

บทที่ 5

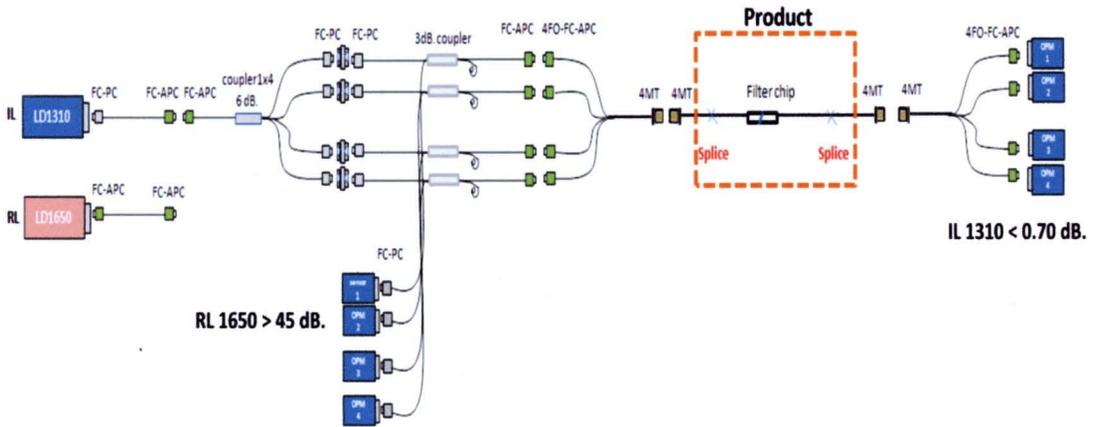
สรุปผลงานวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลงานวิจัย

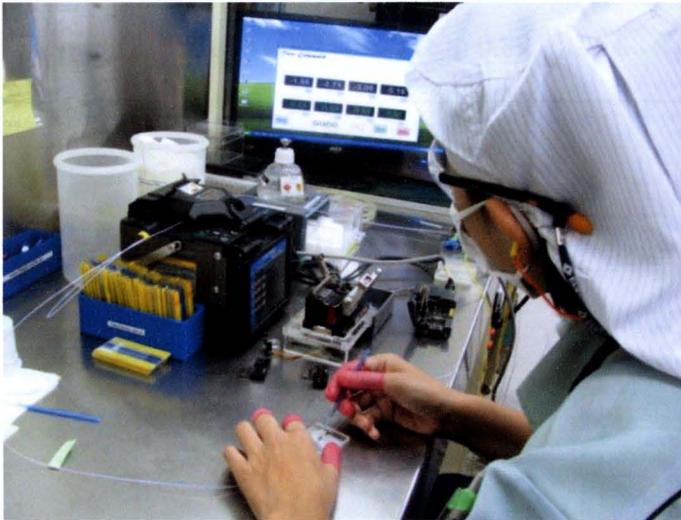
อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์นับได้ว่าเป็นอุตสาหกรรมหลักของประเทศไทย โดยในแต่ละปีปริมาณการผลิต และส่งออกอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ นับได้ว่ามีปริมาณที่สูงขึ้น และมีการแยกประเภทการผลิตออกไปได้หลายรูปแบบ และทุกๆ รูปแบบนั้นจำเป็นต้องใช้วัตถุดิบในการผลิตจำนวนมาก ซึ่งถ้าได้มีการประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลองในกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมนี้ย่อมจะส่งผลดีให้กับประเทศอย่างมาก ทั้งในด้านการลดมลภาวะจากการผลิตของเสียในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ทั้งการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต เพื่อให้ได้มีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่ามากขึ้น งานวิจัยนี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงกระบวนการประกอบฟิลเตอร์เชื่อมกับใยแก้วนำแสงในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีการทดลองประยุกต์ใช้ความรู้การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment) ทั้งการออกแบบการทดลองแบบฟูลแฟกทอเรียล (Full Factorial Design) เพื่อทำการคัดกรองปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการประกอบฟิลเตอร์เชื่อมกับใยแก้วนำแสง โดยการออกแบบการ เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการหาค่าการสูญเสียของแสงเมื่อสะท้อนกลับโดยสมการ Quadratic จากการวิเคราะห์หาค่าที่เหมาะสมที่สุดด้วยสมการถดถอย (Regression Analysis) ของค่าการสูญเสียของแสงเมื่อสะท้อนกลับในการประกอบฟิลเตอร์เชื่อมกับใยแก้วนำแสง จากการออกแบบการทดลองแบบฟูลแฟกทอเรียล (Full Factorial Design) ซึ่งกำหนดให้ผลตอบของการทดลองคือ ค่าการสูญเสียของแสงเมื่อสะท้อนกลับ (Return Loss) ช่วงความยาวคลื่น 1650 nm พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อค่าผลตอบมี 2 ปัจจัยคือ ความลึกจากการตัด (Depth) และการปรับตำแหน่งฟิลเตอร์ (Filter Adjust) โดยทำการควบคุมพนักงานที่ทำการประกอบฟิลเตอร์เชื่อมกับใยแก้วนำแสงเป็นคนเดิม เครื่องเชื่อมใยแก้วนำแสง Fujikura FS-50 เครื่องเดิม ระบบเครื่องมือวัดเครื่องเดิม และวัสดุที่นำมาทำการประกอบฟิลเตอร์เชื่อมกับใยแก้วนำแสงมาจากล็อตเดียวกัน และอุณหภูมิการอบระหว่างการสอดแผ่นฟิลเตอร์ครั้งที่ 80 ± 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

เมื่อคัดกรองปัจจัยที่มีผลต่อค่าการสูญเสียของแสงเมื่อสะท้อนกลับของการประกอบฟิลเตอร์เชื่อมกับใยแก้วนำแสงได้ปัจจัยที่มีผลต่อค่าการสูญเสียของแสงเมื่อสะท้อนกลับ คือความลึก (Depth) และการปรับตำแหน่งฟิลเตอร์ หลังจากนั้นหาสภาวะที่เหมาะสมในการประกอบฟิลเตอร์เชื่อมกับใยแก้วนำแสง โดยวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยแบบสมการถดถอย (Regression Model) และวิเคราะห์ผลของการทดลองด้วยวิธีการหาค่าที่เหมาะสมจากสมการถดถอย (Regression Analysis) ได้ค่าของปัจจัยที่เหมาะสมมาปรับปรุงกระบวนการประกอบฟิลเตอร์เชื่อมกับใยแก้วนำแสงดังนี้

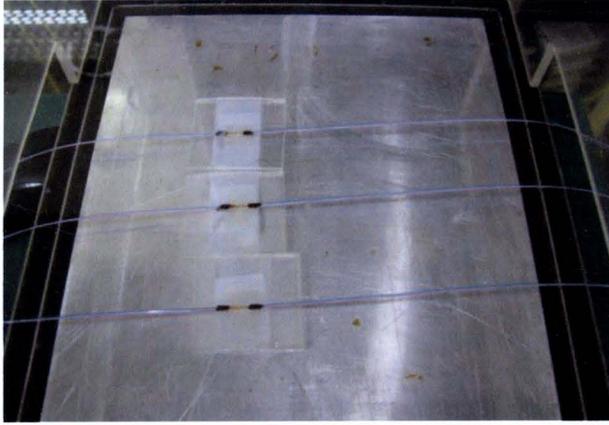
1. ทำการปรับปรุงค่าการสูญเสียของแสงเมื่อสะท้อนกลับ ในช่วงความยาวคลื่น 1650 nm โดยตั้งค่าบนเครื่องตัด (Micro Slicer Machine) ตั้งค่าความลึก (Depth) 350 μm ความเร็วรอบในการตัด (Spindle) 20000 rpm อัตราการป้อนของแกน Z (Z-Feed) 1.1 mm/min และมีการปรับตำแหน่งฟิลเตอร์ (Filter Adjust) ได้ค่าที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้ค่าการสูญเสียของแสงเมื่อสะท้อนกลับที่ความยาวคลื่น 1650 nm หลังจากการทดสอบพบว่า การวิเคราะห์ค่าที่เหมาะสมที่สุดของค่าการสูญเสียของแสงในช่วงความยาวคลื่น 1650 nm ที่ 47.81 dB หลังจากมีปรับตำแหน่งตำแหน่งฟิลเตอร์ (Filter Adjust) และค่าความลึกของการตัด (Depth of Cut) 350 μm