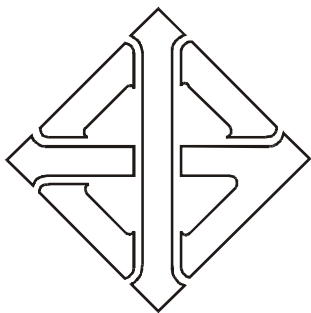




มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 703 เล่ม 1—2552

แผ่นอัดทองแดงสำหรับวงจรพิมพ์

เล่ม 1 วัสดุฐานเสริมแรงหุ้มและไม่หุ้มด้วยแผ่นอัดเสริมกระดาศเซลลูโลส -
ฟีนอลิกเรซิน ชั้นคุณภาพประหยัด ผนึกด้วยทองแดงเปลว

MATERIALS FOR PRINTED BOARDS

PART 1 : REINFORCED BASE MATERIALS, CLAD AND UNCLAD - PHENOLIC CELLULOSE PAPER
REINFORCED LAMINATED SHEETS, ECONOMIC GRADE, COPPER CLAD

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 31.180

ISBN 978-616-231-232-8

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
แผ่นอัดทองแดงสำหรับวงจรพิมพ์

เล่ม 1 วัสดุฐานเสริมแรงหุ้มและไม่หุ้มด้วยแผ่นอัดเสริมกระดาศเซลลูโลส
– ฟีนอลิกเรซิน ชั้นคุณภาพประหยัด ผนีกด้วยทองแดงเปลว

มอก. 703 เล่ม 1— 2552

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 128 ตอนพิเศษ 40 ง
วันที่ 5 เมษายน พุทธศักราช 2554

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 275
มาตรฐานแผ่นวงจรพิมพ์

ประธานกรรมการ

ผศ. เจิดกุล โสภานิตย์

ผู้แทนคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรรมการ

นายเฉลิมพันธ์ หวังวัฒนา

ผู้แทนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นายสมพร ขวแป้นไย

ผู้แทนศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

นายสุเมธ นิตสุพรรณรัตน์

ผู้แทนบริษัท เซอร์คิต อินดัสตรีส์ จำกัด

นายฉัตรชัย ทองระหมาน

ผู้แทนบริษัท เอ็มเอ็มบี-มินิแบ ไทย (จำกัด)

กรรมการและเลขานุการ

นางศิริพร ช่างการ

ผู้แทนสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นอัดทองแดงสำหรับวงจรพิมพ์ เล่ม 1 วัสดุฐานเสริมแรงหุ้มและไม่หุ้มด้วยแผ่นอัดเสริมกระดาษเซลลูโลส-ฟีนอลิกเรซิน ชั้นคุณภาพประหยัด ผนึกด้วยทองแดงเปลว นี้ได้ประกาศใช้ครั้งแรกเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นอัดทองแดงสำหรับวงจรพิมพ์ : กระดาษเซลลูโลส-ฟีนอลิกเรซิน มาตรฐานเลขที่ มอก.703-2530 ในราชกิจจานุเบกษาฉบับพิเศษ เล่ม 104 ตอนที่ 260 วันที่ 16 ธันวาคม พุทธศักราช 2530 ต่อมาได้พิจารณาเห็นสมควรแก้ไขปรับปรุงเพื่อให้ทันสมัยและเป็นไปตามเอกสารอ้างอิงฉบับล่าสุด จึงได้แก้ไขปรับปรุงโดยการยกเลิกมาตรฐานเดิมและกำหนดมาตรฐานนี้ขึ้นใหม่

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดขึ้นโดยรับ IEC 61249-2-1 (2005-01) Materials for printed boards and other interconnecting structures – Part 2-1 : Reinforced based materials, clad and unclad– Phenolic cellulose paper reinforced laminated sheets, economic grade, copper clad มาใช้ในระดับดัดแปลง (modified) โดยมีรายละเอียดที่สำคัญดังต่อไปนี้

- ข้อ 5. ตารางที่ 1 ใช้การอ้างอิงความต้านทานของทองแดงเปลวตามภาคผนวก กก. แทนการอ้างอิง IEC
- เพิ่มเติมภาคผนวก กก. สมบัติความต้านทานทางไฟฟ้าของทองแดงเปลว

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตาม มาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511



ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 4307(พ.ศ. 2554)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

แผ่นอัดทองแดงสำหรับวงจรพิมพ์ : กระดาษเซลลูโลส - ฟีนอลิกเรซิน

และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

แผ่นอัดทองแดงสำหรับวงจรพิมพ์

เล่ม 1 วัสดุฐานเสริมแรงหุ้มและไม่หุ้มด้วยแผ่นอัดเสริมกระดาษเซลลูโลส

- ฟีนอลิกเรซิน ชั้นคุณภาพประหยัด ผนึกด้วยทองแดงเปลว

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นอัดทองแดงสำหรับวงจรพิมพ์ : กระดาษเซลลูโลส - ฟีนอลิกเรซิน มาตรฐานเลขที่ มอก.703-2530

