed for a specific application.

1A003 Manufactures of non-“fusible” aromatic polyimides in film, sheet, tape or ribbon form having any of the following:

- a. A thickness exceeding 0.254 mm; or
- b. Coated or laminated with carbon, graphite, metals or magnetic substances.

Note: 1A003 does not control manufactures when coated or laminated with copper and designed for the production of electronic printed circuit boards.

NB: For “fusible” aromatic polyimides in any form, see 1C008.a.3.

1A004 Protective and detection equipment and components, as follows:

NB: SEE ALSO 2B351 AND 2B352.

a. Gas masks, filter canisters and decontamination equipment therefor, designed or modified for defence against any of the following, and specially designed components therefor:

- 1. Biological agents “adapted for use in war”;
- 2. Radioactive materials “adapted for use in war”;
- 3. Chemical warfare (CW) agents; or
- 4. “Riot control agents”, including:
 - a. α -Bromobenzeneacetonitrile, (Bromobenzyl cyanide) (CA) (CAS 5798-79-8);
 - b. [(2-chlorophenyl) methylene] propanedinitrile, (o-Chlorobenzylidenemalononitrile) (CS) (CAS 2698-41-1);
 - c. 2-Chloro-1-phenylethanone, Phenylacetyl chloride (ω -chloroacetophenone) (CN) (CAS 532-27-4);
 - d. Dibenz-(b,f)-1,4-oxazepine (CR) (CAS 257-07-8);
 - e. 10-Chloro-5,10-dihydrophenarsazine, (Phenarsazine chloride), (Adamsite), (DM) (CAS 578-94-9);
 - f. N-Nonanoylmorpholine, (MPA) (CAS 5299-64-9);

b. Protective suits, gloves and shoes, specially designed or modified for defence against any of the following:

- 1. Biological agents “adapted for use in war”;
- 2. Radioactive materials “adapted for use in war”; or
- 3. Chemical warfare (CW) agents;

1A004 (continued)

- c. Detection systems, specially designed or modified for detection or identification of any of the following, and specially designed components therefor:
 - 1. Biological agents “adapted for use in war”;
 - 2. Radioactive materials “adapted for use in war”; or
 - 3. Chemical warfare (CW) agents.
- d. Electronic equipment designed for automatically detecting or identifying the presence of “explosives” residues and utilising ‘trace detection’ techniques (e.g. surface acoustic wave, ion mobility spectrometry, differential mobility spectrometry, mass spectrometry).

Technical Note:

‘Trace detection’ is defined as the capability to detect less than 1 ppm vapour, or 1 mg solid or liquid.

Note 1: 1A004.d. does not control equipment specially designed for laboratory use.

Note 2: 1A004.d. does not control non-contact walk-through security portals.

Note: 1A004 does not control:

- a. Personal radiation monitoring dosimeters;
- b. Equipment limited by design or function to protect against hazards specific to residential safety or civil industries, including
 - 1. mining;
 - 2. quarrying;
 - 3. agriculture;
 - 4. pharmaceutical;
 - 5. medical;
 - 6. veterinary;
 - 7. environmental;
 - 8. waste management;
 - 9. food industry.

Technical Notes:

- 1. 1A004 includes equipment and components that have been identified, successfully tested to national standards or otherwise proven effective, for the detection of or defence against radioactive materials “adapted for use in war”, biological agents “adapted for use in war”, chemical warfare agents, ‘simulants’ or “riot control agents”, even if such equipment or components are used in civil industries such as mining, quarrying, agriculture, pharmaceuticals, medical, veterinary, environmental, waste management, or the food industry.
- 2. ‘Simulant’ is a substance or material that is used in place of toxic agent (chemical or biological) in training, research, testing or evaluation.

1A005 Body armour, and specially designed components therefor.

NB: For “fibrous or filamentary materials” used in the manufacture of body armour, see 1C010.

Note 1: 1A005 does not control body armour or protective garments, when accompanying their user for the user’s own personal protection.

Note 2: 1A005 does not control body armour designed to provide frontal protection only from both fragment and blast from non-military explosive devices.

1A006 Equipment, specially designed or modified for the disposal of improvised explosive devices, as follows, and specially designed components and accessories therefor:

- a. Remotely operated vehicles;
- b. ‘Disruptors’.

Technical Note:

‘Disruptors’ are devices specially designed for the purpose of preventing the operation of an explosive device by projecting a liquid, solid or frangible projectile.

Note: 1A006 does not control equipment when accompanying its operator.

1A007 Equipment and devices, specially designed to initiate charges and devices containing “energetic materials”, by electrical means, as follows:

NB: SEE ALSO 3A229 AND 3A232.

- a. Explosive detonator firing sets designed to drive explosive detonators specified in 1A007.b.;
- b. Electrically driven explosive detonators as follows:
 - 1. Exploding bridge (EB);
 - 2. Exploding bridge wire (EBW);
 - 3. Slapper;
 - 4. Exploding foil initiators (EFI).

Technical Notes:

1. The word initiator or igniter is sometimes used in place of the word detonator.
2. For the purpose of 1A007.b. the detonators of concern all utilise a small electrical conductor (bridge, bridge wire, or foil) that explosively vaporises when a fast, high-current electrical pulse is passed through it. In non-slapper types, the exploding conductor starts a chemical detonation in a contacting high explosive material such as PETN (pentaerythritoltetranitrate). In slapper detonators, the explosive vaporisation of the electrical conductor drives a flyer or slapper across a gap, and the impact of the slapper on an explosive starts a chemical detonation. The slapper in some designs is driven by magnetic force. The term exploding foil detonator may refer to either an EB or a slapper-type detonator.

- 1A008 Charges, devices and components, as follows:
- a. 'Shaped charges' having all of the following:
 1. Net Explosive Quantity (NEQ) greater than 90 g; and
 2. Outer casing diameter equal to or greater than 75 mm;
 - b. Linear shaped cutting charges having all of the following, and specially designed components therefor:
 1. An explosive load greater than 40 g/m; and
 2. A width of 10 mm or more;
 - c. Detonating cord with explosive core load greater than 64 g/m;
 - d. Cutters, other than those specified in 1A008.b., and severing tools, having a Net Explosive Quantity (NEQ) greater than 3.5 kg.

Technical Note:

'Shaped charges' are explosive charges shaped to focus the effects of the explosive blast.

- 1A102 Resaturated pyrolysed carbon-carbon components designed for space launch vehicles specified in 9A004 or sounding rockets specified in 9A104.

- 1A202 Composite structures, other than those specified in 1A002, in the form of tubes and having both of the following characteristics:

NB: SEE ALSO 9A010 AND 9A110.

- a. An inside diameter of between 75 mm and 400 mm; and
 - b. Made with any of the "fibrous or filamentary materials" specified in 1C010.a. or b. or 1C210.a. or with carbon prepreg materials specified in 1C210.c.
- 1A225 Platinised catalysts specially designed or prepared for promoting the hydrogen isotope exchange reaction between hydrogen and water for the recovery of tritium from heavy water or for the production of heavy water.
- 1A226 Specialised packings which may be used in separating heavy water from ordinary water, having both of the following characteristics:
- a. Made of phosphor bronze mesh chemically treated to improve wettability; and
 - b. Designed to be used in vacuum distillation towers.
- 1A227 High-density (lead glass or other) radiation shielding windows, having all of the following characteristics, and specially designed frames therefor:
- a. A 'cold area' greater than 0.09 m^2 ;
 - b. A density greater than 3 g/cm^3 ; and
 - c. A thickness of 100 mm or greater.

Technical Note:

In 1A227 the term 'cold area' means the viewing area of the window exposed to the lowest level of radiation in the design application.

1B Test, Inspection and Production Equipment

1B001 Equipment for the production or inspection of “composite” structures or laminates specified in 1A002 or “fibrous or filamentary materials” specified in 1C010, as follows, and specially designed components and accessories therefor:

NB: SEE ALSO 1B101 AND 1B201.

- a. Filament winding machines, of which the motions for positioning, wrapping and winding fibres are coordinated and programmed in three or more ‘primary servo positioning’ axes, specially designed for the manufacture of “composite” structures or laminates, from “fibrous or filamentary materials”;
- b. Tape-laying machines, of which the motions for positioning and laying tape or sheets are coordinated and programmed in five or more ‘primary servo positioning’ axes, specially designed for the manufacture of “composite” airframe or ‘missile’ structures;

Note: In 1B001.b., ‘missile’ means complete rocket systems and unmanned aerial vehicle systems.

- c. Multidirectional, multidimensional weaving machines or interlacing machines, including adapters and modification kits, specially designed or modified for weaving, interlacing or braiding fibres, for “composite” structures;

Technical Note:

For the purposes of 1B001.c., the technique of interlacing includes knitting.

- d. Equipment specially designed or adapted for the production of reinforcement fibres, as follows:
 1. Equipment for converting polymeric fibres (such as polyacrylonitrile, rayon, pitch or polycarbosilane) into carbon fibres or silicon carbide fibres, including special equipment to strain the fibre during heating;
 2. Equipment for the chemical vapour deposition of elements or compounds, on heated filamentary substrates, to manufacture silicon carbide fibres;
 3. Equipment for the wet-spinning of refractory ceramics (such as aluminium oxide);
 4. Equipment for converting aluminium containing precursor fibres into alumina fibres by heat treatment;
- e. Equipment for producing prepregs specified in 1C010.e. by the hot melt method;
- f. Non-destructive inspection equipment specially designed for “composite” materials, as follows:
 1. X-ray tomography systems for three dimensional defect inspection;
 2. Numerically controlled ultrasonic testing machines of which the motions for positioning transmitters or receivers are simultaneously coordinated and programmed in four or more axes to follow the three dimensional contours of the component under inspection;
- g. Tow-placement machines, of which the motions for positioning and laying tows or sheets are coordinated and programmed in two or more ‘primary servo positioning’ axes, specially designed for the manufacture of “composite” airframe or ‘missile’ structures.

Technical Note:

For the purpose of 1B001, ‘primary servo positioning’ axes control, under computer program direction, the position of the end effector (i.e. head) in space relative to the work piece at the correct orientation and direction to achieve the desired process.

1B002 Equipment for producing metal alloys, metal alloy powder or alloyed materials, specially designed to avoid contamination and specially designed for use in one of the processes specified in 1C002.c.2.

NB: SEE ALSO 1B102.

1B003 Tools, dies, moulds or fixtures, for “superplastic forming” or “diffusion bonding” titanium, aluminium or their alloys, specially designed for the manufacture of any of the following:

- a. Airframe or aerospace structures;
- b. “Aircraft” or aerospace engines; or
- c. Specially designed components for structures specified in 1B003.a. or for engines specified in 1B003.b.

1B101 Equipment, other than that specified in 1B001, for the “production” of structural composites as follows; and specially designed components and accessories therefor:

NB: SEE ALSO 1B201.

Note: Components and accessories specified in 1B101 include moulds, mandrels, dies, fixtures and tooling for the preform pressing, curing, casting, sintering or bonding of composite structures, laminates and manufactures thereof.

- a. Filament winding machines or fibre placement machines, of which the motions for positioning, wrapping and winding fibres can be coordinated and programmed in three or more axes, designed to fabricate composite structures or laminates from fibrous or filamentary materials, and coordinating and programming controls;
- b. Tape-laying machines of which the motions for positioning and laying tape and sheets can be coordinated and programmed in two or more axes, designed for the manufacture of composite airframe and “missile” structures;
- c. Equipment designed or modified for the “production” of “fibrous or filamentary materials” as follows:
 - 1. Equipment for converting polymeric fibres (such as polyacrylonitrile, rayon or polycarbosilane) including special provision to strain the fibre during heating;
 - 2. Equipment for the vapour deposition of elements or compounds on heated filament substrates;
 - 3. Equipment for the wet-spinning of refractory ceramics (such as aluminium oxide);
- d. Equipment designed or modified for special fibre surface treatment or for producing prepregs and preforms specified in entry 9C110.

Note: 1B101.d. includes rollers, tension stretchers, coating equipment, cutting equipment and clicker dies.

1B102 Metal powder “production equipment”, other than that specified in 1B002, and components as follows:

NB: SEE ALSO 1B115.b.

- a. Metal powder “production equipment” usable for the “production”, in a controlled environment, of spherical or atomised materials specified in 1C011.a., 1C011.b., 1C111.a.1. or 1C111.a.2.
- b. Specially designed components for “production equipment” specified in 1B002 or 1B102.a.

Note: 1B102 includes:

- a. Plasma generators (high frequency arc-jet) usable for obtaining sputtered or spherical metallic powders with organisation of the process in an argon-water environment;
- b. Electrobust equipment usable for obtaining sputtered or spherical metallic powders with organisation of the process in an argon-water environment;
- c. Equipment usable for the “production” of spherical aluminium powders by powdering a melt in an inert medium (e.g. nitrogen).

1B115 Equipment, other than that specified in 1B002 or 1B102, for the production of propellant and propellant constituents, as follows, and specially designed components therefor:

- a. “Production equipment” for the “production”, handling or acceptance testing of liquid propellants or propellant constituents specified in 1C011.a., 1C011.b. or 1C111;
- b. “Production equipment” for the “production”, handling, mixing, curing, casting, pressing, machining, extruding or acceptance testing of solid propellants or propellant constituents specified in 1C011.a., 1C011.b. or 1C111.

Note: 1B115.b. does not control batch mixers, continuous mixers or fluid energy mills. For the control of batch mixers, continuous mixers and fluid energy mills see 1B117, 1B118 and 1B119.

Note: 1B115 does not control equipment for the “production”, handling and acceptance testing of boron carbide.

1B116 Specially designed nozzles for producing pyrolytically derived materials formed on a mould, mandrel or other substrate from precursor gases which decompose in the 1,573 K (1,300 °C) to 3,173 K (2,900 °C) temperature range at pressures of 130 Pa to 20 kPa.

1B117 Batch mixers with provision for mixing under vacuum in the range of zero to 13.326 kPa and with temperature control capability of the mixing chamber and having all of the following, and specially designed components therefor:

- a. A total volumetric capacity of 110 litres or more; and
- b. At least one mixing/kneading shaft mounted off centre.

-
- 1B118 Continuous mixers with provision for mixing under vacuum in the range of zero to 13.326 kPa and with a temperature control capability of the mixing chamber having any of the following, and specially designed components therefor:
- a. Two or more mixing/kneading shafts; or
 - b. A single rotating shaft which oscillates and having kneading teeth/pins on the shaft as well as inside the casing of the mixing chamber.
- 1B119 Fluid energy mills usable for grinding or milling substances specified in 1C011.a., 1C011.b. or 1C111, and specially designed components therefor.
- 1B201 Filament winding machines, other than those specified in 1B001 or 1B101, and related equipment, as follows:
- a. Filament winding machines having all of the following characteristics:
 1. Having motions for positioning, wrapping, and winding fibres coordinated and programmed in two or more axes;
 2. Specially designed to fabricate composite structures or laminates from “fibrous or filamentary materials”; and
 3. Capable of winding cylindrical rotors of diameter between 75 and 400 mm and lengths of 600 mm or greater;
 - b. Coordinating and programming controls for the filament winding machines specified in 1B201.a.;
 - c. Precision mandrels for the filament winding machines specified in 1B201.a.
- 1B225 Electrolytic cells for fluorine production with an output capacity greater than 250 g of fluorine per hour.
- 1B226 Electromagnetic isotope separators designed for, or equipped with, single or multiple ion sources capable of providing a total ion beam current of 50 mA or greater.
- Note: 1B226 includes separators:*
- a. Capable of enriching stable isotopes;
 - b. With the ion sources and collectors both in the magnetic field and those configurations in which they are external to the field.
- 1B227 Ammonia synthesis converters or ammonia synthesis units, in which the synthesis gas (nitrogen and hydrogen) is withdrawn from an ammonia/hydrogen high-pressure exchange column and the synthesised ammonia is returned to said column.
- 1B228 Hydrogen-cryogenic distillation columns having all of the following characteristics:
- a. Designed for operation with internal temperatures of 35 K (– 238 °C) or less;
 - b. Designed for operation at an internal pressure of 0.5 to 5 MPa;
 - c. Constructed of either:
 1. Stainless steel of the 300 series with low sulphur content and with an austenitic ASTM (or equivalent standard) grain size number of 5 or greater; or
 2. Equivalent materials which are both cryogenic and H₂-compatible; and
 - d. With internal diameters of 1 m or greater and effective lengths of 5 m or greater.

1B229 Water-hydrogen sulphide exchange tray columns and 'internal contactors', as follows:

NB: For columns which are specially designed or prepared for the production of heavy water see 0B004.

- a. Water-hydrogen sulphide exchange tray columns, having all of the following characteristics:
 1. Can operate at pressures of 2 MPa or greater;
 2. Constructed of carbon steel having an austenitic ASTM (or equivalent standard) grain size number of 5 or greater; and
 3. With a diameter of 1.8 m or greater;
- b. 'Internal contactors' for the water-hydrogen sulphide exchange tray columns specified in 1B229.a.

Technical Note:

'Internal contactors' of the columns are segmented trays which have an effective assembled diameter of 1.8 m or greater, are designed to facilitate countercurrent contacting and are constructed of stainless steels with a carbon content of 0.03 % or less These may be sieve trays, valve trays, bubble cap trays, or turbogrid trays.

1B230 Pumps capable of circulating solutions of concentrated or dilute potassium amide catalyst in liquid ammonia (KNH_2/NH_3), having all of the following characteristics:

- a. Airtight (i.e. hermetically sealed);
- b. A capacity greater than $8.5 \text{ m}^3/\text{h}$; and
- c. Either of the following characteristics:
 1. For concentrated potassium amide solutions (1 % or greater), an operating pressure of 1.5 to 60 MPa; or
 2. For dilute potassium amide solutions (less than 1 %), an operating pressure of 20 to 60 MPa.

1B231 Tritium facilities or plants, and equipment therefor, as follows:

- a. Facilities or plants for the production, recovery, extraction, concentration, or handling of tritium;
- b. Equipment for tritium facilities or plants, as follows:
 1. Hydrogen or helium refrigeration units capable of cooling to 23 K (-250°C) or less, with heat removal capacity greater than 150 W;
 2. Hydrogen isotope storage or purification systems using metal hydrides as the storage or purification medium.

1B232 Turboexpanders or turboexpander-compressor sets having both of the following characteristics:

- a. Designed for operation with an outlet temperature of 35 K (-238°C) or less; and
- b. Designed for a throughput of hydrogen gas of 1,000 kg/h or greater.

- 1B233 Lithium isotope separation facilities or plants, and equipment therefor, as follows:
- a. Facilities or plants for the separation of lithium isotopes;
 - b. Equipment for the separation of lithium isotopes, as follows:
 - 1. Packed liquid-liquid exchange columns specially designed for lithium amalgams;
 - 2. Mercury or lithium amalgam pumps;
 - 3. Lithium amalgam electrolysis cells;
 - 4. Evaporators for concentrated lithium hydroxide solution.

1C

Materials

Technical Note:*Metals and alloys:*

Unless provision to the contrary is made, the words 'metals' and 'alloys' in 1C001 to 1C012 cover crude and semi-fabricated forms, as follows:

Crude forms:

Anodes, balls, bars (including notched bars and wire bars), billets, blocks, blooms, brickets, cakes, cathodes, crystals, cubes, dice, grains, granules, ingots, lumps, pellets, pigs, powder, rondelles, shot, slabs, slugs, sponge, sticks;

Semi-fabricated forms (whether or not coated, plated, drilled or punched):

- a. Wrought or worked materials fabricated by rolling, drawing, extruding, forging, impact extruding, pressing, graining, atomising, and grinding, i.e.: angles, channels, circles, discs, dust, flakes, foils and leaf, forging, plate, powder, pressings and stampings, ribbons, rings, rods (including bare welding rods, wire rods, and rolled wire), sections, shapes, sheets, strip, pipe and tubes (including tube rounds, squares, and hollows), drawn or extruded wire;*
- b. Cast material produced by casting in sand, die, metal, plaster or other types of moulds, including high pressure castings, sintered forms, and forms made by powder metallurgy.*

The object of the control should not be defeated by the export of non-listed forms alleged to be finished products but representing in reality crude forms or semi-fabricated forms.

1C001

Materials specially designed for use as absorbers of electromagnetic waves, or intrinsically conductive polymers, as follows:

NB: SEE ALSO 1C101.

- a. Materials for absorbing frequencies exceeding 2×10^8 Hz but less than 3×10^{12} Hz;

Note 1: 1C001.a. does not control:

- a. *Hair type absorbers, constructed of natural or synthetic fibres, with non-magnetic loading to provide absorption;*
- b. *Absorbers having no magnetic loss and whose incident surface is non-planar in shape, including pyramids, cones, wedges and convoluted surfaces;*
- c. *Planar absorbers, having all of the following:*
 1. *Made from any of the following:*
 - a. *Plastic foam materials (flexible or non-flexible) with carbon-loading, or organic materials, including binders, providing more than 5 % echo compared with metal over a bandwidth exceeding ± 15 % of the centre frequency of the incident energy, and not capable of with-standing temperatures exceeding 450 K (177 °C); or*
 - b. *Ceramic materials providing more than 20 % echo compared with metal over a bandwidth exceeding ± 15 % of the centre frequency of the incident energy, and not capable of with-standing temperatures exceeding 800 K (527 °C);*

Technical Note:

Absorption test samples for 1C001.a. Note: 1.c.1. should be a square at least 5 wavelengths of the centre frequency on a side and positioned in the far field of the radiating element.

1C001 a. Note 1: c. (continued)

2. Tensile strength less than $7 \times 10^6 \text{ N/m}^2$; and

3. Compressive strength less than $14 \times 10^6 \text{ N/m}^2$;

d. Planar absorbers made of sintered ferrite, having all of the following:

1. A specific gravity exceeding 4.4; and

2. A maximum operating temperature of 548 K (275 °C).

Note 2: Nothing in Note 1 to 1C001.a. releases magnetic materials to provide absorption when contained in paint.

b. Materials for absorbing frequencies exceeding $1.5 \times 10^{14} \text{ Hz}$ but less than $3.7 \times 10^{14} \text{ Hz}$ and not transparent to visible light;

c. Intrinsically conductive polymeric materials with a 'bulk electrical conductivity' exceeding 10,000 S/m (Siemens per metre) or a 'sheet (surface) resistivity' of less than 100 ohms/square, based on any of the following polymers:

1. Polyaniline;

2. Polypyrrole;

3. Polythiophene;

4. Poly phenylene-vinylene; or

5. Poly thienylene-vinylene.

Technical Note:

'Bulk electrical conductivity' and 'sheet (surface) resistivity' should be determined using ASTM D-257 or national equivalents.

1C002 Metal alloys, metal alloy powder and alloyed materials, as follows:

NB: SEE ALSO 1C202.

Note: 1C002 does not control metal alloys, metal alloy powder and alloyed materials for coating substrates.

Technical Notes:

1. The metal alloys in 1C002 are those containing a higher percentage by weight of the stated metal than of any other element.

2. 'Stress-rupture life' should be measured in accordance with ASTM standard E-139 or national equivalents.

1C002 (continued)

3. 'Low cycle fatigue life' should be measured in accordance with ASTM Standard E-606 'Recommended Practice for Constant-Amplitude Low-Cycle Fatigue Testing' or national equivalents. Testing should be axial with an average stress ratio equal to 1 and a stress-concentration factor (K_t) equal to 1. The average stress is defined as maximum stress minus minimum stress divided by maximum stress.

a. Aluminides, as follows:

1. Nickel aluminides containing a minimum of 15 % by weight aluminium, a maximum of 38 % by weight aluminium and at least one additional alloying element;
2. Titanium aluminides containing 10 % by weight or more aluminium and at least one additional alloying element;

b. Metal alloys, as follows, made from the powder or particulate material specified in 1C002.c.:

1. Nickel alloys having any of the following:

- a. A 'stress-rupture life' of 10,000 hours or longer at 923 K (650 °C) at a stress of 676 MPa; or
- b. A 'low cycle fatigue life' of 10,000 cycles or more at 823 K (550 °C) at a maximum stress of 1,095 MPa;

2. Niobium alloys having any of the following:

- a. A 'stress-rupture life' of 10,000 hours or longer at 1,073 K (800 °C) at a stress of 400 MPa; or
- b. A 'low cycle fatigue life' of 10,000 cycles or more at 973 K (700 °C) at a maximum stress of 700 MPa;

3. Titanium alloys having any of the following:

- a. A 'stress-rupture life' of 10,000 hours or longer at 723 K (450 °C) at a stress of 200 MPa; or
- b. A 'low cycle fatigue life' of 10,000 cycles or more at 723 K (450 °C) at a maximum stress of 400 MPa;

4. Aluminium alloys having any of the following:

- a. A tensile strength of 240 MPa or more at 473 K (200 °C); or
- b. A tensile strength of 415 MPa or more at 298 K (25 °C);

5. Magnesium alloys having all of the following:

- a. A tensile strength of 345 MPa or more; and
- b. A corrosion rate of less than 1 mm/year in 3 % sodium chloride aqueous solution measured in accordance with ASTM standard G-31 or national equivalents;

1C002 (continued)

c. Metal alloy powder or particulate material, having all of the following:

1. Made from any of the following composition systems:

Technical Note:

X in the following equals one or more alloying elements.

- a. Nickel alloys (Ni-Al-X, Ni-X-Al) qualified for turbine engine parts or components, i.e. with less than 3 non-metallic particles (introduced during the manufacturing process) larger than 100 µm in 10⁹ alloy particles;
- b. Niobium alloys (Nb-Al-X or Nb-X-Al, Nb-Si-X or Nb-X-Si, Nb-Ti-X or Nb-X-Ti);
- c. Titanium alloys (Ti-Al-X or Ti-X-Al);
- d. Aluminium alloys (Al-Mg-X or Al-X-Mg, Al-Zn-X or Al-X-Zn, Al-Fe-X or Al-X-Fe); or
- e. Magnesium alloys (Mg-Al-X or Mg-X-Al);

2. Made in a controlled environment by any of the following processes:

- a. "Vacuum atomisation";
- b. "Gas atomisation";
- c. "Rotary atomisation";
- d. "Splat quenching";
- e. "Melt spinning" and "comminution";
- f. "Melt extraction" and "comminution"; or
- g. "Mechanical alloying"; and

3. Capable of forming materials specified in 1C002.a. or 1C002.b.

d. Alloyed materials having all of the following:

- 1. Made from any of the composition systems specified in 1C002.c.1.;
- 2. In the form of uncomminuted flakes, ribbons or thin rods; and
- 3. Produced in a controlled environment by any of the following:
 - a. "Splat quenching";
 - b. "Melt spinning"; or
 - c. "Melt extraction".

1C003 Magnetic metals, of all types and of whatever form, having any of the following:

a. Initial relative permeability of 120,000 or more and a thickness of 0.05 mm or less;

Technical Note:

Measurement of initial relative permeability must be performed on fully annealed materials.

1C003 (continued)

- b. Magnetostrictive alloys having any of the following:
 - 1. A saturation magnetostriction of more than 5×10^{-4} ; or
 - 2. A magnetomechanical coupling factor (k) of more than 0.8; or
- c. Amorphous or 'nanocrystalline' alloy strips, having all of the following:
 - 1. A composition having a minimum of 75 % by weight of iron, cobalt or nickel;
 - 2. A saturation magnetic induction (B_s) of 1.6 T or more; and
 - 3. Any of the following:
 - a. A strip thickness of 0.02 mm or less; or
 - b. An electrical resistivity of 2×10^{-4} ohm cm or more.

Technical Note:

'Nanocrystalline' materials in 1C003.c. are those materials having a crystal grain size of 50 nm or less, as determined by X-ray diffraction.

- 1C004 Uranium titanium alloys or tungsten alloys with a "matrix" based on iron, nickel or copper, having all of the following:
 - a. A density exceeding 17.5 g/cm^3 ;
 - b. An elastic limit exceeding 880 MPa;
 - c. An ultimate tensile strength exceeding 1,270 MPa; and
 - d. An elongation exceeding 8 %.
- 1C005 "Superconductive" "composite" conductors in lengths exceeding 100 m or with a mass exceeding 100 g, as follows:
 - a. "Superconductive" "composite" conductors containing one or more niobium-titanium 'filaments', having both of the following:
 - 1. Embedded in a "matrix" other than a copper or copper-based mixed "matrix"; and
 - 2. Having a cross-section area less than $0.28 \times 10^{-4} \text{ mm}^2$ (6 μm in diameter for circular 'filaments');
 - b. "Superconductive" "composite" conductors consisting of one or more "superconductive" 'filaments' other than niobium-titanium, having all of the following:
 - 1. A "critical temperature" at zero magnetic induction exceeding 9.85 K (– 263.31 °C); and
 - 2. Remaining in the "superconductive" state at a temperature of 4.2 K (– 268.96 °C) when exposed to a magnetic field oriented in any direction perpendicular to the longitudinal axis of conductor and corresponding to a magnetic induction of 12 T with critical current density exceeding $1,750 \text{ A/mm}^2$ on overall cross-section of the conductor;

1C005 (continued)

- c. "Superconductive" "composite" conductors consisting of one or more "superconductive" 'filaments' which remain "superconductive" above 115 K (– 158.16 °C).

Technical Note:

For the purpose of 1C005 'filaments' may be in wire, cylinder, film, tape or ribbon form.

1C006 Fluids and lubricating materials, as follows:

- a. Hydraulic fluids containing, as their principal ingredients, any of the following:

1. Synthetic 'silahydrocarbon oils' having all of the following:

Technical Note:

For the purpose of 1C006.a.1., 'silahydrocarbon oils' contain exclusively silicon, hydrogen and carbon.

- a. A 'flash point' exceeding 477 K (204 °C);
- b. A 'pour point' at 239 K (– 34 °C) or less;
- c. A 'viscosity index' of 75 or more; and
- d. A 'thermal stability' at 616 K (343 °C); or

2. 'Chlorofluorocarbons' having all of the following:

Technical Note:

For the purpose of 1C006.a.2., 'chlorofluorocarbons' contain exclusively carbon, fluorine and chlorine.

- a. No 'flash point';
- b. An 'autogenous ignition temperature' exceeding 977 K (704 °C);
- c. A 'pour point' at 219 K (– 54 °C) or less;
- d. A 'viscosity index' of 80 or more; and
- e. A boiling point at 473 K (200 °C) or higher;

- b. Lubricating materials containing, as their principal ingredients, any of the following:

- 1. Phenylene or alkylphenylene ethers or thio-ethers, or their mixtures, containing more than two ether or thio-ether functions or mixtures thereof; or
- 2. Fluorinated silicone fluids with a kinematic viscosity of less than 5,000 mm²/s (5,000 centistokes) measured at 298 K (25 °C);

1C006 (continued)

- c. Damping or flotation fluids having all of the following:
 - 1. Purity exceeding 99.8 %;
 - 2. Containing less than 25 particles of 200 µm or larger in size per 100 ml; and
 - 3. Made from at least 85 % of any of the following:
 - a. Dibromotetrafluoroethane (CAS 25497-30-7, 124-73-2, 27336-23-8);
 - b. Polychlorotrifluoroethylene (oily and waxy modifications only); or
 - c. Polybromotrifluoroethylene;
- d. Fluorocarbon electronic cooling fluids having all of the following:
 - 1. Containing 85 % by weight or more of any of the following, or mixtures thereof:
 - a. Monomeric forms of perfluoropolyalkylether-triazines or perfluoroaliphatic-ethers;
 - b. Perfluoroalkylamines;
 - c. Perfluorocycloalkanes; or
 - d. Perfluoroalkanes;
 - 2. Density at 298 K (25 °C) of 1.5 g/ml or more;
 - 3. In a liquid state at 273 K (0 °C); and
 - 4. Containing 60 % or more by weight of fluorine.

Technical Note:

For the purpose of 1C006:

- 1. 'Flash point' is determined using the Cleveland Open Cup Method described in ASTM D-92 or national equivalents;
- 2. 'Pour point' is determined using the method described in ASTM D-97 or national equivalents;
- 3. 'Viscosity index' is determined using the method described in ASTM D-2270 or national equivalents;
- 4. 'Thermal stability' is determined by the following test procedure or national equivalents:

Twenty ml of the fluid under test is placed in a 46 ml type 317 stainless steel chamber containing one each of 12.5 mm (nominal) diameter balls of M-10 tool steel, 52100 steel and naval bronze (60 % Cu, 39 % Zn, 0.75 % Sn);

The chamber is purged with nitrogen, sealed at atmospheric pressure and the temperature raised to and maintained at 644 ± 6 K (371 ± 6 °C) for six hours;

1C006

4. (continued)

The specimen will be considered thermally stable if, on completion of the above procedure, all of the following conditions are met:

- a. The loss in weight of each ball is less than 10 mg/mm^2 of ball surface;*
 - b. The change in original viscosity as determined at 311 K (38 °C) is less than 25 %; and*
 - c. The total acid or base number is less than 0.40;*
5. 'Autogenous ignition' temperature is determined using the method described in ASTM E-659 or national equivalents.

1C007

Ceramic base materials, non-“composite” ceramic materials, ceramic-“matrix” “composite” materials and precursor materials, as follows:

NB: SEE ALSO 1C107.

- a. Base materials of single or complex borides of titanium, having total metallic impurities, excluding intentional additions, of less than 5,000 ppm, an average particle size equal to or less than 5 μm and no more than 10 % of the particles larger than 10 μm ;
- b. Non-“composite” ceramic materials in crude or semi-fabricated form, composed of borides of titanium with a density of 98 % or more of the theoretical density;

Note: 1C007.b. does not control abrasives.

- c. Ceramic-ceramic “composite” materials with a glass or oxide-“matrix” and reinforced with fibres having all of the following:

- 1. Made from any of the following materials:

- a. Si-N;
- b. Si-C;
- c. Si-Al-O-N; or
- d. Si-O-N; and

- 2. Having a “specific tensile strength” exceeding $12.7 \times 10^3 \text{ m}$;

- d. Ceramic-ceramic “composite” materials, with or without a continuous metallic phase, incorporating particles, whiskers or fibres, where carbides or nitrides of silicon, zirconium or boron form the “matrix”;
- e. Precursor materials (i.e. special purpose polymeric or metallo-organic materials) for producing any phase or phases of the materials specified in 1C007.c., as follows:
 - 1. Polydiorganosilanes (for producing silicon carbide);
 - 2. Polysilazanes (for producing silicon nitride);
 - 3. Polycarbosilazanes (for producing ceramics with silicon, carbon and nitrogen components);

1C007 (continued)

- f. Ceramic-ceramic “composite” materials with an oxide or glass “matrix” reinforced with continuous fibres from any of the following systems:

1. Al_2O_3 (CAS 1344-28-1); or
2. Si-C-N.

Note: 1C007.f. does not control “composites” containing fibres from these systems with a fibre tensile strength of less than 700 MPa at 1,273 K (1,000 °C) or fibre tensile creep resistance of more than 1 % creep strain at 100 MPa load and 1,273 K (1,000 °C) for 100 hours.

1C008 Non-fluorinated polymeric substances as follows:

- a. Imides, as follows:

1. Bismaleimides;
2. Aromatic polyamide-imides (PAI) having a ‘glass transition temperature (T_g)’ exceeding 563 K (290 °C);
3. Aromatic polyimides;
4. Aromatic polyetherimides having a glass transition temperature (T_g) exceeding 513 K (240 °C);

Note: 1C008.a. controls substances in liquid or solid “fusible” form, including resin, powder, pellet, film, sheet, tape or ribbon.

NB: For non-“fusible” aromatic polyimides in film, sheet, tape or ribbon form, see 1A003.

- b. Thermoplastic liquid crystal copolymers having a heat distortion temperature exceeding 523 K (250 °C) measured according to ISO 75-2 (2004), method A or national equivalents, with a load of 1.80 N/mm² and composed of:

1. Any of the following compounds:
 - a. Phenylene, biphenylene or naphthalene; or
 - b. Methyl, tertiary-butyl or phenyl substituted phenylene, biphenylene or naphthalene; and
2. Any of the following acids:
 - a. Terephthalic acid (CAS 100-21-0);
 - b. 6-hydroxy-2 naphthoic acid (CAS 16712-64-4); or
 - c. 4-hydroxybenzoic acid (CAS 99-96-7);

- c. Not used;

- d. Polyarylene ketones;

- e. Polyarylene sulphides, where the arylene group is biphenylene, triphenylene or combinations thereof;

1C008 (continued)

- f. Polybiphenylenethersulphone having a 'glass transition temperature (T_g)' exceeding 513 K (240 °C).

Technical Note:

The 'glass transition temperature (T_g)' for 1C008 materials is determined using the method described in ISO 11357-2 (1999) or national equivalents. In addition, for 1C008.a.2. materials, 'glass transition temperature (T_g)' is determined on a PAI test specimen having initially been cured at a minimum temperature of 310 °C for a minimum of 15 minutes.

1C009 Unprocessed fluorinated compounds as follows:

- a. Copolymers of vinylidene fluoride having 75 % or more beta crystalline structure without stretching;
- b. Fluorinated polyimides containing 10 % by weight or more of combined fluorine;
- c. Fluorinated phosphazene elastomers containing 30 % by weight or more of combined fluorine.

1C010 "Fibrous or filamentary materials", as follows:

NB: SEE ALSO 1C210 AND 9C110.

- a. Organic "fibrous or filamentary materials", having both of the following:

1. "Specific modulus" exceeding 12.7×10^6 m; and
2. "Specific tensile strength" exceeding 23.5×10^4 m;

Note: 1C010.a. does not control polyethylene.

- b. Carbon "fibrous or filamentary materials", having both of the following:

1. "Specific modulus" exceeding 14.65×10^6 m; and
2. "Specific tensile strength" exceeding 26.82×10^4 m;

Note: 1C010.b. does not control:

- a. "Fibrous or filamentary materials", for the repair of "civil aircraft" structures or laminates, having all of the following:

1. An area not exceeding 1 m^2 ;
2. A length not exceeding 2.5 m; and
3. A width exceeding 15 mm.

- b. Mechanically chopped, milled or cut carbon "fibrous or filamentary materials" 25.0 mm or less in length.

Technical Note:

Properties for materials described in 1C010.b. should be determined using SACMA recommended methods SRM 12 to 17, ISO 10618 (2004) 10.2.1 Method A or national equivalent tow tests and based on lot average.

1C010 (continued)

c. Inorganic “fibrous or filamentary materials”, having both of the following:

1. “Specific modulus” exceeding 2.54×10^6 m; and
2. Melting, softening, decomposition or sublimation point exceeding 1,922 K (1,649 °C) in an inert environment;

Note: 1C010.c. does not control:

- a. *Discontinuous, multiphase, polycrystalline alumina fibres in chopped fibre or random mat form, containing 3 % by weight or more silica, with a “specific modulus” of less than 10×10^6 m;*
- b. *Molybdenum and molybdenum alloy fibres;*
- c. *Boron fibres;*
- d. *Discontinuous ceramic fibres with a melting, softening, decomposition or sublimation point lower than 2,043 K (1,770 °C) in an inert environment.*

d. “Fibrous or filamentary materials”, having any of the following:

1. Composed of any of the following:
 - a. Polyetherimides specified in 1C008.a.; or
 - b. Materials specified in 1C008.b. to 1C008.f.; or
2. Composed of materials specified in 1C010.d.1.a. or 1C010.d.1.b. and “commingled” with other fibres specified in 1C010.a., 1C010.b. or 1C010.c.;
- e. Fully or partially resin-impregnated or pitch-impregnated “fibrous or filamentary materials” (prepregs), metal or carbon-coated “fibrous or filamentary materials” (preforms) or “carbon fibre preforms”, having all of the following:
 1. Having any of the following:
 - a. Inorganic “fibrous or filamentary materials” specified in 1C010.c.; or
 - b. Organic or carbon “fibrous or filamentary materials”, having all of the following:
 1. “Specific modulus” exceeding 10.15×10^6 m; and
 2. “Specific tensile strength” exceeding 17.7×10^4 m; and
 2. Having any of the following:
 - a. Resin or pitch specified in 1C008 or 1C009.b.;
 - b. ‘Dynamic Mechanical Analysis glass transition temperature (DMA T_g)’ equal to or exceeding 453 K (180 °C) and having a phenolic resin; or

1C010

e. 2. (continued)

- c. 'Dynamic Mechanical Analysis glass transition temperature (DMA T_g)' equal to or exceeding 505 K (232 °C) and having a resin or pitch, not specified in 1C008 or 1C009.b., and not being a phenolic resin;

Note 1: Metal or carbon-coated "fibrous or filamentary materials" (preforms) or "carbon fibre preforms", not impregnated with resin or pitch, are specified by "fibrous or filamentary materials" in 1C010.a., 1C010.b. or 1C010.c.

Note 2: 1C010.e. does not control:

- a. Epoxy resin "matrix" impregnated carbon "fibrous or filamentary materials" (prepregs) for the repair of "civil aircraft" structures or laminates, having all the following;

1. An area not exceeding 1 m^2 ;
2. A length not exceeding 2.5 m; and
3. A width exceeding 15 mm.

- b. Fully or partially resin-impregnated or pitch-impregnated mechanically chopped, milled or cut carbon "fibrous or filamentary materials" 25.0 mm or less in length when using a resin or pitch other than those specified by 1C008 or 1C009.b.

Technical Note:

The 'Dynamic Mechanical Analysis glass transition temperature (DMA T_g)' for materials specified by 1C010.e. is determined using the method described in ASTM D 7028-07, or equivalent national standard, on a dry test specimen. In the case of thermoset materials, degree of cure of a dry test specimen shall be a minimum of 90 % as defined by ASTM E 2160-04 or equivalent national standard.

1C011

Metals and compounds, as follows:

NB: SEE ALSO 1C111.

- a. Metals in particle sizes of less than 60 μm whether spherical, atomised, spheroidal, flaked or ground, manufactured from material consisting of 99 % or more of zirconium, magnesium and alloys thereof;

Technical Note:

The natural content of hafnium in the zirconium (typically 2 % to 7 %) is counted with the zirconium.

Note: The metals or alloys specified in 1C011.a. are controlled whether or not the metals or alloys are encapsulated in aluminium, magnesium, zirconium or beryllium.

- b. Boron or boron alloys, with a particle size of 60 μm or less, as follows:

1. Boron with a purity of 85 % by weight or more;
2. Boron alloys with a boron content of 85 % by weight or more;

Note: The metals or alloys specified in 1C011.b. are controlled whether or not the metals or alloys are encapsulated in aluminium, magnesium, zirconium or beryllium.

-
- 1C011 (continued)
- c. Guanidine nitrate (CAS 506-93-4);
 - d. Nitroguanidine (NQ) (CAS 556-88-7).
- 1C012 Materials as follows:
- Technical Note:*
- These materials are typically used for nuclear heat sources.*
- a. Plutonium in any form with a plutonium isotopic assay of plutonium-238 of more than 50 % by weight;
- Note: 1C012.a. does not control:*
- a. Shipments with a plutonium content of 1 g or less;
 - b. Shipments of 3 “effective grammes” or less when contained in a sensing component in instruments.
- b. “Previously separated” neptunium-237 in any form.
- Note: 1C012.b. does not control shipments with a neptunium-237 content of 1 g or less.*
- 1C101 Materials and devices for reduced observables such as radar reflectivity, ultraviolet/infrared signatures and acoustic signatures, other than those specified in 1C001, usable in ‘missiles’, “missile” subsystems or unmanned aerial vehicles specified in 9A012.
- Note 1: 1C101 includes:*
- a. Structural materials and coatings specially designed for reduced radar reflectivity;
 - b. Coatings, including paints, specially designed for reduced or tailored reflectivity or emissivity in the microwave, infrared or ultraviolet regions of the electromagnetic spectrum.
- Note 2: 1C101 does not include coatings when specially used for the thermal control of satellites.*
- Technical Note:*
- In 1C101 ‘missile’ means complete rocket systems and unmanned aerial vehicle systems capable of a range exceeding 300 km.*
- 1C102 Resaturated pyrolysed carbon-carbon materials designed for space launch vehicles specified in 9A004 or sounding rockets specified in 9A104.
- 1C107 Graphite and ceramic materials, other than those specified in 1C007, as follows:
- a. Fine grain graphites with a bulk density of 1.72 g/cm^3 or greater, measured at 288 K (15 °C), and having a grain size of 100 µm or less, usable for rocket nozzles and reentry vehicle nose tips, which can be machined to any of the following products:
 - 1. Cylinders having a diameter of 120 mm or greater and a length of 50 mm or greater;

-
- 1C107 a. *(continued)*
2. Tubes having an inner diameter of 65 mm or greater and a wall thickness of 25 mm or greater and a length of 50 mm or greater; or
 3. Blocks having a size of 120 mm × 120 mm × 50 mm or greater;
- NB: See also 0C004*
- b. Pyrolytic or fibrous reinforced graphites, usable for rocket nozzles and reentry vehicle nose tips usable in “missiles”, space launch vehicles specified in 9A004 or sounding rockets specified in 9A104;
- NB: See also 0C004*
- c. Ceramic composite materials (dielectric constant less than 6 at any frequency from 100 MHz to 100 GHz) for use in radomes usable in “missiles”, space launch vehicles specified in 9A004 or sounding rockets specified in 9A104;
 - d. Bulk machinable silicon-carbide reinforced unfired ceramic, usable for nose tips usable in “missiles”, space launch vehicles specified in 9A004 or sounding rockets specified in 9A104;
 - e. Reinforced silicon-carbide ceramic composites, usable for nose tips, reentry vehicles and nozzle flaps usable in “missiles”, space launch vehicles specified in 9A004 or sounding rockets specified in 9A104.
- 1C111 Propellants and constituent chemicals for propellants, other than those specified in 1C011, as follows:
- a. Propulsive substances:
 1. Spherical aluminium powder with particles of uniform diameter of less than 200 µm and an aluminium content of 97 % by weight or more, if at least 10 % of the total weight is made up of particles of less than 63 µm, according to ISO 2591:1988 or national equivalents;

Technical Note:

A particle size of 63 µm (ISO R-565) corresponds to 250 mesh (Tyler) or 230 mesh (ASTM standard E-11).

 2. Metal fuels in particle sizes of less than 60 µm, whether spherical, atomised, spheroidal, flaked or ground, consisting 97 % by weight or more of any of the following:
 - a. Zirconium;
 - b. Beryllium;
 - c. Magnesium; or
 - d. Alloys of the metals specified in a. to c. above;

Technical Note:

The natural content of hafnium in the zirconium (typically 2 % to 7 %) is counted with the zirconium.

1C111

a. (continued)

3. Oxidiser substances usable in liquid propellant rocket engines as follows:

- a. Dinitrogen trioxide (CAS 10544-73-7);
- b. Nitrogen dioxide (CAS 10102-44-0)/dinitrogen tetroxide (CAS 10544-72-6);
- c. Dinitrogen pentoxide (CAS 10102-03-1);
- d. Mixed Oxides of Nitrogen (MON);

Technical Note:

*Mixed Oxides of Nitrogen (MON) are solutions of Nitric Oxide (NO) in Dinitrogen Tetroxide/Nitrogen Dioxide (N_2O_4/NO_2) that can be used in missile systems. There are a range of compositions that can be denoted as MON_i or MON_{ij}, where *i* and *j* are integers representing the percentage of Nitric Oxide in the mixture (e.g. MON3 contains 3 % Nitric Oxide, MON25 25 % Nitric Oxide. An upper limit is MON40, 40 % by weight).*

- e. Not used;
 - f. Not used;
4. Hydrazine derivatives as follows:
- a. Trimethylhydrazine (CAS 1741-01-1);
 - b. Tetramethylhydrazine (CAS 6415-12-9);
 - c. N,N diallylhydrazine;
 - d. Allylhydrazine (CAS 7422-78-8);
 - e. Ethylene dihydrazine;
 - f. Monomethylhydrazine dinitrate;
 - g. Unsymmetrical dimethylhydrazine nitrate;
 - h. Hydrazinium azide (CAS 14546-44-2);
 - i. Dimethylhydrazinium azide;
 - j. Hydrazinium dinitrate;
 - k. Diimido oxalic acid dihydrazine (CAS 3457-37-2);
 - l. 2-hydroxyethylhydrazine nitrate (HEHN);
 - m. Not used;
 - n. Hydrazinium diperchlorate (CAS 13812-39-0);
 - o. Methylhydrazine nitrate (MHN);

1C111

a. 4. (continued)

- p. Diethylhydrazine nitrate (DEHN);
- q. 3,6-dihydrazino tetrazine nitrate (1,4-dihydrazine nitrate) (DHTN);

5. High energy density materials usable in 'missiles' or unmanned aerial vehicles specified in 9A012;

- a. Mixed fuel that incorporate both solid and liquid fuels, such as boron slurry, having a mass-based energy density of 40×10^6 J/kg or greater;
- b. Other high energy density fuels and fuel additives (e.g. cubane, ionic solutions, JP-10) having a volume-based energy density of 37.5×10^9 J/m³ or greater, measured at 20 °C and one atmosphere (101.325 kPa) pressure;

Note: 1C111.a.5.b. does not control fossil refined fuels and biofuels produced from vegetables, including fuels for engines certified for use in civil aviation, unless specially formulated for 'missiles' or unmanned aerial vehicles specified in 9A012.

Technical Note:

In 1C111.a.5. 'missile' means complete rocket systems and unmanned aerial vehicle systems capable of a range exceeding 300 km.

b. Polymeric substances:

- 1. Carboxy-terminated polybutadiene (including carboxyl-terminated polybutadiene) (CTPB);
- 2. Hydroxy-terminated polybutadiene (including hydroxyl-terminated polybutadiene) (HTPB);
- 3. Polybutadiene-acrylic acid (PBAA);
- 4. Polybutadiene-acrylic acid-acrylonitrile (PBAN);
- 5. Polytetrahydrofuran polyethylene glycol (TPEG);

Technical Note:

Polytetrahydrofuran polyethylene glycol (TPEG) is a block co-polymer of poly 1,4-Butanediol and polyethylene glycol (PEG).

c. Other propellant additives and agents:

- 1. Not used;
- 2. Triethylene glycol dinitrate (TEGDN) (CAS 111-22-8);
- 3. 2-Nitrodiphenylamine (CAS 119-75-5);
- 4. Trimethylethane trinitrate (TMETN) (CAS 3032-55-1);
- 5. Diethylene glycol dinitrate (DEGDN) (CAS 693-21-0);

1C111

c. (continued)

6. Ferrocene derivatives as follows:

- a. Not used;
- b. Ethyl ferrocene (CAS 1273-89-8);
- c. Propyl ferrocene;
- d. Not used;
- e. Pentyl ferrocene (CAS 1274-00-6);
- f. Dicyclopentyl ferrocene;
- g. Dicyclohexyl ferrocene;
- h. Diethyl ferrocene (CAS 1273-97-8);
- i. Dipropyl ferrocene;
- j. Dibutyl ferrocene (CAS 1274-08-4);
- k. Dihexyl ferrocene (CAS 93894-59-8);
- l. Acetyl ferrocene (CAS 1271-55-2) / 1,1'-diacetyl ferrocene (CAS 1273-94-5);
- m. Not used;
- n. Not used;
- o. Other ferrocene derivatives usable as rocket propellant burning rate modifiers.

Note: 1C111.c.6.o. does not control ferrocene derivatives that contain a six carbon aromatic functional group attached to the ferrocene molecule.

7. 4,5 diazidomethyl-2-methyl-1,2,3-triazole (iso- DAMTR).

1C116

Maraging steels having an ultimate tensile strength of 1,500 MPa or greater, measured at 293 K (20 °C), in the form of sheet, plate or tubing with a wall or plate thickness equal to or less than 5 mm.

NB: SEE ALSO 1C216.

Technical Note:

Maraging steels are iron alloys generally characterised by high nickel, very low carbon content and the use of substitutional elements or precipitates to produce strengthening and age-hardening of the alloy.

- 1C117 Materials for the fabrication of 'missiles' components as follows
- a. Tungsten and alloys in particulate form with a tungsten content of 97 % by weight or more and a particle size of 50×10^{-6} m (50 μ m) or less;
 - b. Molybdenum and alloys in particulate form with a molybdenum content of 97 % by weight or more and a particle size of 50×10^{-6} m (50 μ m) or less;
 - c. Tungsten materials in solid form having all of the following:
 1. Any of the following material compositions:
 - a. Tungsten and alloys containing 97 % by weight or more of tungsten;
 - b. Copper infiltrated tungsten containing 80 % by weight or more of tungsten; or
 - c. Silver infiltrated tungsten containing 80 % by weight or more of tungsten; and
 2. Able to be machined to any of the following products:
 - a. Cylinders having a diameter of 120 mm or greater and a length of 50 mm or greater;
 - b. Tubes having an inner diameter of 65 mm or greater and a wall thickness of 25 mm or greater and a length of 50 mm or greater; or
 - c. Blocks having a size of 120 mm by 120 mm by 50 mm or greater.

Technical Note:

In 1C117 'missile' means complete rocket systems and unmanned aerial vehicle systems capable of a range exceeding 300 km.

- 1C118 Titanium-stabilised duplex stainless steel (Ti-DSS) having all of the following:
- a. Having all of the following characteristics:
 1. Containing 17.0-23.0 weight percent chromium and 4.5-7.0 weight percent nickel;
 2. Having a titanium content of greater than 0.10 weight percent; and
 3. A ferritic-austenitic microstructure (also referred to as a two-phase microstructure) of which at least 10 percent is austenite by volume (according to ASTM E-1181-87 or national equivalents); and
 - b. Having any of the following forms:
 1. Ingots or bars having a size of 100 mm or more in each dimension;
 2. Sheets having a width of 600 mm or more and a thickness of 3 mm or less; or
 3. Tubes having an outer diameter of 600 mm or more and a wall thickness of 3 mm or less.
- 1C202 Alloys, other than those specified in 1C002.b.3. or .b.4., as follows:
- a. Aluminium alloys having both of the following characteristics:
 1. 'Capable of' an ultimate tensile strength of 460 MPa or more at 293 K (20 °C); and
 2. In the form of tubes or cylindrical solid forms (including forgings) with an outside diameter of more than 75 mm;

- 1C202 (continued)
- b. Titanium alloys having both of the following characteristics:
1. 'Capable of' an ultimate tensile strength of 900 MPa or more at 293 K (20 °C); and
 2. In the form of tubes or cylindrical solid forms (including forgings) with an outside diameter of more than 75 mm.
- Technical Note:*
- The phrase alloys 'capable of' encompasses alloys before or after heat treatment.
- 1C210 'Fibrous or filamentary materials' or preregs, other than those specified in 1C010.a., b. or e., as follows:
- a. Carbon or aramid 'fibrous or filamentary materials' having either of the following characteristics:
1. A "specific modulus" of 12.7×10^6 m or greater; or
 2. A "specific tensile strength" of 235×10^3 m or greater;
- Note:* 1C210.a. does not control aramid 'fibrous or filamentary materials' having 0.25 percent or more by weight of an ester based fibre surface modifier;
- b. Glass 'fibrous or filamentary materials' having both of the following characteristics:
1. A "specific modulus" of 3.18×10^6 m or greater; and
 2. A "specific tensile strength" of 76.2×10^3 m or greater;
- c. Thermoset resin impregnated continuous "yarns", "rovings", "tows" or "tapes" with a width of 15 mm or less (preregs), made from carbon or glass 'fibrous or filamentary materials' specified in 1C210.a. or b.
- Technical Note:*
- The resin forms the matrix of the composite.
- Note:* In 1C210, 'fibrous or filamentary materials' is restricted to continuous "monofilaments", "yarns", "rovings", "tows" or "tapes".
- 1C216 Maraging steel, other than that specified in 1C116, 'capable of' an ultimate tensile strength of 2,050 MPa or more, at 293 K (20 °C).
- Note:* 1C216 does not control forms in which all linear dimensions are 75 mm or less.
- Technical Note:*
- The phrase maraging steel 'capable of' encompasses maraging steel before or after heat treatment.
- 1C225 Boron enriched in the boron-10 (^{10}B) isotope to greater than its natural isotopic abundance, as follows: elemental boron, compounds, mixtures containing boron, manufactures thereof, waste or scrap of any of the foregoing.
- Note:* In 1C225 mixtures containing boron include boron loaded materials.
- Technical Note:*
- The natural isotopic abundance of boron-10 is approximately 18.5 weight percent (20 atom percent).

1C226 Tungsten, tungsten carbide, and alloys containing more than 90 % tungsten by weight, other than that specified by 1C117, having both of the following characteristics:

- a. In forms with a hollow cylindrical symmetry (including cylinder segments) with an inside diameter between 100 mm and 300 mm; and
- b. A mass greater than 20 kg.

Note: 1C226 does not control manufactures specially designed as weights or gamma-ray collimators.

1C227 Calcium having both of the following characteristics:

- a. Containing less than 1,000 parts per million by weight of metallic impurities other than magnesium; and
- b. Containing less than 10 parts per million by weight of boron.

1C228 Magnesium having both of the following characteristics:

- a. Containing less than 200 parts per million by weight of metallic impurities other than calcium; and
- b. Containing less than 10 parts per million by weight of boron.

1C229 Bismuth having both of the following characteristics:

- a. A purity of 99.99 % or greater by weight; and
- b. Containing less than 10 parts per million by weight of silver.

1C230 Beryllium metal, alloys containing more than 50 % beryllium by weight, beryllium compounds, manufactures thereof, and waste or scrap of any of the foregoing.

Note: 1C230 does not control the following:

- a. Metal windows for X-ray machines, or for bore-hole logging devices;
- b. Oxide shapes in fabricated or semi-fabricated forms specially designed for electronic component parts or as substrates for electronic circuits;
- c. Beryl (silicate of beryllium and aluminium) in the form of emeralds or aquamarines.

1C231 Hafnium metal, alloys containing more than 60 % hafnium by weight, hafnium compounds containing more than 60 % hafnium by weight, manufactures thereof, and waste or scrap of any of the foregoing.

1C232 Helium-3 (^3He), mixtures containing helium-3 and products or devices containing any of the foregoing.

Note: 1C232 does not control a product or device containing less than 1 g of helium-3.

1C233 Lithium enriched in the lithium-6 (^6Li) isotope to greater than its natural isotopic abundance, and products or devices containing enriched lithium, as follows: elemental lithium, alloys, compounds, mixtures containing lithium, manufactures thereof, waste or scrap of any of the foregoing.

Note: 1C233 does not control thermoluminescent dosimeters.

Technical Note:

The natural isotopic abundance of lithium-6 is approximately 6.5 weight percent (7.5 atom percent).

- 1C234 Zirconium with a hafnium content of less than 1 part hafnium to 500 parts zirconium by weight, as follows: metal, alloys containing more than 50 % zirconium by weight, compounds, manufactures thereof, waste or scrap of any of the foregoing.

Note: 1C234 does not control zirconium in the form of foil having a thickness of 0.10 mm or less.

- 1C235 Tritium, tritium compounds, mixtures containing tritium in which the ratio of tritium to hydrogen atoms exceeds 1 part in 1,000, and products or devices containing any of the foregoing.

Note: 1C235 does not control a product or device containing less than 1.48×10^3 GBq (40 Ci) of tritium.

- 1C236 Alpha-emitting radionuclides having an alpha half-life of 10 days or greater but less than 200 years, in the following forms:

- a. Elemental;
- b. Compounds having a total alpha activity of 37 GBq/kg (1 Ci/kg) or greater;
- c. Mixtures having a total alpha activity of 37 GBq/kg (1 Ci/kg) or greater;
- d. Products or devices containing any of the foregoing.

Note: 1C236 does not control a product or device containing less than 3.7 GBq (100 millicuries) of alpha activity.

- 1C237 Radium-226 (^{226}Ra), radium-226 alloys, radium-226 compounds, mixtures containing radium-226, manufactures thereof, and products or devices containing any of the foregoing.

Note: 1C237 does not control the following:

- a. Medical applicators;
- b. A product or device containing less than 0.37 GBq (10 millicuries) of radium-226.

- 1C238 Chlorine trifluoride (ClF_3).

- 1C239 High explosives or substances or mixtures containing more than 2 % by weight thereof, with a crystal density greater than 1.8 g/cm^3 and having a detonation velocity greater than 8,000 m/s.

- 1C240 Nickel powder and porous nickel metal, other than those specified in 0C005, as follows:

- a. Nickel powder having both of the following characteristics:
 1. A nickel purity content of 99.0 % or greater by weight; and
 2. A mean particle size of less than 10 micrometres measured by American Society for Testing and Materials (ASTM) B330 standard;
- b. Porous nickel metal produced from materials specified in 1C240.a.

Note: 1C240 does not control the following:

- a. Filamentary nickel powders;
- b. Single porous nickel sheets with an area of $1,000 \text{ cm}^2$ per sheet or less.

Technical Note:

1C240.b. refers to porous metal formed by compacting and sintering the materials in 1C240.a. to form a metal material with fine pores interconnected throughout the structure.

1C350 Chemicals, which may be used as precursors for toxic chemical agents, as follows, and “chemical mixtures” containing one or more thereof:

NB: SEE ALSO 1C450.

1. Thiodiglycol (111-48-8);
2. Phosphorus oxychloride (10025-87-3);
3. Dimethyl methylphosphonate (756-79-6);
4. Not used;
5. Methyl phosphonyl dichloride (676-97-1);
6. Dimethyl phosphite (DMP) (868-85-9);
7. Phosphorus trichloride (7719-12-2);
8. Trimethyl phosphite (TMP) (121-45-9);
9. Thionyl chloride (7719-09-7);
10. 3-Hydroxy-1-methylpiperidine (3554-74-3);
11. N,N-Diisopropyl-(beta)-aminoethyl chloride (96-79-7);
12. N,N-Diisopropyl-(beta)-aminoethane thiol (5842-07-9);
13. 3-Quinuclidinol (1619-34-7);
14. Potassium fluoride (7789-23-3);
15. 2-Chloroethanol (107-07-3);
16. Dimethylamine (124-40-3);
17. Diethyl ethylphosphonate (78-38-6);
18. Diethyl-N,N-dimethylphosphoramidate (2404-03-7);
19. Diethyl phosphite (762-04-9);
20. Dimethylamine hydrochloride (506-59-2);
21. Ethyl phosphinyl dichloride (1498-40-4);
22. Ethyl phosphonyl dichloride (1066-50-8);
23. Not used;
24. Hydrogen fluoride (7664-39-3);
25. Methyl benzilate (76-89-1);
26. Methyl phosphinyl dichloride (676-83-5);
27. N,N-Diisopropyl-(beta)-amino ethanol (96-80-0);
28. Pinacolyl alcohol (464-07-3);

1C350

(continued)

29. Not used;
30. Triethyl phosphite (122-52-1);
31. Arsenic trichloride (7784-34-1);
32. Benzoic acid (76-93-7);
33. Diethyl methylphosphonite (15715-41-0);
34. Dimethyl ethylphosphonate (6163-75-3);
35. Ethyl phosphinyl difluoride (430-78-4);
36. Methyl phosphinyl difluoride (753-59-3);
37. 3-Quinuclidone (3731-38-2);
38. Phosphorus pentachloride (10026-13-8);
39. Pinacolone (75-97-8);
40. Potassium cyanide (151-50-8);
41. Potassium bifluoride (7789-29-9);
42. Ammonium hydrogen fluoride or ammonium bifluoride (1341-49-7);
43. Sodium fluoride (7681-49-4);
44. Sodium bifluoride (1333-83-1);
45. Sodium cyanide (143-33-9);
46. Triethanolamine (102-71-6);
47. Phosphorus pentasulphide (1314-80-3);
48. Di-isopropylamine (108-18-9);
49. Diethylaminoethanol (100-37-8);
50. Sodium sulphide (1313-82-2);
51. Sulphur monochloride (10025-67-9);
52. Sulphur dichloride (10545-99-0);
53. Triethanolamine hydrochloride (637-39-8);
54. N,N-Diisopropyl-(Beta)-aminoethyl chloride hydrochloride (4261-68-1);
55. Methylphosphonic acid (993-13-5);
56. Diethyl methylphosphonate (683-08-9);
57. N,N-Dimethylaminophosphoryl dichloride (677-43-0);

1C350 (continued)

58. Triisopropyl phosphite (116-17-6);
59. Ethyldiethanolamine (139-87-7);
60. O,O-Diethyl phosphorothioate (2465-65-8);
61. O,O-Diethyl phosphorodithioate (298-06-6);
62. Sodium hexafluorosilicate (16893-85-9);
63. Methylphosphonothioic dichloride (676-98-2).

Note 1: For exports to "States not Party to the Chemical Weapons Convention", 1C350 does not control "chemical mixtures" containing one or more of the chemicals specified in entries 1C350.1, .3, .5, .11, .12, .13, .17, .18, .21, .22, .26, .27, .28, .31, .32, .33, .34, .35, .36, .54, .55, .56, .57 and .63 in which no individually specified chemical constitutes more than 10 % by the weight of the mixture.

Note 2: For exports to "States Party to the Chemical Weapons Convention", 1C350 does not control "chemical mixtures" containing one or more of the chemicals specified in entries 1C350.1, .3, .5, .11, .12, .13, .17, .18, .21, .22, .26, .27, .28, .31, .32, .33, .34, .35, .36, .54, .55, .56, .57 and .63 in which no individually specified chemical constitutes more than 30 % by the weight of the mixture.

Note 3: 1C350 does not control "chemical mixtures" containing one or more of the chemicals specified in entries 1C350.2, .6, .7, .8, .9, .10, .14, .15, .16, .19, .20, .24, .25, .30, .37, .38, .39, .40, .41, .42, .43, .44, .45, .46, .47, .48, .49, .50, .51, .52, .53, .58, .59, .60, .61 and .62 in which no individually specified chemical constitutes more than 30 % by the weight of the mixture.

Note 4: 1C350 does not control products identified as consumer goods packaged for retail sale for personal use or packaged for individual use.

1C351 Human pathogens, zoonoses and "toxins", as follows:

a. Viruses, whether natural, enhanced or modified, either in the form of "isolated live cultures" or as material including living material which has been deliberately inoculated or contaminated with such cultures, as follows:

1. Andes virus;
2. Chapare virus;
3. Chikungunya virus;
4. Choclo virus;
5. Congo-Crimean haemorrhagic fever virus;
6. Dengue fever virus;
7. Dobrava-Belgrade virus;
8. Eastern equine encephalitis virus;
9. Ebola virus;

1C351

a. *(continued)*

10. Guanarito virus;
11. Hantaan virus;
12. Hendra virus (Equine morbillivirus);
13. Japanese encephalitis virus;
14. Junin virus;
15. Kyasanur Forest virus;
16. Laguna Negra virus;
17. Lassa fever virus;
18. Louping ill virus;
19. Lujo virus;
20. Lymphocytic choriomeningitis virus;
21. Machupo virus;
22. Marburg virus;
23. Monkey pox virus;
24. Murray Valley encephalitis virus;
25. Nipah virus;
26. Omsk haemorrhagic fever virus;
27. Oropouche virus;
28. Powassan virus;
29. Rift Valley fever virus;
30. Rocio virus;
31. Sabia virus;
32. Seoul virus;
33. Sin nombre virus;
34. St Louis encephalitis virus;
35. Tick-borne encephalitis virus (Russian Spring-Summer encephalitis virus);
36. Variola virus;
37. Venezuelan equine encephalitis virus;
38. Western equine encephalitis virus;
39. Yellow fever virus;

1C351

(continued)

- b. Rickettsiae, whether natural, enhanced or modified, either in the form of “isolated live cultures” or as material including living material which has been deliberately inoculated or contaminated with such cultures, as follows:
 - 1. *Coxiella burnetii*;
 - 2. *Bartonella quintana* (*Rochalimaea quintana*, *Rickettsia quintana*);
 - 3. *Rickettsia prowasecki*;
 - 4. *Rickettsia rickettsii*;
- c. Bacteria, whether natural, enhanced or modified, either in the form of “isolated live cultures” or as material including living material which has been deliberately inoculated or contaminated with such cultures, as follows:
 - 1. *Bacillus anthracis*;
 - 2. *Brucella abortus*;
 - 3. *Brucella melitensis*;
 - 4. *Brucella suis*;
 - 5. *Chlamydia psittaci*;
 - 6. *Clostridium botulinum*;
 - 7. *Francisella tularensis*;
 - 8. *Burkholderia mallei* (*Pseudomonas mallei*);
 - 9. *Burkholderia pseudomallei* (*Pseudomonas pseudomallei*);
 - 10. *Salmonella typhi*;
 - 11. *Shigella dysenteriae*;
 - 12. *Vibrio cholerae*;
 - 13. *Yersinia pestis*;
 - 14. *Clostridium perfringens* epsilon toxin producing types;
 - 15. Enterohaemorrhagic *Escherichia coli*, serotype O157 and other verotoxin producing serotypes;
- d. “Toxins”, as follows, and “sub-unit of toxins” thereof:
 - 1. Botulinum toxins;
 - 2. *Clostridium perfringens* toxins;
 - 3. Conotoxin;
 - 4. Ricin;
 - 5. Saxitoxin;
 - 6. Shiga toxin;
 - 7. *Staphylococcus aureus* toxins;

1C351

d. (continued)

8. Tetrodotoxin;
9. Verotoxin and shiga-like ribosome inactivating proteins;
10. Microcystin (Cyanginosin);
11. Aflatoxins;
12. Abrin;
13. Cholera toxin;
14. Diacetoxyscirpenol toxin;
15. T-2 toxin;
16. HT-2 toxin;
17. Modeccin;
18. Volkensin;
19. Viscum album Lectin 1 (Viscumin);

Note: 1C351.d. does not control botulinum toxins or conotoxins in product form meeting all of the following criteria:

1. Are pharmaceutical formulations designed for human administration in the treatment of medical conditions;
2. Are pre-packaged for distribution as medical products;
3. Are authorised by a state authority to be marketed as medical products.

e. Fungi, whether natural, enhanced or modified, either in the form of “isolated live cultures” or as material including living material which has been deliberately inoculated or contaminated with such cultures, as follows:

1. *Coccidioides immitis*;
2. *Coccidioides posadasii*.

Note: 1C351 does not control “vaccines” or “immunotoxins”.

1C352

Animal pathogens, as follows:

a. Viruses, whether natural, enhanced or modified, either in the form of “isolated live cultures” or as material including living material which has been deliberately inoculated or contaminated with such cultures, as follows:

1. African swine fever virus;
2. Avian influenza virus, which are:
 - a. Uncharacterised; or

1C352

a. 2. (*continued*)

b. Defined in Annex I(2) to Council Directive 2005/94/EC of 20 December 2005 on Community measures for the control of avian influenza (OJ L 10, 14.1.2006, p. 16) as having high pathogenicity, as follows:

1. Type A viruses with an IVPI (intravenous pathogenicity index) in 6 week old chickens of greater than 1.2; or
2. Type A viruses of the subtypes H5 or H7 with genome sequences codified for multiple basic amino acids at the cleavage site of the haemagglutinin molecule similar to that observed for other HPAI viruses, indicating that the haemagglutinin molecule can be cleaved by a host ubiquitous protease;
3. Bluetongue virus;
4. Foot and mouth disease virus;
5. Goat pox virus;
6. Porcine herpes virus (Aujeszky's disease);
7. Swine fever virus (Hog cholera virus);
8. Lyssa virus;
9. Newcastle disease virus;
10. Peste des petits ruminants virus;
11. Porcine enterovirus type 9 (swine vesicular disease virus);
12. Rinderpest virus;
13. Sheep pox virus;
14. Teschen disease virus;
15. Vesicular stomatitis virus;
16. Lumpy skin disease virus;
17. African horse sickness virus.

b. Mycoplasmas, whether natural, enhanced or modified, either in the form of "isolated live cultures" or as material including living material which has been deliberately inoculated or contaminated with such cultures, as follows:

1. *Mycoplasma mycoides* subspecies *mycoides* SC (small colony);
2. *Mycoplasma capricolum* subspecies *capripneumoniae*.

Note: 1C352 does not control "vaccines".

1C353

Genetic elements and genetically modified organisms, as follows:

a. Genetically modified organisms or genetic elements that contain nucleic acid sequences associated with pathogenicity of organisms specified in 1C351.a., 1C351.b., 1C351.c., 1C351.e., 1C352 or 1C354;

1C353 (continued)

- b. Genetically modified organisms or genetic elements that contain nucleic acid sequences coding for any of the “toxins” specified in 1C351.d. or “sub-units of toxins” thereof.

Technical Notes:

1. Genetic elements include, *inter alia*, chromosomes, genomes, plasmids, transposons and vectors whether genetically modified or unmodified.
2. Nucleic acid sequences associated with the pathogenicity of any of the micro-organisms specified in 1C351.a., 1C351.b., 1C351.c., 1C351.e., 1C352 or 1C354 means any sequence specific to the specified micro-organism that:
 - a. In itself or through its transcribed or translated products represents a significant hazard to human, animal or plant health; or
 - b. Is known to enhance the ability of a specified micro-organism, or any other organism into which it may be inserted or otherwise integrated, to cause serious harm to humans, animals or plant health.

Note: 1C353 does not apply to nucleic acid sequences associated with the pathogenicity of enterohaemorrhagic *Escherichia coli*, serotype O157 and other verotoxin producing strains, other than those coding for the verotoxin, or for its sub-units.

1C354 Plant pathogens, as follows:

- a. Viruses, whether natural, enhanced or modified, either in the form of “isolated live cultures” or as material including living material which has been deliberately inoculated or contaminated with such cultures, as follows:
 1. Potato Andean latent tymovirus;
 2. Potato spindle tuber viroid;
- b. Bacteria, whether natural, enhanced or modified, either in the form of “isolated live cultures” or as material which has been deliberately inoculated or contaminated with such cultures, as follows:
 1. *Xanthomonas albilineans*;
 2. *Xanthomonas campestris* pv. *citri* including strains referred to as *Xanthomonas campestris* pv. *citri* types A,B,C,D,E or otherwise classified as *Xanthomonas citri*, *Xanthomonas campestris* pv. *aurantifolia* or *Xanthomonas campestris* pv. *citrumelo*;
 3. *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae* (*Pseudomonas campestris* pv. *Oryzae*);
 4. *Clavibacter michiganensis* subsp. *Sepedonicus* (*Corynebacterium michiganensis* subsp. *Sepedonicum* or *Corynebacterium Sepedonicum*);
 5. *Ralstonia solanacearum* Races 2 and 3 (*Pseudomonas solanacearum* Races 2 and 3 or *Burkholderia solanacearum* Races 2 and 3);
- c. Fungi, whether natural, enhanced or modified, either in the form of “isolated live cultures” or as material which has been deliberately inoculated or contaminated with such cultures, as follows:
 1. *Colletotrichum coffeanum* var. *virulans* (*Colletotrichum kahawae*);
 2. *Cochliobolus miyabeanus* (*Helminthosporium oryzae*);
 3. *Microcyclus ulei* (syn. *Dothidella ulei*);
 4. *Puccinia graminis* (syn. *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*);
 5. *Puccinia striiformis* (syn. *Puccinia glumarum*);
 6. *Magnaporthe grisea* (*pyricularia grisea*/*pyricularia oryzae*).

1C450 Toxic chemicals and toxic chemical precursors, as follows, and “chemical mixtures” containing one or more thereof:

NB: SEE ALSO ENTRY 1C350 and 1C351.d.

a. Toxic chemicals, as follows:

1. Amiton: O,O-Diethyl S-[2-(diethylamino)ethyl] phosphorothiolate (78-53-5) and corresponding alkylated or protonated salts;
2. PFIB: 1,1,3,3,3-Pentafluoro-2-(trifluoromethyl)-1-propene (382-21-8);
3. Not used;
4. Phosgene: Carbonyl dichloride (75-44-5);
5. Cyanogen chloride (506-77-4);
6. Hydrogen cyanide (74-90-8);
7. Chloropicrin: Trichloronitromethane (76-06-2);

Note 1: For exports to “States not Party to the Chemical Weapons Convention”, 1C450 does not control “chemical mixtures” containing one or more of the chemicals specified in entries 1C450.a.1. and .a.2. in which no individually specified chemical constitutes more than 1 % by the weight of the mixture.

Note 2: For exports to “States Party to the Chemical Weapons Convention”, 1C450 does not control “chemical mixtures” containing one or more of the chemicals specified in entries 1C450.a.1. and .a.2. in which no individually specified chemical constitutes more than 30 % by the weight of the mixture.

Note 3: 1C450 does not control “chemical mixtures” containing one or more of the chemicals specified in entries 1C450.a.4., .a.5., .a.6. and .a.7. in which no individually specified chemical constitutes more than 30 % by the weight of the mixture.

Note 4: 1C450 does not control products identified as consumer goods packaged for retail sale for personal use or packaged for individual use.

b. Toxic chemical precursors, as follows:

1. Chemicals, other than those specified in 1C350, containing a phosphorus atom to which is bonded one methyl, ethyl or propyl (normal or iso) group but not further carbon atoms;

Note: 1C450.b.1 does not control Fonofos: O-Ethyl S-phenyl ethylphosphonothiolothionate (944-22-9);

2. N,N-Dialkyl [methyl, ethyl or propyl (normal or iso)] phosphoramidic dihalides, other than N,N-Dimethylaminophosphoryl dichloride;

NB: See 1C350.57. for N,N-Dimethylaminophosphoryl dichloride.

1C450

b. (continued)

3. Dialkyl [methyl, ethyl or propyl (normal or iso)] N,N-dialkyl [methyl, ethyl or propyl (normal or iso)]-phosphoramidates, other than Diethyl-N,N-dimethylphosphoramidate which is specified in 1C350;
4. N,N-Dialkyl [methyl, ethyl or propyl (normal or iso)] aminoethyl-2-chlorides and corresponding protonated salts, other than N,N-Diisopropyl-(beta)-aminoethyl chloride or N,N-Diisopropyl-(beta)-aminoethyl chloride hydrochloride which are specified in 1C350;
5. N,N-Dialkyl [methyl, ethyl or propyl (normal or iso)] aminoethane-2-ols and corresponding protonated salts, other than N,N-Diisopropyl-(beta)-aminoethanol (96-80-0) and N,N-Diethylaminoethanol (100-37-8) which are specified in 1C350;

Note: 1C450.b.5. does not control the following:

- a. N,N-Dimethylaminoethanol (108-01-0) and corresponding protonated salts;
- b. Protonated salts of N,N-Diethylaminoethanol (100-37-8);
6. N,N-Dialkyl [methyl, ethyl or propyl (normal or iso)] aminoethane-2-thiols and corresponding protonated salts, other than N,N-Diisopropyl-(beta)-aminoethane thiol which is specified in 1C350;
7. See 1C350 for ethyldiethanolamine (139-87-7);
8. Methyldiethanolamine (105-59-9).

Note 1: For exports to "States not Party to the Chemical Weapons Convention", 1C450 does not control "chemical mixtures" containing one or more of the chemicals specified in entries 1C450.b.1., .b.2., .b.3., .b.4., .b.5. and .b.6. in which no individually specified chemical constitutes more than 10 % by the weight of the mixture.

Note 2: For exports to "States Party to the Chemical Weapons Convention", 1C450 does not control "chemical mixtures" containing one or more of the chemicals specified in entries 1C450.b.1., .b.2., .b.3., .b.4., .b.5. and .b.6. in which no individually specified chemical constitutes more than 30 % by the weight of the mixture.

Note 3: 1C450 does not control "chemical mixtures" containing one or more of the chemicals specified in entry 1C450.b.8. in which no individually specified chemical constitutes more than 30 % by the weight of the mixture.

Note 4: 1C450 does not control products identified as consumer goods packaged for retail sale for personal use or packaged for individual use.

1D	Software
1D001	“Software” specially designed or modified for the “development”, “production” or “use” of equipment specified in 1B001 to 1B003.
1D002	“Software” for the “development” of organic “matrix”, metal “matrix” or carbon “matrix” laminates or “composites”.
1D003	“Software” specially designed or modified to enable equipment to perform the functions of equipment specified in 1A004.c. or 1A004.d.
1D101	“Software” specially designed or modified for the “use” of goods specified in 1B101 1B102, 1B115, 1B117, 1B118 or 1B119.
1D103	“Software” specially designed for analysis of reduced observables such as radar reflectivity, ultraviolet/infrared signatures and acoustic signatures.
1D201	“Software” specially designed for the “use” of goods specified in 1B201.

1E	Technology
1E001	“Technology” according to the General Technology Note for the “development” or “production” of equipment or materials specified in 1A001.b., 1A001.c., 1A002 to 1A005, 1A006.b., 1A007, 1B or 1C.
1E002	Other “technology” as follows: a. “Technology” for the “development” or “production” of polybenzothiazoles or polybenzoxazoles; b. “Technology” for the “development” or “production” of fluoroelastomer compounds containing at least one vinyl ether monomer; c. “Technology” for the design or “production” of the following base materials or non-“composite” ceramic materials: 1. Base materials having all of the following: a. Any of the following compositions: 1. Single or complex oxides of zirconium and complex oxides of silicon or aluminium; 2. Single nitrides of boron (cubic crystalline forms); 3. Single or complex carbides of silicon or boron; or 4. Single or complex nitrides of silicon; b. Either of the following total metallic impurities (excluding intentional additions): 1. Less than 1,000 ppm for single oxides or carbides; or 2. Less than 5,000 ppm for complex compounds or single nitrides; and c. Being any of the following: 1. Zirconia (CAS 1314-23-4) with an average particle size equal to or less than 1 µm and no more than 10 % of the particles larger than 5 µm; 2. Other base materials with an average particle size equal to or less than 5 µm and no more than 10 % of the particles larger than 10 µm; or 3. Having all of the following: a. Platelets with a length to thickness ratio exceeding 5; b. Whiskers with a length to diameter ratio exceeding 10 for diameters less than 2 µm; and c. Continuous or chopped fibres less than 10 µm in diameter; 2. Non-“composite” ceramic materials composed of the materials specified in 1E002.c.1; <i>Note: 1E002.c.2. does not control “technology” for the design or production of abrasives.</i> d. “Technology” for the “production” of aromatic polyamide fibres;

1E002 (continued)

- e. “Technology” for the installation, maintenance or repair of materials specified in 1C001;
- f. “Technology” for the repair of “composite” structures, laminates or materials specified in 1A002, 1C007.c. or 1C007.d.;

Note: 1E002.f. does not control “technology” for the repair of “civil aircraft” structures using carbon “fibrous or filamentary materials” and epoxy resins, contained in aircraft manufacturers’ manuals.

- g. ‘Libraries (parametric technical databases)’ specially designed or modified to enable equipment to perform the functions of equipment specified in 1A004.c. or 1A004.d.

Technical Note:

For the purpose of 1E002.g., ‘library (parametric technical database)’ means a collection of technical information, reference to which may enhance the performance of relevant equipment or systems.

1E101 “Technology” according to the General Technology Note for the “use” of goods specified in 1A102, 1B001, 1B101, 1B102, 1B115 to 1B119, 1C001, 1C101, 1C107, 1C111 to 1C118, 1D101 or 1D103.

1E102 “Technology” according to the General Technology Note for the “development” of “software” specified in 1D001, 1D101 or 1D103.

1E103 “Technology” for the regulation of temperature, pressure or atmosphere in autoclaves or hydroclaves, when used for the “production” of “composites” or partially processed “composites”.

1E104 “Technology” relating to the “production” of pyrolytically derived materials formed on a mould, mandrel or other substrate from precursor gases which decompose in the 1,573 K (1,300 °C) to 3,173 K (2,900 °C) temperature range at pressures of 130 Pa to 20 kPa.

Note: 1E104 includes “technology” for the composition of precursor gases, flow-rates and process control schedules and parameters.

1E201 “Technology” according to the General Technology Note for the “use” of goods specified in 1A002, 1A007, 1A202, 1A225 to 1A227, 1B201, 1B225 to 1B233, 1C002.b.3. or .b.4., 1C010.b., 1C202, 1C210, 1C216, 1C225 to 1C240 or 1D201.

1E202 “Technology” according to the General Technology Note for the “development” or “production” of goods specified in 1A007, 1A202 or 1A225 to 1A227.

1E203 “Technology” according to the General Technology Note for the “development” of “software” specified in 1D201.

CATEGORY 2

MATERIALS PROCESSING

2A Systems, Equipment and Components

2A001 Anti-friction bearings and bearing systems, as follows, and components therefor:

NB: SEE ALSO 2A101.

Note: 2A001 does not control balls with tolerances specified by the manufacturer in accordance with ISO 3290 as grade 5 or worse.

a. Ball bearings and solid roller bearings, having all tolerances specified by the manufacturer in accordance with ISO 492 Tolerance Class 4 (or national equivalents), or better, and having both rings and rolling elements (ISO 5593), made from monel or beryllium;

Note: 2A001.a. does not control tapered roller bearings.

b. Not used;

c. Active magnetic bearing systems using any of the following:

1. Materials with flux densities of 2.0 T or greater and yield strengths greater than 414 MPa;
2. All-electromagnetic 3D homopolar bias designs for actuators; or
3. High temperature (450 K (177 °C) and above) position sensors.

2A101 Radial ball bearings, other than those specified in 2A001, having all tolerances specified in accordance with ISO 492 Tolerance Class 2 (or ANSI/ABMA Std 20 Tolerance Class ABEC-9 or other national equivalents), or better and having all the following characteristics:

- a. An inner ring bore diameter between 12 mm and 50 mm;
- b. An outer ring bore diameter between 25 mm and 100 mm; and
- c. A width between 10 mm and 20 mm.

2A225 Crucibles made of materials resistant to liquid actinide metals, as follows:

a. Crucibles having both of the following characteristics:

1. A volume of between 150 cm³ and 8,000 cm³; and
2. Made of or coated with any of the following materials, having a purity of 98 % or greater by weight:
 - a. Calcium fluoride (CaF₂);
 - b. Calcium zirconate (metazirconate) (CaZrO₃);
 - c. Cerium sulphide (Ce₂S₃);
 - d. Erbium oxide (erbia) (Er₂O₃);
 - e. Hafnium oxide (hafnia) (HfO₂);
 - f. Magnesium oxide (MgO);
 - g. Nitrided niobium-titanium-tungsten alloy (approximately 50 % Nb, 30 % Ti, 20 % W);

- 2A225
- a. 2. *(continued)*
 - h. Yttrium oxide (yttria) (Y_2O_3); or
 - i. Zirconium oxide (zirconia) (ZrO_2);
 - b. Crucibles having both of the following characteristics:
 - 1. A volume of between 50 cm^3 and $2,000 \text{ cm}^3$; and
 - 2. Made of or lined with tantalum, having a purity of 99.9 % or greater by weight;
 - c. Crucibles having all of the following characteristics:
 - 1. A volume of between 50 cm^3 and $2,000 \text{ cm}^3$;
 - 2. Made of or lined with tantalum, having a purity of 98 % or greater by weight; and
 - 3. Coated with tantalum carbide, nitride, boride, or any combination thereof.
- 2A226
- Valves having all of the following characteristics:
- a. A 'nominal size' of 5 mm or greater;
 - b. Having a bellows seal; and
 - c. Wholly made of or lined with aluminium, aluminium alloy, nickel, or nickel alloy containing more than 60 % nickel by weight.

Technical Note:

For valves with different inlet and outlet diameters, the 'nominal size' in 2A226 refers to the smallest diameter.

2B

Test, Inspection and Production Equipment

Technical Notes:

1. Secondary parallel contouring axes, (e.g. the w-axis on horizontal boring mills or a secondary rotary axis the centre line of which is parallel to the primary rotary axis) are not counted in the total number of contouring axes. Rotary axes need not rotate over 360°. A rotary axis can be driven by a linear device (e.g. a screw or a rack-and-pinion).
2. For the purposes of 2B, the number of axes which can be co-ordinated simultaneously for “contouring control” is the number of axes along or around which, during processing of the workpiece, simultaneous and interrelated motions are performed between the workpiece and a tool. This does not include any additional axes along or around which other relative movement within the machine are performed such as:
 - a. Wheel-dressing systems in grinding machines;
 - b. Parallel rotary axes designed for mounting of separate workpieces;
 - c. Co-linear rotary axes designed for manipulating the same workpiece by holding it in a chuck from different ends.
3. Axis nomenclature shall be in accordance with International Standard ISO 841, ‘Numerical Control Machines — Axis and Motion Nomenclature’.
4. For the purposes of 2B001 to 2B009 a “tilting spindle” is counted as a rotary axis.
5. ‘Stated positioning accuracy’ derived from measurements made according to ISO 230/2 (1988) ⁽¹⁾ or national equivalents may be used for each machine tool model as an alternative to individual machine tests. ‘Stated positioning accuracy’ means the accuracy value provided to the competent authorities of Thailand as representative of the accuracy of a specific machine model.

Determination of ‘Stated Positioning Accuracy’

- a. Select five machines of a model to be evaluated;
- b. Measure the linear axis accuracies according to ISO 230/2 (1988) ⁽¹⁾;
- c. Determine the A-values for each axis of each machine. The method of calculating the A-value is described in the ISO standard;
- d. Determine the mean value of the A-value of each axis. This mean value $\bar{A}$ becomes the stated value of each axis for the model ($\bar{A}_x \ \bar{A}_y \ ...;$);
- e. Since the Category 2 list refers to each linear axis there will be as many stated values as there are linear axes;
- f. If any axis of a machine model not controlled by 2B001.a. to 2B001.c. or 2B201 has a stated accuracy $\bar{A}$ of 6 microns for grinding machines and 8 microns for milling and turning machines or better, the manufacturer should be required to reaffirm the accuracy level once every 18 months.

2B001

Machine tools and any combination thereof, for removing (or cutting) metals, ceramics or “composites”, which, according to the manufacturer’s technical specification, can be equipped with electronic devices for “numerical control”, and specially designed components as follows:

NB: SEE ALSO 2B201.

⁽¹⁾ Manufacturers calculating positioning accuracy in accordance with ISO 230/2 (1997) should consult the competent authorities of Thailand.

2B001 (continued)

Note 1: 2B001 does not control special purpose machine tools limited to the manufacture of gears. For such machines see 2B003.

Note 2: 2B001 does not control special purpose machine tools limited to the manufacture of any of the following:

- a. Crankshafts or camshafts;
- b. Tools or cutters;
- c. Extruder worms; or
- d. Engraved or faceted jewellery parts.

Note 3: A machine tool having at least two of the three turning, milling or grinding capabilities (e.g. a turning machine with milling capability), must be evaluated against each applicable entry 2B001.a., b. or c.

NB: For optical finishing machines, see 2B002.

a. Machine tools for turning having all of the following:

- 1. Positioning accuracy with “all compensations available” equal to or less (better) than 6 µm according to ISO 230/2 (1988) ⁽¹⁾ or national equivalents along any linear axis; and
- 2. Two or more axes which can be coordinated simultaneously for “contouring control”;

Note: 2B001.a. does not control turning machines specially designed for producing contact lenses, having both of the following:

- a. Machine controller limited to using ophthalmic based software for part programming data input; and
- b. No vacuum chucking.

b. Machine tools for milling having any of the following:

- 1. Having all of the following:
 - a. Positioning accuracy with “all compensations available” equal to or less (better) than 6 µm according to ISO 230/2 (1988) ⁽¹⁾ or national equivalents along any linear axis; and
 - b. Three linear axes plus one rotary axis which can be coordinated simultaneously for “contouring control”;
- 2. Five or more axes which can be coordinated simultaneously for “contouring control”;
- 3. A positioning accuracy for jig boring machines, with “all compensations available”, equal to or less (better) than 4 µm according to ISO 230/2 (1988) ⁽¹⁾ or national equivalents along any linear axis; or
- 4. Fly cutting machines having all of the following:
 - a. Spindle “run-out” and “camming” less (better) than 0.0004 mm TIR; and

⁽¹⁾ Manufacturers calculating positioning accuracy in accordance with ISO 230/2 (1997) should consult the competent authorities of Thailand.

2B001

b. 4. (*continued*)

- b. Angular deviation of slide movement (yaw, pitch and roll) less (better) than 2 seconds of arc, TIR over 300 mm of travel;

c. Machine tools for grinding having any of the following:

1. Having all of the following:

- a. Positioning accuracy with “all compensations available” equal to or less (better) than 4 μm according to ISO 230/2 (1988) ⁽¹⁾ or national equivalents along any linear axis; and

- b. Three or more axes which can be coordinated simultaneously for “contouring control”; or

2. Five or more axes which can be coordinated simultaneously for “contouring control”;

Note: 2B001.c. does not control grinding machine as follows:

a. Cylindrical external, internal, and external-internal grinding machines, having all of the following:

1. Limited to cylindrical grinding; and

2. Limited to a maximum workpiece capacity of 150 mm outside diameter or length.

b. Machines designed specifically as jig grinders that do not have a z-axis or a w-axis, with a positioning accuracy with “all compensations available” less (better) than 4 μm according to ISO 230/2 (1988) ⁽¹⁾ or national equivalents.

c. Surface grinders.

d. Electrical discharge machines (EDM) of the non-wire type which have two or more rotary axes which can be coordinated simultaneously for “contouring control”;

e. Machine tools for removing metals, ceramics or “composites”, having all of the following:

1. Removing material by means of any of the following:

a. Water or other liquid jets, including those employing abrasive additives;

b. Electron beam; or

c. “Laser” beam; and

2. At least two rotary axes having all of the following:

a. Can be coordinated simultaneously for “contouring control”; and

b. A positioning accuracy of less (better) than 0.003 °;

f. Deep-hole-drilling machines and turning machines modified for deep-hole-drilling, having a maximum depth-of-bore capability exceeding 5 m and specially designed components therefor.

