บทที่ 3
วิธีการวิจัย

3.1 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการผลิตของทั้งโรงงานผลิตแผงวงจรไฟฟ้า และโรงงานประกอบชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ รวมทั้งวัตถุดิบ และ ขั้นตอนการผลิต เครื่องจักรที่ใช้งาน

3.1.2 ทำการทดสอบทางไฟฟ้า และทดสอบเชิงทำลาย เบื้องต้นเพื่อตรวจสภาพของผนังรู โดยใช้คุณสมบัติ ณ ปัจจุบันของเรซิ่น ที่ ณ อุณหภูมิที่ทำให้โมเลกุลของเรซิ่น เริ่มมีการเคลื่อนไหว (Tg) 130 องศาเซลเซียส และ ณ อุณหภูมิที่ทำให้โมเลกุลของเรซิ่น เริ่มแตกเสียหาย (Td) 320 องศาเซลเซียส กับ อุณหภูมิในการประกอบชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ 210, 235, 240 และ 260 องศาเซลเซียส เพื่อยืนยันว่า ณ อุณหภูมิในการประกอบชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ ที่สูงขึ้นจะมีผลกับชิ้นงานทดสอบหรือไม่

3.1.3 ทำการปรับคุณสมบัติของเรซิ่น พร้อมทั้งทดสอบคุณสมบัติขั้นต้น ในห้องทดลอง

3.1.4 ออกแบบการทดลอง โดยใช้เร่ซิ่นที่ผ่านการปรับปรุง หลากหลายชนิด

3.1.5 ทำการผลิตแผ่นวงจรไฟฟ้า ตามการออกแบบในหัวข้อ 3

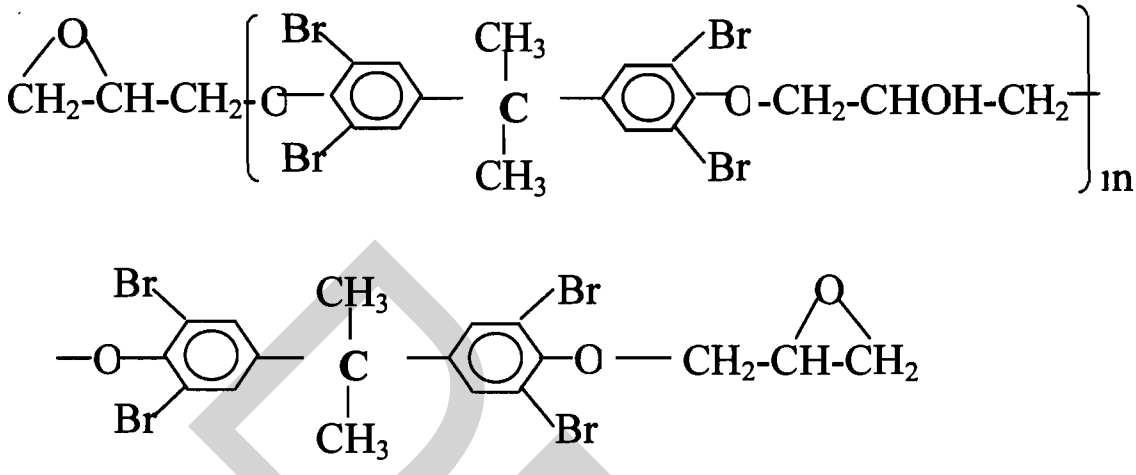
3.1.6 ตรวจสอบคุณสมบัติขั้นต้น อีกครั้ง

3.1.7 ทำการทดสอบทางไฟฟ้า พร้อมทั้งวิเคราะห์ผลการทดสอบโดยนำผลมาวิเคราะห์เชิงสถิติและทดสอบเชิงทำลาย เพื่อดูความแตกต่าง ในชั้นผนังรู อีกครั้ง โดยทำการทดสอบที่อุณหภูมิในการประกอบชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ ที่แตกต่างกัน

3.1.8 วิเคราะห์จากข้อมูลที่ได้จากการทดสอบทางไฟฟ้าและการทดสอบเชิงทำลายเพื่อทำการสรุปผล ในเชิงสถิติ

3.2 ข้อมูลและรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต แผ่นวงจรไฟฟ้า

3.2.1 โครงสร้างทางเคมีของเรซิ่น ณ โรงงานที่ผู้วิจัยทำการศึกษา ดังนี้



ภาพที่ 3.1 สูตรโครงสร้างทางเคมีของเรซิ่น

ซึ่งประกอบด้วยหลัก ๆ คือ

1. ไฮโดรคาร์บอน (CH_3)
2. โบรมีน (Br)
3. คาร์บอน (C)

3.2.2 คำจำกัดความของ เรซิ่น (Resins)

เป็นพลาสติกเริ่มต้น มีลักษณะเป็นเม็ด เป็นผง หรือเป็นของเหลว เลือกใช้ตามความเหมาะสมกับคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ อาจเป็นเรซิ่นชนิดเดียว หรือเรซิ่น หลายชนิดผสมกันก็ได้

DPU

3.2.3 วัตถุประสงค์ของสารที่ผสมลงในเรซิ่น

3.2.3.1 พลาสติไซเซอร์ (Plasticizers)

เป็นสารที่เติมลงไปผสมกับเรซิ่นเพื่อทำให้พลาสติกนิ่ม เป็นการเพิ่มคุณสมบัติในทางอ่อนตัว เพิ่มความเหนียว เพิ่มความทนทานต่อความร้อน เพิ่มความต้านทานการสึกหรอ และทำให้สามารถเติมฟิลเลอร์ได้เป็นปริมาณมากขึ้น แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. พลาสติไซเซอร์ปฐมภูมิ (Primary Plasticizers) เป็นพลาสติไซเซอร์ที่มีคุณภาพสูง ใช้ได้โดยตรง แต่มักมีราคาแพง

2. พลาสติไซเซอร์ทุติยภูมิ (Secondary Plasticizers) เป็นพลาสติไซเซอร์ที่มีคุณภาพค่อนข้างต่ำกว่าประเภทแรก นำไปใช้โดยตรง ไม่ได้ จะต้องใช้ควบคู่กับพลาสติไซเซอร์ปฐมภูมิ แต่พลาสติไซเซอร์ทุติยภูมิ จะเพิ่มคุณสมบัติเฉพาะอย่างได้ดีกว่า

3.2.3.2 สเตบิไลเซอร์ (Stabilizers)

เป็นสารที่เติมลงไปเพื่อช่วยให้พลาสติก มีความอยู่ตัว ทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศ ไม่เสื่อมสลายง่าย นอกจากนี้ ยังช่วยให้พลาสติกมีความทนทานต่อความร้อนเพิ่มขึ้นด้วย

3.2.3.3 ฟิลเลอร์ (Fillers)

เป็นวัสดุที่เติมลงไปเพื่อเพิ่มปริมาณพลาสติกให้มากขึ้น ทำให้ต้นทุนการผลิตถูกลง จะเห็นว่าฟิลเลอร์ที่เติมลงไปส่วนใหญ่ เพื่อทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำลง แต่ฟิลเลอร์บางชนิดก็อาจทำให้คุณภาพของพลาสติก เปลี่ยนไปด้วย เช่น ทำให้พลาสติกทึบแสงขึ้น มีความแข็งเพิ่มขึ้น มีความทนทานสูงขึ้น เป็นต้น

3.2.3.4 สารหล่อลื่น (Lubricants)

เป็นสารที่ช่วยลดความฝืดในเครื่องจักร ทำให้ทำการผสมง่ายขึ้น ตลอดจนทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่ติดแม่พิมพ์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. สารหล่อลื่นภายนอก (External Lubricants) เป็นสารที่เติมลงไปเพื่อลดความฝืดระหว่างผิวของพลาสติกกับผิวของโลหะ หรือวัสดุที่ใช้ทำเครื่องจักรและแม่พิมพ์

2. สารหล่อลื่นภายใน (Internal Lubricants) เป็นสารที่ช่วยลดความฝืดภายในเนื้อพลาสติก กล่าวคือ เป็นตัวช่วยลดความฝืดระหว่างโมเลกุลของพอลิเมอร์ สารหล่อลื่นบางชนิดมี

คุณสมบัติอย่างอื่นอยู่ด้วย เช่น ใช้เป็นสารเพิ่มความคงตัวให้พลาสติก หรือเป็นพลาสติไซเซอร์ได้ด้วย สารหล่อลื่นมีอยู่ 4 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. สารไฮโดรคาร์บอน
2. กรดไขมันและอนุพันธ์ของกรดไขมัน
3. กลีเซอรอล และแอลกอฮอล์
4. ไขข้นธรรมชาติ

เรซิ่นบางชนิดมีคุณสมบัติในการหล่อลื่นตัวเอง เรียกว่า Self lubricants

3.2.3.5 สี (Dyes and Pigments)

เป็นสารที่เติมลงไปในพลาสติก เพื่อให้เกิดสีสันตามความต้องการ เป็นการเพิ่มคุณค่าและความสวยงามให้แก่ผลิตภัณฑ์

3.2.3.6 โพรเซสซิงเอด (Processing Aids)

เป็นสารที่เติมลงไปในพลาสติกช่วยเพิ่ม คุณสมบัติบางประการของพลาสติก เช่น เพิ่มความโปร่งใสให้แก่เนื้อพลาสติก ป้องกันไม่ให้พลาสติกเกิดริ้วรอยหรือเป็นลายในเนื้อพลาสติก

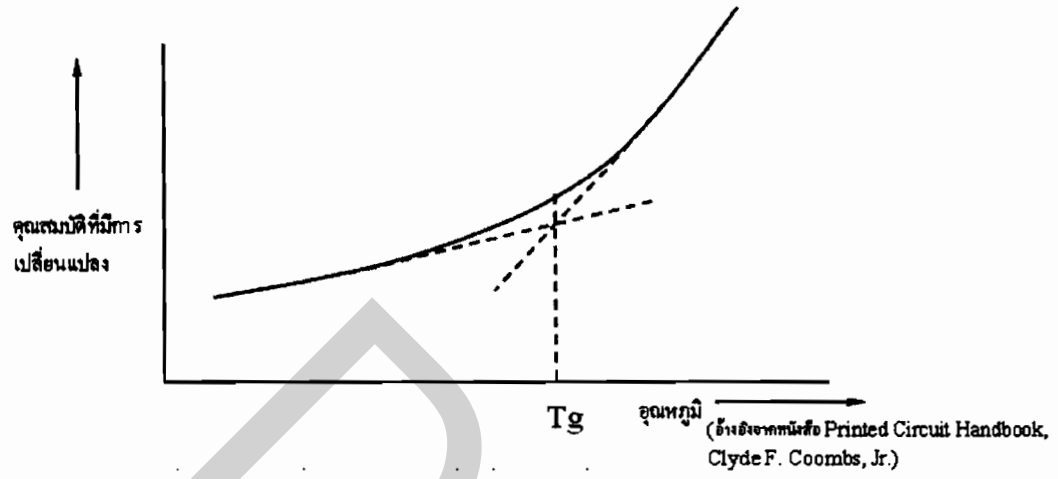
3.2.3.7 โมดิฟายเออร์ (Modifiers)

เป็นสารที่เติมลงไปในพลาสติกเพื่อเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติบางอย่างของพลาสติก โดยส่วนประกอบหลักทางเคมีคือพันธะของคาร์บอนและโบรมีน โดยจะมีโบรมีนและพันธะของคาร์บอนเป็นตัวกลางในการช่วยทำปฏิกิริยาให้สมบูรณ์, เพิ่มความคงทนต่อไฟ และเพื่อให้พันธะมีความที่แข็งแรงยิ่งขึ้น

3.2.4. คุณสมบัติหลักของเรซิ่น

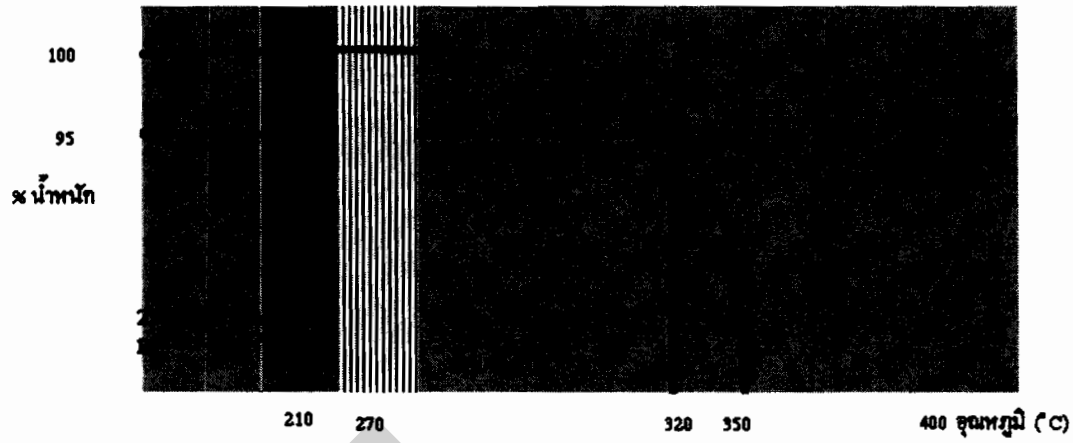
3.2.4.1 Glass Transition Temperature (Tg) : 130 องศาเซลเซียส คือ ณ อุณหภูมิที่ทำให้พันธะเคมีของเร่ซิ่น เริ่มมีการเคลื่อนไหว โดยโครงสร้างโมเลกุลของเรซิ่น จะประกอบด้วยพันธะทางเคมีเพื่อก่อให้เกิดการยึดเหนี่ยวระหว่างพันธะ แต่ ณ อุณหภูมิ จุด ๆ หนึ่ง พันธะทางเคมีของเรซิ่นจะเริ่มมีการเคลื่อนไหว ดังสามารถแสดงด้วยภาพที่ 3.2 แต่ยังไม่เกิดการเสียหายของพันธะ นั่นหมายถึง การยึดเกาะของพันธะเคมียังสมบูรณ์ ซึ่งค่า Glass Transition Temperature เป็น

คุณสมบัติค่าหนึ่งๆ ของเรซิ่นที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับอุณหภูมิ ในการใช้งานของอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ



ภาพที่ 3.2 ณ อุณหภูมิที่ทำให้พันธะเคมีของเรซิ่น เริ่มมีการเคลื่อนไหว

3.2.4.2 Decomposition Temperature (Td) : 320 $^{\circ}$C คือ ณ อุณหภูมิที่ทำให้พันธะเคมีของเรซิ่น แตกเสียหาย โดยการวัดน้ำหนักที่หายไป 5% จากน้ำหนักทั้งหมด นั่นหมายความว่า ถ้าอุณหภูมิในการใช้งาน สูงมากจนทำให้น้ำหนักของเนื้อเรซิ่นหายไปมากกว่า 5% ของน้ำหนักเรซิ่นทั้งหมดพันธะทางเคมีของเรซิ่นก็จะเริ่มเคลื่อนไหวและแตกเสียหาย หลุดจากกันในที่สุด และไม่สามารถ คืนกลับสู่สภาพเดิมของพันธะทางเคมีได้ ดังแสดงด้วยภาพที่ 3.3

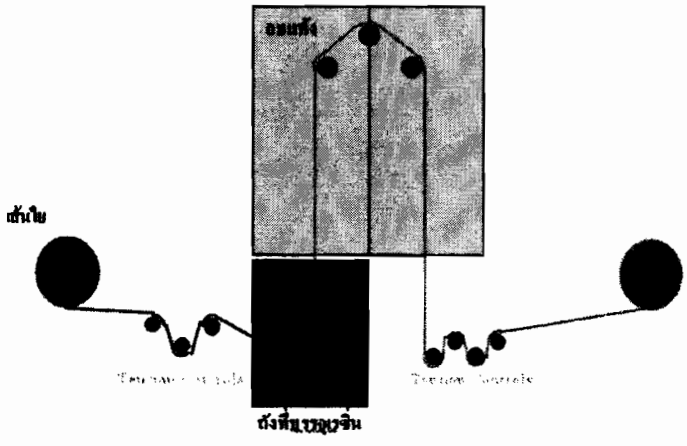


ภาพที่ 3.3 ณ อุณหภูมิที่ทำให้พันธะเคมีของเรซิ่น แตกเสียหาย

3.2.5 ขั้นตอนการผลิตแผ่นวงจรไฟฟ้า ณ สถานที่ที่ผู้วิจัยทำการศึกษา

3.2.5.1 เตรียมส่วนผสมเรซิ่น ซึ่งประกอบด้วย เนื้อเร่ซิ่น (Resin),โมดิฟายเออร์ (Modifiers), สเตบิไลเซอร์ (Stabilizers) ตามสัดส่วนที่ถูกกำหนดในขั้นตอนการทำงาน หลังจากนั้นก็เข้าสู่ขั้นตอนการผสมเพื่อให้ส่วนผสมต่าง ๆ ถูกกวนให้เป็นเนื้อเดียวกัน

3.2.5.2 นำเส้นใยไฟเบอร์ มาผ่านถังเรซิ่น ที่ถูกผสมเป็นเนื้อเดียวกัน เพื่อให้เรซิ่นเคลือบอยู่บนเส้นใยทั้งสองด้าน ในความหนาของเรซิ่นที่สม่ำเสมอ แล้วผ่านกระบวนการอบแห้งหมาด ๆ เพื่อให้เรซิ่นเกาะติดกับเส้นใย



ภาพที่ 3.4 แสดงกระบวนการเคลือบเรซิ่นบนเส้นใย

3.2.5.3 นำเส้นใยที่ผ่านการ เคลือบเรซิ่นแล้ว มาทำการตัดตามขนาดที่ออกแบบไว้ แล้วนำเข้าสู่กระบวนการอัดร้อน และเย็น โดยการควบคุมความดัน, เวลา และอุณหภูมิ

3.2.5.4 นำชิ้นงานที่ผ่านการอัดและแข็งตัว มาตัดตามขนาดที่ออกแบบไว้ หลังจากนั้นก็นำสู่กระบวนการเจาะรูบนแผ่นชิ้นงานด้วยดอกเจาะ

3.2.5.5 นำชิ้นงานที่ผ่านการเจาะเรียบร้อย มาทำการชุบ ในถังชุบทองแดง ด้วยวิธีการทางเคมี โดยมีทองแดงเป็นส่วนผสมหลัก

3.2.5.6 นำชิ้นงานมาทำการถ่ายลายวงจร แล้วผ่านกระบวนการกัดลายวงจรในส่วนที่ไม่ต้องการออก

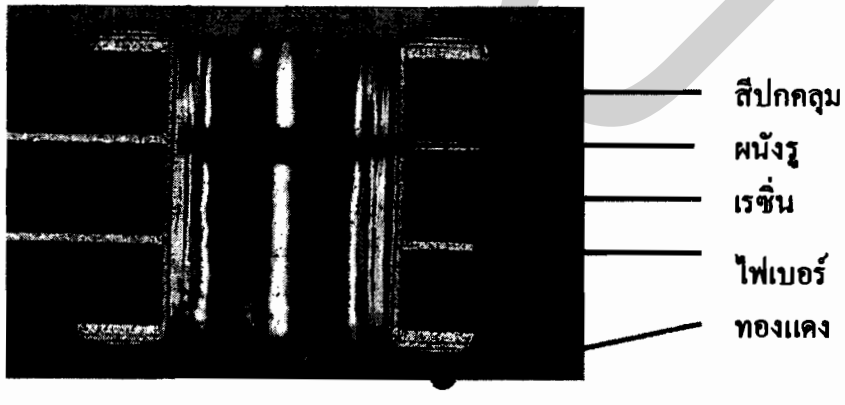
3.2.5.7 จากนั้นก็ได้งานที่มีลายวงจรตามที่ต้องการ และทำการเคลือบส่วนที่ไม่ต้องการให้สัมผัสกับอากาศ โดยใช้สีทนความร้อน

3.2.5.8 หลังจากนั้น ก็ผ่านกระบวนการเคลือบลายวงจรไฟฟ้า ซึ่งอาจเป็นตะกั่ว ดีบุก เงิน หรือทอง ตามแต่คำสั่งซื้อของลูกค้า

3.2.5.9 ทำการตัดชิ้นงานตามขนาดที่ถูกออกแบบมา

3.2.5.10 ทำการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานทั้งการทดสอบทางไฟฟ้า และความถูกต้องของลายวงจร ตามมาตรฐาน สากลของแผ่นวงจรไฟฟ้า

3.2.6 ลักษณะของโครงสร้างและส่วนประกอบหลักของแผ่นวงจรไฟฟ้า ดังแสดงด้วยภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 ภาพแสดงลักษณะของโครงสร้างและส่วนประกอบของแผ่นวงจรไฟฟ้าที่ผนังรู

3.2.7 ขั้นตอนกระบวนประกอบชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์

3.2.7.1 เตรียมชิ้นงานเพื่อเข้าสู่เครื่องจับอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์

3.2.7.2 ทำการเคลือบสารบัดกรีลงบนแผ่นวงจรไฟฟ้า ณ ตำแหน่งที่ต้องการให้ชิ้นส่วนวางบนแผ่นวงจรไฟฟ้า

3.2.7.3 เครื่องจับอุปกรณ์ จะจับชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ เช่น IC, Capacitor เป็นต้น วางบนแผ่นวงจรไฟฟ้า

3.2.7.4 จากนั้นแผ่นวงจรไฟฟ้าที่มีชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ วางอยู่ ก็จะเคลื่อนที่ไปยังตู้ให้ความร้อน เพื่อให้สารบัดกรีหลอมเหลว แล้วแข็งตัวในที่สุด

3.2.7.5 นำแผ่นวงจรไฟฟ้าที่ผ่านการประกอบชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ แล้วเพื่อทำการตรวจคุณภาพ

3.2.8 ความรู้เรื่องสารบัดกรี (Solder Paste)

ในกระบวนการประกอบ นั้น สารบัดกรีจะใช้สำหรับการเชื่อมต่อตะกั่วขาของอุปกรณ์หรือขั้วต่อ กับลายวงจรของแผ่นวงจรไฟฟ้า ซึ่งสารบัดกรีจะถูกปาดลงบนลายวงจรของแผ่นวงจรไฟฟ้า แล้วทำการวางอุปกรณ์ลง แล้วผ่านกระบวนการให้ความร้อน เพื่อที่จะหลอมสารบัดกรีให้เชื่อมติดกันระหว่างอุปกรณ์ กับแผ่นวงจรไฟฟ้า

คุณสมบัติของสารบัดกรี (Solder Paste Property) ประกอบด้วยผงโลหะ ทรงกลมขนาดเล็กๆ และครีม ฟลักซ์ โดยที่ครีม ฟลักซ์จะทำหน้าที่ยึดผงโลหะให้เข้ากัน โดยมีคุณสมบัติของสารบัดกรีที่ควรพิจารณา มีดังนี้

3.2.8.1 โลหะผสม จะเน้นมีส่วนโลหะผสมต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพการใช้งาน โดยทั่วไปจะใช้ส่วนผสมของ Pb63Sn37 และPb62Sn36Ag2 โดยที่ Pb63Sn37 จะมีจุดหลอมเหลวอยู่ที่ 183 องศาเซลเซียส และ Pb62Sn36Ag2 จะมีจุดหลอมเหลวอยู่ที่ 179 องศาเซลเซียส

3.2.8.2 ส่วนผสมของโลหะ ในสารบัดกรีจะเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของสารบัดกรี เพราะจะต้องบ่งบอกว่าในสารบัดกรีจะประกอบด้วยส่วนผสมโลหะกี่เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ซึ่งในกรณีที่เปอร์เซ็นต์ ส่วนผสมของโลหะในสารบัดกรีเปลี่ยนไป จะมีผลต่อ การเชื่อมต่อของตะกั่ว ได้ เช่น เปอร์เซ็นต์ เปลี่ยนจาก 10% เป็น 20% จะมีผลทำให้เกิดการเชื่อมของตะกั่ว (Solder Bridging) ได้หลังจากผ่านขบวนการให้ความร้อน เนื่องจากปริมาณของโลหะในสารบัดกรีเพิ่มมากขึ้น โดยปกติในการใช้งานจะใช้ เปอร์เซ็นต์ ของโลหะในสารบัดกรีอยู่ที่ประมาณ 80% - 90% ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน

3.2.8.3 รูปร่างและขนาดของเม็ดตะกั่ว รูปร่างของเม็ดตะกั่วที่ดีควรจะเป็นทรงกลม ซึ่งขนาดของเม็ดตะกั่ว จะมีผลต่อคุณสมบัติของสารตะกั่ว คือถ้ามีขนาดใหญ่นั่นหมายถึงจะมีพื้นที่ยิ่งมากขึ้น หมายถึงโอกาสการเกิดออกไซด์ก็มากขึ้น และตัวรูปร่างของเม็ดตะกั่วไม่เป็นทรงกลมบิดเบี้ยวก็จะทำให้มีพื้นที่ผิวมากขึ้นหมายความว่า ออกไซด์ ย่อมมากขึ้นด้วย และยังทำให้การเคลือบสารบัดกรีลงบนแผ่นวงจรไฟฟ้า ทำได้ยาก

3.2.8.4 หน้าที่ของฟลักซ์ คือการทำความสะอาด พื้นผิวหน้าของวงจรไฟฟ้า เพื่อให้สารบัดกรีติดกับอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ และแผ่นวงจรไฟฟ้าได้ดี ซึ่งฟลักซ์ จะเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของสารบัดกรี

การออกแบบการทดลองขั้นต้น เพื่อทดสอบสมมติฐานว่าน่าจะเกิดปัญหาจริง

1. ปัจจัยคืออุณหภูมิในการประกอบชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ โดยมี 4 ระดับ : 210, 235, 240 & 260 องศาเซลเซียส ปัจจัยที่สนใจ คือ คุณสมบัติของแผ่นงานที่ปัจจุบัน โดยมีอุณหภูมิ Tg = 130 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ Td = 320 องศาเซลเซียส โดยผ่านอุณหภูมิในการประกอบชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ ที่ ต่าง ๆ กัน ดังแสดงการออกแบบการทดลองดัง ตารางที่ 3.1 และขั้นตอนการทดลองดังภาพที่ 3.6 โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อทดสอบว่าคุณสมบัติของเรซิ่นที่ใช้อยู่ ณ ปัจจุบัน ว่าสามารถรองรับ ต่ออุณหภูมิในการประกอบชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ที่สูงขึ้นได้หรือไม่

ตารางที่ 3.1 ตารางการออกแบบการทดลอง ครั้งที่ 1

	อุณหภูมิในการประกอบชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ (องศาเซลเซียส)			
	210	235	240	260
คุณสมบัติของแผ่นงาน ณ ปัจจุบัน	กลุ่มที่1	กลุ่มที่2	กลุ่มที่3	กลุ่มที่4

หมายเหตุ จำนวนชิ้นงานในการทดสอบ แต่ละครั้งเท่ากับ 12 ชิ้น

ขั้นตอนการทดสอบชิ้นงาน

อ้างอิงมาตรฐานตาม IPC STANDARD

อ้างอิงมาตรฐานตาม IPC STANDARD

ภาพที่ 3.6 แสดงขั้นตอนการเตรียมชิ้นงานทดสอบและขั้นตอนการทดสอบ

DPU

ผลการทดสอบ จำนวนรอบที่ผ่านการทดสอบทางไฟฟ้า ด้วยเครื่องมือ IST

ตารางที่ 3.2 แสดงผลการทดสอบจำนวนรอบที่ผ่านการทดสอบทางไฟฟ้า

ผลการทดสอบ จำนวนรอบที่ผ่านการทดสอบทางไฟฟ้า ด้วยเครื่องมือ IST				
ชิ้นงานทดสอบชิ้นที่	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4
1	200	179	149	134
2	199	180	143	145
3	197	181	152	149
4	223	182	149	143
5	221	178	152	147
6	198	173	151	158
7	200	175	149	143
8	201	179	143	153
9	198	189	145	152
10	194	174	142	139
11	189	171	140	145
12	211	169	139	142
ค่าเฉลี่ย	203	178	146	146
ค่าสูงสุด	223	189	152	158
ค่าต่ำสุด	189	169	139	134
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	10.4	5.5	4.7	6.5

DPU

ตารางที่ 3.3 แสดงความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยในแต่อุณหภูมิการทดลอง

Multiple Range Tests for Min cycles by Temperature

Method: 95.0 percent LSD

Temperature	Count	Mean	Homogeneous Groups
260	12	146.3	X
240	12	151.8	X
235	12	173.5	X
210	12	179.2	X

Contrast	Difference	+/- Limits
210 - 235	5.7	7.11571
210 - 240	*27.4	7.11571
210 - 260	*32.9	7.11571
235 - 240	*21.7	7.11571
235 - 260	*27.2	7.11571
240 - 260	5.5	7.11571

* denotes a statistically significant difference.

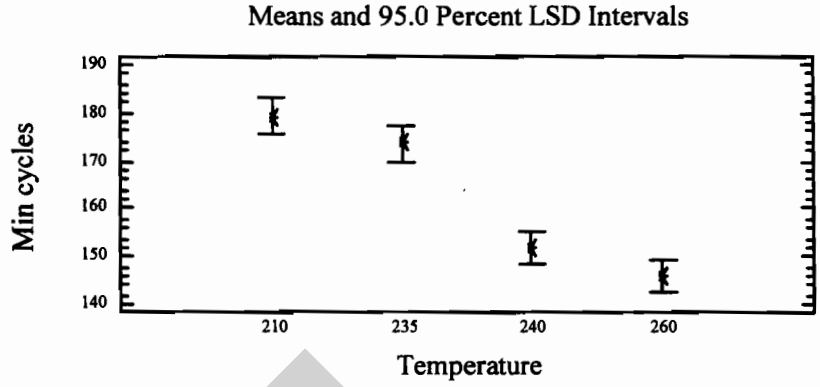
ตารางที่ 3.4 แสดงผลความสัมพันธ์และข้อสรุปของตาราง ANOVA

ANOVA Table for Min cycles by Temperature

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	7118.9	3	2372.97	37.70	0.0000
Within groups	2266.2	36	62.95		
Total (Corr.)	9385.1	39			

DPU

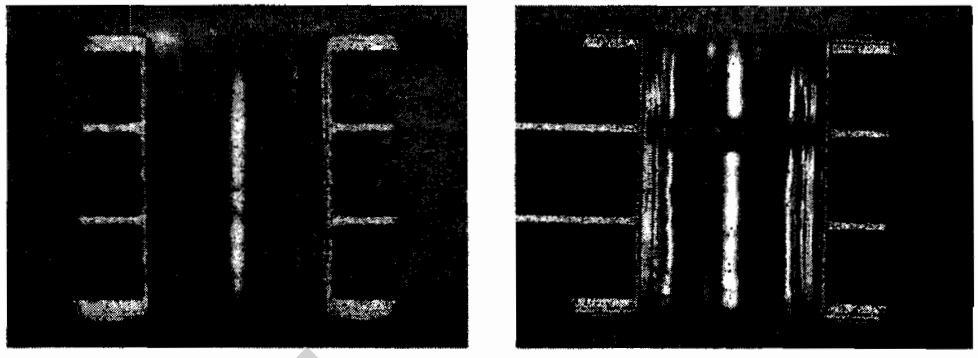


ภาพที่ 3.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ (เซลเซียส) กับจำนวนรอบที่ผ่านการทดสอบทางไฟฟ้า

