



การศึกษาวิธีการส่องสว่างเหมาะสมสำหรับการตรวจวัดปริมาตรตะกั่วบนแผ่นวงจรพิมพ์ที่นำมาประกอบกัน

Study of Suitable Illumination Techniques for Solder Dot Volume Measurement on Printed Circuit Card Assembly

จิรวรรณ โสภารจารย์¹, เกริกชัยทองหนู²และ มนตรี กาญจนเดชะ³

Jerawat Sopajarn¹, Kerkchai Thongnoo² and Montri Karnjanadecha³

¹ นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

² รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

³ รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

* Corresponding author, e-mail: sjerawat@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิธีการส่องสว่างที่เหมาะสมสำหรับการตรวจวัดปริมาตรตะกั่วบนแผ่นวงจรพิมพ์ที่นำมาประกอบกัน (Printed Circuit Card Assembly: PCCA) ด้วยวิธีการประมวลผลภาพ ชุดภาพของตะกั่วบนแผ่นวงจรพิมพ์ที่ได้จากการควบคุมพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดภาพ เช่น แหล่งกำเนิดแสงและระยะโฟกัส ถูกนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์และคำนวณหาปริมาตรของตะกั่ว จากผลการศึกษาพบว่าแหล่งกำเนิดแสงแบบ Dark field เมื่อมีตัวช่วยสะท้อนแสงมีความเหมาะสมมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งกำเนิดแสงแบบ Bright field แบบ Dome และแบบ Dark filed เมื่อไม่มีตัวช่วยสะท้อนแสง โดยปริมาตรตะกั่วที่วัดได้เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนจะมีความถูกต้องถึง 44% ก่อนการชดเชยค่าความผิดพลาดทางด้านการประมวลผลภาพ และเพิ่มเป็น 70% หลังการชดเชยค่าความผิดพลาด ที่ความเข้มแสงที่เหมาะสมเทียบกับวิธีการวัดโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

ABSTRACT

This research is the study of the suitable illumination Techniques for solder dot volume measurement on printed circuit card assembly (PCCA). The measurement was based on image processing techniques. The solder images were captured from several controlled conditions, such as light conditions, and focus positions. These captured images were then analyzed based on the relationship of the captured images, and the solder dots volume was finally calculated. It is found that the dark field light source with the reflector is the most suitable light source when it was compared to the dome bright field light source and the dark field light source without the reflector. The measured volume was then compared to the volume measured using a scanning electron microscope. Without

the image processing correction, the accuracy of the measured solder volume was about 44%. However, with the image processing correction at the suitable light intensity, the accuracy was increased up to 70%.

คำสำคัญ : การประมวลผลภาพ, การตรวจสอบปริมาตรตะกั่ว, แผ่นวงจรพิมพ์ที่นำมาประกอบกัน

Keywords : Image processing, solder volume inspection, Printed Circuit Card Assembly

1. บทนำ

วงจรอิเล็กทรอนิกส์ประกอบด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เชื่อมโยงถึงกันโดยวัสดุประเภทตัวนำไฟฟ้า การเชื่อมต่อระหว่างตัวนำและอุปกรณ์ใช้วัสดุตัวนำที่มีจุดหลอมเหลวต่ำเป็นตัวเชื่อมประสาน ปัจจุบันตะกั่วเป็นวัสดุเชื่อมประสานที่นิยมใช้มากที่สุด ในอุตสาหกรรมเนื่องจากมีราคาถูกและมีจุดหลอมเหลวต่ำเมื่อเทียบกับวัสดุเชื่อมประสานตัวอื่น อย่างไรก็ตามเนื่องจากตะกั่วเป็นวัสดุที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมการใช้ตะกั่วในปริมาณที่มากเกินไปจะทำให้เกิดการลัดวงจร การใช้ตะกั่วที่น้อยเกินไปจะทำให้การเชื่อมต่อวงจรไม่สมบูรณ์ทำให้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ไม่ทำงานหรือทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีวิธีการตรวจสอบปริมาตรตะกั่วบนแผ่นวงจรพิมพ์ (1,2,3) ให้มีความเหมาะสม เพื่อป้องกันการขาดของวงจร หรือการลัดวงจร และยังสามารถควบคุมคุณภาพของแผ่นวงจรให้ได้ตามมาตรฐานทางด้านสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

ในการหาปริมาตรของตะกั่วสามารถทำได้โดยการส่องกราดด้วยลำแสงเลเซอร์ทั่วทั้งบริเวณจุดเชื่อมต่อที่เป็นตะกั่วแล้วทำการสร้างรูปแบบจำลอง 3 มิติจากความสูงของแต่ละจุดที่วัดได้ปัจจุบันเครื่องมือที่ใช้เทคนิคดังกล่าวมีราคาสูงและทำงานได้ช้า (4) ได้ศึกษาการสร้างภาพ 3 มิติของรอยเชื่อมตะกั่วโดยทำการถ่ายภาพจากกล้องที่ความเข้มแสงต่างกันทำให้ได้พื้นที่ของวัตถุที่ความสูงต่างกันแล้ววิเคราะห์โดยใช้ข่ายประสาทเทียม วิธีการดังกล่าวสามารถสร้างแบบจำลอง 3 มิติของจุดบัดกรี ซึ่งมีความถูกต้องถึงร้อยละ 90 (5,6) ศึกษาการตรวจสอบรอยเชื่อมของตะกั่วแบบอัตโนมัติโดยการจัดทิศทางของแสงรวมทั้งตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสงที่มีผลต่อการสร้างภาพ 3 มิติ (7) พัฒนาเทคนิคในการ

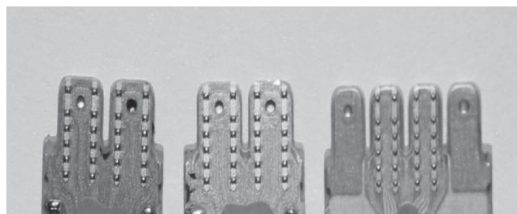
เพิ่มความแม่นยำในการปริมาตรของตะกั่วโดยการเลื่อนระยะในการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ (8) ศึกษาการการหาตำแหน่งและปริมาตรของวัตถุ 3 มิติโดยใช้กล้องถ่ายภาพ 2 ตัว ตำแหน่งและปริมาตรหาได้จากภาพเสมือนของวัตถุที่สร้างขึ้น

งานวิจัยนี้ศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการหาปริมาตรตะกั่วบัดกรีด้วยวิธีการเชิงแสง โดยมุ่งเน้นการศึกษาการส่องสว่างที่เหมาะสมสำหรับการตรวจวัดปริมาตรตะกั่วบนแผ่นวงจรพิมพ์ที่นำมาประกอบกัน ระบบทำการควบคุมความเข้มแสงให้มีความเหมาะสมและทำการบันทึกภาพที่โฟกัสต่างๆ กัน ภาพที่ได้ถูกประมวลผลโดยใช้ทฤษฎีทางด้านการประมวลผลภาพเพื่อทำการหาขอบภาพและพื้นที่ซึ่งได้จากการบันทึกภาพในแต่ละโฟกัส หลังจากนั้นเป็นการสร้างภาพจำลองวัตถุเป็น 3 มิติและเป็นการคำนวณหาปริมาตรรวมของตะกั่ว

2. วิธีวิจัย

2.1 แผ่นวงจรพิมพ์ที่นำมาประกอบกัน

เพื่อศึกษาการหาปริมาตรตะกั่วบนแผ่นวงจรพิมพ์ซึ่งนำมาประกอบกันดังรูปที่ 1 แสดงให้ลักษณะของก้อนตะกั่วบนแผ่น flip chips ซึ่งจะนำมาใช้ในการทดสอบหาปริมาตรของก้อนตะกั่ว โดยการควบคุมการส่องสว่างที่เกิดจากแหล่งกำเนิดแสงให้มีค่าที่ และทำการปรับระยะโฟกัสของกล้องหลาย ๆ ค่า แล้วนำมาหาขอบภาพของวัตถุในแต่ละโฟกัสสำหรับสร้างโมเดล 3 มิติ ในการหาปริมาตรของวัตถุแต่ละชนิด



รูปที่ 1. ก้อนตะกั่วบนแผ่น Flip Chips

2.2 การเตรียมแหล่งกำเนิดแสงที่ทำการศึกษา

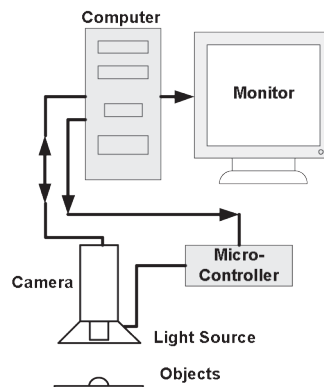
แหล่งกำเนิดแสงแบบ bright field เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่นิยมใช้มากที่สุดในระบบการตรวจสอบด้วยภาพ ลักษณะของแสงที่เกิดจากแหล่งกำเนิดแสงจะมีทิศทางเดียว คือ ตั้งฉากกับวัตถุซึ่งจะช่วยเพิ่มความคมชัดและรายละเอียดของรูปภาพ

แหล่งกำเนิดแสงแบบdomeเป็นแหล่งกำเนิดแสงที่ให้ความสว่างมากที่สุดมีการผสมการใช้งานลักษณะของแสงทั้งแบบทิศทางเดียวและหลายทิศทาง

แหล่งกำเนิดแสงแบบ dark field ลักษณะของแหล่งกำเนิดแสงชนิดนี้จะทำมุมกับตัววัตถุซึ่งจะมากหรือน้อยอยู่ที่การออกแบบเพื่อให้เหมาะสมกับวัตถุแต่ละชนิด การส่องสว่างจะครอบคลุมทุกส่วนของวัตถุได้ดีกว่าแหล่งกำเนิดแสงแบบ bright field และ แบบ dome

2.3 เครื่องมือและวิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยจะมีโครงสร้างการของระบบตรวจวัดปริมาณตะกั่วดังรูปที่2โดยกล้องที่ใช้ในกระบวนการถ่ายภาพเป็นกล้องของบริษัท CANNON รุ่น EOS 50D ความละเอียดภาพ 12 ล้านพิกเซล แหล่งกำเนิดแสงในการวิจัยนี้สร้างจาก LED สีแดงสำหรับโครงสร้างแหล่งกำเนิดแสงแบบ bright field (รูปที่ 3 (ก)) แหล่งกำเนิดแสงแบบ dome (รูปที่ 3 (ข)) และ แหล่งกำเนิดแสงแบบ dark field (รูปที่ 3 (ค))



รูปที่ 2. โครงสร้างของระบบการตรวจวัดปริมาณตะกั่ว

ในการวิจัยพิจารณาลักษณะการกระจายตัวของแสงที่ส่งผลต่อการสะท้อนแสงของวัตถุและการกระจายตัวของแสงซึ่งส่งผลต่อการหาปริมาณของก้อนตะกั่ว โดยความเข้มแสงของแหล่งกำเนิดแสงจะอยู่ในช่วงความเข้ม 1.0– 70.0 ลักซ์ โดยในการวิจัยจะใช้ความเข้มแสงช่วงความเข้มแสง คือ 5.6, 7.7, 9.8, 11.9, 14.0, 16.1, 18.2, 20.3 ลักซ์ ตามลำดับ เนื่องจากความเข้มแสงที่มากขึ้นจะทำให้วัตถุเกิดการสะท้อนแสงมากจะทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์หาปริมาณได้ในการพิจารณาลักษณะการกระจายแสงจะถูกวิเคราะห์ควบคู่ไปกับการหาขอบภาพแล้วนำผลที่ได้จากแต่ละความเข้มแสงจากแหล่งกำเนิดแสง ทั้ง 3 ชนิดมาเปรียบเทียบปริมาณของก้อนตะกั่วซึ่งในกระบวนการหาปริมาณของก้อนตะกั่ว นั้นสามารถหาได้โดยกระบวนการทาง image processing โดยใช้วิธีการวัดความเป็นแปลงความเข้ม (gray level) ของจุดภาพที่กำลังพิจารณากับจุดภาพที่อยู่ข้างเคียงเพื่อการตัดสินใจต่อไปว่าเป็นขอบภาพหรือไม่โดยวิธีนี้จะหาขอบด้วยการหาจุดต่ำสุดและจุดสูงสุดในรูปของอนุพันธ์อันดับหนึ่งของภาพโดยจุดที่เป็นขอบจะอยู่ในส่วนที่เหนือค่า threshold และการสร้าง contour เพื่อศึกษาการกระจายตัวของแสง

กระบวนการทดลองเพื่อศึกษาลักษณะการกระจายตัวของแสงแสดงดังรูปที่ 4 โดยขั้นตอนแรกเป็นการเตรียมแหล่งกำเนิดแสงสำหรับการทดลอง ซึ่งถูกควบคุม

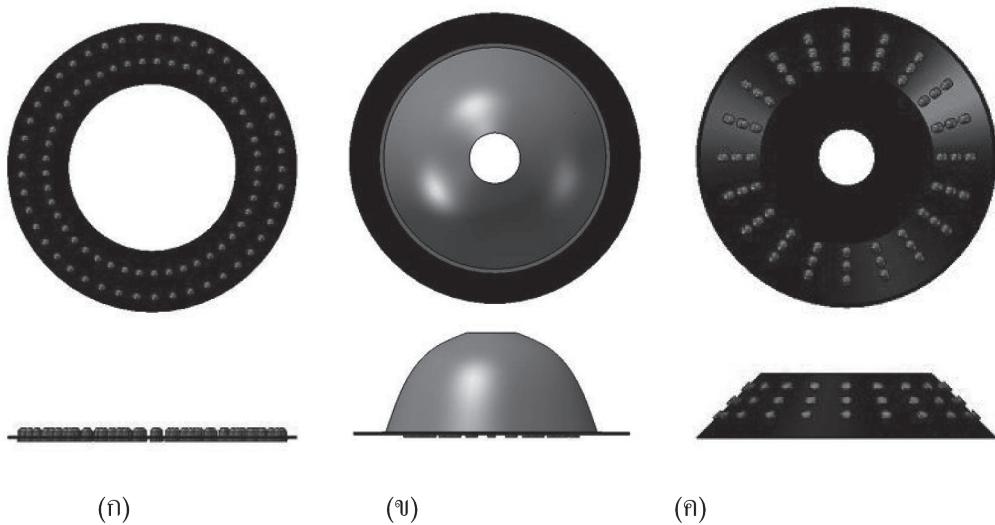
ด้วยผู้ใช้งานทางโปรแกรม NI LabVIEW โดยเริ่มต้น กำหนดความเข้มแสงอยู่ที่ 8%เมื่อเทียบจากความเข้มแสงสูงสุด และทำการบันทึกข้อมูลภาพ หลังจากนั้นนำภาพที่ได้มาทำการวิเคราะห์การกระจายตัวของแสงโดยวิธีการประมวลผลภาพ และทำการเพิ่มค่าความเข้มแสงจนถึงสิ้นสุดกระบวนการ

รูปที่ 5 แสดงกระบวนการทดลองเพื่อศึกษาลักษณะการกระจายตัวของแสงที่ส่งผลต่อการหาปริมาตรวัตถุโดยวัตถุที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย ลูกปิงปองสีเหลืองลูกปิงปองขาวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร และความสูงเป็น 2 เซนติเมตร ก้อนตะกั่วบนแผ่นปริ้นต์ เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร และความสูงเป็น 0.5 เซนติเมตร และก้อนตะกั่วบนแผ่น flip chips เส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 192 ไมโครเมตร และความสูงเป็น 44 ไมโครเมตร ขั้นตอนแรกเป็นการเตรียมแหล่งกำเนิดแสงให้กับระบบโดยใช้แหล่งกำเนิดแสงแบบ dark field กำหนดความเข้มแสงให้มีค่าเป็น 8% และทำการ

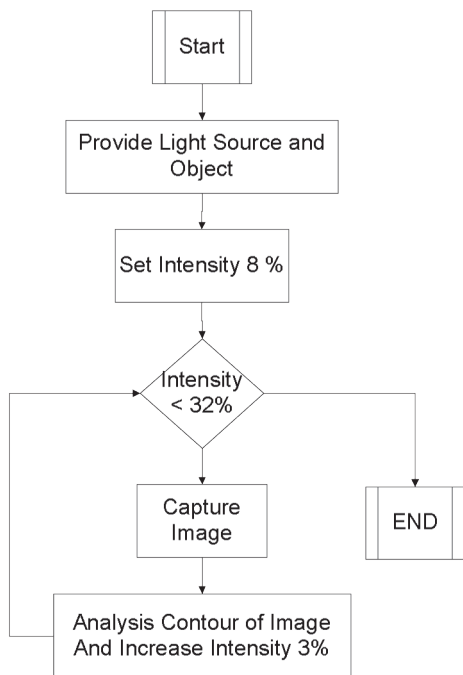
กำหนดจุดสูงสุดของวัตถุเป็นจุดโฟกัสเริ่มต้น สำหรับการทดลองแรก แล้วเริ่มกระบวนการเก็บภาพ ทำการหาขอบภาพที่ได้จากแต่ละโฟกัสเมื่อครบทุกโฟกัสจะทำการหาปริมาตรของวัตถุ หลังจากนั้นทำการปรับค่าความเข้มแสงและทำการกระบวนการเดิมจนครบ 8 ครั้งในการหาปริมาตรโดยจะทำการโฟกัสก่อนตะกั่วที่ตำแหน่งที่ต่างกันจากบนลงล่างและทำการหาขอบภาพในแต่ละโฟกัส หลังจากนั้นคำนวณหาพื้นที่ในแต่ละโฟกัสและเมื่อได้ครบทุกโฟกัสก็จะทำการคำนวณหาปริมาตรของวัตถุ จะใช้สมการทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$V \approx \sum_{i=1}^n A \Delta h$$

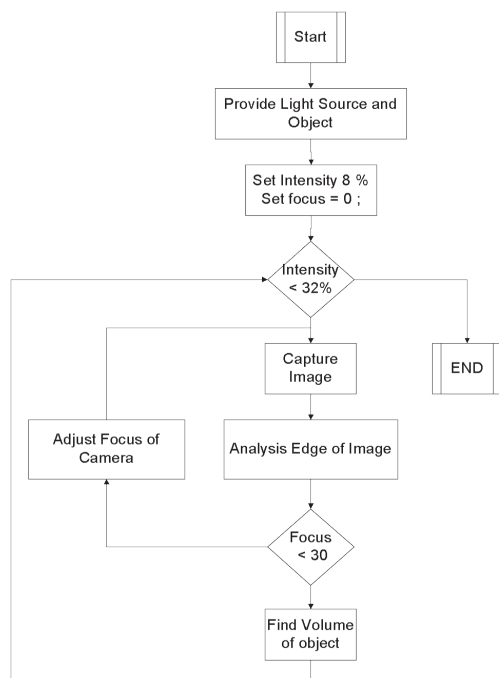
โดยที่ V = ปริมาตรของวัตถุ
 A = พื้นที่ของวัตถุที่หาได้ในแต่ละโฟกัส
 Δh = ความสูงของวัตถุ



รูปที่ 3. แหล่งกำเนิดแสง



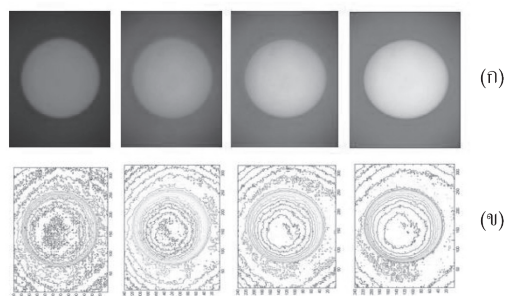
รูปที่ 4. กระบวนการทดลองเพื่อศึกษาลักษณะการกระจายตัวของแสง



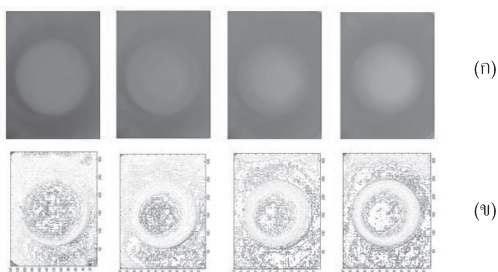
รูปที่ 5. กระบวนการทดลองเพื่อศึกษาลักษณะการกระจายตัวของแสงที่ส่งผลต่อการหาปริมาตรวัตถุ

3. ผลการวิจัยและอภิปราย

จากรูปที่ 6 ลักษณะการสะท้อนของแสงกับวัตถุจากแหล่งกำเนิดแสงแบบ bright field รูปที่ 6 (ก) แสดงลูกปิงปองในแต่ละความเข้มแสง ส่วนรูปที่ 6 (ข) จะเป็นลักษณะของ contour ของลูกปิงปองในแต่ละความเข้มแสง โดยลักษณะ contour ของลูกปิงปองจะมีลักษณะไม่แปรผันกับความสูงเท่าที่ควรจะเป็นซึ่งแสดงให้เห็นว่าการกระจายตัวของแสงเนื่องจากแหล่งกำเนิดแสงแบบ bright field ยังไม่เหมาะสม



รูปที่ 6. ลักษณะการสะท้อนของแสงกับวัตถุจากแหล่งกำเนิดแสงแบบ Bright field

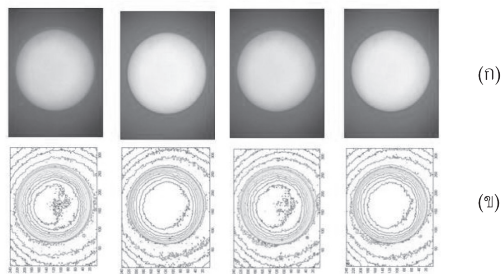


รูปที่ 7. ลักษณะการสะท้อนแสงของวัตถุในแต่ละความเข้มแสงของแหล่งกำเนิดแสงแบบ Dome

จากรูปที่ 7 แสดงลักษณะการสะท้อนแสงของวัตถุในแต่ละความเข้มแสงของแหล่งกำเนิดแสงแบบ dome รูปที่ 7(ก) แสดงให้เห็นลูกปิงปองที่ให้ความเข้มแสงแตกต่างกันซึ่ง ส่วนรูปที่ 7(ข) จะเป็นลักษณะของ contour ของลูกปิงปองในแต่ละความเข้มแสง โดย

ลักษณะ contour ของลูกปิงปองจะมีลักษณะที่ไม่ดี เนื่องจากไม่สามารถสร้างเส้น contour ของลูกปิงปองได้ตามความสูงเนื่องจากลักษณะการกระจายตัวของแสงของแหล่งกำเนิดแสงแบบ dome มีค่าที่ไม่คงที่ แสดงให้เห็นว่าการให้แสงของแหล่งกำเนิดแสงแบบ dome มีลักษณะการให้แสงที่ไม่เหมาะสมสำหรับการนำไปวิเคราะห์ข้อมูลรูปภาพ

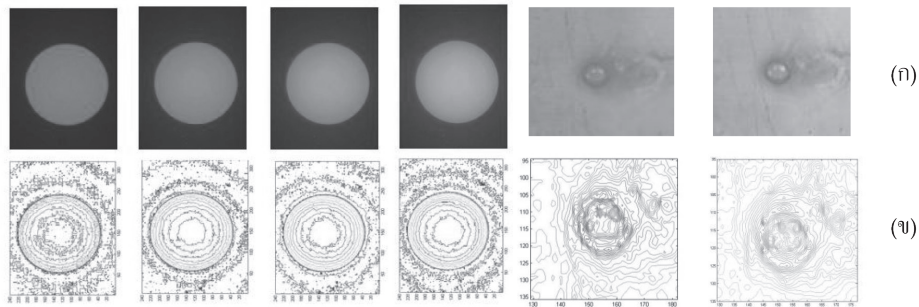
จากรูปที่ 8 แสดงลักษณะการสะท้อนแสงของวัตถุในแต่ละความเข้มแสงของแหล่งกำเนิดแสงแบบ dark field จากรูปที่ 8(ก) แสดงให้เห็นลูกปิงปองที่ให้ความเข้มแสงแตกต่างกันซึ่งแสดงให้เห็นว่าการให้แสงของแหล่งกำเนิดแสงแบบ dark field มีลักษณะการให้แสงที่ดีทั้งก่อนและหลังการเปลี่ยนความเข้มแสงให้แก่ระบบ เหมาะสมสำหรับการนำไปวิเคราะห์ข้อมูลรูปภาพ ส่วนรูปที่ 8(ข) จะเป็นลักษณะของ contour ของลูกปิงปองในแต่ละความเข้มแสง โดยลักษณะ contour ของลูกปิงปองจะมีลักษณะที่ดีในความเข้มแสงที่ 2 และความเข้มแสงที่ 4 ส่วน contour ของลูกปิงปองในความเข้มแสงที่ 1 และ ความเข้มแสงที่ 3 ให้ลักษณะของ contour ได้ไม่ดี แสดงให้เห็นว่าการกระจายตัวของแสงจากแหล่งกำเนิดแสงแบบ dark field มีค่าไม่คงที่แต่เมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งกำเนิดแสงแบบ bright field และ แหล่งกำเนิดแสงแบบ dome ถือว่ามีการกระจายตัวของแสงดีกว่าจึงนำไปสู่กระบวนการพัฒนาแหล่งกำเนิดแสงแบบ dark field โดยการเพิ่มตัวช่วยสะท้อนแสงให้แก่แหล่งกำเนิดแสง



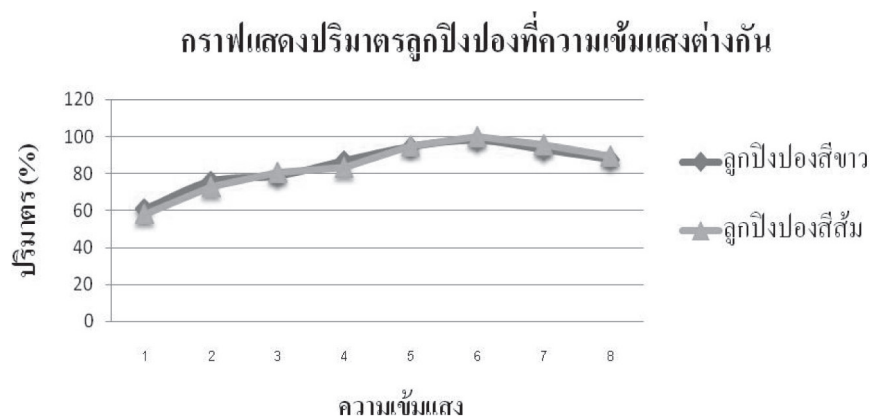
รูปที่ 8. ลักษณะการสะท้อนแสงของวัตถุในแต่ละความเข้มแสงของแหล่งกำเนิดแสงแบบ Dark field

จากรูปที่ 9 ซึ่งแสดงลักษณะการสะท้อนแสงของวัตถุในแต่ละความเข้มแสงของแหล่งกำเนิดแสงแบบ Dark field แบบมีตัวช่วยสะท้อนแสง รูปที่ 9(ก) แสดงให้เห็นลูกปิงปองและก้อนตะกั่วที่ให้ความเข้มแสงแตกต่างกันซึ่งแสดงให้เห็นว่าการให้แสงของแหล่งกำเนิดแสงแบบ dark field แบบมีตัวช่วยสะท้อนแสงมีลักษณะการให้แสงที่ดีทั้งก่อนและหลังการเปลี่ยนความเข้มแสงให้แก่ระบบ ทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลจากภาพที่ได้มีค่าที่ดีขึ้นเมื่อพิจารณาจาก contour ของแต่ละความเข้มแสง และรูปที่ 9(ข) จะแสดงให้เห็นลักษณะการสะท้อนของแสงของวัตถุในแต่ละความเข้มแสงโดยลักษณะของ contour ที่ได้จะมีลักษณะที่ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับทั้งสามกรณีที่ศึกษามาเนื่องจากมีลักษณะการสะท้อนของแสงในแต่ละความสูงได้ถูกต้องมากที่สุด

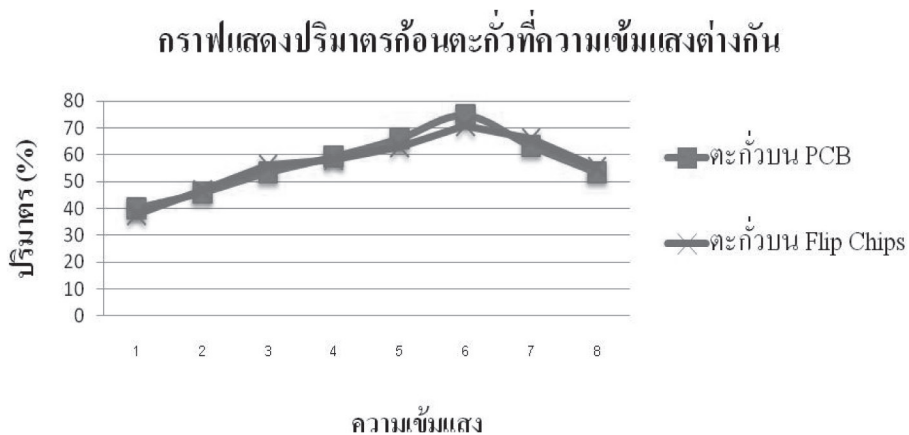
ปริมาตรที่ได้จากวัตถุแต่ละชนิดแสดงให้เห็นดังรูปที่ 10 ผลที่ได้จากการหาปริมาตรจากวัตถุ 2 ชนิด คือ ลูกปิงปองสีส้ม ลูกปิงปองสีขาวโดยเปรียบเทียบกับปริมาตรจริงของวัตถุแต่ละชนิด จากกราฟแสดงให้เห็นค่าความถูกต้องของปริมาตรของวัตถุที่หาได้มีค่าไม่เท่ากันโดยปริมาตรของลูกปิงปองสีส้มจะหาปริมาตรได้ถูกต้องมากกว่าลูกปิงปองสีขาว



รูปที่ 9. ลักษณะการสะท้อนแสงของวัตถุในแต่ละความเข้มแสงของแหล่งกำเนิดแสงแบบมีตัวช่วยสะท้อนแสง

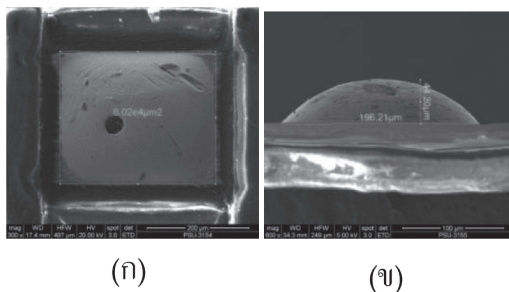


รูปที่ 10. ผลที่ได้จากการหาปริมาณจากวัตถุ 2 ชนิด คือ ลูกปัดป้องกันสีส้ม ลูกปัดป้องกันสีขาว



รูปที่ 11. ผลที่ได้จากการหาปริมาณจากวัตถุ 2 ชนิด คือ ตะกั่วบน PCB และตะกั่วบน flip chip

จากรูปที่ 11 แสดงให้เห็นปริมาตรของก้อนตะกั่วบนแผ่น PCB และปริมาตรก้อนตะกั่วบน flip chips โดยปริมาตรของก้อนตะกั่วมีค่าความถูกต้องมากกว่าปริมาตรที่หาได้จากก้อนตะกั่วบนแผ่น flip chips เมื่อเปรียบเทียบปริมาตรจากก้อนตะกั่วทั้ง 2 ชนิด กับปริมาตรซึ่งหาได้จากลูกปิงปอง และจากรูปที่ 10 และรูปที่ 11 แสดงให้เห็นว่าเมื่อความเข้มแสงแตกต่างกันจะทำให้ภาพที่หาขอบภาพได้แตกต่างกันซึ่งมีผลในการคำนวณหาปริมาตรโดยที่ความเข้มแสงตั้งแต่ 1 – 5 ปริมาตรที่หาได้ดีขึ้นตามลำดับเนื่องจากการที่สามารถให้แสงกับก้อนตะกั่วได้ดีขึ้น และแสดงให้เห็นว่าปริมาตรที่หาได้มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงอยู่ในทิศทางเดียวกัน และมีค่าการหาปริมาตรได้ถูกต้องกับปริมาตรจริงอยู่ในช่วงความเข้มแสงที่ 5 – 7 และ หลังความเข้มแสงในช่วงที่ 7 จะทำให้หาปริมาตรของก้อนตะกั่วได้น้อยลงเนื่องก้อนตะกั่วเกิดการสะท้อนแสงมากขึ้นทำให้ไม่สามารถหาขอบภาพของก้อนตะกั่วได้อย่างถูกต้องและปริมาตรของก้อนตะกั่วที่หาได้มีค่าน้อยลง



รูปที่ 12. ก้อนตะกั่วบนแผ่น Flip Chips ที่ได้จาก SEM

รูปที่ 12 ก้อนตะกั่วบนแผ่น flip chips ที่ได้จาก SEM โดยในรูปที่ 12 (ก) เป็นภาพมุมมองของก้อนตะกั่ว และรูปที่ 12 (ข) เป็นภาพด้านข้างของก้อนตะกั่ว ซึ่งภาพที่ได้นำไปทำการหาปริมาตรเพื่อนำไปเปรียบเทียบปริมาตรซึ่งได้จากอัลกอริทึมโดยปริมาตรซึ่งได้จาก SEM จะมีความถูกต้องมากกว่าค่าปริมาตรซึ่งหาได้จากอัลกอริทึม แต่เนื่องจาก อิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นจาก SEM หากใช้ในการเวลาในการวิเคราะห์ข้อมูลนานจะทำให้เกิดความร้อนกับก้อนตะกั่วและแผ่น PCB ซึ่งไม่เหมาะสำหรับการ

ใช้หาปริมาตรตะกั่วเนื่องจากตะกั่วและแผ่น PCB เกิดการเปลี่ยนรูปและเสียหายได้และหลังจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากกราฟซึ่งทำให้รู้ว่าลักษณะแนวโน้มของปริมาตรที่หาได้มีทิศทางเดียวกัน เปรียบเทียบกับปริมาตรก้อนตะกั่วซึ่งหาได้จาก SEM จึงหาค่าปริมาตรที่หาได้เพิ่มขึ้นอีก 26%

4. สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาแหล่งการกระจายแสงจากแหล่งกำเนิดแสงแบบ bright field แสดงให้เห็นว่าค่าการกระจายตัวของแสงมีค่าที่ดีเนื่องจากมีค่าของความเข้มแสงที่สม่ำเสมอและคงที่ซึ่งเหมาะสำหรับการใช้ส่องสว่างเพื่อมองวัตถุต่างๆ ไป ซึ่งมีความสูงไม่มากเกินไป ถ้าเป็นวัตถุที่มีความสูงมากเกินไปจะทำให้การส่องสว่างจากแหล่งกำเนิดแสงไม่ทั่วถึงทุกส่วนของวัตถุ

ผลการศึกษาในส่วนของแหล่งกำเนิดแสงแบบ dome แสดงให้เห็นว่าค่าการกระจายตัวของแสงมีค่าการกระจายที่ไม่ดีเนื่องจากการกระจายตัวของแสงมากเกินไป และยังมีแสงบางส่วนที่พุ่งขึ้นจากตัวแหล่งกำเนิดแสงไปยังตัวกล้องทำให้กระบวนการในการมองเห็นผิดไปจากเดิม และทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลรูปภาพมีความน่าเชื่อถือน้อยลงไป

ผลการศึกษาในส่วนของแหล่งกำเนิดแสงแบบ dark field แสดงให้เห็นว่าค่าการกระจายตัวของแสงมีค่าที่ค่อนข้างดี แต่ยังไม่ดีเท่ากับแหล่งกำเนิดแสงแบบ bright field แต่มีข้อดีก็คือแสงจากแหล่งกำเนิดแสงแบบ dark field สามารถส่องสว่างได้ดีกว่าและเมื่อทำการปรับแก้โดยการเพิ่มตัวช่วยสะท้อนแสงให้กับระบบทำให้พบว่าการกระจายตัวของแสงดีขึ้นเมื่อเทียบกับแหล่งกำเนิดแสงแบบ dark field ก่อนการเพิ่มตัวช่วยสะท้อนแสง

ผลจากการศึกษาของความรู้และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบแหล่งกำเนิดแสงที่เหมาะสมสำหรับการตรวจวัดปริมาตรตะกั่วบนแผ่นวงจรพิมพ์ที่นำมาประกอบกัน นั้นแสดงให้เห็นว่าแสงและการจัดองค์ประกอบทางฉากมีส่วนสำคัญที่ส่งผลต่อระบบการตรวจวัดปริมาตร กล่าวคือประสิทธิภาพของระบบการ

หาปริมาณของวัตถุจะขึ้นอยู่กับกระบวนการออกแบบ (4)
แหล่งกำเนิดแสง ความเข้มแสง และกระบวนการจัดฉาก

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะ (5)
วิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่
อนุเคราะห์ให้ใช้เครื่องมือและสถานที่ในการดำเนินงาน
วิจัย ขอขอบคุณศูนย์วิจัยร่วมเฉพาะทางด้านส่วนประกอบ
ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย (6)
ขอนแก่น ที่กรุณาให้ทุนสนับสนุนการศึกษา

6. เอกสารอ้างอิง

- (1) Rajarshi Ray, Princeton. Method And Apparatus (7)
For Inspection of Specular Three-Dimensional
Features. United States Patent. 5,058,178. 1991
October 15.
- (2) Harold Wasserman, Skillman. Method For In- (8)
specting Solder Paste In Printed Circuit Board
ManuFature. United State Patent 5,862,973.
1999 January 26.
- (3) Grantham KH,Pang, Ming Hei CH. Automated
Optical Inspection of Solder Paste Based On 2.5D
Visual Images.IEEE International Conference on
Mechatronics and Automation,2009 August 9;
982-987.
- Yang FC, Kilo CH, Wing JJ, Yang CK. Recon-
structing the 3D Solder Paste Surface Model
Using Image Processing and Artificial Neural
Network. IEEE International Conference on
Systems.2004;3051-3056.
- Pang KH, ChuMH. Automated Inspection of
Solder Paste by Directional LED Lighting. IEEE
International Conference on Automation and
Logistics Qingdao. 2008; 232-237.
- Yeung BH , Lee TY. Evaluation and Optimiza-
tion of Package Processing Design and Reli-
ability through Solder Joint Profile Prediction.
IEEE Electronic Components and Technology
Conference. .2001.
- Yen HN, Tsai DM, Yang JY. Full-Field 3D
Measurement of Solder Pastes Using LCD-
Based Phase Shifting Techniques. IEEE Trans.
Electro.2006 January; 50-57
- Roberto P, Kurka G, Rudek M. 2007. Three
Dimensional Volume and Position Recovering
Using a Virtual Reference Box. IEEE transac-
tions on Image Processing. 2006;573-576.