

การลดของเสียในแผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Contactless Chip Module Defect Reduction



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

FACULTY OF ENGINEERING

Chulalongkorn University

Academic Year 2019

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การลดของเสียในแผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส
โดย	น.ส.ธัญวรัตน์ สวัสดิ์สุภผล
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชูติมา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์จรัสวัฒน์ เงามประเสริฐวงศ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชูติมา)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ตั้งจิตสิตเจริญ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชูเวช ชูเวช)

ธวัชรรัตน์ สวัสดิ์สุภผล : การลดของเสียในแผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส. (Contactless Chip Module Defect Reduction) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ศ. ดร.ปารเมศ ชูติมา

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส ซึ่งเป็นชิปที่ใช้เก็บข้อมูลในอีพาสปอร์ต จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตพบว่าในกระบวนการผลิตมีของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ ซึ่งตรวจพบที่แผนกทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า เมื่อนำชิ้นงานของเสียมาวิเคราะห์และตรวจสอบพบว่า ชิ้นงานของเสียนั้นมีปัญหารอยแตกร้าวบริเวณหน้าได ซึ่งจำนวนของเสียเมื่อเทียบต่อล้านชิ้นสูงที่สุดที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1661 PPM โดยมีสาเหตุมาจากความผันแปรของเครื่องจักรในกระบวนการห่อหุ้มชิ้นงาน งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้หลักการซิกส์ ซิกม่า ในการปรับปรุงกระบวนการโดยการดำเนินการตามหลัก DMAIC ใน ขั้นตอนการนิยามปัญหา, ขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบวัด, ขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา, ขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการ, จนกระทั่งถึง ขั้นตอนควบคุมกระบวนการ. ซึ่งการดำเนินการวิจัยพบว่าสาเหตุของความผันแปรของเครื่องจักรในกระบวนการห่อหุ้มชิ้นงานนั้นเกิดจาก แปรปรวนที่ใช้ทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์เกิดการชำรุดส่งผลให้หน้าแม่พิมพ์ มีความสะอาดไม่เพียงพอมีเศษผงของคอมปาวด์พลาสติก และคราบคอมปาวด์พลาสติกติดค้างอยู่บริเวณหน้าแม่พิมพ์ซึ่งส่งผลให้ เมื่อชิ้นงานถัดไปเข้าสู่กระบวนการห่อหุ้มชิ้นงาน เกิดแรงประทะระหว่างแม่พิมพ์กับเศษผงของคอมปาวด์พลาสติกและกระแทกเข้ากับชิ้นงานบริเวณหน้าไดแรงประทะส่งผลให้เกิดรอยแตกร้าวบริเวณหน้าได ทำให้ชิ้นงานไม่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าประเภทวีลิมิเตอร์ ทางผู้วิจัยจึงได้แก้ไขปัญหานี้โดยการเปลี่ยน แปรปรวนทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์และกำหนดให้มีการทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ทุกครั้งก่อนเริ่มงานล็อตใหม่ และมีการตรวจเช็คสภาพแปรปรวนทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ทุกหนึ่งเดือน ตลอดจนกำหนดอายุการใช้งานที่สามเดือน เปลี่ยนเมื่อหมดอายุการใช้งาน การติดตามผลการปรับปรุงพบว่าจำนวนของเสียเมื่อเทียบต่อล้านประเภทรอยแตกร้าวบริเวณหน้าไดลดลงจาก 1661 PPM เหลือเพียง 902 PPM

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ลายมือชื่อนิสิต

ปีการศึกษา 2562

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

6170985421 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORD: Six Sigma, Contactless chip module, Process improvement, Fault tree analysis

Thunwarat Sawatsuphaphon : Contactless Chip Module Defect Reduction .

Advisor: Prof. PARAMES CHUTIMA, Ph.D.

This research was conducted in a manufacturing company that produces integrated circuits for global customers. The purpose of this research was to reduce defect rate from the assembly process that affected product lots on hold at the test process for the contactless chip module package which had increasing of product lots on hold rate of 9.5% in March 2019 based on the reject criteria V-limiter. The potential cause of defect came from die crack that high PPM of the die crack defect average 1661 PPM. To reduce defect rate, the 5 steps of DMAIC, of Six Sigma methodology were applied in this research for process improvement to reduce die crack defect of contactless chip module package at the assembly process. The 5 steps of DMAIC activities are carried out by applying quality control and statistical tools to identify the root cause of the problem and establish effective actions. The result reveals that the brush cleaning conditions and mold chase cleaning method are the causes of die crack which made the product fail functional test criteria V-limiter at the testing process. After implementing the improvement actions, it is observed that the result of die crack PPM was reduced from 1661 to 902 and the product lots on hold based on criteria V-limiter is reduced from 9.5% to 4.02% in November 2019.

Field of Study: Industrial Engineering

Student's Signature

Academic Year: 2019

Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่อง "การลดของเสียในแผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส" สำเร็จลุล่วงลงด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือและความอนุเคราะห์อย่างสูงจากบุคคลที่เกี่ยวข้องหลายท่าน และโรงงานกรณีศึกษาที่เอื้ออำนวยในการทดลองดำเนินงานวิจัยผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณทุกท่านและทุกหน่วยงานเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ ศ.ดร.ปารเมศ ชูติมา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้คำปรึกษาที่ดีมาโดยตลอดการทำวิจัย ช่วยชี้แนะแนวทางการดำเนินงานวิจัยนี้ให้ ให้ความรู้ คำแนะนำ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือ เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปอย่างเรียบร้อย ราบรื่น และสำเร็จ

ขอขอบพระคุณ รศ.จิรพัฒน์ เงามประเสริฐวงศ์ ประธานในการสอบวิทยานิพนธ์ ประธานในการสอบวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.สมเกียรติ ตั้งจิตสิตเจริญ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.ชูเวช ชาญสง่าเวช กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ภายนอก ที่ได้ให้ความกรุณา เสียสละเวลาอันมีค่า มารับฟังการนำเสนองานวิจัย และให้คำปรึกษา คำแนะนำต่างๆ ในการแก้ปัญหา ยิ่งไปกว่านั้นช่วยตรวจสอบข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณโรงงานกรณีศึกษาที่ให้สถานที่การทำวิจัย ข้อมูลรวมถึงอุปกรณ์การดำเนินงานวิจัยต่างๆ ตลอดจน หัวหน้างานและเพื่อนร่วมงานเป็นแรงบันดาลใจและผลักดันในการศึกษาต่อและคอยให้คำปรึกษาชี้แนะและให้กำลังใจที่ดีมาโดยตลอด ตลอดจน

ขอขอบพระคุณกัลยาณมิตร ที่เป็นแรงผลักดันและกำลังใจที่ดี และให้ความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน และขอขอบคุณทุกๆ ท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนแต่ไม่ได้เอ่ยนามมา ณ ที่นี้ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายกราบขอบพระคุณบิดามารดา ผู้เป็นเจ้าของปัญญา ซึ่งได้มอบความรัก พลังชีวิต และกำลังใจที่ยิ่งใหญ่ตลอดมา

ฉัตรรัตน์ สวัสดิ์สุภผล

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญรูปภาพ.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....	1
1.2 การศึกษาสภาพปัญหา.....	2
1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	5
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	5
1.5 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	5
1.6 ผลคาดว่าจะได้รับ.....	6
1.7 คำจำกัดความในการวิจัย.....	6
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	8
2.1 หลักการดำเนินงานของซิกส์ ซิกม่า	8
2.2 ความรู้ทั่วไปของแผงวงจรรวมอิเล็กทรอนิกส์(ซิป) ในการ์ด	25
2.3 กระบวนการผลิตแผงวงจรรวมอิเล็กทรอนิกส์ (ซิป).....	26
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	30
บทที่ 3 นิยามปัญหา.....	33
3.1 การศึกษากระบวนการผลิต.....	33

3.2 การศึกษาสภาพปัญหาในปัจจุบัน.....	35
3.3 วัตถุประสงค์ ของการทำวิจัย	40
3.4 การจัดตั้งคณะทำงาน.....	40
3.5 เอกสารสิทธิโครงการ (Project Charter).....	41
บทที่ 4 การวัดและวิเคราะห์สาเหตุเบื้องต้นของปัญหา (Measure Phase)	43
4.1 การวิเคราะห์ระบบวัดของเครื่องมือวัด.....	43
4.2 การวิเคราะห์สาเหตุเบื้องต้นของปัญหา.....	49
บทที่ 5 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา (Analysis Phase).....	45
5.1 การวิเคราะห์และตรวจสอบชิ้นงานเสียประเภทรอยแตกร้าวบริเวณหน้าไต (Die Crack)	45
5.2 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของของเสีย กับกระบวนการประกอบผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวม แบบไม่สัมผัส	47
5.3 การทดสอบทางสถิติ เพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา.....	51
5.4 การวิเคราะห์หาสาเหตุความผันแปรของเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการต่อหุ้มชิ้นงาน.....	67
5.5 การทดสอบทางสถิติเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาความผันแปรของเครื่องจักรใน กระบวนการต่อหุ้มชิ้นงาน	69
บทที่ 6 การปรับปรุงกระบวนการ (Improve Phase).....	76
6.1 การตรวจสอบสภาพของเครื่องจักรในกระบวนการต่อหุ้มชิ้นงาน	76
6.2 ทบทวนขั้นตอนการทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ ของเครื่องต่อหุ้มชิ้นงาน	77
บทที่ 7 ขั้นตอนการควบคุมกระบวนการ (Control Phase).....	78
7.1 การกำหนดมาตรการควบคุม การตรวจสอบสภาพของแปรงทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์....	78
7.2 การกำหนดมาตรการควบคุม การปฏิบัติงานในเรื่องการทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์	81
7.3 สรุปผลการปรับปรุง	82
บทที่ 8 บทสรุป	83
8.1 ขั้นตอนการนิยามปัญหา.....	83

8.2 ขั้นตอนการวัด.....	84
8.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ สาเหตุของปัญหา	84
8.4 ขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการ.....	85
8.5 ขั้นตอนควบคุมกระบวนการ	85
8.6 ข้อจำกัดในการทำงานวิจัย	86
8.7 ข้อเสนอแนะ	86
ภาคผนวก.....	87
บรรณานุกรม.....	88
ประวัติผู้เขียน.....	89



สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 ความผันแปรของ ชิกส์ชิกม่าและระดับของชิกส์ชิกม่า..... 9

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์การตัดสินใจสำหรับ OE, IFA, IMISS จาก (AIAG, 2010)..... 18

ตารางที่ 2.3 ผลการตัดสินใจการทดสอบสมมุติฐาน 19

ตารางที่ 2.4 ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์แสดงความแปรปรวนสองทาง (Two-way ANOVAกรณี
วัดผลเพียงครั้งเดียว..... 21

ตารางที่ 2.5 ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์แสดงความแปรปรวนสองทาง (Two-way ANOVA) กรณี
วัดผลซ้ำกันหลายๆ ครั้ง..... 22

ตารางที่ 4.1 แสดงตัวอย่างการเตรียมชิ้นงานเพื่อทดสอบระบบวัดของเครื่องทดสอบ..... 46

ตารางที่ 5.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการประกอบ กับ ของเสีย ประเภทไม่ผ่านการ
ทดสอบในเรื่องของคุณสมบัติทางไฟฟ้าประเภทวีลิมิเตอร์ 49

ตารางที่ 5.2 แสดงการวิเคราะห์ต้นไม้แห่งความผิดพลาด (Fault Tree Analysis) ความเสี่ยงที่
อาจจะก่อให้เกิดปัญหา รอยแตก ร้าว บริเวณ หน้าไดของเครื่องจักรในกระบวนการห่อหุ้มชิ้นงาน 68

ตารางที่ 5.3 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ระหว่างการปรับ-ไม่ปรับความตึงและความ
สั้นสะเทือนขณะลิตเฟรอม เข้าไปในเครื่องจักร 69

ตารางที่ 5.4 แสดงเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ของกลุ่มตัวอย่าง การทดลองเปลี่ยนแปลงที่ใช้
ทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ในเครื่องห่อหุ้มชิ้นงาน 73

ตารางที่ 7.1 แสดงรายการ งานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive maintenance task list) ที่
เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบสภาพของแปรงทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ 79

ตารางที่ 7.2 แสดงรายการ งานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive maintenance task list) ที่
เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยน แปรงทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ความถี่รายไตรมาส 80

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 1.1	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ประเภทอิเล็กทรอนิกส์พาสปอร์ตที่ประกอบด้วยแผงวงจรรวม	2
รูปที่ 1.2	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส	2
รูปที่ 1.3	กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส	3
รูปที่ 1.4	ข้อร้องเรียนของลูกค้าในผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส	3
รูปที่ 1.5	แผนภูมิพาเรโตข้อร้องเรียนของเสียจากกระบวนการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า (Test Process) ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ.2561-มีนาคม พ.ศ.2562	4
รูปที่ 2.1	ความหมายเชิงตัวเลขของ ชิกร์ชิกม่า.....	9
รูปที่ 2.2	วงจรขั้นตอนการดำเนินงานชิกร์ชิกม่า(Pyzdek T & A, 2010)	10
รูปที่ 2.3	ตัวอย่างแผนภูมิเหตุและผล Cause and Effect diagram	11
รูปที่ 2.4	ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต.....	13
รูปที่ 2.5	Gage Repeatability	14
รูปที่ 2.6	Gage Reproducibility	15
รูปที่ 2.7	ตัวอย่างการขีดแผ่นเวเฟอร์ให้มีความหนาลดลง	26
รูปที่ 2.8	ลักษณะการตัดแยกแผ่นเวเฟอร์เป็นได้.....	27
รูปที่ 2.9	การเชื่อมติดได้และแผ่นตัวนำ.....	27
รูปที่ 2.10	ชิ้นงานหลังจากผ่านการเชื่อมลวด.....	28
รูปที่ 2.11	การห่อหุ้มชิ้นงานที่กระบวนการห่อหุ้มชิ้นงาน	29
รูปที่ 3.1	อัตราการเกิดของเสีย 80% ของผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส (Contactless Chip Module) ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ.2561-มีนาคม พ.ศ.2562	36
รูปที่ 3.2	แสดงเปอร์เซ็นต์ของเสียที่รอการตรวจสอบในกระบวนการทดสอบ.....	37
รูปที่ 3.3	แผนภูมิความสัมพันธ์ ระหว่างเหตุ-ผล (ต้นไม้แห่งปัญหา) ของเสียที่รอการตรวจสอบในกระบวนการทดสอบ.....	38
รูปที่ 3.4	ชิ้นงานของเสียที่มีรอยแตกร้าวบริเวณหน้าไดหรือที่เรียกว่า Die crack	39
รูปที่ 3.5	แสดงกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส	39

รูปที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง(APPERAISER CROSS APPERAISER) และ(APPERAISER CROSS REFERENCE).....	47
รูปที่ 4.2 การวิเคราะห์ Attribute Agreement Analysis สำหรับค่าที่เครื่องทดสอบขึ้นงานอ่านได้ (Read out).....	48
รูปที่ 4.3 แสดงแผนภูมิเหตุผล (Cause and Effect diagram) ของปัญหา รอยแตกร้าวบริเวณ หน้าไต (Die Crack)	43
รูปที่ 5.1 ลักษณะภายนอกของชิ้นงานเสีย ที่ไม่ผ่านการทดสอบในเรื่องของคุณสมบัติทางไฟฟ้า กลายเป็นของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ที่แผนกทดสอบขึ้นงาน	45
รูปที่ 5.2 รอยแตกร้าวที่บริเวณหน้าไต ของตัวงานของเสียประเภทวีลิมิเตอร์.....	46
รูปที่ 5.3 รูปแบบการเกิดของเสียประเภทไม่ผ่านการตรวจสอบในเรื่องของคุณสมบัติทางไฟฟ้า.....	46
รูปที่ 5.4 การกระจายตัวแบบปกติ ของข้อมูลเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์	50
รูปที่ 5.5 การกระจายตัวแบบปกติ ของข้อมูลเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ ภายใต้	51
รูปที่ 5.6 การทดสอบ One-way ANOVA : %Defect V-limiter versus Shift	52
รูปที่ 5.7 กราฟ Boxplot เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์เทียบกับกะการทำงานของพนักงาน	53
รูปที่ 5.8 การทดสอบ One-way ANOVA : %Defect V-limiter versus Die attach machine	55
รูปที่ 5.9 กราฟ Boxplot เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์เทียบกับเครื่องจักรที่ใช้ในการติดได้	56
รูปที่ 5.10 การทดสอบ One-way ANOVA % Defect V-limiter versus Wire bond machine :	57
รูปที่ 5.11 กราฟ Boxplot เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ เทียบกับเครื่องจักรในกระบวนการ เชื่อมลวด.....	58
รูปที่ 5.12 การทดสอบ One-way ANOVA : %Defect V-limiter versus Encapsulation machine	59
รูปที่ 5.13 กราฟ Boxplot เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์เทียบกับเครื่องจักรในกระบวนการ ท่อหุ้มขึ้นงาน.....	60

รูปที่ 5.14 การทดสอบ One-way ANOVA : %Defect V-limiter versus วัสดุพิมพ์ประเภทกาว ..	62
รูปที่ 5.15 กราฟ Boxplot เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์เทียบกับวัสดุพิมพ์ประเภทกาว	63
รูปที่ 5.16 แสดงการทดสอบ One-way ANOVA : %Defect V-limiter versus วัสดุพิมพ์ประเภท วัสดุพิมพ์ประเภทเวเฟอร์ (Wafer Batch).....	64
รูปที่ 5.17 กราฟ Boxplot เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์เทียบกับวัสดุพิมพ์ประเภทเวเฟอร์.	65
รูปที่ 5.18 การเปรียบเทียบความแข็งแรงของเวเฟอร์ (Die strength) ที่ความหนา 75 um ระหว่าง หน้าและหลังได	66
รูปที่ 5.19 ความตึงในขั้นตอนการใส่ลีดเฟรมเข้าไปในเครื่องจักร	68
รูปที่ 5.20 การสั่นสะเทือนขณะลีดเฟรม เข้าไปในเครื่องจักร	68
รูปที่ 5.21 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ระหว่างการปรับ-ไม่ปรับความตึง และความสั่นสะเทือน ขณะลีดเฟรมเข้าไปในเครื่องจักร	70
รูปที่ 5.22 กราฟ Boxplot การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ระหว่างการปรับ- ไม่ปรับความตึงและความสั่นสะเทือนขณะลีดเฟรมเข้าไปในเครื่องจักร	71
รูปที่ 5.23 แสดงผลการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ระหว่างการเปลี่ยนแปลง ใหม่กับใช้แปรงเดิม	73
รูปที่ 5.24 กราฟ Boxplot แสดงเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์เปรียบเทียบระหว่างการ เปลี่ยน แปรงใหม่ กับใช้แปรงเดิม.....	74
รูปที่ 5.25 แสดงขั้นตอนการเกิดรอยร้าวบริเวณหน้าได ที่เกิดจากเครื่องจักรที่ใช้ในการห่อหุ้ม ชิ้นงาน (Encapsulation Machine).....	75
รูปที่ 6.1 แสดงลักษณะการชำรุดของแปรงที่ใช้ทำความสะอาดแม่พิมพ์.....	76
รูปที่ 6.2 แสดงลักษณะปกติของแปรงที่ใช้ทำความสะอาดแม่พิมพ์	77
รูปที่ 7.1 แสดงตัวอย่างการตรวจสอบสภาพของแปรงทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์	79
รูปที่ 7.2 แปรงทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ใหม่ที่น่ามาเปลี่ยนแทนแปรงเก่าในกรณีอายุงานครบ 3 เดือน หรือแปรงมีสภาพผิดปกติ หรือ ชำรุด	80
รูปที่ 7.3 เอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงาน ในเรื่องการทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์.....	81

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เป็นอุตสาหกรรมที่มีบทบาทต่อเศรษฐกิจของประเทศ ไทยและเป็นอุตสาหกรรมที่ทำรายได้ให้กับประเทศเป็นจำนวนมาก โดยอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนหลักๆดังต่อไปนี้ ส่วนแรกเป็นอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ขั้นพื้นฐาน ส่วนที่สองเป็นอุตสาหกรรมที่ผลิตชิ้นส่วนและส่วนประกอบต่างๆ และส่วนที่สามคือ อุตสาหกรรมที่นำชิ้นส่วนไปประกอบเป็นผลิตภัณฑ์

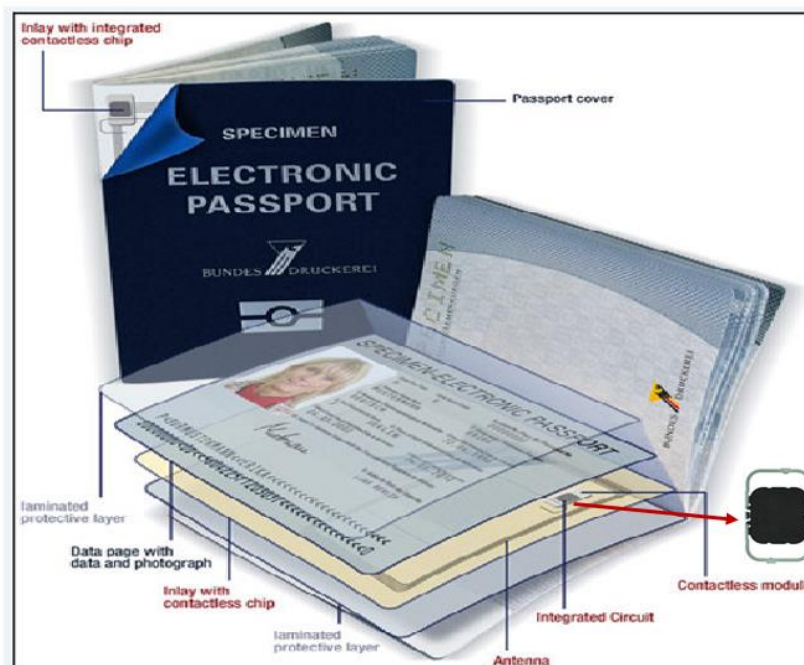
อุตสาหกรรมการผลิตแผงวงจรรวม เป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพทางการผลิต และการส่งออก โดยประเทศไทยจัดได้ว่าเป็นฐานการผลิตแผงวงจรรวม (Integrate Circuit, IC) ซึ่ง กระบวนการผลิตหลักจะเป็นขั้นตอนการประกอบ (Assembly) และขั้นตอนการทดสอบ (Testing) และส่งต่อผลิตภัณฑ์ไปยังผู้รับจ้างผลิตแผงวงจรไฟฟ้าสำเร็จรูปอีกทอดหนึ่ง

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันมีบริษัทผู้ผลิตแผงวงจรรวม เกิดขึ้นจำนวนมาก ไม่ว่าจะเป็นบริษัทร่วมทุน จากต่างชาติ , บริษัทที่ต่างชาติมาลงทุนในประเทศไทย , บริษัทของคนไทยเอง จึงเกิดการแข่งขันที่ สูงในเรื่องการผลิตในด้านราคา ด้านเทคโนโลยีการผลิต การออกแบบผลิตภัณฑ์ และด้านคุณภาพ ของผลิตภัณฑ์ เพื่อสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ดีที่สุด คุณภาพของผลิตภัณฑ์ เป็นประเด็นหลักที่จะทำให้ทางบริษัทผู้ผลิตแผงวงจรรวมมีความสามารถในการแข่งขันใน อุตสาหกรรมการผลิตแผงวงจรรวม หากบริษัทมีการปรับปรุงในเรื่องคุณภาพอย่างต่อเนื่อง ความ เป็นหนึ่งหรือผู้นำในเรื่องการผลิตวงจรรวมก็จะตกอยู่กับบริษัทผู้ผลิตนั้นๆ

แผงวงจรรวม (Integrate Circuit, IC) เป็นชิ้นงานที่มีขนาดเล็ก ในกระบวนการผลิตต้องใช้ เทคโนโลยีและความละเอียดสูง เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพ ตัวอย่างกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีแผงวงจรรวม ผังอยู่ที่เราใช้ในชีวิตประจำวัน ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ประเภทการ์ด เช่น บัตรแตะผ่านประตูรถไฟฟ้าบีทีเอส รถไฟฟ้าเอ็มอาร์ที , บัตรผ่านประตูลานจอดรถ , บัตรพนักงาน , อิเล็กทรอนิกส์พาสปอร์ต, ซึ่งตัว ผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวม (ชิปสำหรับการ์ด) จะทำหน้าที่เก็บข้อมูล และแบ่งออกเป็น 3 ประเภท หลักๆ คือ แผงวงจรรวมแบบสัมผัส (Contact Chip Module) ,แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส (Contactless Chip Module) ,แผงวงจรแบบผสม (Dual Interface Chip Module) งานวิจัยนี้จะ

ศึกษาในส่วนของแผงวงจรรวมแบบ ไม่สัมผัส (Contactless Chip Module) ซึ่งถูกนำไปใช้งานในผลิตภัณฑ์ประเภทอิเล็กทรอนิกส์พาสปอร์ต



รูปที่ 1.1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ประเภทอิเล็กทรอนิกส์พาสปอร์ตที่ประกอบด้วยแผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส ("Contactless module,")

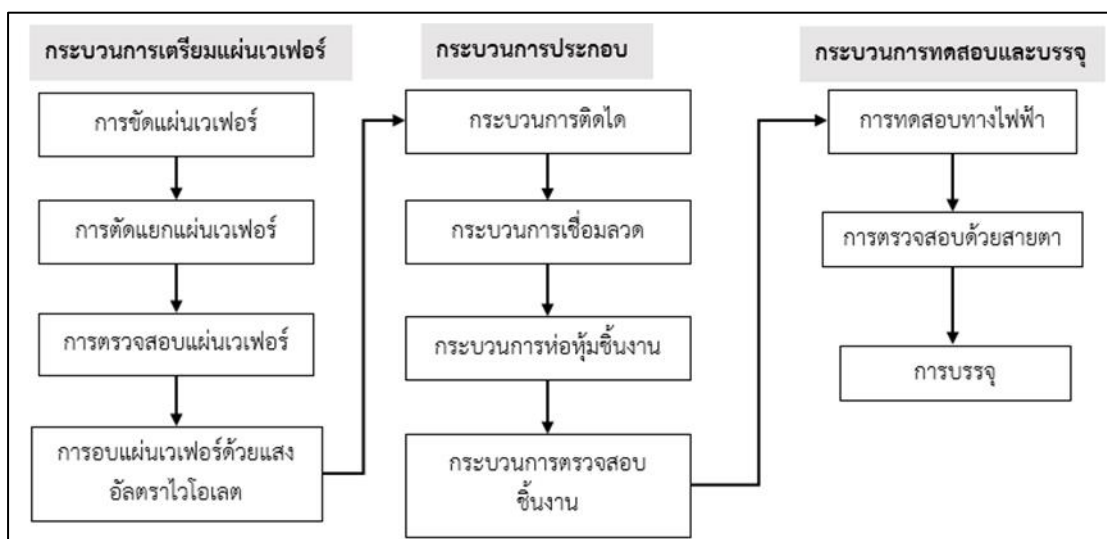
1.2 การศึกษาสภาพปัญหา

แผงวงจรรวมหรือผลิตภัณฑ์ชิพ (Module chip) ที่ใช้ประกอบในผลิตภัณฑ์ประเภทบัตรต่างๆ เช่น อิเล็กทรอนิกส์พาสปอร์ต ดังรูปที่ 1.1 คือ แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส (Contactless Chip Module) ซึ่งมีส่วนประกอบสำคัญคือ แผงตัวนำ (Lead frame) แผ่นเวเฟอร์ตัดเป็นชิ้นเล็ก (Die) , ลวดเชื่อม (Wire) เพื่อทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้า และ พลาสติก (Plastic Encapsulation) เพื่อห่อหุ้มตัวงาน ตัวอย่างผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส แสดงดังรูปที่ 1.2



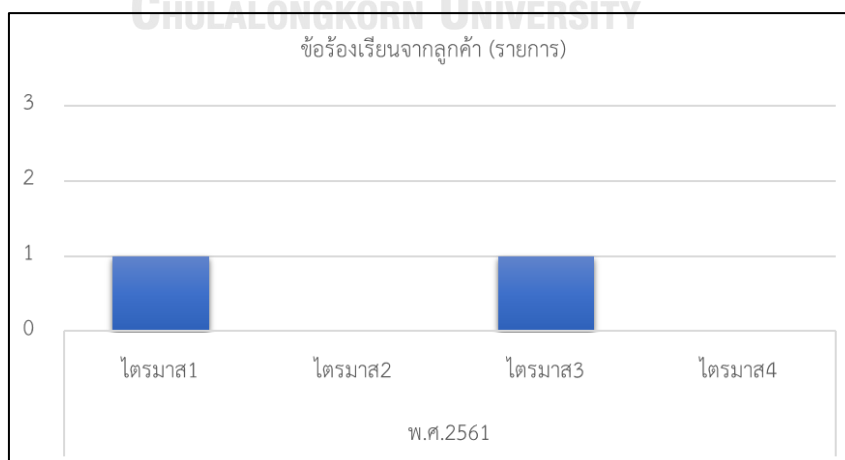
รูปที่ 1.2 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส

โดยกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัสมีขั้นตอนดังรูปที่ 1.3 ซึ่งประกอบด้วย กระบวนการหลัก 3 กระบวนการคือ กระบวนการเตรียมแผ่นเวเฟอร์ (Pre-Assembly Process) กระบวนการประกอบ (Assembly Process) , กระบวนการทดสอบและบรรจุงาน (Test & Pack Process)



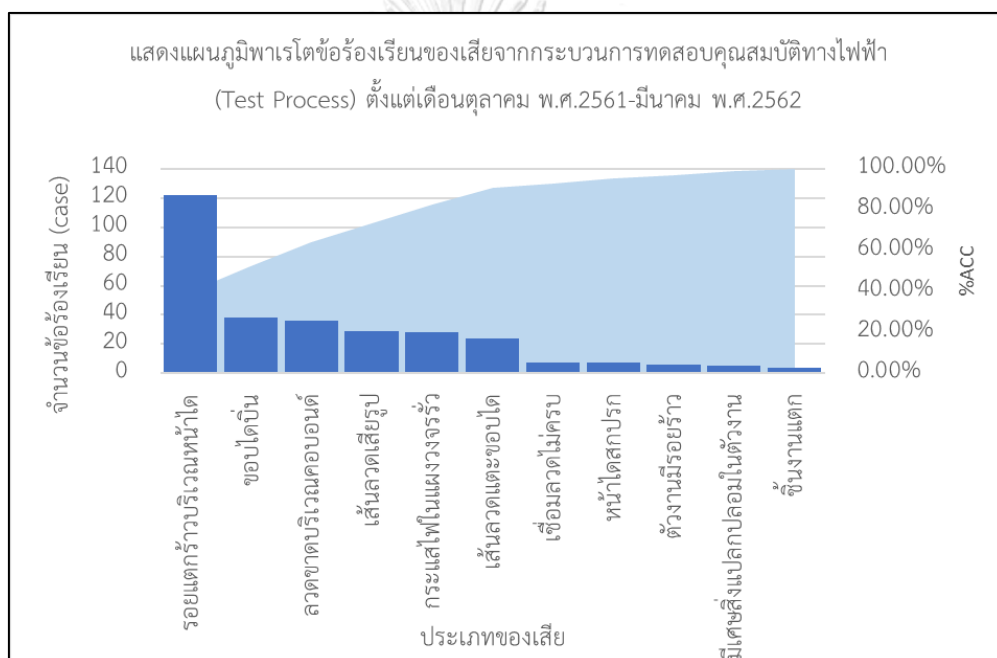
รูปที่ 1.3 กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส

ในสภาพการปัจจุบันบริษัทกรณิศึกษา ได้ผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แผงวงจรรวมหรือที่เรียกว่าชิพ มีกำลังการผลิตที่สูงขึ้นทุกปี การผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพจึงเป็นเป้าหมายหลักของทางบริษัท เพื่อก่อให้เกิดความพึงพอใจสูงสุดแก่ลูกค้า โดยเมื่อตรวจสอบประวัติข้อร้องเรียนจากลูกค้าในผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส แสดงดังรูปที่ 1.4



รูปที่ 1.4 ข้อร้องเรียนของลูกค้าในผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส

ข้อร้องเรียนจากลูกค้าในผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส เป็นปัญหาเรื่องรอยแตกร้าว บริเวณหน้าได โดยเรียกลักษณะของเสียชนิดนี้ว่า Die Crack และ นอกจากข้อร้องเรียนของลูกค้า แล้ว ในกระบวนการประกอบ (Assembly Process) ได้รับข้อร้องเรียนจากกระบวนการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า (Test Process) ในเรื่องผลิตภัณฑ์ไม่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า ประเภทวีลิมิเตอร์(V-limiter) และเมื่อนำชิ้นงานที่เป็นตัวงานเสียไม่ผ่านการทดสอบมาทำการตรวจสอบพบว่าบริเวณหน้าไดของชิ้นงานเสียนั้นมีรอยแตกร้าวที่เรียกว่า “Die crack” โดยรูปที่ 1.5 แสดงแผนภูมิพารेटโตข้อร้องเรียนของเสียจากกระบวนการทดสอบ (Test Process) ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ.2561-มีนาคม พ.ศ.2562



รูปที่ 1.5 แผนภูมิพารेटโตข้อร้องเรียนของเสียจากกระบวนการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า (Test Process) ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ.2561-มีนาคม พ.ศ.2562

จากการศึกษาข้อมูลของเสียในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส พบว่าของเสียที่มีมากที่สุดคือ ของเสียประเภทรอยแตกร้าวบริเวณหน้าได (Die crack) เป็นอันดับหนึ่ง และในกระบวนการผลิต (Assembly Process) ยังพบจำนวนของเสียเมื่อเทียบกับล้านชิ้น (PPM) ระหว่างเดือน ตุลาคม พ.ศ.2561-มีนาคม พ.ศ.2562 ของเสียประเภทรอยแตกร้าวบริเวณหน้าได (Die crack) มีค่าสูงสุดที่เฉลี่ยเท่ากับ 1661 PPM ซึ่งมากกว่าค่าลิมิตที่ทางโรงงานกรณีศึกษากำหนดไว้ที่ 500 PPM .

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

ปรับปรุงกระบวนการผลิต (Assembly Process) เพื่อลดจำนวนของเสียประเภทรอยแตกร้าวบริเวณหน้าได (Die crack) โดยใช้หลักการซิกส์ ซิกม่าในการปรับปรุงกระบวนการ

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิต (Assembly Process) เพื่อให้จำนวนของเสียประเภทรอยแตกร้าวบริเวณหน้าได (Die crack) มีจำนวนลดลง โดยใช้หลักการซิกส์ ซิกม่าในการปรับปรุงกระบวนการ

1.4.2 การศึกษาวิเคราะห์เฉพาะผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัสเท่านั้น

1.5 วิธีการดำเนินงานวิจัย

วิธีการดำเนินงานศึกษาวิจัยมีดังนี้

1.5.1 ศึกษาข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงกระบวนการโดยใช้หลัก ซิกส์ ซิกมา (Six Sigma)

1.5.2 ศึกษากระบวนการการผลิตแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส

1.5.3 ศึกษาการทำงานของเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการติดได (Die attach machine) ในการติดชิ้นเวเฟอร์ (Die) ลงบนแผงตัวนำ (Lead frame)

1.5.4 ศึกษาการทำงานของเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการห่อหุ้มชิ้นงาน (Encapsulation machine) ในกระบวนการห่อหุ้มหน้าชิ้นงาน

1.5.5 ศึกษาวิธีการลดของเสียประเภท รอยแตกร้าวบริเวณหน้าได (Die crack) และดำเนินงานวิจัย โดยใช้หลักการ ซิกส์ ซิกมา (Six Sigma) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนการนิยามปัญหา (Define phase), ขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบวัด (Measure phase), ขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analysis phase), ขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการ (Improve phase), จนกระทั่งถึงขั้นตอนการควบคุมกระบวนการ (Control phase)

1.5.6 สรุปผลการดำเนินงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

1.5.7 จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.6 ผลคาดว่าจะได้รับ

ผลคาดว่าจะได้รับจากงานวิจัยมีดังต่อไปนี้

1.6.1 จำนวนของเสียเมื่อเทียบกับต่อล้านชิ้นประเภทรอยแตกกร้าวบริเวณหน้าได (Die crack defect PPM) มีค่าลดลงจากก่อนการปรับปรุง

1.6.2 จำนวนข้อร้องเรียนจากลูกค้า เรื่องรอยแตกกร้าวบริเวณหน้าได (Die crack) ในผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัสเป็นศูนย์

1.6.3 ผลผลิตสามารถสนับสนุนต่อความต้องการของลูกค้าได้เพียงพอ

1.6.4 ลูกค้าเกิดความเชื่อมั่นกับผลิตภัณฑ์ของบริษัท

1.7 คำจำกัดความในการวิจัย

1.7.1 Pre-assembly process : กระบวนการเตรียมแผ่นเวเฟอร์

1.7.2 Assembly process : กระบวนการประกอบ

1.7.3 Die attach process : กระบวนการติดได

1.7.4 Wire bond process : กระบวนการเชื่อมลวดเพื่อเชื่อมวงจรของแผงวงจรรวม

1.7.5 Encapsulation process : กระบวนการห่อหุ้มชิ้นงานด้วยคอมพาวด์พลาสติก

1.7.6 Die crack : ของเสียประเภทรอยแตกกร้าวบริเวณหน้าได

1.7.7 V-limiter : ของเสียที่เกิดขึ้นเมื่องานไม่ผ่านการทดสอบทางไฟฟ้า

1.7.8 PPM : Part per million คือหน่วยการวัดที่คิดจาก 1 ส่วนในล้านส่วน

1.7.9 Tester : เครื่องทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าของชิ้นงาน

1.7.10 lot (ล็อต) : หน่วยย่อยของ กระบวนการผลิต เพื่อที่จะทำการแบ่ง ซอย จำนวนที่ผลิตให้มีขนาด หรือปริมาณที่ เล็กกลง เพื่อให้มีการตรวจสอบ ควบคุม บริหารจัดการ และ ทวนสอบได้

1.7.11 Batch (แบช) : หน่วยย่อยของ กระบวนการผลิต เพื่อที่จะทำการแบ่ง ซอย จำนวน ที่ผลิตให้มีขนาด หรือปริมาณที่ เล็กกลง เพื่อให้มีการตรวจสอบ ควบคุม บริหารจัดการ และ

ทวนสอบได้ เหมือนกับล็อตแต่แบบ จะไม่สามารถนับได้ทางกายภาพเช่น น้ำมัน 1 batch = 20000 ลิตร ไม่สามารถนับได้ทางกายภาพ 1,2,3

1.7.12 Decapsulation : การตรวจสอบภายในตัวชิ้นงาน โดยการทำลายวัสดุห่อหุ้มชิ้นงาน คอมพิวเตอร์พลาสติกออกจากตัวงาน

1.7.13 Integrate Circuit, IC : แผงวงจรรวม

1.7.14 DPMO (Defects Per Million Opportunities) : โอกาสที่จะเกิดข้อผิดพลาด คิดจาก 1 ส่วนในล้านส่วน



บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้รวบรวมทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในทำการวิจัยสำหรับปรับปรุงกระบวนการเพื่อลดของเสียประเภทรอยแตกร้าวบริเวณหน้าได (Die crack) ในแผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัสดังต่อไปนี้

2.1 หลักการดำเนินงานของซิกส์ ซิกม่า

หลักการดำเนินงานของ ซิกส์ ซิกม่าเป็นการบริหารที่มุ่งเน้นในการลดความผิดพลาด ลดความสูญเปล่า และลดการแก้ไขตัวชิ้นงาน แต่สอนให้พนักงานรู้แนวทางในการทำธุรกิจอย่างมีหลักการ และจะไม่พยายามจัดการกับปัญหาแต่จะพยายามกำจัดสาเหตุของปัญหาทั้ง ซิกส์ ซิกม่าจะดีที่สุดเมื่อทุกคนในองค์กรร่วมมือกันตั้งแต่ผู้บริหารสูงสุด ไปจนถึงบุคลากรทั่วไปในองค์กร ซึ่ง ซิกส์ ซิกม่า เป็นการรวมกันระหว่างอำนาจแห่งคน (Power of people) และอำนาจแห่งกระบวนการ (Process Power) ซึ่งถ้าตัวซิกส์ ซิกม่ามีค่าสูงหรือมีความผันแปรมากขึ้นเท่าไรก็เปรียบเสมือนมีการทำข้อผิดพลาดมากขึ้นเท่านั้น ซึ่งโอกาสที่จะเกิดข้อผิดพลาดตัวนี้เรียกว่า DPMO (Defects Per Million Opportunities) หรือ PPM (Part Per Million)

2.1.1 ความเป็นมาของซิกส์ ซิกม่า

หลักการของระบบซิกส์ ซิกม่า เริ่มแรกจากบริษัท โมโตโรล่า (Motorola) ในปี ค.ศ. 1980 โดยมี ไมเคิล แฮร์รี่ (Mikel Harry) และบ็อบ แกลวิน (Bob Galvin) ได้พยายามปรับปรุงคุณภาพโดยการลดความแปรปรวนในกระบวนการผลิตให้เหลือน้อยที่สุด โดย อาศัยแนวคิดของ W. Edwards Deming ซึ่งเป็นบิดาแห่งการควบคุมคุณภาพ จากนั้นใน ปี ค.ศ. 1990 ได้มีบริษัทต่างๆ เริ่มนำระบบซิกส์ ซิกม่ามาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพเช่น Allied Signal, Nokia และ Sony เป็นต้น, (วสันต์ พุกผาสุข, 2551)

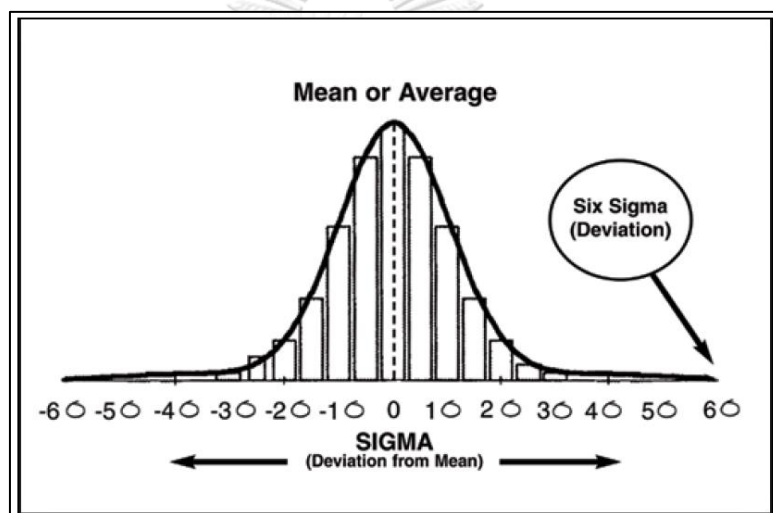
2.1.2 ความหมายของซิกส์ ซิกม่า

Harry (1997) ได้ให้คำจำกัดความไว้ว่าซิกส์ ซิกม่าเป็นวิถีทางแห่งระบบคุณภาพแบบหลายมิติประกอบด้วยรูปแบบที่เป็นมาตรฐาน การจัดการที่เหมาะสมและการตอบสนองภารกิจขององค์กรซึ่งทำให้ลูกค้าและผู้ผลิตได้ผลตอบแทนทั้งสองฝ่าย ไม่ว่าจะเป็นด้านอรรถประโยชน์ ทรัพยากรและคุณค่าผลิตภัณฑ์

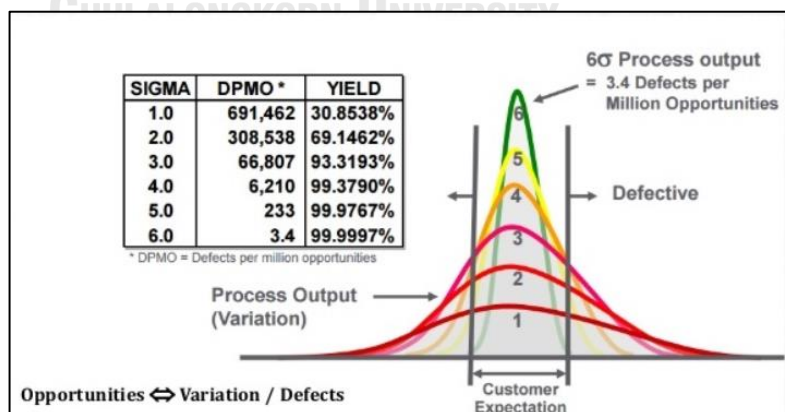
สถาบัน Juran (2005) ได้ให้คำจำกัดความว่า ซิกม่า ชกมาเป็นกลยุทธ์ของฝ่ายบริหาร ในการพัฒนาคุณภาพเพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า ทำให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจสูงสุดและลดความสูญเสียที่ทำให้เกิดความไม่พึงพอใจของลูกค้า ให้เหลือน้อยที่สุด (วสันต์ พุกผาสุข, 2551)

2.1.3 ความหมายเชิงตัวเลขของ 6 Sigma

Sigma (σ) เป็นภาษากรีกซึ่งเป็นสัญลักษณ์ของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เป็นตัววัดที่แสดงถึงเสถียรภาพ (Stability) ของกระบวนการ โดยความหมายของซิกม่า ซิกม่าสามารถอธิบายได้ภายใต้เส้นโค้งปกติ (Normal Curve) ดังรูปที่ 2.1 และตารางที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ความหมายเชิงตัวเลขของ ซิกม่าซิกม่า



ตารางที่ 2.1 ความผันแปรของ ซิกม่าซิกม่าและระดับของซิกม่าซิกม่า

2.1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานซิกส์ซิกม่า



รูปที่ 2.2 วงจรขั้นตอนการดำเนินงานซิกส์ซิกม่า(Pyzdek T & A, 2010)

ขั้นตอนการดำเนินงานซิกส์ ซิกม่า แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

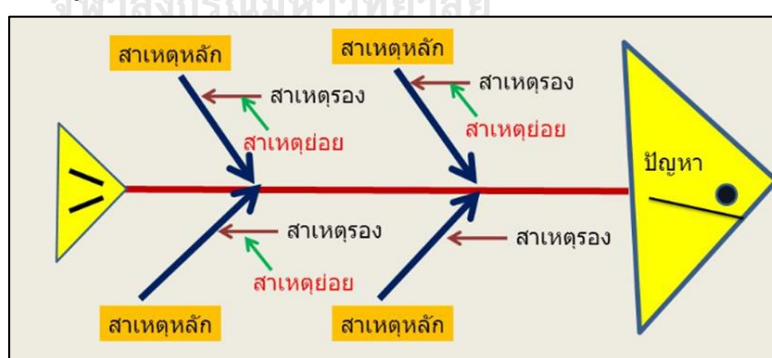
(1) ขั้นตอนการนิยามปัญหา (Define Phase) คือการกำหนดปัญหาเลือกกระบวนการปรับปรุงหรือออกแบบ โดยเน้นความต้องการของลูกค้าเป็นหลักเพื่อให้โครงการที่เลือกนั้นเป็นเรื่องสำคัญที่ควรปฏิบัติได้จริงและคุ้มค่าที่จะปฏิบัติ การกำหนดเป้าหมายต้องชัดเจน ระบุขอบเขตการปรับปรุงและจัดทำ Project charter โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ก. Problem Statement คืออธิบายปัญหาที่เกิดขึ้น หรือมีโอกาที่จะเกิดขึ้นรวมทั้งผลกระทบ
- ข. Defect คือข้อบกพร่องที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด เช่นของเสียที่เกิดในกระบวนการผลิต หรือความผิดพลาดของเอกสาร เป็นต้น
- ค. Goal/Objective Statement คือการกำหนดเป้าหมาย หรือเงื่อนไขของเวลาที่จะแล้วเสร็จ
- ง. Project Benefits คือผลประโยชน์หรือกำไรที่พึงได้จากโครงการ
- จ. Metric/Metric Chart คือมาตราหรือตัววัดผลลัพธ์ (ผลสำเร็จ) ของโครงการ
- ฉ. Team Organization คือสมาชิกที่ร่วมดำเนินการในการทำโครงการ

ช. Project Schedule คือแผนการปฏิบัติงาน

- (2) ขั้นตอนการวัดและวิเคราะห์หาสาเหตุเบื้องต้นของปัญหา (Measure Phase) จุดประสงค์ของขั้นตอนการวัดคือเพื่อกำหนดขอบเขตของโครงการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจกระบวนการโดยการใช้เครื่องมือเช่น แผนภูมิเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) แผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart) ,การวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement System Analysis) ในการกำหนดตัวตั้งต้นหรืออินพุท (Input) และผลที่ได้รับหรือเอาต์พุท(Output) ของกระบวนการประเมินผลระบบการวัดของเอาต์พุท (Output) โดยเครื่องมือต่างๆที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์อธิบายได้ดังนี้

- ก. แผนภูมิเหตุและผล หรือที่เรียกว่า Cause and Effect Diagram คือเครื่องมือที่ใช้ค้นหาสาเหตุที่เป็นไปได้ต่อสิ่งที่เราสนใจศึกษา โดยเครื่องมือแผนภูมิเหตุและผล จะถูกนำมาวิเคราะห์ พิสูจน์ความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของปัญหาและมองหาเงื่อนไขที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา เช่นกระบวนการผิดปกติหรือผลิตภัณฑ์ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ซึ่งเครื่องมือนี้จะช่วยเสริมจุดหรือประเด็นในการค้นหาปัญหาช่วยในการพัฒนาเทคนิค มาตรฐานนำไปสู่การปรับปรุงกระบวนการโดยปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ประกอบด้วยปัจจัยหลัก 5 ปัจจัย 4 M 1 E คือ คน (Man) , เครื่องจักร (Machine) , วัสดุดิบ (Material) , วิธีการ (Method) , สิ่งแวดล้อม (Environment) ตัวอย่างแผนภูมิเหตุและผล Cause and Effect diagram รูปที่ 2.3

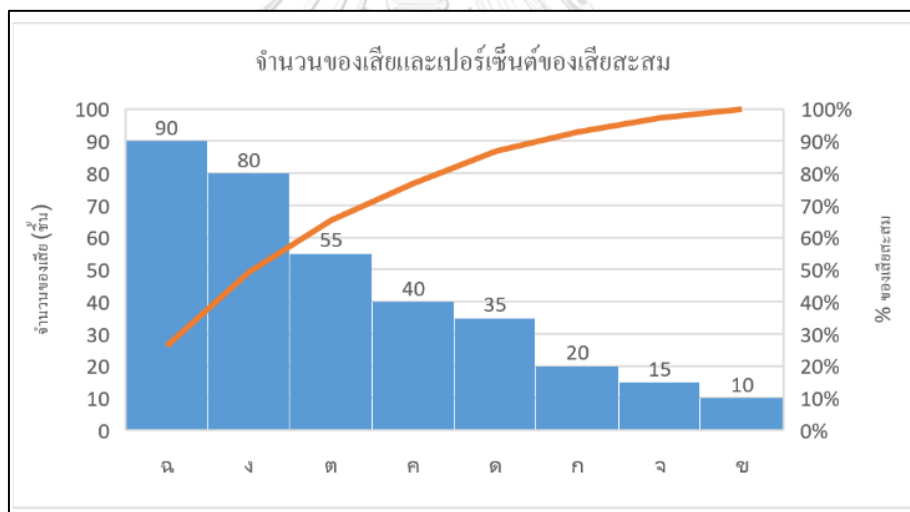


รูปที่ 2.3 ตัวอย่างแผนภูมิเหตุและผล Cause and Effect diagram

จากรูปที่ 2.3 แผนภูมิเหตุและผล Cause and Effect diagram มีลักษณะเหมือนก้างปลาจริงเรียกแผนภูมิเหตุและผล ว่าแผนผังก้างปลาซึ่งอธิบายลักษณะส่วนประกอบของแผนผังก้างปลาได้ดังต่อไปนี้ ส่วนปัญหาหรือผลลัพธ์ (Problem or Effect) ซึ่งจะแสดงอยู่ที่หัวปลา ส่วนสาเหตุ (Causes) จะสามารถแยกย่อยออกได้อีกเป็น ปัจจัย (Factors) ที่ส่งผลกระทบต่อปัญหา (หัวปลา) สาเหตุหลักสาเหตุย่อย ซึ่งสาเหตุของปัญหา จะเขียนไว้ในก้างปลาแต่ละก้าง ก้างย่อยเป็นสาเหตุของก้างรองและก้างรองเป็นสาเหตุของก้างหลักเป็นต้นหลักการเบื้องต้นของแผนผังก้างปลา(fishbone diagram)คือการใส่ชื่อของปัญหาที่ต้องการวิเคราะห์ลงทางด้านขวาสุดหรือซ้ายสุดของแผนผังโดยมีเส้นหลักตามแนวยาวของกระดูกสันหลังจากนั้นใส่ชื่อของปัญหาย่อย ซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหาหลัก 3 - 6 หัวข้อ โดยลากเป็นเส้นก้างปลา(sub-bone)ทำมุมเฉียงจากเส้นหลักเส้นก้างปลาแต่ละเส้นให้ใส่ชื่อของสิ่งที่ทำให้เกิดปัญหานั้นขึ้นมาระดับของปัญหาสามารถแบ่งย่อยลงไปได้อีก ถ้าปัญหานั้นยังมีสาเหตุที่เป็นองค์ประกอบย่อยลงไปอีกโดยทั่วไปมักจะมีการแบ่งระดับของสาเหตุย่อยลงไปมากที่สุด 4 - 5 ระดับ เมื่อมีข้อมูลในแผนผังที่สมบูรณ์แล้วจะทำให้มองเห็นภาพขององค์ประกอบทั้งหมด ที่จะ เป็นสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น ข้อดีของแผนผังก้างปลา คือ

1. ไม่ต้องเสียเวลาแยกความคิดต่าง ๆ ที่กระจัดกระจายของแต่ละสมาชิก แผนผังก้างปลาจะช่วยรวบรวมความคิดของสมาชิกในทีม
 2. ทำให้ทราบสาเหตุหลัก ๆ และสาเหตุย่อย ๆ ของปัญหาทำให้ทราบสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาซึ่งทำให้เราสามารถแก้ปัญหาได้ถูกวิธี
- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY
1. ความคิดไม่อิสระเนื่องจากมีแผนผังก้างปลาเป็นตัวกำหนดซึ่งความคิดของสมาชิกในทีมจะมารวมอยู่ที่แผนผังก้างปลา
 2. ต้องอาศัยผู้ที่มีความสามารถสูง จึงจะสามารถใช้แผนผังก้างปลาในการระดมความคิด

ข. แผนภูมิพาเรโต้ (Pareto Chart) คือแผนภูมิแสดงลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยในกระบวนการ โดยเปรียบเทียบความถี่หรือความรุนแรงของแต่ละปัจจัย โดยแผนภูมิพาเรโต้จะถูกนำมาใช้เมื่อต้องการค้นหาสิ่งที่ต้อง การปรับปรุงมากที่สุดเพื่อเลือกสาเหตุหลักที่จำเป็นต้องได้รับการแก้ไขก่อน และเพื่อแสดงข้อมูลความสำคัญกับส่วนอื่นๆ หลักการวิเคราะห์แผนภาพพาเรโต้คือค้นหาสาเหตุ 20% ที่ส่งผลกระทบต่อตัวแปรตอบสนอง 80% โดยใช้กราฟแท่งแสดงจำนวนข้อมูลเทียบกับกราฟเส้นตรงเปอร์เซ็นต์ผลกระทบที่สะสมผลที่ได้จากการจัดลำดับแผนภูมิพาเรโต้คือสามารถคัดเลือกปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อตัวแปรตอบสนองมากที่สุดซึ่งสามารถนำแผนภูมิพาเรโต้มาใช้ในขั้นตอนการนิยามปัญหาเพื่อเลือกปัญหามาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาได้ ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต้แสดงดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต้

ค. การวิเคราะห์ระบบเครื่องมือวัด (Measurement System Analysis)

ข้อผิดพลาดจากระบบการวัดอาจส่งผลกระทบต่ออย่างมากในการวิเคราะห์ข้อมูล เครื่องมือวัด, การตรวจทดสอบของพนักงานและฟิสิกเจอร์ทั้งหมดนี้ทำให้เกิดระบบการวัด ส่วนประกอบเหล่านี้สามารถนำไปสู่ความผันแปรที่เกิดในระบบการวัดได้ทั้งนั้น ความผันแปรนี้ในระบบการวัดคือสิ่งที่จะสะท้อนแยกเป็นส่วนหนึ่งของความผันแปรโดยรวมทั้งหมดในการวิเคราะห์ทาง SPC (Statistical Process Control)

และไม่ส่งผลดีกับค่าสถิติที่อธิบายคุณภาพ เช่น Cp, Cpk, Pp, Ppk เป็นต้น โดยธรรมชาติทุกกระบวนการจะมีความผันแปรนี้แฝงอยู่ แหล่งความผันแปรเชื่อมโยงไปถึงลักษณะทางกลศาสตร์ของกระบวนการกับวัตถุดิบและเสถียรภาพของคนทำงาน อย่างไรก็ตามก็เป็นไปได้ที่ความผันแปรจะมาจากกระบวนการวัดที่ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทำให้ความผันแปรทั้งหมดของกระบวนการเกิดเป็นความผันแปรผิดธรรมชาติ ความผันแปรนี้จะวิเคราะห์ด้วยวิเคราะห์ระบบเครื่องมือวัด MSA ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญในการประยุกต์ใช้การควบคุมคุณภาพในทุกๆส่วน ความผันแปรแยกประเภทได้ดังนี้:

ความแม่นยำ

Repeatability - ความสามารถในการวัดซ้ำของคนวัดหรืออุปกรณ์วัด

Reproducibility - ความสามารถในการวัดซ้ำระหว่างคนวัดหรือระหว่างเครื่องมือวัด

ความเที่ยงตรง

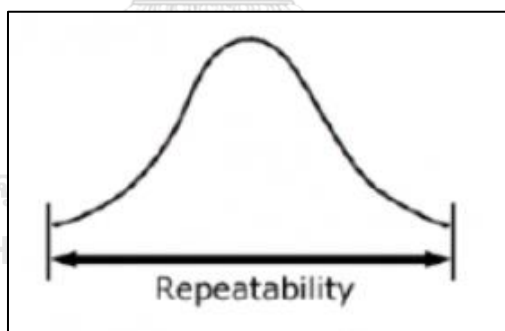
Stability - ความเที่ยงตรงเมื่อเวลาผ่านไป

Linearity - ความเที่ยงตรงเมื่อเปลี่ยนย่านวัด

Resolution - ความละเอียดเครื่องมือวัด

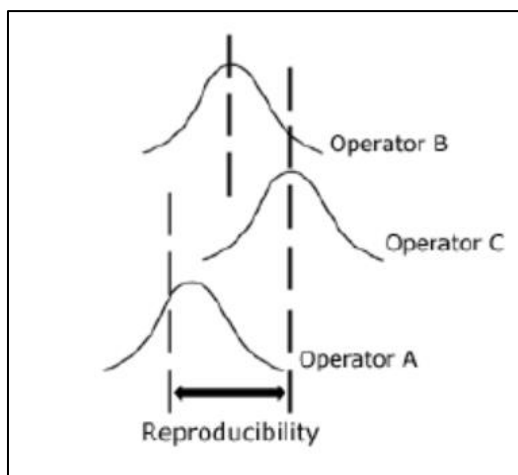
Bias - ค่าที่ต่างไปจากค่าจริง

การศึกษา Gage R&R จะวิเคราะห์ Repeatability และ Reproducibility



รูปที่ 2.5 Gage Repeatability

Repeatability คือการวิเคราะห์ระบบการวัด ว่าให้ผลวัดเดียวกันหรือไม่เมื่อคนวัดคนเดิมกับชิ้นงานเดิมโดยที่คนวัดเหมือน "คนตาบอด" ไม่ทราบว่ามีชิ้นงานเดิมหลายครั้ง คนวัดมีความเสถียรในการวัดชิ้นงานเดิมหรือไม่เมื่อใช้เครื่องมือวัดเดิม Repeatability ยังแสดงถึงความผันแปรของอุปกรณ์การวัดด้วยเพราะว่าหลายครั้งผลสะท้อนกลับไปเรื่องการออกแบบอุปกรณ์หรือเงื่อนไขการวัด



รูปที่ 2.6 Gage Reproducibility

Reproducibility คือการวิเคราะห์ระบบการวัดจะให้ผลวัดเดียวกันหรือไม่เมื่อมีสองหรือสามคนวัดชิ้นงานเดิมโดยที่คนวัดเหมือน "คนตาบอด" ไม่ทราบว่ามีชิ้นงานเดิมหลายครั้ง ความสามารถในการวัดซ้ำระหว่างคนวัดเป็นอีกมิติของแหล่งความผันแปรของกระบวนการวัด Reproducibility ยังแสดงถึงความผันแปรของคนวัดด้วยเพราะว่านี่สำคัญส่วนใหญ่สะท้อนไปที่ความเสถียรของคนวัดที่อยู่ในระบบการวัด หนทางแก้ไขของ Reproducibility ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นการฝึกอบรมคนวัด การศึกษา Gage R&R ปกติทำขึ้นจากสองส่วน : ความผันแปรจากเครื่องมือวัดและคนวัด สองส่วนนี้ส่งให้เรามุ่งไปสนใจการแก้ไขให้ถูกต้องในการซ่อมหรือปรับปรุงเครื่องมือวัดให้ดีขึ้น (EV-ความผันแปรจากเครื่องมือวัด) หรือฝึกอบรมคนวัดให้ใช้เครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้องหรือให้มีความเสถียรยิ่งขึ้น (AV-ความผันแปรจากคนวัด) ค่าพิกัด (USL-LSL) หรือค่าความผันแปรกระบวนการ (6 เท่าของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่มาจากข้อมูล SPC ที่นิ่งแล้ว) หรือความผันแปรที่ได้จากการศึกษา (6 เท่าของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลที่ได้จากการศึกษาระบบการวัด) ทั้งสองค่าสามารถใช้ในการคำนวณสัดส่วนที่เกิดจากความผิดพลาดจากระบบการวัด ข้อเสนอแนะสำหรับค่าที่ยอมรับได้ของ Repeatability และ Reproducibility (%R&R) ความผิดพลาดต้องน้อยกว่า 10% , ความผิดพลาดของค่าวัดที่ยอมรับได้คือ 10%-30% เกณฑ์การยอมรับระบบการวัดจะให้ความสำคัญกับต้นทุนของการใช้เครื่องมือวัดเป็นสำคัญ ต้นทุนการซ่อมแซมหรือการปรับปรุงความสามารถกระบวนการที่เป็นอยู่ ถ้าหากความผิดพลาดของค่าวัดมากกว่า 30% ระบบการวัดต้องการการปรับปรุง (ขึ้นอยู่กับความสามารถกระบวนการด้วย) ทุกๆการดำเนินการเพื่อระบุปัญหาและทำมันให้ถูกต้อง (AIAG MSA-4:2010)

นอกจากวิเคราะห์ระบบการวัดสำหรับข้อมูลเชิงปริมาณยังมีการวัด สำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพ ข้อมูลแบบนับเรียกว่า Attribute R&R คือ การวิเคราะห์ระบบการวัด สำหรับข้อมูลนับ เป็นการวิเคราะห์ผลคุณลักษณะเชิงคุณภาพ (Attribute Characteristics) เช่น ความสวยงาม รสชาติ ความเรียบร้อย ทำการเปรียบเทียบกับข้อกำหนดเฉพาะ หรือ Go / No Go gage(พัฐฐนิสา เสนีกาญจน์ 2561), Pass/Fail , Accept /Reject แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1 วิธีการประเมินผลระยะสั้น (Shot Method)

จำแนกชิ้นงานที่มีลักษณะดี ไม่ดี และกำลังในจำนวนที่เหมาะสมแล้วให้พนักงานทำการสุ่มตรวจสอบ เป็นผ่านหรือไม่ผ่าน จากนั้นพิจารณาว่าผลการตรวจสอบซ้ำมีคุณภาพตรงกับคุณภาพแท้จริงหรือไม่ แบ่งความถูกต้องออกเป็นความลำเอียงลูกค้า (Customer Bias) คือการที่พนักงานตรวจสอบไม่ผ่าน กับงานที่คุณภาพดีความลำเอียงของผู้ผลิต (Product Bias) คือการที่พนักงานตรวจสอบผ่าน กับงานที่มีคุณภาพไม่ดีการให้ความสำคัญกับความสามารถในการตรวจสอบซ้ำของพนักงานและประเมินผลออกมาเป็นความมีประสิทธิภาพของการตรวจสอบ (Screen Effectiveness) คือความสามารถของระบบการวัดในการแยกแยะงานไม่ดีออกจากงานดี

2 วิธีการประเมินผลระยะยาว (Long Method)

ผลการวิเคราะห์จะอาศัยกราฟแสดงสมรรถนะของระบบการวัด (Gauge Performance Curve; GPC) แสดงโอกาสในการตรวจสอบแล้ว ยอมรับคุณภาพของแต่ละค่าที่มีการกำหนดในรูปค่าอ้างอิง เพื่อพิจารณาค่า Bias และ Repeatability โดยทำการตัดสินใจว่าค่า Bias มีความแตกต่างจากค่าศูนย์ อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่

$$T = (31.3 \times | \text{Bias} |) / \text{Repeatability}$$

สำหรับค่า Repeatability จะพิจารณาจากค่าความแตกต่างของค่าวัดกับความน่าจะเป็นในการตรวจสอบแล้ว ยอมรับ (Pa) 0.995 กับค่าอ้างอิงที่สอดคล้องกับความน่าจะเป็นในการตรวจสอบแล้ว ยอมรับ (Pa) 0.005 แล้วหารด้วยค่าตัวประกอบเพื่อปรับค่า (Adjustment Factor)

$$\text{Repeatability} = (XT(\text{ที่ Pa} = 0.995) - XT(\text{ที่ Pa}=0.005)) / 1.08$$

การวิเคราะห์ผลของระบบการตรวจสอบในการวิเคราะห์ผลของระบบการวัดการตรวจสอบจะทำการพิจารณาถึงการ ทดสอบสมมุติฐานความมีประสิทธิภาพของพนักงานที่ละคู่ คือ

H0 : พนักงานทดสอบไม่มีผลต่อค่าความวัดจากระบบการตรวจสอบ

H1 : พนักงานทดสอบมีผลต่อค่าวัดจากระบบการตรวจสอบ

การวิเคราะห์จะอาศัยตารางไขว้ (Cross Tabulation) แสดงผลการตรวจสอบของพนักงานที่ละคู่และพิจารณาจากผลการตรวจสอบที่ให้ผลเหมือนกันของพนักงานทั้งสองคนโดยอาศัย Cohen's Kappa หรือ สัมประสิทธิ์ของ Kappa และ Kendall's (Kappa and Kendall's coefficient)

$$\text{Kappa} = (\text{Po} - \text{Pe}) / (1 - \text{Pe})$$

เมื่อ $\text{Po} =$ ผลรวมของค่าสัดส่วนของค่าสังเกตในแนวทแยงมุม

$\text{Pe} =$ ผลรวมของค่าสัดส่วนคาดหวังในแนวทแยงมุม

โดยที่ค่าสัดส่วนที่คาดหวัง (Expected Proportions) จะหาได้จากเงื่อนไข H_0 เป็นจริงจะได้ค่าผลการตรวจสอบของพนักงานทั้งสองคนเป็นอิสระต่อกัน ค่าสัดส่วนที่คาดหวัง มาจากโอกาสที่พนักงานแต่ละคนตรวจสอบได้ผลมาคูณกันสัมประสิทธิ์ Kappa จะวัดถึงระดับความสัมพันธ์ระหว่างกันของพนักงานทั้งสองที่ตรวจสอบได้ผลเหมือนกัน (Interpreter Agreement) (AIAG, 2010) แนะนำไว้ว่า

$\text{Kappa} > 0.75$ ผลการตรวจสอบพ้องกันดีมาก

$\text{Kappa} < 0.40$ ผลการตรวจสอบไม่พ้องกัน จำเป็นต้องแก้ไข

ในกรณีนี้อาจจะทำการวิเคราะห์ความมีนัยสำคัญทางสถิติโดยตารางแบบมีเงื่อนไข (Contingency Table) ผ่านการทดสอบแบบไคสแควร์ ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการตรวจสอบของพนักงานแต่ละคน พิจารณา

จาก

1. ความมีประสิทธิผล (OE) ของพนักงานแต่ละคน

$\text{OE} =$ จำนวนครั้งที่ซึบได้อย่างถูกต้อง/โอกาสทั้งหมด (Opportunity) ที่จะถูกต้อง

2. ดัชนีการตรวจสอบที่ปฏิเสธผิดพลาด (IFA) ของพนักงานแต่ละคน

$\text{IFA} =$ จำนวนครั้งที่ปฏิเสธผิดพลาด /โอกาสทั้งหมด (Opportunity) ที่จะปฏิเสธผิดพลาด

3. ดัชนีการตรวจสอบที่ยอมรับผิดพลาด (IMISS) ของพนักงานแต่ละคน

$\text{IMISS} =$ จำนวนครั้งที่ยอมรับผิดพลาด/โอกาสทั้งหมด (Opportunity) ที่ยอมรับผิดพลาด

การตัดสินใจ	OE	IFA	IMISS
ยอมรับพนักงาน ทดสอบ	$\geq 90\%$	$\leq 2\%$	$\leq 5\%$
ยอมรับแบบกำกึ่ง (Marginal Accept)	$\geq 80\%$	$\leq 50\%$	$\leq 10\%$
ปฏิเสธพนักงาน ทดสอบ (ต้องมีการปรับปรุง)	$< 80\%$	$> 5\%$	$> 10\%$

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์การตัดสินใจสำหรับ OE, IFA, IMISS จาก (AIAG, 2010)

(3.) ขั้นตอนการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา (Analysis Phase) คือขั้นตอนการวิเคราะห์จากข้อมูลที่วัดได้เพื่อพิสูจน์ตัวแปรที่สำคัญในกระบวนการ (Key Process Variables) ที่เป็นต้นตอของปัญหา หลังจากที่ได้คัดเลือกปัจจัยนำเข้าจากขั้นตอนการวัดกระบวนการแล้วจึงมาทำการทดสอบสมมติฐานและทำการออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปัญหา(ปารเมศ ชูติมา, 2545)

ก. การทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Testing) คือวิธีการทดสอบสมมติฐาน โดยการตั้งสมมติฐานและพยายามหาหลักฐานที่มีอยู่มาใช้ในการตัดสินใจ ดังนั้นถ้าหากมีหลักฐานไม่เพียงพอที่จะนำไปหักล้างสมมติฐานที่ตั้งขึ้นได้ นั่นคือยอมรับสมมติฐานนั้นซึ่งเป็นการทดสอบที่ไม่มีนัยสำคัญ แต่ถ้าหลักฐานที่ได้มามีมากพอที่จะนำไปหักล้างข้อสมมติฐานนั้น จะปฏิเสธสมมติฐานและถือว่าผลการทดสอบนั้นมีนัยสำคัญ ในการทดสอบสมมติฐานนั้นจะกำหนดสมมติฐานขึ้นมา 2 สมมติฐานดังนี้

(ก.) สมมติฐานหลัก (Null Hypothesis) ใช้ชื่อย่อ H_0 เป็นสมมติฐานที่ต้องการ ทดสอบซึ่งแสดงถึงความเท่ากันหรือความไม่ต่างกันระหว่างค่าพารามิเตอร์($\mu \alpha$)

(ข.) สมมติฐานรอง (Alternative Hypothesis) ใช้ชื่อย่อ H_a เป็นสมมติฐานที่มีลักษณะตรงกันข้ามกับสมมติฐานหลักที่จะทดสอบโดยจะแสดงถึงความแตกต่างระหว่างค่าพารามิเตอร์ในการตัดสินใจการทดสอบสมมติฐาน ผลการตัดสินใจแสดงในตารางที่ 2.2

การตัดสินใจ	ข้อเท็จจริง	
	H_0 เป็นจริง	H_0 เป็นเท็จ
ปฏิเสธ H_0	ความผิดพลาดประเภทที่ 1	ตัดสินใจถูก
ยอมรับ H_0	ตัดสินใจถูก	ความผิดพลาดประเภทที่ 2

ตารางที่ 2.3 ผลการตัดสินใจการทดสอบสมมติฐาน

(ค.) ขั้นตอนการทดสอบสมมติฐาน

1. ตั้งสมมติฐานหลัก (H_0) และ สมมติฐานรอง (H_a) ให้มีความหมายตรงข้ามกันเสมอ
 2. กำหนดระดับนัยสำคัญ α
 3. เลือกตัวสถิติทดสอบที่เหมาะสมแล้วหาจุดวิกฤตเพื่อกำหนดบริเวณปฏิเสธ H_0 ให้สอดคล้องกับ H_a และ α .
 4. คำนวณค่าสถิติที่ใช้ทดสอบจากตัวอย่างขนาด n กลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมา
 5. ตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธ H_0 โดยพิจารณาจากค่าสถิติทดสอบตกอยู่ในบริเวณยอมรับจะตัดสินใจยอมรับ H_0 แต่หากค่าสถิติทดสอบตกอยู่ในบริเวณปฏิเสธ จะตัดสินใจปฏิเสธ H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_1 แทน
 6. สรุปผล
- ข. การวิเคราะห์ความแปรปรวนการวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of Variance หรือ ANOVA

ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของสองประชากร กรณีที่สุ่มตัวอย่างจากประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกันจะต้องใช้วิธีการ Independent Two-sample T Test เป็นการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่ม แต่ ถ้ามี 3 กลุ่มต้องทดสอบถึง 3 ครั้ง กล่าวคือ กลุ่มที่ 1-กลุ่มที่ 2, กลุ่มที่ 2-กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 2-กลุ่มที่ 3 ซึ่งทำให้เสียเวลาและเพิ่มความน่าจะเป็นของความผิดพลาดชนิดที่ 1 (Probability of Type I Error: α) ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวในการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมากกว่าสองกลุ่ม จึงทดสอบด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) การทดสอบความแปรปรวนในกรณีที่มีตัวแปรอิสระ 1 ตัวจะเรียกว่า การวิเคราะห์ความ

แปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และถ้ามีตัวแปรอิสระ 2 ตัวจะเรียกว่า การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way ANOVA) (วรฤทธิ พานิชกิจโกศลกุล, 2560)

-การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA)

ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวน มีดังนี้

1. ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ (ตัวแปรตาม) ต้องมีระดับการวัดตั้งแต่ช่วงสเกล (Interval Scale) ขึ้นไป
2. ตัวอย่างแต่ละกลุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติ
3. ตัวอย่างแต่ละกลุ่มต้องเป็นอิสระจากกัน
4. ตัวอย่างแต่ละกลุ่มมาจากประชากรที่มีความแปรปรวนเท่ากัน

สมมติฐานของการทดสอบ คือ

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_k$$

$$H_1 : \mu_i \neq \mu_j \text{ อย่างน้อย 1 คู่เมื่อ } i \neq j$$

-การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way ANOVA)

ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way ANOVA) จะแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีวัดผลเพียงครั้งเดียว และกรณีวัดผลซ้ำกันหลายๆ ครั้ง

กรณีวัดผลเพียงครั้งเดียว

ตารางข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์แสดงได้ดังนี้

สิ่งทดลอง	กลุ่ม						ผลรวม	ค่าเฉลี่ย
	1	2	...	j	...	b		
1	X_{11}	X_{12}	...	X_{1j}	...	X_{1b}	$T_{1.}$	$\bar{X}_{1.}$
2	X_{21}	X_{22}	...	X_{2j}	...	X_{2b}	$T_{2.}$	$\bar{X}_{2.}$
⋮	⋮	⋮	...	⋮	...	⋮	⋮	⋮
i	X_{i1}	X_{i2}	...	X_{ij}	...	X_{ib}	$T_{i.}$	$\bar{X}_{i.}$
⋮	⋮	⋮	...	⋮	...	⋮	⋮	⋮
k	X_{k1}	X_{k2}	...	X_{kj}	...	X_{kb}	$T_{k.}$	$\bar{X}_{k.}$
ผลรวม	$T_{.1}$	$T_{.2}$	...	$T_{.j}$	...	$T_{.b}$	$T_{..}$	
ค่าเฉลี่ย	$\bar{X}_{.1}$	$\bar{X}_{.2}$	...	$\bar{X}_{.j}$	...	$\bar{X}_{.b}$		$\bar{X}_{..}$

ตารางที่ 2.4 ตารางข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์แสดงความแปรปรวนสองทาง (Two-way ANOVA

กรณีวัดผลเพียงครั้งเดียว

สมมติฐานของการทดสอบค่าเฉลี่ย μ_i ของ k สิ่งทดลอง คือ

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$$

H_1 : มีค่าเฉลี่ย μ_i อย่างน้อย 1 คู่ที่แตกต่างกัน

สมมติฐานของการทดสอบค่าเฉลี่ย μ_j ของ b กลุ่ม คือ

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_b$$

H_1 : มีค่าเฉลี่ย μ_j อย่างน้อย 1 คู่ที่แตกต่างกัน

กรณีวัดผลซ้ำกันหลายๆ ครั้ง

ตารางข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์แสดงได้ดังนี้

ปัจจัย A	ปัจจัย B					
	1	2	...	j	...	b
1	X_{111}, \dots, X_{11K}	X_{121}, \dots, X_{12K}	...	X_{1j1}, \dots, X_{1jK}	...	X_{1b}
2	X_{211}, \dots, X_{21K}	X_{221}, \dots, X_{22K}	...	X_{2j1}, \dots, X_{2jK}	...	X_{2b1}, \dots, X_{2bK}
⋮	⋮	⋮		⋮		⋮
i	X_{i11}, \dots, X_{i1K}	X_{i21}, \dots, X_{i2K}	...	X_{ij1}, \dots, X_{ijK}	...	X_{ib1}, \dots, X_{ibK}
⋮	⋮	⋮		⋮		⋮
a	X_{a11}, \dots, X_{a1K}	X_{a21}, \dots, X_{a2K}	...	X_{aj1}, \dots, X_{ajK}	...	X_{ab1}, \dots, X_{abK}

ตารางที่ 2.5 ตารางข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์แสดงความแปรปรวนสองทาง (Two-way ANOVA)

กรณีวัดผลซ้ำกันหลายๆ ครั้ง

สมมติฐานของการทดสอบอทธิพลร่วม คือ

H_0 : ไม่มีอทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย A กับปัจจัย B

H_1 : มีอทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย A กับปัจจัย B

สมมติฐานของการทดสอบค่าเฉลี่ย μ_i ของปัจจัย A คือ

H_0 : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_a$.

H_1 : มีค่าเฉลี่ย μ_i อย่างน้อย 1 คู่แตกต่างกัน

สมมติฐานของการทดสอบค่าเฉลี่ย μ_j ของปัจจัย B คือ

H_0 : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_a$

H_1 : มีค่าเฉลี่ย μ_j อย่างน้อย 1 คู่แตกต่างกัน

(4) ขั้นตอนการนำไปใช้ (Improvement Phase) คือขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการหลังจากที่พบตัวแปรที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนองอย่างมีนัยสำคัญหรือที่เรียกว่าสาเหตุของปัญหา ขั้นตอนถัดมาคือหาแนวทางการปรับปรุง เพื่อให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงดังเป้าหมายที่ได้วางไว้ แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นการประยุกต์ใช้ หลักการซิกส์ในการปรับปรุงกระบวนการเพื่อให้เกิดประสบความสำเร็จจะต้องประกอบด้วย

- 1.ผู้บริหารระดับสูงต้องเข้ามามีส่วนร่วม
- 2.พนักงานเข้าใจในวิธีการของซิกส์ ซิกมารวมถึงเครื่องมือและเทคนิคต่างๆ
- 3.เชื่อมโยงหลักซิกส์ ซิกมากับนโยบายและวัตถุประสงค์ขององค์กร
- 4.เชื่อมโยงหลักซิกส์ ซิกมากับความต้องการของลูกค้า
- 5.เลือกโครงการที่จะทำการปรับปรุง และ ติดตามผลการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง
- 6.จัดทำให้เป็นระบบในองค์กร
- 7.เปลี่ยนวัฒนธรรมในองค์กร
- 8.เพิ่มทักษะการบริหารโครงการ
- 9.เชื่อมโยงหลักการซิกส์ ซิกมากับผู้ชาย
10. จัดทำการอบรมให้ความรู้กับพนักงานเกี่ยวกับหลักการ ซิกส์ ซิกมา

(5) ขั้นตอนการควบคุม (Control Phase) คือการควบคุมเพื่อให้กระบวนการนั้นอยู่ภายใต้การควบคุมเพื่อให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพตลอดไป โดยอาจใช้เครื่องมือที่ช่วยการควบคุมเช่น แผนควบคุม (Control Plan) หรือ เอกสารประกอบการปฏิบัติงาน (Work Instruction) เพื่อช่วยให้พนักงานปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง ตลอดเวลา เพื่อส่งผลให้กระบวนการให้อยู่ในการควบคุม

(1) แผนควบคุม (Control Plan) เป็นตารางสรุปลักษณะที่จะควบคุมในแต่ละกระบวนการวิธีการควบคุมและการปฏิบัติหากไม่เป็นไปตามข้อกำหนดและเพื่อติดตามดูความผิดปกติของกระบวนการ

(2) เอกสารปฏิบัติงาน (Work instruction) เป็นเอกสารแสดงขั้นตอนในการปฏิบัติงาน การเขียนเอกสารต้องเข้าใจง่ายชัดเจน และหลังจากทางทีมวิศวกรออกเอกสารการปฏิบัติงานเรียบร้อยแล้วต้องมีการอบรมพนักงาน ให้เข้าใจถึงเนื้อหาของเอกสารการปฏิบัติงานก่อนเริ่มการใช้งาน ปัจจุบันเอกสารการปฏิบัติงานในอุตสาหกรรม จะมีการควบคุมตามข้อกำหนดของระบบ ISO9001 เอกสารจะมีความถูกต้อง และมีการทำลายทิ้งเมื่อยกเลิกการใช้งานเพื่อให้พนักงานไม่เกิดการสับสนในเนื้อหาหรือ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

เมื่อทราบถึงหลักการดำเนินงานของซิกส์ ซิกมาในหัวข้อ 2.1 แล้ว ในหัวข้อถัดไปจะกล่าวถึง ความรู้ทั่วไปของแผนวงจรรวมอิเล็กทรอนิกส์ (ซีพ) ในการ์ด

2.2 ความรู้ทั่วไปของแผงวงจรรวมอิเล็กทรอนิกส์(ชิพ) ในการ์ด

แผงวงจรรวมหรืออิเล็กทรอนิกส์ชิพเป็นชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่ประกอบไปด้วยชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ย่อยๆหลายส่วนรวมกัน ซึ่งชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ย่อยนี้ประกอบไปด้วยตัวอย่างเช่น ไดโอด (Diode), ตัวต้านทาน (Resister), ทรานซิสเตอร์ (Transistor) และตัวเก็บประจุ(Capacitor) เป็นต้นโดยการรวมชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์เหล่านี้และองค์ประกอบวงจรต่างๆมารวมไว้ในแผงวงจรเดียวกันขนาดเล็ก สำหรับอิเล็กทรอนิกส์ชิพที่อยู่ในการ์ดหรือบัตรประจำตัวต่างๆนั้นจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับประเภทของอิเล็กทรอนิกส์ชิพที่นำไปใช้ แต่มีหนึ่งคุณสมบัติที่เหมือนกันคือสามารถเก็บข้อมูลได้อย่างปลอดภัยโดยการแปลงข้อมูลความเป็นรหัส (Encryption)

ในปัจจุบันนี้ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แผงวงจรรวมชิพสำหรับการ์ดแบ่งออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. แบบสัมผัส (Contact Chip) เป็นอิเล็กทรอนิกส์ชิพที่ใช้งานจากด้านหน้าชิพสัมผัสเข้ากับเครื่องอิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้ในการอ่านค่าจากตัวบัตร การทำงานประเภทนี้เหมาะกับบัตรที่ต้องเก็บข้อมูลไว้จำนวนมาก ซึ่งจะมีระบบความปลอดภัยสูง

2. แบบไม่สัมผัส (Contactless Chip) เป็นอิเล็กทรอนิกส์ชิพที่ทำงานร่วมกับเสาอากาศ(Antenna) บัตรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ชิพประเภทนี้ใช้งานผ่านเครื่องอิเล็กทรอนิกส์โดยการนำบัตรเข้าไปใกล้กับเครื่องอ่านบัตรและใช้วิธีการดึงข้อมูลจากคลื่นความถี่วิทยุ (RFID)

3. แบบผสม (Dual Interface Chip) เป็นอิเล็กทรอนิกส์ชิพที่รวมเอาหลักการใช้งานระหว่างแบบสัมผัส (Contact Chip) และแบบไม่สัมผัส (Contactless Chip) เข้าด้วยกันให้สามารถใช้งานทั้ง 2 ประเภทได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น

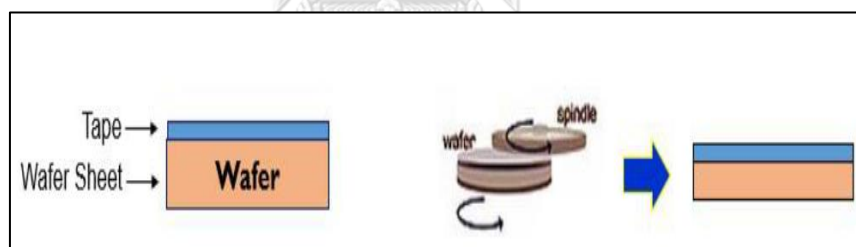
และแผงวงจรรวมอิเล็กทรอนิกส์(ชิพ) ในการ์ดมีกระบวนการผลิตอธิบายดังหัวข้อที่ 2.3

2.3 กระบวนการผลิตแผงวงจรรวมอิเล็กทรอนิกส์ (ซีพ)

กระบวนการผลิตแผงวงจรรวมอิเล็กทรอนิกส์ซีพประเภทแผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส ดังรูปที่ 1.3 ในบทที่ 1 สามารถอธิบายขบวนการผลิตได้ดังนี้

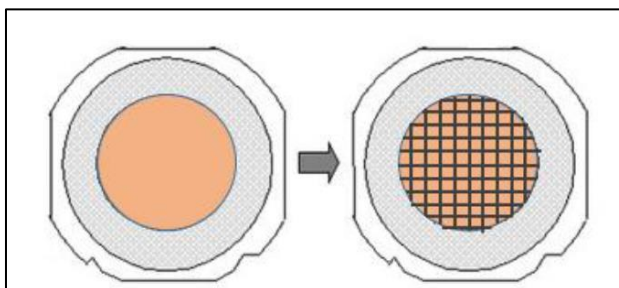
1. กระบวนการเตรียมแผ่นเวเฟอร์ (Pre Assembly) เป็นการทดสอบแผ่นเวเฟอร์ เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแผ่นเวเฟอร์ว่าอยู่ในมาตรฐานที่กำหนดหรือไม่ หลังจากนั้นจะเตรียมแผ่นเวเฟอร์เพื่อพร้อมใช้งานในกระบวนการถัดไปโดยขั้นตอนการเตรียมแผ่นเวเฟอร์ ประกอบไปด้วยขั้นตอนย่อยดังนี้

(1) การขัดแผ่นเวเฟอร์ (Wafer Back grind) คือกระบวนการขัดแผ่นเวเฟอร์ให้ได้ผิวเรียบและขนาดความหนาตามที่กำหนดเนื่องจากแผ่นเวเฟอร์ที่รับมาจากผู้ขาย จะมีขนาดหนาเพื่อสะดวกแก่การขนส่ง ดังนั้นก่อนการจะนำเวเฟอร์ไปใช้ในกระบวนการถัดไปจึงต้องขัดแผ่นเวเฟอร์ให้ได้ตามขนาดทั้งนี้ก่อนการขัดแผ่นเวเฟอร์จะต้องติดเทปด้านหน้าแผ่นเวเฟอร์ก่อนเพื่อป้องกันสิ่งสกปรกจากการขัดหล่นลงบนหน้าวงจ



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างการขัดแผ่นเวเฟอร์ให้มีความหนาลดลง

(2) การตัดแยกแผ่นเวเฟอร์ (Laser Saw) คือกระบวนการตัดแผ่นเวเฟอร์เป็นชิ้นเล็กซึ่งเรียกว่าได (Die) โดยการตัดแยกไดนี้จะใช้วิธีการตัดแบบเลเซอร์ ระหว่างการตัดจะฉีดน้ำ Deionized Water (DI Water) เพื่อทำความสะอาดชิ้นงานด้วย



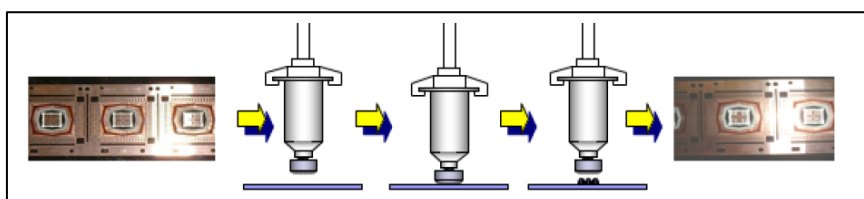
รูปที่ 2.8 ลักษณะการตัดแยกแผ่นเวเฟอร์เป็นได

(3) การตรวจสอบแผ่นเวเฟอร์ (Wafer Inspection) คือกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของแผ่นเวเฟอร์หลังการตัดแยกเป็นได

(4) การอบแผ่นเวเฟอร์ด้วยแสง Ultraviolet (UV Irradiation) คือกระบวนการอบด้วยแสงอัลตราไวโอเล็ต (Ultra Violet, UV) เพื่อลดความเหนียวระหว่างไดและแผ่นเฟรม เมื่อเวลาหีบไดไปประกอบ หลังทำการเตรียมไดครบทุกขั้นตอนแล้วจากนั้นจะนำไดไปเก็บในห้องอุณหภูมิที่เหมาะสมเพื่อเตรียมนำไปใช้ในกระบวนการถัดไป

2. กระบวนการประกอบ (Assembly) เป็นกระบวนการประกอบแผ่นเวเฟอร์ลงบนแผงตัวนำ โดยในส่วนของกระบวนการประกอบจะแบ่งเป็นกระบวนการย่อยดังนี้

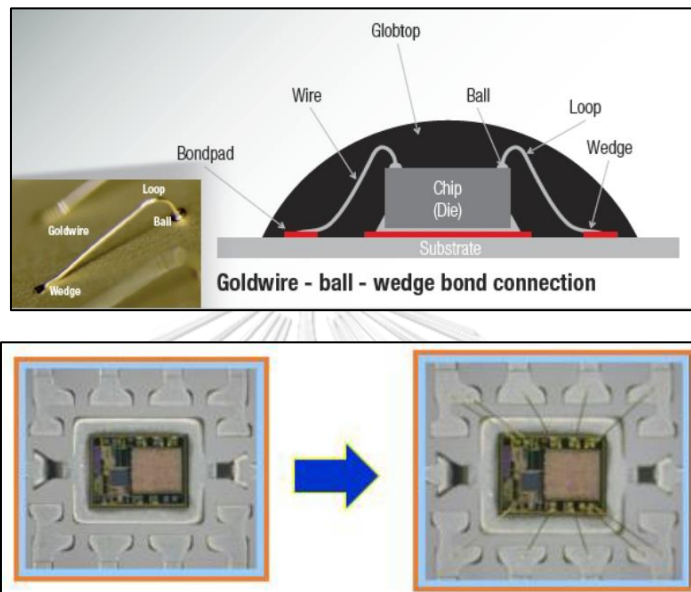
(1) การเชื่อมติดได (Die Attach) คือกระบวนการเชื่อมติดไดลงบนแผงตัวนำโดยการเชื่อมติดด้วยกาวอีพ็อกซี่ (Epoxy)



รูปที่ 2.9 การเชื่อมติดไดและแผ่นตัวนำ

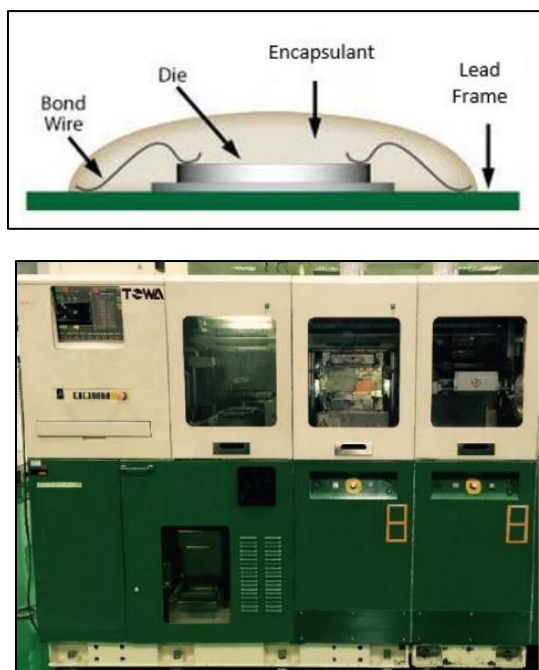
(2) การอบ (Cure Oven) คือกระบวนการอบด้วยความร้อนในอุณหภูมิที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มการยึดติดระหว่างโคและแผงตัวนำให้ยึดติดกันได้ดี

(3) การเชื่อมลวดคือกระบวนการเชื่อมลวดจากโคแล้วลากลงมาบนแผงตัวนำ ลวดที่ใช้ในการเชื่อมเช่นทอง เงิน หรืออลูมิเนียม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของลูกค้า



รูปที่ 2.10 ชิ้นงานหลังจากผ่านการเชื่อมลวด

(4) การห่อหุ้มหน้าชิ้นงานและการอบ (Encapsulation and Cure Oven) คือกระบวนการห่อหุ้มหน้าชิ้นงานหรือห่อหุ้มหน้าโคและลวด เพื่อป้องกันความเสียหายหน้าแผงวงจรการห่อหุ้มนี้จะใช้สารคอมปาวด์พลาสติกในการห่อหุ้ม



รูปที่ 2.11 การทอหุ้มชิ้นงานที่กระบวนการทอหุ้มชิ้นงาน

(5) การตรวจสอบชิ้นงาน (Tape Inspection) คือกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานหลังจากที่ได้ผลิตออกมาเป็นผลิตภัณฑ์แล้ว โดยการตรวจสอบจะใช้การตรวจสอบด้วยสายตาภายใต้เลนส์แว่นขยาย (Magnifier Lens) เพื่อดูความเรียบร้อยและความสมบูรณ์ของชิ้นงานก่อนส่งชิ้นงานให้กระบวนการถัดไป

3. กระบวนการทดสอบและบรรจุสินค้า (Test & Pack) เป็นกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทั้งทางด้านกายภาพและฟังก์ชันการทำงานก่อนส่งสินค้าถึงมือลูกค้า โดยมีกระบวนการย่อยดังนี้

(1) การทดสอบ (Test) คือกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางด้านไฟฟ้า เพื่อทดสอบฟังก์ชันการทำงานและ คุณสมบัติทางด้านแผงวงจรรวม เช่นการทดสอบการไหลของประจุไฟฟ้า การทดสอบลักษณะ คุณสมบัติทางด้านไฟฟ้า เป็นต้น

(2) การบรรจุ (Packing) คือกระบวนการบรรจุผลิตภัณฑ์ลงกล่องเพื่อเตรียมส่งมอบให้ลูกค้า

(3) การส่งสินค้า (Shipping) คือกระบวนการสุดท้ายจากโรงงานผลิต โดยการจัดส่งสินค้าถึงมือลูกค้า

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(Vijchulata, 2000) ศึกษาการลดปัญหาการแตกหักของโบริดที่ใช้ในกระบวนการตัดของซีเอสพี (Chip Scale Package) ที่นำไปสู่การสูญเสียผลผลิตในอุตสาหกรรมการประกอบ IC (Integrated Circuit) การแตกหักของโบริดนอกจากทำให้อัตราการใช้โบริดอยู่ในเกณฑ์สูงแล้ว ยังก่อให้เกิดการสูญเสียชิ้นงาน สูญเสียเวลาในการซ่อมเครื่องจักร และยังส่งผลให้เวลาในการส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้าไม่ได้ตามเป้าหมาย การเป่าวิจัยนี้ได้ศึกษา ณ. บริษัท เอเอ็มดี (ไทยแลนด์) จำกัด เครื่องจักรที่ใช้ในการตัดมาจากบริษัท Intercon Technology รุ่น DS 8800 ขั้นตอนการวิจัยเริ่มต้นด้วยการจัดตั้งกลุ่ม QC (Quality Circle) ประกอบด้วยฝ่ายวิศวกรรม ฝ่ายซ่อมบำรุง ฝ่ายผลิตผู้เชี่ยวชาญจากผู้ผลิตเครื่อง โดยมีการระดมความคิดเพื่อหาสาเหตุของปัญหา โดยใช้แผนภูมิแก๊งปลา และ FMEA (Failure Mode Effect and Analysis) เพื่อวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ จากนั้นดำเนินการหาประสิทธิภาพของลำดับการตัดแบบใหม่ และหาค่าความดันสูงแบบคู่ โดยทดลองแบบ Factorial Design ANOVA (Analysis of Variance) นำมาใช้ตรวจสอบคุณภาพการตัด รวมถึงการวิเคราะห์ความสามารถกระบวนการ (Cpk) หลังจากที่ได้แนะนำแนวทางแก้ไขปัญหาไปใช้จริงในสายการผลิต จากผลการทดลองสรุปได้ว่า การใช้ลำดับการตัดแบบ 4 ทาง สามารถขจัดปัญหาโบริดแตก ส่วนหาค่าความดันสูงแบบคู่สามารถลดปัญหาความสูญเสียชิ้นงาน อันเนื่องมาจากเศษการตัดที่ค้างอยู่ซึ่งมาจากการตัดแบบ 4 ทาง ปัญหาโบริดแตกได้หายไปหลังที่ได้แนะนำแนวทางแก้ปัญหานี้ ไปใช้ในระยะเวลาในสายการผลิต ผลการวิเคราะห์ ANOVA ยืนยันได้ว่าไม่มีปัญหาต่อคุณภาพการตัด (Prob Value < 0.05) ความสามารถกระบวนการ (Cpk) ของพารามิเตอร์สำคัญก็ได้ค่าเกิน 1.5 ซึ่งเป็นไปตามเป้าหมาย ผลจากงานวิจัยคือ สามารถปรับปรุง MTBA (Mean Time Between Assist) เพิ่มจากเดิม 12 เท่า ลดปัญหาการซ่อมบำรุงและการหยุดการทำงานของเครื่องจักร 60% ลดชิ้นงานเสีย 63% เพิ่มอายุการใช้งานของโบริด 2.3 เท่า โดยรวมสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ถึง 147,201 เหรียญสหรัฐต่อปี ผลพลอยได้อื่นที่ตามมาคือ กำจัดปัญหาการหยุดของเครื่องจักรซึ่งนำไปสู่การชะงักงันในสายการผลิตของ ซีเอสพี ลดเวลาแก้ไขชิ้นงานที่มีปัญหา ลดเวลาในการส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้า และผลประโยชน์ที่สำคัญที่สุดคือลดความเสี่ยงที่ชิ้นงานเสีย อาจหยุดไปยังลูกค้าของบริษัทผู้ผลิต IC

(คันสนีย์ พิสุทธิ์กุลกิจ, 2557) การศึกษาวิจัยกระบวนการของผลิตภัณฑ์ซีพคอนแทคดูเอล อินเตอร์เฟส ซึ่งเป็นซีพประเภทเชื่อมต่อดังกล่าวโดยการแตะหรือสัมผัสซึ่งประกอบอยู่ในบัตรประจำตัว ทำการศึกษาการลดค่าความโง่งงที่กระบวนการห่อหุ้มหน้าชิ้นงาน เพื่อให้จำนวนของเสียประเภท ความหนาชิ้นงานเกินขนาดมีจำนวนลดลงจาก 600 เป็นน้อยกว่า 250 PPM โดยใช้หลักการซิกส์ ซิกมาในการปรับปรุงกระบวนการ ดำเนินการตามหลัก DMAIC ในระยะนิยามปัญหาได้ดำเนินการ ศึกษากระบวนการ สภาพปัญหาในปัจจุบันและกำหนดขอบเขตการศึกษา ระยะการวัดทำการวัด กระบวนการเพื่อค้นหาสาเหตุของปัญหาจากการระดมความคิดในทีม ระยะวิเคราะห์ได้นำปัจจัยที่ คาดว่าจะส่งผลกระทบต่อค่าความโง่งงมาทำการออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบปัจจัยที่ส่งผล กระทบต่อค่าความโง่งงอย่างมีนัยสำคัญ โดยใช้การออกแบบการทดลองแฟคทอเรียล 2kทดลองซ้ำ3 ซ้ำครั้งที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่าปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อค่าความโง่งงอย่างมีนัยสำคัญคือ อุณหภูมิDam อุณหภูมิFillและอุณหภูมิการอบ ระยะปรับปรุงได้ออกแบบการทดลองแบบ บ็อกซ์- เบนเคนซ์ เพื่อหาค่าติดตั้งที่เหมาะสมของปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อค่าความโง่งงอย่างมีนัยสำคัญ ผลการ ทดลองแนะนำค่าติดตั้งที่เหมาะสมคืออุณหภูมิDamที่ 30 องศาเซลเซียส อุณหภูมิFillที่ 65 องศา เซลเซียส และอุณหภูมิการอบที่ 41 องศาเซลเซียส ระยะการควบคุมเพื่อให้กระบวนการปรับปรุงอยู่ ในเขตควบคุมจึงได้จัดทำแผนควบคุมและติดตามผลการปรับปรุงกระบวนการโดยใช้แผนภูมิควบคุม จากการติดตามผลการปรับปรุงค่าความโง่งงที่กระบวนการห่อหุ้มหน้าชิ้นงานพบว่า จำนวนของเสีย เทียบต่อล้านชิ้นประเภทความหนาชิ้นงานเกินขนาดลดลงจาก 600 เหลือ184PPM

(เสรี กุลปิยะ, 2556) การศึกษาวิจัยเพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตสำหรับผลิตภัณฑ์ วงจรรวม อันเนื่องมาจากข้อบกพร่องประเภทขนาดความกว้างของการบินบนตัวผลิตภัณฑ์ออกนอก ค่าการยอมรับ โดยการประยุกต์ใช้ 5 ขั้นตอนของเทคนิคซิกส์ ซิกมา DMAIC ในขั้นแรกได้เลือก ข้อบกพร่องประเภทขนาดความกว้างของการบินบนตัวผลิตภัณฑ์มาวิเคราะห์ เนื่องจากมีค่าดัชนี ความสามารถของกระบวนการค่อนข้างต่ำโดย Cpk เท่ากับ 0.66 ซึ่งระบุจากระยะการวัดเพื่อระบุ สาเหตุของปัญหา ถัดมาได้ทำการออกแบบการทดลองเศษส่วนเชิงแฟคทอเรียลในระยะวิเคราะห์ สาเหตุของปัญหาเพื่อระบุปัจจัยที่นำเข้าที่มีนัยสำคัญได้แก่ อุณหภูมิ น้ำ แรงดันน้ำ และความเร็วใน การตัด ในระยะการปรับปรุงแก้ไขปัญหาได้ทำการออกแบบการทดลอง แบบบ็อกซ์-เบนเคน โดยผล ที่ได้จากการออกแบบการทดลองจะใช้วิธีการวิเคราะห์พื้นผิวตอบสนองถูกประยุกต์ใช้เพื่อหาค่าที่ เหมาะสมที่สุดสำหรับปัจจัยจำนวนสามปัจจัยซึ่งจะทำให้ขนาดความกว้างของการบินบนตัวผลิตภัณฑ์ มีค่าน้อยที่สุด โดยค่าของปัจจัยที่เหมาะสมที่สุดในกระบวนการคือ อุณหภูมิ น้ำเท่ากับ 10 องศา

เซลเซียส แรงดันน้ำเท่ากับ 2 ลิตรต่อนาที และความเร็วในการตัดเท่ากับ 30 มิลลิเมตรต่อวินาที ตามลำดับ เมื่อติดตามผลด้วยแผนภูมิควบคุม - R สำหรับข้อบกพร่องประเภทความกว้างของการบิน หลังการปรับปรุงพบว่าขนาดความกว้างของการบินเป็นไปตามที่กำหนดไว้คือน้อยกว่า 2 mil และค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการของเพิ่มขึ้นเป็น 1.41 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์การยอมรับด้านเดียวที่ 1.25

(สุตันตรา แซ่จิว 2554) ลดข้อบกพร่องประเภทรอยขีดข่วนในผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมด้วย หลักการซิกซ์ ซิกม่า โดยเน้นปัญหารอยขีดข่วนบนพื้นผิวโลหะสำหรับลีดเฟรม PPF มีปริมาณชิ้นงานเสียมากที่สุด(32 PPM) และมีลูกค้ำร้องเรียนมากที่สุด (7 ข้อร้องเรียน) ในการดำเนินการวิจัยจะประกอบไปด้วย 5 ระยะเวลา DMAIC โดยในระยะเวลาที่ 1 ได้ใช้กราฟและ แผนผังพาเรโตเพื่อใช้ในการเลือกปัญหาที่จะปรับปรุง ระยะเวลาที่ 2 ได้ทำการระดมสมองเพื่อหาสาเหตุโดยใช้แผนผังก้างปลา ร่วมกับการพิจารณา FMEA ของโรงงานตัวอย่างพบว่า สาเหตุหลักของปัญหาเกิดจากการเสียดสีกันของสตริปงานในแมกกาซีน และแผ่นรองสตริปงานในแมกกาซีนแบบซ้อนไม่เรียบ ในระยะเวลาที่ 3 ได้ทำการหาวิธีแก้ปัญหาโดยจะทำการเปลี่ยนแมกกาซีนจากแบบซ้อนเป็นแบบร่อง แต่พบว่าอาจส่งผลให้เกิดปัญหา สตริปโก่งที่กระบวนการอบพลาสติกได้ จึงได้นำเทคนิค TRIZ มาใช้ร่วมกับ Pugh Method ซึ่งได้วิธีการแก้ปัญหาโดยการใส่แผ่นแทรกมาคั่นสตริปในแมกกาซีนแบบซ้อนที่กระบวนการอบพลาสติก และใช้แมกกาซีนแบบร่องที่กระบวนการอื่น ในระยะเวลาที่ 4 จึงได้วางแผนเพื่อนำการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ โดยใช้การระดมสมอง และทำการประเมินผลในระยะเวลาที่ 5 โดยใช้กราฟและแผนผังพาเรโต ผลที่ได้จากการแก้ปัญหาพบว่า สามารถลดปัญหารอยขีดข่วนรวมทุกประเภทลดลงได้ 88% รวมทั้งยังไม่พบข้อร้องเรียนจากลูกค้ำในเรื่องรอยขีดข่วน

บทที่ 3

นิยามปัญหา

การนิยามปัญหา (Define Phase) คือขั้นตอนแรกของการปรับปรุงกระบวนการตามหลักการดำเนินงานซิกส์ ซิกม่า (Six Sigma) เป็นขั้นตอนการค้นหาปัญหาที่ต้องการปรับปรุงโดยเริ่มจากการค้นหาปัญหาที่สำคัญ ที่มีผลกระทบต่อ การผลิต การส่งมอบผลิตภัณฑ์ คุณภาพผลิตภัณฑ์ รวมถึงมีผลต่อความต้องการของลูกค้า (Customer requirement) เมื่อได้ปัญหาที่ต้องการปรับปรุงแล้ว จึงระบุเป้าหมาย ขอบเขตของการปรับปรุง จัดทำแผนการดำเนินงาน ทั้งนี้เพื่อให้แผนการดำเนินงานบรรลุตามที่กำหนดไว้อย่างราบรื่น จำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากหน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ดังนั้นจึงมีการจัดตั้ง ทีมงานคุณภาพร่วมทำงานวิจัย โดยเป็นตัวแทนมาจากแต่ละหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในกระบวนการ มาร่วมเป็นสมาชิกโครงการปรับปรุงกระบวนการนี้ โดยกระบวนการนิยามปัญหาประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลักดังต่อไปนี้

3.1 การศึกษากระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส ประกอบไปด้วยกระบวนการผลิตหลัก 3 กระบวนการคือ 1.กระบวนการเตรียมแผ่นเวเฟอร์ (Pre-Assembly) 2.กระบวนการประกอบชิ้นส่วนเป็นผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัสหรือผลิตภัณฑ์ชิพ (Assembly) และ 3.กระบวนการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าและบรรจุสินค้า (Test & Pack) โดยผังกระบวนการผลิตแสดง ในบทที่ 1 รูปที่ 1.3 สามารถอธิบายกระบวนการผลิตได้ดังนี้

1. กระบวนการเตรียมแผ่นเวเฟอร์ (Pre Assembly) เป็นการทดสอบแผ่นเวเฟอร์เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแผ่นเวเฟอร์ว่าอยู่ในมาตรฐานที่กำหนดหรือไม่ หลังจากนั้นจะเตรียมแผ่นเวเฟอร์เพื่อพร้อมใช้งานในกระบวนการถัดไป โดยขั้นตอนการเตรียมแผ่นเวเฟอร์ประกอบไปด้วยขั้นตอนย่อยดังนี้
 - (1) การขัดแผ่นเวเฟอร์ (Wafer Back grind) คือกระบวนการขัดแผ่นเวเฟอร์ให้ได้ผิวเรียบและขนาดความหนาตามที่กำหนดเนื่องจากแผ่นเวเฟอร์ที่รับมาจากผู้ขายจะมีความหนาเพื่อสะดวกแก่การขนส่ง ดังนั้นก่อนการจะนำเวเฟอร์ไปใช้ในกระบวนการถัดไปจึงต้องขัดแผ่นเวเฟอร์ให้ได้ตามขนาดที่ต้องการทั้งนี้ก่อนการขัดแผ่นเวเฟอร์จะต้องติดเทปด้านหน้าแผ่นเวเฟอร์ก่อนเพื่อป้องกันสิ่งสกปรกจากการขัดหล่นลงบนหน้าวงจ

- (2) การตัดแยกแผ่นเวเฟอร์ (Laser Saw) คือกระบวนการตัดแผ่นเวเฟอร์เป็นชิ้นเล็กเรียกว่า ได (Die) โดยการตัดแยกไดนี้จะใช้วิธีการตัดแบบเลเซอร์ระหว่างการตัดจะฉีดน้ำ Deionized Water (DI Water) เพื่อทำความสะอาดชิ้นงาน
 - (3) การตรวจสอบแผ่นเวเฟอร์ (Wafer Inspection) คือกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของแผ่นเวเฟอร์หลังการตัดแยกเป็นได โดยใช้กล้องกำลังขยายสูงในการตรวจสอบ
 - (4) การอบแผ่นเวเฟอร์ด้วยแสง Ultraviolet (UV Irradiation) คือกระบวนการ อดด้วยแสงอัลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet, UV) เพื่อลดความเหนียวระหว่างไดและแผ่นเฟรมในเวลาหยิบไดไปประกอบ เมื่อทำการเตรียมไดครบทุกชิ้นตอนแล้ว จากนั้นจะนำไดไปเก็บในห้องอุณหภูมิที่เหมาะสม เพื่อเตรียมนำไปใช้ในกระบวนการถัดไป
2. กระบวนการประกอบ (Assembly) เป็นกระบวนการประกอบแผ่นเวเฟอร์ลงบนแผงตัวนำ โดยในส่วนของกระบวนการประกอบจะแบ่งเป็นกระบวนการย่อยดังต่อไปนี้
- (1) การเชื่อมติดได (Die Attach) คือกระบวนการเชื่อมติดไดลงบนแผงตัวนำ โดยการเชื่อมติดด้วยกาวอีพ็อกซี่ (Epoxy)
 - (2) การอบ (Cure Oven) คือกระบวนการอบด้วยความร้อนในอุณหภูมิที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มการยึดติดระหว่างได และแผงตัวนำให้ยึดติดกันได้ดี
 - (3) การเชื่อมลวด (Wire Bond) คือกระบวนการเชื่อมลวดจากไดแล้วลากลงมาบนแผงตัวนำ ลวดที่ใช้ในการเชื่อมเช่น ลวดทอง หรือ ลวดทองแดง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของลูกค้า
 - (4) การห่อหุ้มหน้าชิ้นงานและการอบ (Encapsulation & Cure Oven) คือกระบวนการห่อหุ้มหน้าชิ้นงานหรือห่อหุ้มหน้าไดและลวด เพื่อป้องกันความเสียหายหน้าแผงวงจร การห่อหุ้มนี้จะใช้คอมพาวด์พลาสติกในการห่อหุ้ม หลังจากนั้นจะอบด้วยแสงอัลตราไวโอเล็ต (UV) ในอุณหภูมิต่างๆ เพื่อให้สารคอมพาวด์พลาสติกที่ห่อหุ้มหน้าชิ้นงานแข็งตัว
 - (5) การตรวจสอบชิ้นงาน (Tape Inspection) คือกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานหลังจากที่ได้ผลิตออกมาเป็นผลิตภัณฑ์แล้ว โดยการตรวจสอบจะทำการตรวจสอบด้วยสายตาภายใต้เลนส์แว่นขยาย (Magnifier Lens) เพื่อดูความเรียบร้อยและความสมบูรณ์ของชิ้นงานก่อนส่งชิ้นงานให้กระบวนการถัดไป

3. กระบวนการทดสอบและบรรจุสินค้า (Test & Pack) เป็นกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทั้งทางด้านกายภาพและฟังก์ชันการทำงาน ก่อนส่งสินค้าถึงมือลูกค้า โดยมีกระบวนการย่อยดังนี้

(1) การทดสอบ (Test) คือกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางด้านไฟฟ้า เพื่อทดสอบฟังก์ชันการทำงานและคุณสมบัติในแผงวงจรรวมเช่นการทดสอบการไหลของประจุไฟฟ้า การทดสอบลักษณะคุณสมบัติทางด้านไฟฟ้า เป็นต้น

(2) การบรรจุ (Packing) คือกระบวนการบรรจุผลิตภัณฑ์ลงกล่องเพื่อเตรียมส่งมอบให้ลูกค้า

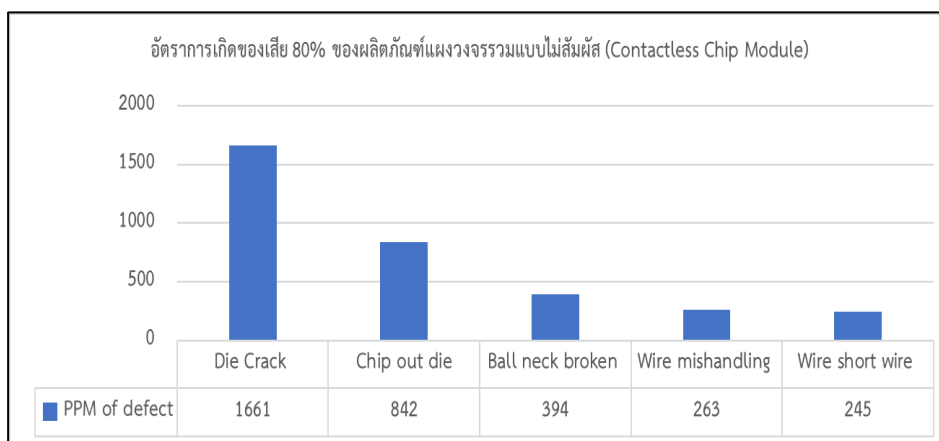
(3) การส่งสินค้า (Shipping) คือกระบวนการสุดท้ายจากโรงงานผลิต โดยการจัดส่งสินค้าถึงมือลูกค้า

3.2 การศึกษาสภาพปัญหาในปัจจุบัน

ในปัจจุบัน บริษัททรนศึกษา มียอดการผลิตแผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส (Contactless Chip Module) เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และยังมีคู่แข่งทางด้านการค้า เพิ่มเข้ามาในอุตสาหกรรมการผลิตแผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัสอย่างต่อเนื่องเช่นกัน การรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้สู้กับคู่แข่งได้จึงเป็นเรื่องจำเป็นสำหรับบริษัททรนศึกษาเป็นอย่างมาก โดยผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัสได้รับข้อร้องเรียนจากลูกค้าในเรื่อง ปัญหาในเรื่องรอยแตกร้าวบริเวณหน้าได โดยเรียกลักษณะของเสียชนิดนี้ว่า Die Crack ปัญหาข้อร้องเรียนของลูกค้าแสดงดังรูปที่ 1.4 ข้อร้องเรียนของลูกค้าในผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส

จากการศึกษาข้อมูลในกระบวนการผลิตแผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส ยังพบว่า มี ข้อร้องเรียนจากกระบวนการทดสอบ ถึงกระบวนการประกอบ มากที่สุดในเรื่อง รอยแตกร้าวบริเวณหน้าได หรือ Die crack มาเป็นอันดับหนึ่ง โดยแสดงในรูปที่ 1.5 แผนภูมิพาเรโตแสดงของเสียในกระบวนการผลิตที่ตรวจสอบได้โดยกระบวนการทดสอบ ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ.2561-มีนาคม พ.ศ.2562 และทั้งนี้ยังพบว่า อัตราการเกิดของเสียในกระบวนการผลิต ที่มีจำนวนมากที่สุดคือ ของเสียประเภทรอยแตกร้าวบริเวณหน้า ได (Die Crack) มาเป็นอันดับ 1 , อันดับ2 รอยแตกที่บริเวณขอบได (Chip Out die edge) , อันดับ 3 คือ ลวดขาด บริเวณคอบอนด์ จากกระบวนการเชื่อมลวด จาก 80% ข้อมูลดังกล่าวของเสียได้คำนวณออกมา เป็นอัตราการเกิดของเสียเทียบเท่าต่อล้านชิ้น (PPM) แสดงดังรูปที่

3.1



รูปที่ 3.1 อัตราการเกิดของเสีย 80% ของผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส (Contactless Chip Module) ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ.2561-มีนาคม พ.ศ.2562

โดยความหมายชนิดของเสียอธิบายได้ดังนี้

1. Die crack คือ ปัญหารอยแตกบริเวณหน้าได ปัญหาสามารถเกิดได้จากกระบวนการเตรียมแผ่นเวเฟอร์ กระบวนการย่อยในกระบวนการประกอบ อาทิเช่น กระบวนการเชื่อมติดได การเชื่อมลวด การห่อหุ้มหน้าชิ้นงานและการอบ, ของเสียชนิดนี้มีผลต่อคุณสมบัติทางไฟฟ้าของผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส

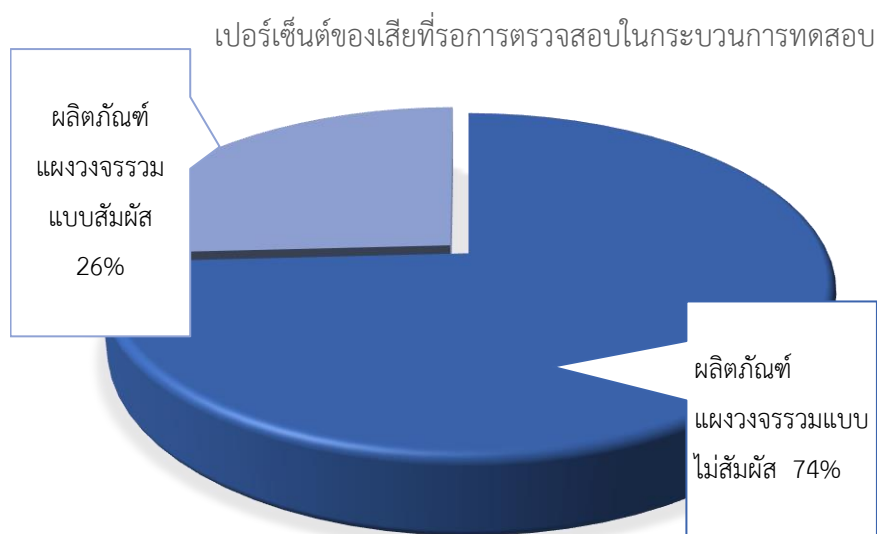
2. Chip out die edge คือ ปัญหารอยบิ่นที่บริเวณขอบของได ซึ่งปัญหาสามารถเกิดได้จากกระบวนการเตรียมแผ่นเวเฟอร์ กระบวนการย่อยในกระบวนการประกอบ คือ กระบวนการเชื่อมติดได ของเสียประเภทรอยแตกที่บริเวณขอบของได มีผลต่อคุณสมบัติทางไฟฟ้าของผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส

3. Ball neck broken คือ ปัญหาลวดขาดบริเวณคอบอลด์ ในกระบวนการเชื่อมลวด ของเสียประเภทลวดขาดบริเวณคอบอลด์ มีผลต่อคุณสมบัติทางไฟฟ้าของผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส

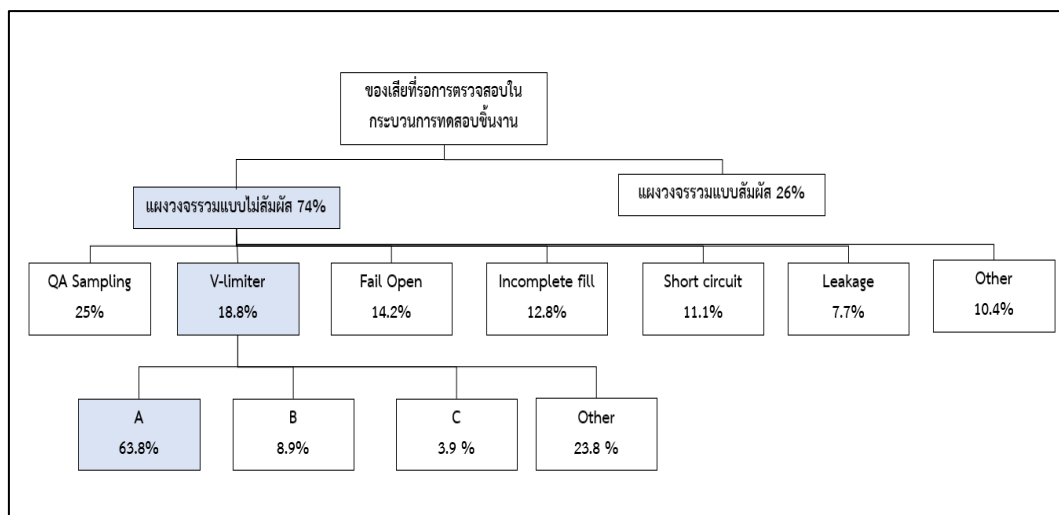
4. Wire mishandling คือ ปัญหาเส้นลวดเสียรูป ที่เกิดจากมีแรงภายนอกมากกระทำต่อเส้นลวด ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้จาก กระบวนการเชื่อมลวด การห่อหุ้มหน้าชิ้นงาน ของเสียประเภทเส้นลวดเสียรูป มีผลต่อคุณสมบัติทางไฟฟ้าของของผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส

5. Wire to wire short คือ ปัญหาเส้นลวดพันกัน ไม่เป็นไปตามแผนผังการเชื่อมลวด (Bonding diagram) มีผลทำให้เกิดการลัดวงจรทางไฟฟ้า ผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัสไม่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า

จากอัตราของเสียของกระบวนการผลิตแผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส มีอัตราการเกิดของเสียเทียบต่อล้านชิ้นสูงสุดคือ ของเสียประเภทรอยแตกร้าวบริเวณหน้าใด และยังพบว่าที่กระบวนการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าของชิ้นงาน จำนวนเปอร์เซ็นต์ของเสียที่รอการตรวจสอบในผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส คือเป็น 74% ดังแสดง ดังรูปที่ 3.2



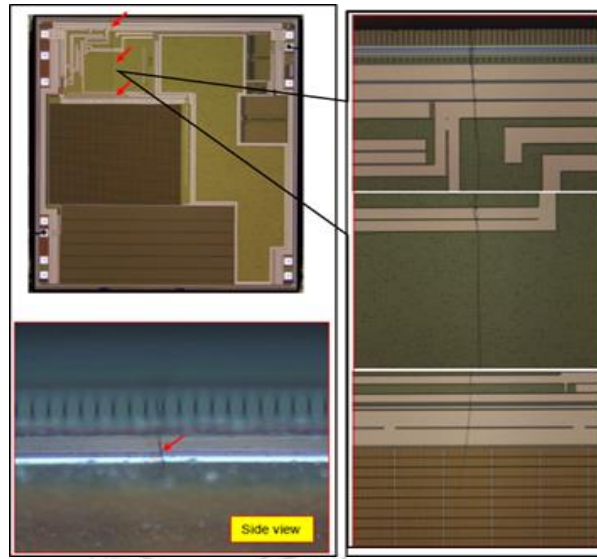
รูปที่ 3.2 แสดงเปอร์เซ็นต์ของเสียที่รอการตรวจสอบในกระบวนการทดสอบ จากรูปที่ 3.2 ของเสียที่รอการตรวจสอบในกระบวนการทดสอบ นำมาวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างเหตุ-ผล (ต้นไม้แห่งปัญหา) จะพบว่า จำนวนของเสียที่ถูกปฏิเสธในกระบวนการทดสอบมาจาก การขาดคุณสมบัติทางไฟฟ้าของชิ้นงานในเรื่องวีลิมิเตอร์คิดเป็น 18.8% ซึ่งเกิดขึ้นกับกลุ่มผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัสประเภทเอ (A) 63.8% ดังแสดงในรูปที่ 3.3 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างเหตุ-ผล(ต้นไม้แห่งปัญหา)ของเสียที่รอการตรวจสอบในกระบวนการทดสอบ



รูปที่ 3.3 แผนภูมิความสัมพันธ์ ระหว่างเหตุ-ผล (ต้นไม้แห่งปัญหา) ของเสียที่รอการตรวจสอบในกระบวนการทดสอบ

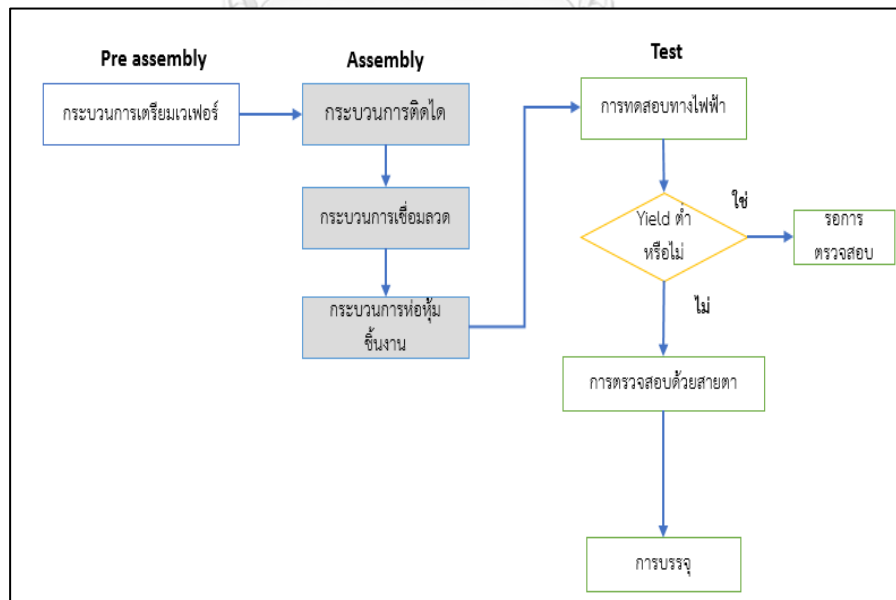
เมื่อนำของเสียในกระบวนการทดสอบประเภทวีลิมิเตอร์มาทำการตรวจสอบด้วยวิธีการตรวจสอบความเสียหายของชิ้นงานหรือเรียกว่า Failure analysis โดยเริ่มจาก

1. การตรวจสอบสภาพภายนอกชิ้นงาน : ผลการตรวจสอบไม่พบความผิดปกติภายนอกชิ้นงาน
2. การตรวจสอบภายในตัวชิ้นงาน โดยการทำลายวัสดุห่อหุ้มชิ้นงานคอมปาว์พลาสติก เรียกวิธีการนี้ว่า Decapsulation พบว่าชิ้นงานของเสียมีรอยแตกร้าบริเวณหน้าได หรือที่เรียกว่า Die crack แสดงดังรูป ที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ชิ้นงานของเสียที่มีรอยแตกบริเวณหน้าไดหรือที่เรียกว่า Die crack

ดังนั้นผู้ทำวิจัยจึงเลือกปัญหาการรอยแตกกร้าวบริเวณหน้าไดมาทำการแก้ไข เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัสโดยมุ่งเน้นหาสาเหตุของปัญหาในกระบวนการประกอบ ชิ้นส่วนเป็นผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส (Assembly process) โดย หาสาเหตุจากกระบวนการย่อย ดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส

โดยการทำงานวิจัยฉบับนี้จะมุ่งเน้นการหาสาเหตุของปัญหารอยแตกบริเวณหน้าได (Die crack) ในกระบวนการย่อยของกระบวนการประกอบได้แก่ กระบวนการติดได (Die attach process) , กระบวนการเชื่อมลวด (Wire bond process) และกระบวนการห่อหุ้มชิ้นงาน (Encapsulation process)

3.3 วัตถุประสงค์ ของการทำวิจัย

ปรับปรุงกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัสในส่วนกระบวนการประกอบ เพื่อลดจำนวนของเสียประเภทรอยแตกกร้าวบริเวณหน้าได โดยใช้หลักการซิกส์ ซิกม่าในการปรับปรุงกระบวนการ

3.4 การจัดตั้งคณะทำงาน

เพื่อให้การปรับปรุงกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัสและการทำโครงการวิจัย เป็นไปตามแผนการดำเนินการที่วางไว้ ต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง จึงมีการจัดตั้งทีมงานคุณภาพเพื่อเป็นตัวแทนแต่ละหน่วยงานในการร่วมมือและวางแผนแก้ไขปรับปรุงกระบวนการ โดยผู้ที่เป็นตัวแทนนั้นจะต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านที่ตนเองรับผิดชอบ ซึ่งในทีมงานคุณภาพประกอบไปด้วยแต่ละส่วนงานดังนี้

1. วิศวกรฝ่ายการผลิต (Production Engineer)
2. วิศวกรฝ่ายกระบวนการผลิต (Process Engineer)
3. วิศวกรฝ่ายเครื่องมือ เครื่องจักร (Equipment Engineer)
4. วิศวกรฝ่ายคุณภาพ (Quality Engineer)
5. วิศวกรประกันคุณภาพ (Quality Assurance Engineer)
6. หัวหน้าช่างเทคนิค (Technician Supervisor)
7. หัวหน้างานฝ่ายผลิต (Production Supervisor)
8. หัวหน้างานฝ่ายคุณภาพ (Quality Assurance Supervisor)

3.5 เอกสารสิทธิ์โครงการ (Project Charter)

<p>Project title : การลดของเสียประเภทรอยแตกร้าวบริเวณหน้าไต ในกระบวนการผลิตแผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส</p>
<p>Problem Statement :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.พบข้อร้องเรียนจากลูกค้า ในปีพุทธศักราช 2561 จำนวน 2 ข้อร้องเรียน ในปัญหารอยแตกร้าวบริเวณหน้าไต หรือที่เรียกว่า Die Crack 2.ข้อร้องเรียนจากกระบวนการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าของชิ้นงาน ปัญหารอยแตกร้าวบริเวณหน้าไตเป็นอันดับ 1 จำนวน 122 ข้อร้องเรียน ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ.2561-มีนาคม พ.ศ.2562 3.ปริมาณของเสียในกระบวนการประกอบประเภทรอยแตกร้าวบริเวณหน้าไตเทียบต่อล้านชิ้นมีค่าสูงถึง 1661 PPM
<p>Project Metrics :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Business metric : ความพึงพอใจของลูกค้า 2.Primary metric : ข้อร้องเรียนจากกระบวนการทดสอบชิ้นงาน และปริมาณของเสียในกระบวนการประกอบเทียบต่อล้านชิ้น 3. Consequential metric : การลงทุนในทรัพยากร 4. Financial metric : จำนวนเงินที่ใช้ในการปรับปรุง
<p>Objective Statement</p> <p>ปรับปรุงกระบวนการผลิต ในส่วนกระบวนการประกอบผลิตภัณฑ์ เพื่อลดจำนวนของเสียประเภทรอยแตกร้าวบริเวณหน้าไต โดยใช้หลักการซิกส์ ซิกมาในการปรับปรุงกระบวนการ</p>
<p>Project scope</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิต ในส่วนกระบวนการประกอบผลิตภัณฑ์เพื่อให้จำนวนของเสียประเภทรอยแตกร้าวบริเวณหน้าไตมีจำนวนลดลง โดยใช้หลักการซิกส์ ซิกมาในการปรับปรุงกระบวนการ 2.การศึกษาครั้งนี้ศึกษาเฉพาะผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัสเท่านั้น
<p>Team member</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.วิศวกรฝ่ายการผลิต (Production Engineer) 2. วิศวกรฝ่ายกระบวนการผลิต (Process Engineer) 3. วิศวกรฝ่ายเครื่องมือ เครื่องจักร (Equipment Engineer) 4. วิศวกรฝ่ายคุณภาพ (Quality Engineer)

5. วิศวกรประกันคุณภาพ (Quality Assurance Engineer) 6. หัวหน้าช่างเทคนิค (Technician Supervisor) 7. หัวหน้างานฝ่ายผลิต (Production Supervisor) 8. หัวหน้างานฝ่ายคุณภาพ (Quality Assurance Supervisor)		
Project Time line		
Six sigma Methodology	Start	Finish
Define phase	1/4/2019	30/4/2019
Measure phase	1/5/2019	31/5/2019
Analysis phase	1/6/2019	31/8/2019
Improve phase	1/8/2019	30/9/2019
Control phase	1/10/2019	30/10/2019

บทที่ 4

การวัดและวิเคราะห์สาเหตุเบื้องต้นของปัญหา (Measure Phase)

เมื่อได้ทำการศึกษาสภาพปัญหาในปัจจุบัน พร้อมทั้งหาทฤษฎีสันับสนุน และศึกษาระบบการผลิตผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส เรารู้เกี่ยวกับทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ระบุขอบเขตและเป้าหมายของโครงการวิจัย ตลอดจนจัดตั้งทีมงานคุณภาพที่ร่วมกันกับผู้ทำวิจัยในการแก้ไขปัญหารอยแตกร้าวบริเวณหน้าไดได้แล้วนั้นขั้นตอนถัดไปคือ ขั้นตอนการวิเคราะห์ ระบบการวัดของเครื่องมือวัดในระบบการผลิต เพื่อให้มั่นใจว่าเครื่องมือที่นำมาใช้วัดกระบวนการมีประสิทธิภาพเพียงพอและข้อมูลที่ได้จากการวัดสามารถเชื่อถือได้ และนำไปสู่การค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาเพื่อนำไปหาวิธีการแก้ไขปัญหา ปรับปรุงกระบวนการให้เป็นตามเป้าหมายที่ได้วางไว้ นอกจากการวิเคราะห์ระบบการวัดแล้ว จุดประสงค์ของขั้นตอนนี้คือเพื่อกำหนดขอบเขตของโครงการวิจัยเพื่อทำความเข้าใจกระบวนการโดยการใช้เครื่องมือทางคุณภาพและทางสถิติ เช่น แผนภูมิเหตุและผล , แผนภูมิพาเรโต, การวิเคราะห์ระบบการวัด และ การศึกษาความสามารถของกระบวนการ ในการกำหนดตัวตั้งต้นหรืออินพุท (Input) และผลที่ได้รับหรือเอาต์พุท (Output) ของกระบวนการ ประเมินผลระบบการวัดของเอาต์พุท (Output) โดยเครื่องมือต่างๆที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

4.1 การวิเคราะห์ระบบวัดของเครื่องมือวัด

เนื่องจากของเสียประเภทรอยแตกร้าวบริเวณหน้าได ยากต่อการตรวจสอบได้ด้วยสายตา ในการดำเนินการผลิตใช้ผลการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าของชิ้นงาน จากเครื่องทดสอบชิ้นงาน (Tester) โดยวัดผลจากปัญหาของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ เป็นดัชนีในการวัดผลของ ของเสียปัญหา รอยแตกร้าวบริเวณหน้าได ดังนั้น เราจึงเลือกการวิเคราะห์ระบบวัดของเครื่องทดสอบชิ้นงานด้วยวิธีการวิเคราะห์ระบบวัดสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพ หรือที่เรียกว่า Attribute R&R โดยจุดประสงค์การวิเคราะห์ระบบการวัด สำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพ หรือ ข้อมูลการนับ คือ

1. เพื่อประเมินความสอดคล้อง (Consistency) และความสม่ำเสมอ (Uniformity) ของระบบการวัดของเครื่องทดสอบชิ้นงาน
2. เพื่อนำไปใช้เพิ่มความสม่ำเสมอระหว่างเครื่องทดสอบชิ้นงานตลอดจนปรับปรุงจัดความไม่สอดคล้องกัน (Inconsistency) ที่เกิดขึ้นในขั้นตอนของการตรวจสอบหรือประเมินผล

การวิเคราะห์โดยหลักการของสัมประสิทธิ์ Kappa เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่าง

1. เครื่องทดสอบชิ้นงาน กับ เครื่องทดสอบชิ้นงาน (APPRAISER CROSS APPRAISER)

2. เครื่องทดสอบชิ้นงาน กับ มาตรฐาน (APPRAISER CROSS REFERENCE)

4.1.1 การเตรียมชิ้นงานตัวอย่างสำหรับการทดสอบระบบวัดของเครื่องทดสอบชิ้นงาน และ ผลการทดสอบของการวัดจากเครื่องทดสอบ แสดงตัวอย่างดังตารางที่ 4.1

หมายเลข เครื่อง ทดสอบ ชิ้นงาน	ชิ้นงาน ทดสอบ	รอบการ ทดสอบ	ค่าอ้างอิงของชิ้นงาน ทดสอบ (Reference)	ค่าที่เครื่องทดสอบชิ้นงาน อ่านได้ (Read out)
1	1	1	ผ่าน	ผ่าน
1	2	1	ผ่าน	ผ่าน
1	3	1	ผ่าน	ผ่าน
1	4	1	ผ่าน	ผ่าน
1	5	1	ผ่าน	ผ่าน
1	6	1	ผ่าน	ผ่าน
1	7	1	ผ่าน	ผ่าน
1	8	1	ผ่าน	ผ่าน
1	9	1	ผ่าน	ผ่าน
1	10	1	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน
1	11	1	ผ่าน	ผ่าน
1	12	1	ผ่าน	ผ่าน
1	13	1	ผ่าน	ผ่าน
1	14	1	ผ่าน	ผ่าน
1	15	1	ผ่าน	ผ่าน
1	16	1	ผ่าน	ผ่าน
1	17	1	ผ่าน	ผ่าน
1	18	1	ผ่าน	ผ่าน
1	19	1	ผ่าน	ผ่าน

หมายเลข เครื่อง ทดสอบ ชิ้นงาน	ชิ้นงาน ทดสอบ	รอบการ ทดสอบ	ค่าอ้างอิงของชิ้นงานทดสอบ (Reference)	ค่าที่เครื่องทดสอบชิ้นงาน อ่านได้ (Read out)
1	20	1	ผ่าน	ผ่าน
1	21	1	ผ่าน	ผ่าน
1	22	1	ผ่าน	ผ่าน
1	23	1	ผ่าน	ผ่าน
1	24	1	ผ่าน	ผ่าน
1	25	1	ผ่าน	ผ่าน
1	26	1	ผ่าน	ผ่าน
1	27	1	ผ่าน	ผ่าน
1	28	1	ผ่าน	ผ่าน
1	29	1	ผ่าน	ผ่าน
1	30	1	ผ่าน	ผ่าน
1	31	1	ผ่าน	ผ่าน
1	32	1	ผ่าน	ผ่าน
1	33	1	ผ่าน	ผ่าน
1	34	1	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน
1	35	1	ผ่าน	ผ่าน
1	36	1	ผ่าน	ผ่าน
1	37	1	ผ่าน	ผ่าน
1	38	1	ผ่าน	ผ่าน
1	39	1	ผ่าน	ผ่าน
1	40	1	ผ่าน	ผ่าน
1	41	1	ผ่าน	ผ่าน
1	42	1	ผ่าน	ผ่าน
1	43	1	ผ่าน	ผ่าน
1	44	1	ผ่าน	ผ่าน
1	45	1	ผ่าน	ผ่าน

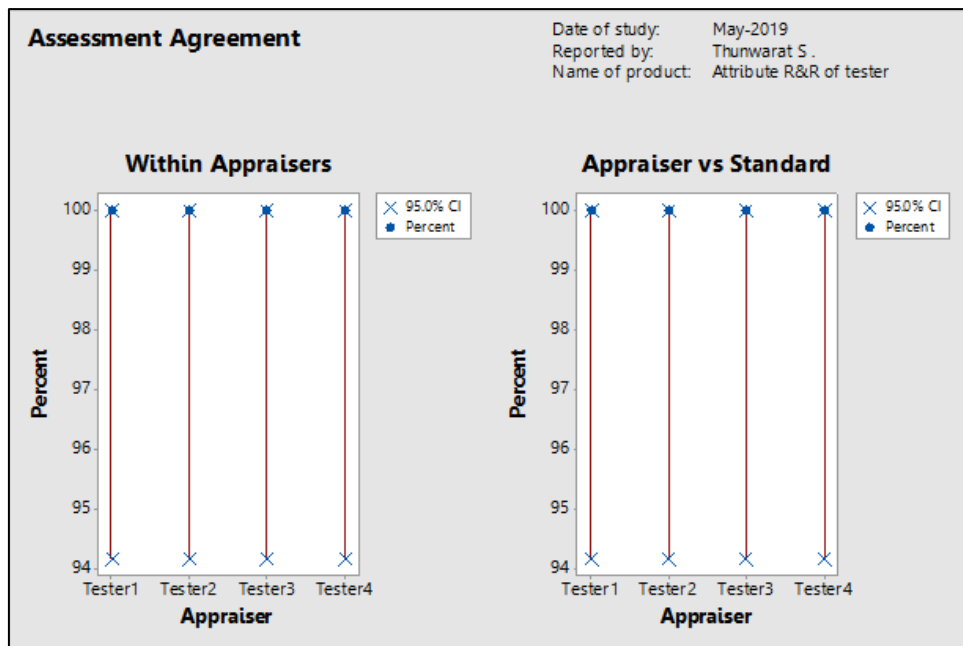
หมายเลข เครื่อง ทดสอบ ชิ้นงาน	ชิ้นงาน ทดสอบ	รอบการ ทดสอบ	ค่าอ้างอิงของชิ้นงานทดสอบ (Reference)	ค่าที่เครื่องทดสอบชิ้นงาน อ่านได้ (Read out)
1	46	1	ผ่าน	ผ่าน
1	47	1	ผ่าน	ผ่าน
1	48	1	ผ่าน	ผ่าน
1	49	1	ผ่าน	ผ่าน
1	50	1	ผ่าน	ผ่าน

ตารางที่ 4.1 แสดงตัวอย่างการเตรียมชิ้นงานเพื่อทดสอบระบบวัดของเครื่องทดสอบ

จากตารางที่ 4.1 แสดงตัวอย่างการเตรียมชิ้นงานเพื่อทดสอบระบบวัดของเครื่องทดสอบ (ทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าของชิ้นงาน) โดยงานวิจัยนี้ได้ทดสอบระบบการวัดของเครื่องทดสอบ สำหรับกลุ่มผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัสจำนวน 4 เครื่องทดสอบ โดยต้องมีการเตรียมชิ้นงาน สำหรับทดสอบ 50 ชิ้นงาน โดยมีทั้งชิ้นงานของดี ชิ้นงานของเสีย คละปนกัน โดยมีรอบการทดสอบซ้ำของแต่ละเครื่องทดสอบ 3 รอบจุดประสงค์ในการทดสอบเพื่อทดสอบว่า เครื่องทดสอบชิ้นงาน สามารถตรวจสอบชิ้นงานของดี และชิ้นงานของเสียได้ตรงตามที่ได้เตรียมไว้หรือไม่ และการทำซ้ำแต่ละรอบนั้นมีความถูกต้องหรือไม่ โดยผลการวิเคราะห์ ระบบการวัดของเครื่องทดสอบชิ้นงาน แสดงดังรูป ที่ 4.1 ซึ่งแสดง ความสัมพันธ์ระหว่าง

1. เครื่องทดสอบชิ้นงาน กับ เครื่องทดสอบชิ้นงาน (APPRAISER CROSS APPRAISER) ซึ่งให้ค่าเท่ากับ 100% หมายถึง เครื่องทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าของชิ้นงานในกระบวนการผลิตแผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส ทั้ง 4 เครื่องสามารถตรวจจับชิ้นงาน ของดี ของเสีย ได้เท่ากันที่ 100%

2. เครื่องทดสอบชิ้นงาน กับ มาตรฐาน (APPRAISER CROSS REFERENCE) ได้ค่าเท่ากับ 100% หมายถึง เครื่องทดสอบชิ้นงานในกระบวนการผลิตแผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส ทั้ง 4 เครื่องสามารถตรวจจับชิ้นงาน ของดี ของเสีย ได้ตรงตาม ชิ้นงานทดสอบ (Reference Unit) ที่ได้เตรียมไว้ และในการทำซ้ำทั้ง 3 ครั้ง ถูกต้องตรงกัน 100%



รูปที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง (APPRAISER CROSS APPRAISER) และ (APPRAISER CROSS REFERENCE)

3. การตีความหมายการวิเคราะห์ระบบการวัดในรูปแบบหลักการของสัมประสิทธิ์ Kappa แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 4.2 แสดงการวิเคราะห์ Attribute Agreement Analysis for ค่าที่เครื่องทดสอบชิ้นงานอ่านได้ (Read out) ค่าสัมประสิทธิ์ Kappa เท่ากับ $1 \geq 0.75$ หมายถึง ผลการตรวจสอบชิ้นงานโดยเครื่องทดสอบชิ้นงาน พร้อมเพรียงกันดีมาก

Attribute Agreement Analysis for UID read out					
Within Appraisers					
Assessment Agreement					
Appraiser	# Inspected	# Matched	Percent	95% CI	
1	50	50	100.00	(94.18, 100.00)	
2	50	50	100.00	(94.18, 100.00)	
3	50	50	100.00	(94.18, 100.00)	
5	50	50	100.00	(94.18, 100.00)	
# Matched: Appraiser agrees with him/herself across trials.					
Fleiss' Kappa Statistics					
Appraiser	Response	Kappa	SE Kappa	Z	P (vs > 0)
1	0090000000006342104A	1	0.0816497	12.2474	0.0000
	0090000000006342105A	1	0.0816497	12.2474	0.0000
	0090000000006342106A	1	0.0816497	12.2474	0.0000
	0090000000006342107A	1	0.0816497	12.2474	0.0000
	0090000000006342108A	1	0.0816497	12.2474	0.0000
	0090000000006342109A	1	0.0816497	12.2474	0.0000
	009000000000634210AA	1	0.0816497	12.2474	0.0000
	009000000000634210BA	1	0.0816497	12.2474	0.0000
	009000000000634210CA	1	0.0816497	12.2474	0.0000
	009000000000634210DA	1	0.0816497	12.2474	0.0000
	009000000000634210EA	1	0.0816497	12.2474	0.0000
	009000000000634210FA	1	0.0816497	12.2474	0.0000
	0090000000006342110A	1	0.0816497	12.2474	0.0000
	0090000000006342111A	1	0.0816497	12.2474	0.0000
	0090000000006342112A	1	0.0816497	12.2474	0.0000
	0090000000006342113A	1	0.0816497	12.2474	0.0000
	0090000000006342114A	1	0.0816497	12.2474	0.0000
	0090000000006342115A	1	0.0816497	12.2474	0.0000
	009000000000634215DA	1	0.0816497	12.2474	0.0000
	009000000000634215EA	1	0.0816497	12.2474	0.0000
	009000000000634215FA	1	0.0816497	12.2474	0.0000
	0090000000006342160A	1	0.0816497	12.2474	0.0000
	0090000000006342161A	1	0.0816497	12.2474	0.0000
	0090000000006342162A	1	0.0816497	12.2474	0.0000
	0090000000006342163A	1	0.0816497	12.2474	0.0000

รูปที่ 4.2 การวิเคราะห์ Attribute Agreement Analysis สำหรับค่าที่เครื่องทดสอบชิ้นงานอ่านได้

(Read out)

4.2 การวิเคราะห์สาเหตุเบื้องต้นของปัญหา

การวิเคราะห์หาสาเหตุเบื้องต้นของปัญหา โดยใช้ แผนภูมิเหตุและผล (Cause and Effect diagram) โดยผู้วิจัยและ ทีมงานคุณภาพช่วยกันระดมความคิด เพื่อค้นหาสาเหตุที่เป็นไปได้ในการเกิดรอยแตกร้าวบริเวณหน้าไต ผ่านเครื่องมือแผนภูมิเหตุและผล ซึ่งถูกนำมาวิเคราะห์ พิสูจน์ความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของปัญหาและมองหาเงื่อนไขที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดรอยแตกร้าวบริเวณหน้าไต โดยปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์มีปัจจัยหลัก 5 ปัจจัย 4 M 1 E คือ คน (Man) , Machine (เครื่องจักร) , Material (วัตถุดิบ) , Method (วิธีการ) , Environment (สิ่งแวดล้อม) โดยมีสาเหตุในแต่ละปัจจัยดังนี้

4.2.1 สาเหตุจากคน (Man)

-พนักงานไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ถูกระบุไว้ในเอกสารขั้นตอนการปฏิบัติทำงาน

4.2.2 สาเหตุจากวัตถุดิบ (Material)

-วัตถุดิบประเภท กาวอีพ็อกซี่ ขนาดของเม็ดกาวอีพ็อกซี่มีขนาดใหญ่
-วัตถุดิบประเภท ชี้นงานเวเฟอร์ ชี้นงานเวเฟอร์ มีรอยแตกตั้งแต่กระบวนการเตรียมชี้นเวเฟอร์ (Pre-Assembly process)
-วัตถุดิบประเภท ชี้นงานเวเฟอร์โดยชี้นเวเฟอร์ มีความเปราะในตัวของมันเอง ที่เรียกว่า Low die strengths

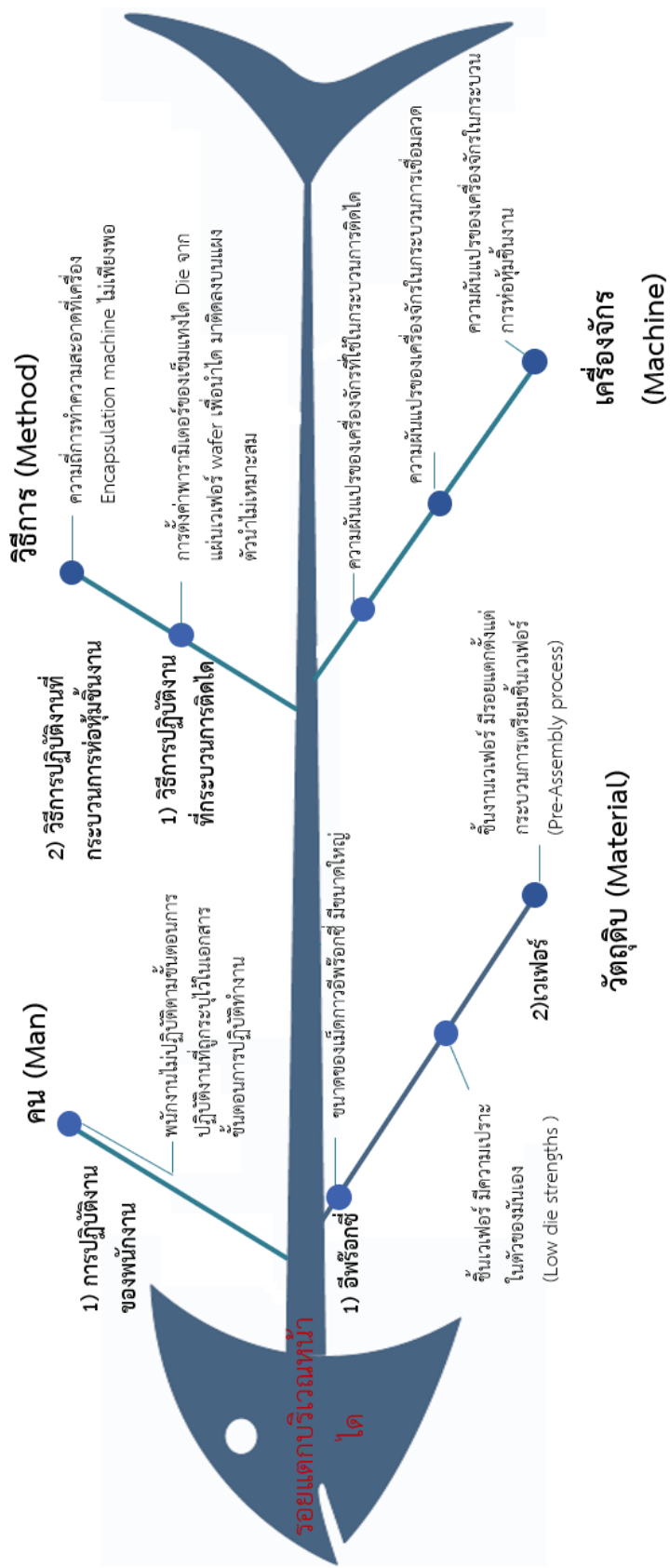
4.2.3 สาเหตุจากวิธีการ (Method)

-วิธีการปฏิบัติงานที่กระบวนการห่อหุ้มชี้นงานความถี่การทำความสะดวกที่เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการห่อหุ้มชี้นงานไม่เพียงพอ
-วิธีการปฏิบัติงานที่กระบวนการติดไดคาร์ตค่าพารามิเตอร์ของเข็มแทงได้จากแผ่นเวเฟอร์เพื่อนำได้ มาติดลงบนแผงตัวนำไม่เหมาะสม

4.2.4 สาเหตุจากเครื่องจักร (Machine)

-ความผันแปรของเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการติดได
-ความผันแปรของเครื่องจักรในกระบวนการเชื่อมลวด
-ความผันแปรของเครื่องจักรในกระบวนการห่อหุ้มชี้นงาน

รูปที่ 4.3 แสดงแผนภูมิเหตุและผล (Cause and Effect diagram) ของปัญหา รอยแตกร้าวบริเวณหน้าไต (Die Crack)



รูปที่ 4.3 แสดงแผนภูมิเหตุผล (Cause and Effect diagram) ของปัญหา รอยแตกบริเวณหน้าได (Die Crack)

จากรูปที่ 4.3 แสดงแผนภูมิเหตุและผล (Cause and Effect diagram) บ่งบอกสาเหตุที่มีโอกาสก่อให้เกิดปัญหา รอยแตก ร้าว บริเวณ หน้าไต ซึ่งเกิดจากการระดมความคิดของผู้วิจัยร่วมกับทีมงานคุณภาพ วิเคราะห์หาสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาที่มาจาก ปัจจัย 4 M คน (Man) , วัสดุ (Material) , วิธีการ (Method) , เครื่องจักร (Machine) การพิสูจน์หาสาเหตุที่แท้จริงที่ส่งผลต่อการเกิดของเสียประเภทรอยแตก ร้าว บริเวณ หน้าไต จะถูกนำไปดำเนินการในขั้นตอนของ การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา (Analysis Phase) โดยใช้หลักการทางสถิติวิเคราะห์ เพื่อหาปัจจัยที่เกี่ยวข้อง และ สาเหตุที่แท้จริงของการเกิดปัญหา รอยแตก ร้าว บริเวณ หน้าไต



บทที่ 5

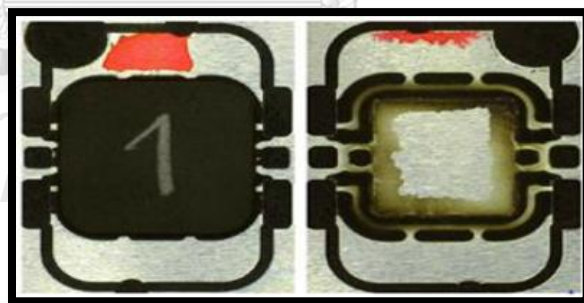
การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา (Analysis Phase)

หลังจากการจัดทำแผนภูมิเหตุและผล (Cause and Effect diagram) เพื่อรวมรวบรวมสาเหตุของการเกิดของเสียประเภทรอยแตกร้าวบริเวณหน้าไดที่มาจาก ปัจจัย 4 M คน (Man) , วัสดุ (Material) , วิธีการ (Method) , เครื่องจักร (Machine) ขั้นตอนที่ 3 ในการดำเนินการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยหลักการของ ซิกส์ ซิกม่า คือ การวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา โดยมีการดำเนินการดังต่อไปนี้

5.1 การวิเคราะห์และตรวจสอบชิ้นงานเสียประเภทรอยแตกร้าวบริเวณหน้าได (Die Crack)

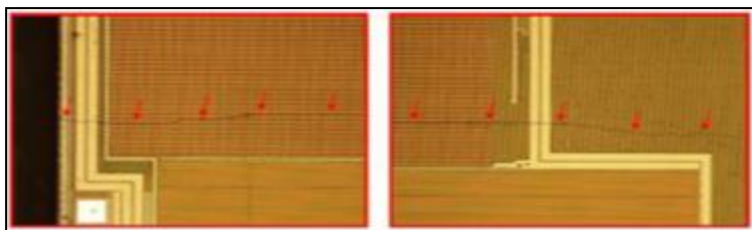
การวิเคราะห์และตรวจสอบชิ้นงานเสียประเภทรอยแตกร้าวบริเวณหน้าได โดยนำตัวงานเสียที่ไม่ผ่านการตรวจสอบในเรื่องของคุณสมบัติทางไฟฟ้าวีลิมิเตอร์ ที่กระบวนการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าของชิ้นงาน มาทำการตรวจสอบดังต่อไปนี้

- 5.1.1 การตรวจสอบลักษณะภายนอกของชิ้นงานด้วยสายตา ใต้กล้องไมโครสโคป ผลการตรวจสอบพบว่า ไม่มีรอยแตกร้าวที่บริเวณตัวชิ้นงานแต่ชิ้นงานของเสียทุกตัวจะมีคราบของสารคอมพาวด์ ในกระบวนการหล่อชิ้นงานติดอยู่และพบจุดเล็กๆบริเวณที่มีคราบคอมพาวด์ติดอยู่ แสดงดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 ลักษณะภายนอกของชิ้นงานเสีย ที่ไม่ผ่านการทดสอบในเรื่องของคุณสมบัติทางไฟฟ้า กลายเป็นของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ที่แผนกทดสอบชิ้นงาน

- 5.1.2 การตรวจสอบภายในตัวชิ้นงานด้วยการนำเอาสารคอมพาวด์พลาสติก ที่หล่อชิ้นงานออก เรียกว่า Decapsulation ผลการตรวจสอบพบว่า มีรอยแตกร้าวบริเวณหน้าไดแสดงดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 รอยแตกร้าวที่บริเวณหน้าไค ของตัวงานของเสียประเภทวีลิมิเตอร์
จากผลการตรวจสอบชิ้นงานของเสียที่ดักจับได้โดยกระบวนการทดสอบชิ้นงานสรุปได้ว่าการแตกร้าวบริเวณหน้าไคของชิ้นงานของเสีย ส่งผลให้ตัวงานไม่ผ่านการตรวจสอบในเรื่องของคุณสมบัติทางไฟฟ้าวีลิมิเตอร์

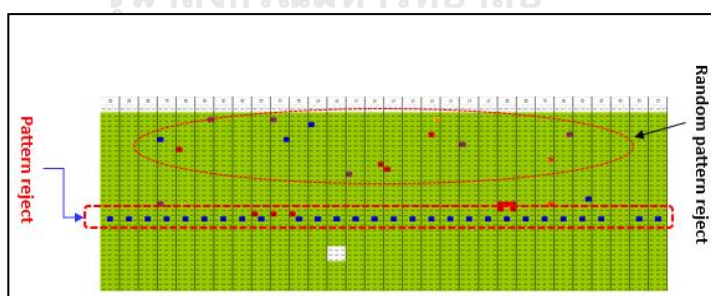
5.1.3 การศึกษารูปแบบการเกิดของเสียที่ไม่ผ่านการตรวจสอบในเรื่องของคุณสมบัติทางไฟฟ้าประเภทวีลิมิเตอร์ พบว่ารูปแบบของการเกิดของเสียมี 2 รูปแบบคือ

1.การเกิดของเสียในรูปแบบซ้ำตำแหน่งเดิม หรือที่เรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า Pattern reject คือ ในทุกๆ 36 ชิ้นงานที่ตรวจสอบจะพบของเสียซ้ำตำแหน่งเดิม

2.การเกิดของเสียในรูปแบบไม่ซ้ำตำแหน่งเดิม หรือที่เรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า Random pattern

แสดงดังรูป ที่ 5.3 แสดงรูปแบบการเกิดของเสียประเภทไม่ผ่านการตรวจสอบในเรื่องของคุณสมบัติทางไฟฟ้าประเภทวีลิมิเตอร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.3 รูปแบบการเกิดของเสียประเภทไม่ผ่านการตรวจสอบในเรื่องของคุณสมบัติทางไฟฟ้าประเภทวีลิมิเตอร์

5.2 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของของเสีย กับกระบวนการประกอบผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของของเสีย ประเภทไม่ผ่านการทดสอบในเรื่องของคุณสมบัติทางไฟฟ้าวีลิมิเตอร์กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องที่เป็นสาเหตุของปัญหาหรือแยกร้าวบริเวณหน้าใด โดยวิเคราะห์จากชิ้นงานเสียประเภทไม่ผ่านการทดสอบในเรื่องของคุณสมบัติทางไฟฟ้าวีลิมิเตอร์จำนวน 67 ล็อต (lots) แสดงดังตารางที่ 5.1 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการประกอบกับเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทไม่ผ่านการทดสอบในเรื่องของคุณสมบัติทางไฟฟ้าประเภทวีลิมิเตอร์

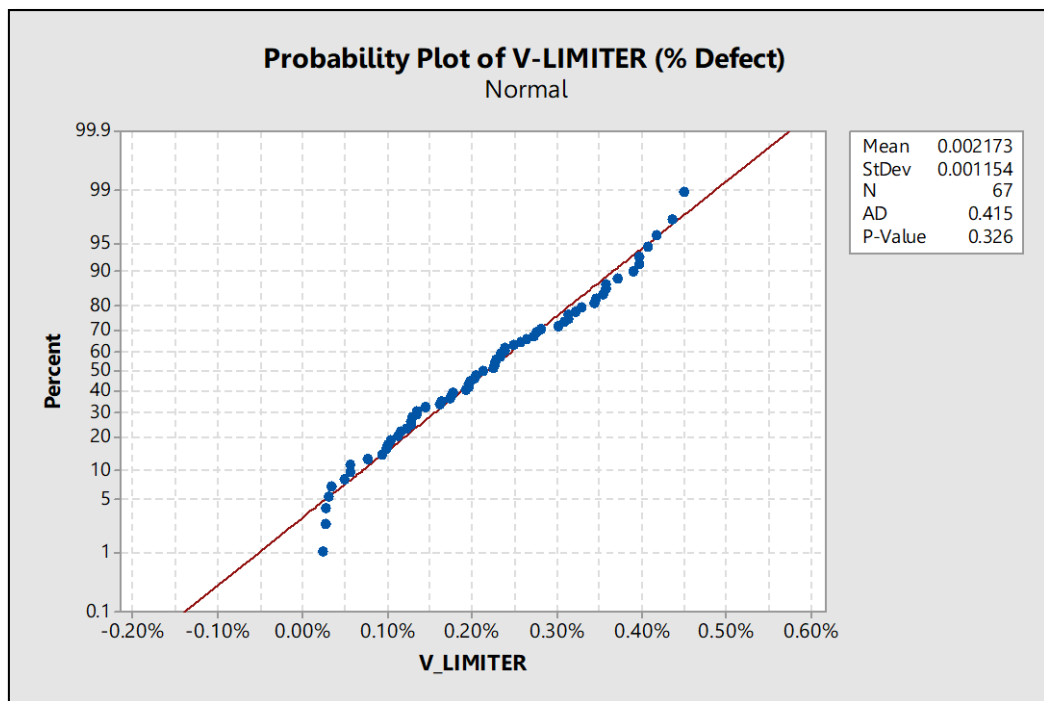
Lot ที่	หมายเลขของเวเฟอร์ (แบบ)	หมายเลขของอีพีอาร์อกซี (แบบ)	หมายเลขเครื่องตัดไต่อ	หมายเลขเครื่องเชื่อมลวด	หมายเลขเครื่องห่อหุ้มชิ้นงาน	กะการทำงานของพนักงาน	% ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์
1	865	7356	1	4	5	A	0.11%
2	520	7356	1	9	1	A	0.40%
3	818	7356	1	2	2	A	0.13%
4	818	7356	1	2	2	A	0.12%
5	818	7356	1	8	5	A	0.13%
6	659	4464	1	9	2	A	0.10%
7	659	4464	1	9	1	A	0.39%
8	767	4464	1	2	2	A	0.02%
9	767	4464	1	1	2	A	0.13%
10	767	4464	1	1	2	A	0.23%
11	769	7356	1	4	2	A	0.21%
12	769	7356	1	2	1	A	0.36%
13	769	7356	1	4	2	A	0.20%
14	455	4464	1	2	2	A	0.09%
15	455	4464	1	2	1	A	0.31%
16	905	7356	1	4	2	A	0.18%
17	905	7356	1	4	1	A	0.45%
18	905	7356	1	2	2	A	0.26%

Lot ที่	หมายเลข ของ เวเฟอร์ (แบบ)	หมายเลข ของ อีพ็อกซี่ แบบ	หมายเลข เครื่องติด ไต	หมายเลข เครื่องเชื่อม ลวด	หมายเลข เครื่อง ห่อหุ้ม ชิ้นงาน	กะการ ทำงาน ของ พนักงาน	% ของ เสีย ประเภท วีลิมิเตอร์
19	905	7356	1	2	1	A	0.23%
20	905	7356	1	2	2	A	0.23%
21	997	7356	1	4	2	A	0.20%
22	997	7356	1	4	2	A	0.23%
23	880	4464	1	9	2	B	0.06%
24	880	4464	1	9	1	B	0.32%
25	880	4464	1	3	2	B	0.13%
26	886	7356	1	4	2	B	0.10%
27	886	7356	1	2	2	B	0.24%
28	886	4464	1	4	2	B	0.23%
29	886	7356	1	2	2	B	0.16%
30	485	7356	1	4	1	B	0.33%
31	485	7356	1	9	2	B	0.03%
32	488	4464	1	1	2	B	0.15%
33	488	4464	1	2	1	B	0.42%
34	602	7356	1	8	2	B	0.41%
35	602	7356	1	4	1	B	0.40%
36	520	7356	5	9	2	B	0.13%
37	659	4464	5	2	2	B	0.16%
38	659	4464	5	4	2	B	0.03%
39	659	4464	5	9	1	B	0.30%
40	767	7356	5	4	2	B	0.20%
41	455	7356	5	2	1	B	0.34%
42	455	7356	5	4	2	B	0.24%
43	455	7356	5	2	2	B	0.27%
44	905	7356	5	4	2	C	0.18%

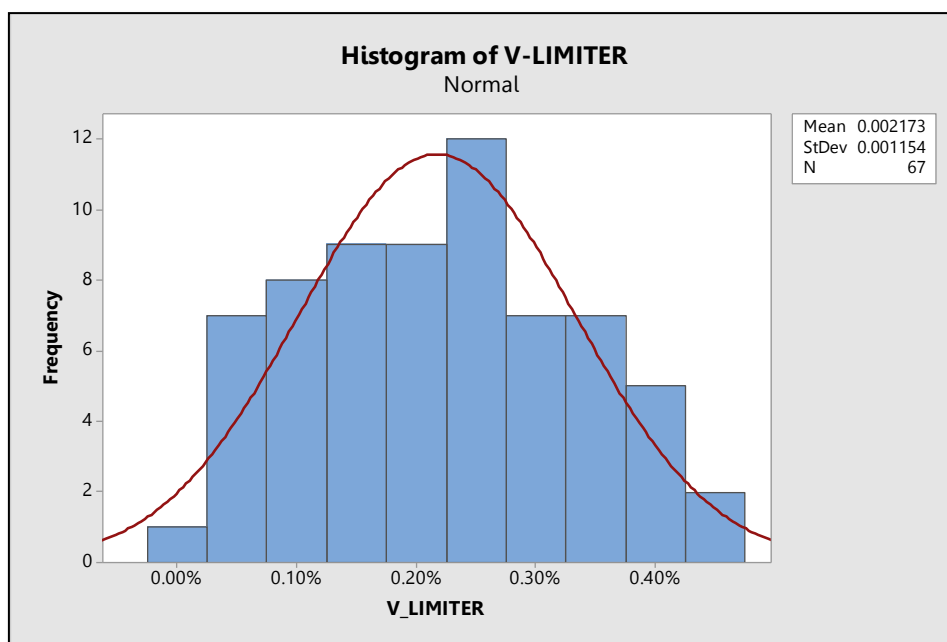
Lot ที่	หมายเลข ของ เวเฟอร์ (แบบ)	หมายเลข ของ อีพ็อกซี่ (แบบ)	หมายเลข เครื่องติด ไต	หมายเลข เครื่องเชื่อม ลวด	หมายเลข เครื่อง ห่อหุ้ม ชิ้นงาน	กะการ ทำงาน ของ พนักงาน	% ของ เสีย ประเภท วีลิมิเตอร์
45	880	4464	5	9	1	C	0.31%
46	882	4464	5	4	2	C	0.08%
47	882	4464	5	4	2	C	0.26%
48	882	4464	5	2	2	C	0.28%
49	882	4464	5	3	1	C	0.28%
50	485	7356	5	4	1	C	0.35%
51	485	7356	5	4	2	C	0.06%
52	485	7356	5	4	2	C	0.44%
53	600	7356	5	9	1	C	0.35%
54	600	7356	5	4	2	C	0.31%
55	600	7356	5	9	2	C	0.23%
56	601	7356	5	2	2	C	0.03%
57	601	7356	5	4	2	C	0.20%
58	601	7356	5	8	2	C	0.12%
59	281	7356	5	8	2	C	0.19%
60	817	7356	7	8	1	C	0.36%
61	817	7356	7	4	2	C	0.03%
62	993	7356	7	2	1	C	0.37%
63	993	7356	7	2	5	C	0.25%
64	993	7356	7	8	5	C	0.17%
65	600	7356	7	4	2	C	0.05%
66	600	7356	7	2	2	C	0.10%
67	602	7356	7	4	5	C	0.20%

ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการประกอบ กับ ของเสีย ประเภทไม่ผ่านการ
ทดสอบในเรื่องของคุณสมบัติทางไฟฟ้าประเภทวีลิมิเตอร์

หลังจากหาความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ กับปัจจัยในเรื่อง คน ภาระทำงาน ของพนักงาน, เครื่องจักร (เครื่องตัดโต , เครื่องเชื่อมลวด, เครื่องห่อหุ้มชิ้นงาน) , วัตถุดิบที่ใช้ใน กระบวนการได้แก่ เวเฟอร์ , อีพ็อกซี่ แสดงดังตารางที่ 5.1 แล้วจากนั้น ทำการทดสอบการกระจาย ตัวของข้อมูลเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 67 กลุ่มตัวอย่าง ผลการ ทดสอบแสดงดังรูป ที่ 5.4 และ รูปที่ 5.5



รูปที่ 5.4 การกระจายตัวแบบปกติ ของข้อมูลเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์



รูปที่ 5.5 การกระจายตัวแบบปกติ ของข้อมูลเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ ภายใต้
โค้งระฆังคว่ำ

จากผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ สรุปผลได้ดังต่อไปนี้ ค่าเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ เข้าใกล้เส้นกลางมีการกระจายตัวตามแนวเส้นตรง ค่า P-value จากผลการทดสอบเท่ากับ 0.326 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 และกราฟการกระจายตัวของข้อมูลภายใต้โค้งระฆังคว่ำเป็นแบบสมมาตร ดังนั้นข้อมูลเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ มีการกระจายตัวแบบปกติ ซึ่งสามารถนำข้อมูลนี้ มาวิเคราะห์ทางสถิติ (D.C. Montgomery & G.C. Runger, 2010) ในขั้นตอนต่อไปได้

5.3 การทดสอบทางสถิติ เพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา

ขั้นตอนนี้เป็นการทดสอบทางสถิติ เพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา รอยแตกบริเวณหน้าได (Die Crack) ที่ทางทีมงานคุณภาพได้ระบุสาเหตุที่เป็นไปได้ไว้โน แผนภูมิเหตุและผลแสดงดังรูปที่ 4.3

5.3.1 การทดสอบสาเหตุจากคน (Man) ในเรื่องของพนักงานไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ถูกระบุไว้ในเอกสารขั้นตอนการปฏิบัติทำงาน และพนักงานแต่ละกะการทำงานของบริษัทกรณีศึกษาปฏิบัติงานต่างกัน โดยกำหนดสมมุติฐานการทดสอบดังต่อไปนี้

$$H_0 : \mu_A = \mu_B = \mu_C$$

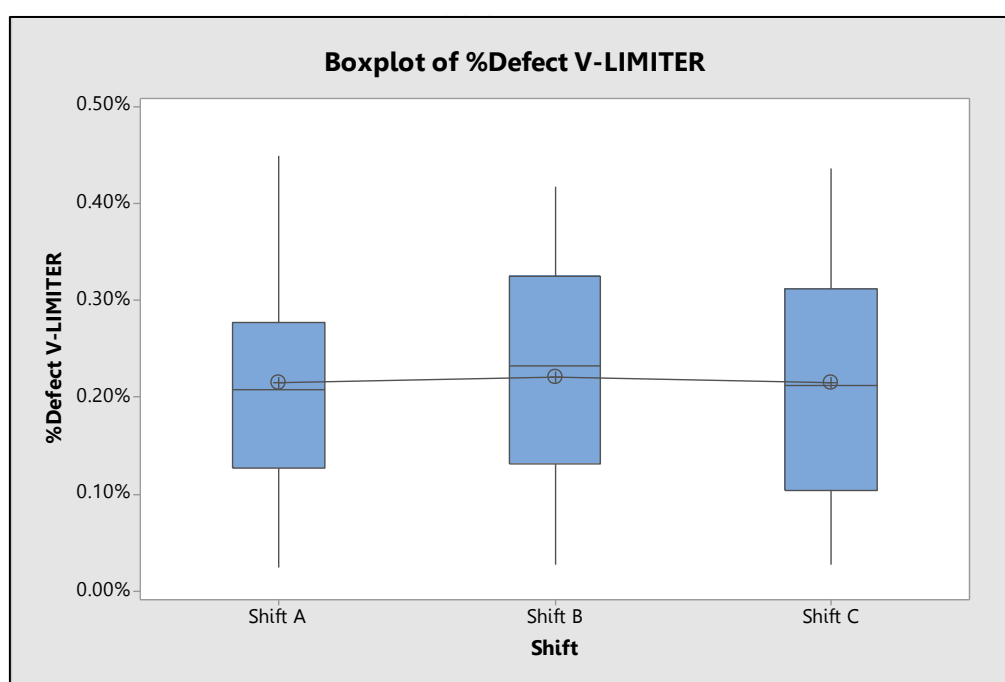
$$H_1 : \text{at least one mean is difference}$$

ผลการทดสอบทางสถิติโดยใช้ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ (V-limiter) เทียบกับ กะ (Shift) การทำงานของพนักงาน สรุปผลได้ดังรูปที่ 5.6 One-way ANOVA : %Defect V-limiter versus Shift

One-way ANOVA: %Defect V-LIMITER versus Shift					
Method					
Null hypothesis	All means are equal				
Alternative hypothesis	At least one mean is different				
Significance level	$\alpha = 0.05$				
Equal variances were assumed for the analysis.					
Factor Information					
Factor	Levels	Values			
Shift	3	Shift A, Shift B, Shift C			
Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Shift	2	0.000000	0.000000	0.02	0.979
Error	64	0.000088	0.000001		
Total	66	0.000088			
Model Summary					
	S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)	
	0.0011719	0.07%	0.00%	0.00%	
Means					
Shift	N	Mean	StDev	95% CI	
Shift A	22	0.002150	0.001108	(0.001651, 0.002649)	
Shift B	21	0.002217	0.001212	(0.001706, 0.002728)	
Shift C	24	0.002155	0.001194	(0.001677, 0.002633)	
Pooled StDev = 0.00117194					

รูปที่ 5.6 การทดสอบ One-way ANOVA : %Defect V-limiter versus Shift

สรุปผลการทดสอบ เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ (V-limiter) เทียบกับ กะ (Shift) การทำงานของพนักงาน ได้ดังนี้ การทำงานของพนักงานแต่ละกะการทำงานไม่มีความแตกต่างกัน เนื่องจากพิจารณาจาก ค่า P-value ที่ได้จากการทดสอบ มีค่าเท่ากับ 0.979 ซึ่งมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงสรุปว่า พนักงานแต่ละกะการทำงานทำงานไม่แตกต่างกัน และไม่ส่งผลต่อการเกิดของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ที่กระบวนการทดสอบชิ้นงาน นอกจากนี้ยังสามารถเปรียบเทียบ เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์เทียบกับกะการทำงานเป็นกราฟ Boxplot ดังแสดงในรูปที่ 5.7



รูปที่ 5.7 กราฟ Boxplot เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์เทียบกับกะการทำงานของพนักงาน ในเรื่องของพนักงานไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ระบุไว้ในเอกสารปฏิบัติงานนั้น ได้มีการสุ่มตรวจพนักงานแต่ละกะแล้วพบว่า พนักงานปฏิบัติงานถูกต้องตามเอกสารปฏิบัติงาน และยังได้มอบหมายให้ หัวหน้างานช่วยเน้นย้ำและติดตามการทำงานของพนักงานให้ทำงานตามเอกสารปฏิบัติงานตลอดเวลาทุกกระบวนการ

สรุปผลการทดสอบ สาเหตุจากคน (Man) ในเรื่องของพนักงานไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ถูกระบุไว้ในเอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงาน และพนักงานแต่ละกะการทำงานของบริษัทกรณีศึกษาปฏิบัติงานต่างกันไม่ใช่สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหารอยแตกร้าวบริเวณหน้าได ส่งผลให้

ชิ้นงานไม่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า กลายเป็นของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ที่กระบวนการทดสอบชิ้นงาน (Test process)

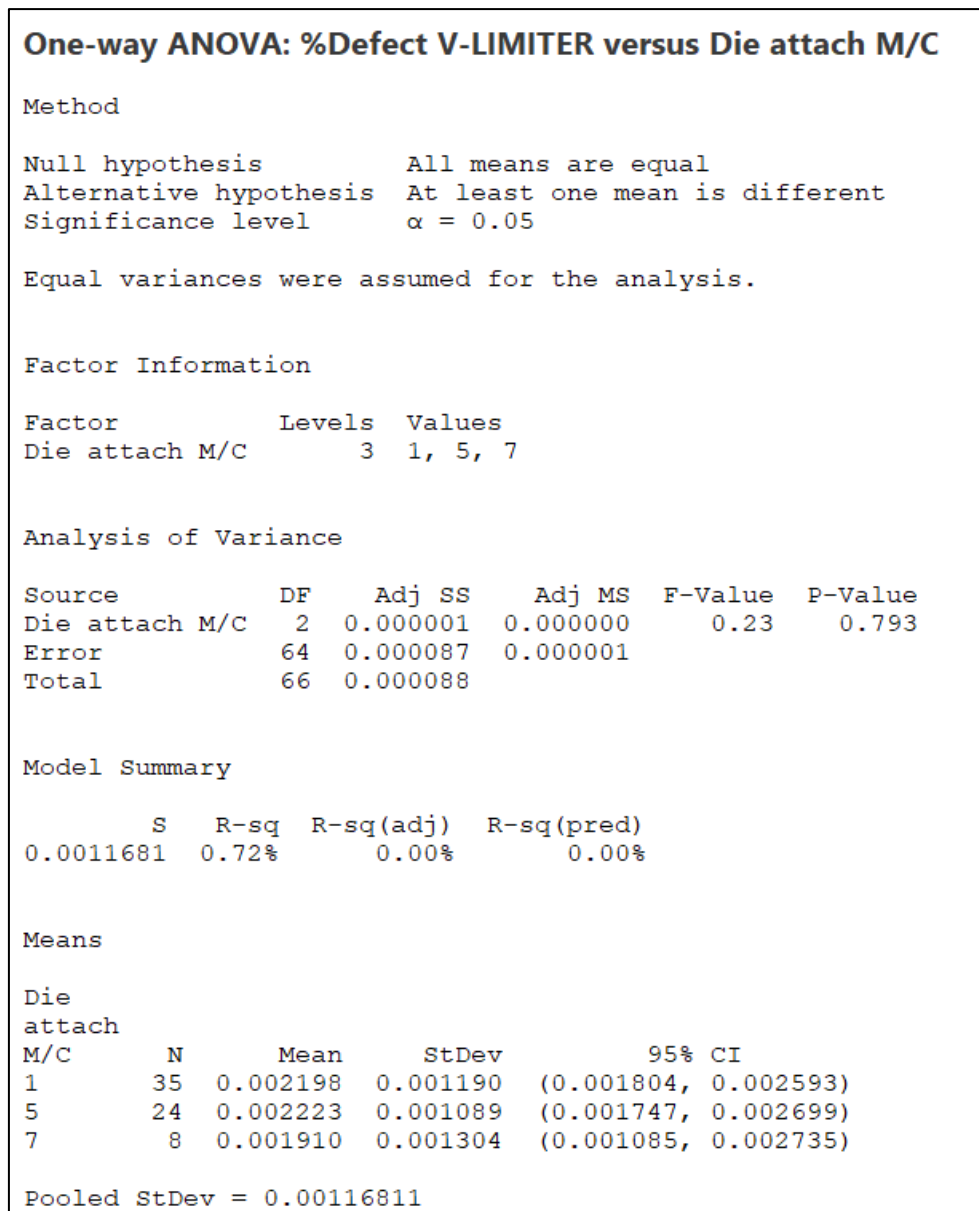
5.3.2 การทดสอบสาเหตุ จากเครื่องจักร (Machine) ที่มีผลทำให้เกิดปัญหา รอยแตก ร้าว บริเวณหน้าได ส่งผลให้ชิ้นงานไม่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า กลายเป็นของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ที่กระบวนการทดสอบชิ้นงาน หัวข้อที่ต้องทำการทดสอบมีดังต่อไปนี้

- ความผันแปรของเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการติดได โดยทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์เทียบกับของเครื่องจักรที่ใช้ในการติดได (Die attach machine) แต่ละเครื่องว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ โดยกำหนดสมมุติฐาน คือ

$H_0 : \mu_{DA1} = \mu_{DA2} = \mu_{DA3}$ โดย DA ย่อมาจาก Die attach

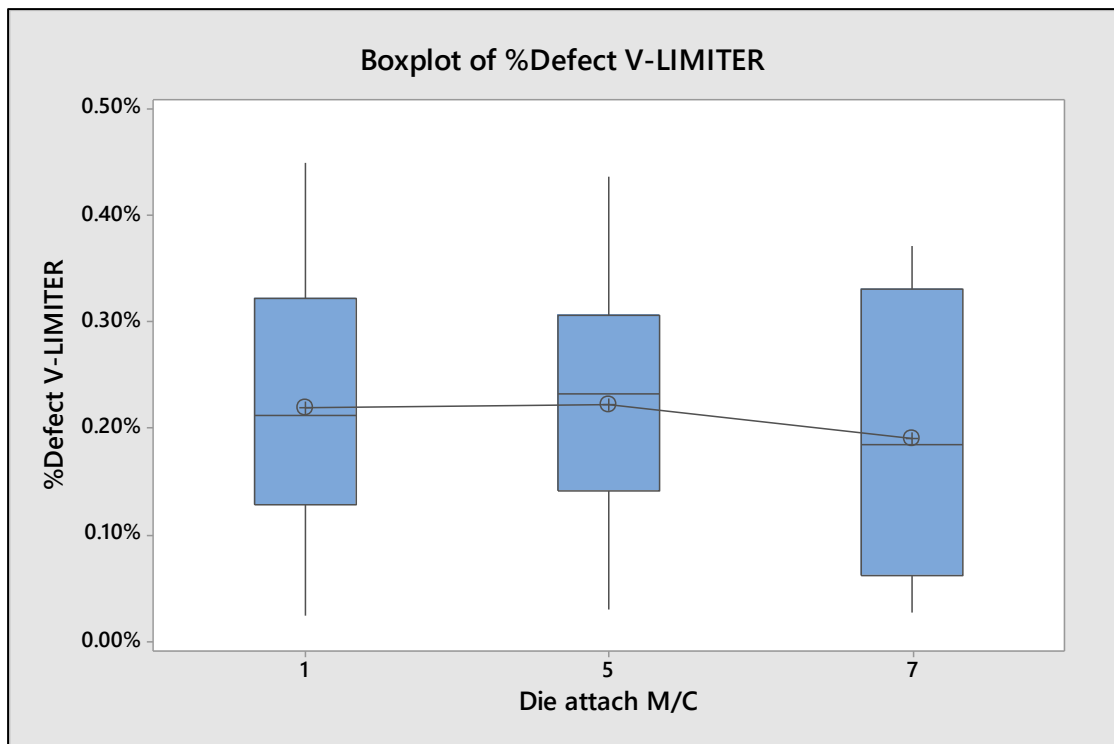
$H_1 : \text{at least one mean is difference}$

ผลการทดสอบทางสถิติโดยใช้ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล % ของเสียประเภท V-limiter เทียบกับเครื่องจักรที่ใช้ในการติดได (Die attach machine) แสดงดังรูปที่ 5.8



รูปที่ 5.8 การทดสอบ One-way ANOVA : %Defect V-limiter versus Die attach machine

สรุปผลการทดสอบเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์เทียบกับเครื่องจักรที่ใช้ในการติดได (Die attach machine) ได้ดังนี้ ไม่มีความผันแปร แตกต่างกันระหว่างเครื่องจักรเพราะพิจารณาจาก ค่า P-value ที่ได้จากการทดสอบ มีค่าเท่ากับ 0.793 มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงสรุปว่า ความผันแปรของเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการติดไดไม่ใช่สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาหอย แตกร้าวบริเวณหน้าได ส่งผลให้ชิ้นงานไม่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า กลายเป็นของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ที่กระบวนการทดสอบชิ้นงาน นอกจากนี้ยังสามารถเปรียบเทียบ เปอร์เซ็นต์ของเสียวีลิมิเตอร์ เทียบกับเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการติดได เป็นกราฟ Boxplot ดังแสดงในรูปที่ 5.9



รูปที่ 5.9 กราฟ Boxplot เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์เทียบกับเครื่องจักรที่ใช้ในการติดได

-ความผันแปรของเครื่องจักรในกระบวนการเชื่อมลวด โดยทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์ของเสียวีลิมิเตอร์เทียบกับของเครื่องจักรในกระบวนการเชื่อมลวด (Wire bond machine) แต่ละเครื่องว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ โดยกำหนดสมมุติฐาน คือ

$H_0 : \mu_{WB1} = \mu_{WB2} = \mu_{WB3}$ โดย WB ย่อมาจาก Wire Bond

$H_1 : \text{at least one mean is difference}$

ผลการทดสอบทางสถิติโดยใช้ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์เทียบกับ เครื่องจักรในกระบวนการเชื่อมลวด (Wire bond machine) แสดงดังรูปที่ 5.10

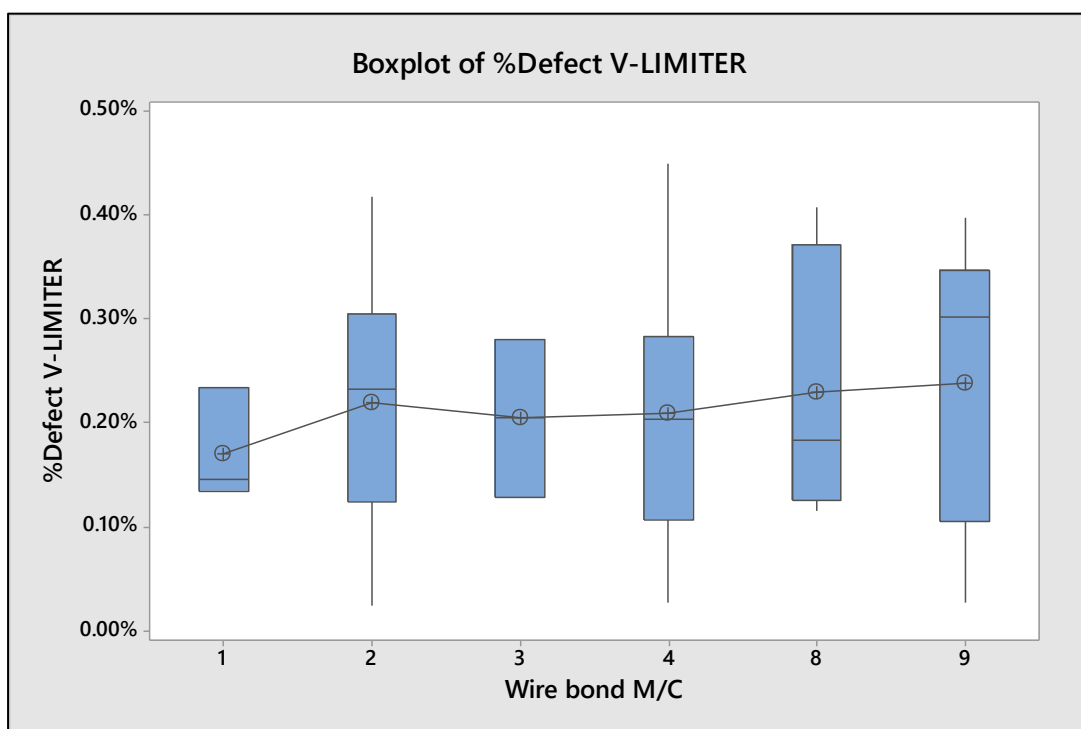
One-way ANOVA: %Defect V-LIMITER versus Wire bond M/C						
Method						
Null hypothesis	All means are equal					
Alternative hypothesis	At least one mean is different					
Significance level	$\alpha = 0.05$					
Equal variances were assumed for the analysis.						
Factor Information						
Factor	Levels	Values				
Wire bond M/C	6	1, 2, 3, 4, 8, 9				
Analysis of Variance						
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value	
Wire bond M/C	5	0.000001	0.000000	0.20	0.963	
Error	61	0.000087	0.000001			
Total	66	0.000088				
Model Summary						
	S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)		
	0.0011913	1.59%	0.00%	0.00%		
Means						
Wire bond						
M/C	N	Mean	StDev	95% CI		
1	3	0.001712	0.000547	(0.000337, 0.003087)		
2	20	0.002190	0.001131	(0.001658, 0.002723)		
3	2	0.002045	0.001076	(0.000361, 0.003730)		
4	25	0.002101	0.001201	(0.001625, 0.002577)		
8	6	0.002296	0.001231	(0.001323, 0.003268)		
9	11	0.002386	0.001353	(0.001668, 0.003104)		
Pooled StDev = 0.00119127						

รูปที่ 5.10 การทดสอบ One-way ANOVA :
% Defect V-limiter versus Wire bond machine

สรุปผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์เทียบกับเครื่องจักรในกระบวนการเชื่อมลวด (Wire bond machine) ได้ดังนี้ ไม่มีความผันแปรหรือแตกต่างกันระหว่างเครื่องจักรเพราะพิจารณาจาก ค่า P-value ที่ได้จากการทดสอบ มีค่าเท่ากับ 0.963

มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงสรุปว่า ความผันแปรของเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการเชื่อมลวด ไม่ใช่สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหารอยแตกร้าวบริเวณหน้าไดส่งผลให้ชิ้นงานไม่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า กลายเป็นของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ ที่กระบวนการทดสอบชิ้นงาน

นอกจากนี้ยังสามารถเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ เทียบกับเครื่องจักรที่ในกระบวนการเชื่อมลวดเป็นกราฟ Boxplot ดังแสดงในรูปที่ 5.11 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความไม่ผันแปรหรือไม่แตกต่างกันของเครื่องจักรในกระบวนการเชื่อมลวดกับเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์



CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 5.11 กราฟ Boxplot เปอร์เซนต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ เทียบกับเครื่องจักรในกระบวนการเชื่อมลวด

-ความผันแปรของเครื่องจักรในกระบวนการห่อหุ้มชิ้นงาน โดยทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์เทียบกับของเครื่องจักรในกระบวนการห่อหุ้มชิ้นงาน (Encapsulation Machine) แต่ละเครื่องว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ โดยกำหนดสมมุติฐานคือ

$H_0 : \mu_{EC1} = \mu_{EC2} = \mu_{EC3}$ โดย EC ย่อมาจาก Encapsulation

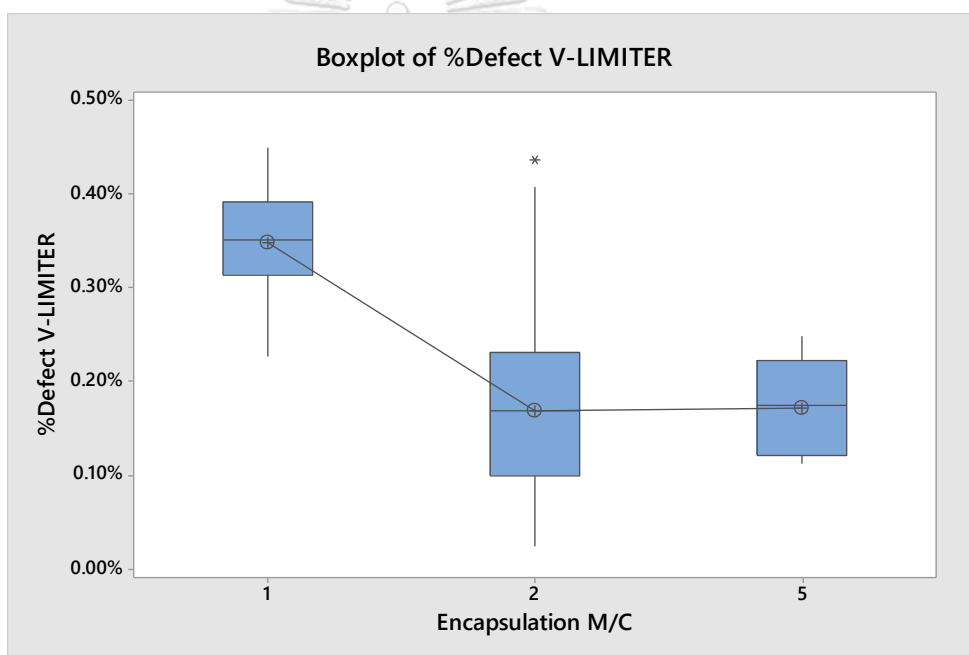
$H_1 : \text{at least one mean is difference}$

ผลการทดสอบทางสถิติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์เทียบกับเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการห่อหุ้มชิ้นงาน แสดงดังรูปที่ 5.12

One-way ANOVA: %Defect V-LIMITER versus Encapsulation M/C					
Method					
Null hypothesis	All means are equal				
Alternative hypothesis	At least one mean is different				
Significance level	$\alpha = 0.05$				
Equal variances were assumed for the analysis.					
Factor Information					
Factor	Levels	Values			
Encapsulation M/C	3	1, 2, 5			
Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Encapsulation M/C	2	0.000042	0.000021	29.63	0.000
Error	64	0.000046	0.000001		
Total	66	0.000088			
Model Summary					
	S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)	
	0.0008447	48.08%	46.46%	44.55%	
Means					
Encapsulation M/C	N	Mean	StDev	95% CI	
1	18	0.003483	0.000527	(0.003086, 0.003881)	
2	44	0.001687	0.000962	(0.001433, 0.001942)	
5	5	0.001725	0.000542	(0.000971, 0.002480)	
Pooled StDev = 0.000844738					

รูปที่ 5.12 การทดสอบ One-way ANOVA : %Defect V-limiter versus Encapsulation machine

สรุปผลการทดสอบเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์เทียบกับเครื่องจักรในกระบวนการห่อหุ้มชิ้นงาน ได้ดังนี้ มีความผันแปร แตกต่างกันระหว่างเครื่องจักรเพราะพิจารณาจาก ค่า P-value ที่ได้จากการทดสอบ มีค่าเท่ากับ 0.00 มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงสรุปว่า ความผันแปรของเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการห่อหุ้มชิ้นงานเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา รอยแตก ร้าว บริเวณหน้าไดสส่งผลให้ชิ้นงานไม่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า กลายเป็นของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ ที่กระบวนการทดสอบชิ้นงานนอกจากนี้ยังสามารถเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์เทียบกับเครื่องจักรแต่ละเครื่องที่ใช้ในกระบวนการห่อหุ้มชิ้นงาน (Encapsulation machine) เป็นกราฟ Boxplot ดังแสดงในรูปที่ 5.13 ซึ่งจะเห็นได้ว่า เครื่องจักรหมายเลข 1 มีความแตกต่างจากเครื่องจักรหมายเลข 2 และ 5 สรุปคือ



รูปที่ 5.13 กราฟ Boxplot เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์เทียบกับเครื่องจักรในกระบวนการห่อหุ้มชิ้นงาน

จากรูปที่ 5.3 กราฟ Boxplot เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์เปรียบเทียบกับเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการห่อหุ้มชิ้นงานจะเห็นได้ว่า ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์จะเกิดขึ้นในเครื่องจักรหมายเลข 1 มากกว่า เครื่องจักร หมายเลข 2 , 5 ดังนั้นจึงต้อง ดำเนินการหาสาเหตุความผันแปรของเครื่องจักรในกระบวนการห่อหุ้มชิ้นงานโดยมุ่งเน้นการแก้ไขไปยังเครื่องจักรหมายเลข 1 ว่ามีปัจจัยใดทำให้เครื่องจักรเครื่องที่ 1 มีความแตกต่างจากเครื่องที่ 2 , 5 ที่เป็นสาเหตุส่งผลทำให้

เกิดปัญหารอยแตกร้าวบริเวณหน้าได และยังทำให้ชิ้นงานไม่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า กลายเป็นของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ ที่กระบวนการทดสอบชิ้นงาน

5.3.3 การทดสอบสาเหตุจากวัสดุดิบ (Material) ที่มีผลทำให้เกิดปัญหารอยแตกร้าวบริเวณ หน้าได ส่งผลให้ชิ้นงานไม่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้ากลายเป็นของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ ที่ กระบวนการทดสอบชิ้นงานหัวข้อที่ต้องทำการทดสอบมีดังต่อไปนี้

-วัสดุดิบประเภทกาวอีพ็อกซี่ ขนาดของเม็ดกาวอีพ็อกซี่ มีขนาดใหญ่ไม่เท่ากันในแต่ละ แบนซ์ จึงต้องทำการทดสอบพิสูจน์ความแตกต่างของกาวอีพ็อกซี่แต่ละแบนซ์ ที่ใช้ในการผลิต ว่ามี ความแตกต่างกันและส่งผลให้ เกิดปัญหารอยแตกร้าวบริเวณหน้าไดในกระบวนการติดได ส่งผลให้ ชิ้นงานไม่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้ากลายเป็นของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ ที่กระบวนการ ทดสอบชิ้นงานโดยกำหนดสมมุติฐาน การทดลองดังนี้

$$H_0 : \mu_{\text{Epoxy1}} = \mu_{\text{Epoxy2}}$$

$$H_1 : \mu_{\text{Epoxy1}} \neq \mu_{\text{Epoxy2}}$$

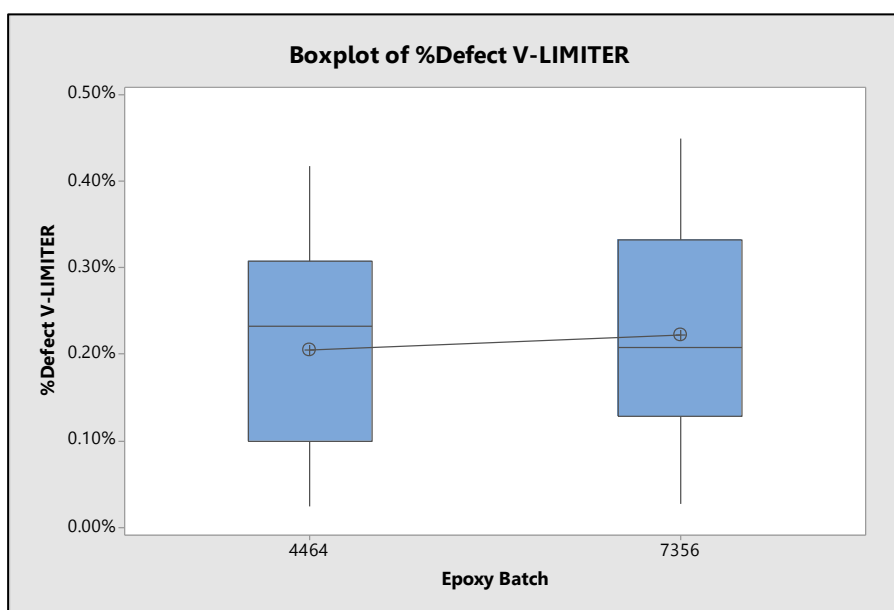
ผลการทดสอบแสดงดัง รูปที่ 5.14

One-way ANOVA: %Defect V-LIMITER versus Epoxy Batch					
Method					
Null hypothesis	All means are equal				
Alternative hypothesis	At least one mean is different				
Significance level	$\alpha = 0.05$				
Equal variances were assumed for the analysis.					
Factor Information					
Factor	Levels	Values			
Epoxy Batch	2	4464, 7356			
Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Epoxy Batch	1	0.000000	0.000000	0.35	0.555
Error	65	0.000087	0.000001		
Total	66	0.000088			
Model Summary					
	S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)	
	0.0011602	0.54%	0.00%	0.00%	
Means					
Epoxy					
Batch	N	Mean	StDev	95% CI	
4464	21	0.002048	0.001183	(0.001543, 0.002554)	
7356	46	0.002229	0.001150	(0.001888, 0.002571)	
Pooled StDev = 0.00116016					

รูปที่ 5.14 การทดสอบ One-way ANOVA : %Defect V-limiter versus วัสดุติบประเภทกาวอีพ็อกซี่ (Epoxy Batch)

สรุปผลการทดสอบเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ เทียบกับวัสดุติบประเภทกาวที่ใช้ในกระบวนการติดได แต่ละแบบที่ใช้ในการผลิต ได้ตั้งนี้วัสดุติบประเภทกาวแต่ละแบบไม่มีความผันแปรหรือแตกต่างกันเนื่องจาก ค่า P-value ที่ได้จากการทดสอบ มีค่าเท่ากับ 0.555 มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงสรุปว่าความแตกต่างของวัสดุติบประเภทกาวอีพ็อกซี่ ไม่ใช่สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหารอยแตกร้าวบริเวณหน้าได ในระหว่างกระบวนการติดได ซึ่งส่งผลให้ชิ้นงานไม่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้ากลายเป็นของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ ที่กระบวนการทดสอบชิ้นงาน นอกจากนี้ยังสามารถเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ เทียบกับวัสดุติบประเภทกาว