ข้อสรุปในเชิงสถิติ

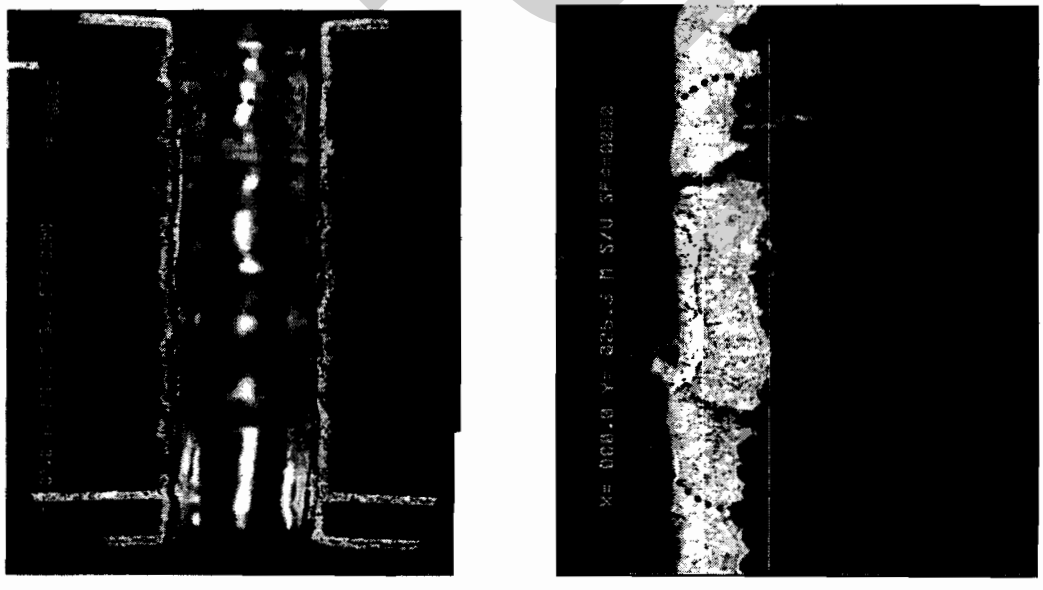
1. จากตาราง ANOVA แสดงค่า P-Value มีค่าเท่ากับ 0 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 ที่ค่าความเชื่อมั่น 95% สามารถสรุปได้ว่า อุณหภูมิที่ใช้ในการประกอบชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อจำนวนรอบที่ผ่านการทดสอบทางไฟฟ้า ด้วยชิ้นงานทดสอบ และเครื่องมือ IST อย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ผลต่อจำนวนรอบที่ผ่านการทดสอบทางไฟฟ้าอุณหภูมิที่ 210 องศาเซลเซียสไม่แตกต่างกับอุณหภูมิที่ 235 องศาเซลเซียส และผลต่อจำนวนรอบที่ผ่านการทดสอบทางไฟฟ้าอุณหภูมิที่ 240 องศาเซลเซียสไม่แตกต่างกับอุณหภูมิที่ 260 องศาเซลเซียส แต่ที่อุณหภูมิ 210 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิ 235 องศาเซลเซียส จะมีผลต่อจำนวนรอบที่ผ่านการทดสอบทางไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญ กับอุณหภูมิที่ 240 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิที่ 260 องศาเซลเซียส

ผลการทดสอบที่อุณหภูมิต่าง ๆ โดยการผ่าผนังรูเพื่อทำการวิเคราะห์



ภาพที่ 3.8 แสดงการทดสอบเชิงทำลายโดยผ่าตรงบริเวณผนังรูเพื่อทำการวิเคราะห์ของชิ้นงานดี

1. ภาพผนังรูโดยปกติทั่วไปจากการผ่าในแนวแกนตั้ง (ชิ้นงานปกติ) หลังจากผ่านกระบวนการให้ความร้อนสำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ จำนวน 3 รอบ ที่ อุณหภูมิสูงสุดที่ 210 และ 235 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 3.9 แสดงการทดสอบเชิงทำลายโดยผ่าตรงบริเวณผนังรูเพื่อทำการวิเคราะห์ของชิ้นงานเสีย

2. ผนังรูหลังจากการผ่านอุณหภูมิสูง ที่ 240 องศาเซลเซียส และ 260 องศาเซลเซียส เป็นจำนวน 3 รอบโดยผ่าในแนวแกนตั้ง (ชิ้นงานเสีย)

สรุปผลการทดสอบเบื้องต้นจากการทดสอบแบบทำลาย

1. ไม่พบปัญหาการแตก หรือเกิดรอยร้าว ตรงตำแหน่งผนังรู ที่อุณหภูมิการประกอบชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ที่ 210 องศาเซลเซียส และ 235 องศาเซลเซียส

2. จะพบปัญหาการแตก หรือเกิดรอยร้าว ตรงตำแหน่งผนังรู ที่อุณหภูมิการประกอบชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ที่ 240 องศาเซลเซียส และ 260 องศาเซลเซียส ซึ่งมีผลต่อการใช้งานของผลิตภัณฑ์ในอนาคตและระยะยาว

3. ที่อุณหภูมิการประกอบชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ที่แตกต่างกัน ระหว่างที่อุณหภูมิ 210 องศาเซลเซียส และ 235 องศาเซลเซียส กับ อุณหภูมิ 240 องศาเซลเซียส และ 260 องศาเซลเซียส จะให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างในแง่คุณภาพของผนังรู นั่นหมายความว่า การที่อุณหภูมิในการประกอบชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ที่สูงขึ้นจากเดิม ประมาณ 30-40 องศาเซลเซียส มีผลต่อทองแดงที่ยึดเกาะอยู่ที่ผนังรูและสามารถทำให้เกิดความเสียหายแก่ทองแดง ซึ่งมีผลต่อการใช้งานต่อไปได้

DPU