การลดและควบคุมของเสียของการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม ในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำของโรงงานผลิตเซมิคอนดัคเตอร์

นางสาวศิริไพลิน วังภูงา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2555
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

DEFECT REDUCTION AND CONTROL OF NON STICK ON BONDING PAD IN WIRE BOND PROCESS OF SEMICONDUCTOR INDUSTRY

Miss Siripailin Wangpoonga

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2012

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การลดและควบคุมของเสียของการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำของโรงงานผลิตเซมิคอนดัคเตอร์
โดย	นางสาวศิริไพลิน วังภูงา
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐชา ทวีแสงสกุลไทย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐชา ทวีแสงสกุลไทย)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภัสสวงศ์ โรจนโรวรรณ)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย)

ศิริไพลิน วังภูงา : การลดและควบคุมของเสียของการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำของโรงงานผลิตเซมิคอนดัคเตอร์ . (DEFECT REDUCTION AND CONTROL OF NON STICK ON BONDING PAD IN WIRE BOND PROCESS OF SEMICONDUCTOR INDUSTRY)อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ.ดร.ณัฐชา ทวีแสงสกุลไทย,122 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดและควบคุมปัญหาการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม โดยประยุกต์ใช้เทคนิคทางคุณภาพ เริ่มต้นด้วยการจัดตั้งทีมงานในการปรับปรุงคุณภาพเพื่อทำการแก้ไขปัญหาคุณภาพอย่างตรงจุด และมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยประกอบไปด้วย 5 ระยะ ได้แก่ (I) ระยะการกำหนดปัญหา โดยทำการศึกษาสภาพปัญหาปัจจุบัน พบว่ากระบวนการที่พบปัญหามากที่สุดคือ กระบวนกา รเชื่อมลวดทองคำ โดยมีปัญหาหลักคือการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมเป็นจำนวนมากถึง 47% การวิจัยนี้จึงมุ่งลดและควบคุมปัญหานี้ (II) ระยะการหาสาเหตุหลักของปัญหาโดยใช้แผนผังก้างปลาเพื่อหาสาเหตุหลักที่ส่งผลต่อปัญหาการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมและทำการวิเคราะห์สาเหตุและผลกระทบของสาเหตุหลักของปัญหาที่มีความรุนแรงมากที่สุดมาดำเนินการแก้ไข พบว่า พารามิเตอร์ในการเชื่อมลวดทองคำไม่เหมาะสมและพนักงานขาดทักษะในการปฏิบัติงาน (III) ระยะการหาวิธีการแก้ปัญหาประกอบด้วยการออกแบบการทดลอง เพื่อหาค่าที่เหมาะสมของพารามิเตอร์ในการปรับตั้งเครื่องจักรโดยมีตัวแปรตอบสนองคือค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวด และ การสร้างมาตรฐานการปฏิบัติงานในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ (IV) ระยะการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิ บัติตามแผนงานที่กำหนดไว้ดังนี้ (1)กำหนดให้มีค่าปรับตั้งพารามิเตอร์ของเครื่องจักรตามลำดับดังนี้ กำลังในการเชื่อมลวดอยู่ที่ 80 มิลลิแอมป์และแรงในการเชื่อมลวดอยู่ที่ 50 กรัม (2)ฝึกอบรมพนักงานตามมาตรฐานที่จัดทำขึ้นมาใหม่และมีติดตามผลการฝึกอบรมอย่างเป็นระยะ (3) กำหนดแผนควบคุมโดยใช้แผนภูมิควบคุมเพื่อควบคุมค่าความแข็งแรงในการยึดติดของเส้นลวด (V) ระยะการประเมินผลเปอร์เซ็นต์ของเสียการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมก่อนทำการปรับปรุง ระหว่างทำการปรับปรุง และหลังทำการปรับปรุง พบว่าหลังทำการปรับปรุงเปอร์เซ็นต์ของเสียการเชื่ อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมลดลงจาก 9.40% เป็น 2.14% คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของเสียที่ลดลง 7.26% ซึ่งสามารถลดต้นทุนได้ถึง 4.6 ล้านบาทต่อปี

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อ อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา 2555 .....

5371447221 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORDS : DEFECT REDUCTION / SEMICONDUCTOR / QUALITY IMPROVEMENT/ DESIGN OF EXPERIMENT

SIRIPAILIN WANGPOONGA : DEFECT REDUCTION AND CONTROL OF NON STICK ON BONDING PAD IN WIRE BOND PROCESS OF SEMICONDUCTOR INDUSTRY.ADVISOR : ASSOC.PROF. NATCHA THAWESAENGSKUL-THAI,Ph.D., 122 pp.

This research was studied in semiconductor manufacturing which has produced integrated circuit. The quality improvement team has been set and worked closely for improvement.The purpose of this study is to reduce and control non stick on bonding pad in wire bond process.The methodology of this study composed of 5 phase. Phase I, Quality problem definition, to identify the quality problem by using quality technique such as graph, pareto chart and etc.The result showed that the most important process that impact with product quality was the wire bond process. Moreover, the main problem of wire bond process was a non-stick on bonding pad which has occurred high percentage up to 47%. Phase II, Root cause analysis, The root cause of this study were (1)improper wire bond parameter and (2)lack of training for wire bond operator. Phase III, problem solving was composed of two alternatives such as design of experiment and develop of work instruction of wire bond process. Phase IV implement the action plan generated from previous phase. (1)Define wire bond parameter setting at 80 mA of bond power and 50 grams of bond force (2)Training the operator to understanding the correct method of work instruction then evaluate the result of training (3) Define control plan and using control chart to control ball shear strength. Finally,the last phase evaluate the result compare before implement during implement and after implement.The result shows that non stick on bonding pad reduce 7.26%.Total cost reduction is 4.6 million bath annually.

Department : Industrial Engineering Student's Signature .....

Field of Study : Industrial Engineering Advisor's Signature .....

Academic Year : 2012 .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐชา ทวีแสงสกุลไทย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยาพนธ์ ที่คอยเอาใจใส่ดูแล ให้ความรู้ทางทฤษฎีต่างๆ และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ตลอดจนแนวทางในการแก้ปัญหาและการติดตามความคืบหน้าของวิทยานิพนธ์อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งผู้วิจัยต้องกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภัสสวงศ์ โรจนโรวรรณ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้ให้ความกรุณาตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณผู้จัดการฝ่ายควบคุมคุณภาพของโรงงานกรณีศึกษาที่สนับสนุนในด้านข้อมูลและคำแนะนำต่างๆ ตลอดจนทีมงานปรับปรุงคุณภาพ พี่ๆพนักงานโรงงานกรณีศึกษาทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือและความช่วยเหลือจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนจนทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการศึกษาครั้งนี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญรูป..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ข้อมูลทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษา..... 1

1.2 ที่มาและความสำคัญของปัญหา..... 7

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 10

1.4 ขอบเขตงานวิจัย..... 11

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ..... 11

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 11

1.7 ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย..... 11

1.8 แผนการดำเนินงานวิจัย..... 14

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 15

2.1 ทฤษฎีคุณภาพ..... 15

2.1.1 คำนิยามของคุณภาพ..... 15

2.1.2 การควบคุมคุณภาพ..... 16

2.1.3 การปรับปรุงคุณภาพ..... 17

2.1.4 ปัญหาคุณภาพ..... 18

2.1.5 กระบวนการแก้ปัญหาคุณภาพ..... 20

2.1.6 ขั้นตอนการแก้ปัญหาคุณภาพ..... 21

หน้า

2.2 เทคนิคทางคุณภาพ..... 23
2.2.1 แผนภาพพาเรโต..... 23
2.2.2 แผนภาพก้างปลา..... 24
2.2.3 การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment)..... 26
2.2.4 ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA)..... 31
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 34
บทที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล..... 41
3.1 การจัดตั้งทีมงานสำหรับการแก้ปัญหาคุณภาพของโรงงาน..... 41
3.2 การศึกษากระบวนการเชื่อมลวดทองคำของโรงงานกรณีศึกษา..... 42
3.3 การศึกษาสภาพปัญหาปัจจุบัน..... 47
3.4 สรุประยะการกำหนดปัญหา..... 51
บทที่ 4 ระยะการหาสาเหตุหลักของปัญหา..... 57
4.1 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาจากแผนผังแสดงเหตุและผล..... 57
4.2 การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ..... 54
4.3 สรุปผลระยะการหาสาเหตุหลักของปัญหา..... 59
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 60
5.1 วิธีการแก้ปัญหา..... 60
5.2 การออกแบบการทดลอง..... 62
5.3 การสร้างมาตรฐานการปฏิบัติงาน..... 81
5.4 สรุปผลระยะการหาวิธีการแก้ปัญหา..... 85
บทที่ 6 ระยะการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ..... 86
6.1 การฝึกอบรมและการประเมินผลการฝึกอบรมของพนักงาน..... 87
6.2 การสร้างแผนภูมิควบคุมกระบวนการ..... 87
6.3 เก็บข้อมูลการตรวจงาน 100%..... 90

หน้า

6.4 การประเมินผลการปฏิบัติงาน..... 90
6.5 สรุปผลระยะการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ..... 90
บทที่ 7 ระยะการประเมินผล..... 91
7.1 ข้อมูลในการประเมินผลการปฏิบัติงาน..... 91
7.2 สรุประยะประเมินผล..... 97
บทที่ 8 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 98
8.1 สรุปผลการวิจัย..... 98
8.1.1 สรุปผลการปะยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคนิคต่างๆ..... 98
8.1.2 สรุปการดำเนินการวิจัยในแต่ละระยะ..... 101
8.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย..... 105
8.3 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานวิจัย..... 105
8.4 ข้อเสนอแนะ..... 105
รายการอ้างอิง..... 107
ภาคผนวก 111
ภาคผนวก ก 112
ภาคผนวก ข 114
ภาคผนวก ค 117
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 122

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 การให้คะแนนของทีมงานที่แสดงถึงความรุนแรงของปัญหาที่ต้องเร่งดำเนินการแก้ไข..... 9
ตารางที่ 1.2 ระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอน..... 14
ตารางที่ 2.1 แสดงสาเหตุของการแปรผัน..... 18
ตารางที่ 2.2 การจำแนกปัญหาตามแนวทางของปรมาจารย์ 20
ตารางที่ 2.3 การเปรียบเทียบขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาของวิธีต่างๆ..... 22
ตารางที่ 2.4 สรุปสิ่งที่ได้รับจากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัย..... 40
ตารางที่ 3.1 แสดงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงานในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ..... 43
ตารางที่ 4.1 ผลการคัดเลือกสาเหตุหลักที่ได้จากการทำ FMEA สำหรับนำไปหาวิธีการแก้ไขปัญหา..... 59
ตารางที่ 5.1 แผนผังต้นไม้ในการแก้ปัญหาการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม..... 60
ตารางที่ 5.2 แสดงปัจจัยและระดับปัจจัยที่ใช้ในการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^k (2^k factorial design)..... 65
ตารางที่ 5.3 แสดงอำนาจของการทดสอบของจำนวนการทดลองซ้ำ..... 67
ตารางที่ 5.4 รายละเอียดในการออกแบบการทดลองโดยใช้โปรแกรม Minitab..... 68
ตารางที่ 5.5 การออกแบบ (Design matrix) สำหรับ 2^k factorial design..... 69
ตารางที่ 5.6 ความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวดที่ได้จากการทดลอง..... 71
ตารางที่ 5.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตอบสนอง..... 76
ตารางที่ 5.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบจำลองการถดถอยด้วยโปรแกรม Minitab..... 80
ตารางที่ 5.9 ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการปรับตั้งเครื่องจักร..... 81
ตารางที่ 5.10 แสดงวิธีการวิเคราะห์หาวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ Why-Why analysis..... 82
ตารางที่ 5.11 แสดงมาตรฐานการปฏิบัติงานและผู้ที่ใช้มาตรฐานการปฏิบัติงาน..... 83
ตารางที่ 6.1 แผนการดำเนินงานแก้ไขปัญหาการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม..... 86

หน้า

ตารางที่ 6.2 แผนการควบคุมในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ..... 90
ตารางที่ 7.1 ค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวดก่อนการปรับปรุง……... 91
ตารางที่ 7.2 ค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวดหลังการปรับปรุง…… 92
ตารางที่ 7.3 แสดงผลการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าความแข็งแรงของเส้นลวดระหว่างก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง……..... 94
ตารางที่ 7.4 แสดงการคำนวณต้นทุนที่ลดลงต่อปี..... 96
ตารางที่ 8.1 สรุปการประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคนิคต่างๆในงานวิจัย……..... 99
ตารางที่ 8.2 แสดงผลการดำเนินการวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้……..... 103

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 แสดงไอซีประเภท PDIP(Plastic Dual Inline Package) 2
รูปที่ 1.2 แสดงไอซีประเภท SOJM (Small Outline J-Lead Package)..... 2
รูปที่ 1.3 แสดงไอซีประเภท VSOP (Very Small Outline Package)..... 2
รูปที่ 1.4 แสดงไอซีประเภท MSOPM (Mini Small Outline Package) 2
รูปที่ 1.5 แสดงไอซีประเภท SC70 (Small Circuit)..... 3
รูปที่ 1.6 แสดงไอซีประเภท SOT (Small Outline Transistor)..... 3
รูปที่ 1.7 แสดงไอซีประเภท QFN (Quad Flat No Lead Package)..... 3
รูปที่ 1.8 แสดงไอซีประเภท DFN (Dual Flat No Lead Package)..... 3
รูปที่ 1.9 แสดงแผนผังกระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา..... 6
รูปที่ 1.10 แผนภูมิพาเรโตแสดงจำนวนเปอร์เซ็นต์ของเสียของแต่ละแพคเกจ..... 7
รูปที่ 1.11 แสดงแผนการผลิตแต่ละแพคเกจในปี พ.ศ. 2555..... 8
รูปที่ 1.12 แสดงมูลค่าต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์แบ่งตามแพคเกจในปี พ.ศ. 2555..... 8
รูปที่ 1.13 แผนภาพพาเรโตแสดงจำนวนไอซีที่เสียและเปอร์เซ็นต์ไอซีที่เสีย
ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนกันยายน พ.ศ2554..... 9
รูปที่ 2.1 (ก) ปัญหาที่ต้องการแก้ไข
(ข) ปัญหาที่ต้องการบรรลุเป้าหมาย 18
รูปที่ 2.2 (ก) ปัญหาคุณภาพที่ต้องการแก้ไข
(ข) ปัญหาคุณภาพที่ต้องการบรรลุเป้าหมาย 19
รูปที่ 2.3 หลักการพาเรโต..... 24
รูปที่ 2.4 แผนภาพก้างปลา..... 25
รูปที่ 2.5 แสดงตัวแบบการทดลองแบบ 2 และ 3 ปัจจัย..... 30
รูปที่ 3.1 แผนภูมิการไหลในพื้นที่ Front of Line..... 42
รูปที่ 3.2 แผนภูมิการไหลของกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ..... 45
รูปที่ 3.3 แสดงส่วนประกอบต่างๆหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ..... 46
รูปที่ 3.4 (บน) แสดงลักษณะของเสียประเภทการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม
(ล่าง) แสดงลักษณะการเชื่อมลวดติดบนแผงวงจรรวม..... 47
รูปที่ 3.5 แผนภาพพาเรโตแสดงปัญหาที่ลูกค้าเคลมของแพคเกจ SOJM ในปี 2554..... 47

หน้า

รูปที่ 3.6 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ไอซีที่เสียรวมของแพคเกจ SOJM..... 49
รูปที่ 3.7 กราฟแสดงจำนวนต่างๆของแพคเกจ SOJM ที่ทำการผลิต
ตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนกันยายน 2554..... 50
รูปที่ 3.8 แผนภาพการกระจายระหว่างปริมาณไอซีที่เสียรวมกับ
ปริมาณไอซีที่เชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม (NSOP) 50
รูปที่ 4.1 แผนผังเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)..... 53
รูปที่ 4.2 การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) ของกระบวนการเชื่อม
ลวดทองคำ..... 56
รูปที่ 5.1 แผนผังกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity Diagram)..... 62
รูปที่ 5.2 Normal probability plot ของส่วนตกค้างกับค่า Bond shear strength..... 72
รูปที่ 5.3 แผนภาพการกระจายระหว่างส่วนตกค้างกับลำดับการเก็บข้อมูล..... 73
รูปที่ 5.4 แผนภาพการกระจายระหว่างส่วนตกค้างกับข้อมูลที่ถูกฟิต..... 74
รูปที่ 5.5 Normal probability plot แสดงปัจจัยหลักและอันตรกิริยาที่มีนัยสำคัญ..... 75
รูปที่ 5.6 แผนภาพพาเรโตแสดงปัจจัยหลักและอันตรกิริยาที่มีนัยสำคัญ..... 75
รูปที่ 5.7 ผลหลักของปัจจัยที่มีต่อตัวแปรตอบสนอง..... 78
รูปที่ 5.8 ผลของอันตรกิริยาระหว่างปัจจัยที่มีต่อตัวแปรตอบสนอง..... 79
รูปที่ 5.9 ขั้นตอนการจัดทำมาตรฐานการทำงานในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ..... 83
รูปที่ 5.10 ขั้นตอนการจัดทำมาตรฐานการฝึกอบรม..... 84
รูปที่ 6.1 แผนการแก้ไขและป้องกันเมื่อเกิดสภาวะออกนอกการควบคุม..... 89
รูปที่ 7.1 Probability plot ของค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวดก่อนการ
ปรับปรุง..... 93
รูปที่ 7.2 Probability plot ของค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวดหลังการ
ปรับปรุง..... 93
รูปที่ 7.3 แผนภูมิควบคุม X-bar ของค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้น
ลวด..... 95
รูปที่ 7.4 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ไอซีที่เชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมของแพคเกจ
SOJM..... 96

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันธุรกิจในภาคอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์มีการแข่งขันกันอย่างรุนแรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในธุรกิจอุตสาหกรรมการผลิต แผงวงจรรวม เนื่องจากลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ที่มีวัฏจักรชีวิตที่สั้นกว่าสิน ค้าอุปโภคบริโภคในกลุ่มธุรกิจอื่น ทำให้แต่ละองค์กรต้องมีการกำหนดกลยุทธ์เพื่อให้องค์กรสามารถอยู่รอดได้ กลยุทธ์หนึ่งที่มีการนำมาใช้แข่งขันกันในธุรกิจกลุ่มนี้ก็คือ การส่งมอบให้ทันเวลา (On Time Delivery) องค์กรใดที่สามารถส่งผลิตภัณฑ์ใหม่ออกสู่ตลาดได้ก่อน ย่อม จะมีโอกาสในการทำกำไรได้สูงกว่าองค์กรคู่แข่ง เนื่องจากกลไกราคาของตลาดที่ทำให้ช่วงแรกของสินค้ากลุ่มอิเล็กทรอนิกส์จะมีราคาสูง และมีราคาตกลงม าอย่างรวดเร็วในเวลาเพียงไม่กี่เดือน จากที่กล่าวมาแล้วว่าวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์มีระยะสั้น เพื่อให้ธุรกิจสามารถแข่งขันกั บผู้ผลิตรายอื่นได้นั้น จึงต้องมีการบริหารการผลิตที่ดีเพื่อลดความสูญเสียจากของเสียที่เกิดขึ้นหรือกิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าในกระบวนการผลิต ซึ่งความสูญเสียนั้นก็คือต้นทุนในการผลิตนั่นเอง ดังนั้นผู้ประกอบการจึงจำเป็นต้องปรับตัวเพื่อให้ธุรกิจอยู่รอดได้ โดยห าแนวทางมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ปรับปรุงกระบวนการและลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต เพื่อให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจสูงสุด

1.1 ข้อมูลทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษา

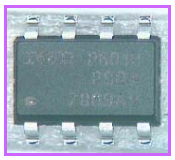
โรงงานกรณีศึกษาทำการผลิตแผงวงจรรวม (Integrated circuit : IC) ซึ่งเป็นส่วนประกอบในโทรศัพท์ มือถือ กล้องถ่ายรูป Digital และคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ประเภทของแผงวงจรรวม (IC Package) ของโรงงานกรณีศึกษาสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. ไอซีประเภททรูโฮล (Through-Hole Package) เป็นไอซีชนิดที่มีขา (Lead) และจะต้องมีการเจาะรูบนแผ่นปริ้นท์ให้ทะลุ เพื่อยึดขาไ อซีบนโฮลเพลทโดยการบัดกรี ไอซีประเภทนี้ได้แก่ DIP (Dual Inline Package) ไอซีประเภทนี้สามารถแบ่งตามสารคอมปาวด์ที่ฉีดเข้าไปที่โมลด์ของตัวไอซี ซึ่งโรงงานกรณีศึกษาใช้พลาสติกเป็นสารคอมปาวด์ จึงเรียกไอซีประเภทนี้ว่า PDIP (Plastic Dual Inline Package) ดังรูปที่ 1.1

รูปที่ 1.1 แสดงไอซีประเภท PDIP(Plastic Dual Inline Package)

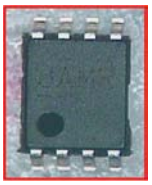
2. ไอซีประเภทเซอร์เฟสเมาท์ (Surface Mount) ของโรงงานกรณีศึกษาสามารถแบ่งออกได้ดังต่อไปนี้

2.1 SOJM (Small Outline J-Lead package) มีลักษณะดังแสดงดังในรูปที่ 1.2



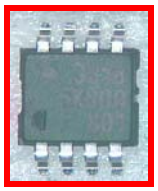
รูปที่ 1.2 แสดงไอซีประเภท SOJM (Small Outline J-Lead Package)

2.2 VSOP (Very Small Outline Package) มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 แสดงไอซีประเภท VSOP (Very Small Outline Package)

2.3 MSOPM (Mini Small Outline Package) มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 1.4



รูปที่ 1.4 แสดงไอซีประเภท MSOPM (Mini Small Outline Package)

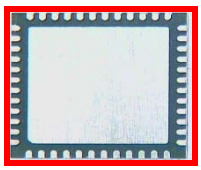
2.4 SC70 (Small Circuit) มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 1.5

รูปที่ 1.5 แสดงไอซีประเภท SC70 (Small Circuit)

2.5 SOT (Small Outline Transistor) มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 1.6

รูปที่ 1.6 แสดงไอซีประเภท SOT (Small Outline Transistor)

2.6 QFN (Quad Flat No Lead Package) มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 1.7



รูปที่ 1.7 แสดงไอซีประเภท QFN (Quad Flat No Lead Package)

2.7 DFN (Dual Flat No Lead Package) มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 1.8

รูปที่ 1.8 แสดงไอซีประเภท DFN (Dual Flat No Lead Package)

กระบวนการผลิตไอซีแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

1. Front of line process ประกอบด้วย

1.1 กระบวนการติดไดย์ (Die Attach) เป็นขั้นตอนการนำตัว Die มาติดลงบน Lead Frame โดยใช้กาว epoxy

1.2 กระบวนการอบหลังการติดไดย์ (Die Attach Cure) เป็นขั้นตอนการอบ epoxy ให้แห้ง

1.3 กระบวนการเชื่อมลวดทองคำ (Wire Bond) เป็นขั้นตอนการเชื่อมวงจรไฟฟ้า ด้วยลวดทองคำ

1.4 กระบวนการตรวจสอบ 100% (Visual Inspection) เป็นขั้นตอนการตรวจอาการเสียของการติด Die และการเชื่อมลวดโดยการตรวจใต้กล้อง Low Power ทำการตรวจ 100 % โดยพนักงานฝ่ายผลิต

2. End of line process ประกอบด้วย

2.1 กระบวนการหล่อแพคเกจ (Mold) เป็นขั้นตอนการหล่อแพ็คเกจโดยใช้คอมปาวด์

2.2 กระบวนการอบหลังการหล่อแพคเกจ (Post Mold Cure) เป็นขั้นตอนการอบตัวงานให้มีความคงทน แข็งแรงมากยิ่งขึ้น

2.3 กระบวนการตัดส่วนที่ยึดขางาน (Dejunk /Trim) เป็นขั้นตอนการตัดเศษพลาสติกส่วนเกินออกและการตัด Dam bar ที่เป็นตัวยึดขา Lead ออก

2.4 กระบวนการทำความสะอาด (Deflash) เป็นขั้นตอนการขจัดคราบโมลด์ลีลิสฟิล์ มที่ติดบนขางานและทำความสะอาดตัวงาน

2.5 กระบวนการพิมพ์ตัวอักษรบนตัวงาน (Laser Marking) เป็นขั้นตอนการพิมพ์ตัวอักษรทั้งด้านบนและด้านล่างของตัวงานโดยใช้แสงเลเซอร์

2.6 กระบวนการชุบขางาน (Plating) เป็นขั้นตอนการชุบโลหะที่ขางานด้วยกระแสไฟฟ้าโดยใช้ Solder & Tin เพื่อป้องกันขางานเป็นสนิม

2.7 กระบวนการดัดขางาน (Form and Singulation) เป็นขั้นตอนการดัดขาหรือขึ้นรูปขางานตามลักษณะชนิดของตัวงานและตัดแยกงานออกเป็นตัวๆ

2.8 กระบวนการตรวจสอบ 100% (Visual Inspection) เป็นขั้นตอนการตรวจอาการเสียตั้งแต่ Mold จนถึง Singulation รวมถึงการใช้วัตถุดิบต่าง ๆ ตรวจโดย ใช้แว่นขยาย 3 เท่าหรือใต้กล้องโลเพาว์เวอร์ 100 % โดยพนักงานฝ่ายผลิต

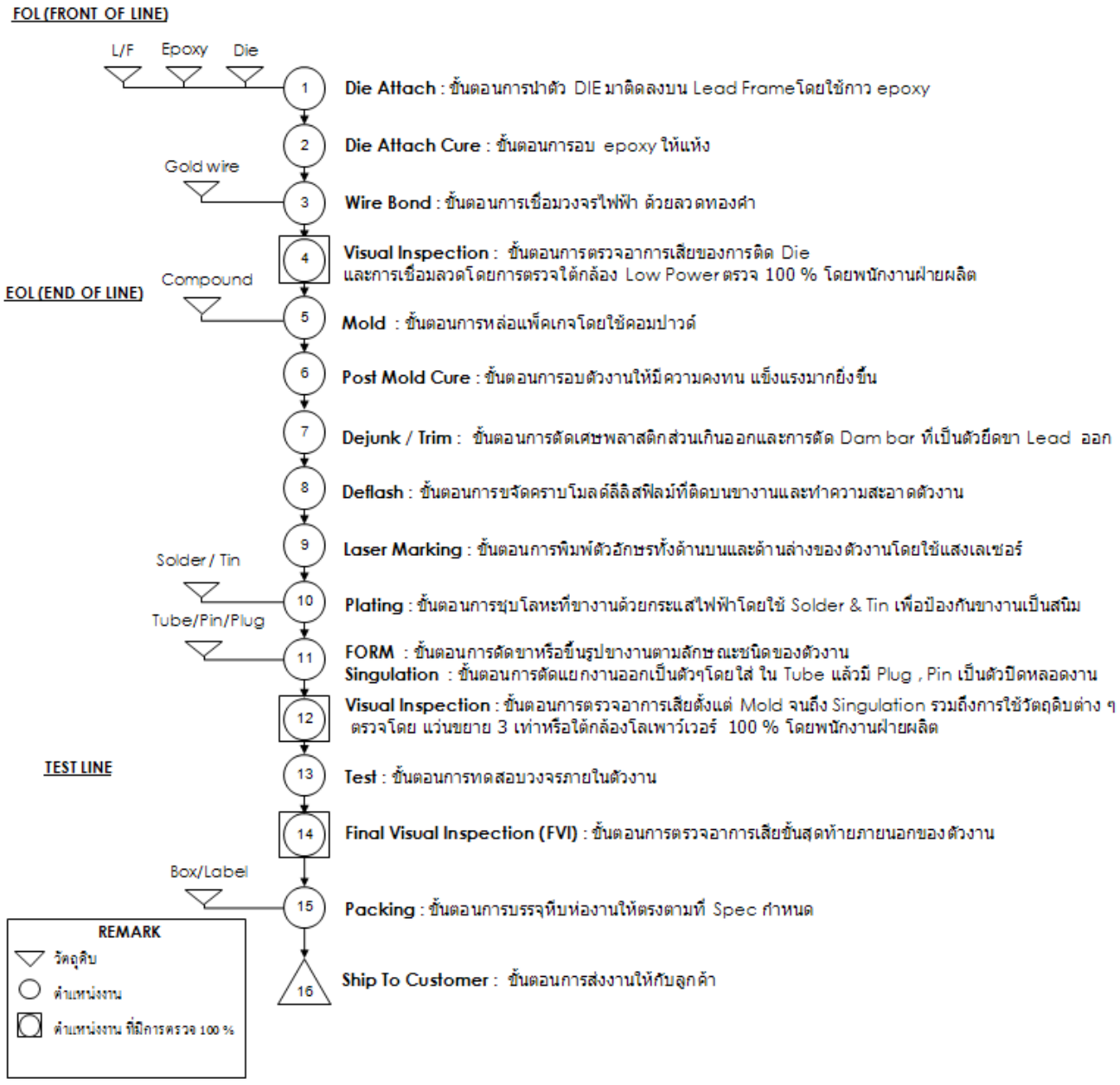
3. Test and packing process ประกอบด้วย

3.1 กระบวนการทดสอบ (Test) เป็นขั้นตอนการทดสอบวงจรภายในตัวงาน

3.2 กระบวนการตรวจสอบขั้นสุดท้าย (Final Visual Inspection) เป็นขั้นตอนการตรวจอาการเสียขั้นสุดท้ายภายนอกของตัวงาน

3.3 กระบวนการบรรจุหีบห่อ (Packing) เป็นขั้นตอนการบรรจุหีบห่องานให้ตรงตามที่ Spec กำหนด

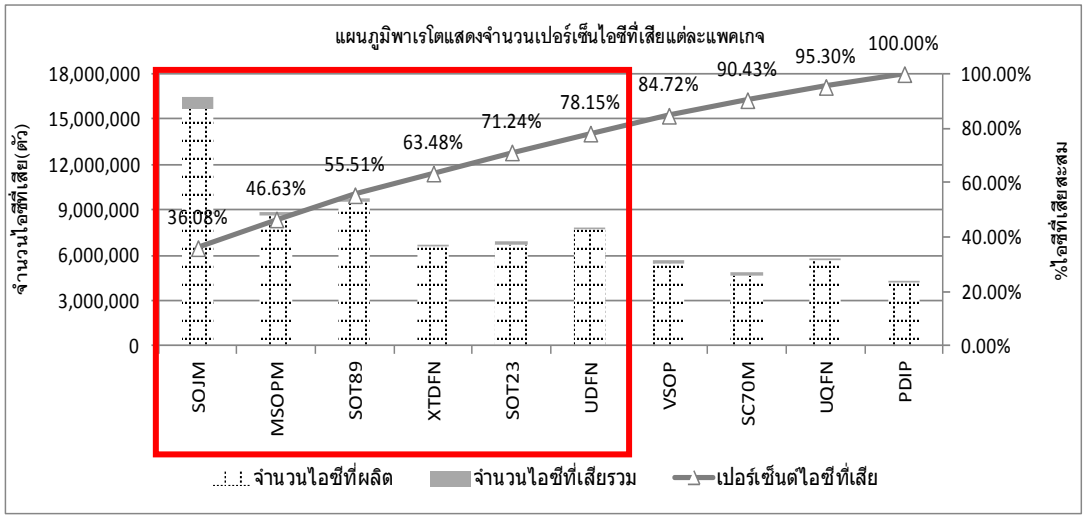
รายละเอียดขั้นตอนการผลิตแผงวงจรรวมสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1.9



รูปที่ 1.9 แสดงแผนผังกระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา

1.2 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

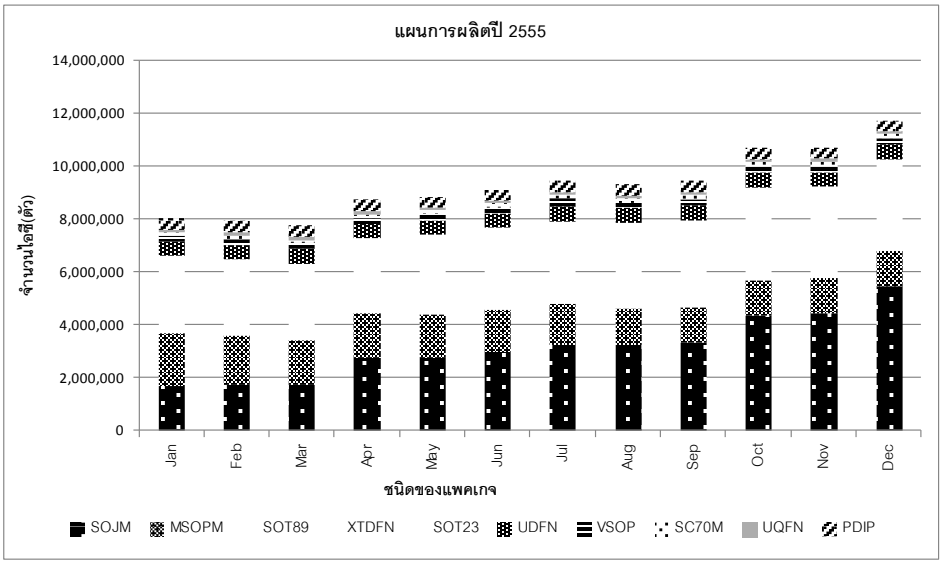
กระบวนการผลิตแผงวงจรรวมของโรงงานกรณีศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ Front of Line, End of Line และ Test and packing จากการสำรวจข้อมูลของเสียของแต่ละแพคเกจที่ทำการผลิตตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2554 สามารถแสดงเป็นแผนภูมิพาเรโตดังรูปที่ 1.10



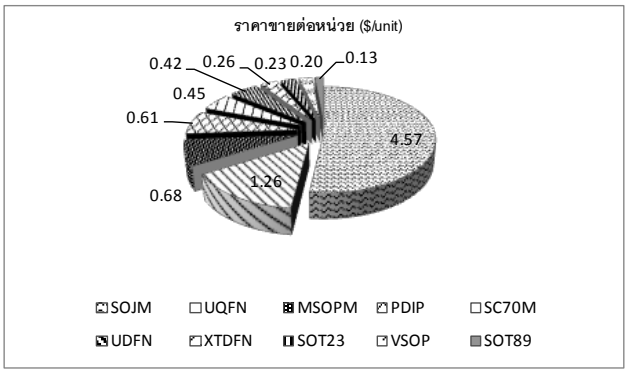
รูปที่ 1.10 แผนภูมิพาเรโตแสดงจำนวนเปอร์เซ็นต์ของเสียของแต่ละแพคเกจ

จากรูปที่ 1.10 สามารถสรุปตามหลักการพาเรโต 80/20 พบว่าของเสียที่มีจำนวนสูงสุด 6 อันดับแรกมาจาก 6 แพคเกจได้แก่ SOJM, MSOPM, SOT89, XTDFN, SOT53 และ UDFN ซึ่งจะเห็นได้ว่าแพคเกจ SOJM (ไอซีประเภท Small outline package J-lead) มีเปอร์เซ็นต์ไอซีที่เสียสูงที่สุด คือ 39.08 เปอร์เซ็นต์โดยแพคเกจอื่นๆมีเปอร์เซ็นต์ไอซีที่เสียตามลำดับดังนี้ MSOPM = 10.55% , SOT89 = 8.89% , XTDFN = 7.97% , SOT23 = 7.75% , UDFN = 6.92% และจากข้อมูลแผนการผลิตแพ คเกจต่างๆในปี พ .ศ. 2555 และมูลค่าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ (Sale price($)/Unit) ของแต่ละแพคเกจดังรูปที่ 1.11 และ 1.12 แสดงให้เห็นว่าแพคเกจ SOJM (Small outline package) มีแผนการผลิตในปี 2555 สูงที่สุดและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆในแต่ละเดือน และมีมูลค่าต่อหน่วยผลิตภั ณฑ์มีมูลค่าสูงที่สุดเมื่อเทียบกับแพคเกจอื่นๆ ดังนั้นในจากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นพบว่า แพคเกจ SOJM มีมูลค่าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์สูงที่สุดถ้าสามารถลดปัญหาจากแพคเกจนี้ลงได้จะทำให้ต้นทุนการผลิตลดลงเป็นอย่างมากและมีแนวโน้มการผลิตอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งผู้บริหารของโรง งาน ซึ่งได้แก่ ผู้จัดการของโรงงาน ผู้ช่วยผู้จัดการโรงงาน และทาง

แผนกปรับปรุงกระบวนการผลิต จึงได้ ให้ความสำคัญกับจำนวนเงินที่อาจจะสูญเสียไปถ้าหากไม่ทำการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับแพคเกจ SOJM ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งพิจารณาปัญหาที่เกิดกับแพคเกจ SOJM (Small outline package) เพียงแพคเกจเดียวเท่านั้น



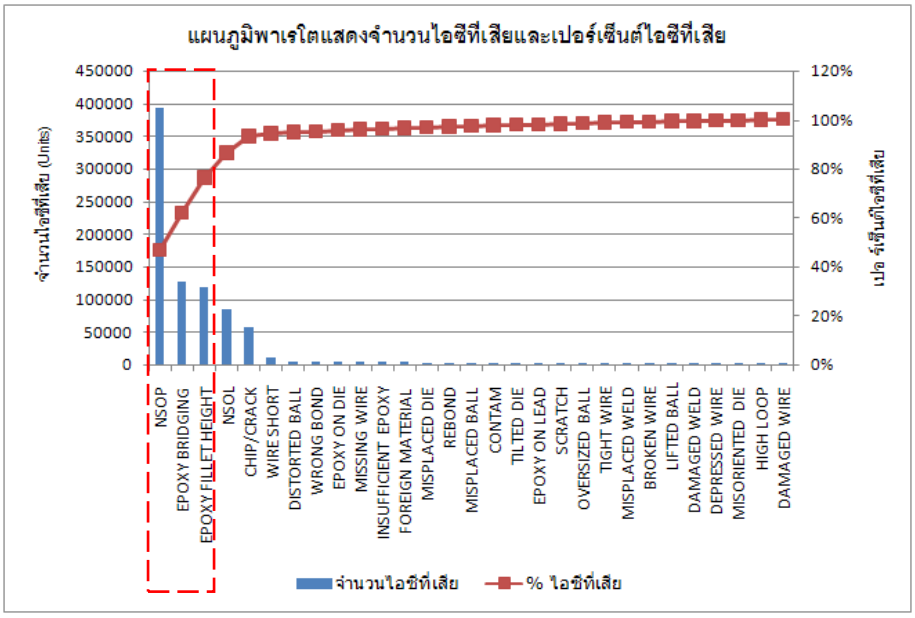
รูปที่ 1.11 แสดงแผนการผลิตแต่ละแพคเกจในปี พ.ศ. 2555



รูปที่ 1.12 แสดงมูลค่าต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์แบ่งตามแพคเกจในปี พ.ศ. 2555

เมื่อนำข้อมูลจำนวนไอซีที่เสียในแต่ละเดือนตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนกันยายน พ .ศ. 2554 มารวมกันและแยกออกตามประเภทของเสีย 29 ประเภทตามกระบวนการ Front of Line (ตารางที่ ก. 1 ภาคผนวก ก) ได้แก่ กระบวนการติดได (Die Attach) มีของเสีย 8 ประเภท กระบวนการเชื่อมลวดทองคำ (Wire Bond) มีของเสีย 17 ประเภท และของเสียที่เกิดได้ทั้งสองกระบวนการมี 4 ประเภท ข้อมูลดังกล่าวแสดงในรูปของแผนภาพพาเรโต ดังรูปที่ 1.13 สามารถสรุปตามหลักการพาเรโต 80/20 พบว่า ของเสียที่มีปริมาณสูงสุด 3 อันดับแรกมาจากทั้งสองกระบวนการ คือ

กระบวนการเชื่อมลวดทองคำ (Wire bond) ได้แก่ ปัญหาการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม (NSOP) กระบวนการติดได (Die Attach) ได้แก่ ของเสียประเภทอีพอกซี่บริดจิง (Epoxy Bridging) และ ของเสียประเภทอีพอกซี่ฟิลเลทไฮท์ (Epoxy Filet Height) ซึ่งจะเห็นได้ว่า ปัญหาการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม(NSOP) นั้นมีปริมาณมากที่สุดคิดเป็น 47 เปอร์เซ็นต์ จากการประชุมกับทีมงานเพื่อให้คะแนนถึงความรุ นแรงของปัญหาที่ต้องการการแก้ไข โดยมีคะแนนดังแสดงดังตารางที่ 1.1



รูปที่ 1.13 แผนภาพพาเรโตแสดงจำนวนไอซีที่เสียและเปอร์เซ็นต์ไอซีที่เสีย
ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2554

ตารางที่ 1.1 การให้คะแนนของทีมงานที่แสดงถึงความรุนแรงของปัญหาที่ต้องเร่งดำเนินการแก้ไข

ประเภทของเสีย	วิศวกรฝ่ายผลิต	วิศวกรฝ่ายควบคุมคุณภาพ	พนักงานฝ่ายผลิต	ช่างเทคนิค	ผู้จัดการฝ่ายผลิต	ผู้จัดการฝ่ายควบคุมคุณภาพ	คะแนนเฉลี่ย
การบอนด์ไม่ติดแพด (NSOP)	8	9	8	8	9	9	8.5
อีพอกซี่บริดดิง (EPOXY BRIDGING)	5	6	4	4	5	5	4.8
อีพอกซี่ฟิลเลตไฮท์ (EPOXY FILLET HEIGHT)	4	4	4	3	4	3	3.7

หมายเหตุ : ระดับคะแนนตั้งแต่ 1 – 10

คะแนน 1 คือปัญหาที่มีความสำคัญน้อยไม่จำเป็นต้องเร่งแก้ไข

คะแนน 10 คือปัญหาที่มีความสำคัญมากต้องการแก้ไขอย่างเร่งด่วน

โดยคะแนนความรุนแรงตั้งแต่ 8 คะแนนขึ้นไปต้องทำการแก้ไข

คะแนนความรุนแรงอ้างอิงจาก AIAG 4th edition (ตารางที่ ข.1 ภาคผนวก ข)

จากตารางที่ 1.1 แสดงให้เห็นว่าปัญหาการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมเป็นปัญหาที่ต้องเร่งดำเนินการแก้ไขเนื่องจากมีระดับคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.5 คะแนน ซึ่งเป็นระดับคะแนนที่โรงงานกรณี ศึกษากำหนดให้มีการแก้ไขเมื่อระดับคะแนนความรุนแรงมากกว่า 8 คะแนนขึ้นไป โดยทีมงานมีความคิดเห็นตรงกันว่าปัญหาดังกล่าวมีผลต่อฟังก์ชันการใช้งานและมีการเกิดปัญหาอย่างต่อเนื่องเป็นปริมาณมาก ซึ่งมีผลกระทบต่อเครื่องจักร เนื่องจากต้องมีการปรับพารามิเตอร์ของเครื่องจักรเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาดังกล่าว

จากข้อมูลปัญหาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการ Fron of Line ของโรงงานกรณีศึกษาที่จะนำมาพิจารณาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุและวิธีการแก้ไข คือ ปัญหาการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม (NSOP) ในกระบวนการเชื่อมลวดท องคำ (Wire bond) แพคเกจ SOJM โดยผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาโดยประยุกต์ใช้เทคนิคทางคุณภาพประกอบกับการออกแบบการทดลองเพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับปรับปรุงกระบวนการเชื่อมลวดทองคำของแพคเกจดังกล่าว เพื่อเป็นแนวทางในการลดของเสียของแพคเกจที่ทำการศึกษาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการลดของเสียในกระบวนการอื่นๆต่อไป

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม (NSOP) ในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ (Wire bond) โดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ และเสนอแนะแนวทางในก ารแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการควบคุมคุณภาพ เทคนิคทางการจัดการ และการออกแบบการทดลอง

2. เพื่อลดสัดส่วนของเสียประเภทการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม (NSOP) ในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ (Wire bond)

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1. งานวิจัยนี้มุ่งแก้ปัญห าการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม (NSOP) ที่เกิดการกระบวนการเชื่อมลวดทองคำของโรงงานกรณีศึกษาเท่านั้น

2. ศึกษาเฉพาะแพคเกจ SOJM เท่านั้น

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. เปอร์เซ็นต์ของเสียจากการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม

2. วิธีการปฏิบัติงานที่เหมาะสมในกระบวนการ เชื่อมลวดทองคำ (Wire bond) เพื่อลดสัดส่วนปัญหาการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม(NSOP)

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ลดปริมาณของเสียที่เกิดจากกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ (Wire bond)

2. เพื่อเพิ่มคุณภาพของกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สร้างความพึงพอใจ ให้กับลูกค้า

3. เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพในกระบวนอื่นๆภายในบริษัทหรือผู้ที่สนใจงานวิจัย

1.7 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินการวิจัยเพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการลดปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม โดยแบ่งขั้นตอนการวิจัยออกเป็น 5 ระยะดังต่อไปนี้

1. ระยะการกำหนดปัญหา

1.1 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวข้องกับการปรับปรุงคุณภาพ การควบคุมคุณภาพ การออกแบบการทดลองและกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ (Wire bond) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและแก้ไขปัญหาในการตอบสนองต่อความพึงพอใจของลูกค้า

1.2 จัดตั้งทีมงานสำหรับการปรับปรุงคุณภาพของโรงงาน ซึ่งประกอบด้วย ผู้จัดการฝ่ายผลิต วิศวกรฝ่ายผลิต ผู้จัดการฝ่ายควบคุมคุณภาพ วิศวกรฝ่ายควบคุมคุณภาพ (ผู้วิจัย) หัวหน้าช่างเทคนิค และพนักงานฝ่ายผลิต โดยผู้วิจัยมีหน้าที่หลักในการติดต่อประสานงาน เสนอแนะแนวความคิดและสรุปข้อมูลที่ได้จากการระดมสมองของสมาชิกในทีม

1.3 ศึกษากระบวนการเชื่อมลวดทองคำ (Wire bond) โดยเฉพาะแพคเกจ SOJM โดยทำการศึกษาจากกระบวนการจริงและสอบถามข้อมูลจากผู้ที่เกี่ยวข้องในสายการผลิต เพื่อให้เข้าใจภาพรวมของกระบวนการผลิต

1.4 ศึกษาสภาพปัญหาในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ (Wire bond) และนำข้อมูลของเสียมาวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิพาเรโตช่วยในการเรียงลำดับความสำคัญของของเสียจำนวนมากเพื่อคัดเลือกปัญหาที่มีความถี่สูงมาแก้ปัญหา

1.5 กำหนดปัญหา วัตถุประสงค์ ขอบเขต และระยะเวลาของงานวิจัย

2. ระยะการหาสาเหตุหลักของปัญหา

2.1 ระดมสมองภายในทีมงานโดยทีมงานแสดงความคิดได้อย่างอิสระเพื่อให้ได้ข้อมูลสาเหตุของปัญหาที่ทำการศึกษามากที่สุดและสร้างเป็นแผนผังแสดงสาเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลา

2.2 วิเคราะห์สาเหตุและผลกระทบของสาเหตุของปัญหาเพื่อคัดเลือกสาเหตุของปัญหาที่มีความรุนแรงมากที่สุดมาดำเนินการแก้ไข

3. ระยะการหาวิธีการแก้ปัญหา

3.1 ทีมงานเสนอแนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาและสรุปออกมาเป็นวิธีในการแก้ไขปัญหาสำหรับสาเหตุแต่ละข้อ

3.2 ทำการทดลองเพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณของเสียมากที่สุดและค่าที่เหมาะสมในการปรับตั้งปัจจัยนั้นเพื่อ ให้เกิดของเสียน้อยที่สุด โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมมินิแทบ (Minitab)

3.3 ทีมงานระดมสมองเพื่อกำหนดระเบียบวิธีการปฏิบัติงานเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

4. ระยะการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ

4.1 วางแผนการปรับปรุงการแก้ไขปัญหา ประกอบด้วย ขั้นตอนการดำเนินการป รับปรุง ระยะเวลาและผู้รับผิดชอบในแต่ละขั้นตอน

4.2 ดำเนินงานตามแผนงานในระยะเวลาที่กำหนด

4.3 จัดการประชุมกับทีมงานเพื่อติดตามผลการดำเนินงานเป็นระยะ

5. ระยะการประเมินผล

5.1. ประชุมสรุปผลของการดำเนินการแก้ไขปรับปรุงเปรียบเทียบก่อนปรับปรุงและหลัง ปรับปรุง

5.2. ทีมงานร่วมกันพิจารณาและกำหนดตัวชี้วัดสถานะผลการดำเนินการเพื่อรักษาสภาพ หลังการปรับปรุง

5.3 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.4 จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.8 แผนการดำเนินการวิจัย

ตารางที่ 1.2 ระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอน

รายละเอียด	ม.ค.55				ก.พ.55				มี.ค.55				เม.ย.55				พ.ค.55				มิ.ย.55				ก.ค.55				ส.ค.55				ก.ย.55			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.ระยะการกำหนดปัญหา																																				
1.1 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง																																				
1.2 จัดตั้งทีมงานเพื่อปรับปรุงคุณภาพของโรงงาน																																				
1.3 ศึกษากระบวนการเชื่อมลวดทองคำของโรงงาน																																				
1.4 ศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ																																				
1.5 กำหนดปัญหา วัตถุประสงค์ ขอบเขตและเวลาของงานวิจัย																																				
2. ระยะการหาสาเหตุหลักของปัญหา																																				
2.1 ทีมงานระดมสมองเพื่อหาสาเหตุของปัญหา																																				
2.2 คัดเลือกสาเหตุของปัญหาที่มีความรุนแรงมากที่สุดมาทำการแก้ไข																																				
3. ระยะการหาวิธีการแก้ปัญหา																																				
3.1 ทีมงานเสนอแนะแนวทางและสรุปเป็นวิธีในการแก้ไขปัญหา																																				
3.2 ทำการทดลองเพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลกระทบและ ค่าที่เหมาะสมในการปรับตั้งปัจจัยนั้น																																				
3.3 กำหนดระเบียบวิธีปฏิบัติงานสำหรับการแก้ไขปัญหา																																				
4. ระยะการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ																																				
4.1 วางแผนปรับปรุงแก้ไขปัญหา																																				
4.2 ดำเนินงานตามระยะเวลาที่กำหนด																																				
4.3 ประชุมทีมงานเพื่อติดตามผล																																				
5. ระยะการประเมินผล																																				
5.1 สรุปผลการดำเนินงานก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง																																				
5.2 กำหนดตัวชี้วัดเพื่อรักษาสภาพหลังปรับปรุง																																				
5.3 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ																																				
5.4 จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์																																				

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคนิคทางคุณภาพสำหรับการแก้ปัญหาในกระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา ดังนั้นทฤษฎีที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้จึงประกอบไปด้วยทฤษฎีทางคุณภาพ ซึ่งเกี่ยวข้องกับนิยามของคุณภาพและกระบวนการแก้ปัญหาทางคุณภาพ เทคนิคทางคุณภาพ และการประยุกต์ใช้งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีคุณภาพ (Quality Theory)

2.1.1 คำนิยามของคุณภาพ

ความหมายของคำว่า “คุณภาพ” ได้มีนักวิชาการให้ความหมายไว้มากมาย สามารถสรุปนิยามความหมายของคำว่า “คุณภาพ” ได้ดังนี้

Shewhart (1931) นิยามว่า “คุณภาพ” หมายถึง ความดี (goodness) ของสิ่งที่สนใจ และได้กำหนดคุณภาพใน 2 ลักษณะคือ ความแตกต่างของผลิตภัณฑ์โดยธรรมชาติ และผิดธรรมชาติ

Deming (1951) ได้ให้ความหมายของคุณภาพผ่านการควบคุมคุณภาพโดยสถิติว่า คุณภาพคือการออกแบบผลิตภัณฑ์และการผลิตให้ตรงตามแบบที่กำหนดเพื่อตอบสนองต่อความต้องกา รของผู้บริโภค ดังนั้นคุณภาพประกอบด้วย 2 ด้านคือ คุณภาพในการออกแบบ และคุณภาพแห่งความถูกต้อง

Kano (1986) ได้กำหนดคุณภาพไว้ 2 แนวความคิดคือ แนวความคิดดั้งเดิม ที่หมายถึง ระดับแห่งความถูกต้องตรงตามมาตรฐาน และแนวความคิดสมัยใหม่ ที่หมายถึง ความพึงพอใจของผู้ใช้ น อกจากนี้ Kano ยังแบ่งคุณภาพออกเป็น 2 ด้านได้แก่ คุณภาพที่มีเสน่ห์ ซึ่งจะทำให้ยอดขายสูงขึ้น และ คุณภาพที่จำเป็นต้องมี ซึ่งจะทำให้ต้นทุนสูงขึ้น

Shiba et.al (1993) ได้ให้ความหมายคุณภาพตามวิวัฒนาการด้านการบริหารคุณภาพ ที่ประกอบด้วย ในยุคผูกขาด คุณภาพจะ หมายถึงความเหมาะสมกับมาตรฐาน (Fitness to standard) ยุคที่มีการแข่งขัน คุณภาพหมายถึงความเหมาะสมในการใช้งาน (Fitness to use) ในยุคที่มีการแข่งขันมาก คุณภาพจะหมายถึง ความเหมาะสมกับต้นทุน (Fitness to cost) และยุคโลกาภิวัตน์ คุณภาพจะหมายถึง ความเหมาะสมกับความต้อ งการซ่อนเร้น (Fitness to latent requirement)

นอกจากนี้แล้ว กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2547) ยังได้ให้ความหมายคุณภาพตามสภาวะการแข่งขันของตลาดโดยอาศัยวิวัฒนาการด้านอุตสาหกรรมเป็นเกณฑ์กำหนด ซึ่งประกอบด้วย ยุคการผลิตเชิงมวล จะนิยามคุณภาพว่า คุณภาพคือการตรงต่อ ข้อกำหนดเฉพาะ (Conformance to specification) ในยุคแห่งการแข่งขัน คุณภาพจะหมายถึง การสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า (Customer satisfaction) และในยุคโลกาภิวัตน์ คุณภาพจะหมายถึงการสร้างความประทับใจให้กับลูกค้า (Customer delight) ซึ่งเป็นกลยุทธ์ในการส้รางความสาม ารถในการแข่งขันทางธุรกิจ

2.1.2 การควบคุมคุณภาพ

การควบคุมคุณภาพ (Quality Control : QC) เป็นระบบที่ใช้เพื่อรักษาระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์และบริการเพื่อให้เป็นไปตามรายละเอียดที่กำหนด โดบเทียบกับมาตรฐานหรือรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ ตั้งแต่การวางแผน ออก แบบผลิตภัณฑ์หรือบริการ การเลือกกระบวนการผลิตหรือการติดตั้ง การเลือกเครื่องมือเครื่องจักรที่เหมาะสมต่อการผลิต การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ การแก้ไขกรณีผลิตภัณฑ์ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดและการให้บริการ (ศุภชัย นาทะพันธ์,2551)

ขอบเขตของการควบคุมคุณภาพแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ (ศุภชัย นาทะพันธ์,2551)

1.การควบคุมคุณภาพก่อนเริ่มการผลิต เป็นการเลือกพารามิเตอร์ที่ใช้ควบคุมกระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์ เพื่อให้เกิดความเบี่ยงเบนของผลิตภัณฑ์น้อยที่สุด ดังนั้นต้องมีการออกแบบกระบวนการผลิตและออกแบบผลิตภัณฑ์ ภายใต้ทรัพยากรและสภาพแวดล้อมที่มี อยู่อย่างเหมาะสม

2. การควบคุมกระบวนการผลิตโดยวิธีการทางสถิติ เป็นการเปรียบเทียบผลผลิตที่ได้จากกระบวนการผลิตหรือการบริการภายใต้มาตรฐานที่กำหนด ซึ่งทำให้ทราบว่ากระบวนการผลิตหรือการให้บริการที่เป็นอยู่ สามารถตอบสนองต่อความต้องการหรือไม่ ถ้าไม่ ผู้ผลิตต้องห าสาเหตุแห่งปัญหา แล้วแก้ไข เพื่อให้ปัญหาที่เกิดมีจำนวนลดลงถึงระดับที่ยอมรับได้

3. แผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบของผลิตภัณฑ์หรือการให้บริการ เรื่องจากในทางปฏิบัตินั้นไม่สามารถที่จะทำการตรวจสอบได้ครบ 100% จึงต้องมีการตัดสินใจถึงจำนวนผลิดภัณฑ์ที่นำมาตรวจสอบ และตัดสินใจในการยอมรับหรือปฏิเสธลอตนั้น

2.1.3 การปรับปรุงคุณภาพ

การปรับปรุงคุณภาพ (Quality improvement : QI) คือการลดความผันแปร (Variability) ในกระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์ โดยการสืบหาและกำจัดความแปรผันที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติให้ลดลง เช่น การเปลี่ยนเครื่องจักรใหม่ที่มีประสิทธิภาพในด้านความเที่ยงตรงและแม่นยำกว่าเดิม กล่าวได้ว่า การลดความผันแปรที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ ต้องดำเนินการโดย ฝ่ายบริหาร นอกจากนั้นต้องหาทางกำจัดความผันแปรที่ไม่ได้เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ ซึ่งสามารถกระทำได้โดยพนักงาน เรื่องจากความแปรผันยิ่งมาก ก็จะทำให้เกิดความสูญเปล่ามาก เช่น การสูญเปล่าของเงิน เวลา และความพยายามเป็นต้น นิยามข้างต้นสามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งงานผลิตและงานบริการ สำหรับงานบริการ การปรับปรุงคุณภาพกระทำโดยการปรับปรุงกระบวนการให้บริการเพื่อให้เกิดความสูญเปล่าลดเหลือน้อยที่สุด (ศุภชัย นาทะพันธ์,2551)

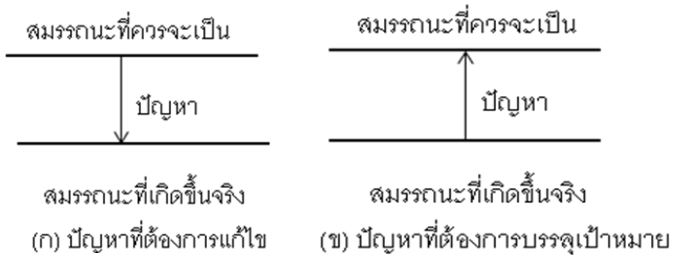
การแปรผัน (Variation) ในกระบวนการผลิตมีสาเหตุมาจากปัจจัยสำคัญ 6 อย่าง (ศุภชัย นาทะพันธ์,2551) ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงสาเหตุของการแปรผัน

สาเหตุของความผันแปร	วิธีการแก้ไข
1. การกระทำของคน (Man mode error) เป็นการกระทำที่เกิดจากการขาดความชำนาญ	ส่งพนักงานเข้ารับการฝึกอบรม
2. เครื่องจักรเกิดการสึกหรอเนื่องจากการใช้งาน	การซ่อมบำรุงเครื่องจักรตามระยะเวลา
3. วิธีการทำงานภายใต้การผลิตเหมือนกันแต่มีขั้นตอนการปฏิงานแตกต่างกัน	การสร้างมาตรฐานการปฏิบัติงาน
4. วัตถุดิบแตกต่างกัน	การควบคุมคุณภาพวัตถุดิบ
5. เครื่องมือวัดเกิดความคลาดเคลื่อน	การสอบเทียบเครื่องมือวัด
6. สภาพสิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิต	การควบคุมสภาพสิ่งแวดล้อมให้คงที่

2.1.4 ปัญหาคุณภาพ

ปัญหาคือความเบี่ยงเบนจากสมรรถนะที่เกิดขึ้นจริง (Actual performance) กับสมรรถนะที่ควรจะเป็น (Should performance) โดยแบ่งออกเป็นปัญหาที่ต้องการการแก้ไขและปัญหาที่ต้องการบรรลุเป้าหมาย (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ,2550) ดังรูปที่ 2.1 (ก) และ (ข)

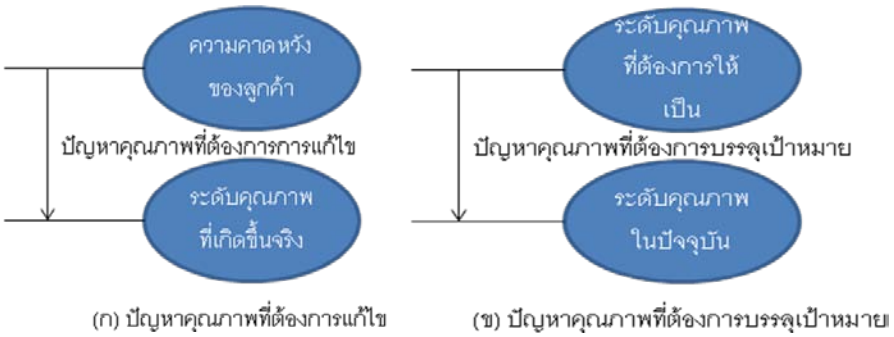


รูปที่ 2.1 (ก) ปัญหาที่ต้องการแก้ไข

(ข) ปัญหาที่ต้องการบรรลุเป้าหมาย (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ,2550)

และจากนิยามคุณภาพที่ว่าเป็นคุณลักษณะโดยรวมของผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองต่อความคาดหวังของลูกค้า จึงอาจกำหนดความหมายของปัญหาคุณภาพได้ว่า เป็นความเบี่ยงเบนของ

คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์หรือระดับคุณภาพที่เกิดขึ้นจริงหรือระดับคุณภาพที่ เกิดขึ้นจากความคาดหวังของลูกค้า ซึ่งอาจเรียกปัญหาในลักษณะนี้ว่าปัญหาคุณภาพที่ต้องการการแก้ไข นอกจากนี้อาจจะนิยามปัญหาคุณภาพได้อีกประการหนึ่งว่าเป็นความแตกต่างของคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์หรือระดับคุณภาพในปัจจุบันกับระดับที่ต้องการให้เป็น ซึ่งอาจเรียกปัญหาในลักษณะนี้ว่า ปัญหาคุณภาพที่ต้องการบรรลุเป้าหมาย (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ ,2550) ดังรูปที่ 2.2 (ก) และ (ข)



รูปที่ 2.2 (ก) ปัญหาคุณภาพที่ต้องการแก้ไข

(ข) ปัญหาคุณภาพที่ต้องการบรรลุเป้าหมาย (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ,2550)

โดยการนิยามปัญหาคุณภาพมีความจำเป็น อย่างยิ่งที่ต้องทำความเข้าใจกับองค์ประกอบต่อไปนี้ (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ,2547)

1. กระบวนการคืออะไร โดยพิจารณาจากใบพรรณนาลักษณะงาน (JD:Job description) หรือภาระงานที่ได้รับมอบหมาย

2. ผลิตภัณฑ์คืออะไร ซึ่งได้มาจากการนิยามผลลัพธ์ของกระบวนการหรือกิจกรรมที่รับผิดชอบ

3. ลูกค้าคือใคร ในการควบคุมคุณภาพจะให้ความสนใจกับลูกค้าภายในเท่านั้น

4. ความคาดหวังของลูกค้าคืออะไร การทำความเข้าใจกับความคาดหวังของลูกค้าจะทำให้ทราบถึงหัวข้อควบคุมและเป้าหมายหลักสำหรับการควบคุมคุณภาพ

5. ระดับคุณภาพที่เกิดขึ้นจริงคืออะไร จา กระบบการวัดและประเมินผลจะทำให้ทราบถึงระดับคุณภาพที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งสามารถนำไปเปรียบเทียบกับเป้าหมายหรือระดับความคาดหวังของลูกค้า เพื่อการนิยามปัญหาคุณภาพที่ต้องการแก้ไขได้

2.1.5 กระบวนการแก้ปัญหาคุณภาพ

เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น จำเป็นต้องมีการดำเนินการควบคุมคุณภาพด้วยมาตรการเฉพาะหน้าก่อน คือการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า เพื่อมิให้ผลิตภัณฑ์บกพร่องหลุดไปถึงมือลูกค้า เช่น การทำลายทิ้ง การรีเวิร์ก เป็นต้น เมื่อผลิตภัณฑ์บกพร่องได้ดำเนินการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปของการควบคุมคุณภาพจะเป็นขั้นตอนการค้นหาสาเหตุรากเหง้าเ พื่อหาทางกำจัดทิ้งและป้องกันการเกิดซ้ำ ซึ่งการค้นหาสาเหตุและกำจัดทิ้งนี้ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ว่าปัญหาที่ทำการศึกษาเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างเรื้อรังซึ่งมีสาเหตุมาจากระบบ หรือเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างเป็นครั้งคราวที่มีสาเหตุมาจากความไร้ประสิทธิภาพของบุคลากร กรณีที่มีการค้นหาสาเหตุที่มาจากความไร้ประสิทธิภาพของบุคลากรและเกิดปัญหาครั้งคราวนี้ จะเรียกกระบวนการนี้ว่า การควบคุมคุณภาพ (QC) แต่ถ้าหากเป็นการค้นหาสาเหตุที่มาจากระบบและเกิดปัญหาเรื้อรัง จะเรียกกระบวนการนี้ว่า การปรับปรุงคุณภาพเชิงตอบโต้ (Reactive improvement) (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ ,2550) ได้จำแนกถึงปัญหาตามแนวทางของ Shewhart , Juran และ Kepner-Tregee ดังสรุปในตาราง 2.2

ตาราง 2.2 การจำแนกปั ญหาตามแนวทางของปรมาจารย์คุณภาพ (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ ,2550)

ปรมาจารย์ด้านคุณภาพ	การควบคุมคุณภาพ	การปรับปรุงคุณภาพ
เดมมิ่ง (Deming)	ปัญหาจากสาเหตุผิดพลาด (special causes)	ปัญหาจากสาเหตุระบบ (common causes)
จูราน (Juran)	ปัญหาครั้งคราว (sporadic)	ปัญหาเรื้อรัง (chronic)
ชิวฮาร์ท (Shewhart)	ปัญหาจากสาเหตุที่ระบุได้ (assignable causes)	ปัญหาจากสาเหตุแบบสุ่ม (chance causes)
เคปเนอร์-ทรีโก (Kapner-Tregoe)	ปัญหาที่เกิดจากจุดเปลี่ยนเปลง (change deviation)	ปัญหาที่เกิดแต่วันแรก (one day deviation)

2.1.6 ขั้นตอนการแก้ปัญหา

นักวิชาการตลอดจนองค์กรจำนวนมากพัฒนาขั้นตอนการแก้ปัญหา สำหรับในอุตสาหกรรมไทยมีการประยุกต์ใช้ค่อนข้างหลากหลาย แต่วิธีการที่นิยมค่อนข้างมากมักเป็นวิธีของนักวิชาการอเมริกัน ได้แก่ ตัวแบบ DISC ของ Juran ที่ถือเป็นพื้นฐานของศาสตร์ที่ว่าด้วยขั้นตอนการแก้ปัญหาคุณภาพ สำหรับในอุตสาหกรรม มักจะใช้วิธีขององค์กรญี่ปุ่นที่มีผลจากกา รเข้ามาลงทุนในประเทศไทยของนักอุตสาหกรรมชาวญี่ปุ่น ซึ่งได้แก่ คิวซีสตอรี่ ของ JUSE ที่พัฒนามาพร้อมคิวซีเซอร์เคิล และคิวซีสตอรี่ของ JSA ที่พัฒนามาพร้อมระบบบริหารแบบ TQM สำหรับในช่วงปี ค.ศ. 1996 เป็นต้นมาอุตสาหกรรมไทยจำนวนหนึ่งให้ความสำคัญกับวิธีการแก้ปัญหาแบบ Six sigma ของบริษัทโมโตโรลา จำกัด นอกจากนี้ยังมีวิธีการอื่นที่มีใช้กันในบางองค์กร และอาจเป็นการเฉพาะเช่น การแก้ปัญหาอย่างสมเหตุสมผล (rational process) ของ Kepner-Tregoe และวิธีการแบบคิวซีสตอรี่ของบริษัทโคมัตซึ จำกัดที่มีพื้นฐานมาจากของ JUSE วิธีการและขั้นตอนส่วนใหญ่จะมีความใกล้เคียงกัน เพียงแต่จุดเน้นตลอดจนเทคนิคที่ใช้แก้ปัญหาแตกต่างกันอยู่บ้าง (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ,2550) ดังสรุปในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การเปรียบเทียบขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาของวิธีต่างๆ (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ,2550)

ประเด็นสำคัญ	DISC ของ Juran	วิธีการ K-T	Six sigma	JSA	JUSE
การนิยามปัญหา	D (การนิยามปัญหา)	การประเมินสถานการณ์ (SA)	D (การนิยามปัญหา) และ M (การวัด)	(1) การคัดเลือกหัวข้อปัญหา (2) การทำความเข้าใจกับหัวข้อปัญหา (3) การทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัจจุบัน	1) การเลือกหัวข้อปัญหา (2) การทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัจจุบัน (3) การกำหนดแผนการแก้ไข
การวิเคราะห์สาเหตุรากเหง้า	I (การบ่งชี้สาเหตุ)	การวิเคราะห์ปัญหา (PA)	A (การวิเคราะห์)	(4) การวิเคราะห์	(4) การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา
การกำหนดมาตรการตอบโต้	S (เลือกทางเลือก)	การวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจ (DA)	I (การปรับปรุ)	(5) การปฏิบัติการแก้ไข	(5) การพิจารณามาตรการตอบโต้
การสร้างมาตรฐานใหม่	C (การแก้ไข)	การวิเคราะห์ปัญหาที่มีแนวโน้มจะเกิดขึ้น (PPA)	C (การควบคุม)	(6) การตรวจสอบยืนยันประสิทธิผลของมาตรการตอบโต้ (7) การทำให้เป็นมาตรฐาน (8) การพิจารณาปัญหาที่เหลืออยู่	(6) การยืนยันผลลัพธ์ (7) การสร้างมาตรฐานและกำหนดแผนการควบคุม

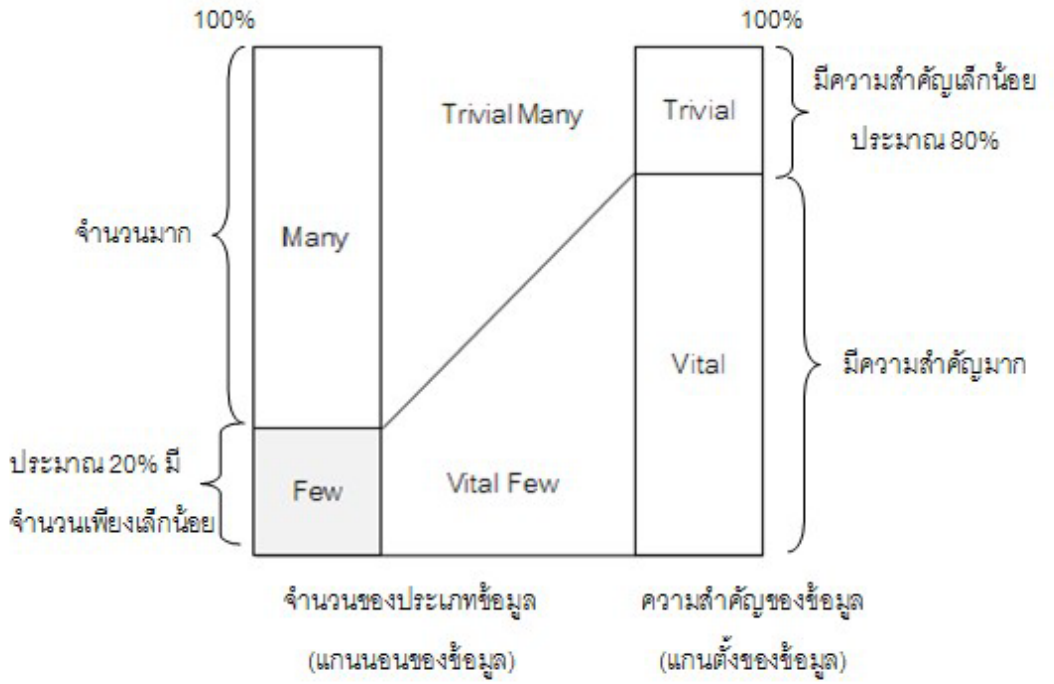
2.2 เทคนิคทางคุณภาพ

2.2.1 แผนภาพพาเรโต (Pareto Diagram)

กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2547) ความเป็นมา วิลเฟรโด พาเรโต (Vilfredo Pareto) เป็นวิศวกรและนักสังคมวิทยา (Engineer & Sociologist) ชาวอิตาลี ซึ่งมีชีวิตอยู่ในช่วงปี ค .ศ. 1849-1923 (พ.ศ. 2392-2466) ได้ทำการศึกษาคนที่มีระดับรายได้ต่าง ๆ แล้วได้นำเสนอผลของการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลและได้กลายมาเป็นเครื่องมือทางการบริหารการจัดการที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางในฐานะที่เป็นวิธีการแก้ไขปัญหาจำนวนมากด้วยการศึกษาวิเคราะห์น้อยที่สุด สาเหตุส่วนน้อยทำให้เกิดปัญหาส่วนใหญ่ ซึ่งอาจถือเป็นหลักการว่า "ประมาณร้อยละ 80 ของปัญหา เกิดจากสาเหตุเพียงไม่กี่ประการเท่านั้น"

แผนภูมิพาเรโต เป็นการรวมกราฟพื้นฐาน 2 ชนิด มาไว้ด้วยกันคือ กราฟคอลัมน์และกราฟเส้น แต่คอลัมน์กราฟต้องมีลักษณะพิเศษ โดยการจัดการลำดับความสูงของแต่ละแท่งให้เรียงแถวลดหลั่นกันลงมาจากซ้ายมาขวา แกนนอนใช้เป็นฐานสำหรับคอลัมน์ต่าง ๆ แต่ละคอลัมน์เป็นตัวแทนของประเภทรายการข้อมูลที่กำลังพิจารณา ความสูงของค อลัมน์แต่ละแท่งแสดงสัดส่วนของ "ขนาด" หรือ "ค่าใช้จ่าย"หรือ "ประชากร" ของรายการแต่ละประเภท ส่วนแผนภูมิพาเรโตที่เป็นกราฟเส้นมีไว้เพื่อแสดงค่าสะสมของความสูงของคอลัมน์ ต่าง ๆ เรียงจากซ้ายมาขวา

ปัจจุบัน ได้มีการนำแผนภูมิพาเรโตมาใช้งานด้านต่าง ๆ เช่ น เปรียบเทียบความถี่ของอาชญากรรมรุนแรงรูปแบบต่าง ๆ สาธิตการใช้เวลาปฏิบัติภารกิจด้านต่างๆของพนักงาน จัดรูปข้อมูลเกี่ยวกับชิ้นส่วนที่เสียตามประเภทของข้อบกพร่อง ระบุสาเหตุสำคัญของการเกิดของเสีย การประเมินเปรียบเทียบปัญหาก่อนและหลังการใช้ เป็นต้น โดยหลักการที่ สำคัญคือการใช้หลักการ 80-20 ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 หลักการพาเรโต (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ,2547)

2.2.2 **แผนภาพก้างปลา** (Fish Bond Diagram)

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2547) กล่าวว่า ในการวิเคราะห์ความผันแปรเพื่อศึกษาเกี่ยวกับความสำพันธ์ระหว่างสาเหตุแ ละผลนั้น มี่ความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องดำเนินการระดมสมอง (Brainstorming) ถึงสาเหตุต่างๆของความผันแปรเพื่อการพิสูจน์ตามข้อเท็จจริงสำหรับการแก้ไขต่อไป ทั้งนี้เนื่องจากปัญหาที่เลือกมาเป็นหัวข้อปัญหานั้น เป็นปัญหาที่ไม่ทราบสาเหตุที่แท้จริงและวิธีการแก้ไขมาก่อน

เครื่องมือสำคัญตัวหนึ่งที่ใช้แสดงผล และใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลคือแผนภาพก้างปลา (Fish Bond Diagram) และอาจจะเรียกชื่ออื่นๆ ได้อีก อาทิ แผนภาพอิชิกาว่า หรือแผนภาพสาเหตุและผล

ความหมายของแผนภาพก้างปลา

แผนภาพก้างปลาเป็นแผนภาพที่มีประ ะโยชน์สำหรับนำเสนอความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลสำหรับประเด็นปัญหาที่พิจารณาโดยแผนภาพนี้ได้รับการพัฒนาขึ้นเป็นครั้งแรกโดยศาสตรจารย์คาโอรุ อิชิกาว่า แห่งมหาวิทยาลัยโตเกียวเมื่อ ค .ศ. 1943 โดยครั้งนั้น ดร .อิชิกาว่า ได้ใช้แผนภาพนี้ในการอธิบายความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อคุณภาพในการผลิตแก่วิศวกรจากบริษัท คาวาซากิสตีลเวิร์ค จำกัด

สำนักมาตรฐานอุตสาหกรรมแห่งญี่ปุ่น (JIS) ได้นิยามความหมายของแผนภาพก้างปลาไว้ว่าเป็น แผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์อย่างมีระบบระหว่างผลที่แน่นอนประการหนึ่งกับสาเหตุต่างๆที่เกี่ยวข้อง

Ishikawa (1986) ได้จำแนกแผนภาพก้างปลานี้ออกเป็น 3 ประเภทคือ

1. การวิเคราะห์ความผันแปร (Dispersion Analysis)

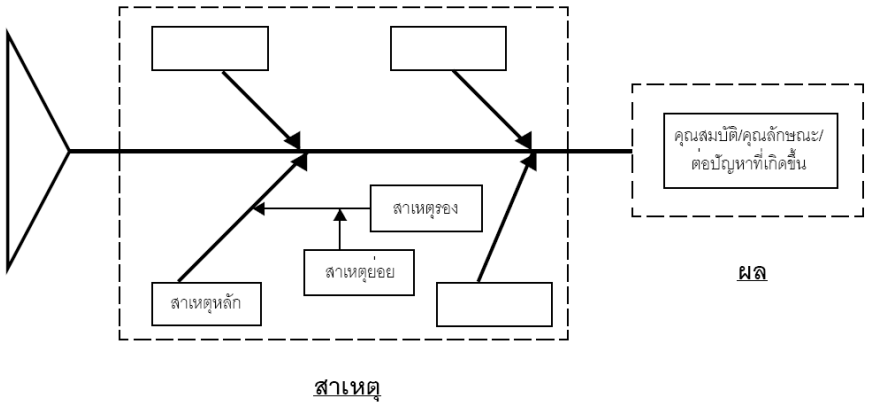
2. การจำแนกตามกระบวนการผลิต (Process Classification)

3. การกำหนดรายการสาเหตุ (Cause Enumeration)

โครงสร้างโดยทั่วไปที่นิยมใช้กันซึ่งประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วนคือ

1.ส่วนหัวปลา เป็นข้อสรุปผลของสาเหตุที่กลายเป็นตัวปัญหา

2.ส่วนโครงกระดูกและก้างปลาที่เป็นตัวปลา ซึ่งจะเป็นที่รวบรวมปัจจัยอันเป็นสาเหตุของปัญหา ดังรูปที่ 2.4 ตามความนิยม : จะเขียนหัวปลาอยู่ทางขวามือและตัวปลา (หางปลา) อยู่ทางซ้ายมือ



รูปที่ 2.4 แผนภาพก้างปลา (Isikawa,1990)

2.2.3 Design of Experiment : DOE

ในทางปฏิบัติทางอุตสาหกรรม การทดลองที่ได้รับการออกแบบมาจะมีการทำงานอย่างเป็นระบบในการสืบค้นใน ตัวแปรในกระบวนการ (Process variable) หรือตัวแปรของผลิตภัณฑ์ (Product variable) หลังจากที่ทำการกำหนด เงื่อนไขของกระบวนการ หรือองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ จึงจะสามารถทำการปรับปรุงเพื่อเพิ่มความสามารถในการผลิต ความน่าเชื่อถือ คุณภาพ และ ประสิทธิภาพ (คู่มือการใช้ Minitab หัวข้อ “Design of Experiments,2550)

หลักการพื้นฐานในการออกแบบการทดลอง

ถ้าต้องการให้การทดลองเกิดประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ผลได้สูงสุด ต้องมีการนำวิธีทางวิทยาศาสตร์มาช่วยในการวางแผนการทดลอง คำว่า การออกแบบการทดลองเชิงสถิติ (Statistical Design of Experiment) หมายถึงกระบวนการในการวางแผนการทดลองเพื่อว่าจะได้มาซึ่งข้อมูลที่เหมาะสมที่สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ ซึ่งจะทำให้เราสามารถหาข้อสรุปที่สมเหตุสมผลได้ วิธีการออกแบบการทดลองในเชิงสถิติเป็นสิ่งจำเป็น ถ้าเราต้องการหาข้อสรุปที่มีความหมายจากข้อมูลที่มีอยู่ และถ้ายิ่งปัญหาที่สนใจนั้นเกี่ยวข้องกั บความผิดพลาดในการทดลอง วิธีการทางสถิติเป็นวิธีการเพียงอย่างเดียวเท่านั้นที่จะสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ผลการทดลองนั้นได้ ดังนั้นสิ่งสำคัญ 2 ประการสำหรับปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการทดลองก็คือ การออกแบบการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ (ปารเมศ ชุติมา,2545)

หลักการพื้นฐาน 3 ประการสำหรับการออกแบบการทดลองคือ เรพลิเคชั่น (Replication) แรนดอมไมเซชั่น (Randomization) และบลอกกิ้ง (Blocking) ในที่นี้เรากำหนดว่า เรพลิเคชั่นคือการทำการทดลองซ้ำ เรพลิเคชั่นมีคุณสมบัติสำคัญ 2 ประการคือ ทำให้ผู้ทดลองสามารถหาค่าประมาณคว ามผิดพลาดของการทดลองได้ และตัวประมาณค่าความผิดพลาดนี้กลายเป็นหน่วยวัดขั้นพื้นฐานสำหรับการพิจารณาว่า ความแตกต่างสำหรับข้อมูลที่ได้จากการทดลองนั้นมีความแตกต่างกันในเชิงสถิติหรือไม่ ประการที่สองถ้าค่าเฉลี่ย ถูกนำมาใช้เพื่อประมาณผลที่เกิดจากปัจจัยหนึ่งในการทดล อง ดังนั้นเรพลิเคชั่นทำให้ผู้ทดลองสามารถหาตัวประมาณที่ถูกต้องยิ่งขึ้นในการประมาณการผลกระทบนี้ (ปารเมศ ชุติมา,2545)

แรนดอมไมเซชั่น เป็นพื้นฐานหลักสำหรับการใช้วิธีการเชิงสถิติในการออกแบบการทดลอง แรนดอมไมเซชั้น หมายถึงการทดลองที่มีทั้งวัสดุที่ใช้ในการทดลองและลำดับการทดลองแต่ละครั้งเป็นแบบสุ่ม (Random) วิธีการเชิงสถิติกำหนดว่าข้อมูลหรือความผิดพลาด จะต้องเป็นตัวแปรแบบสุ่มที่มีการกระจายแบบอิสระ แรนดอมไมเซชั่นจะทำให้สมมติฐานเป็นจริง การที่เราแรนดอมไมการทดลอง ทำให้เราสามารถลดผลของปัจจัยภายนอกที่อาจจะปรากฏในการทดลอ งได้ (ปารเมศ ชุติมา,2545)

บลอกกิ้ง เป็นเทคนิคที่ใช้เพิ่มความเที่ยงตรง (Precision) ให้แก่การทดลอง บลอกอันหนึ่งอาจจะหมายถึงส่วนหนึ่งของวัสดุที่ใช้ในการทดลองที่ควรจะมีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันมากกว่าเซ็ตทั้งหมดของวัสดุ การเปรียบเทียบเงื่อนไขที่น่าสนใจต่างๆ ภายในแต่ละบลอกจะเกิดจากการทำบลอกกิ้ง (ปารเมศ ชุติมา,2545)

ขั้นตอนในการออกแบบการทดลอง

1. กำหนดหัวข้อปัญหา (Problem statement) จะต้องชัดเจน เข้าใจได้ง่ายและเป็นรูปธรรม ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 3 อย่าง อะไรที่กำลังเป็นเป็นปัญหา (What) ลักษณะของปัญหาเป็นเช่นไรขน าดไหน (How) และพบปัญหานั้นที่ไหนช่วงเวลาใด (Where) (ปารเมศ ชุติมา,2545)

2. การเลือกปัจจัย (Factor) และการกำหนดระดับของปัจจัย (Treatment) จำเป็นที่จะต้องเลือกปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการอย่างแท้จริง ซึ่งสามารถเลือกจากกรรมวิธีคัดกรองโดยเครื่องมือทางสถิติ ผู้ที่มีค วามรู้หรือเชี่ยวชาญในกระบวนการนั้นๆ ก็เป็นผู้ที่

สามารถให้คำแนะนำที่ดีในการเลือกปัจจัย และการกำหนดระดับของปัจจัยด้วย (ปารเมศ ชุติมา,2545)

3. การเลือกตัวแปรตอบสนอง (Response) จะต้องเน้นตัวแปรที่สามารถวัดได้ ทั้งที่วัดด้วยเครื่องมือวัดและวัดด้วยกระบวนการวัดอื่นๆ เช่น การนับ และจะต้องเป็นตัวแปรที่สื่อถึงกระบวนการที่เราต้องการศึกษาได้ (ปารเมศ ชุติมา,2545)

4. เลือกแบบทดลอง (Experiment design) เช่น การกำหนดจำนวนสิ่งตัวอย่าง วิธีการเลือกสิ่งตัวอย่าง วางแผนการทำการทดลอง วิธีการบันทึกผลการทดลอง และการกำหนดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ เป็นต้น (ปารเมศ ชุติมา,2545)

5. ดำเนินการทดลอง (Perform the Experiment) ให้เป็นไปตามแผนการ ทั้งวิธีการดำเนินการ ความถูกต้องในการวัด การควบคุมตัวแปรในการทดลอง และเก็บผลการทดลอง (ปารเมศ ชุติมา,2545)

6. การวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis) ไม่ใช่แค่การ Run computer program เพื่อให้ได้ผลออกมาเท่านั้น แต่รวมถึงการตรวจสอบ ลักษณะและคุณภาพของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การพิสูจน์ทราบความถูกต้องของ Model ที่ได้ (Model adequacy checking) หาค่าระดับนัยสำคัญของอิทธิพลของแต่ละปัจจัย โดยปกติ DOE จะใช้ ANOVA ในการวิเคราะห์ข้ อมูล ดังนั้นผู้วิเคราะห์ก็ต้องเข้าใจเงื่อนไข ของ ANOVA ด้วย (ปารเมศ ชุติมา,2545)

7. สรุปผลการทดลองและให้คำแนะนำ ผู้ดำเนินการทดลองจะเป็นผู้ที่เข้าใจที่ไปที่มาของข้อมูลดี และมองออกว่าผลที่ได้เป็นเช่นนั้นเพราะอะไร การดำเนินการมีข้อบกพร่องตรงไหน มีสาระสำคัญอะไรที่ ผู้อ่านรายงานควรจะได้รับรู้ เผื่ออนาคตได้ดำเนินการทดลองบ้างก็จะเอาไปเป็นบรรทัดฐานได้ ผู้บริหารหน่วยงานอาจจะสนใจข้อวิเคราะห์ ความคิดเห็น ของผู้ดำเนินการมากกว่าผลที่ปรากฏก็เป็นได้ (ปารเมศ ชุติมา,2545)

การออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียล Factorial Designs

การออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียลจะสามารถทำการศึกษาอิทธิพลของปัจจัยที่มีต่อกระบวนการและเกิดขึ้นพร้อมๆกันได้ เมื่อมีการทำการทดลอง ควรทำการเปลี่ยนค่าระดับปัจจัยไปพร้อมๆกันมากกว่าทำการเปลี่ยนค่าระดับปัจจัยตัวใดตัวหนึ่ง เพราะจะทำให้ได้งานที่มีประสิทธิภาพมากกว่าทั้งในเรื่องการประหยัดเวลาและต้นทุน และยังสามารถวิเคราะห์เรื่องอิทธิพลร่วม (Interaction) ระหว่างปัจจัยได้ด้วยโดยอิทธิพลร่วม (Interaction) คือผลของการที่ปัจจัยร่วมกันที่มีอยู่ในหลายๆกระบวนการ ถ้าไม่ได้ทำการทดลองแบบแฟคทอเรียลอาจจะไม่เห็นผลของอิทธิพลร่วม (Interaction) ได้ชัดเจนนัก (คู่มือการใช้ Minitab หัวข้อ “Design of Experiments,2550)

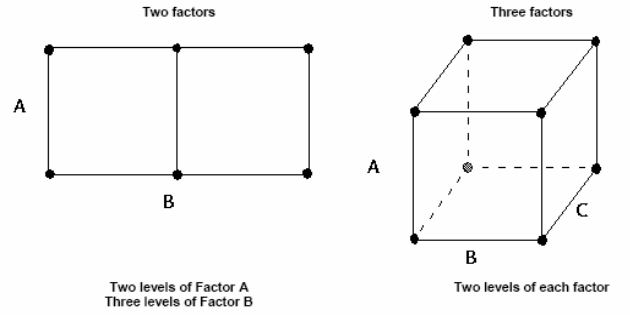
การออกแบบเพื่อการคัดเลือก (Screening Design)

ในงานพัฒนากระบวนการและงานการผลิตส่วนมาก มีตัวแปรจำนวนมากที่มีแนวโน้มว่าจะมีส่วนในการปรับปรุงการคัดเลือกเป็นการลดจำนวนตัวแปรเหล่านี้ให้ มีจำนวนน้อยลง โดยคัดเลือกตัวแปรที่มีความสำคัญอย่างมากต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ การลดจำนวนตัวแปรนี้ทำให้คุณสามารถจะพิจารณาเฉพาะที่ตัวแปรที่มีความสำคัญต่อกระบวนการเท่านั้นได้ หรือ พิจารณาตามหลักการ ความสำคัญจำนวนน้อย “Vital Few” การคัดเลือกอาจจะสามารถทำได้ถึงการ หาค่าที่เหมาะสม (optimal) ของตัวแปรนั้นๆ รวมทั้งทำการทดลองเพื่อหาค่าที่ดีที่สุด (optimization) เพื่อบอกว่าค่าตอบสนอง (response) มีสมการความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์เป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้ง (คู่มือการใช้ Minitab หัวข้อ “Design of Experiments,2550)

การออกแบบการทดลองแบบ Full Factorial

ในการทดลองแบบ Full Factorial ค่าตอบสนอง (response) จะถูกวัดค่าที่ทุกๆ เงื่อนไขของทุกค่าระดับปัจจัยที่มีในการทดลอง โดยเงื่อนไขการทดลอง (combination of factor levels) เป็นเงื่อนไขที่กำหนดให้ทำการทดลองเพื่อวัดค่าตอบสนอง โดยที่เงื่อนไขกา รทดลองแต่ละอันจะเรียกว่า รัน (run) และมีการทำการทดลองเพื่อวัดค่าตอบสนอง และชุดข้อมูลทั้งหมดในทุกรันจะเรียกว่า แบบการทดลอง (design)ในรูปภาพด้านล่างนี้เป็นรูปแสดงตัวแบบของการทดลองแบบ 2 และ 3 ปัจจัย โดยจุดจะเป็นแสดงถึงเงื่อนไขการทดลอง (combination) แต่ละอันของการทดลอง ตัวอย่างเช่น ในตัวแบบ 2 ปัจจัย (two-factor design) จุดที่มุมล่างด้านซ้าย และรันของการ

ทดลองที่มีค่าระดับปัจจัย A เป็นค่าต่ำ (low) และ ค่าระดับปัจจัย B เป็นค่าต่ำ เช่นกันดังรูปที่ 2.5 (คู่มือการใช้ Minitab หัวข้อ “Design of Experiments,2550)



รูปที่ 2.5 แสดงตัวแบบการทดลองแบบ 2 และ 3 ปัจจัย

การออกแบบการทดลองแบบ Two-level full factorial

ในตัวแบบของ Two-level full factorial ในทุกๆการทดลองทุกๆปัจจัยจะมีค่าระดับเพียงแค่ 2 ระดับเท่านั้น การทดลองแต่ละรันจะมีทุกๆค่าระดับของทุกๆปัจจัย ถึงแม้ว่าตัวแบบ Two-level full factorial จะไม่สามารถทำการทดลองที่ค่าปัจจัยย่าน (range) กว้างๆ มากได้ แต่ก็สามารถให้สาระข้อมูลที่มีประโยชน์ได้โดยที่จำนวนรันไม่มากนักต่อหนึ่งปัจจัย และเพราะว่า Two-level full factorial สามารถที่จะแสดงค่าแนวโน้มได้ จึงสามารถนำมาใช้เพื่อนำไปเป็น แนวทางในการสร้างการทดลองต่อไป ตัวอย่างเช่น เมื่อคุณต้องการที่จะทำการทดลองในย่านที่กว้างขึ้นซึ่งคุณมีสมมติฐานเบื้องต้นว่าจะมีค่าที่ดีที่สุดอยู่ คุณอาจใช้ตัวแบบแฟคทอเรียล (factorial) เพิ่มเติมจากจุดนี้โดยใช้วิธีการออกแบบการทดลองแบบ central composite (คู่มือการใช้ Minitab หัวข้อ “Design of Experiments,2550)

การออกแบบการทดลองแบบ General full factorial

ในตัวแบบของ General full factorial การทดลองแต่ละครั้งในแต่ละปัจจัยจะมีค่าระดับหลายๆค่า ตัวอย่างเช่นปัจจัย A มี 2 ระดับ ปัจจัย B มี 3 ระดับ และ ปัจจัย C มี 5 ระดับ การทดลองในทุกรันจะทำครบทุกค่าระดับของทุกปัจจัย ตัวแบบ General full factorial อาจจะนำไปใช้ในการทดลองขนาดเล็กเพื่อทำการคัดเลือกปัจจัย (Screening) หรือ เพื่อทำการหาค่าที่ดีที่สุด (Optimization) (คู่มือการใช้ Minitab หัวข้อ “Design of Experiments,2550)

2.2.4 การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis)

การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis: FMEA) คือ การวิเคราะห์อาการบกพร่องทั้งหมดที่เป็นไปได้ ผลกระทบของระบบ โอกาสที่จะเกิดขึ้น และความน่าจะเป็นที่จะไม่ได้ป้องกัน (Pyzdek and Keller, 2010) นอกจากนั้นยังเป็นเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ความปลอดภัยของระบบและความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์และขั้นตอนการดาเนินงานของกระบวนการ และกาหนดวิธีปฏิบัติเพื่อลดลักษณะข้อบกพร่องและและผลกระทบเหล่านั้นลง (Ebrahimipour et al., 2009) เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) แบ่งได้ 4 ประเภท (นันทเดช ยุทธารักษ์, 2551) ดังนี้

1) การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในงานระบบ (System FMEA) ใช้วิเคราะห์หาข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นกับหน้าที่งาน (Function) ของระบบ และระบบย่อยต่างๆ เนื่องมาจากความไม่มีประสิทธิภาพของระบบ ในขั้นตอนการออกแบบแนวคิด

2) การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในการออกแบบ (Design FMEA) ใช้วิเคราะห์หาข้อบกพร่องที่เป็นไปได้ของผลิตภัณฑ์ ก่อนส่งไปผลิตจริง โดยการเน้นหาข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้น เนื่องจากความไม่มีประสิทธิภาพของการออกแบบ

3) การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการผลิต (Process FMEA) ใช้ในการวิเคราะห์หาข้อบกพร่องเนื่องมาจากความไม่มีประสิทธิภาพในสายการผลิตหรือสายการประกอบที่อาจเกิดขึ้นได้

4) การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในงานบริการ (Service FMEA) ใช้วิเคราะห์หาข้อบกพร่อง เนื่องจากความไม่มีประสิทธิภาพของระบบและกระบวนการในงานบริการ ที่อาจเกิดขึ้นได้

ประโยชน์ของการประยุกต์ใช้ FMEA (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2551) มีดังนี้

1) ช่วยในการประเมินผลของแบบที่ได้จากการออกแบบ ทั้งความต้องการด้านหน้าที่ และทางเลือกในการออกแบบ

2) การประเมินการออกแบบเพื่อการผลิต (DFM) เบื้องต้น

3) ช่วยในการปรับปรุงคุณภาพ ความไว้วางใจ ตลอดจนความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์หรือการบริการ

4) ช่วยในการลดต้นทุนที่ซ่อนเร้นของกระบวนการผลิต ทาให้องค์กรสามารถเพิ่มอานาจในการแข่งขันทางธุรกิจในระยะยาวได้ดี

5) ช่วยเพิ่มความมั่นใจและความพึงพอใจให้แก่ลูกค้า

6) ช่วยในการลดต้นทุนและเวลาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ซึ่งมีผลทาให้สามารถวางตลาดผลิตภัณฑ์ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

7) ช่วยในกระบวนการป้องกันข้อบกพร่อง

8) ช่วยเพิ่มศักยภาพด้านเทคโนโลยีเฉพาะด้าน (Intrinsic technology) ให้แก่คณะทางาน FMEA ระหว่างการดาเนินการ ซึ่งจะเป็นรากฐานสาคัญในการพัฒนาและวิจัยผลิตภัณฑ์ใหม่ในอนาคต

9) ช่วยในการกาหนดถึงลาดับสาคัญก่อนหลังของกิจกรรมการปรับปรุงคุณภาพ โดยผ่านตัวเลขวิเคราะห์ความเสี่ยง

10) ช่วยในการบ่งชี้ความผิดพลาด (Error) ที่อาจจะเกิดขึ้น ในขั้นตอนต่าง ๆ ของการออกแบบและกระบวนการ และกาหนดแนวทางในการป้องกันต่อไป

11) ช่วยในกระบวนการบ่งชี้ปัจจัยที่คาดว่าจะเป็นสาเหตุสาคัญของปัญหา เพื่อดาเนินการพิสูจน์และแก้ไขต่อไป ซึ่งสาคัญมากในกระบวนการซิกซ์ ซิกม่า

12) ช่วยในการบ่งชี้ถึงวิธีการวินิจฉัยการออกแบบและกระบวนการ

หลังจากที่ได้ทำการปรับปรุง และปรับแต่งเครื่องจักรและกระบวนการให้เป็นไปตามผลการทดลองที่ได้ การเปลี่ยนแปลงค่าของปัจจัยต่างๆ จะนำผลที่ได้นั้นมาทำการวิเคราะห์ลักษณะของข้อบกพร่องและผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น ด้วยการประยุกต์ใช้เครื่องมือที่เรียกว่า FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) เพื่อที่จะศึกษาถึงลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นของปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ พร้อมกับพิจารณาผลกระทบที่เกิดขึ้น พร้อมทำการป้องกันการเกิดของปัญหา เพื่อสามารถย้ำเตือนและสร้างความเข้าใจการเปลี่ยนแปลงให้กับผู้ปฏิบัติงานอีกด้วย ซึ่ง FMEA คือการประเมินผลของตัวแปร 3 ตัวแปร และ ค่า R P N โดยค่า RPN ได้จากการคำนวณ ได้มาจากผลคูณของค่าพารามิเตอร์ O x S x D ดังนี้

O = Occurrence คือ ระดับความถี่ของการเกิดปัญหาความล้มเหลวหรือความผิดพลาด โดยเกณฑ์การให้คะแนน คือ 1 - 10 โดย 1 คือความถี่น้อยที่สุดของการเกิดความล้มเหลวหรือความผิดพลาด และ 10 คือ ความถี่มากที่สุดของการเกิดปัญหาความล้มเหลวหรือความผิดพลาด

S = Severity คือ ระดับความรุนแรงของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหาขึ้น เกณฑ์การให้คะแนน คือ 1 – 10 โดย 1 คือความรุนแรงน้อยที่สุดของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหาขึ้น และ 10 คือความรุนแรงมากที่สุดของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหาขึ้น

D = Detecting คือ ระดับความสามารถในการตรวจจับปัญหานั้นก่อนที่จะส่งมอบงานหรือผลิตภัณฑ์ไปให้ลูกค้า ขึ้น เกณฑ์การให้คะแนน คือ 1 – 10 โดย 1 คือความสามารถในการตรวจจับปัญหาที่ดีที่สุด และ 10 คือความสามารถในการตรวจจับปัญหาที่แย่ที่สุด

โดย ค่า O S และ D ใช้เป็นค่าตัวเลขจำนวนเต็มที่มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 10 ดังนั้นค่าระดับความเสี่ยงต่ำสุดของการเกิดปัญหา คือค่า RPN เท่ากับ 1 ซึ่งมาจาก 1 x 1 x 1 หมายความว่าความถี่ของการเกิดปัญหานี้มีน้อยที่สุด ความรุนแรงของผลกระทบ เมื่อเกิดปัญหานี้มีน้อยทีสุด และสามารถตรวจจับปัญหานี้ได้อย่างสมบูรณ์ก่อนส่งมอบงานให้ลูกค้า

และในขณะเดียวกัน ผลของค่า RPN ที่มีระดับความเสี่ยงสูงสุดของการเกิดปัญหา คือค่า RPN เท่ากับ 1000 หมายความว่าความถี่ของการเกิดปัญหานี้มีมากที่สุด ความรุนแรงของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหานี้มีมากที่สุด และตรวจจับปัญหานี้ได้ยาก

โดยการให้คะแนนของทั้ง 3 ตัวแปร นั้น จะทำการระดมสมองของกลุ่มปฏิบัติงาน ผู้เชี่ยวชาญ และผู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหลายๆฝ่าย ในการวิเคราะห์และให้คะแนน

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รายชื่อผู้วิจัย	ปี	เทคนิคที่เกี่ยวข้อง	ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
1. สุมล มุสิกาญจน์	2004	Six sigma, DOE, FMEA 7QC Tool	งานวิจัยนี้ทำการปรับปรุงค่า Pull strength โดยวิธีซิกซ์ซิกมาในกระบวนการ Wire bonding ในการผลิตอุปกรณ์ใยแก้วนำแสง เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อค่า Pull strength และหาปัจจัยที่เหมาะสมและทำให้ค่า Pull strength สูงที่สุด เมื่อนำค่าปรับตั้งใหม่ไปใช้พบว่าค่า Pull strength มีค่าสูงขึ้นประกอบกับผลทางสถิติแสดงให้เห็นว่าผลได้ของกระบวนการ Wire bonding สูงขึ้นถึงร้อยละ 91.67 ทำให้ลดต้นทุนการผลิตลงได้ประมาณปีละ 8,273 เหรียญสหรัฐ และทำการควบคุมปัจจัยที่ส่งผลต่อค่า Pull strength โดยการกำหนดแผนควบคุมเพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดในการปรับตั้ง
2. สมบัติ สุขนิจ	2004	Six sigma, MSA	งานวิจัยนี้ทำการแก้ไขปัญหาผิวเป็นตุ่มในอุตสาหกรรมผลิตเม็ดพีวีซี โดยนำแนวทางซิกซ์ซิกม่า มาประยุกต์ใช้ในการ ผลิตเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าจำนวนเจลที่เกิดขึ้นบนผิวชิ้นงานซึ่งเป็นข้อกำหนดด้านผลิตภัณฑ์ของลูกค้า และหาเงื่อนไขที่เหมาะสมของปัจจัยในการผลิตที่จะทำให้ปริมาณของเสียลดลง เมื่อทำการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการแล้วนำไปวิเคราะห์หาระดับที่เหมาะสมของการปรับค่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ได้ค่าจำนวนเจลที่ต่ำที่สุดที่เหมาะสมและทำการทดสอบเพื่อยืนยันผลก่อนนำไปใช้งานจริงในกระบวนการผลิตและควบคุมปัจจัยนำเข้าที่สำคัญด้วยกระบวนการเชิงสถิติในขั้นตอนการควบคุมกระบวนการ งานวิจัยนี้สามารถลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตได้ทั้งหมดจนเหลือ 0%

รายชื่อผู้วิจัย	ปี	เทคนิคที่เกี่ยวข้อง	ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
3. วราภรณ์ ขำสนิท	2008	Six sigma, DOE, Cause and effect diagram, Control chart	งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้แนวคิดซิกซ์ซิกมาเพื่อปรับปรุงกระบวนการฉีดพลาสติกโดยมีวัตถุ ประสงค์ในการลดต้นทุนของเสียรวมที่เกิดจากข้อบกพร่องชนิดครีบและข้อบกพร่องชนิดฉีดไม่เต็มแม่พิมพ์ โดยทำการวิเคราะห์ผ่านแผนภาพแสดงเหตุและผลเพื่อค้นหาปัจจัยนำเข้าที่มีผลต่อข้อบกพร่องดังกล่าวเพื่อให้ได้ระดับปัจจัยที่เหมาะสมที่ทำให้ต้นทุนของเสียรวมที่เกิดจากข้อบกพ ร่องทั้งสองชนิดมีค่าต่ำที่สุด และทำการทดสอบเพื่อยืนยันผลและจัดทำแผนควบคุมโดยการประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพที่เหมาะสมในการตรวจติดตามและควบคุมปัจจับนำเข้าเพื่อรักษามาตรฐานหลังการปรับปรุง
4. พิชาฉาน เวชกิจ	2009	DOE	งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ มีผลต่อกระบวนการเคลือบเงินของการผลิตกระจกเงาและหาเงื่อนไขต่างๆที่เหมาะสมในกระบวนการเคลือบเงิน โดยอาศัยหลักการออกแบบการทดลองเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการเคลือบเงินให้มีค่าสูงขึ้นและลดต้นทุนในการผลิต
5. รุจิรา อุไรพงษ์	2009	Six sigma, DOE, FMEA, Cause and effect diagram	งานวิจัยทำการปรับปรุงค่าความชื้นของเม็ดพลาสติกคอมพาวด์ที่ใช้สำหรับผลิตงานท่อที่เกิดจากกระบวนการผสมเม็ดพลาสติกกับสารเติมแต่งและการบรรจุภัณฑ์ตามแนวทางซิกซ์ซิกมา โดยศึกษาหาปัจจัยที่มีผลต่อค่าความชื้นและหาเงื่อนไขที่เหมาะสมของปัจจัยในการผ ลิตโดยวิธีการออกแบบการทดลอง เพื่อทำให้ปริมาณค่าความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่เหมาะสม โดยมีหน่วยวัดผลระดับการปรับปรุงของงานวิจัยนี้คือปริมาณค่าความชื้นของเม็ดพลาสติกคอมพาวด์ลดลง โดยก่อนทำการปรับปรุงการผลิตค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 440 PPM และหลังทำการปรับปรุงพบว่าค่าเฉลี่ยของค่าความชื้นองเม็ดพลาสติกคอมพวน์ลดลงเหลือเพียง 334.15 PPM ซึ่งบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้

รายชื่อผู้วิจัย	ปี	เทคนิคที่เกี่ยวข้อง	ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
6. ศิริวดี เอื้ออรัญโชติ	2003	Six sigma, FMEA, Control chart, Cause and effect diagram, DOE	งานวิจัยนี้ทำการปรับปรุงคุณภาพโดยใช้แนวทางของซิกซ์ซิกมาเพื่อลดข้อบกพร่องอันเนื่องมาจากคราบสกปรกของกระบวนการหัวอ่าน -เขียนสำหรับคอมพิวเตอร์ โดยวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาโดยใช้แผนภาพแสดงเหตุและผลโยงเชื่อมโยงเพื่อหาความรุนแรงของปัญหาด้วยวิธีการ FMEA และวิเค ราะห์สาเหตุต่างๆเพื่อให้ได้ปัจจัยที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญกับกระบวนการผลิตหัวอ่าน -เขียน และทำการทดลองเพื่อยืนยันผลและจัดทำแผนภูมิควบคุมและการป้องกันปัญหา โดยผลที่ได้หลังจากทำการปรับปรุงพบว่าสามารถลดความสูญเสียได้เป็นจำนวนเงิน 8,091 เหรียญสหรัฐ
7. จิรายุ ประภ าอนันตชัย	2010	Six Sigma, Cause effect diagram, DOE	งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการลดของเสียชุดปรับกระจกมองข้างรถยนต์โดยดำเนินการตามแนวทางซิกซ์ซิกมา โดยทำการเก็บข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการและจากลูกค้าปฏิเสธสินค้าพบปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อบริษัทมากที่สุ ดคือปัญหากระจกปรับเสียงดัง/เสียงผิดปกติและปัญหากระจกปรับสะดุด และวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาโดยใช้แผนผังก้างปลาแลนำสาเหตุที่เลือกมาทำการทดสอบความมีนัยสำคัญ วิธีการทางสถิติและปรับปรุงโดยหาค่าที่เหมาะสมโดยการออกแบบการทดลองจากนั้นทำการทดสอบเพื่อยืนยันผลการทดลองและกำหนดแผนภูมิควบคุมและมาตรฐานวิธีการในการติดตามผลการควบคุม ผลการปรับปรุงพบว่าเปอร์เซ็นต์ของเสียลดลง 0.012% ต่อเดือน

รายชื่อผู้วิจัย	ปี	เทคนิคที่เกี่ยวข้อง	ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
8. อภิญญา ตากสกุล	2009	Lean Six sigma, Cause effect diagram, ECRS	งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์ โดยใช้เครื่องมือของลีน ซิกซ์ซิกมาเพื่อการวิเคราะห์สภาพปัญหาและระบุสาเหตุของปัญหา พบว่าสาเหตุหลักคือความสูญเปล่าจากการรอคอยและความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสมจากการแก้ไขงาน จากนั้นวิเคราะห์หาวิธีการแก้ไขปัญหาโดยใช้หลักการ ECRS ในการควบคุมกระบวนการภายหลังการแก้ปัญหานั้นได้จัดทำแผนการควบคุมกระบวนการและจัดทำตัวชี้วัดและควบคุมกระบวนการ โดยกำหนดเป้าหมายคือลดสัดส่วนเวลาที่สูญเปล่าจากการรอคอยให้น้อยกว่า 9.37% ลดการแก้ไขงานในส่วนที่มีความถี่และผลกระทบในด้านความปลอดภัยให้น้อยกว่า 0.56 จุด/คัน และลดต้นทุนความล้มเหลวภายในและต้นทุนความล้มเหลวภายนอก ผลที่ได้หลังการปรับปรุงเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ทั้งหมด
9. ปาริชาติ บุญเกลี้ยง	2009	Six sigma, DOE, Control chart, Cause effect diagram	งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการลดต้นทุนของเสียจากปัญหาหน้ากว้างออกนอกค่ายอมรับของเทปโฟมอคริลิค ซึ่งเป็นเทปที่มีราคาแพงหาเกิดปัญหาดังกล่าวต้องทิ้งไม่สามารถซ่อมได้ในงานวิจัยนี้ได้ดำเนินตามแนวทางซิกซ์ซิกมา โดยทำการศึกษาสภาพปัญหา กำหนดเป้าหมาย และขอบเขตในการปรับปรุง จากนั้นทำการวิเคราะห์ระบบการวัดเพื่อพิจารณาความสามารถในกระบวนการผลิตปัจจุบัน ทำการวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อความผันแปรของขนาดหน้ากว้างโดยใช้ตารางแสดงความสัมพันธ์ของเหตุและผลรวมถึงวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบและทำการออกแบบการทดลอง เพื่อหาปัจจัยที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อความผันแปรของขนาดความกว้าง และทำการปรับปรุงกระบวนการโดยหาระดับปัจจัยที่ทำให้ค่าเฉลี่ยเข้าใกล้ค่าเป้าหมายมากที่สุดหลังจากนั้นทำแผนควบคุม ผลการปรับปรุงสามารถลดต้นทุนของเสียลงได้ 99.7% คิดเป็นมูลค่า 4,713,992 บาท/ปี

รายชื่อผู้วิจัย	ปี	เทคนิคที่เกี่ยวข้อง	ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
10. อาทิตย์ หงสพันธ์	2010	Six sigma, DOE, Control chart, Cause effect diagram	งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากงานซ่อมข้อบกพร่องหลักและจำนวนข้อบกพร่องเฉลี่ยต่อรถ 1 คัน โดยมีเป้าหมายในการปรับปรุงอยู่ที่ 40% ทั้งค่าใช้จ่ายในการซ่อมและจำนวนข้อบกพร่องเฉลี่ย โดยนำแนวทางการปรับปรุงของซิกซ์ซิกมามาประยุกต์ใช้ โดยทำการศึกษาสภาพปัญหา กำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตในการปรับปรุง หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการในปัจจุบันและหาปัจจัยนำเข้าที่มีผลต่องานซ่อมโดยใช้แผนภาพแสดงเหตุและผลโดยเชื่อมโยงการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ จากนั้นนำเอาปัจจัยที่เลือกมาทำการทดสอบความมีนัยสำคัญด้วยวิธีการทางสถิติและปรับปรุงโดยหาค่าที่เหมาะสมโดยการออกแบบการทดลองจากนั้นทำการทดสอบเพื่อยืนยันผ ลการทดลองและกำหนดแผนภูมิควบคุมและมาตรฐานวิธีการในการติดตามผลการควบคุม ผลที่ได้หลังการปรับปรุงพบว่าสามารถลดจำนวนข้อบกพร่องในการซ่อมเฉลี่ยต่อรถ 1 คันลงได้ 57%
11. Z.N. Liang, F.G. Kuper and M.S. Chen	1998	RBP (reduced bonding parameter), Multiple regression analysis	เป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ (ultrasonic power, bond force and time) มีผลต่อ ball shear force and ball shear stress หรือไม่ โดยทำการ fix พารามิเตอร์อื่นๆทั้งหมด (bond temperature, bonding machine, ultrasonic frequency, the type of capillary, material variables) ใช้ค่า ball shear force ในการควบคุมพารามิเตอร์ ซึ่ง BSF = π(ball size)^2/4 แล้วใช้ concept ของ RBP เข้ามาใช้งาน (RBP = Power^{A}xForce^{B}xTime^C) ในการ optimize ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม

รายชื่อผู้วิจัย	ปี	เทคนิคที่เกี่ยวข้อง	ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
12. P.Y. Pan, C. Tan and K.Y.C. Yuen	2010	DMAIC, MSA, OEE	ศึกษากระบวนการปรับปรุงในงาน QFN (Quad Flat No-lead) โดยใช้วิธีการ DMAIC, MSA ในการศึกษาพารามิเตอร์ต่างๆที่เกี่ยวข้อง และใช้ OEE เป็นตัวประเมินประสิทธิภาพว่าดีขึ้นหรือไม่ หลั งจากศึกษาเสร็จ ได้ทำการปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์ 4 อย่าง คือ Pattern recognition, Keep tracking OEE, Cleaning process (EFO torch) and Technician skill ซึ่งทำให้ค่า OEE สูงขึ้นตรงตามเป้าหมายที่กำหนดไว้
13. M. Song, G.L. Gong, J.Z. Yao, S. Xu, S. Lee, M.C. Han and B.Y. Yan	2010	DOE, 7 QC Tools	ศึกษาหาความหนาของ bond pad ของ copper wire bond process โดยใช้วิธีการ DOE หาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการ wire bond ด้วย Cu wire (ค่าที่เหมาะสมคือ push-out น้อยกว่า 3 um) ทำการเปลี่ยน capillary ให้ได้ค่า ball shear strength ที่สูงขึ้น หลังจากควบคุมพารามิเตอร์หมดแล้วจึงทำการเปลี่ยนแปลงความหนาของ bond pad ซึ่งมีผลสำคัญที่เกี่ยวข้องกับ reliability test
14. C.C. Lee, T.A. Tran and Y.K. Au	2010	PDCA	ศึกษาการออกแบบของ Bond Over Active กับการใช้ fine pitch ในงาน wire bonding กับการ failure แบบ lift ซึ่งพบว่าสิ่งสกปรกที่ปกคลุมเป็นปัจจัยสำคัญ ทำให้เกิด delaminate ในการ wire bond และโครงสร้างของการ fabrication ในตัว package

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปสิ่งที่ได้รับจากการศึกษาได้ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 สรุปสิ่งที่ได้รับจาการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัย

ข้อประยุกต์ใช้ในงานวิจัย	สิ่งที่ได้รับหรือนำมาประยุกต์ใช้
การลดของเสียหรือข้อบกพร่องโดยวิธีการต่างๆรวมถึงการปรับปรุงแก้ไขปัญหาคุณภาพ	การประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพต่างๆอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูล หาสาเหตุของปัญหา และแนวทางในการวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงแก้ไขปัญหาคุณภาพ
แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับคุณภาพ การควบคุมคุณภาพ และการปรับปรุงคุณภาพ	ทำให้เข้าใจในการนิยามปัญหา และหาวิธีการแก้ไขปัญหาให้เหมาะสมกับองค์กรเพื่อตอบสนองต่อความพึงพอใจของลูกค้า
การออกแบบการทดลอง	สามารถวางแผนและออกแบบการทดลองที่เหมาะสมกับทรัพยากร ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ เป็นต้น
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ	ทำให้ทราบถึงปัจจัยต่างๆที่มีผลในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำและสามารถนำไปวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางปรับปรุงกระบวนการในด้านอื่นๆต่อไป

บทที่ 3

ระยะการกำหนดปัญหา

ระยะการกำหนดปัญหาเป็นขั้นตอนเริ่มต้นของงานวิจัย โดยเป็นการเข้าไปสำรวจสภาพปัญหาภายในโรงงานกรณีศึกษา หลังจากที่ได้กำหนดขอบเขตในบทที่ 1 แล้วว่าจะทำการศึกษาเฉพาะปัญหาการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมในแพคเกจ SOJM ในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ โดยเริ่มต้นจากการจัดตั้งทีมงานปรับปรุงคุณภาพ ต่อมาจะทำการศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ การศึกษาวิเคราะห์ปัญหาการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม เพื่อนำมากำหนดสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าวในบทต่อไป

3.1 การจัดตั้งทีมงานสำหรับการแก้ปัญหาคุณภาพของโรงงาน

ในการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาคุณภาพของโรงงานจำเป็นต้องอาศัยการระดมสมองจากผู้มีความรู้ความชำนาญในกระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเป็นอย่างดี เพื่อให้ได้ข้อมูลและสามารถวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง จึงทำการจัดตั้งทีมงานของโรงงานขึ้นร่วมกับ ผู้วิจัย เพื่อประโยชน์ดังกล่าวมาข้างต้น โดยทีมงานในงานวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 2 ฝ่าย คือ ฝ่ายผลิต และฝ่ายควบคุมคุณภาพ รวมทั้งหมด 6 คน ได้แก่

1) ผู้จัดการฝ่ายผลิต

2) วิศวกรฝ่ายผลิต

3) ผู้จัดการฝ่ายควบคุมคุณภาพ

4) ช่างเทคนิคงานผลิต

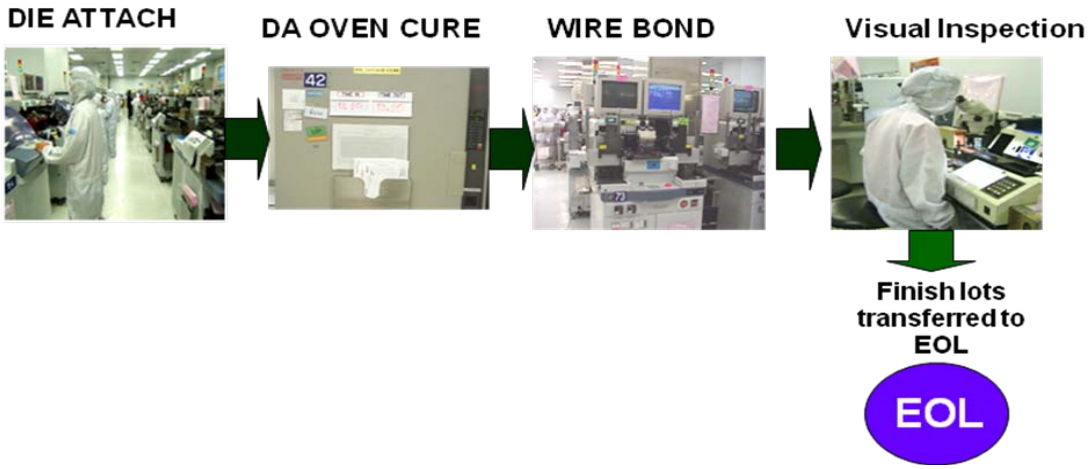
5) พนักงานฝ่ายผลิต

6) วิศวกรฝ่ายควบคุมคุณภาพ (ผู้วิจัย)

โดยสมาชิกในทีมทุกคนมีหน้าที่ในการแสดงความคิดเห็นถึงประเด็นปัญหาต่ า งๆ โดยผู้จัดการฝ่ายผลิต (กระบวนการเชื่อมลวด) เป็นผู้ดำเนินการประชุม และผู้วิจัยทำหน้าที่ติดต่อประสานงาน เสนอแนะแนวความคิด นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์และสรุปข้อมูลที่ได้จากการประชุม

3.2 การศึกษากระบวนการเชื่อมลวดทองคำของโรงงานกรณีศึกษา

กระบวนการเชื่อมลวดทองคำเป็นส่วนหนึ่งของ Front of Line ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการต่างๆดังแสดงในรูปที่ 3.1

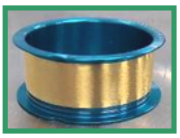
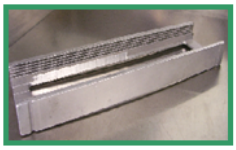
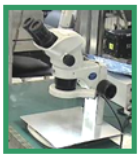


รูปที่ 3.1 แผนภูมิการไหลในพื้นที่ Front of Line

เพื่อให้เข้า ใจถึงการทำงานในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำของโรงงานกรณีศึกษา ผู้วิจัยได้ทำการศึกษารายละเอียดของกระบวนการเชื่อมลวดทองคำทำให้ทราบว่ากระบวนการเชื่อมลวดทองคำมีขั้นตอนไม่แตกต่างจากกระบวนการเชื่อมลวดทองคำของแพคเกจอื่นๆ ซึ่งกระบวนการเชื่อมลวดทองคำเป็นกระบวนการเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าโดยใช้วัสดุที่เป็นลวดทองคำบริสุทธิ์ 99.99% เพื่อเป็นตัวนำไฟฟ้าไหลผ่านจากชิ้นงานหนึ่งไปยังอีกชิ้นงานหนึ่งโดยหลักการในการเชื่อมติดนี้จะอาศัยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Capillary เป็นตัวส่งผ่านพลังงานด้วย ช่วงเวลา แรงกด และอุณหภูมิที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดการเชื่อมติดระหว่างลีดเฟรม (Lead Frame) และไดย (Die)

เครื่องมือและวัสดุในการปฏิบัติงานในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงานในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ

เครื่องมือ / วัสดุ	รายละเอียด	รูปภาพ
1. ลวดทองคำ (Wire Bond)	ใช้สำหรับเชื่อมวงจรไฟฟ้า	
2. ถุงนิ้ว (Finger cot)	ใช้สำหรับสวมที่นิ้วมือเพื่อป้องกันคราบสกปรกติดชิ้นงาน	
3. ทวิสเซอร์ (Tweezers)	ใช้เป็นอุปกรณ์ช่วยในการร้อยลวด	
4. แมกกาซีน (Magazine)	ใช้สำหรับบรรจุสตริปงาน	
5. ลีดเฟรมพัดเดิล (Lead Frame Paddle)	ที่รองลีดเฟรมสำหรับเคลื่อนย้ายสตริปงาน	
6. กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ (Low Power Micro Scope)	ใช้สำหรับส่องดูชิ้นงาน	
7. แคปพิวลารี่ (Capilary)	ใช้สำหรับร้อยลวดเพื่อทำการบอนด์ดิ่ง	

ขั้นตอนในการเชื่อมลวดทองคำมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. พนักงานรับงานมาจากกระบวนการอบได (Die attach cure) และทำการตรวจสอบรายละเอียดต่างๆดังนี้

1.1 เบอร์บิวด์ชีส (Build sheet) ต้องตรงกับเบอร์ที่รันการ์ด (Run card)

1.2 ชื่อดีไวท์ แพคเกจ และชื่อลูกค้าที่ระบุในบิวด์ชีสและรันการ์ดต้องตรงกัน

1.3 ขนาดของลวดที่ใช้ที่บิวด์ชีสและรันการ์ดต้องตรงกัน

1.4 แคปพิวลารี่ (Capillary) ที่ใช้ต้องตรงกับขนาดของลวด แพคเกจและชนิดของลีดเฟรม

1.5 เบอร์แมกกาซีนต้องตรงกับรันการ์ด

1.6 จำนวนงานจริงต้องตรงกับรันการ์ด

1.7 ถ้ามีข้อใดข้อหนึ่งในข้อ 1.1-1.6 ไม่ถูกต้องพนักงานต้องทำกา รแจ้งหัวหน้างานเพื่อตรวจสอบทันที และห้ามนำงานลอตนั้นเข้าไปรันจนกว่าจะตรวจสอบเรียบร้อย

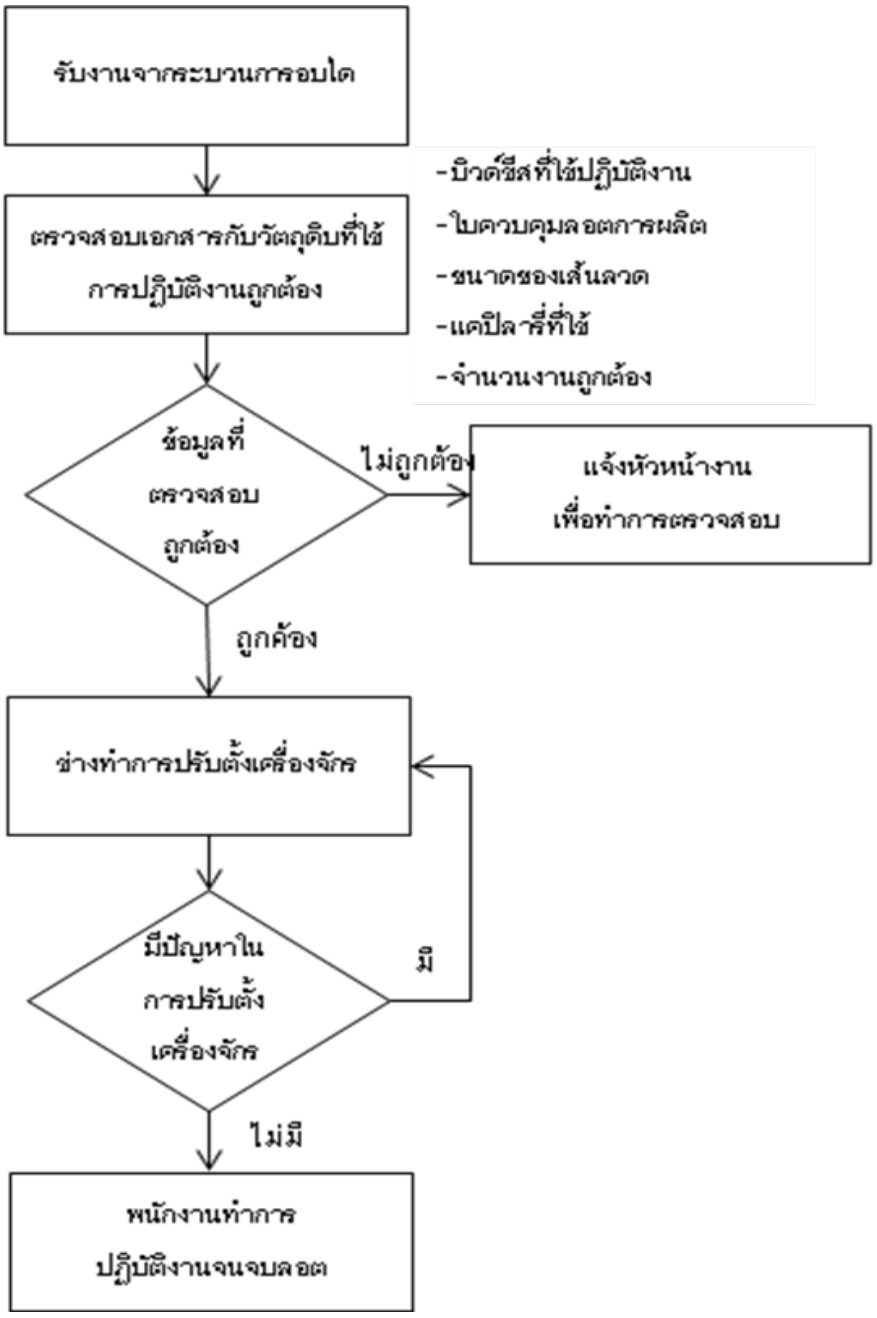
2. พนักงานโหลดงานเข้าเครื่อง พนักงานต้องตรวจสอบทิศทางของลีดเฟรมที่ทำการโหลดเข้าเครื่องโดยอ้างอิงบิวด์ชีสเป็นหลักและทิศทางของแมกกาซีนที่โหลดเข้าเครื่อง ลูกศรบนแมกกาซีนต้องชี้ไปทางซ้ายเสมอ

3. นำม้วนลวดทองคำไปติดตั้งบนเครื่องจักร

4. พนักงานแจ้งช่างเพื่อให้ช่างมาทำการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ของการบอนด์ เมื่อปรับตั้งค่าพารามิเตอร์เรียบร้อยแล้ว พนักงานต้องนำงานสตริปแรกของการรันงานมาทำการตรวจสอบใต้กล้องจุลทรรศน์การบอนด์ว่าปกติหรือไ ม่ ถ้าลักษณะการบอนด์ปกติก็สามารถรันงานต่อได้ แต่ถ้าการบอนด์ไม่ปกติให้ทำการแจ้งช่างเพื่อให้มาปรับค่าพารามิเตอร์ของเครื่องจักร

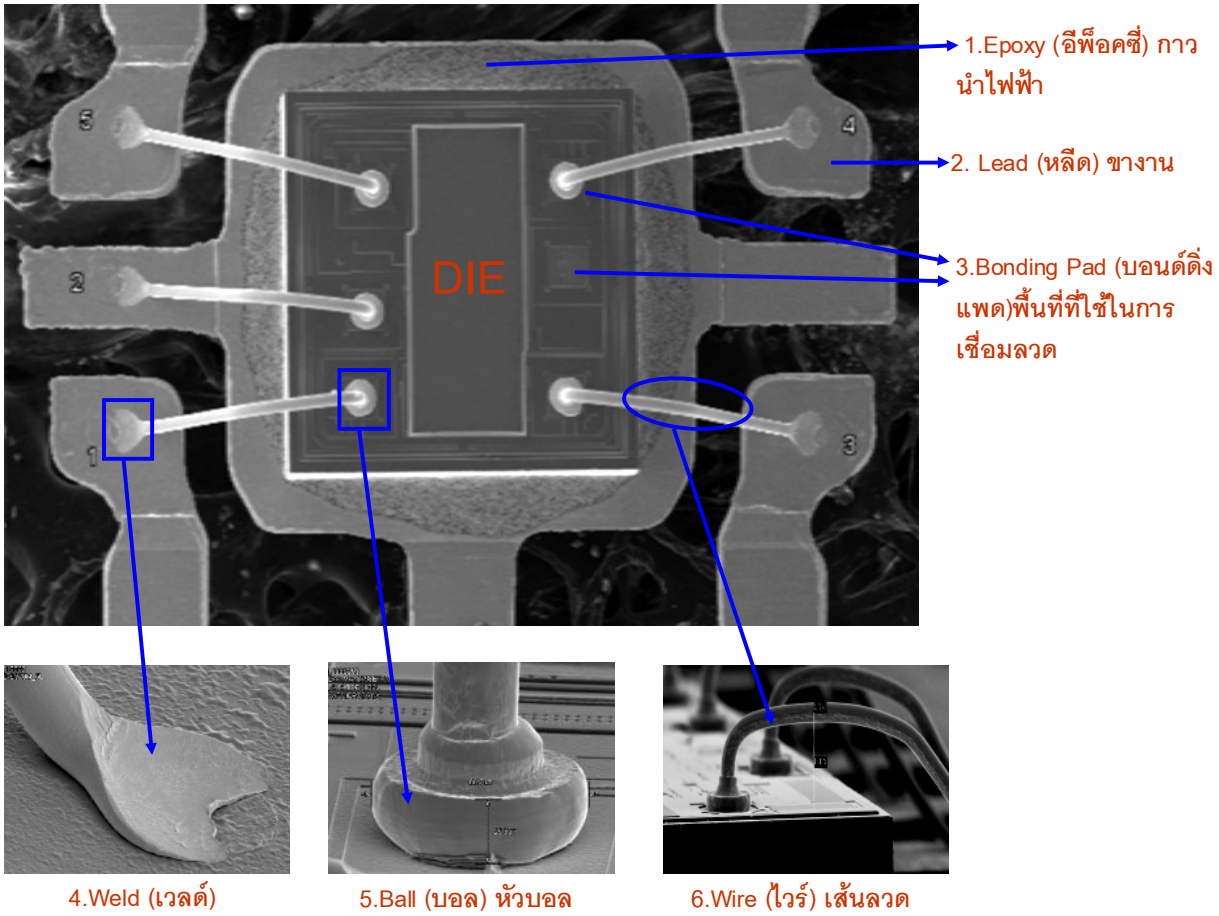
5. พนักงานทำการรันงานจนจบกระบวนการ

จากขั้นตอนที่กล่าวมาทั้งหมดสามารถเขียนแผนภูมิการไหลของกระบวนการเชื่อมลวดทองคำดังรูปที่ 3.2

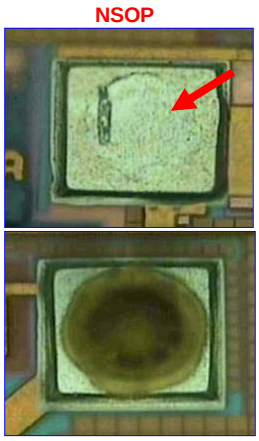


รูปที่ 3.2 แสดงแผนภูมิการไหลของกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ

เมื่อทำการเชื่อมลวดทองคำเสร็จเรียบร้อยแล้วจะมีลักษณะดังรูปที่ 3.3 ซึ่งการเกิดของเสียประเภทการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมนั้นจะเกิดขึ้นในบริเวณพื้นที่หมายเลขสามคือบริเวณจุดเชื่อมต่อ (Bonding Pad) ซึ่งเมื่อทำการเชื่อมลวดลงไปในบริเวณนี้ หัวบอลไม่สามารถที่จะยึดติดลงบนจุดเชื่อมต่อ (Bonding Pad) ได้ ซึ่งลักษณะของเสียประเภทการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมมีลักษณะดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แสดงส่วนประกอบต่างๆหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ

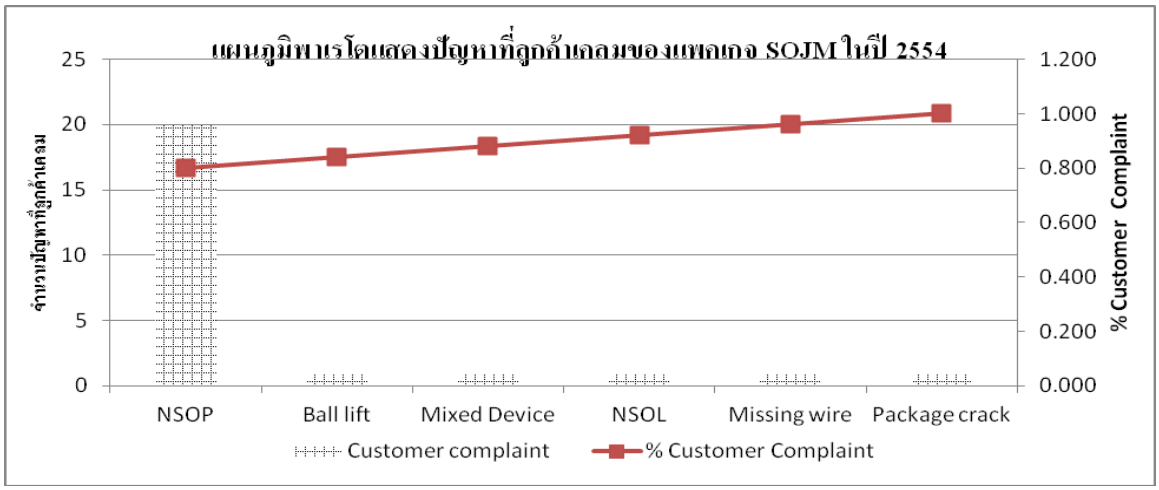


รูปที่ 3.4 (บน) แสดงลักษณะของเสียประเภทการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม

(ล่าง) แสดงลักษณะการเชื่อมลวดติดบนแผงวงจรรวม

3.3 การศึกษาสภาพปัญหาปัจจุบัน

จากการกำหนดขอบเขตของปัญหาในบทที่ 1 จะมุ่งเน้นศึกษาเฉพาะปัญหาของแพคเกจ SOJM โดยนำข้อมูลปัญหาที่ลูกค้าเคลมของแพคเกจ SOJM มาพิจารณาดังรูปที่ 3.5



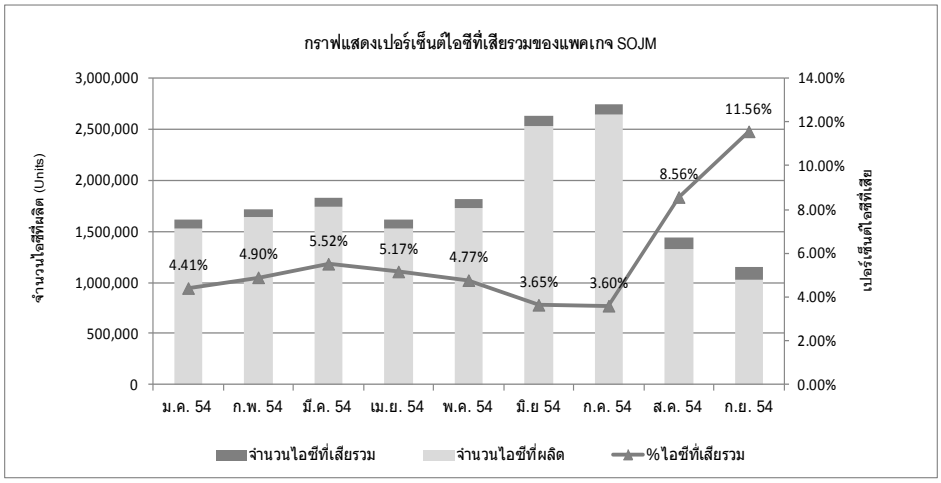
รูปที่ 3.5 แผนภูมิพาเรโตแสดงจำนวนปัญหาที่ลูกค้าเคลมในปี 2554

จากรูปที่ 3.5 พบว่าแพคเกจ SOJM มีจำนวนปัญหาที่ลูกค้าเคลมมากที่สุดมาจากปัญหาการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม และเมื่อพิจารณาจำนวนไอซีที่เสียรวมที่เกิดขึ้นของแพคเกจนี้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 จำนวนไอซีที่ผลิต จำนวนไอซีที่เสีย และเปอร์เซ็นต์ไอซีที่เสียของแพคเกจ SOJM ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2554

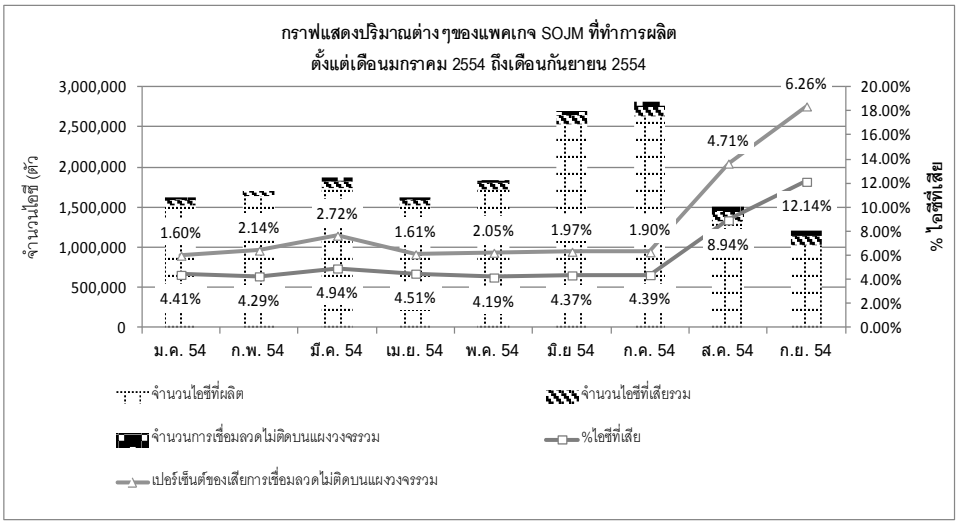
เดือน	จำนวนไอซีที่ผลิต	จำนวนไอซีที่เสีย	%ไอซีที่เสีย
ม.ค. 54	1,532,543	67634	4.41%
ก.พ. 54	1,638,288	70256	4.29%
มี.ค. 54	1,734,820	85723	4.94%
เม.ย. 54	1,529,867	69024	4.51%
พ.ค. 54	1,728,239	72446	4.19%
มิ.ย 54	2,534,565	110654	4.37%
ก.ค. 54	2,643,568	116092	4.39%
ส.ค. 54	1,324,828	118422	8.94%
ก.ย. 54	1,027,387	124675	12.14%
รวม	15,694,105	834,926	5.32%

จากตารางที่ 3.2 แสดงให้เห็นว่าในปี พ.ศ. 2554 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนพฤษภาคม มีเปอร์เซ็นต์ไอซีที่เสียรวมของแพคเกจ SOJM ขึ้นลงอยู่ระหว่าง 4.19 ถึง 4.94 เปอร์เซ็นต์และเมื่อเข้าสู่เดือนมิถุนายนเป็นต้นไป เปอร์เซ็นต์ไอซีที่เสียรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงเดือนกันยายนมีเปอร์เซ็นต์ไอซีที่เสียมากที่สุดเท่ากับ 12.14 เปอร์เซ็นต์ ข้อมูลเมื่อมีการผลิต มากขึ้นเปอร์เซ็นต์ไอซีที่เสียก็เพิ่มมากขึ้นเช่นกัน แต่ในช่วงเดือนสิงหาคมและกันยายนซึ่งเป็นสองเดือนสุดท้ายในการเก็บข้อมูลพบว่ามีปริมาณการผลิตต่ำกว่าเดือนมิถุนายนและกรกฎาคมเนื่องจากแผนกวางแผนการผลิตได้มีคำสั่งผลิตเพื่อสำรองปริมาณคงคลังไว้ในช่วงต้นปีเพื่อรองรั บช่วงวันหยุดยาวในปลายปีประกอบกับปริมาณการผลิตจากลูกค้าลดลงด้วย จึงทำให้จำนวนไอซีที่ผลิตในเดือนสิงหาคมและกันยายนลดลง แต่พบปัญหาเกี่ยวกับลีดเฟรมจึงทำให้ปริมาณของเสียเพิ่มขึ้นจึงทำให้มีเปอร์เซ็นต์ไอซีที่เสียสูงกว่า และเปอร์เซ็นต์ไอซีที่เสียรวมมีค่าเท่ากับ 5.32% ดังรูปที่ 3.6



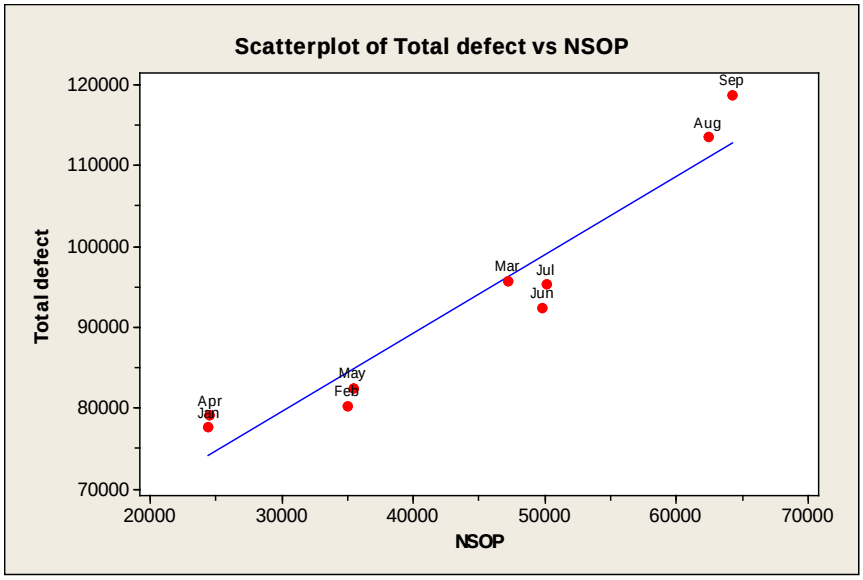
รูปที่ 3.6 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ไอซีที่เสียรวมของแพคเกจ SOJM

เมื่อพิจารณาจำนวนไอซีที่เสียรวมเปรียบเทียบกับจำนวนไอซีที่เชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม (NSOP) ของแพคเกจ SOJM ดังรูปที่ 3.7 จะเห็นว่ากราฟเปอร์เซ็นต์ไอซีที่เชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมมีรูปแบบคล้ายกับกราฟเปอร์เซ็นต์ของเสียรวม โดยมีเปอร์เซ็นต์ไอซีที่เชื่อมลวดไม่ติดแพดมีค่าเท่ากับ 2.50% แสดงให้เห็นว่าจำนวนไอซีที่เชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมมีอิทธิพลต่อจำนวนไอซีที่เสียรวม กล่าวคือ รูปแบบของข้อมูลจำนวนไอซีที่เชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมส่ งผลต่อจำนวนไอซีที่เสียรวม โดยที่จำนวนไอซีที่เสียประเภทอื่นๆที่เหลือมีค่าเกือบจะคงที่



รูปที่ 3.7 กราฟแสดงจำนวนต่างๆของแพคเกจ SOJM ที่ทำการผลิต
ตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนกันยายน 2554

เพื่อตรวจสอบข้อมูลดังกล่าวจึงทำการพล็อตกราฟแผนภาพการกระจายระหว่างจำนวนไอซีที่เสียรวมกับจำนวนไอซีที่เชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม ดังรูปที่ 3.8 และคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และค่า P-value ในการทดสอบสมมติฐานว่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่



รูปที่ 3.8 แผนภาพการกระจายระหว่างปริมาณไอซีที่เสียรวมกับ
ปริมาณไอซีที่เชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม (NSOP

จากการใช้โปรแกรม Minitab ในการคำนวณหาค่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากกว่า 0.70 ประกอบกับค่า P-value น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าจำนวนไอซีที่เชื่อมไม่ติดบนแผงวงจรรวม (NSOP) มีความสัมพันธ์กับจำนวนไอซีที่เสียรวมที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จากรูปที่ 3.8 แสดงให้เห็นว่าไอซีที่เชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมกับไอซีที่เสียรว มมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกต่อกัน กล่าวคือ ถ้าจำนวนไอซีที่เชื่อมไม่ติดบนแผงวงจรรวมมีค่าเพิ่มขึ้น ก็จะส่งผลต่อจำนวนไอซีที่เสียรวมมีค่าเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกัน ดังนั้นถ้าสามารถลดจำนวนไอซีที่เชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมได้จะส่งผลให้จำนวนไอซีที่เสียรวมของแพคเกจ SOJM ลดลงด้วยเช่นกัน

3.4 สรุประยะการกำหนดปัญหา

จากการกำหนดขอบเขตของงานวิจัยในบทที่ 1 รวมถึงการเข้าไปสำรวจสภาพปัญหาปัจจุบันของแพคเกจ SOJM พบปัญหาจากลูกค้าเคลมในปี พ .ศ. 2554 ที่เกิดมากที่สุด 80% มาจากปัญหาการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม จำนวนไอซีที่เสียรวมของแพ คเกจนี้เท่ากับ 5.32% โดยมีจำนวนไอซีที่เชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมอยู่ถึง 2.50% ซึ่งเมื่อ ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของไอซีที่เสียรวมกับไอซีที่เชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมพบว่ามีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก คือเมื่อจำนวนไอซีที่เชื่อมลวดไม่ติ ดบนแผงวงจร เพิ่มขึ้นก็จะส่งผลให้จำนวนไอซีที่เสียเพิ่มขึ้นเช่นกัน ดังนั้นทางทีมงานจึงเลือกที่จะวิเคราะห์สาเหตุและแนวทางแก้ไขของ “ปัญหาการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมของแพคเกจ SOJM ในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ”

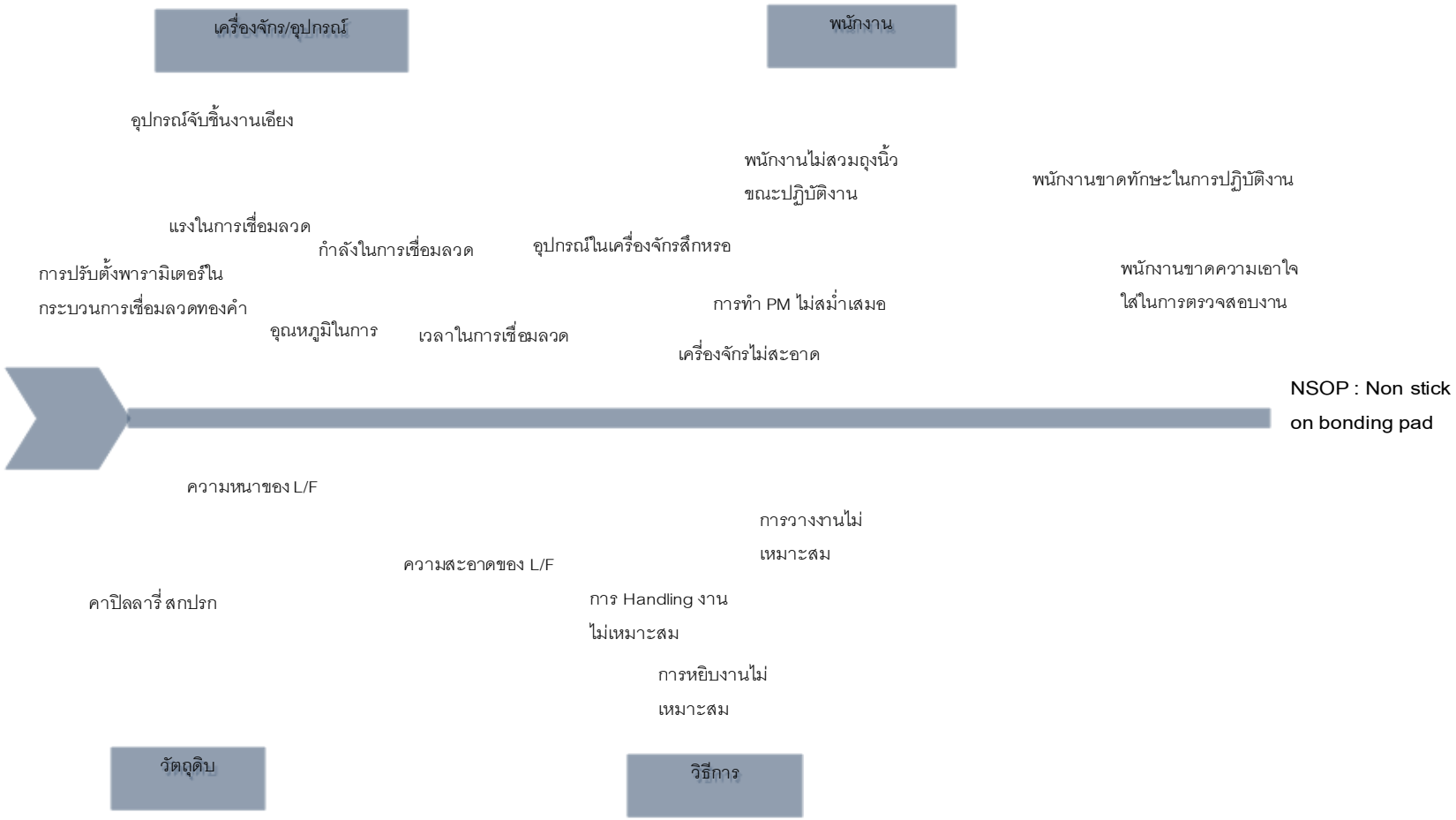
บทที่ 4

ระยะการหาสาเหตุหลักของปัญหา

หลังจากทำการสำรวจสภาพปัญหาของกระบวน การเชื่อมลวดทองคำภายในโรงงานกรณีศึกษา และได้กำหนดปัญหาที่จะทำการแก้ไข คือ ปัญหาการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม ในระยะนี้จะเป็นขั้นตอนในการค้นหาสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าว กระบวนการในการหาสาเหตุหลักของปัญหาได้นำเครื่องมือ คุณภาพได้แก่ แผนผังแสดงสาเหตุ และผล (Cause-Effect Diagram) มาใช้เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุหลักทำให้เกิดปัญหา จากนั้นทำการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis : FMEA) เพื่อวิเคราะห์หาระดับความรุนแรง โอกาส และความสามารถในการตรวจจับของสาเหตุแต่ละข้อเพื่อคัดเลือกสาเหตุที่มีความรุนแรงมาทำการแก้ไขต่อไป

4.1 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาจากแผนผังแสดงเหตุและผล

กระบวนการวิเคราะห์หาสาเหตุหลักของปัญหา โดยการระดมสมองของวิศวกรและผู้เชี่ยวชาญในทีมงานปรับปรุงคุณภาพ ช่วยกันวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุหลักที่น่าจะเป็นไปได้ที่จะทำให้เกิดปัญหาการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม ซึ่งแสดงผลได้ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แผนผังเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) แสดงสาเหตุที่ส่งผลต่อการเกิดปัญหาการบอนด์ไม่ติดแพดในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ

4.2 การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ

การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบเป็นการประเมินค่าความเสี่ยง (Risk) โดยอาศัยการประเมินตัวเลขลำดับก่อนหลังของความเสี่ยง (Risk priority number : RPN) โดยนำสาเหตุหลักจากแผนผังแสดงสาเหตุและผล (Cause-Effect Diagram) ไปสร้างตารางการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) และทำการประเมินคะแนนความรุนแรงของแต่ละสาเหตุหลัก เพื่อกำหนดแนวทางป้องกัน โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ระบุขั้นตอนการดำเนินงาน ซึ่งเป็นการแยกขั้นตอนต่างๆออกเป็นขั้นตอนย่อย (ในขั้นตอนนี้จะพิจารณาในขั้นตอนย่อยของกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ)

2. ระบุลักษณะข้อบกพร่องที่มีแนวโน้มว่าจะเกิด (Potential failure mode) โดยนำสาเหตุหลักจากแผนผังแสดงสาเหตุและผล (Cause-Effect Diagram) มาทำการพิจารณา

3. ระบุลักษณะผลกระทบของข้อบกพร่องที่มีแนวโน้มว่าจะเกิด (Potential effect of failure) ซึ่งเมื่อลักษณะข้อบกพร่องที่มีแนวโน้มเกิดขึ้นจะส่งผลกระทบต่อปัญหาอย่างไร

4. ให้คะแนนตามความรุนแรงของผลกระทบ (Severity of the effect : S) โดยพิจารณาจากผลกระทบที่เกิดจากลูกค้า เกณฑ์ให้คะแนน คือ 1-10 คะแนนความรุนแรงอ้างอิงจาก AIAG 4th edition (ตารางที่ ข.1 ภาคผนวก ข) โดย

1 คือ ความรุนแรงน้อยที่สุดของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหาขึ้น

10 คือ ความรุนแรงมากที่สุดของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหาขึ้น

5. ระบุสาเหตุที่มีแนวโน้มในการเกิดลักษณะข้อบกพร่อง (Potential causes of failure)

6. ให้คะแนนโอกาสในการเกิด (Occurrence : O) โดยพิจารณาจากความเป็นไปได้ในการเกิดสาเหตุของข้อบกพร่อง เกณฑ์ให้คะแนน คือ 1-10 คะแนนความรุนแรงอ้างอิงจาก AIAG 4th edition (ตารางที่ ข.2 ภาคผนวก ข) โดย

1 คือ ความถี่น้อยที่สุดของการเกิดความล้มเหลวหรือความผิดพลาด

10 คือ ความถี่มากที่สุดของการเกิดความล้มเหลวหรือความผิดพลาด

7. ระบุการควบคุมในปัจจุบัน เพื่อใช้ในการป้องกันไม่ให้ลักษณะข้อบกพร่องเกิดขึ้นมาอีก

8. ให้คะแนนการตรวจจับ (Detection : D) โดยพิจารณาจากคุณสมบัติด้านความสามารถของระบบการควบคุมที่ใช้ในปัจจุบัน เกณฑ์ให้คะแนน คือ 1-10 คะแนนความรุนแรง อ้างอิงจาก AIAG 4th edition (ตารางที่ ข.3 ภาคผนวก ข) โดย

1 คือ ความสามารถในการตรวจจับปัญหาที่ดีที่สุด

10 คือ ความสามารถในการตรวจจับปัญหาที่แย่ที่สุด

จากการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบร่วมกับทีมงานปรับปรุงคุณภาพได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 4.2

				FMEA Nuber	FMEA-SOJM-01
Process	กระบวนการเชื่อมลวดทองคำ	Design responsibility	หัวหน้าแผนกกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ	Prepare by	FMEA Team
Product	SOJM	Key Date	4 เม.ย. 55	FMEA Date	2 เม.ย. 55
Core Team	ทีมงานปรับปรุงคุณภาพ				

กระบวนการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบที่เป็นไปได้	S	สาเหตุขัดข้องที่เป็นไปได้	O	สถานะปัจจุบัน		D	RPN	ข้อเสนอแนะวิธีการแก้ไข
						การป้องกัน	การตรวจสอบ			
กระบวนการเชื่อมลวดทองคำ	วิธีการวางงาน	ชิ้นงานเลื่อนขณะทำการเชื่อมลวดทำให้เชื่อมลวดผิดตำแหน่ง	3	พนักงานไม่ระมัดระวังในขณะทำงาน	3	เครื่องจักรมีตัวตรวจจับ (sensor) กรณีที่พบว่าวางงานไม่ตรงตำแหน่งก่อนการเชื่อมลวด		2	18	
	วิธีการหยิบงาน	โดนเส้น wire ล้ม	4	พนักงานไม่ระมัดระวังในขณะท	3	อบรมวิธีการหยิบงานที่ถูกต้อง		3	36	
	พนักงานขาดทักษะในการปฏิบัติงาน	ดำเนินการปฏิบัติงานด้วยวิธีที่ไม่เหมาะสมทำให้งานเกิดความเสียหายได้	8	- ขาดการฝึกอบรมวิธีการทำงานที่ถูกต้อง - ระบบประเมินพนักงานหลังฝึกอบรมไม่มีประสิทธิภาพ	8	อบรมวิธีการทำงานที่ถูกต้องให้กับพนักงาน		5	320	- จัดทำมาตรฐานวิธีการปฏิบัติงาน - จัดทำมาตรฐานการประเมินพนักงานหลังฝึกอบรม
	พนักงานขาดความเอาใจใส่ในการตรวจสอบงานขณะปฏิบัติงาน	ไม่สามารถตรวจจับและหยุดปัญหาเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น	6	พนักงานไม่เข้าใจถึงผลกระทบจากการไม่ตรวจสอบงาน	3		มีการตรวจสอบการทำงานของพนักงานโดยหัวหน้างาน	2	36	หัวหน้างานประชุมพนักงานและชี้แจงถึงผลกระทบจากการไม่ตรวจสอบงาน
	พนักงานไม่สวมถุงนิ้วในขณะปฏิบัติงาน	ทำให้เกิดฝุ่นบนตัวงานทำให้เชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม	6	พนักงานไม่ปฏิบัติตามกฎระเบียบ	3	ออกบัตรผิดปกติให้กับพนักงานที่ไม่ปฏิบัติตามกฎระเบียบ		2	36	

รูปที่ 4.2 การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) ของกระบวนการเชื่อมลวดทอง

				FMEA Nuber	FMEA-SOJM-01
Process	กระบวนการเชื่อมลวดทองคำ	Design responsibility	หัวหน้าแผนกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ	Prepare by	FMEA Team
Product	SOJM	Key Date	4 เม.ย. 55	FMEA Date	2 เม.ย. 55
Core Team	ทีมงานปรับปรุงคุณภาพ				

กระบวนการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบที่เป็นไปได้	S	สาเหตุข้อบกพร่องที่เป็นไปได้	O	สถานะปัจจุบัน		D	RPN	ข้อเสนอแนะวิธีการแก้ไข
						การป้องกัน	การตรวจสอบ			
กระบวนการเชื่อมลวดทองคำ	แรงในการเชื่อมลวดไม่เหมาะสม	ตั้งค่าแรงในการเชื่อมสูงหรือต่าเกินไป ทำให้เชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม	8	ไม่มีมาตรฐานที่กำหนดค่าที่เหมาะสม	8			9	576	ทำการทดลองเพื่อหาค่าที่เหมาะสมและจัดทำเป็นมาตรฐานในการปรับตั้งค่าของเครื่องจักร
	กำลังในการเชื่อมลวดไม่เหมาะสม	ตั้งค่ากำลังในการเชื่อมสูงหรือต่าเกินไปทำให้เชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม	8	ไม่มีมาตรฐานที่กำหนดค่าที่เหมาะสม	8			9	576	ทำการทดลองเพื่อหาค่าที่เหมาะสมและจัดทำเป็นมาตรฐานในการปรับตั้งค่าของเครื่องจักร
	อุณหภูมิในการเชื่อมลวดไม่เหมาะสม	ตั้งค่าอุณหภูมิในการเชื่อมสูงหรือต่าเกินไปทำให้เชื่อมลวดไม่ติดบน	8	ไม่มีมาตรฐานที่กำหนดค่าที่เหมาะสม	8			9	576	ทำการทดลองเพื่อหาค่าที่เหมาะสมและจัดทำเป็น
	เวลาในการเชื่อมลวดไม่เหมาะสม	ตั้งเวลาในการเชื่อมสูงหรือต่าเกินไปทำให้เชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม	8	ไม่มีมาตรฐานที่กำหนดค่าที่เหมาะสม	8			9	576	ทำการทดลองเพื่อหาค่าที่เหมาะสมและจัดทำเป็นมาตรฐานในการปรับตั้งค่าของเครื่องจักร
	เครื่องจักรสกปรก	อุปกรณ์ในเครื่องจักรสกปรกอาจทำให้ฝุ่นปนเปื้อนลงไปในงาน	4	พนักงานละเลยในการทำความสะอาดเครื่องจักร	3		หัวหน้างานตรวจสอบการทำความสะอาดเครื่องจักรของพนักงาน	2	24	

รูปที่ 4.2 การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) ของกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ (ต่อ)

				FMEA Nuber	FMEA-SOJM-01
Process	กระบวนการเชื่อมลวดทองคำ	Design responsibility	หัวหน้าแผนกกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ	Prepare by	FMEA Team
Product	SOJM	Key Date	4 เม.ย. 55	FMEA Date	2 เม.ย. 55
Core Team	ทีมงานปรับปรุงคุณภาพ				

กระบวนการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบที่เป็นไปได้	S	สาเหตุข้อบกพร่องที่เป็นไปได้	O	สถานะปัจจุบัน		D	RPN	ข้อเสนอแนะวิธีการแก้ไข
						การป้องกัน	การตรวจสอบ			
กระบวนการเชื่อมลวดทองคำ	อุปกรณ์ในเครื่องจักรสึกหรอ	เครื่องจักรทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพ	6	การบำรุงรักษาเชิงป้องกันไม่เป็นไปตามกำหนด	4	จัดทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันตามแผนรายเดือนและรายปี	หัวหน้างานตรวจสอบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันให้เป็นไปตามแผนที่กำหนด	2	48	
	อุปกรณ์ยึดจับชิ้นงานเอียง	ความแข็งแรงในการเชื่อมต่ำ	6	ออกแบบอุปกรณ์ยึดจับไม่ดี	4		ตรวจสอบอุปกรณ์ตามแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	2	48	
	ความหนาของ Lead frame	ทำให้การเชื่อมลวดไม่ติดและมีความแข็งแรงต่ำ	6	ขาดการตรวจสอบสเปคความหนาที่กำหนดเมื่อรับสินค้าจากลูกค้า	4		IQA ทำการสุ่มตรวจขนาดความหนาของ Lead frame เป็นไปตามที่กำหนด	2	48	
	ความสะอาดของ Lead frame	ทำให้การเชื่อมลวดไม่ติดและมีความแข็งแรงต่ำ	6	เกิดจากฝุ่นในระหว่างกระบวนการผลิต	3	จัดเก็บในตู้ N2 ก่อนนำมาทำการผลิตและเมื่อนำมาผลิตต้องมีอุปกรณ์ป้องกันฝุ่น		2	36	
	คาปิลลารี่ที่ใช้สกปรก	ทำให้การเชื่อมลวดไม่ติดและมีความแข็งแรงต่ำ	6	เกิดจากฝุ่นในระหว่างกระบวนการผลิต	3	เก็บคาปิลลารี่ในภาชนะปิดก่อนนำมาใช้ผลิต		2	36	

รูปที่ 4.2 การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) ของกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ (ต่อ)

ในการคัดเลือกสาเหตุหลักที่จะนำไปหาวิธีการแก้ไขปัญหา ทางทีมงานปรับปรุงคุณภาพได้ทำการเลือกสาเหตุหลักที่จะนำมาทำการแก้ปัญหาจากสาเหตุหลักที่มีค่า S คือค่าระดับความรุนแรงของผลกระทบที่มีค่าตั้งแต่ 8 คะแนนขึ้นไป มาทำการแก้ปัญหาก่อนเป็นลำดับแรก จากรูป 4.2 จะพบว่ามีสาเหตุหลักทั้งหมด 5 สาเหตุหลักที่มีค่า S เท่ากับ 8 ต้องนำมาทำการหาวิธีการแก้ไขปัญหา ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการคัดเลือกสาเหตุหลักที่ได้จากการทำ FMEA สำหรับนำไปหาวิธีการแก้ไขปัญหา

อันดับ	สาเหตุ	RPN
1.	แรงในการเชื่อมลวดไม่เหมาะสม	576
2.	กำลังในการเชื่อมลวดไม่เหมาะสม	576
3.	เวลาในการเชื่อมลวดไม่เหมาะสม	576
4.	อุณหภูมิในการเชื่อมลวดไม่เหมาะสม	576
5.	พนักงานขาดทักษะในการปฏิบัติงาน	320

4.3 สรุปผลระยะการหาสาเหตุหลักของปัญหา

ในระยะนี้ได้นำแผนผังแสดงสาเหตุและผล มาใช้ในการหาสาเหตุหลักของปัญหาโดยจำแนกสาเหตุหลักมาจากแหล่งกำเนิด 4 แหล่งได้แก่ พนักงาน เครื่องจักร วัตถุดิบ และวิธีการทำงาน จากนั้นนำเทคนิค FMEA มาช่วยในการคัดเลือกสาเหตุหลักของปัญหา โดยทำการคัดเลือกจากสาเหตุหลักที่มีค่าระดับความรุนแรง (S: Severity) ตั้งแต่ 8 คะแนนขึ้นไป มาทำการแก้ไข จากการทำ FMEA พบว่ามี 5 สาเหตุหลักที่มีค่า S เท่ากับ 8 ได้แก่ แรง,กำลัง,เวลา,อุณหภูมิ ในการเชื่อมลวดไม่เหมาะสม และ พนักงานขาดทักษะในการปฏิบัติงาน ซึ่งสามารถจัดกลุ่มสาเหตุหลักได้ 2 กลุ่มคือสาเหตุที่มาจา กเครื่องจักร คือ การปรับตั้ง ค่าพารามิเตอร์ในกระบวนการเชื่อม ลวด ได้แก่ แรง ,กำลัง,เวลา,อุณหภูมิ ไม่เหมาะสม และ สาเหตุที่มาจากพนักงาน คือ พนักงานขาดทักษะในการปฏิบัติงาน ซึ่งจะนำไปหาวิธีในการแก้ปัญหาในระยะต่อไป

บทที่ 5

ระยะหาวิธีการแก้ปัญหา

หลังจากหาสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปัญหาการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมแล้ว ในระยะนี้จะเป็นการระดมสมองจากทีมงานปรับปรุงคุณภาพเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาแต่ละสาเหตุ

5.1 วิธีการแก้ปัญหา

จากสาเหตุหลักของปัญหาที่สรุปได้จากระยะหาสาเหตุหลักของปัญหานั้น ทีมงานปรับปรุงคุณภาพได้ทำการระดมสมองเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งสรุปออกมาดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แผนผังต้นไม้ในการแก้ปัญหาการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม

ปัญหา	สาเหตุของปัญหา	วิธีการแก้ไข
การเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม	สาเหตุจากเครื่องจักร อุณหภูมิในการเชื่อมลวดไม่เหมาะสม กำลังในการเชื่อมลวดไม่เหมาะสม เวลาในการเชื่อมลวดไม่เหมาะสม แรงในการเชื่อมลวดไม่เหมาะสม	หาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการเชื่อมลวด
	สาเหตุจากพนักงาน พนักงานขาดทักษะในการปฏิบัติงาน	• จัดทำมาตรฐานวิธีการปฏิบัติงาน • จัดทำมาตรฐานการประเมินผลหลังการฝึกอบรม

5.1.1 การปรับตั้งพารามิเตอร์ในการเชื่อมลวดไม่เหมาะสม

ในการปรับตั้งพารามิเตอร์ของเครื่องจักรในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำนั้น ยังไม่มีมาตรฐานในการกำหนดค่าที่เหมาะสมในการปรับตั้ง ช่างเทคนิคจะทำ การปรับตั้งตามประสบการณ์ เมื่อปรับตั้งแล้วจะทำการตรวจสอบโดยการนำงานที่ทำการปรับตั้งไปตรวจสอบว่ามีปัญหาหรือไม่ ถ้าไม่พบปัญหา พนักงานในกระบวนจะทำการปฏิบัติงานต่อไป เมื่อพนักงานพบความผิดปกติกับตัวงานจึงมีการแจ้งให้ช่างเทคนิคเข้ามาทำการแก้ไข จากการเก็บข้อมูลจ ากบันทึกการทำงานของพนักงานเป็นเวลา 3 เดือน พบว่า มีการแจ้งให้ช่างเทคนิคมาทำการแก้ปัญหาการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมเป็นจำนวนสูงสุดเป็นจำนวน 50 ครั้ง (ภาคผนวก ก) ดังนั้นในการหาค่าปรับตั้งพารามิเตอร์ในการเชื่อมลวดที่เหมาะสมนั้นจะทำการทดลองเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ดังกล่าว

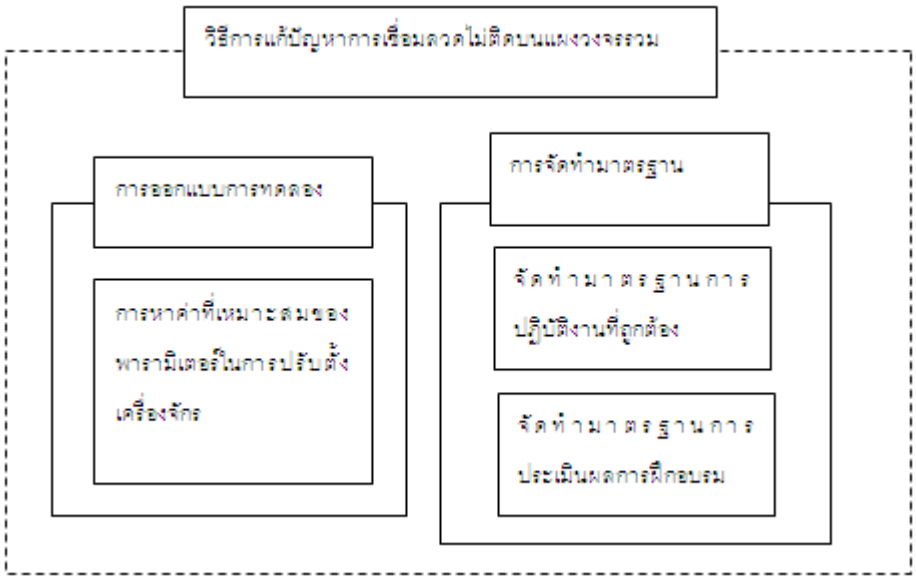
5.1.2 พนักงานขาดทักษะในการปฏิบัติงาน

เนื่องจากพนักงานที่ปฏิบัติงานในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำไม่ทราบวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง โดยจะทำตามวิธีที่เคยปฏิบัติกันมาก่อน ซึ่งอาจเป็นวิธีที่ไม่เหมาะสมในการทำงาน และพนักงานบางคนเป็นพนักงานใหม่ซึ่งได้รั บการฝึกอบรมก่อนเข้ามาปฏิบัติงานแต่ไม่สามารถปฏิบัติงานได้ จากสาเหตุดังกล่าวเกิดจากขาดประสิทธิภาพในการฝึกอบรมเนื่องจากไม่มีการประเมินผลพนักงานในการปฏิบัติงานจริง จะประเมินผลเฉพาะภาคทฤษฎีเท่านั้น ในส่วนภาคปฏิบัตินั้นจะเป็นหน้าที่ของหัวหน้ากระบวนการนั้นเป็นผู้ ประเมินอีกทีหนึ่ง ซึ่งแผนกฝึกอบรมไม่ได้ติดตามผลการทำงานของพนักงาน ทำให้เป็นสาเหตุให้พนักงานไม่สามารถปฏิบัติงานได้ ดังนั้นในการแก้ปัญหาเรื่องนี้จะแก้ไขโดยการสร้างมาตรฐานการทำงานที่ถูกต้องและจัดทำระบบการประเมินผลการฝึกอบรมขึ้นมาใหม่ เพื่อป้องกันไม่ให้มีพนักง านที่ไม่มีความชำนาญหรือไม่เข้าใจในกระบวนการเข้าไปปฏิบัติงานในกระบวนการผลิต

จากวิธีการแก้ปัญหาที่กล่าวมาทั้งหมดสามารถจัดกลุ่มโดยใช้แผนผังกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity diagram) ออกได้เป็น 2 กลุ่ม ดังรูปที่ 5.1 คือ

1) การออกแบบการทดลอง เพื่อเป็นการหาค่าที่เหมาะส มของพารามิเตอร์ในการปรับตั้งเครื่องจักรในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ

2) การจัดทำมาตรฐานจะประกอบด้วยการสร้างมาตรฐานการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง เพื่อใช้ในการฝึกอบรมวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกต้องให้กับพนักงานและจัดทำมาตรฐานการประเมินผลการฝึกอบรมขึ้นมาใหม่ เพื่อป้องกั นไม่ให้มีพนักงานที่ไม่มีความชำนาญหรือไม่เข้าใจในกระบวนการเข้าไปปฏิบัติงานในกระบวนการผลิต



รูปที่ 5.1 แผนผังกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity Diagram)

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการแก้ปัญหา 2 แนวทางคือการทำการทดลองเพื่อหาค่าที่เหมาะสมของพารามิเตอร์ และการจัดทำมาตรฐ านการทำงานโดยจะแบ่งเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติงานที่ถูกต้องและมาตรฐานการประเมินผลการฝึกอบรมโดยรายละเอียดจะได้กล่าวต่อไป

5.2 การออกแบบการทดลอง

รูปแบบการทดลองที่นำมาใช้เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในงานวิจัยนี้ คือ การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^k (2^k factorial design) ที่มีปัจจัย 4 ปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิ,กำลัง,เวลาและแรงในการเชื่อมลวดทองคำ โดยแต่ละปัจจัยประกอบด้วย 2 ระดับ คือ ระดับสูง และ ระดับต่ำ เนื่องจากการออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^k (2^k factorial design) นั้นจะทำให้ใช้จำนวนครั้งในการทดลองน้ อยที่สุดที่สามารถทำได้ภายใต้เงื่อนไขเวลาและทรัพยากรที่จำกัด

5.2.1 การกำหนดระดับของปัจจัยนำเข้าในการออกแบบการทดลอง

การออกแบบการทดลองในงานวิจัยนี้มีปัจจัยที่นำมาศึกษาเพื่อออกแบบการทดลอง ประกอบด้วย 4 ปัจจัยดังนี้

1. อุณหภูมิในการเชื่อมลวดทองคำ (Bonding Temperature)

สภาวะการดำเนินการผลิตในปัจจุบัน ช่างเทคนิคทำการปรับตั้งค่าอยู่ที่ 220±5 องศาเซลเซียส จากข้อมูลในการปรับตั้งเครื่องจักรพบว่าถ้าปรับค่าต่ำกว่าค่าปัจจุบันคือ 220±5 องศาเซลเซียส จะมีผลต่อเวลาในการเชื่อมลวดซึ่งส่งผลกระทบทำให้ผลิตภาพการผลิต (Productivity) ต่ำเนื่องจากใช้เวลาในการเชื่อมลวดนาน และค่าสูงสุดที่เคยทำการปรับตั้งอยู่ที่ 260 องศาเซลเซียส เนื่องจากอุณหภูมิสูงกว่านี้ อุณหภูมิจะสวิงและไม่คงที่ ทำให้เครื่องจักรเกิดการขัดข้อง (machine alarm) บ่อย ดังนั้นในการออกแบบการทดลองจึงแบ่งระดับปัจจัยออกเป็น 2 ระดับดังนี้

ระดับต่ำ Low (-1) อุณหภูมิในการเชื่อมลวดเท่ากับ 220 องศาเซลเซียส

ระดับสูง High (+1) อุณหภูมิในการเชื่อมลวดเท่ากับ 260 องศาเซลเซียส

2. กำลังในการเชื่อมลวดทองคำ (Bonding Power)

สภาวะการดำเนินการผลิตในปัจจุบัน ช่างเทคนิคทำการปรับตั้งค่าอยู่ ที่ 80 มิลลิแอมป์ จากข้อมูลการปรับตั้งเครื่องจักรพบว่าถ้าปรับค่าต่ำกว่าค่าปัจจุบันคือ 80 มิลลิแอมป์ จะส่งผลกระทบต่อค่าความแข็งแรงในการยึดติดของเส้นลวดมีค่าต่ำกว่าค่าที่กำหนด คือค่าความแข็งแรงในการยึดติดของเส้นลวดต้องไม่ต่ำกว่า 60 กรัม และค่าสูงสุดที่เคยทำ การปรับตั้งอยู่ที่ 120 มิลลิแอมป์ ถ้าทำการปรับตั้งมากกว่าค่านี้จะเป็นอันตรายโดยส่งผลให้จุดเชื่อม (Bonding pad) ยุบตัว เกิดการลัดวงจรหรือกระแสรั่วไหล เป็นผลทำให้ชิ้นงานเสียหาย ดังนั้นในการออกแบบการทดลองจึงแบ่งระดับปัจจัยออกเป็น 2 ระดับดังนี้

ระดับต่ำ Low (-1) กำลังในการเชื่อมลวดเท่ากับ 80 มิลลิแอมป์

ระดับสูง High (+1) กำลังในการเชื่อมลวดเท่ากับ 120 มิลลิแอมป์

3. เวลาในการเชื่อมลวดทองคำ (Bonding Time)

สภาวะการดำเนินการผลิตในปัจจุบัน ช่างเทคนิคทำการปรับตั้งค่าอยู่ที่ 40 วินาที จากข้อมูลการปรับตั้งเครื่องจักรพบว่าถ้าปรับค่าต่ำกว่าค่าปัจจุบันคือ 40 วินาที จะส่งผลกระทบทำให้การเชื่อมลวดไม่ครบจำนวน (Incomplete wire) และค่าสูงสุดที่เคยทำการปรับตั้งอยู่ที่ 60 วินาที โดยจะไม่ส่งผลต่อระบบการทำงานของเครื่องจักรซึ่งยืนยันโดยวิศวกรฝ่ายผลิตในทีมปรับปรุงคุณภาพ ดังนั้นในการออกแบบการทดลองจึงแบ่งระดับปัจจัยออกเป็น 2 ระดับดังนี้

ระดับต่ำ Low (-1) กำลังในการเชื่อมลวดเท่ากับ 40 วินาที

ระดับสูง High (+1) กำลังในการเชื่อมลวดเท่ากับ 60 วินาที

4. แรงกดในการเชื่อมลวดทองคำ (Bonding Force)

สภาวะการดำเนินการผลิตในปัจจุบัน ช่างเทคนิคทำการปรับตั้งค่าอยู่ที่ 30 กรัม จากข้อมูลการปรับตั้งเครื่องจักรพบว่าถ้าปรับตั้งค่าต่ำกว่าค่าปัจจุบันคือ 30 กรัม จะส่งผลกระทบทำให้ไม่สามารถเชื่อมลวดบนจุดเชื่อมได้ (Bonding pad) และค่าสูงสุดที่เคยทำการปรับตั้งอยู่ที่ 50 กรัม โดยถ้าปรับตั้งค่ามากกว่ าค่านี้จะส่งผลให้จุดเชื่อมต่อ (Bonding pad) เกิดการแตกร้าวเสียหายได้ ดังนั้นในการออกแบบการทดลองจึงแบ่งระดับปัจจัยออกเป็น 2 ระดับดังนี้

ระดับต่ำ Low (-1) กำลังในการเชื่อมลวดเท่ากับ 30 กรัม

ระดับสูง High (+1) กำลังในการเชื่อมลวดเท่ากับ 50 กรัม

ดังนั้นในการกรองปัจจัย (Screening factor) ด้วยการออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^k (2^k factorial design) เพื่อลดปัจจัยหลักที่ไม่มีผลต่อการเกิดปัญหาการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมออกไป สามารถสรุปปัจจัยและระดับของปัจจัยที่จะทำการศึกษาได้ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 แสดงปัจจัยและระดับปัจจัยที่ใช้ในการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^k (2^k factorial design)

ปัจจัย	สัญลักษณ์	ระดับปัจจัย		หน่วย
		ระดับต่ำ (-)	ระดับสูง (+)	
อุณหภูมิในการเชื่อมลวด Bonding Temperature	A	220	260	ºC
กำลังในการเชื่อมลวด Bonding Power	B	80	120	mA
เวลาในการเชื่อมลวด Bonding Time	C	40	60	sec
แรงในการเชื่อมลวด Bonding Force	D	30	50	grams

5.2.2 ตัวแปรตอบสนอง (Response Variable)

ตัวแปรตอบสนอง คือ ผลลัพธ์ของการออกแบบการทด ลอง โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการลดปัญหาการเชื่อมไม่ติดบนแผงวงจรรวมซึ่งปัญ หานี้มีสาเหตุมาจากการเชื่อมที่ไม่ดีทำให้การยึดติดระหว่างจุดเชื่อมต่อ (Bonding pad) กับเส้นลวด (Gold wire) ไม่แข็งแรง โดยมีค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวด (Bond shear strength) เป็นค่าในการวัดความแข็งแรง ดังนั้นตัวแปรตอบสนองในงานวิจัยนี้คือ ค่าความแข็ง แรงของการยึดติดของเส้นลวด (Bond shear strength) ซึ่งถ้าค่ายิ่งมากหมายความว่าการยึดติดระหว่างจุดเชื่อมต่อ (Bonding pad) และเส้นลวด (Gold wire) แข็งแรงมาก โอกาสในการเกิดปัญหาการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมนั้นจะเกิดขึ้นได้ยาก โดยค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเ ส้นลวด (Bond shear strength) ของแพคเกจ SOJM ลูกค้ากำหนดให้มีค่าไม่ต่ำกว่า 60 กรัม

5.2.3 เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองในงานวิจัยนี้ได้แก่

1. เครื่องเชื่อมลวดทองคำ (Wire bond machine) โมเดล ASM

2. วัตถุดิบในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำได้แก่ เวเฟอร์ (Wafer), ไอซี (Die), ลีดเฟรม (Lead frame), แคปปิลารี่ (Capillary) และลวดทองคำ (Gold wire)

5.2.4 ปัจจัยที่ควบคุม

ในการทำการทดลองนั้นจะต้องทำการควบคุมปัจจัยอื่นที่ไม่ใช่ปัจจัยที่ทำการศึกษา เนื่องจากถ้าไม่ทำการควบคุมอาจจะส่งผลกระทบต่อความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง ซึ่งปัจจัยที่ทำการควบคุมในการออกแบบการทดลองมีดังนี้

1. ขนาดของไอซี (Die size) : 81x60 mils

2. ความหนาของไอซี (Die Thickness) : 10 mils

3. ขนาดของจุดเชื่อมต่อบนลีดเฟรม (Pad size) : 95x130 mils

4. ความหนาของลีดเฟรม (Lead frame thickness) : 8 mils

5. ขนาดของลวดทองคำ (Gold wire size) : 2 mils

6. ชนิดของลวดทองคำ (Gold wire type) : Y-S

7. วิธีการเชื่อมลวดทองคำ (Bonding method) : Thermosonic bonding

8. ความเร็วในการเชื่อมลวดทองคำ (Bond velocity) : 10 mm/sec

5.2.5 แผนและลำดับการทดลอง

สำหรับงานวิจัยนี้ มีขั้นตอนในการออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^k (2^k factorial design)ประกอบด้วย

1. ปัจจัยหลักที่ใช้ในการทดลอง 4 ปัจจัยได้แก่ อุณหภูมิในการเชื่อมลวด ,กำลังในการเชื่อมลวด,เวลาในการเชื่อมลวดและแรงในการเชื่อมลวด โดยแต่ละปัจจัยมี 2 ระดับ

2. จัดลำดับการทดลอง (Run) แบบสุ่ม (Random) เพื่อให้ผลการทดลองมีการกระจายแบบอิสระและลดผลของปัจจัยภายนอกที่อาจปรากฏในการทดลอง

3. กำหนดจำนวนครั้งของการทดลอง (Replicate) โดยคำนวณจากโปรแกรม MINITAB VERSION 15 ซึ่งมีข้อมูลในการคำนวณดังต่อไปนี้

3.1 จำนวนของปัจจัย (No. of factors) มีค่าเท่ากับ 4

3.2 จำนวนของจุดที่อยู่ตรงมุม (No. of corner point) คือจำนวนข้อมูลใน 1 แรพลิเคตบริบูรณ์ มีค่าเท่ากับ 16

3.3 ค่าความต่างสูงสุด (Effects) ที่ยอมให้เกิดขึ้นได้มีค่าประมาณ 15 จุด

3.4 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่า Bond shear strength ที่ได้จากการคำนวณมาจากข้อมูล 50 ข้อมูล มีค่าเท่ากับ 6.86

จากข้อมูลดังกล่าวนี้ สามารถคำนวณค่าอำนาจของการทดสอบ (Power of test) และขนาดตัวอย่าง (Sample size) โดยโปรแกรม MINITAB VERSION 15 ดังแสดงในตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 แสดงอำนาจของการทดสอบของจำนวนการทดลองซ้ำ

Effect	Replicate	Runs	Power
15	2	32	0.99993
15	3	48	1.00000
15	4	64	1.00000

จากตารางที่ 5.3 พบว่าที่จำนวนการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง มีอำนาจการทดสอบสูงถึง 0.99993 ซึ่งถือว่าเพียงพอ ดังนั้นผู้วิจัยต้องทำการทด ลองซ้ำที่ปัจจัยต่างๆเป็นจำนวน 2 ซ้ำ (2 replicate) โดยมีการทดลองทั้งหมด 32 การทดลอง และได้กำหนดค่า แอลฟ่า = 0.05 โดยการออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^k (2^k factorial design) จะอาศัยโปรแกรม MINITAB Ver.15 ในการสร้างเมตริกซ์สำหรับการออกแบบ (Design Matrix) โดยให้การออกแบบมีลำดับการทดลองมีการสุ่มเพื่อให้ได้ผลการทดลองไม่เป็นลำดับและมีอิสระ (Independent) ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^k (2^k factorial design) ดังแสดงในตารางที่ 5.4 และ 5.5

ตารางที่ 5.4 รายละเอียดในการออกแบบการทดลองโดยใช้โปรแกรม Minitab

Full Factorial Design

Factors:	4	Base Design:	4, 16
Runs:	32	Replicates:	2
Blocks:	1	Center pts (total):	0

ตารางที่ 5.5 ตารางการออกแบบ (Design matrix) สำหรับ 2^k factorial design

StdOrder	RunOrder	CenterPt	Blocks	A(Temp)	B(Power)	C(Time)	D(Force)
9	1	1	1	-	-	-	+
20	2	1	1	+	+	-	-
25	3	1	1	-	-	-	+
13	4	1	1	-	-	+	+
6	5	1	1	+	-	+	-
31	6	1	1	-	+	+	+
19	7	1	1	-	+	-	-
7	8	1	1	-	+	+	-
11	9	1	1	-	+	-	+
28	10	1	1	+	+	-	+
23	11	1	1	-	+	+	-
3	12	1	1	-	+	-	-
2	13	1	1	+	-	-	-
12	14	1	1	+	+	-	+
10	15	1	1	+	-	-	+
15	16	1	1	-	+	+	+
8	17	1	1	+	+	+	-
17	18	1	1	-	-	-	-

ตารางที่ 5.5 (ต่อ) ตารางการออกแบบ (Design matrix) สำหรับ 2^k factorial design

StdOrder	RunOrder	CenterPt	Blocks	A(Temp)	B(Power)	C(Time)	D(Force)
24	19	1	1	+	+	+	-
4	20	1	1	+	+	-	-
22	21	1	1	+	-	+	-
29	22	1	1	-	-	+	+
5	23	1	1	-	-	+	-
16	24	1	1	+	+	+	+
32	25	1	1	+	+	+	+
27	26	1	1	-	+	-	+
26	27	1	1	+	-	-	+
14	28	1	1	+	-	+	+
18	29	1	1	+	-	-	-
1	30	1	1	-	-	-	-
21	31	1	1	-	-	+	-
30	32	1	1	+	-	+	+

สัญลักษณ์ (-) หมายถึงระดับต่ำ และสัญลักษณ์ (+) หมายถึงระดับสูง

5.2.6 ผลการทดลอง

หลังจากทำการทดลองตามแผนในตารางที่ 5.5 จนครบทั้ง 32 การทดลอง ได้ผลการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^4 (2^4 factorial design) ดังตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.6 ค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวด ที่ได้จากการทดลอง

StdOrder	RunOrder	CenterPt	Blocks	Temp	Power	Time	Force	BST
9	1	1	1	-	-	-	+	113.03
20	2	1	1	+	+	-	-	94.09
25	3	1	1	-	-	-	+	115.26
13	4	1	1	-	-	+	+	113.82
6	5	1	1	+	-	+	-	107.21
31	6	1	1	-	+	+	+	104.03
19	7	1	1	-	+	-	-	98.7
7	8	1	1	-	+	+	-	98.76
11	9	1	1	-	+	-	+	101.19
28	10	1	1	+	+	-	+	102.28
23	11	1	1	-	+	+	-	95.19
3	12	1	1	-	+	-	-	99.53
2	13	1	1	+	-	-	-	108.76
12	14	1	1	+	+	-	+	101.49
10	15	1	1	+	-	-	+	111.19
15	16	1	1	-	+	+	+	103.44
8	17	1	1	+	+	+	-	94.8
17	18	1	1	-	-	-	-	109.44
24	19	1	1	+	+	+	-	96.28
4	20	1	1	+	+	-	-	99.74
22	21	1	1	+	-	+	-	109.76
29	22	1	1	-	-	+	+	114.52
5	23	1	1	-	-	+	-	107.86
16	24	1	1	+	+	+	+	103.46

5.2.7 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model adequacy checking)

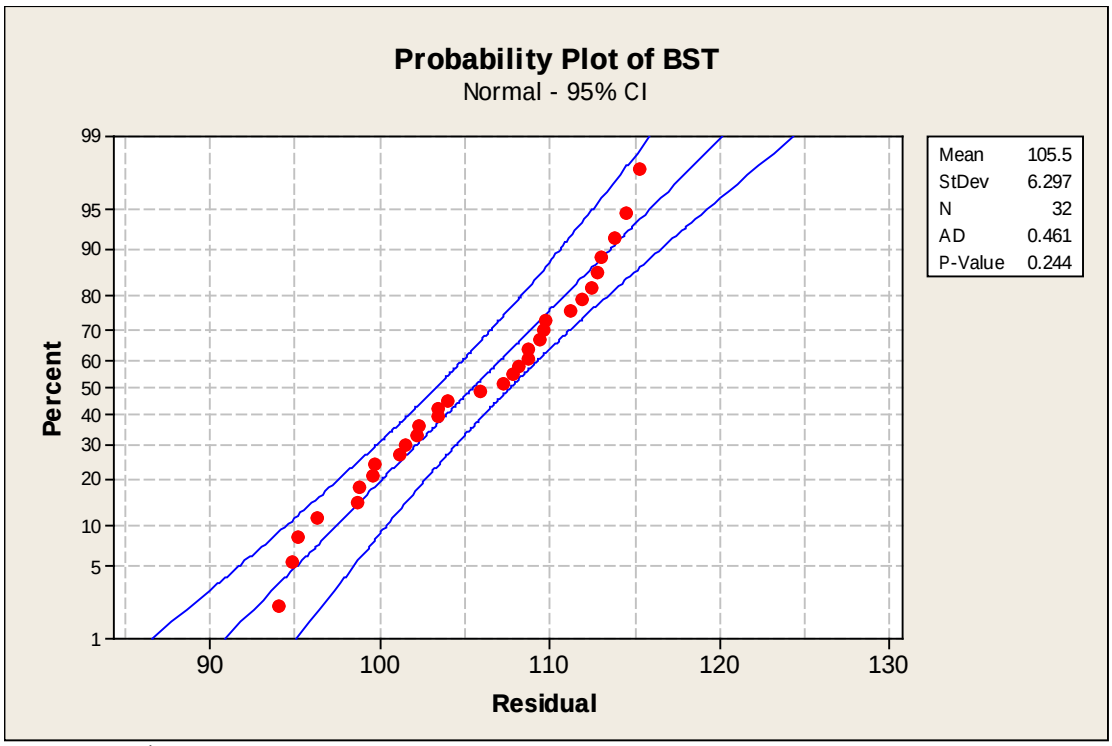
ในการออกแบบการทดลองต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบการทดลอง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ก่อนที่จะนำนำผลข้อมูลนั้นไปวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง โดยการออกแบบการทดลองจำเป็นต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไข 3 ประการ คือ ข้อมูลเป็นแบบสุ่มและมีการกระจายแบบปกติ ข้อมูลมีความเป็นอิสระต่อกัน และข้อมูลมีความเสถียรภาพของค่าความแปรปรวน ในการตรวจสอบเงื่อนไขดังกล่าวมีขั้นตอนดังนี้

1. การทดสอบสมมติฐานของความเป็นปกติ มีสมมติฐานในการทดสอบคือ

H_0 : ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

ทดสอบได้โดยการพล็อตใน Normal probability plot เป็นการพล็อตค่าตัวแปรตอบสนองที่ถูกเรียงลำดับจากค่าน้อยไปหาค่ามากในแกน X เทียบกับค่าความน่าจะเป็นสะสม โดยคิดค่าความน่าจะเป็นในอัตราร้อยละ ในแกน Y ดังแสดงในรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 Normal probability plot ของส่วนตกค้างกับค่า Bond shear strength

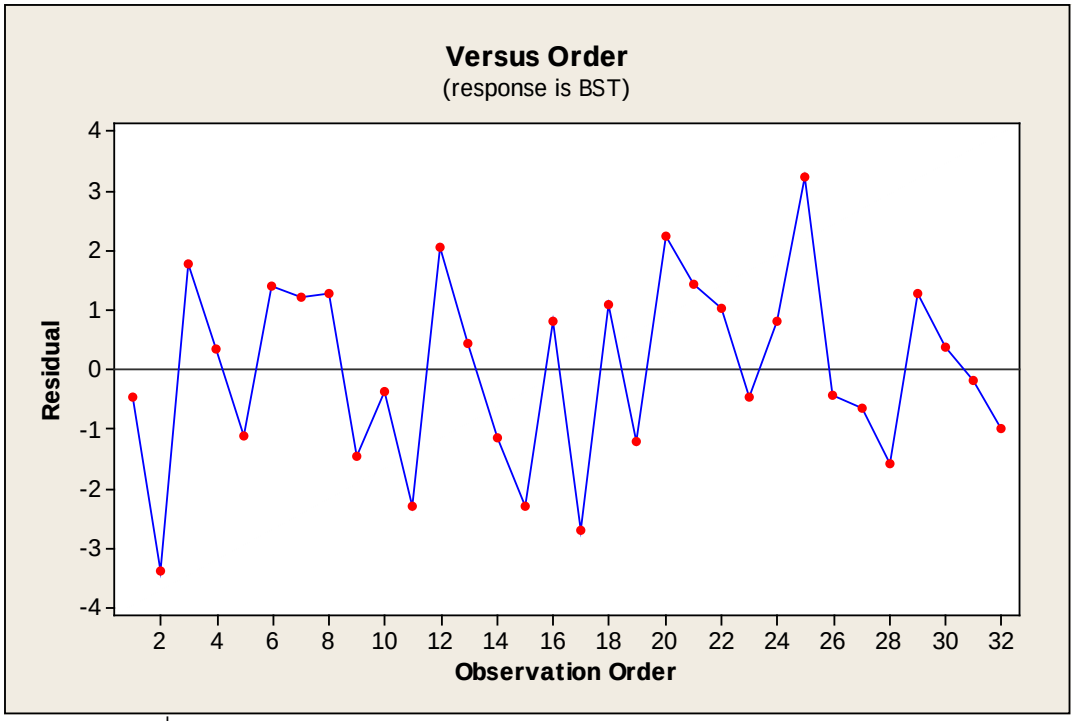
จากรูปที่ 5.2 แสดงให้เห็นถึงลักษณะการเบี่ยงเบนของข้อมูล พิจารณาจากค่า P-value เท่ากับ 0.244 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่านัยสำคัญ 0.05 แสดงว่า ปฏิเสธสมมุติฐาน H_1 และยอมรับสมมุติฐาน H_0 สามารถสรุปได้ว่าข้ อมูลที่ได้จากการทดลองมีการแจกแจงแบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2. การทดสอบสมมติฐานของการสุ่มของข้อมูล มีสมมติฐานในการทดสอบคือ

H_0 : ลำดับข้อมูลอยู่ภายใต้ความสุ่ม

H_1 : ลำดับข้อมูลไม่ได้อยู่ภายใต้ความสุ่ม

ทดสอบโดยสร้างแผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนตกค้างกับลำดับความต่อเนื่องในการเก็บข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 แผนภาพการกระจายระหว่างส่วนตกค้างกับลำดับการเก็บข้อมูล

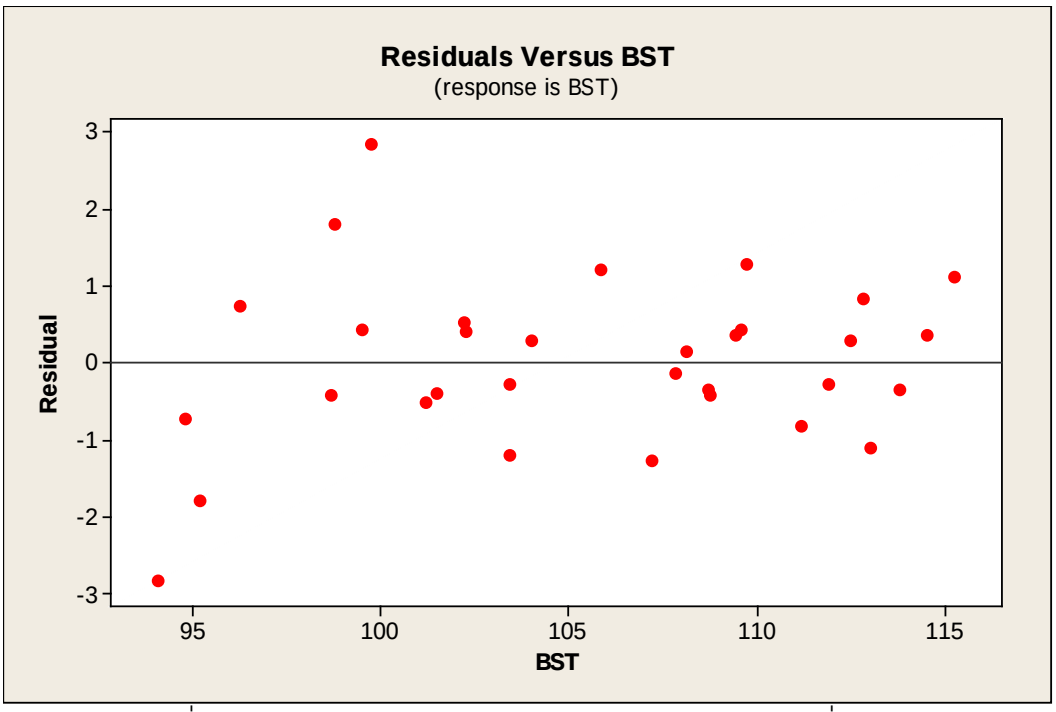
จากรูปที่ 5.3 แสดงให้เห็นว่า ค่าของส่วนตกค้างมีการกระจายตัวตามลำดับการเก็บข้อมูลที่ไม่เป็นรูปแบบใดๆดังนั้นจึง ปฏิ เสธสมมุติฐาน H_1 และยอมรับสมมุติฐาน H_0 สามารถสรุปได้ว่าลำดับข้อมูลที่ได้จากผลการทดลองอยู่ภายใต้สภาวะความสุ่ม

3. การทดสอบความมีเสถียรภาพของค่าความแปรปรวน มีสมมติฐานในการทดสอบคือ

H_0 : ค่าความแปรปรวนของข้อมูลมีเสถียรภาพของค่าความแปรปรวน

H_1 : ค่าความแปรปรวนของข้อมูลไม่มีเสถียรภาพของค่าความแปรปรวน

ทดสอบโดยแผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนตกค้างกับค่าที่ถูกฟิต (Fitted Value) ของข้อมูลค่าความแข็งแรงในการเชื่อมลวด (Bond shear strength) ดังแสดงในรูปที่ 5.4

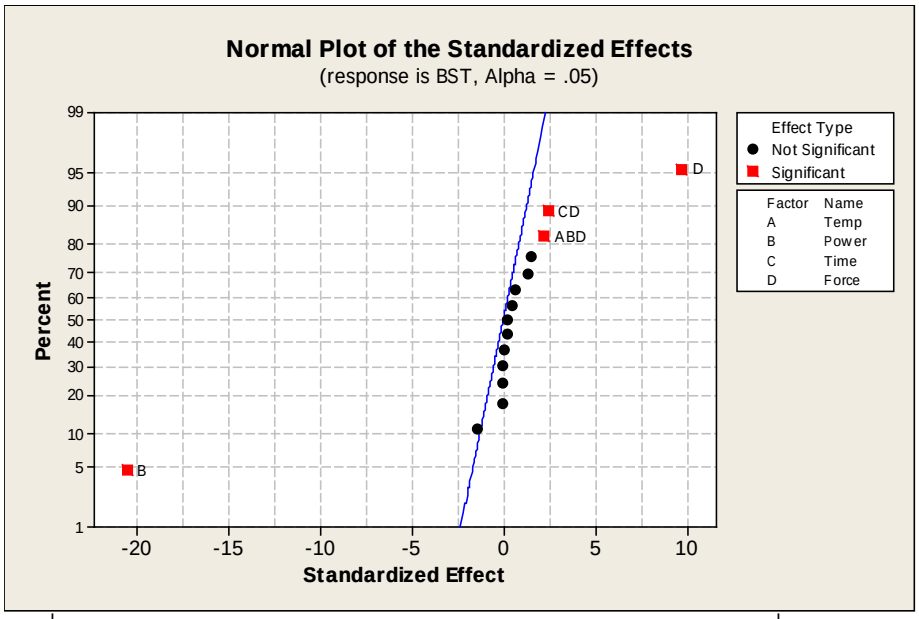


รูปที่ 5.4 แผนภาพการกระจายระหว่างส่วนตกค้างกับข้อมูลที่ถูกฟิต

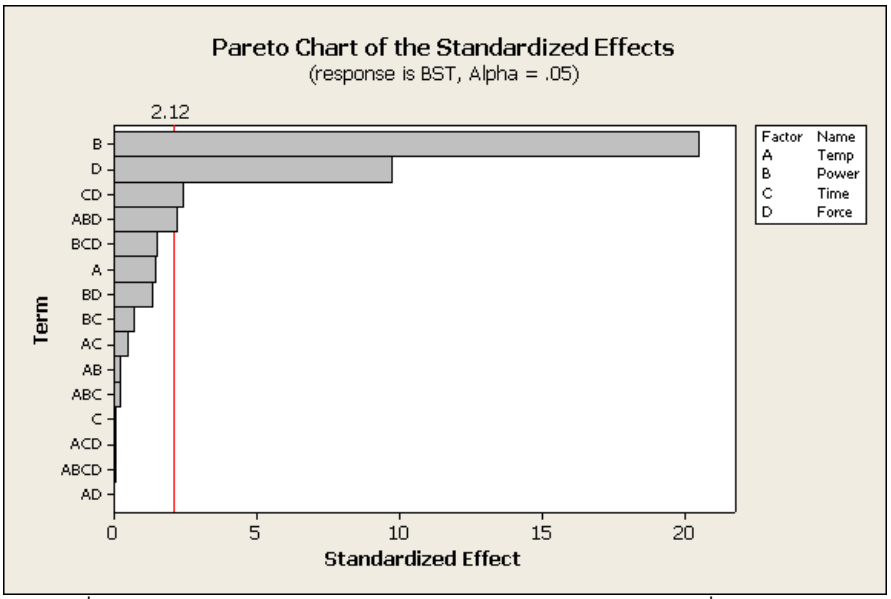
จากรูปที่ 5.4 แสดงให้เห็นว่าส่วนตกค้างมีการกระจายตัวไม่เป็นรูปแบบใดๆ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมุติฐาน H_1 และยอมรับสมมุติฐาน H_0 สามารถสรุปได้ว่าค่าความแปรปรวนของข้อมูลมีเสถียรภาพของค่าความแปรปรวน

5.2.8 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

ในการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยโปรแกรม MINITAB VERSION 15 เพื่อช่วยประมวลผลจะเริ่มต้นจากการพล็อต Normal Probability Plot และ Pareto Chart ของปัจจัยหลัก (Effect) และ อันตรกิริยา (Interaction) ของปัจจัยต่างๆซึ่งส่งผลต่อค่าตอบสนอง คือ ค่ าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวด (Bond shear strength) โดยแสดงดังรูปที่ 5.5 และ 5.6



รูปที่ 5.5 Normal Probability plot แสดงปัจจัยหลักและอันตรกิริยาที่มีนัยสำคัญ



รูปที่ 5.6 แผนภาพพาเรโตแสดงปัจจัยหลักและอันตรกิริยาที่มีนัยสำคัญ

จากรูปที่ 5.5 และ 5.6 สามารถสรุปได้เบื้องต้นว่ามีปัจจัยหลัก B และ D และอันตรกิริยา BD และ ABD จะส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวด (พิจารณาได้จากจุดที่ไม่เรียงอยู่บนเส้นตรงในรูปที่ 5.5 อย่างชัดเจน หรือปัจจัยซึ่งมีค่าผลกระทบอยู่ทางด้านขวาของเส้นแน วตั้งในรูปที่ 5.8) อย่างไรก็ตาม จำเป็นจะต้องทำการทดลองด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับปัจจัยที่มีศักยภาพทั้ง 4 ตัวจึงจะสามารถสรุปได้ว่า มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ โดยผลการทดสอบด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตอบสนอง

Factorial Fit: BST versus Temp, Power, Time, Force

Estimated Effects and Coefficients for BST (coded units)

Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant		105.489	0.2646	398.65	0.000
Temp	-0.754	-0.377	0.2646	-1.43	0.173
Power	-10.847	-5.423	0.2646	-20.50	0.000
Time	-0.033	-0.017	0.2646	-0.06	0.951
Force	5.151	2.575	0.2646	9.73	0.000
Temp*Power	0.123	0.062	0.2646	0.23	0.819
Temp*Time	0.254	0.127	0.2646	0.48	0.637
Temp*Force	0.008	0.004	0.2646	0.02	0.988
Power*Time	0.357	0.178	0.2646	0.67	0.510
Power*Force	0.708	0.354	0.2646	1.34	0.200
Time*Force	1.289	0.645	0.2646	2.44	0.027
Temp*Power*Time	0.122	0.061	0.2646	0.23	0.821
Temp*Power*Force	1.178	0.589	0.2646	2.23	0.041
Temp*Time*Force	-0.028	-0.014	0.2646	-0.05	0.958
Power*Time*Force	0.792	0.396	0.2646	1.50	0.154
Temp*Power*Time*Force	0.022	0.011	0.2646	0.04	0.968

S = 1.49691 PRESS = 143.407
R-Sq = 97.08% R-Sq(pred) = 88.33% R-Sq(adj) = 94.35%

Analysis of Variance for BST (coded units)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Main Effects	4	1158.03	1158.03	289.508	129.20	0.000
2-Way Interactions	6	18.97	18.97	3.162	1.41	0.270
3-Way Interactions	4	16.25	16.25	4.061	1.81	0.176
4-Way Interactions	1	0.00	0.00	0.004	0.00	0.968
Residual Error	16	35.85	35.85	2.241		
Pure Error	16	35.85	35.85	2.241		
Total	31	1229.10				

จากตารางที่ 5.7 จะพบว่า P-value ของผลหลักของปัจจัยหลัก (Main effects) มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าค่าสถิติทดสอบ F มีค่ามากกว่าค่าวิกฤต หมายความว่า ในการทดลองนี้มีผลหลักอย่างน้อยหนึ่งตัว ที่มีผลอย่างมีนัยสำคั ญต่อค่ าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวด สามารถสรุปผลของปัจจัยหลักได้ดังนี้

1. ผลหลักของอุณหภูมิในการเชื่อมลวด(A) มีค่า P-value เท่ากับ 0.173 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงสรุปได้ว่า อุณหภูมิในการเชื่อมลวดไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวด

2. ผลหลักของกำลังในการเชื่อมลวด (B) มีค่า P-value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงสรุปได้ว่า กำลังในการเชื่อมลวดมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวด

3. ผลหลักของ เวลา ในการเชื่อมลวด (C) มีค่า P-value เท่ากับ 0.951 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงสรุปได้ว่า อุณหภูมิในการเชื่อมลวดไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวด

4. ผลหลักของ แรง ในการเชื่อมลวด (D) มีค่า P-value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงสรุปได้ว่า อุณหภูมิในการเชื่อมลวดไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวด

เมื่อพิจารณาค่า P-value ของอันตรกิริยาระหว่าง 2 ปัจจัย (2 way interaction) ในตารางที่ 5.7 พบว่าอันตรกิริยาระหว่างเวลาและแรงในการเชื่อมลวด มีค่าเท่ากับ 0.027 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 แต่เมื่อพิจารณาผลของความแปรปรวนของอันตรกิริยาระหว่าง 2 ปัจจัยพบว่ามีค่า P-value มีค่าเท่ากับ 0.270 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าค่าสถิติทดสอบ F มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤติ หมายความว่า ในการทดลองนี้ไม่มีอันตรกิริยาระหว่าง 2 ปัจจัยที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวด

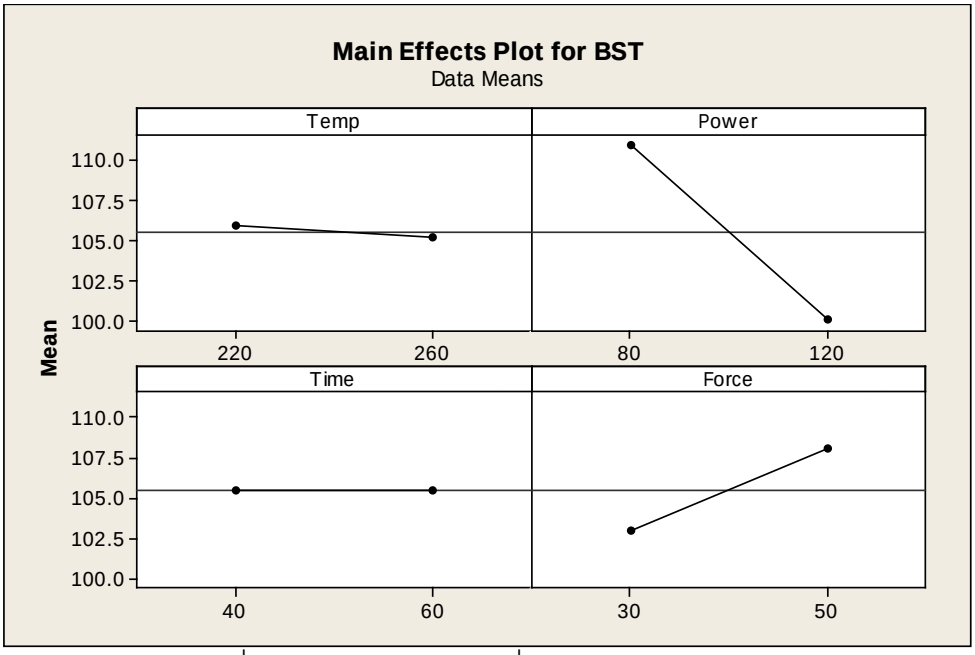
เมื่อพิจารณาค่า P-value ของอันตรกิริยาระหว่าง 3 ปัจจัย (3 way interaction) ในตารางที่ 5.7 พบว่าอันตรกิริยาระหว่างอุณหภูมิ กำลังและแรงในการเชื่อมลวด มีค่าเท่ากับ 0.041 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 แต่เมื่อพิจารณาผลของความแปรปรวนของอันตรกิริยาระหว่าง 3 ปัจจัย พบว่ามีค่า P-value มีค่าเท่ากับ 0.176 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าค่าสถิติทดสอบ F มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤติ หมายความว่า ในการทดลองนี้ไม่มีอันตรกิริยาระหว่าง 3 ปัจจัยที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวด

เมื่อพิจารณาค่า P-value ของอันตรกิริยาระหว่าง 4 ปัจจัย (4 way interaction) ในตารางที่ 5.7 มีค่าเท่ากับ 0.968 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าค่าสถิติทดสอบ F มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤติ หมายความว่า ในการทดลองนี้ไม่มีอันตรกิริยาระห ว่าง 4 ปัจจัยที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวด

5.2.9 แบบจำลองการถดถอย

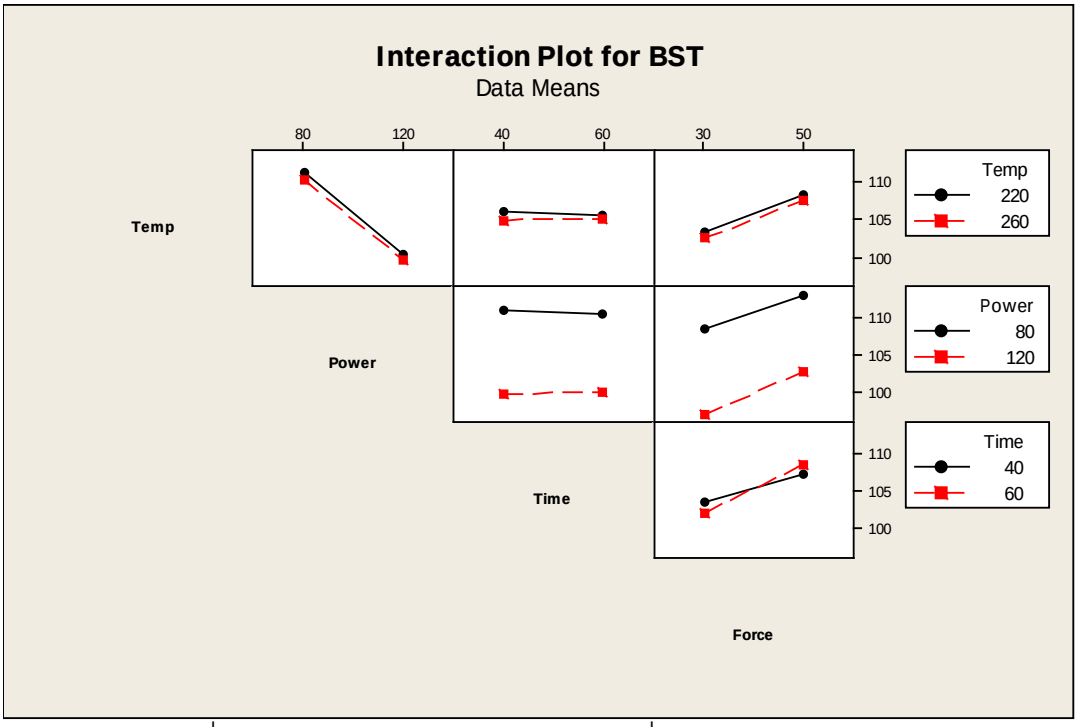
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ทำการศึกษาโดยใช้การจำลองการถดถอยแบบเชิงเส้น (Linear regression) และใช้สัมประสิทธิ์ของปัจจัยที่ได้จากการวิเคราะห์ผลโ ดยโปรแกรม MINITAB VERSION 15 มาแทนค่าลงในสมการความสัมพันธ์ ด้วยรหัส (Code unit) โดย -1 หมายถึงการปรับค่าไปที่ระดับล่าง (Low level) และ +1 หมายถึงการปรับค่าไปที่ระดับด้านบน (High level) โดยการทดลองที่ผ่านมาสามารถเขียนสมการแบบจำลองถดถอย โดยใช้ข้อมูลสัมประสิทธิ์ของการทดลองจากตารางที่ 5.6 ได้ดังนี้

Y = 105.489-5.423[Power]-2.575[Force]



รูปที่ 5.7 ผลหลักของปัจจัยที่มีต่อตัวแปรตอบสนอง

เมื่อพิจารณาถึงผลหลักของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนองได้แก่ กำลังในการเชื่อมลวดและแรงในการเชื่อมลวด เท่านั้น จากรูปที่ 5.7 สามารถหาค่าปัจจัยที่ส่งผลต่อตัวแปรตอบสนอง คือ ค่า ความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวด ต้องมีค่าสูง ได้ดังนี้ Power = 80 mA(-1) และ Force = 50 g(+1)



รูปที่ 5.8 ผลของอันตรกิริยาระหว่างปัจจัยที่มีต่อตัวแปรตอบสนอง

จากรูปที่ 5.8 วิเคราะห์ผลของอันตรกิริยาระหว่างปัจจัยพบว่า กราฟของอันตรกิริยาระหว่างปัจจัยของทุกปัจจัยขนานกันแสดงว่า ไม่มีผลกระทบใดๆทั้งในตัวปัจจัยแบบเดี่ยว และระหว่างตัวปัจจัยอื่นๆ ด้วย ยกเว้นกราฟอันตรกิริยาระหว่างเวลาและแรงที่ไม่ขนานกัน มีผลต่อตัวแปรตอบสนองแต่สามารถยอมรับผลกระทบนั้นได้ จึงสรุปได้ว่าปัจจัยเวลาไม่มีผล และนำรหัส (-1, 1) ของปัจจัยทั้ง สองปัจจัย แทนลงในสมการของแบบจำลองการถดถอย เพื่อประมาณค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวด จะได้ดังนี้

$$Y = 105.489-5.423[-1]-2.575[+1]$$

$$= 113.487$$

กล่าวคือหากในกระบวนการผลิตจริงมีการปรับตั้งค่าของปัจจัยทั้งสองปัจจัยดังกล่าว และควบคุมปัจจัยอื่นๆให้เป็นไปตามตามที่กล่าวมาก่อนหน้านี้ จะทำให้ได้ค่า ความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวดมีค่าสูง ซึ่งจะส่งผลต่อการเกิดปัญหาการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมลดลง

5.2.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบจำลองการถดถอย

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นที่ได้จากหัวข้อ 5.2.8 นั้น ทำเพื่อทดสอบความมีนัยสำคัญของการถดถอย โดยมีสมมติฐานดังนี้

$H_0 : B_1 = B_2 = \ldots = B_x = 0$

$H_1 : B1 \neq 0$ อย่างน้อยที่สุดหนึ่งค่า

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบจำลองการถดถอบดังแสดงในตารางที่ 5.8

ตารางที่ 5.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบจำลองการถดถอยด้วยโปรแกรม MINITAB Ver.15

Regression Analysis: BST versus Power, Force

```
The regression equation is
BST = 122 - 0.271 Power + 0.258 Force

Predictor      Coef  SE Coef       T      P
Constant    122.305    1.850   66.11  0.000
Power      -0.27117  0.01427  -19.00  0.000
Force       0.25753  0.02855    9.02  0.000

S = 1.61493   R-Sq = 93.8%   R-Sq(adj) = 93.4%

Analysis of Variance

Source          DF       SS      MS       F      P
Regression       2  1153.47  576.73  221.14  0.000
Residual Error  29    75.63    2.61
Total           31  1229.10
```

จากตารางที่ 5.8 ค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (R-Sq) มีค่าเท่ากับ 93.8% หมายความว่าความผันแปรทั้งหมดของข้อมูลของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าความแข็งแรงของการเชื่อมลวด มีค่าเท่ากับ 93.8% และค่าของ R-Sq(adj) มีค่าเท่ากับ 93.4% มีค่าใกล้เคียงกับ ค่า R-Sq แสดงว่ามีโอกาสน้อยที่จะพบว่ามีพจน์ที่ไม่มีนัยสำคัญได้ถูกเติมลงไปในแบบจำลอง และวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า P-value มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 หมายถึง ในแบบจำลองการถดถอยที่สร้างขึ้นมามีนัยสำคัญของการถดถอยที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

จากข้อมูลผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าถ้าต้องการให้มีค่าความแข็งแรงในการยึดติดของเส้นลวดมีค่ามากต้องปรับตั้งเครื่องจักรโดยให้ กำลังมีค่าต่ำ (-) และแรงมีค่าสูง (+) โดยที่อุณหภูมิและเวลาไม่มีผลต่อค่าความแข็งแรงในการยึดติดของเส้นลวด จากการกำหนดปัจจัยเริ่มต้นจะสามารถสรุปค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการปรับตั้งเครื่องจักรแสดงในตารางที่ 5.9

ตารางที่ 5.9 ตารางค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการปรับตั้งเครื่องจักร

ข้อ	ปัจจัยในการทดลอง	ค่าที่ควรใช้	หมายเหตุ
1	อุณหภูมิในการเชื่อมลวดทองคำ	220±5 °C	ใช้ค่าเดิมเนื่องจากไม่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง
2	กำลังในการเชื่อมลวดทองคำ	80 mA	ใช้ค่าต่ำ (-) เนื่องจากที่ระดับต่ำจะให้ค่าตัวแปรตอบสนองที่สูงแต่จะไม่สามารถปรับให้ต่ำกว่านี้เนื่องจากมีปัญหาความแข็งแรงในการยึดติดของเส้นลวดต่ำกว่าข้อกำหนด
3	เวลาในการเชื่อมลวดทองคำ	40 sec	ใช้ค่าเดิมเนื่องจากไม่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง
4	แรงในการเชื่อมลวดทองคำ	50 g	ใช้ค่าสูง (+) เนื่องจากที่ระดับสูงจะให้ค่าตัวแปรตอบสนองที่สูง

เมื่อได้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการปรับตั้งเครื่องจักรแล้วจะทำการเพิ่มเข้าไปในมาตรฐานการทำงานของช่างเทคนิค และจะทำการสร้างแผนภูมิควบคุมเพื่อควบคุมค่าความแข็งแรงในการยึดติดของเส้นลวด และทำการตรวจสอบปัญหาการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม 100% หลังจากผ่านกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ โดยถ้าค่าความแข็งแรงในการยึดติดของเส้นลวดอยู่ในระดับที่ควบคุมจะทำให้ปัญหาการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมลดลงด้วยเช่นกัน ซึ่งรายละเอียดจะกล่าวในบทต่อไป

5.3 **การสร้างมาตรฐานการปฏิบัติงาน**

พนักงานขาดทักษะในการปฏิบัติงานเป็นอีกหนึ่งสา เหตุหลักของปัญหาในระยะการกำหนดสาเหตุหลักของปัญหาที่ต้องนำมาหาวิธีการในการแก้ไข จากการตรวจสอบวิธีการทำงานของพนักงานและช่างเทคนิคพบว่า พนักงานและช่างเทคนิคปฏิบัติงานทำตามวิธีที่เคยปฏิบัติกันมาก่อน ซึ่งอาจเป็นวิธีที่ไม่เหมาะสมในการทำงาน และพนักงานบางคนเป็นพนั กงานใหม่ซึ่งได้รับการฝึกอบรมก่อนเข้ามาปฏิบัติงานแต่ไม่สามารถปฏิบัติงานได้ จากสาเหตุดังกล่าวเกิดจากขาดประสิทธิภาพในการฝึกอบรมเนื่องจากไม่มีการประเมินผลพนักงานในการปฏิบัติงานจริง จะประเมินผลเฉพาะภาคทฤษฎีเท่านั้น ในส่วนภาคปฏิบัตินั้นจะเป็นหน้าที่ของหัวหน้ากระ บวนการนั้นเป็นผู้ประเมินอีกทีหนึ่ง ซึ่งแผนกฝึกอบรมไม่ได้ติดตามผลการทำงานของพนักงาน ทำให้เป็นสาเหตุให้พนักงานไม่สามารถปฏิบัติงานได้ ดังนั้นในการแก้ปัญหาเรื่องนี้จะแก้ไขโดยการสร้าง

มาตรฐานการทำงานที่ถูกต้องและจัดทำมาตรฐานการฝึกอบรมขึ้นมาใหม่เพื่อป้องกันไม่ให้ มีพนักงานที่ไม่มีความชำนาญหรือไม่เข้าใจในกระบวนการเข้าไปปฏิบัติงานในกระบวนการผลิตจากสาเหตุที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนั้น สามารถสรุปโดยใช้ Why-Why analysis ได้ตามตารางที่ 5.10

ตารางที่ 5.10 ตารางแสดงวิธีการวิเคราะห์หาวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ Why-Why analysis

สาเหตุ	ทำไม 1	ทำไม 2	วิธีการแก้ไข
พนักงานขาดทักษะในการปฏิบัติงาน	พนักงานไม่เข้าใจวิธีการปฏิบัติงาน	มาตรฐานการปฏิบัติงานไม่ชัดเจนไม่สอดคล้องกับสิ่งที่พนักงานปฏิบัติ	จัดทำมาตรฐานการปฏิบัติที่ถูกต้องและสอดคล้องกับการปฏิบัติงานจริง
	ฝึกอบรมแล้วไม่สามารถปฏิบัติงานได้	ขาดการประเ มินผลหลังการฝึกอบรม	จัดทำมาตรฐานการประเมินผลหลังการฝึกอบรม

จากตารางที่ 5.10 สามารถสรุปวิธีในการแก้ปัญหาพนักงานขาดทักษะในการปฏิบัติงาน ได้แก่

1. จัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงานที่ถูกต้องในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำมีขั้นตอนดังนี้

1.1 หัวหน้ากระบวนกา รเชื่อมลวดทองคำตรวจสอบการปฏิบัติงานจริงของพนักงานและช่าง

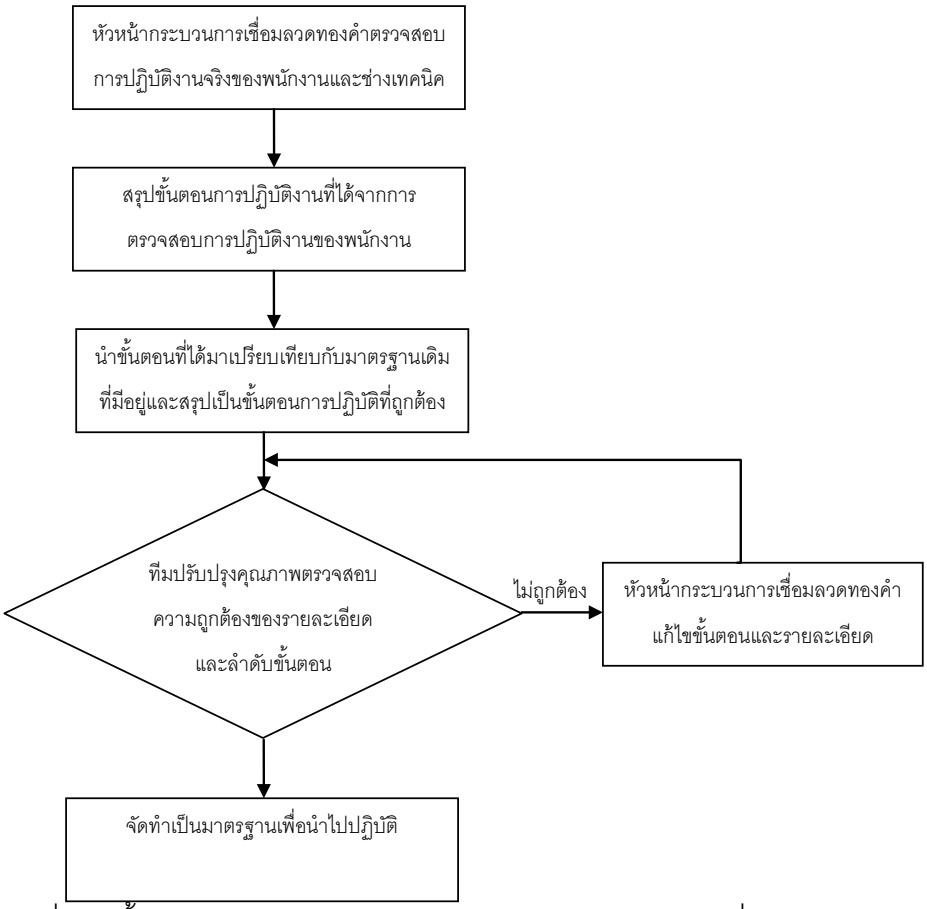
เทคนิคและสรุปขั้นตอนวิธีการปฏิบัติงานของพนักงาน

1.2 นำขั้นตอนที่ได้มาเปรียบเทียบรายละเอียดระหว่างการปฏิบัติงานจริงกับมาตรฐานที่มีอยู่เดิมและสรุปเป็นวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกต้องโดยหัวหน้ากระบวนการเชื่อมลวดทองคำ

1.3 ทีมปรับปรุงคุณภาพทำการตรวจสอบอีกครั้งถึงความถูกต้องและเหมาะสมกับการปฏิบัติงาน

1.4จัดทำเป็นมาตรฐานเพื่อนำไปปฏิบัติ

โดยสามารถแสดงเป็นแผนภาพได้ดังรูปที่ 5.9



รูปที่ 5.9 ขั้นตอนการจัดทำมาตรฐานการทำงานในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ

มาตรฐานการปฏิบัติงานในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ เป็นเอกสารที่แสดงถึงขั้นตอนและวิธีการทำงานในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ เพื่อให้พนักงานเกิดความเข้าใจในวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง ซึ่งเอกสารที่จัดทำประกอบไปด้วยขั้นตอนต่างๆดังตารางที่ 5.11

ตารางที่ 5.11 แสดงมาตรฐานการปฏิบัติงานและผู้ที่ใช้มาตรฐานการปฏิบัติงาน

มาตรฐานการปฏิบัติงาน	ผู้ที่ใช้มาตรฐานการปฏิบัติงาน
1. วิธีการหยิบจับชิ้นงาน (Handling procedure)	พนักงานและช่างเทคนิค
2. วิธีการปฏิบัติงาน (Operation procedure)	พนักงาน
3. วิธีการปรับตั้งเครื่องจักร (Set up machine procedure)	ช่างเทคนิค

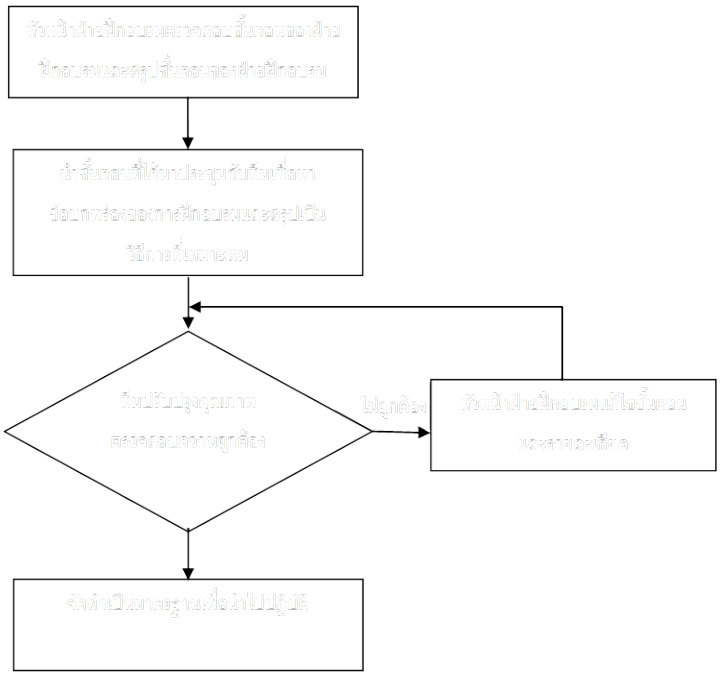
2. จัดทำมาตรฐานการประเมินผลหลังการฝึกอบรมเพื่อให้พนักงานที่ผ่านการฝึกอบรมมีทักษะและสามารถปฏิบัติงานได้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1 ตรวจสอบขั้นตอนของฝ่ายฝึกอบรม

2.2 ประชุมกับทีมเพื่อหาข้อบกพร่องของการฝึกอบรมที่ทำให้พนักงานไม่มีประสิทธิภาพในการทำงาน

2.3 จัดทำเป็นมาตรฐานในการฝึกอบรม

โดยสามารถแสดงเป็นแผนภาพได้ดังรูปที่ 5.10



รูปที่ 5.10 ขั้นตอนการจัดทำมาตรฐานการฝึกอบรม

มาตรฐานการประเมินผลหลังการฝึกอบรม เป็นเอกสารที่แสดงถึงขั้นตอนและวิธีการในการฝึกอบรม เพื่อให้วิธีในการฝึกอบรมมี ประสิทธิภาพและสร้างทักกษะให้กับพนักงานสามารถปฏิบัติงานในกระบวนการผลิตได้ ซึ่งเอกสารที่จัดทำจะเพิ่มรายละเอียดในส่วนของการประเมินผลหลังการฝึกอบรมโดยหัวหน้างานที่พนักงานเข้าไปปฏิบัติงานจริงเป็นเวลา 1 เดือนหากไม่ผ่านการประเมิน พนักงานจะไม่สามารถเข้าไปปฏิบัติงานในกระบวนการนั้นได้ หรืออาจจะพิจารณาเพื่อให้เปลี่ยนกระบวนการทำงาน เป็นต้น

5.4 สรุปผลระยะการหาวิธีการแก้ปัญหา

ในระยะหาวิธีการแก้ปัญหาจากสาเหตุหลัก 2 สาเหตุได้แก่ การปรับตั้งพารามิเตอร์ในกระบวนการเชื่อมลวดไม่เหมาะสมและพนักงานขาดทักษะในการปฏิบัติงาน ทำกา รประชุมกับทีมงานปรับปรุงคุณภาพเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาในแต่ละสาเหตุ ดังนี้

1. ออกแบบการทดลองเพื่อหาค่าที่เหมาะสมของพารามิเตอร์ในการปรับตั้งเครื่องจักร พบว่า ค่าที่เหมาะสมในการปรับตั้งเครื่องจักรที่ทำให้ได้ค่า ความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวดมีค่ามากได้แก่

- อุณหภูมิในการเชื่อมลวด มีค่าเท่ากับ 220±5 °C
- กำลังในการเชื่อมลวด มีค่าเท่ากับ 80 มิลลิแอมป์
- เวลาในการเชื่อมลวด มีค่าเท่ากับ 40 วินาที
- แรงในการเชื่อมลวด มีค่าเท่ากับ 50 กรัม

2. การสร้างมาตรฐานการปฏิบัติงาน โดยแบ่งออกเป็น 2 มาตรฐานได้แก่

- มาตรฐานการปฏิบัติ งานที่ถูกต้อง เพื่อลดการเกิดความสูญเปล่าในการปฏิบัติงาน
- มาตรฐานการประเมินผลหลังการฝึกอบรมโดยเพิ่มการประเมินผลโดยหัวหน้างานหลังจากปฏิบัติงานจริงเป็นเวลา 1 เดือน เพื่อให้พนักงานที่ผ่านการฝึกอบรมสามารถปฏิบัติงานได้

บทที่ 6

ระยะการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ

ระยะนี้เป็นขั้นตอนในการนำวิธีการแก้ปัญหามาปฏิบัติจริง ซึ่งมีผลลัพธ์คือปัญหาการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมลดลง โดยได้ประชุมกับทีมงานปรับปรุงคุณภาพเพื่อวางแผนในการดำเนินการแก้ปัญหาโดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

ตารางที่ 6.1 แผนการดำเนินงานแก้ไขปัญหาการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลาในการดำเนินงาน
ฝึกอบรมพนักงานตามมาตรฐานที่จัดทำขึ้นมาใหม่	หัวหน้ากระบวนการเชื่อมลวดทองคำและเจ้าหน้าที่ฝึกอบรม	2 สัปดาห์ (สัปดาห์ที่สองของเดือนกรกฎาคม)
ติดตาม ผลการประเมินของพนักงานหลังการฝึกอบรม	หัวหน้ากระบวนการเชื่อมลวดทองคำและเจ้าหน้าที่ฝึกอบรม	1-2 เดือน (ก.ค. 55 – ส.ค. 55)
สร้างแผนภูมิควบคุมกระบวนการ	วิศวกรควบคุมกระบวนการ	1 เดือน (ก.ค. 55)
จัดทำมาตรฐานการปรับตั้งเครื่องจักรโดยกำหนดพ ารามิเตอร์ปรับตั้งตามผลการทดลอง	วิศวกรควบคุมกระบวนการ	1 สัปดาห์ (สัปดาห์แรกของเดือนกรกฎาคม)
เก็บข้อมูลของเสียจากการตรวจสอบ 100%	ผู้วิจัย	3 เดือน (ก.ค. 55 – ก.ย. 55)
ประเมินผลการปฏิบัติงาน	ทีมงานปรับปรุงคุณภาพ	3 เดือน (ก.ค. 55 – ก.ย. 55)

6.1 การฝึกอบรมและการประเมินผลการฝึกอบรมของพนักงาน

พนักงานจะต้องได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับมาตรฐานที่จัดทำขึ้นมาใหม่ โดยหัวหน้ากระบวนการเชื่อมลวดทองคำและเจ้าหน้าที่ฝึกอบรม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความเข้าใจในขั้นตอนการปฏิบัติงาน และวิธีการปฏิบัติ งานที่ถูกต้อง เพื่อลดการเกิดข้อบกพร่องในการปฏิบัติงาน ซึ่งมาตรฐานที่จัดทำขึ้นจะแบ่งเป็นของพนักงานและช่างเทคนิค เมื่อพนักงานได้รับการฝึกอบรมเรียบร้อยแล้ว หัวหน้ากระบวนการเชื่อมลวดทองคำและเจ้าหน้าที่ฝึกอบรมติดตามผลการทำงานของพนักงานเพื่อประเมินผลพนักงานและช่ างเทคนิคภายหลังจากได้รับการฝึกอบรม เพื่อให้แน่ใจว่าพนักงานและช่างเทคนิคสามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องตามมาตรฐานที่กำหนด หากพนักงานและช่างเทคนิคไม่ผ่านการประเมินจะไม่ได้รับอนุญาตให้ทำงานในกระบวนการผลิตได้

6.2 การสร้างแผนภูมิควบคุมกระบวนการ

ภายหลังจากการทำ การทดลองและได้ค่าปรับตั้งพารามิเตอร์ของเครื่องจักรที่เหมาะสมแล้ว จะทำการสร้างแผนภูมิควบคุมกระบวนการเพื่อควบคุมค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวดในระหว่างปฏิบัติงาน โดยเลือกใช้แผนภูมิควบคุม X-bar โดยรายละเอียดของแผนภูมิควบคุมที่ใช้มีดังนี้

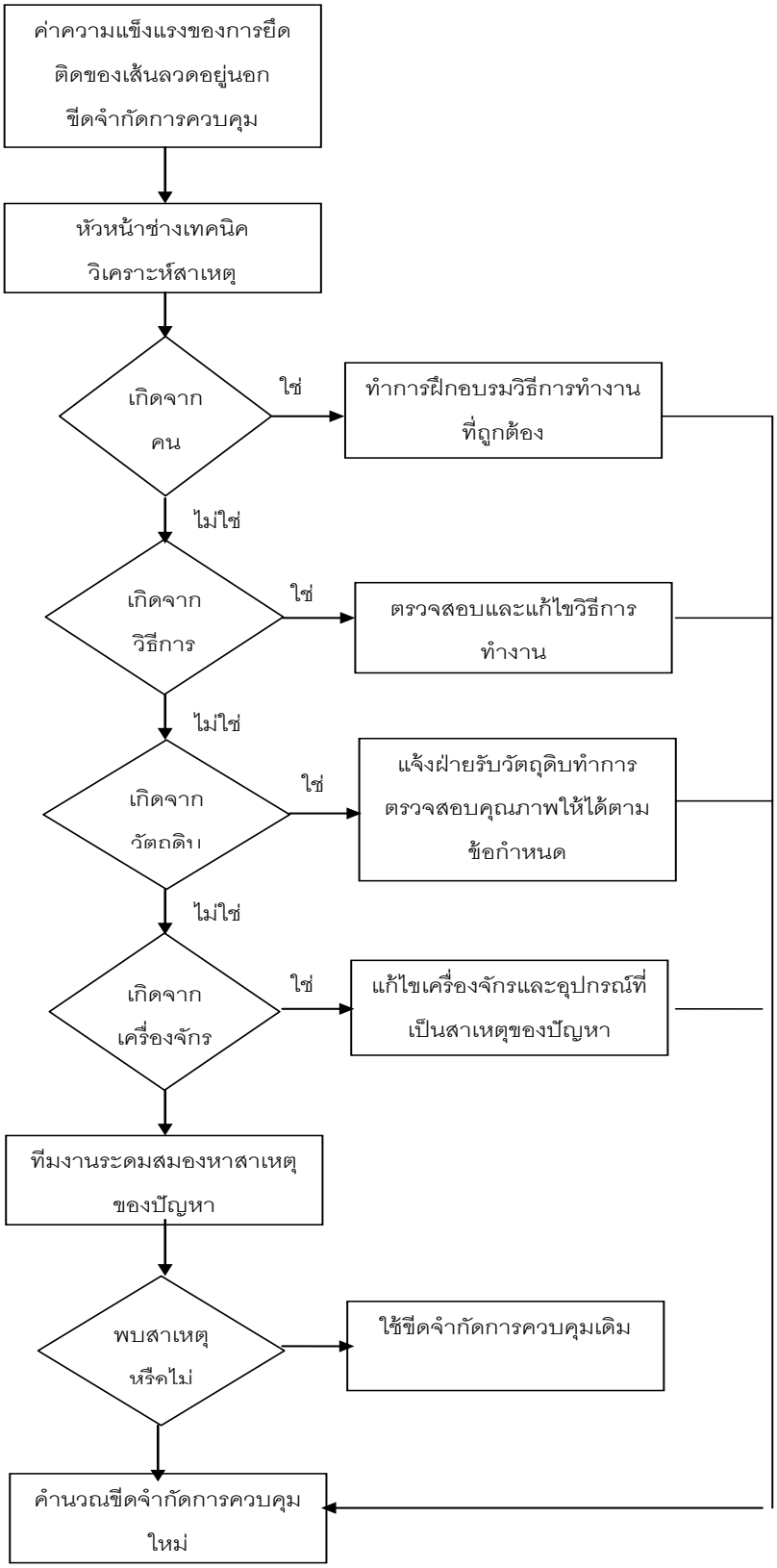
1. ความถี่ในการชักสิ่งตัวอย่าง : เนื่องจากเป็นการผลิตแบบต่อเนื่องดังนั้นความถี่ในการชักสิ่งตัวอย่างก็คือ ทุกล็อตที่ทำการผลิต

2. ขนาดสิ่งตัวอย่าง : 5 ตัว / ล็อต

3. กฎการตัดสินใจ

- Out of control คือมีจุดใดจุดหนึ่งหรือมากว่าออกนอกขีดจำกัดของการควบคุม
- การเกินรัน คือ การมีจานวนจุดตั้งแต่ 7 จุดขึ้นไปต่อเนื่องกัน อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นค่ากลาง หรือมี 10 ใน 11 จุดอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นค่ากลาง
- การเกิดแนวโน้ม คือ มีจุดต่อเนื่องกันไปในทิศทางเดียวกันตลอด โดยไม่มีการสลับฟันปลาเลย เหมือนจุดพาดเฉียงขึ้นหรือลง

- การเกิดวัฏจักร คือการที่เส้นกราฟมีลักษณะเปลี่ยนแปลงขึ้นลงเป็นวงรอบ จนเกือบจะสามารถทำนายได้ว่าเส้นกราฟช่วงต่อไปจะเป็นเช่นไร
- แผนการแก้ไขและป้องกันเมื่อเกิดสภาวะออกนอกขีดจำกัดของการควบคุม ดังรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1 แผนการแก้ไขและป้องกันเมื่อเกิดสภาวะออกนอกการควบคุม

จากข้อมูลดังกล่าวกำหนดเป็นแผนการควบคุมในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำได้ดังตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.2 แผนการควบคุมในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ

กระบวนการ	หัวข้อควบคุม	เครื่องมือ	จำนวนตัวอย่าง	ความถี่	แผนภูมิควบคุม	วิธีการแก้ไข
กระบวนการเชื่อมลวดทองคำ	ค่าความแข็งแรงในการยึดติดของเส้นลวด	เครื่องทดสอบค่าความแข็งแรง	5 ตัว	1 ครั้งต่อ 1 เครื่องจักรต่อกะการทำงาน	X-bar	แผนการแก้ไขเมื่อค่าความแข็งแรงออกนอกขีดจำกัดการควบคุม

6.3 **เก็บข้อมูลการตรวจงาน** 100%

เพื่อเป็นการตรวจสอบผลจากการออกแบบการทดลอง ผู้วิจัยจ ะทำการเก็บข้อมูลของเสียจากการตรวจสอบ 100% เพื่อประเมินผลปัญหาการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม

6.4 **การประเมินผลการปฏิบัติงาน**

หลังจากนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติแล้วนั้น ผู้วิจัยและหัวหน้ากระบวนการเชื่อมลวดทองคำได้ทำการรวบรวมข้อมูลของเสียจากการตรวจสอบ 100% รวมถึงค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวดจากแผนภูมิควบคุมที่สร้างขึ้นนำมาประเมินผลการดำเนินการแก้ปัญหาและสรุปผลร่วมกับทีมงานปรับปรุงคุณภาพ

6.5 **สรุปผลระยะการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ**

ในบทนี้ได้กำหนดแผนการดำเนินงานสำหรับวิธีการแก้ปัญหา ประกอบด้วย การฝึกอบรมพนักงาน การประเมินผลพนักงานหลังการฝึกอบรม การสร้างแผนภูมิควบคุมกระบวนการ การเก็บข้อมูลของเสียจากการตรวจสอบ 100% และการประเมินผลการปฏิบัติงาน รวมถึงการกำหนดผู้รับผิดชอบและระยะเวลาในการดำเนินงานแก้ไขปัญหา เพื่อนำไปสู่การประเมินผลการปฏิบัติงานในบทต่อไป

บทที่ 7

ระยะการประเมินผล

ในระยะนี้เป็นการประเมินผลจากการปฏิบัติงาน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

7.1 ข้อมูลในการประเมินผลการปฏิบัติงาน

7.1.1 การเปรียบเทียบข้อมูลค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวดก่อนและหลังการทดลอง

จากการออกแบบการทดลองจะได้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการปรับตั้งเครื่องจักร เพื่อเป็นการยืนยันผลของค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวดหลังการปรับปรุงดีขึ้นกว่าก่อนการปรับปรุง จึงทำการเก็บข้อมูลค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวดก่อนและหลังการปรับปรุงอย่างละ 30 ล็อตมาทำการเปรียบเทียบได้ผลดังตารางที่ 7.1 และ 7.2

ตารางที่ 7.1 ค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวดก่อนการปรับปรุง

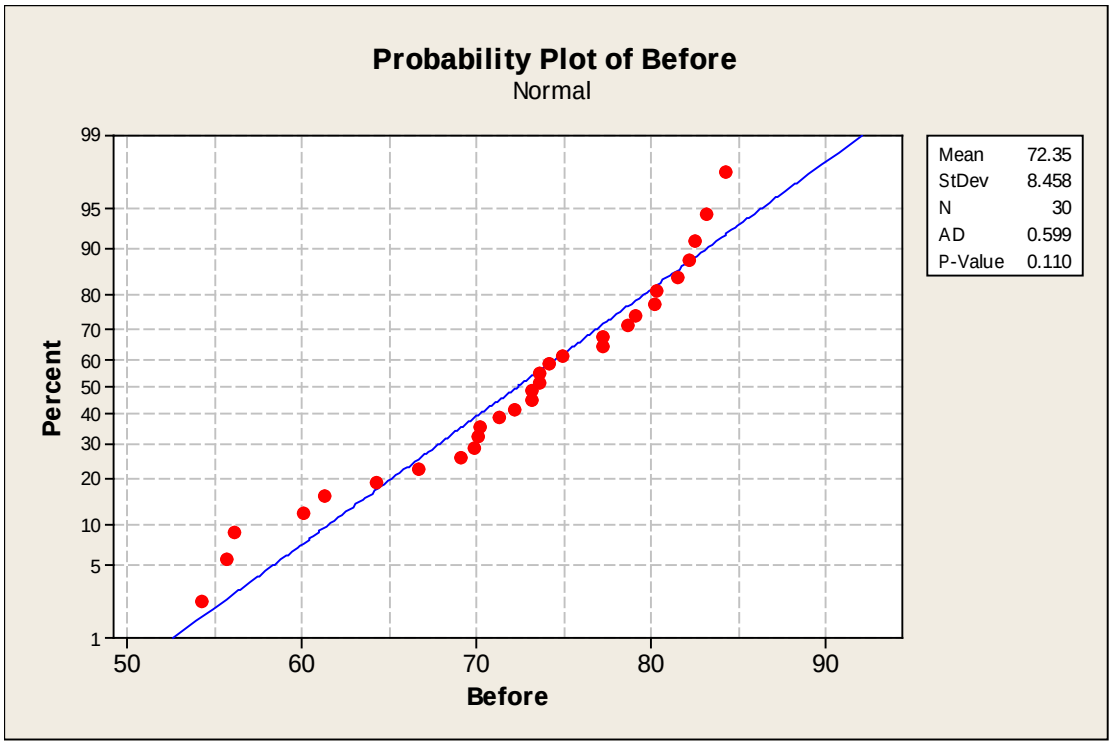
Sample no.	1	2	3	4	5	6
BST	70.12	71.25	73.56	80.24	81.57	60.12
Sample no.	7	8	9	10	11	12
BST	61.34	55.74	56.17	73.18	74.16	54.29
Sample no.	13	14	15	16	17	18
BST	69.93	66.71	73.18	77.26	82.14	70.19
Sample no.	19	20	21	22	23	24
BST	69.13	64.32	72.14	73.56	74.9	82.54
Sample no.	25	26	27	28	29	30
BST	83.17	84.23	77.19	80.31	79.16	78.67

ตารางที่ 7.2 ค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวดหลังการปรับปรุง

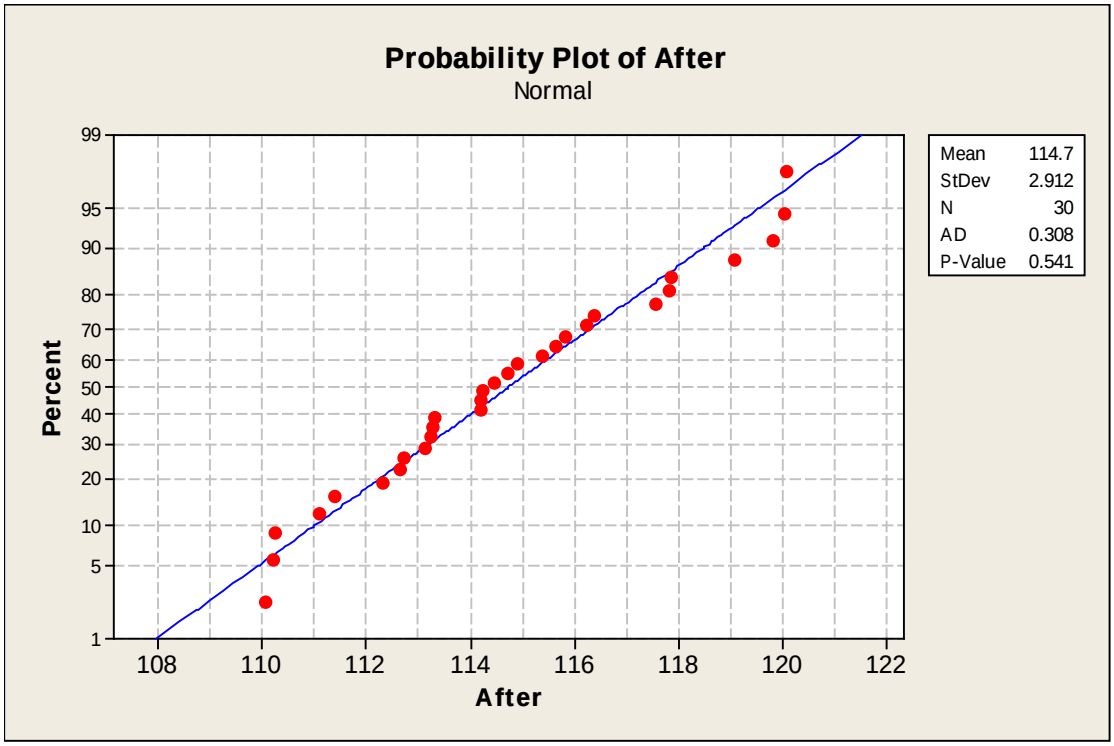
Sample no.	1	2	3	4	5	6
BST	113.12	114.24	115.64	116.37	110.27	119.82
Sample no.	7	8	9	10	11	12
BST	117.81	114.21	120.02	115.39	114.89	117.56
Sample no.	13	14	15	16	17	18
BST	112.32	111.41	110.08	114.47	113.27	113.26
Sample no.	19	20	21	22	23	24
BST	116.23	119.08	115.82	114.19	110.23	113.31
Sample no.	25	26	27	28	29	30
BST	112.71	111.1	120.08	112.67	114.73	117.85

จากตารางที่ 7.1 และ 7.2 พบว่าค่าเฉลี่ยของค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวดก่อนการปรับปรุงเท่ากับ 72.35 และหลังการปรับปรุงเท่ากับ 114.73 ซึ่งหลังการปรับปรุงค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวดมีค่าเพิ่มขึ้นคิดเป็น 58.57%

และทำการพล็อตความน่าจะเป็นของข้อมูลก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงเพื่อตรวจสอบว่าข้อมูลมีการกระจายตัวแบบปกติ ได้ผลดังรูปที่ 7.1 และ 7.2 สามารถสรุปได้ว่าข้อมูลทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงมีการกระจายตัวแบบปกติ เนื่องจาก ค่า P-Value มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยข้อมูลก่อนการปรับปรุงมีค่า P-value เท่ากับ 0.110 และข้อมูลหลังการปรับปรุงมีค่า P-value เท่ากับ 0.541



รูปที่ 7.1 Probability plot ของค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวดก่อนการปรับปรุง



รูปที่ 7.2 Probability plot ของค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวดหลังการปรับปรุง

ทำการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวดว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ โดยใช้ 2 sample t-test ในการทดสอบได้ผลดังตารางที่ 7.3

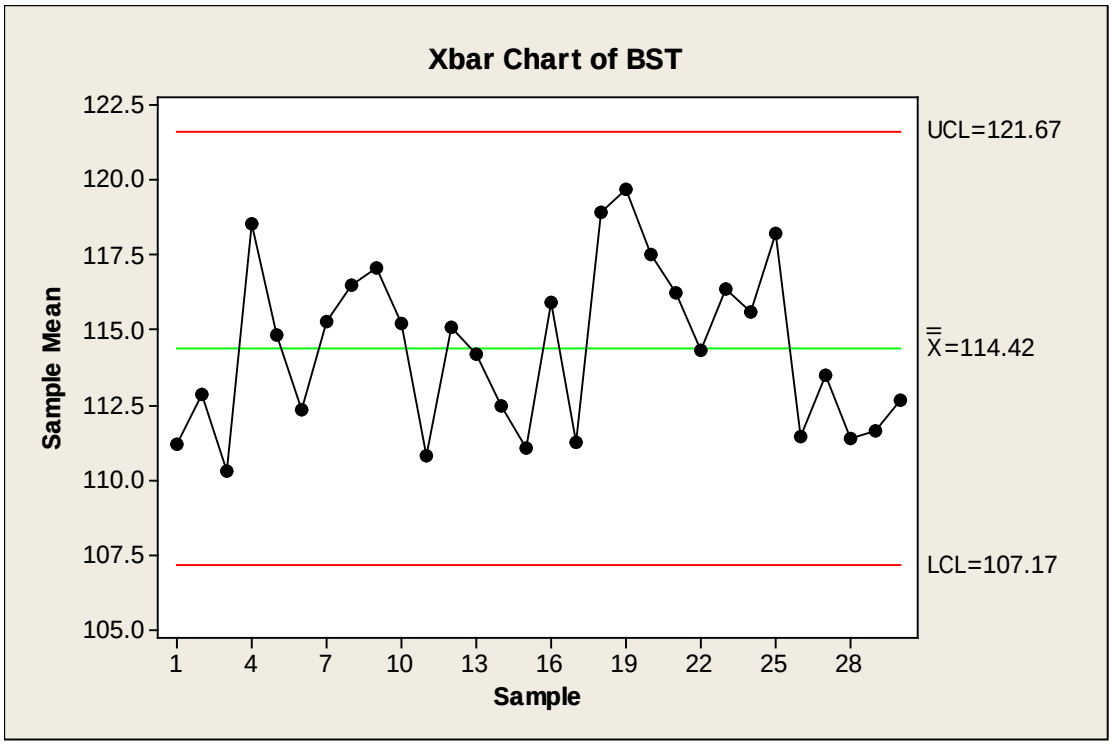
ตารางที่ 7.3 แสดงผลการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าความแข็งแรงของเส้นลวดระหว่างก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

```
Two-sample T for Before vs After

         N    Mean  StDev  SE Mean
Before  30   72.35   8.46      1.5
After   30  114.74   2.91     0.53


Difference = mu (Before) - mu (After)
Estimate for difference:  -42.39
95% CI for difference:  (-45.70, -39.07)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -25.96  P-Value = 0.000  DF = 35
```

จากตารางที่ 7.3 พบว่าค่า P-value มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก คือ H0:m_1=m_2 สรุปว่าค่าความแข็งแรงของการยึดติด ของเส้นลวดมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

7.1.2 แผนภูมิควบคุม

หลังจากนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติได้ทำการสร้างแผนภูมิควบคุมดังรายละเอียดที่กล่าวไปในบทก่อนหน้านี้ ซึ่งสามาร ถเก็บข้อมูล 30 ล็อต (จากตัวอย่างเฉลี่ย 5 ตัวอย่าง) ดังรูปที่ 7.3

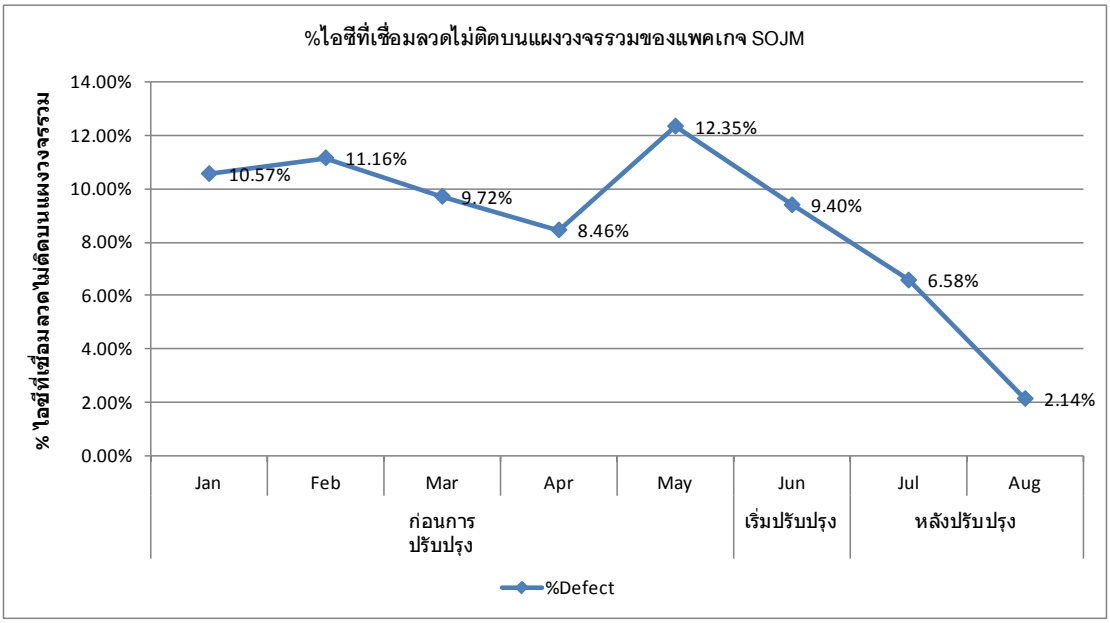


รูปที่ 7.3 แผนภูมิควบคุม X-bar ของค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวด

จากรูปที่ 7.3 พบว่าจุดทุกจุดอยู่ภายในขีดจำกัดของแผนควบคุม จึงสรุปได้ว่าค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวดอยู่ใต้สภาวะการควบคุมที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 114.42 กรัม

7.1.3 จำนวนไอซีที่เชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมของแพคเกจ SOJM

ทำการเก็บข้อมูลการตรวจสอบ 100% หลังกระบวนการเชื่อมลวดทองคำเป็นจำนวน 180 ล็อต (เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุง สามารถแสดงจำนวนไอซีที่เชื่อมล วดติดบนแผงวงจรรวมของแพคเกจ SOJM แสดงดังรูปที่ 7.4



รูปที่ 7.4 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ไอซีที่เชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมของแพคเกจ SOJM

จากรูปที่ 7.4 พบว่าก่อนทำการปรับปรุงในเดือนมิถุนายน พ .ศ. 2555 มีเปอร์เซ็นต์ไอซีที่เชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมเท่ากับ 9.40% ในขณะที่หลังการปรับปรุงเปอร์เซ็นต์ไอซีที่เชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมลดลงอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งในเดือนสิงหาคมในปีเดียวกัน เปอร์เซ็นต์ไอซีที่เชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมมีค่าเท่ากับ 2.14% ลดลง 7.26% ซึ่งคิดเป็นต้นทุนที่สามารถลดได้เท่ากับ 4.6 ล้านบาทต่อปี ดังแสดงในตารางที่ 7.4 การคำนวณต้นทุนที่ลดลงหลังทำการปรับปรุง

ตารางที่ 7.4 ตารางแสดงการคำนวณต้นทุนที่ลดลงต่อปี

เดือน	จำนวนแพคเกจ SOJM ที่ทำการผลิต	จำนวนไอซีที่เสีย	จำนวนไอซีที่เสียที่ลดลงต่อเดือน	จำนวนไอซีที่เสียที่ลดลงต่อปี	ต้นทุนที่ลดลงต่อปี
มิ.ย.	1,084,398	101933	12,982 (101933-62985)/3	155,793 (12982*12)	4,673,797 (155793*30)
ก.ค.	2,035,565	133940			
ส.ค.	2,943,229	62985			

หมายเหตุ : ต้นทุนต่อหน่วยของแพคเกจ SOJM เท่ากับ 30 บาท

7.2 **สรุประยะประเมินผล**

จากการประเมินผลการปฏิบัติงานในทีมปรับปรุงคุณภาพพ บว่าได้ผลเป็นที่น่าพอใจและสามารถปฏิบัติได้ตามแผนที่กำหนดไว้ซึ่งส่งผลให้ลดเปอร์เซ็นต์ไอซีที่เชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมได้ถึง 7.26% คิดเป็นมูลค่าต้นทุนที่สามารถลดลงได้เท่ากับ 4.6 ล้านบาทต่อปี

บทที่ 8

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการวิจัยมาทั้งหมดสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังต่อไปนี้

8.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดและควบคุมปัญหาการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม โดยมีขอบเขตของงานวิจัยเพื่อแก้ปัญหาการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมของแพคเกจ SOJM ในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ และมีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยแบ่งออกเป็น 5 ระยะได้แก่

1. ระยะการกำหนดปัญหา

2. ระยะการหาสาเหตุของปัญหา

3. ระยะการหาวิธีการแก้ปัญหา

4. ระยะการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ

5. ระยะการประเมินผล แบ่งออกเป็น

5.1 ผลจากการประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคนิคต่างๆในโรงงานกรณีศึกษา

5.2 ผลที่ได้จากการดำเนินงานวิจัย

8.1.1 สรุปผลการปะยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคนิคต่างๆ

งานวิจัยนี้ได้นำเครื่องมือและเทคนิคต่างๆทางวิศวกรรมอุตสาหการมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนของการดำเนินงานวิจัยภายในโรงงานกรณีศึกษาซึ่งสามารถสรุปการประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคนิคต่างๆได้ดังตารางที่ 8.1

ตารางที่ 8.1 สรุปการประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคนิคต่างๆในงานวิจัย

เครื่องมือ/เทคนิคที่ใช้	ผลที่ได้รับจากการปฏิบัติ	ความเหมาะสมและปัญหาที่พบในการนำไปใช้	การนำไปประยุกต์ใช้ต่อหลังสิ้นสุดงานวิจัย
แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Process flow)	ลำดับขั้นตอนการทำงานในกระบวนการที่ชัดเจน	มีความเหมาะสม	สามารถทำได้
กราฟ (Graph)	รูปแบบและแนวโน้มของข้อมูล	มีความเหมาะสม	สามารถทำได้
แผนภูมิพาเรโต	สามารถหาปัญหาที่สำคัญที่จะนำมาแก้ไขโดยใช้หลักการ 80-20 ของข้อมูล	มีความเหมาะสมแต่มีผู้ใช้ต้องเข้าใจหลักการของพาเรโตเนื่องจากเป็นเครื่องมือที่ต้องอาศัยหลักการคำนวณเข้ามาช่วย	สามารถทำได้
การระดมสมอง	การทำงานเป็นทีมและการแสดงความคิดเห็นเพื่อให้ได้มาถึงสาเหตุของปัญหา	มีความเหมาะสมแต่อาจพบปัญหาในเรื่องการแสดงความคิดเห็น ผู้ใช้ต้อง พยายามให้มีการแสดงความคิดเห็นอย่างกว้างขวางโดยที่ผู้แสดงความคิดเห็นไม่รู้สึกว่าความคิดเห็นนั้นถูกหรือผิด	สามารถทำได้

ตารางที่ 8.1 (ต่อ) สรุปการประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคนิคต่างๆในงานวิจัย

เครื่องมือ/เทคนิคที่ใช้	ผลที่ได้รับจากการปฏิบัติ	ความเหมาะสมและปัญหาที่พบในการนำไปใช้	การนำไปประยุกต์ใช้ต่อหลังสิ้นสุดงานวิจัย
แผนผังแสดงสาเหตุและผล (Cause and effect diagram)	สามารถหาสาเหตุของปัญหาจากการพิจารณาแหล่งที่มาของปัญหา 4 ด้านคือ คน เครื่องจักร วัตถุดิบและวิธีการทำงาน	มีความเหมาะสมแต่มีอาจพบปัญหาเนื่องจากสาเหตุต่างๆต้องเกิดจากการระดมสมอง ผู้ใช้ต้องแสดงความคิดเห็นเพื่อให้ได้ซึ่งสาเหตุที่แท้จริง	สามารถทำได้
แผนผังต้นไม้ (Tree diagram)	สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ	มีความเหมาะสม	สามารถทำได้
แผนผังกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity diagram)	สามารถเชื่อมโยงความคิดที่คล้ายกันรวมกันเป็นกลุ่มเพื่อให้สามารถจัดการได้อย่างเป็นระบบ	มีความเหมาะสม	สามารถทำได้
แผนผังทำไม (Why Why analysis)	สามารถวิเคราะห์หาปัญหาอย่างเป็นระบบ	มีความเหมาะสม	สามารถทำได้
การออกแบบการทดลอง (Design of experiment)	สามารถหาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการและค่าที่เหมาะสมในการปรับตั้งปัจจัยนั้น	มีความเหมาะสมแต่ผู้ใช้ต้องมีความรู้ทางสถิติในการวิเคราะห์ผลจากการทดลอง	สามารถทำได้

8.1.2 สรุปการดำเนินการวิจัยในแต่ละระยะ

1. ระยะการกำหนดปัญหา

ระยะนี้เป็นการกำหนดปัญหาสำหรับนำมาศึกษาในงานวิจัย โดยศึกษาแผนภูมิกระบวนการไหลของโรงงานกรณีศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นด้วยแผนภูมิพาเรโต ซึ่งทำให้สามารถกำหนดปัญหาที่จะทำการหาสาเหตุและแนวทางในการแก้ปัญหาได้คือ ปัญหาการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม (NSOP) ในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ ของแพคเกจ SOJM

2. ระยะการหาสาเหตุหลักของปัญหา

ระยะนี้ทำการหาสาเหตุหลักของปัญหาโดยใช้แผนผังแสดงสาเหตุและผล ซึ่งแสดงข้อมูลสาเหตุของปัญหาที่ได้จากการระดมสมองภายในทีมงานปรับปรุงคุณภาพจากนั้นนำสาเหตุที่ได้มาวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) โดยประเมินค่า RPN ของแต่ละสาเหตุ และเลือกสาเหตุที่มีค่า RPN สูงมาหาวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งมี 2 สาเหตุหลักที่นำมาหาวิธีการแก้ปัญหาได้แก่ การปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ (อุณหภูมิในการเชื่อมลวดทอง คำ, กำลังในการเชื่อมลวดทองคำ ,เวลาในการเชื่อมลวดทองคำและแรงในการเชื่อมลวดทองคำ) ในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำไม่เหมาะสมและพนักงานขาดทักษะในการปฏิบัติงาน

3. ระยะการหาวิธีการแก้ปัญหา

ระยะนี้เป็นการหาวิธีการแก้ปัญหาจากสองสาเหตุหลักที่ได้มาจากระยะการหาสาเหตุหลักของปัญหา โดยทำการระดมสมองร่วมกับทีมงานปรับปรุงคุณภาพเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้แผนผังกลุ่มเชื่อมโยงในการจัดกลุ่มวิธีการแก้ปัญหา จนสามารถได้วิธีการแก้ปัญหาหลักๆ 2 วิธี ได้แก่ การออกแบบการทดลอง ซึ่งทำให้ทราบปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวด ได้แก่ กำลังในการเชื่อมลวดทองคำ มีค่าเท่ากับ 80 มิลลิแอมป์ และ แรงในการเชื่อมลวดทองคำ มีค่าเท่ากับ 50 กรัม โดยมีตัวแปรตอบสนองคือค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวด และทำการสร้างแผนภูมิควบคุมเพื่อควบคุมตัวแปรตอบสนองดังกล่าว และ การสร้าง

มาตรฐานการปฏิบัติงาน โดยจะแบ่งเป็นมาตรฐานการปฏิบัติงานในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ และมาตรฐานในการฝึกอบรม

4. ระยะการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ

ระยะนี้ได้กำหนดแผนการดำเนินงานสำหรับวิธีการแก้ปัญหา ประกอบด้วย การฝึกอบรมพนักงาน การประเมินผลพนักงานหลังการฝึกอบรม การสร้างแผนภูมิควบคุมกระบวนการ การเก็บข้อมูลของเสียจากการตรวจสอบ 100% และการประเมินผลการปฏิบัติงาน รวมถึงการกำหนดผู้รับผิดชอบและระยะเวลาในการดำเนินงานแก้ไขปัญหา เพื่อนำไปสู่การประเมินผลการปฏิบัติงานในบทต่อไป

5. ระยะการประเมินผล

โดยสามารถสรุปผลการดำเนินการวิจัยที่กล่ าวมาทั้งหมดตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่กล่าวไว้ในบทที่ 1 ได้ดังตารางที่ 8.2

ตารางที่ 8.2 ตารางแสดงผลการดำเนินการวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

วัตถุประสงค์	เนื้อหาบทที่	การดำเนินงาน	ผลที่ได้รับ
1. เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริงของการแก้ปัญหาการเชื่อม ลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม	3	การ กำหนดปัญหาเพื่อนำไปหาสาเหตุหลักของปัญหา	พิจารณาปัญหาการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำของแพคเกจ SOJM
	4	การหาสาเหตุหลักของปัญหาและเลือกสาเหตุหลักเพื่อนำไปหาวิธีการแก้ไข	สาเหตุหลักของปัญหาได้แก่ พนักงานไม่สวม มถุงนิ้วในขณะปฏิบัติงาน พนักงานขาดความเอาใจใส่ ในการตรวจสอบงานในขณะปฏิบัติงาน พนักงานไม่มีทักษะในการปฏิบัติงาน การทำ PM ของเครื่องจักรไม่สม่ำเสมอ เป็นผลทำให้ อุปกรณ์ในเครื่องจักรสึกหรอ และเครื่องจักรสกปรก การปรับตั้งค่า wire bond parameter ไม่เหมาะสม (อุณหภูมิในการเชื่อมลวด เวลาในการเชื่อมลวด แรงในการเชื่อมลวดและกำลังในการเชื่อมลวด) โดยสาเหตุหลักที่จะนำไปแก้ไข คือ การปรับตั้งพาราเตอร์ไม่เหมาะสมและพนักงานขาดทักษะในการปฏิบัติงาน

ตารางที่ 8.2 (ต่อ) ตารางแสดงผลการดำเนินการวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

วัตถุประสงค์	เนื้อหาบทที่	การดำเนินงาน	ผลที่ได้รับ
2. เพื่อลดสัดส่วนของเสียประเภทการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวม (NSOP)	5	พัฒนาวิธีการแก้ปัญหา	การออกแบบการทดลองและสร้างมาตรฐานการทำงาน
	6	นำวิธีการแก้ปัญหาไปดำเนินการปฏิบัติจริง	การดำเนินงานตามแผนงานที่กำหนดโดยทำการฝึกอบรมพนักงานเพื่อให้มีความเข้าใจในการปฏิบัติที่ถูกต้องและทำการควบคุมกระบวนการเชื่อมลวดทองคำโดยใช้แผนภูมิควบคุมเพื่อควบคุมค่าความแข็งแรงของการยึดติดของเส้นลวด
	7	ประเมินผลหลังจากการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ	เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทการเชื่อมลวดไม่ติดบนแผงวงจรรวมลดลง 7.26% สามารถลดต้นทุนได้เท่ากับ 4.6 ล้านต่อปี

8.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย

ข้อจำกัดของงานวิจัยนี้อยู่บนสมมติฐานของการปรับตั้งค่าปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการโดยวิธีการออกแบบการทดลองโดยในการออกแบบการทดลองจะใช้โปรแกรม Minitab vesion 15 ในการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

8.3 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานวิจัย

1. ในการประชุมทีมงานปรับปรุงคุณภาพมีความลำบากเรื่องจากเวลาว่างไม่ตรงกันทำให้การนัดประชุมได้น้อยครั้ง

2. การประยุกต์ใช้เครื่องมือทางสถิติในโรงงานกรณีศึกษาไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์เนื่องจากขา ดผู้มีความรู้ทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ทำให้ไม่สามารถนำข้อมูลมาใช้ได้อย่างเต็มที่

3. บ่อยครั้งที่การแก้ปัญหาในกระบวนการเป็นการอาศัยความชำนาญของพนักงาน ทำให้พนักงานไม่เห็นถึงความสำคัญในการหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา เมื่อมีการประชุมเพื่อขอความคิดเห็นจากพนักงาน พนักงานจะรู้สึกว่าเป็นการเสียเวลาในการทำงานและไม่ให้ความร่วมมือ

4. การดำเนินการทดลองไม่สามารถทำทีละปัจจัยเพื่อประเมินผลเบื้องต้นเนื่องจากข้อจำกัดด้านเงินทุน เวลา และทรัพยากรของโรงงานกรณีศึกษา

8.4 ข้อเสนอแนะ

1. หัวหน้างานควรมีการสร้างแรงจูงใจให้กับ พนักงานเห็นว่าหน้าที่ในการแก้ปัญหาเป็นของพนักงานทุกคน เพื่อให้พนักงานมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

2. โรงงานกรณีศึกษาควรมีผู้มีความรู้ทางด้านสถิติหรือการปรับปรุงคุณภาพเพื่อให้สามารถใช้ข้อมูลที่มีอยู่มาวิเคราะห์ให้เกิดประโยชน์และสามารถแก้ปัญหาได้อย่างตรงจุด

3. ฝ่ายฝึกอบรมควรมีการประสานงานกับแผนกต่างๆในองค์กรโดยเฉพาะฝ่ายการผลิตและฝ่ายควบคุมคุณภาพ เพื่อให้เข้าใจถึงสภาพปัญหาในการผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์และสามารถจัดโปรแกรมฝึกอบรมให้เหมาะสมกับพนักงานในสายการผลิตตลอดจนวิศวกรได้

4. สามารถนำวิ ธีการแก้ปัญหาในงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาของไอซีประเภทอื่นๆที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กิติศักดิ์พลอยพานิชเจริญ.2547.ระบบการควบคุมคุณภาพที่หน้างาน :คิวซีเซอร์เคิล. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

จุฑาทิพย์ ทะประสพ.การการลดของเสียในโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก,วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551

ปารเมศ ชุติมา.2545. การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิชาฉาน เวชกิจ.การปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการเคลือบเงินของการผลิตกระจกเงา, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552

โยชิโนบุนายาทานิและคณะ. 2547. 7 new QC tools. แปลและเรียบเรียงโดยวิฑูรย์สิมะโชคดี. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

รุจิรา อุไรพงษ์.การปรับปรุงค่าความชื้นของเม็ดพลาสติกคอมพาวด์ในกระบวนการผสมเม็ดพลาสติกกับสารเติมแต่งและการบรรจุภัณฑ์โดยใช้แนวทางซิกซ์ ซิกมา, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552

วราภรณ์ ขำสนิท.การปรับปรุงค่าพารามิเตอร์สำหรับกระบวนการฉีดพลาสติกกรณีที่มีข้อบกพร่องหลายชนิด, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551

ศศิวิมล วิวิชชานนท์.การลดข้อบกพร่องในการผลิตแผ่นคอนกรีตสำเร็จรูป , วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553

ศุภชัยนาทะพันธ์.2551. การควบคุมคุณภาพ Quality Control.กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น. สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรม.

สมบัติ สุขนิจ. การแก้ไขปัญหาผิวตุ่มในอุตสาหกรรมผลิตพีวีซีโดยแนวทางซิกซ์ ซิกมา,วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548

สุมล มุสิกาญจน์.การประยุกต์ใช้ซิซ์ซิกมาในงานผลิตอุปกรณ์ใยแก้วนำแสง (กรณีศึกษา : การเพิ่มผลได้ของกระบวนการ Wire bonding โดยหาเงื่อนไขที่เหมาะสม), วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต,สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลนีพระเจ้าเกล้าธนบุรี,2547

อภิญญา ตากสกุล.การลดความสูญเปล่าของกระบวนการติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์ตามหลักลีนซิกซ์ ซิกมา,วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552

Minitab Quality Analysis results, คู่มือการใช้ Minitab หัวข้อ “Design of Experiments. บริษัทโซลูชั่นเซ็นเตอร์จำกัดหน้าที่ 9-25

ภาษาอังกฤษ

C.C. Lee, T.A. Tran and Y.K. Au.Metal Lift Failure Modes During Fine Pitch Wire Bonding low-k Deviceswith Bond Over Active (BOA) Design. Electronics Packaging Technology Conference 12 (2010) : 31-36

H.K. Kung, H.S. Chen, J.M. Jou and H.C.Hsu.The Experimental Measurement of Wire Sag of Long Wire Bonds for 3-dimensional and Multi-chip Module Packaging. International Microsystem,Packaging,Assembly and Circuit Technology Conference (2009) : 274-277

Ishikawa K. 1990. Introduction to quality control. London: Chapman&Hall.

Juran, J. M., and Godfrey, A. B. 1999. Juran’s quality handbook. 5th ed. New York:McGraw-Hill.

M. Song, G.L.Gong, J.Z. Yao, S. Xu, S. Lee, M.C. Han and B.Y. Yan.Study of optimum Bond Pad Metalization Thickness for Copper Wire Bond Process.Electronics Packaging Technology Conference 12 (2010) : 597-602

P.Y. Pan, C. Tan and K.Y.C. Yuen.QFN Wire Bonder Efficiency Improvement through DMAIC Methodology. Electronics Packaging Technology Conference 12 (2010) : 726-730

R.Groover,W.K.Shu and S.S.Lee. Wire Bond Loop Profile Developmentfor Fine Pitch-Long Wire Assembly. IEEE TRANSACTIONS ON SEMICONDUCTOR MANUFACTURING 7(AUGUST 1994) : 393-399

Z.N. Liang , F.G. Kuper , and M.S. Chen. Concept to relate wire bonding parameters to bondability and ballbond. Reliability.Microelectronics Reliability 38 (1998) : 1287-1291

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตาราง ก.1 แสดงประเภทของเสียที่เกิดขึ้นในส่วนของกระบวนการติดได (Die Attach)

No.	Defect
1	EPOXY ON DIE
2	INSUFFICIENT EPOXY
3	EPOXY BRIDGING
4	MISPLACED DIE
5	TILTED DIE
6	EPOXY ON LEAD
7	EPOXY FILLET HEIGHT
8	MISORIENTED DIE

ตางราง ก.2 แสดงประเภทของเสียที่เกิดขึ้นในส่วนของกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ (Wire bond)

No.	Defect
1	NSOP
2	NSOL
3	WIRE SHORT
4	DISTORTED BALL
5	WRONG BOND
6	MISSING WIRE
7	REBOND
8	MISPLACED BALL
9	OVERSIZED BALL
10	TIGHT WIRE
11	MISPLACED WELD
12	BROKEN WIRE
13	LIFTED BALL
14	DAMAGED WELD
15	DEPRESSED WIRE
16	HIGH LOOP
17	DAMAGED WIRE

ตาราง ก .3 แสดง ประเภทของเสียที่เกิดขึ้ นได้ทั้งกระบวนการติดไดและกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ

No.	Defect
1	FOREIGN MATERIAL
2	SCRATCH
3	CHIP/CRACK
4	CONTAM

ภาคผนวก ข

ตาราง ข.1 ตารางคะแนน Severity ของ FMEA

ลำดับคะแนน	ผลกระทบ	เกณฑ์: ความรุนแรงของผลกระทบ (ผลกระทบต่อโรงงานผลิต)
10	เกิดความล้มเหลวด้านความปลอดภัยและหรือข้อกำหนดทางกฎหมาย	อาจเป็นอันตรายต่อพนักงานปฏิบัติการ (เครื่องจักรหรือการประกอบ) โดยไม่มีสัญญาณเตือน
9		อาจเป็นอันตรายต่อพนักงานปฏิบัติการ (เครื่องจักรหรือการประกอบ) โดยมีสัญญาณเตือน
8	การหยุดที่ยาวนาน	100% ของผลผลิตอาจต้องทำการทำลายทิ้ง สายการผลิตหยุดทำงาน หรือต้องหยุดการจัดส่ง
7	การหยุดอย่างมีนัยสำคัญ	ผลผลิตส่วนหนึ่งอาจต้องทำการทำลายทิ้ง อันเนื่องมาจากความเบี่ยงเบนของกระบวนการหลัก รวมถึงการลดความสามารถความเร็วในสายการผลิต หรือต้องเพิ่มพนักงานปฏิบัติการ
6	การหยุดปานกลาง	100% ของผลผลิตอาจจะต้องทำการแก้ไขข้อบกพร่อง นอกสถานีการทำงานและยอมรับเป็นผลิตภัณฑ์ดี
5		ผลผลิตส่วนหนึ่งอาจจะต้องทำการแก้ไขข้อบกพร่อง นอกสถานีการทำงานและยอมรับเป็นผลิตภัณฑ์ดี
4	การหยุดปานกลาง	100% ของผลผลิตอาจจะต้องทำการแก้ไขข้อบกพร่อง ในสถานีการทำงานก่อนจบกระบวนการนั้น
3		ผลผลิตส่วนหนึ่งอาจจะต้องทำการแก้ไขข้อบกพร่อง ในสถานีการทำงานก่อนจบกระบวนการนั้น
2	การหยุดเพียงเล็กน้อย	เกิดความไม่สะดวกเพียงเล็กน้อยกับกระบวนการทำงาน หรือพนักงาน
1	ไม่มีผล	ไม่มีผลที่สามารถสังเกตุได้

ตาราง ข.2 ตารางคะแนน Occurrence ของ FMEA

ความเป็นไปได้ของความล้มเหลว	เกณฑ์: เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นของสาเหตุ (จำนวนรายการเหตุการณ์ยานยนต์)	ลำดับคะแนน
สูงมาก	≥ 100 ต่อ 1,000 (≥ 1 ใน 10)	10
สูง	50 ต่อ 1,000 (1 ใน 20)	9
	20 ต่อ 1,000 (1 ใน 50)	8
	10 ต่อ 1,000 (1 ใน 100)	7
ปานกลาง	2 ต่อ 1,000 (1 ใน 500)	6
	0.5 ต่อ 1,000 (1 ใน 2,000)	5
	0.1 ต่อ 1,000 (1 ใน 10,000)	4
ต่ำ	0.01 ต่อ 1,000 (1 ใน 100,000)	3
	≤ 0.01 ต่อ 1,000 (1 ใน 1,000,000)	2
ต่ำมาก	ความล้มเหลวถูกกำจัดออกด้วยการป้องกันควบคุม	1

ตาราง ข.3 ตารางคะแนน Detection ของ FMEA

โอกาสสำหรับการตรวจจับ	เกณฑ์: ความเป็นไปได้ของการตรวจจับด้วยการควบคุมกระบวนการ	ลำดับคะแนน	ความเป็นไปได้ในการตรวจจับ
ไม่มีโอกาสตรวจจับได้เลย	ปัจจุบันไม่มีกระบวนการควบคุม: ไม่สามารถตรวจจับได้หรือวิเคราะห์ได้	10	แทบเป็นไปไม่ได้เลย
ความเป็นไปได้ในการตรวจจับในแต่ละจุดงานไม่ได้เลย	ความล้มเหลวหรือความผิดพลาด (สาเหตุ) ไม่สามารถทำการตรวจจับได้อย่างแท้ (เช่น การสุ่มตรวจ)	9	แย่มาก
ตรวจจับปัญหาได้ที่กระบวนการถัดไป	มีการตรวจพบในกระบวนการถัดไปโดยพนักงานด้วยสายตา/ด้วยการสัมผัส/ด้วยการสัมผัส/ด้วยการประเมิน	8	แย่มาก
ตรวจจับปัญหาได้ที่แหล่งกำเนิด	มีการตรวจพบความล้มเหลวในกระบวนการทำงานนั้นโดยพนักงานด้วยสายตา/ด้วยการสัมผัส/ด้วยการประเมิน หรือในกระบวนการทำงานถัดไป ใช้เกจวัดคุณลักษณะ (ผ่าน-ไม่ผ่าน)	7	ต่ำมาก
ตรวจจับปัญหาได้ที่กระบวนการถัดไป	มีการตรวจพบความล้มเหลวในกระบวนการทำงานถัดไปด้วยเกจวัดเชิงปริมาณโดยพนักงาน หรือในหน่วยทำงานนั้นโดยพนักงานใช้เกจวัดเชิงคุณลักษณะ หรือคุณภาพ (ผ่าน-ไม่ผ่าน, การวัดค่าต่างๆ)	6	ต่ำ
ตรวจจับปัญหาได้ที่แหล่งกำเนิด	มีการตรวจพบความล้มเหลวและ/หรือความผิดพลาด (สาเหตุ) ในกระบวนการทำงานด้วยเกจวัดเชิงปริมาณโดยพนักงานหรือการควบคุมอัตโนมัติในการตรวจจับ แจ้งความแตกต่างกันของชิ้นงานให้พนักงานทราบ (แสงไฟ เสียง) เกจวัดความสำเร็จหลังตั้งเครื่องและการตรวจงานชิ้นแรก (สำหรับสาเหตุและการตั้งเครื่อง)	5	ปานกลาง
ตรวจจับปัญหาได้ที่กระบวนการถัดไป	มีการรวจพบความล้มเหลวไรกระบวนการทำงานถัดไปด้วยการควบคุมอัตโนมัติ การตวรจจับแยกความแตกต่างกันของชิ้นงาน และมีการควบคุมป้องกันไม่ให้มีชิ้นงานล้มเหลวเพิ่มขึ้นในกระบวนการ	4	ค่อนข้างสูง
ตรวจจับปัญหาได้ที่แหล่งกำเนิด	มีการตรวจพบความล้มเหลวได้ที่หน่วยการทำงานนั้นด้วยการควบคุมอัตโนมัติ การตรวจจับแยกความแตกต่างกันของชิ้นงานและมีการควบคุมป้องกันอัตโนมัติไม่ให้มีชิ้นงานล้มเหลวเพิ่มขึ้นในหน่วยงานกระบวนการ	3	สูง
ตรวจจับความผิดพลาดได้และ/หรือ ป้องกันปัญหาได้	มีการตรวจพบความผิดพลาด (สาเหตุ) ในหน่วยการทำงานนั้นด้วยการควบคุมอัตโนมัติที่จะตรวจจับความผิดพลาด และการตรวจจับแยก ป้องกันความแตกต่างของการทำชิ้นงานตั้งแต่เริ่มต้น	2	สูงมาก
การตรวจจับไม่สามารถพบเจอเลย, ป้องกันความผิดพลาดได้ทั้งหมด	มีการป้องกันความผิดพลาด (สาเหตุ) ด้วยการออกแบบตัวยึดจับ (Fixture) เครื่องจักร หรือการออกแบบชิ้นงาน ไม่สามารถทำการผลิตชิ้นงานที่ผิดแตกต่างไปได้ เพราะมีระบบป้องกันความผิดพลาดที่กระบวนการ/การออกแบบผลิตภัณฑ์	1	ได้อย่างแน่นอน

หมายเหตุ : อ้างอิง AIAG 4th edition

ภาคผนวก ค

ตาราง ค.1 มาตรฐานการหยิบจับชิ้นงาน (Handling procedure)

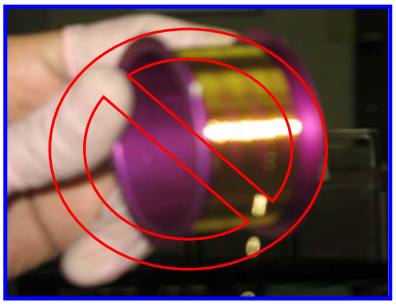
มาตรฐานการหยิบจับชิ้นงาน บริษัท ABC จำกัด

<u>วิธีการ Handling มีดังต่อไปนี้</u>

1. วิธีการหยิบเวเฟอร์ให้จับที่ของห้ามกดลงไปตรงกลางของกล่องบรรจุเวเฟอร์

2. วิธีการจับลีดเฟรมให้จับที่ขอบเท่านั้นห้ามจับโดนตัวงาน

3. วิธีการโหลด Gold wire เข้าเครื่องจักร ต้องระวังไม่ให้ไปสัมผัสที่กลางม้วนของลวดทอง



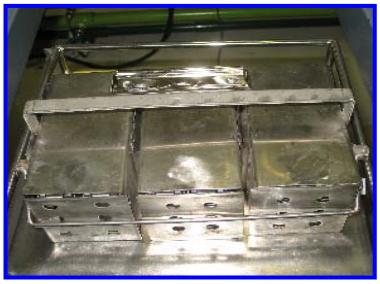
4. Magazine และ Carrier ต้องถูกวางในตำแหน่งตั้งตรง

ตาราง ค.1 (ต่อ) มาตรฐานการหยิบจับชิ้นงาน (Handling procedure)

มาตรฐานการหยิบจับชิ้นงาน บริษัท ABC จำกัด

<u>วิธีการ Handling มีดังต่อไปนี้</u>

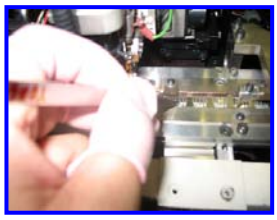
5. ห้ามวางซ้อน Carrier หรือ Magazine ที่มีงาน Wire bond บรรจุอยู่



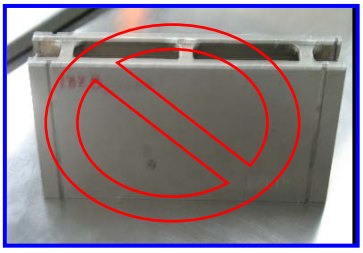
6. สำหรับ Magazine ที่มีงานอยู่หรือ Lead frame ที่เกิดการหล่นหรือล้มจะต้องถูกทิ้งทั้งหมด

7. สำหรับงานทุก Lot หรือทุก Magazine ที่ถูกกระทบจนส่งผลต่อลักษณะของงานเช่น กระแทก โต๊ะขณะเคลื่อนย้ายงานจะต้องถูกทิ้งทั้งหมด

8. ในกรณีมีปัญหาที่เกี่ยวกับลีดเฟรมในขณะลีดเฟรมอยู่ในเครื่ องจักร อนุญาตให้ใช้ tweezer เขี่ยลีดเฟรมออกจากเครื่องจักรเท่านั้น และกรณีลีดเฟรมเสียหายให้ทำลายทิ้งห้ามนำมาใช้งาน



9. การเคลื่อนย้าย Magazine ปลาย Magazine ทั้ง 2 ข้างจะต้องถูกใส่ฝาครอบเพื่อไม่ให้ Lead frame ไหลออกมา



ตาราง ค.2 มาตรฐานการปฏิบัติงานในกระบวนการเชื่อมลวดทองคำ

Procedure (ขั้นตอนการทำงาน)	Descriptions (รายละเอียดในการทำงาน)	Who(ใคร)
ก่อนการปฏิบัติงานต้องมีการตรวจสอบเอกสารและวัตถุดิบเพื่อความถูกต้องในการทำงาน	1. เตรียมเอกสารและงาน แล้วส่งให้พนักงานคุมเครื่อง ● วชีต ของงานที่ต้องการจะทำ ● Run card (R/C) ● งานดีหนึ่งรันการ์ด ● ดัมมี่ที่ใช้สำหรับ Set up ,Buy off เครื่อง ● ลวดทองที่ระบุมาใน B/S ● Logsheet สำหรับลงสล็อต / อาการเสียในระหว่าง wire bond. 2. ตรวจเช็ครายละเอียดดังต่อไปนี้ ● เบอร์ B/S ตรงกับเบอร์ B/S ที่ระบุไว้ใน R/C ● เบอร์ magazine ของงานให้ตรงกับใน R/C ● ขนาดของลวดต้องตรงตามที่ระบุไว้ใน B/S และ R/C โดยดูรายละเอียดของลวดบนฝากล่อง หมายเหตุ : จะต้องมี IQA stamp ACC อยู่ที่ข้างกล่องเท่านั้น ● จำนวนงานที่จะนำมา run จะต้องตรงตามที่ระบุไว้ใน R/C (ดูจาก QTY OUT ที่ D/A) และทำการบันทึกจำนวนงานที่รับมาลงใน R/C (QTY IN ที่ W/B) ● Device และชนิดของ package ที่ระบุไว้ใน B/S และ R/C จะต้องตรงกัน ● เบอร์ Leadframe ที่ระบุไว้ใน B/S และ R/C จะต้องตรงกัน ● ตรวจดู L/F ที่รับมาจาก D/A ก่อนนำเข้าเครื่อง W/B ตรวจสอบตำแหน่งของ side rail , รูปร่างของ pad และรูปร่างของ leadframe ว่าถูกต้องตาม B/S ก่อนนำงานเข้าเครื่องเชื่อมลวด หมายเหตุ : ถ้ารายการต่างๆที่กล่าวมาไม่ถูกต้อง ให้ทำการแจ้งซุปฯหรือ ลีดเกิร์ลทันที ● พนักงานจะต้องตรวจสอบจำนวนครั้งที่บอนด์ของ capillary จากเครื่อง wire bond และบันทึกค่าลงในระบบทุก ๆ การเริ่มต้นRuncards ใหม่	แฮนเดอลิ่ง/ลีดเกิร์ล

แจ้งช่างให้ทำการปรับตั้งเครื่องจักร	1 .แจ้งช่างเพื่อ เซทอัพ เครื่องและบันทึกลงใน M/C logsheet ให้ครบถ้วน 2. สำหรับงาน Test devices พนักงานต้องลงข้อมูลใน Defect logsheet (R/C#, MC#, Magazine#, Magazine sequence, Slot#, Activity, WB code and result (acc, rej)). ในกรณี Setup, Machine Alarm, Repairing, Buyoff, RTI, Capillary limit and QA monitor. 3. ช่างเซทอัพเครื่องโดยทำตาม Set up Checklist และบันทึกรายละเอียด โดยค่าปรับตั้งพารามิเตอร์มีดังต่อไปนี้ 3.1 อุณหภูมิการเชื่อมลวด = 220±5 องศาเซลเซียส 3.2 กำลังในการเชื่อมลวด = 80 มิลลิแอมป์ 3.3 เวลาในการเชื่อมลวด = 40 วินาที 3.4 แรงในการเชื่อมลวด = 50 กรัม 4. ตรวจสอบงานหลังจากปรับตั้งพารามิเตอร์	MD
พนักงานทำการปฏิบัติงานจนจบล็อต	1. .ในขณะปฏิบัติงานให้พนักงานนำงานมาตรวจสอบ magazine ละ 2 strip กรณีพบของเสียให้ พนักงานทำการขีดปากกาแดงที่ side rail และแยก strip นั้นไว้ด้านบนของ magazine เพื่อให้ 3/O ตรวจสอบ 100% 2. กรณีเครื่องจักรมีการ alarm และพนักงานไม่สามารถแก้ไขได้ให้แจ้งช่างเทคนิคเข้ามาแก้ไข และเมื่อช่างเทคนิคแก้ไขเรียบร้อยแล้วให้พนักงานตรวจสอบงานหลังจากที่ช่างเทคนิคมีการแก้ไข เพื่อป้องกันงานเสีย 3. เมื่อพนักงานปฏิบัติงานเรียบร้อยแล้วให้ทำการบันทึกข้อมูลลงในลงชีสให้เรียบร้อยแล้วทำการ เตรียมงานล็อตต่อไปในการปฏิบัติงาน	PD MD

ตาราง ค.3 แบบการประเมินหลังการฝึกอบรม

ชื่อพนักงาน			**วันที่เริ่มปฏิบัติงาน**		
กระบวนการที่ปฏิบัติงาน			**หัวหน้างาน**		
หัวข้อในการประเมิน	**คะแนนการประเมิน**				
<u>ส่วนที่ 1</u>	**ดีมาก(5)**	**ดี(4)**	**พอใช้(3)**	**แย่(2)**	**แย่มาก(1)**
1. พนักงานมีความเข้าใจในลำดับขั้นตอนของการปฏิบัติงาน					
2. พนักงานปฏิบัติงานถูกต้องตามมาตรฐานที่กำหนด					
3. พนักงานสามารถตรวจจับของเสียในกระบวนการได้					
4. พนักงานมีความเอาใจใส่ในการทำงาน					
5. พนักงานแต่งตัวถูกต้องตามระเบียบปฏิบัติงาน					
<u>ส่วนที่ 2</u>	**มีการปฏิบัติ**	**ไม่มีการปฏิบัติ**	**เหตุผลที่ไม่ปฏิบัติ**		
5. พนักงานมีการตรวจสอบอายุของ capillary หรือไม่					
6. พนักงานมีการทำงานที่ละล็อตหรือไม่					
7. พนักงานมีการทำความสะอาดเครื่องจักรหรือไม่					
8.เมื่อพบตัวเสียมีการขีด side rail ที่ lead frame หรือไม่					
9. พนักงานบันทึกลงในแบบฟอร์มที่กำหนดหรือไม่					
10. พนักงานมีการตรวจงานทุกๆ magazine หรือไม่					
ความคิดเห็นจากหัวหน้างาน					
ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการฝึกอบรม					
ผลการประเมิน	☐ **ผ่าน** ☐ **ไม่ผ่าน**		**หัวหน้างาน/Date**		
			ฝ่ายฝึกอบรม/Date		

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวศิริไพลิน วังภูงา เกิดเมื่อวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2527 ที่ จ. นครราชสีมา สำเร็จการศึกษาระดับป ริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนยุรี เมื่อ ปี พ .ศ 2552 และได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในภาคต้น ปี พ.ศ. 2552