บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เมื่อวันที่ 27 มกราคม 2546 สหภาพยุโรปได้ประกาศใช้ระเบียบว่าด้วยการจำกัดการใช้สารอันตรายบางชนิดในผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและ อิเลคทรอนิกส์ (Restriction of the use of certain Hazardous Substances in electrical and electronic equipment หรือ RoHS) เพื่อป้องกันไม่ให้ขยะไฮเทคที่เพิ่มปริมาณขึ้นอย่างรวดเร็วในสหภาพยุโรป ก่อผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมจนยากต่อการ แก้ไข เพื่อให้การจัดการซากเครื่องใช้ที่หมดอายุทำได้ง่ายและปลอดภัยยิ่งขึ้น ระเบียบนี้จะมีผลทำให้สินค้าเครื่องใช้ไฟฟ้า และอิเลคทรอนิกส์ที่จะส่งเข้าไปในประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรป หลังวันที่ 1 กรกฎาคม 2549 ต้องปลอดจากสารต้องห้าม 6 ชนิด ได้แก่ ตะกั่ว, ปรอท, แคดเมียม, โครเมียม-เฮกซะวาเลนซ์ (Cr-VI), โพลีนโบรมิเนทไบฟีนิล (Poly Brominated Biphynyles-PBB) และโพลิโบรมิเนท ไดฟีนิล อีเทอร์ (Poly Brominated Diphynyl Ethers-PBDE) ในเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเลคทรอนิกส์ ในความหมายของระเบียบ RoHS หมายถึง เครื่องใช้ที่ต้องอาศัยกระแสไฟฟ้า หรือสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในการทำงานอย่างถูกต้อง และเครื่องใช้สำหรับกำเนิดส่งผ่าน และวัดกระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กไฟฟ้าดังกล่าว

นอกเหนือจากความต้องการข้างต้น ของตลาดสหภาพยุโรปแล้ว หลาย ๆ ประเทศทั้งทางเอเชีย หรือทางโซนอเมริกา รวมทั้งประเทศไทยเองก็ตาม ก็มีการกล่าวถึงความเป็นมิตรของสารเคมีที่ใช้งานต่อสิ่งแวดล้อม เพื่ออนุรักษ์ และดูแลสิ่งแวดล้อม และหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีที่ทำลายชั้นบรรยากาศ ซึ่งมีผลโดยตรงกับมนุษย์ ในส่วนของบริษัทที่ผู้วิจัยทำการศึกษา ก็ตระหนักถึงเรื่องนี้เช่นเดียวกัน เพราะมีผลโดยตรงต่อพนักงาน ผู้ดูแลการผลิต จึงได้มีการศึกษา โดยร่วมกับผู้ส่งมอบวัตถุดิบ โดยการหาสารมาทดแทนสารตะกั่ว เพื่อจัดเตรียมเครื่องจักร พื้นที่วางเครื่องจักรในโรงงานผลิต และการนำเสนอต่อลูกค้า ทั้งในแง่ของการทดสอบเชิงคุณภาพ ราคา และขั้นตอนการผลิต แต่เนื่องจากต้นทุนการผลิตที่ค่อนข้างแตกต่างกันอย่างชัดเจน และระยะเวลาในการผลิตที่ยาวนานขึ้น จึงเป็นเหตุผลอันหนึ่งที่ยังไม่สามารถยกเลิกการใช้สารตะกั่วได้อย่างถาวร อีกทั้งยังคงมีบางลูกค้าไม่เชื่อมั่นต่อสารทดแทนสารตะกั่ว ดังนั้นจึงยังคงมีคำสั่งการสั่งซื้อแผ่นวงจรไฟฟ้าด้วยตะกั่ว เป็นจำนวนมาก

เนื่องจาก ตลาดทาง สหภาพยุโรป เป็นตลาดเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเลคทรอนิกส์ที่สำคัญของไทย ระเบียบนี้จึงส่งผลทำให้ผู้ผลิตต้องปรับปรุงผลิตภัณฑ์ค่อนข้างมาก โดยทั่วไปการแก้ไขปัญหา หรือปรับปรุงประสิทธิภาพ การออกแบบ และ / หรือการผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้ามีแนวปฏิบัติหลัก 4 แนวทางคือ

1. การแก้ปัญหาโดยใช้เทคโนโลยีวัสดุ
2. การแก้ปัญหาโดยการปรับปรุงการออกแบบชิ้นส่วน
3. การแก้ปัญหาโดยการปรับปรุงวิธีการผลิต และ
4. การแก้ปัญหาโดยการปรับปรุง/เปลี่ยนแนวคิดในการออกแบบตัวผลิตภัณฑ์

เครื่องใช้ หรือวงจร เพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์เดิมโดยวิธีใหม่ ๆ หรือผลลัพธ์ใหม่ที่ดีกว่าเดิม วิธีการแทนที่วัสดุ ให้ชิ้นส่วนที่มีลักษณะใกล้เคียงชิ้นส่วนเดิม น่าจะเป็นวิธีที่ทำได้ง่ายและรวดเร็วที่สุด ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวผลิตภัณฑ์การเปลี่ยนแปลงภายในผลิตภัณฑ์ต้องไม่ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้อยลง คุณภาพที่สำคัญที่ต้องคำนึงถึงได้แก่

1. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ สมรรถนะ ประสิทธิภาพ ขีดความสามารถและการทำงานของผลิตภัณฑ์

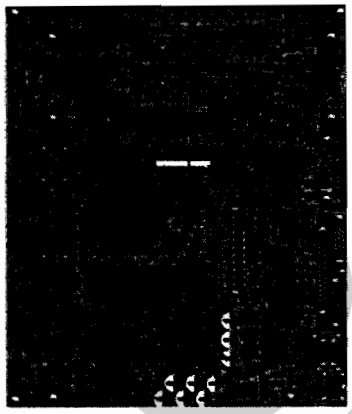
2. มาตรฐานความปลอดภัย เช่น การทนไฟ การทนไฟกระชาก การทำงานในภาวะผิดปกติ เป็นต้น

3. สมรรถนะอื่น ๆ เช่น ทางความร้อน ทางกล ทางเคมี และทางโครงสร้าง

4. ความเชื่อถือได้ของผลิตภัณฑ์ เช่น เสถียรภาพต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเป็นรอบ (ร้อน-เย็น) การทนความล้า การทนต่อความชื้น เป็นต้น

จากสารดังกล่าววัตถุดิบทั้ง 6 ชนิด ที่กล่าวถึง ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตแผ่นวงจรไฟฟ้า (Printed Circuit Board, PCB) มีเพียง สารตะกั่ว เท่านั้นที่เกี่ยวข้อง โดยวิธีการเคลือบผิวลายวงจรไฟฟ้าด้วยสารตะกั่ว หรือ ด้วยวิธี Hot Air Solder Coat Leveling วิธีนี้เป็นที่นิยมกันเป็นอย่างมาก เพราะมีต้นทุนการผลิตที่ถูก, การผลิตทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก เมื่อเทียบกับวิธีการอื่นๆ และยังช่วยให้การประกอบชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ทำงานได้ง่ายขึ้น โดยปกติ จะทำการผลิตเป็นขั้นตอนสุดท้ายด้วยขั้นตอนที่ไม่ยุ่งยาก เพียงแค่นำแผ่นวงจรไฟฟ้า ไปชุบยังบ่อ ฟลักซ์ และบ่อตะกั่วที่ควบคุมอุณหภูมิและเวลาที่ชุบ ในขั้นตอนที่นำแผ่นวงจรไฟฟ้า ขึ้นจากบ่อตะกั่ว ก็จะมีการพ่นลมร้อนเข้าไปทั้งสองด้าน เพื่อรีดตะกั่วส่วนเกินออกไปจากแผ่นวงจรไฟฟ้าที่เราทำอยู่ ความดันและอุณหภูมิ

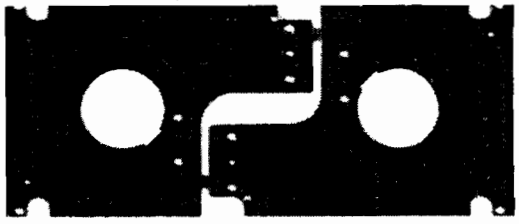
ประกอบกับอัตราโยกขึ้นลงของแผ่นวงจรไฟฟ้า จะเป็นตัวกำหนดความหนา และความสมบูรณ์ของการเคลือบตะกั่ว แล้วจึงนำไปสู่กระบวนการล้าง เพื่อล้างคราบ ฟลักซ์ และสิ่งสกปรกออกจนหมด โดยปกติทั่ว ๆ ไปในอุตสาหกรรมอิเลคทรอนิกส์ จะใช้โลหะดีบุกผสมกับตะกั่ว ในอัตราส่วน 63 : 37 หรือ 60 : 40 ขึ้นกับผู้ผลิต และความต้องการของผู้ใช้งาน จากข้อมูล ณ บริษัทที่ทำการศึกษาวิจัย พบว่าประมาณ 86% ของคำสั่งซื้อ ยังคงใช้ตะกั่วเป็นสารเคลือบลายวงจร ดังภาพ ที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 ภาพแสดงตัวอย่างแผ่นวงจรไฟฟ้าที่เคลือบผิวด้วยตะกั่ว

ซึ่งกระบวนการผลิตแผ่นวงจรไฟฟ้า สามารถแก้ปัญหาโดย ใช้วัสดุหรือกระบวนการอื่น ๆ ทดแทน โดยเปลี่ยนเป็นผิวที่เคลือบจากวัสดุตะกั่ว เป็นสารเคลือบอย่างอื่น ๆ คือ

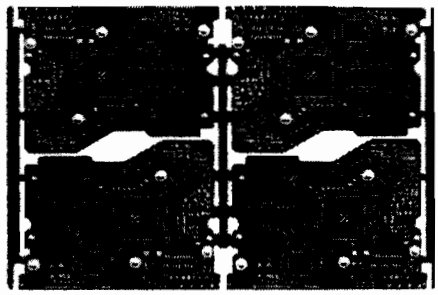
1. เคลือบด้วยสารป้องกันการเกิดออกไซด์ (OSP, Organic Surface Preservation) เป็นที่ยอมรับและตอบสนองด้วยดีจากผู้ประกอบชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ เพราะมีผิวเคลือบที่มีความหนาสม่ำเสมอ แต่มีราคาแพงขึ้นจากการใช้ตะกั่วประมาณ เกือบ 10% และมีข้อจำกัดเรื่องของอุณหภูมิในการจัดเก็บและอายุการใช้งานที่สั้นลง เพราะสารที่เคลือบผิวจะเริ่มเสื่อมสภาพลง ทำให้มีผลต่อการบัดกรีเมื่อเทียบกับผิวเคลือบด้วยตะกั่ว จากข้อมูล ณ บริษัทที่ทำการศึกษาวิจัย พบว่าประมาณ 10% ของคำสั่งซื้อจากลูกค้าเป็นสารเคลือบป้องกันการเกิดออกไซด์ ดังภาพที่ 1.2 และโดยมากจะเป็นผู้สั่งซื้อจากลูกค้าประเทศญี่ปุ่น



ภาพที่ 1.2 ภาพแสดงตัวอย่างแผ่นวงจรไฟฟ้าที่เคลือบผิวด้วยสารป้องกันการเกิดออกไซด์

ส่วนวิธีการเคลือบด้วยดีบุก, เงิน และทอง จะมีกระบวนการที่คล้ายคลึงกัน ต่างกันแค่สารเคมีที่นำมาใช้ ในส่วนของผิวชิ้นงาน ก็มีความเรียบที่สม่ำเสมอ เช่นเดียวกัน แต่มีอายุการเก็บรักษาก่อนนำไปประกอบชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ ยาวนานกว่าสารเคลือบป้องกันการเกิดออกไซด์ โดยสารที่เคลือบด้วยทองจะมีราคาแพงประมาณ 20% เมื่อเทียบกับตะกั่ว โดยรองลงมาคือสารเคลือบด้วยเงินและดีบุก อยู่ที่ประมาณ 15% เมื่อเทียบกับตะกั่ว โดยจากข้อมูล ณ บริษัทที่ทำการศึกษาวิจัย พบว่าประมาณแค่ 4% ของคำสั่งซื้อ เท่านั้นที่มีคำสั่งซื้อ สารเคลือบดีบุก, เงิน และทอง ดังแสดงโดยภาพที่ 1.3, 1.4 และ 1.5

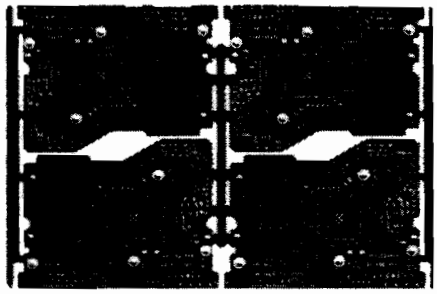
2. เคลือบด้วยวัสดุดีบุก (Immersion Tin Surface Finishing)



ภาพที่ 1.3 ภาพตัวอย่างแผ่นวงจรไฟฟ้าที่เคลือบผิวด้วยวัสดุดีบุก

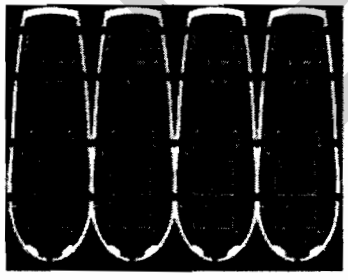
DPU

3. เคลือบด้วยเงิน (Immersion Silver Surface Finishing)



ภาพที่ 1.4 ภาพตัวอย่างแผ่นวงจรไฟฟ้าที่เคลือบผิวด้วยวัสดุเงิน

4. เคลือบด้วยทอง (Immersion Gold Surface Finishing)

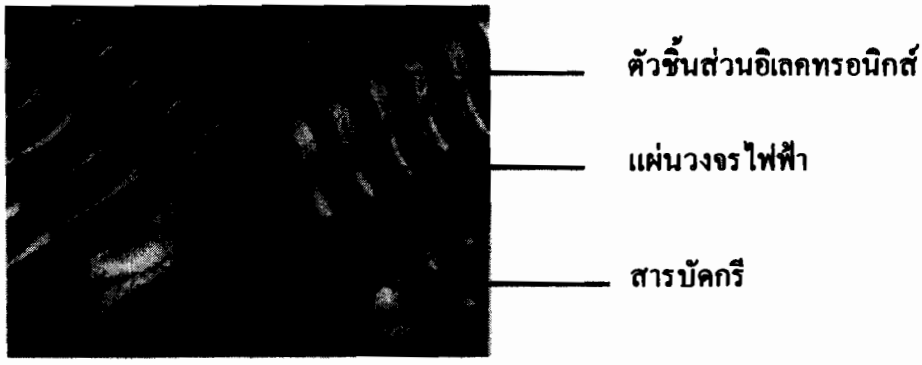


ภาพที่ 1.5 ภาพตัวอย่างแผ่นวงจรไฟฟ้าที่เคลือบผิวด้วยวัสดุทอง

ซึ่งการทดแทนสารตะกั่วในส่วนการผลิตของแผ่นวงจรไฟฟ้า สามารถทำได้โดยใช้สารเคลือบการเกิดออกไซด์, เงิน, ดีบุก และทอง แต่การทดแทนที่เป็นปัญหาใหญ่ในปัจจุบัน และไม่ได้รับการยกเว้น และอยู่ภายใต้การพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และเป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องในการเชื่อมต่อวงจรบนแผงวงจรไฟฟ้ากับชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ ซึ่งสามารถแบ่งเป็นองค์ประกอบหลัก 3 ส่วนใหญ่ ๆ ดังแสดงโดยภาพที่ 1.6 คือ

1. แผ่นวงจรไฟฟ้า
2. ตัวชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์
3. สารบัดกรี ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมต่อทางไฟฟ้าระหว่าง ตัวชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ และตัวนำวงจรไฟฟ้าบนแผ่นวงจรพิมพ์ไฟฟ้า

DPU



ภาพที่ 1.6 ภาพรูปแบบการเชื่อมต่อพื้นฐานแสดงดังรูป

ซึ่งในส่วนของการผลิตแผ่นวงจรไฟฟ้า สามารถหลีกเลี่ยงการใช้ตะกั่วได้โดยการใช้วัสดุทดแทน เช่น ทอง ดีบุก เงิน แทน แต่ในกระบวนการประกอบชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ จำเป็นต้องหาวัสดุทดแทน แทนสารบัคกรีที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งมีส่วนผสมของ ดีบุก และตะกั่ว ซึ่งปัจจุบันเปลี่ยนเป็นส่วนผสมของดีบุก เงิน และทองแดง แทน ซึ่งทำให้ อุณหภูมิสูงสุดในทางปฏิบัติของกระบวนการประกอบชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์เปลี่ยนไป

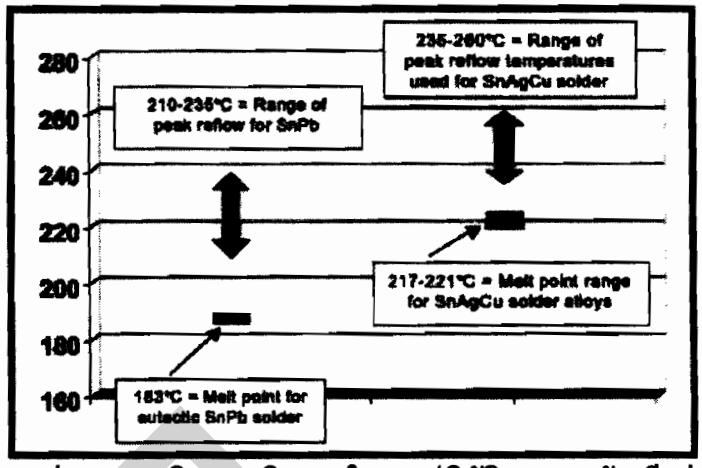
หน้าที่หลักของสารบัคกรี คือ ให้การเชื่อมต่อทางไฟฟ้าระหว่างตัวชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์และตัวนำวงจรไฟฟ้าบนแผ่นวงจรพิมพ์โดยไม่ทำให้ชิ้นส่วนหรือแผ่นวงจรพิมพ์เสียหาย การบัคกรีเป็นการให้ความร้อนเพื่อหลอมละลายสารบัคกรีซึ่งเป็นโลหะ อันลอยที่มีจุดหลอมเหลวต่ำและความนำไฟฟ้าสูง ในระหว่างชิ้นส่วนและตัวนำบนแผ่นวงจรพิมพ์

อุณหภูมิสูงสุดในทางปฏิบัติการประกอบชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์