ความเร็วรอบของเครื่องตัด Micro Slicer (Spindle) 20000 rpm อัตราการป้อนของแกน Z (Z-Feed) 1.1 mm/min ดังนั้นผู้ทำการวิจัยได้ทำระบบการควบคุมค่าการสูญเสียของแสงเมื่อสะท้อนกลับจากการประกอบฟิลเตอร์เชื่อมกับใยแก้วนำแสงดังรูปที่ 5.1 โดยทำการปรับค่าการสูญเสียของแสงเมื่อสะท้อนกลับได้ตามที่เหมาะสมที่สุด 47.81 ดังรูปที่ 5.2 หลังจากนั้นทำการอบกาวเชื่อมฟิลเตอร์กับใยแก้วนำแสงเพื่อให้กาวยึดฟิลเตอร์ไม่ให้เคลื่อนที่ดังรูปที่ 5.3 จำเป็นต้องให้ชิ้นงานค้างในระบบการวัดระหว่างการปรับตำแหน่งฟิลเตอร์ 20 นาทีที่อุณหภูมิ $80 \pm 5^{\circ}\text{C}$ บนเตาอบจนมั่นใจว่าค่าการสูญเสียของแสงเมื่อสะท้อนกลับไม่เปลี่ยนแปลง หลังจากนั้นทำการอบต่อในตู้อบ 3 ชั่วโมง บางครั้งหลังจากนำไปอบในเตาอบแล้วชิ้นงานบางชิ้นค่าการสูญเสียของแสงเมื่อสะท้อนกลับเปลี่ยนแปลงคลาดเคลื่อนได้เนื่องจากแผ่นฟิลเตอร์จะค่อยๆ ถูกยึดให้อยู่กับที่ ในระหว่างนั้นฟิลเตอร์สามารถเคลื่อนไปมาได้ จึงอาจทำให้ค่าการสูญเสียของแสงสะท้อนกลับ (RL) ยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในระดับที่ยอมรับได้



รูปที่ 5.1 ระบบการวัดค่าการสูญเสียของแสงเมื่อสะท้อนกลับขณะการสอดฟิลเตอร์เชื่อมกับแท่งแก้ว

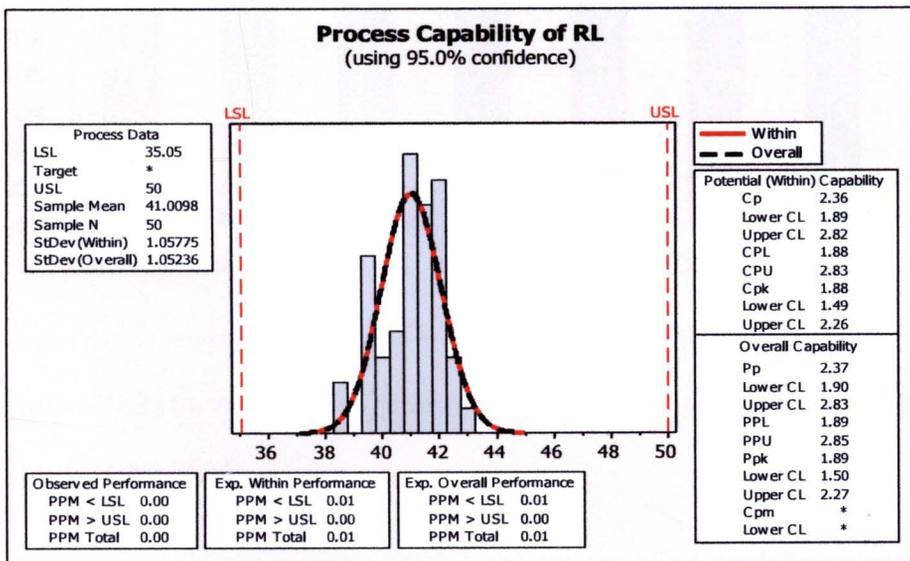


รูปที่ 5.2 การปรับค่าการสูญเสียของแสงเมื่อสะท้อนกลับให้ได้ตามค่าที่ควบคุมขณะสอดฟิลเตอร์เชื่อมกับแท่งแก้ว



รูปที่ 5.3 การอบการ Epo-Tek301-2ND บนเดาอบ

2. หลังจากทำการปรับปรุงมีปรับตำแหน่งตำแหน่งฟิลเตอร์ (Filter Adjust) ค่าความลึกของการตัด (Depth of Cut) $350 \mu\text{m}$ ความเร็วรอบของเครื่องตัด Micro Slicer (Spindle) 20000 rpm อัตราการป้อนของแกน Z (Z-Feed) 1.1 mm/min ได้ค่าการสูญเสียของแสงเมื่อสะท้อนกลับที่ความยาวคลื่น 1650 nm มีค่าที่เหมาะสมที่สุด และค่าความสามารถของกระบวนการประกอบฟิลเตอร์เชื่อมกับใยแก้วนำแสง (Cpk) เพิ่มขึ้นจาก 0.89 เป็น 1.88 ดังรูปที่ 5.4



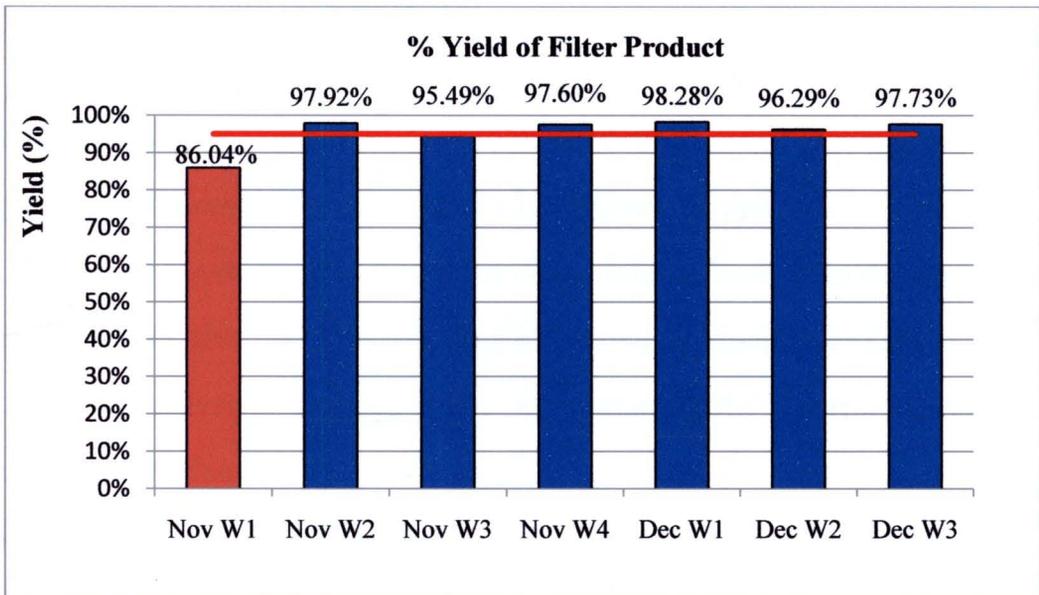
รูปที่ 5.4 ความสามารถของกระบวนการประกอบฟิลเตอร์เชื่อมกับใยแก้วนำแสง (Cp)

หลังการปรับปรุง

จากการนำปัจจัยที่ได้ปรับปรุงทั้ง 4 คำนำไปปรับค่าความลึก (Depth) 350 μm ความเร็วในการตัด (Spindle) 20000 rpm อัตราการป้อนของแกน Z (Z-Feed) 1.1 mm/min และมีการปรับตำแหน่งฟิลเตอร์ ทำการประกอบฟิลเตอร์เชื่อมกับใยแก้วนำแสง จากการทดลองเป็นเวลา 2 เดือนทำให้ผลผลิตสุทธิที่ได้จากกระบวนการประกอบฟิลเตอร์เชื่อมกับใยแก้วนำแสง (Yield) เพิ่มขึ้นจาก 86.04% เป็น 97.73% ดังตารางที่ 5-1 และรูปที่ 5.5

