The Journal of Applied Science **Vol. 14 No. 2:95-106 [2015]**
วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์
ISSN 1513-7805 Printed in Thailand

Research Article

ผลกระทบต่อความน่าเชื่อถือของเวลาหลังกระบวนการพลาสมาที่มีระยะเวลานานขึ้นต่อบรรจุภัณฑ์วงจรรวม

Reliability effect of prolonged exposure time after plasma cleaning process on integrated circuit package

พรเทพ แยกวงษ์[1]*, เกษรารัตน์ อักษรรัตน์[1], เฉลิมศักดิ์ สุมิตไพบูลย์[2] และ สุรพันธ์ ยิ้มมั่น[1]

Pornthep Yaekwong[1]*, Kessararat Ugsornrat[1], Chalermsak Sumithpibul[2]and Surapan Yimman[1]

[1]ภาควิชาฟิสิกส์อุตสาหกรรมและอุปกรณ์การแพทย์, คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพมหานคร, 10800

[1]Department of Industrial Physics and Medical Instrumentation, Faculty of Applied Science, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, 10800

[2]แผนกวิศวกรรม, บริษัทยูแทคไทย จำกัด, กรุงเทพมหานคร, 10210

[2]Department of Engineering, Utac Thai Limited, Bangkok, 10210

Email*: pornthepya@utacgroup.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับช่วงเวลาที่เหมาะสมของเวลาหลังกระบวนการทำความสะอาดโดยพลาสมาของการบรรจุภัณฑ์วงจรรวม กระบวนการทำความสะอาดโดยพลาสมาเป็นกระบวนการพิเศษของการบรรจุภัณฑ์วงจรรวมเพื่อลดสิ่งปนเปื้อนและควบคุมการเกิดออกซิเดชันบนลีดเฟรมเพื่อเพิ่มความสามารถในการเชื่อมระหว่างกระบวนการเชื่อมลวด ซึ่งในกระบวนการเชื่อมลวดนั้นอาจถูกรบกวนได้จากสิ่งปนเปื้อนและออกซิเดชันซึ่งจะส่งผลกระทบต่อความสามารถในการเชื่อมลวดเป็นการเพิ่มอัตราการเกิดของเสียได้ ในการทดลองนี้ได้ทดลองกับบรรจุภัณฑ์ชนิด 8L-PDIP ซึ่งมีขนาดของแดพใหญ่ บรรจุภัณฑ์นี้ได้ทดสอบการเชื่อมลวดด้วยลวดทอง โดยกำหนดขั้นตอนการบรรจุภัณฑ์วงจรรวมทำความสะอาดโดยพลาสมาด้วยเวลา 5 นาที หลังจากนั้นกำหนดช่วงระยะเวลาหลัง

การทำความสะอาดโดยพลาสมาเริ่มจาก 0 ถึง 96 ชั่วโมงโดยแบ่งเป็นช่วงเวลาละ 12 ชั่วโมง เพื่อทดสอบหาระยะเวลาที่นานขึ้นหลังการทำความสะอาดโดยพลาสมา ที่ทำให้ประสิทธิภาพของการเชื่อมลวดยังมีคุณภาพไม่เปลี่ยนแปลง โดยหลังกระบวนการพลาสมาบรรจุภัณฑ์ได้นำไปทดสอบการวัดมุมสัมผัสกับหยดน้ำและความสามารถในการเชื่อมลวด ผลการทดลองยืนยันถึงขั้นตอนกระบวนการทำความสะอาดโดยพลาสมาด้วยระยะเวลา 5 นาที ช่วยลดสิ่งปนเปื้อนบนผิวของไดและลีดเฟรม เพื่อเพิ่มความสามารถในการเชื่อมลวดสำหรับบรรจุภัณฑ์ ยิ่งไปกว่านั้นการประเมินผลแสดงให้เห็นความเป็นไปได้ที่ไม่ชัดเจนของระยะเวลาที่ 36 ชั่วโมงหลังการทำความสะอาดโดยพลาสมาในการขยายเวลาที่นานขึ้น

คำสำคัญ: การบรรจุภัณฑ์วงจรรวม, กระบวนการการทำความสะอาดโดยพลาสมา, สิ่งปนเปื้อน, ออกซิเดชัน, การเชื่อมลวด

Abstract

This research studied about an appropriate exposure time of plasma cleaning process on integrated circuit (IC) packaging. The plasma cleaning process is an option of IC packaging process to reduce the contamination on die surface and also control oxidation on lead frame to enhance bondability performance during wire bonding process. In wire bonding process, the bondability will be disturbed from the contamination and oxidation effect to bondability to increase lot reject rate. Limitation of plasma cleaning process is the exposure time after plasma cleaning requiring to be controlled to prevent contamination and recombination of oxidation on die surface and lead frame. The experiment studied for packages of 8L-PDIP with large die attach pad (DAP) size. The packages were tested with Gold (Au) wire. IC packaging process were varied with exposure time after 5 minutes plasma cleaning process from 0 to 96 hours with a step of 12 hours to find the appropriate exposure time for wire bonding process. All packages were tested for contact angle measurement and bondability. The results confirmed that 5 minutes plasma cleaning process reduced the contamination on die surface and lead frame which enhancing the bondability performance for packages and wires. Moreover, the evaluation showed unclear possibility of prolonged exposure time at 36 hour for extending exposure time after plasma cleaning.