เนื่องจากชิ้นส่วนแต่ละชิ้นที่ติดบนแผ่นวงจรมีรูปร่างขนาด และวัสดุแตกต่างกัน จึงมีมวลความร้อนที่แตกต่างกันเมื่อให้ความร้อนกับแผ่นวงจรพิมพ์ เพื่อทำการบัคกรีบริเวณที่มีชิ้นส่วนขนาดเล็ก หรือมีมวลความร้อนต่ำ จะร้อนเร็วกว่าบริเวณที่มีมวลสูงกว่า ในทางปฏิบัติจึงต้องให้ความร้อนสูงกว่าจุดหลอมเหลวของสารบัคกรี เพื่อให้มั่นใจว่าสารบัคกรีสามารถหลอมละลายได้อย่างสมบูรณ์บนจุดทุกจุดบนแผ่นวงจรที่ต้องการตามปกติอุณหภูมิที่ใช้จริงในทางปฏิบัติ

1. กระบวนการสำหรับสารบัคกรี ที่มีส่วนผสมของดีบุกและตะกั่ว ส่วนใหญ่ตั้งอุณหภูมิสูงสุดที่ประมาณ 210 – 235 องศาเซลเซียส

2. กระบวนการสำหรับสารบัคกรี ที่มีส่วนผสมของดีบุก เงิน และทองแดง ส่วนใหญ่ตั้งอุณหภูมิสูงสุดที่ประมาณ 235-260 องศาเซลเซียส



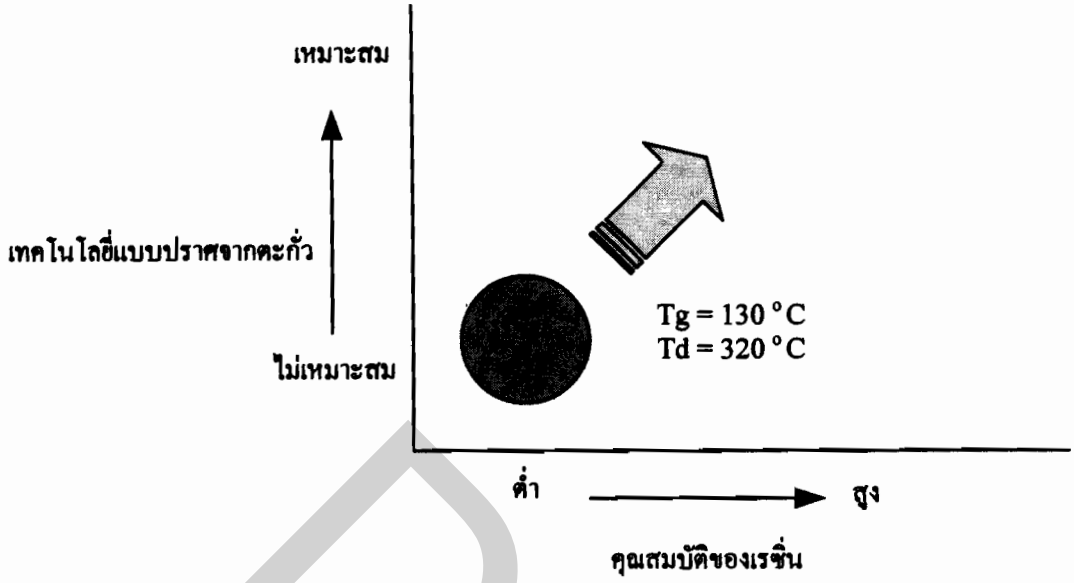
ภาพที่ 1.7 ภาพแสดงช่วงอุณหภูมิอุณหภูมิสูงสุดในทางปฏิบัติของสารบัดกรีแต่ละประเภท

ซึ่งในปัจจุบันชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์บางชนิด หรือแม้กระทั่งแผ่นวงจรไฟฟ้าส่วนใหญ่ไม่สามารถทนอุณหภูมิที่สูงระดับนี้ได้ ซึ่งโดยรวมแล้วการเปลี่ยนมาใช้สารบัดกรีไร้สารตะกั่วในปัจจุบันเป็นสิ่งที่สามารถทำได้ หากแต่ในทางปฏิบัติยังจำเป็นต้องมีการปรับโครงสร้างการผลิตหรือวัตถุดิบที่ในการผลิต เพื่อรองรับเทคโนโลยีใหม่ อย่างต่อเนื่อง โดยวัตถุประสงค์ คือ การเลิกใช้สารเคมี ที่มีผลทำลายต่อสิ่งแวดล้อมและชั้นบรรยากาศของโลก

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อหาปัจจัยอุณหภูมิที่เหมาะสมของตัวเรซิ่น ซึ่งใช้ในการผลิตแผ่นวงจรไฟฟ้าเพื่อรองรับเทคโนโลยีในการผลิต โดยการใช้สารทดแทนตะกั่ว ซึ่งส่งผลต่ออุณหภูมิในการประกอบอุปกรณ์ชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ที่สูงขึ้น

1.2.2 เพื่อทำการทดสอบแผ่นวงจรไฟฟ้า หลังจากที่สามารถหาคุณสมบัติที่เหมาะสมของเร่ซิ่นที่พัฒนาแล้วกับกระบวนการประกอบอุปกรณ์ชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์



ภาพที่ 1.8 ภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติของเรซิ่น กับ ความเหมาะสมกับเทคโนโลยี แบบปราศจากตะกั่ว

1.3 ปัญหาที่คาดว่าจะพบของแผ่นวงจรไฟฟ้า

1.3.1 การโก่งงอของแผ่นงานเนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้น

1.3.2 การผ่านขั้นตอนที่มีอุณหภูมิสูง หลายรอบ

1.3.2.1 การแตก หรือเกิดรอยร้าว ตรงตำแหน่งผนังรู ทำให้มีผลต่อการใช้งาน

1.3.2.2 การทนความร้อนของชั้นผิวเคลือบ

1.3.3 การยืด/หด ตัวหลายครั้งของแผ่นวงจรไฟฟ้า อาจทำให้ทองแดงที่เคลือบที่ชั้นผนังรูของแผ่นวงจรไฟฟ้าเสียหายได้

1.4 โรงงานที่เกี่ยวข้องกับการทำวิจัย

1.4.1 โรงงานผลิตแผ่นวงจรไฟฟ้า

ผลิตภัณฑ์ คือ แผ่นวงจรไฟฟ้า สำหรับอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์

DPU

ภาพที่ 1.9 ภาพแสดงโรงงานผลิตแผ่นวงจรไฟฟ้า และผลิตภัณฑ์ คือ แผ่นวงจรไฟฟ้า สำหรับอุปกรณ์อิเลกทรอนิกส์ ณ จังหวัดปทุมธานี

1.4.2 โรงงานประกอบชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์

1.5 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1.5.1 เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมคำนวณเชิงสถิติ

1.5.2 เครื่องให้ความร้อนสำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ (Re-flow Soldering)

1.5.3 เครื่องมือทดสอบทางไฟฟ้า (IST equipment) อุปกรณ์ในห้องทดลอง เช่น Thermomechanical analysis (TMA), Differential Scanning Calorie.

1.5.4 เครื่องมือในการทดสอบเชิงทำลาย (Cross Section Equipment)

1.5.5 เครื่องมือในการวัดอุณหภูมิและบันทึกผลลัพธ์

1.6 ขอบเขตของการวิจัย

1.6.1. เป็นการพัฒนาโดยมุ่งเน้นวัตถุดิบในการผลิตแผ่นวงจรไฟฟ้า คือเรซิ่น โดยมุ่งเน้นที่การศึกษาคุณสมบัติ 2 คุณสมบัติหลักของเรซิ่น และดูผลลัพธ์ คือ จำนวนรอบที่ผ่านการทดสอบทางไฟฟ้า รวมถึงการวิเคราะห์เชิงทำลาย เพื่อทำการยืนยันผลการทดสอบ โดยที่ 2 คุณสมบัติหลักของเรซิ่น ที่ทำการศึกษา คือ

DPU

1.6.1.1 Glass Transition Temperature (Tg) คือ ณ อุณหภูมิที่ทำให้พันธะเคมีของเรซิ่น เริ่มมีการเคลื่อนไหว

1.6.1.2 Decomposition Temperature (Td) คือ ณ อุณหภูมิที่ทำให้พันธะเคมีของเรซิ่น แตกเสียหาย

1.6.2 สร้างและใช้ชิ้นงานทดสอบโดยออกแบบตามมาตรฐาน ในการทดสอบและวัดผลลัพธ์ โดยอ้างอิงมาตรฐานตาม IPC STANDARD

1.6.3 ใช้โปรแกรมเชิงสถิติ เพื่อคำนวณผลลัพธ์ วิเคราะห์ผลการทดสอบ และแสดงนัยสำคัญในแต่ละปัจจัยที่เลือกมาของการออกแบบในเชิงสถิติ เพื่อเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์และสรุปผลต่อไป

1.6.4 เกณฑ์มาตรฐานในการทดสอบ และขั้นตอน อ้างอิงจากมาตรฐานตาม IPC STANDARD โดยการป้อนกระแสตรงไปยังชิ้นงานโดยควบคุมค่ากระแส และให้ความร้อนแก่ชิ้นงานที่อุณหภูมิ 150 +/- 2 ° C เป็นเวลา 3 นาที ที่ค่าผิดพลาด +2, -0 วินาที และปล่อยไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2 นาที ที่ค่าผิดพลาด +2, -0 วินาที โดยทำการตั้งค่าที่เครื่องมือ IST

1.6.5 ผลลัพธ์ ของจำนวนรอบที่ผ่านการทดสอบทางไฟฟ้าได้ในรอบการทดสอบร้อนและเย็นต้องดีขึ้นอย่างน้อย 5% จากเดิม ของคุณสมบัติที่ใช้อยู่ ณ ปัจจุบันที่ ณ อุณหภูมิของเรซิ่น ที่เริ่มมีการเคลื่อนไหว 130 องศาเซลเซียส และ ณ อุณหภูมิของเรซิ่น ที่แตกเสียหายที่ 320 องศาเซลเซียส

1.7 ประโยชน์ของงานวิจัย

1.7.1 สามารถนำเอาคุณสมบัติใหม่ของเรซิ่นที่ผ่านการทดสอบและพัฒนาแล้ว ไปใช้ในกระบวนการผลิตจริงได้ ซึ่งเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป เพื่อศึกษาถึงต้นทุนในการผลิต และการศึกษาคุณสมบัติด้านอื่น ๆ

1.7.2 เพิ่มความเชื่อถือได้ของผลิตภัณฑ์ เช่น เสถียรภาพต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเป็นรอบการทำงาน (ร้อน-เย็น) และยังส่งผลทำให้คุณภาพของชิ้นงานเป็นไปตามทางด้านคุณภาพสู่มาตรฐานสากล เป็นต้น

1.7.3 ประหยัดค่าใช้จ่ายจากการที่ต้องซื้อวัตถุดิบที่มีคุณภาพดีขึ้น โดยไม่มีความจำเป็น และยังเป็นการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาด้าน อื่น ๆ ต่อไป

1.7.4 เป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจ เพื่อนำไปศึกษาเพิ่มเติม ในการปรับปรุง กระบวนการ

ผลิต การหาวัตถุดิบ ที่มีต้นทุนที่เหมาะสม และเหมาะต่อการใช้งานในกระบวนการประกอบชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์

1.7.5 เป็นต้นแบบ หรือแนวทาง ในการค้นคว้าวิจัย เรื่องของการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม กับ สารเคมีที่เกี่ยวข้อง และเปรียบเทียบ ในแง่ของต้นทุนการผลิต และการใช้พลังงานในการทำงาน

DPU

2400