⁽¹⁾ Manufacturers calculating positioning accuracy in accordance with ISO 230/2 (1997) should consult the competent authorities of Thailand.

2B002 Numerically controlled optical finishing machine tools equipped for selective material removal to produce non-spherical optical surfaces having all of the following characteristics:

- a. Finishing the form to less (better) than 1.0 μm ;
- b. Finishing to a roughness less (better) than 100 nm rms;
- c. Four or more axes which can be coordinated simultaneously for “contouring control”; and
- d. Using any of the following processes:
 1. Magnetorheological finishing (‘MRF’);
 2. Electrorheological finishing (‘ERF’);
 3. ‘Energetic particle beam finishing’;
 4. ‘Inflatable membrane tool finishing’; or
 5. ‘Fluid jet finishing’.

Technical Notes:

For the purposes of 2B002:

1. ‘MRF’ is a material removal process using an abrasive magnetic fluid whose viscosity is controlled by a magnetic field.
2. ‘ERF’ is a removal process using an abrasive fluid whose viscosity is controlled by an electric field.
3. ‘Energetic particle beam finishing’ uses Reactive Atom Plasmas (RAP) or ion-beams to selectively remove material.
4. ‘Inflatable membrane tool finishing’ is a process that uses a pressurised membrane that deforms to contact the workpiece over a small area.
5. ‘Fluid jet finishing’ makes use of a fluid stream for material removal.

2B003 “Numerically controlled” or manual machine tools, and specially designed components, controls and accessories therefor, specially designed for the shaving, finishing, grinding or honing of hardened ($R_c = 40$ or more) spur, helical and double-helical gears with a pitch diameter exceeding 1,250 mm and a face width of 15 % of pitch diameter or larger finished to a quality of AGMA 14 or better (equivalent to ISO 1328 class 3).

2B004 Hot “isostatic presses” having all of the following, and specially designed components and accessories therefor:

NB: SEE ALSO 2B104 AND 2B204.

- a. A controlled thermal environment within the closed cavity and a chamber cavity with an inside diameter of 406 mm or more; and

2B004 (continued)

b. Having any of the following:

1. A maximum working pressure exceeding 207 MPa;
2. A controlled thermal environment exceeding 1,773 K (1,500 °C); or
3. A facility for hydrocarbon impregnation and removal of resultant gaseous degradation products.

Technical Note:

The inside chamber dimension is that of the chamber in which both the working temperature and the working pressure are achieved and does not include fixtures. That dimension will be the smaller of either the inside diameter of the pressure chamber or the inside diameter of the insulated furnace chamber, depending on which of the two chambers is located inside the other.

NB: For specially designed dies, moulds and tooling see 1B003 and 9B009.

2B005 Equipment specially designed for the deposition, processing and in-process control of inorganic overlays, coatings and surface modifications, as follows, for non-electronic substrates, by processes shown in the Table and associated Notes following 2E003.f., and specially designed automated handling, positioning, manipulation and control components therefor:

a. Chemical vapour deposition (CVD) production equipment having both of the following:

NB: SEE ALSO 2B105.

1. A process modified for one of the following:

- a. Pulsating CVD;
- b. Controlled nucleation thermal deposition (CNTD); or
- c. Plasma enhanced or plasma assisted CVD; and

2. Having either of the following:

- a. Incorporating high vacuum (equal to or less than 0.01 Pa) rotating seals; or
- b. Incorporating *in situ* coating thickness control;

b. Ion implantation production equipment having beam currents of 5 mA or more;

c. Electron beam physical vapour deposition (EB-PVD) production equipment incorporating power systems rated for over 80 kW and having either of the following:

1. A liquid pool level “laser” control system which regulates precisely the ingots feed rate; or
2. A computer controlled rate monitor operating on the principle of photo-luminescence of the ionised atoms in the evaporant stream to control the deposition rate of a coating containing two or more elements;

2B005

(continued)

- d. Plasma spraying production equipment having either of the following:
 - 1. Operating at reduced pressure controlled atmosphere (equal to or less than 10 kPa measured above and within 300 mm of the gun nozzle exit) in a vacuum chamber capable of evacuation down to 0.01 Pa prior to the spraying process; or
 - 2. Incorporating *in situ* coating thickness control;
- e. Sputter deposition production equipment capable of current densities of 0.1 mA/mm² or higher at a deposition rate of 15 µm/h or more;
- f. Cathodic arc deposition production equipment incorporating a grid of electromagnets for steering control of the arc spot on the cathode;
- g. Ion plating production equipment capable of the *in situ* measurement of either of the following:
 - 1. Coating thickness on the substrate and rate control; or
 - 2. Optical characteristics.

Note: 2B005 does not control chemical vapour deposition, cathodic arc, sputter deposition, ion plating or ion implantation equipment, specially designed for cutting or machining tools.

2B006

Dimensional inspection or measuring systems, equipment and “electronic assemblies”, as follows:

- a. Computer controlled or “numerically controlled” Coordinate Measuring Machines (CMM), having a three dimensional (volumetric) maximum permissible error of length measurement (E_0 , MPE) at any point within the operating range of the machine (i.e. within the length of axes) equal to or less (better) than $(1.7 + L/1,000) \mu\text{m}$ (L is the measured length in mm), according to ISO 10360-2 (2009);

Technical Note:

The E_0 , MPE of the most accurate configuration of the CMM specified by the manufacturer (e.g. best of the following: probe, stylus length, motion parameters, environment) and with “all compensations available” shall be compared to the $1.7 + L/1,000 \mu\text{m}$ threshold.

NB: SEE ALSO 2B206.

- b. Linear and angular displacement measuring instruments, as follows:
 - 1. ‘Linear displacement’ measuring instruments having any of the following:

Technical Note:

For the purpose of 2B006.b.1. ‘linear displacement’ means the change of distance between the measuring probe and the measured object.

 - a. Non-contact type measuring systems with a “resolution” equal to or less (better) than 0.2 µm within a measuring range up to 0.2 mm;
 - b. Linear voltage differential transformer systems having both of the following:
 - 1. “Linearity” equal to or less (better) than 0.1 % within a measuring range up to 5 mm; and
 - 2. Drift equal to or less (better) than 0.1 % per day at a standard ambient test room temperature $\pm 1 \text{ K}$;

2B006

b. 1. (continued)

c. Measuring systems having all of the following:

1. Containing a “laser”; and

2. Maintaining, for at least 12 hours, at a temperature of 20 ± 1 °C, all of the following:

a. A “resolution” over their full scale of 0.1 µm or less (better); and

b. Capable of achieving a “measurement uncertainty”, when compensated for the refractive index of air, equal to or less (better) than $(0.2 + L/2,000)$ µm (L is the measured length in mm); or

d. “Electronic assemblies” specially designed to provide feedback capability in systems specified in 2B006.b.1.c.;

Note: 2B006.b.1. does not control measuring interferometer systems, with an automatic control system that is designed to use no feedback techniques, containing a “laser” to measure slide movement errors of machine-tools, dimensional inspection machines or similar equipment.

2. Angular displacement measuring instruments having an “angular position deviation” equal to or less (better) than 0.00025 °;

Note: 2B006.b.2. does not control optical instruments, such as autocollimators, using collimated light (e.g. laser light) to detect angular displacement of a mirror.

c. Equipment for measuring surface irregularities, by measuring optical scatter as a function of angle, with a sensitivity of 0.5 nm or less (better).

Note: 2B006 includes machine tools, other than those specified by 2B001, that can be used as measuring machines if they meet or exceed the criteria specified for the measuring machine function.

2B007

“Robots” having any of the following characteristics and specially designed controllers and “end-effectors” therefor:

NB: SEE ALSO 2B207.

a. Capable in real time of full three-dimensional image processing or full three-dimensional ‘scene analysis’ to generate or modify “programmes” or to generate or modify numerical programme data;

Technical Note:

The ‘scene analysis’ limitation does not include approximation of the third dimension by viewing at a given angle, or limited grey scale interpretation for the perception of depth or texture for the approved tasks (2 1/2 D).

b. Specially designed to comply with national safety standards applicable to potentially explosive munitions environments;

Note: 2B007.b. does not control “robots” specially designed for paint-spraying booths.

c. Specially designed or rated as radiation-hardened to withstand a total radiation dose greater than 5×10^3 Gy (silicon) without operational degradation; or

Technical Note:

The term Gy (silicon) refers to the energy in Joules per kilogram absorbed by an unshielded silicon sample when exposed to ionising radiation.

d. Specially designed to operate at altitudes exceeding 30,000 m.

- 2B008 Assemblies or units, specially designed for machine tools, or dimensional inspection or measuring systems and equipment, as follows:
- Linear position feedback units (e.g. inductive type devices, graduated scales, infrared systems or “laser” systems) having an overall “accuracy” less (better) than $(800 + (600 \times L \times 10^{-3}))$ nm (L equals the effective length in mm);

NB: For “laser” systems see also Note to 2B006.b.1.c. and d.
 - Rotary position feedback units (e.g. inductive type devices, graduated scales, infrared systems or “laser” systems) having an “accuracy” less (better) than 0.00025 °;

NB: For “laser” systems see also Note to 2B006.b.2.
 - “Compound rotary tables” and “tilting spindles”, capable of upgrading, according to the manufacturer’s specifications, machine tools to or above the levels specified in 2B.
- 2B009 Spin-forming machines and flow-forming machines, which, according to the manufacturer’s technical specification, can be equipped with “numerical control” units or a computer control and having both of the following:
- NB: SEE ALSO 2B109 AND 2B209.**
- Two or more controlled axes of which at least two can be coordinated simultaneously for “contouring control”; and
 - A roller force more than 60 kN.
- Technical Note:*
- For the purpose of 2B009, machines combining the function of spin-forming and flow-forming are regarded as flow-forming machines.*
- 2B104 “Isostatic presses”, other than those specified in 2B004, having all of the following:
- NB: SEE ALSO 2B204.**
- Maximum working pressure of 69 MPa or greater;
 - Designed to achieve and maintain a controlled thermal environment of 873 K (600 °C) or greater; and
 - Possessing a chamber cavity with an inside diameter of 254 mm or greater.
- 2B105 Chemical vapour deposition (CVD) furnaces, other than those specified in 2B005.a., designed or modified for the densification of carbon-carbon composites.
- 2B109 Flow-forming machines, other than those specified in 2B009, and specially designed components as follows:
- NB: SEE ALSO 2B209.**
- Flow-forming machines having both of the following:
 - According to the manufacturer’s technical specification, can be equipped with “numerical control” units or a computer control, even when not equipped with such units; and
 - With more than two axes which can be coordinated simultaneously for “contouring control”.

2B109 (continued)

- b. Specially designed components for flow-forming machines specified in 2B009 or 2B109.a.

Note: 2B109 does not control machines that are not usable in the production of propulsion components and equipment (e.g. motor cases) for systems specified in 9A005, 9A007.a. or 9A105.a.

Technical Note:

Machines combining the function of spin-forming and flow-forming are for the purpose of 2B109 regarded as flow-forming machines.

2B116 Vibration test systems, equipment and components therefor, as follows:

- a. Vibration test systems employing feedback or closed loop techniques and incorporating a digital controller, capable of vibrating a system at an acceleration equal to or greater than 10 g rms between 20 Hz and 2 kHz while imparting forces equal to or greater than 50 kN, measured 'bare table';
- b. Digital controllers, combined with specially designed vibration test software, with a 'real-time control bandwidth' greater than 5 kHz designed for use with vibration test systems specified in 2B116.a.;

Technical Note:

In 2B116.b., 'real-time control bandwidth' means the maximum rate at which a controller can execute complete cycles of sampling, processing data and transmitting control signals.

- c. Vibration thrusters (shaker units), with or without associated amplifiers, capable of imparting a force equal to or greater than 50 kN, measured 'bare table', and usable in vibration test systems specified in 2B116.a.;
- d. Test piece support structures and electronic units designed to combine multiple shaker units in a system capable of providing an effective combined force equal to or greater than 50 kN, measured 'bare table', and usable in vibration systems specified in 2B116.a.

Technical Note:

In 2B116, 'bare table' means a flat table, or surface, with no fixture or fittings.

2B117 Equipment and process controls, other than those specified in 2B004, 2B005.a., 2B104 or 2B105, designed or modified for densification and pyrolysis of structural composite rocket nozzles and reentry vehicle nose tips.

2B119 Balancing machines and related equipment, as follows:

NB: SEE ALSO 2B219.

- a. Balancing machines having all the following characteristics:
1. Not capable of balancing rotors/assemblies having a mass greater than 3 kg;
 2. Capable of balancing rotors/assemblies at speeds greater than 12,500 rpm;
 3. Capable of correcting unbalance in two planes or more; and
 4. Capable of balancing to a residual specific unbalance of 0.2 g mm per kg of rotor mass;

2B119 a. (continued)

Note: 2B119.a. does not control balancing machines designed or modified for dental or other medical equipment.

b. Indicator heads designed or modified for use with machines specified in 2B119.a.

Technical Note:

Indicator heads are sometimes known as balancing instrumentation.

2B120 Motion simulators or rate tables having all of the following characteristics:

- a. Two axes or more;
- b. Designed or modified to incorporate slip rings or integrated non-contact devices capable of transferring electrical power, signal information, or both; and
- c. Having any of the following characteristics:
 - 1. For any single axis having all of the following:
 - a. Capable of rates of 400 degrees/s or more, or 30 degrees/s or less; and
 - b. A rate resolution equal to or less than 6 degrees/s and an accuracy equal to or less than 0.6 degrees/s;
 - 2. Having a worst-case rate stability equal to or better (less) than plus or minus 0.05 % averaged over 10 degrees or more; or
 - 3. A positioning "accuracy" equal to or less (better) than 5 arc second.

Note 1: 2B120 does not control rotary tables designed or modified for machine tools or for medical equipment. For controls on machine tool rotary tables see 2B008.

Note 2: Motion simulators or rate tables specified in 2B120 remain controlled whether or not slip rings or integrated non-contact devices are fitted at time of export.

2B121 Positioning tables (equipment capable of precise rotary positioning in any axes), other than those specified in 2B120, having all the following characteristics:

- a. Two axes or more; and
- b. A positioning "accuracy" equal to or less (better) than 5 arc second.

Note: 2B121 does not control rotary tables designed or modified for machine tools or for medical equipment. For controls on machine tool rotary tables see 2B008.

2B122 Centrifuges capable of imparting accelerations above 100 g and designed or modified to incorporate slip rings or integrated non-contact devices capable of transferring electrical power, signal information, or both.

Note: Centrifuges specified in 2B122 remain controlled whether or not slip rings or integrated non-contact devices are fitted at time of export.

2B201 Machine tools and any combination thereof, other than those specified in 2B001, as follows, for removing or cutting metals, ceramics or “composites”, which, according to the manufacturer’s technical specification, can be equipped with electronic devices for simultaneous “contouring control” in two or more axes:

a. Machine tools for milling, having any of the following characteristics:

1. Positioning accuracies with “all compensations available” equal to or less (better) than 6 μm according to ISO 230/2 (1988) ⁽¹⁾ or national equivalents along any linear axis; or
2. Two or more contouring rotary axes;

Note: 2B201.a. does not control milling machines having the following characteristics:

- a. X-axis travel greater than 2 m; and
- b. Overall positioning accuracy on the x-axis more (worse) than 30 μm .

b. Machine tools for grinding, having any of the following characteristics:

1. Positioning accuracies with “all compensations available” equal to or less (better) than 4 μm according to ISO 230/2 (1988) ⁽¹⁾ or national equivalents along any linear axis; or
2. Two or more contouring rotary axes.

Note: 2B201.b. does not control the following grinding machines:

- a. Cylindrical external, internal, and external-internal grinding machines having both of the following characteristics:
 1. Limited to a maximum workpiece capacity of 150 mm outside diameter or length; and
 2. Axes limited to x, z and c;
- b. Jig grinders that do not have a z-axis or a w-axis with an overall positioning accuracy less (better) than 4 μm according to ISO 230/2 (1988) ⁽¹⁾ or national equivalents.

Note 1: 2B201 does not control special purpose machine tools limited to the manufacture of any of the following parts:

- a. Gears;
- b. Crankshafts or camshafts;
- c. Tools or cutters;
- d. Extruder worms.

Note 2: A machine tool having at least two of the three turning, milling or grinding capabilities (e.g. a turning machine with milling capability), must be evaluated against each applicable entry 2B001.a. or 2B201.a. or b.

⁽¹⁾ Manufacturers calculating positioning accuracy in accordance with ISO 230/2 (1997) should consult the competent authorities of Thailand.

2B204 “Isostatic presses”, other than those specified in 2B004 or 2B104, and related equipment, as follows:

- a. “Isostatic presses” having both of the following characteristics:
 1. Capable of achieving a maximum working pressure of 69 MPa or greater; and
 2. A chamber cavity with an inside diameter in excess of 152 mm;
- b. Dies, moulds and controls, specially designed for “isostatic presses” specified in 2B204.a.

Technical Note:

In 2B204 the inside chamber dimension is that of the chamber in which both the working temperature and the working pressure are achieved and does not include fixtures. That dimension will be the smaller of either the inside diameter of the pressure chamber or the inside diameter of the insulated furnace chamber, depending on which of the two chambers is located inside the other.

2B206 Dimensional inspection machines, instruments or systems, other than those specified in 2B006, as follows:

- a. Computer controlled or numerically controlled coordinate measuring machines (CMM) having both of the following characteristics:
 1. Two or more axes; and
 2. A maximum permissible error of length measurement (E_0 , MPE) along any axis (one dimensional), identified as E_{0X} , E_{0Y} , or E_{0Z} , equal to or less (better) than $(1.25 + L/1,000) \mu\text{m}$ (where L is the measured length in millimetres) at any point within the operating range of the machine (i.e. within the length of the axis), tested according to ISO 10360-2(2009);
- b. Systems for simultaneous linear-angular inspection of hemishells, having both of the following characteristics:
 1. “Measurement uncertainty” along any linear axis equal to or less (better) than $3.5 \mu\text{m}$ per 5 mm; and
 2. “Angular position deviation” equal to or less than 0.02° .

Note 1: Machine tools that can be used as measuring machines are controlled if they meet or exceed the criteria specified for the machine tool function or the measuring machine function.

Note 2: A machine specified in 2B206 is controlled if it exceeds the control threshold anywhere within its operating range.

Technical Notes:

All parameters of measurement values in 2B206 represent plus/minus i.e. not total band.

2B207 “Robots”, “end-effectors” and control units, other than those specified in 2B007, as follows:

- a. “Robots” or “end-effectors” specially designed to comply with national safety standards applicable to handling high explosives (for example, meeting electrical code ratings for high explosives);
- b. Control units specially designed for any of the “robots” or “end-effectors” specified in 2B207.a.

2B209 Flow forming machines, spin forming machines capable of flow forming functions, other than those specified in 2B009 or 2B109, and mandrels, as follows:

- a. Machines having both of the following characteristics:
 - 1. Three or more rollers (active or guiding); and
 - 2. Which, according to the manufacturer's technical specification, can be equipped with "numerical control" units or a computer control;
- b. Rotor-forming mandrels designed to form cylindrical rotors of inside diameter between 75 mm and 400 mm.

Note: 2B209.a. includes machines which have only a single roller designed to deform metal plus two auxiliary rollers which support the mandrel, but do not participate directly in the deformation process.

2B219 Centrifugal multiplane balancing machines, fixed or portable, horizontal or vertical, as follows:

- a. Centrifugal balancing machines designed for balancing flexible rotors having a length of 600 mm or more and having all of the following characteristics:
 - 1. Swing or journal diameter greater than 75 mm;
 - 2. Mass capability of from 0.9 to 23 kg; and
 - 3. Capable of balancing speed of revolution greater than 5,000 r.p.m.;
- b. Centrifugal balancing machines designed for balancing hollow cylindrical rotor components and having all of the following characteristics:
 - 1. Journal diameter greater than 75 mm;
 - 2. Mass capability of from 0.9 to 23 kg;
 - 3. Capable of balancing to a residual imbalance equal to or less than 0.01 kg × mm/kg per plane; and
 - 4. Belt drive type.

2B225 Remote manipulators that can be used to provide remote actions in radiochemical separation operations or hot cells, having either of the following characteristics:

- a. A capability of penetrating 0.6 m or more of hot cell wall (through-the-wall operation); or
- b. A capability of bridging over the top of a hot cell wall with a thickness of 0.6 m or more (over-the-wall operation).

Technical Note:

Remote manipulators provide translation of human operator actions to a remote operating arm and terminal fixture. They may be of 'master/slave' type or operated by joystick or keypad.

2B226 Controlled atmosphere (vacuum or inert gas) induction furnaces, and power supplies therefor, as follows:

NB: SEE ALSO 3B.

a. Furnaces having all of the following characteristics:

1. Capable of operation above 1,123 K (850 °C);
2. Induction coils 600 mm or less in diameter; and
3. Designed for power inputs of 5 kW or more;

b. Power supplies, with a specified power output of 5 kW or more, specially designed for furnaces specified in 2B226.a.

Note: 2B226.a. does not control furnaces designed for the processing of semiconductor wafers.

2B227 Vacuum or other controlled atmosphere metallurgical melting and casting furnaces and related equipment as follows:

a. Arc remelt and casting furnaces having both of the following characteristics:

1. Consumable electrode capacities between 1,000 cm³ and 20,000 cm³; and
2. Capable of operating with melting temperatures above 1,973 K (1,700 °C);

b. Electron beam melting furnaces and plasma atomisation and melting furnaces, having both of the following characteristics:

1. A power of 50 kW or greater; and
2. Capable of operating with melting temperatures above 1,473 K (1,200 °C).

c. Computer control and monitoring systems specially configured for any of the furnaces specified in 2B227.a. or b.

2B228 Rotor fabrication or assembly equipment, rotor straightening equipment, bellows-forming mandrels and dies, as follows:

a. Rotor assembly equipment for assembly of gas centrifuge rotor tube sections, baffles, and end caps;

Note: 2B228.a. includes precision mandrels, clamps, and shrink fit machines.

b. Rotor straightening equipment for alignment of gas centrifuge rotor tube sections to a common axis;

Technical Note:

In 2B228.b. such equipment normally consists of precision measuring probes linked to a computer that subsequently controls the action of, for example, pneumatic rams used for aligning the rotor tube sections.

c. Bellows-forming mandrels and dies for producing single-convolution bellows.

Technical Note:

In 2B228.c. the bellows have all of the following characteristics:

1. Inside diameter between 75 mm and 400 mm;

-
- 2B228 c. (continued)
2. Length equal to or greater than 12.7 mm;
 3. Single convolution depth greater than 2 mm; and
 4. Made of high-strength aluminium alloys, maraging steel or high strength "fibrous or filamentary materials".
- 2B230 "Pressure transducers" capable of measuring absolute pressures at any point in the range 0 to 13 kPa and having both of the following characteristics:
- a. Pressure sensing elements made of or protected by aluminium, aluminium alloy, nickel or nickel alloy with more than 60 % nickel by weight; and
 - b. Having either of the following characteristics:
 1. A full scale of less than 13 kPa and an 'accuracy' of better than ± 1 % of full-scale; or
 2. A full scale of 13 kPa or greater and an 'accuracy' of better than ± 130 Pa.
- Technical Note:
- For the purposes of 2B230, 'accuracy' includes non-linearity, hysteresis and repeatability at ambient temperature.*
- 2B231 Vacuum pumps having all of the following characteristics:
- a. Input throat size equal to or greater than 380 mm;
 - b. Pumping speed equal to or greater than $15 \text{ m}^3/\text{s}$; and
 - c. Capable of producing an ultimate vacuum better than 13 mPa.
- Technical Notes:
1. The pumping speed is determined at the measurement point with nitrogen gas or air.
 2. The ultimate vacuum is determined at the input of the pump with the input of the pump blocked off.
- 2B232 Multistage light gas guns or other high-velocity gun systems (coil, electromagnetic, and electrothermal types, and other advanced systems) capable of accelerating projectiles to 2 km/s or greater.
- 2B350 Chemical manufacturing facilities, equipment and components, as follows:
- a. Reaction vessels or reactors, with or without agitators, with total internal (geometric) volume greater than 0.1 m^3 (100 litres) and less than 20 m^3 (20,000 litres), where all surfaces that come in direct contact with the chemical(s) being processed or contained are made from any of the following materials:
 1. 'Alloys' with more than 25 % nickel and 20 % chromium by weight;
 2. Fluoropolymers (polymeric or elastomeric materials with more than 35 % fluorine by weight);
 3. Glass (including vitrified or enamelled coating or glass lining);
 4. Nickel or 'alloys' with more than 40 % nickel by weight;
 5. Tantalum or tantalum 'alloys';

2B350

a. (continued)

6. Titanium or titanium 'alloys';
 7. Zirconium or zirconium 'alloys'; or
 8. Niobium (columbium) or niobium 'alloys';
- b. Agitators for use in reaction vessels or reactors specified in 2B350.a.; and impellers, blades or shafts designed for such agitators, where all surfaces of the agitator that come in direct contact with the chemical(s) being processed or contained are made from any of the following materials:
1. 'Alloys' with more than 25 % nickel and 20 % chromium by weight;
 2. Fluoropolymers (polymeric or elastomeric materials with more than 35 % fluorine by weight);
 3. Glass (including vitrified or enamelled coatings or glass lining);
 4. Nickel or 'alloys' with more than 40 % nickel by weight;
 5. Tantalum or tantalum 'alloys';
 6. Titanium or titanium 'alloys';
 7. Zirconium or zirconium 'alloys'; or
 8. Niobium (columbium) or niobium 'alloys';
- c. Storage tanks, containers or receivers with a total internal (geometric) volume greater than 0.1 m^3 (100 litres) where all surfaces that come in direct contact with the chemical(s) being processed or contained are made from any of the following materials:
1. 'Alloys' with more than 25 % nickel and 20 % chromium by weight;
 2. Fluoropolymers (polymeric or elastomeric materials with more than 35 % fluorine by weight);
 3. Glass (including vitrified or enamelled coatings or glass lining);
 4. Nickel or 'alloys' with more than 40 % nickel by weight;
 5. Tantalum or tantalum 'alloys';
 6. Titanium or titanium 'alloys';
 7. Zirconium or zirconium 'alloys'; or
 8. Niobium (columbium) or niobium 'alloys';
- d. Heat exchangers or condensers with a heat transfer surface area greater than 0.15 m^2 , and less than 20 m^2 ; and tubes, plates, coils or blocks (cores) designed for such heat exchangers or condensers, where all surfaces that come in direct contact with the chemical(s) being processed are made from any of the following materials:
1. 'Alloys' with more than 25 % nickel and 20 % chromium by weight;
 2. Fluoropolymers (polymeric or elastomeric materials with more than 35 % fluorine by weight);
 3. Glass (including vitrified or enamelled coatings or glass lining);
 4. Graphite or 'carbon graphite';
 5. Nickel or 'alloys' with more than 40 % nickel by weight;

2B350

d. (continued)

6. Tantalum or tantalum 'alloys';
 7. Titanium or titanium 'alloys';
 8. Zirconium or zirconium 'alloys';
 9. Silicon carbide;
 10. Titanium carbide; or
 11. Niobium (columbium) or niobium 'alloys';
- e. Distillation or absorption columns of internal diameter greater than 0.1 m; and liquid distributors, vapour distributors or liquid collectors designed for such distillation or absorption columns, where all surfaces that come in direct contact with the chemical(s) being processed are made from any of the following materials:
1. 'Alloys' with more than 25 % nickel and 20 % chromium by weight;
 2. Fluoropolymers (polymeric or elastomeric materials with more than 35 % fluorine by weight);
 3. Glass (including vitrified or enamelled coatings or glass lining);
 4. Graphite or 'carbon graphite';
 5. Nickel or 'alloys' with more than 40 % nickel by weight;
 6. Tantalum or tantalum 'alloys';
 7. Titanium or titanium 'alloys';
 8. Zirconium or zirconium 'alloys'; or
 9. Niobium (columbium) or niobium 'alloys';
- f. Remotely operated filling equipment in which all surfaces that come in direct contact with the chemical(s) being processed are made from any of the following materials:
1. 'Alloys' with more than 25 % nickel and 20 % chromium by weight; or
 2. Nickel or 'alloys' with more than 40 % nickel by weight;
- g. Valves with 'nominal sizes' greater than 10 mm and casings (valve bodies) or preformed casing liners designed for such valves, in which all surfaces that come in direct contact with the chemical(s) being processed or contained are made from any of the following materials:
1. 'Alloys' with more than 25 % nickel and 20 % chromium by weight;
 2. Fluoropolymers (polymeric or elastomeric materials with more than 35 % fluorine by weight);
 3. Glass (including vitrified or enamelled coatings or glass lining);
 4. Nickel or 'alloys' with more than 40 % nickel by weight;
 5. Tantalum or tantalum 'alloys';
 6. Titanium or titanium 'alloys';
 7. Zirconium or zirconium 'alloys';
 8. Niobium (columbium) or niobium 'alloys'; or

2B350

g. (continued)

9. Ceramic materials as follows:

- a. Silicon carbide with purity of 80 % or more by weight;
- b. Aluminium oxide (alumina) with purity of 99.9 % or more by weight;
- c. Zirconium oxide (zirconia);

Technical Note:

The 'nominal size' is defined as the smaller of the inlet and outlet diameters.

h. Multi-walled piping incorporating a leak detection port, in which all surfaces that come in direct contact with the chemical(s) being processed or contained are made from any of the following materials:

- 1. 'Alloys' with more than 25 % nickel and 20 % chromium by weight;
- 2. Fluoropolymers (polymeric or elastomeric materials with more than 35 % fluorine by weight);
- 3. Glass (including vitrified or enamelled coatings or glass lining);
- 4. Graphite or 'carbon graphite';
- 5. Nickel or 'alloys' with more than 40 % nickel by weight;
- 6. Tantalum or tantalum 'alloys';
- 7. Titanium or titanium 'alloys';
- 8. Zirconium or zirconium 'alloys'; or
- 9. Niobium (columbium) or niobium 'alloys';

i. Multiple-seal and seal-less pumps, with manufacturer's specified maximum flow-rate greater than 0.6 m³/hour, or vacuum pumps with manufacturer's specified maximum flow-rate greater than 5 m³/hour (under standard temperature (273 K (0 °C)) and pressure (101.3 kPa) conditions); and casings (pump bodies), preformed casing liners, impellers, rotors or jet pump nozzles designed for such pumps, in which all surfaces that come in direct contact with the chemical(s) being processed are made from any of the following materials:

- 1. 'Alloys' with more than 25 % nickel and 20 % chromium by weight;
- 2. Ceramics;
- 3. Ferrosilicon (high silicon iron alloys);
- 4. Fluoropolymers (polymeric or elastomeric materials with more than 35 % fluorine by weight);
- 5. Glass (including vitrified or enamelled coatings or glass lining);
- 6. Graphite or 'carbon graphite';
- 7. Nickel or 'alloys' with more than 40 % nickel by weight;
- 8. Tantalum or tantalum 'alloys';
- 9. Titanium or titanium 'alloys';
- 10. Zirconium or zirconium 'alloys'; or
- 11. Niobium (columbium) or niobium 'alloys';

2B350 (continued)

j. Incinerators designed to destroy chemicals specified in entry 1C350, having specially designed waste supply systems, special handling facilities and an average combustion chamber temperature greater than 1,273 K (1,000 °C), in which all surfaces in the waste supply system that come into direct contact with the waste products are made from or lined with any of the following materials:

1. 'Alloys' with more than 25 % nickel and 20 % chromium by weight;
2. Ceramics; or
3. Nickel or 'alloys' with more than 40 % nickel by weight.

Technical Notes:

1. 'Carbon graphite' is a composition consisting of amorphous carbon and graphite, in which the graphite content is eight percent or more by weight.
2. For the listed materials in the above entries, the term 'alloy' when not accompanied by a specific elemental concentration is understood as identifying those alloys where the identified metal is present in a higher percentage by weight than any other element.

2B351 Toxic gas monitoring systems and their dedicated detecting components, other than those specified in 1A004, as follows; and detectors; sensor devices; and replaceable sensor cartridges therefor:

- a. Designed for continuous operation and usable for the detection of chemical warfare agents or chemicals specified in 1C350, at concentrations of less than 0.3 mg/m³; or
- b. Designed for the detection of cholinesterase-inhibiting activity.

2B352 Equipment capable of use in handling biological materials, as follows:

- a. Complete biological containment facilities at P3, P4 containment level;

Technical Note:

P3 or P4 (BL3, BL4, L3, L4) containment levels are as specified in the WHO Laboratory Biosafety manual (3rd edition Geneva 2004).

- b. Fermenters capable of cultivation of pathogenic "microorganisms", viruses or capable of toxin production, without the propagation of aerosols, and having a total capacity of 20 litres or more;

Technical Note:

Fermenters include bioreactors, chemostats and continuous-flow systems.

- c. Centrifugal separators, capable of continuous separation without the propagation of aerosols, having all the following characteristics:

1. Flow-rate exceeding 100 litres per hour;
2. Components of polished stainless steel or titanium;
3. One or more sealing joints within the steam containment area; and
4. Capable of *in situ* steam sterilisation in a closed state;

Technical Note:

Centrifugal separators include decanters.

2B352 (continued)

d. Cross (tangential) flow filtration equipment and components as follows:

1. Cross (tangential) flow filtration equipment capable of separation of pathogenic micro-organisms, viruses, toxins or cell cultures, without the propagation of aerosols, having all of the following characteristics:

a. A total filtration area equal to or greater than 1 m^2 ; and

b. Having either of the following characteristics:

1. Capable of being sterilised or disinfected *in situ*; or

2. Using disposable or single-use filtration components;

Technical Note:

In 2B352.d.1.b. sterilised denotes the elimination of all viable microbes from the equipment through the use of either physical (e.g. steam) or chemical agents. Disinfected denotes the destruction of potential microbial infectivity in the equipment through the use of chemical agents with a germicidal effect. Disinfection and sterilisation are distinct from sanitisation, the latter referring to cleaning procedures designed to lower the microbial content of equipment without necessarily achieving elimination of all microbial infectivity or viability.

2. Cross (tangential) flow filtration components (e.g. modules, elements, cassettes, cartridges, units or plates) with filtration area equal to or greater than 0.2 m^2 for each component and designed for use in cross (tangential) flow filtration equipment specified in 2B352.d.;

Note: 2B352.d. does not control reverse osmosis equipment, as specified by the manufacturer.

e. Steam sterilisable freeze drying equipment with a condenser capacity exceeding 10 kg of ice in 24 hours and less than 1,000 kg of ice in 24 hours;

f. Protective and containment equipment, as follows:

1. Protective full or half suits, or hoods dependent upon a tethered external air supply and operating under positive pressure;

Note: 2B352.f.1. does not control suits designed to be worn with self-contained breathing apparatus.

2. Class III biological safety cabinets or isolators with similar performance standards;

Note: In 2B352.f.2., isolators include flexible isolators, dry boxes, anaerobic chambers, glove boxes and laminar flow hoods (closed with vertical flow).

g. Chambers designed for aerosol challenge testing with “microorganisms”, viruses or “toxins” and having a capacity of 1 m^3 or greater.

2C

Materials

None.

2D	Software
2D001	“Software”, other than that specified in 2D002, specially designed or modified for the “development”, “production” or “use” of equipment specified in 2A001 or 2B001 to 2B009.
2D002	“Software” for electronic devices, even when residing in an electronic device or system, enabling such devices or systems to function as a “numerical control” unit, capable of co-ordinating simultaneously more than four axes for “contouring control”.
	<i>Note 1: 2D002 does not control “software” specially designed or modified for the operation of machine tools not specified in Category 2.</i>
	<i>Note 2: 2D002 does not control “software” for items specified in 2B002. See 2D001 for “software” for items specified in 2B002.</i>
2D101	“Software” specially designed or modified for the “use” of equipment specified in 2B104, 2B105, 2B109, 2B116, 2B117 or 2B119 to 2B122.
	NB: SEE ALSO 9D004.
2D201	“Software” specially designed for the “use” of equipment specified in 2B204, 2B206, 2B207, 2B209, 2B219 or 2B227.
2D202	“Software” specially designed or modified for the “development”, “production” or “use” of equipment specified in 2B201.
2D351	“Software”, other than that specified in 1D003, specially designed for “use” of equipment specified in 2B351.

2E	Technology
2E001	“Technology” according to the General Technology Note for the “development” of equipment or “software” specified in 2A, 2B or 2D.
2E002	“Technology” according to the General Technology Note for the “production” of equipment specified in 2A or 2B.
2E003	Other “technology”, as follows: a. “Technology” for the “development” of interactive graphics as an integrated part in “numerical control” units for preparation or modification of part programmes; b. “Technology” for metal-working manufacturing processes, as follows: 1. “Technology” for the design of tools, dies or fixtures specially designed for any of the following processes: a. “Superplastic forming”; b. “Diffusion bonding”; or c. “Direct-acting hydraulic pressing”; 2. Technical data consisting of process methods or parameters as listed below used to control: a. “Superplastic forming” of aluminium alloys, titanium alloys or “superalloys”: 1. Surface preparation; 2. Strain rate; 3. Temperature; 4. Pressure; b. “Diffusion bonding” of “superalloys” or titanium alloys: 1. Surface preparation; 2. Temperature; 3. Pressure; c. “Direct-acting hydraulic pressing” of aluminium alloys or titanium alloys: 1. Pressure; 2. Cycle time; d. “Hot isostatic densification” of titanium alloys, aluminium alloys or “superalloys”: 1. Temperature; 2. Pressure; 3. Cycle time; c. “Technology” for the “development” or “production” of hydraulic stretch-forming machines and dies therefor, for the manufacture of airframe structures;

2E003 (continued)

- d. “Technology” for the “development” of generators of machine tool instructions (e.g. part programmes) from design data residing inside “numerical control” units;
- e. “Technology” for the “development” of integration “software” for incorporation of expert systems for advanced decision support of shop floor operations into “numerical control” units;
- f. “Technology” for the application of inorganic overlay coatings or inorganic surface modification coatings (specified in column 3 of the following table) to non-electronic substrates (specified in column 2 of the following table), by processes specified in column 1 of the following table and defined in the Technical Note.

Note: The table and Technical Note appear after entry 2E301.

NB: This table should be read to specify the technology of a particular Coating Process only when the Resultant Coating in column 3 is in a paragraph directly across from the relevant Substrate under column 2. For example, Chemical Vapour Deposition (CVD) coating process technical data are included for the application of silicides to carbon-carbon, ceramic and metal “matrix” “composites” substrates, but are not included for the application of silicides to ‘cemented tungsten carbide’ (16), ‘silicon carbide’ (18) substrates. In the second case, the resultant coating is not listed in the paragraph under column 3 directly across from the paragraph under column 2 listing ‘cemented tungsten carbide’ (16), ‘silicon carbide’ (18).

2E101 “Technology” according to the General Technology Note for the “use” of equipment or “software” specified in 2B004, 2B009, 2B104, 2B109, 2B116, 2B119 to 2B122 or 2D101.

2E201 “Technology” according to the General Technology Note for the “use” of equipment or “software” specified in 2A225, 2A226, 2B001, 2B006, 2B007.b., 2B007.c., 2B008, 2B009, 2B201, 2B204, 2B206, 2B207, 2B209, 2B225 to 2B232, 2D201 or 2D202.

2E301 “Technology” according to the General Technology Note for the “use” of goods specified in 2B350 to 2B352.

Table

Deposition techniques

1. Coating Process (1) (*)	2. Substrate	3. Resultant Coating
A. Chemical Vapour Deposition (CVD)	“Superalloys”	Aluminides for internal passages
	Ceramics (19) and Low-expansion glasses (14)	Silicides Carbides Dielectric layers (15) Diamond Diamond-like carbon (17)
	Carbon-carbon, Ceramic and Metal “matrix” “composites”	Silicides Carbides Refractory metals Mixtures thereof (4) Dielectric layers (15) Aluminides

1. Coating Process (1) (*)	2. Substrate	3. Resultant Coating
B. Thermal-Evaporation Physical Vapour Deposition (TE-PVD)		Alloyed aluminides (2) Boron nitride
	Cemented tungsten carbide (16), Silicon carbide (18)	Carbides Tungsten Mixtures thereof (4) Dielectric layers (15)
	Molybdenum and Molybdenum alloys	Dielectric layers (15)
	Beryllium and Beryllium alloys	Dielectric layers (15) Diamond Diamond-like carbon (17)
	Sensor window materials (9)	Dielectric layers (15) Diamond Diamond-like carbon (17)
B.1. Physical Vapour Deposition (PVD): Electron-Beam (EB-PVD)	“Superalloys”	Alloyed silicides Alloyed aluminides (2) MCrAlX (5) Modified zirconia (12) Silicides Aluminides Mixtures thereof (4)
	Ceramics (19) and Low-expansion glasses (14)	Dielectric layers (15)
	Corrosion resistant steel (7)	MCrAlX (5) Modified zirconia (12) Mixtures thereof (4)
	Carbon-carbon, Ceramic and Metal “matrix” “composites”	Silicides Carbides Refractory metals Mixtures thereof (4) Dielectric layers (15) Boron nitride
	Cemented tungsten carbide (16), Silicon carbide (18)	Carbides Tungsten Mixtures thereof (4) Dielectric layers (15)

1. Coating Process (1) (*)	2. Substrate	3. Resultant Coating
B.2. Ion assisted resistive heating Physical Vapour Deposition (PVD) (Ion Plating)	Molybdenum and Molybdenum alloys	Dielectric layers (15)
	Beryllium and Beryllium alloys	Dielectric layers (15) Borides Beryllium
	Sensor window materials (9)	Dielectric layers (15)
	Titanium alloys (13)	Borides Nitrides
	Ceramics (19) and Low-expansion glasses (14)	Dielectric layers (15) Diamond-like carbon (17)
	Carbon-carbon, Ceramic and Metal “matrix” “composites”	Dielectric layers (15)
	Cemented tungsten carbide (16), Silicon carbide	Dielectric layers (15)
	Molybdenum and Molybdenum alloys	Dielectric layers (15)
	Beryllium and Beryllium alloys	Dielectric layers (15)
	Sensor window materials (9)	Dielectric layers (15) Diamond-like carbon (17)
B.3. Physical Vapour Deposition (PVD): “Laser” Vaporisation	Ceramics (19) and Low-expansion glasses (14)	Silicides Dielectric layers (15) Diamond-like carbon (17)
	Carbon-carbon, Ceramic and Metal “matrix” “composites”	Dielectric layers (15)
	Cemented tungsten carbide (16), Silicon carbide	Dielectric layers (15)
	Molybdenum and Molybdenum alloys	Dielectric layers (15)
	Beryllium and Beryllium alloys	Dielectric layers (15)
	Sensor window materials (9)	Dielectric layers (15) Diamond-like carbon
B.4. Physical Vapour Deposition (PVD): Cathodic Arc Discharge	“Superalloys”	Alloyed silicides Alloyed aluminides (2) MCrAlX (5)
	Polymers (11) and Organic “matrix” “composites”	Borides Carbides Nitrides Diamond-like carbon (17)

1. Coating Process (1) (*)	2. Substrate	3. Resultant Coating
C. Pack cementation (see A above for out-of-pack cementation) (10)	Carbon-carbon, Ceramic and Metal “matrix” “composites”	Silicides Carbides Mixtures thereof (4)
	Titanium alloys (13)	Silicides Aluminides Alloyed aluminides (2)
	Refractory metals and alloys (8)	Silicides Oxides
	“Superalloys”	MCrAlX (5) Modified zirconia (12) Mixtures thereof (4) Abradable Nickel-Graphite Abradable materials containing Ni-Cr-Al Abradable Al-Si-Polyester Alloyed aluminides (2)
	Aluminium alloys (6)	MCrAlX (5) Modified zirconia (12) Silicides Mixtures thereof (4)
	Refractory metals and alloys (8)	Aluminides Silicides Carbides
	Corrosion resistant steel (7)	MCrAlX (5) Modified zirconia (12) Mixtures thereof (4)
D. Plasma spraying	Titanium alloys (13)	Carbides Aluminides Silicides Alloyed aluminides (2) Abradable Nickel-Graphite Abradable materials containing Ni-Cr-Al Abradable Al-Si-Polyester
	Refractory metals and alloys (8)	Fused silicides Fused aluminides except for resistance heating elements
	Carbon-carbon, Ceramic and Metal “matrix” “composites”	Silicides Carbides Mixtures thereof (4)
E. Slurry Deposition		

1. Coating Process (1) (*)	2. Substrate	3. Resultant Coating
F. Sputter Deposition	"Superalloys"	Alloyed silicides Alloyed aluminides (2) Noble metal modified aluminides (3) MCrAlX (5) Modified zirconia (12) Platinum Mixtures thereof (4)
	Ceramics and Low-expansion glasses (14)	Silicides Platinum Mixtures thereof (4) Dielectric layers (15) Diamond-like carbon (17)
	Titanium alloys (13)	Borides Nitrides Oxides Silicides Aluminides Alloyed aluminides (2) Carbides
	Carbon-carbon, Ceramic and Metal "matrix" "composites"	Silicides Carbides Refractory metals Mixtures thereof (4) Dielectric layers (15) Boron nitride
	Cemented tungsten carbide (16), Silicon carbide (18)	Carbides Tungsten Mixtures thereof (4) Dielectric layers (15) Boron nitride
	Molybdenum and Molybdenum alloys	Dielectric layers (15)
	Beryllium and Beryllium alloys	Borides Dielectric layers (15) Beryllium
	Sensor window materials (9)	Dielectric layers (15) Diamond-like carbon (17)

1. Coating Process (1) (*)	2. Substrate	3. Resultant Coating
G. Ion Implantation	Refractory metals and alloys (8)	Aluminides Silicides Oxides Carbides
	High temperature bearing steels	Additions of Chromium Tantalum or Niobium (Columbium)
	Titanium alloys (13)	Borides Nitrides
	Beryllium and Beryllium alloys	Borides
	Cemented tungsten carbide (16)	Carbides Nitrides

(*) The numbers in parenthesis refer to the notes following this table.

Table — Deposition Techniques — Notes

1. The term 'coating process' includes coating repair and refurbishing as well as original coating.
2. The term 'alloyed aluminide coating' includes single or multiple-step coatings in which an element or elements are deposited prior to or during application of the aluminide coating, even if these elements are deposited by another coating process. It does not, however, include the multiple use of single-step pack cementation processes to achieve alloyed aluminides.
3. The term 'noble metal modified aluminide' coating includes multiple-step coatings in which the noble metal or noble metals are laid down by some other coating process prior to application of the aluminide coating.
4. The term 'mixtures thereof' includes infiltrated material, graded compositions, co-deposits and multilayer deposits and are obtained by one or more of the coating processes specified in the Table.
5. 'MCrAlX' refers to a coating alloy where M equals cobalt, iron, nickel or combinations thereof and X equals hafnium, yttrium, silicon, tantalum in any amount or other intentional additions over 0.01 % by weight in various proportions and combinations, except:
 - a. CoCrAlY coatings which contain less than 22 % by weight of chromium, less than 7 % by weight of aluminium and less than 2 % by weight of yttrium;
 - b. CoCrAlY coatings which contain 22 to 24 % by weight of chromium, 10 to 12 % by weight of aluminium and 0.5 to 0.7 % by weight of yttrium; or
 - c. NiCrAlY coatings which contain 21 to 23 % by weight of chromium, 10 to 12 % by weight of aluminium and 0.9 to 1.1 % by weight of yttrium.
6. The term 'aluminium alloys' refers to alloys having an ultimate tensile strength of 190 MPa or more measured at 293 K (20 °C).
7. The term 'corrosion resistant steel' refers to AISI (American Iron and Steel Institute) 300 series or equivalent national standard steels.
8. 'Refractory metals and alloys' include the following metals and their alloys: niobium (columbium), molybdenum, tungsten and tantalum.

9. 'Sensor window materials', as follows: alumina, silicon, germanium, zinc sulphide, zinc selenide, gallium arsenide, diamond, gallium phosphide, sapphire and the following metal halides: sensor window materials of more than 40 mm diameter for zirconium fluoride and hafnium fluoride.
10. "Technology" for single-step pack cementation of solid airfoils is not controlled by Category 2.
11. 'Polymers', as follows: polyimide, polyester, polysulphide, polycarbonates and polyurethanes.
12. 'Modified zirconia' refers to additions of other metal oxides (e.g. calcia, magnesia, yttria, hafnia, rare earth oxides) to zirconia in order to stabilise certain crystallographic phases and phase compositions. Thermal barrier coatings made of zirconia, modified with calcia or magnesia by mixing or fusion, are not controlled.
13. 'Titanium alloys' refers only to aerospace alloys having an ultimate tensile strength of 900 MPa or more measured at 293 K (20 °C).
14. 'Low-expansion glasses' refers to glasses which have a coefficient of thermal expansion of $1 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ or less measured at 293 K (20 °C).
15. 'Dielectric layers' are coatings constructed of multi-layers of insulator materials in which the interference properties of a design composed of materials of various refractive indices are used to reflect, transmit or absorb various wavelength bands. Dielectric layers refers to more than four dielectric layers or dielectric/metal "composite" layers.
16. 'Cemented tungsten carbide' does not include cutting and forming tool materials consisting of tungsten carbide/ (cobalt, nickel), titanium carbide/(cobalt, nickel), chromium carbide/nickel-chromium and chromium carbide/nickel.
17. "Technology" specially designed to deposit diamond-like carbon on any of the following is not controlled:

magnetic disk drives and heads, equipment for the manufacture of disposables, valves for faucets, acoustic diaphragms for speakers, engine parts for automobiles, cutting tools, punching-pressing dies, office automation equipment, microphones or medical devices or moulds, for casting or moulding of plastics, manufactured from alloys containing less than 5 % beryllium.
18. 'Silicon carbide' does not include cutting and forming tool materials.
19. Ceramic substrates, as used in this entry, does not include ceramic materials containing 5 % by weight, or greater, clay or cement content, either as separate constituents or in combination.

Table — Deposition Techniques — Technical Note

Processes specified in Column 1 of the Table are defined as follows:

- a. Chemical Vapour Deposition (CVD) is an overlay coating or surface modification coating process wherein a metal, alloy, "composite", dielectric or ceramic is deposited upon a heated substrate. Gaseous reactants are decomposed or combined in the vicinity of a substrate resulting in the deposition of the desired elemental, alloy or compound material on the substrate. Energy for this decomposition or chemical reaction process may be provided by the heat of the substrate, a glow discharge plasma, or "laser" irradiation.

NB 1 CVD includes the following processes: directed gas flow out-of-pack deposition, pulsating CVD, controlled nucleation thermal deposition (CNTD), plasma enhanced or plasma assisted CVD processes.

NB 2 Pack denotes a substrate immersed in a powder mixture.

NB.3 The gaseous reactants used in the out-of-pack process are produced using the same basic reactions and parameters as the pack cementation process, except that the substrate to be coated is not in contact with the powder mixture.

- b. Thermal Evaporation-Physical Vapour Deposition (TE-PVD) is an overlay coating process conducted in a vacuum with a pressure less than 0.1 Pa wherein a source of thermal energy is used to vaporise the coating material. This process results in the condensation, or deposition, of the evaporated species onto appropriately positioned substrates.

The addition of gases to the vacuum chamber during the coating process to synthesise compound coatings is an ordinary modification of the process.

The use of ion or electron beams, or plasma, to activate or assist the coating's deposition is also a common modification in this technique. The use of monitors to provide in-process measurement of optical characteristics and thickness of coatings can be a feature of these processes.

Specific TE-PVD processes are as follows:

1. Electron Beam PVD uses an electron beam to heat and evaporate the material which forms the coating;
2. Ion Assisted Resistive Heating PVD employs electrically resistive heating sources in combination with impinging ion beam(s) to produce a controlled and uniform flux of evaporated coating species;
3. "Laser" Vaporisation uses either pulsed or continuous wave "laser" beams to vaporise the material which forms the coating;
4. Cathodic Arc Deposition employs a consumable cathode of the material which forms the coating and has an arc discharge established on the surface by a momentary contact of a ground trigger. Controlled motion of arcing erodes the cathode surface creating a highly ionised plasma. The anode can be either a cone attached to the periphery of the cathode, through an insulator, or the chamber. Substrate biasing is used for non-line-of-sight deposition.

NB: This definition does not include random cathodic arc deposition with non-biased substrates.

5. Ion Plating is a special modification of a general TE-PVD process in which a plasma or an ion source is used to ionise the species to be deposited, and a negative bias is applied to the substrate in order to facilitate the extraction of the species from the plasma. The introduction of reactive species, evaporation of solids within the process chamber, and the use of monitors to provide in-process measurement of optical characteristics and thicknesses of coatings are ordinary modifications of the process.
- c. Pack Cementation is a surface modification coating or overlay coating process wherein a substrate is immersed in a powder mixture (a pack), that consists of:
1. The metallic powders that are to be deposited (usually aluminium, chromium, silicon or combinations thereof);
 2. An activator (normally a halide salt); and
 3. An inert powder, most frequently alumina.

The substrate and powder mixture is contained within a retort which is heated to between 1,030 K (757 °C) and 1,375 K (1,102 °C) for sufficient time to deposit the coating.

- d. Plasma Spraying is an overlay coating process wherein a gun (spray torch) which produces and controls a plasma accepts powder or wire coating materials, melts them and propels them towards a substrate, whereon an integrally bonded coating is formed. Plasma spraying constitutes either low pressure plasma spraying or high velocity plasma spraying.

NB 1 Low pressure means less than ambient atmospheric pressure.

NB 2 High velocity refers to nozzle-exit gas velocity exceeding 750 m/s calculated at 293 K (20 °C) at 0.1 MPa.

- e. Slurry Deposition is a surface modification coating or overlay coating process wherein a metallic or ceramic powder with an organic binder is suspended in a liquid and is applied to a substrate by either spraying, dipping or painting, subsequent air or oven drying, and heat treatment to obtain the desired coating.
- f. Sputter Deposition is an overlay coating process based on a momentum transfer phenomenon, wherein positive ions are accelerated by an electric field towards the surface of a target (coating material). The kinetic energy of the impacting ions is sufficient to cause target surface atoms to be released and deposited on an appropriately positioned substrate.

NB 1: The Table refers only to triode, magnetron or reactive sputter deposition which is used to increase adhesion of the coating and rate of deposition and to radio frequency (RF) augmented sputter deposition used to permit vaporisation of non-metallic coating materials.

NB 2: Low-energy ion beams (less than 5 keV) can be used to activate the deposition.

- g. Ion Implantation is a surface modification coating process in which the element to be alloyed is ionised, accelerated through a potential gradient and implanted into the surface region of the substrate. This includes processes in which ion implantation is performed simultaneously with electron beam physical vapour deposition or sputter deposition.

CATEGORY 3

ELECTRONICS

3A Systems, Equipment and Components

Note 1: The control status of equipment and components described in 3A001 or 3A002, other than those described in 3A001.a.3. to 3A001.a.10. or 3A001.a.12., which are specially designed for or which have the same functional characteristics as other equipment is determined by the control status of the other equipment.

Note 2: The control status of integrated circuits described in 3A001.a.3. to 3A001.a.9. or 3A001.a.12. which are unalterably programmed or designed for a specific function for another equipment is determined by the control status of the other equipment.

NB: When the manufacturer or applicant cannot determine the control status of the other equipment, the control status of the integrated circuits is determined in 3A001.a.3. to 3A001.a.9. and 3A001.a.12.

3A001 Electronic components and specially designed components therefor, as follows:

a. General purpose integrated circuits, as follows:

Note 1: The control status of wafers (finished or unfinished), in which the function has been determined, is to be evaluated against the parameters of 3A001.a.

Note 2: Integrated circuits include the following types:

- “Monolithic integrated circuits”;
- “Hybrid integrated circuits”;
- “Multichip integrated circuits”;
- “Film type integrated circuits”, including silicon-on-sapphire integrated circuits;
- “Optical integrated circuits”.

1. Integrated circuits designed or rated as radiation hardened to withstand any of the following:

- a. A total dose of 5×10^3 Gy (silicon) or higher;
- b. A dose rate upset of 5×10^6 Gy (silicon)/s or higher; or
- c. A fluence (integrated flux) of neutrons (1 MeV equivalent) of 5×10^{13} n/cm² or higher on silicon, or its equivalent for other materials;

Note: 3A001.a.1.c. does not apply to Metal Insulator Semiconductors (MIS).

2. “Microprocessor microcircuits”, “microcomputer microcircuits”, microcontroller microcircuits, storage integrated circuits manufactured from a compound semiconductor, analogue-to-digital converters, digital-to-analogue converters, electro-optical or “optical integrated circuits” designed for “signal processing”, field programmable logic devices, custom integrated circuits for which either the function is unknown or the control status of the equipment in which the integrated circuit will be used is unknown, Fast Fourier Transform (FFT) processors, electrical erasable programmable read-only memories (EEPROMs), flash memories or static random-access memories (SRAMs), having any of the following:

- a. Rated for operation at an ambient temperature above 398 K (125 °C);
- b. Rated for operation at an ambient temperature below 218 K (– 55 °C); or
- c. Rated for operation over the entire ambient temperature range from 218 K (– 55 °C) to 398 K (125 °C);

Note: 3A001.a.2. does not apply to integrated circuits for civil automobiles or railway train applications.

3A001

a. (continued)

3. “Microprocessor microcircuits”, “microcomputer microcircuits” and microcontroller microcircuits, manufactured from a compound semiconductor and operating at a clock frequency exceeding 40 MHz;

Note: 3A001.a.3. includes digital signal processors, digital array processors and digital coprocessors.

4. Not used;
5. Analogue-to-Digital Converter (ADC) and Digital-to-Analogue Converter (DAC) integrated circuits, as follows:
 - a. ADCs having any of the following:

NB: SEE ALSO 3A101

1. A resolution of 8 bit or more, but less than 10 bit, with an output rate greater than 500 million words per second;
2. A resolution of 10 bit or more, but less than 12 bit, with an output rate greater than 300 million words per second;
3. A resolution of 12 bit with an output rate greater than 200 million words per second;
4. A resolution of more than 12 bit, but equal to or less than 14 bit, with an output rate greater than 125 million words per second; or
5. A resolution of more than 14 bit with an output rate greater than 20 million words per second;

Technical Notes:

1. A resolution of n bit corresponds to a quantisation of 2^n levels.
2. The number of bits in the output word is equal to the resolution of the ADC.
3. The output rate is the maximum output rate of the converter, regardless of the architecture or oversampling.
4. For ‘multiple channel ADCs’, the outputs are not aggregated and the output rate is the maximum output rate of any single channel.
5. For ‘interleaved ADCs’ or for ‘multiple channel ADCs’ that are specified to have an interleaved mode of operation, the outputs are aggregated and the output rate is the maximum combined total output rate of all of the outputs.
6. Vendors may also refer to the output rate as sampling rate, conversion rate or throughput rate. It is often specified in megahertz (MHz) or mega samples per second (MSPS).
7. For the purpose of measuring output rate, one output word per second is equivalent to one Hertz or one sample per second.
8. ‘Multiple channel ADCs’ are defined as devices which integrate more than one ADC, designed so that each ADC has a separate analogue input.
9. ‘Interleaved ADCs’ are defined as devices which have multiple ADC units that sample the same analogue input at different times such that when the outputs are aggregated, the analogue input has been effectively sampled and converted at a higher sampling rate.

3A001

a. 5. (continued)

b. Digital-to-Analogue Converters (DAC) having any of the following:

1. A resolution of 10 bit or more with an 'adjusted update rate' of 3,500 MSPS or greater; or
2. A resolution of 12 bit or more with an 'adjusted update rate' of equal to or greater than 1,250 MSPS and having any of the following:
 - a. A settling time less than 9 ns to 0.024 % of full scale from a full scale step; or
 - b. A 'Spurious Free Dynamic Range' (SFDR) greater than 68 dBc (carrier) when synthesising a full scale analogue signal of 100 MHz or the highest full scale analogue signal frequency specified below 100 MHz.

Technical Notes:

1. 'Spurious Free Dynamic Range' (SFDR) is defined as the ratio of the RMS value of the carrier frequency (maximum signal component) at the input of the DAC to the RMS value of the next largest noise or harmonic distortion component at its output.
2. SFDR is determined directly from the specification table or from the characterisation plots of SFDR versus frequency.
3. A signal is defined to be full scale when its amplitude is greater than -3 dBfs (full scale).
4. 'Adjusted update rate' for DACs:
 - a. For conventional (non-interpolating) DACs, the 'adjusted update rate' is the rate at which the digital signal is converted to an analogue signal and the output analogue values are changed by the DAC. For DACs where the interpolation mode may be bypassed (interpolation factor of one), the DAC should be considered as a conventional (non-interpolating) DAC.
 - b. For interpolating DACs (oversampling DACs), the 'adjusted update rate' is defined as the DAC update rate divided by the smallest interpolating factor. For interpolating DACs, the 'adjusted update rate' may be referred to by different terms including:
 - input data rate
 - input word rate
 - input sample rate
 - maximum total input bus rate
 - maximum DAC clock rate for DAC clock input.
6. Electro-optical and "optical integrated circuits", designed for "signal processing" and having all of the following:
 - a. One or more than one internal "laser" diode;
 - b. One or more than one internal light detecting element; and
 - c. Optical waveguides;
7. 'Field programmable logic devices' having either of the following:
 - a. A maximum number of digital input/outputs greater than 200; or

3A001

a. 7. (continued)

b. A system gate count of greater than 230,000;

Note: 3A001.a.7. includes:

- Simple Programmable Logic Devices (SPLDs)
- Complex Programmable Logic Devices (CPLDs)
- Field Programmable Gate Arrays (FPGAs)
- Field Programmable Logic Arrays (FPLAs)
- Field Programmable Interconnects (FPICs)

Technical Notes:

1. 'Field programmable logic devices' are also known as field programmable gate or field programmable logic arrays.
 2. Maximum number of digital input/outputs in 3A001.a.7.a. is also referred to as the maximum user input/outputs or maximum available input/outputs, whether the integrated circuit is packaged or bare die.
8. Not used;
 9. Neural network integrated circuits;
 10. Custom integrated circuits for which the function is unknown, or the control status of the equipment in which the integrated circuits will be used is unknown to the manufacturer, having any of the following:
 - a. More than 1,500 terminals;
 - b. A typical "basic gate propagation delay time" of less than 0.02 ns; or
 - c. An operating frequency exceeding 3 GHz;
 11. Digital integrated circuits, other than those described in 3A001.a.3. to 3A001.a.10. and 3A001.a.12., based upon any compound semiconductor and having either of the following:
 - a. An equivalent gate count of more than 3,000 (2 input gates); or
 - b. A toggle frequency exceeding 1.2 GHz;
 12. Fast Fourier Transform (FFT) processors having a rated execution time for an N-point complex FFT of less than $(N \log_2 N) / 20,480$ ms, where N is the number of points;

Technical Note:*When N is equal to 1,024 points, the formula in 3A001.a.12. gives an execution time of 500 μ s.*

b. Microwave or millimetre wave components, as follows:

1. Electronic vacuum tubes and cathodes, as follows:

Note 1: 3A001.b.1. does not control tubes designed or rated for operation in any frequency band and having both of the following:

- a. Does not exceed 31.8 GHz; and
- b. Is "allocated by the ITU" for radio-communications services, but not for radio-determination.

3A001

b. 1. (continued)

Note 2: 3A001.b.1. does not control non-“space-qualified” tubes having all of the following:

- a. An average output power equal to or less than 50 W; and*
 - b. Designed or rated for operation in any frequency band and having all of the following:*
 - 1. Exceeds 31.8 GHz but does not exceed 43.5 GHz; and*
 - 2. Is “allocated by the ITU” for radio-communications services, but not for radio-determination.*
- a. Travelling wave tubes, pulsed or continuous wave, as follows:
- 1. Tubes operating at frequencies exceeding 31.8 GHz;
 - 2. Tubes having a cathode heater element with a turn on time to rated RF power of less than 3 seconds;
 - 3. Coupled cavity tubes, or derivatives thereof, with a “fractional bandwidth” of more than 7 % or a peak power exceeding 2.5 kW;
 - 4. Helix tubes, or derivatives thereof, having any of the following:
 - a. An “instantaneous bandwidth” of more than one octave, and average power (expressed in kW) times frequency (expressed in GHz) of more than 0.5;
 - b. An “instantaneous bandwidth” of one octave or less, and average power (expressed in kW) times frequency (expressed in GHz) of more than 1; or
 - c. Being “space-qualified”;
 - b. Crossed-field amplifier tubes with a gain of more than 17 dB;
 - c. Impregnated cathodes designed for electronic tubes producing a continuous emission current density at rated operating conditions exceeding 5 A/cm²;
2. Microwave “Monolithic Integrated Circuits” (MMIC) power amplifiers having any of the following:
- a. Rated for operation at frequencies exceeding 3.2 GHz up to and including 6.8 GHz and with an average output power greater than 4 W (36 dBm) with a “fractional bandwidth” greater than 15 %;
 - b. Rated for operation at frequencies exceeding 6.8 GHz up to and including 16 GHz and with an average output power greater than 1 W (30 dBm) with a “fractional bandwidth” greater than 10 %;
 - c. Rated for operation at frequencies exceeding 16 GHz up to and including 31.8 GHz and with an average output power greater than 0.8 W (29 dBm) with a “fractional bandwidth” greater than 10 %;
 - d. Rated for operation at frequencies exceeding 31.8 GHz up to and including 37.5 GHz and with an average output power greater than 0.1 nW;
 - e. Rated for operation at frequencies exceeding 37.5 GHz up to and including 43.5 GHz and with an average output power greater than 0.25 W (24 dBm) with a “fractional bandwidth” greater than 10 %; or
 - f. Rated for operation at frequencies exceeding 43.5 GHz and with an average output power greater than 0.1 nW;

3A001

b. 2. (continued)

Note 1: Not used.

Note 2: The control status of the MMIC whose rated operating frequency includes frequencies listed in more than one frequency range, as defined by 3A001.b.2.a. to 3A001.b.2.f., is determined by the lowest average output power control threshold.

Note 3: Notes 1 and 2 in 3A mean that 3A001.b.2. does not control MMICs if they are specially designed for other applications, e.g. telecommunications, radar, automobiles.

3. Discrete microwave transistors having any of the following:
 - a. Rated for operation at frequencies exceeding 3.2 GHz up to and including 6.8 GHz and having an average output power greater than 60 W (47.8 dBm);
 - b. Rated for operation at frequencies exceeding 6.8 GHz up to and including 31.8 GHz and having an average output power greater than 20 W (43 dBm);
 - c. Rated for operation at frequencies exceeding 31.8 GHz up to and including 37.5 GHz and having an average output power greater than 0.5 W (27 dBm);
 - d. Rated for operation at frequencies exceeding 37.5 GHz up to and including 43.5 GHz and having an average output power greater than 1 W (30 dBm); or
 - e. Rated for operation at frequencies exceeding 43.5 GHz and having an average output power greater than 0.1 nW;

Note: The control status of a transistor whose rated operating frequency includes frequencies listed in more than one frequency range, as defined by 3A001.b.3.a. to 3A001.b.3.e., is determined by the lowest average output power control threshold.

4. Microwave solid state amplifiers and microwave assemblies/modules containing microwave solid state amplifiers, having any of the following:
 - a. Rated for operation at frequencies exceeding 3.2 GHz up to and including 6.8 GHz and with an average output power greater than 60 W (47.8 dBm) with a “fractional bandwidth” greater than 15 %;
 - b. Rated for operation at frequencies exceeding 6.8 GHz up to and including 31.8 GHz and with an average output power greater than 15 W (42 dBm) with a “fractional bandwidth” greater than 10 %;
 - c. Rated for operation at frequencies exceeding 31.8 GHz up to and including 37.5 GHz and with an average output power greater than 0.1 nW;
 - d. Rated for operation at frequencies exceeding 37.5 GHz up to and including 43.5 GHz and with an average output power greater than 1 W (30 dBm) with a “fractional bandwidth” greater than 10 %;
 - e. Rated for operation at frequencies exceeding 43.5 GHz and with an average output power greater than 0.1 nW; or
 - f. Rated for operation at frequencies above 3.2 GHz and having all of the following:
 1. An average output power (in watts), P, greater than 150 divided by the maximum operating frequency (in GHz) squared [$P > 150 \text{ W} \cdot \text{GHz}^2 / f_{\text{GHz}}^2$];
 2. A “fractional bandwidth” of 5 % or greater; and
 3. Any two sides perpendicular to one another with length d (in cm) equal to or less than 15 divided by the lowest operating frequency in GHz [$d \leq 15 \text{ cm} \cdot \text{GHz} / f_{\text{GHz}}$];

3A001 b. 4. (continued)

Technical Note:

3.2 GHz should be used as the lowest operating frequency (f_{GHz}) in the formula in 3A001.b.4.f.3., for amplifiers that have a rated operating range extending downward to 3.2 GHz and below [$d \leq 15 \text{ cm}^3 \text{GHz}/3.2 \text{ GHz}$].

NB: MMIC power amplifiers should be evaluated against the criteria in 3A001.b.2.

Note 1: Not used.

Note 2: The control status of an item whose rated operating frequency includes frequencies listed in more than one frequency range, as defined by 3A001.b.4.a. to 3A001.b.4.e., is determined by the lowest average output power control threshold.

5. Electronically or magnetically tunable band-pass or band-stop filters, having more than 5 tunable resonators capable of tuning across a 1.5:1 frequency band ($f_{\max}/f_{\min}$) in less than 10 μs and having either of the following:
 - a. A band-pass bandwidth of more than 0.5 % of centre frequency; or
 - b. A band-stop bandwidth of less than 0.5 % of centre frequency;
6. Not used;
7. Converters and harmonic mixers, designed to extend the frequency range of equipment described in 3A002.c., 3A002.d., 3A002.e. or 3A002.f. beyond the limits stated therein;
8. Microwave power amplifiers containing tubes specified in 3A001.b.1. and having all of the following:
 - a. Operating frequencies above 3 GHz;
 - b. An average output power to mass ratio exceeding 80 W/kg; and
 - c. A volume of less than 400 cm^3 ;

Note: 3A001.b.8. does not control equipment designed or rated for operation in any frequency band which is "allocated by the ITU" for radio-communications services, but not for radio-determination.

9. Microwave power modules (MPM) consisting of, at least, a travelling wave tube, a microwave "monolithic integrated circuit" and an integrated electronic power conditioner and having all of the following:
 - a. A 'turn-on time' from off to fully operational in less than 10 seconds;
 - b. A volume less than the maximum rated power in Watts multiplied by 10 cm^3/W ; and
 - c. An "instantaneous bandwidth" greater than 1 octave ($f_{\max.} > 2f_{\min.}$) and having either of the following:
 1. For frequencies equal to or less than 18 GHz, an RF output power greater than 100 W; or
 2. A frequency greater than 18 GHz;

Technical Notes:

1. To calculate the volume in 3A001.b.9.b., the following example is provided: for a maximum rated power of 20 W, the volume would be: $20 \text{ W} \times 10 \text{ cm}^3/\text{W} = 200 \text{ cm}^3$.

3A001

b. 9. (continued)

2. The 'turn-on time' in 3A001.b.9.a. refers to the time from fully-off to fully operational, i.e. it includes the warm-up time of the MPM.

10. Oscillators or oscillator assemblies, designed to operate with all of the following:

- a. A single sideband (SSB) phase noise, in dBc/Hz, better than $-(126 + 20\log_{10}F - 20\log_{10}f)$ for $10 \text{ Hz} < F < 10 \text{ kHz}$; and
- b. A single sideband (SSB) phase noise, in dBc/Hz, better than $-(114 + 20\log_{10}F - 20\log_{10}f)$ for $10 \text{ kHz} \leq F < 500 \text{ kHz}$;

Technical Note:

In 3A001.b.10., F is the offset from the operating frequency in Hz and f is the operating frequency in MHz.

11. "Frequency synthesiser" "electronic assemblies" having a "frequency switching time" as specified by any of the following:

- a. Less than 312 ps;
- b. Less than 100 μs for any frequency change exceeding 1.6 GHz within the synthesised frequency range exceeding 3.2 GHz but not exceeding 10.6 GHz;
- c. Less than 250 μs for any frequency change exceeding 550 MHz within the synthesised frequency range exceeding 10.6 GHz but not exceeding 31.8 GHz;
- d. Less than 500 μs for any frequency change exceeding 550 MHz within the synthesised frequency range exceeding 31.8 GHz but not exceeding 43.5 GHz; or
- e. Less than 1 ms within the synthesised frequency range exceeding 43.5 GHz.

NB: For general purpose "signal analysers", signal generators, network analysers and microwave test receivers, see 3A002.c., 3A002.d., 3A002.e. and 3A002.f., respectively.

c. Acoustic wave devices as follows and specially designed components therefor:

1. Surface acoustic wave and surface skimming (shallow bulk) acoustic wave devices, having any of the following:

- a. A carrier frequency exceeding 6 GHz;
- b. A carrier frequency exceeding 1 GHz, but not exceeding 6 GHz and having any of the following:
 - 1. A 'frequency side-lobe rejection' exceeding 65 dB;
 - 2. A product of the maximum delay time and the bandwidth (time in μs and bandwidth in MHz) of more than 100;
 - 3. A bandwidth greater than 250 MHz; or
 - 4. A dispersive delay of more than 10 μs ; or

c. A carrier frequency of 1 GHz or less and having any of the following:

- 1. A product of the maximum delay time and the bandwidth (time in μs and bandwidth in MHz) of more than 100;

3A001

c. 1. c. (continued)

2. A dispersive delay of more than 10 μ s; or
3. A 'frequency side-lobe rejection' exceeding 65 dB and a bandwidth greater than 100 MHz;

Technical Note:

'Frequency side-lobe rejection' is the maximum rejection value specified in data sheet.

2. Bulk (volume) acoustic wave devices which permit the direct processing of signals at frequencies exceeding 6 GHz;
3. Acoustic-optic "signal processing" devices employing interaction between acoustic waves (bulk wave or surface wave) and light waves which permit the direct processing of signals or images, including spectral analysis, correlation or convolution;

Note: 3A001.c. does not control acoustic wave devices that are limited to a single band pass, low pass, high pass or notch filtering, or resonating function.

d. Electronic devices and circuits containing components, manufactured from "superconductive" materials, specially designed for operation at temperatures below the "critical temperature" of at least one of the "superconductive" constituents and having either of the following:

1. Current switching for digital circuits using "superconductive" gates with a product of delay time per gate (in seconds) and power dissipation per gate (in watts) of less than 10^{-14} J; or
2. Frequency selection at all frequencies using resonant circuits with Q-values exceeding 10,000;

e. High energy devices as follows:

1. 'Cells' as follows:

- a. 'Primary cells' having an 'energy density' exceeding 550 Wh/kg at 20 °C;
- b. 'Secondary cells' having an 'energy density' exceeding 250 Wh/kg at 20 °C;

Technical Notes:

1. For the purpose of 3A001.e.1., 'energy density' (Wh/kg) is calculated from the nominal voltage multiplied by the nominal capacity in ampere-hours (Ah) divided by the mass in kilograms. If the nominal capacity is not stated, energy density is calculated from the nominal voltage squared then multiplied by the discharge duration in hours divided by the discharge load in ohms and the mass in kilograms.

2. For the purpose of 3A001.e.1., a 'cell' is defined as an electrochemical device, which has positive and negative electrodes, an electrolyte, and is a source of electrical energy. It is the basic building block of a battery.

3. For the purpose of 3A001.e.1.a., a 'primary cell' is a 'cell' that is not designed to be charged by any other source.

4. For the purpose of 3A001.e.1.b., a 'secondary cell' is a 'cell' that is designed to be charged by an external electrical source.

Note: 3A001.e.1. does not control batteries, including single-cell batteries.

2. High energy storage capacitors as follows:

NB: SEE ALSO 3A201.a.

3A001

e. 2. (continued)

a. Capacitors with a repetition rate of less than 10 Hz (single shot capacitors) and having all of the following:

1. A voltage rating equal to or more than 5 kV;
2. An energy density equal to or more than 250 J/kg; and
3. A total energy equal to or more than 25 kJ;

b. Capacitors with a repetition rate of 10 Hz or more (repetition rated capacitors) and having all of the following:

1. A voltage rating equal to or more than 5 kV;
2. An energy density equal to or more than 50 J/kg;
3. A total energy equal to or more than 100 J; and
4. A charge/discharge cycle life equal to or more than 10,000;

3. "Superconductive" electromagnets and solenoids, specially designed to be fully charged or discharged in less than one second and having all of the following:

NB: SEE ALSO 3A201.b.

Note: 3A001.e.3. does not control "superconductive" electromagnets or solenoids specially designed for Magnetic Resonance Imaging (MRI) medical equipment.

- a. Energy delivered during the discharge exceeding 10 kJ in the first second;
- b. Inner diameter of the current carrying windings of more than 250 mm; and
- c. Rated for a magnetic induction of more than 8 T or "overall current density" in the winding of more than 300 A/mm^2 ;

4. Solar cells, cell-interconnect-coverglass (CIC) assemblies, solar panels, and solar arrays, which are "space-qualified", having a minimum average efficiency exceeding 20 % at an operating temperature of 301 K (28 °C) under simulated 'AM0' illumination with an irradiance of 1,367 watts per square metre (W/m^2);

Technical Note:

'AM0', or 'Air Mass Zero', refers to the spectral irradiance of sun light in the earth's outer atmosphere when the distance between the earth and sun is one astronomical unit (AU).

- f. Rotary input type absolute position encoders having an accuracy equal to or less (better) than ± 1.0 second of arc;
- g. Solid-state pulsed power switching thyristor devices and 'thyristor modules', using either electrically, optically, or electron radiation controlled switch methods and having any of the following:
 1. A maximum turn-on current rate of rise (di/dt) greater than $30,000 \text{ A}/\mu\text{s}$ and off-state voltage greater than 1,100 V; or
 2. A maximum turn-on current rate of rise (di/dt) greater than $2,000 \text{ A}/\mu\text{s}$ and having both of the following:
 - a. An off-state peak voltage equal to or greater than 3,000 V; and
 - b. A peak (surge) current equal to or greater than 3,000 A.

3A001 g. (continued)

Note 1: 3A001.g. includes:

- Silicon Controlled Rectifiers (SCRs)
- Electrical Triggering Thyristors (ETTs)
- Light Triggering Thyristors (LTTs)
- Integrated Gate Commutated Thyristors (IGCTs)
- Gate Turn-off Thyristors (GTOs)
- MOS Controlled Thyristors (MCTs)
- Solidtrons

Note 2: 3A001.g. does not control thyristor devices and 'thyristor modules' incorporated into equipment designed for civil railway or "civil aircraft" applications.

Technical Note:

For the purposes of 3A001.g., a 'thyristor module' contains one or more thyristor devices.

h. Solid-state power semiconductor switches, diodes, or 'modules', having all of the following:

1. Rated for a maximum operating junction temperature greater than 488 K (215 °C);
2. Repetitive peak off-state voltage (blocking voltage) exceeding 300 V; and
3. Continuous current greater than 1 A.

Note 1: Repetitive peak off-state voltage in 3A001.h. includes drain to source voltage, collector to emitter voltage, repetitive peak reverse voltage and peak repetitive off-state blocking voltage.

Note 2: 3A001.h. includes:

- Junction Field Effect Transistors (JFETs)
- Vertical Junction Field Effect Transistors (VJFETs)
- Metal Oxide Semiconductor Field effect Transistors (MOSFETs)
- Double Diffused Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor (DMOSFET)
- Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT)
- High Electron Mobility Transistors (HEMTs)
- Bipolar Junction Transistors (BJTs)
- Thyristors and Silicon Controlled Rectifiers (SCRs)
- Gate Turn-Off Thyristors (GTOs)
- Emitter Turn-Off Thyristors (ETOs)
- PiN Diodes
- Schottky Diodes

3A001 h. (continued)

Note 3: 3A001.h. does not control switches, diodes, or 'modules' incorporated into equipment designed for civil automobile, civil railway or "civil aircraft" applications.

Technical Note:

For the purposes of 3A001.h., 'modules' contain one or more solid-state power semiconductor switches or diodes.

3A002 General purpose electronic equipment and accessories therefor, as follows:

a. Recording equipment as follows and specially designed test tape therefor:

1. Analogue instrumentation magnetic tape recorders, including those permitting the recording of digital signals (e.g. using a high density digital recording (HDDR) module), having any of the following:

- a. A bandwidth exceeding 4 MHz per electronic channel or track;
- b. A bandwidth exceeding 2 MHz per electronic channel or track and having more than 42 tracks; or
- c. A time displacement (base) error, measured in accordance with applicable IRIG or EIA documents, of less than $\pm 0.1 \mu\text{s}$;

Note: Analogue magnetic tape recorders specially designed for civilian video purposes are not considered to be instrumentation tape recorders.

2. Digital video magnetic tape recorders having a maximum digital interface transfer rate exceeding 360 Mbit/s;

Note: 3A002.a.2. does not control digital video magnetic tape recorders specially designed for television recording using a signal format, which may include a compressed signal format, standardised or recommended by the ITU, the IEC, the SMPTE, the EBU, the ETSI or the IEEE for civil television applications.

3. Digital instrumentation magnetic tape data recorders employing helical scan techniques or fixed head techniques and having either of the following:

- a. A maximum digital interface transfer rate exceeding 175 Mbit/s; or
- b. Being "space-qualified";

Note: 3A002.a.3. does not control analogue magnetic tape recorders equipped with HDDR conversion electronics and configured to record only digital data.

4. Equipment having a maximum digital interface transfer rate exceeding 175 Mbit/s and designed to convert digital video magnetic tape recorders for use as digital instrumentation data recorders;

5. Waveform digitisers and transient recorders, having both of the following:

- a. Digitising rate equal to or more than 200 million samples per second and a resolution of 10 bit or more; and
- b. A 'continuous throughput' of 2 Gbit/s or more;

Technical Notes:

1. For those instruments with a parallel bus architecture, the 'continuous throughput' rate is the highest word rate multiplied by the number of bits in a word.

3A002

a. 5. (continued)

2. 'Continuous throughput' is the fastest data rate the instrument can output to mass storage without the loss of any information whilst sustaining the sampling rate and analogue-to-digital conversion.

6. Digital instrumentation data recorders using magnetic disk storage technique and having both of the following:

a. Digitising rate equal to or more than 100 million samples per second and a resolution of 8 bit or more; and

b. A 'continuous throughput' of 1 Gbit/s or more;

b. Not used;

c. Radio-frequency "signal analysers" as follows:

1. "Signal analysers" having a 3 dB resolution bandwidth (RBW) exceeding 10 MHz anywhere within the frequency range exceeding 31.8 GHz but not exceeding 37.5 GHz;

2. "Signal analysers" having Displayed Average Noise Level (DANL) less (better) than - 150 dBm/Hz anywhere within the frequency range exceeding 43.5 GHz but not exceeding 70 GHz;

3. "Signal analysers" having a frequency exceeding 70 GHz;

4. "Dynamic signal analysers" having a "real-time bandwidth" exceeding 40 MHz;

Note: 3A002.c.4. does not control those "dynamic signal analysers" using only constant percentage bandwidth filters (also known as octave or fractional octave filters).

d. Frequency synthesised signal generators producing output frequencies, the accuracy and short term and long term stability of which are controlled, derived from or disciplined by the internal master reference oscillator, and having any of the following:

1. Specified to generate a 'pulse duration' of less than 100 ns anywhere within the synthesised frequency range exceeding 31.8 GHz but not exceeding 70 GHz;

2. An output power exceeding 100 mW (20 dBm) anywhere within the synthesised frequency range exceeding 43.5 GHz but not exceeding 70 GHz;

3. A "frequency switching time" as specified by any of the following:

a. Less than 312 ps;

b. Less than 100 μ s for any frequency change exceeding 1.6 GHz within the synthesised frequency range exceeding 3.2 GHz but not exceeding 10.6 GHz;

c. Less than 250 μ s for any frequency change exceeding 550 MHz within the synthesised frequency range exceeding 10.6 GHz but not exceeding 31.8 GHz;

d. Less than 500 μ s for any frequency change exceeding 550 MHz within the synthesised frequency range exceeding 31.8 GHz but not exceeding 43.5 GHz;

e. Less than 1 ms for any frequency change exceeding 550 MHz within the synthesised frequency range exceeding 43.5 GHz but not exceeding 56 GHz; or

f. Less than 1 ms for any frequency change exceeding 2.2 GHz within the synthesised frequency range exceeding 56 GHz but not exceeding 70 GHz;

4. At synthesised frequencies exceeding 3.2 GHz but not exceeding 70 GHz, and having both of the following:

a. A single sideband (SSB) phase noise, in dBc/Hz, better than $-(126 + 20\log_{10}F - 20\log_{10}f)$ for $10 \text{ Hz} < F < 10 \text{ kHz}$; and

3A002

d. 4. (continued)

- b. A single sideband (SSB) phase noise, in dBc/Hz, better than $-(114 + 20\log_{10}F - 20\log_{10}f)$ for $10 \text{ kHz} \leq F < 500 \text{ kHz}$; or

Technical Note:

In 3A002.d.4., F is the offset from the operating frequency in Hz and f is the operating frequency in MHz;

5. A maximum synthesised frequency exceeding 70 GHz;

Note 1: For the purpose of 3A002.d., frequency synthesised signal generators include arbitrary waveform and function generators.

Note 2: 3A002.d. does not control equipment in which the output frequency is either produced by the addition or subtraction of two or more crystal oscillator frequencies, or by an addition or subtraction followed by a multiplication of the result.

Technical Notes:

1. Arbitrary waveform and function generators are normally specified by sample rate (e.g. GSample/s), which is converted to the RF domain by the Nyquist factor of two. Thus, a 1 GSample/s arbitrary waveform has a direct output capability of 500 MHz. Or, when oversampling is used, the maximum direct output capability is proportionately lower.
2. For the purposes of 3A002.d.1., 'pulse duration' is defined as the time interval between the leading edge of the pulse achieving 90 % of the peak and the trailing edge of the pulse achieving 10 % of the peak.

- e. Network analysers having either of the following:

1. Maximum operating frequency exceeding 43.5 GHz and output power exceeding 31.62 mW (15 dBm); or
2. Maximum operating frequency exceeding 70 GHz;

- f. Microwave test receivers having both of the following:

1. A maximum operating frequency exceeding 43.5 GHz; and
2. Being capable of measuring amplitude and phase simultaneously;

- g. Atomic frequency standards being any of the following:

1. "Space-qualified";
2. Non-rubidium and having a long-term stability less (better) than 1×10^{-11} /month; or
3. Non-"space-qualified" and having all of the following:
 - a. Being a rubidium standard;
 - b. Long-term stability less (better) than 1×10^{-11} /month; and
 - c. Total power consumption of less than 1 W.

3A003

Spray cooling thermal management systems employing closed loop fluid handling and reconditioning equipment in a sealed enclosure where a dielectric fluid is sprayed onto electronic components using specially designed spray nozzles that are designed to maintain electronic components within their operating temperature range, and specially designed components therefor.

-
- 3A101 Electronic equipment, devices and components, other than those specified in 3A001, as follows:
- a. Analogue-to-digital converters, usable in “missiles”;
 - b. Accelerators capable of delivering electromagnetic radiation produced by bremsstrahlung from accelerated electrons of 2 MeV or greater, and systems containing those accelerators.
- Note:* 3A101.b. above does not specify equipment specially designed for medical purposes.
- 3A102 ‘Thermal batteries’ designed or modified for ‘missiles’.
- Technical Notes:*
1. In 3A102 ‘thermal batteries’ are single use batteries that contain a solid non-conducting inorganic salt as the electrolyte. These batteries incorporate a pyrolytic material that, when ignited, melts the electrolyte and activates the battery.
 2. In 3A102 ‘missile’ means complete rocket systems and unmanned aerial vehicle systems capable of a range exceeding 300 km.
- 3A201 Electronic components, other than those specified in 3A001, as follows:
- a. Capacitors having either of the following sets of characteristics:
 1. a. Voltage rating greater than 1.4 kV;
 - b. Energy storage greater than 10 J;
 - c. Capacitance greater than 0.5 μ F; and
 - d. Series inductance less than 50 nH; or
 2. a. Voltage rating greater than 750 V;
 - b. Capacitance greater than 0.25 μ F; and
 - c. Series inductance less than 10 nH;
 - b. Superconducting solenoidal electromagnets having all of the following characteristics:
 1. Capable of creating magnetic fields greater than 2 T;
 2. A ratio of length to inner diameter greater than 2;
 3. Inner diameter greater than 300 mm; and
 4. Magnetic field uniform to better than 1 % over the central 50 % of the inner volume;
- Note:* 3A201.b. does not control magnets specially designed for and exported ‘as parts of’ medical nuclear magnetic resonance (NMR) imaging systems. The phrase ‘as part of’ does not necessarily mean physical part in the same shipment; separate shipments from different sources are allowed, provided the related export documents clearly specify that the shipments are dispatched ‘as part of’ the imaging systems.

3A201 (continued)

c. Flash X-ray generators or pulsed electron accelerators having either of the following sets of characteristics:

1. a. An accelerator peak electron energy of 500 keV or greater but less than 25 MeV; and
 - b. With a 'figure of merit' (K) of 0.25 or greater; or
2. a. An accelerator peak electron energy of 25 MeV or greater; and
 - b. A 'peak power' greater than 50 MW.

Note: 3A201.c. does not control accelerators that are component parts of devices designed for purposes other than electron beam or X-ray radiation (electron microscopy, for example) nor those designed for medical purposes:

Technical Notes:

1. The 'figure of merit' K is defined as:

$$K = 1.7 \times 10^3 \times V^{2.65} \times Q$$

V is the peak electron energy in million electron volts.

If the accelerator beam pulse duration is less than or equal to 1 μs, then Q is the total accelerated charge in Coulombs. If the accelerator beam pulse duration is greater than 1 μs, then Q is the maximum accelerated charge in 1 μs.

Q equals the integral of i with respect to t, over the lesser of 1 μs or the time duration of the beam pulse (Q = ∫ i dt), where i is beam current in amperes and t is time in seconds.

2. 'Peak power' = (peak potential in volts) × (peak beam current in amperes).
3. In machines based on microwave accelerating cavities, the time duration of the beam pulse is the lesser of 1 μs or the duration of the bunched beam packet resulting from one microwave modulator pulse.
4. In machines based on microwave accelerating cavities, the peak beam current is the average current in the time duration of a bunched beam packet.

3A225 Frequency changers or generators, other than those specified in 0B001.b.13., having all of the following characteristics:

- a. Multiphase output capable of providing a power of 40 W or greater;
- b. Capable of operating in the frequency range between 600 and 2,000 Hz;
- c. Total harmonic distortion better (less) than 10 %; and
- d. Frequency control better (less) than 0.1 %.

Technical Note:

Frequency changers in 3A225 are also known as converters or inverters.

3A226 High-power direct current power supplies, other than those specified in 0B001.j.6., having both of the following characteristics:

- a. Capable of continuously producing, over a time period of 8 hours, 100 V or greater with current output of 500 A or greater; and
- b. Current or voltage stability better than 0.1 % over a time period of 8 hours.

-
- 3A227 High-voltage direct current power supplies, other than those specified in 0B001.j.5., having both of the following characteristics:
- a. Capable of continuously producing, over a time period of 8 hours, 20 kV or greater with current output of 1 A or greater; and
 - b. Current or voltage stability better than 0.1 % over a time period of 8 hours.
- 3A228 Switching devices, as follows:
- a. Cold-cathode tubes, whether gas filled or not, operating similarly to a spark gap, having all of the following characteristics:
 1. Containing three or more electrodes;
 2. Anode peak voltage rating of 2.5 kV or more;
 3. Anode peak current rating of 100 A or more; and
 4. Anode delay time of 10 μ s or less;

Note: 3A228 includes gas krytron tubes and vacuum sphyron tubes.
 - b. Triggered spark-gaps having both of the following characteristics:
 1. An anode delay time of 15 μ s or less; and
 2. Rated for a peak current of 500 A or more;
 - c. Modules or assemblies with a fast switching function, other than those specified in 3A001.g. or 3A001.h., having all of the following characteristics:
 1. Anode peak voltage rating greater than 2 kV;
 2. Anode peak current rating of 500 A or more; and
 3. Turn-on time of 1 μ s or less.
- 3A229 High-current pulse generators as follows:
- NB: See 1A007.a. for explosive detonator firing sets.*
- a. Not used;
 - b. Modular electrical pulse generators (pulsers) having all of the following characteristics:
 1. Designed for portable, mobile, or ruggedised-use;
 2. Enclosed in a dust-tight enclosure;
 3. Capable of delivering their energy in less than 15 μ s;
 4. Having an output greater than 100 A;
 5. Having a 'rise time' of less than 10 μ s into loads of less than 40 ohms;

- 3A229 b. (continued)
6. No dimension greater than 254 mm;
 7. Weight less than 25 kg; and
 8. Specified for use over an extended temperature range 223 K (– 50 °C) to 373 K (100 °C) or specified as suitable for aerospace applications.
- Note:* 3A229.b. includes xenon flash-lamp drivers.
- Technical Note:*
- In 3A229.b.5. 'rise time' is defined as the time interval from 10 % to 90 % current amplitude when driving a resistive load.*
- 3A230 High-speed pulse generators having both of the following characteristics:
- a. Output voltage greater than 6 V into a resistive load of less than 55 ohms; and
 - b. 'Pulse transition time' less than 500 ps.
- Technical Note:*
- In 3A230, 'pulse transition time' is defined as the time interval between 10 % and 90 % voltage amplitude.*
- 3A231 Neutron generator systems, including tubes, having both of the following characteristics:
- a. Designed for operation without an external vacuum system; and
 - b. Utilising electrostatic acceleration to induce a tritium-deuterium nuclear reaction.
- 3A232 Multipoint initiation systems, other than those specified in 1A007, as follows:
- NB:* See 1A007.b. for detonators.
- a. Not used;
 - b. Arrangements using single or multiple detonators designed to nearly simultaneously initiate an explosive surface over greater than 5,000 mm² from a single firing signal with an initiation timing spread over the surface of less than 2.5 µs.
- Note:* 3A232 does not control detonators using only primary explosives, such as lead azide.
- 3A233 Mass spectrometers, other than those specified in 0B002.g., capable of measuring ions of 230 atomic mass units or greater and having a resolution of better than 2 parts in 230, as follows, and ion sources therefor:
- a. Inductively coupled plasma mass spectrometers (ICP/MS);
 - b. Glow discharge mass spectrometers (GDMS);
 - c. Thermal ionisation mass spectrometers (TIMS);
 - d. Electron bombardment mass spectrometers which have a source chamber constructed from, lined with or plated with materials resistant to UF₆;

3A233

(continued)

- e. Molecular beam mass spectrometers having either of the following characteristics:
 - 1. A source chamber constructed from, lined with or plated with stainless steel or molybdenum and equipped with a cold trap capable of cooling to 193 K (– 80 °C) or less; or
 - 2. A source chamber constructed from, lined with or plated with materials resistant to UF_6 ;
- f. Mass spectrometers equipped with a microfluorination ion source designed for actinides or actinide fluorides.

3B Test, Inspection and Production Equipment

3B001 Equipment for the manufacturing of semiconductor devices or materials, as follows and specially designed components and accessories therefor:

a. Equipment designed for epitaxial growth as follows:

1. Equipment capable of producing a layer of any material other than silicon with a thickness uniform to less than $\pm 2.5\%$ across a distance of 75 mm or more;

Note: 3B001.a.1. includes Atomic Layer Epitaxy (ALE) equipment.

2. Metal Organic Chemical Vapour Deposition (MOCVD) reactors specially designed for compound semiconductor crystal growth by the chemical reaction between materials specified in 3C003 or 3C004;

3. Molecular beam epitaxial growth equipment using gas or solid sources;

b. Equipment designed for ion implantation and having any of the following:

1. A beam energy (accelerating voltage) exceeding 1MeV;
2. Being specially designed and optimised to operate at a beam energy (accelerating voltage) of less than 2 keV;
3. Direct write capability; or
4. A beam energy of 65 keV or more and a beam current of 45 mA or more for high energy oxygen implant into a heated semiconductor material "substrate";

c. Anisotropic plasma dry etching equipment having both of the following:

1. Designed or optimised to produce critical dimensions of 65 nm or less; and
2. Within-wafer non-uniformity equal to or less than 10 % 3σ measured with an edge exclusion of 2 mm or less;

d. Plasma enhanced Chemical Vapour Deposition (CVD) equipment as follows:

1. Equipment with cassette-to-cassette operation and load-locks, and designed according to the manufacturer's specifications or optimised for use in the production of semiconductor devices with critical dimensions of 65 nm or less;
2. Equipment specially designed for equipment specified in 3B001.e. and designed according to the manufacturer's specifications or optimised for use in the production of semiconductor devices with critical dimensions of 65 nm or less;

e. Automatic loading multi-chamber central wafer handling systems having both of the following:

1. Interfaces for wafer input and output, to which more than two functionally different 'semiconductor process tools' specified in 3B001.a., 3B001.b., 3B001.c. or 3B001.d. are designed to be connected; and
2. Designed to form an integrated system in a vacuum environment for 'sequential multiple wafer processing';

Note: 3B001.e. does not control automatic robotic wafer handling systems specially designed for parallel wafer processing.

3B001

e. (continued)

Technical Notes:

1. For the purpose of 3B001.e., 'semiconductor process tools' refers to modular tools that provide physical processes for semiconductor production that are functionally different, such as deposition, etch, implant or thermal processing.
2. For the purpose of 3B001.e., 'sequential multiple wafer processing' means the capability to process each wafer in different 'semiconductor process tools', such as by transferring each wafer from one tool to a second tool and on to a third tool with the automatic loading multi-chamber central wafer handling systems.

f. Lithography equipment as follows:

1. Align and expose step and repeat (direct step on wafer) or step and scan (scanner) equipment for wafer processing using photo-optical or X-ray methods and having either of the following:
 - a. A light source wavelength shorter than 245 nm; or
 - b. Capable of producing a pattern with a 'Minimum Resolvable Feature size' (MRF) of 95 nm or less;

Technical Note:

The 'Minimum Resolvable Feature size' (MRF) is calculated by the following formula:

$$MRF = \frac{(\text{an exposure light source wavelength in nm}) \times (K \text{ factor})}{\text{numerical aperture}}$$

where the K factor = 0.35

2. Imprint lithography equipment capable of producing features of 95 nm or less;

Note: 3B001.f.2. includes:

- Micro contact printing tools
- Hot embossing tools
- Nano-imprint lithography tools
- Step and flash imprint lithography (S-FIL) tools

3. Equipment specially designed for mask making or semiconductor device processing using direct writing methods, having all of the following:
 - a. Using deflected focussed electron beam, ion beam or "laser" beam; and
 - b. Having any of the following:
 1. A spot size smaller than 0.2 µm;
 2. Being capable of producing a pattern with a feature size of less than 1 µm; or
 3. An overlay accuracy of better than ± 0.20 µm (3 sigma);

g. Masks and reticles, designed for integrated circuits specified in 3A001;

3B001 (continued)

h. Multi-layer masks with a phase shift layer;

Note: 3B001.h. does not control multi-layer masks with a phase shift layer designed for the fabrication of memory devices not controlled by 3A001.

i. Imprint lithography templates designed for integrated circuits specified in 3A001.

3B002 Test equipment specially designed for testing finished or unfinished semiconductor devices as follows and specially designed components and accessories therefor:

a. For testing S-parameters of transistor devices at frequencies exceeding 31.8 GHz;

b. Not used;

c. For testing microwave integrated circuits specified in 3A001.b.2.

3C	Materials
3C001	Hetero-epitaxial materials consisting of a “substrate” having stacked epitaxially grown multiple layers of any of the following: a. Silicon (Si); b. Germanium (Ge); c. Silicon carbide (SiC); or d. “III/V compounds” of gallium or indium.
3C002	Resist materials as follows and “substrates” coated with the following resists: a. Positive resists designed for semiconductor lithography specially adjusted (optimised) for use at wave- lengths below 245 nm; b. All resists designed for use with electron beams or ion beams, with a sensitivity of 0.01 $\mu\text{coulomb}/\text{mm}^2$ or better; c. All resists designed for use with X-rays, with a sensitivity of 2.5 mJ/mm^2 or better; d. All resists optimised for surface imaging technologies, including ‘silylated’ resists; <i>Technical Note:</i> <i>‘Silylation’ techniques are defined as processes incorporating oxidation of the resist surface to enhance performance for both wet and dry developing.</i> e. All resists designed or optimised for use with imprint lithography equipment specified in 3B001.f.2. that use either a thermal or photo-curable process.
3C003	Organo-inorganic compounds as follows: a. Organo-metallic compounds of aluminium, gallium or indium, having a purity (metal basis) better than 99.999 %; b. Organo-arsenic, organo-antimony and organo-phosphorus compounds, having a purity (inorganic element basis) better than 99.999 %. <i>Note: 3C003 only controls compounds whose metallic, partly metallic or non-metallic element is directly linked to carbon in the organic part of the molecule.</i>
3C004	Hydrides of phosphorus, arsenic or antimony, having a purity better than 99.999 %, even diluted in inert gases or hydrogen. <i>Note: 3C004 does not control hydrides containing 20 % molar or more of inert gases or hydrogen.</i>
3C005	Silicon carbide (SiC), gallium nitride (GaN), aluminium nitride (AlN) or aluminium gallium nitride (AlGaN) “substrates”, or ingots, boules, or other preforms of those materials, having resistivities greater than 10,000 ohm-cm at 20 °C.
3C006	“Substrates” specified in 3C005 with at least one epitaxial layer of silicon carbide, gallium nitride, aluminium nitride or aluminium gallium nitride.

3D	Software
3D001	“Software” specially designed for the “development” or “production” of equipment specified in 3A001.b. to 3A002.g. or 3B.
3D002	“Software” specially designed for the “use” of equipment specified in 3B001.a. to f. or 3B002.
3D003	‘Physics-based’ simulation “software” specially designed for the “development” of lithographic, etching or deposition processes for translating masking patterns into specific topographical patterns in conductors, dielectrics or semiconductor materials.
<i>Technical Note:</i>	
<i>‘Physics-based’ in 3D003 means using computations to determine a sequence of physical cause and effect events based on physical properties (e.g. temperature, pressure, diffusion constants and semiconductor materials properties).</i>	
<i>Note: Libraries, design attributes or associated data for the design of semiconductor devices or integrated circuits are considered as “technology”.</i>	
3D004	“Software” specially designed for the “development” of the equipment specified in 3A003.
3D101	“Software” specially designed or modified for the “use” of equipment specified in 3A101.b.

3E	Technology
3E001	“Technology” according to the General Technology Note for the “development” or “production” of equipment or materials specified in 3A, 3B or 3C; <i>Note 1:</i> 3E001 does not control “technology” for the “production” of equipment or components controlled by 3A003. <i>Note 2:</i> 3E001 does not control “technology” for the “development” or “production” of integrated circuits specified in 3A001.a.3. to 3A001.a.12., having all of the following: a. Using “technology” at or above 0.130 μm; and b. Incorporating multi-layer structures with three or fewer metal layers.
3E002	“Technology” according to the General Technology Note, other than that specified in 3E001, for the “development” or “production” of a “microprocessor microcircuit”, “microcomputer microcircuit” or microcontroller microcircuit core, having an arithmetic logic unit with an access width of 32 bits or more and any of the following features or characteristics: a. A ‘vector processor unit’ designed to perform more than two calculations on floating-point vectors (one-dimensional arrays of 32-bit or larger numbers) simultaneously; <i>Technical Note:</i> <i>A ‘vector processor unit’ is a processor element with built-in instructions that perform multiple calculations on floating-point vectors (one-dimensional arrays of 32-bit or larger numbers) simultaneously, having at least one vector arithmetic logic unit.</i> b. Designed to perform more than two 64-bit or larger floating-point operation results per cycle; or c. Designed to perform more than four 16-bit fixed-point multiply-accumulate results per cycle (e.g. digital manipulation of analogue information that has been previously converted into digital form, also known as digital “signal processing”). <i>Note:</i> 3E002.c. does not control “technology” for multimedia extensions. <i>Note 1:</i> 3E002 does not control “technology” for the “development” or “production” of micro-processor cores, having all of the following: a. Using “technology” at or above 0.130 μm; and b. Incorporating multi-layer structures with five or fewer metal layers. <i>Note 2:</i> 3E002 includes “technology” for digital signal processors and digital array processors.
3E003	Other “technology” for the “development” or “production” of the following: a. Vacuum microelectronic devices;

3E003	(continued) b. Hetero-structure semiconductor devices such as high electron mobility transistors (HEMT), hetero-bipolar transistors (HBT), quantum well and super lattice devices; <i>Note: 3E003.b. does not control "technology" for high electron mobility transistors (HEMT) operating at frequencies lower than 31.8 GHz and hetero-junction bipolar transistors (HBT) operating at frequencies lower than 31.8 GHz.</i> c. "Superconductive" electronic devices; d. Substrates of films of diamond for electronic components. e. Substrates of silicon-on-insulator (SOI) for integrated circuits in which the insulator is silicon dioxide; f. Substrates of silicon carbide for electronic components; g. Electronic vacuum tubes operating at frequencies of 31.8 GHz or higher.
3E101	"Technology" according to the General Technology Note for the "use" of equipment or "software" specified in 3A001.a.1. or 2., 3A101, 3A102 or 3D101.
3E102	"Technology" according to the General Technology Note for the "development" of "software" specified in 3D101.
3E201	"Technology" according to the General Technology Note for the "use" of equipment specified in 3A001.e.2., 3A001.e.3., 3A001.g., 3A201, 3A225 to 3A233.

CATEGORY 4

COMPUTERS

Note 1: Computers, related equipment and “software” performing telecommunications or “local area network” functions must also be evaluated against the performance characteristics of Category 5, Part 1 (Telecommunications).

Note 2: Control units which directly interconnect the buses or channels of central processing units, “main storage” or disk controllers are not regarded as telecommunications equipment described in Category 5, Part 1 (Telecommunications).

NB: For the control status of “software” specially designed for packet switching, see 5D001.

Note 3: Computers, related equipment and “software” performing cryptographic, cryptanalytic, certifiable multi-level security or certifiable user isolation functions, or which limit electromagnetic compatibility (EMC), must also be evaluated against the performance characteristics in Category 5, Part 2 (“Information Security”).

4A Systems, Equipment and Components

4A001 Electronic computers and related equipment, having any of the following and “electronic assemblies” and specially designed components therefor:

NB: SEE ALSO 4A101.

a. Specially designed to have any of the following:

1. Rated for operation at an ambient temperature below 228 K (– 45 °C) or above 358 K (85 °C); or

Note: 4A001.a.1. does not control computers specially designed for civil automobile, railway train or “civil aircraft” applications.

2. Radiation hardened to exceed any of the following specifications:

- a. Total Dose 5×10^3 Gy (silicon);
- b. Dose Rate Upset 5×10^6 Gy (silicon)/s; or
- c. Single Event Upset 1×10^{-8} Error/bit/day;

Note: 4A001.a.2. does not control computers specially designed for “civil aircraft” applications.

b. Not used.

4A003 “Digital computers”, “electronic assemblies”, and related equipment therefor, as follows and specially designed components therefor:

Note 1: 4A003 includes the following:

- ‘Vector processors’;
- Array processors;
- Digital signal processors;
- Logic processors;
- Equipment designed for “image enhancement”;
- Equipment designed for “signal processing”.

4A003 (continued)

Note 2: The control status of the “digital computers” and related equipment described in 4A003 is determined by the control status of other equipment or systems provided:

- a. The “digital computers” or related equipment are essential for the operation of the other equipment or systems;
- b. The “digital computers” or related equipment are not a “principal element” of the other equipment or systems; and

NB 1: The control status of “signal processing” or “image enhancement” equipment specially designed for other equipment with functions limited to those required for the other equipment is determined by the control status of the other equipment even if it exceeds the “principal element” criterion.

NB 2: For the control status of “digital computers” or related equipment for telecommunications equipment, see Category 5, Part 1 (Telecommunications).

- c. The “technology” for the “digital computers” and related equipment is determined by 4E.
- a. Designed or modified for “fault tolerance”;

Note: For the purposes of 4A003.a., “digital computers” and related equipment are not considered to be designed or modified for “fault tolerance” if they utilise any of the following:

1. Error detection or correction algorithms in “main storage”;
2. The interconnection of two “digital computers” so that, if the active central processing unit fails, an idling but mirroring central processing unit can continue the system’s functioning;
3. The interconnection of two central processing units by data channels or by using shared storage to permit one central processing unit to perform other work until the second central processing unit fails, at which time the first central processing unit takes over in order to continue the system’s functioning; or
4. The synchronisation of two central processing units by “software” so that one central processing unit recognises when the other central processing unit fails and recovers tasks from the failing unit.

- b. “Digital computers” having an “Adjusted Peak Performance” (“APP”) exceeding 1.5 Weighted TeraFLOPS (WT);
- c. “Electronic assemblies” specially designed or modified for enhancing performance by aggregation of processors so that the “APP” of the aggregation exceeds the limit specified in 4A003.b.;

Note 1: 4A003.c. controls only “electronic assemblies” and programmable interconnections not exceeding the limit specified in 4A003.b. when shipped as unintegrated “electronic assemblies”. It does not control “electronic assemblies” inherently limited by nature of their design for use as related equipment specified in 4A003.e.

Note 2: 4A003.c. does not control “electronic assemblies” specially designed for a product or family of products whose maximum configuration does not exceed the limit specified in 4A003.b.

- d. Not used;
- e. Equipment performing analogue-to-digital conversions exceeding the limits specified in 3A001.a.5.;

4A003	<i>(continued)</i>
	f. Not used; g. Equipment specially designed for aggregating the performance of “digital computers” by providing external interconnections which allows communications at unidirectional data rates exceeding 2.0 Gbyte/s per link. <i>Note: 4A003.g. does not control internal interconnection equipment (e.g. backplanes, buses), passive interconnection equipment, “network access controllers” or “communications channel controllers”.</i>
4A004	Computers as follows and specially designed related equipment, “electronic assemblies” and components therefor: a. “Systolic array computers”; b. “Neural computers”; c. “Optical computers”.
4A101	Analogue computers, “digital computers” or digital differential analysers, other than those specified in 4A001.a.1., which are ruggedised and designed or modified for use in space launch vehicles specified in 9A004 or sounding rockets specified in 9A104.
4A102	“Hybrid computers” specially designed for modelling, simulation or design integration of space launch vehicles specified in 9A004 or sounding rockets specified in 9A104. <i>Note: This control only applies when the equipment is supplied with “software” specified in 7D103 or 9D103.</i>

4B Test, Inspection and Production Equipment

None.

4C**Materials**

None.

4D Software

Note: The control status of “software” for the “development”, “production”, or “use” of equipment described in other Categories is dealt with in the appropriate Category.

4D001 “Software” as follows:

- a. “Software” specially designed or modified for the “development”, “production” or “use” of equipment or “software” specified in 4A001 to 4A004, or 4D.
- b. “Software”, other than that specified in 4D001.a., specially designed or modified for the “development” or “production” of equipment as follows:
 1. “Digital computers” having an “Adjusted Peak Performance” (“APP”) exceeding 0.25 Weighted TeraFLOPS (WT);
 2. “Electronic assemblies” specially designed or modified for enhancing performance by aggregation of processors so that the “APP” of the aggregation exceeds the limit in 4D001.b.1.;

4D002 “Software” specially designed or modified to support “technology” specified in 4E.

4D003 Not used.

4E Technology

- 4E001 a. “Technology” according to the General Technology Note, for the “development” “production” or “use” of equipment or “software” specified in 4A or 4D.
- b. “Technology”, other than that specified in 4E001.a., specially designed or modified for the “development” or “production” of equipment as follows:
1. “Digital computers” having an “Adjusted Peak Performance” (“APP”) exceeding 0.25 Weighted TeraFLOPS (WT);
2. “Electronic assemblies” specially designed or modified for enhancing performance by aggregation of processors so that the “APP” of the aggregation exceeds the limit in 4E001.b.1.

TECHNICAL NOTE ON “ADJUSTED PEAK PERFORMANCE” (“APP”)

“APP” is an adjusted peak rate at which “digital computers” perform 64-bit or larger floating point additions and multiplications.

“APP” is expressed in Weighted TeraFLOPS (WT), in units of 10^{12} adjusted floating point operations per second.

Abbreviations used in this Technical Note

n number of processors in the “digital computer”

i processor number ($i = 1, \dots, n$)

t_i processor cycle time ($t_i = 1/F_i$)

F_i processor frequency

R_i peak floating point calculating rate

W_i architecture adjustment factor

Outline of “APP” calculation method

1. For each processor i , determine the peak number of 64-bit or larger floating point operations, FPO_i , performed per cycle for each processor in the “digital computer”.

Note In determining FPO , include only 64-bit or larger floating point additions and/or multiplications. All floating point operations must be expressed in operations per processor cycle; operations requiring multiple cycles may be expressed in fractional results per cycle. For processors not capable of performing calculations on floating point operands of 64-bit or more, the effective calculating rate R is zero.

2. Calculate the floating point rate R for each processor $R_i = FPO_i/t_i$.

3. Calculate “APP” as “APP” = $W_1 \times R_1 + W_2 \times R_2 + \dots + W_n \times R_n$.

4. For ‘vector processors’, $W_i = 0.9$. For non-‘vector processors’, $W_i = 0.3$.

Note 1 For processors that perform compound operations in a cycle, such as addition and multiplication, each operation is counted.

Note 2 For a pipelined processor the effective calculating rate R is the faster of the pipelined rate, once the pipeline is full, or the non-pipelined rate.

Note 3 The calculating rate R of each contributing processor is to be calculated at its maximum value theoretically possible before the “APP” of the combination is derived. Simultaneous operations are assumed to exist when the computer manufacturer claims concurrent, parallel, or simultaneous operation or execution in a manual or brochure for the computer.

Note 4 Do not include processors that are limited to input/output and peripheral functions (e.g. disk drive, communication and video display) when calculating “APP”.

Note 5 “APP” values are not to be calculated for processor combinations (inter)connected by “Local Area Networks”, Wide Area Networks, I/O shared connections/devices, I/O controllers and any communication interconnection implemented by “software”.

Note 6 “APP” values must be calculated for:

1. Processor combinations containing processors specially designed to enhance performance by aggregation, operating simultaneously and sharing memory; or
2. Multiple memory/processor combinations operating simultaneously utilising specially designed hardware.

Note 7 A ‘vector processor’ is defined as a processor with built-in instructions that perform multiple calculations on floating-point vectors (one-dimensional arrays of 64-bit or larger numbers) simultaneously, having at least 2 vector functional units and at least 8 vector registers of at least 64 elements each.

CATEGORY 5

TELECOMMUNICATIONS AND "INFORMATION SECURITY"

PART 1

TELECOMMUNICATIONS

Note 1: The control status of components, “lasers”, test and “production” equipment and “software” therefor which are specially designed for telecommunications equipment or systems is determined in Category 5, Part 1.

NB 1: For “lasers” specially designed for telecommunications equipment or systems, see 6A005.

NB 2: See also Category 5, Part 2 for equipment, components, and “software” performing or incorporating “information security” functions.

Note 2: “Digital computers”, related equipment or “software”, when essential for the operation and support of telecommunications equipment described in this Category, are regarded as specially designed components, provided they are the standard models customarily supplied by the manufacturer. This includes operation, administration, maintenance, engineering or billing computer systems.

5A1 Systems, Equipment and Components

5A001 Telecommunications systems, equipment, components and accessories as follows:

- a. Any type of telecommunications equipment having any of the following characteristics, functions or features:
 1. Specially designed to withstand transitory electronic effects or electromagnetic pulse effects, both arising from a nuclear explosion;
 2. Specially hardened to withstand gamma, neutron or ion radiation; or
 3. Specially designed to operate outside the temperature range from 218 K (– 55 °C) to 397 K (124 °C);

Note: 5A001.a.3. applies only to electronic equipment.

Note: 5A001.a.2. and 5A001.a.3. do not control equipment designed or modified for use on board satellites.

- b. Telecommunication systems and equipment, and specially designed components and accessories therefor, having any of the following characteristics, functions or features:
 1. Being underwater untethered communications systems having any of the following:
 - a. An acoustic carrier frequency outside the range from 20 kHz to 60 kHz;
 - b. Using an electromagnetic carrier frequency below 30 kHz;
 - c. Using electronic beam steering techniques; or
 - d. Using “lasers” or light-emitting diodes (LEDs) with an output wavelength greater than 400 nm and less than 700 nm, in a “local area network”;
 2. Being radio equipment operating in the 1.5 MHz to 87.5 MHz band and having all of the following:
 - a. Automatically predicting and selecting frequencies and “total digital transfer rates” per channel to optimise the transmission; and

5A001

b. 2. (continued)

b. Incorporating a linear power amplifier configuration having a capability to support multiple signals simultaneously at an output power of 1 kW or more in the frequency range of 1.5 MHz or more but less than 30 MHz, or 250 W or more in the frequency range of 30 MHz or more but not exceeding 87.5 MHz, over an “instantaneous bandwidth” of one octave or more and with an output harmonic and distortion content of better than -80 dB;

3. Being radio equipment employing “spread spectrum” techniques, including “frequency hopping” techniques, other than those specified in 5A001.b.4. and having any of the following:

a. User programmable spreading codes; or

b. A total transmitted bandwidth which is 100 or more times the bandwidth of any one information channel and in excess of 50 kHz;

Note: 5A001.b.3.b. does not control radio equipment specially designed for use with civil cellular radio-communications systems.

Note: 5A001.b.3 does not control equipment designed to operate at an output power of 1 W or less.

4. Being radio equipment employing ultra-wideband modulation techniques, having user programmable channelising codes, scrambling codes or network identification codes and having any of the following:

a. A bandwidth exceeding 500 MHz; or

b. A “fractional bandwidth” of 20 % or more;

5. Being digitally controlled radio receivers having all of the following:

a. More than 1,000 channels;

b. A “frequency switching time” of less than 1 ms;

c. Automatic searching or scanning of a part of the electromagnetic spectrum; and

d. Identification of the received signals or the type of transmitter; or

Note: 5A001.b.5. does not control radio equipment specially designed for use with civil cellular radio-communications systems.

6. Employing functions of digital “signal processing” to provide ‘voice coding’ output at rates of less than 2,400 bit/s.

Technical Notes:

1. For variable rate ‘voice coding’, 5A001.b.6. applies to the ‘voice coding’ output of continuous speech.

2. For the purposes of 5A001.b.6., ‘voice coding’ is defined as the technique to take samples of human voice and then convert these samples into a digital signal, taking into account specific characteristics of human speech.

c. Optical fibres of more than 500 m in length and specified by the manufacturer as being capable of withstanding a ‘proof test’ tensile stress of $2 \times 10^9 \text{ N/m}^2$ or more;

NB: For underwater umbilical cables, see 8A002.a.3.

5A001

c. (continued)

Technical Note:

'Proof Test': on-line or off-line production screen testing that dynamically applies a prescribed tensile stress over a 0.5 to 3 m length of fibre at a running rate of 2 to 5 m/s while passing between capstans approximately 50 mm in diameter. The ambient temperature is a nominal 293 K (20 °C) and relative humidity 40 %. Equivalent national standards may be used for executing the proof test.

d. "Electronically steerable phased array antennae" operating above 31.8 GHz;

Note: 5A001.d. does not control "electronically steerable phased array antennae" for landing systems with instruments meeting ICAO standards covering Microwave Landing Systems (MLS).

e. Radio direction finding equipment operating at frequencies above 30 MHz and having both of the following, and specially designed components therefor:

1. "Instantaneous bandwidth" of 10 MHz or more; and
2. Capable of finding a Line Of Bearing (LOB) to non-cooperating radio transmitters with a signal duration of less than 1 ms;

f. Jamming equipment specially designed or modified to intentionally and selectively interfere with, deny, inhibit, degrade or seduce mobile telecommunications services and perform any of the following, and specially designed components therefor:

1. Simulate the functions of Radio Access Network (RAN) equipment;
2. Detect and exploit specific characteristics of the mobile telecommunications protocol employed (e.g. GSM); or
3. Exploit specific characteristics of the mobile telecommunications protocol employed (e.g. GSM);

g. Passive Coherent Location (PCL) systems or equipment, specially designed for detecting and tracking moving objects by measuring reflections of ambient radio frequency emissions, supplied by non-radar transmitters;

Technical Note:

Non-radar transmitters may include commercial radio, television or cellular telecommunications base stations.

Note: 5A001.g. does not control any of the following:

- a. Radio-astronomical equipment; or
- b. Systems or equipment, that require any radio transmission from the target.

h. Radio Frequency (RF) transmitting equipment designed or modified for prematurely activating or preventing the initiation of Improvised Explosive Devices (IEDs).

NB: SEE ALSO 5A001.f.

5A101 Telemetry and telecontrol equipment, including ground equipment, designed or modified for 'missiles'.

Technical Note:

In 5A101 'missile' means complete rocket systems and unmanned aerial vehicle systems capable of a range exceeding 300 km.

Note: 5A101 does not control:

- a. Equipment designed or modified for manned aircraft or satellites;*
- b. Ground based equipment designed or modified for terrestrial or marine applications;*
- c. Equipment designed for commercial, civil or 'Safety of Life' (e.g. data integrity, flight safety) GNSS services;*

5B1 Test, Inspection and Production Equipment

5B001 Telecommunications test, inspection and production equipment, components and accessories, as follows:

- a. Equipment and specially designed components or accessories therefor, specially designed for the “development”, “production” or “use” of equipment, functions or features, specified in 5A001;

Note: 5B001.a. does not control optical fibre characterisation equipment.

- b. Equipment and specially designed components or accessories therefor, specially designed for the “development” of any of the following telecommunication transmission or switching equipment:

1. Not used;

2. Equipment employing a “laser” and having any of the following:

- a. A transmission wavelength exceeding 1,750 nm;
- b. Performing “optical amplification” using praseodymium-doped fluoride fibre amplifiers (PDFFA);
- c. Employing coherent optical transmission or coherent optical detection techniques (also called optical heterodyne or homodyne techniques); or
- d. Employing analogue techniques and having a bandwidth exceeding 2.5 GHz;

Note: 5B001.b.2.d. does not control equipment specially designed for the “development” of commercial TV systems.

3. Not used;

4. Radio equipment employing Quadrature-Amplitude-Modulation (QAM) techniques above level 256; or

5. Equipment employing “common channel signalling” operating in non-associated mode of operation.

5C1

Materials

None.

5D1	Software
5D001	“Software” as follows: a. “Software” specially designed or modified for the “development”, “production” or “use” of equipment, functions or features, specified in 5A001; b. “Software” specially designed or modified to support “technology” specified in 5E001; c. Specific “software” specially designed or modified to provide characteristics, functions or features of equipment, specified in 5A001 or 5B001; d. “Software” specially designed or modified for the “development” of any of the following telecommunication transmission or switching equipment: 1. Not used; 2. Equipment employing a “laser” and having either of the following: a. A transmission wavelength exceeding 1,750 nm; or b. Employing analogue techniques and having a bandwidth exceeding 2.5 GHz; or <i>Note: 5D001.d.2.b. does not control “software” specially designed or modified for the “development” of commercial TV systems.</i> 3. Not used; 4. Radio equipment employing Quadrature-Amplitude-Modulation (QAM) techniques above level 256.
5D101	“Software” specially designed or modified for the “use” of equipment specified in 5A101.

5E1 Technology

5E001 “Technology” as follows:

- a. “Technology” according to the General Technology Note for the “development”, “production” or “use” (excluding operation) of equipment, functions or features specified in 5A001 or “software” specified in 5D001.a.;
- b. Specific “technology” as follows:
 1. “Required” “technology” for the “development” or “production” of telecommunications equipment specially designed to be used on board satellites;
 2. “Technology” for the “development” or “use” of “laser” communication techniques with the capability of automatically acquiring and tracking signals and maintaining communications through exoatmosphere or sub-surface (water) media;
 3. “Technology” for the “development” of digital cellular radio base station receiving equipment whose reception capabilities that allow multi-band, multi-channel, multi-mode, multi-coding algorithm or multi-protocol operation can be modified by changes in “software”;
 4. “Technology” for the “development” of “spread spectrum” techniques, including “frequency hopping” techniques;

Note: 5E001.b.4. does not control “technology” for the “development” of civil cellular radio-communications systems.

- c. “Technology” according to the General Technology Note for the “development” or “production” of any of the following:

1. Equipment employing digital techniques designed to operate at a “total digital transfer rate” exceeding 50 Gbit/s;

Technical Note:

For telecommunication switching equipment the “total digital transfer rate” is the unidirectional speed of a single interface, measured at the highest speed port or line.

2. Equipment employing a “laser” and having any of the following:
 - a. A transmission wavelength exceeding 1,750 nm;
 - b. Performing “optical amplification” using Praseodymium-Doped Fluoride Fibre Amplifiers (PDFFA);
 - c. Employing coherent optical transmission or coherent optical detection techniques (also called optical heterodyne or homodyne techniques);
 - d. Employing wavelength division multiplexing techniques of optical carriers at less than 100 GHz spacing; or
 - e. Employing analogue techniques and having a bandwidth exceeding 2.5 GHz;

Note: 5E001.c.2.e. does not control “technology” for the “development” or “production” of commercial TV systems.

NB: For “technology” for the “development” or “production” of non-telecommunications equipment employing a laser, see 6E.

3. Equipment employing “optical switching” and having a switching time less than 1 ms;

5E001

c. (continued)

4. Radio equipment having any of the following:

- a. Quadrature-Amplitude-Modulation (QAM) techniques above level 256;
- b. Operating at input or output frequencies exceeding 31.8 GHz; or

Note: 5E001.c.4.b. does not control "technology" for the "development" or "production" of equipment designed or modified for operation in any frequency band which is "allocated by the ITU" for radio-communications services, but not for radio-determination.

- c. Operating in the 1.5 MHz to 87.5 MHz band and incorporating adaptive techniques providing more than 15 dB suppression of an interfering signal;

5. Equipment employing "common channel signalling" operating in non-associated mode of operation; or

6. Mobile equipment having all of the following:

- a. Operating at an optical wavelength greater than or equal to 200 nm and less than or equal to 400 nm; and
- b. Operating as a "local area network";

d. "Technology" according to the General Technology Note for the "development" or "production" of Microwave Monolithic Integrated Circuit (MMIC) power amplifiers specially designed for telecommunications and having any of the following:

- 1. Rated for operation at frequencies exceeding 3.2 GHz up to and including 6.8 GHz and with an average output power greater than 4 W (36 dBm) with a "fractional bandwidth" greater than 15 %;
- 2. Rated for operation at frequencies exceeding 6.8 GHz up to and including 16 GHz and with an average output power greater than 1 W (30 dBm) with a "fractional bandwidth" greater than 10 %;
- 3. Rated for operation at frequencies exceeding 16 GHz up to and including 31.8 GHz and with an average output power greater than 0.8 W (29 dBm) with a "fractional bandwidth" greater than 10 %;
- 4. Rated for operation at frequencies exceeding 31.8 GHz up to and including 37.5 GHz;
- 5. Rated for operation at frequencies exceeding 37.5 GHz up to and including 43.5 GHz and with an average output power greater than 0.25 W (24 dBm) with a "fractional bandwidth" greater than 10 %; or
- 6. Rated for operation at frequencies exceeding 43.5 GHz;

e. "Technology" according to the General Technology Note for the "development" or "production" of electronic devices and circuits, specially designed for telecommunications and containing components manufactured from "superconductive" materials, specially designed for operation at temperatures below the "critical temperature" of at least one of the "superconductive" constituents and having either of the following:

- 1. Current switching for digital circuits using "superconductive" gates with a product of delay time per gate (in seconds) and power dissipation per gate (in watts) of less than 10^{-14} J; or
- 2. Frequency selection at all frequencies using resonant circuits with Q-values exceeding 10,000.

5E101

"Technology" according to the General Technology Note for the "development", "production" or "use" of equipment specified in 5A101.

PART 2

“INFORMATION SECURITY”

Note 1: The control status of “information security” equipment, “software”, systems, application specific “electronic assemblies”, modules, integrated circuits, components or functions is determined in Category 5, Part 2 even if they are components or “electronic assemblies” of other equipment.

Note 2: Category 5 — Part 2 does not control products when accompanying their user for the user’s personal use.

Note 3: Cryptography Note

5A002 and 5D002 do not control goods that meet all of the following:

- a. Generally available to the public by being sold, without restriction, from stock at retail selling points by means of any of the following:
 - 1. Over-the-counter transactions;
 - 2. Mail order transactions;
 - 3. Electronic transactions; or
 - 4. Telephone call transactions;
- b. The cryptographic functionality cannot easily be changed by the user;
- c. Designed for installation by the user without further substantial support by the supplier; and
- d. When necessary, details of the goods are accessible and will be provided, upon request, to the competent authorities of Thailand in order to ascertain compliance with conditions described in paragraphs a. to c. above.

Note 4: Category 5 — Part 2 does not control items incorporating or using “cryptography” and meeting all of the following:

- a. The primary function or set of functions is not any of the following:
 - 1. “Information security”;
 - 2. A computer, including operating systems, parts and components therefor;
 - 3. Sending, receiving or storing information (except in support of entertainment, mass commercial broadcasts, digital rights management or medical records management); or
 - 4. Networking (includes operation, administration, management and provisioning);
- b. The cryptographic functionality is limited to supporting their primary function or set of functions; and
- c. When necessary, details of the items are accessible and will be provided, upon request, to the appropriate authority of Thailand in order to ascertain compliance with conditions described in paragraphs a. and b. above.

Technical Note:

In Category 5 — Part 2, parity bits are not included in the key length.

5A2 Systems, Equipment and Components

5A002 “Information security” systems, equipment and components therefor, as follows:

- a. Systems, equipment, application specific “electronic assemblies”, modules and integrated circuits for “information security”, as follows, and components therefor specially designed for “information security”:

NB: For the control of Global Navigation Satellite Systems (GNSS) receiving equipment containing or employing decryption, see 7A005.

1. Designed or modified to use “cryptography” employing digital techniques performing any cryptographic function other than authentication or digital signature and having any of the following:

Technical Notes:

1. Authentication and digital signature functions include their associated key management function.
2. Authentication includes all aspects of access control where there is no encryption of files or text except as directly related to the protection of passwords, Personal Identification Numbers (PINs) or similar data to prevent unauthorised access.
3. “Cryptography” does not include “fixed” data compression or coding techniques.

Note: 5A002.a.1. includes equipment designed or modified to use “cryptography” employing analogue principles when implemented with digital techniques.

- a. A “symmetric algorithm” employing a key length in excess of 56 bits; or
- b. An “asymmetric algorithm” where the security of the algorithm is based on any of the following:
 1. Factorisation of integers in excess of 512 bits (e.g. RSA);
 2. Computation of discrete logarithms in a multiplicative group of a finite field of size greater than 512 bits (e.g. Diffie-Hellman over $\mathbb{Z}/p\mathbb{Z}$); or
 3. Discrete logarithms in a group other than mentioned in 5A002.a.1.b.2. in excess of 112 bits (e.g. Diffie-Hellman over an elliptic curve);
2. Designed or modified to perform cryptanalytic functions;
3. Not used;
4. Specially designed or modified to reduce the compromising emanations of information-bearing signals beyond what is necessary for health, safety or electromagnetic interference standards;
5. Designed or modified to use cryptographic techniques to generate the spreading code for “spread spectrum” systems, other than those specified in 5A002.a.6., including the hopping code for “frequency hopping” systems;

5A002

a. (continued)

6. Designed or modified to use cryptographic techniques to generate channelising codes, scrambling codes or network identification codes, for systems using ultra-wideband modulation techniques and having either of the following:
 - a. A bandwidth exceeding 500 MHz; or
 - b. A “fractional bandwidth” of 20 % or more;
7. Non-cryptographic information and communications technology (ICT) security systems and devices evaluated to an assurance level exceeding class EAL-6 (evaluation assurance level) of the Common Criteria (CC) or equivalent;
8. Communications cable systems designed or modified using mechanical, electrical or electronic means to detect surreptitious intrusion;
9. Designed or modified to use “quantum cryptography”.

Technical Note:

“Quantum cryptography” is also known as Quantum Key Distribution (QKD).

- b. Systems, equipment, application specific “electronic assemblies”, modules and integrated circuits, designed or modified to enable an item to achieve or exceed the controlled performance levels for functionality specified by 5A002.a. that would not otherwise be enabled.

Note: 5A002 does not control any of the following:

- a. Smart cards and smart card ‘readers/writers’ as follows:
 1. A smart card or an electronically readable personal document (e.g. token coin, e-passport) that meets either of the following:
 - a. The cryptographic capability is restricted for use in equipment or systems excluded from 5A002 by Note 4 in Category 5 — Part 2 or entries b. to i. of this Note, and cannot be reprogrammed for any other use; or
 - b. Having all of the following:
 1. It is specially designed and limited to allow protection of ‘personal data’ stored within;
 2. Has been, or can only be, personalised for public or commercial transactions or individual identification; and
 3. Where the cryptographic capability is not user-accessible;

Technical Note:

‘Personal data’ includes any data specific to a particular person or entity, such as the amount of money stored and data necessary for authentication.

5A002 *Note:* a. (continued)

2. 'Readers/writers' specially designed or modified, and limited, for items specified by a.1. of this Note.

Technical Note:

'Readers/writers' include equipment that communicates with smart cards or electronically readable documents through a network.

b. Not used;

c. Not used;

d. Cryptographic equipment specially designed and limited for banking use or 'money transactions';

Technical Note:

'Money transactions' in 5A002 Noted. includes the collection and settlement of fares or credit functions.

e. Portable or mobile radiotelephones for civil use (e.g. for use with commercial civil cellular radio communication systems) that are not capable of transmitting encrypted data directly to another radiotelephone or equipment (other than Radio Access Network (RAN) equipment), nor of passing encrypted data through RAN equipment (e.g. Radio Network Controller (RNC) or Base Station Controller (BSC));

f. Cordless telephone equipment not capable of end-to-end encryption where the maximum effective range of unboosted cordless operation (i.e. a single, unrelayed hop between terminal and home base station) is less than 400 metres according to the manufacturer's specifications;

g. Portable or mobile radiotelephones and similar client wireless devices for civil use, that implement only published or commercial cryptographic standards (except for anti-piracy functions, which may be non-published) and also meet the provisions of paragraphs b. to d. of the Cryptography Note (Note 3 in Category 5 — Part 2), that have been customised for a specific civil industry application with features that do not affect the cryptographic functionality of these original non-customised devices;

h. Not used;

i. Wireless "personal area network" equipment that implement only published or commercial cryptographic standards and where the cryptographic capability is limited to a nominal operating range not exceeding 30 metres according to the manufacturer's specifications; or

j. Equipment, having no functionality specified by 5A002.a.2., 5A002.a.4., 5A002.a.7., or 5A002.a.8., where all cryptographic capability specified by 5A002.a. meets any of the following:

1. It cannot be used; or

2. It can only be made useable by means of "cryptographic activation".

NB: See 5A002.a. for equipment that has undergone "cryptographic activation".

5B2 Test, Inspection and Production Equipment

5B002 “Information security” test, inspection and “production” equipment, as follows:

- a. Equipment specially designed for the “development” or “production” of equipment specified in 5A002 or 5B002.b.;
- b. Measuring equipment specially designed to evaluate and validate the “information security” functions of the equipment specified in 5A002 or “software” specified in 5D002.a. or 5D002.c.

5C2

Materials

None.

5D2 Software

5D002 “Software” as follows:

- a. “Software” specially designed or modified for the “development”, “production” or “use” of equipment specified in 5A002 or “software” specified in 5D002.c.;
- b. “Software” specially designed or modified to support “technology” specified in 5E002;
- c. Specific “software”, as follows:
 - 1. “Software” having the characteristics, or performing or simulating the functions of the equipment, specified in 5A002;
 - 2. “Software” to certify “software” specified in 5D002.c.1.
- d. “Software” designed or modified to enable an item to achieve or exceed the controlled performance levels for functionality specified by 5A002.a. that would not otherwise be enabled.

Note: 5D002 does not control “software” as follows:

- a. “Software” required for the “use” of equipment excluded from control by the Note to 5A002;
- b. “Software” providing any of the functions of equipment excluded from control by the Note to 5A002.

5E2 Technology

5E002 “Technology” as follows:

- a. “Technology” according to the General Technology Note for the “development”, “production” or “use” of equipment specified in 5A002, 5B002 or “software” specified in 5D002.a. or 5D002.c.
- b. “Technology” to enable an item to achieve or exceed the controlled performance levels for functionality specified by 5A002.a. that would not otherwise be enabled.

CATEGORY 6

SENSORS AND LASERS

6A Systems, Equipment and Components

6A001 Acoustic systems, equipment and components, as follows:

- a. Marine acoustic systems, equipment and specially designed components therefor, as follows:
 1. Active (transmitting or transmitting-and-receiving) systems, equipment and specially designed components therefor, as follows:

Note: 6A001.a.1. does not control equipment as follows:

a. Depth sounders operating vertically below the apparatus, not including a scanning function exceeding $\pm 20^\circ$, and limited to measuring the depth of water, the distance of submerged or buried objects or fish finding;

b. Acoustic beacons, as follows:

1. Acoustic emergency beacons;
2. Pingers specially designed for relocating or returning to an underwater position.

a. Acoustic seabed survey equipment as follows:

1. Surface vessel survey equipment designed for seabed topographic mapping and having all of the following:
 - a. Designed to take measurements at an angle exceeding 20° from the vertical;
 - b. Designed to measure seabed topography at seabed depths exceeding 600 m;
 - c. 'Sounding resolution' less than 2; and
 - d. 'Enhancement' of the depth accuracy through compensation for all the following:
 1. Motion of the acoustic sensor;
 2. In-water propagation from sensor to the seabed and back; and
 3. Sound speed at the sensor;

Technical Notes

1. 'Sounding resolution' is the swath width (degrees) divided by the maximum number of soundings per swath.

2. 'Enhancement' includes the ability to compensate by external means.

2. Underwater survey equipment designed for seabed topographic mapping and having all of the following:
 - a. Designed or modified to operate at depths exceeding 300 m; and
 - b. 'Sounding rate' greater than 3,800;

Technical Note

'Sounding rate' is the product of the maximum speed (m/s) at which the sensor can operate and the maximum number of soundings per swath.

6A001

a. 1. a. (continued)

3. Side Scan Sonar (SSS) or Synthetic Aperture Sonar (SAS), designed for seabed imaging and having all of the following:

- a. Designed or modified to operate at depths exceeding 500 m; and
- b. An 'area coverage rate' of greater than $570 \text{ m}^2/\text{s}$ while operating with both an 'along track resolution' and 'across track resolution' of less than 15 cm.

Technical Notes

- 1. 'Area coverage rate' (m^2/s) is twice the product of the maximum sonar range (m) and the maximum speed (m/s) at which the sensor can operate.
- 2. 'Along track resolution' (cm), for SSS only, is the product of azimuth (horizontal) beamwidth (degrees) and maximum sonar range (m) and 0.873.
- 3. 'Across track resolution' (cm) is 75 divided by the signal bandwidth (kHz).

b. Object detection or location systems, having any of the following:

- 1. A transmitting frequency below 10 kHz;
- 2. Sound pressure level exceeding 224 dB (reference $1 \text{ }\mu\text{Pa}$ at 1 m) for equipment with an operating frequency in the band from 10 kHz to 24 kHz inclusive;
- 3. Sound pressure level exceeding 235 dB (reference $1 \text{ }\mu\text{Pa}$ at 1 m) for equipment with an operating frequency in the band between 24 kHz and 30 kHz;
- 4. Forming beams of less than 1° on any axis and having an operating frequency of less than 100 kHz;
- 5. Designed to operate with an unambiguous display range exceeding 5,120 m; or
- 6. Designed to withstand pressure during normal operation at depths exceeding 1,000 m and having transducers with any of the following:
 - a. Dynamic compensation for pressure; or
 - b. Incorporating other than lead zirconate titanate as the transduction element;

c. Acoustic projectors, including transducers, incorporating piezoelectric, magnetostrictive, electrostrictive, electrodynamic or hydraulic elements operating individually or in a designed combination and having any of the following:

Note 1: The control status of acoustic projectors, including transducers, specially designed for other equipment is determined by the control status of the other equipment.

Note 2: 6A001.a.1.c. does not control electronic sources which direct the sound vertically only, or mechanical (e.g. air gun or vapour-shock gun) or chemical (e.g. explosive) sources.

6A001

a. 1. c. (continued)

1. An instantaneous radiated 'acoustic power density' exceeding $0.01 \text{ mW/mm}^2/\text{Hz}$ for devices operating at frequencies below 10 kHz;
2. A continuously radiated 'acoustic power density' exceeding $0.001 \text{ mW/mm}^2/\text{Hz}$ for devices operating at frequencies below 10 kHz; or

Technical Note:

'Acoustic power density' is obtained by dividing the output acoustic power by the product of the area of the radiating surface and the frequency of operation.

3. Side-lobe suppression exceeding 22 dB;
- d. Acoustic systems and equipment, designed to determine the position of surface vessels or underwater vehicles and having all the following, and specially designed components therefor:
1. Detection range exceeding 1,000 m; and
 2. Positioning accuracy of less than 10 m rms (root mean square) when measured at a range of 1,000 m;

Note: 6A001.a.1.d. includes:

- a. Equipment using coherent "signal processing" between two or more beacons and the hydrophone unit carried by the surface vessel or underwater vehicle;
- b. Equipment capable of automatically correcting speed-of-sound propagation errors for calculation of a point.

- e. Active individual sonars, specially designed or modified to detect, locate and automatically classify swimmers or divers, having all of the following:
1. Detection range exceeding 530 m;
 2. Positioning accuracy of less than 15 m rms (root mean square) when measured at a range of 530 m; and
 3. Transmitted pulse signal bandwidth exceeding 3 kHz;

Note: For 6A001.a.1.e., where multiple detection ranges are specified for various environments, the greatest detection range is used.

2. Passive systems, equipment and specially designed components therefor, as follows:

- a. Hydrophones having any of the following:

Note: The control status of hydrophones specially designed for other equipment is determined by the control status of the other equipment.

1. Incorporating continuous flexible sensing elements;
2. Incorporating flexible assemblies of discrete sensing elements with either a diameter or length less than 20 mm and with a separation between elements of less than 20 mm;

6A001

a. 2. a. (continued)

3. Having any of the following sensing elements:
 - a. Optical fibres;
 - b. 'Piezoelectric polymer films' other than polyvinylidene-fluoride (PVDF) and its co-polymers {P(VDF-TrFE) and P(VDF-TFE)}; or
 - c. 'Flexible piezoelectric composites';
4. A 'hydrophone sensitivity' better than -180 dB at any depth with no acceleration compensation;
5. Designed to operate at depths exceeding 35 m with acceleration compensation; or
6. Designed for operation at depths exceeding 1,000 m;

Technical Notes:

1. 'Piezoelectric polymer film' sensing elements consist of polarised polymer film that is stretched over and attached to a supporting frame or spool (mandrel).
2. 'Flexible piezoelectric composite' sensing elements consist of piezoelectric ceramic particles or fibres combined with an electrically insulating, acoustically transparent rubber, polymer or epoxy compound, where the compound is an integral part of the sensing elements.
3. 'Hydrophone sensitivity' is defined as twenty times the logarithm to the base 10 of the ratio of rms output voltage to a 1 V rms reference, when the hydrophone sensor, without a pre-amplifier, is placed in a plane wave acoustic field with an rms pressure of 1 μ Pa. For example, a hydrophone of -160 dB (reference 1 V per μ Pa) would yield an output voltage of 10^{-8} V in such a field, while one of -180 dB sensitivity would yield only 10^{-9} V output. Thus, -160 dB is better than -180 dB.

b. Towed acoustic hydrophone arrays having any of the following:

1. Hydrophone group spacing of less than 12.5 m or 'able to be modified' to have hydrophone group spacing of less than 12.5 m;
2. Designed or 'able to be modified' to operate at depths exceeding 35 m;

Technical Note:

'Able to be modified' in 6A001.a.2.b.1. and 2. means having provisions to allow a change of the wiring or interconnections to alter hydrophone group spacing or operating depth limits. These provisions are: spare wiring exceeding 10 % of the number of wires, hydrophone group spacing adjustment blocks or internal depth limiting devices that are adjustable or that control more than one hydrophone group.

3. Heading sensors specified in 6A001.a.2.d.;
4. Longitudinally reinforced array hoses;
5. An assembled array of less than 40 mm in diameter; or
6. Not used;
7. Hydrophone characteristics specified in 6A001.a.2.a.;

6A001

a. 2. (continued)

- c. Processing equipment, specially designed for towed acoustic hydrophone arrays, having “user accessible programmability” and time or frequency domain processing and correlation, including spectral analysis, digital filtering and beamforming using Fast Fourier or other transforms or processes;
- d. Heading sensors having all of the following:
 - 1. An accuracy of better than $\pm 0.5^\circ$; and
 - 2. Designed to operate at depths exceeding 35 m or having an adjustable or removable depth sensing device in order to operate at depths exceeding 35 m;
- e. Bottom or bay cable systems, having any of the following:
 - 1. Incorporating hydrophones specified in 6A001.a.2.a.; or
 - 2. Incorporating multiplexed hydrophone group signal modules having all of the following characteristics:
 - a. Designed to operate at depths exceeding 35 m or having an adjustable or removable depth sensing device in order to operate at depths exceeding 35 m; and
 - b. Capable of being operationally interchanged with towed acoustic hydrophone array modules;
- f. Processing equipment, specially designed for bottom or bay cable systems, having “user accessible programmability” and time or frequency domain processing and correlation, including spectral analysis, digital filtering and beamforming using Fast Fourier or other transforms or processes;

Note: 6A001.a.2. also controls receiving equipment, whether or not related in normal application to separate active equipment, and specially designed components therefor.

- b. Correlation-velocity and Doppler-velocity sonar log equipment, designed to measure the horizontal speed of the equipment carrier relative to the sea bed, as follows:
 - 1. Correlation-velocity sonar log equipment having any of the following characteristics:
 - a. Designed to operate at distances between the carrier and the sea bed exceeding 500 m; or
 - b. Having speed accuracy better than 1 % of speed;
 - 2. Doppler-velocity sonar log equipment having speed accuracy better than 1 % of speed.

Note 1: 6A001.b. does not control depth sounders limited to any of the following:

- a. Measuring the depth of water;
- b. Measuring the distance of submerged or buried objects; or
- c. Fish finding.

6A001 b. (continued)

Note 2: 6A001.b. does not control equipment specially designed for installation on surface vessels.

c. Not used.

6A002 Optical sensors or equipment and components therefor, as follows:

NB: SEE ALSO 6A102.

a. Optical detectors as follows:

1. "Space-qualified" solid-state detectors as follows:

Note: For the purpose of 6A002.a.1., solid-state detectors include "focal plane arrays".

a. "Space-qualified" solid-state detectors having all of the following:

1. A peak response in the wavelength range exceeding 10 nm but not exceeding 300 nm; and
2. A response of less than 0.1 % relative to the peak response at a wavelength exceeding 400 nm;

b. "Space-qualified" solid-state detectors having all of the following:

1. A peak response in the wavelength range exceeding 900 nm but not exceeding 1,200 nm; and
2. A response "time constant" of 95 ns or less;

c. "Space-qualified" solid-state detectors having a peak response in the wavelength range exceeding 1,200 nm but not exceeding 30,000 nm;

d. "Space-qualified" "focal plane arrays" having more than 2,048 elements per array and having a peak response in the wavelength range exceeding 300 nm but not exceeding 900 nm.

2. Image intensifier tubes and specially designed components therefor, as follows:

Note: 6A002.a.2. does not control non-imaging photomultiplier tubes having an electron sensing device in the vacuum space limited solely to any of the following:

a. A single metal anode; or

b. Metal anodes with a centre to centre spacing greater than 500 μm .

Technical Note:

'Charge multiplication' is a form of electronic image amplification and is defined as the generation of charge carriers as a result of an impact ionisation gain process. 'Charge multiplication' sensors may take the form of an image intensifier tube, solid state detector or "focal plane array".

a. Image intensifier tubes having all of the following:

1. A peak response in the wavelength range exceeding 400 nm but not exceeding 1,050 nm;

6A002

a. 2. a. (*continued*)

2. Electron image amplification using any of the following:

- a. A microchannel plate with a hole pitch (centre-to-centre spacing) of 12 μm or less; *or*
- b. An electron sensing device with a non-binned pixel pitch of 500 μm or less, specially designed or modified to achieve 'charge multiplication' other than by a microchannel plate; and

3. Any of the following photocathodes:

- a. Multialkali photocathodes (e.g. S-20 and S-25) having a luminous sensitivity exceeding 350 $\mu\text{A}/\text{lm}$;
- b. GaAs or GaInAs photocathodes; or
- c. Other "III/V compound" semiconductor photocathodes having a maximum "radiant sensitivity" exceeding 10 mA/W ;

b. Image intensifier tubes having all of the following:

- 1. A peak response in the wavelength range exceeding 1,050 nm but not exceeding 1,800 nm;
- 2. Electron image amplification using any of the following:
 - a. A microchannel plate with a hole pitch (centre-to-centre spacing) of 12 μm or less; or
 - b. An electron sensing device with a non-binned pixel pitch of 500 μm or less, specially designed or modified to achieve 'charge multiplication' other than by a microchannel plate; and
- 3. "III/V compound" semiconductor (e.g. GaAs or GaInAs) photocathodes and transferred electron photocathodes, having a maximum "radiant sensitivity" exceeding 15 mA/W ;

c. Specially designed components as follows:

- 1. Microchannel plates having a hole pitch (centre-to-centre spacing) of 12 μm or less;
- 2. An electron sensing device with a non-binned pixel pitch of 500 μm or less, specially designed or modified to achieve 'charge multiplication' other than by a microchannel plate;
- 3. "III/V compound" semiconductor (e.g. GaAs or GaInAs) photocathodes and transferred electron photocathodes;

Note: 6A002.a.2.c.3. does not control compound semiconductor photocathodes designed to achieve a maximum "radiant sensitivity" of any of the following:

- a. 10 mA/W or less at the peak response in the wavelength range exceeding 400 nm but not exceeding 1,050 nm; or
- b. 15 mA/W or less at the peak response in the wavelength range exceeding 1,050 nm but not exceeding 1,800 nm.

6A002

a. (continued)

3. Non-“space-qualified” “focal plane arrays” as follows:

NB: ‘Microbolometer’ non-“space-qualified” “focal plane arrays” are only specified in 6A002.a.3.f.

Technical Note:

Linear or two-dimensional multi-element detector arrays are referred to as “focal plane arrays”;

Note 1: 6A002.a.3. includes photoconductive arrays and photovoltaic arrays.

Note 2: 6A002.a.3. does not control:

- a. Multi-element (not to exceed 16 elements) encapsulated photoconductive cells using either lead sulphide or lead selenide;
- b. Pyroelectric detectors using any of the following:
 1. Triglycine sulphate and variants;
 2. Lead-lanthanum-zirconium titanate and variants;
 3. Lithium tantalate;
 4. Polyvinylidene fluoride and variants; or
 5. Strontium barium niobate and variants.
- c. “Focal plane arrays” specially designed or modified to achieve ‘charge multiplication’ and limited by design to have a maximum “radiant sensitivity” of 10 mA/W or less for wavelengths exceeding 760 nm, having all of the following:
 1. Incorporating a response limiting mechanism designed not to be removed or modified; and
 2. Any of the following:
 - a. The response limiting mechanism is integral to or combined with the detector element; or
 - b. The “focal plane array” is only operable with the response limiting mechanism in place.

Technical Note:

A response limiting mechanism integral to the detector element is designed not to be removed or modified without rendering the detector inoperable.

Technical Note:

‘Charge multiplication’ is a form of electronic image amplification and is defined as the generation of charge carriers as a result of an impact ionisation gain process. ‘Charge multiplication’ sensors may take the form of an image intensifier tube, solid state detector or “focal plane array”.

a. Non-“space-qualified” “focal plane arrays” having all of the following:

1. Individual elements with a peak response within the wavelength range exceeding 900 nm but not exceeding 1,050 nm; and

6A002

a. 3. a. (continued)

2. Any of the following:

- a. A response “time constant” of less than 0.5 ns; or
- b. Specially designed or modified to achieve ‘charge multiplication’ and having a maximum “radiant sensitivity” exceeding 10 mA/W;

b. Non-“space-qualified” “focal plane arrays” having all of the following:

1. Individual elements with a peak response in the wavelength range exceeding 1,050 nm but not exceeding 1,200 nm; and

2. Any of the following:

- a. A response “time constant” of 95 ns or less; or
- b. Specially designed or modified to achieve ‘charge multiplication’ and having a maximum “radiant sensitivity” exceeding 10 mA/W;

c. Non-“space-qualified” non-linear (2-dimensional) “focal plane arrays” having individual elements with a peak response in the wavelength range exceeding 1,200 nm but not exceeding 30,000 nm;

NB: Silicon and other material based ‘microbolometer’ non-“space-qualified” “focal plane arrays” are only specified in 6A002.a.3.f.

d. Non-“space-qualified” linear (1-dimensional) “focal plane arrays” having all of the following:

1. Individual elements with a peak response in the wavelength range exceeding 1,200 nm but not exceeding 3,000 nm; and

2. Any of the following:

- a. A ratio of ‘scan direction’ dimension of the detector element to the ‘cross-scan direction’ dimension of the detector element of less than 3.8; or
- b. Signal Processing In The Element (SPRITE);

Note: 6A002.a.3.d. does not control “focal plane arrays” (not to exceed 32 elements) having detector elements limited solely to germanium material.

Technical Note:

For the purposes of 6A002.a.3.d., ‘cross-scan direction’ is defined as the axis parallel to the linear array of detector elements and the ‘scan direction’ is defined as the axis perpendicular to the linear array of detector elements.

e. Non-“space-qualified” linear (1-dimensional) “focal plane arrays” having individual elements with a peak response in the wavelength range exceeding 3,000 nm but not exceeding 30,000 nm;

f. Non-“space-qualified” non-linear (2-dimensional) infrared “focal plane arrays” based on ‘micro- bolometer’ material having individual elements with an unfiltered response in the wavelength range equal to or exceeding 8,000 nm but not exceeding 14,000 nm;

6A002

a. 3. f. (continued)

Technical Note:

For the purposes of 6A002.a.3.f., ‘microbolometer’ is defined as a thermal imaging detector that, as a result of a temperature change in the detector caused by the absorption of infrared radiation, is used to generate any usable signal.

g. Non-“space-qualified” “focal plane arrays” having all of the following:

1. Individual detector elements with a peak response in the wavelength range exceeding 400 nm but not exceeding 900 nm;
2. Specially designed or modified to achieve ‘charge multiplication’ and having a maximum “radiant sensitivity” exceeding 10 mA/W for wavelengths exceeding 760 nm; and
3. Greater than 32 elements.

b. “Monospectral imaging sensors” and “multispectral imaging sensors”, designed for remote sensing applications and having either of the following:

1. An Instantaneous-Field-Of-View (IFOV) of less than 200 μ rad (microradians); or
2. Specified for operation in the wavelength range exceeding 400 nm but not exceeding 30,000 nm and having all the following:
 - a. Providing output imaging data in digital format; and
 - b. Having any of the following characteristics:
 1. “Space-qualified”; or
 2. Designed for airborne operation, using other than silicon detectors, and having an IFOV of less than 2.5 mrad (milliradians);

Note: 6A002.b.1. does not control “monospectral imaging sensors” with a peak response in the wavelength range exceeding 300 nm but not exceeding 900 nm and only incorporating any of the following non-“space-qualified” detectors or non-“space-qualified” “focal plane arrays”:

1. Charge Coupled Devices (CCD) not designed or modified to achieve ‘charge multiplication’; or
2. Complementary Metal Oxide Semiconductor (CMOS) devices not designed or modified to achieve ‘charge multiplication’.

c. ‘Direct view’ imaging equipment incorporating any of the following:

1. Image intensifier tubes specified in 6A002.a.2.a. or 6A002.a.2.b.;
2. “Focal plane arrays” specified in 6A002.a.3.; or
3. Solid state detectors specified in 6A002.a.1.;

Technical Note:

‘Direct view’ refers to imaging equipment that presents a visual image to a human observer without converting the image into an electronic signal for television display, and that cannot record or store the image photographically, electronically or by any other means.

6A002

c. (continued)

Note: 6A002.c. does not control equipment as follows, when incorporating other than GaAs or GaInAs photocathodes:

- a. Industrial or civilian intrusion alarm, traffic or industrial movement control or counting systems;
- b. Medical equipment;
- c. Industrial equipment used for inspection, sorting or analysis of the properties of materials;
- d. Flame detectors for industrial furnaces;
- e. Equipment specially designed for laboratory use.

d. Special support components for optical sensors, as follows:

- 1. "Space-qualified" cryocoolers;
- 2. Non-"space-qualified" cryocoolers having a cooling source temperature below 218 K (– 55 °C), as follows:
 - a. Closed cycle type with a specified Mean-Time-To-Failure (MTTF) or Mean-Time-Between-Failures (MTBF), exceeding 2,500 hours;
 - b. Joule-Thomson (JT) self-regulating minicoolers having bore (outside) diameters of less than 8 mm;
- 3. Optical sensing fibres specially fabricated either compositionally or structurally, or modified by coating, to be acoustically, thermally, inertially, electromagnetically or nuclear radiation sensitive;

Note: 6A002.d.3. does not control encapsulated optical sensing fibres specially designed for bore hole sensing applications.

e. Not used.

6A003

Cameras, systems or equipment, and components therefor, as follows:

NB: SEE ALSO 6A203.

NB: For television and film-based photographic still cameras specially designed or modified for underwater use, see 8A002.d.1. and 8A002.e.

a. Instrumentation cameras and specially designed components therefor, as follows:

Note: Instrumentation cameras, specified in 6A003.a.3. to 6A003.a.5., with modular structures should be evaluated by their maximum capability, using plug-ins available according to the camera manufacturer's specifications.

- 1. High-speed cinema recording cameras using any film format from 8 mm to 16 mm inclusive, in which the film is continuously advanced throughout the recording period, and that are capable of recording at framing rates exceeding 13,150 frames/s;

Note: 6A003.a.1. does not control cinema recording cameras designed for civil purposes.

- 2. Mechanical high speed cameras, in which the film does not move, capable of recording at rates exceeding 1,000,000 frames/s for the full framing height of 35 mm film, or at proportionately higher rates for lesser frame heights, or at proportionately lower rates for greater frame heights;
- 3. Mechanical or electronic streak cameras, having writing speeds exceeding 10 mm/μs;

6A003

a. (continued)

4. Electronic framing cameras having a speed exceeding 1,000,000 frames/s;
5. Electronic cameras having all of the following:
 - a. An electronic shutter speed (gating capability) of less than 1 μ s per full frame; and
 - b. A read out time allowing a framing rate of more than 125 full frames per second;
6. Plug-ins having all of the following characteristics:
 - a. Specially designed for instrumentation cameras which have modular structures and which are specified in 6A003.a.; and
 - b. Enabling these cameras to meet the characteristics specified in 6A003.a.3., 6A003.a.4., or 6A003.a.5., according to the manufacturer's specifications;

b. Imaging cameras as follows:

Note: 6A003.b. does not control television or video cameras, specially designed for television broadcasting.

1. Video cameras incorporating solid state sensors, having a peak response in the wavelength range exceeding 10 nm, but not exceeding 30,000 nm and having all of the following:
 - a. Having any of the following:
 1. More than 4×10^6 "active pixels" per solid state array for monochrome (black and white) cameras;
 2. More than 4×10^6 "active pixels" per solid state array for colour cameras incorporating three solid state arrays; or
 3. More than 12×10^6 "active pixels" for solid state array colour cameras incorporating one solid state array; and
 - b. Having any of the following:
 1. Optical mirrors specified in 6A004.a.;
 2. Optical control equipment specified in 6A004.d.; or
 3. The capability for annotating internally generated 'camera tracking data';

Technical Note:

1. For the purpose of this entry, digital video cameras should be evaluated by the maximum number of "active pixels" used for capturing moving images.
 2. For the purpose of this entry, 'camera tracking data' is the information necessary to define camera line of sight orientation with respect to the earth. This includes: 1) the horizontal angle the camera line of sight makes with respect to the earth's magnetic field direction; and 2) the vertical angle between the camera line of sight and the earth's horizon.
2. Scanning cameras and scanning camera systems, having all of the following:
 - a. A peak response in the wavelength range exceeding 10 nm, but not exceeding 30,000 nm;
 - b. Linear detector arrays with more than 8,192 elements per array; and

6A003

b. 2. (continued)

c. Mechanical scanning in one direction;

Note: 6A003.b.2. does not control scanning cameras and scanning camera systems, specially designed for any of the following:

a. Industrial or civilian photocopiers;

b. Image scanners specially designed for civil, stationary, close proximity scanning applications (e.g. reproduction of images or print contained in documents, artwork or photographs); or

c. Medical equipment.

3. Imaging cameras incorporating image intensifier tubes specified in 6A002.a.2.a. or 6A002.a.2.b.;

4. Imaging cameras incorporating “focal plane arrays” having any of the following:

a. Incorporating “focal plane arrays” specified in 6A002.a.3.a. to 6A002.a.3.e.;

b. Incorporating “focal plane arrays” specified in 6A002.a.3.f.; or

c. Incorporating “focal plane arrays” specified in 6A002.a.3.g.;

Note 1: Imaging cameras specified in 6A003.b.4. include “focal plane arrays” combined with sufficient “signal processing” electronics, beyond the read out integrated circuit, to enable as a minimum the output of an analogue or digital signal once power is supplied.

Note 2: 6A003.b.4.a. does not control imaging cameras incorporating linear “focal plane arrays” with 12 elements or fewer, not employing time-delay-and-integration within the element and designed for any of the following:

a. Industrial or civilian intrusion alarm, traffic or industrial movement control or counting systems;

b. Industrial equipment used for inspection or monitoring of heat flows in buildings, equipment or industrial processes;

c. Industrial equipment used for inspection, sorting or analysis of the properties of materials;

d. Equipment specially designed for laboratory use; or

e. Medical equipment.

Note 3: 6A003.b.4.b. does not control imaging cameras having any of the following:

a. A maximum frame rate equal to or less than 9 Hz;

b. Having all of the following:

1. Having a minimum horizontal or vertical ‘Instantaneous-Field-of-View (IFOV)’ of at least 10 mrad/pixel (milliradians/pixel);

2. Incorporating a fixed focal-length lens that is not designed to be removed;

3. Not incorporating a ‘direct view’ display, and

6A003

b. 4. Note 3: b. (continued)

4. Having any of the following:

- a. No facility to obtain a viewable image of the detected field-of-view; or
- b. The camera is designed for a single kind of application and designed not to be user modified; or
- c. The camera is specially designed for installation into a civilian passenger land vehicle of less than 3 tonnes (gross vehicle weight) and having all of the following:
 - 1. Is only operable when installed in any of the following:
 - a. The civilian passenger land vehicle for which it was intended; or
 - b. A specially designed, authorised maintenance test facility; and
 - 2. Incorporates an active mechanism that forces the camera not to function when it is removed from the vehicle for which it was intended.

Technical Notes:

- 1. 'Instantaneous Field of View (IFOV)' specified in 6A003.b.4. Note 3.b. is the lesser figure of the 'Horizontal IFOV' or the 'Vertical IFOV'.

'Horizontal IFOV' = horizontal Field of View (FOV)/number of horizontal detector elements

'Vertical IFOV' = vertical Field of View (FOV/number) of vertical detector elements.

- 2. 'Direct view' in 6A003.b.4. Note 3.b. refers to an imaging camera operating in the infrared spectrum that presents a visual image to a human observer using a near-to-eye micro display incorporating any light-security mechanism.

Note 4: 6A003.b.4.c. does not control imaging cameras having any of the following:

a. Having all of the following:

- 1. Where the camera is specially designed for installation as an integrated component into indoor and wall-plug-operated systems or equipment, limited by design for a single kind of application, as follows:
 - a. Industrial process monitoring, quality control, or analysis of the properties of materials;
 - b. Laboratory equipment specially designed for scientific research;
 - c. Medical equipment;
 - d. Financial fraud detection equipment; and
- 2. Is only operable when installed in any of the following:
 - a. The system(s) or equipment for which it was intended; or
 - b. A specially designed, authorised maintenance facility; and
- 3. Incorporates an active mechanism that forces the camera not to function when it is removed from the system(s) or equipment for which it was intended;

6A003

b. 4. Note 4: (continued)

b. Where the camera is specially designed for installation into a civilian passenger land vehicle of less than three tonnes (gross vehicle weight), or passenger and vehicle ferries having a length overall (LOA) 65 m or greater, and having all of the following:

1. Is only operable when installed in any of the following:

a. The civilian passenger land vehicle or passenger and vehicle ferry for which it was intended; or

b. A specially designed, authorised maintenance test facility; and

2. Incorporates an active mechanism that forces the camera not to function when it is removed from the vehicle for which it was intended;

c. Limited by design to have a maximum “radiant sensitivity” of 10 mA/W or less for wavelengths exceeding 760 nm, having all of the following:

1. Incorporating a response limiting mechanism designed not to be removed or modified;

2. Incorporates an active mechanism that forces the camera not to function when the response limiting mechanism is removed; and

3. Not specially designed or modified for underwater use; or

d. Having all of the following:

1. Not incorporating a ‘direct view’ or electronic image display;

2. Has no facility to output a viewable image of the detected field of view;

3. The “focal plane array” is only operable when installed in the camera for which it was intended; and

4. The “focal plane array” incorporates an active mechanism that forces it to be permanently inoperable when removed from the camera for which it was intended.

5. Imaging cameras incorporating solid-state detectors specified in 6A002.a.1.

6A004

Optical equipment and components, as follows:

a. Optical mirrors (reflectors) as follows:

NB: For optical mirrors specially designed for lithography equipment, see 3B001.

1. “Deformable mirrors” having either continuous or multi-element surfaces, and specially designed components therefor, capable of dynamically repositioning portions of the surface of the mirror at rates exceeding 100 Hz;

2. Lightweight monolithic mirrors having an average “equivalent density” of less than 30 kg/m^2 and a total mass exceeding 10 kg;

3. Lightweight “composite” or foam mirror structures having an average “equivalent density” of less than 30 kg/m^2 and a total mass exceeding 2 kg;

6A004

a. (continued)

4. Beam steering mirrors more than 100 mm in diameter or length of major axis, which maintain a flatness of $\lambda/2$ or better (λ is equal to 633 nm) having a control bandwidth exceeding 100 Hz;
- b. Optical components made from zinc selenide (ZnSe) or zinc sulphide (ZnS) with transmission in the wavelength range exceeding 3,000 nm but not exceeding 25,000 nm and having any of the following:
1. Exceeding 100 cm³ in volume; or
 2. Exceeding 80 mm in diameter or length of major axis and 20 mm in thickness (depth);
- c. "Space-qualified" components for optical systems, as follows:
1. Components lightweighted to less than 20 % "equivalent density" compared with a solid blank of the same aperture and thickness;
 2. Raw substrates, processed substrates having surface coatings (single-layer or multi-layer, metallic or dielectric, conducting, semiconducting or insulating) or having protective films;
 3. Segments or assemblies of mirrors designed to be assembled in space into an optical system with a collecting aperture equivalent to or larger than a single optic 1 m in diameter;
 4. Components manufactured from "composite" materials having a coefficient of linear thermal expansion equal to or less than 5×10^{-6} in any coordinate direction;
- d. Optical control equipment as follows:
1. Equipment specially designed to maintain the surface figure or orientation of the "space-qualified" components specified in 6A004.c.1. or 6A004.c.3.;
 2. Equipment having steering, tracking, stabilisation or resonator alignment bandwidths equal to or more than 100 Hz and an accuracy of 10 μ rad (microradians) or less;
 3. Gimbals having all of the following:
 - a. A maximum slew exceeding 5 $^{\circ}$;
 - b. A bandwidth of 100 Hz or more;
 - c. Angular pointing errors of 200 μ rad (microradians) or less; and
 - d. Having any of the following:
 1. Exceeding 0.15 m but not exceeding 1 m in diameter or major axis length and capable of angular accelerations exceeding 2 rad (radians)/s²; or
 2. Exceeding 1 m in diameter or major axis length and capable of angular accelerations exceeding 0.5 rad (radians)/s²;
 4. Specially designed to maintain the alignment of phased array or phased segment mirror systems consisting of mirrors with a segment diameter or major axis length of 1 m or more;

6A004 (continued)

e. 'Aspheric optical elements' having all of the following:

1. Largest dimension of the optical-aperture greater than 400 mm;
2. Surface roughness less than 1 nm (rms) for sampling lengths equal to or greater than 1 mm; and
3. Coefficient of linear thermal expansion's absolute magnitude less than $3 \times 10^{-6}/K$ at 25 °C.

Technical Notes:

1. An 'aspheric optical element' is any element used in an optical system whose imaging surface or surfaces are designed to depart from the shape of an ideal sphere.
2. Manufacturers are not required to measure the surface roughness listed in 6A004.e.2. unless the optical element was designed or manufactured with the intent to meet, or exceed, the control parameter.

Note 6A004.e. does not control 'aspheric optical elements' having any of the following:

- a. Largest optical-aperture dimension less than 1 m and focal length to aperture ratio equal to or greater than 4.5:1;
- b. Largest optical-aperture dimension equal to or greater than 1 m and focal length to aperture ratio equal to or greater than 7:1;
- c. Designed as Fresnel, flyeye, stripe, prism or diffractive optical elements;
- d. Fabricated from borosilicate glass having a coefficient of linear thermal expansion greater than $2.5 \times 10^{-6}/K$ at 25 °C; or
- e. An x-ray optical element having inner mirror capabilities (e.g. tube-type mirrors).

NB: For 'aspheric optical elements' specially designed for lithography equipment, see 3B001.

6A005 "Lasers", other than those specified in 0B001.g.5. or 0B001.h.6., components and optical equipment, as follows:

NB: SEE ALSO 6A205.

Note 1: Pulsed "lasers" include those that run in a continuous wave (CW) mode with pulses superimposed.

Note 2: Excimer, semiconductor, chemical, CO, CO₂, and non-repetitive pulsed Nd:glass "lasers" are only specified in 6A005.d.

Note 3: 6A005 includes fibre "lasers".

Note 4: The control status of "lasers" incorporating frequency conversion (i.e. wavelength change) by means other than one "laser" pumping another "laser" is determined by applying the control parameters for both the output of the source "laser" and the frequency-converted optical output.

Note 5: 6A005 does not control "lasers" as follows:

- a. Ruby with output energy below 20 J;
- b. Nitrogen;
- c. Krypton.

6A005 (continued)

Technical Note:

In 6A005 'Wall-plug efficiency' is defined as the ratio of "laser" output power (or "average output power") to total electrical input power required to operate the "laser", including the power supply/conditioning and thermal conditioning/heat exchanger.

a. Non-"tunable" continuous wave "(CW) lasers" having any of the following:

1. Output wavelength less than 150 nm and output power exceeding 1 W;
2. Output wavelength of 150 nm or more but not exceeding 520 nm and output power exceeding 30 W;

Note: 6A005.a.2. does not control Argon "lasers" having an output power equal to or less than 50 W.

3. Output wavelength exceeding 520 nm but not exceeding 540 nm and any of the following:
 - a. Single transverse mode output and output power exceeding 50 W; or
 - b. Multiple transverse mode output and output power exceeding 150 W;
4. Output wavelength exceeding 540 nm but not exceeding 800 nm and output power exceeding 30 W;
5. Output wavelength exceeding 800 nm but not exceeding 975 nm and any of the following:
 - a. Single transverse mode output and output power exceeding 50 W; or
 - b. Multiple transverse mode output and output power exceeding 80 W;
6. Output wavelength exceeding 975 nm but not exceeding 1,150 nm and any of the following:
 - a. Single transverse mode output and any of the following:
 1. 'Wall-plug efficiency' exceeding 12 % and output power exceeding 100 W; or
 2. Output power exceeding 150 W; or
 - b. Multiple transverse mode output and any of the following:
 1. 'Wall-plug efficiency' exceeding 18 % and output power exceeding 500 W; or
 2. Output power exceeding 2 kW;

Note: 6A005.a.6.b. does not control multiple transverse mode, industrial "lasers" with output power exceeding 2 kW and not exceeding 6 kW with a total mass greater than 1,200 kg. For the purpose of this note, total mass includes all components required to operate the "laser", e.g. "laser", power supply, heat exchanger, but excludes external optics for beam conditioning and/or delivery.

6A005

a. (continued)

7. Output wavelength exceeding 1,150 nm but not exceeding 1,555 nm and of the following:

- a. Single transverse mode and output power exceeding 50 W; or
- b. Multiple transverse mode and output power exceeding 80 W; or

8. Output wavelength exceeding 1,555 nm and output power exceeding 1 W;

b. Non-“tunable” “pulsed lasers” having any of the following:

1. Output wavelength less than 150 nm and any of the following:

- a. Output energy exceeding 50 mJ per pulse and “peak power” exceeding 1 W; or
- b. “Average output power” exceeding 1 W;

2. Output wavelength of 150 nm or more but not exceeding 520 nm and any of the following:

- a. Output energy exceeding 1.5 J per pulse and “peak power” exceeding 30 W; or
- b. “Average output power” exceeding 30 W;

Note: 6A005.b.2.b. does not control Argon “lasers” having an “average output power” equal to or less than 50 W.

3. Output wavelength exceeding 520 nm but not exceeding 540 nm and any of the following:

a. Single transverse mode output and any of the following:

- 1. Output energy exceeding 1.5 J per pulse and “peak power” exceeding 50 W; or
- 2. “Average output power” exceeding 50 W; or

b. Multiple transverse mode output and any of the following:

- 1. Output energy exceeding 1.5 J per pulse and “peak power” exceeding 150 W; or
- 2. “Average output power” exceeding 150 W;

4. Output wavelength exceeding 540 nm but not exceeding 800 nm and any of the following:

- a. Output energy exceeding 1.5 J per pulse and “peak power” exceeding 30 W; or
- b. “Average output power” exceeding 30 W;

5. Output wavelength exceeding 800 nm but not exceeding 975 nm and any of the following:

a. “Pulse duration” not exceeding 1 μ s and any of the following:

- 1. Output energy exceeding 0.5 J per pulse and “peak power” exceeding 50 W;
- 2. Single transverse mode output and “average output power” exceeding 20 W; or
- 3. Multiple transverse mode output and “average output power” exceeding 50 W; or

b. “Pulse duration” exceeding 1 μ s and any of the following:

- 1. Output energy exceeding 2 J per pulse and “peak power” exceeding 50 W;
- 2. Single transverse mode output and “average output power” exceeding 50 W; or
- 3. Multiple transverse mode output and “average output power” exceeding 80 W;

6A005

b. (continued)

6. Output wavelength exceeding 975 nm but not exceeding 1,150 nm and any of the following:
 - a. "Pulse duration" of less than 1 ns and any of the following:
 1. Output "peak power" exceeding 5 GW per pulse;
 2. "Average output power" exceeding 10 W; or
 3. Output energy exceeding 0.1 J per pulse;
 - b. "Pulse duration" equal to or exceeding 1 ns but not exceeding 1 μ s, and any of the following:
 1. Single transverse mode output and any of the following:
 - a. "Peak power" exceeding 100 MW;
 - b. "Average output power" exceeding 20 W limited by design to a maximum pulse repetition frequency less than or equal to 1 kHz;
 - c. 'Wall-plug efficiency' exceeding 12 %, "average output power" exceeding 100 W and capable of operating at a pulse repetition frequency greater than 1 kHz;
 - d. "Average output power" exceeding 150 W and capable of operating at a pulse repetition frequency greater than 1 kHz; or
 - e. Output energy exceeding 2 J per pulse; or
 2. Multiple transverse mode output and any of the following:
 - a. "Peak power" exceeding 400 MW;
 - b. 'Wall-plug efficiency' exceeding 18 % and "average output power" exceeding 500 W;
 - c. "Average output power" exceeding 2 kW; or
 - d. Output energy exceeding 4 J per pulse; or
 - c. "Pulse duration" exceeding 1 μ s and any of the following:
 1. Single transverse mode output and any of the following:
 - a. "Peak power" exceeding 500 kW;
 - b. 'Wall-plug efficiency' exceeding 12 % and "average output power" exceeding 100 W; or
 - c. "Average output power" exceeding 150 W; or
 2. Multiple transverse mode output and any of the following:
 - a. "Peak power" exceeding 1 MW;
 - b. 'Wall-plug efficiency' exceeding 18 % and "average output power" exceeding 500 W; or
 - c. "Average output power" exceeding 2 kW;
7. Output wavelength exceeding 1,150 nm but not exceeding 1,555 nm, and any of the following:
 - a. "Pulse duration" not exceeding 1 μ s and any of the following:
 1. Output energy exceeding 0.5 J per pulse and "peak power" exceeding 50 W;

6A005

b. 7. a. (continued)

2. Single transverse mode output and “average output power” exceeding 20 W; or

3. Multiple transverse mode output and “average output power” exceeding 50 W; or

b. “Pulse duration” exceeding 1 μ s and any of the following:

1. Output energy exceeding 2 J per pulse and “peak power” exceeding 50 W;

2. Single transverse mode output and “average output power” exceeding 50 W; or

3. Multiple transverse mode output and “average output power” exceeding 80 W; or

8. Output wavelength exceeding 1,555 nm and any of the following:

a. Output energy exceeding 100 mJ per pulse and “peak power” exceeding 1 W; or

b. “Average output power” exceeding 1 W;

c. “Tunable” “lasers” having any of the following:

Note: 6A005.c. includes titanium-sapphire (Ti: Al_2O_3), thulium-YAG (Tm: YAG), thulium-YSGG (Tm: YSGG), alexandrite (Cr: BeAl_2O_4), colour centre “lasers”, dye “lasers”, and liquid “lasers”.

1. Output wavelength less than 600 nm and any of the following:

a. Output energy exceeding 50 mJ per pulse and “peak power” exceeding 1 W; or

b. Average or CW output power exceeding 1 W;

Note: 6A005.c.1. does not control dye lasers or other liquid lasers, having a multimode output and a wavelength of 150 nm or more but not exceeding 600 nm and all of the following:

1. Output energy less than 1.5 J per pulse or a “peak power” less than 20 W; and

2. Average or CW output power less than 20 W.

2. Output wavelength of 600 nm or more but not exceeding 1,400 nm, and any of the following:

a. Output energy exceeding 1 J per pulse and “peak power” exceeding 20 W; or

b. Average or CW output power exceeding 20 W; or

3. Output wavelength exceeding 1,400 nm and any of the following:

a. Output energy exceeding 50 mJ per pulse and “peak power” exceeding 1 W; or

b. Average or CW output power exceeding 1 W;

6A005 (continued)

d. Other “lasers”, not specified in 6A005.a., 6A005.b. or 6A005.c. as follows:

1. Semiconductor “lasers” as follows:

Note 1: 6A005.d.1. includes semiconductor “lasers” having optical output connectors (e.g. fibre optic pigtails).

Note 2: The control status of semiconductor “lasers” specially designed for other equipment is determined by the control status of the other equipment.

a. Individual single-transverse mode semiconductor “lasers” having any of the following:

1. Wavelength equal to or less than 1,510 nm and average or CW output power, exceeding 1.5 W; or
2. Wavelength greater than 1,510 nm and average or CW output power, exceeding 500 mW;

b. Individual, multiple-transverse mode semiconductor “lasers” having any of the following:

1. Wavelength of less than 1,400 nm and average or CW output power, exceeding 15 W;
2. Wavelength equal to or greater than 1,400 nm and less than 1,900 nm and average or CW output power, exceeding 2.5 W; or
3. Wavelength equal to or greater than 1,900 nm and average or CW output power, exceeding 1 W;

c. Individual semiconductor “laser” ‘bars’, having any of the following:

1. Wavelength of less than 1,400 nm and average or CW output power, exceeding 100 W;
2. Wavelength equal to or greater than 1,400 nm and less than 1,900 nm and average or CW output power, exceeding 25 W; or
3. Wavelength equal to or greater than 1,900 nm and average or CW output power, exceeding 10 W;

d. Semiconductor “laser” ‘stacked arrays’ (two-dimensional arrays) having any of the following:

1. Wavelength less than 1,400 nm and having any of the following:
 - a. Average or CW total output power less than 3 kW and having average or CW output ‘power density’ greater than 500 W/cm^2 ;
 - b. Average or CW total output power equal to or exceeding 3 kW but less than or equal to 5 kW, and having average or CW output ‘power density’ greater than 350 W/cm^2 ;
 - c. Average or CW total output power exceeding 5 kW;
 - d. Peak pulsed ‘power density’ exceeding $2,500 \text{ W/cm}^2$; or
 - e. Spatially coherent average or CW total output power, greater than 150 W;

6A005

d. 1. d. (continued)

2. Wavelength greater than or equal to 1,400 nm but less than 1,900 nm, and having any of the following:
 - a. Average or CW total output power less than 250 W and average or CW output 'power density' greater than 150 W/cm^2 ;
 - b. Average or CW total output power equal to or exceeding 250 W but less than or equal to 500 W, and having average or CW output 'power density' greater than 50 W/cm^2 ;
 - c. Average or CW total output power exceeding 500 W;
 - d. Peak pulsed 'power density' exceeding 500 W/cm^2 ; or
 - e. Spatially coherent average or CW total output power, exceeding 15 W;
3. Wavelength greater than or equal to 1,900 nm and having any of the following:
 - a. Average or CW output 'power density' greater than 50 W/cm^2 ;
 - b. Average or CW output power greater than 10 W; or
 - c. Spatially coherent average or CW total output power, exceeding 1.5 W; or
4. At least one "laser" 'bar' specified in 6A005.d.1.c.;

Technical Note:

For the purposes of 6A005.d.1.d., 'power density' means the total "laser" output power divided by the emitter surface area of the 'stacked array'.

- e. Semiconductor "laser" 'stacked arrays', other than those specified in 6A005.d.1.d., having all of the following:
 1. Specially designed or modified to be combined with other 'stacked arrays' to form a larger 'stacked array'; and
 2. Integrated connections, common for both electronics and cooling;

Note 1: 'Stacked arrays', formed by combining semiconductor "laser" 'stacked arrays' specified by 6A005.d.1.e., that are not designed to be further combined or modified are specified by 6A005.d.1.d.

Note 2: 'Stacked arrays', formed by combining semiconductor "laser" 'stacked arrays' specified by 6A005.d.1.e., that are designed to be further combined or modified are specified by 6A005.d.1.e.

Note 3: 6A005.d.1.e. does not apply to modular assemblies of single 'bars' designed to be fabricated into end-to-end stacked linear arrays.

Technical Notes:

1. Semiconductor "lasers" are commonly called "laser" diodes.
2. A 'bar' (also called a semiconductor "laser" 'bar', a "laser" diode 'bar' or diode 'bar') consists of multiple semiconductor "lasers" in a one-dimensional array.
3. A 'stacked array' consists of multiple 'bars' forming a two-dimensional array of semiconductor "lasers".

6A005

d. (continued)

2. Carbon monoxide (CO) “lasers” having any of the following:
 - a. Output energy exceeding 2 J per pulse and “peak power” exceeding 5 kW; or
 - b. Average or CW output power exceeding 5 kW;
3. Carbon dioxide (CO₂) “lasers” having any of the following:
 - a. CW output power exceeding 15 kW;
 - b. Pulsed output with a “pulse duration” exceeding 10 µs and any of the following:
 1. “Average output power” exceeding 10 kW; or
 2. “Peak power” exceeding 100 kW; or
 - c. Pulsed output with a “pulse duration” equal to or less than 10 µs and any of the following:
 1. Pulse energy exceeding 5 J per pulse; or
 2. “Average output power” exceeding 2.5 kW;
4. Excimer “lasers” having any of the following:
 - a. Output wavelength not exceeding 150 nm and any of the following:
 1. Output energy exceeding 50 mJ per pulse; or
 2. “Average output power” exceeding 1 W;
 - b. Output wavelength exceeding 150 nm but not exceeding 190 nm and any of the following:
 1. Output energy exceeding 1.5 J per pulse; or
 2. “Average output power” exceeding 120 W;
 - c. Output wavelength exceeding 190 nm but not exceeding 360 nm and any of the following:
 1. Output energy exceeding 10 J per pulse; or
 2. “Average output power” exceeding 500 W; or
 - d. Output wavelength exceeding 360 nm and any of the following:
 1. Output energy exceeding 1.5 J per pulse; or
 2. “Average output power” exceeding 30 W;

NB: For excimer “lasers” specially designed for lithography equipment, see 3B001.

6A005

d. (continued)

5. "Chemical lasers" as follows:

- a. Hydrogen Fluoride (HF) "lasers";
- b. Deuterium Fluoride (DF) "lasers";
- c. "Transfer lasers" as follows:
 - 1. Oxygen Iodine (O₂-I) "lasers";
 - 2. Deuterium Fluoride-Carbon dioxide (DF-CO₂) "lasers";

6. 'Non-repetitive pulsed' Nd: glass "lasers" having any of the following:

- a. "Pulse duration" not exceeding 1 μ s and output energy exceeding 50 J per pulse; or
- b. "Pulse duration" exceeding 1 μ s and output energy exceeding 100 J per pulse;

Note: 'Non-repetitive pulsed' refers to "lasers" that produce either a single output pulse or that have a time interval between pulses exceeding one minute.

e. Components as follows:

1. Mirrors cooled either by 'active cooling' or by heat pipe cooling;

Technical Note:

'Active cooling' is a cooling technique for optical components using flowing fluids within the subsurface (nominally less than 1 mm below the optical surface) of the optical component to remove heat from the optic.

2. Optical mirrors or transmissive or partially transmissive optical or electro-optical components, specially designed for use with specified "lasers";

f. Optical equipment as follows:

1. Dynamic wavefront (phase) measuring equipment capable of mapping at least 50 positions on a beam wavefront and any of the following:

- a. Frame rates equal to or more than 100 Hz and phase discrimination of at least 5 % of the beam's wavelength; or
- b. Frame rates equal to or more than 1,000 Hz and phase discrimination of at least 20 % of the beam's wavelength;

2. "Laser" diagnostic equipment capable of measuring "SHPL" system angular beam steering errors of equal to or less than 10 μ rad;3. Optical equipment and components, specially designed for a phased-array "SHPL" system for coherent beam combination to an accuracy of $\lambda/10$ at the designed wavelength, or 0.1 μ m, whichever is the smaller;

4. Projection telescopes specially designed for use with "SHPL" systems.

6A005 (continued)

g. 'Laser acoustic detection equipment' having all of the following:

1. CW laser output power equal to or exceeding 20 mW;
2. Laser frequency stability equal to or better (less) than 10 MHz;
3. Laser wavelengths equal to or exceeding 1,000 nm but not exceeding 2,000 nm;
4. Optical system resolution better (less) than 1 nm; and
5. Optical Signal to Noise ratio equal to or exceeding 10^3 .

Technical Note:

'Laser acoustic detection equipment' is sometimes referred to as a Laser Microphone or Particle Flow Detection Microphone.

6A006 "Magnetometers", "magnetic gradiometers", "intrinsic magnetic gradiometers", underwater electric field sensors, "compensation systems", and specially designed components therefor, as follows:

Note: 6A006 does not control instruments specially designed for fishery applications or biomagnetic measurements for medical diagnostics.

a. "Magnetometers" and subsystems as follows:

1. "Magnetometers" using "superconductive" (SQUID) "technology" and having any of the following:
 - a. SQUID systems designed for stationary operation, without specially designed subsystems designed to reduce in-motion noise, and having a 'sensitivity' equal to or lower (better) than 50 fT (rms) per square root Hz at a frequency of 1 Hz; or
 - b. SQUID systems having an in-motion-magnetometer 'sensitivity' lower (better) than 20 pT (rms) per square root Hz at a frequency of 1 Hz and specially designed to reduce in-motion noise;
 2. "Magnetometers" using optically pumped or nuclear precession (proton/Overhauser) "technology" having a 'sensitivity' lower (better) than 20 pT (rms) per square root Hz at a frequency of 1 Hz;
 3. "Magnetometers" using fluxgate "technology" having a 'sensitivity' equal to or lower (better) than 10 pT (rms) per square root Hz at a frequency of 1 Hz;
 4. Induction coil "magnetometers" having a 'sensitivity' lower (better) than any of the following:
 - a. 0.05 nT (rms) per square root Hz at frequencies of less than 1 Hz;
 - b. 1×10^{-3} nT (rms) per square root Hz at frequencies of 1 Hz or more but not exceeding 10 Hz; or
 - c. 1×10^{-4} nT (rms) per square root Hz at frequencies exceeding 10 Hz;
 5. Fibre optic "magnetometers" having a 'sensitivity' lower (better) than 1 nT (rms) per square root Hz;
- b. Underwater electric field sensors having a 'sensitivity' lower (better) than 8 nanovolt per metre per square root Hz when measured at 1 Hz;

6A005 (continued)

c. “Magnetic gradiometers” as follows:

1. “Magnetic gradiometers” using multiple “magnetometers” specified in 6A006.a.;
2. Fibre optic “intrinsic magnetic gradiometers” having a magnetic gradient field ‘sensitivity’ lower (better) than 0.3 nT/m rms per square root Hz;
3. “Intrinsic magnetic gradiometers”, using “technology” other than fibre-optic “technology”, having a magnetic gradient field ‘sensitivity’ lower (better) than 0.015 nT/m rms per square root Hz;

d. “Compensation systems” for magnetic or underwater electric field sensors resulting in a performance equal to or better than the specified parameters of 6A006.a., 6A006.b. or 6A006.c.

e. Underwater electromagnetic receivers incorporating magnetic field sensors specified by 6A006.a. or underwater electric field sensors specified by 6A006.b.

Technical Note:

For the purposes of 6A006., ‘sensitivity’ (noise level) is the root mean square of the device-limited noise floor which is the lowest signal that can be measured.

6A007 Gravity meters (gravimeters) and gravity gradiometers, as follows:

NB: SEE ALSO 6A107.

a. Gravity meters designed or modified for ground use and having a static accuracy of less (better) than 10 µgal;

Note: 6A007.a. does not control ground gravity meters of the quartz element (Worden) type.

b. Gravity meters designed for mobile platforms and having all of the following:

1. A static accuracy of less (better) than 0.7 mgal; and
2. An in-service (operational) accuracy of less (better) than 0.7 mgal having a time-to-steady-state registration of less than 2 minutes under any combination of attendant corrective compensations and motional influences;

c. Gravity gradiometers.

6A008 Radar systems, equipment and assemblies, having any of the following, and specially designed components therefor:

NB: SEE ALSO 6A108.

Note: 6A008 does not control:

- Secondary surveillance radar (SSR);
- Civil Automotive Radar;
- Displays or monitors used for air traffic control (ATC);
- Meteorological (weather) radar;
- Precision approach radar (PAR) equipment conforming to ICAO standards and employing electronically steerable linear (1-dimensional) arrays or mechanically positioned passive antennae.

6A008 (continued)

- a. Operating at frequencies from 40 GHz to 230 GHz and having any of the following:
 - 1. An average output power exceeding 100 mW; or
 - 2. Locating accuracy of 1 m or less (better) in range and 0.2 degree or less (better) in azimuth;
- b. A tunable bandwidth exceeding ± 6.25 % of the 'centre operating frequency';

Technical Note:

The 'centre operating frequency' equals one half of the sum of the highest plus the lowest specified operating frequencies.

- c. Capable of operating simultaneously on more than two carrier frequencies;
- d. Capable of operating in synthetic aperture (SAR), inverse synthetic aperture (ISAR) radar mode, or sidelooking airborne (SLAR) radar mode;
- e. Incorporating electronically steerable array antennae;
- f. Capable of heightfinding non-cooperative targets;
- g. Specially designed for airborne (balloon or airframe mounted) operation and having Doppler "signal processing" for the detection of moving targets;
- h. Employing processing of radar signals and using any of the following:
 - 1. "Radar spread spectrum" techniques; or
 - 2. "Radar frequency agility" techniques;
- i. Providing ground-based operation with a maximum "instrumented range" exceeding 185 km;

Note: 6A008.i. does not control:

- a. Fishing ground surveillance radar;
- b. Ground radar equipment specially designed for enroute air traffic control and having all the following:
 - 1. A maximum "instrumented range" of 500 km or less;
 - 2. Configured so that radar target data can be transmitted only one way from the radar site to one or more civil ATC centres;
 - 3. Contains no provisions for remote control of the radar scan rate from the enroute ATC centre; and
 - 4. Permanently installed;
- c. Weather balloon tracking radars.

6A008 (continued)

j. Being “laser” radar or Light Detection and Ranging (LIDAR) equipment and having any of the following:

1. “Space-qualified”;
2. Employing coherent heterodyne or homodyne detection techniques and having an angular resolution of less (better) than 20 μ rad (microradians); or
3. Designed for carrying out airborne bathymetric littoral surveys to International Hydrographic Organization (IHO) Order 1a Standard (5th Edition February 2008) for Hydrographic Surveys or better, and using one or more lasers with a wavelength exceeding 400 nm but not exceeding 600 nm;

Note 1: LIDAR equipment specially designed for surveying is only specified in 6A008.j.3.

Note 2: 6A008.j. does not control LIDAR equipment specially designed for meteorological observation.

Note 3: Parameters in the IHO Order 1a Standard 5th Edition February 2008 are summarised as follows:

— Horizontal Accuracy (95 % Confidence Level) = 5 m + 5 % of depth.

— Depth Accuracy for Reduced Depths (95 % confidence level) = $\pm \sqrt{(a^2 + (b * d)^2)}$; where:

$a = 0.5$ m = constant depth error, i.e. the sum of all constant depth errors

$b = 0.013$ = factor of depth dependent error

$b*d$ = depth dependent error, i.e. the sum of all depth dependent errors

d = depth

— Feature Detection = Cubic features > 2 m in depths up to 40 m; 10 % of depth beyond 40 m.

k. Having “signal processing” sub-systems using “pulse compression” and having any of the following:

1. A “pulse compression” ratio exceeding 150; or
2. A pulse width of less than 200 ns; or

l. Having data processing sub-systems and having any of the following:

1. “Automatic target tracking” providing, at any antenna rotation, the predicted target position beyond the time of the next antenna beam passage; or

Note: 6A008.l.1. does not control conflict alert capability in ATC systems, or marine or harbour radar.

2. Not used;

3. Not used;

4. Configured to provide superposition and correlation, or fusion, of target data within six seconds from two or more “geographically dispersed” radar sensors to improve the aggregate performance beyond that of any single sensor specified by 6A008.f. or 6A008.i.

Note: 6A008.l.4. does not control systems, equipment and assemblies used for marine traffic control.

- 6A102 Radiation hardened ‘detectors’, other than those specified in 6A002, specially designed or modified for protecting against nuclear effects (e.g. electromagnetic pulse (EMP), X-rays, combined blast and thermal effects) and usable for “missiles”, designed or rated to withstand radiation levels which meet or exceed a total irradiation dose of 5×10^5 rads (silicon).

Technical Note:

In 6A102, a ‘detector’ is defined as a mechanical, electrical, optical or chemical device that automatically identifies and records, or registers a stimulus such as an environmental change in pressure or temperature, an electrical or electromagnetic signal or radiation from a radioactive material. This includes devices that sense by one time operation or failure.

- 6A107 Gravity meters (gravimeters) and components for gravity meters and gravity gradiometers, as follows:
- a. Gravity meters, other than those specified in 6A007.b, designed or modified for airborne or marine use, and having a static or operational accuracy of $7 \times 10^{-6} \text{ m/s}^2$ (0.7 mgal) or less (better), and having a time-to-steady-state registration of two minutes or less;
 - b. Specially designed components for gravity meters specified in 6A007.b or 6A107.a. and gravity gradiometers specified in 6A007.c.

- 6A108 Radar systems and tracking systems, other than those specified in entry 6A008, as follows:
- a. Radar and laser radar systems designed or modified for use in space launch vehicles specified in 9A004 or sounding rockets specified in 9A104;

Note: 6A108.a. includes the following:

- a. Terrain contour mapping equipment;
 - b. Imaging sensor equipment;
 - c. Scene mapping and correlation (both digital and analogue) equipment;
 - d. Doppler navigation radar equipment.
- b. Precision tracking systems, usable for ‘missiles’, as follows:
 1. Tracking systems which use a code translator in conjunction with either surface or airborne references or navigation satellite systems to provide real-time measurements of in-flight position and velocity;
 2. Range instrumentation radars including associated optical/infrared trackers with all of the following capabilities:
 - a. Angular resolution better than 1.5 milliradians;
 - b. Range of 30 km or greater with a range resolution better than 10 m rms;
 - c. Velocity resolution better than 3 m/s.

Technical Note:

In 6A108.b. ‘missile’ means complete rocket systems and unmanned aerial vehicle systems capable of a range exceeding 300 km.

6A202 Photomultiplier tubes having both of the following characteristics:

- a. Photocathode area of greater than 20 cm^2 ; and
- b. Anode pulse rise time of less than 1 ns.

6A203 Cameras and components, other than those specified in 6A003, as follows:

a. Mechanical rotating mirror cameras, as follows, and specially designed components therefor:

1. Framing cameras with recording rates greater than 225,000 frames per second;
2. Streak cameras with writing speeds greater than 0.5 mm per microsecond;

Note: In 6A203.a. components of such cameras include their synchronising electronics units and rotor assemblies consisting of turbines, mirrors and bearings.

b. Electronic streak cameras, electronic framing cameras, tubes and devices, as follows:

1. Electronic streak cameras capable of 50 ns or less time resolution;
2. Streak tubes for cameras specified in 6A203.b.1.;
3. Electronic (or electronically shuttered) framing cameras capable of 50 ns or less frame exposure time;
4. Framing tubes and solid-state imaging devices for use with cameras specified in 6A203.b.3., as follows:
 - a. Proximity focused image intensifier tubes having the photocathode deposited on a transparent conductive coating to decrease photocathode sheet resistance;
 - b. Gate silicon intensifier target (SIT) videcon tubes, where a fast system allows gating the photo-electrons from the photocathode before they impinge on the SIT plate;
 - c. Kerr or Pockels cell electro-optical shuttering;
 - d. Other framing tubes and solid-state imaging devices having a fast-image gating time of less than 50 ns specially designed for cameras specified in 6A203.b.3.;

c. Radiation-hardened TV cameras, or lenses therefor, specially designed or rated as radiation hardened to withstand a total radiation dose greater than $50 \times 10^3 \text{ Gy (silicon)}$ ($5 \times 10^6 \text{ rad (silicon)}$) without operational degradation.

Technical Note:

The term Gy (silicon) refers to the energy in Joules per kilogram absorbed by an unshielded silicon sample when exposed to ionising radiation.

6A205 “Lasers”, “laser” amplifiers and oscillators, other than those specified in 0B001.g.5., 0B001.h.6. and 6A005; as follows:

NB: For copper vapour lasers, see 6A005.b.

a. Argon ion “lasers” having both of the following characteristics:

1. Operating at wavelengths between 400 nm and 515 nm; and
2. An average output power greater than 40 W;

b. Tunable pulsed single-mode dye laser oscillators having all of the following characteristics:

1. Operating at wavelengths between 300 nm and 800 nm;
2. An average output power greater than 1 W;
3. A repetition rate greater than 1 kHz; and
4. Pulse width less than 100 ns;

c. Tunable pulsed dye laser amplifiers and oscillators, having all of the following characteristics:

1. Operating at wavelengths between 300 nm and 800 nm;
2. An average output power greater than 30 W;
3. A repetition rate greater than 1 kHz; and
4. Pulse width less than 100 ns;

Note: 6A205.c. does not control single mode oscillators.

d. Pulsed carbon dioxide “lasers” having all of the following characteristics:

1. Operating at wavelengths between 9,000 nm and 11,000 nm;
2. A repetition rate greater than 250 Hz;
3. An average output power greater than 500 W; and
4. Pulse width of less than 200 ns;

e. Para-hydrogen Raman shifters designed to operate at 16 micrometre output wavelength and at a repetition rate greater than 250 Hz;

f. Neodymium-doped (other than glass) “lasers” with an output wavelength between 1,000 and 1,100 nm having either of the following

1. Pulse-excited and Q-switched with a pulse duration equal to or more than 1 ns, and having either of the following:
 - a. A single-transverse mode output with an average output power greater than 40 W; or
 - b. A multiple-transverse mode output having an average power greater than 50 W; or
2. Incorporating frequency doubling to give an output wavelength between 500 and 550 nm with an average output power of more than 40 W.

- 6A225 Velocity interferometers for measuring velocities exceeding 1 km/s during time intervals of less than 10 microseconds.
- Note: 6A225 includes velocity interferometers such as VISARs (Velocity interferometer systems for any reflector) and DLIs (Doppler laser interferometers).*
- 6A226 Pressure sensors, as follows:
- a. Manganin gauges for pressures greater than 10 GPa;
 - b. Quartz pressure transducers for pressures greater than 10 GPa.

6B Test, Inspection and Production Equipment

6B004 Optical equipment as follows:

- a. Equipment for measuring absolute reflectance to an accuracy of $\pm 0.1\%$ of the reflectance value;
- b. Equipment other than optical surface scattering measurement equipment, having an unobscured aperture of more than 10 cm, specially designed for the non-contact optical measurement of a non-planar optical surface figure (profile) to an “accuracy” of 2 nm or less (better) against the required profile.

Note: 6B004 does not control microscopes.

6B007 Equipment to produce, align and calibrate land-based gravity meters with a static accuracy of better than 0.1 mgal.

6B008 Pulse radar cross-section measurement systems having transmit pulse widths of 100 ns or less, and specially designed components therefor.

NB: SEE ALSO 6B108.

6B108 Systems, other than those specified in 6B008, specially designed for radar cross-section measurement usable for ‘missiles’ and their subsystems.

Technical Note:

In 6B108 ‘missile’ means complete rocket systems and unmanned aerial vehicle systems capable of a range exceeding 300 km.

6C Materials

6C002 Optical sensor materials as follows:

- a. Elemental tellurium (Te) of purity levels of 99.9995 % or more;
- b. Single crystals (including epitaxial wafers) of any of the following:
 1. Cadmium zinc telluride (CdZnTe), with zinc content of less than 6 % by 'mole fraction';
 2. Cadmium telluride (CdTe) of any purity level; or
 3. Mercury cadmium telluride (HgCdTe) of any purity level.

Technical Note:

'Mole fraction' is defined as the ratio of moles of ZnTe to the sum of moles of CdTe and ZnTe present in the crystal.

6C004 Optical materials as follows:

- a. Zinc selenide (ZnSe) and zinc sulphide (ZnS) "substrate blanks", produced by the chemical vapour deposition process and having any of the following:
 1. A volume greater than 100 cm^3 ; or
 2. A diameter greater than 80 mm and a thickness of 20 mm or more;
- b. Boules of any of the following electro-optic materials:
 1. Potassium titanyl arsenate (KTA) (CAS 59400-80-5);
 2. Silver gallium selenide (AgGaSe₂) (CAS 12002-67-4); or
 3. Thallium arsenic selenide (Tl₃AsSe₃, also known as TAS) (CAS 16142-89-5);
- c. Non-linear optical materials having all of the following:
 1. Third order susceptibility (χ_3) of $10^{-6} \text{ m}^2/\text{V}^2$ or more; and
 2. A response time of less than 1 ms;
- d. "Substrate blanks" of silicon carbide or beryllium beryllium (Be/Be) deposited materials, exceeding 300 mm in diameter or major axis length;
- e. Glass, including fused silica, phosphate glass, fluorophosphate glass, zirconium fluoride (ZrF₄) (CAS 7783-64-4) and hafnium fluoride (HfF₄) (CAS 13709-52-9) and having all of the following:
 1. A hydroxyl ion (OH⁻) concentration of less than 5 ppm;
 2. Integrated metallic purity levels of less than 1 ppm; and
 3. High homogeneity (index of refraction variance) less than 5×10^{-6} ;
- f. Synthetically produced diamond material with an absorption of less than 10^{-5} cm^{-1} for wavelengths exceeding 200 nm but not exceeding 14,000 nm.

6C005 Synthetic crystalline "laser" host material in unfinished form as follows:

- a. Titanium doped sapphire;
- b. Alexandrite.

6D	Software
6D001	“Software” specially designed for the “development” or “production” of equipment specified in 6A004, 6A005, 6A008 or 6B008.
6D002	“Software” specially designed for the “use” of equipment specified in 6A002.b., 6A008 or 6B008.
6D003	Other “software” as follows: a. “Software” as follows: 1. “Software” specially designed for acoustic beam forming for the “real-time processing” of acoustic data for passive reception using towed hydrophone arrays; 2. “Source code” for the “real-time processing” of acoustic data for passive reception using towed hydrophone arrays; 3. “Software” specially designed for acoustic beam forming for “real-time processing” of acoustic data for passive reception using bottom or bay cable systems; 4. “Source code” for “real-time processing” of acoustic data for passive reception using bottom or bay cable systems; 5. “Software” or “source code”, specially designed for all of the following: a. “Real-time processing” of acoustic data from sonar systems specified by 6A001.a.1.e.; and b. Automatically detecting, classifying and determining the location of divers or swimmers; b. Not used; c. “Software” designed or modified for cameras incorporating “focal plane arrays” specified in 6A002.a.3.f. and designed or modified to remove a frame rate restriction and allow the camera to exceed the frame rate specified in 6A003.b.4. Note 3.a. d. Not used; e. Not used; f. “Software” as follows: 1. “Software” specially designed for magnetic and electric field “compensation systems” for magnetic sensors designed to operate on mobile platforms; 2. “Software” specially designed for magnetic and electric field anomaly detection on mobile platforms; 3. “Software” specially designed for “real-time processing” of electromagnetic data using underwater electromagnetic receivers specified by 6A006.e.; 4. “Source code” for “real-time processing” of electromagnetic data using underwater electromagnetic receivers specified by 6A006.e.; g. “Software” specially designed to correct motional influences of gravity meters or gravity gradiometers;

6D003 (continued)

h. “Software” as follows:

1. Air Traffic Control (ATC) “software” application “programmes” designed to be hosted on general purpose computers located at Air Traffic Control centres and capable of accepting radar target data from more than four primary radars;
2. “Software” for the design or “production” of radomes and having all of the following:
 - a. Specially designed to protect the “electronically steerable phased array antennae” specified in 6A008.e.; and
 - b. Resulting in an antenna pattern having an ‘average side lobe level’ more than 40 dB below the peak of the main beam level.

Technical Note:

‘Average side lobe level’ in 6D003.h.2.b. is measured over the entire array excluding the angular extent of the main beam and the first two side lobes on either side of the main beam.

6D102 “Software” specially designed or modified for the “use” of goods specified in 6A108.

6D103 “Software” which processes post-flight, recorded data, enabling determination of vehicle position throughout its flight path, specially designed or modified for ‘missiles’.

Technical Note:

In 6D103 ‘missile’ means complete rocket systems and unmanned aerial vehicle systems capable of a range exceeding 300 km.

6E	Technology
6E001	“Technology” according to the General Technology Note for the “development” of equipment, materials or “software” specified in 6A, 6B, 6C or 6D.
6E002	“Technology” according to the General Technology Note for the “production” of equipment or materials specified in 6A, 6B or 6C.
6E003	Other “technology” as follows: a. “Technology” as follows: 1. Optical surface coating and treatment “technology”, “required” to achieve an ‘optical thickness’ uniformity of 99.5 % or better for optical coatings 500 mm or more in diameter or major axis length and with a total loss (absorption and scatter) of less than 5×10^{-3}; <i>NB: See also 2E003.f.</i> <i>Technical Note:</i> <i>‘Optical thickness’ is the mathematical product of the index of refraction and the physical thickness of the coating.</i> 2. Optical fabrication “technology” using single point diamond turning techniques to produce surface finish accuracies of better than 10 nm rms on non-planar surfaces exceeding 0.5 m^2; b. “Technology” “required” for the “development”, “production” or “use” of specially designed diagnostic instruments or targets in test facilities for “SHPL” testing or testing or evaluation of materials irradiated by “SHPL” beams;
6E101	“Technology” according to the General Technology Note for the “use” of equipment or “software” specified in 6A002, 6A007.b. and c., 6A008, 6A102, 6A107, 6A108, 6B108, 6D102 or 6D103. <i>Note: 6E101 only specifies “technology” for equipment specified in 6A008 when it is designed for airborne applications and is usable in “missiles”.</i>
6E201	“Technology” according to the General Technology Note for the “use” of equipment specified in 6A003, 6A005.a.2., 6A005.b.2., 6A005.b.3., 6A005.b.4., 6A005.b.6., 6A005.c.2., 6A005.d.3.c., 6A005.d.4.c., 6A202, 6A203, 6A205, 6A225 or 6A226.

CATEGORY 7

NAVIGATION AND AVIONICS

7A Systems, Equipment and Components

NB: For automatic pilots for underwater vehicles, see Category 8. For radar, see Category 6.

7A001 Accelerometers as follows and specially designed components therefor:

NB: SEE ALSO 7A101.

NB: For angular or rotational accelerometers, see 7A001.b.

a. Linear accelerometers having any of the following:

1. Specified to function at linear acceleration levels less than or equal to 15 g and having any of the following:
 - a. A “bias” “stability” of less (better) than 130 micro g with respect to a fixed calibration value over a period of one year; or
 - b. A “scale factor” “stability” of less (better) than 130 ppm with respect to a fixed calibration value over a period of one year;
2. Specified to function at linear acceleration levels exceeding 15 g but less than or equal to 100 g and having all of the following:
 - a. A “bias” “repeatability” of less (better) than 5,000 micro g over a period of one year; and
 - b. A “scale factor” “repeatability” of less (better) than 2,500 ppm over a period of one year; or
3. Designed for use in inertial navigation or guidance systems and specified to function at linear acceleration levels exceeding 100 g;

Note: 7A001.a.1. and 7A001.a.2. do not control accelerometers limited to measurement of only vibration or shock.

b. Angular or rotational accelerometers, specified to function at linear acceleration levels exceeding 100 g.

7A002 Gyros or angular rate sensors, having any of the following and specially designed components therefor:

NB: SEE ALSO 7A102.

NB: For angular or rotational accelerometers, see 7A001.b.

a. Specified to function at linear acceleration levels less than or equal to 100 g and having any of the following:

1. A rate range of less than 500 degrees per second and having any of the following:
 - a. A “bias” “stability” of less (better) than 0.5 degree per hour, when measured in a 1 g environment over a period of one month, and with respect to a fixed calibration value; or
 - b. An “angle random walk” of less (better) than or equal to 0.0035 degree per square root hour; or

Note: 7A002.a.1.b. does not control ‘spinning mass gyros’.

Technical Note:

‘Spinning mass gyros’ are gyros which use a continually rotating mass to sense angular motion.

7A002

a. (continued)

2. A rate range greater than or equal to 500 degrees per second and having any of the following:

- a. A “bias” “stability” of less (better) than 40 degrees per hour, when measured in a 1 g environment over a period of three minutes, and with respect to a fixed calibration value; or
- b. An “angle random walk” of less (better) than or equal to 0.2 degree per square root hour; or

Note: 7A002.a.2.b. does not control ‘spinning mass gyros’.

Technical Note:

‘Spinning mass gyros’ are gyros which use a continually rotating mass to sense angular motion.

b. Specified to function at linear acceleration levels exceeding 100 g.

7A003

Inertial systems and specially designed components, as follows:

NB: SEE ALSO 7A103.

a. Inertial Navigation Systems (INS) (gimballed or strapdown) and inertial equipment, designed for “aircraft”, land vehicle, vessels (surface or underwater) or “spacecraft” for navigation, attitude, guidance or control and having any of the following and specially designed components therefor:

1. Navigation error (free inertial) subsequent to normal alignment of 0.8 nautical mile per hour (nm/hr) ‘Circular Error Probable’ (‘CEP’) or less (better); or

2. Specified to function at linear acceleration levels exceeding 10 g;

b. Hybrid Inertial Navigation Systems embedded with Global Navigation Satellite Systems(s) (GNSS) or with “Data-Based Referenced Navigation” (“DBRN”) System(s) for navigation, attitude, guidance or control, subsequent to normal alignment and having an INS navigation position accuracy, after loss of GNSS or “DBRN” for a period of up to four minutes, of less (better) than 10 metres ‘Circular Error Probable’ (‘CEP’);

c. Inertial Measurement equipment for heading or True North determination and having any of the following and specially designed components therefor:

1. Designed to have heading or True North determination accuracy equal to or less (better) than 0.07 deg sec(Lat) (equivalent to 6 arc minutes rms at 45 degrees latitude); or

2. Designed to have a non-operating shock level of 900 g or greater at a duration of 1 msec or greater;

d. Inertial measurement equipment including Inertial Measurement Units (IMU) and Inertial Reference Systems (IRS), incorporating accelerometers or gyros specified in 7A001 or 7A002.

Note 1: The parameters of 7A003.a. and 7A003.b. are applicable with any of the following environmental conditions:

a. Input random vibration with an overall magnitude of 7.7 g rms in the first 0.5 hour and a total test duration of 1.5 hour per axis in each of the 3 perpendicular axes, when the random vibration meets all the following:

1. A constant Power Spectral Density (PSD) value of 0.04 g²/Hz over a frequency interval of 15 to 1,000 Hz; and

2. The PSD attenuates with frequency from 0.04 g²/Hz to 0.01 g²/Hz over a frequency interval from 1,000 to 2,000 Hz;

7A003 *Note 1: (continued)*

- b. An angular rate capability about one or more axes of equal to or more than + 2.62 rad/s (150 deg/s); or
- c. According to national standards equivalent to a. or b. above.

Note 2: 7A003 does not control inertial navigation systems which are certified for use on “civil aircraft” by civil authorities of a “participating state”.

Note 3: 7A003.c.1. does not control theodolite systems incorporating inertial equipment specially designed for civil surveying purposes.

Technical Notes:

1. 7A003.b. refers to systems in which an INS and other independent navigation aids are built into a single unit (embedded) in order to achieve improved performance.
2. ‘Circular Error Probable’ (CEP) — In a circular normal distribution, the radius of the circle containing 50 % of the individual measurements being made, or the radius of the circle within which there is a 50 % probability of being located.

7A004 Gyro-astro compasses and other devices which derive position or orientation by means of automatically tracking celestial bodies or satellites, with an azimuth accuracy of equal to or less (better) than 5 seconds of arc.

NB: SEE ALSO 7A104.

7A005 Global Navigation Satellite Systems (GNSS) receiving equipment having any of the following and specially designed components therefor:

NB: SEE ALSO 7A105.

- a. Employing a decryption algorithm specially designed or modified for government use to access the ranging code for position and time; or
- b. Employing ‘adaptive antenna systems’.

Note: 7A005.b. does not control GNSS receiving equipment that only uses components designed to filter, switch, or combine signals from multiple omni-directional antennae that do not implement adaptive antenna techniques.

Technical Note:

For the purposes of 7A005.b ‘adaptive antenna systems’ dynamically generate one or more spatial nulls in an antenna array pattern by signal processing in the time domain or frequency domain.

7A006 Airborne altimeters operating at frequencies other than 4.2 to 4.4 GHz inclusive and having any of the following:

NB: SEE ALSO 7A106.

- a. “Power management”; or
- b. Using phase shift key modulation.

7A008 Underwater sonar navigation systems using doppler velocity or correlation velocity logs integrated with a heading source and having a positioning accuracy of equal to or less (better) than 3 % of distance travelled ‘Circular Error Probable’ (‘CEP’) and specially designed components therefor.

7A008	(continued)
	<u>Note:</u> 7A008 does not control systems specially designed for installation on surface vessels or systems requiring acoustic beacons or buoys to provide positioning data.
	<u>NB:</u> See 6A001.a. for acoustic systems, and 6A001.b. for correlation-velocity and Doppler-velocity sonar log equipment. See 8A002 for other marine systems.
7A101	Linear accelerometers, other than those specified in 7A001, designed for use in inertial navigation systems or in guidance systems of all types, usable in 'missiles', having all the following characteristics, and specially designed components therefor:
	a. A "bias" "repeatability" of less (better) than 1,250 micro g; and b. A "scale factor" "repeatability" of less (better) than 1,250 ppm;
	<u>Note:</u> 7A101 does not control accelerometers specially designed and developed as Measurement While Drilling (MWD) Sensors for use in downhole well service operations.
	<u>Technical Notes:</u>
	1. In 7A101 'missile' means complete rocket systems and unmanned aerial vehicle systems capable of a range exceeding 300 km; 2. In 7A101 the measurement of "bias" and "scale factor" refers to a one sigma standard deviation with respect to a fixed calibration over a period of one year;
7A102	All types of gyros, other than those specified in 7A002, usable in 'missiles', with a rated "drift rate" 'stability' of less than 0.5 ° (1 sigma or rms) per hour in a 1 g environment and specially designed components therefor.
	<u>Technical Notes:</u>
	1. In 7A102 'missile' means complete rocket systems and unmanned aerial vehicle systems capable of a range exceeding 300 km. 2. In 7A102 'stability' is defined as a measure of the ability of a specific mechanism or performance coefficient to remain invariant when continuously exposed to a fixed operating condition (IEEE STD 528-2001 paragraph 2.247).
7A103	Instrumentation, navigation equipment and systems, other than those specified in 7A003, as follows; and specially designed components therefor:
	a. Inertial or other equipment, using accelerometers or gyros as follows, and systems incorporating such equipment:
	1. Accelerometers specified in 7A001.a.3., 7A001.b. or 7A101 or gyros specified in 7A002 or 7A102; or
	2. Accelerometers specified in 7A001.a.1. or 7A001.a.2. and having all of the following:
	a. Designed for use in inertial navigation systems or in guidance systems of all types and usable in 'missiles';
	b. A "bias" "repeatability" of less (better) than 1,250 micro g; and
	c. A "scale factor" "repeatability" of less (better) than 1,250 ppm;
	<u>Note:</u> 7A103.a. does not specify equipment containing accelerometers specified in 7A001 where such accelerometers are specially designed and developed as MWD (Measurement While Drilling) sensors for use in down-hole well services operations.

7A103 (continued)

- b. Integrated flight instrument systems which include gyrostabilisers or automatic pilots, designed or modified for use in 'missiles';
- c. 'Integrated navigation systems', designed or modified for 'missiles' and capable of providing a navigational accuracy of 200 m Circle of Equal Probability (CEP) or less;

Technical Note:

An 'integrated navigation system' typically incorporates the following components:

- 1. An inertial measurement device (e.g. an attitude and heading reference system, inertial reference unit, or inertial navigation system);
 - 2. One or more external sensors used to update the position and/or velocity, either periodically or continuously throughout the flight (e.g. satellite navigation receiver, radar altimeter, and/or Doppler radar); and
 - 3. Integration hardware and software;
- d. Three axis magnetic heading sensors, designed or modified to be integrated with flight control and navigation systems, having all the following characteristics, and specially designed components therefor:
 - 1. Internal tilt compensation in pitch (± 90 degrees) and roll (± 180 degrees) axes;
 - 2. Capable of providing azimuthal accuracy better (less) than 0.5 degrees rms at latitude of ± 80 degrees, reference to local magnetic field.

Note: Flight control and navigation systems in 7A103.d. include gyrostabilisers, automatic pilots and inertial navigation systems.

Technical Note:

In 7A103 'missile' means complete rocket systems and unmanned aerial vehicle systems capable of a range exceeding 300 km.

7A104 Gyro-astro compasses and other devices, other than those specified in 7A004, which derive position or orientation by means of automatically tracking celestial bodies or satellites and specially designed components therefor.

7A105 Receiving equipment for Global Navigation Satellite Systems (GNSS; e.g. GPS, GLONASS, or Galileo), having any of the following characteristics, and specially designed components therefor:

- a. Designed or modified for use in space launch vehicles specified in 9A004, unmanned aerial vehicles specified in 9A012 or sounding rockets specified in 9A104; or
- b. Designed or modified for airborne applications and having any of the following:
 - 1. Capable of providing navigation information at speeds in excess of 600 m/s;
 - 2. Employing decryption to gain access to GNSS secured signal/data; or
 - 3. Being specially designed to employ anti-jam features (e.g. null steering antenna or electronically steerable antenna) to function in an environment of active or passive countermeasures.

Note: 7A105.b.2. and 7A105.b.3. do not control equipment designed for commercial, civil or 'Safety of Life' (e.g. data integrity, flight safety) GNSS services.

-
- 7A106 Altimeters, other than those specified in 7A006, of radar or laser radar type, designed or modified for use in space launch vehicles specified in 9A004 or sounding rockets specified in 9A104.
- 7A115 Passive sensors for determining bearing to specific electromagnetic source (direction finding equipment) or terrain characteristics, designed or modified for use in space launch vehicles specified in 9A004 or sounding rockets specified in 9A104.
- Note:* 7A115 includes sensors for the following equipment:
- a. Terrain contour mapping equipment;
 - b. Imaging sensor equipment (both active and passive);
 - c. Passive interferometer equipment.
- 7A116 Flight control systems and servo valves, as follows; designed or modified for use in space launch vehicles specified in 9A004 or sounding rockets specified in 9A104.
- a. Hydraulic, mechanical, electro-optical, or electro-mechanical flight control systems (including fly-by-wire types);
 - b. Attitude control equipment;
 - c. Flight control servo valves designed or modified for the systems specified in 7A116.a. or 7A116.b., and designed or modified to operate in a vibration environment greater than 10 g rms between 20 Hz and 2 kHz.
- 7A117 "Guidance sets", usable in "missiles" capable of achieving system accuracy of 3.33 % or less of the range (e.g. a "CEP" of 10 km or less at a range of 300 km).

7B Test, Inspection and Production Equipment

7B001 Test, calibration or alignment equipment, specially designed for equipment specified in 7A.

Note: 7B001 does not control test, calibration or alignment equipment for 'Maintenance Level I' or 'Maintenance Level II'.

Technical Notes:

1. 'Maintenance Level I'

The failure of an inertial navigation unit is detected on the aircraft by indications from the Control and Display Unit (CDU) or by the status message from the corresponding sub-system. By following the manufacturer's manual, the cause of the failure may be localised at the level of the malfunctioning Line Replaceable Unit (LRU). The operator then removes the LRU and replaces it with a spare.

2. 'Maintenance Level II'

The defective LRU is sent to the maintenance workshop (the manufacturer's or that of the operator responsible for level II maintenance). At the maintenance workshop, the malfunctioning LRU is tested by various appropriate means to verify and localise the defective Shop Replaceable Assembly (SRA) module responsible for the failure. This SRA is removed and replaced by an operative spare. The defective SRA (or possibly the complete LRU) is then shipped to the manufacturer. 'Maintenance Level II' does not include the disassembly or repair of controlled accelerometers or gyro sensors.

7B002 Equipment specially designed to characterise mirrors for ring "laser" gyros, as follows:

NB: SEE ALSO 7B102.

- a. Scatterometers having a measurement accuracy of 10 ppm or less (better);
- b. Profilometers having a measurement accuracy of 0.5 nm (5 angstrom) or less (better).

7B003 Equipment specially designed for the "production" of equipment specified in 7A.

Note: 7B003 includes:

- Gyro tuning test stations;
- Gyro dynamic balance stations;
- Gyro run-in/motor test stations;
- Gyro evacuation and fill stations;
- Centrifuge fixtures for gyro bearings;
- Accelerometer axis align stations;
- Fibre optic gyro coil winding machines.

7B102 Reflectometers specially designed to characterise mirrors, for "laser" gyros, having a measurement accuracy of 50 ppm or less (better).

7B103 "Production facilities" and "production equipment" as follows:

- a. "Production facilities" specially designed for equipment specified in 7A117;
- b. "Production equipment", and other test, calibration and alignment equipment, other than that specified in 7B001 to 7B003, designed or modified to be used with equipment specified in 7A.

7C

Materials

None.

7D Software

7D001 “Software” specially designed or modified for the “development” or “production” of equipment specified in 7A or 7B.

7D002 “Source code” for the “use” of any inertial navigation equipment, including inertial equipment not specified in 7A003 or 7A004, or Attitude and Heading Reference Systems (‘AHRS’).

Note: 7D002 does not control “source code” for the “use” of gimballed ‘AHRS’.

Technical Note:

‘AHRS’ generally differ from Inertial Navigation Systems (INS) in that an ‘AHRS’ provides attitude and heading information and normally does not provide the acceleration, velocity and position information associated with an INS.

7D003 Other “software” as follows:

- a. “Software” specially designed or modified to improve the operational performance or reduce the navigational error of systems to the levels specified in 7A003, 7A004 or 7A008;
- b. “Source code” for hybrid integrated systems which improves the operational performance or reduces the navigational error of systems to the level specified in 7A003 or 7A008 by continuously combining heading data with any of the following:
 1. Doppler radar or sonar velocity data;
 2. Global Navigation Satellite Systems (GNSS) reference data; or
 3. Data from “Data-Based Referenced Navigation” (“DBRN”) systems;
- c. “Source code” for integrated avionics or mission systems which combine sensor data and employ “expert systems”;
- d. “Source code” for the “development” of any of the following:
 1. Digital flight management systems for “total control of flight”;
 2. Integrated propulsion and flight control systems;
 3. Fly-by-wire or fly-by-light control systems;
 4. Fault-tolerant or self-reconfiguring “active flight control systems”;
 5. Airborne automatic direction finding equipment;
 6. Air data systems based on surface static data; or
 7. Raster-type head-up displays or three dimensional displays;
- e. Computer-Aided-Design (CAD) “software” specially designed for the “development” of “active flight control systems”, helicopter multi-axis fly-by-wire or fly-by-light controllers or helicopter “circulation controlled anti-torque or circulation-controlled direction control systems”, whose “technology” is specified in 7E004.b., 7E004.c.1. or 7E004.c.2.

7D101 “Software” specially designed or modified for the “use” of equipment specified in 7A001 to 7A006, 7A101 to 7A106, 7A115, 7A116.a., 7A116.b., 7B001, 7B002, 7B003, 7B102 or 7B103.

7D102 Integration “software” as follows:

- a. Integration “software” for the equipment specified in 7A103.b.;
- b. Integration “software” specially designed for the equipment specified in 7A003 or 7A103.a.
- c. Integration “software” designed or modified for the equipment specified in 7A103.c.

Note: A common form of integration “software” employs Kalman filtering.

7D103 “Software” specially designed for modelling or simulation of the “guidance sets” specified in 7A117 or for their design integration with the space launch vehicles specified in 9A004 or sounding rockets specified in 9A104.

Note: “Software” specified in 7D103 remains controlled when combined with specially designed hardware specified in 4A102.

7E	Technology
7E001	“Technology” according to the General Technology Note for the “development” of equipment or “software”, specified in 7A, 7B or 7D.
7E002	“Technology” according to the General Technology Note for the “production” of equipment specified in 7A or 7B.
7E003	“Technology” according to the General Technology Note for the repair, refurbishing or overhaul of equipment specified in 7A001 to 7A004. <i>Note:</i> 7E003 does not control maintenance “technology” directly associated with calibration, removal or replacement of damaged or unserviceable LRUs and SRAs of a “civil aircraft” as described in ‘Maintenance Level I’ or ‘Maintenance Level II’. <i>NB:</i> See Technical Notes to 7B001.
7E004	Other “technology” as follows: “Technology” for the “development” or “production” of any of the following: - Airborne automatic direction finding equipment operating at frequencies exceeding 5 MHz; - Air data systems based on surface static data only, i.e. which dispense with conventional air data probes; - Three dimensional displays for “aircraft”; - Not used; - Electric actuators (i.e. electromechanical, electrohydrostatic and integrated actuator package) specially designed for “primary flight control”; “Flight control optical sensor array” specially designed for implementing “active flight control systems”; or “DBRN” systems designed to navigate underwater, using sonar or gravity databases, that provide a positioning accuracy equal to or less (better) than 0.4 nautical miles; “Development” “technology”, as follows, for “active flight control systems” (including fly-by-wire or fly-by-light): - Configuration design for interconnecting multiple microelectronic processing elements (on-board computers) to achieve “real-time processing” for control law implementation; - Control law compensation for sensor location or dynamic airframe loads, i.e. compensation for sensor vibration environment or for variation of sensor location from the centre of gravity; - Electronic management of data redundancy or systems redundancy for fault detection, fault tolerance, fault isolation or reconfiguration; <i>Note:</i> 7E004.b.3. does not control “technology” for the design of physical redundancy. - Flight controls which permit inflight reconfiguration of force and moment controls for real-time autonomous air vehicle control;

-
- 7E004 b. *(continued)*
5. Integration of digital flight control, navigation and propulsion control data, into a digital flight management system for “total control of flight”;
- Note:* 7E004.b.5. does not control:
- a. “Development” “technology” for integration of digital flight control, navigation and propulsion control data, into a digital flight management system for “flight path optimisation”;
- b. “Development” “technology” for “aircraft” flight instrument systems integrated solely for VOR, DME, ILS or MLS navigation or approaches.
6. Full authority digital flight control or multisensor mission management systems, employing “expert systems”;
- NB:* For “technology” for Full Authority Digital Engine Control Systems (“FADEC Systems”), see 9E003.h.
- c. “Technology” for the “development” of helicopter systems, as follows:
1. Multi-axis fly-by-wire or fly-by-light controllers, which combine the functions of at least two of the following into one controlling element:
- a. Collective controls;
- b. Cyclic controls;
- c. Yaw controls;
2. “Circulation-controlled anti-torque or circulation-controlled directional control systems”;
3. Rotor blades incorporating “variable geometry airfoils”, for use in systems using individual blade control.
- 7E101 “Technology” according to the General Technology Note for the “use” of equipment specified in 7A001 to 7A006, 7A101 to 7A106, 7A115 to 7A117, 7B001, 7B002, 7B003, 7B102, 7B103, 7D101 to 7D103.
- 7E102 “Technology” for protection of avionics and electrical subsystems against electromagnetic pulse (EMP) and electromagnetic interference (EMI) hazards, from external sources, as follows:
- a. Design “technology” for shielding systems;
- b. Design “technology” for the configuration of hardened electrical circuits and subsystems;
- c. Design “technology” for the determination of hardening criteria of 7E102.a. and 7E102.b.
- 7E104 “Technology” for the integration of the flight control, guidance, and propulsion data into a flight management system for optimisation of rocket system trajectory.

CATEGORY 8

MARINE

8A Systems, Equipment and Components

8A001 Submersible vehicles and surface vessels, as follows:

Note: For the control status of equipment for submersible vehicles, see:

- Category 5, Part 2 “Information Security” for encrypted communication equipment;
- Category 6 for sensors;
- Categories 7 and 8 for navigation equipment;
- Category 8A for underwater equipment.

a. Manned, tethered submersible vehicles designed to operate at depths exceeding 1,000 m;

b. Manned, untethered submersible vehicles having any of the following:

1. Designed to ‘operate autonomously’ and having a lifting capacity of all the following:
 - a. 10 % or more of their weight in air; and
 - b. 15 kN or more;
2. Designed to operate at depths exceeding 1,000 m; or
3. Having all of the following:
 - a. Designed to continuously ‘operate autonomously’ for 10 hours or more; and
 - b. ‘Range’ of 25 nautical miles or more;

Technical Notes:

1. For the purposes of 8A001.b., ‘operate autonomously’ means fully submerged, without snorkel, all systems working and cruising at minimum speed at which the submersible can safely control its depth dynamically by using its depth planes only, with no need for a support vessel or support base on the surface, sea-bed or shore, and containing a propulsion system for submerged or surface use.
2. For the purposes of 8A001.b., ‘range’ means half the maximum distance a submersible vehicle can ‘operate autonomously’.

c. Unmanned, tethered submersible vehicles designed to operate at depths exceeding 1,000 m and having any of the following:

1. Designed for self-propelled manoeuvre using propulsion motors or thrusters specified in 8A002.a.2.; or
2. Fibre optic data link;

d. Unmanned, untethered submersible vehicles having any of the following:

1. Designed for deciding a course relative to any geographical reference without real-time human assistance;
2. Acoustic data or command link; or
3. Optical data or command link exceeding 1,000 m;

8A001

(continued)

- e. Ocean salvage systems with a lifting capacity exceeding 5 MN for salvaging objects from depths exceeding 250 m and having any of the following:
 - 1. Dynamic positioning systems capable of position keeping within 20 m of a given point provided by the navigation system; or
 - 2. Seafloor navigation and navigation integration systems, for depths exceeding 1,000 m and with positioning accuracies to within 10 m of a predetermined point;
- f. Surface-effect vehicles (fully skirted variety) having all of the following:
 - 1. Maximum design speed, fully loaded, exceeding 30 knots in a significant wave height of 1.25 m (Sea State 3) or more;
 - 2. Cushion pressure exceeding 3,830 Pa; and
 - 3. Light-ship-to-full-load displacement ratio of less than 0.70;
- g. Surface-effect vehicles (rigid sidewalls) with a maximum design speed, fully loaded, exceeding 40 knots in a significant wave height of 3.25 m (Sea State 5) or more;
- h. Hydrofoil vessels with active systems for automatically controlling foil systems, with a maximum design speed, fully loaded, of 40 knots or more in a significant wave height of 3.25 m (Sea State 5) or more;
- i. 'Small waterplane area vessels' having any of the following:
 - 1. Full load displacement exceeding 500 tonnes with a maximum design speed, fully loaded, exceeding 35 knots in a significant wave height of 3.25 m (Sea State 5) or more; or
 - 2. Full load displacement exceeding 1,500 tonnes with a maximum design speed, fully loaded, exceeding 25 knots in a significant wave height of 4 m (Sea State 6) or more.

Technical Note:

A 'small waterplane area vessel' is defined by the following formula: waterplane area at an operational design draught less than $2 \times (\text{displaced volume at the operational design draught})^{2/3}$.

8A002

Marine systems, equipment and components, as follows:

Note: For underwater communications systems, see Category 5, Part 1 — Telecommunications.

- a. Systems, equipment and components, specially designed or modified for submersible vehicles and designed to operate at depths exceeding 1,000 m, as follows:
 - 1. Pressure housings or pressure hulls with a maximum inside chamber diameter exceeding 1.5 m;
 - 2. Direct current propulsion motors or thrusters;
 - 3. Umbilical cables, and connectors therefor, using optical fibre and having synthetic strength members;
 - 4. Components manufactured from material specified in 8C001;

Technical Note:

The objective of 8A002.a.4. should not be defeated by the export of 'syntactic foam' specified in 8C001 when an intermediate stage of manufacture has been performed and it is not yet in the final component form.

8A002 (continued)

- b. Systems specially designed or modified for the automated control of the motion of submersible vehicles specified in 8A001, using navigation data, having closed loop servo-controls and having any of the following:
 - 1. Enabling a vehicle to move within 10 m of a predetermined point in the water column;
 - 2. Maintaining the position of the vehicle within 10 m of a predetermined point in the water column; or
 - 3. Maintaining the position of the vehicle within 10 m while following a cable on or under the seabed;
 - c. Fibre optic hull penetrators or connectors;
 - d. Underwater vision systems as follows:
 - 1. Television systems and television cameras, as follows:
 - a. Television systems (comprising camera, monitoring and signal transmission equipment) having a 'limiting resolution' when measured in air of more than 800 lines and specially designed or modified for remote operation with a submersible vehicle;
 - b. Underwater television cameras having a 'limiting resolution' when measured in air of more than 1,100 lines;
 - c. Low light level television cameras specially designed or modified for underwater use and having all of the following:
 - 1. Image intensifier tubes specified in 6A002.a.2.a.; and
 - 2. More than 150,000 "active pixels" per solid state area array;
- Technical Note:*
- 'Limiting resolution' is a measure of horizontal resolution usually expressed in terms of the maximum number of lines per picture height discriminated on a test chart, using IEEE Standard 208/1960 or any equivalent standard.*
- 2. Systems specially designed or modified for remote operation with an underwater vehicle, employing techniques to minimise the effects of back scatter and including range-gated illuminators or "laser" systems;
 - e. Photographic still cameras specially designed or modified for underwater use below 150 m, with a film format of 35 mm or larger and having any of the following:
 - 1. Annotation of the film with data provided by a source external to the camera;
 - 2. Automatic back focal distance correction; or
 - 3. Automatic compensation control specially designed to permit an underwater camera housing to be usable at depths exceeding 1,000 m;
 - f. Not used;
 - g. Light systems specially designed or modified for underwater use, as follows:
 - 1. Stroboscopic light systems capable of a light output energy of more than 300 J per flash and a flash rate of more than 5 flashes per second;
 - 2. Argon arc light systems specially designed for use below 1,000 m;

8A002 (continued)

- h. "Robots" specially designed for underwater use, controlled by using a dedicated computer and having any of the following:
 - 1. Systems that control the "robot" using information from sensors which measure force or torque applied to an external object, distance to an external object, or tactile sense between the "robot" and an external object; or
 - 2. The ability to exert a force of 250 N or more or a torque of 250 Nm or more and using titanium based alloys or "composite" "fibrous or filamentary materials" in their structural members;
- i. Remotely controlled articulated manipulators specially designed or modified for use with submersible vehicles and having any of the following:
 - 1. Systems which control the manipulator using information from sensors which measure any of the following:
 - a. Torque or force applied to an external object; or
 - b. Tactile sense between the manipulator and an external object; or
 - 2. Controlled by proportional master-slave techniques or by using a dedicated computer and having 5 degrees of 'freedom of movement' or more;

Technical Note:

Only functions having proportional control using positional feedback or by using a dedicated computer are counted when determining the number of degrees of 'freedom of movement'.

- j. Air independent power systems specially designed for underwater use, as follows:
 - 1. Brayton or Rankine cycle engine air independent power systems having any of the following:
 - a. Chemical scrubber or absorber systems, specially designed to remove carbon dioxide, carbon monoxide and particulates from recirculated engine exhaust;
 - b. Systems specially designed to use a monoatomic gas;
 - c. Devices or enclosures, specially designed for underwater noise reduction in frequencies below 10 kHz, or special mounting devices for shock mitigation; or
 - d. Systems having all of the following:
 - 1. Specially designed to pressurise the products of reaction or for fuel reformation;
 - 2. Specially designed to store the products of the reaction; and
 - 3. Specially designed to discharge the products of the reaction against a pressure of 100 kPa or more;

8A002

j. (continued)

2. Diesel cycle engine air independent systems having all of the following:
 - a. Chemical scrubber or absorber systems, specially designed to remove carbon dioxide, carbon monoxide and particulates from recirculated engine exhaust;
 - b. Systems specially designed to use a monoatomic gas;
 - c. Devices or enclosures, specially designed for underwater noise reduction in frequencies below 10 kHz, or special mounting devices for shock mitigation; and
 - d. Specially designed exhaust systems that do not exhaust continuously the products of combustion;
3. "Fuel cell" air independent power systems with an output exceeding 2 kW and having any of the following:
 - a. Devices or enclosures, specially designed for underwater noise reduction in frequencies below 10 kHz, or special mounting devices for shock mitigation; or
 - b. Systems having all of the following:
 1. Specially designed to pressurise the products of reaction or for fuel reformation;
 2. Specially designed to store the products of the reaction; and
 3. Specially designed to discharge the products of the reaction against a pressure of 100 kPa or more;
4. Stirling cycle engine air independent power systems having all of the following:
 - a. Devices or enclosures, specially designed for underwater noise reduction in frequencies below 10 kHz, or special mounting devices for shock mitigation; and
 - b. Specially designed exhaust systems which discharge the products of combustion against a pressure of 100 kPa or more;
- k. Skirts, seals and fingers, having any of the following:
 1. Designed for cushion pressures of 3,830 Pa or more, operating in a significant wave height of 1.25 m (Sea State 3) or more and specially designed for surface effect vehicles (fully skirted variety) specified in 8A001.f.; or
 2. Designed for cushion pressures of 6,224 Pa or more, operating in a significant wave height of 3.25 m (Sea State 5) or more and specially designed for surface effect vehicles (rigid sidewalls) specified in 8A001.g.;
- l. Lift fans rated at more than 400 kW and specially designed for surface effect vehicles specified in 8A001.f. or 8A001.g.;
- m. Fully submerged subcavitating or supercavitating hydrofoils, specially designed for vessels specified in 8A001.h.;

8A002 (continued)

- n. Active systems specially designed or modified to control automatically the sea-induced motion of vehicles or vessels, specified in 8A001.f., 8A001.g., 8A001.h. or 8A001.i.;
- o. Propellers, power transmission systems, power generation systems and noise reduction systems, as follows:
 - 1. Water-screw propeller or power transmission systems, as follows, specially designed for surface effect vehicles (fully skirted or rigid sidewall variety), hydrofoils or 'small waterplane area vessels' specified in 8A001.f., 8A001.g., 8A001.h. or 8A001.i., as follows:
 - a. Supercavitating, super-ventilated, partially-submerged or surface piercing propellers, rated at more than 7.5 MW;
 - b. Contrarotating propeller systems rated at more than 15 MW;
 - c. Systems employing pre-swirl or post-swirl techniques, for smoothing the flow into a propeller;
 - d. Light-weight, high capacity (K factor exceeding 300) reduction gearing;
 - e. Power transmission shaft systems incorporating "composite" material components and capable of transmitting more than 1 MW;
 - 2. Water-screw propeller, power generation systems or transmission systems, designed for use on vessels, as follows:
 - a. Controllable-pitch propellers and hub assemblies, rated at more than 30 MW;
 - b. Internally liquid-cooled electric propulsion engines with a power output exceeding 2.5 MW;
 - c. "Superconductive" propulsion engines or permanent magnet electric propulsion engines, with a power output exceeding 0.1 MW;
 - d. Power transmission shaft systems incorporating "composite" material components and capable of transmitting more than 2 MW;
 - e. Ventilated or base-ventilated propeller systems, rated at more than 2.5 MW;
 - 3. Noise reduction systems designed for use on vessels of 1,000 tonnes displacement or more, as follows:
 - a. Systems that attenuate underwater noise at frequencies below 500 Hz and consist of compound acoustic mounts for the acoustic isolation of diesel engines, diesel generator sets, gas turbines, gas turbine generator sets, propulsion motors or propulsion reduction gears, specially designed for sound or vibration isolation and having an intermediate mass exceeding 30 % of the equipment to be mounted;
 - b. 'Active noise reduction or cancellation systems' or magnetic bearings, specially designed for power transmission systems;

Technical Note:

'Active noise reduction or cancellation systems' incorporate electronic control systems capable of actively reducing equipment vibration by the generation of anti-noise or anti-vibration signals directly to the source.

8A002 (continued)

- p. Pumpjet propulsion systems having all of the following:
 - 1. Power output exceeding 2.5 MW; and
 - 2. Using divergent nozzle and flow conditioning vane techniques to improve propulsive efficiency or reduce propulsion-generated underwater-radiated noise;
- q. Underwater swimming and diving equipment as follows:
 - 1. Closed circuit rebreathers;
 - 2. Semi-closed circuit rebreathers;

Note: 8A002.q. does not control individual rebreathers for personal use when accompanying their users.

- r. Diver deterrent acoustic systems specially designed or modified to disrupt divers and having a sound pressure level equal to or exceeding 190 dB (reference 1 μ Pa at 1 m) at frequencies of 200 Hz and below.

Note 1: 8A002.r. does not control diver deterrent systems based on underwater explosive devices, air guns or combustible sources.

Note 2: 8A002.r. includes diver deterrent acoustic systems that use spark gap sources, also known as plasma sound sources.

8B Test, Inspection and Production Equipment

8B001 Water tunnels having a background noise of less than 100 dB (reference 1 μ Pa, 1 Hz), in the frequency range from 0 to 500 Hz and designed for measuring acoustic fields generated by a hydro-flow around propulsion system models.

8C Materials

8C001 'Syntactic foam' designed for underwater use and having all of the following:

NB: See also 8A002.a.4.

a. Designed for marine depths exceeding 1,000 m; and

b. A density less than 561 kg/m³.

Technical Note:

'Syntactic foam' consists of hollow spheres of plastic or glass embedded in a resin matrix.

8D	Software
8D001	“Software” specially designed or modified for the “development”, “production” or “use” of equipment or materials, specified in 8A, 8B or 8C.
8D002	Specific “software” specially designed or modified for the “development”, “production”, repair, overhaul or refurbishing (re-machining) of propellers specially designed for underwater noise reduction.

8E	Technology
8E001	“Technology” according to the General Technology Note for the “development” or “production” of equipment or materials, specified in 8A, 8B or 8C.
8E002	Other “technology” as follows: a. “Technology” for the “development”, “production”, repair, overhaul or refurbishing (re-machining) of propellers specially designed for underwater noise reduction; b. “Technology” for the overhaul or refurbishing of equipment specified in 8A001, 8A002.b., 8A002.j., 8A002.o. or 8A002.p.

CATEGORY 9

AEROSPACE AND PROPULSION

9A	Systems, Equipment and Components
9A001	Aero gas turbine engines having any of the following: NB: SEE ALSO 9A101. a. Incorporating any of the “technologies” specified in 9E003.a., 9E003.h. or 9E003.i.; or <i>Note: 9A001.a. does not control aero gas turbine engines which meet all of the following:</i> a. Certified by the civil aviation authority in a “participating state”; and b. Intended to power non-military manned aircraft for which any of the following has been issued by a “participating state” for the aircraft with this specific engine type: 1. A civil type certificate; or 2. An equivalent document recognised by the International Civil Aviation Organisation (ICAO). b. Designed to power an aircraft to cruise at Mach 1 or higher, for more than 30 minutes.
9A002	‘Marine gas turbine engines’ with an ISO standard continuous power rating of 24,245 kW or more and a specific fuel consumption not exceeding 0.219 kg/kWh in the power range from 35 to 100 %, and specially designed assemblies and components therefor. <i>Note: The term ‘marine gas turbine engines’ includes those industrial, or aero-derivative, gas turbine engines adapted for a ship’s electric power generation or propulsion.</i>
9A003	Specially designed assemblies and components, incorporating any of the “technologies” specified in 9E003.a., 9E003.h. or 9E003.i., for any of the following gas turbine engine propulsion systems: a. Specified in 9A001; or b. Whose design or production origins are either non-“participating states” or unknown to the manufacturer.
9A004	Space launch vehicles and “spacecraft”. NB: SEE ALSO 9A104. <i>Note: 9A004 does not control payloads.</i> <i>NB: For the control status of products contained in “spacecraft” payloads, see the appropriate Categories.</i>
9A005	Liquid rocket propulsion systems containing any of the systems or components, specified in 9A006. NB: SEE ALSO 9A105 AND 9A119.
9A006	Systems and components, specially designed for liquid rocket propulsion systems, as follows: NB: SEE ALSO 9A106, 9A108 AND 9A120. a. Cryogenic refrigerators, flightweight dewars, cryogenic heat pipes or cryogenic systems, specially designed for use in space vehicles and capable of restricting cryogenic fluid losses to less than 30 % per year;

9A006

(continued)

- b. Cryogenic containers or closed-cycle refrigeration systems, capable of providing temperatures of 100 K ($-173\text{ }^{\circ}\text{C}$) or less for "aircraft" capable of sustained flight at speeds exceeding Mach 3, launch vehicles or "spacecraft";
- c. Slush hydrogen storage or transfer systems;
- d. High pressure (exceeding 17.5 MPa) turbo pumps, pump components or their associated gas generator or expander cycle turbine drive systems;
- e. High-pressure (exceeding 10.6 MPa) thrust chambers and nozzles therefor;
- f. Propellant storage systems using the principle of capillary containment or positive expulsion (i.e., with flexible bladders);
- g. Liquid propellant injectors with individual orifices of 0.381 mm or smaller in diameter (an area of $1.14 \times 10^{-3}\text{ cm}^2$ or smaller for non-circular orifices) and specially designed for liquid rocket engines;
- h. One-piece carbon-carbon thrust chambers or one-piece carbon-carbon exit cones, with densities exceeding 1.4 g/cm^3 and tensile strengths exceeding 48 MPa.

9A007

Solid rocket propulsion systems having any of the following:

NB: SEE ALSO 9A107 AND 9A119.

- a. Total impulse capacity exceeding 1.1 MNs;
- b. Specific impulse of 2.4 kNs/kg or more, when the nozzle flow is expanded to ambient sea level conditions for an adjusted chamber pressure of 7 MPa;
- c. Stage mass fractions exceeding 88 % and propellant solid loadings exceeding 86 %;
- d. Components specified in 9A008; or
- e. Insulation and propellant bonding systems, using direct-bonded motor designs to provide a 'strong mechanical bond' or a barrier to chemical migration between the solid propellant and case insulation material.

Technical Note:*'Strong mechanical bond' means bond strength equal to or more than propellant strength.*

9A008

Components specially designed for solid rocket propulsion systems, as follows:

NB: SEE ALSO 9A108.

- a. Insulation and propellant bonding systems, using liners to provide a 'strong mechanical bond' or a barrier to chemical migration between the solid propellant and case insulation material;

Technical Note:*'Strong mechanical bond' means bond strength equal to or more than propellant strength.*

- b. Filament-wound "composite" motor cases exceeding 0.61 m in diameter or having 'structural efficiency ratios (PV/W)' exceeding 25 km;

Technical Note:*'Structural efficiency ratio (PV/W)' is the burst pressure (P) multiplied by the vessel volume (V) divided by the total pressure vessel weight (W).*

- 9A008 (continued)
- c. Nozzles with thrust levels exceeding 45 kN or nozzle throat erosion rates of less than 0.075 mm/s;
 - d. Movable nozzle or secondary fluid injection thrust vector control systems, capable of any of the following:
 - 1. Omni-axial movement exceeding $\pm 5^\circ$;
 - 2. Angular vector rotations of 20 °/s or more; or
 - 3. Angular vector accelerations of 40 °/s² or more.
- 9A009 Hybrid rocket propulsion systems having any of the following:
- NB: SEE ALSO 9A109 AND 9A119.**
- a. Total impulse capacity exceeding 1.1 MNs; or
 - b. Thrust levels exceeding 220 kN in vacuum exit conditions.
- 9A010 Specially designed components, systems and structures, for launch vehicles, launch vehicle propulsion systems or “spacecraft”, as follows:
- NB: SEE ALSO 1A002 AND 9A110.**
- a. Components and structures, each exceeding 10 kg and specially designed for launch vehicles manufactured using metal “matrix”, “composite”, organic “composite”, ceramic “matrix” or intermetallic reinforced materials specified in 1C007 or 1C010;
- Note: The weight cut-off is not relevant for nose cones.*
- b. Components and structures, specially designed for launch vehicle propulsion systems specified in 9A005 to 9A009 manufactured using metal “matrix”, “composite”, organic “composite”, ceramic “matrix” or intermetallic reinforced materials, specified in 1C007 or 1C010;
 - c. Structural components and isolation systems, specially designed to control actively the dynamic response or distortion of “spacecraft” structures;
 - d. Pulsed liquid rocket engines with thrust-to-weight ratios equal to or more than 1 kN/kg and a response time (the time required to achieve 90 % of total rated thrust from start-up) of less than 30 ms.
- 9A011 Ramjet, scramjet or combined cycle engines, and specially designed components therefor.
- NB: SEE ALSO 9A111 AND 9A118.**
- 9A012 “Unmanned aerial vehicles” (“UAVs”), associated systems, equipment and components, as follows:
- a. “UAVs” having any of the following:
 - 1. An autonomous flight control and navigation capability (e.g. an autopilot with an Inertial Navigation System); or
 - 2. Capability of controlled-flight out of the direct vision range involving a human operator (e.g. televisual remote control);

9A012 (continued)

b. Associated systems, equipment and components, as follows:

1. Equipment specially designed for remotely controlling the "UAVs" specified in 9A012.a.;
2. Systems for navigation, attitude, guidance or control, other than those specified in 7A and specially designed to provide autonomous flight control or navigation capability to "UAVs" specified in 9A012.a.;
3. Equipment and components, specially designed to convert a manned "aircraft" to a "UAV" specified in 9A012.a.;
4. Air breathing reciprocating or rotary internal combustion type engines, specially designed or modified to propel "UAVs" at altitudes above 50,000 feet (15,240 metres).

9A101 Turbojet and turbofan engines, other than those specified in 9A001, as follows;

a. Engines having both of the following characteristics:

1. Maximum thrust value greater than 400 N (achieved uninstalled) excluding civil certified engines with a maximum thrust value greater than 8,890 N (achieved uninstalled), and
2. Specific fuel consumption of 0.15 kg/N/hr or less (at maximum continuous power at sea level static and standard conditions);

b. Engines designed or modified for use in "missiles" or unmanned aerial vehicles specified in 9A012,

9A102 'Turboprop engine systems' specially designed for unmanned aerial vehicles specified in 9A012, and specially designed components therefor, having a 'maximum power' greater than 10 kW.

Note: 9A102 does not control civil certified engines.

Technical Notes:

1. For the purposes of 9A102 a 'turboprop engine system' incorporates all of the following:

- a. Turboshift engine; and
- b. Power transmission system to transfer the power to a propeller.

2. For the purposes of 9A102 the 'maximum power' is achieved uninstalled at sea level standard conditions.

9A104 Sounding rockets, capable of a range of at least 300 km.

NB: SEE ALSO 9A004.

9A105 Liquid propellant rocket engines, as follows:

NB: SEE ALSO 9A119.

- a. Liquid propellant rocket engines usable in "missiles", other than those specified in 9A005, having a total impulse capacity equal to or greater than 1.1 MNs;
- b. Liquid propellant rocket engines, usable in complete rocket systems or unmanned aerial vehicles, capable of a range of 300 km, other than those specified in 9A005 or 9A105.a., having a total impulse capacity equal to or greater than 0.841 MNs.

9A106 Systems or components, other than those specified in 9A006 as follows, specially designed for liquid rocket propulsion systems:

- a. Ablative liners for thrust or combustion chambers, usable in “missiles”, space launch vehicles specified in 9A004 or sounding rockets specified in 9A104;
- b. Rocket nozzles, usable in “missiles”, space launch vehicles specified in 9A004 or sounding rockets specified in 9A104;
- c. Thrust vector control sub-systems, usable in “missiles”;

Technical Note:

Examples of methods of achieving thrust vector control specified in 9A106.c. are:

- 1. Flexible nozzle;
 - 2. Fluid or secondary gas injection;
 - 3. Movable engine or nozzle;
 - 4. Deflection of exhaust gas stream (jet vanes or probes); or
 - 5. Thrust tabs.
- d. Liquid and slurry propellant (including oxidisers) control systems, and specially designed components therefor, usable in “missiles”, designed or modified to operate in vibration environments greater than 10 g rms between 20 Hz and 2 kHz.

Note: The only servo valves and pumps specified in 9A106.d., are the following:

- a. Servo valves designed for flow-rates equal to or greater than 24 litres per minute, at an absolute pressure equal to or greater than 7 MPa, that have an actuator response time of less than 100 ms;
- b. Pumps, for liquid propellants, with shaft speeds equal to or greater than 8,000 r.p.m. or with discharge pressures equal to or greater than 7 MPa.

9A107 Solid propellant rocket engines, usable in complete rocket systems or unmanned aerial vehicles, capable of a range of 300 km, other than those specified in 9A007, having total impulse capacity equal to or greater than 0.841 MNs.

NB: SEE ALSO 9A119.

9A108 Components, other than those specified in 9A008, as follows, specially designed for solid rocket propulsion systems:

- a. Rocket motor cases and “insulation” components therefor, usable in “missiles”, space launch vehicles specified in 9A004 or sounding rockets specified in 9A104;
- b. Rocket nozzles, usable in “missiles”, space launch vehicles specified in 9A004 or sounding rockets specified in 9A104;
- c. Thrust vector control sub-systems, usable in “missiles”.

Technical Note:

Examples of methods of achieving thrust vector control specified in 9A108.c. are:

- 1. Flexible nozzle;
- 2. Fluid or secondary gas injection;

- 9A108 c. (continued)
3. Movable engine or nozzle;
 4. Deflection of exhaust gas stream (jet vanes or probes); or
 5. Thrust tabs.
- 9A109 Hybrid rocket motors and specially designed components as follows:
- a. Hybrid rocket motors usable in complete rocket systems or unmanned aerial vehicles, capable of 300 km, other than those specified in 9A009, having a total impulse capacity equal to or greater than 0.841 MNs, and specially designed components therefor;
 - b. Specially designed components for hybrid rocket motors specified in 9A009 that are usable in “missiles”.
- NB: SEE ALSO 9A009 AND 9A119.**
- 9A110 Composite structures, laminates and manufactures thereof, other than those specified in 9A010, specially designed for use in ‘missiles’ or the subsystems specified in 9A005, 9A007, 9A105, 9A106.c., 9A107, 9A108.c., 9A116 or 9A119.
- NB: SEE ALSO 1A002.**
- Technical Note:*
- In 9A110 ‘missile’ means complete rocket systems and unmanned aerial vehicle systems capable of a range exceeding 300 km.*
- 9A111 Pulse jet engines, usable in “missiles” or unmanned aerial vehicles specified in 9A012, and specially designed components therefor.
- NB: SEE ALSO 9A011 AND 9A118.**
- 9A115 Launch support equipment as follows:
- a. Apparatus and devices for handling, control, activation or launching, designed or modified for space launch vehicles specified in 9A004, unmanned aerial vehicles specified in 9A012 or sounding rockets specified in 9A104;
 - b. Vehicles for transport, handling, control, activation or launching, designed or modified for space launch vehicles specified in 9A004 or sounding rockets specified in 9A104.
- 9A116 Reentry vehicles, usable in “missiles”, and equipment designed or modified therefor, as follows:
- a. Reentry vehicles;
 - b. Heat shields and components therefor, fabricated of ceramic or ablative materials;
 - c. Heat sinks and components therefor, fabricated of light-weight, high heat capacity materials;
 - d. Electronic equipment specially designed for reentry vehicles.
- 9A117 Staging mechanisms, separation mechanisms, and interstages, usable in “missiles”.
- 9A118 Devices to regulate combustion usable in engines, which are usable in “missiles” or unmanned aerial vehicles specified in 9A012, specified in 9A011 or 9A111.

- 9A119 Individual rocket stages, usable in complete rocket systems or unmanned aerial vehicles, capable of a range of 300 km, other than those specified in 9A005, 9A007, 9A009, 9A105, 9A107 and 9A109.
- 9A120 Liquid propellant tanks, other than those specified in 9A006, specially designed for propellants specified in 1C111 or 'other liquid propellants', used in rocket systems capable of delivering at least a 500 kg payload to a range of at least 300 km.
- 9A350 Spraying or fogging systems, specially designed or modified for fitting to aircraft, "lighter-than-air vehicles" or unmanned aerial vehicles, and specially designed components therefor, as follows:
- Complete spraying or fogging systems capable of delivering, from a liquid suspension, an initial droplet 'VMD' of less than 50 µm at a flow-rate of greater than two litres per minute;
 - Spray booms or arrays of aerosol generating units capable of delivering, from a liquid suspension, an initial droplet 'VMD' of less than 50 µm at a flow-rate of greater than two litres per minute;
 - Aerosol generating units specially designed for fitting to systems specified in 9A350.a. and b.

Note: Aerosol generating units are devices specially designed or modified for fitting to aircraft such as nozzles, rotary drum atomisers and similar devices.

Note: 9A350 does not control spraying or fogging systems and components that are demonstrated not to be capable of delivering biological agents in the form of infectious aerosols.

Technical Notes:

- Droplet size for spray equipment or nozzles specially designed for use on aircraft, "lighter-than-air vehicles" or unmanned aerial vehicles should be measured using either of the following:
 - Doppler laser method;
 - Forward laser diffraction method.
- In 9A350 'VMD' means Volume Median Diameter and for water-based systems this equates to Mass Median Diameter (MMD).

9B Test, Inspection and Production Equipment

9B001 Equipment, tooling and fixtures, specially designed for manufacturing gas turbine blades, vanes or “tip shroud” castings, as follows:

- a. Directional solidification or single crystal casting equipment;
- b. Ceramic cores or shells;

9B002 On-line (real-time) control systems, instrumentation (including sensors) or automated data acquisition and processing equipment, having all of the following:

- a. Specially designed for the “development” of gas turbine engines, assemblies or components; and
- b. Incorporating “technology” specified in 9E003.h. or 9E003.i.

9B003 Equipment specially designed for the “production” or test of gas turbine brush seals designed to operate at tip speeds exceeding 335 m/s and temperatures in excess of 773 K (500 °C), and specially designed components or accessories therefor.

9B004 Tools, dies or fixtures, for the solid state joining of “superalloy”, titanium or intermetallic airfoil-to-disk combinations described in 9E003.a.3. or 9E003.a.6. for gas turbines.

9B005 On-line (real-time) control systems, instrumentation (including sensors) or automated data acquisition and processing equipment, specially designed for use with any of the following:

NB: SEE ALSO 9B105.

- a. Wind tunnels designed for speeds of Mach 1.2 or more;

Note: 9B005.a. does not control wind tunnels specially designed for educational purposes and having a ‘test section size’ (measured laterally) of less than 250 mm.

Technical Note:

‘Test section size’ means the diameter of the circle, or the side of the square, or the longest side of the rectangle, at the largest test section location.

- b. Devices for simulating flow-environments at speeds exceeding Mach 5, including hot-shot tunnels, plasma arc tunnels, shock tubes, shock tunnels, gas tunnels and light gas guns; or
- c. Wind tunnels or devices, other than two-dimensional sections, capable of simulating Reynolds number flows exceeding 25×10^6 .

9B006 Acoustic vibration test equipment capable of producing sound pressure levels of 160 dB or more (referenced to 20 µPa) with a rated output of 4 kW or more at a test cell temperature exceeding 1,273 K (1,000 °C), and specially designed quartz heaters therefor.

NB: SEE ALSO 9B106.

9B007 Equipment specially designed for inspecting the integrity of rocket motors and using Non-Destructive Test (NDT) techniques other than planar x-ray or basic physical or chemical analysis.

- 9B008 Direct measurement wall skin friction transducers specially designed to operate at a test flow total (stagnation) temperature exceeding 833 K (560 °C).
- 9B009 Tooling specially designed for producing turbine engine powder metallurgy rotor components capable of operating at stress levels of 60 % of Ultimate Tensile Strength (UTS) or more and metal temperatures of 873 K (600 °C) or more.
- 9B010 Equipment specially designed for the production of “UAVs” and associated systems, equipment and components, specified in 9A012.
- 9B105 Wind tunnels for speeds of Mach 0.9 or more, usable for ‘missiles’ and their subsystems.

NB: SEE ALSO 9B005.

Technical Note:

In 9B105 ‘missile’ means complete rocket systems and unmanned aerial vehicle systems capable of a range exceeding 300 km.

- 9B106 Environmental chambers and anechoic chambers, as follows:
- a. Environmental chambers capable of simulating all the following flight conditions:
 1. Having any of the following:
 - a. Altitude equal to or greater than 15 km; or
 - b. Temperature range from below 223 K (– 50 °C) to above 398 K (+ 125 °C);
 2. Incorporating, or ‘designed or modified’ to incorporate, a shaker unit or other vibration test equipment to produce vibration environments equal to or greater than 10 g rms, measured ‘bare table’, between 20 Hz and 2 kHz imparting forces equal to or greater than 5 kN;

Technical Notes:

1. 9B106.a.2. describes systems that are capable of generating a vibration environment with a single wave (e.g. a sine wave) and systems capable of generating a broad band random vibration (i.e. power spectrum).
2. In 9B106.a.2., ‘designed or modified’ means the environmental chamber provides appropriate interfaces (e.g. sealing devices) to incorporate a shaker unit or other vibration test equipment as specified in 2B116.
3. In 9B106.a.2. ‘bare table’ means a flat table, or surface, with no fixture or fittings.

- b. Environmental chambers capable of simulating the following flight conditions:
 1. Acoustic environments at an overall sound pressure level of 140 dB or greater (referenced to 20 µPa) or with a total rated acoustic power output of 4 kW or greater; and
 2. Altitude equal to or greater than 15 km; or
 3. Temperature range from below 223 K (– 50 °C) to above 398 K (+ 125 °C).
- 9B115 Specially designed “production equipment” for the systems, sub-systems and components specified in 9A005 to 9A009, 9A011, 9A101, 9A102, 9A105 to 9A109, 9A111, 9A116 to 9A120.

- 9B116 Specially designed “production facilities” for the space launch vehicles specified in 9A004, or systems, sub-systems, and components specified in 9A005 to 9A009, 9A011, 9A101, 9A102, 9A104 to 9A109, 9A111, 9A116 to 9A120 or ‘missiles’.

Technical Note:

In 9B116 ‘missile’ means complete rocket systems and unmanned aerial vehicle systems capable of a range exceeding 300 km.

- 9B117 Test benches and test stands for solid or liquid propellant rockets or rocket motors, having either of the following characteristics:
- a. The capacity to handle more than 68 kN of thrust; or
 - b. Capable of simultaneously measuring the three axial thrust components.

9C Materials

9C108 “Insulation” material in bulk form and “interior lining”, other than those specified in 9A008, for rocket motor cases usable in “missiles” or specially designed for ‘missiles’.

Technical Note:

In 9C108 ‘missile’ means complete rocket systems and unmanned aerial vehicle systems capable of a range exceeding 300 km.

9C110 Resin impregnated fibre prepregs and metal coated fibre preforms therefor, for composite structures, laminates and manufactures specified in 9A110, made either with organic matrix or metal matrix utilising fibrous or filamentary reinforcements having a “specific tensile strength” greater than 7.62×10^4 m and a “specific modulus” greater than 3.18×10^6 m.

NB: SEE ALSO 1C010 AND 1C210.

Note: *The only resin impregnated fibre prepregs specified in entry 9C110 are those using resins with a glass transition temperature (T_g), after cure, exceeding 418 K (145 °C) as determined by ASTM D4065 or equivalent.*

9D	Software
9D001	“Software” specially designed or modified for the “development” of equipment or “technology”, specified in 9A001 to 9A119, 9B or 9E003.
9D002	“Software” specially designed or modified for the “production” of equipment specified in 9A001 to 9A119 or 9B.
9D003	“Software” incorporating “technology” specified in 9E003.h. and used in “FADEC Systems” for propulsion systems specified in 9A or equipment specified in 9B.
9D004	Other “software” as follows: a. 2D or 3D viscous “software”, validated with wind tunnel or flight test data required for detailed engine flow modelling; b. “Software” for testing aero gas turbine engines, assemblies or components, specially designed to collect, reduce and analyse data in real time and capable of feedback control, including the dynamic adjustment of test articles or test conditions, as the test is in progress; c. “Software” specially designed to control directional solidification or single crystal casting; d. “Software” in “source code”, “object code” or machine code, required for the “use” of active compensating systems for rotor blade tip clearance control; <i>Note: 9D004.d. does not control “software” embedded in equipment not specified in this list or required for maintenance activities associated with the calibration or repair or updates to the active compensating clearance control system.</i> e. “Software” specially designed or modified for the “use” of “UAVs” and associated systems, equipment and components, specified in 9A012; f. “Software” specially designed to design the internal cooling passages of aero gas turbine blades, vans and “tip shrouds”; g. “Software” having all of the following: 1. Specially designed to predict aero thermal, aeromechanical and combustion conditions in aero gas turbine engines; and 2. Theoretical modelling predictions of the aero thermal, aeromechanical and combustion conditions, which have been validated with actual aero gas turbine engine (experimental or production) performance data.
9D101	“Software” specially designed or modified for the “use” of goods specified in 9B105, 9B106, 9B116 or 9B117.
9D103	“Software” specially designed for modelling, simulation or design integration of the space launch vehicles specified in 9A004 or sounding rockets specified in 9A104, or the subsystems specified in 9A005, 9A007, 9A105, 9A106.c., 9A107, 9A108.c., 9A116 or 9A119.
	<i>Note: “Software” specified in 9D103 remains controlled when combined with specially designed hardware specified in 4A102.</i>

- 9D104 “Software” specially designed or modified for the “use” of goods specified in 9A001, 9A005, 9A006.d., 9A006.g., 9A007.a., 9A008.d., 9A009.a., 9A010.d., 9A011, 9A101, 9A102, 9A105, 9A106.c., 9A106.d., 9A107, 9A108.c., 9A109, 9A111, 9A115.a., 9A116.d., 9A117 or 9A118.
- 9D105 “Software” which coordinates the function of more than one subsystem, specially designed or modified for “use” in space launch vehicles specified in 9A004 or sounding rockets specified in 9A104.

9E Technology

Note: “Development” or “production” “technology” specified in 9E001 to 9E003 for gas turbine engines remains controlled when used as “use” “technology” for repair, rebuild and overhaul. Excluded from control are: technical data, drawings or documentation for maintenance activities directly associated with calibration, removal or replacement of damaged or unserviceable line replaceable units, including replacement of whole engines or engine modules.

9E001 “Technology” according to the General Technology Note for the “development” of equipment or “software”, specified in 9A001.b., 9A004 to 9A012, 9A350, 9B or 9D.

9E002 “Technology” according to the General Technology Note for the “production” of equipment specified in 9A001.b., 9A004 to 9A011, 9A350 or 9B.

NB: For “technology” for the repair of controlled structures, laminates or materials, see 1E002f.

9E003 Other “technology” as follows:

a. “Technology” “required” for the “development” or “production” of any of the following gas turbine engine components or systems:

1. Gas turbine blades, vanes or “tip shrouds”, made from directionally solidified (DS) or single crystal (SC) alloys and having (in the 001 Miller Index Direction) a stress-rupture life exceeding 400 hours at 1,273 K (1,000 °C) at a stress of 200 MPa, based on the average property values;
2. Multiple domed combustors operating at average burner outlet temperatures exceeding 1,813 K (1,540 °C) or combustors incorporating thermally decoupled combustion liners, non-metallic liners or non-metallic shells;
3. Components manufactured from any of the following:
 - a. Organic “composite” materials designed to operate above 588 K (315 °C);
 - b. Metal “matrix” “composite”, ceramic “matrix”, intermetallic or intermetallic reinforced materials, specified in 1C007; or
 - c. “Composite” material specified in 1C010 and manufactured with resins specified in 1C008;
4. Uncooled turbine blades, vanes, “tip-shrouds” or other components, designed to operate at gas path total (stagnation) temperatures of 1,323 K (1,050 °C) or more at sea-level static take-off (ISA) in a ‘steady state mode’ of engine operation;
5. Cooled turbine blades, vanes or “tip-shrouds”, other than those described in 9E003.a.1., exposed to gas path total (stagnation) temperatures of 1,643 K (1,370 °C) or more at sea-level static take-off (ISA) in a ‘steady state mode’ of engine operation;

Technical Note:

The term ‘steady state mode’ defines engine operation conditions, where the engine parameters, such as thrust/power, rpm and others, have no appreciable fluctuations, when the ambient air temperature and pressure at the engine inlet are constant.

9E003

a. (continued)

6. Airfoil-to-disk blade combinations using solid state joining;
7. Gas turbine engine components using “diffusion bonding” “technology” specified in 2E003.b.;
8. ‘Damage tolerant’ gas turbine engine rotor components using powder metallurgy materials specified in 1C002.b.; or

Technical Note:

‘Damage tolerant’ components are designed using methodology and substantiation to predict and limit crack growth.

9. Not used;
 10. Not used;
 11. Hollow fan blades;
- b. “Technology” “required” for the “development” or “production” of any of the following:
1. Wind tunnel aero-models equipped with non-intrusive sensors capable of transmitting data from the sensors to the data acquisition system; or
 2. “Composite” propeller blades or propfans, capable of absorbing more than 2,000 kW at flight speeds exceeding Mach 0.55;
- c. “Technology” “required” for the “development” or “production” of gas turbine engine components using “laser”, water jet, Electro-Chemical Machining (ECM) or Electrical Discharge Machines (EDM) hole drilling processes to produce holes having any of the following:
1. All of the following:
 - a. Depths more than four times their diameter;
 - b. Diameters less than 0.76 mm; and
 - c. ‘Incidence angles’ equal to or less than 25 °; or
 2. All of the following:
 - a. Depths more than five times their diameter;
 - b. Diameters less than 0.4 mm; and
 - c. ‘Incidence angles’ of more than 25 °;

Technical Note:

For the purposes of 9E003.c., ‘incidence angle’ is measured from a plane tangential to the airfoil surface at the point where the hole axis enters the airfoil surface.

- d. “Technology” “required” for the “development” or “production” of helicopter power transfer systems or tilt rotor or tilt wing “aircraft” power transfer systems;

9E003

(continued)

- e. “Technology” for the “development” or “production” of reciprocating diesel engine ground vehicle propulsion systems having all of the following:

1. ‘Box volume’ of 1.2 m^3 or less;
2. An overall power output of more than 750 kW based on 80/1269/EEC, ISO 2534 or national equivalents; and
3. Power density of more than 700 kW/m^3 of ‘box volume’;

Technical Note:

‘Box volume’ in 9E003.e. is the product of three perpendicular dimensions measured in the following way:

Length: The length of the crankshaft from front flange to flywheel face;

Width: The widest of any of the following:

- a. The outside dimension from valve cover to valve cover;
- b. The dimensions of the outside edges of the cylinder heads; or
- c. The diameter of the flywheel housing;

Height: The largest of any of the following:

- a. The dimension of the crankshaft centre-line to the top plane of the valve cover (or cylinder head) plus twice the stroke; or
- b. The diameter of the flywheel housing.

- f. “Technology” “required” for the “production” of specially designed components for high output diesel engines, as follows:

1. “Technology” “required” for the “production” of engine systems having all of the following components employing ceramics materials specified in 1C007:

- a. Cylinder liners;
- b. Pistons;
- c. Cylinder heads; and
- d. One or more other components (including exhaust ports, turbochargers, valve guides, valve assemblies or insulated fuel injectors);

2. “Technology” “required” for the “production” of turbocharger systems with single-stage compressors and having all of the following:

- a. Operating at pressure ratios of 4:1 or higher;
- b. Mass flow in the range from 30 to 130 kg per minute; and
- c. Variable flow area capability within the compressor or turbine sections;

9E003

f. (continued)

3. “Technology” “required” for the “production” of fuel injection systems with a specially designed multifuel (e.g. diesel or jet fuel) capability covering a viscosity range from diesel fuel (2.5 cSt at 310.8 K (37.8 °C)) down to gasoline fuel (0.5 cSt at 310.8 K (37.8 °C)) and having all of the following:

- a. Injection amount in excess of 230 mm³ per injection per cylinder; and
- b. Electronic control features specially designed for switching governor characteristics automatically depending on fuel property to provide the same torque characteristics by using the appropriate sensors;

g. “Technology” “required” for the “development” or “production” of ‘high output diesel engines’ for solid, gas phase or liquid film (or combinations thereof) cylinder wall lubrication and permitting operation to temperatures exceeding 723 K (450 °C), measured on the cylinder wall at the top limit of travel of the top ring of the piston;

Technical Note:

‘High output diesel engines’ are diesel engines with a specified brake mean effective pressure of 1.8 MPa or more at a speed of 2,300 r.p.m., provided the rated speed is 2,300 r.p.m. or more.

h. “Technology” for gas turbine engine “FADEC systems” as follows:

- 1. “Development” “technology” for deriving the functional requirements for the components necessary for the “FADEC system” to regulate engine thrust or shaft power (e.g. feedback sensor time constants and accuracies, fuel valve slew rate);
- 2. “Development” or “production” “technology” for control and diagnostic components unique to the “FADEC system” and used to regulate engine thrust or shaft power;
- 3. “Development” “technology” for the control law algorithms, including “source code”, unique to the “FADEC system” and used to regulate engine thrust or shaft power.

Note: 9E003.h. does not control technical data related to engine-aircraft integration required by the civil aviation certification authorities to be published for general airline use (e.g. installation manuals, operating instructions, instructions for continued airworthiness) or interface functions (e.g. input/output processing, airframe thrust or shaft power demand).

i. “Technology” for adjustable flow path systems designed to maintain engine stability for gas generator turbines, fan or power turbines, or propelling nozzles, as follows:

- 1. “Development” “technology” for deriving the functional requirements for the components that maintain engine stability;
- 2. “Development” or “production” “technology” for components unique to the adjustable flow path system and that maintain engine stability;
- 3. “Development” “technology” for the control law algorithms, including “source code”, unique to the adjustable flow path system and that maintain engine stability.

9E003 i. (continued)

Note: 9E003.i. does not control “development” or “production” “technology” for any of the following:

- a. Inlet guide vanes;
- b. Variable pitch fans or prop-fans;
- c. Variable compressor vanes;
- d. Compressor bleed valves; or
- e. Adjustable flow path geometry for reverse thrust.

9E101 a. “Technology” according to the General Technology Note for the “development” of goods specified in 9A101, 9A102, 9A104 to 9A111 or 9A115 to 9A119.

b. “Technology” according to the General Technology Note for the “production” of ‘UAV’s specified in 9A012 or goods specified in 9A101, 9A102, 9A104 to 9A111 or 9A115 to 9A119.

Technical Note:

In 9E101.b. ‘UAV’ means unmanned aerial vehicle systems capable of a range exceeding 300 km.

9E102 “Technology” according to the General Technology Note for the “use” of space launch vehicles specified in 9A004, goods specified in 9A005 to 9A011, ‘UAV’s specified in 9A012 or goods specified in 9A101, 9A102, 9A104 to 9A111, 9A115 to 9A119, 9B105, 9B106, 9B115, 9B116, 9B117, 9D101 or 9D103.

Technical Note:

In 9E102 ‘UAV’ means unmanned aerial vehicle systems capable of a range exceeding 300 km.