ตาราง 5-1 แสดง Yield ของกระบวนการประกอบฟิลเตอร์เชื่อมกับใยแก้วนำแสงเวลา 2 เดือน (พฤศจิกายน-ธันวาคม 2554)

Weekly	Nov W1	Nov W2	Nov W3	Nov W4	Dec W1	Dec W2	Dec W3
Total Yield	86.04%	97.92%	95.49%	97.60%	98.28%	96.29%	97.73%
Target	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%	95.00%



รูปที่ 5.5 แสดง Yield ของกระบวนการประกอบฟิลเตอร์เชื่อมกับใยแก้วนำแสงเวลา 2 เดือน (พฤศจิกายน-ธันวาคม 2554)

5.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัย

1. ในกระบวนการประกอบฟิลเตอร์เชื่อมกับใยแก้วนำแสงด้วยเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ต้องปรับตำแหน่งฟิลเตอร์ให้ได้ค่าการสูญเสียของแสงเมื่อสะท้อนกลับให้ได้ค่าที่เหมาะสมที่สุด ในช่วงความยาวคลื่น 1650 nm ก่อนทำการอบกาว Epo-Tek301-2ND ซึ่งต้องทำการควบคุมค่าการสูญเสียของแสงเมื่อสะท้อนกลับให้ได้ค่าที่ดีที่สุด ต้องเสียเวลาในการปรับตำแหน่งฟิลเตอร์นาน เพื่อให้ได้ค่าการสูญเสียของแสงเมื่อสะท้อนกลับที่ดีที่สุด ทำให้มีชิ้นงานรอในกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมากเมื่อเทียบกับไม่มีการปรับค่าการสูญเสียของแสงเมื่อสะท้อนกลับก่อนการอบกาว Epo-Tek301-2ND จึงทำให้จำนวนการผลิตลดลง และเวลาในการรอคอยของชิ้นงานใช้เวลาสูงขึ้น แต่ทำให้ของเสียในกระบวนการผลิตลดลง กาว Epo-Tek301-2ND ต้องใช้เวลาในการอบนาน เป็นปัจจัยที่สามารถเปลี่ยนเป็นกาวชนิดอื่นได้ อาจเป็นแนวทางแก่ผู้อื่นที่สนใจทำการวิจัยต่อไป เพื่อลดเวลาในการรอคอยของชิ้นงาน

2. ในการเชื่อมใยแก้วนำแสงด้วยเครื่องเชื่อมไฟฟ้า เป็นการเชื่อมด้วยพนักงานทำงาน ดังนั้นความผันแปรอาจจะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนคนเชื่อมใยแก้วนำแสง แต่จากการทดลองผู้ทำการวิจัยได้กำหนดให้เป็นพนักงานคนเดิม ไม่ได้เปลี่ยนพนักงานคนใหม่

3. ในการเพิ่ม Yield ของการประกอบฟิลเตอร์เชื่อมกับใยแก้วนำแสงให้ได้ 100% นั้นยังจำเป็นต้องมีการปรับปรุงต่อไปอย่างต่อเนื่องเพื่อให้กระบวนการเชื่อมมีประสิทธิภาพมากขึ้น

4. การประยุกต์ใช้ความรู้การออกแบบการทดลอง (DOE) ทั้งการออกแบบการทดลองแบบฟูลแฟกทอเรียล (Full Factorial Design) และการหาปัจจัยที่เหมาะสม (Parameter) ของค่าการสูญเสียของแสงเมื่อสะท้อนกลับในการประกอบฟิลเตอร์เชื่อมกับใยแก้วนำแสง และการวิเคราะห์ผลด้วยสมการถดถอย (Regression Analysis) จำเป็นอย่างยิ่งสำหรับวิศวกรที่ต้องการปรับค่าต่างๆ ให้เหมาะสมต่อเครื่องจักรในอุตสาหกรรมปัจจุบัน และทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง