บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากข้อบังคับเกี่ยวกับการใช้สารอันตรายในสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ หรือ Restriction on Hazardous Substances (RoHS) ที่กำหนดโดยคณะกรรมาธิการยุโรปหรืออีซี (EC-European Commission) ทำให้มีการนำโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วมาใช้แทนโลหะบัดกรีที่มีส่วนผสมของตะกั่วและดีบุก [1] แต่อย่างไรก็ตามเมื่อนำโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วมาบัดกรีกับทองแดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างทองแดงและดีบุกจะทำให้เกิดเป็นชั้นสารประกอบเชิงโลหะ (Intermetallic compounds) [2-4] โดยส่งผลต่อความน่าเชื่อถือของรอยบัดกรีที่ลดลงเมื่อนำไปใช้งาน [5] เนื่องจากมอดูลัสความยืดหยุ่นหรือยังมอดูลัสของชั้นสารประกอบเชิงโลหะมีค่าลดลงจากการเพิ่มความหนาของชั้นสารประกอบเชิงโลหะ โดยสารประกอบเชิงโลหะที่เกิดขึ้นระหว่างทองแดงและโลหะบัดกรีมีความหนาเพิ่มขึ้นก็จะมีความแข็งแรงลดลง [6] จึงต้องมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของชั้นสารประกอบเชิงโลหะระหว่างโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วกับแผ่นรองทองแดง โดยศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิและเวลาบัดกรีที่มีต่อความหนาของชั้นสารประกอบเชิงโลหะที่เกิดขึ้นในการบัดกรีด้วยโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่ว โดยนำความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของชั้นสารประกอบเชิงโลหะกับอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการบัดกรีด้วยวิธีการจุ่ม มาสร้างเป็นสมการมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความถดถอย และนำมาสร้างสมการพยากรณ์ความหนาของชั้นสารประกอบเชิงโลหะจากอุณหภูมิที่ใช้ในการบัดกรี

รอยต่อบัดกรีจากการบัดกรีจะเกิดเป็นชั้นสารประกอบเชิงโลหะที่เกิดขึ้นจากการทำปฏิกิริยาของโลหะพื้นที่ใช้ในการบัดกรีและโลหะบัดกรี ความหนาที่เกิดขึ้นของชั้นสารประกอบเชิงโลหะจากการบัดกรีจะส่งผลโดยตรงต่อความแข็งแรงของรอยเชื่อม ซึ่งมีปัจจัยของความหนาของชั้นสารประกอบเชิงโลหะที่สำคัญ คือ อุณหภูมิและเวลาของการบัดกรี จะส่งผลให้ความหนาของชั้นสารประกอบเชิงโลหะของแต่ละอุณหภูมิและเวลามีความหนาไม่เท่ากัน ส่งผลให้การเกิดเฟสของชั้นสารประกอบเชิงโลหะอาจจะแตกต่างกันและส่งผลต่อความแข็งแรงของรอยเชื่อม

ในโครงการวิจัยนี้จะทำการศึกษาการเกิดสารประกอบเชิงโลหะในการบัดกรีแผ่นรองทองแดงด้วยโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่ว Sn-58Bi ที่บัดกรีด้วยอุณหภูมิและเวลาต่างๆ ซึ่งโลหะบัดกรี Sn-58Bi เป็นโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วชนิดหนึ่งที่มีจุดหลอมเหลวต่ำ โดยมีจุดหลอมเหลวประมาณ 139 °C จึงมีโอกาสสร้างความเสียหายเนื่องจากความร้อนจากการบัดกรีให้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้น้อย สามารถใช้งานกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่สามารถทนต่อความร้อนสูงในการบัดกรีโดยทั่วไปได้ และโลหะบัดกรีชนิดนี้มีความสามารถในการเชื่อมประสานที่ค่อนข้างดี และในโครงการวิจัยนี้จะทำการสร้างสมการทางคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple regression analysis) เพื่ออธิบาย

ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของชั้นสารประกอบเชิงโลหะกับอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการบัดกรี รวมทั้งจะทำการศึกษาโครงสร้างจุลภาคของรอยบัดกรีที่ผ่านการบัดกรีที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆด้วย ซึ่งผลจากงานวิจัยนี้จะเป็นองค์ความรู้ที่สำคัญทางด้านโลหะวิทยาของการบัดกรี