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1280 (พ.ศ.2530) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นอัดทองแดงสำหรับวงจรพิมพ์ : กระดาษเซลลูโลส - ฟีนอลิกเรซิน ลงวันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ.2530 และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นอัดทองแดง สำหรับวงจรพิมพ์ เล่ม 1 วัสดุฐานเสริมแรงหุ้มและไม่หุ้มด้วยแผ่นอัดเสริมกระดาษเซลลูโลส - ฟีนอลิกเรซิน ชั้นคุณภาพประหยัด ผนึกด้วยทองแดงเปลว มาตรฐานเลขที่ มอก.703 เล่ม 1-2552 ขึ้นใหม่ ดังมีรายละเอียด ต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ให้มีผลตั้งแต่วันที่ถัดจากวันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 10 มกราคม พ.ศ. 2554

ชัยวุฒิ บรรณวัฒน์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นอัดทองแดงสำหรับวงจรพิมพ์

เล่ม 1 วัสดุฐานเสริมแรง หุ้มและไม่หุ้มด้วยแผ่นอัดเสริมกระดาศเซลลูโลส- ฟีนอลิกเรซิน ชั้นคุณภาพประหยัด ผนึกด้วยทองแดงเปลว

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดสมบัติของแผ่นอัดปิดผนึกด้วยทองแดงเปลวที่เสริมด้วยกระดาศเซลลูโลส-ฟีนอลิกเรซิน ชั้นคุณภาพประหยัด ที่มีความหนา 0.8 มิลลิเมตร ถึง 3.2 มิลลิเมตร ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “แผ่นอัด”
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมวัสดุฐานเสริมแรงที่มีข้อกำหนดสภาพไวไฟที่แตกต่างกันดังต่อไปนี้
- วัสดุ 61249-2-1-1 : ชั้นคุณภาพทั่วไป ไม่ระบุข้อกำหนดสภาพไวไฟ (ข้อ 7.3.1)
- วัสดุ 61249-2-1-2 : วัสดุที่กำหนดตามสภาพไวไฟ (การทดสอบการเผาไหม้แนวตั้ง) (ข้อ 7.3.2)
- วัสดุชั้นคุณภาพนี้ครอบคลุม 1 ใน 2 ของข้อกำหนดสภาพไวไฟข้างต้น ตาม FV0 หรือ FV1 ดังที่แสดงในตารางที่ 8
- ข้อกำหนดสมบัติบางอย่างอาจมีชั้นของสมรรถนะหลายชั้น ควรระบุชั้นที่ต้องการไว้ในใบสั่งซื้อ หรืออาจใช้วัสดุที่ไม่ได้กำหนดชั้นไว้

2. เอกสารอ้างอิง

(ว่าง)

3. วัสดุและการสร้าง

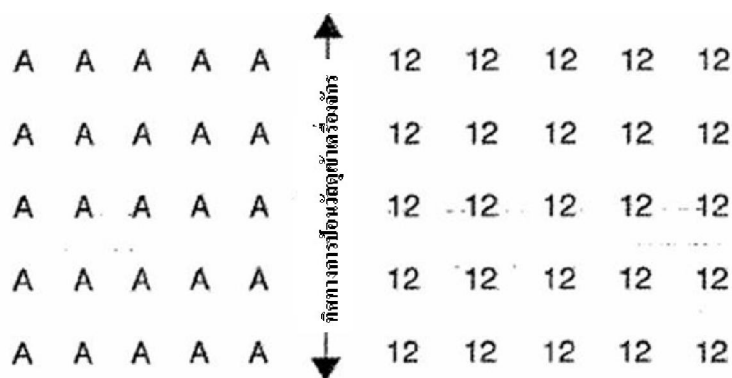
- 3.1 ระบบเรซิน
ฟีนอลิกเรซิน
- 3.2 การเสริมแรง
กระดาศเซลลูโลส
- 3.3 ทองแดงเปลว
ทองแดงเปลวผสมโลหะอื่นหรือทองแดงเปลวตามที่ระบุใน IEC 61249-5-1 ชนิด A (ทองแดงเปลวที่ได้จากกรรมวิธีการเกาะติดทางไฟฟ้า (electro-deposited copper) ที่มีสมบัติยึดติดมาตรฐาน (standard ductility))

4. การทำเครื่องหมายและฉลากภายใน

แผ่นอัดแต่ละแผ่นควรแสดงเครื่องหมายของผู้ทำดังต่อไปนี้

- ก) สีดำหรือสีอื่นที่ไม่เกิดความสับสนกับสีแดง สำหรับวัสดุ 61249-2-1-1 (ไม่กำหนดสภาพไวไฟ) และสีแดง สำหรับวัสดุ 61249-2-1-2 (กำหนดสภาพไวไฟ)
- ข) แสดงซ้ำที่ทุกช่วงโดยที่ไม่มีส่วนใดของแผ่นอัดเกิน 75 มิลลิเมตร จากจุดที่เครื่องหมายอยู่ห่างที่สุด
- ค) ให้แสดงทิศทางการป้อนวัสดุเข้าเครื่องจักร ตัวอักษรหรือตัวเลขต้องตั้งขึ้นหรือแถวในระดับ ต้องตั้งฉากกับ ทิศทางการป้อนวัสดุเข้าเครื่องจักร

ตัวอย่าง



5. สมบัติทางไฟฟ้า

เกณฑ์กำหนดสมบัติทางไฟฟ้า แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สมบัติทางไฟฟ้า
(ข้อ 5.)

สมบัติ	วิธีทดสอบ (IEC 61189-2)	เกณฑ์กำหนด
ความต้านทานของทองแดงเปลว	2E12	ตามที่ระบุไว้ใน ภาคผนวก ก.
ความต้านทานทางพื้นผิวหลังจากผ่านความร้อนแบบหน่วง (damp heat) ในห้องความชื้น (ทางเลือก)	2E03	ไม่น้อยกว่า 100 MΩ
ความต้านทานทางพื้นผิวหลังจากผ่านความร้อนแบบหน่วงและการคืนตัว	2E03	ไม่น้อยกว่า 1 000 MΩ
สภาพต้านทานทางปริมาตรหลังจากผ่านความร้อนแบบหน่วงในห้องความชื้น (ทางเลือก)	2E04	ไม่น้อยกว่า 10 MΩm
สภาพต้านทานทางปริมาตรหลังจากผ่านความร้อนแบบหน่วงและการคืนตัว	2E04	ไม่น้อยกว่า 100 MΩm
การกัดกร่อนเชิงพื้นผิว	2E08	ไม่ปรากฏรอยกัดกร่อน ในช่องว่าง
การกัดกร่อนที่ขอบ	2E13	ขีดบก : ไม่ด้อยกว่า A/B ขีดลบ : ไม่ด้อยกว่า 1. 8
สภาพยอมสัมพัทธ์หลังจากผ่านความร้อนแบบหน่วงและการคืนตัว	2E10	ไม่เกิน 5.5
ตัวประกอบการสูญเสียเป็นความร้อนหลังจากผ่านความร้อนแบบหน่วงและการคืนตัว	2E10	ไม่เกิน 0. 1
ความต้านทานทางพื้นผิวที่ 100°C	2E03	ไม่น้อยกว่า 15 MΩ
สภาพต้านทานทางปริมาตร ที่ 100°C	2E04	ไม่น้อยกว่า 10 MΩm

6. สมบัติอื่นที่ไม่ใช่ทางไฟฟ้าของแผ่นอัดหุ้มทองแดง

6.1 ลักษณะภายนอกโดยทั่วไปของแผ่นอัด

หน้าแผ่นอัดต้องไม่มีตำหนิซึ่งอาจมีผลกระทบต่อความเหมาะสมในการใช้งาน ของวัสดุตามเจตนา

ตำหนิที่ระบุไว้ดังต่อไปนี้ ต้องมีเกณฑ์ตามที่กำหนดเมื่อตรวจสอบตามวิธีทดสอบ 2M18 ของมาตรฐาน IEC 61189-2

6.1.1 รอยบุบ(รอยบุ๋มและรอยเว้า)

ขนาดของรอยบุบให้วัดทางด้านยาวของรอย โดยให้เป็นคะแนนของแต่ละรอยในการวัดคุณภาพ

ขนาด mm	คะแนนของแต่ละรอย
0.13 – 0.25	1
0.26 – 0.50	2
0.51 – 0.75	4
0.76 – 1.00	7
มากกว่า 1.00	30

ต้องหาคะแนนรวมสำหรับพื้นที่ใด ๆ ขนาด 300 มิลลิเมตร × 300 มิลลิเมตร เพื่อพิจารณาประเภทของรอย
ประเภท A : คะแนนรวมสูงสุด 29 คะแนน
ประเภท B : คะแนนรวมสูงสุด 17 คะแนน
ประเภท C : คะแนนรวมสูงสุด 5 คะแนน
ประเภท D : คะแนนรวมเป็นศูนย์
ประเภท X : ตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขาย
ต้องระบุประเภทของรอยเมื่อมีการสั่งซื้อ หากไม่มีการระบุไว้ให้ใช้ประเภท A

6.1.2 รอยย่น

ต้องปราศจากรอยย่นบนพื้นผิวทองแดงเปลว

6.1.3 รอยขีดข่วน

ต้องปราศจากรอยขีดข่วนลึกมากกว่า 10 ไมโครเมตร หรือร้อยละ 20 ของความหนาของทองแดงเปลว
ไม่นับรวมความลึกของรอยขีดข่วนที่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของความหนาของทองแดงเปลว เว้นแต่ความลึก
10 ไมโครเมตร หรือมากกว่า

รอยขีดข่วนที่มีความลึกอยู่ระหว่างร้อยละ 5 และร้อยละ 20 ของความหนาของโลหะเปลว ที่ยอมให้มี
ความยาวรวมไม่เกิน 100 มิลลิเมตร สำหรับพื้นที่ 300 มิลลิเมตร × 300 มิลลิเมตร

6.1.4 พื้นทีนูน

พื้นทีนูนคือรอยที่เกิดจากตำหนิในแผ่นที่กีดขวางการผลิตแต่อาจเกิดจากรอยพองหรือสารฝังในของ
สิ่งแปลกปลอมใต้ทองแดงเปลว

พื้นทีนูนที่เกิดจากรอยตำหนิในแผ่นที่กีดขวางที่ยอมรับได้ให้เป็นดังต่อไปนี้

วัสดุที่มีพื้นทีนูน ประเภท A และ X: ความสูงสูงสุด 15 ไมโครเมตร และความยาวสูงสุด 15 มิลลิเมตร

วัสดุที่มีพื้นทีนูน ประเภท B และ C: ความสูงสูงสุด 8 ไมโครเมตร และความยาวสูงสุด 15 มิลลิเมตร

วัสดุที่มีพื้นทีนูน ประเภท D: ความสูงสูงสุด 5 ไมโครเมตรและความยาวสูงสุด 15 มิลลิเมตร

6.1.5 ความเป็นคลื่นของพื้นผิว

ไม่กำหนด

6.2 ลักษณะภายนอกของหน้าที่ไม่ปิดผนึกทองแดงเปลว

หน้าที่ไม่ปิดผนึกทองแดงเปลวต้องมีลักษณะภายนอกตามธรรมชาติซึ่งมีผลมาจากกระบวนการบ่ม ยอมให้มีสี
ไม่สม่ำเสมอเล็กน้อย ความชื้นเงาของหน้าไม่เคลือบต้องมาจากการใช้แผ่นกด ฟิล์มเคลือบ (release film)
หรือแผ่นเปลวเคลือบ (release foil) ยอมให้มีการแปรผันของความชื้นเงาที่เกิดจากผลกระทบของ ความดัน
ของก๊าซที่ปล่อยระหว่างการบ่ม

6.3 ความหนาของแผ่นอัดรวมทองแดงเปลว

เมื่อทดสอบแผ่นอัดตามวิธีทดสอบ 2D01 ของมาตรฐาน IEC 61189-2 ความหนารวมทองแดงเปลวต้อง
ไม่แตกต่างจากความหนาระบุเกินค่าที่กำหนดในตารางที่ 2

ต้องใช้ความคลาดเคลื่อนอย่างหยابเว้นแต่จะมีการกำหนดให้ใช้ความคลาดเคลื่อนอย่างละเอียด

ให้วัดความหนาและความคลาดเคลื่อนห่างจากขอบนอก 25 มิลลิเมตรสำหรับแผ่นอัดตัดแต่งหรือให้วัดความหนาและความคลาดเคลื่อนห่างจากขอบนอก 13 มิลลิเมตรสำหรับแผ่นตัดตามขนาด อย่างน้อยร้อยละ 90 ของพื้นที่โดยไม่คำนึงถึงขนาดต้องอยู่ในความคลาดเคลื่อนที่กำหนด และต้องมีความหนาที่จุดใด ๆ แปรผันจากค่าที่ระบุไม่เกินร้อยละ 125 ของความคลาดเคลื่อนที่ระบุ

ตารางที่ 2 ความหนาระบุและความคลาดเคลื่อนของแผ่นอัด
(ข้อ 6.3)

ความหนาระบุ mm	ความคลาดเคลื่อน ± mm	
	หยาบ	ละเอียด
0.8	0.15	0.09
1.0	0.17	0.11
1.2	0.18	0.12
1.5	0.20	0.14
1.6	0.20	0.14
2.0	0.23	0.15
2.4	0.25	0.18
3.2	0.30	0.20
หมายเหตุ ความหนาที่ไม่รวมอยู่ในตารางนี้ ให้ใช้ค่าความคลาดเคลื่อนที่สูงกว่าที่ใกล้ที่สุด		

6.4 ความก่งและความบิด

เมื่อทดสอบแผ่นอัดให้สอดคล้องตามวิธีทดสอบ 2M01 ของมาตรฐาน IEC 61189-2 ความก่งและความบิดต้องไม่เกินค่าที่ระบุในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความก่งและความบิด
(ข้อ 6.4)

ความหนา mm	ขนาดของแผ่นอัดด้านยาวที่สุด mm	ข้อกำหนด %	
		ทองแดงเปลวด้านเดียว	ทองแดงเปลวสองด้าน
มากกว่า 0.8 น้อยกว่า 1.2	ไม่เกิน 350 มากกว่า 350 ไม่เกิน 500 มากกว่า 500	ไม่เกิน 3.0 ไม่เกิน 2.8 ไม่เกิน 2.5	ไม่เกิน 2.5 ไม่เกิน 2.3 ไม่เกิน 2.0
มากกว่า 1.2 น้อยกว่า 1.6	ไม่เกิน 350 มากกว่า 350 ไม่เกิน 500 มากกว่า 500	ไม่เกิน 2.5 ไม่เกิน 2.3 ไม่เกิน 2.0	ไม่เกิน 2.0 ไม่เกิน 1.8 ไม่เกิน 1.5
มากกว่า 1.6	ไม่เกิน 350 มากกว่า 350 ไม่เกิน 500 มากกว่า 500	ไม่เกิน 2.0 ไม่เกิน 1.8 ไม่เกิน 1.5	ไม่เกิน 1.5 ไม่เกิน 1.4 ไม่เกิน 1.3
หมายเหตุ ค่ากำหนดสำหรับความก่งและความบิดใช้เฉพาะกับแผ่นอัดปิดผนึกทองแดงเปลวด้านเดียวที่มีความหนาทองแดงเปลวสูงสุด 105 ไมโครเมตร (915 กรัมต่อตารางเมตร) และแผ่นอัดปิดผนึกทองแดงเปลวสองด้านที่มีความแตกต่างของความหนาเปลวสูงสุด 70 ไมโครเมตร (610 กรัมต่อตารางเมตร) ค่ากำหนดของแผ่นอัดที่มีขนาดนอกเหนือจากขีดจำกัดที่ให้ไว้ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขาย			

6.5 สมบัติที่เกี่ยวข้องกับการยึดติดทองแดงเปลว

ค่ากำหนดของความต้านแรงดึงออกและความต้านแรงลอก ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความต้านแรงดึงออกและความต้านแรงลอก
(ข้อ 6.5)

สมบัติ	วิธีทดสอบ (IEC 61189-2)	ข้อกำหนด	
ความต้านแรงดึงออก	2M05	ไม่น้อยกว่า 25 N	
		ความหนาของทองแดงเปลว	
		18 μm (152 g/m ²)	ไม่น้อยกว่า 35 μm (305 g/m ² และมากกว่า)
ความต้านแรงลอกหลังการช็อกด้วย ความร้อนเป็นเวลา 10 วินาที	2M14	ไม่น้อยกว่า 0.7 N/mm	ไม่น้อยกว่า 1.0 N/mm
		ไม่เกิดการพองหรือการหลุดล่อนออกจากกัน	
ความต้านแรงลอกภายหลังจาก ความร้อนแห้งที่ 100 องศาเซลเซียส	2M15	ไม่น้อยกว่า 0.7 N/mm	ไม่น้อยกว่า 1.0 N/mm
ความต้านแรงลอกภายหลังจากอยู่ใน ไอของตัวทำละลาย ซึ่งตัวทำละลาย เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขาย	2M06	ไม่น้อยกว่า 0.7 N/mm	ไม่น้อยกว่า 1.0 N/mm
ความต้านแรงลอกภายหลังจากการเคลือบ ด้วยไฟฟ้า	2M16	ไม่น้อยกว่า 0.7 N/mm	ไม่น้อยกว่า 1.0 N/mm
ความต้านแรงลอกที่อุณหภูมิสูง 125 องศาเซลเซียส	2M17	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด
การพองระหว่างการช็อกด้วยความร้อน	2C05	ไม่เกิดการพองหรือการหลุดล่อนออกจากกัน	
หมายเหตุ ในกรณีที่เกิดความยุ่งยากเนื่องจากการปริของทองแดงเปลวหรือพิสัยการอ่านของเครื่องมือวัดแรงกระทำ การวัดความต้านแรงลอกที่อุณหภูมิสูงทำได้โดยใช้ตัวนำที่มีความกว้างมากกว่า 3 มิลลิเมตร			

6.6 การตอกเจาะและการตัดแต่ง

ต้องตอกเจาะแผ่นอัดตามคำแนะนำของผู้ทำ

วิธีทดสอบที่เหมาะสมคือ 2M19 ของมาตรฐาน IEC 61189-2 ข้อกำหนดสำหรับแรงตอกเจาะและแรงดึงออกเป็นข้อตกลงกันระหว่างผู้ซื้อกับผู้ทำ

6.7 ความเสถียรเชิงมิติ

ความเปลี่ยนแปลงทางขนาดต้องไม่เกิน 2.0 มิลลิเมตรต่อเมตร เมื่อทดสอบแผ่นอัดปิดผนึกด้วยทองแดงตามวิธีทดสอบ 2X02 ของมาตรฐาน IEC 61189-2

6.8 ขนาดแผ่น

6.8.1 ขนาดแผ่นปกติ

(ไม่กำหนด)

6.8.2 ความคลาดเคลื่อนของขนาดแผ่นอัด

ขนาดของแผ่นอัดที่ส่งมอบโดยผู้ขายต้องไม่เบี่ยงเบนมากกว่า $^{+25}_0$ มิลลิเมตรจากขนาดที่สั่งซื้อ

6.9 แผ่นตัด

6.9.1 ความคลาดเคลื่อนของขนาดแผ่นตัด

แผ่นตัดที่ตัดตามขนาดที่ผู้ซื้อต้องการ ความคลาดเคลื่อนสำหรับความยาวและความกว้างให้เป็นไปตามในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ความคลาดเคลื่อนของขนาดแผ่นตัด
(ข้อ 6.9.1)

ขนาดแผ่นตัด mm	ข้อกำหนด mm	
	ปกติ	ละเอียด
ไม่เกิน 300	± 2.0	± 0.5
มากกว่า 300 ไม่เกิน 600		± 0.8
มากกว่า 600		± 1.6

6.9.2 ความเป็นสีเหลี่ยมของแผ่นตัด

ความเบี่ยงเบนของความเป็นสีเหลี่ยมของแผ่นตัดต้องไม่เกินค่าที่ระบุในตารางที่ 6 เมื่อทดสอบแผ่นอัดปิดผนึกด้วยทองแดงตามวิธีทดสอบ 2M23 ของมาตรฐาน IEC 61189-2

ตารางที่ 6 ความเป็นสีเหลี่ยมของแผ่นตัด
(ข้อ 6.9.2)

สมบัติ	วิธีทดสอบ (IEC 61189-2)	ความเบี่ยงเบน mm/m	
		หยาบ	ปกติ
ความเป็นสีเหลี่ยมของแผ่นตัด	2M23	ไม่เกิน 3	ไม่เกิน 2

7. สมบัติที่ไม่ใช่ทางไฟฟ้าของวัสดุฐานหลังจากลอกทองแดงเปลวออกอย่างสมบูรณ์

7.1 ลักษณะภายนอกของวัสดุฐานไดอิเล็กทริก

วัสดุฐานต้องปราศจากรอยเว้า รู รอยขีดข่วน รอยพรุน และสารฝังในแปลกปลอม (รวมทั้งอนุภาคเรซินก่อนการบ่ม) และต้องมีสีสม่ำเสมอ ความผิดเพี้ยนของสีเพียงเล็กน้อยให้ยอมรับได้

7.2 ความต้านแรงดัด

ความต้านแรงดัดต้องเป็นไปตามค่าที่ระบุในตารางที่ 7 เมื่อทดสอบแผ่นอัดตามวิธีทดสอบ 2M20 ของมาตรฐาน IEC 61189-2

ตารางที่ 7 ความต้านแรงดัด
(ข้อ 7.2)

สมบัติ	วิธีทดสอบ (IEC 61189-2)	ข้อกำหนด
ความต้านแรงดัด (ใช้กับแผ่นที่มีความหนาตั้งแต่ 1 mm ขึ้นไป)	2M20	ตั้งแต่ 100 N/mm ² ขึ้นไป
หมายเหตุ วัสดุที่ทำให้การดัดงอที่ดัดที่อุณหภูมิห้อง ความต้านแรงดัดตั้งแต่ 70 N/mm ² ขึ้นไปก็เพียงพอแล้ว		

7.3 สภาพไวไฟ

7.3.1 วัสดุ 61249-2-1-1

ไม่กำหนดค่าสภาพไวไฟ

7.3.2 วัสดุ 61249-2-1-2

สภาพไวไฟต้องเป็นไปตามค่าที่ระบุในตารางที่ 8 เมื่อทดสอบแผ่นวัสดุฐานตามวิธีทดสอบ 2C06 ของมาตรฐาน IEC 61189-2

ตารางที่ 8 สภาพไวไฟและการทดสอบการเผาไหม้ตามแนวดิ่ง
(ข้อ 7.3.2)

สมบัติ	วิธีทดสอบ (IEC 61189-2)	ข้อกำหนด	
สภาพไวไฟ	2C06	สัญลักษณ์	
		FV0	FV1
เวลาการเผาไหม้ด้วยเปลวไฟหลังจากการใช้เปลวไฟแต่ละครั้ง สำหรับชั้นทดสอบแต่ละชั้น		ไม่เกิน 10 s	ไม่เกิน 30 s
เวลารวมการเผาไหม้ด้วยเปลวไฟสำหรับการใช้เปลวไฟ 10 ครั้ง สำหรับแต่ละชุดของชั้นทดสอบ 5 ชั้น		ไม่เกิน 50 s	ไม่เกิน 250 s
เวลาการเผาไหม้แบบคุแฉงหลังจากนำเอาเปลวไฟทดสอบออกครั้งที่ 2		ไม่เกิน 30 s	ไม่เกิน 60 s
การเผาไหม้แบบมีเปลวไฟหรือแบบคุแฉงขึ้นอยู่กัตัวหนีบยึด		ไม่มี	ไม่มี
อนุภาคเปลวไฟหยดลงทำให้กระดาศที่ชชุดติดไฟ		ไม่มี	ไม่มี

7.4 การดูดซึมน้ำ

การดูดซึมน้ำสูงสุดต้องเป็นไปตามค่าที่ระบุในตารางที่ 9 เมื่อทดสอบแผ่นวัสดุฐานตามวิธีทดสอบ 2N02 ของมาตรฐาน IEC 61189-2

ตารางที่ 9 การดูดซึมน้ำ
(ข้อ 7.4)

สมบัติ	วิธีทดสอบ (IEC 61189-2)	ความหนา mm	ข้อกำหนด %
การดูดซึมน้ำ	2N02	0.8	ไม่เกิน 2.20
		1.0	ไม่เกิน 1.75
		1.2	ไม่เกิน 1.50
		1.5	ไม่เกิน 1.40
		1.6	ไม่เกิน 1.30
		2.0	ไม่เกิน 1.00
		2.4	ไม่เกิน 0.90
		3.2	ไม่เกิน 0.75

7.5 รอยตำหนิใต้พื้นผิว (measling)

ไม่ใช่

7.6 อุณหภูมิที่เปลี่ยนสภาพแก้วและตัวประกอบการบ่ม (glass transition temperature and cure factor)

ไม่ใช่

8. การประกันคุณภาพ

8.1 ระบบคุณภาพ

ผู้ขายต้องจัดทำระบบคุณภาพ ISO 9000 หรือเทียบเท่า เพื่อสนับสนุนการตรวจสอบด้านคุณภาพ

ผู้ขายต้องดำเนินการจัดทำระบบการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม ISO 14001 หรือเทียบเท่า เพื่อสนับสนุนการให้ความสำคัญด้านสิ่งแวดล้อม

8.2 ความรับผิดชอบต่อการตรวจสอบ

ผู้ขายต้องรับผิดชอบการตรวจสอบวัสดุทั้งหมดที่ทำ ผู้ซื้อหรือผู้ตรวจสอบที่เป็นบุคคลที่สามที่ได้รับการแต่งตั้งอาจตรวจประเมินได้

8.3 การตรวจสอบคุณสมบัติที่ต้องการ

(ไม่กำหนด)

8.4 การตรวจสอบการเป็นไปตามข้อกำหนดด้านคุณภาพ

ผู้ขายต้องจัดทำแผนคุณภาพเพื่อประกันความเป็นไปตามข้อกำหนดด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ แผนคุณภาพดังกล่าวควรใช้วิธีทางสถิติมากกว่าการตรวจสอบแบบสุ่มต่อสุ่มเมื่อเห็นเหมาะสมแล้วแต่กรณี

เพื่อแสดงความเป็นไปตามข้อกำหนดอาจใช้เทคนิครวมกันของดังต่อไปนี้

- การควบคุมพารามิเตอร์ในกระบวนการ
- การตรวจสอบในกระบวนการ
- การตรวจสอบขั้นสุดท้ายตามกำหนดช่วงเวลา
- การตรวจสอบรุ่นการผลิตสุดท้าย

8.5 ใบรับรองการเป็นไปตามข้อกำหนด

เมื่อมีการร้องขอจากผู้ซื้อ ผู้ขายต้องออกใบรับรองการเป็นไปตามข้อกำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นี้ในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์หรือในกระดาษ ใบรับรองการเป็นไปตามข้อกำหนดไม่ต้องมีข้อมูลการทดสอบตามรุ่น

8.6 แผ่นข้อมูลด้านความปลอดภัย

ต้องมีแผ่นข้อมูลด้านความปลอดภัยที่เป็นไปตามมาตรฐาน ISO 11014-1 สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ทำและส่งมอบให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

9. การบรรจุและการทำเครื่องหมาย

หากไม่มีระบุไว้เป็นอย่างอื่นในใบสั่งซื้อ ต้องทำเครื่องหมายแผ่นอัดด้วยสัญลักษณ์ของผู้ทำ ความหนาระบุ การปิดผนึกทองแดงเปลว และหมายเลขรุ่น เครื่องหมายต้องเห็นได้ชัดเจนในระหว่างการขนส่งปกติและพร้อมที่จะเอาออกได้ทันทีก่อนการใช้แผ่นอัด

แผ่นตัดต้องแสดงด้วยเครื่องหมายบนบรรจุภัณฑ์เท่านั้น

แผ่นอัดและแผ่นตัดต้องบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่มีการป้องกันอย่างเพียงพอต่อการกัดกร่อน การเสื่อมคุณภาพ และความเสียหายทางกายภาพระหว่างการขนส่งและการจัดเก็บ

บรรจุภัณฑ์ของแผ่นอัดและแผ่นตัดต้องทำเครื่องหมายในรูปแบบที่แสดงสิ่งที่บรรจุอย่างชัดเจนบรรจุภัณฑ์ของแผ่นและแผงตัดต้องทำเครื่องหมายในรูปแบบที่สามารถชี้บ่งสิ่งที่ถูกบรรจุอย่างชัดเจน

10. ข้อมูลการสั่งซื้อ

การสั่งซื้อต้องประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ก) การอ้างอิงถึงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมฉบับนี้
- ข) ประเภทของวัสดุ (ดูข้อ 7.3)
- ค) ขนาดและความหนาของแผ่นอัด และการปิดผนึกด้วยทองแดง
- ฆ) ประเภทของรอยบุบ (ดูข้อ 6.1.1)
- ง) ประเภทของพื้นที่นูน (ดูข้อ 6.1.4)
- จ) ประเภทของความคลาดเคลื่อนของความหนา (ดูข้อ 6.3)
- ฉ) ประเภทของความเสถียรเชิงมิติ (ดูข้อ 6.7)
- ช) ประเภทของความคลาดเคลื่อนของขนาดแผ่นตัด (ดูข้อ 6.9.1)
- ซ) ประเภทของสภาพไวไฟ (ดูข้อ 7.3)
- ณ) การขอใบรับรอง (ถ้ามี) (ดูข้อ 8.5)

ภาคผนวก ก.

สมบัติความต้านทานทางไฟฟ้าของทองแดงเปลว
(ข้อกำหนด)

ก.1 สมบัติทางไฟฟ้า

สภาพนำไฟฟ้าต่ำสุดของทองแดงเปลวเป็นร้อยละตาม International Annealed Copper Standard (IACS) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสตามที่ระบุไว้ในตารางที่ ก.1 ค่าสภาพนำไฟฟ้าต่ำสุดร้อยละ 100 คือ

ค่า $0.5800 \times 10^8 \Omega^{-1} \text{ m}^{-1}$ หรือสภาพต้านทานสูงสุด $1.7241 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$

ความต้านทานสูงสุดของชิ้นทดสอบทองแดงเปลวชนิด E ที่มีมวลต่อหน่วยพื้นที่ต่างกัน ต้องมีค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ ก.2 เมื่อวัดตามวิธีทดสอบ 2E12 ใน IEC 61189-2

ตารางที่ ก.1 สภาพนำไฟฟ้าและความต้านทานของชิ้นทดสอบทองแดงเปลวชนิด E
(ข้อ ก.1)

มวลต่อหน่วยพื้นที่ g/m^2	สภาพนำไฟฟ้าต่ำสุดตาม IACS %	ความต้านทานชิ้นทดสอบ สูงสุด $\text{m}\Omega$
45	88.5	25.0
76	90.5	15.0
107	92.14	10.4
152	94.12	7.1
230	95.05	4.7
305	96.60	3.5
445	96.60	2.4
610	96.60	1.7
915	96.60	1.2
1220	96.60	0.87
1525	96.60	0.70
1830	96.60	0.58

อาจคำนวณความต้านทานสูงสุดของชิ้นทดสอบในตารางที่ ก.1 โดยใช้สูตรดังนี้

$$R_{\max} = \frac{r_{\max} \times \rho \times l}{w \times m}$$

เมื่อ

$R_{\max}$	คือ	ความต้านทานสูงสุดของชิ้นทดสอบ (Ω)
$r_{\max}$	คือ	สภาพต้านทานสูงสุด (Ωm)
ρ	คือ	ความหนาแน่นของทองแดง = $8.93 \times 10^6 \text{ g/m}^3$
l	คือ	ความยาวพิกัด (gauge length) ของชิ้นทดสอบ (m)
w	คือ	ความกว้างของชิ้นทดสอบ (m)
m	คือ	มวลต่อหน่วยพื้นที่ (g/m^2) (ใช้ค่าต่ำสุดในพิสัยตามตารางที่ ก.2)

ตารางที่ ก.2 มวลต่อหน่วยพื้นที่ พิสัยของมวลที่ยอมรับได้
(ข้อ ก.1)

มวลต่อหน่วยพื้นที่ g/m^2	พิสัยของมวลชิ้นทดสอบที่ยอมรับได้ g
45	0.41 – 0.50
76	0.69 – 0.84
107	0.96 – 1.18
152	1.38 – 1.68
230	2.06 – 2.52
305	2.75 – 3.36
445	4.01 – 4.90
610	5.49 – 6.71
915	8.24 – 10.08
1 220	10.99 – 13.43
1 525	13.73 – 16.77
1 830	16.48 – 20.16

หมายเหตุ ค่าที่ระบุในตารางที่ ก. 1 และ ก. 2 ให้ใช้เป็นค่าอ้างอิงสำหรับโลหะเปลวชนิด A จนกว่าเอกสารอ้างอิง IEC 61249-5-1 จะมีการปรับปรุงแก้ไขโดยระบุค่าสำหรับโลหะเปลวชนิด A