Keywords: integrated circuit (IC) packaging, plasma cleaning process, contamination, oxidation, wire bonding

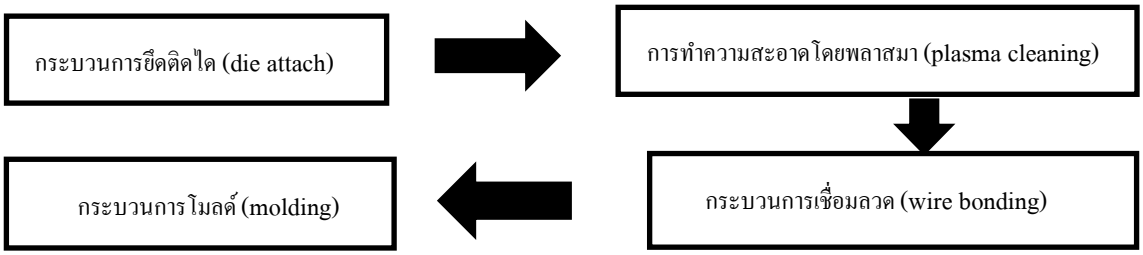
บทนำ

ปัจจุบันมีอุตสาหกรรมการบรรจุภัณฑ์วงจรรวม (integrated circuit packaging) เกิดขึ้นเป็นจำนวนมากทำให้มีการแข่งขันในอุตสาหกรรมนี้สูงมาก ดังนั้นความเชื่อมั่น และความพึงพอใจของลูกค้าจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญในกระบวนการผลิตโดยเฉพาะการควบคุมจำนวนของเสียในกระบวนการบรรจุภัณฑ์เป็นสิ่งสำคัญมากโดยกระบวนการบรรจุภัณฑ์วงจรรวมนั้นจะเริ่มต้นจากการนำแผ่นซิลิกอนเวเฟอร์ (silicon wafer) ซึ่งมีการบรรจุทรานซิสเตอร์ไว้มาทำการตัดแบ่งให้มีขนาดเท่ากับหนึ่งวงจรเรียกว่าไดย์ (die) จากนั้นนำไปประกอบแผ่นตัวนำไฟฟ้าที่เรียกว่าลีดเฟรม (lead frame) ทำการเชื่อมลวด (wire bonding) ระหว่างตัวไดกับแผ่นตัวนำไฟฟ้าห่อหุ้มวงจรด้วยพลาสติกโดยการโมลด์ (molding) บรรจุภัณฑ์ (package) ส่งต่อไปตัดแบ่งยูนิต (trim and form) ให้ได้ขนาดตามต้องการ และทดสอบการทำงานในรูปแบบสำเร็จรูปซึ่งเมื่อได้เป็นบรรจุภัณฑ์วงจรรวมเรียบร้อยแล้ว จะทำการส่งต่อไปยังโรงงานประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (print circuit board, PCB) (คณะวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์, 2557) กระบวนการเชื่อมลวดซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญมากในการเชื่อมต่อทางไฟฟ้าเพื่อให้วงจรรวมทำงานได้นั้น ซึ่งบางครั้งในกระบวนการบรรจุภัณฑ์วงจรรวมได้อาศัยกระบวนการพิเศษเพื่อเพิ่มความสามารถในการยึดติดของกระบวนการเชื่อมลวด โดยที่การทำความสะอาดบริเวณไดและลีดเฟรมเพื่อลดการเกิดออกซิเดชันรวมไปถึงสิ่งปนเปื้อนที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวนั่นคือกระบวนการทำความสะอาดโดยพลาสมา (plasma cleaning process) (Liและคณะ, 2009) เพื่อพร้อมที่จะนำสู่กระบวนการต่อไปคือการเชื่อมลวดนั่นเองซึ่งช่วงเวลาหลังจากการทำความสะอาดโดยพลาสมา (exposure time) นั้นจำเป็นต้องกำหนดระยะเวลาในช่วงเวลาหนึ่ง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดสิ่งปนเปื้อนและออกซิเดชันขึ้นอีกครั้งบนได และลีดเฟรมอีกครั้ง ซึ่งสาเหตุนี้ส่งผลกระทบต่อความสามารถของกระบวนการเชื่อมลวด เมื่อถึงขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์จะทำให้อัตราการเกิดของเสีย (lot reject rate) มากขึ้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาระยะเวลาหลังการทำความสะอาดโดยพลาสมาที่มีระยะเวลาที่นานขึ้นของบรรจุภัณฑ์วงจรรวมก่อนนำไปผ่านกระบวนการเชื่อมลวด ที่สามารถทำให้บรรจุภัณฑ์ยังคงมีประสิทธิภาพและคุณภาพไม่เปลี่ยนแปลงจากเดิมโดยช่วงเวลาที่กำหนดในอุตสาหกรรมการผลิตบรรจุภัณฑ์วงจรรวมมีช่วงเวลา ไม่เกิน 24 ชั่วโมงหลังการทำความสะอาดโดยพลาสมาโดยการทดลองนี้จะทดสอบความสามารถในการเชื่อมลวด (bondability) และความน่าเชื่อถือ (reliability Test) ของบรรจุภัณฑ์วงจรรวมหลังผ่านช่วงเวลาที่กำหนด เพื่อให้เห็นถึงความเป็นไปได้ของระยะเวลาที่นานขึ้น

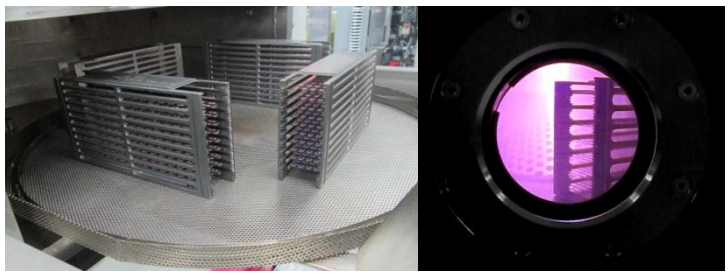
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

กระบวนการทดลองเริ่มจากการนำแผ่นเวเฟอร์อลูมินัม(aluminum wafer) ผ่านกระบวนการตัดแยก (saw process) ตามขนาดแดพ 140x150 มิว (die attach pad, DAP) ที่กำหนดของบรรจุภัณฑ์ในการทดลอง จากนั้นเข้าสู่กระบวนการยึดติดได (die attach) เป็นขั้นตอนการนำไดกับลีดเฟรมชนิดพีพีเอ็ฟ (PPF lead frame) เชื่อมติดกันโดยใช้กาวอีพอกซีชนิด 2200D (epoxy) เมื่อนำบรรจุภัณฑ์ออกจากเตาอบ (oven cure) ที่มีอุณภูมิสูงทำให้เกิด

ออกซิเดชันและสิ่งสกปรกที่ไม่ต้องการบนพื้นผิวของไดและลีดเฟรม (Chongและคณะ, 2000) นำชิ้นงานทำความสะอาดโดยพลาสมา (plasma cleaning) ชนิดแรงดันกระแสตรง (DC plasma) โดยมีส่วนผสมแก๊สอาร์กอนและไฮโดรเจน(A_r+H_2) เป็นเวลา 5 นาที (Chanและคณะ, 2005) เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกที่อยู่บนพื้นผิวของไดอลูมินัมและลีดเฟรมจากนั้นผ่านกระบวนการเชื่อมลวด (wire bonding) ชนิดลวดทอง (Au wire) และกระบวนการโมลด์ (molding) ชนิดคอมปาวด์ (compound) ชนิด G600 (รูปที่ 1 และ 2)



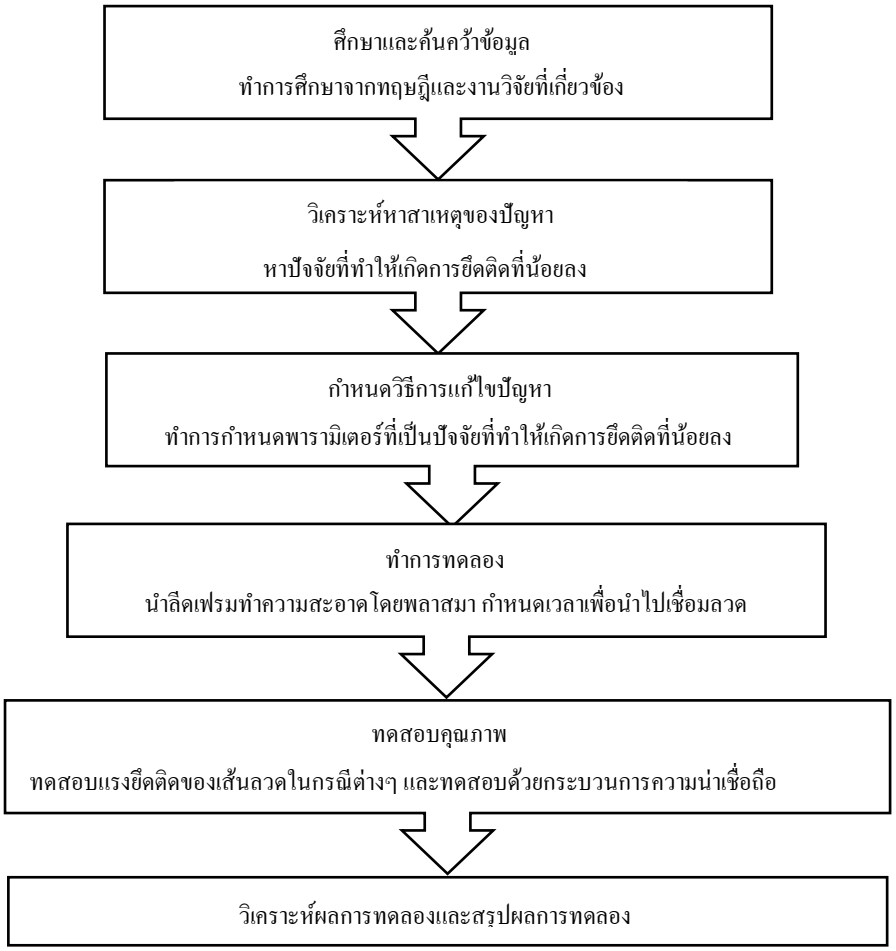
รูปที่ 1 ขั้นตอนก่อนและหลังการทำความสะอาดโดยพลาสมา



(ก) (ข)

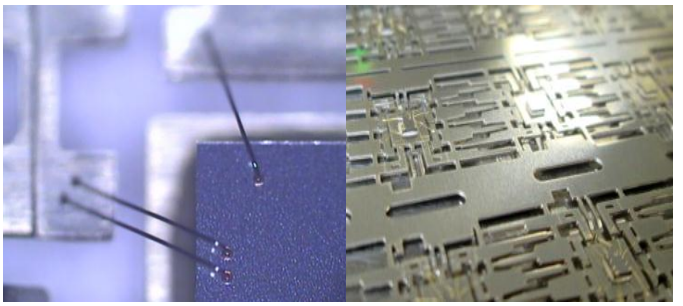
รูปที่ 2 (ก) การวางลีดเฟรมในเครื่องทำความสะอาดโดยพลาสมา
(ข) ลำแสงที่เกิดขึ้นในขณะการทำความสะอาดโดยพลาสมา

แผนผังวิธีการทดลองเริ่มต้นจากศึกษาค้นคว้าข้อมูลผลงานวิจัยต่างๆและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาการยึดติดที่น้อยลง มีการกำหนดช่วงเวลาหลังทำความสะอาดโดยพลาสมาในการทดลองที่เป็นปัจจัยหลักของการเกิดการยึดติดที่น้อยลงในกระบวนการเชื่อมลวด เกิดออกซิเดชันหรือชั้นฟิล์มบางที่สกปรกบนลีดเฟรมและบนพื้นผิวไดจากนั้นทำการทดสอบคุณภาพเพื่อหาช่วงเวลาที่ทำให้การยึดติดของเส้นลวดยังมีประสิทธิภาพไม่ต่างจากมาตรฐานโดยวิเคราะห์ผลจากการทดสอบการยึดติดของเส้นลวดในกรณีต่างๆและความน่าเชื่อถือของบรรจุภัณฑ์หลังกระบวนการโมลด์ และสุดท้ายวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แผนผังแสดงวิธีการทดลอง

ในการกำหนดช่วงเวลาหลังจากการทำความสะอาดโดยพลาสมาเพื่อทำการทดลองในช่วงเวลาต่าง ๆแบ่งได้ 8 ช่วงเวลาคือ ไม่ผ่านการพลาสมา 0, 12, 24, 36, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง เมื่อถึงระยะเวลาที่กำหนดมีการทดสอบคุณภาพของพื้นผิวโดยใช้การวัดมุมสัมผัสกับหยดน้ำ (contact angle) เพื่อให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวในแต่ละช่วงของเวลาที่กำหนด



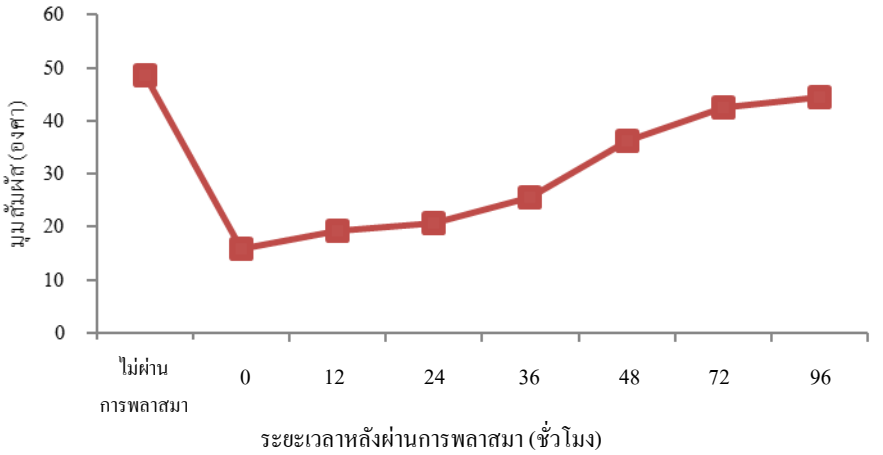
(ก) (ข)

รูปที่ 4 (ก) การเชื่อมลวดบนไดอลูมินัม (ข) ลีดเฟรมหลังผ่านการเชื่อม

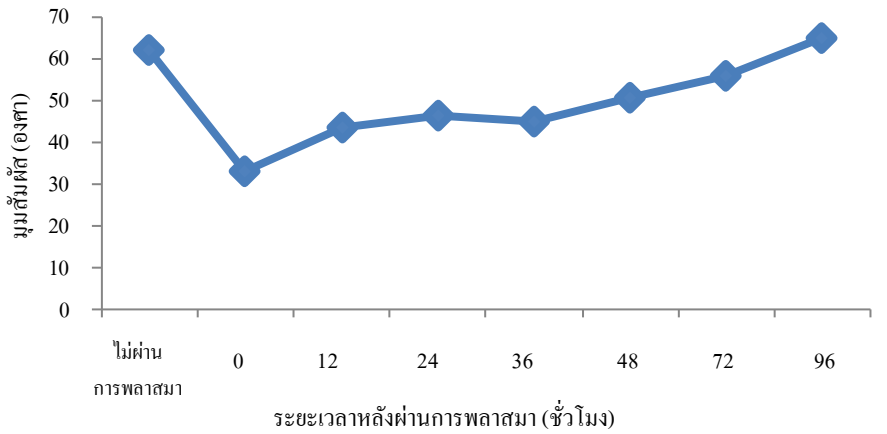
เมื่อผ่านกระบวนการเชื่อมลวดเสร็จเรียบร้อย ในแต่ละช่วงเวลาที่กำหนด นำชิ้นงานมาทดสอบความสามารถในการยึดติดของเส้นลวดที่เชื่อมติดบนพื้นผิวของไดอลูมินัมและลีดเฟรม ใน 3 กรณี คือ การผลักลูกบอล (ball shear), ดึงลวดบริเวณคอบอล (wire pull) และดึงลวดบริเวณปลายเส้นลวด (stitch pull) (Nowfulและคณะ, 2001) โดยใช้เครื่องทำการทดสอบประสิทธิภาพการยึดติดรุ่น DAGE 4000 โดยทดสอบแบบสุ่มเส้นลวดจำนวน 30 ค่าตัวอย่างในแต่ละวิธี เมื่อนำชิ้นงานเข้าสู่กระบวนการโมลล์ ทำให้ส่วนของบรรจุภัณฑ์วงจรรวมและฐานรองที่เป็นโลหะและสารกึ่งตัวนำได้ถูกปกป้องด้วยสารประกอบโพลิเมอร์ ทำให้สิ่งสกปรกหรือสิ่งที่ไม่ต้องการจากสภาพแวดล้อมภายนอก ซึ่งอาจทำให้บรรจุภัณฑ์วงจรรวมมีปัญหาต่างๆในภายหลัง เมื่อบรรจุภัณฑ์วงจรรวมเข้าสู่ขั้นตอนการผลิตในขั้นตอนสุดท้าย แบ่งบรรจุภัณฑ์ที่อยู่บนลีดเฟรมออกเป็นตัวๆเพื่อสะดวกต่อการแยกนำไปทดสอบในส่วนต่างๆ โดยการทดลองนี้มีกระบวนการทดสอบความน่าเชื่อถือ (reliability test) ของบรรจุภัณฑ์วงจรรวมในช่วงเวลาต่างๆเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพการยึดติดของเส้นลวด

ผลการทดลอง

จากการทดลองเพื่อศึกษาหาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงเวลาหลังผ่านกระบวนการพลาสมาต่อความน่าเชื่อถือของบรรจุภัณฑ์วงจรรวมขนาดใหญ่ โดยการใช้การทำความสะอาดโดยพลาสมา 5 นาที การทดสอบมุมสัมผัสของหยดน้ำลงบนไดอลูมินัมและลีดเฟรม เป็นกระบวนการทดสอบเพื่อวิเคราะห์พื้นผิวของวัตถุ โดยทำการหยดน้ำลงบนพื้นผิวของไดอลูมินัมและลีดเฟรมก่อนและหลังผ่านกระบวนการทำความสะอาดโดยพลาสมา ตามช่วงเวลาที่กำหนดปล่อยทิ้งไว้เพื่อเปรียบเทียบมุมสัมผัสของหยดน้ำที่เกิดขึ้นกับผิวของไดอลูมินัมและลีดเฟรมในแต่ละช่วงเวลา



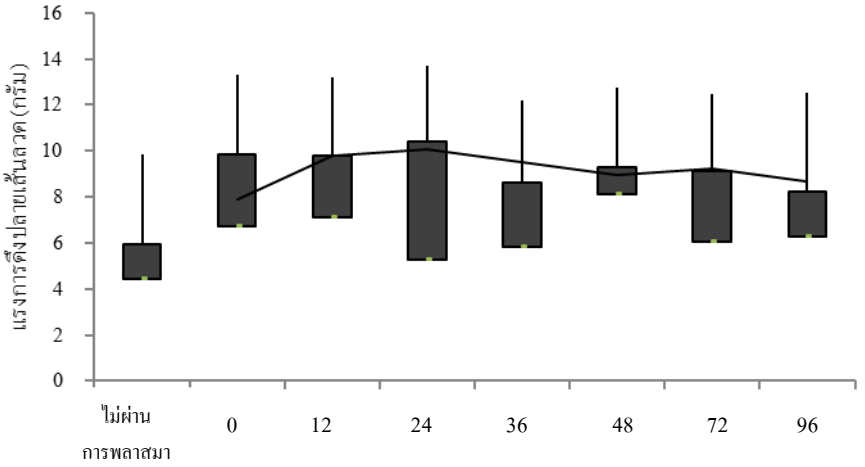
กราฟที่ 1 ผลการทดสอบมุมสัมผัสหยดน้ำบนพื้นผิวไดอลูมินัม



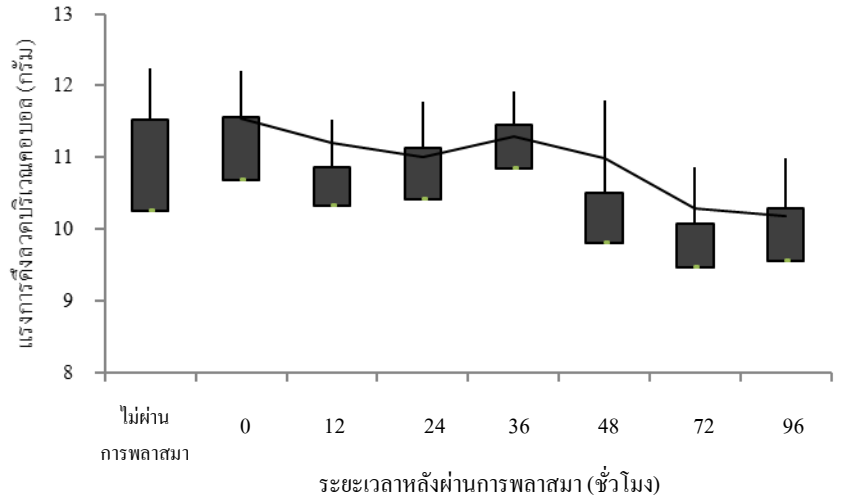
กราฟที่ 2 ผลการทดสอบมุมสัมผัสหยดน้ำบนพื้นผิวลีดเฟรม

จากกราฟที่ 1 และกราฟที่ 2 แสดงให้เห็นว่าเมื่อชิ้นงานที่ไม่ผ่านการทำความสะอาดโดยพลาสมาหยดน้ำทำมุมสัมผัสกับพื้นผิวมีค่าขององศาที่สูงและเมื่อชิ้นงานที่ผ่านการทำความสะอาดโดยพลาสมาหยดน้ำทำมุมสัมผัสกับพื้นผิวมีค่าที่ต่ำลงอย่างเห็นได้ชัดที่ช่วงเวลา 0 ชั่วโมง โดยช่วงเวลาหลังการทำความสะอาดโดยพลาสมาในระยะเวลาที่นานขึ้นจะทำให้มุมสัมผัสของหยดน้ำที่ทำมุมกับพื้นผิวของไดอลูมินัมและลีดเฟรม มีแนวโน้มสูงขึ้น ดังนั้นชิ้นงานที่ไม่ผ่านการพลาสมาจะทำให้มุมสัมผัสของหยดน้ำทำมุมป้านกับพื้นผิวของไดอลูมินัมและลีดเฟรมมีค่าสูง ซึ่งหมายความว่าพื้นผิวของไดและลีดเฟรมมีคราบสกปรกปนเปื้อนอยู่ จากนั้นเมื่อผ่านการทำความสะอาด

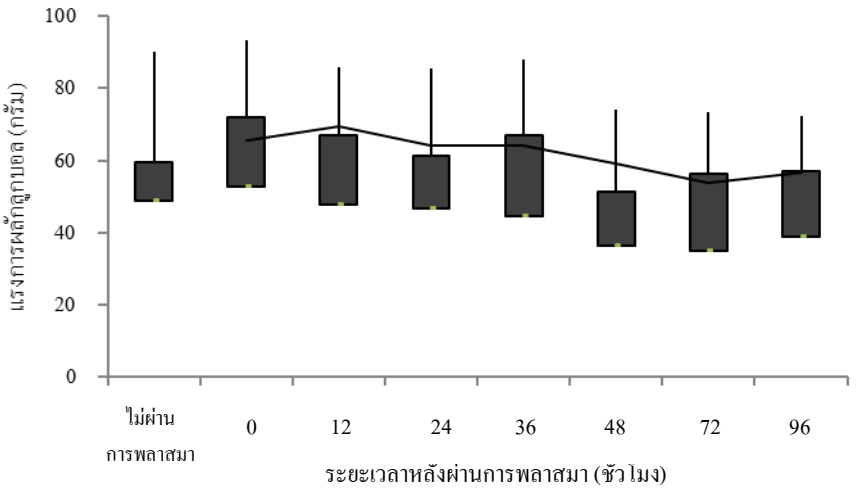
โดยพลาสมาทิ้งไว้ตามเวลาที่กำหนดเวลา ในช่วงเวลาหลังการทำความสะอาดโดยพลาสมาที่ 0 ชั่วโมง มุมสัมผัสของหยดน้ำทำมุมแหลม แสดงถึงพื้นผิวของไดอลูมินัมและลีดเฟรมมีความสะอาดมากที่สุด หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 12, 24, 36, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง สังเกตได้ว่าหยดน้ำทำมุมสัมผัสกับพื้นผิวของไดและลีดเฟรมมีแนวโน้มมากขึ้น ซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถบ่งบอกได้ว่าลักษณะของพื้นผิวของไดอลูมินัมและลีดเฟรมมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา



กราฟที่ 3 ผลการทดสอบความสามารถในการยึดติดของเส้นลวดหลังการเชื่อมลวดในกรณีการดึงลวดบริเวณปลายเส้นลวด



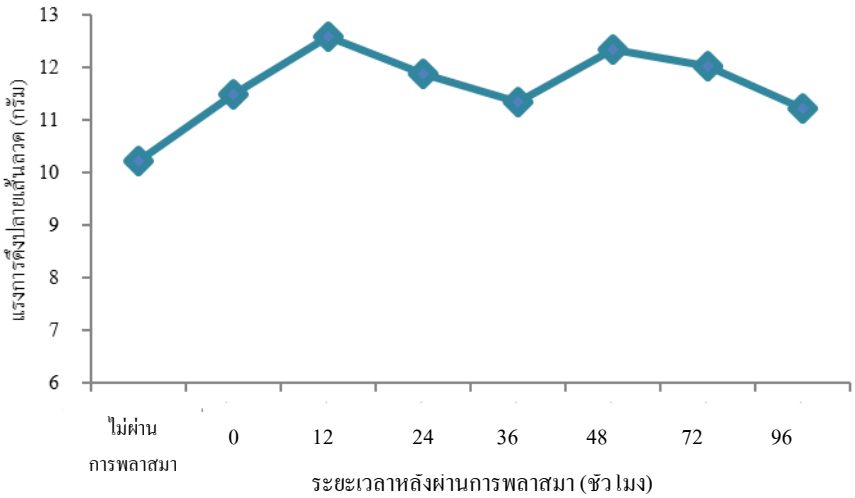
กราฟที่ 4 ผลการทดสอบความสามารถในการยึดติดของเส้นลวดหลังการเชื่อมลวดในกรณีการดึงลวดบริเวณคอบอล



กราฟที่ 5 ผลการทดสอบความสามารถในการยึดติดของเส้นลวดหลังการเชื่อมลวดในกรณีการผลักลูกบอล

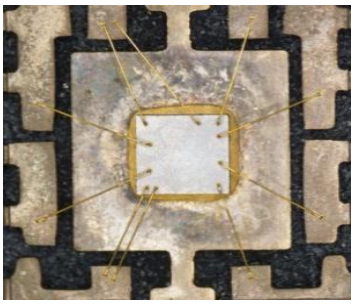
จากกราฟที่ 3 แสดงผลการทดสอบความแข็งแรงการยึดติดของเส้นลวด ทดสอบความแข็งแรงของเส้นลวดที่ยึดติดกับพื้นผิวของลีดเฟรมในกรณีการดึงลวดบริเวณปลายเส้นลวด โดยจากผลการทดสอบชี้ให้เห็นว่าหากไม่มีการทำความสะอาดโดยพลาสมา แรงที่ใช้ในการดึงเส้นลวดบริเวณปลายลวด (กรัม) มีค่าที่ต่ำที่สุดและหลังการทำความสะอาดโดยพลาสมาความแข็งแรงของเส้นลวดในกรณีการดึงลวดบริเวณปลายลวดมีค่าเพิ่มขึ้น โดยเมื่อในเวลาผ่านไปแรงดึงของเส้นลวดมีค่าลดลงแต่ไม่แสดงแนวโน้มที่ชัดเจนนัก โดยค่าที่แสดงบอกถึงค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดในการทดสอบและบอกถึงค่าเฉลี่ยที่ทำการสุ่มทดสอบ จำนวน 30 ค่าต่อช่วงเวลา

จากกราฟที่ 4 และกราฟที่ 5 แสดงผลการทดสอบความแข็งแรงการยึดติดของเส้นลวด ทดสอบความแข็งแรงของเส้นลวดที่ยึดติดกับพื้นผิวของไดอลูมินัมในกรณีการผลักลูกบอลและการดึงลวดบริเวณคอบอล โดยจากผลการทดสอบจะชี้ให้เห็นว่าหากไม่มีการทำความสะอาดโดยพลาสมา แรงที่ใช้ในกรณีการผลักลูกบอลและการดึงลวดบริเวณคอบอล (กรัม) ของเส้นลวดมีค่าที่ต่ำ และหลังการทำความสะอาดโดยพลาสมาการยึดติดของเส้นลวดกับไดอลูมินัมมีค่าเพิ่มขึ้น โดยเมื่อในเวลาผ่านไปแรงที่ใช้ในการดึงลวดบริเวณคอบอลและการผลักลูกบอลมีค่าลดลงแต่ไม่แสดงแนวโน้มที่ชัดเจนนักทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพการยึดติดของเส้นลวดกับไดอลูมินัมโดยค่าที่แสดงบอกถึงค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดที่ทำการทดสอบได้และบอกถึงค่าเฉลี่ยที่ทำการสุ่มทดสอบ จำนวน 30 ค่าต่อช่วงเวลา



กราฟที่ 6 ผลการทดสอบความสามารถในการยึดติดของเส้นลวดหลังการทดสอบความเค้นในกรณีการดึงลวดบริเวณปลายเส้นลวด

จากกราฟที่ 6 ผลการทดสอบความสามารถในการยึดติดของเส้นลวดหลังการทดสอบความเค้นในกรณีการดึงปลายลวดที่ยึดติดกับลีดเฟรม หลังการทดสอบความน่าเชื่อถือโดยจำลองสภาวะความเค้นที่จะเกิดขึ้นกับบรรจุภัณฑ์วงจรรวมในกรณีของการทดสอบความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (temperature cycle, TMCL)โดยจำลองสภาวะอุณหภูมิ(-65^{o}C/+150^{o}C)ให้กับบรรจุภัณฑ์วงจรรวมจำนวน 500 รอบ ช่วงเวลารอบละ 10 นาที ทำให้เกิดความเค้นภายใน) (Teoและคณะ, 2007) หลังจากนั้นทำการใช้สารเคมีละลายโมลด์ที่ห่อหุ้มบรรจุภัณฑ์วงจรรวมเพื่อให้เห็นภายในของตัวบรรจุภัณฑ์ โดยเรียกวิธีนี้ว่าดีแคปซูเลชัน(decapsulation) (Snider, 2014) เพื่อให้สามารถทำการทดสอบการยึดติดของเส้นลวดหลังการทดสอบความเค้นโดยผลที่ได้จะมีความแตกต่างจากผลที่เส้นลวดยังไม่ผ่านความเค้น เพราะเส้นลวดผ่านอุณหภูมิที่มีความร้อนสูงจึงเกิดการยึดติดที่สูงขึ้นโดยจากผลการทดสอบจะชี้ให้เห็นว่าหากไม่มีการทำความสะอาดโดยพลาสมา แรงที่ใช้ในการดึงลวดบริเวณปลายลวด (กรัม) การยึดติดของเส้นลวดมีค่าที่ต่ำที่สุดและหลังการทำความสะอาดโดยพลาสมาการยึดติดของเส้นลวดกับลีดเฟรมมีค่าเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นแนวโน้มทิศทางเดียวกับการทดสอบความยึดติดก่อนผ่านความเค้นของการดึงปลายลวด



รูปที่ 5 หลังการใช้สารเคมีละลายโมลด์ที่ห่อหุ้มบรรจุภัณฑ์วงจรรวมและหลังนำไปทดสอบ

วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองหลังผ่านกระบวนการทำความสะอาดโดยพลาสมา ค่ามุมสัมผัสของหยดน้ำบนผิวไดอลูมินัมและลีดเฟรมมีค่าต่ำลง ซึ่งแสดงถึงความสะอาดของพื้นผิวที่มากขึ้น ช่วงเวลาที่ยังคงประสิทธิภาพความสะอาดหลังการทำความสะอาดโดยพลาสมา คือ 36 ชั่วโมง โดยบริเวณของไดอลูมินัมทำมุมกับหยดน้ำต่ำกว่า 30 องศาและบริเวณลีดเฟรมทำมุมกับหยดน้ำต่ำกว่า 45 องศา ส่วนของการทดสอบคุณภาพในการยึดติดของเส้นลวดอาศัยค่าที่ได้จากแรง (กรัม) ที่กระทำกับเส้นลวดในกรณีต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบคุณภาพการยึดติดของเส้นลวดซึ่งใช้ลวดทองในการเชื่อมลวด มีค่าสูงแสดงถึงการยึดติดของเส้นลวดที่ดีเมื่อผ่านการทำความสะอาดโดยพลาสมาก่อนทำการเชื่อม แต่หลังจากปล่อยชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการทำความสะอาดโดยพลาสมาค่าแรงยึดติดระหว่างเส้นกับผิวของไดอลูมินัมและลีดเฟรม จะมีค่าที่ต่ำลงตามลำดับ โดยกรณีของการดึงลวดบริเวณปลายเส้นลวดแสดงผลค่าเฉลี่ยแรงที่สูงที่สุด 10.5 กรัม ของช่วงเวลา 24 ชั่วโมง กรณีการดึงลวดบริเวณคอบอลแสดงผลค่าเฉลี่ยของแรงสูงสุด 11.45 กรัม ของช่วงเวลา 36 ชั่วโมง และกรณีการผลักลูกบอลแสดงผลค่าเฉลี่ยของแรงสูงสุด 68.2 กรัม ของช่วงเวลา 36 ชั่วโมง หลังการทำความสะอาดโดยพลาสมา หลังการทดสอบความน่าเชื่อถือโดยจำลองสภาวะความเค้นที่จะเกิดขึ้นกับบรรจุภัณฑ์วงจรรวมในกรณีของการทดสอบความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ จำนวน 500 รอบ ทำการทดสอบคุณภาพการยึดติดของเส้นลวดกรณีของการดึงลวดบริเวณปลายลวดแสดงผลค่าเฉลี่ยแรงที่สูงที่สุด 12.65 กรัม ของช่วงเวลา 12 ชั่วโมง ในส่วนของการใช้สารเคมีละลายโมลด์ที่ห่อหุ้มบรรจุภัณฑ์วงจรรวมหลังการทดสอบความน่าเชื่อถือโดยจำลองสภาวะความเค้นเพื่อตรวจดูการเชื่อมติดที่ไม่สมบูรณ์ของเส้นลวดด้วยกล้องไมโครสโคปกำลังขยาย 50 เท่า แสดงให้เห็นว่าไม่พบการยึดติดที่ไม่สมบูรณ์ที่ติดอยู่บนไดอลูมินัมและบริเวณลีดเฟรม

สรุปผลการทดลอง

การทำความสะอาดผิวไดอลูมินัมและลีดเฟรมโดยพลาสมาก่อนกากระบวนรเชื่อมลวด ทำให้ประสิทธิภาพการยึดติดของเส้นลวดดีขึ้น ซึ่งจากผลการทดลองแสดงแนวโน้มระยะเวลาสูงสุดที่สามารถปล่อยชิ้นงานไว้ก่อนการ

เชื่อมลวดคือระยะเวลา 36 ชั่วโมง โดยระยะเวลาหลังการทำความสะอาดโดยพลาสมาตามมาตรฐานของโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตบรรจุภัณฑ์วงจรรวมกำหนดหากเกินเวลา 24 ชั่วโมงต้องนำไปผ่านการทำความสะอาดโดยพลาสมาอีกครั้งเพราะอาจทำให้การยึดติดของเส้นลวดมีประสิทธิภาพไม่ดีวงจรรวมแต่จากผลการทดลองระยะเวลาหลังการทำความสะอาดโดยพลาสมาในช่วง 36 ชั่วโมง ให้ผลความสามารถในการยึดติดของเส้นลวดอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานของโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตบรรจุภัณฑ์กำหนด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับความช่วยเหลือจากบริษัทยูแทคไทย จำกัด ในการสนับสนุนงานวิจัยในด้านสิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการ สารเคมี เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ

เอกสารอ้างอิง

คณะวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 3 วิทยาเขตเทคนิคสิงห์บุรีแห่งที่ 1 , (2557) IC Assembly and Packaging , ที่มา: http://sanong 2003.tripod.com/icm1-04.htm, สืบค้น 9 กันยายน 2557.

Chan Y.H., Kim J.-K. , Liu D., Liu D., Cheung Y.-M. , Ng M.W., (2005) Effect of plasma treatment of Au-Ni-Cu bond pads on process windows of Au wire bonding. IEEE Transactions on Advanced Packaging, 28(4): 674-684.

Chong Y.F., Gopalakrishnan R., Tsang C.F., Sarkar G., Lim S. and Tatti S., (2000) An investigation on the plasma treatment of integrated circuit bond pads. Microelectronics Relibility, 40(7): 1199-1206.

Li W.-H., Reingruber K., Mais N., Acuesta A. and Yape C.A., (2009) “Plasma cleaning on bond pad surfaces for gold wire bonding”, pp. 473-478, In: 11th Electronics Packaging Technology Conference (EPTC 2009), 9-11 December 2009, Shangri-La Hotel, Singapore.

Nowful J.M., Lok S.C. and Lee S.W.R. (2001) “Effects of plasma cleaning on the reliability of wire bonding”, pp. 39-43, In: 3rd International Symposium on Electronic Materials and Packaging (EMAP) 2001, 19-22 November 2001, Hyatt Regency Jeju Hotel, Jeju, Korea.

Snider D., (2014) IC decapsulation - exposing semiconductor devices for analysis, Available from: http://www.ial-fa.com/blog/ic-decapsulation-exposing-semiconductor-devices-for-analysis, Cited 17 September 2014.

Teo M., Lee K.Y., Chew A., Lim S., Lee C. and Nonomura M., (2007) “Plasma surface modification and impact on MSL performance for flip chip packaging”, pp. 657-663, In: 9th Electronics Packaging Technology Conference (EPTC 2007), 10-12 December 2007, Grand Copthorne Waterfront Hotel, Singapore.