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการบัดกรีที่มีต่อความหนาของชั้นสารประกอบเชิงโลหะที่เกิดขึ้นระหว่างโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่ว Sn-58Bi กับแผ่นรองทองแดง
2) เพื่อสร้างสมการทางคณิตศาสตร์อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของชั้นสารประกอบเชิงโลหะที่เกิดขึ้นกับอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการบัดกรีโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่ว Sn-58Bi กับแผ่นรองทองแดง
3) เพื่อศึกษาโครงสร้างจุลภาคของรอยบัดกรีที่เกิดขึ้นระหว่างโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่ว Sn-58Bi กับแผ่นรองทองแดงที่ผ่านการบัดกรีที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ในโครงการวิจัยนี้จะทำการศึกษาเฉพาะโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่ว Sn-58Bi และใช้แผ่นรองทองแดงความบริสุทธิ์ 99.99% เป็นโลหะพื้นสำหรับการบัดกรี และศึกษาเฉพาะการบัดกรีแบบจุ่มที่อุณหภูมิ 170, 190 และ 210 °C และใช้เวลาบัดกรี 5, 15 และ 25 วินาที ตามข้อแนะนำ Test Procedures for Developing Solder Data ของ National Institute of Standards and Technology ประเทศสหรัฐอเมริกา

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

สำหรับในโครงการวิจัยนี้ ขั้นแรกของการศึกษาจะใช้การทดลองเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการบัดกรีกับการเกิดขึ้นของชั้นสารประกอบเชิงโลหะ ซึ่งโลหะบัดกรีไร้สารตะกั่ว Sn-58Bi จะถูกหลอมในเบ้าหลอมกราไฟท์ที่อุณหภูมิที่กำหนด คือ 170, 190 และ 210 °C และใช้เวลาบัดกรี 5, 15 และ 25 วินาที ด้วยวิธีการจุ่มแผ่นรองทองแดงลงไป (Dip soldering) ตามข้อแนะนำ Test Procedures for Developing Solder Data ของ National Institute of Standards and Technology ประเทศสหรัฐอเมริกา จากนั้นจึงนำรอยบัดกรีที่ได้จากการบัดกรีที่เงื่อนไขต่างๆไปตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคและวัดความหนาของชั้นสารประกอบเชิงโลหะที่เกิดขึ้น การตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของพิวเตอร์จะใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope: SEM) และ Energy dispersive spectroscopy (EDS) ส่วนการวัดความหนาของชั้นสารประกอบเชิงโลหะจะใช้ซอฟท์แวร์ Image-Pro Express ช่วยในการวัด สำหรับในขั้นตอนต่อไปของโครงการวิจัยนี้จะใช้ข้อมูลที่ได้จากการทดลองในช่วงแรกมาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของชั้นสารประกอบเชิงโลหะกับอุณหภูมิและเวลาในการบัดกรี และทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นด้วยการนำผลการ

ทำนายด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดลอง (ในส่วนผสมใหม่ที่ไม่เคยใช้ในการสร้างแบบจำลอง แต่เป็นส่วนผสมที่ยังอยู่ในช่วงของส่วนผสมที่ได้กำหนดไว้) ในการทำโครงการวิจัยนี้จะใช้อุปกรณ์และสถานที่ของสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ยกเว้นการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของสารประกอบเชิงโลหะด้วย SEM และ EDS จะทำที่หน่วยงานภายนอกที่มีเครื่องมือดังกล่าวช่วยในการตรวจสอบ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการวิจัยที่ได้คาดว่าสามารถตีพิมพ์เผยแพร่เป็นบทความฉบับเต็ม (Full paper) ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติที่อยู่ในระบบฐานข้อมูลของ ISI หรือ SJR ได้ รวมทั้งผลการวิจัยที่ได้จะเป็นองค์ความรู้ที่สำคัญทางด้านการบัดกรีโดยใช้โลหะบัดกรีไร้สารตะกั่วและโลหะวิทยาของการบัดกรี และเป็นองค์ความรู้ที่ภาคอุตสาหกรรมสามารถนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ได้