

สารบัญ

1.0	ทั่วไป	1	1.8.11	ความชำนาญ (Proficiency).....	5
1.1	ขอบเขต	1	1.8.12	ด้านปลายทางของโซลเดอร์ (Solder Destination Side).....	5
1.2	วัตถุประสงค์	1	1.8.13	ด้านแหล่งจ่ายโซลเดอร์ (Solder Source Side).....	5
1.3	การจำแนกคลาส	1	1.8.14	โซลเดอร์ วอยด์ (Solder Void).....	5
1.4	หน่วยวัดและการประยุกต์ (Measurement Units and Applications)	1	1.8.15	ผู้ส่งมอบ (Supplier)	5
1.4.1	การตรวจสอบมิติต่าง ๆ (Verification of Dimensions).....	2	1.8.16	ขาชุบแข็ง (Tempered Leads).....	5
1.5	ข้อกำหนด (Requirements)	2	1.8.17	ผู้ใช้ (User).....	5
1.5.1	ข้อบกพร่องของฮาร์ดแวร์และตัวบ่งชี้กระบวนการ (Hardware Defects and Process Indicators)	2	1.8.18	พันรอบเทอร์มินัลซ้อนทับกัน (Terminal Wrap Overlap).....	5
1.5.2	วัสดุและกระบวนการที่ไม่สอดคล้อง (Material and Process Nonconformance).....	2	1.8.19	พันรอบเทอร์มินัลพันเกินรอบ (Terminal Wrap Overwrap).....	5
1.5.3	วิธีปฏิบัติสำหรับเทคโนโลยีเฉพาะทาง (Procedures for Specialized Technologies).....	2	1.9	การไหลของข้อกำหนด (Requirements Flowdown)	6
1.5.3.1	การผลิตอุปกรณ์ที่มีขดลวดแม่เหล็ก (Manufacture of Devices Incorporating Magnetic Windings).....	3	1.10	ความชำนาญของบุคลากร (Personnel Proficiency).....	6
1.5.3.2	การใช้งานความถี่สูง (High Frequency Applications).....	3	1.10.1	ความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านของบุคลากรเอ็กซเรย์ (X-Ray Specific Personnel Proficiency).....	6
1.5.3.3	การใช้งานไฟฟ้าแรงสูง (High Voltage Applications)	3	1.11	ข้อกำหนดในการยอมรับ (Acceptance Requirements).....	6
1.6	ข้อกำหนดการควบคุมกระบวนการ (Process Control Requirements)	3	1.12	ระยะห่างทางไฟฟ้าขั้นต่ำ (MEC).....	6
1.6.1	การกำหนดโอกาส (Opportunities Determination).....	3	1.13	ระเบียบวิธีการตรวจสอบ (Inspection Methodology).....	8
1.6.2	การควบคุมกระบวนการทางสถิติ (Statistical Process Control).....	3	1.13.1	การตรวจสอบยืนยันกระบวนการ (Process Verification Inspection).....	8
1.7	ลำดับความสำคัญ (Order of Precedence).....	4	1.13.2	การตรวจด้วยสายตา (Visual Inspection).....	8
1.7.1	ภาคผนวก (Appendices).....	4	1.13.2.1	แสงสว่าง (Lighting).....	8
1.8	คำศัพท์และคำจำกัดความ (Terms and Definitions).....	4	1.13.2.2	อุปกรณ์ช่วยขยายภาพ (Magnification Aids).....	8
1.8.1	ฟองอากาศ (Bubble)	4	1.14	สิ่งอำนวยความสะดวก (Facilities)	9
1.8.1.1	ฟองอากาศเชื่อมถึง (Bridging Bubble).....	4	1.14.1	การควบคุมสภาพแวดล้อม (Environmental Controls).....	9
1.8.2	การแยกตัวของโซลเดอร์ตามเส้นรอบวง (Area Void of Solder)	4	1.14.1.1	อุณหภูมิและความชื้น (Temperature and Humidity)	9
1.8.3	เส้นผ่าศูนย์กลางกลาง (Diameter).....	4	1.14.1.1.1	อุณหภูมิ (Temperature)	9
1.8.3.1	เส้นผ่าศูนย์กลางของตัวนำ.....	4	1.14.1.1.2	ความชื้น (Humidity)	9
1.8.3.2	เส้นผ่าศูนย์กลางของสายไฟ.....	4	1.14.2	การปฏิบัติการประกอบภาคสนาม (Field Assembly Operations).....	9
1.8.4	การพิจารณาเพื่อจัดการ (Disposition).....	4	1.14.3	สุขภาพและความปลอดภัย (Health and Safety).....	9
1.8.5	เอกสารทางวิศวกรรม (Engineering Documentation).....	4	1.15	การถ่ายเทประจุไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Discharge (ESD)).....	9
1.8.6	เอฟโอดี (Foreign Object Debris)	4	2.0	เอกสารที่ประยุกต์ใช้ (APPLICABLE DOCUMENTS)	10
1.8.7	ไฟฟ้าแรงสูง (High Voltage).....	4	2.1	IPC.....	10
1.8.8	ผู้ผลิต (Manufacturer).....	4	2.2	JEDEC	11
1.8.9	หลักฐานรูปธรรม (Objective Evidence).....	5	2.3	Joint Industry Standards.....	11
1.8.10	การควบคุมกระบวนการ (Process Control).....	5	2.4	ASTM.....	11
			2.5	EOS/ESD Association, Inc.....	11
			2.6	International Electrotechnical Commission.....	11
			2.7	SAE International.....	11

2.8	Aerospace Industries Association / National Aeronautics Standards.....	11	4.7.1	ข้อกำหนดทั่วไป (General Requirements).....	16
			4.7.2	ขีดจำกัดการเสียรูปของขาอุปกรณ์ (Lead Deformation Limits).....	16
			4.8	การปิดกั้นรู (Hole Obstruction).....	16
3.0	ข้อกำหนดของวัสดุ, ตัวอุปกรณ์และเครื่องมือ (MATERIALS, COMPONENTS AND EQUIPMENT REQUIREMENTS)	12	4.9	การแยกตัวอุปกรณ์ที่เป็นโลหะ (Metal-Cased Component Isolation)	16
3.1	วัสดุต่าง ๆ (Materials)	12	4.10	ขีดจำกัดการครอบคลุมของแอดฮีซีฟ (Adhesive Coverage Limits).....	17
3.2	โซลเดอร์ (Solder).....	12	4.11	คอนเนคเตอร์และพื้นที่สัมผัส (Connectors and Contact Areas)	17
3.2.1	โซลเดอร์ – พีบี-ฟรี (Solder – Pb-Free).....	12	4.12	การจัดการชิ้นส่วน (Handling of Parts).....	17
3.2.2	การรักษาความบริสุทธิ์ของโซลเดอร์ (Solder Purity Maintenance).....	12	4.12.1	การอุ่น (Preheating).....	17
3.2.2.1	ความบริสุทธิ์ของบ่อโซลเดอร์และการบำรุงรักษา.....	13	4.12.2	การระบายความร้อนที่ควบคุมได้ (Controlled Cooling).....	17
3.3	ฟลักซ์ (Flux).....	13	4.12.3	การอบแห้ง/การไล่แก๊ส (Drying/Degassing)	17
3.3.1	การใช้ฟลักซ์ (Flux Application).....	13		ก่อนการบัดกรี งานประกอบต้องได้รับการปฏิบัติเพื่อลดความชื้น และ สารระเหยอื่น ๆ ดู IPC-1602 สำหรับคำแนะนำเพิ่มเติม.....	17
3.4	แอดฮีซีฟ (Adhesives).....	14	4.12.4	อุปกรณ์ยึดรั้งและวัสดุ (Holding Devices and Materials).....	17
3.5	สารเคมีที่ใช้ลอกฉนวนสายไฟ (Chemical Strippers)	14	4.13	เครื่องบัดกรี (Machine Soldering)	17
3.6	ตัวอุปกรณ์ (Components).....	14	4.13.1	การบัดกรีแบบไม่รีโฟลว์ (Nonreflow Soldering).....	17
3.6.1	ตัวอุปกรณ์และฉนวนที่เสียหาย (Component and Seal Damage)	14	4.13.1.1	การควบคุมเครื่องจักร (Machine Controls)	17
3.6.2	การเคลือบเมนนิสคัส (Coating Meniscus).....	14	4.13.1.2	บ่อโซลเดอร์ (Solder Bath).....	17
3.7	อุปกรณ์และเครื่องมือ (Tools and Equipment)	14	4.13.2	การบัดกรีแบบรีโฟลว์ (Reflow Soldering).....	18
4.0	ข้อกำหนดทั่วไปในการบัดกรีและการประกอบ (GENERAL SOLDERING AND ASSEMBLY REQUIREMENTS)	15	4.13.2.1	อินทราซีฟ โซลเดอร์ริง (Intrusive Soldering (Paste-in-Hole))	18
4.1	ความสามารถในการบัดกรี (Solderability).....	15	4.14	การเชื่อมต่อโซลเดอร์ (Solder Connection).....	18
4.2	การบำรุงรักษาความสามารถในการบัดกรี (Solderability Maintenance).....	15	4.14.1	พื้นผิวที่เปิดออก (Exposed Surfaces).....	18
4.3	การจัดพื้นผิวสำเร็จของชิ้นส่วนออก (Removal of Surface Finishes).....	15	4.14.2	ความผิดปกติของการเชื่อมต่อโซลเดอร์ (Solder Connection Anomalies).....	18
4.3.1	การจัดทองออก (Gold Removal).....	15	4.14.3	การเชื่อมต่อโซลเดอร์ที่มองเห็นได้เพียงบางส่วนหรือที่ถูกซ่อนอยู่ (Partially Visible or Hidden Solder Connections)	19
4.3.2	การจัดพื้นผิวโลหะอื่น ๆ (Other Metallic Surface Finishes Removal).....	15	4.15	อุปกรณ์บัดกรีชนิดหดตัวด้วยความร้อน (Heat Shrinkable Soldering Devices)	19
4.3.3	พื้นผิวสำเร็จ – การยกเว้นในการจัดออก (Surface Finish – Removal Exemptions).....	15	4.16	อุปกรณ์รัดเกลียว (Threaded Fasteners).....	19
4.4	การป้องกันความร้อน (Thermal Protection).....	15	4.17	แรงบิด (Torque).....	20
4.4.1	ความอ่อนไหวต่ออุณหภูมิ (Temperature Sensitive)	15	4.18	การทำเครื่องหมาย (Marking).....	20
4.4.2	ความอ่อนไหวต่อการช็อคความร้อน (Thermal Shock Sensitive)....	15	5.0	สายไฟและการเชื่อมต่อเทอร์มินัล	21
4.5	การแก้ไขชิ้นส่วนที่ไม่สามารถบัดกรีได้ (Rework of Nonsolderable Parts)	16	5.1	การเตรียมสายไฟและสายเคเบิล	21
4.6	ข้อกำหนดการเตรียมกระบวนการทำความสะอาด (Preprocessing Cleanliness Requirements)	16	5.1.1	ฉนวนเสียหาย (Insulation Damage).....	21
4.7	ข้อกำหนดทั่วไปในการติดตั้งชิ้นส่วน (General Part Installation Requirements)	16	5.1.2	แสดรนต์เสียหาย (Strand Damage).....	22
			5.1.3	การทินนิงแสดรนต์ตัวนำของสายไฟ (Tinning of Stranded Wire Conductors)	22

5.1.3.1	การทึนนิ่งแสดรนต์ตัวนำของสายไฟ (Tinning of Stranded Wire Conductors).....	22	5.4.7	เทอร์มินัลแบบถ้วยและทรงกระบอกกลวง (Cup and Hollow Cylindrical Terminals).....	32
5.1.3.2	การทึนนิ่งแสดรนต์ตัวนำของสายไฟ (Tinning of Stranded Wire Conductors).....	22	5.4.8	เชื่อมต่อเทอร์มินัลแบบอนุกรม (Series Connected Terminals).....	32
5.1.3.3	การทึนนิ่งแสดรนต์ตัวนำของสายไฟ (Tinning of Stranded Wire Conductors).....	23	5.5	การบัดกรีกับเทอร์มินัล (Soldering to Terminals).....	32
5.2	เทอร์มินัลบัดกรี (Solder Terminals).....	23	5.5.1	เทอร์มินัลไบเฟอร์เคท (Bifurcated Terminals).....	33
5.3	การติดตั้งเทอร์มินัลไบเฟอร์เคท, เทอร์ริท และสล็อต (Bifurcated, Turret and Slotted Terminal Installation).....	23	5.5.2	เทอร์มินัลสล็อต (Slotted Terminal).....	33
5.3.1	ก้านเสียหาย (Shank Damage).....	23	5.5.3	เทอร์มินัลแบบถ้วยและทรงกระบอกกลวง (Cup and Hollow Cylindrical Terminals).....	33
5.3.2	หน้าแปลนเสียหาย (Flange Damage).....	23	5.6	สายไฟจัมเปอร์ (Jumper Wires).....	33
5.3.3	มุมของหน้าแปลนเรียบ (Flared Flange Angles).....	23	5.6.1	ฉนวนหุ้มสายไฟ (Insulation).....	34
5.3.4	การติดตั้งเทอร์มินัล – เชิงกล (Terminal Installation – Mechanical).....	23	5.6.2	การเดินสายไฟ (Wire Routing).....	34
5.3.5	การติดตั้งเทอร์มินัล – ทางไฟฟ้า (Terminal Installation – Electrical).....	23	5.6.3	การหยอดยึดสายไฟ (Wire Staking).....	34
5.3.6	การติดตั้งเทอร์มินัล – การบัดกรี.....	24	5.6.4	แลนด์หรือเวียที่ไม่ติดตั้งตัวอุปกรณ์ – ทาบบัดกรี (Unpopulated Land or Via – Lap Soldered).....	34
5.4	การติดตั้งเข้ากับเทอร์มินัล (Installation to Terminals).....	25	5.6.5	ทรู-โฮล (Through-Holes).....	34
5.4.1	ข้อกำหนดทั่วไป (General Requirements).....	25	5.6.5.1	โฮลที่มีขาอุปกรณ์.....	34
5.4.1.1	ระยะห่างของฉนวน (Insulation Clearance (C)).....	25	5.6.5.2	การพันรอบขาอุปกรณ์.....	34
5.4.1.2	ลูปบริการ (Service Loops).....	25	5.6.5.3	ข้อกำหนดการเชื่อมต่อ (Termination Requirements).....	34
5.4.1.3	บรรเทาความเค้น (Stress Relief).....	26	5.6.5.3.1	ซัพพอร์ตโฮล (Supported Holes).....	34
5.4.1.4	การจัดทิศทางของการพันขาอุปกรณ์หรือสายไฟ (Orientation of Lead or Wire Wrap).....	26	5.6.5.3.2	อันซัพพอร์ตโฮล (Unsupported Holes).....	34
5.4.1.5	ปลอกหุ้มฉนวน (Insulation Sleeving).....	26	5.6.6	เอสเอ็มที (SMT).....	34
5.4.1.6	การยื่นออกไปของปลายตัวนำ (Conductor End Extension).....	27	5.6.6.1	ตัวอุปกรณ์ชิปและอุปกรณ์ทรงกระบอกปลายปิด (Chip and Cylindrical End Cap Component).....	34
5.4.1.7	การสัมผัสฐานเทอร์มินัล (Contacting Terminal Base).....	27	5.6.6.2	กัลวิง (Gull Wing).....	34
5.4.2	เทอร์มินัลชนิดเทอร์ริทและพินตั้งตรง (Turret and Straight Pin Terminals).....	27	5.6.6.3	ขาอุปกรณ์รูปทรงตัวเจ (J Lead).....	34
5.4.2.1	การพันตัวนำ (Conductor Wrap).....	27	5.6.6.4	คาสเทลเลชัน (Castellation).....	34
5.4.2.2	การพันตัวนำของสายไฟขนาด AWG 30 และเล็กกว่า (Conductor Wrap for American Wire Gauge (AWG) 30 and Smaller).....	28	6.0	เทคโนโลยี ทรู-โฮล (THROUGH-HOLE TECHNOLOGY).....	35
5.4.3	เทอร์มินัลไบเฟอร์เคท (Bifurcated Terminals).....	29	6.1	ทรู-โฮล – การจัดวาง – ทั่วไป (Through-Hole – Placement – General).....	35
5.4.3.1	การเชื่อมต่อทางด้านข้าง (Side Route Connection).....	29	6.1.1	การจัดรูปทรงขาอุปกรณ์ (Lead Forming).....	36
5.4.3.2	การเชื่อมต่อที่เสาด้านบนและด้านล่าง (Top and Bottom Route Connections).....	30	6.1.2	ความยาวขาอุปกรณ์ทรู-โฮลและการพับง (Through-Hole Component Lead Length and Clinching).....	37
5.4.4	เทอร์มินัลสล็อต (Slotted Terminals).....	30	6.1.3	การตัดตัวนำ (Conductor Trimming).....	38
5.4.5	เทอร์มินัลแบบตะขอ (Hook Terminals).....	31	6.2	ซัพพอร์ต โฮล (Supported Holes).....	38
5.4.6	เทอร์มินัลแบบเพียชหรือเพอร์โฟเรต (Pierced or Perforated Terminals).....	31	6.2.1	การใส่โซลเดอร์ (Solder Application).....	38
			6.2.2	การบัดกรีซัพพอร์ต ทรู-โฮล (Supported Through-Hole Soldering).....	38
			6.2.3	โค้ตติ้ง เมนนิสคัส ในโซลเดอร์ Coating Meniscus in Solder).....	39
			6.3	อันซัพพอร์ตโฮล (Unsupported Holes).....	39

6.3.1	การบัดกรีอันซัพพอร์ตทูล-โฮล (Unsupported Through-Hole Soldering).....	39	7.5.12	ตัวอุปกรณ์ทรงสูงที่มีจุดเชื่อมต่อเฉพาะส่วนล่างเท่านั้น (Tall Profile Components Having Bottom Only Terminations).....	53
			7.5.13	ขาอุปกรณ์รูปทรงเรียบบนรูปตัวแอล (L) กลับเข้าด้านใน (Inward Formed L-Shaped Ribbon Leads)	54
7.0	การบัดกรีงานติดตั้งบนพื้นผิว (SURFACE MOUNT SOLDERING).....	40	7.5.14	แพ็คเกจติดตั้งบนพื้นผิว จุดเชื่อมต่อเรียงเป็นแถว (Surface Mount Area Array Packages).....	55
7.1	การเตรียมตัวอุปกรณ์ที่ติดตั้งบนพื้นผิว (Surface Mount Component Preparation).....	40	7.5.14.1	ตัวอุปกรณ์บอลกริดอาร์เรย์ที่มีโซลเดอร์บอลยุบตัวลง (Ball Grid Array Components with Collapsing Balls).....	56
7.1.1	ตัวอุปกรณ์พลาสติก (Plastic Components).....	40	7.5.14.2	ตัวอุปกรณ์บอลกริดอาร์เรย์ที่มีโซลเดอร์บอลไม่ยุบตัวลง (Ball Grid Array Components with Noncollapsing Balls).....	56
7.1.2	การขึ้นรูปขาอุปกรณ์ (Lead Forming).....	40	7.5.14.3	ตัวอุปกรณ์คอลัมน์กริดอาร์เรย์ (Column Grid Array Components).....	56
7.1.3	การดัดโค้งโดยไม่ตั้งใจ (Unintentional Bending).....	41	7.5.15	ตัวอุปกรณ์ที่มีจุดเชื่อมต่อด้านล่าง (Bottom Termination Components (BTC))	57
7.1.4	ชุดขาแบบที่เป็นระนาบเดียวกันของแฟลตแพค (Flat Pack Parallelism).....	41	7.5.16	ตัวอุปกรณ์ที่มีจุดเชื่อมต่อแพดระบายความร้อนด้านล่าง (Components with Bottom Thermal Pads (D-Pak).....	58
7.1.5	การดัดงอขาของอุปกรณ์ที่ติดตั้งบนพื้นผิว (Surface Mount Lead Bends).....	41	7.5.17	การเชื่อมต่อขาแฟลตเทนโพสต์ (Flattened Post Leads).....	59
7.1.6	ขาอุปกรณ์ที่ทำให้แบน (Flattened Leads).....	41	7.5.18	ขาแบบตัวพี (P-Style Leads).....	60
7.1.7	ชิ้นส่วนที่ไม่ได้กำหนดรูปแบบเพื่อการติดตั้งบนพื้นผิว (Parts Not Configured for Surface Mounting).....	41	7.5.19	กระป๋องทรงกระบอกแนวตั้งกับขารูปตัวแอล (L) ออกด้านนอก (Vertical Cylindrical Cans with Outward L-Shaped Leads)	61
7.2	ระยะห่างของตัวอุปกรณ์ที่มีขา (Leaded Component Body Clearance).....	41	7.5.20	เทอร์มินัลแบบพันขดลวด (Wrapped Terminals)	63
7.3	ชิ้นส่วนที่รูปแบบขาเพื่อการติดตั้งบัด/ไอ (Parts Configured for Butt/I Lead Installation).....	41	7.5.21	วงจรพิมพ์ยืดหยุ่นและกึ่งยืดหยุ่นกับขาแบบที่ไม่จัดรูปทรง (Flexible and Rigid-Flex Printed Circuitry with Flat Unformed Leads).....	64
7.4	การติดตั้งบนพื้นผิว (Surface Mount Installation)	41	7.5.22	จุดเชื่อมต่อตรงกลางและด้านข้าง (Center and Lateral Terminations).....	65
7.5	ข้อกำหนดในการบัดกรี (Soldering Requirements).....	41	7.5.23	คอนเนคเตอร์ขาแบนติดตั้งบนพื้นผิว (Flat Leaded Surface Mount Connectors)	66
7.5.1	ตัวอุปกรณ์คลาดเคลื่อน (Misaligned Components).....	42	7.6	จุดเชื่อมต่อ SMT เฉพาะทาง (Specialized SMT Terminations)	66
7.5.2	ข้อกำหนดที่ไม่ได้ระบุไว้และที่พิเศษ (Unspecified and Special Requirements)	42	8.0	ข้อกำหนดในการทำความสะอาดและสารตกค้าง (CLEANING AND RESIDUE REQUIREMENTS)	67
7.5.3	ตัวอุปกรณ์ชิปที่มีจุดเชื่อมต่อที่ด้านล่างเท่านั้น (Bottom Only Chip Component Terminations).....	43	8.1	กระบวนการผลิตที่ผ่านการรับรอง (Qualified Manufacturing Process).....	67
7.5.4	ตัวอุปกรณ์ชิปปลายสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส – จุดเชื่อมต่อ 1, 2, 3 หรือ 5 ด้าน	44	8.1.1	ตัวกำหนดการทำความสะอาด (Cleaning Designator).....	67
7.5.5	การเชื่อมต่อทรงกระบอกปลายปิด (Cylindrical End Cap Terminations).....	45	8.2	การตรวจสอบกระบวนการไอออนิก (Ionic Process Monitoring).....	67
7.5.6	การเชื่อมต่อคาสเทลเลต (Castellated Terminations).....	46	8.2.1	แผนการสุ่มตัวอย่าง (Sampling Plan).....	67
7.5.7	ขากัลวิงแบน (Flat Gull Wing Leads).....	47	8.2.2	ขีดจำกัดการควบคุม (Control Limits).....	68
7.5.8	ขากัลวิงทรงกลมหรือทำให้แบน (Round or Flattened (Coined) Gull Wing Leads).....	48	8.2.3	การเกินขีดจำกัดการควบคุม (Exceeding the Control Limits).....	68
7.5.9	ขารูปทรงตัวเจ (J-Lead)	49	8.3	ข้อกำหนดในการตรวจสอบคุณสมบัติใหม่ (Re-qualification Requirements)	68
7.5.10	บัด/ไอ (Butt/I).....	50			
7.5.10.1	บัด/ไอ – การประยุกต์ทูล-โฮล (Butt/I – Modified Through-Hole)	50			
7.5.10.2	บัด/ไอ – โซลเดอร์ชาร์จ (Butt/I – Solder Charged).....	51			
7.5.11	ขาแฟลต ลัก (Flat Lug Leads).....	52			

8.3.1	ระดับ 1 – การเปลี่ยนแปลงที่สำคัญที่ต้องตรวจสอบความถูกต้อง (Level 1 – Major Changes Requiring Validation) 68	10.1.7	การแยกชั้น (Delamination)..... 73
8.3.2	ระดับ 2 – การเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยพร้อมหลักฐานรูปธรรมที่สนับสนุน (Level 2 – Minor Changes with Supporting Objective Evidence) 68	10.1.8	สิ่งแปลกปลอม (Foreign Objects Debris)..... 73
8.4	เศษวัตถุแปลกปลอม (Foreign Object Debris (FOD))..... 69	10.1.9	สภาวะอื่น ๆ ที่มองเห็นได้ (Other Visual Conditions)..... 73
8.5	สารตกค้างที่มองเห็นได้ (Visible Residues) 69	10.1.10	การตรวจสอบ (Inspection) 73
8.6	สารตกค้างที่ไม่ใช่ไอออนิก (Non-ionic Residues) 69	10.1.11	รีเวิร์คหรือทัชอัพ (Rework or Touchup)..... 73
8.7	กระบวนการทำความสะอาดอัลตราโซนิก (Ultrasonic Cleaning Processes)..... 69	10.2	การห่อหุ้ม (Encapsulation) 73
8.8	เอกสารคำแนะนำ (Guidance Documents)..... 69	10.2.1	การนำมาใช้ (Application)..... 73
9.0	ข้อกำหนดของบอร์ดพิมพ์ (PRINTED BOARD REQUIREMENTS)..... 70	10.2.1.1	พื้นผิวที่ไม่ห่อหุ้ม (Encapsulant Free Surfaces) 73
9.1	บอร์ดพิมพ์เสียหาย (Printed Board Damage)..... 70	10.2.2	ข้อกำหนดการปฏิบัติ (Performance Requirements)..... 73
9.1.1	พุพอง/การแยกชั้น (Blistering/Delamination)..... 70	10.2.3	การทำซ้ำวัสดุห่อหุ้ม (Rework of Encapsulant Material)..... 73
9.1.2	เผยเห็นการสาน/เส้นใยถูกตัด (Weave Exposure/Cut Fibers)..... 70	10.2.4	การตรวจสอบการห่อหุ้ม (Encapsulant Inspection)..... 73
9.1.3	วงรีคีม (Haloining)..... 70	10.3	การยึดให้มั่นคง (Staking) 74
9.1.4	การแยกชั้นที่ขอบ (Edge Delamination)..... 70	10.3.1	การหยอดยึด – การนำมาใช้ (Staking – Application) 74
9.1.5	การแยกชั้นของแลนด์/ตัวนำ (Land/Conductor Separation) 70	10.3.1.1	การหยอดยึด – การนำมาใช้ – ทูรู-โฮล (Staking – Application – Through-Hole) 74
9.1.6	การลดขนาดของแลนด์/ตัวนำไฟฟ้า (Land/Conductor Reduction in Size)..... 70	10.3.1.2	การหยอดยึด – การนำมาใช้ – SMT เกณฑ์ต่อไปนี้จะใช้กับตัวอุปกรณ์ที่ติดตั้งบนพื้นผิวเท่านั้น..... 76
9.1.7	การแยกตัวของวงจรยืดหยุ่น (Flexible Circuitry Delamination) 70	10.3.1.3	การหยอดยึด – การนำมาใช้ – แฟสเทนเนอร์ (Fasteners)..... 76
9.1.8	ความเสียหายของวงจรไฟฟ้ายืดหยุ่น (Flexible Circuitry Damage)..... 70	10.3.2	การหยอดยึด – แอดฮีซีฟ (Adhesive)..... 76
9.1.9	รอยไหม้ (Burns) 70	10.3.3	การหยอดยึด – การตรวจสอบ 76
9.1.10	เอดจ์คอนแทกที่ไม่ต้องบัดกรี (Non-Soldered Edge Contacts)..... 70	11.0	แถบพยาน (TORQUE/ANTI-TAMPERING) STRIPE)..... 77
9.1.11	มีสเซล (Measles) 70	12.0	การทำซ้ำและซ่อมแซม (REWORK AND REPAIR)..... 78
9.1.12	เครซซิง (Crazing) 71	12.1	การทำซ้ำ (Rework)..... 78
9.2	การโก่งและบิด (Bow and Twist (Warpage) 71	12.2	การซ่อมแซม (Repair)..... 78
9.3	การตัดแยกออกจากแผง (Depanelization)..... 71	12.3	การทำความสะอาดหลังการทำซ้ำ/ซ่อมแซม (Post Rework/Repair Cleaning) 78
10.0	โค้ตติ้ง เอนแคปซูเลชัน และการหยอดยึด (สารยึดติด) (COATING, ENCAPSULATION AND STAKING (ADHESIVE) 72	ตารางที่	
10.1	การเคลือบคอนฟอร์มอล (Conformal Coating)..... 72		
10.1.1	วัสดุ (Materials) 72	ตารางที่ 1-1	ข้อกำหนดในการออกแบบ, การประดิษฐ์ และการยอมรับ.....1
10.1.2	การทำหน้ากาก (Masking)..... 72	ตารางที่ 1-2	กำลังขยายที่ใช้ช่วยการตรวจสอบสำหรับการเชื่อมต่อโซลเดอร์.....8
10.1.3	การใช้งาน (Application)..... 72	ตารางที่ 1-3	อุปกรณ์ช่วยขยายภาพที่ใช้สำหรับตัวนำสายไฟและการเชื่อมต่อบัดกรีตัวนำสายไฟ.....9
10.1.3.1	การใช้งาน – ตัวอุปกรณ์ (Application – Components)..... 72	ตารางที่ 1-4	อุปกรณ์ช่วยขยายภาพ – อื่น ๆ.....9
10.1.4	ความหนา (Thickness)..... 72	ตารางที่ 3-1	ขีดจำกัดสูงสุดของสารปนเปื้อนในบอิลเดอร์..... 13
10.1.5	ความสม่ำเสมอ (Uniformity)..... 72	ตารางที่ 4-1	ความผิดปกติของการเชื่อมต่อโซลเดอร์ 19
10.1.6	ฟองอากาศและวอยด์ (Bubbles and Voids) 73	ตารางที่ 5-1	ความเสียหายของสแตนด์ตัวนำ, หมายเหตุ 1, 2, 3 22
		ตารางที่ 5-2	การติดตั้งเทอร์มินัล ข้อกำหนดอย่างน้อยในการบัดกรี..... 24
		ตารางที่ 5-3	การพันตัวนำบนเทอร์ริทและพินตั้งตรง (Turret and Straight Pin Conductor Wrap)..... 27

ตารางที่ 5-4	การพันตัวนำสายไฟ AWG 30 และเล็กกว่า.....	28	ตาราง 7-21	เกณฑ์มิติ – กระป่องทรงกระบอกแนวตั้งที่มีจุดเชื่อมต่อขารูปตัวแอล (L) ออกด้านนอก	61
ตารางที่ 5-5	เทอร์มินัลไบเฟอร์เคท – การจัดวางตัวนำ – การใส่ทางด้านข้างและพันรอบ.....	29	ตาราง 7-22	เกณฑ์มิติ – เทอร์มินัลแบบพันขดลวด.....	63
ตารางที่ 5-6	เทอร์มินัลไบเฟอร์เคท – การยึดสายไฟ – ใส่เข้าด้านข้าง, ผ่านตรงออกไป.....	29	ตาราง 7-23	เกณฑ์มิติ – วงจรพิมพ์ยึดหุ่นและกึ่งยึดหุ่นกับขาแบนที่ไม่จัดรูปทรง	64
ตาราง 5-7	เทอร์มินัลไบเฟอร์เคท – การวางตัวนำ – ใส่ทางด้านล่าง.....	30	ตาราง 7-24	เกณฑ์มิติ-จุดเชื่อมต่อตรงกลางและด้านข้าง – ตัวอุปกรณ์ทรงกระบอกปลายปิดและชิปส่วนปลายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส – มีเทอร์มินัล 1, 2, 3 หรือ 5 ด้าน	65
ตาราง 5-8	เทอร์มินัลแบบตะขอ – การจัดวางตัวนำ.....	31	ตาราง 7-25	เกณฑ์มิติ – คอนเนคเตอร์ขาแบนติดตั้งบนพื้นผิว.....	66
ตาราง 5-9	เทอร์มินัลเพียซหรือเฟอร์โฟเรต – การจัดวางตัวนำ.....	31	ตาราง 8-1	การกำหนดพื้นผิวที่ต้องทำให้สะอาด	67
ตาราง 5-10	ข้อกำหนดของโซลเดอร์ – ตัวนำกับเทอร์มินัล (Solder Requirements – Conductor(s) to Terminal).....	32	ตาราง 8-2	การทดสอบสารตกค้างสำหรับการควบคุมกระบวนการ	67
ตาราง 6-1	ระยะห่างจากตัวอุปกรณ์ถึงแลนด์.....	36	ตาราง 8-3	โรซิน (Rosin) มากที่สุดที่ยอมรับได้, หมายเหตุ 1	69
ตาราง 6-2	ตัวอุปกรณ์กับสเปเซอร์	36	ตาราง 10-1	ความหนาของการเคลือบ	72
ตาราง 6-3	รัศมีโค้งของขาอุปกรณ์	37			
ตาราง 6-4	การยื่นออกมาของขา – ซัฟฟอร์ตโฮล	37			
ตาราง 6-5	การยื่นออกมาของขา – อันซัฟฟอร์ตโฮล	37			
ตาราง 6-6	ซัฟฟอร์ตโฮล ความต้องการโฮลเดอร์อย่างน้อย, หมายเหตุ 1	39	ภาพที่ 1-1	พันรอบเทอร์มินัล ซ้อนทับกัน (Terminal Wrap Overlap).....	6
ตาราง 6-7	อันซัฟฟอร์ตโฮล ความต้องการโฮลเดอร์อย่างน้อย, หมายเหตุ 3	39	ภาพที่ 1-2	พันรอบเทอร์มินัล เกินรอบ (Terminal Wrap Overwrap).....	6
ตาราง 7-1	ความยาวขั้นต่ำของการขึ้นรูปขาอุปกรณ์ที่ใช้ติดตั้งบนพื้นผิว (L)	40	ภาพที่ 1-3	ตัวอย่างระยะห่างทางไฟฟ้าขั้นต่ำ.....	7
ตาราง 7-2	ข้อกำหนดของมิติ – ตัวอุปกรณ์ชิปที่มีเทอร์มินัลเฉพาะด้านล่างเท่านั้น.....	43	ภาพที่ 4-1	การปิดกั้นรู (Hole Obstruction).....	16
ตาราง 7-3	เกณฑ์มิติ – ตัวอุปกรณ์ชิปปลายสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส – มีจุดเชื่อมต่อ 1, 2, 3 หรือ 5 ด้าน.....	44	ภาพที่ 4-2	มุมประสานติดที่ยอมรับได้.....	18
ตาราง 7-4	เกณฑ์มิติ – การเชื่อมต่ออุปกรณ์ทรงกระบอกปลายปิด.....	45	ภาพที่ 4-3	ลำดับฮาร์ดแวร์และการจัดทิศทาง.....	20
ตาราง 7-5	เกณฑ์มิติ – การเชื่อมต่อคาสเทลเลต	46	ภาพที่ 4-4	ตัวอย่างลำดับฮาร์ดแวร์และการจัดทิศทาง.....	20
ตาราง 7-6	เกณฑ์มิติ – ขาอุปกรณ์กัลวิงแบน (Flat Gull Wing Leads).....	47	ภาพที่ 5-1	ความหนาของฉนวน	21
ตาราง 7-7	เกณฑ์มิติ – ขากัลวิงทรงกลมหรือทำให้แบน (เหรียญ).....	48	ภาพที่ 5-2	หน้าแปลนเสียหาย (Flange Damage).....	23
ตาราง 7-8	เกณฑ์มิติ – ขารูปทรงตัวเจ (J Leads).....	49	ภาพที่ 5-3	มุมหน้าแปลนบานเรียบ (Flared Flange Angles).....	23
ตาราง 7-9	เกณฑ์มิติ – การเชื่อมต่อบัด/ไอ (Butt/I).....	50	ภาพที่ 5-4	การติดตั้งเทอร์มินัล – เชิงกล (Mechanical).....	24
ตาราง 7-10	เกณฑ์มิติ – การเชื่อมต่อ Butt / I – การเชื่อมต่อโซลเดอร์ชาร์จ (Solder Charged).....	51	ภาพที่ 5-5	การติดตั้งเทอร์มินัล – ทางไฟฟ้า.....	24
ตาราง 7-11	เกณฑ์มิติ – แพลตล็ก ลิด	52	ภาพที่ 5-6	การวัดระยะห่างของฉนวน (Insulation Clearance Measurement)	25
ตาราง 7-12	เกณฑ์มิติ – ตัวอุปกรณ์ทรงสูงที่มีจุดเชื่อมต่อด้านล่างเท่านั้น	53	ภาพที่ 5-7	ลูบบริการสำหรับการเดินสายไฟ (Service Loop for Lead Wiring).....	25
ตาราง 7-13	เกณฑ์มิติ – ขาริบบอนรูปตัวแอล (L) กลับเข้าด้านใน, หมายเหตุ 4.....	54	ภาพที่ 5-8	ตัวอย่างการบรรเทาความเค้น (Stress Relief Examples)	26
ตาราง 7-14	เกณฑ์มิติ – ตัวอุปกรณ์บอลกริดอาร์เรย์กับบอลยุบตัวลง.....	56	ภาพที่ 5-9	ปลอกหุ้มฉนวน (Insulation Sleeve).....	26
ตาราง 7-15	เกณฑ์มิติ – ตัวอุปกรณ์บอลกริดอาร์เรย์กับบอลไม่ยุบตัวลง.....	56	ภาพที่ 5-10	การวางตำแหน่งตัวนำบนเทอร์อิท	27
ตาราง 7-16	ตัวอุปกรณ์คอล์มกริดอาร์เรย์	56	ภาพที่ 5-11	เทอร์มินัลไบเฟอร์เคท – การจัดวางตัวนำ – ใส่เข้าทางด้านข้าง.....	29
ตาราง 7-17	เกณฑ์มิติ – ตัวอุปกรณ์ที่มีจุดเชื่อมต่อด้านล่าง (BTC)	57	ภาพที่ 5-12	เทอร์มินัลไบเฟอร์เคท – การจัดวางตัวนำ – ใส่เข้าทางด้านข้าง, ผ่านตรงออกไป.....	30
ตาราง 7-18	เกณฑ์มิติ – จุดเชื่อมต่อแพดระบายความร้อนด้านล่าง.....	58	ภาพที่ 5-13	เทอร์มินัลไบเฟอร์เคท – การวางตัวนำ – ใส่ทางด้านบนและด้านล่าง.....	30
ตาราง 7-19	เกณฑ์มิติ – ขาแพลตฟอร์มโพสท์	59	ภาพที่ 5-14	การเชื่อมต่อที่ใส่เข้าทางด้านล่างและด้านบนของเทอร์มินัลไบเฟอร์เคท.....	31
ตาราง 7-20	เกณฑ์มิติ – ขารูปแบบตัวพี (P-Style Leads).....	60			

ภาพที่ 5-15	เทอร์มินัลแบบตะขอ – การจัดวางตัวนำ.....	31	ภาพที่ 7-21	ตัวอย่างตัวอุปกรณ์กระป๋องทรงกระบอกแนวตั้งที่มีขารูปตัวแอล (L) ออกด้านนอก.....	62
ภาพที่ 5-16	เทอร์มินัลเพียซหรือเฟอร์โฟเรต – การจัดวางตัวนำ.....	32	ภาพที่ 7-22	กระป๋องทรงกระบอกแนวตั้งที่มีขารูปตัวแอล (L) ออกด้านนอก.....	62
ภาพที่ 5-17	สายไฟที่อยู่บนเทอร์มินัลตรงกลางของเทอร์ริท		ภาพที่ 7-23	เทอร์มินัลแบบพันขดลวด – ตัวเหนี่ยวนำ SMT – มุมมองด้านล่าง.....	63
	ไบเฟอร์เคด และเพียซ.....	32	ภาพที่ 7-26	เทอร์มินัลแบบพันขดลวด.....	63
ภาพที่ 5-18	โซลเดอร์ถ้อยร่น (Solder Depression)	33	ภาพที่ 7-24	เทอร์มินัลแบบพันขดลวด – ตัวเหนี่ยวนำ SMT – มุมมองด้านบน.....	63
ภาพที่ 5-19	เทอร์มินัลแบบถ้อยและทรงกระบอกกลาง –		ภาพที่ 7-25	เทอร์มินัลแบบพันขดลวด – ตัวอุปกรณ์ SMT.....	63
	การเติมโซลเดอร์ในแนวตั้ง	33	ภาพที่ 7-27	วงจรพิมพ์ยึดหุ่นและกึ่งยึดหุ่นกับขาแบนที่ไม่จัดรูปทรง	64
ภาพที่ 6-1	ตัวอย่างการคลายความเค้นบนขาอุปกรณ์.....	35	ภาพที่ 7-28	จุดเชื่อมต่อตรงกลางและด้านข้าง.....	65
ภาพที่ 6-2	การโค้งงอขา (Lead Bends).....	36	ภาพที่ 7-29	ชิปรูปลี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีจุดเชื่อมต่อตรงกลาง	65
ภาพที่ 6-3	การตัดขาอุปกรณ์ (Lead Trimming).....	38	ภาพที่ 7-30	คอนเนคเตอร์ขาแบนติดตั้งบนพื้นผิว.....	66
ภาพที่ 6-4	ตัวอย่างการเติมแนวตั้ง.....	39	ภาพที่ 10-1	ตัวอุปกรณ์เรเดียลลิตที่ติดตั้งในแนวนอน.....	74
ภาพที่ 7-1	ความยาวของขาที่ขึ้นรูปเพื่อการติดตั้งบนพื้นผิว	40	ภาพที่ 10-2	ตัวอุปกรณ์เรเดียลลิตที่มีความสูงมากกว่าหรือเท่ากับความยาวหรือ	
ภาพที่ 7-2	การขึ้นรูปขาของอุปกรณ์ที่ติดตั้งบนพื้นผิว	40		เส้นผ่านศูนย์กลาง – ตัวอุปกรณ์รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า.....	74
ภาพที่ 7-3	จุดเชื่อมต่อที่มีเฉพาะด้านล่างเท่านั้น.....	43	ภาพที่ 10-3	ตัวอุปกรณ์เรเดียลลิต – ตัวอุปกรณ์ทรงกระบอก	75
ภาพที่ 7-4	ตัวอุปกรณ์ชิปด้านปลายรูปลี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส	44	ภาพที่ 10-5	ตัวอุปกรณ์เรเดียลลิตที่มีความสูงมากกว่าหรือเท่ากับความยาวหรือ	
ภาพที่ 7-5	การเชื่อมต่ออุปกรณ์ทรงกระบอกปลายปิด.....	45		เส้นผ่านศูนย์กลาง – เรียงเป็นแถวที่มีระยะใกล้ชิดกันมาก (Closely	
ภาพที่ 7-6	การเชื่อมต่อคาสเทลเลต	46		Spaced Arrays).....	75
ภาพที่ 7-7	ขากัลวีนแบน.....	47	ภาพที่ 10-4	ตัวอุปกรณ์เรเดียลลิตซึ่งมีมิติที่ยาวที่สุดคือเส้นผ่านศูนย์กลางหรือความ	
ภาพที่ 7-8	ขากัลวีนทรงกลมหรือทำให้แบน (เหรียญ).....	48		ยาว เช่น เซมิคอนดักเตอร์ TO5.....	75
ภาพที่ 7-9	ขารูปทรงตัวเจ (J).....	49	ภาพที่ 11-1	แถบพยานแรงบิดบนตัวแฟลทเทนเนอร์.....	77
ภาพที่ 7-10	บัด/โอ สำหรับการประยุกต์ขาอุปกรณ์ทรู-โฮล.....	50	ภาพที่ C-1	การแยกตัวของโซลเดอร์แบบเส้นรอบวง	
ภาพที่ 7-11	บัด/โอ – โซลเดอร์ชาร์จ	51		ปรากฏการบัดกรีจากทั้งสองด้านของชุดบอร์ดงานประกอบ.....	84
ภาพที่ 7-12	แฟลตลัก ลิต (Flat Lug Leads).....	52	ภาพที่ C-2	โซลเดอร์วอยด์ ช่องว่างที่พบเห็นได้ภายใน PTH	
ภาพที่ 7-13	SMD-4 LED	52		และมีอยู่ในกระบวนการ.....	84
ภาพที่ 7-14	ตัวอุปกรณ์ทรงสูงที่มีจุดเชื่อมต่อด้านล่างเท่านั้น.....	53	ภาพที่ C-3	การเกิดช่องว่างภายในโซลเดอร์ฟิลเลต.....	85
ภาพที่ 7-15	ขาเรียบรอบรูปตัวแอล (L) กลับเข้าด้านใน.....	54			
ภาพที่ 7-16	ระยะห่างของบีจีเอ โซลเดอร์บอล (BGA Solder Ball Clearance)....	56	ภาคผนวก A	คำแนะนำสำหรับเครื่องมือและอุปกรณ์ในการบัดกรี.....	79
ภาพที่ 7-17	ตัวอุปกรณ์ที่มีจุดเชื่อมต่อด้านล่าง	57	ภาคผนวก B	J-STD-001 คำแนะนำเกี่ยวกับหลักฐานรูปธรรมของความสอดคล้อง	
ภาพที่ 7-18	จุดเชื่อมต่อแพดระบายความร้อนด้านล่าง	58		กันของวัสดุ.....	81
ภาพที่ 7-19	แฟลตเทนโพสท์.....	59	ภาคผนวก C	แนวทางการเอ็กซ์เรย์ (X-Ray Guidelines).....	84
ภาพที่ 7-20	ขาพี-สไตล์ (P-Style Lead)	60			