บทที่ 5
สรุปผลการศึกษาวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 ข้อสรุปขั้นต้นจากการทดสอบโดยขบวนการจริง (Soldering Re-flow) และการทดสอบโดยการผ่านการทดสอบทางไฟฟ้า

5.1.1 จากการทดสอบและผลการทดลองดังภาพที่ 30 กลุ่มงานที่มีค่าการควบคุมอุณหภูมิ ที่คุณสมบัติของเร่ซิ่น เริ่มมีการแตกเสียหาย (Td) = 350 องศาเซลเซียส คือกลุ่มที่ 3 จะมีค่าเปอร์เซ็นต์ค่าที่ผ่านการทดสอบดีที่สุด คือ 100%

5.1.2 กลุ่มที่ 1 : FR-226 (Tg : 140 องศาเซลเซียส, Td : 320 องศาเซลเซียส), FR370 (Tg : 175 องศาเซลเซียส, Td : 310 องศาเซลเซียส)

ที่ ณ อุณหภูมิการทดสอบ 220 องศาเซลเซียส ผ่าน 100%

ที่ ณ อุณหภูมิการทดสอบ 240 องศาเซลเซียส ผ่าน 50% โดยเฉลี่ย

ที่ ณ อุณหภูมิการทดสอบ 260 องศาเซลเซียส ผ่าน 0% โดยเฉลี่ย

กลุ่มที่ 2 : HF-541 (Tg : 145 องศาเซลเซียส, Td : 340 องศาเซลเซียส), HF-571 (Tg : 160 องศาเซลเซียส, Td : 340 องศาเซลเซียส)

ที่ ณ อุณหภูมิการทดสอบ 220 องศาเซลเซียส ผ่าน 100%

ที่ ณ อุณหภูมิการทดสอบ 240 องศาเซลเซียส ผ่าน 100% โดยเฉลี่ย

ที่ ณ อุณหภูมิการทดสอบ 260 องศาเซลเซียส ผ่าน 0% โดยเฉลี่ย

กลุ่มที่ 3 : 226Turbo (Tg : 140 องศาเซลเซียส, Td : 350 องศาเซลเซียส), 370Turbo (Tg : 175 องศาเซลเซียส, Td : 350 องศาเซลเซียส) และ 370HR (Tg : 175 องศาเซลเซียส, Td : 350 องศาเซลเซียส)

ที่ ณ อุณหภูมิการทดสอบ 220 องศาเซลเซียส ผ่าน 100%

ที่ ณ อุณหภูมิการทดสอบ 240 องศาเซลเซียส ผ่าน 100% โดยเฉลี่ย

ที่ ณ อุณหภูมิการทดสอบ 260 องศาเซลเซียส ผ่าน 100% โดยเฉลี่ย

ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงค่าเปอร์เซ็นต์จำนวนการผ่านการทดสอบทางไฟฟ้าโดยเฉลี่ย

	อุณหภูมิที่ใช้ในการประกอบชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ (องศาเซลเซียส)		
	220	240	260
คุณสมบัติของแผ่นงาน ณ กลุ่มที่ 1	100%	50%	0%
คุณสมบัติของแผ่นงาน ณ กลุ่มที่ 2	100%	100%	0%
คุณสมบัติของแผ่นงาน ณ กลุ่มที่ 3	100%	100%	100%

การปรับค่าอุณหภูมิที่คุณสมบัติของเร่ซิ่น ที่เริ่มมีการเปลี่ยนแปลง (Tg) ไม่มีผลทำให้ความคงทนของชิ้นงาน ณ อุณหภูมิที่ทำการผลิตสูงขึ้น แต่การปรับค่า ณ อุณหภูมิที่พันธะทางเคมีของเร่ซิ่นเกิดการแตกเสียหาย (Td) มีผลต่อความคงทนต่ออุณหภูมิในการประกอบชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ของชิ้นงาน ณ อุณหภูมิที่ทำการผลิตสูงขึ้น

จากผลการทดสอบดังกล่าว แสดงถึงแนวทางในการพัฒนาและการปรับปรุงคุณสมบัติเร่ซิ่นซึ่งเป็นวัตถุดิบสำคัญ ในการผลิตแผ่นวงจรไฟฟ้า เพื่อให้มีความคงทน ต่อการการผลิตที่อุณหภูมิที่สูงขึ้นในการประกอบชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ และมีคุณภาพ ความเชื่อมั่นมากกว่าเดิมเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดโลก และการดูแลอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม จากการใช้สารเคมีหรือโลหะที่มีผลต่อสภาพแวดล้อม

ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลทำให้ค่าความคงทน และคุณภาพของแผ่นวงจรไฟฟ้าต่ออุณหภูมิที่ใช้ในการประกอบชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์สูงขึ้นจากเดิมอยู่ที่ประมาณ 210-235 องศาเซลเซียส เป็น 240-260 องศาเซลเซียสในการผลิต คือ ณ อุณหภูมิที่พันธะทางเคมีของเรซิ่นเกิดการแตกเสียหาย (Td) ที่ 350 องศาเซลเซียส จากค่าเปอร์เซ็นต์จำนวนการผ่านการทดสอบทางไฟฟ้า ดังแสดงในตารางที่ 5.1 ในกลุ่มของวัตถุดิบกลุ่มที่ 3 ซึ่งสามารถทนต่ออุณหภูมิที่ใช้ในการประกอบชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์สูงขึ้นถึง 260 องศาเซลเซียส และสามารถทำงานที่อุณหภูมิที่ใช้ในการประกอบชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ได้ถึง 3 รอบการทำงาน โดยที่ยังคงมีระดับคุณภาพดังเดิม แต่ในขณะที่ ณ อุณหภูมิที่พันธะทางเคมีของเรซิ่น เริ่มมีการเคลื่อนไหว (Tg) จะไม่ส่งผลต่อค่าความคงทน และคุณภาพของแผ่นวงจรไฟฟ้าเลย ต่ออุณหภูมิที่ใช้ในการประกอบชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์สูงขึ้นจากเดิม จากค่าเปอร์เซ็นต์จำนวนการผ่านการทดสอบทางไฟฟ้า ดังแสดงในตารางที่ 5.1 ในกลุ่ม

ของวัตถุดิบกลุ่มที่ 1 ซึ่งการปรับค่าคุณสมบัติของอุณหภูมิดังกล่าว มีผลการต้นทุนในการผลิต ไม่มากก็น้อย ซึ่งควรต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม ในการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด และต้นทุนการผลิต ต่ำที่สุด หรือทำการศึกษาเพิ่มเติมคุณสมบัติด้านอื่นๆ ของวัตถุดิบ รวมถึงการศึกษาการใช้วัตถุดิบทดแทนสารตะกั่ว ที่มีการใช้อุณหภูมิที่ต่ำลง เพราะต้องคำนึงถึงการใช้พลังงานด้วย เพราะอุณหภูมิที่สูงขึ้นย่อมหมายถึงการใช้พลังงานที่สูงขึ้นเช่นกัน ซึ่งเป็นปัจจัยที่ทั่วโลกกำลังทำการศึกษาวิจัย การหาพลังงานทดแทน และแนวทางในการประหยัดพลังงาน

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

5.2.1 ควรทำการศึกษาเพิ่มเติม คุณสมบัติด้านอื่น ๆ ของเรซิ่น ที่สามารถทำให้ความคงทนต่ออุณหภูมิการใช้ในการประกอบชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ที่สูงขึ้น โดยศึกษาผลของต้นทุนของวัตถุดิบที่ในการผลิต

5.2.2 ควรทำการทดสอบหาจุดที่เหมาะสมของอุณหภูมิที่พันธะทางเคมีของเรซิ่นที่เกิดการแตกเสียหาย (Td) เพราะจากผลการทดสอบสามารถสรุปข้างต้นได้ว่า ณ อุณหภูมิของพันธะทางเคมี ที่แตกเสียหายที่ 350 องศาเซลเซียส เป็นค่าที่ผ่านการทดสอบ แต่ก็ทำให้ต้นทุน ค่าใช้จ่าย ในการผลิตของวัตถุดิบสูงขึ้นเช่นกัน

5.2.3 ควรทำการศึกษาเพิ่มเติม ในแง่การใช้พลังงาน โดยเปรียบเทียบ เพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิง ถึงข้อดีและข้อเสีย และอัตราการใช้พลังงาน เพราะนอกเหนือจากการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมแล้ว พลังงานก็มีส่วนสำคัญเช่นเดียวกัน

5.2.4 ศึกษาความเป็นไปได้ ในการปรับปรุงสารทดแทนสารตะกั่ว โดยที่อุณหภูมิการประกอบอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ ไม่สูงขึ้น แต่มีระดับคุณภาพ เช่นเดียวกันเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน