

ลดปัญหาในกระบวนการเชื่อม โครงสร้างภายในไดโอด

อริย์รัช ชูโชติสกุลเลิศ

สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม 44000 ประเทศไทย

E-mail: naichu4@yahoo.com

บทคัดย่อ

บทความนี้ศึกษาถึงปัญหาจำนวนชิ้นงานที่เสีย (วัตถุดิบที่ประกอบเป็นโครงสร้างภายในไดโอด) จำนวนมาก หลังจากเชื่อมโครงสร้างภายในไดโอดด้วยเตาบัดกรี จึงได้ทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่กระบวนการประกอบ วิธีการนำชิ้นงานเข้าสู่เตาบัดกรี วิธีการทดสอบคุณสมบัติของชิ้นงานที่ผ่านการเชื่อมด้วยเตาบัดกรีเป็นที่เรียบร้อยแล้ว รวมถึงวิธีการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน จากการเก็บข้อมูลในกระบวนการเชื่อมบัดกรีชิ้นงานดังกล่าว ทำให้ทราบถึงสาเหตุที่ทำให้ชิ้นงานเสียหายจำนวนมาก จากข้อมูลเดิมตรวจสอบชิ้นงานหลังการโค้ทติ้ง มีจำนวนชิ้นงานที่เสีย 36,192 จากจำนวน 1,410,000 ชิ้นงาน คิดเป็น 2.56 % และชิ้นงานเสียที่ออกจากเตาบัดกรีมีจำนวน 17,487 จากจำนวน 1,440,000 ชิ้นงาน คิดเป็น 1.21% เมื่อได้ทำการปรับปรุงแก้ไขใหม่ทั้งการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันและกระบวนการผลิต จำนวนชิ้นงานที่เสียหลังจากออกจากเตาบัดกรี 3,477 จากจำนวน 1,440,000 ชิ้นงาน คิดเป็น 0.24 % จำนวนชิ้นงานที่เสียนั้นได้ค้นหาสาเหตุไปถึงกระบวนการสร้างโดย ทำให้พบโดยที่เสียและถูกส่งเข้าสู่กระบวนการผลิต ซึ่งเป็นสาเหตุหลักในการเพิ่มจำนวนโดยเสียในกระบวนการผลิต จึงได้วางแผนแก้ไขและป้องกันในปัญหานี้และทำการทดลองหาข้อสรุปในลำดับต่อไป

คำสืบค้น

ไดย์ ขาทองแดง แผ่นตะกั่ว ไดโอด เตาบัดกรี เครื่องฉีดฟลัก

IMPLEMENTATION OF WAVE SOLDERING PROCESS IN THE DIODE STRUCTURE

Arithat Chuchotsakunleot

Electrical Industry of Technology, Faculty of Sciences and
Technology, Rajabhat Maha Sarakham University,
Maha Sarakham 44000, Thailand
E-mail: naichu4@yahoo.com

ABSTRACT

This paper studies the problems that are part of failures (the internal structure of materials, diodes), many. After solder the diode structure with a wave soldering. Has record data from the assembly process. How the pieces into the furnace brazing, to test the properties of materials through the wave soldering is completed, including how to preventive maintenance of machinery. From storage record wave soldering. Make known to cause damage many parts. From the old data after the inspection part coating. A number of failure pieces is 36,192 from 1,410,000 pieces, representing 2.56% and of specimens broken out of the wave soldering is 17,487 of a total of 1,440,000 pieces, representing 1.21%. When the adjusted new and maintenance of machinery preventative and manufacturing processes. The number of failure pieces from after the wave soldering of a total 1,440,000 is 3,477 specimens, representing 0.24%. Those have lost the cause in the process of creating the die. Has found that the die reject and it was sent to manufacturing. This is the main cause of increasing number of die rejects in the manufacturing process. The plans and prevent the problem and try to conclude the next step.

KEYWORDS

die, copper lead, solder sheet, diode, wave soldering machine, flux machine

I. บทนำ

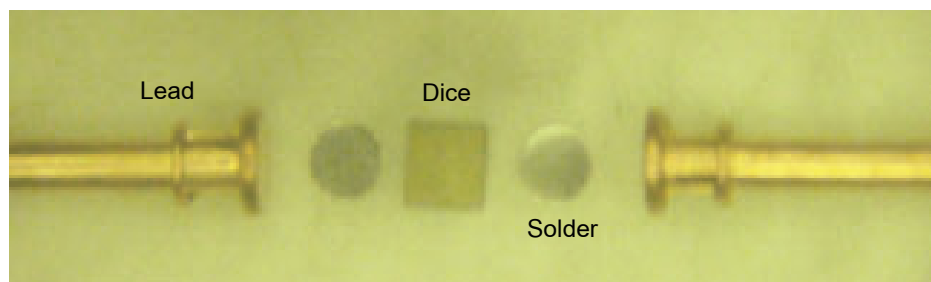
กระบวนการเชื่อมโครงสร้างภายในไดโอดในโรงงานอิเล็กทรอนิกส์ ในอดีตใช้ตะกั่วเป็นตัวประสานโครงสร้างภายในไดโอด[1] ซึ่งส่งผลกระทบต่อผู้ปฏิบัติงาน ก่อให้เกิดร่างกายได้รับสารพิษตะกั่ว ซึ่งจะสะสมในร่างกายและจะไม่แสดงอาการโดยทันทีทันใด(มาตรฐานปริมาณสารตะกั่วเจือปนในร่างกายได้ไม่เกิน 10 ไมโครกรัมในเลือด 1 เดซิลิตร)ฯลฯ ด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทำลายชั้นบรรยากาศและสารพิษตะกั่วยังกระจายไปนอกพื้นที่โรงงานได้ เมื่อมีการนำระบบ ISO เข้ามาควบคุมกระบวนการผลิต จึงได้ปรับปรุงโดยใช้สารเคมีที่นำมาใช้ในการเชื่อมงานอิเล็กทรอนิกส์ โดยปราศจากสารตะกั่ว (Lead free) ตัวอย่าง ส่วนผสมของ lead free เช่น 96.5 %Sn+3.0%Ag+0.5%Cu [2] การเชื่อมในโรงงานอิเล็กทรอนิกส์ ใช้เครื่องจักรอัตโนมัติที่มีลักษณะการเชื่อมแบบคลื่น(wave soldering) [3]-[4] ในการเชื่อมโครงสร้างภายในไดโอดประกอบด้วยปัจจัยหลายอย่าง เช่น การปรับแต่งเครื่องจักร การบำรุงรักษาเครื่องจักร วิธีกระบวนการผลิต การนำสารเคมีมาลดปัญหาในกระบวนการผลิต ซึ่งที่ผ่านมา[5] พิจารณาการวางชิ้นงานโครงสร้างภายในไดโอดที่ประกอบอยู่ในโบท แต่ยังไม่ถูกเชื่อมด้วยเตาบัดกรี พิจารณาอุณหภูมิ ความเร็วของเตาบัดกรี โดยเก็บข้อมูลชิ้นงานไดโอดที่เสียหายผ่านกระบวนการเชื่อมจากเตาบัดกรี การคิดฟลักซ์เพื่อทำความสะอาดให้การเชื่อมนั้นติดง่ายขึ้นและลดการเกิดช่องว่าง(gap) ในโครงสร้างภายในไดโอด ดังที่กล่าวมาทั้งหมด ยังมีปัจจัยหลายประการที่มีผลกระทบต่อทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อชิ้นงาน ซึ่งบทความนี้จะแสดงบางวิธีการในกระบวนการผลิตที่อาจมองข้ามไปและวิธีการลดปัญหา ซึ่งผลเสียแต่เดิมทำให้เกิดการสูญเสียทางด้านเวลาในกระบวนการผลิตมากยิ่งขึ้น การสิ้นเปลืองด้านกำลังคน การสูญเสียในวัสดุอุปกรณ์ การเพิ่มพื้นที่ในกรณีที่มีขั้นตอนการผลิตเพิ่มขึ้น การบำรุงรักษาเครื่องจักรที่ไม่เหมาะสม ฯลฯ

II. ขั้นตอนการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการเชื่อมโครงสร้างภายในไดโอด

2.1 ข้อมูลเบื้องต้นของการประกอบโครงสร้างภายในไดโอด

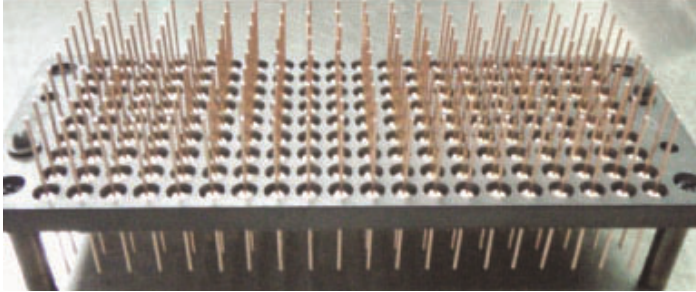
เก็บข้อมูลและแก้ไขปรับปรุง [6] วัตถุทั้งหมดที่นำมาประกอบเป็นไดโอด ดังรูปที่ 1

รูปที่ 1
โครงสร้างภายใน
ไดโอด



เมื่อพนักงานประกอบชิ้นงานเสร็จและนำชิ้นงานลงในโบทดังรูปที่ 2 ก่อนที่จะนำโบทเข้าสู่เตาบัดกรี เพื่อทำการเชื่อมไดโอด ต้องทำการอุ่นอุณหภูมิของเตาบัดกรี โดยใช้โบทเปล่าไหลเข้าสู่เตาบัดกรี โดยสามารถดูอุณหภูมิของเตาบัดกรีที่แสดงบนหน้าปัดดิจิตอลในแต่ละโซน ทำการบันทึกค่าลงในแฟ้ม เมื่ออุณหภูมิได้ตามที่กำหนด จึงนำโบทที่บรรจุชิ้นงานไหลเข้าสู่เตาบัดกรี พนักงานฝ่ายคุณภาพจะทำการตรวจสอบลักษณะรอยเชื่อมภายในโครงสร้างไดโอด ถ้าผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ก็จะให้พนักงานที่ควบคุมเครื่องเตาบัดกรีให้ทำงานต่อไป แต่ถ้าคุณภาพชิ้นงานไม่ผ่านเกณฑ์ พนักงานต้องทำการแจ้งช่างเข้ามา

แก้ไขเมื่อชิ้นงานออกจากเตาบัดกรีแล้ว รอสักครู่หนึ่งเพื่อให้อุณหภูมิความร้อนของชิ้นงานลดลง จากนั้นสังเกต ตำแหน่งของการเกิด Gap โดยใช้กล้องขยายส่องที่ตัวชิ้นงาน ตรวจสอบความสมบูรณ์ของรอยจากการเชื่อมโครงสร้างภายในไดโอดว่ามีความสมบูรณ์มากเพียงใด บันทึกผลที่ได้ โดยการถ่ายภาพจากตัวชิ้นงาน



รูปที่ 2
ชิ้นงานที่ประกอบเสร็จ
บรรจุอยู่ในโบท

2.2 ขั้นตอนการฉีดฟลักและการปรับปรุงกระบวนการ



รูปที่ 3
วิธีการฉีดฟลัก
แบบเดิม

วิธีการฉีดฟลักในรูปที่ 2 ไม่สามารถควบคุมปริมาณฟลักได้และสูญเสียพื้นที่มากในการฉีดฟลัก ต้องใช้พนักงานหลายคน เมื่อฉีดฟลักเสร็จ จะนำชิ้นงานในโบทตั้งทิ้งไว้ เพื่อรอให้ชิ้นงานในโบทมีจำนวนมากพอ จึงนำผลิตภัณฑ์เข้าสู่เตาบัดกรี จากการเก็บข้อมูลทุกผลิตภัณฑ์ที่ตั้งรอจนได้จำนวนมาทุกๆก่อนที่จำนำเข้าสู่เตาบัดกรีดังนี้

กำหนดให้

A คือ ผลิตภัณฑ์ไดโอดที่ใช้แรงดันน้อยกว่า 10 โวลท์ จำนวนได้ย 1 ชิ้น ขนาด 1 แอมแปร์

B คือ ผลิตภัณฑ์ไดโอดที่ใช้แรงดันน้อยกว่า 10 โวลท์ จำนวนได้ย 2 ชิ้น ขนาด 1 แอมแปร์

C คือ ผลิตภัณฑ์ไดโอดที่ใช้แรงดันน้อยกว่า 10 โวลท์ จำนวนได้ยมากกว่า 3 ชิ้น ขนาด 1 แอมแปร์

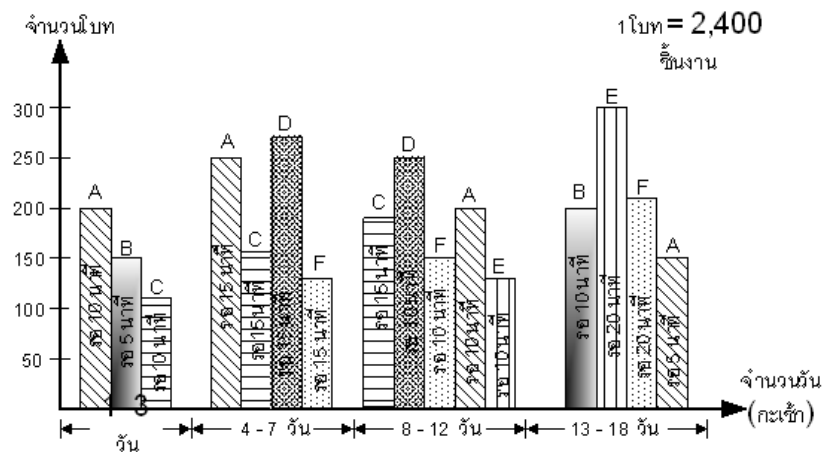
D คือ ผลิตภัณฑ์ไดโอดที่ใช้แรงดันมากกว่า 10 โวลท์ จำนวนได้ย 1 ชิ้น ขนาด 1 แอมแปร์

E คือ ผลิตภัณฑ์ไดโอดที่ใช้แรงดันมากกว่า 10 โวลท์ จำนวนได้ย 2 ชิ้น ขนาด 1 แอมแปร์

F คือ ผลิตภัณฑ์ไดโอดที่ใช้แรงดันมากกว่า 10 โวลท์ จำนวนได้ยมากกว่า 3 ชิ้น ขนาด 1 แอมแปร์

รูปที่ 4

กราฟแสดงเวลาที่สูญเสียไป
ในระหว่างรอขึ้นงาน
เข้าสู่เตาบัดกรี



รูปที่ 4 จากการเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 18 วัน (กะเช้า 8 ชั่วโมง) เวลาสูญเสียที่ไม่มีขึ้นงานเข้าสู่เตาบัดกรีคือ 200 นาทีหรือประมาณ 3 ชั่วโมงกว่า จากข้อมูลนี้จึงได้เสนอเครื่องฉีดน้ำอัตโนมัติก่อนที่จะนำขึ้นงานเข้าสู่เตาบัดกรี ทำให้ลดจำนวนพนักงานในการฉีดพ่น 5 คนและพนักงานเหล่านี้จะไปทำหน้าที่ใส่ชิ้นงานในโบทแทน จึงไม่ต้องรอให้มีผลิตภัณฑ์จำนวนมากๆแล้วค่อยนำเข้าเตาบัดกรี เป็นผลให้ผลิตภัณฑ์ถูกฉีดไม่แห้งก่อนที่จะนำผลิตภัณฑ์เข้าสู่เตาบัดกรี

รูปที่ 5

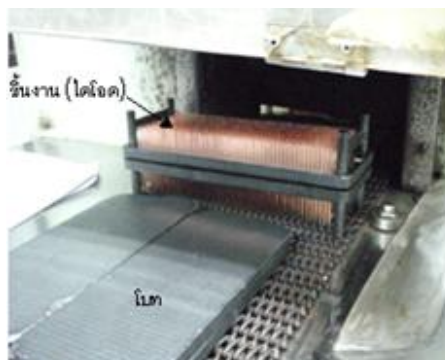
เครื่องฉีดน้ำอัตโนมัติ



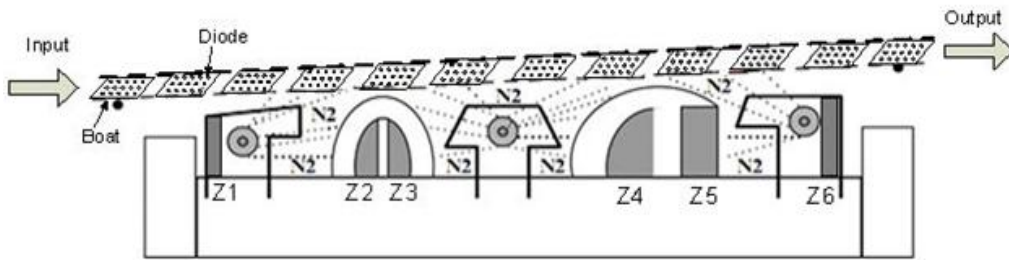
รูปที่ 5 เครื่องฉีดน้ำยาพ่น ควบคุมปริมาณและการกระจายของน้ำยาพ่น โดยเครื่องนี้จะลำเลียงโบทเข้าสู่เตาบัดกรี การบำรุงรักษาไม่ยาก พิจารณาด้านราคา การบริการหลังการขาย โดยมติในที่ประชุมจึงได้อนุมัติ จากข้อมูลในรูปที่ 4

รูปที่ 6

วิธีการโหลดชิ้นงานเข้าสู่
เตาบัดกรี



ในรูปที่ 6 พิจารณา[5] มีโบทเปล่าวางอยู่หน้าโบทที่บรรจุชิ้นงาน โบทเปล้าแสดงถึงไม่มีผลิตภัณฑ์เข้าสู่เตาบัดกรี (หมดแล้ว) หรือพนักงานใส่ชิ้นงานในโบทไม่ทัน ระหว่างที่โบทเปล้าเข้าสู่เตาบัดกรี เพื่อให้เตาบัดกรีรักษาอุณหภูมิภายในให้คงที่ จนกระทั่งพนักงานใส่ชิ้นงานลงในโบทแต่ละผลิตภัณฑ์เสร็จสิ้น

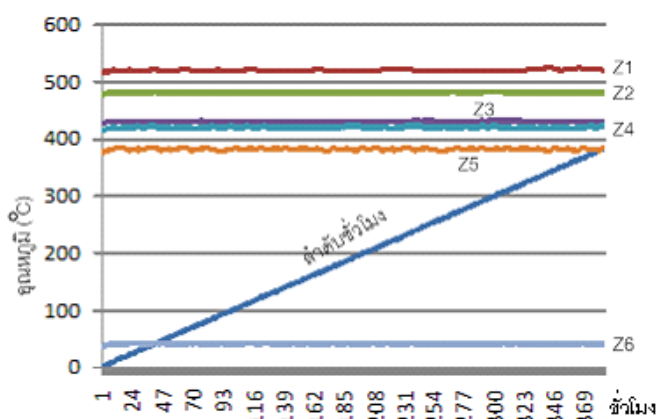


รูปที่ 7
ลักษณะและวิธีการ
ทำงานของเตาบัดกรี

รูปที่ 7 เตาบัดกรีใช้ระบบควบคุมแบบ PID คล้ายกับ [7]-[8] เมื่อผลิตภัณฑ์เข้าสู่ทางอินพุตและผ่านกระบวนการเชื่อมบัดกรีออกทางเอาต์พุต พนักงานจะนำผลิตภัณฑ์มาตั้งไว้ในที่จัดเก็บ เพื่อถ่ายเทอุณหภูมิความร้อนที่สะสมให้น้อยลง จากการเก็บข้อมูลทางฝ่ายวิศวกรรม ไม่มีการตรวจสอบอุณหภูมิในแต่ละโซน วิธีการแรกที่เราเสนอให้ใช้เครื่องบันทึกอุณหภูมิ แสดงผลด้วยกราฟทั้ง 6 โซน เพื่อวิเคราะห์หาเสถียรภาพทางอุณหภูมิของเตาบัดกรี เนื่องจากทางบริษัทไม่มีเครื่องบันทึกอุณหภูมิ มีเพียงดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์ 6 ตัว จึงปรับแผนใช้ดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์วัดโซนละ 1 ตัว ดังตารางที่ 1 โดนทำงานกะละ 8 ชั่วโมง

ตำแหน่งโซน	อุณหภูมิ °C	ดิจิตอล เทอร์โมมิเตอร์ตัวที่	ระยะเวลาใน การวัด	ความถี่ในการ เก็บข้อมูล
1	520	1		
2	480	2	24 วัน / วันละ 2 กะ	
3	430	3		ทุกๆ 1 ชั่วโมง
4	420	4		
5	380	5	24 วัน / วันละ 2 กะ	
6	40	6		

ตารางที่ 1
แผนวัดอุณหภูมิทั้ง 6 โซนในเตาบัดกรี



รูปที่ 8
เส้นกราฟทั้ง 6 โซนในเตา
บัดกรีทดสอบด้วยดิจิตอล
เทอร์โมมิเตอร์

ในรูปที่ 8 จากการใช้โปรแกรม excel คำนวณหาค่าต่ำสุดและสูงสุดในแต่ละโซน โดยการเก็บข้อมูลแต่ละโซนจำนวน 390 ข้อมูล แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2

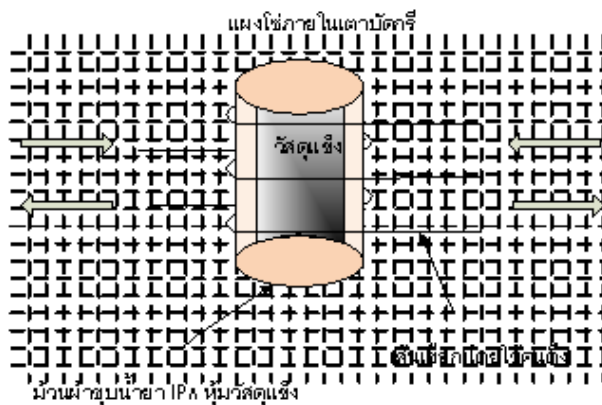
ค่าเปลี่ยนแปลงและ
คลาดเคลื่อนของอุณหภูมิ
แต่ละโซนในเตาบัดกรี

ตำแหน่งโซน	อุณหภูมิต่ำสุด (°C)	อุณหภูมิสูงสุด (°C)	อุณหภูมิกำหนด (°C)	ค่าคลาดเคลื่อน ทางอุณหภูมิ (°C)
1	517	525	520	-3 +5
2	478	484	480	-2 +4
3	427	434	430	-3 +4
4	416	424	420	± 4
5	317	324	320	-3 +4
6	36	44	40	± 4

ในตารางที่ 2 สาเหตุอุณหภูมิในแต่ละโซนเกิดการเปลี่ยนแปลง โดยบันทึกตลอดช่วงการทำงานตั้งแต่ 1 ถึง 369 ชั่วโมง โดยการไหลตื้นงานในบ่ออย่างต่อเนื่อง ปัจจัยหลักๆ [5],[9] คือ อุณหภูมิโดยรอบเตาบัดกรี แรงดันคอยล์แต่ละโซนในเตาบัดกรีสูงหรือต่ำกว่าในสภาวะการใช้งานจริงและระยะเวลาในการเชื่อมบัดกรี ซึ่งกำลังสูญเสียในคอยล์จะแปรผันกับอุณหภูมิของคอยล์ จากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 3 ปี การ P.M.เตาบัดกรี นั้น ยังไม่ถูกวิธีตามคู่มือที่กำหนดไว้ จึงทำการ P.M. ใหม่ โดยทำความสะอาดหัวฉีดทั้งหมดในเตาบัดกรี ปรับมุมของหัวฉีด ปรับความเร็วของแผงโซให้สัมพันธ์กับการเชื่อมโครงสร้างภายในชิ้นงาน ตรวจสอบระบบไนโตรเจน ตัวอย่างเช่น การทำความสะอาดแผงโซในเตาบัดกรี ดังรูปที่ 9

รูปที่ 9

การทำความสะอาดแผง
โซในเตาบัดกรี



รูปที่ 9 การทำความสะอาดแผงโซใช้คนดึงม้วนผ้าทั้ง 2 ข้างที่ชุบน้ำยา IPA ให้ม้วนผ้าถูกับแผงโซ เพื่อลดคราบน้ำยาที่ติดกับแผงโซภายในเตาบัดกรี วิธีการนี้กำจัดคราบสกปรกได้ไม่สิ้นก เนื่องจากไม่สามารถทำความสะอาดแผงโซด้านล่างได้ รวมทั้งร่องโซทั้งหมด จึงกำหนดและวิธี PM (preventive maintenance) อย่างชัดเจน โดยถอดแผงโซออก จากนั้นหาลูกกลิ้งทาสีโดยจุ่มน้ำยา IPA แล้วถูกับแผงโซทั้งแผงบนและล่างให้สะอาด ตรงตัวลูกกลิ้งอาจใช้ผ้าม้วนๆก็ได้และสามารถเปลี่ยนผ้าที่ถูแผงโซได้เมื่อผ้าเกิดความสกปรกมาก การทำความสะอาดร่องโซค่อนข้างลำบาก เนื่องจากร่องโซมีขนาดเล็ก จึงนำแผงโซจุ่มลงในน้ำยา IPA และใช้การสั่นสะเทือนด้วยอุลตราโซนิก ทำให้กำจัดคราบสกปรกได้มาก วิธีการนี้ใช้เวลามากกว่าใช้คนดึงม้วนผ้าทั้ง 2 ข้างดังที่กล่าวมา แต่อายุการใช้งานของโซด้านความ

สะดวกยาวนานกว่ามาก อีกปัญหาหนึ่งที่พบคือ ฝ่ายควบคุมคุณภาพ(Q.C.) กับฝ่ายประกันคุณภาพ(Q.A.) ได้มีข้อตกลงในการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานในโบทที่ออกจากเตาบัดกรี โดยใน 1 โบทมีจำนวน 2,400 ชิ้นงาน พนักงานทำการสุ่มตัวอย่าง 50 ชิ้นงาน/ 1 โบท หรือ 0.208 % โอกาสที่ผิดพลาดสูงถึง 99.792 % ถ้าตรวจสอบคุณภาพชิ้นงาน 100 % จะต้องตรวจสอบถึง 2,400 ชิ้นงาน/ 1 โบท ใน 1 กะจะรันงานประมาณ 300 ถึง 500 โบท ปริมาณงานมีจำนวนมาก จะต้องใช้กล้องตรวจรอยเชื่อมโครงสร้างภายในชิ้นงาน มีความถูกต้องตามสเปคหรือไม่ ถ้าไม่พนักงานจะแยกชิ้นงานนั้นออกและบันทึกลักษณะที่พบลงในแบบฟอร์ม ดังตารางที่ 3

ผลิตภัณฑ์	จำนวน 600 โบท	สุ่มตัวอย่างทดสอบทั้ง 100 โบทๆ ละ 50 ตัว	ระยะเวลาการตรวจสอบ	จำนวนชิ้นงานที่เสีย
A	240,000 ชิ้นงาน / 100 โบท	5,000 ตัว / 100 โบท	30 วัน	278
B	240,000 ชิ้นงาน / 100 โบท	5,000 ตัว / 100 โบท		428
C	240,000 ชิ้นงาน / 100 โบท	5,000 ตัว / 100 โบท		616
D	240,000 ชิ้นงาน / 100 โบท	5,000 ตัว / 100 โบท		273
E	240,000 ชิ้นงาน / 100 โบท	5,000 ตัว / 100 โบท		434
F	240,000 ชิ้นงาน / 100 โบท	5,000 ตัว / 100 โบท		632

ตารางที่ 3

จำนวนชิ้นงานที่เสียหลังจากออกจากเตาบัดกรีโดยสุ่มตัวอย่างทุกๆ ผลิตภัณฑ์

ในตารางที่ 3 สุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์ละ 5 พันชิ้นงาน โดยชิ้นงานที่ทำการทดสอบ ถูกแยกออกและใช้เวลา 30 วันในการตรวจสอบ การสุ่มตัวอย่างนี้สุ่มเพียง 2.08% ทำให้ชิ้นงานที่ไม่ได้รับการตรวจสอบและอาจเสีย จะถูกส่งเข้าสู่กระบวนการล้างด้วยน้ำยาเคมี ทวานเฟอร์ โคทติ้งและทดสอบด้วยเครื่องทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า [5]

ผลิตภัณฑ์	จำนวน 600 โบท	ทดสอบด้วยเครื่องทดสอบ 100%	ระยะเวลาการตรวจสอบ	จำนวนชิ้นงานที่เสีย
A	235,000 ชิ้นงาน / 100 โบท	1,410,000 ชิ้นงาน / 600 โบท	18 วัน / 1 เครื่องจักร	4,320 = 1.8%
B	235,000 ชิ้นงาน / 100 โบท			5,592 = 2.33%
C	235,000 ชิ้นงาน / 100 โบท			7,032 = 2.93%
D	235,000 ชิ้นงาน / 100 โบท			5,544 = 2.31%
E	235,000 ชิ้นงาน / 100 โบท			6,576 = 2.74%
F	235,000 ชิ้นงาน / 100 โบท			7,128 = 2.97%

ตารางที่ 4

ตรวจสอบชิ้นงานด้วยเครื่องทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าหลังการโคทติ้ง

ข้อมูลในตารางที่ 4 คือ ชิ้นงานที่เสียจากการตรวจสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า มีจำนวน 36, 192 ชิ้นงาน ต้องสูญเสียวัตถุดิบเป็นจำนวนมาก สูญเสียด้านเวลาฯ ด้วยเหตุนี้จึงนำเครื่องทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้ามาทดสอบหลังจากชิ้นงานผ่านเตาบัดกรี แต่เนื่องจากชิ้นงานมีจำนวนมาก จึงสุ่มเพียง 70 % ของชิ้นงานทั้งหมดแทนการตรวจสอบจากทางกล้องของพนักงาน โดยใช้เครื่องจักรทดสอบทั้งหมด 4 เครื่องเปรียบเทียบคุณสมบัติทางไฟฟ้าและการ P.M. เตาบัดกรีอย่างถูกวิธี ผลการทดลองดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5

ตรวจสอบชิ้นงานด้วย
เครื่องทดสอบคุณสมบัติ
ทางไฟฟ้าหลังจาก
เตาบัดกรี

ผลิตภัณฑ์	จำนวน 600 โบท	ทดสอบด้วยเครื่องทดสอบ 100%	ระยะเวลาการ ตรวจสอบ	จำนวนชิ้นงาน ที่เสีย
A	240,000 ชิ้นงาน / 100 โบท			1,874 = 0.76%
B	240,000 ชิ้นงาน / 100 โบท			2,476 = 1.03%
C	240,000 ชิ้นงาน / 100 โบท		6 วัน / 1	3,142 = 1.30%
D	240,000 ชิ้นงาน / 100 โบท	1,440,000 ชิ้นงาน / 600 โบท	เครื่องจักร	2,318 = 0.96%
E	240,000 ชิ้นงาน / 100 โบท			3,659 = 1.52%
F	240,000 ชิ้นงาน / 100 โบท			4,018 = 1.67%

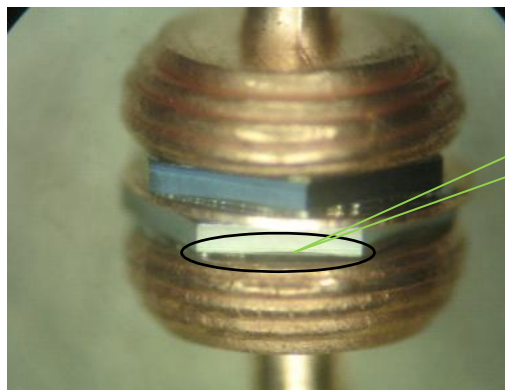
ตารางที่ 5 จำนวนชิ้นงานเสีย 17, 487 ชิ้นงาน เป็น 48.31 % เทียบกับชิ้นงานเสียของตารางที่ 4 เป็น 100 %

III. ลักษณะต่างๆของรอยเชื่อมโครงสร้างภายในไดโอด จากเตาบัดกรี

3.1 ลักษณะช่องว่างในโครงสร้างไดโอดจากการ P.M.และกระบวนการผลิตที่ไม่ถูกต้อง

รูปที่ 10

ลักษณะการเกิดช่องว่าง
จากการ P.M. ที่ไม่ถูกต้อง

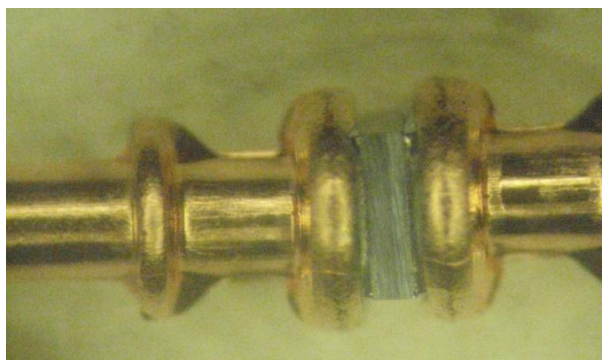


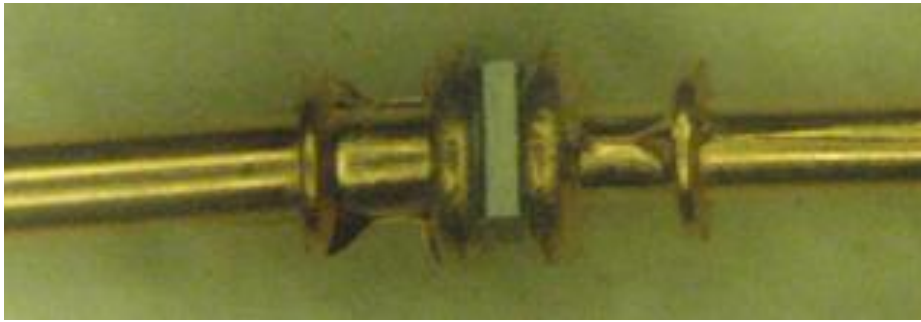
ลักษณะการเกิด GAP

3.2 ลักษณะรอยเชื่อมของชิ้นงานจากการฉีดฟลักด้วยเครื่องฉีดฟลักกับ วิธีการ P.M. ที่ถูกต้องและการพัฒนากระบวนการผลิต

รูปที่ 11

ลักษณะรอยเชื่อมที่ดีจาก
การ P.M. ที่ถูกต้องและ
พัฒนากระบวนการผลิต





รูปที่ 12

ลักษณะรอยเชื่อมที่ดีและเป็นระเบียบจากการ P.M. และพัฒนากระบวนการผลิต

ตารางที่ 6

จำนวนชิ้นงานที่ผ่านการทดสอบด้วยเครื่องจักรหลังจากปรับปรุงการ P.M. และกระบวนการผลิตที่ถูกต้อง

ผลิตภัณฑ์	จำนวน 600 โบท	ทดสอบ 100% ด้วยเครื่องทดสอบจำนวน 4 เครื่อง	ระยะเวลาการตรวจสอบ	จำนวนชิ้นงานที่เสียหลังออกจากเตาบัดกรี
A	240,000 ชิ้นงาน / 100 โบท			472 = 0.196%
B	240,000 ชิ้นงาน / 100 โบท			612 = 0.255%
C	240,000 ชิ้นงาน / 100 โบท		4 วัน / 1	673 = 0.28%
D	240,000 ชิ้นงาน / 100 โบท	1,440,000 ชิ้นงาน / 600 โบท	เครื่องจักร	542 = 0.225%
E	240,000 ชิ้นงาน / 100 โบท			532 = 0.221%
F	240,000 ชิ้นงาน / 100 โบท			646 = 0.269%

ในตารางที่ 6 ลดจำนวนการสูญเสียได้อย่างมากคือ มีจำนวนชิ้นงานที่เสียทั้งหมด 3,477 ชิ้นงาน ต่อจำนวน 1,440,000 ชิ้นงาน คิดเป็น 0.241 % เมื่อทำการวิเคราะห์หาสาเหตุได้ดังนี้

- 1) ข้อมูลในกระบวนการสร้างโดย[6]ขั้นตอนสุดท้ายด้วยเครื่องทดสอบได้ มีได้เสียเป็นจำนวนมากและไม่สามารถซ่อมแซมได้
- 2) กระบวนการสร้างโดยละเอียดซับซ้อน จากการสังเกตมีเครื่องทดสอบได้มีความผิดพลาดเกิดขึ้นในระหว่างการทำงาน เนื่องจากพนักงานนำโดยที่ตรวจสอบด้วยเครื่องไม่ผ่าน ไปทดสอบเครื่องอื่น ผลออกมาผ่าน พนักงานจึงนำโดยเหล่านั้นเข้าสู่กระบวนการผลิตต่อไป
- 3) มีการนำโดยที่เสียแล้ว เข้ามาปะปนกับโดยที่ดี เพื่อให้จำนวนโดยตรงตามยอดที่ระบุมาจากลูกค้า
- 4) ทางฝ่ายผลิตไม่มีเครื่องตรวจสอบโดยก่อนนำเข้าสู่กระบวนการผลิต เนื่องจากด้านราคาของเครื่องจักรและปัญหาการตรวจเช็คที่ซ้ำซ้อน

มีการนำวิศวกรในฝ่ายที่สร้างโดยเข้ามาดูกระบวนการผลิตไดโอด ต่างฝ่ายต่างถกเถียงปัญหาต่อกัน จึงเสนอแนวทางแก้ไขคือ จากวิธีที่ได้ปรับปรุงผลการทดสอบเป็นที่ยอมรับในตารางที่ 6 จึงนำวิศวกรและฝ่ายช่างทางฝ่ายผลิตเข้าร่วมตรวจเช็คในจุดของเครื่องทดสอบได้ เป็นจำนวน 50,000 ตัว มีโดยเสีย 1,822 ตัว คิดเป็น 3.64 % แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7

ผลการทดสอบโดยตาม
ความเป็นจริงด้วย
เครื่องจักรอิเล็กทรอนิกส์

โดย	รูปโดย แต่ละชนิด	จำนวนโดยที่ตรวจสอบ ด้วยเครื่องจักร	จำนวนโดยที่ไม่ผ่าน การตรวจสอบด้วย เครื่องจักร
0.81×0.81 SKY		10000 ตัว	412 ตัว = 4.12 %
0.85×0.85 PLANER		10000 ตัว	309 ตัว = 3.09 %
0.88×0.88 SKY		10000 ตัว	316 ตัว = 3.16 %
0.98×0.98 PLANER		10000 ตัว	474 ตัว = 4.74 %
1.00×1.00 SKY		10000 ตัว	311 ตัว = 3.11 %

IV. บทสรุป

ลดปัญหาในกระบวนการเชื่อมไดโอด โดยวิเคราะห์ในสายผลิตหลังเตาบัดกรี ซึ่งมีจำนวนเสียของชิ้นงานเป็นจำนวนมาก ดังตารางที่ 5 เมื่อทำการแก้ไขจะได้ผลดังตารางที่ 6 ลดจำนวนสูญเสียของชิ้นงานได้อย่างมาก แต่การวิเคราะห์กระบวนการสร้างไดโอดนั้น มีหลายกระบวนการ กระบวนการ แต่มุ่งเน้นในส่วนที่ชิ้นงานเกิดความเสียหายมากพอควร เมื่อทำการแก้ไขปัญหาและทดลอง ผลที่ได้ลดความเสียหายได้น้อยลง และลดเวลาในการทำงานได้รวมถึงสามารถเสริมบุคลากรไปยังงานส่วนอื่นๆ ได้ดียิ่งขึ้น แต่ยังไม่สามารถลดปัญหาการเชื่อมโครงสร้างภายในไดโอดได้ 100 % เนื่องจากสัมพันธ์กับกระบวนการสร้างโดย ไม่ได้ตรวจสอบ 100 % และมีความผิดพลาด จากการนำโดยเสียเข้ามาปะปนในกระบวนการผลิตไดโอด จากข้อมูลในตารางที่ 7 มีจำนวนโดยเสีย 1,822 ตัวและโดยที่เสียหลายตัวได้ถูกส่งเข้าสู่กระบวนการผลิต ซึ่งโดยที่เสียเหล่านั้นไม่สามารถซ่อมได้ เมื่อโดยเสียเข้าสู่กระบวนการผลิตแล้ว จะยิ่งทำให้สูญเสียวัตถุดิบเพิ่มเป็นอย่างมาก เมื่อพบโดยที่เสียจึงแยกออกเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุ และได้จัดทีมเข้าไปตรวจสอบในแต่ละกระบวนการทดสอบคุณสมบัติของโดยด้วยเครื่องจักรและทางกลึง ซึ่งเป็นแนวทางวิจัยในลำดับต่อไป

บรรณานุกรม

- [1] Directive 2002/95/EC, Restriction of the certain hazardous substances in electrical and electronic equipment, European Parliament and Council, 27. January 2003.
- [2] “อยากได้ลิฟท์ฟรีเหลว” [Online]. Available: www.mydrmobile.com/mobileboard/b27/t37883/0/?action [Accessed: Aug. 15, 2010]
- [3] J. Lau, D. Shangguan W. Dauksher, D. Khoo, G. Fan, W. Loong-Fee, and M. Sanciaume “Lead-free wave-soldering and reliability of light-emitting diode (LED) display Assemblies,” *International Conference on Lead Free Electronics-Towards Implementation of the RHS Directivem Brussels*, Belgium, 2003.
- [4] D. Shangguan, “Study of compability for lead-free solder PCB assembly,” *International Conference on Lead Free Electronics-Towards Implementation of the RHS Directive Brussels*, Belgium, 2003.
- [5] อริยธัช ชูโชติสกุลเลิศ, “เพิ่มผลผลิตในกระบวนการสร้างไดโอด ด้วยศาสตร์บริหารเชิงวิศวกรรม,” *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*. ปีที่ 4, ฉบับที่ 3, กันยายน-ธันวาคม. 2553.
- [6] [Online]. Available: <http://www.eicsemi.com>. [Accessed: Sep. 8, 2010]
- [7] M. Theriault, P. Wolff, R. Passman, and K. Redwitz, “Improving the wave soldering process with new nitrogen retrofit systems,” *Proceedings of NEPCON West*, Anaheim, pp. 1-11, 1999.
- [8] S. Chuan, “Technical Information” [Online]. Available: www.songchuan.com/en/Technical-Infomation.pdf [Accessed: Sep. 8, 2010]
- [9] อริยธัช ชูโชติสกุลเลิศ, “การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องจักรกลเรียงขาทองแดงในกระบวนการผลิตไดโอด,” *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, ปีที่ 2, ฉบับที่ 3, มกราคม-มิถุนายน. 2553.