อีพ็อกซี่ในแต่ละแต่ละแบบ เป็นกราฟ Boxplot ดังแสดงในรูปที่ 5.15 ซึ่งจากกราฟแสดงให้เห็นว่า วัตถุประสงค์ประเภทกาอีพ็อกซี่แต่ละแบบนั้น ไม่มีความแตกต่างในการก่อให้เกิดของเสียประเภทวีลิมิเตอร์



รูปที่ 5.15 กราฟ Boxplot เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์เทียบกับวัตถุประสงค์ประเภทกาอีพ็อกซี่

-วัตถุประสงค์ ประสิทธิภาพ ชิ้นงานเวเฟอร์ (Wafer) ชิ้นงาน Wafer มีรอยแตกตั้งแต่กระบวนการเตรียมชิ้น Wafer (Pre-Assembly process) ทำการทดสอบพิสูจน์ความแตกต่างของเวเฟอร์แต่ละแบบ ที่ใช้ในการผลิตว่ามีความแตกต่างกันและส่งผลให้เกิดปัญหาหารอยแตกที่บริเวณหน้าได้ในกระบวนการติดได้ ส่งผลให้ชิ้นงานไม่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้ากลายเป็นของเสียประเภท วีลิมิเตอร์ที่กระบวนการทดสอบชิ้นงานโดยกำหนดสมมุติฐาน การทดลองดังนี้

$$H_0 : \mu_{\text{wafer batch1}} = \mu_{\text{wafer batch2}} = \mu_{\text{wafer batch3}}$$

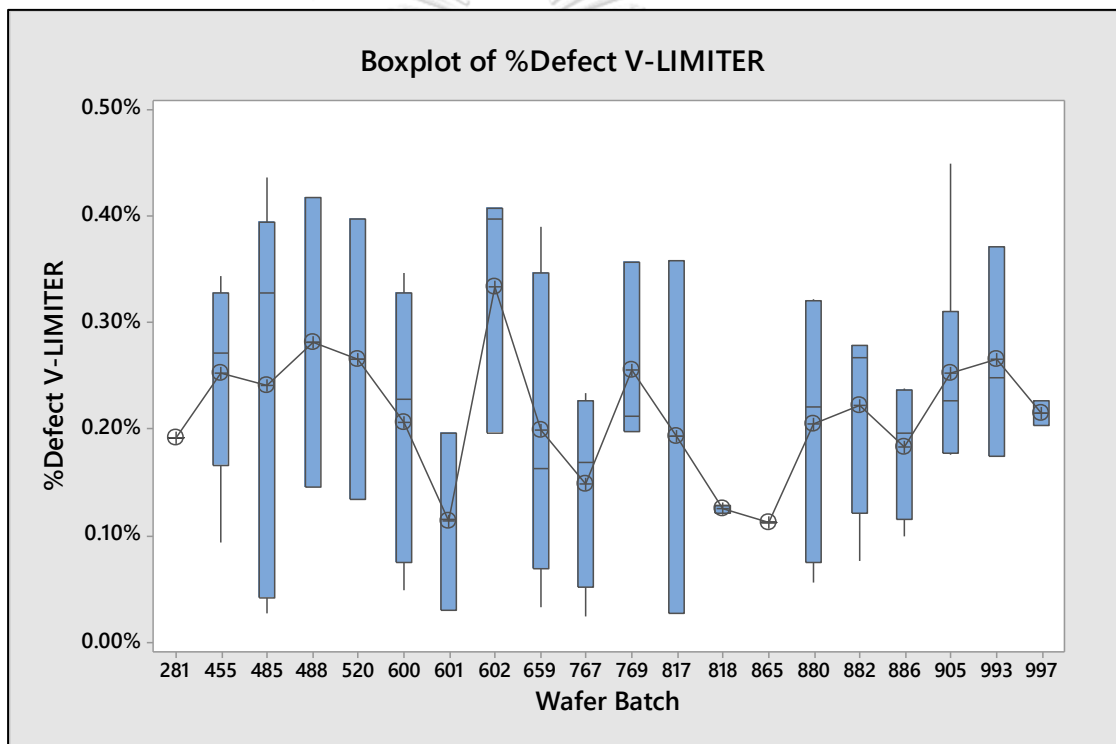
$$H_1 : \text{at least one mean is difference}$$

ผลการทดสอบแสดงดัง รูปที่ 5.16

One-way ANOVA: %Defect V-LIMITER versus Wafer Batch					
Method					
Null hypothesis	All means are equal				
Alternative hypothesis	At least one mean is different				
Significance level	$\alpha = 0.05$				
Equal variances were assumed for the analysis.					
Factor Information					
Factor	Levels	Values			
Wafer Batch	20	281, 455, 485, 488, 520, 600, 601, 602, 659, 767, 769, 817, 818, 865, 880, 882, 886, 905, 993, 997			
Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Wafer Batch	19	0.000018	0.000001	0.62	0.869
Error	47	0.000070	0.000001		
Total	66	0.000088			
Means					
Wafer Batch	N	Mean	StDev	95% CI	
281	1	0.001920	*	(-0.000540, 0.004379)	
455	5	0.002523	0.000974	(0.001423, 0.003623)	
485	5	0.002408	0.001853	(0.001308, 0.003507)	
488	2	0.00281	0.00192	(0.00107, 0.00455)	
520	2	0.00266	0.00187	(0.00092, 0.00440)	
600	5	0.002065	0.001287	(0.000965, 0.003165)	
601	3	0.001141	0.000828	(-0.000279, 0.002561)	
602	3	0.003335	0.001190	(0.001915, 0.004755)	
659	5	0.001989	0.001454	(0.000889, 0.003089)	
767	4	0.001492	0.000929	(0.000262, 0.002722)	
769	3	0.002562	0.000879	(0.001142, 0.003982)	
817	2	0.00193	0.00233	(0.00019, 0.00367)	
818	3	0.001265	0.000038	(-0.000155, 0.002685)	
865	1	0.001135	*	(-0.001324, 0.003595)	
880	4	0.002052	0.001333	(0.000822, 0.003282)	
882	4	0.002227	0.000980	(0.000997, 0.003457)	
886	4	0.001832	0.000659	(0.000602, 0.003062)	
905	6	0.002534	0.001016	(0.001530, 0.003538)	
993	3	0.002652	0.000995	(0.001232, 0.004072)	
997	2	0.002151	0.000166	(0.000412, 0.003890)	
Pooled StDev = 0.00122261					

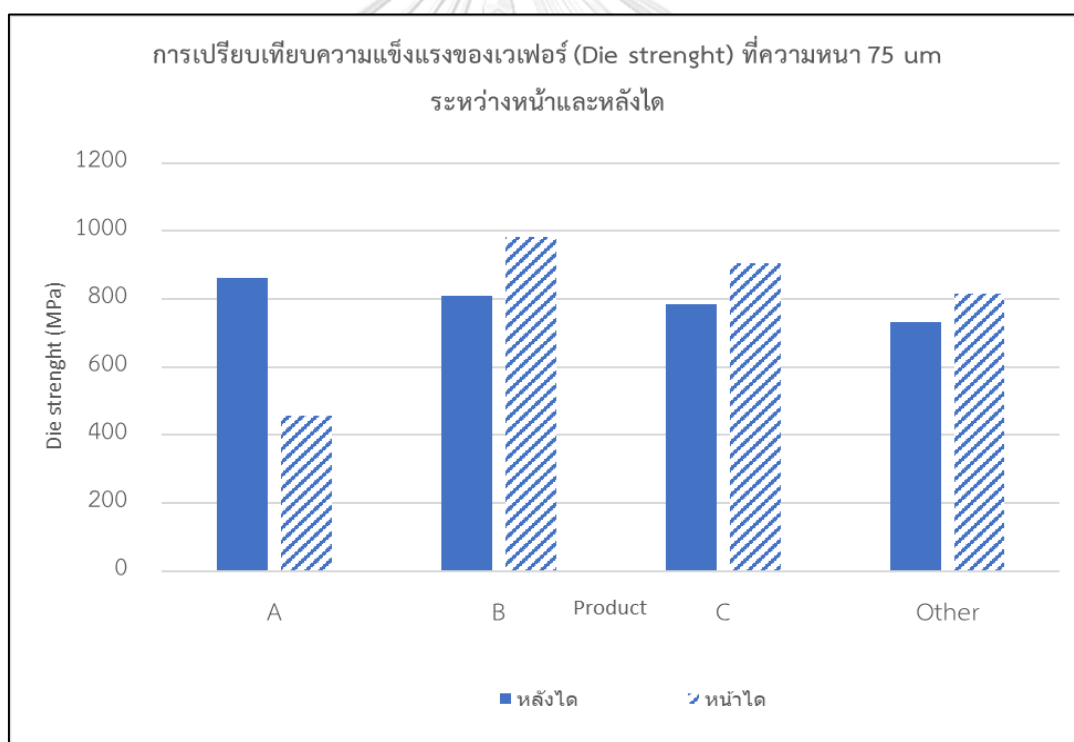
รูปที่ 5.16 แสดงการทดสอบ One-way ANOVA : %Defect V-limiter versus วัสดุพิมพ์ประเภทเวเฟอร์ (Wafer Batch)

สรุปผลการทดสอบเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์เทียบกับวัตถุดิบประเภทเวเฟอร์ ที่ใช้ในกระบวนการติดไดแต่ละแบบที่ใช้ในการผลิต ได้ดังนี้ วัตถุดิบประเภทเวเฟอร์แต่ละแบบไม่มีความผันแปรหรือแตกต่างกันเนื่องจาก ค่า P-value ที่ได้จากการทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.869 มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงสรุปว่าความแตกต่างของวัตถุดิบประเภทเวเฟอร์ไม่ใช่สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหารอยแตกร้าวบริเวณหน้าโคระหว่างกระบวนการติดได ส่งผลให้ชิ้นงานไม่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้ากลายเป็นของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ที่กระบวนการทดสอบชิ้นงานนอกจากนี้ยังสามารถเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียวีลิมิเตอร์เทียบกับวัตถุดิบประเภทเวเฟอร์ในแต่ละแบบ เป็นกราฟ Boxplot ดังแสดงในรูปที่ 5.17



รูปที่ 5.17 กราฟ Boxplot เปรอ์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์เทียบกับวัตถุดิบประเภทเวเฟอร์

-วัสดุพิมพ์ประเภทชิ้นงานเวเฟอร์ ชิ้นเวเฟอร์มีความเปราะบางไม่แข็งแรง (Low die strengths) ทดสอบโดยการเปรียบเทียบความแข็งแรงของชิ้นเวเฟอร์ระหว่างหน้าและหลังได แสดงดังรูปที่ 5.18 ผลการเปรียบเทียบสรุปว่า ผลิตภัณฑ์ A มีค่าความแข็งแรงของชิ้นเวเฟอร์ Die strength ที่บริเวณหน้าไดต่ำกว่าหลังไดซึ่งมีความเปราะบางและส่งผลทำให้เกิดปัญหารอยแตกร้าวบริเวณหน้าได ระหว่างกระบวนการติดได ส่งผลให้ชิ้นงานไม่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า กลายเป็นของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ที่กระบวนการทดสอบชิ้นงาน แต่สาเหตุเรื่องความเปราะบางของชิ้นงานเวเฟอร์ หรือ low die strength ไม่สามารถปรับหรือแก้ไขได้ เพราะ วัสดุพิมพ์ที่ใช้เป็นข้อกำหนดของทางลูกค้า โครงการวิจัยจึงมุ่งเน้นการแก้ไขสาเหตุจาก วิธีการ เครื่องจักร เพื่อลดอัตราการเกิดของเสีย รอยแตกร้าวบริเวณหน้าไดส่งผลให้ชิ้นงานไม่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า กลายเป็นของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ที่กระบวนการทดสอบชิ้นงาน



รูปที่ 5.18 การเปรียบเทียบความแข็งแรงของเวเฟอร์ (Die strength) ที่ความหนา 75 um ระหว่างหน้าและหลังได

จากการทดสอบทางสถิติ เพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา หัวข้อที่ 5.3 สามารถสรุปสาเหตุของปัญหาของเสียประเภทรอยแตกร้าวบริเวณหน้าได ส่งผลให้ชิ้นงานไม่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า กลายเป็นของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ ที่กระบวนการทดสอบชิ้นงาน คือความผันแปรของเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการหล่อชิ้นงาน

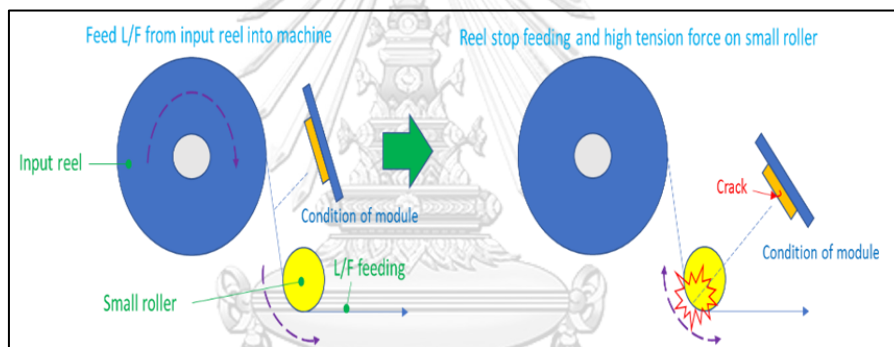
5.4 การวิเคราะห์หาสาเหตุความผันแปรของเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการหล่อชิ้นงาน

จากการวิเคราะห์หาสาเหตุเบื้องต้นของปัญหาของเสียประเภทรอยแตกร้าวบริเวณหน้าได ว่าเกิดจากความผันแปรของเครื่องจักรในกระบวนการหล่อชิ้นงาน ทางผู้ทำวิจัยและทีมงานคุณภาพจึงจัดการประชุมเพื่อระดมความคิดเพื่อหาสาเหตุที่เป็นไปได้ว่ามีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรเรื่องใดบ้างส่งผลต่อการเกิดรอยแตกร้าวบริเวณหน้าได โดยระดมความคิดและประยุกต์ใช้ เครื่องมือประเมินความเสี่ยงโดยการวิเคราะห์ต้นไม้แห่งความผิดพลาด (Fault Tree Analysis)(Risk Modeling, Assessment, and Management (Wiley Series in Systems Engineering and Management)) แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 5.2

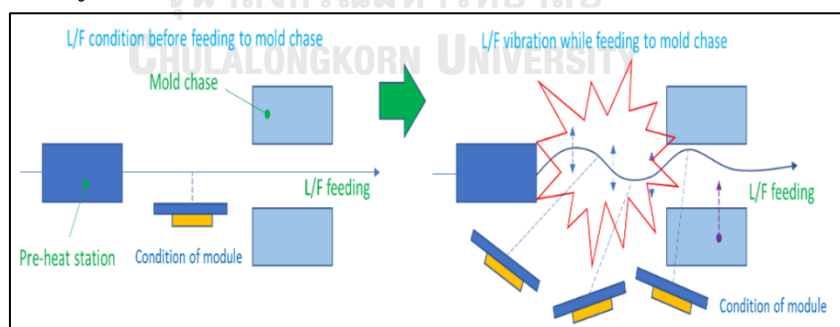
การแจกแจงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา รอยแตกร้าวบริเวณหน้าได จากเครื่องจักรในกระบวนการหล่อชิ้นงาน	สมมุติฐาน /เหตุการณ์ที่สามารถเกิดขึ้นได้	วิธีการทดสอบ หรือการจำลองสถานการณ์
1.ความตึงในขั้นตอนการใส่ลีดเฟรมเข้าไปในเครื่องจักร	มีการหยุดชะงักของลีดเฟรมขณะเลื่อนผ่านลูกกลิ้งขนาดเล็ก กระแทกทำให้เกิดแรงปะทะ ทำให้เกิดรอยแตกบริเวณหน้าได	ประเมินผลเปรียบเทียบก่อน-หลังระหว่าง ปรับแรงตึงในการใส่ลีดเฟรม
2.การสั่นสะเทือนขณะลีดเฟรมเข้าไปในเครื่องจักร	มีความสั่นสะเทือนสูงขณะชิ้นงานเคลื่อนเข้าสู่เครื่องจักร ประกอบกับเกิดแรงปะทะในขั้นตอนหล่อชิ้นงานส่งผลให้เกิดรอยแตกบริเวณหน้าได	ประเมินผลเปรียบเทียบก่อน-หลังระหว่าง ปรับ การสั่นสะเทือนในการเคลื่อนตัวงานเข้าสู่เครื่องจักร

3.สภาพแปร่งทำความสะอาดที่อยู่ในเครื่องจักรผิดปกติ	กรณีที่ แปร่งทำความสะอาดมีสภาพผิดปกติ ทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ไม่สะอาด ทำให้มีคราบ หรือเศษผงติดคอมพิวเตอร์พลาสติก อยู่หน้าแม่พิมพ์ ไปกดทับหน้าได ขณะตัวงานเคลื่อนเข้าเครื่องส่งผลให้เกิดรอยแตกร้าวบริเวณหน้าได	ตรวจสอบว่ามีคราบ หรือ เศษคอมพิวเตอร์พลาสติก หลงเหลือติดอยู่หน้าแม่พิมพ์หรือไม่
---	---	--

ตารางที่ 5.2 แสดงการวิเคราะห์ต้นไม้แห่งความผิดพลาด (Fault Tree Analysis) ความเสี่ยงที่อาจจะก่อให้เกิดปัญหา รอยแตกร้าวบริเวณหน้าไดของเครื่องจักรในกระบวนการหล่อขึ้นงาน



รูปที่ 5.19 ความตึงในขั้นตอนการใส่ลิตเฟรมเข้าไปในเครื่องจักร



รูปที่ 5.20 การสั่นสะเทือนขณะลิตเฟรม เข้าไปในเครื่องจักร

5.5 การทดสอบทางสถิติเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาความผันแปรของเครื่องจักรใน กระบวนการทอหุ้มชิ้นงาน

5.5.1 สาเหตุจากความตึงในขั้นตอนการใส่ลีดเฟรมเข้าไปในเครื่องจักรและการสั้นสะเก็อนขณะลีดเฟรมเข้าไปในเครื่องจักร ทำการพิสูจน์โดยการทดลองปรับแรงตึงในเครื่องจักรไปที่ 20 volt และการสั้นสะเก็อนไปที่ 70 volt เปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับ เก็บรวบรวมข้อมูลดังตารางที่ 5.3 แล้ว

กลุ่มตัวอย่าง (ล็อต)	ความตึงและความสั้นสะเก็อน	% ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์
1	ไม่ปรับ	0.31%
2	ไม่ปรับ	0.52%
3	ไม่ปรับ	0.13%
4	ไม่ปรับ	0.34%
5	ไม่ปรับ	0.45%
6	ไม่ปรับ	0.30%
7	ไม่ปรับ	0.74%
8	ไม่ปรับ	0.49%
9	ไม่ปรับ	0.81%
10	ปรับ	0.12%
11	ปรับ	0.20%
12	ปรับ	0.47%
13	ปรับ	0.23%
14	ปรับ	0.91%
15	ปรับ	0.82%
16	ปรับ	0.40%
17	ปรับ	0.62%
18	ปรับ	0.23%

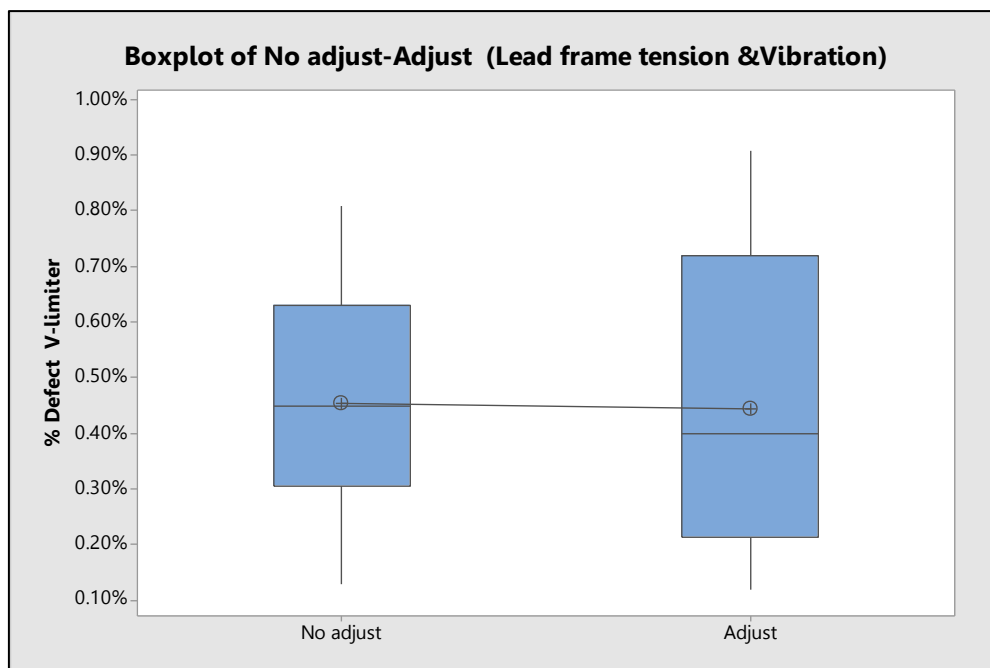
ตารางที่ 5.3 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ระหว่างการปรับ-ไม่ปรับความตึงและความสั้นสะเก็อนขณะลีดเฟรม เข้าไปในเครื่องจักร

นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ที่กระบวนการทดสอบชิ้นงาน จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 18 ล็อต (lots) แบ่งเป็น ก่อนปรับปรุง 9 ล็อต, หลังปรับปรุง 9 ล็อต โดยมุ่งเน้นทำการทดลองที่เครื่องทอหุ้มชิ้นงานเครื่องที่ 1 เพราะจากกราฟ Boxplot ให้เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์สูงกว่าเครื่องที่ 2 และ 5 นำข้อมูลจากการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการทดสอบ Two -Sample T-test ผลการทดสอบแสดงดังรูปที่ 5.21

Two-Sample T-Test and CI: No adjust, Adjust Tension & Vibration				
Two-sample T for No adjust vs Adjust				
	N	Mean	StDev	SE Mean
No adjust	9	0.00454	0.00217	0.00072
Adjust	9	0.00444	0.00285	0.00095
Difference = μ (No adjust) - μ (Adjust)				
Estimate for difference: 0.00010				
95% CI for difference: (-0.00243, 0.00263)				
T-Test of difference = 0 (vs \neq): T-Value = 0.08 P-Value = 0.934 DF = 16				
Both use Pooled StDev = 0.0025				

รูปที่ 5.21 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ระหว่างการปรับ-ไม่ปรับความตึงและความสั่นสะเทือน ขณะลีดเฟรมเข้าไปในเครื่องจักร

สรุปผลการทดสอบเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ระหว่างการปรับ-ไม่ปรับความตึงและความสั่นสะเทือน ขณะลีดเฟรมเข้าไปในเครื่องจักรไม่มีความแตกต่างกัน เนื่องจาก ค่า P-value ที่ได้จากการทดสอบ เท่ากับ 0.934 มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นความตึงและความสั่นสะเทือนขณะลีดเฟรมเข้าไปในเครื่องจักรไม่ใช่สาเหตุของความผันแปรของเครื่องจักรในกระบวนการทอหุ้มชิ้นงาน ที่ก่อให้เกิดปัญหา รอยแตก ร้าว บริเวณหน้าได สามารถเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์เทียบกับการปรับ-ไม่ปรับความตึงและความสั่นสะเทือนขณะลีดเฟรมเข้าไปในเครื่องจักรดังแสดงในกราฟ Boxplot ดังแสดงในรูปที่ 5.22



รูปที่ 5.22 กราฟ Boxplot การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ระหว่างการปรับ-ไม่ปรับความตึงและความสั่นสะเทือนขณะลีดเฟรมเข้าไปในเครื่องจักร

จากกราฟ Boxplot จะเห็นได้ว่าไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์เมื่อเทียบระหว่างการปรับและไม่ปรับความตึงและความสั่นสะเทือนของลีดเฟรมขณะเคลื่อนเข้าไปในเครื่องห่อหุ้มชิ้นงาน

5.5.2 สภาพแปร่งทำความสะอาดที่อยู่ในเครื่องจักรผิดปกติ ชำรุด เสียหาย หน้าแม่พิมพ์ไม่สะอาด มีคราบหรือเศษผงคอมพาวด์พลาสติกค้างอยู่ ทำการทดสอบสมมุติฐาน โดยการเปลี่ยนแปลงที่อยู่ในเครื่องจักรและเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ระหว่างก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลงที่เครื่องห่อหุ้มชิ้นงาน การเก็บข้อมูลเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์จากกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังเปลี่ยนแปลงทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ แสดงดังตารางที่ 5.4

กลุ่มตัวอย่าง (ล็อต)	สภาพแปรงในเครื่องจักร	% ของเสียประเภท วีลิมิเตอร์
1	แปรงเปลี่ยนใหม่	0.09%
2	แปรงเปลี่ยนใหม่	0.11%
3	แปรงเปลี่ยนใหม่	0.16%
4	แปรงเปลี่ยนใหม่	0.08%
5	แปรงเปลี่ยนใหม่	0.09%
6	แปรงเปลี่ยนใหม่	0.06%
7	แปรงเปลี่ยนใหม่	0.11%
8	แปรงเปลี่ยนใหม่	0.09%
9	แปรงเปลี่ยนใหม่	0.13%
10	แปรงเปลี่ยนใหม่	0.13%
11	แปรงเปลี่ยนใหม่	0.12%
12	แปรงเปลี่ยนใหม่	0.13%
13	แปรงเปลี่ยนใหม่	0.17%
14	แปรงเปลี่ยนใหม่	0.09%
15	แปรงเปลี่ยนใหม่	0.15%
16	แปรงเปลี่ยนใหม่	0.10%
17	แปรงเปลี่ยนใหม่	0.12%
18	แปรงเปลี่ยนใหม่	0.12%
19	แปรงเปลี่ยนใหม่	0.10%
20	แปรงเปลี่ยนใหม่	0.17%
21	แปรงเดิม	0.13%
22	แปรงเดิม	0.24%
23	แปรงเดิม	0.15%
24	แปรงเดิม	0.24%
25	แปรงเดิม	0.14%
26	แปรงเดิม	0.24%
27	แปรงเดิม	0.08%
28	แปรงเดิม	0.21%

29	แปรงเดิม	0.22%
30	แปรงเดิม	0.26%
31	แปรงเดิม	0.23%
32	แปรงเดิม	0.25%
33	แปรงเดิม	0.14%
34	แปรงเดิม	0.13%
35	แปรงเดิม	0.16%
36	แปรงเดิม	0.13%
37	แปรงเดิม	0.24%
38	แปรงเดิม	0.14%
39	แปรงเดิม	0.13%
40	แปรงเดิม	0.26%

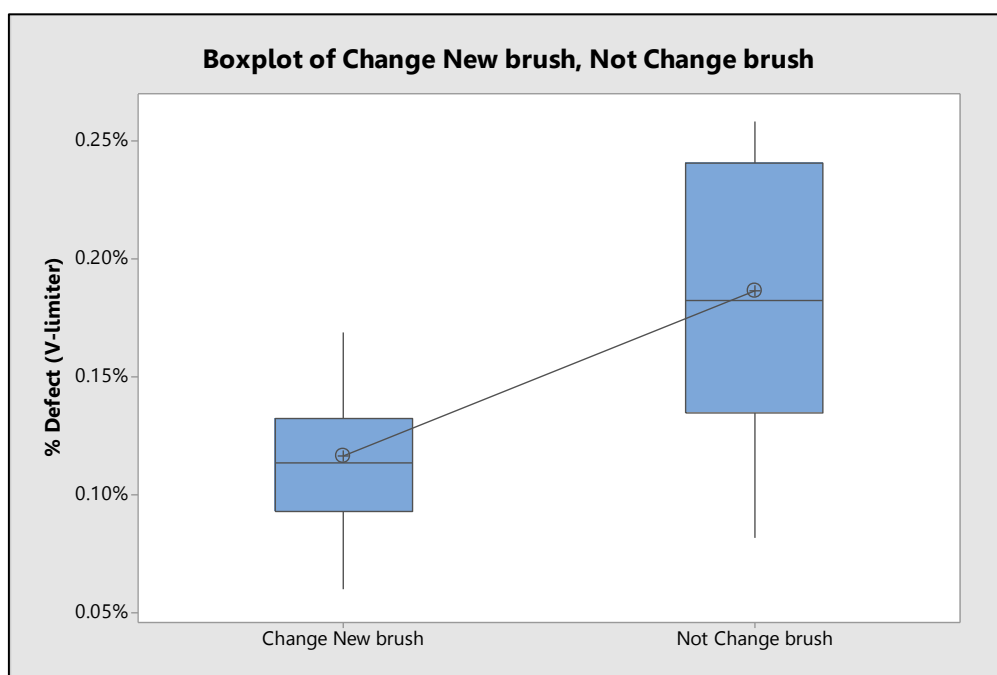
ตารางที่ 5.4 แสดงเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวิลิมิเตอร์ของกลุ่มตัวอย่าง การทดลองเปลี่ยนแปรงที่ใช้
ทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ในเครื่องหล่อหุ้มชิ้นงาน

นำข้อมูลจากการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติ ผลการทดสอบแสดงดังรูปที่ 5.23

Two-Sample T-Test and CI: Change New brush, Not Change brush				
Two-sample T for Change New brush vs Not Change brush				
	N	Mean	StDev	SE Mean
Change New brush	20	0.001165	0.000296	0.000066
Not Change brush	20	0.001868	0.000569	0.00013
Difference = μ (Change New brush) - μ (Not Change brush)				
Estimate for difference: -0.000702				
95% CI for difference: (-0.000993, -0.000412)				
T-Test of difference = 0 (vs \neq): T-Value = -4.89 P-Value = 0.000 DF = 38				
Both use Pooled StDev = 0.0005				

รูปที่ 5.23 แสดงผลการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวิลิมิเตอร์ระหว่างการเปลี่ยนแปรง
ใหม่กับใช้แปรงเดิม

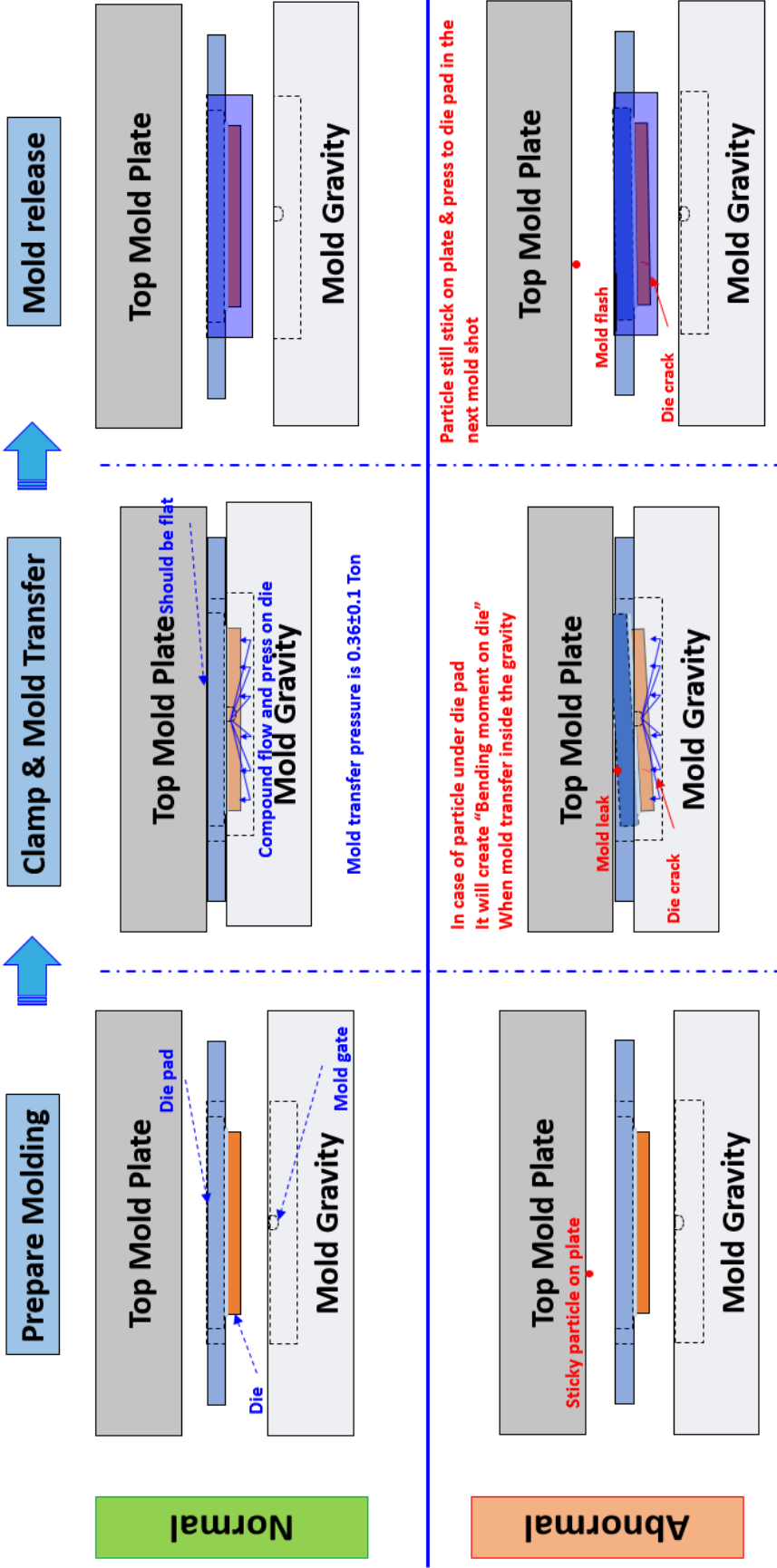
สรุปผลการทดสอบ เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงใหม่ กับใช้แปรงเดิมมีความแตกต่างกันเนื่องด้วยค่า P-value ที่ได้จากการทดสอบเท่ากับ 0.000 มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นสภาพของแปรงในตัวเครื่องท่อหุ้มชิ้นงานคือสาเหตุของความผันแปรของเครื่องจักรในกระบวนการท่อหุ้มชิ้นงาน ที่ก่อให้เกิดปัญหาการรอยแตกร้าวบริเวณหน้าได สามารถเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์เทียบระหว่างการเปลี่ยนแปลงใหม่และใช้แปรงอันเดิม แสดงในกราฟ Boxplot ดังแสดงในรูปที่ 5.24



รูปที่ 5.24 กราฟ Boxplot แสดงเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์เปรียบเทียบระหว่างการเปลี่ยนแปลงใหม่ กับใช้แปรงเดิม

การทดสอบทางสถิติเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาความผันแปรของเครื่องจักรในกระบวนการท่อหุ้มชิ้นงานมีข้อสรุปว่าสภาพของแปรงทำความสะอาดในเครื่องท่อหุ้มชิ้นงานมีผลต่อการเกิดรอยแตกร้าวบริเวณหน้าไดเนื่องจากหากสภาพแปรงชำรุดการทำงานสะอาดหน้าแม่พิมพ์ ทำความสะอาดเอาเศษผงออกมาไม่หมดจึงทำให้มีเศษผงของคอมปาวด์พลาสติกติดอยู่บนแม่พิมพ์ เมื่อมีชิ้นงานถัดไปไหลเข้ามาในเครื่องท่อหุ้มชิ้นงานก็ทำให้เกิดการกีดทับเศษผงที่ติดอยู่บนแม่พิมพ์กดลงบนหน้าไดส่งผลให้เกิดรอยร้าวบริเวณหน้าได

โดยการเกิดรอยร้าวบริเวณหน้าไดอธิบายได้ดังรูปที่ 5.25



รูปที่ 5.25 แสดงขั้นตอนการเกิดรอยร้าวบริเวณหน้าดี ที่เกิดจากเครื่องจักรที่ใช้ในการหุ้มชิ้นงาน (Encapsulation Machine)

บทที่ 6

การปรับปรุงกระบวนการ (Improve Phase)

ผลจากขั้นตอนที่ผ่านมาการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา (Analysis Phase) ทำให้ทราบสาเหตุที่แท้จริงที่ก่อให้เกิดปัญหารอยแตกร้าวบริเวณหน้าได ซึ่งส่งผลให้ชิ้นงานไม่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าเกิดของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ มีสาเหตุมาจากการทำงานสะอาดหน้าแม่พิมพ์เอาเศษผงออกมาไม่หมด จึงทำให้มีเศษผงของคอมพาวด์พลาสติกติดอยู่บนแม่พิมพ์ เมื่อมีชิ้นงานถัดไปไหลเข้ามาในเครื่องหล่อชิ้นงานทำให้เกิดการกดทับเศษผงที่ติดอยู่บนแม่พิมพ์กดลงบนหน้าได แรงกดทับส่งผลให้ เกิดรอยร้าวบริเวณหน้าได ดังนั้นในขั้นตอนนี้จะเป็นการหาแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการโดยมุ่งเน้นในการตรวจสอบสภาพของเครื่องจักรในกระบวนการหล่อชิ้นงานว่ามีปัจจัยที่ส่งผลต่อความสะอาดของแม่พิมพ์ของเครื่องจักรหรือไม่

6.1 การตรวจสอบสภาพของเครื่องจักรในกระบวนการหล่อชิ้นงาน

ผู้ทำวิจัยได้ทำการตรวจสอบสภาพของเครื่องจักรในกระบวนการหล่อชิ้นงาน พบว่าเครื่องจักรบางเครื่อง แปร่งที่ทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์เกิดการชำรุด แสดงดังรูปที่ 6.1

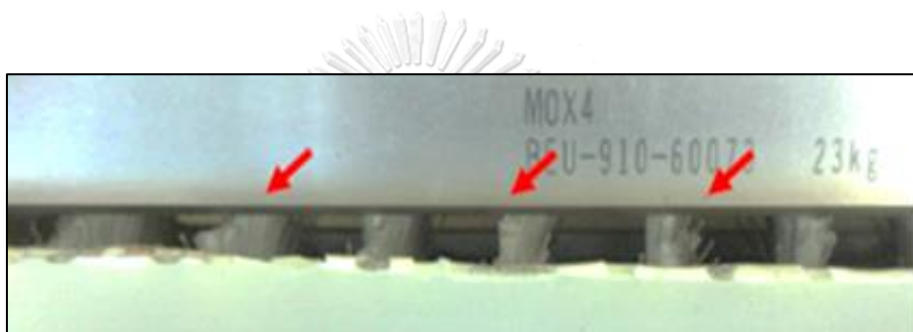


รูปที่ 6.1 แสดงลักษณะการชำรุดของแปร่งที่ใช้ทำความสะอาดแม่พิมพ์

แนวทางการแก้ไข คือ ผู้วิจัยและทีมงานคุณภาพทดลองเปลี่ยนแปร่งทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ในเครื่องหล่อชิ้นงานที่เกิดการชำรุดและติดตามผลเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ ที่กระบวนการทดสอบชิ้นงานโดยนำเปอร์เซ็นต์ของเสียหลังจากการเปลี่ยนแปร่งทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์เทียบกับการใช้แปร่งเดิม ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 5.4 แสดงเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ของกลุ่มตัวอย่างทดลองการเปลี่ยน แปร่งทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ที่อยู่ในเครื่องจักรในกระบวนการหล่อชิ้นงานและผลการทดสอบทางสถิติแสดงดังรูปที่ 5.21 แสดงผลการเปรียบเทียบ

เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ระหว่างการเปลี่ยนแปรงใหม่กับใช้แปรงเดิม สรุปผลคือ มีความแตกต่างกัน เมื่อเปลี่ยนแปรงทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ใหม่ใหม่เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์มีค่าลดลงกว่าการใช้แปรงเดิม

ดังนั้นทางผู้ทำวิจัยจึงมีข้อสรุป ในเรื่องแนวทางในการแก้ไขปัญหาคือ ให้ทางช่างเทคนิค ดำเนินการตรวจสอบเครื่องจักรในกระบวนการหล่อขึ้นงานทุกเครื่อง หากพบว่าแปรงทำความสะอาด หน้าแม่พิมพ์ในตัวเครื่องเกิดการชำรุดให้ทำการเปลี่ยนใหม่ เพื่อให้ประสิทธิภาพการทำความสะอาด หน้าแม่พิมพ์ดีขึ้น รูปที่ 6.2 แสดงสภาพปกติของแปรงทำความสะอาดแม่พิมพ์ในเครื่องหล่อขึ้นงาน



รูปที่ 6.2 แสดงลักษณะปกติของแปรงที่ใช้ทำความสะอาดแม่พิมพ์

6.2 ทบทวนขั้นตอนการทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ ของเครื่องหล่อขึ้นงาน

ผู้ทำวิจัยพร้อมทีมงานคุณภาพจัดการประชุมแจ้งปัญหาทำความเข้าใจและขอความร่วมมือกับพนักงานให้ปฏิบัติตามขั้นตอนการทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ โดยมีการออกเอกสารประกอบการปฏิบัติงานเรื่องการทำทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ สำหรับผลิตภัณฑ์ ชนิด A โดยให้พนักงานทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ ก่อนจะทำกรนำงานเข้าสู่กระบวนการหล่อขึ้นงาน ทุกล็อตและขณะปฏิบัติงานหากเจอปัญหาคราบคอมพาวด์พลาสติก หรือที่เรียกว่า Mold flash ติดอยู่ที่ตัวงานให้หยุดเครื่องเพื่อตรวจสอบความสกปรกบนหน้าแม่พิมพ์ แล้วทำการทำความสะอาดเอาคราบสกปรกนั้นออก

บทที่ 7

ขั้นตอนการควบคุมกระบวนการ (Control Phase)

ในขั้นตอนนี้เป็นการควบคุมกระบวนการ ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการปรับปรุงกระบวนการด้วยหลักการ ซิกส์ ซิกมา โดยนำขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการ (Improve Phase) ในบทที่ 6 มาทำการควบคุมเพื่อให้เกิดการปฏิบัติตามขั้นตอนการปรับปรุงนั้นๆ อย่างถูกต้องตลอดเวลาและยั่งยืน

7.1 การกำหนดมาตรการควบคุม การตรวจสอบสภาพของแปรงทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์

7.1.1 กำหนดความถี่สำหรับการตรวจสอบสภาพแปรงทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ โดยมอบหมายให้ช่างเทคนิคประจำเครื่องหล่อขึ้นงาน ที่มีหน้าที่ทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันหรือที่เรียกว่า Preventive maintenance ตรวจสอบ ความถี่ในการตรวจสอบคือทุกๆ 1 เดือน โดยระบุลงในระบบรายการ งานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive maintenance task list) หากช่างเทคนิคไม่ตรวจสอบหรือทำงานข้ามขั้นตอน อาทิเช่น ใส่ผลการตรวจสอบลงในระบบฐานข้อมูลการทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไม่ครบ ไม่เสร็จสมบูรณ์ก็จะไม่สามารถปิดงานไม่ได้ หากปล่อยให้การบำรุงรักษาเชิงป้องกันล่วงเลยเกินกว่าระยะเวลาที่กำหนดไว้ ระบบฐานข้อมูลรายงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน จะส่งอีเมลไปรายงานยังหัวหน้างานของช่างเทคนิคคนนั้น และมีการกำหนดมาตรการลงโทษทางวินัยในเรื่องการละเลยการปฏิบัติงาน ตารางที่ 7.1 คือ ตัวอย่างของการระบุรายการ งานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive maintenance task list) ซึ่งเป็นขั้นตอนของช่างเทคนิคต้องปฏิบัติตามเกี่ยวข้องกับการตรวจสอบสภาพของแปรงทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์

Monthly (1M) Maintenance Tasks
Cleaner unit
-Cleaning roll brush and rubber.
-Checked position roll brush for chase mold.
-Inspect pallet loader if miss position is re-alignment
-Clean filter and dust collection box of auto cleaner
-Adjustment of exhaust duct

ตารางที่ 7.1 แสดงรายการ งานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive maintenance task list) ที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบสภาพของแปรงทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์



รูปที่ 7.1 แสดงตัวอย่างการตรวจสอบสภาพของแปรงทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์

7.1.2 กำหนดการควบคุมอายุการใช้งานแปรงทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์

การกำหนดการควบคุมอายุการใช้งานแปรงทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ เป็นเรื่องสำคัญในการควบคุมสภาพของแปรงทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ ผู้ทำการวิจัยและทีมงานได้กำหนด อายุการใช้งานของแปรงทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ไว้ที่ 3 เดือน โดยต้องมีการเปลี่ยน แปรงทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ใหม่ทุกๆ 3 เดือน โดยดำเนินการเปลี่ยนในช่วงการบำรุงรักษาเชิงป้องกันรอบรายไตรมาส โดยระบุขั้นตอนไว้ในรายการทำงาน รายการงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ตารางที่ 7.2

Quarter (3M) Maintenance Tasks
Cleaner unit
-Change roll brush and rubber.
-Checked positions roll brush for chase mold.
-Inspection pallet loader if miss position is re-alignment
-Inspection of cam boll bearing
-Lubricated lead screw for cleaner head.
-Clean filter and dust collection box of auto cleaner
-Adjustment of exhaust duct

ตารางที่ 7.2 แสดงรายการ งานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive maintenance task list) ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยน แปรงทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ความถี่รายไตรมาส

พนักงานช่างเทคนิคที่มีหน้าที่ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน จะปฏิบัติงานตามรายการ การทำงานที่ได้ระบุไว้ในตารางที่ 7.2 และผู้ทำการวิจัยได้มีการสั่งซื้อแปรง มาเป็นชิ้นส่วนสำรอง เพราะเมื่อหากเกิดปัญหาสภาพของแปรงทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ชำรุดก็จะสามารถเปลี่ยนได้ทันที ตัวอย่างแปรงทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์แสดงดังรูปที่ 7.2



รูปที่ 7.2 แปรงทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ใหม่ที่นำมาเปลี่ยนแทนแปรงเก่าในกรณีอายุงานครบ 3 เดือน หรือแปรงมีสภาพผิดปกติ หรือ ชำรุด

7.2 การกำหนดมาตรการควบคุม การปฏิบัติงานในเรื่องการทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์

การกำหนดมาตรการควบคุม การปฏิบัติงานในเรื่องการทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ ผู้ทำวิจัยมีการประชุม ทำความเข้าใจกับพนักงานที่มีหน้าที่ทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ของเครื่องทอหุ้มชิ้นงานและอธิบายขั้นตอนการทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ ระเบียบปฏิบัติในการทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ในเครื่องทอหุ้มชิ้นงาน และชี้แจงผลกระทบที่เกิดจากความสกปรกของหน้าแม่พิมพ์ให้พนักงานได้รับทราบและเข้าใจตรงกัน และมีการจัดทำเอกสารประกอบการอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Work Instruction) แสดงดังรูปที่ 7.3

- 
1. ให้พนักงานชุด ทำความสะอาดหน้าโมลด์ด้วยแท่งทองเหลือง เพื่อสะกิดคราบที่ติดแน่นออกจากหน้าโมลด์ โดยใส่ชุดบนหน้าโมลด์ให้ทั่วบริเวณตลอดความยาว 1 mold shot ที่ต้องสัมผัสลงบน Lead Frame
 
 2. ใช้แปรงขัดหน้าโมลด์พร้อมกับใช้ลมเป่าเศษฝุ่นออก
 3. ใช้แฉักน้ำลูบหน้าโมลด์
 
 4. ใช้งาน Dummy เพื่อล้างคราบแฉักและตรวจสอบ ถ้ามี Mold Flash ให้กลับไปตรวจสอบความสะอาดของหน้าโมลด์อีกครั้ง
 5. โหลดงาน Lot ถัดไปเข้ารันตามปกติ
 - 5.1 ขณะทำการ Roving ให้ตรวจสอบ Mold Flash เป็นพิเศษ
 - 5.2 หากเจองาน Mold Flash ให้หยุดเครื่องเพื่อตรวจสอบคราบสกปรกบนหน้าโมลด์ แล้วชุดเอาคราบสกปรกนั้นออก
 - 5.3 ในกรณีที่ **มีรอยตัดต่อระหว่าง Lot** เมื่อ Mold ผ่านบริเวณรอยตัดแล้วให้พนักงานหยุดเครื่องเพื่อชุดหน้าโมลด์ โดยให้ใส่ชุดบนหน้าโมลด์ให้ทั่วทั้งบริเวณที่ตกลงบน Lead Frame อ้างอิงจาก "ข้อที่ 1 และ 2" เสร็จแล้วจึงปล่อยเครื่องรันต่อตามปกติ

รูปที่ 7.3 เอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงาน ในเรื่องการทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์

7.3 สรุปผลการปรับปรุง

เมื่อนำแนวทางการปรับปรุงมาปฏิบัติในกระบวนการหล่อขึ้นงาน การตรวจสอบผลของการปรับปรุง จะขึ้นตอนสุดท้าย ของการดำเนินงานตามหลักการ ชิก ชิกส์มา โดยผลของการปรับปรุง กระบวนการสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย คือจำนวนของเสีย ประเภทรอยแตกร้าวที่ หน้าไต (Die crack) เมื่อเทียบต่อล้านชิ้นลดลงจาก 1661 PPM เหลือ 902 PPM และอัตราค่าเฉลี่ย ของงานรอคอยการตรวจสอบที่แผนกทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าของชิ้นงาน ลดลงจาก 9.50% เหลือ เพียง 4.02 % ซึ่งทำให้ชิ้นงานสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้รวดเร็วขึ้น และยัง สามารถลดค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบงาน การทดสอบงานซ้ำในเรื่องคุณสมบัติทางไฟฟ้าหรือที่ เรียกว่าการ Re-test เป็นจำนวนเงิน 1,079,584 บาท ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า ผลการปรับปรุง กระบวนการได้บรรลุวัตถุประสงค์ของงานวิจัย



บทที่ 8

บทสรุป

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการนำเสนอแนวทางการประยุกต์ใช้หลักการซิกส์ ซิกม่าเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการหล่อขึ้นงานสำหรับการประกอบชิ้นส่วน อิเล็กทรอนิกส์ผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัสโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดจำนวนของเสียเทียบต่อล้านชิ้นในของเสียประเภทรอยแตกร้าวบริเวณหน้าได (Die Crack) ซึ่งส่งผลให้ชิ้นงานไม่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าประเภทวีลิมิเตอร์ (V-limiter) อีกทั้งของเสียประเภทรอยแตกร้าวบริเวณหน้าได (Die Crack) มีสัดส่วนของเสียจำนวนมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับของเสียประเภทอื่นๆ ดังนั้นการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงได้ทำการศึกษาค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของการเกิดของเสียประเภทรอยแตกร้าวบริเวณหน้าได (Die Crack) และหาแนวทางขจัดสาเหตุของปัญหา โดยนำแนวทางการปรับปรุงกระบวนการตามหลักซิกส์ ซิกม่าประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนมาประยุกต์ใช้ คือ ขั้นตอนการนิยามปัญหา (Define Phase) ขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบวัด (Measure Phase) ขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analysis Phase) ขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการ (Improve Phase) จนกระทั่งถึง ขั้นตอนควบคุมกระบวนการ (Control Phase) โดยบทสรุปของแต่ละขั้นตอนมีดังต่อไปนี้

8.1 ขั้นตอนการนิยามปัญหา

ในขั้นตอนการนิยามปัญหาได้ทำการศึกษาระบบการผลิตผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัสและสภาพของปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบันเพื่อ กำหนดคัดเลือกปัญหา ระบุขอบเขตในการปรับปรุงกระบวนการ ผลการสำรวจสภาพปัญหาในปัจจุบันพบว่าของเสียเทียบต่อล้านชิ้นเฉลี่ยสูงสุดในกระบวนการผลิต คือของเสียประเภทรอยแตกร้าวบริเวณหน้าได (Die Crack) ซึ่งส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไม่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าประเภทวีลิมิเตอร์ (V-limiter) โดยของเสียประเภทรอยแตกร้าวบริเวณหน้าได (Die Crack) มีอัตราส่วนเมื่อเทียบต่อล้านชิ้นคิดเป็น 1661 PPM ซึ่งผู้วิจัยได้ระดมความคิดกับทีมสมาชิกเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาโดยให้แผนภูมิเหตุและผล (Cause and Effect diagram) หรือเรียกอีกอย่างว่าแผนภูมิก้างปลา และกำหนดเป้าหมายของการศึกษาค้นหาสาเหตุของเสียเทียบต่อล้านชิ้นของของเสียประเภทรอยแตกร้าวบริเวณหน้าได (Die Crack) โดยใช้หลักการซิกส์ ซิกม่ามาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงกระบวนการ

8.2 ขั้นตอนการวัด

ขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาระบบการวัด โดยอธิบายถึง ระบบการวัดที่กระบวนการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าของชิ้นงาน เนื่องจากเมื่อผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัสประกอบเสร็จแล้ว จะไม่สามารถตรวจสอบรอยแตกร้าวบริเวณหน้าได (Die crack) ด้วยสายตาได้ จึงใช้การทดสอบทางไฟฟ้าเป็นการตรวจสอบ โดยมีข้อสรุปว่า ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส ไม่ผ่านการทดสอบทางไฟฟ้าประเภทวีลิมิเตอร์ (V-limiter) นั้นหมายความว่าภายในตัวชิ้นงานนั้นมีรอยแตกร้าวเกิดขึ้นบริเวณหน้าได การศึกษาระบบการวัดของเครื่องทดสอบชิ้นงาน (Tester) จึงเกิดขึ้นในขั้นตอนนี้ ซึ่งเป็นการศึกษาวิเคราะห์ระบบการวัดแบบ Attribute R&R นั่นคือการวิเคราะห์ความสามารถของระบบการวัดสำหรับข้อมูลนับ โดยจุดประสงค์คือ การวิเคราะห์ระบบการวัด สำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพ เพื่อประเมินความสอดคล้อง (Consistency) และความสม่ำเสมอ (Uniformity) ของระบบการวัดของเครื่องทดสอบชิ้นงาน (Tester) เพื่อนำไปใช้เพิ่มความสม่ำเสมอระหว่างเครื่องทดสอบชิ้นงาน (Tester) ตลอดจนปรับปรุงจัดความไม่สอดคล้องกัน (Inconsistency) ที่เกิดขึ้นในขั้นตอนของการตรวจสอบหรือประเมินผล ผลที่ได้จากขั้นตอนนี้คือ เครื่องทดสอบชิ้นงานสามารถดักจับ ชิ้นงานของดีของเสีย ได้เท่ากับ 100% การทำซ้ำทั้ง 3 ครั้ง ถูกต้องตรงกัน 100% จึงสามารถใช้ผลการทดสอบ % ของเสียประเภทวีลิมิเตอร์ (V-limiter) จากเครื่องทดสอบชิ้นงานแต่ละเครื่องมาใช้วิเคราะห์ หรือทดสอบสมมุติฐานทางสถิติได้

8.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ สาเหตุของปัญหา

ขั้นตอนการวิเคราะห์ สาเหตุของปัญหาโดยการระดมความคิดในที่ทีมงานคุณภาพ โดยใช้แผนภูมิเหตุและผลหาสาเหตุที่เป็นไปได้ ที่ก่อให้เกิด ของเสียประเภท รอยแตกร้าวบริเวณหน้าได (Die crack) โดยปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ คือ สาเหตุจาก คน (Man) , วัสดุดิบ (Material) , วิธีการ (Method) , เครื่องจักร (Machine) โดยการวิเคราะห์สาเหตุที่แท้จริงของปัญหากระทำด้วยกระบวนการทางสถิติ เรื่องการวิเคราะห์ความผันแปรของข้อมูล ANOVA นำมาซึ่งข้อสรุปว่า ความผันแปรของเครื่องจักรในกระบวนการหล่อชิ้นงาน เป็นสาเหตุที่นำไปสู่การเกิดของเสียประเภท รอยแตกร้าวบริเวณหน้าได (Die crack) ทางผู้ทำวิจัยและ ทีมงานคุณภาพ ที่มีส่วนร่วมในโครงการวิจัย ได้เข้าไปตรวจสอบสภาพและการทำงานของเครื่องจักรในกระบวนการหล่อชิ้นงานพบว่า แปร่งที่ใช้ทำ ความสะอาดหน้าแม่พิมพ์เกิดการชำรุด ทำให้ทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ มีความสะอาดไม่เพียงพอ มีเศษผงของคอมพาว์พลาสติก และคราบคอมพาว์พลาสติกติดค้างอยู่บริเวณหน้าแม่พิมพ์ ซึ่งส่งผลให้ เมื่อชิ้นงานถัดไปเข้าสู่กระบวนการหล่อชิ้นงานเกิดแรงประทะระหว่างแม่พิมพ์กับเศษผงของคอม

พาว์พลาสติกและกระทบเข้ากับชิ้นงานบริเวณหน้าได แรงประทะ นั้นส่งผลให้เกิดรอยแตกร้าว บริเวณหน้าได (Die Crack) และส่งผลทำให้ ชิ้นงานไม่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าประเภทวิลิ มิเตอร์ (V-limiter) ที่กระบวนการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าของชิ้นงาน

8.4 ขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการ

จากขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา รอยแตกร้าวบริเวณหน้าได (Die crack) พบว่า สภาพของแปร่งทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์มีสภาพผิดปกติ เกิดการชำรุด ผู้วิจัยได้ทำการทดลอง เปลี่ยนแปร่งใหม่ ให้กับเครื่องหล่อชิ้นงานที่แปร่งชำรุด แล้วทำการเก็บข้อมูล % ของเสียประเภทวิลิ มิเตอร์ (V-limiter) เปรียบเทียบระหว่างเปลี่ยนแปร่งใหม่และใช้แปร่งเดิม พบว่าการเปลี่ยนแปร่งใหม่ มีผลทำให้อัตราการเกิดของเสียวิลิ มิเตอร์ (% defect) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากการเปลี่ยน แปร่งที่ใช้ทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ที่ชำรุดแล้ว ทางวิศวกรฝ่ายกระบวนการผลิต ได้มีการประชุม กับพนักงานที่ปฏิบัติงานควบคุมเครื่องหล่อชิ้นงานโดยเน้นย้ำ ในเรื่องการทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ โดยกำหนดให้มีทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ก่อนการนำงานล็อต (lot) ใหม่เข้าเครื่องหล่อชิ้นงาน ซึ่งได้อธิบายเหตุและผลของการทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ให้แก่พนักงานได้รู้และเข้าใจ ว่ามี ผลกระทบและก่อให้เกิดของเสียประเภทรอยแตกร้าวบริเวณหน้าได (Die crack)

8.5 ขั้นตอนควบคุมกระบวนการ

ในขั้นตอนนี้เป็นการควบคุมกระบวนการ โดยนำมาตรการปรับปรุงแก้ไขปัญหา มาทำการ ควบคุมเพื่อให้เกิดการปฏิบัติตามขั้นตอนการปรับปรุงนั้นๆ ตลอดเวลาและยั่งยืน โดยมีการกำหนด มาตรการควบคุม การตรวจสอบสภาพของแปร่งทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ กำหนดความถี่สำหรับ การตรวจสอบสภาพแปร่งทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ โดยมีความถี่ในการตรวจสอบทุกๆ 1 เดือน โดยทีมงานช่างเทคนิคที่มีหน้าที่ดูแลเครื่องจักร ต้องทำการเปลี่ยนแปร่งทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ ใหม่เมื่อพบว่าแปร่งชำรุด กำหนดการควบคุมอายุการใช้งานแปร่งทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ ให้มี การเปลี่ยนใหม่ทุกไตรมาสหรือทุก 3 เดือน โดยมาตรการควบคุมที่ได้กล่าวมาข้างต้นถูกระบุใน รายการ งานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive maintenance task list) และ อีกทั้งได้มีการ กำหนดมาตรฐานการปฏิบัติงานเกี่ยวกับทำความสะอาดหน้าแม่พิมพ์ ให้กับพนักงานที่ปฏิบัติงาน ควบคุมเครื่องหล่อชิ้นงาน โดยกำหนดเป็นเอกสารคู่มือการปฏิบัติงาน (Work instruction) เพื่อให้ พนักงานที่ปฏิบัติงานมีความเข้าใจตรงกันและปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องตลอดเวลา หลังจาก ดำเนินการตามมาตรการทำงานที่กล่าวมาข้างต้น พบว่า จำนวนของเสียประเทรรอยแตกร้าวที่ บริเวณหน้าได (Die crack) เมื่อเทียบต่อล้านชิ้นลดลงจาก 1661 PPM เหลือ 902 PPM และอัตรา

ค่าเฉลี่ยของงานรอคอยการตรวจสอบที่แผนกทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าของชิ้นงาน ในกลุ่มผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัส ลดลงจาก 9.50% เหลือเพียง 4.02% ซึ่งส่งผลทำให้ผลผลิตทันต่อความต้องการของลูกค้า

8.6 ข้อจำกัดในการทำงานวิจัย

ข้อจำกัดในการศึกษาวิจัยมีดังนี้

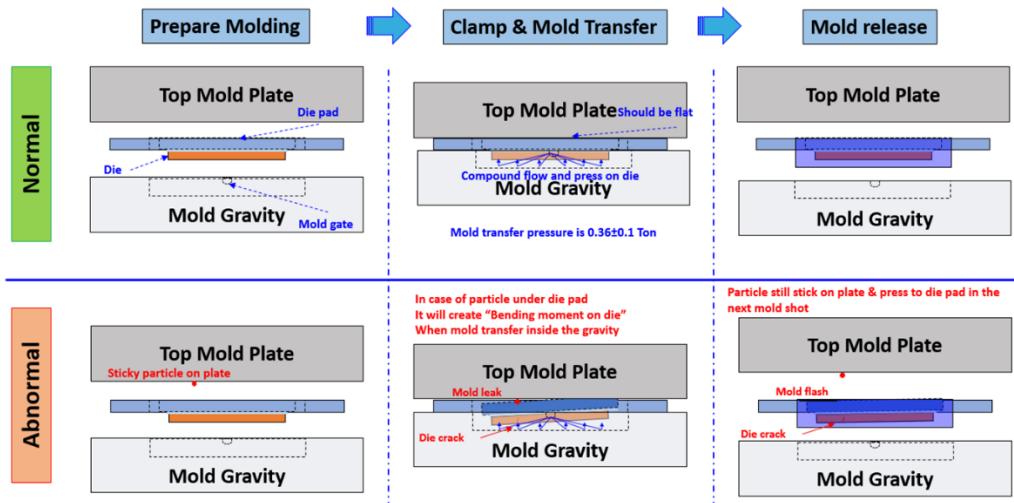
1. ชิ้นงานที่นำมาศึกษาเป็นผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัสเท่านั้น
2. ปัญหาของเสียประเภทรอยแตกร้าวบริเวณหน้าไต ตรวจสอบได้ยากด้วยสายตาต้องวัดผลจาก ของเสียที่เกิดจากกระบวนการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าของชิ้นงาน มุ่งเน้นของเสียที่ไม่ผ่านคุณสมบัติทางไฟฟ้าประเภทโวลติมิเตอร์ (V-limiter) ต้องอาศัยความร่วมมือและประสานงานกันระหว่างกระบวนการประกอบ (Assembly process) และกระบวนการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าของชิ้นงาน (Test process) ในเรื่องข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย
3. งานวิจัยฉบับนี้ศึกษาและปรับปรุงกระบวนการเฉพาะแผนกประกอบ (Assembly process) ที่ผลิตผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวมแบบไม่สัมผัสเท่านั้น

8.7 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะมีดังต่อไปนี้

1. ผลจากการศึกษาวิจัยปรับปรุงกระบวนการในครั้งนี้ สามารถนำไปเป็นแนวทาง หรือบทเรียนให้กับผลิตภัณฑ์แผงวงจรชนิดอื่นที่มีกระบวนการประกอบ หรือมีรูปแบบการทำงานของเครื่องจักรที่คล้ายกันได้
2. การปรับปรุงกระบวนการโดยใช้หลักการ ชิกล์ ชิกลมา มีขั้นตอนการดำเนินงานเป็นระบบ ช่วยให้การดำเนินการปรับปรุง ไม่ข้ามขั้นตอน ช่วยสืบหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา นำไปสู่แนวทางในการแก้ไข และการปรับปรุงกระบวนการอย่างยั่งยืน สามารถนำหลักการ ชิกล์ ชิกลมา ไปประยุกต์ใช้กับกระบวนการอื่นๆได้
- 3.ความร่วมมือจากหน่วยงานทุกฝ่ายเป็นสิ่งสำคัญที่มีผลต่อความสำเร็จใน การปรับปรุงกระบวนการ

ภาคผนวก



รูปที่ 5.25 แสดงขั้นตอนการเกิดรอยร้าวบริเวณหน้าไต ที่เกิดจากเครื่องจักรที่ใช้ในการห่อหุ้มชิ้นงาน (Encapsulation Machine)

นิยามคำศัพท์ในกระบวนการห่อหุ้มชิ้นงาน (Encapsulation Process)

- 1.Molding : การขึ้นรูปพลาสติกให้เป็นชิ้นงาน หรือฉีดพลาสติกคอมปาวด์ เพื่อห่อหุ้มชิ้นงาน โดยใช้แม่พิมพ์ฉีด
- 2.Mold Plate : แม่พิมพ์ฉีดแบบสองแผ่นประกอบด้วย
 - 2.1 Top Mold Plate : แผ่นแม่พิมพ์แบนเรียบ
 - 2.1 Mold Gravity : แผ่นแม่พิมพ์แบบมีเขี้ยว
- 3.Prepare Molding : ขั้นตอนการเตรียมการขึ้นรูปพลาสติก
- 4.Clamp and Molding Transfer : ขั้นตอนการฉีดพลาสติกคอมปาวด์เพื่อห่อหุ้มชิ้นงาน
5. Mold release : การปล่อยตัวออกจากกันของแผ่นแม่พิมพ์เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการฉีดพลาสติก

บรรณานุกรม

- AIAG. (2010). *Measurement Systems Analysis (MSA), Reference Manual Fourth Edition*
Contactless module. Retrieved from <https://www.nedcard.com/contactless-module>
- D.C. Montgomery , & G.C. Runger. (2010). *Applied statistics and probability engineers*
(USA: John Wiley & Sons).
- Pyzdek T , & A, K. P. (2010). *Six Sigma Handbook, A Complete Guide for Green Belts, Black Belts, and Manager at All levels* New York: McGraw-Hill.
- Risk Modeling, Assessment, and Management (Wiley Series in Systems Engineering and Management)* (4th Edition ed.).
- Vijchulata, P. (2000). *Blade breakage reduction in CSP, singulation process.* (Master of Engineering), Chulalongkorn,
- เสรี กุลปิยะ. (2556). การประยุกต์ใช้ซิกซ์ ซิกมาในการลดข้อบกพร่องจากการบินของผลิตภัณฑ์วงจรรวม. (วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
- ปารเมศ ชูติมา. (2545). การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม (Vol. 1): สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พัชรนิสา เสนีกาญจน์ (2561). การศึกษาสาเหตุความผิดพลาดในการวัดขนาดของงานพลาสติกด้วยหลักการวิเคราะห์ระบบการวัด (MSA) กรณีศึกษา โรงงานชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์.
- วราฤทธิ์ พานิชกิจโกศลกุล (2560). การวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้โปรแกรม R. Retrieved
- วสันต์ พุกผาสุข. (2551). การลดของเสียจากกระบวนการชุบโครเมียมโดยประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ ซิกมา: กรณีศึกษาบริษัทในอุตสาหกรรมชุบโครเมียม. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 33-42.
- ศันสนีย์ พิสุทธิ์กุลกิจ. (2557). การลดความโค้งงอของคอนแทคดูเอิลอินเตอร์เฟซซีพในโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
- สุตันตรา แซ่จิว (2554). การลดของเสียประเภทรอยขีดข่วนในกระบวนการผลิตแผงวงจรไฟฟ้ารวม. (วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ฉัญวรัตน์ สวัสดิ์สุภผล
วัน เดือน ปี เกิด	15 สิงหาคม 2526
สถานที่เกิด	น่าน
วุฒิการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ที่อยู่ปัจจุบัน	กรุงเทพ



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY