สารบัญ

1.0 ทั่วไป 1-1

1.1 ขอบเขต 1-1

1.2 วัตถุประสงค์ 1-1

1.3 การจำแนกคลาส 1-2

1.4 หน่วยวัดและการประยุกต์ใช้ 1-2

1.4.1 การตรวจสอบขนาด 1-2

1.5 คำจำกัดความของข้อกำหนด 1-2

1.5.1 เกณฑ์การยอมรับ 1-3

1.5.1.1 ยอมรับได้ 1-3

1.5.1.2 ข้อบกพร่อง 1-3

1.5.1.2.1 การพิจารณาจัดการ 1-3

1.5.1.3 ตัวบ่งชี้กระบวนการ 1-3

1.5.1.4 สภาวะที่ไม่ได้ระบุไว้ 1-3

1.5.1.5 การออกแบบเฉพาะทาง 1-3

1.5.1.6 ควร คำว่า “ควร” 1-3

1.6 วิธีการควบคุมกระบวนการ 1-3

1.7 ลำดับความสำคัญ 1-4

1.7.1 หัวข้ออ้างอิง 1-4

1.7.2 ภาคผนวก 1-4

1.8 คำศัพท์และคำนิยาม 1-4

1.8.1 ทิศทางของบอร์ด 1-4

1.8.1.1 ด้านหลัก 1-4

1.8.1.2 ด้านรอง 1-4

1.8.1.3 ด้านต้นทางของโซลเดอร์ 1-4

1.8.1.4 ด้านปลายทางของโซลเดอร์ 1-4

1.8.2 ฟองอากาศ 1-4

1.8.2.1 ฟองอากาศที่เชื่อมโยง (Bridging Bubble) 1-4

1.8.3 การเชื่อมประสานโคลด์โซลเดอร์ (Cold Solder Connection) 1-4

1.8.4 ตัวนำวงจรเดียวกัน 1-4

1.8.5 การทับซ้อนกันของตัวนำ (Conductor Overlap) 1-4

1.8.6 การพันตัวนำเกินรอบ (Conductor Overwrap) 1-4

1.8.7 เส้นผ่าศูนย์กลาง 1-5

1.8.8 ระยะห่างทางไฟฟ้า 1-5

1.8.9 เอกสารทางวิศวกรรม 1-5

1.8.10 เอฟโอดี (Foreign Object Debris) 1-5

1.8.11 รูปแบบ, พอดี, หน้าที่การใช้งาน (F/F/F) 1-5

1.8.12 ศักย์ไฟฟ้าแรงสูง คำว่า “ไฟฟ้าแรงสูง” 1-5

1.8.13 อินทรูซีพโซลเดอร์ 1-5

1.8.14 หงิกงอ (Kink) 1-5

1.8.15 กลไกการล็อค 1-5
1.8.16 ผู้ผลิต (Manufacturer) 1-5
1.8.17 เมนิสคัส (ตัวอุปกรณ์) 1-5
1.8.18 ตัวนำที่ต่างวงจร 1-5
1.8.19 แลนด์ที่ไม่ได้ทำหน้าที่เชื่อมต่อ (Nonfunctional Land) 1-5
1.8.20 พิน -อิน -เพสต์ (Pin-in-Paste) 1-5
1.8.21 โซลเดอร์บอล (Solder Balls) 1-5
1.8.22 การปฏิบัติมาตรฐานอุตสาหกรรม (SIP) 1-5
1.8.23 การคลายความเค้น 1-6
1.8.24 ผู้จัดหา (Supplier) 1-6
1.8.25 ขาอุปกรณ์ชุบแข็ง (Tempered Leads) 1-6
1.8.26 ผู้ใช้ (User) 1-6
1.9 การไหลของข้อกำหนด 1-6
1.10 ความสามารถด้านบุคลากร 1-6
1.11 ข้อกำหนดในการยอมรับ 1-6
1.11.1 ชิ้นส่วนและตัวอุปกรณ์ที่ขาดหายไป 1-6
1.11.2 สายจัมเปอร์ หรือ Z-Wire 1-6
1.12 ระยะห่างทางไฟฟ้าขั้นต่ำ (Minimum Electrical Clearance (MEC)) 1-7
1.13 วิธีการตรวจสอบ 1-9
1.13.1 แสงสว่าง 1-9
1.13.2 อุปกรณ์ช่วยขยายภาพ 1-9

2.0 Applicable Documents 2-1
2.1 IPC Documents 2-1
2.2 Joint Industry Documents 2-2
2.3 Electrostatic Association Documents 2-2
2.4 International Electrotechnical Commission Documents 2-2
2.5 ASTM 2-2
2.6 Military Standards 2-3
2.7 SAE International 2-3

3.0 การจัดการงานประกอบอิเล็กทรอนิกส์ (Handling Electronic Assemblies) 3-1

4.0 ฮาร์ดแวร์ (Hardware) 4-1
4.1 การติดตั้งฮาร์ดแวร์ 4-2
4.1.1 การติดตั้งฮาร์ดแวร์— ระยะห่างทางไฟฟ้า 4-2
4.1.2 การติดตั้งฮาร์ดแวร์ — การขัดขวาง 4-3
4.1.3 การติดตั้งฮาร์ดแวร์ — การติดตั้งตัวอุปกรณ์ – ไฮเพาเวอร์ 4-4
4.1.4 การติดตั้งฮาร์ดแวร์ — ฮีทซิ้งค์ 4-6
4.1.4.1 การติดตั้งฮาร์ดแวร์ — ฮีทซิ้งค์ – ฉนวนและเทอร์มอลคอมปาวด์ 4-6
4.1.4.2 การติดตั้งฮาร์ดแวร์ — ฮีทซิงค์ – การสัมผัส 4-7
4.1.5 การติดตั้งฮาร์ดแวร์ — เกลียวรัดอุปกรณ์และฮาร์ดแวร์เกลียวอื่น ๆ 4-8
4.1.5.1 การติดตั้งฮาร์ดแวร์— เกลียวรัดอุปกรณ์และฮาร์ดแวร์เกลียวอื่น ๆ – แรงบิด (Torque) 4-10

4.1.5.2 การติดตั้งฮาร์ดแวร์ — เกลียวรัดอุปกรณ์และฮาร์ดแวร์เกลียวอื่น ๆ – สายไฟแข็ง 4-12

4.1.5.3 การติดตั้งฮาร์ดแวร์— เกลียวรัดอุปกรณ์และฮาร์ดแวร์เกลียวอื่น ๆ – สายไฟฟั่นเกลียว 4-14

4.2 การติดตั้งแจ็คโพสต์ 4-15

4.3 คอนเนคเตอร์ พิน 4-16

4.3.1 คอนเนคเตอร์พิน—เอดจ์คอนเนคเตอร์พิน 4-16

4.3.2 คอนเนคเตอร์พิน — เพรสฟิตพิน 4-16

4.3.2 คอนเนคเตอร์พิน — เพรสฟิตพิน 4-17

4.3.2.1 คอนเนคเตอร์พิน — เพรสฟิตพิน – แลนด์/วงแหวน 4-18

4.3.2.2 คอนเนคเตอร์พิน — เพรสฟิตพิน – การบัดกรี 4-19

4.4 การรักษาความปลอดภัยของมัดสายไฟ 4-20

4.5 การกำหนดเส้นทาง – สายไฟและการรวมมัดสายไฟ 4-20

5.0 การบัดกรี 5-1

5.1 ข้อกำหนดการยอมรับของการบัดกรี 5-2

5.2 ความผิดปกติในการบัดกรี 5-3

5.2.1 ความผิดปกติในการบัดกรี — ปรากฏผิวโลหะฐาน 5-3

5.2.2 ความผิดปกติในการบัดกรี — พินโฮล/โบลว์โฮล/วอยด์ 5-5

5.2.3 ความผิดปกติในการบัดกรี — การหลอม (Reflow) ของโซลเดอร์เพสต์ 5-6

5.2.4 ความผิดปกติในการบัดกรี — นอนเวตติ้ง (Nonwetting) 5-7

5.2.5 ความผิดปกติในการบัดกรี — การเชื่อมต่อโคลด์ (Cold Connection) 5-8

5.2.6 ความผิดปกติในการบัดกรี — ดิเวตติ้ง (Dewetting) 5-8

5.2.7 ความผิดปกติในการบัดกรี — โซลเดอร์มากเกินไป 5-9

5.2.7.1 ความผิดปกติในการบัดกรี —โซลเดอร์มากเกินไป – โซลเดอร์บอล 5-10

5.2.7.2 ความผิดปกติในการบัดกรี —โซลเดอร์มากเกินไป – บริดจิ้ง (Bridging) 5-11

5.2.7.3 ความผิดปกติในการบัดกรี — โซลเดอร์มากเกินไป – โซลเดอร์เวบบิ้ง/สแปลช 5-12

5.2.8 ความผิดปกติในการบัดกรี — โซลเดอร์ถูกรบกวน (Disturbed) 5-13

5.2.9 ความผิดปกติในการบัดกรี — คูลลิ่งไลน์และรีโฟลว์รอบสอง 5-14

5.2.10 ความผิดปกติในการบัดกรี — โซลเดอร์ร้าว (Fractured) 5-15

5.2.11 ความผิดปกติในการบัดกรี — โซลเดอร์เป็นติ่งยื่น (Projections) 5-16

5.2.12 ความผิดปกติในการบัดกรี — พีบี-ฟรี ฟิลเลตลิฟท์ (Pb-Free Fillet Lift) 5-17

5.2.13 ความผิดปกติในการบัดกรี – พีบี-ฟรี รอยฉีกแยก/ช่องว่างจากการหดตัว (Pb-Free Hot Tear/Shrink Hole) 5-18

5.2.14 รอยเข็มทดสอบทางไฟฟ้าและสภาวะพื้นผิวอื่นๆ ที่คล้ายกันบนจุดเชื่อมโซลเดอร์ 5-19

5.2.15 สิ่งแปลกปลอมที่ถูกฝังอยู่ (Inclusions) 5-20

5.3 การเชื่อมต่อโซลเดอร์ที่มองเห็นได้บางส่วนหรือที่ซ่อนอยู่ 5-20

5.4 อุปกรณ์บัดกรีแบบหดตัวด้วยความร้อน 5-21

6.0 การเชื่อมต่อกับเทอร์มินัล 6-1

6.1 ฮาร์ดแวร์ชนิดหมุดตอก 6-2

6.1.1 ฮาร์ดแวร์ชนิดหมุดตอก — เทอร์มินัล 6-2

6.1.1.1 ฮาร์ดแวร์ชนิดหมุดตอก — เทอร์มินัล – การแยกกันของฐานเทอร์มินัลกับแลนด์ 6-2

6.1.1.2 ฮาร์ดแวร์ชนิดหมุดตอก — เทอร์มินัล – เทอร์ริท 6-4

6.1.1.3 ฮาร์ดแวร์ชนิดหมุดตอก — เทอร์มินัล – ไบเฟอร์เคต 6-5

6.1.2 ฮาร์ดแวร์ชนิดหมุดตอก — โรลด์แฟล้นจ์ (Rolled Flange) 6-6

6.1.3 ฮาร์ดแวร์ชนิดหมุดตอก — เฟรแฟล้นจ์ (Flared Flange) 6-7

6.1.4 ฮาร์ดแวร์ชนิดหมุดตอก — คอนโทรลสปลิต (Controlled Split) 6-8

6.1.5 ฮาร์ดแวร์ชนิดหมุดตอก — โซลเดอร์ 6-9

6.2 ฉนวนสายไฟ 6-11

6.2.1 ฉนวนสายไฟ — ความเสียหาย 6-11

6.2.1.1 ฉนวนสายไฟ — ความเสียหาย – ก่อนการบัดกรี 6-11

6.2.1.2 ฉนวนสายไฟ — ความเสียหาย – หลังการบัดกรี 6-13

6.2.2 ฉนวนสายไฟ — ระยะห่าง 6-14

6.2.2 ฉนวนสายไฟ — ระยะห่าง (ต่อ) 6-15

6.2.3 ฉนวน — ปลอกหุ้มฉนวน 6-16

6.2.3.1 ฉนวน — ปลอกหุ้มฉนวน – การจัดวาง 6-16

6.2.3.2 ฉนวน — ปลอกหุ้มฉนวน – ความเสียหาย 6-18

6.3 ตัวนำไฟฟ้า 6-19

6.3.1 ตัวนำไฟฟ้า — การเสียรูปทรง 6-19

6.3.2 ตัวนำไฟฟ้า — ความเสียหาย 6-20

6.3.2.1 ตัวนำไฟฟ้า — ความเสียหาย – แสตรนด์สายไฟ 6-20

6.3.2.2 ตัวนำไฟฟ้า — ความเสียหาย – สายไฟแข็ง (Solid Wire) 6-21

6.3.3 ตัวนำไฟฟ้า — เกลียวแยกตัว (Birdcaging) – ก่อนการบัดกรี 6-21

6.3.4 ตัวนำไฟฟ้า — เกลียวแยกตัว (Birdcaging) – หลังการบัดกรี 6-22

6.3.5 ตัวนำไฟฟ้า — ทินนิ่ง (Tinning) 6-23

6.4 เซอร์วิส ลูป (Service Loops) 6-25

6.5 การกำหนดเส้นทาง — สายไฟและมัดสายไฟ – รัศมีโค้ง 6-26

6.6 ระยะคลายแรงเค้น (Stress Relief) 6-27

6.6.1 ระยะคลายแรงเค้น — สายไฟ 6-27

6.7 การจัดวางขาอุปกรณ์/ตัวนำ — ข้อกำหนดทั่วไป 6-29

6.8 โซลเดอร์ — ข้อกำหนดทั่วไป 6-30

6.9 เทอร์ริทและพินตั้งตรง 6-32

6.9.1 เทอร์ริทและพินตั้งตรง — การจัดวางตัวนำ 6-32

6.9.2 เทอร์ริทและพินตั้งตรง — โซลเดอร์ 6-33

6.9.2 เทอร์ริทและพินตั้งตรง — โซลเดอร์ 6-34

6.10 ไบเฟอร์เคต 6-35

6.10.1 ไบเฟอร์เคต — การจัดวางตัวนำ – การแนบติดที่ใส่เข้าทางด้านข้าง 6-35

6.10.2 ไบเฟอร์เคต — การจัดวางตัวนำ – การจับยึดสายไฟ 6-37

6.10.3 ไบเฟอร์เคต — การจัดวางตัวนำ – การยึดติดที่ใส่ทางด้านล่างและด้านบน 6-38

6.10.4 ไบเฟอร์เคต — โซลเดอร์ 6-39

6.11 สล็อต (Slotted) 6-41

6.11.1 สล็อต — การจัดวางตัวนำ 6-41

6.11.2 สล็อต — โซลเดอร์ 6-42

6.12 เพียซ/เพอร์โฟเรต 6-43

6.12.1 เพียซ/เพอร์โฟเรต — การจัดวางตัวนำ 6-43

6.12.2 เพียซ/เพอร์โฟเรต — โซลเดอร์ 6-45

6.13 ตะขอ (Hook) 6-46

6.13.1 ตะขอ (Hook) — การจัดวางตัวนำ 6-46

6.13.2 ตะขอ (Hook) — โซลเดอร์ 6-48

6.14 โซลเดอร์คัพ (Solder Cups) 6-49

6.14.1 โซลเดอร์คัพ — การจัดวางตัวนำ 6-49

6.14.2 โซลเดอร์คัพ — โซลเดอร์ 6-50

6.15 สายไฟที่มีขนาด AWG 30 และเล็กกว่า — การจัดวางตัวนำ 6-52

6.16 การเชื่อมต่อแบบอนุกรม (Series Connected) 6-54

6.17 เอดจ์คลิป (Edge Clip) — การจัดวางตำแหน่ง 6-55

7.0 เทคโนโลยี ทรู-โฮล 7-1

7.1 การติดตั้งตัวอุปกรณ์ 7-1

7.1.1 การติดตั้งตัวอุปกรณ์ — การจัดทิศทาง 7-1

7.1.1.1 การติดตั้งตัวอุปกรณ์ — การจัดทิศทาง – แนวนอน 7-2

7.1.1.2 การติดตั้งตัวอุปกรณ์ — การจัดทิศทาง – แนวตั้งฉาก 7-3

7.1.2 การติดตั้งตัวอุปกรณ์ — การจัดรูปทรงขาอุปกรณ์ (Lead Forming) 7-4

7.1.2.1 การติดตั้งตัวอุปกรณ์ — การจัดรูปทรงขาอุปกรณ์ – รัศมีโค้ง 7-4

7.1.2.2 การติดตั้งตัวอุปกรณ์ — การจัดรูปทรงขาอุปกรณ์ – ช่องว่างระหว่างซีล/เวลด์ และส่วนโค้ง 7-5

7.1.2.3 การติดตั้งตัวอุปกรณ์ — การจัดรูปทรงขาอุปกรณ์ – ระยะคลายแรงเค้น 7-6

7.1.2.4 การติดตั้งตัวอุปกรณ์ — การจัดรูปทรงขาอุปกรณ์ – ความเสียหาย 7-8

7.1.3 การติดตั้งตัวอุปกรณ์ — ขาอุปกรณ์พาดคร่อมตัวนำ 7-9

7.1.4 การติดตั้งตัวอุปกรณ์ — รูพีซีบีถูกกีดขวาง (Hole Obstruction) 7-10

7.1.5 การติดตั้งตัวอุปกรณ์ — อุปกรณ์ดีไอพี/เอสไอพี และซ็อกเก็ต (DIP/SIP Devices and Sockets) 7-11

7.1.6 การติดตั้งตัวอุปกรณ์ — เรเดียล ลีด (Radial Leads) – แนวตั้ง 7-13

7.1.6.1 การติดตั้งตัวอุปกรณ์ — เรเดียล ลีด (Radial Leads) – แนวตั้ง – สเปเซอร์ 7-14

7.1.7 การติดตั้งตัวอุปกรณ์ — เรเดียล ลีด – แนวนอน 7-15

7.1.8 การติดตั้งตัวอุปกรณ์ — คอนเนคเตอร์ 7-16

7.1.8.1 การติดตั้งตัวอุปกรณ์ — คอนเนคเตอร์ – ไรท์แองเกิ้ล (Right Angle) 7-17

7.1.8.2 การติดตั้งตัวอุปกรณ์ — คอนเนคเตอร์ – เซราด์ พินเฮดเดอร์แนวตั้ง และรีเซฟตาเคิลคอนเนคเตอร์แนวตั้ง 7-18

7.2 ความปลอดภัยของตัวอุปกรณ์ 7-19

7.2.1 ความมั่นคงของตัวอุปกรณ์ — การติดคลิป (Mounting Clips) 7-19

7.2.1 ความมั่นคงของตัวอุปกรณ์ — การติดคลิป (ต่อ) 7-20

7.2.2 ความมั่นคงของตัวอุปกรณ์ — การยึดด้วยสารยึดติด (Adhesive Bonding) 7-20

7.2.2.1 ความมั่นคงของตัวอุปกรณ์ — การยึดด้วยสารยึดติด – ตัวอุปกรณ์ที่ไม่ยกลอย 7-21

7.2.2.2 ความมั่นคงของตัวอุปกรณ์ — การยึดด้วยสารยึดติด – ตัวอุปกรณ์ที่มีการยกลอย 7-24

7.2.3 ความมั่นคงของตัวอุปกรณ์ — การยึดด้วยอุปกรณ์อื่น ๆ 7-27

7.3 ซัพพอร์ตโฮล (Supported Holes) 7-28

7.3.1 ซัพพอร์ต โฮล — ตัวอุปกรณ์ แอ็กเซียล ลีด (Axial Leaded) – การจัดวางในแนวนอน 7-28

7.3.2 ซัพพอร์ต โฮล — ตัวอุปกรณ์แอ็กเซียล ลีด – การจัดวางในแนวตั้ง 7-29

7.3.3 ซัพพอร์ต โฮล — การยื่นของขาอุปกรณ์/ตัวนำ (Leads/Conductors Protrusion) 7-31

7.3.4 ซัพพอร์ต โฮล — การพับขาอุปกรณ์/ตัวนำ (Lead/Conductor Clinches) 7-32

7.3.5 ซัพพอร์ต โฮล — โซลเดอร์ 7-33

7.3.5.1 ซัพพอร์ต โฮล — โซลเดอร์ – การเติมเต็มในแนวตั้ง (A) 7-36

7.3.5.2 ซัพพอร์ต โฮล — โซลเดอร์ – ด้านปลายทางโซลเดอร์ – ขาอุปกรณ์ถึงบาร์เรล (B) 7-38

7.3.5.3 ซัพพอร์ต โฮล — โซลเดอร์ – ด้านปลายทางโซลเดอร์ – การปกคลุมบนแลนด์ (C) 7-40

7.3.5.4 ซัพพอร์ต โฮล — โซลเดอร์ – ด้านแหล่งจ่ายโซลเดอร์ – ขาถึงบาร์เรล (D) 7-41
7.3.5.5 ซัพพอร์ต โฮล — โซลเดอร์ – ด้านแหล่งจ่ายโซลเดอร์ – การปกคลุมพื้นผิวแลนด์ (E) 7-42
7.3.5.6 ซัพพอร์ต โฮล — เงื่อนไขของโซลเดอร์ – โซลเดอร์ในส่วนโค้งของขา 7-43
7.3.5.7 ซัพพอร์ต โฮล — สภาวะของโซลเดอร์ – สัมผัสถึงตัวอุปกรณ์ทรู-โฮล 7-44
7.3.5.8 ซัพพอร์ต โฮล — สภาวะของโซลเดอร์ – เมนนิสคัส (Meniscus) อยู่ในโซลเดอร์ 7-45
7.3.5.9 ซัพพอร์ต โฮล — การตัดขาอุปกรณ์หลังการบัดกรี 7-47
7.3.5.10 ซัพพอร์ต โฮล — ฉนวนของสายไฟที่เคลือบ อยู่ในโซลเดอร์ 7-48
7.3.5.11 ซัพพอร์ตโฮล — การเชื่อมต่อสองด้านโดยไม่มีขาอุปกรณ์ – เวีย (Vias) 7-49
7.3.5.12 ซัพพอร์ตโฮล — บอร์ดอินบอร์ด (Board in Board) 7-50
7.4 อันซัพพอร์ตโฮล (Unsupported Holes) 7-53
7.4.1 อันซัพพอร์ตโฮล — แอ็กเซียล ลีด – ติดตั้งในแนวนอน 7-53
7.4.2 อันซัพพอร์ตโฮล — แอ็กเซียล ลีด – ติดตั้งในแนวตั้ง 7-54
7.4.3 อันซัพพอร์ตโฮล — การยื่นของสายไฟ/ขาอุปกรณ์ 7-55
7.4.4 อันซัพพอร์ตโฮล — การพับสายไฟ/ขาอุปกรณ์ 7-56
7.4.5 อันซัพพอร์ตโฮล — โซลเดอร์ 7-58
7.4.6 อันซัพพอร์ต โฮล — การตัดขาอุปกรณ์หลังการบัดกรี 7-60

8.0 งานประกอบที่ติดตั้งบนพื้นผิวหน้าสัมผัส 8-1
8.1 การยึดด้วยแอดฮีซีฟ 8-2
8.1.1 การยึดด้วยแอดฮีซีฟ — การยึดรั้งตัวอุปกรณ์ 8-2
8.1.2 การยึดด้วยแอดฮีซีฟ — ความแข็งแรงทางเชิงกล 8-3
8.2 ตัวอุปกรณ์ SMT ชนิดมีขา 8-5
8.2.1 อุปกรณ์ SMT ที่มีขา — ตัวอุปกรณ์พลาสติก 8-5
8.2.2 ตัวอุปกรณ์ SMT ชนิดมีขา — ความเสียหาย 8-5
8.2.3 ตัวอุปกรณ์ SMT ชนิดมีขา — การทำให้ขาแบน 8-6
8.3 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ SMT 8-6
8.3.1 ตัวอุปกรณ์ชิป — มีจุดเชื่อมเทอร์มินัลเฉพาะด้านล่างเท่านั้น 8-7
8.3.1.1 ตัวอุปกรณ์ชิป — มีจุดเชื่อมเทอร์มินัลเฉพาะด้านล่างเท่านั้น – การเคลื่อนออกด้านข้าง (A) 8-8
8.3.1.2 ตัวอุปกรณ์ชิป — มีจุดเชื่อมเทอร์มินัลเฉพาะด้านล่างเท่านั้น – เคลื่อนออกด้านปลาย (B) 8-9
8.3.1.3 ตัวอุปกรณ์ชิป — มีจุดเชื่อมเทอร์มินัลเฉพาะด้านล่างเท่านั้น – ความกว้างรอยประสานส่วนปลาย (C) 8-10
8.3.1.4 ตัวอุปกรณ์ชิป — มีจุดเชื่อมเทอร์มินัลเฉพาะด้านล่างเท่านั้น – ความยาวของรอยประสานด้านข้าง (D) 8-11
8.3.1.5 ตัวอุปกรณ์ชิป — มีจุดเชื่อมเทอร์มินัลเฉพาะด้านล่างเท่านั้น – ความสูงของฟิลเลตมากที่สุด (E) 8-12
8.3.1.6 ตัวอุปกรณ์ชิป — มีจุดเชื่อมเทอร์มินัลเฉพาะด้านล่างเท่านั้น – ความสูงของฟิลเลตอย่างน้อย (F) 8-12
8.3.1.7 ตัวอุปกรณ์ชิป — มีจุดเชื่อมเทอร์มินัลเฉพาะด้านล่างเท่านั้น – ความหนาของโซลเดอร์ (G) 8-13
8.3.1.8 ตัวอุปกรณ์ชิป — มีจุดเชื่อมเทอร์มินัลเฉพาะด้านล่างเท่านั้น – ปลายวางซ้อนทับ (J) 8-13
8.3.2 อุปกรณ์ชิปส่วนปลายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส — ที่มีเทอร์มินัล 1, 2, 3 หรือ 5 ด้าน 8-14
8.3.2.1 ตัวอุปกรณ์ชิปส่วนปลายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส — มีเทอร์มินัล 1, 2, 3 หรือ 5 ด้าน – การเคลื่อนออกด้านข้าง (A) 8-15
8.3.2.2 ตัวอุปกรณ์ชิปส่วนปลายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส — มีเทอร์มินัล 1, 2, 3 หรือ 5 ด้าน – การเคลื่อนออกด้านปลาย (B) 8-17
8.3.2.3 ตัวอุปกรณ์ชิปส่วนปลายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส — มีเทอร์มินัล 1, 2, 3 หรือ 5 ด้าน – ความกว้างรอยประสานส่วนปลาย (C) 8-18
8.3.2.4 ตัวอุปกรณ์ชิปส่วนปลายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส — มีเทอร์มินัล 1, 2, 3 หรือ 5 ด้าน – ความยาวรอยประสานด้านข้าง (D) 8-20
8.3.2.5 ตัวอุปกรณ์ชิปส่วนปลายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส — มีเทอร์มินัล 1, 2, 3 หรือ 5 ด้าน – ความสูงของฟิลเล็ตมากที่สุด (E) 8-21

8.3.2.6 ตัวอุปกรณ์ชิปส่วนปลายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส — มีเทอร์มินัล 1, 2, 3 หรือ 5 ด้าน – ความสูงของฟิลเล็ตน้อยที่สุด (F) 8-22

8.3.2.7 ตัวอุปกรณ์ชิปส่วนปลายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส — มีเทอร์มินัล 1, 2, 3 หรือ 5 ด้าน – ความหนาโซลเดอร์ (G) 8-23

8.3.2.8 ตัวอุปกรณ์ชิปส่วนปลายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส — มีเทอร์มินัล 1, 2, 3 หรือ 5 ด้าน – ปลายวางซ้อนทับ (J) 8-24

8.3.2.9 ตัวอุปกรณ์ชิปส่วนปลายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีเทอร์มินัล 1, 2, 3 หรือ 5 ด้าน — การแปรผันของจุดเชื่อมต่อ 8-25

8.3.2.9.1 ตัวอุปกรณ์ชิปส่วนปลายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีเทอร์มินัล 1, 2, 3 หรือ 5 ด้าน — การแปรผันของจุดเชื่อมต่อ – การติดตั้งทางด้านข้าง (Billboarding) 8-25

8.3.2.9.2 ตัวอุปกรณ์ชิปส่วนปลายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีเทอร์มินัล 1, 2, 3 หรือ 5 ด้าน — การผันแปรของจุดเชื่อมต่อ – การติดตั้งด้านบนลงล่าง (Mounting Upside Down) 8-27

8.3.2.9.3 ตัวอุปกรณ์ชิปส่วนปลายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส — มีเทอร์มินัล 1, 2, 3 หรือ 5 ด้าน – การผันแปรของจุดเชื่อมต่อ – การวางซ้อนกัน 8-28

8.3.2.9.4 ตัวอุปกรณ์ชิปส่วนปลายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส — มีเทอร์มินัล 1, 2, 3 หรือ 5 ด้าน – การผันแปรของจุดเชื่อมต่อ –ทุมสโตนนิ่ง (Tombstoning) 8-29

8.3.2.10 ตัวอุปกรณ์ชิปส่วนปลายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส — มีเทอร์มินัล 1, 2, 3 หรือ 5 ด้าน – จุดเชื่อมต่อตรงกลางและด้านข้าง 8-30

8.3.2.10.1 ตัวอุปกรณ์ชิปส่วนปลายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส — มีเทอร์มินัล 1, 2, 3 หรือ 5 ด้าน – จุดเชื่อมต่อตรงกลางและด้านข้าง – ความกว้างของโซลเดอร์ของการเชื่อมต่อด้านข้าง 8-31

8.3.2.10.2 ตัวอุปกรณ์ชิปส่วนปลายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส — มีเทอร์มินัล 1, 2, 3 หรือ 5 ด้าน – จุดเชื่อมต่อตรงกลางและด้านข้าง – ความสูงฟิลเลตอย่างน้อยของการประสานด้านข้าง 8-32

8.3.3 อุปกรณ์รูปทรงกระบอกที่มีจุดเชื่อมต่อครอบปิดด้านปลาย 8-33

8.3.3.1 อุปกรณ์รูปทรงกระบอกที่มีจุดเชื่อมต่อครอบปิดด้านปลาย — การเคลื่อนออกด้านข้าง (A) 8-34

8.3.3.2 อุปกรณ์รูปทรงกระบอกที่มีจุดเชื่อมต่อครอบปิดด้านปลาย — การเคลื่อนออกด้านปลาย (B) 8-35

8.3.3.3 อุปกรณ์รูปทรงกระบอกที่มีจุดเชื่อมต่อครอบปิดด้านปลาย — ความกว้างของรอยประสานด้านปลาย (C) 8-36

8.3.3.4 อุปกรณ์รูปทรงกระบอกที่มีจุดเชื่อมต่อครอบปิดด้านปลาย — ความยาวของรอยประสานด้านข้าง (D) 8-37

8.3.3.5 อุปกรณ์รูปทรงกระบอกที่มีจุดเชื่อมต่อครอบปิดด้านปลาย — ความสูงของฟิลเลตมากที่สุด (E) 8-38

8.3.3.6 อุปกรณ์รูปทรงกระบอกที่มีจุดเชื่อมต่อครอบปิดด้านปลาย — ความสูงของโซลเดอร์ฟิลเลตอย่างน้อย (F) 8-39

8.3.3.7 อุปกรณ์รูปทรงกระบอกที่มีจุดเชื่อมต่อครอบปิดด้านปลาย — ความหนาของโซลเดอร์ (G) 8-40

8.3.3.8 อุปกรณ์รูปทรงกระบอกที่มีจุดเชื่อมต่อครอบปิดด้านปลาย — การวางซ้อนทับด้านปลาย (J) 8-41

8.3.3.9 อุปกรณ์รูปทรงกระบอกที่มีจุดเชื่อมต่อครอบปิดด้านปลาย — จุดเชื่อมต่อตรงกลางและด้านข้าง 8-42

8.3.4 จุดเชื่อมต่อแบบคาสเทลเลต (Castellated Terminations) 8-43

8.3.4.1 จุดเชื่อมต่อแบบคาสเทลเลต — เคลื่อนออกด้านข้าง (A) 8-44

8.3.4.2 จุดเชื่อมต่อแบบคาสเทลเลต — การเคลื่อนออกกด้านปลาย (B) 8-45

8.3.4.3 จุดเชื่อมต่อแบบคาสเทลเลต — ความกว้างน้อยที่สุดของการประสานส่วนปลาย (C) 8-45

8.3.4.4 จุดเชื่อมต่อแบบคาสเทลเลต — ความยาวน้อยที่สุดของการประสานด้านข้าง (D) 8-46

8.3.4.5 จุดเชื่อมต่อแบบคาสเทลเลต — ความสูงมากที่สุดของฟิลเลต (E) 8-46

8.3.4.6 จุดเชื่อมต่อแบบคาสเทลเลต — ความสูงน้อยที่สุดของฟิลเลต (F) 8-47

8.3.4.7 จุดเชื่อมต่อแบบคาสเทลเลต — ความหนาของโซลเดอร์ (G) 8-47

8.3.5 อุปกรณ์ที่มีขาแบนกัลวิง (Flat Gull Wing Leads) 8-48

8.3.5.1 ขาแบนกัลวิง — การเคลื่อนออกด้านข้าง (A) 8-49

8.3.5.2 ขาแบนกัลวิง — ปลายขาเคลื่อนออกนอกแลนด์ (B) 8-52

8.3.5.3 ขาแบนกัลวิง — ความกว้างของรอยประสานส่วนปลาย (C) 8-53

8.3.5.4 ขาแบนกัลวิง — ความยาวของรอยประสานด้านข้าง (D) 8-54

8.3.5.5 ขาแบนกัลวิง — ความสูงมากที่สุดของฮีลฟิลเลต(E) 8-55

8.3.5.6 ขาแบนกัลวิง — ความสูงที่น้อยที่สุดของฮีลฟิลเลต (F) 8-56

8.3.5.7 ขาแบนกัลวิง — ความหนาของโซลเดอร์ (G) 8-57

8.3.5.8 ขาแบนกัลวิง — การอยู่ในแนวระนาบเดียวกัน (Coplanarity) 8-58

8.3.6 ขารูปกัลวิงทรงกลมหรือทำให้แบน (แบบเหรียญ) 8-59
8.3.6.1 ขารูปกัลวิงทรงกลมหรือทำให้แบน (แบบเหรียญ) — การเคลื่อนออกด้านข้าง (A) 8-60
8.3.6.2 ขารูปกัลวิงทรงกลมหรือทำให้แบน — ปลายขาเคลื่อนออกมากที่สุด (B) 8-61
8.3.6.3 ขารูปกัลวิงทรงกลมหรือถูกทำให้แบน — ความกว้างของการประสานด้านปลายอย่างน้อย (C) 8-61
8.3.6.4 ขารูปกัลวิงทรงกลมหรือถูกทำให้แบน — ความยาวของการประสานด้านข้างอย่างน้อย (D) 8-62
8.3.6.5 ขารูปกัลวิงทรงกลมหรือถูกทำให้แบน — ความสูงของฮีลฟิลเลตมากที่สุด (E) 8-63
8.3.6.6 ขารูปกัลวิงทรงกลมหรือถูกทำให้แบน — ความสูงของฮีลฟิลเลตอย่างน้อย (F) 8-64
8.3.6.7 ขารูปกัลวิงทรงกลมหรือถูกทำให้แบน — ความหนาของโซลเดอร์ (G) 8-65
8.3.6.8 ขารูปกัลวิงทรงกลมหรือถูกทำให้แบน — ความสูงของการประสานด้านข้างอย่างน้อย (Q) 8-65
8.3.6.9 ขารูปกัลวิงทรงกลมหรือทำให้แบน (แบบเหรียญ) — การอยู่ในแนวระนาบเดียวกัน (Coplanarity) 8-66
8.3.7 ขารูปทรงตัวเจ (J Leads) 8-67
8.3.7.1 ขารูปทรงตัวเจ (J) — เคลื่อนออกด้านข้าง (A) 8-67
8.3.7.2 ขารูปทรงตัวเจ (J) — ปลายขายื่นออก (B) 8-69
8.3.7.3 ขารูปทรงตัวเจ (J) — ความกว้างของการประสานด้านปลาย (C) 8-70
8.3.7.4 ขารูปทรงตัวเจ (J) — ความยาวของการประสานด้านข้าง (D) 8-71
8.3.7.5 ขารูปทรงตัวเจ (J) — ความสูงของฮีลฟิลเลตมากที่สุด (E) 8-72
8.3.7.6 ขารูปทรงตัวเจ (J) — ความสูงของฮีลฟิลเลตอย่างน้อย (F) 8-73
8.3.7.7 ขารูปทรงตัวเจ (J) — ความหนาของโซลเดอร์ (G) 8-75
8.3.7.8 ขารูปทรงตัวเจ (J) — การอยู่ในแนวระนาบเดียวกัน (Coplanarity) 8-75
8.3.8 การเชื่อมต่อบัต/ไอ (Butt/I) 8-76
8.3.8.1 การเชื่อมต่อบัต/ไอ — การประยุกต์ขาทรู-โฮล 8-76
8.3.8.1.1 การเชื่อมต่อบัต/ไอ — การประยุกต์ขาทรู-โฮล – เคลื่อนออกด้านข้างมากที่สุด (A) 8-77
8.3.8.1.2 การเชื่อมต่อบัต/ไอ — การประยุกต์ขาทรู-โฮล – ปลายขาเคลื่อนออก (B) 8-77
8.3.8.1.3 การเชื่อมต่อบัต/ไอ — การประยุกต์ขาทรู-โฮล – ความกว้างของการประสานด้านปลายอย่างน้อย (C) 8-78
8.3.8.1.4 การเชื่อมต่อบัต/ไอ — การประยุกต์ขาทรู-โฮล – ความยาวของการประสานด้านข้างอย่างน้อย (D) 8-78
8.3.8.1.5 การเชื่อมต่อบัต/ไอ — การประยุกต์ขาทรู-โฮล – ความสูงมากที่สุดของฟิลเลต (E) 8-78
8.3.8.1.6 การเชื่อมต่อบัต/ไอ — การประยุกต์ขาทรู-โฮล – ความสูงที่น้อยที่สุดของฟิลเลต (F) 8-79
8.3.8.1.7 การเชื่อมต่อบัต/ไอ — การประยุกต์ขาทรู-โฮล – ความหนาของโซลเดอร์ (G) 8-79
8.3.8.2 การเชื่อมต่อบัต/ไอ — การเชื่อมต่อโซลเดอร์ชาร์จ (Solder Charged Termination) 8-80
8.3.8.2.1 การเชื่อมต่อบัต/ไอ — การเชื่อมต่อโซลเดอร์ชาร์จ – เคลื่อนออกด้านข้างมากที่สุด (A) 8-81
8.3.8.2.2 การเชื่อมต่อบัต/ไอ — การเชื่อมต่อโซลเดอร์ชาร์จ – ปลายขายื่นออกมากที่สุด (B) 8-81
8.3.8.2.3 การเชื่อมต่อบัต/ไอ — การเชื่อมต่อโซลเดอร์ชาร์จ – ความกว้างของการประสานด้านปลายอย่างน้อย (C) 8-82
8.3.8.2.4 การเชื่อมต่อบัต/ไอ — การเชื่อมต่อโซลเดอร์ชาร์จ – ความสูงของฟิลเลตอย่างน้อย (F) 8-82
8.3.9 ขาแบบแฟลตลัก (Flat Lug Leads) 8-83
8.3.10 ตัวอุปกรณ์ทรงสูงที่มีจุดเชื่อมต่อเฉพาะด้านล่าง 8-84
8.3.11 ขาแบนริบบอน รูปทรงตัวแอล (L) เข้าข้างใน 8-85
8.3.12 อุปกรณ์วางบนพื้นผิว ชนิดพื้นที่จัดเรียงเป็นแถว (Surface Mount Area Array) 8-87
8.3.12.1 การติดตั้งบนพื้นผิวอาร์เรย์ — การจัดตำแหน่ง 8-88
8.3.12.2 การติดตั้งบนพื้นผิวอาร์เรย์ — ระยะห่างของโซลอเดอร์บอล 8-88
8.3.12.3 การติดตั้งบนพื้นผิวอาร์เรย์ — การเชื่อมประสานโซลเดอร์ 8-89
8.3.12.4 การติดตั้งบนพื้นผิวอาร์เรย์ — วอยด์ (Voids) 8-91

8.3.12.5 การติดตั้งบนพื้นผิวอาร์เรย์ — สารยึดติดด้านใต้/การจับยึด (Underfill/Staking)(Underfill/Staking)Underfill/Staking....8-91

8.3.12.6 การติดตั้งบนพื้นผิวอาร์เรย์ — แพ็คเกจซ้อนแพ็คเกจ (Package on Package)....8-92

8.3.12.6 การติดตั้งบนพื้นผิวอาร์เรย์ — แพ็คเกจซ้อนแพ็คเกจ (Package on Package) (ต่อ)....8-93

8.3.13 อุปกรณ์ที่มีจุดเชื่อมต่อด้านล่าง (BTC)....8-94

8.3.14 ตัวอุปกรณ์ที่มีจุดเชื่อมต่อเป็นแผ่นระบายความร้อนด้านล่าง (D-Pak)....8-96

8.3.15 การเชื่อมต่อแฟลตเทนด์โพสต์ (Flattened Post Connections)....8-98

8.3.15.1 การเชื่อมต่อแฟลตเทนด์โพสต์ — จุดเชื่อมต่อเคลื่อนออกมากที่สุด – แลนด์บัดกรีรูปทรง สี่เหลี่ยมจัตุรัส....8-98

8.3.15.2 การเชื่อมต่อแฟลตเทนด์โพสต์ — จุดเชื่อมต่อเคลื่อนออกมากที่สุด – แลนด์บัดกรีรูปทรงกลม....8-99

8.3.15.3 การเชื่อมต่อแฟลตเทนด์โพสต์ — ความสูงของฟิลเลตมากที่สุด....8-99

8.3.16 การเชื่อมต่อพี-สไตล์ (P-Style Connections)....8-100

8.3.16.1 การเชื่อมต่อพี-สไตล์ — เคลื่อนออกด้านข้างมากที่สุด (A)....8-101

8.3.16.2 การเชื่อมต่อพี-สไตล์ — เคลื่อนออกด้านปลายมากที่สุด (B)....8-101

8.3.16.3 การเชื่อมต่อพี-สไตล์ — ความกว้างของการประสานด้านปลายอย่างน้อย (C)....8-102

8.3.16.4 การเชื่อมต่อพี-สไตล์ — ความยาวของการประสานด้านข้างอย่างน้อย (D)....8-102

8.3.16.5 การเชื่อมต่อพี-สไตล์ — ความสูงของฟิลเลตอย่างน้อย (F)....8-103

8.3.17 กระป๋องทรงกระบอกแนวตั้งที่มีจุดเชื่อมต่อขารูปตัวแอล (L) ยื่นออกด้านนอก....8-104

8.3.18 Flexible and Rigid Flex Printed Circuitry with Flat Uniformed Leads....8-106

8.3.19 เทอร์มินัลแบบพันขดลวด (Wrapped Terminals)....8-107

8.3.19.1 เทอร์มินัลแบบพันขดลวด — เคลื่อนออกด้านข้างมากที่สุด (A)....8-108

8.3.19.2 เทอร์มินัลแบบพันขดลวด — ความกว้างของการประสานด้านปลาย (C)....8-108

8.3.19.3 เทอร์มินัลแบบพันขดลวด — ความยาวของการประสานด้านข้าง (D)....8-108

8.3.19.4 เทอร์มินัลแบบพันขดลวด — ความสูงของฮีลฟิลเลตอย่างน้อย (F)....8-109

8.3.19.5 เทอร์มินัลแบบพันขดลวด — ความหนาของโซลเดอร์ (G)....8-109

8.3.20 คอนเนคเตอร์ที่มีขาแบนเชื่อมต่อบนพื้นผิว....8-110

8.4 เทอร์มินัลรูปแบบเฉพาะทางของอุปกรณ์ SMT....8-111

8.5 คอนเนคเตอร์ชนิดติดตั้งบนพื้นผิวหน้าสัมผัส....8-112

8.5.1 คอนเนคเตอร์ที่ติดตั้งบนพื้นผิว — แสตนด์ออฟที่เป็นเกลียวติดตั้งบนพื้นผิว (SMTS) หรือวัสดุยึดรั้งที่ติดตั้งบนพื้นผิว....8-113

9.0 ตัวอุปกรณ์เสียหาย....9-1

9.1 การสูญเสียแถบโลหะ....9-2

9.2 ธาตุของชิป รีซีสเตอร์ (Chip Resistor Element)....9-3

9.3 ตัวอุปกรณ์ที่มีขาและไม่มีขา....9-4

9.4 ตัวชิป คาพาซิเตอร์แบบเซรามิค....9-8

9.5 คอนเนคเตอร์....9-10

9.6 ตัวรีเลย์ (Relays)....9-13

9.7 ตัวอุปกรณ์มีแกนเฟอร์ไรท์ (Ferrite Core Components)....9-13

9.8 คอนเนคเตอร์, ด้ามจับ, ตัวสกัด, สลัก (Connectors, Handles, Extractors, Latches)....9-14

9.9 คอนเนคเตอร์พินที่มีผนังกั้น (Edge Connector Pins)....9-15

9.10 เพรส ฟิต พิน (Press Fit Pins)....9-16

9.11 คอนเนคเตอร์พินผิวสัมผัสระนาบ (Backplane Connector Pins)....9-17

9.12 ฮาร์ดแวร์ชนิดระบายความร้อน (Heat Sink Hardware)....9-18

9.13 วัสดุเกลียวและฮาร์ดแวร์ 9-19

10.0 แผ่นวงจรพิมพ์และงานประกอบ 10-1

10.1 ผิวหน้าสัมผัสที่ไม่ต้องบัดกรี (Non-Soldered Contact Areas) 10-1

10.1.1 ผิวหน้าสัมผัสที่ไม่ต้องบัดกรี — คราบปนเปื้อน (Contamination) 10-1

10.1.1 ผิวหน้าสัมผัสที่ไม่ต้องบัดกรี — คราบปนเปื้อน (Contamination) (ต่อ) 10-2

10.1.2 ผิวหน้าสัมผัสที่ไม่ต้องบัดกรี — ความเสียหาย 10-3

10.2 สภาพลามิเนต (Laminate Conditions) 10-3

10.2.1 สภาพลามิเนต — จุดสีขาวและรอยร้าวเล็ก ๆ (Measling and Crazing) 10-5

10.2.2 สภาพลามิเนต — การปูดพองและการแยกชั้น (Blistering and Delamination) 10-7

10.2.3 สภาพลามิเนต —วัสดุสาน/เผยเห็นวัสดุสาน (Weave Texture/Weave Exposure) 10-10

10.2.4 สภาพลามิเนต — วงแสง (Haloing) 10-11

10.2.5 สภาพลามิเนต — แหว่ง และรอยร้าว (Nicks and Cracks) 10-13

10.2.6 สภาพลามิเนต — รอยไหม้ (Burns) 10-15

10.2.7 สภาพลามิเนต — โก่งและบิด (Bow and Twist) 10-16

10.2.8 สภาพลามิเนต — การตัดแยกออกจากแผง (Depanelization) 10-17

10.2.9 สภาพลามิเนต — ความเสียหายทางกล (Mechanical Damage) 10-19

10.3 ตัวนำ/แลนด์ (Conductors/Lands) 10-20

10.3.1 ตัวนำ/แลนด์ (Conductors/Lands) — การลดขนาด 10-20

10.3.2 ตัวนำ/แลนด์ — ยกเผยอขึ้น (Lifted) 10-21

10.3.2 ตัวนำ/แลนด์ — ยกเผยอขึ้น (Lifted) (cont.) 10-22

10.3.3 ตัวนำ/แลนด์ — ความเสียหายเชิงกล (Mechanical Damage) 10-23

10.4 แผ่นวงจรพิมพ์ชนิดยืดหยุ่นและกึ่งยืดหยุ่น (Flexible and Rigid-Flex Printed Circuitry) 10-24

10.4.1 แผ่นวงจรพิมพ์ชนิดยืดหยุ่นและกึ่งยืดหยุ่น — ความเสียหาย 10-24

10.4.2 แผ่นวงจรพิมพ์ชนิดยืดหยุ่นและกึ่งยืดหยุ่น — การแยกชั้น/ปูดพอง(Delamination/Blister) 10-27

10.4.2.1 แผ่นวงจรพิมพ์ชนิดยืดหยุ่นและกึ่งยืดหยุ่น — การแยกชั้น/ปูดพอง – เฟล็กซ์ (Flex) 10-27

10.4.2.2 แผ่นวงจรพิมพ์ชนิดยืดหยุ่นและกึ่งยืดหยุ่น — การแยกชั้น/ปูดพอง – เฟล็กซ์กับแผ่นรอง 10-29

10.4.3 แผ่นวงจรพิมพ์ชนิดยืดหยุ่นและกึ่งยืดหยุ่น — โซลเดอร์แทรกซอน (Solder Wicking) 10-30

10.4.4 แผ่นวงจรพิมพ์ชนิดยืดหยุ่นและกึ่งยืดหยุ่น — การยึดติด (Attachment) 10-31

10.5 การทำเครื่องหมาย (Marking) 10-32

10.5.1 การทำเครื่องหมาย — แกะสลัก (รวมถึงการพิมพ์ด้วยมือ) 10-34

10.5.2 การทำเครื่องหมาย — สกรีน 10-35

10.5.3 การทำเครื่องหมาย — การประทับตรา 10-36

10.5.4 การทำเครื่องหมาย — เลเซอร์ (Laser) 10-37

10.5.5 การทำเครื่องหมาย — ป้ายฉลาก (Labels) 10-37

10.5.5.1 การทำเครื่องหมาย — ป้ายฉลาก – บาร์โค้ดดิ้งและเดต้าเมทริกซ์ (Bar Coding and Data Matrix) 10-37

10.5.5.2 การทำเครื่องหมาย — ป้ายฉลาก – ความสามารถอ่านได้ 10-38

10.5.5.3 การทำเครื่องหมาย — ป้ายฉลาก – การยึดติดและความเสียหาย 10-39

10.5.5.4 การทำเครื่องหมาย — ป้ายฉลาก – ตำแหน่งการติดฉลาก 10-39

10.5.6 การทำเครื่องหมาย — ป้ายสัญญาณแท็กคลื่นความถี่วิทยุ (Radio Frequency Identification (RFID)) 10-40

10.6 ความสะอาด (Cleanliness) 10-41

10.6.1 ความสะอาด — ฟลักซ์ตกค้าง 10-42
10.6.1.1 ความสะอาด — ฟลักซ์ตกค้าง – ต้องการทำความสะอาด 10-42
10.6.1.2 ความสะอาด — ฟลักซ์ตกค้าง – กระบวนการไม่ทำความสะอาด (No Clean Process) 10-43
10.6.2 ความสะอาด — สิ่งแปลกปลอม (เอฟโอดี (FOD)) 10-44
10.6.3 ความสะอาด — คลอไรด์ คาร์บอเนต และคราบขาวตกค้าง 10-45
10.6.4 ความสะอาด — ลักษณะพื้นผิว (Surface Appearance) 10-47
10.7 การเคลือบโซลเดอร์แมสค์ (Solder Mask Coating) 10-48
10.7.1 การเคลือบโซลเดอร์แมสค์ — รอยย่น/แตกร้าว 10-49
10.7.2 การเคลือบโซลเดอร์แมสค์ — วอยด์, ปูดพอง, รอยขีดข่วน 10-51
10.7.3 การเคลือบโซลเดอร์แมสค์ — แตกเสียหาย 10-53
10.7.4 การเคลือบโซลเดอร์แมสค์ — การเปลี่ยนสี 10-54
10.8 คอนฟอร์มอล โค้ตติ้ง (Conformal Coating) 10-54
10.8.1 คอนฟอร์มอล โค้ตติ้ง — ลักษณะทั่วไป 10-54
10.8.2 คอนฟอร์มอล โค้ตติ้ง — การปกคลุม 10-55
10.8.3 คอนฟอร์มอล โค้ตติ้ง — ความหนา 10-57
10.9 อิเล็กตริคอล อินซูเลชั่น โค้ตติ้ง (Electrical Insulation Coating) 10-58
10.9.1 อิเล็กตริคอล อินซูเลชั่น โค้ตติ้ง — การปกคลุม 10-58
10.9.2 อิเล็กตริคอล อินซูเลชั่น โค้ตติ้ง — ความหนา 10-58
10.10 การห่อหุ้ม (Encapsulation) 10-59

11.0 การพันสายไฟแบบแยกส่วน 11-1
11.1 การพันสายไฟที่ไม่บัดกรี 11-1

12.0 ไฟฟ้าแรงสูง (High Voltage) 12-1

13.0 สายไฟจัมเปอร์ (Jumper Wires) 13-1
13.1 การจัดเส้นทางสายไฟ (Wire Routing) 13-2
13.2 การยึดสายไฟ — แอดฮีซีฟหรือเทป 13-3
13.3 การเชื่อมต่อ (Terminations) 13-4
13.3.1 การเชื่อมต่อ — แบบทาบ (Lap) 13-5
13.3.1.1 การเชื่อมต่อ — แบบทาบ – ขาอุปกรณ์ 13-5
13.3.1.2 การเชื่อมต่อ — แบบทาบ – แลนด์ (Land) 13-7
13.3.2 การเชื่อมต่อ — สายไฟในโฮล 13-8
13.3.3 การเชื่อมต่อ — พันรอบ (Wrapped) 13-9
13.3.4 การเชื่อมต่อ — เอสเอ็มที (SMT) 13-10
13.3.4.1 การเชื่อมต่อ — เอสเอ็มที – ตัวอุปกรณ์ชิปและทรงกระบอกปลายปิด 13-10
13.3.4.2 การเชื่อมต่อ — เอสเอ็มที – กัลวิง 13-11
13.3.4.3 การเชื่อมต่อ — เอสเอ็มที – คาสเทลเลชั่น (Castellations) 13-13

ตาราง

ตาราง 1-1 สรุปเอกสารที่เกี่ยวข้อง 1-1

ตาราง 1-2 กำลังขยายภาพสำหรับการตรวจสอบ (ความกว้างของแลนด์) 1-9

ตาราง 1-3 กำลังขยายภาพที่ใช้สำหรับสายไฟและการบัดกรีตัวนำ 1-10

ตารางที่ 1-4 การประยุกต์ใช้การช่วยขยายภาพ – อื่น ๆ 1-10

ตาราง 6-1 ความต้องการอย่างน้อยของการบัดกรีฮาร์ดแวร์ชนิดหมุดตอก 6-9

ตาราง 6-2 ความเสียหายของแสตรนด์ 1,2,3 6-20

ตาราง 6-3 ข้อกำหนดน้อยที่สุดของรัศมีโค้ง 6-26

ตาราง 6-4 การจัดวางตัวนำบนเทอร์มินัลเทอร์ริทและพินตั้งตรง2 6-32

ตาราง 6-5 การจัดวางตัวนำบนเทอร์มินัลไบเฟอร์เคต – ใส่เข้าทางด้านข้าง 6-35

ตาราง 6-6 ข้อกำหนดการจับยึดของการเชื่อมต่อที่ใส่เข้าทางด้านข้างผ่านตรงออกไป – ไบเฟอร์เคตเทอร์มินัล 6-37

ตาราง 6-7 ไบเฟอร์เคต – การจัดวางตัวนำ – การยึดติดที่ใส่ทางด้านล่าง 6-38

ตาราง 6-8 เทอร์มินัลแบบเพียซหรือเพอร์โฟเรต การจัดวางตัวนำ 6-43

ตาราง 6-9 การจัดวางตัวนำบนเทอร์มินัลแบบตะขอ 6-46

ตาราง 6-10 ข้อกำหนดการพันสายไฟขนาด AWG 30 และเล็กกว่า 6-52

ตาราง 7-1 รัศมีโค้งของขาอุปกรณ์ 7-4

ตาราง 7-2 ระยะห่างของตัวอุปกรณ์กับแลนด์ 7-29

ตาราง 7-3 การยื่นของขาอุปกรณ์/ตัวนำ ในซัพพอร์ต โฮล 7-31

ตาราง 7-4 ซัพพอร์ต โฮล – ความต้องการโซลเดอร์อย่างน้อย, หมายเหตุ 1 7-35

ตาราง 7-5 บอร์ดอินบอร์ด- สภาวะอย่างน้อยของโซลเดอร์ที่ยอมรับได้ 1 7-50

ตาราง 7-6 การยื่นออกไปของขาอุปกรณ์ในอันซัพพอร์ตโฮล 7-55

ตาราง 7-7 อันซัพพอร์ตโฮล กับขาอุปกรณ์ สภาวะอย่างน้อยที่ยอมรับได้ 3 7-58

ตาราง 8-1 เกณฑ์มิติ – ตัวอุปกรณ์ชิป — มีจุดเชื่อมเทอร์มินัลเฉพาะด้านล่างเท่านั้น 8-7

ตาราง 8-2 เกณฑ์มิติ – ตัวอุปกรณ์ชิป ส่วนปลายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส – มีเทอร์มินัล 1, 2, 3 หรือ 5 ด้าน 8-14

ตาราง 8-2A เกณฑ์มิติ – จุดเชื่อมต่อตรงกลาง/ด้านข้าง (เมื่อมี) – ตัวอุปกรณ์ชิปปลายสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส – มีจุดเชื่อมต่อ 1, 2, 3 หรือ 5 ด้าน 8-30

ตาราง 8-3 เกณฑ์มิติ – อุปกรณ์รูปทรงกระบอกที่มีจุดเชื่อมต่อครอบปิดด้านปลาย 8-33

ตาราง 8-3A เกณฑ์มิติ– อุปกรณ์รูปทรงกระบอกที่มีจุดเชื่อมต่อครอบปิดด้านปลาย – จุดเชื่อมต่อตรงกลางและด้านข้าง 8-42

ตาราง 8-4 เกณฑ์มิติ – จุดเชื่อมต่อแบบคาสเทลเลต 8-43

ตาราง 8-5 เกณฑ์มิติ – ขาแบนกัลวิง 8-48

ตาราง 8-6 เกณฑ์มิติ – ขารูปกัลวิงทรงกลมหรือทำให้แบน (แบบเหรียญ) 8-59

ตาราง 8-7 เกณฑ์มิติ – ขารูปทรงตัวเจ 8-67

ตาราง 8-8 เกณฑ์มิติ – การเชื่อมต่อบัต/ไอ – การประยุกต์ขาทรู-โฮล 8-76

ตาราง 8-9 เกณฑ์มิติ– การเชื่อมต่อบัต/ไอ – การเชื่อมต่อโซลเดอร์ชาร์จ 8-80

ตาราง 8-10 เกณฑ์มิติ – แฟลตลักลีด4 8-83

ตาราง 8-11 เกณฑ์มิติ – ตัวอุปกรณ์ทรงสูงที่มีจุดเชื่อมต่อเฉพาะด้านล่าง 8-84

ตาราง 8-12 เกณฑ์มิติ – ขาแบนริบบอน รูปทรงตัวแอล (L) เข้าข้างใน4 8-85

ตาราง 8-13 เกณฑ์มิติ – อุปกรณ์บอลกริดอาร์เรย์ (Ball Grid Array) กับบอลยุบตัวลง (Collapsing Balls) 8-87

ตาราง 8-14 อุปกรณ์ Ball Grid Array กับบอลไม่ยุบตัวลง (Noncollapsing Balls) 8-87

ตาราง 8-15 คอลัมน์กริด อาร์เรย์ (Column Grid Array) 8-87

ตาราง 8-16 เกณฑ์มิติ – BTC 8-94

ตาราง 8-17 เกณฑ์มิติ– จุดเชื่อมต่อเป็นแผ่นระบายความร้อนด้านล่าง (D-Pak) 8-96

ตาราง 8-18 เกณฑ์มิติ – การเชื่อมต่อแฟลตเทนด์โพสต์ 8-98
ตาราง 8-19 เกณฑ์มิติ – การเชื่อมต่อพี-สไตล์ 8-100
ตาราง 8-20 เกณฑ์มิติ – การเชื่อมต่อกระป๋องทรงกระบอกแนวตั้งที่มีขารูปตัว L ออกด้านนอก 8-105
ตาราง 8-21 เกณฑ์มิติ – วงจรพิมพ์แบบยืดหยุ่นและกึ่งยืดหยุ่นกับขาแบนราบที่ไม่ต้องจัดรูปทรง4 8-106
ตาราง 8-22 เกณฑ์มิติ – เทอร์มินัลแบบพันขดลวด 8-107
ตาราง 8-23 เกณฑ์มิติ – คอนเนคเตอร์ที่มีขาแบนเชื่อมต่อบนพื้นผิว 8-110
ตาราง 8-24 SMTS/วัสดุยึดรั้งบนพื้นผิว– สภาวะของโซลเดอร์อย่างน้อยที่ยอมรับได้ 8-113
ตาราง 9-1 เกณฑ์การแหว่งหรือบิ่นออก (Nick or Chip-Out) 9-8
ตาราง 10-1 ข้อกำหนดความหนาของโค้ตติ้ง 10-57
ตาราง A-1 แหล่งกำเนิดไฟฟ้าสถิตโดยทั่วไป A-3
ตาราง A-2 การเกิดแรงดันไฟฟ้าสถิตโดยทั่วไป A-3
ตาราง A-3 แนวทางปฏิบัติที่แนะนำสำหรับการจัดการงานประกอบอิเล็กทรอนิกส์ A-6

ภาคผนวก A การปกป้องงานประกอบ — ESD และข้อควรพิจารณาในการจัดการอื่น ๆ A-1
A.1 การป้องกัน อีเอสดี (ESD Prevention) A-1
A.1.1 โปรแกรมควบคุม ESD A-1
A.1.2 ข้อกำหนดพื้นที่ป้องกัน ESD (EPA) A-2
A.1.3 การลดประจุไฟฟ้าสถิตให้เหลือน้อยที่สุด A-3
A.1.4 บรรจุภัณฑ์ป้องกัน ESD A-4
A.1.6 เครื่องมือและอุปกรณ์ A-4
A.1.7 การยืนยันความสอดคล้องตามข้อกำหนด A-5
A.1.8 การป้องกัน ESD – ฉลากเตือน A-5
A.2 การจัดการทั่วไป A-6
A.2.1 ข้อควรพิจารณาในการจัดการ A-6
A.2.2 การป้องกันการปนเปื้อน A-7
A.2.3 ข้อควรพิจารณาในการจัดการ – ถุงมือและถุงนิ้ว A-7
A.3 อุปกรณ์ไวต่อความชื้น A-8

ดัชนี ..... -ดัชนี-1