รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่อง Laser-Plotter: กรณีศึกษา บริษัท เคซีอี อีเลคทรอนิคส์ จำกัด

Efficiency Improvment of Laser-Plotter: Case Study of KCE Electronics Public Company Limited

นายนพศร ภูตยานันท์

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา การปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่อง Laser-Plotter
ชื่อ – สกุล นักศึกษา นายนพศร ภูตยานันท์
คณะ วิศวกรรมศาสตร์
ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ
ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ ดร.พลชัย โชติปรายกุล
ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน คุณศรีนวล นุสิทธิ์
สถานประกอบการ บริษัท เคซีอี อีเลคโทรนิคส์ จำกัด (มหาชน)

บทคัดย่อ

โครงงานสหกิจศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่อง Laser-Plotter และ ลดค่าความคาดเคลื่อน (การยืด–หด) ของแผ่นฟิล์มที่เกิดขึ้นในส่วนงาน THINCORE และ IMAGE ของแผนก PHOTO

ในการศึกษานี้ได้นำหลักการทางวิศวกรรมอุตสาหการมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหา หลังจากศึกษาหาสาเหตุของปัญหาผู้วิจัยได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ส่วน คือ การปรับปรุง % Scale Plot ในการพิมพ์งาน การศึกษาระยะเวลาการพักฟิล์มที่เหมาะสม และการศึกษาปัจจัยระหว่างอุณหภูมิและความชื้นที่ส่งผลต่อขนาดของแผ่นฟิล์ม โดยใช้กระบวนการของการออกแบบการทดลอง และ การทดสอบเชิงสถิติ เพื่อทำการหาค่าที่เหมาะสมของแต่ละกรณี

โดยผลจากการแก้ไขปรับปรุงสามารถลดค่าความคาดเคลื่อนของแผ่นฟิล์มส่วนงาน THINCORE อยู่ที่ 85.63 เปอร์เซ็นต์และส่วนงาน IMAGE อยู่ที่ 35.87 เปอร์เซ็นต์และสามารถลดจำนวนการเตรียมแผ่นฟิล์มใหม่จากสาเหตุการยืด – หดลงด้วยจาก 69.26 เปอร์เซ็นต์เหลือ 17.71 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title:	Efficiency Improvment of Laser-Plotter
Student intern name:	Mr. Noppasorn Putayanan
Faculty:	Engineer
Department:	Industrial Engineering
Advisor name:	Prof.Dr. Pholchai Chotiprayanakul
Mentor name:	Ms. Srinual Nusit
Company:	KCE Electronics Public Company Limited

ABSTRACT

The cooperative study aimed to improve the efficiency of the Laser-Plotter and reduce the extension or shrinkage of films in 2 sections of THINCORE and IMAGE of the PHOTO department.

This study applies the concept of industrial engineering to analyze the causes of problems and define solutions. The cause of the problem from study can be divided into 3 parts as improvement of %Scale Plot for printing, study the appropriate film rest period, and study the temperature and humidity factor affecting the size of films. The concept of design of experiment and statistics are used to address the problem and finding the appropriate status.

Result of studies and improvements can reduce the extension or shrinkage of films in the THINCORE section to 85.63 percent and IMAGE 35.87 percent and can reduce the number of new film preparation due to the Extension or Shrinkage from 69.26 percent to 17.71 percent.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานเรื่อง “การปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่อง Laser-Plotter” สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้จัดทำโครงงานขอขอบพระคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ และตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่อง จนโครงงานฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ดังนี้

คุณศรีนวล นุสิทธิ์พี่เลี้ยงในการปฏิบัติงานในบริษัทกรณีศึกษา ของบริษัท เคซีอี อีเลคโทรนิคส์ จำกัด (มหาชน) ที่คอยชี้แนะแนวทางแก้ไขปัญหา ให้ข้อมูลที่จำเป็นและตรวจสอบความถูกต้อง ระหว่างการปฏิบัติงานสหกิจ จนกระทั่งสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ดร.พลชัย โชติปรายกุลอาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการจัดทำโครงงาน อีกทั้งยังให้ความช่วยเหลือในการตรวจสอบความถูกต้อง เพื่อให้ได้โครงงานที่สมบูรณ์

บริษัท เคซีอี อีเลคโทรนิคส์ จำกัด (มหาชน) ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการศึกษาและดำเนินงานวิจัย และพนักงานแผนก PHOTO ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาเป็นอย่างดียิ่ง จนกระทั่งการศึกษาวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ท้ายนี้ผู้จัดทำโครงงานขอขอบพระคุณบิดา มารดาและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวถึงในที่นี้ ซึ่งได้มีส่วนช่วยให้โครงงานเล่มนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นพศร ภูตยานันท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	3
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	**5**
2.1 เทคนิคซิกซ์ ซิกม่า (Six Sigma)	6
2.2 เครื่องมือควบคุมคุณภาพ (7 QC tools)	7
2.3 แนวคิดการวิเคราะห์ปัญหาโดยหลักการทำไม-ทำไม (Why-Why Analysis)	13
2.4 การออกแบบการทดลอง (Design of Experiments, DOE)	14
2.5 การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล (Factorial Experiment)	16
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงงานและข้อมูลเบื้องต้น	**19**
3.1 ข้อมูลทั่วไปของบริษัท	19
3.2 แผนกที่ทำการศึกษา	23
3.3 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูล	**28**
4.1 ขั้นตอนการกำหนดปัญหาของกระบวนการ (Define Phase)	28
4.2 ขั้นตอนการตรวจวัดปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการ (Measure Phase)	29
4.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในกระบวนการ (Analyze Phase)	29
4.4 ขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improve Phase)	32
4.4.1 การวิเคราะห์การใช้ % Scale Plot ของพนักงาน	32
4.4.2 การศึกษาระยะเวลาพักฟิล์มที่เหมาะสมหลังลงจากเครื่อง Exposure	37
4.4.3 การออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยระหว่างอุณหภูมิกับความชื้นที่ส่งผลกระทบกับแผ่นฟิล์ม	39
4.4.3.1 ปัจจัยในการทดลอง	39
4.4.3.2 ตัวแปรตอบสนอง	39
4.4.3.3 การออกแบบการทดลอง	39
4.4.3.4 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model Adequacy Checking)	41
4.4.3.5 การพิจารณาสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R-Sq)	44
4.4.3.6 การทดลองเพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของปัจจัย	45
4.4.3.7 การวิเคราะห์ผลการทดลอง	47
4.5 ขั้นตอนการควบคุมกระบวนการ (Control Phase)	51
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	**52**
5.1 สรุปผลการศึกษา	52
5.2 อุปสรรคและปัญหา	53
5.3 ข้อเสนอแนะจากการศึกษา	53
เอกสารอ้างอิง	**54**
ภาคผนวก	**55**
ประวัติผู้เขียน	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินการวิจัย ปี พ.ศ. 2562	4
2.1 สรุปการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการโดยใช้เทคนิคซิกซ์ ซิกม่า	7
4.1 การจัดกลุ่มขนาดของแผ่นฟิล์มตามขนาดของบอร์ด	33
4.2 ค่าความคาดเคลื่อนของขนาดแผ่นฟิล์มส่วนงาน THINCORE	33
4.3 ค่าความคาดเคลื่อนของขนาดแผ่นฟิล์มส่วนงาน IMAGE SIDE A	34
4.4 ค่าความคาดเคลื่อนของขนาดแผ่นฟิล์มส่วนงาน IMAGE SIDE B	34
4.5 ค่า % Scale Plot ส่วนงาน THINCORE	35
4.6 ค่า % Scale Plot ส่วนงาน IMAGE SIDE A	35
4.7 ค่า % Scale Plot ส่วนงาน IMAGE SIDE B	35
4.8 ปัจจัยและระดับการทดลอง	39
4.9 การออกแบบการทดลอง Factorial	40
4.10 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R-Sq)	45
4.11 ผลการทดลองสำหรับกระบวนการผลิตแผ่นฟิล์ม	45
4.12 Analysis of Variance แกน X	47
4.13 Analysis of Variance แกน Y	47
4.14 ผลจากการวิเคราะห์	50
4.15 แบบฟอร์ม Scale Plot ที่ใช้ในการพิมพ์งาน	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
1.1 ดัชนีผลผลิตอุสาหกรรม (MPI)	1
1.2 จำนวนการเตรียมฟิล์มใหม่กับสาเหตุที่เกิดจากแผนก PHOTO	2
2.1 ตัวอย่างกราฟเส้น	9
2.2 ตัวอย่างกราฟแท่ง	9
2.3 ตัวอย่างกราฟวงกลม	9
2.4 ลักษณะการกระจายตัวของฮิสโตแกรม	10
2.5 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต	10
2.6 ลักษณะแผนภาพก้างปลา	11
2.7 ลักษณะของแผนภาพการกระจาย	11
2.8 ลักษณะของแผนภูมิควบคุม	12
2.9 ลักษณะจุดบ่งบอกกระบวนการผลิตที่เกิดปัญหา	13
2.10 แนวคิดของหลักการ Why-Why Analysis	14
2.11 ตัวอย่างกราฟแสดงอิทธิผลที่ไม่ส่งผลและส่งผลกับผลิตภัณฑ์	14
2.12 แบบจำลองทั่วไปของกระบวนการ	15
3.1 ตราสัญลักษณ์ของบริษัท KCE ELECTRONICS	19
3.2 Flow Chart กระบวนการผลิตแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์	21
3.3 Flow Chart กระบวนการทางานของแผนก PHOTO	23
3.4 ตัวอย่างหน้าจอที่ทำการปรับค่าพารามิเตอร์	23
3.5 เครื่อง Laser-Plotter ยี่ห้อ EIE รุ่น RP725-SXT	24
3.6 เครื่อง Developer ยี่ห้อ Echo Graphics รุ่น EG901 PCB	24
3.7 เครื่อง Two-Dimensional Auto Vision Measurement ยี่ห้อ SUNWISE รุ่น SVM200-9075	25
3.8 เครื่อง AOI ยี่ห้อ Orbotech รุ่น Discovery 8200	25
3.9 กล้องจุลทรรศน์ 5X 10X	26
3.10 เครื่องเคลือบการ์ด	26
3.11 ขั้นตอนการดำเนินงาน	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.1 จำนวนการเตรียมแผ่นฟิล์มที่เกิดจากแผนก PHOTO	28
4.2 ค่ายืด – หดของแผ่นฟิล์มที่เกิดขึ้นแบ่งตามส่วนงาน	29
4.3 แผนภูมิก้างปลาที่ได้จากการใช้วิธีระดมความคิด	30
4.4 Why – Why Analysis	32
4.5 ผลการทดลองส่วนงาน THINCORE	36
4.6 ผลการทดลองส่วนงานของ IMAGE	36
4.7 ระยะเวลาพักของแผ่นฟิล์มแกน X และแกน Y ส่วนงาน THINCORE	37
4.8 ระยะเวลาพักของแผ่นฟิล์มแกน X และแกน Y ส่วนงาน IMAGE	38
4.9 การแจกแจงแบบปกติของขนาดแผ่นฟิล์มในแนวแกน X และ Y	42
4.10 ส่วนตกค้างของขนาดแผ่นฟิล์มในแนวแกน X และ Y	43
4.11 ค่าส่วนตกค้างของขนาดแผ่นฟิล์มในแนวแกน X และ Y เทียบกับลำดับการทดลอง	44
4.12 ผลของปัจจัยหลักที่มีผลต่อแผ่นฟิล์มในแนวแกน X และ Y	48
4.13 ผลอันตรกิริยาของปัจจัยที่มีผลต่อแผ่นฟิล์มในแนวแกน X และ Y	49
4.14 อุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมกับแผ่นฟิล์ม	50
5.1 ผลการทดลองค่ายืด -หดก่อนและหลังปรับปรุง	52
5.2 จำนวนการเตรียมแผ่นฟิล์มใหม่จากสาเหตุการยืด - หด ก่อนและหลังปรับปรุง	53

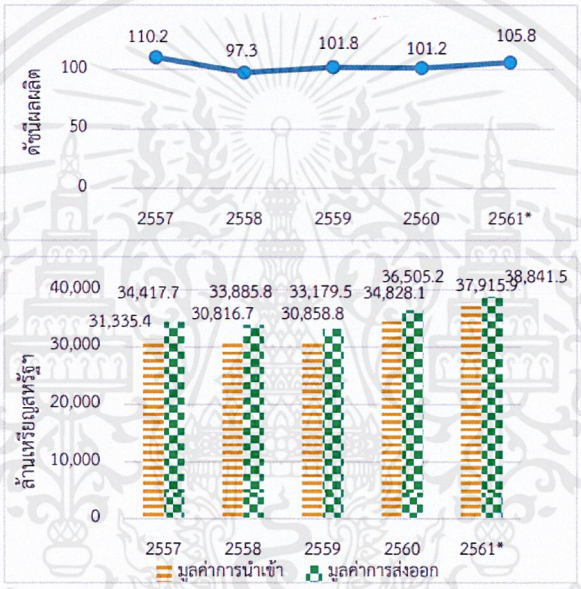
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทมากขึ้นกับสังคม เพื่ออำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันไม่ว่าจะเป็นด้านการเดินทาง การสื่อสารและเครื่องมือทางการแพทย์ซึ่งส่งผลให้อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์นั้นเข้ามามีบทบาทในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศมากขึ้น มีการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มากขึ้นเพื่อตอบสนองกับความต้องการของสังคมในยุคปัจจุบัน



รูปที่ 1.1 ดัชนีผลผลิตอุสาหกรรม (MPI) [9]

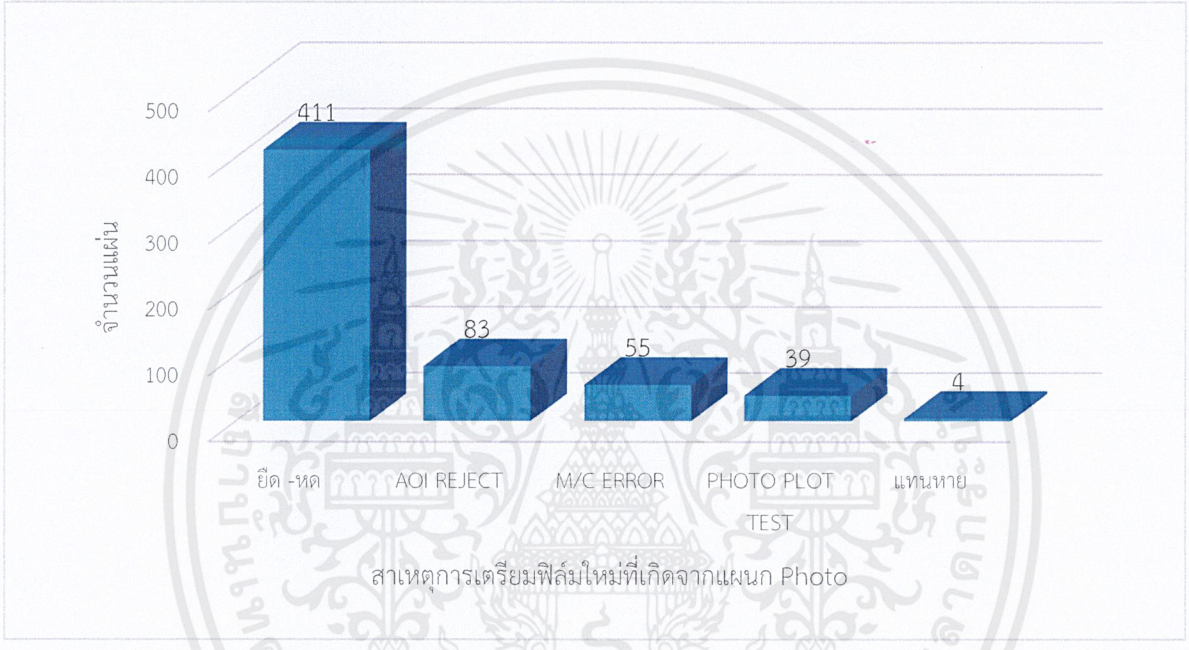
จากดัชนีผลผลิตอุสาหกรรม (MPI) รูปที่ 1.1 พบว่ามูลค่าการนำเข้า - ส่งออกของเครื่องใช้ไฟฟ้าในช่วงปี 2557 – 2561 มีอัตราการเพิ่มที่สูงขึ้นส่งผลให้มีการแข่งขันทางธุรกิจสูงมากขึ้นในปัจจุบัน ทำให้แต่ละองค์กรพยายามหากลยุทธ์และวิธีการต่าง ๆ เพื่อที่จะปรับปรุงพัฒนาองค์กรของตนเองอย่างสม่ำเสมอให้มีการเติบโตที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาดช่วยให้องค์กรนั้นสามารถอยู่รอดและเป็นที่น่าเชื่อถือของผู้บริโภคได้

เนื่องจากความต้องการขององค์กรที่จะพัฒนาคุณภาพของสินค้าอย่างสม่ำเสมอส่งผลให้ทุกแผนกต้องมีการพัฒนา, ควบคุมคุณภาพก่อนส่งต่อให้แผนกอื่นเป็นการปรับปรุงแผนกตนเองให้มีคุณภาพของงานที่ดีขึ้นส่งผลให้แผนกต่อ ๆ ไปสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น การกระทำเช่นนี้ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ในองค์กรดีขึ้น ภาพลักษณ์ที่มีต่อลูกค้ามีความน่าเชื่อถือมากขึ้น มีการบอกต่อในเรื่องชื่อเสียงขององค์กร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยแผนกที่ผู้วิจัยทำการศึกษาอยู่คือแผนก PHOTO เป็นแผนกที่อยู่ในขั้นตอนการผลิตส่วน Exposure ที่มีทั้ง 3 ส่วนงานคือ 1) THINCORE 2) IMAGE และ 3) SOLDERMASK ซึ่งมีหน้าที่ในการเตรียมแผ่นฟิล์ม (Artwork) ที่ใช้ในการสร้างลายวงจรให้กับส่วนงานของ Exposure ที่จะนำแผ่นฟิล์ม (Artwork) ไปถ่ายลงบนบอร์ด โดยผู้วิจัยจะเน้นการศึกษาไปที่ส่วนงาน THINCORE และ IMAGE ที่พบปัญหาในปัจจุบัน

ในปี 2562 ช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนสิงหาคม ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาพบว่ามีการเตรียมแผ่นฟิล์มใหม่จากแผนก PHOTO หลายสาเหตุที่เกิดขึ้นดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 จำนวนการเตรียมฟิล์มใหม่กับสาเหตุที่เกิดจากแผนก PHOTO

จากรูปที่ 1.2 พบว่ามีหลายสาเหตุที่เกิดจากแผนก PHOTO ที่ส่งผลให้ต้องมีการเตรียมฟิล์มใหม่ ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการผลิตที่สูงขึ้นและเสียเวลาในการทำงานเพิ่มขึ้น ซึ่งพบว่าสาเหตุการยืด – หด ของแผ่นฟิล์มนั้นเป็นสาเหตุที่เห็นได้อย่างชัดเจนว่ามีการเตรียมฟิล์มใหม่ในปริมาณที่มากกว่าสาเหตุอื่น

ดังนั้นผู้ศึกษาจึงมีความสนใจที่จะศึกษา หัวข้อ การปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่อง Laser-Plotter กรณีศึกษา บริษัท เคซีอี อีเลคทรอนิคส์ เพื่อเป็นแนวทางในการลดค่าความคาดเคลื่อนของแผ่นฟิล์มและหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นฟิล์ม

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่อง Laser-Plotter เป็นไปตามที่บริษัทต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1) เพื่อปรับปรุงค่าพารามิเตอร์ของเครื่อง Laser-Plotter ให้กับพนักงานและกำหนดเป็นมาตรฐานในการทำงาน

2) เพื่อศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบกับการยืด – หดตัวของแผ่นฟิล์ม

3) เพื่อปรับปรุงคุณภาพของแผ่นฟิล์มให้มีค่าความคาดเคลื่อน (การยืด – หด) ที่ลดลง

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

ศึกษากระบวนการทำงานของแผนก PHOTO ส่วนงาน THINCORE และ IMAGE ตั้งแต่การแจ้งพิมพ์แผ่นฟิล์ม, เครื่องพิมพ์แผ่นฟิล์ม, การวัดงาน, การเคลือบการ์ด, การตรวจหาข้อบกพร่อง (Defect) ของแผ่นฟิล์มและปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลกระทบกับขนาดแผ่นฟิล์มแล้วนำมาปรับปรุงค่าพารามิเตอร์ให้เหมาะสมในกระบวนการผลิตแผ่นฟิล์ม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) เข้าใจกระบวนการผลิตแผ่นฟิล์มของแผนก PHOTO

2) ทราบถึงปัจจัยหลัก ๆ ที่ส่งผลกระทบกับแผ่นฟิล์มแล้วกำหนดค่าพารามิเตอร์ในการพิมพ์แผ่นฟิล์มของเครื่อง Laser-Plotter ให้กับพนักงาน

3) จัดทำมาตรฐานในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ของเครื่อง Laser-Plotter เพื่อเป็นประโยชน์กับทางบริษัทในอนาคต

1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย

1) กำหนดปัญหา, วัตถุประสงค์และขอบเขตการศึกษาภายในกระบวนการผลิตแผ่นฟิล์มในขั้นตอนของการใส่ค่าพารามิเตอร์และการเตรียมแผ่นฟิล์มของพนักงาน

2) ทำการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตแผ่นฟิล์มพร้อมศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับค่ายืด – หดของแผ่นฟิล์มโดยนำแผนภาพก้างปลา (Cause and Effect Diagram) มาทำการวิเคราะห์แสดงถึงสาเหตุที่ทำการศึกษา

3) ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

4) วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น, ทำการออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบกับแผ่นฟิล์มและเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา

5) ดำเนินการตามแนวทางการแก้ไขปัญหา

6) รวบรวมผลที่ได้จากการทดลอง

7) นำผลที่ได้มาวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลหลังการแก้ไขปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) สรุปผลการดำเนินงานพร้อมกำหนดเป็นมาตรฐานในการทำงาน ที่เหมาะสมที่สุดให้แก่ทางบริษัท

โดยมีระยะเวลาและวิธีการดำเนินงานวิจัยเป็นไปตามลำดับแสดงดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินการวิจัย ปี พ.ศ. 2562

วิธีดำเนินงาน		บทที่	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน			
1	กำหนดปัญหา , วัตถุประสงค์และขอบเขตของการศึกษา	1																
2	เก็บข้อมูลพร้อมศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบ	1																
3	ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	2																
4	วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นและเสนอแนวทางแก้ไขปัญหา	3																
5	ดำเนินการตามแนวทางการแก้ไขปัญหา	3																
6	รวบรวมผลที่ได้หลังจากการแก้ไขปัญหา	4																
7	วิเคราะห์และเปรียบเทียบผลหลังทำการแก้ไขปัญหา	4																
8	สรุปผลการดำเนินงานและจัดทำมาตรฐานให้กับพนักงาน	5																

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาโครงงานครั้งนี้จัดทำขึ้น เพื่อศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตแผ่นฟิล์ม กรณีศึกษาบริษัท เคซีอี อีเลคทรอนิคส์ จำกัดและทำการปรับปรุงค่าพารามิเตอร์เพื่อลดค่าความคาดเคลื่อนจากการยืด-หดของแผ่นฟิล์มที่เกิดขึ้นโดยผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและผลงานวิจัยโดยจำแนกออกเป็น

2.1 เทคนิคซิกซ์ ซิกม่า (Six Sigma)

2.2 เครื่องมือควบคุมคุณภาพ (7 QC tools)

2.3 แนวคิดการวิเคราะห์ปัญหาโดยหลักการทำไม-ทำไม (Why-Why Analysis)

2.4 การออกแบบการทดลอง (Design of Experiments, DOE)

2.5 การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล (Factorial Experiment)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 เทคนิคซิกซ์ ซิกม่า (Six Sigma) [1]

Six Sigma เป็นเครื่องมือในการบริหารโดยมีเป้าหมายที่จะปรับปรุงกระบวนการทำงานเพื่อลดความผิดพลาด ลดความสูญเปล่าและลดการแก้ไขตัวชิ้นงาน พัฒนาประสิทธิภาพในการผลิต เพิ่มความพึงพอใจของลูกค้านำไปสู่การเพิ่มรายได้ขององค์กร นอกจากนั้นยังมุ่งเน้นในการสอนให้พนักงานรู้แนวทางในการทำธุรกิจอย่างเป็นระบบและมีหลักการ โดยชื่อของ Six Sigma นั้นได้มาจากแนวความคิดที่ว่าโอกาสที่เกิดของเสียขึ้น 3.4 ครั้งต่อการผลิตหนึ่งล้านชิ้น ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าของเสียที่เกิดขึ้นน้อยมากเมื่อเทียบกับกำลังการผลิต

หลักการสำคัญของกลยุทธ์ Six Sigma คือกระบวนการหรือวิธีการปฏิบัติงานที่มีใช้สำหรับแก้ไขปัญหาหรือปรับปรุง โดยจะแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน (DMAIC) ดังนี้

1. การกำหนดปัญหา (Define) คือ ขั้นตอนของการนิยามหรือกำหนดปัญหา เลือกโครงการที่จะทำการปรับปรุงหรือออกแบบ ทั้งนี้ต้องเน้นการหาความต้องการหรือความพึงพอใจของลูกค้าเป็นหลักเพื่อให้โครงการที่เลือกทำนั้น คุ้มค่า ตรงประเด็น ไม่เสียเวลาเปล่า

2. การวัดระดับปัญหา (Measure) คือ ขั้นตอนการวัดเป็นการวัดความสามารถของกระบวนการผลิต หรือการวัดประสิทธิผล ฯลฯ เพื่อนำมาวิเคราะห์ตัวแปรต่าง ๆ

3. การวิเคราะห์ปัญหา (Analyze) คือ ขั้นตอนวิเคราะห์ข้อมูลที่วัดมาได้ เพื่อหาหรือพิสูจน์ตัวแปรที่สำคัญที่สุดในกระบวนการ (Key Process Variables) ที่เป็นต้นตอสาเหตุของปัญหา

4. การปรับปรุง (Improve) คือ ขั้นตอนการปรับปรุงหลังจากได้ตัวแปรที่มีผลต่อกระบวนการแล้วจะทำการลงมือแก้ปัญหา เพื่อขจัดสาเหตุที่วิเคราะห์ได้หรือในการออกแบบขั้นนี้จะเป็นการออกแบบกระบวนการเพื่อขจัดหรือควบคุมตัวแปรที่วิเคราะห์ได้

5. การควบคุม (Control) คือ ขั้นตอนของการควบคุมเพื่อให้กระบวนการนั้นนิ่ง หมายถึงอยู่ภายใต้การควบคุมอย่างสม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 สรุปการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการโดยใช้เทคนิคซิกซ์ซิกม่า

DMAIC	การปรับปรุงกระบวนการ
1.การกำหนดปัญหา Define	- ระบุปัญหา - กำหนดขอบเขตของปัญหา - ตั้งเป้าหมาย
2. วัดระดับปัญหา Measure	- ตรวจปัญหา/กระบวนการให้ถูกต้อง - ตรวจแก้รายละเอียดของปัญหา - วัดความสามารถของกระบวนการ
3. การวิเคราะห์ Analysis	- พัฒนาสมมุติฐานเชิงเหตุและผล - ระบุสาเหตุที่สามารถปรับปรุงได้ - ตรวจสอบสมมุติฐานให้ถูกต้อง
4. การปรับปรุง Improve	- สร้างแนวคิดที่จะแก้ปัญหารากเหง้าออกไป - ทดสอบวิธีการแก้ปัญหา - สร้างมาตรฐานวิธีแก้ปัญหา/การวัดผลลัพธ์
5. การควบคุม Control	- ตั้งมาตรฐานการวัดผลเพื่อดูแลการปฏิบัติงานให้ต่อเนื่อง - จัดทำแผนฝึกอบรม

2.2 เครื่องมือควบคุมคุณภาพ (7 QC tools) [6]

เครื่องมือควบคุมคุณภาพ เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการแก้ไขปัญหาทางด้านคุณภาพของกระบวนการผลิต ซึ่งช่วยศึกษาสภาพทั่วไปของปัญหา คัดเลือกหรือจัดลำดับความสำคัญของปัญหา การสำรวจสภาพ ปัจจุบันของปัญหา การค้นหาและวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่แท้จริง เพื่อให้สามารถแก้ไขได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งติดตามผลอย่างต่อเนื่องตลอดจนช่วยในการจัดทำมาตรฐาน ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพที่ สำคัญมี 7 ชนิด โดยเครื่องมือแต่ละชนิดมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.1 ใบตรวจสอบ (Check Sheet)

ใบตรวจสอบเป็นแบบฟอร์มที่อยู่ในรูปตารางหรือรูปภาพใช้สำหรับกรอกรายละเอียดของข้อมูลเพื่อช่วยในการวิเคราะห์หาสาเหตุและติดตามผลการดำเนินงาน ซึ่งลักษณะของใบตรวจสอบต้องคำนึงถึงคือการกำหนดรายละเอียดที่ชัดเจน เช่น รายละเอียดของผลิตภัณฑ์ ผู้ตรวจสอบ วันและเวลาที่ตรวจ เป็นต้น มีการจัดรูปแบบของแบบฟอร์มให้สะดวกต่อการบันทึกข้อมูล ง่ายต่อการจำแนกข้อมูลและวิเคราะห์ผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และที่สำคัญควรกำหนดและใช้ใบตรวจสอบให้ตรงกับวัตถุประสงค์ของการตรวจสอบด้วย ทั้งนี้ใบตรวจสอบในอุตสาหกรรมการผลิตมีหลายแบบในที่นี่จะกล่าวถึง 4 แบบ ซึ่งในแต่ละแบบแบ่งตามวัตถุประสงค์การใช้งานมีดังนี้

ใบตรวจสอบการผลิต เป็นใบตรวจสอบที่ใช้ในการบันทึกคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ ซึ่งลักษณะของข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ ทั้งนี้ในการใช้ใบตรวจสอบการผลิต เริ่มต้น ผู้ตรวจสอบจะทำการวัดผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ก่อน หลังจากนั้นจะทำการบันทึกค่าของผลิตภัณฑ์ที่วัดได้ ซึ่งค่าที่วัดได้ในแต่ละชิ้นอาจจะมีค่าไม่เท่ากัน จึงทำให้ทราบว่าผลิตภัณฑ์แต่ละชิ้นมีคุณสมบัติอยู่ในมาตรฐานหรือไม่

ใบตรวจสอบข้อบกพร่อง เป็นใบตรวจสอบที่ใช้ในการบันทึกคล้ายกับใบตรวจสอบการผลิตแต่จะแยกตามลักษณะของข้อบกพร่องและลักษณะของข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลเชิงคุณลักษณะ ผู้ตรวจสอบจะบันทึก โดยทำเครื่องหมายรอยขีดตามจำนวนผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพรองที่เก็บรวบรวมได้ ใบตรวจสอบชนิดนี้จะทำให้ทราบถึงจำนวนของเสียและจำนวนของดีหรือจำนวนทั้งหมดที่ตรวจพบข้อบกพร่อง

ใบตรวจสอบตำแหน่งข้อบกพร่อง เป็นใบตรวจสอบที่ใช้บันทึกคล้ายกับใบตรวจสอบการผลิตและใบตรวจสอบข้อบกพร่องแต่ใบตรวจสอบชนิดนี้จะบอกตำแหน่งบริเวณที่มีข้อบกพร่อง โดยแสดงรูปภาพบริเวณของผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่อง ผู้ตรวจสอบจะบันทึกโดยทำเครื่องหมายตามตำแหน่งที่พบข้อบกพร่อง หากพบข้อบกพร่องมากกว่า 1 ประเภท จะใช้เครื่องหมายอื่นเพื่อแสดงความแตกต่างของข้อบกพร่อง ใบตรวจสอบชนิดนี้จะทำให้ทราบถึงตำแหน่งที่เกิดข้อบกพร่องและหาสาเหตุของปัญหาได้

ใบตรวจสอบสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่อง เป็นใบตรวจสอบที่ใช้บันทึกคล้ายกับใบตรวจสอบการผลิต ใบตรวจสอบข้อบกพร่องและใบตรวจสอบตำแหน่งข้อบกพร่องแต่จะบันทึกความสัมพันธ์ของคน เครื่องจักร และข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น ผู้ตรวจสอบจะบันทึกโดยทำเครื่องหมายแทนลักษณะข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ ถ้าหากมีลักษณะข้อบกพร่องมากกว่า 1 ประเภท จะเปลี่ยนไปใช้เครื่องหมายอื่นแทนเพื่อแสดงความแตกต่าง ใบตรวจสอบชนิดนี้จะทำให้ทราบถึงต้นเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องได้

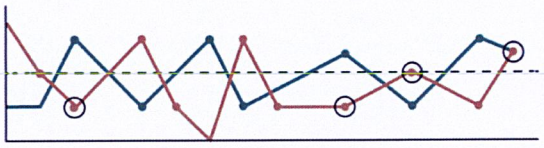
2.2.2 กราฟ (Graph)

กราฟ เป็นแผนภาพที่อธิบายความแตกต่างของข้อมูลจากการเก็บบันทึก กราฟใช้สำหรับนำเสนอข้อมูลที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจโดยอาศัยการพิจารณาด้วยตาเปล่า สามารถให้รายละเอียดของการเปรียบเทียบได้ดีกว่าการนำเสนอข้อมูลด้วยวิธีอื่น กราฟที่สำคัญได้แก่ กราฟเส้น กราฟแท่ง และกราฟวงกลม โดยรายละเอียดของกราฟแต่ละชนิดมีดังนี้

กราฟเส้น เป็นเส้นกราฟที่ใช้แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าของข้อมูลเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป ลักษณะของกราฟเส้นจะมีแกนตั้งเป็นค่าข้อมูลและแกนนอนเป็นช่วงเวลา กราฟเส้นใช้สำหรับการนำเสนอข้อมูลใน

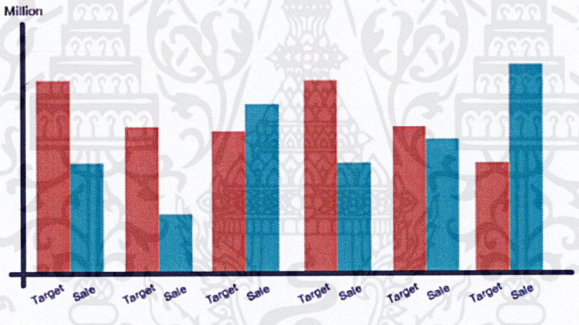
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่ต้องการทราบแนวโน้มของข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงตามกาลเวลาหรือใช้สำหรับการดูการเปลี่ยนแปลงของ ข้อมูลเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป



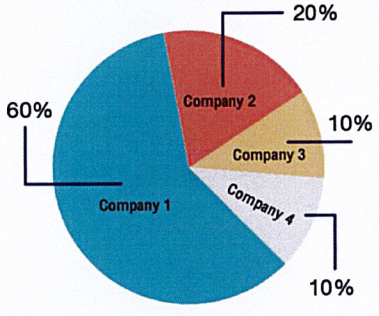
รูปที่ 2.1 ตัวอย่างกราฟเส้น

กราฟแท่ง เป็นกราฟรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีความกว้างเท่ากัน โดยจะใช้ขนาดความยาวหรือความสูงของแท่งกราฟเปรียบเทียบจำนวนข้อมูล การนำเสนอข้อมูลคล้ายกับกราฟเส้น โดยที่กราฟแท่งสามารถนำเสนอได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอน กราฟแท่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ กราฟแท่งเชิงเดี่ยว กราฟแท่งเชิงซ้อนและกราฟแท่งเชิงประกอบ



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างกราฟแท่ง

กราฟวงกลม มีลักษณะเป็นวงกลมที่มีการแบ่งส่วนของข้อมูลจากจุดศูนย์กลางของวงกลมออกเป็น กลุ่ม ๆ ใช้สำหรับเปรียบเทียบสัดส่วนของข้อมูลชนิดเดียวกันในรูปแบบร้อยละ ซึ่งการนำเสนอข้อมูลคล้ายกับ กราฟเส้นและกราฟแท่ง

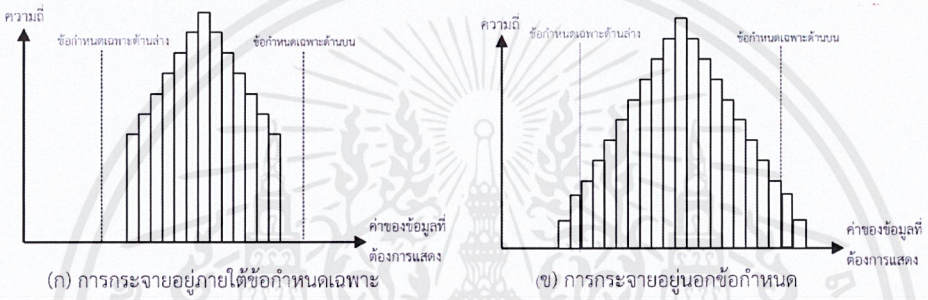


รูปที่ 2.3 ตัวอย่างกราฟวงกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ฮีสโตแกรม (Histogram)

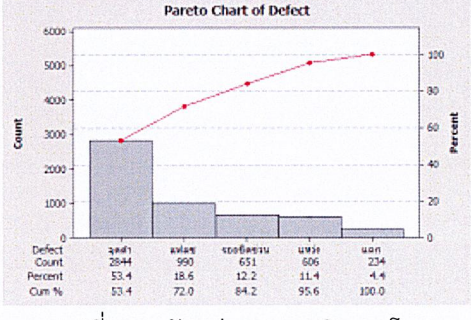
ฮิสโตแกรม เป็นแผนภูมิใช้ในการเปรียบเทียบลักษณะการกระจายของข้อมูลกับข้อกำหนดเฉพาะ เพื่อตรวจสอบความผิดปกติหรือติดตามการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการผลิต ฮิสโตแกรมมีลักษณะเป็นกราฟ แท่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความกว้างเท่ากันและในแต่ละแท่งจะเรียงชิดติดกัน โดยแกนตั้งเป็นความถี่ และแกนนอนเป็นค่าของข้อมูลที่ต้องการแสดง เมื่อพิจารณาระหว่างฮิสโตแกรมกับข้อกำหนดเฉพาะหากพบว่าฮิสโตแกรมมีการกระจายของข้อมูลอยู่ภายใต้ข้อกำหนดเฉพาะแสดงว่ากระบวนการผลิตดำเนินไปด้วยดี ไม่ต้องมีการแก้ไขกระบวนการผลิต ดังภาพที่ 2.4 (ก) แต่ถ้าการกระจายอยู่นอกภายใต้ข้อกำหนดฉพาะจะต้องปรับให้ค่าความแปรปรวนของข้อมูลการผลิตต่ำลงเพื่อให้การกระจายของข้อมูลนั้นแคบลงอยู่ภายใต้ ข้อกำหนดเฉพาะดังรูปที่ 2.4 (ข)



รูปที่ 2.4 ลักษณะการกระจายตัวของฮิสโตแกรม

2.2.4 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)

แผนภูมิพาเรโตเป็นแผนภูมิที่ใช้แสดงสาเหตุของปัญหาที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดข้อบกพร่อง โดยแสดงสาเหตุหลักและสาเหตุรองตามลำดับ เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจว่าควรปรับปรุงสาเหตุใดก่อนและใช้ตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นหลังจากการแก้ไขปรับปรุง แผนภูมิพาเรโตมีลักษณะคล้ายกับฮิสโตแกรมคือเป็นกราฟแท่งรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความกว้างเท่ากัน และในแต่ละแท่งจะเรียงชิดติดกันแต่แผนภูมิพาเรโตจะประกอบด้วยแกนตั้ง 2 แกนและแกนนอน 1 แกน คือ แกนตั้งด้านซ้ายเป็นจำนวนของการเกิดสาเหตุข้อบกพร่อง แกนตั้งด้านขวาเป็นร้อยละสะสมของการเกิดสาเหตุข้อบกพร่อง ส่วนแกนนอนเป็นสาเหตุของการ เกิดข้อบกพร่องโดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยและมีเส้นแสดงร้อยละสะสมดังรูปที่ 2.5

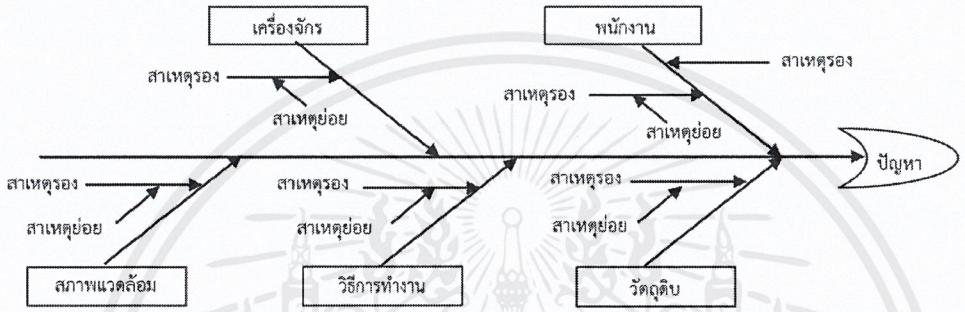


รูปที่ 2.5 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 แผนภาพก้างปลา (Cause and Effect Diagram)

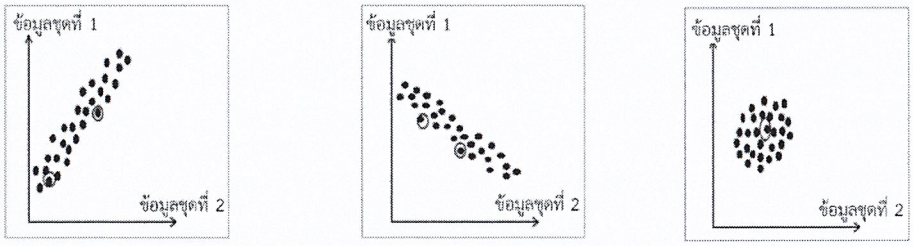
แผนภาพก้างปลาเป็นแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาที่ต้องการแก้ไขกับสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาซึ่งผู้วิเคราะห์สามารถมองภาพรวมของปัญหาและสาเหตุทั้งหมดได้ง่ายขึ้น แผนภาพก้างปลามีลักษณะคล้ายกับก้างปลา โดยส่วนหัวของก้างปลาจะแสดงปัญหาที่เกิดขึ้น ส่วนก้างปลาหลักจะแสดงสาเหตุ หลัก และก้างปลาย่อยแสดงสาเหตุย่อย ซึ่งการหาสาเหตุหลักของปัญหาจะใช้หลักการของ 4M 1E ได้แก่ พนักงาน (Man), เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ (Machine), วัตถุดิบ (Material), วิธีการทำงาน (Method) และสภาพแวดล้อม (Environment) ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ลักษณะแผนภาพก้างปลา

2.2.6 แผนภาพการกระจาย (Scatter Diagram)

แผนภาพการกระจาย เป็นแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด ที่เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ โดยแกนตั้งเป็นค่าของข้อมูลชุดที่ 1 และแกนนอนเป็นค่าของข้อมูลชุดที่ 2 โดยลักษณะความสัมพันธ์และ ทิศทางของความสัมพันธ์จะพิจารณาได้จากแนวของจุดที่พล็อตลงในแผนภาพ ถ้าจุดมีลักษณะเป็นแนวโน้มขึ้น ตลอดหรือลงตลอดด้วยอัตราคงที่แสดงว่าข้อมูลทั้ง 2 ชุด มีความสัมพันธ์กันเป็นเส้นตรง ถ้ามีลักษณะชันขึ้นแสดงว่า มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันและค่าความชันจะเป็นบวกดังรูปที่ 2.7 (ก) แต่ถ้ามีลักษณะชันลงแสดงว่า มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามและค่าความชันจะเป็นลบดังรูปที่ 2.7 (ข) ถ้าจุดมีลักษณะกระจัดกระจายไม่เป็นรูปแบบ แสดงว่าข้อมูลทั้ง 2 ชุดไม่มีความสัมพันธ์กันดังรูปที่ 2.7 (ค)



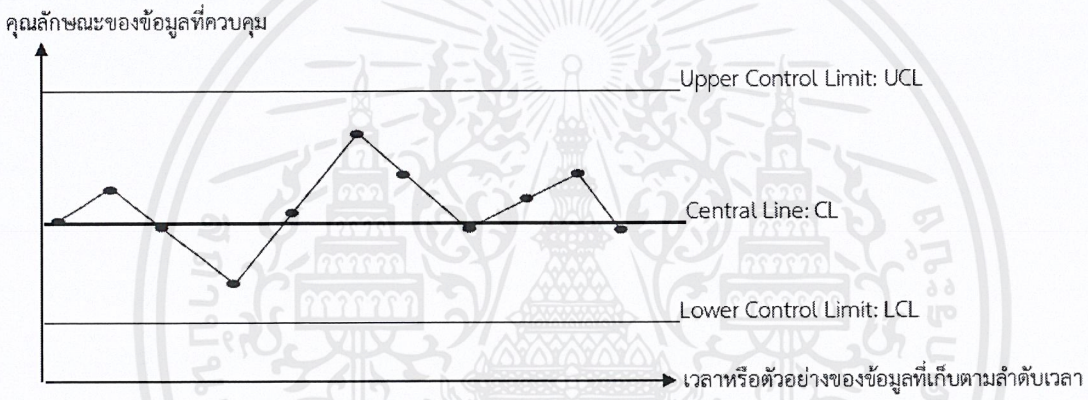
(ก) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน (ข) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้าม (ค) ไม่มีความสัมพันธ์กัน

รูปที่ 2.7 ลักษณะของแผนภาพการกระจาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.7 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

แผนภูมิควบคุม เป็นแผนภูมิที่ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการผลิตติดตามการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการผลิตได้อย่างรวดเร็ว และปรับปรุงกระบวนการผลิตให้กลับเข้าสู่สภาพปกติ โดยลักษณะของแผนภูมิจะเป็นกราฟ โดยมีแกนตั้งเป็นคุณลักษณะของข้อมูลที่ควบคุม และแกนนอนเป็นเวลาหรือตัวอย่างของ ข้อมูลที่เก็บมาตามลำดับเวลา แผนภูมิควบคุมจะประกอบด้วยเส้นควบคุม 3 เส้น ได้แก่ เส้นควบคุมบน (Upper Control Limit: UCL) เส้นควบคุมล่าง (Lower Control Limit: LCL) และเส้นกลาง (Central Line: CL) โดย CL จะอยู่ที่ค่าเฉลี่ยและมีระยะห่างของ CL ถึง UCL และ LCL เท่ากับ 3 เท่าของส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐานดังรูปที่ 2.8 แผนภูมิควบคุมสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ แผนภูมิควบคุมเชิงปริมาณและแผนภูมิควบคุมเชิงคุณลักษณะ โดยแผนภูมิควบคุมแต่ละชนิดมีรายละเอียดดังนี้



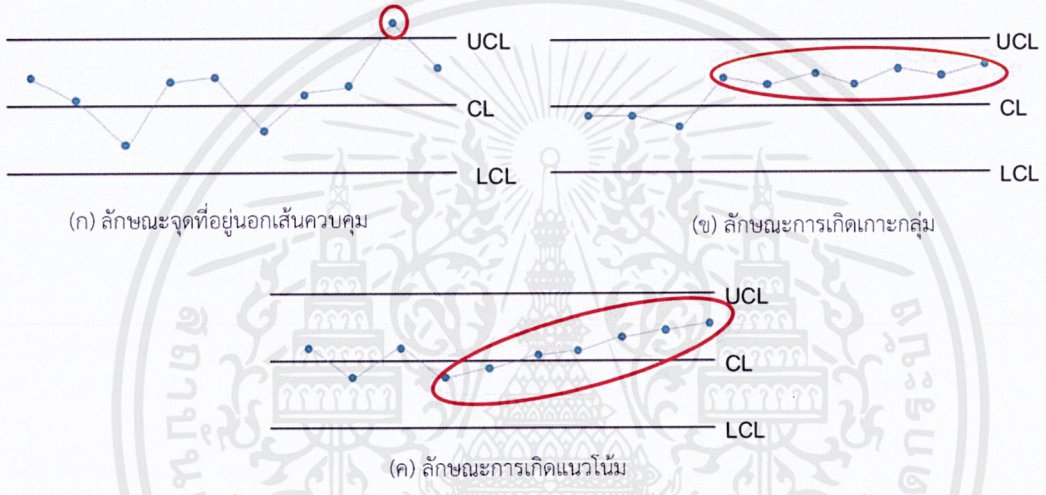
รูปที่ 2.8 ลักษณะของแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุมเชิงปริมาณ (Variable Control Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมคุณลักษณะของข้อมูลเชิงปริมาณที่สำคัญ ได้แก่ แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$-Chart) และแผนภูมิควบคุมพิสัย (R-Chart) โดย $\bar{x}$-Chart ใช้ควบคุมค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิต ส่วน R-Chart ใช้ควบคุมการกระจายของกระบวนการผลิต

แผนภูมิควบคุมเชิงคุณลักษณะ (Attribute Control Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมคุณลักษณะของข้อมูลเชิงคุณลักษณะที่สำคัญ ได้แก่ แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p-Chart) แผนภูมิควบคุมจำนวนของเสีย (np-Chart) แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิ (c-Chart) แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย(u-Chart) ซึ่ง p-Chart และ np-Chart เป็นแผนภูมิที่ใช้ตรวจสอบจำนวนของเสียของกระบวนการผลิต แต่ p-Chart ใช้สำหรับขนาดของกลุ่มตัวอย่างไม่คงที่และ np-Chart ใช้กับขนาดของกลุ่มตัวอย่างคงที่ ส่วน c-Chart และ u-Chart เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมจำนวนรอยตำหนิของผลิตภัณฑ์หนึ่งหน่วย แต่ c-Chart ใช้กับขนาดของตัวอย่างในหนึ่งหน่วยคงที่ และ u-Chart ใช้กับขนาดของตัวอย่างในหนึ่งหน่วยไม่คงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมว่าเกิดปัญหาในกระบวนการผลิตหรือไม่ จะพิจารณาจุดที่ปรากฏบน แผนภูมิควบคุม โดยลักษณะจุดในแผนภูมิควบคุมมีลักษณะหลัก ๆ ได้แก่ มีจุดอยู่นอกเส้นควบคุม การเกิดเกาะกลุ่ม (Run) และเกิดแนวโน้ม (Trend) โดยจุดอยู่นอกเส้นควบคุม คือ มีจุดอย่างน้อย 1 จุดอยู่นอก UCL หรือ LCL ดังรูปที่ 2.9 (ก) ส่วนการเกิดเกาะกลุ่ม คือ มีจุดอย่างน้อย 7 จุดเรียงติดกันอยู่ด้านบน CL หรือด้านล่าง CL ดังรูปที่ 2.9 (ข) และการเกิดแนวโน้ม คือ มีจุดอย่างน้อย 7 จุดเรียงตัวกันแนวเอียงขึ้นหรือแนวเอียงลงต่อเนื่องกันตลอดภายใต้ UCL และ LCL ดังรูปที่ 2.9 (ค) ตัวอย่างลักษณะการปรากฏจุดบนแผนภูมิควบคุม 3 ลักษณะดังกล่าวเป็นลักษณะสำคัญที่บ่งบอกว่ากระบวนการผลิตเกิดปัญหา ต้องค้นหาสาเหตุและปรับปรุงกระบวนการผลิต

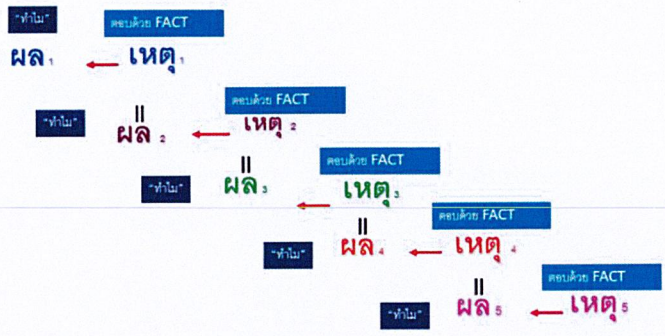


รูปที่ 2.9 ลักษณะจุดบ่งบอกกระบวนการผลิตที่เกิดปัญหา

2.3 แนวคิดการวิเคราะห์ปัญหาโดยหลักการทำไม-ทำไม (Why-Why Analysis) [10]

การวิเคราะห์ปัญหาโดยหลักการทำไม-ทำไม เป็นเทคนิคการวิเคราะห์หาปัจจัยที่เป็นต้นเหตุให้เกิดปัญหาอย่างมีระบบมีขั้นตอน ไม่เกิดการตกหล่น ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์โดยหลักการทำไม-ทำไม ต้องไปตรวจสอบดูสถานที่จริงและดูสภาพของงานจริง อันเป็นที่มาของปัญหาเพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับรายละเอียดของปัญหาให้ถูกต้องและชัดเจน โดยหาสาเหตุที่เกิดขึ้นโดยการตั้งคำถามว่า “ทำไม” และก็จะถามว่าทำไมไปจนกว่าเราจะถึงต้นตอของปัญหา ซึ่งจะปรากฏขึ้นในช่อง “ทำไม” ในช่องสุดท้าย ปัจจัยที่อยู่หลังสุดจะเป็นปัจจัยที่กลายเป็นมาตรการป้องกันที่มีประสิทธิภาพโดยไม่เกิดซ้ำอีก ซึ่งปัญหาแท้จริงในสถานที่ทำงานนั้นไม่ใช่ชิ้นงาน เครื่องมือ หรือเครื่องจักรที่ไม่ดี แต่ส่วนใหญ่จะเป็นแนวคิด วิธีปฏิบัติ หรือวิธีการจัดการที่ไม่ถูกต้อง

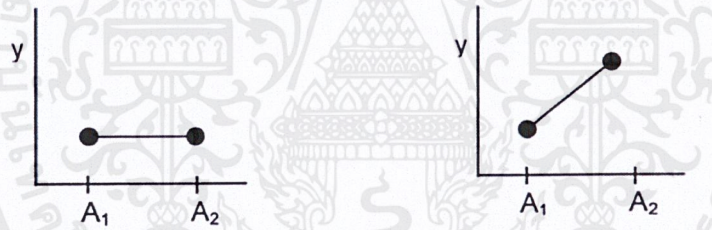
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 แนวคิดของหลักการ Why-Why Analysis

2.4 การออกแบบการทดลอง (Design of Experiments, DOE) [3]

การออกแบบการทดลองมีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบว่าปัจจัยหรือตัวแปรใดที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตอบสนองหรือสิ่งที่ผู้ทำการทดลองให้ความสนใจอยู่ ตัวอย่างเช่นให้ y คือค่าที่ของตัวแปรตอบสนอง และ A คือปัจจัยที่ทำการศึกษา ซึ่งสามารถสรุปผลได้ดังรูปที่ 2.11

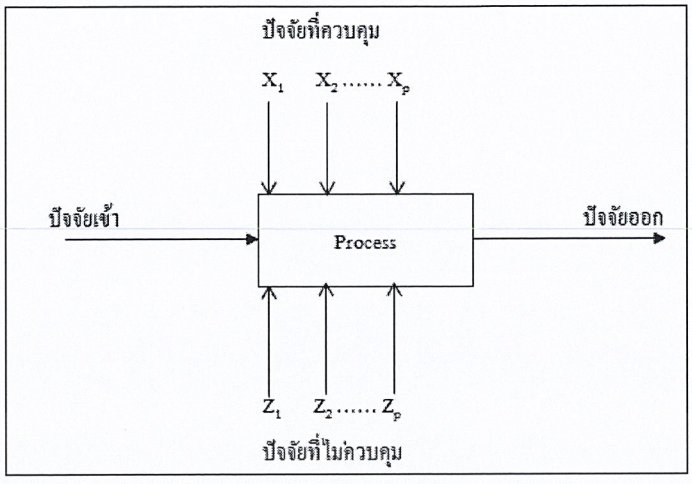


(ก) ปัจจัย A ไม่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ (ข) ปัจจัย A มีผลต่อผลิตภัณฑ์

รูปที่ 2.11 ตัวอย่างกราฟแสดงอิทธิผลที่ไม่ส่งผลและส่งผลกับผลิตภัณฑ์

โดยปัจจัยสามารถแบ่งออกได้เป็น ปัจจัยที่ควบคุมได้ (Controllable Factors) คือปัจจัยที่สามารถกำหนดค่าของปัจจัยนั้นได้ในการดำเนินการทดลอง ซึ่งเป็นผลดีต่อการทดลองเพราะโดยส่วนใหญ่ผู้ทำการทดลองต้องการกำหนดค่าต่าง ๆ ที่คิดว่ามีผลตอบสนองที่สนใจและปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ (Uncontrollable Factors) คือ ปัจจัยที่ไม่สามารถกำหนดค่าของปัจจัยนั้นได้อาจจะเนื่องมาจากมีข้อจำกัดทางด้านเทคโนโลยีและต้นทุนปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้แบ่งออกเป็นตัวแปรรบกวน (Noise Variable หรือ Background Variable) หมายถึง ตัวแปรที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง (Response Variable) ในการทดลองแต่ไม่ใช่ปัจจัยที่เรากำลังทำการศึกษาส่วนใหญ่มัก ได้แก่ เวลาหรือเครื่องมืออุปกรณ์ เป็นต้น และ Nuisance Variable คือ ตัวแปรที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนองแต่เราไม่ทราบมาก่อน สามารถกำจัดอิทธิพลของ Nuisance Variable ได้โดยการสุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 แบบจำลองทั่วไปของกระบวนการ

2.4.1 ลำดับขั้นตอนการออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง

1. การนิยามปัญหา (Statement of Problem) เป็นการระบุว่าความต้องการในกระบวนการผลิตคืออะไร ซึ่งการนิยามปัญหานี้จะเกี่ยวโยงไปถึงวัตถุประสงค์ของการทดลอง

2. การเลือกปัจจัยและระดับของปัจจัย (Choice of Factor, Level and Ranges) เป็นการใช้หลักการทางทฤษฎีและประสบการณ์จากงานวิจัยต่าง ๆ เพื่อระบุว่าปัจจัยใดบ้างที่น่าจะมีผลต่อการทดลอง สุดท้ายคือการระบุว่าระดับที่ใช้โดยสามารถแบ่งได้ 3 แบบดังนี้

- แบบกำหนด (Fixed Effect) หมายถึง ระดับของปัจจัยที่สามารถควบคุมหรือกำหนดค่าได้แน่นอนโดยผู้ทดลองกำหนดเอง

- แบบสุ่ม (Random Effect) หมายถึง ระดับของปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมหรือกำหนดค่าของปัจจัยได้แน่นอน ซึ่งผลการทดลองที่ได้จะเป็นตัวแทนของทั้งปัจจัยมิได้เป็นตัวแทนของระดับใดระดับหนึ่ง

- แบบผสม (Mixed Effect) หมายถึง การผสมผสานระดับของปัจจัยที่เป็นทั้งแบบกำหนดและแบบสุ่มรวมกัน

3. การเลือกตัวแปรตอบสนอง (Selection of the Response Variable) ในการเลือกตัวแปรตอบสนองผู้ทำการวิจัยจะต้องเลือกตัวแปรที่สามารถให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการศึกษา ในการวัดค่านั้นจะต้องมีความแม่นยำและถูกต้องด้วยโดยที่ตัวแปรตอบสนอง (Response Variable) คือ ตัวแปรที่ถูกสังเกตหรือวัดค่าในการทดลอง หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าตัวแปรตาม ซึ่งเป็นตัวแปรที่สะท้อนให้เห็นถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระนั่นเอง ในการทดลองหนึ่ง ๆ อาจวัดค่าตัวแปรตามมากกว่า 1 ก็ได้ การเลือกตัวแปรตามที่ดีควรพิจารณาจากความไว (Sensitivity) ความเชื่อถือได้ (Reliability) การแจกแจงของตัวแปรนั้นและความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ นอกจากนี้ในการเลือกตัวแปรตามจะต้องพิจารณาว่า ค่าสังเกตที่ได้จากทรีทเมนต์หนึ่ง ๆ ควรมีการแจกแจงแบบปกติโดยประมาณ ซึ่งข้อสมมติในเรื่องความเป็นปกติ (Normality) นี้เป็นสิ่งที่จำเป็นในการออกแบบทดลองซึ่งอาจจะใช้การแปลงข้อมูล (Transformation) ค่าสังเกตที่มีการแจกแจงไม่ปกติเป็นแบบปกติได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การเลือกแบบการทดลอง (Choice of Experimental Design) เมื่อกำหนดทรีทเมนต์และตัวแปรตอบสนองแล้วต้องทำการตัดสินใจเกี่ยวกับขนาดการทดลอง ซึ่งหมายถึงจำนวนซ้ำของการทดลองและข้อจำกัดในการสุ่ม

5. ดำเนินการทดลอง (Performing the Experiment) ในระหว่างการดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยจะต้องศึกษาดูแลอย่างใกล้ชิด ปฏิบัติตามหลักการที่ได้ออกแบบไว้

6. การวิเคราะห์ข้อมูล (Statistical Analysis of Data) จะใช้ความรู้ทางด้านสถิติเข้ามาวิเคราะห์และสรุปผล รวมทั้งตัดสินความถูกต้องของข้อมูลที่ได้ก่อนจะตีความข้อมูล

7. สรุปผลและข้อเสนอแนะ (Conclusions and Recommendations) การสรุปผลการวิเคราะห์ อาจแสดงในรูปกราฟ ตาราง แผนภูมิ เป็นต้น รวมทั้งข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้ดีขึ้น

2.4.2 หลักการพื้นฐาน 3 ประการสำหรับการออกแบบการทดลอง

1. การทดลองซ้ำ (Replication) ซึ่งมีสมบัติที่สำคัญ 2 ประการ คือ ทำให้การทดลองสามารถหาค่าประมาณของความผิดพลาดในการทดลองได้และถ้าค่าเฉลี่ยถูกนำมาใช้เพื่อประมาณผลที่เกิดจากปัจจัยหนึ่งการทดลองเรพลิเคชันทำให้ผู้ทดลองสามารถหาตัวประมาณที่ถูกต้องยิ่งขึ้นในการประมาณผลกระทบ

2. การทำแบบสุ่ม (Randomization) หมายถึง การทดลองที่มีทั้งวัสดุที่ใช้ในการทดลองและลำดับของการทดลองแต่ละครั้งเป็นแบบสุ่ม (Random) วิธีการเชิงสถิติกำหนดว่าข้อมูลจะต้องเป็นปัจจัยแบบสุ่มที่มีการกระจายแบบสุ่มที่มีการกระจายแบบอิสระ การที่เราสุ่มการทดลองทำให้เราสามารถลดผลของปัจจัยภายนอกที่อาจปรากฏในการทดลองได้

3. บล็อกกิ้ง (Blocking) เป็นทางเทคนิคที่ใช้สำหรับเพิ่มความเที่ยงตรงให้แก่การทดลองบล็อกอันหนึ่งอาจจะหมายถึง ส่วนหนึ่งของวัสดุที่ใช้การทดลองที่ควรจะมีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันมากกว่าเซ็ตทั้งหมดของวัตถุ การเปรียบเทียบเงื่อนไขที่น่าสนใจต่าง ๆ ภายในแต่ละบล็อกจะเกิดขึ้นได้จากการทำบล็อกกิ้ง

2.5 การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล [4]

การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล (Experiment of Factorial Design) หมายถึง การทดลองที่พิจารณาถึงผลที่เกิดจากการรวมกันของระดับของปัจจัยทั้งหมดที่เป็นไปได้ในการทดลองนั้นโดยมีจุดประสงค์หลักคือศึกษาผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัยหรือที่เรียกว่า “อันตรกิริยา”(Interactions) การออกแบบเชิงแฟกทอเรียลมีประโยชน์หลายประการ ได้แก่ ทำให้สามารถหลีกเลี่ยงปัญหาที่เกิดจากอันตรกิริยาของปัจจัยที่ก่อให้เกิดข้อสรุปที่ผิดพลาดได้ เนื่องจากเป็นการออกแบบการทดลองที่มีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหนือกว่าการทดลองทีละปัจจัยและทำให้สามารถประมาณผลของปัจจัยหนึ่งที่ระดับต่าง ๆ ของปัจจัยอื่นได้ รวมทั้งทำให้สามารถหาข้อสรุปที่สมเหตุผลตลอดเงื่อนไขของการทดลองได้

การออกแบบเชิงแฟกทอเรียลใช้มากในการทดลองที่เกี่ยวกับปัจจัยหลายปัจจัยเพื่อต้องการศึกษาถึงผลรวมที่มีผลต่อผลลัพธ์ที่เกิดจากปัจจัยเหล่านั้น ซึ่งการออกแบบเชิงแฟกทอเรียลมีอยู่ 2 กรณีหลักคือ

1. การออกแบบการทดลองแบบแฟกทรอเรียลเต็มรูป (Full Factorial Experiment)

การออกแบบการทดลองแบบแฟกทรอเรียลเต็มรูปเป็นการทดลองที่ทำขึ้นเพื่อศึกษาผลกระทบระหว่างปัจจัยตั้งแต่ 2 ปัจจัยขึ้นไป ($k \geq 2$) โดยมีวัตถุประสงค์คือ ต้องการศึกษาผลกระทบร่วม การทดลองลักษณะนี้เหมาะกับการทดลองที่มีปัจจัยมาก ๆ เป็นการทดลองเพื่อหาปัจจัยที่มีอิทธิพลเบื้องต้น ซึ่งจะช่วยให้การทดลองที่เจาะลึกในขั้นตอนต่อไปมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

2. การออกแบบการทดลองแบบแฟกทรอเรียลบางส่วน (Fractional Factorial Experiment)

การออกแบบการทดลองแบบแฟกทรอเรียลบางส่วนเป็นการทดลองซึ่งใช้ในการพิจารณาปัจจัยต่าง ๆที่อยู่ในระบบทั้งหมดว่าปัจจัยใดให้ผลกระทบต่อผลตอบสนองของระบบมากที่สุด โดยการทดลองแบบแฟกทรอเรียลบางส่วนถูกนำมาใช้มากสำหรับการกรองเพื่อหาปัจจัยที่มีอิทธิพล ส่วนใหญ่จะเรียกว่าการทดลองเพื่อการวิเคราะห์เบื้องต้น (Screening experiment) โดยการทดลองจะลดรูปลงจากการทดลองแฟกทรอเรียลเต็มรูปในสัดส่วนของจำนวนระดับปัจจัย แบบ 2^{k-p}

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศิริวรรณ ศุภโรจน์ (2556) จากการศึกษางานวิจัย “การปรับเปลี่ยนกระบวนการตั้งค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการผลิตเซมิคอนดักเตอร์” เป็นการศึกษาที่มุ่งเน้นการปรับปรุงกระบวนการตั้งค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมและลดความผิดพลาดที่เกิดจากการตั้งค่าพารามิเตอร์ให้กับกระบวนการตัดไดในการผลิตเซมิคอนดักเตอร์ โดยนำเทคนิคการวิเคราะห์หาสาเหตุ Why-Why Analysis และได้นำสาเหตุที่พบมาปรับเปลี่ยนกระบวนการให้ง่ายขึ้นซึ่งจากการทดลองช่วงระยะเวลา 4 เดือนสามารถลดของเสียจาก 4,810 ตัวเป็น 911 ตัวคิดเป็น 81.06 เปอร์เซ็นต์

นิพนธ์ จิระพัฒน์พิศาล (2554) จากการศึกษางานวิจัย “การทดลองเพื่อกำหนดพารามิเตอร์ที่เหมาะสมต่อการลดอัตราความผิดพลาดในการอ่านเขียนของฮาร์ดดิกส์ไดร์ฟ” เป็นการเสนอแนวทางควบคุมคุณภาพโดยใช้แนวทางของซิกซ์ ซิกม่าเพื่อศึกษาหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราความผิดพลาด ซึ่งจากการดำเนินการคุณภาพตามแนวทางซิกซ์ ซิกม่า สามารถลดอัตราความผิดพลาดในการอ่านเขียนไม่ได้ตามเกณฑ์จาก 7.05 เปอร์เซ็นต์ เหลือเพียง 3.24 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมจินต์ อักษรธรรม (2561) จากการศึกษางานวิจัย “การลดข้อบกพร่องในขั้นตอนการติดฉลากขวดแก้ว : กรณีศึกษาโรงงานน้ำตาลสดสเตอริไลส์” เป็นการศึกษาการทำงานโดยประยุกต์เทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการประกอบด้วยแผนผังก้างปลา ทฤษฎีทำไม – ทำไมและ 5W1H เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ซึ่งจากการวิเคราะห์หาสาเหตุของการติดฉลากเอียงพบว่าเกิดจากเครื่องจักรขาดการบำรุงรักษา พนักงานปรับความเร็วเครื่องจักรด้วยความเคยชินผู้ศึกษาจึงได้จัดทำมาตรฐานในการปรับความเร็วเครื่องจักรและบำรุงรักษาเครื่องจักร หลังจากปรับปรุงจัดทำมาตรฐานการทำงานพบว่าข้อบกพร่องจากการติดฉลากเอียงลดลงจาก 4.70 เปอร์เซ็นต์ของยอดผลิตเหลือเพียง 2 เปอร์เซ็นต์ของยอดผลิต คิดเป็น 57.45 เปอร์เซ็นต์

พิทักษ์ชน วิเศษ (2556) จากการศึกษางานวิจัย “การลดของเสียในการผลิตชิ้นไม้สับโดยการออกแบบการทดลอง” เป็นศึกษาที่ทำการออกแบบการทดลองโดยใช้วิธีการ 2^k Factorial Design เพื่อตัดปัจจัยที่ไม่มีอิทธิพลต่อขนาดไม้สับออกไปและทำการทดลองอีกครั้งโดยใช้ 3^k Factorial Design ในการหาสภาวะในการปรับตั้งเครื่องจักรเพื่อลดค่าความเบี่ยงเบนของค่าขนาดความยาวชิ้นไม้สับและลดของเสียในกระบวนการ หลังจากศึกษาหาปัจจัยที่เหมาะสมและได้นำไปปรับปรุงกระบวนการพบว่าสามารถลดของเสียจาก 5.74 เปอร์เซ็นต์เหลือเพียง 2.79 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็น 51.39 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินโครงงานและข้อมูลเบื้องต้น

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งในการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานเพื่อลดค่าความคาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นของแผ่นฟิล์ม ของบริษัท เคซีอี อีเลคโทรนิคส์ จำกัด จำกัด ซึ่งมีข้อมูลต่าง ๆที่นำมาประกอบในการทำโครงงานเพื่อทำการวิเคราะห์ปัญหาและปรับปรุงแก้ไขให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะประกอบด้วยข้อมูลต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3.1 ข้อมูลทั่วไปของบริษัท

ประวัติความเป็นมาขององค์กร/บริษัท

บริษัท เคซีอี อีเลคโทรนิคส์ จำกัด (มหาชน) เดิมชื่อ บริษัท ควงเจริญ อีเลคโทรนิคส์ จำกัด สำนักงานและโรงงานตั้งอยู่เลขที่ 72-72/1-3 นิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง ซอยฉลองกรุง 31 แขวงลำปลาทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ โทรศัพท์ (662) 326-0196 โทรสาร (662) 326-0300 เคซีอีฯ เริ่มก่อตั้งในปี 2525 ได้เข้าจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยในปี 2531 และแปรสภาพเป็นบริษัทมหาชนในปี 2535 ปัจจุบันมีทุนจดทะเบียน 500 ล้านบาท เรียกชำระแล้วรวม 462.497 ล้านบาท

KCE
ELECTRONICS
Public Company Limited.

รูปที่ 3.1 ตราสัญลักษณ์ของบริษัท KCE ELECTRONICS

เคซีอีฯ เป็นผู้ผลิตและจำหน่ายแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ หรือ PCB (PRINTED CIRCUIT BOARD) ซึ่งเป็นแผ่น EPOXY GLASS ที่มีสื่อนำไฟฟ้า เช่น ตะกั่ว ทองแดง เคลือบอยู่ภายใต้เครื่องหมายการค้า “KCE” ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเป็นชิ้นส่วนสำคัญขั้นพื้นฐานในการประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องมือสื่อสาร โทรคมนาคม เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์เกือบทุกประเภท บริษัท เคซีอี อีเลคโทรนิคส์ จำกัด (มหาชน) บริษัทแม่เป็นผู้ผลิตแผ่น PCB ประเภท MULTILAYER ปัจจุบันมีบริษัทย่อยคือ

1) บริษัท เค.ซี.อี. อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด โดยบริษัทฯได้ถือหุ้นอยู่จำนวน 94.99% มีโรงงานอยู่ที่นิคมอุตสาหกรรมบางปู ผลิตเฉพาะแผ่น PCB ประเภท DOUBLE SIDED PTH

2) บริษัท ไทยลามิเนต แมนูแฟคเจอเรอร์ จำกัด เป็นผู้ผลิตพรีเพรค และลามิเนต ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิต PCB บริษัทฯถือหุ้นของบริษัท ไทยลามิเนต อยู่จำนวน 71.20%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) บริษัท เคซีอี เทคโนโลยี จำกัด ซึ่งบริษัทฯถือหุ้นอยู่จำนวน 100% ผลิตและจำหน่ายแผ่น PCB โรงงานตั้งอยู่ที่นิคมอุตสาหกรรมไฮ - เทค จังหวัดพระนครศรีอยุธยา บริษัทฯ มีสำนักงานขายในยุโรป อเมริกา และสิงคโปร์ ซึ่งจะดำเนินงานด้านการขายและการตลาด เพื่อติดต่อกับลูกค้าในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก โดยบริษัทฯถือหุ้นของบริษัท เคซีอี อเมริกา อิงค์ อยู่ 50.00% และบริษัท เคซีอี สิงคโปร์ พีทีอี จำกัด อยู่ 49.00%

วิสัยทัศน์

บริษัทฯ เป็นผู้นำในการผลิต จำหน่าย และส่งออกแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยยึดถือนโยบายคุณภาพของบริษัทเป็นหลัก ผลิตและบริการลูกค้าให้ได้ตามที่ตกลงหรือดีกว่า โดยปรับปรุงคุณภาพอย่างต่อเนื่องและทำให้ถูกต้องในครั้งเดียว

พันธกิจ

- มุ่งมั่นในการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพและบริการที่เป็นเลิศ
- มุ่งมั่นในความรับผิดชอบต่อผู้มีส่วนได้เสียอย่างมืออาชีพ
- มุ่งมั่นสู่ความเป็นเลิศด้วยการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง
- อบรมและพัฒนาความรู้ความสามารถของพนักงานอย่างต่อเนื่อง
- รับผิดชอบและสนับสนุนสังคมส่วนรวม

นโยบายคุณภาพ

ผลิตและบริการลูกค้าให้ได้ตามที่ตกลง หรือดีกว่า โดยปรับปรุงคุณภาพอย่างต่อเนื่อง และทำให้ถูกต้องในครั้งเดียว

ข้อมูลทั่วไปของบริษัทที่เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์และบริการ

PCB เป็นส่วนประกอบสำคัญของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทุกประเภท อุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชิ้นที่ใช้อยู่ในชีวิตประจำวันจะต้องมีแผ่น PCB อย่างน้อย 1 ชิ้น หรือมากกว่า PCB เป็นส่วนประกอบพื้นฐานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ลักษณะเป็นแผ่นที่มีลายวงจรทองแดงเป็นทางเดินสัญญาณไฟฟ้าอยู่ ใช้สำหรับต่อวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อประกอบเป็นวงจรแทนการต่อวงจรด้วยสายไฟซึ่งมีความซับซ้อนและยุ่งยาก

PCB ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ แผ่นฐาน หรือซับสเต็รท (substrate) กับส่วนที่เป็นตัวนำแผ่นฐานเป็นฉนวนบาง ๆ ทำหน้าที่เป็นฐานที่วางและยึดติดตัวอุปกรณ์ โดยมีตัวนำไฟฟ้าที่เป็นทองแดงเป็นตัวต่อวงจรให้แก่อุปกรณ์ แผ่นฐานจะทำจากวัสดุอีพ็อกซีไฟเบอร์กลาส ซึ่งเป็นการทอใยแก้วเข้าด้วยกันแล้วยึดด้วยอีพ็อกซีเรซิ่น มีคุณสมบัติดี สามารถใช้งานได้กับงานหลายประเภทเพราะทนต่อความชื้นและอุณหภูมิสูง ไม่บิดงอได้ง่าย แผ่นฐานมักเป็นสีเขียวหรือสีฟ้าแผ่นวงจรนี้อาจทำเพียงหน้าเดียว หรือสองหน้า แต่ถ้าวงจรมีความหนาสูงและมีความซับซ้อน มาก ๆ ก็อาจจะต้องทำเป็นหลาย ๆ ชั้นก็ได้ ตามความต้องการของผู้ออกแบบ

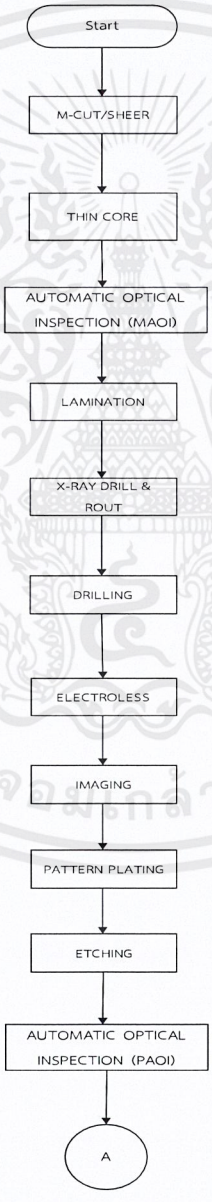
- PCB ชนิดหน้าเดียว (Single sided) มีเส้นลายวงจรเพื่อเชื่อมสัญญาณไฟฟ้าอยู่เพียงด้านเดียว
- PCB ชนิดสองหน้าเคลือบรู (Double sided Plated-Through Hole) มีเส้นลายวงจรเพื่อเชื่อมสัญญาณ ไฟฟ้าอยู่ทั้งสองด้าน มีการเจาะรูบนแผ่นฐานเพื่อเป็นที่ไว้สอดขาอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และมีการเคลือบผิวภายในรูด้วยทองแดง เพื่อเชื่อมต่อสัญญาณไฟฟ้าระหว่างด้านหน้าและด้านหลังของแผ่นบอร์ด

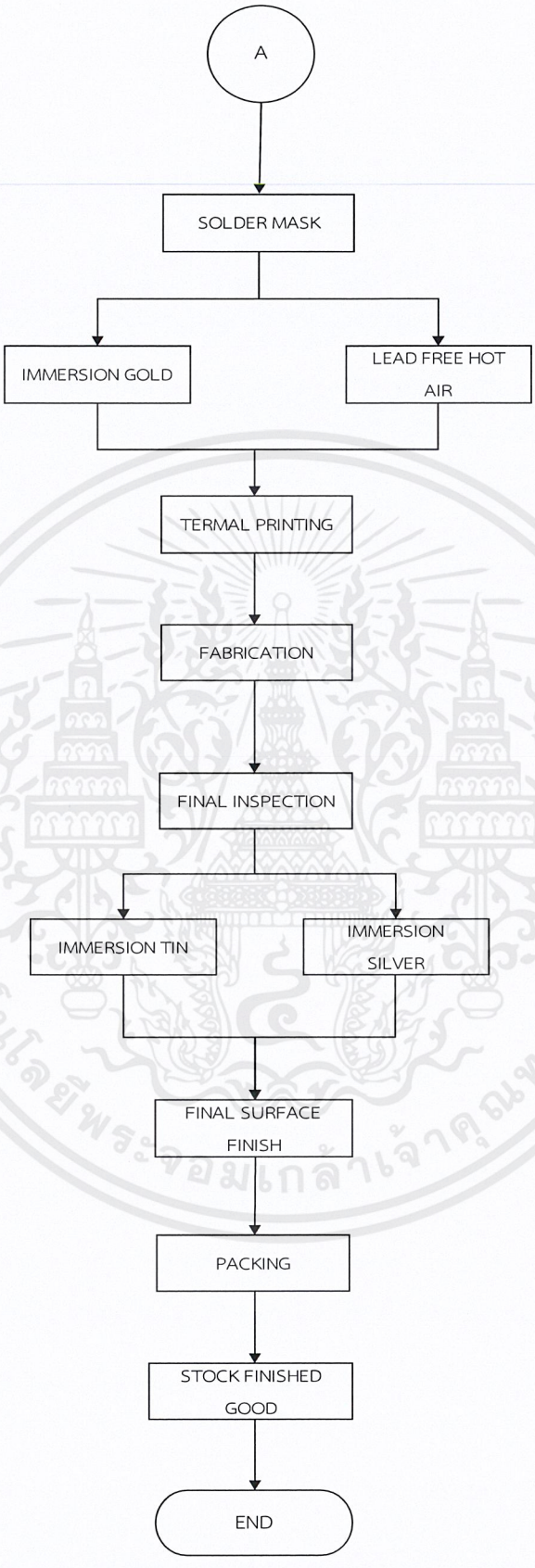
- PCB ชนิดหลายชั้น (Multilayer) มีเส้นลายวงจรเพื่อเชื่อมสัญญาณไฟฟ้าระหว่างชั้นใน (Inner Layer) และชั้นนอก (Outer Layer)

ทั้งนี้ PCB ที่บริษัทฯ เป็นผู้ผลิต มีอยู่ 2 แบบ คือ การผลิตแบบ 2 หน้าเคลือบรู (Double sided PLATED THROUGH HOLES PCB) และ การผลิตแบบหลายชั้น (Multilayer PCB) ซึ่งมีความซับซ้อนกว่าและใช้เทคโนโลยีสูงกว่าการผลิตแผ่นพิมพ์วงจรชนิด 2 หน้า ซึ่งในปัจจุบันบริษัทฯ มีความสามารถในการผลิตได้ตั้งแต่ 4 ชั้น ถึง 24 ชั้น ซึ่งมีขั้นตอนกระบวนการผลิตแสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 Flow Chart กระบวนการผลิตแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

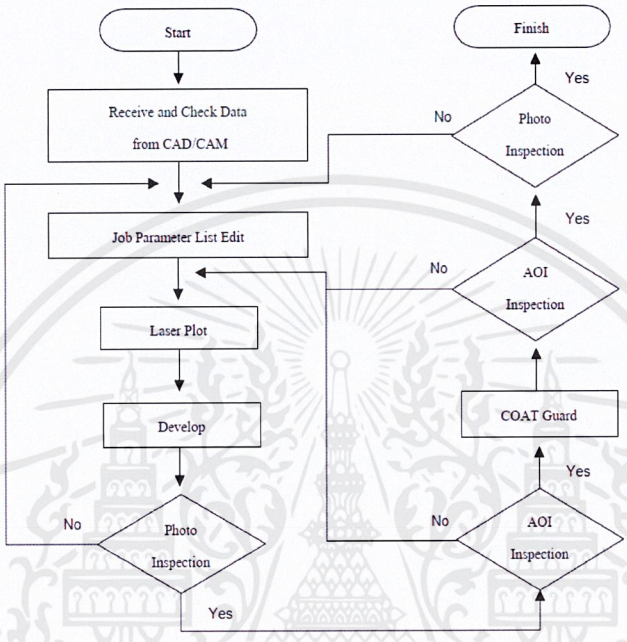


รูปที่ 3.2 (ต่อ) Flow Chart กระบวนการผลิตแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 แผนกที่ทำการศึกษา

การดำเนินงานครั้งนี้แผนกที่ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษานั้นคือแผนก PHOTO ซึ่งมีหน้าที่ในการผลิตแผ่นฟิล์มที่ใช้ในการสร้างลายวงจรลงบนบอร์ด โดยจะอยู่ในส่วนงานของ Exposure ทั้ง 3 ส่วนงาน ที่ใช้ในการสร้างลายวงจรชั้นใน (THINCORE), สร้างลายวงจรชั้นนอก (IMAGE), และพิมพ์ลายวงจรชั้นสุดท้ายเพื่อป้องกันสีไม่ให้โดนลายวงจร (SOLDERMASK) ซึ่งมีกระบวนการผลิตแผ่นฟิล์มแสดงดังรูปที่ 3.3

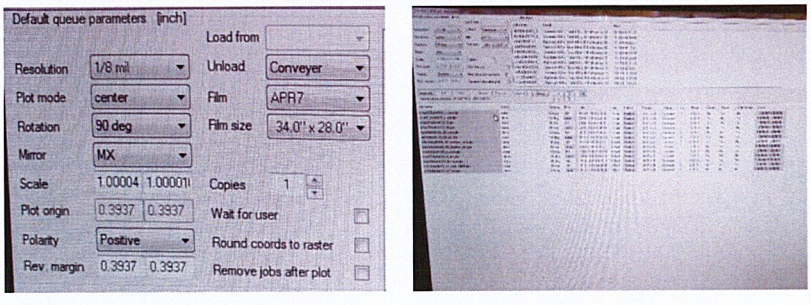


รูปที่ 3.3 Flow Chart กระบวนการทำงานของแผนก PHOTO

จากรูปที่ 3.3 แสดงลำดับขั้นตอนการทำงานของแผนก PHOTO ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

1. Receive and Check Data from CAD/CAM รับไฟล์งานและตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ใช้ในการสร้างลายวงจรจากแผนก CAD/CAM เพื่อนำมาพิมพ์ลายวงจรลงบนแผ่นฟิล์ม

2. Job Parameter List Edit ทำการปรับค่าพารามิเตอร์ (%Scale Plot) ในการพิมพ์แต่ละครั้ง ซึ่งแต่ละส่วนงานจะใช้ค่าพารามิเตอร์ที่ต่างกันออกไปเพื่อชดเชยความคาดเคลื่อนของแผ่นฟิล์ม



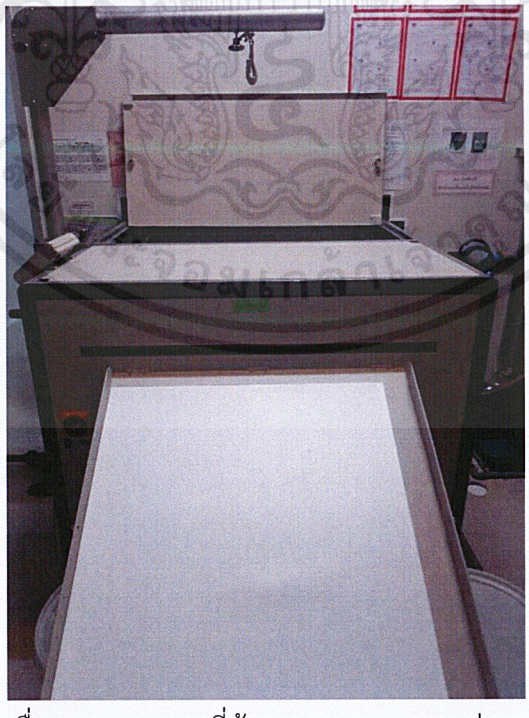
รูปที่ 3.4 ตัวอย่างหน้าจอที่ทำการปรับค่าพารามิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Laser Plot ทำการส่งไฟล์ที่ทำการตรวจสอบข้อมูลแล้วมาที่เครื่อง Laser-Plotter ดังรูปที่ 3.5 เพื่อพิมพ์ลายวงจรลงบนแผ่นฟิล์มโดยค่าพารามิเตอร์ของเครื่องจะถูกกำหนดไว้ตั้งแต่ขั้นตอน Job Parameter List Edit เรียบร้อยแล้ว

รูปที่ 3.5 เครื่อง Laser-Plotter ยี่ห้อ EIE รุ่น RP725-SXT

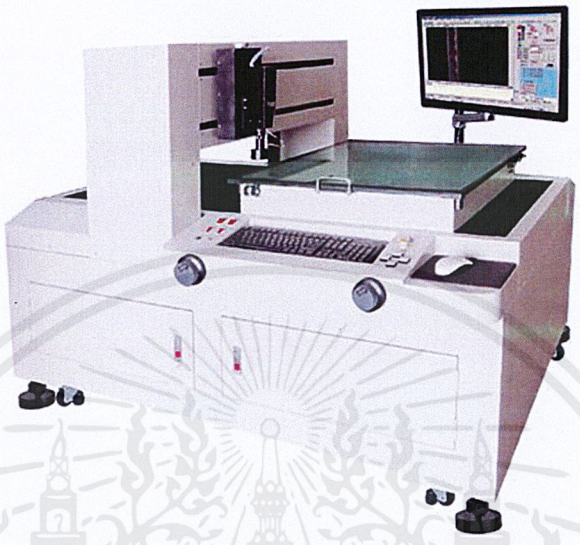
4. Develop ฟิล์มจะออกจากเครื่อง Laser-Plotter เข้าเครื่อง Developer ดังรูปที่ 3.6 โดยจะผ่านน้ำยา Develop, Fixer และน้ำเพื่อสร้างลายวงจรลงบนแผ่นฟิล์มและผ่านการเป่าลมเพื่อให้ฟิล์มแห้งก่อน เข้าสู่ขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 3.6 เครื่อง Developer ยี่ห้อ Echo Graphics รุ่น EG901 PCB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Photo Inspection ทำการตรวจสอบแผ่นฟิล์มที่พิมพ์ออกมาโดยจะตรวจสอบเป้าที่ใช้ในการขึ้นเครื่อง Exposure, ระยะห่างระหว่างเส้นลายวงจร, ความกว้างของเส้นลายวงจรและขนาดของแผ่นฟิล์ม โดยใช้เครื่องวัดแสดงดังรูปที่ 3.7 ถ้าค่าที่วัดไม่ได้พนักงานจะต้องแจ้งพิมพ์ใหม่โดยจะมีการปรับค่าพารามิเตอร์ใหม่ให้เหมาะสม



รูปที่ 3.7 เครื่อง Two-Dimensional Auto Vision Measurement ยี่ห้อ SUNWISE รุ่น SVM200-9075

6. AOI Inspection ทำการตรวจสอบ Defect ที่จะเกิดขึ้นกับแผ่นฟิล์มโดยใช้เครื่อง AOI และกล้องจุลทรรศน์ X5 X10 ดังรูปที่ 3.8 และ 3.9 ถ้าพบว่ามี Defect ที่ไม่สามารถแก้ไขได้จะทำการแจ้งพิมพ์ใหม่

รูปที่ 3.8 เครื่อง AOI ยี่ห้อ Orbotech รุ่น Discovery 8200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.9 กล้องจุลทรรศน์ 5X 10X

7. COAT Guard การเคลือบการ์ดหรือการเคลือบแผ่นพลาสติกลงไปที่ด้านลายวงจรอีก 1 ชั้นเพื่อป้องกันการเกิดรอยขีดข่วนจากพนักงานเวลาจับถือฟิล์มหรือระหว่างที่เครื่องจักรทำงาน

รูปที่ 3.10 เครื่องเคลือบการ์ด

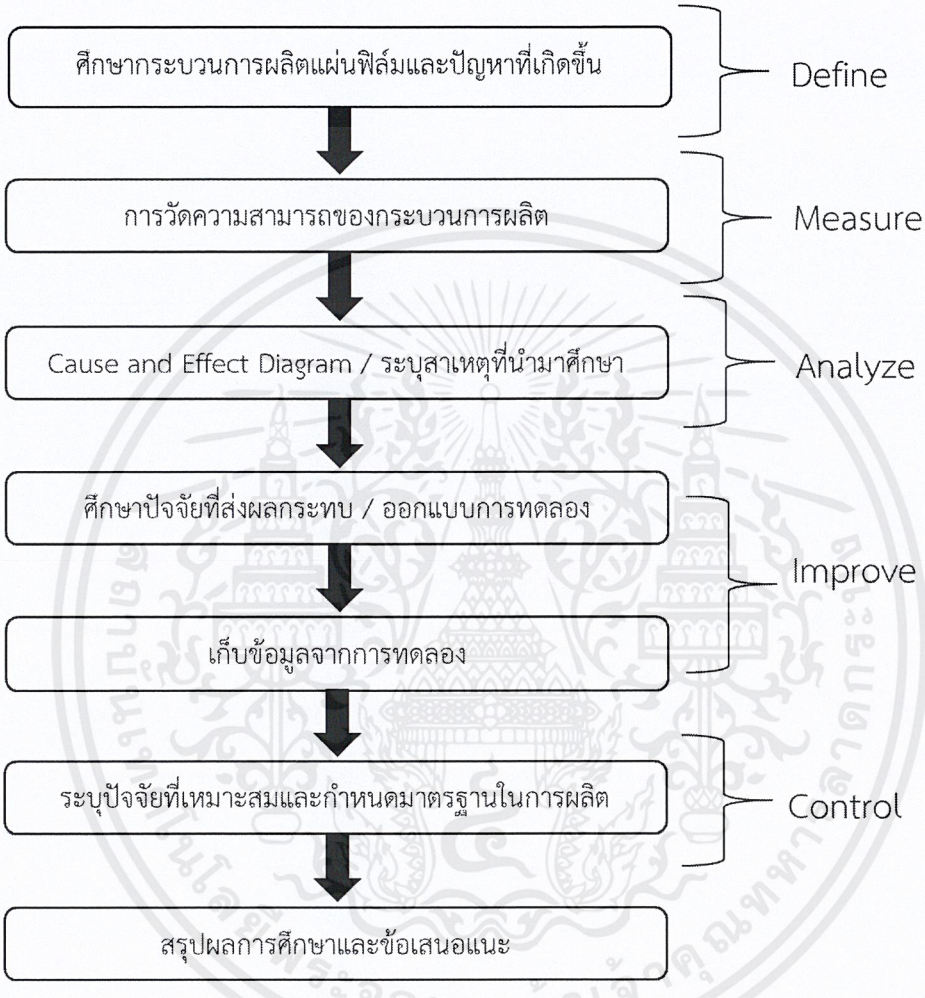
8. AOI Inspection การตรวจหา Defect รอบ 2 หลังทำการเคลือบการ์ดเพื่อเป็นการยืนยันอีกครั้งว่าแผ่นฟิล์มนั้นไม่มี Defect ที่ส่งผลกระทบกับลายวงจร

9. Photo Inspection ตรวจสอบขนาดของแผ่นฟิล์มขั้นสุดท้ายก่อนนำไปเก็บรอส่วนงานของ Exposure มาเบิกฟิล์มไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

ในการดำเนินงานครั้งนี้ผู้ศึกษาได้นำหลักการของซิกซ์ ซิกม่า (DMAIC) มาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตแผ่นฟิล์มโดยมี 5 ขั้นตอนคือ 1) การกำหนดปัญหา 2) การวัดระดับปัญหา 3) การวิเคราะห์ปัญหา 4) การปรับปรุงและ 5) การควบคุม แสดงดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 ขั้นตอนการดำเนินงาน

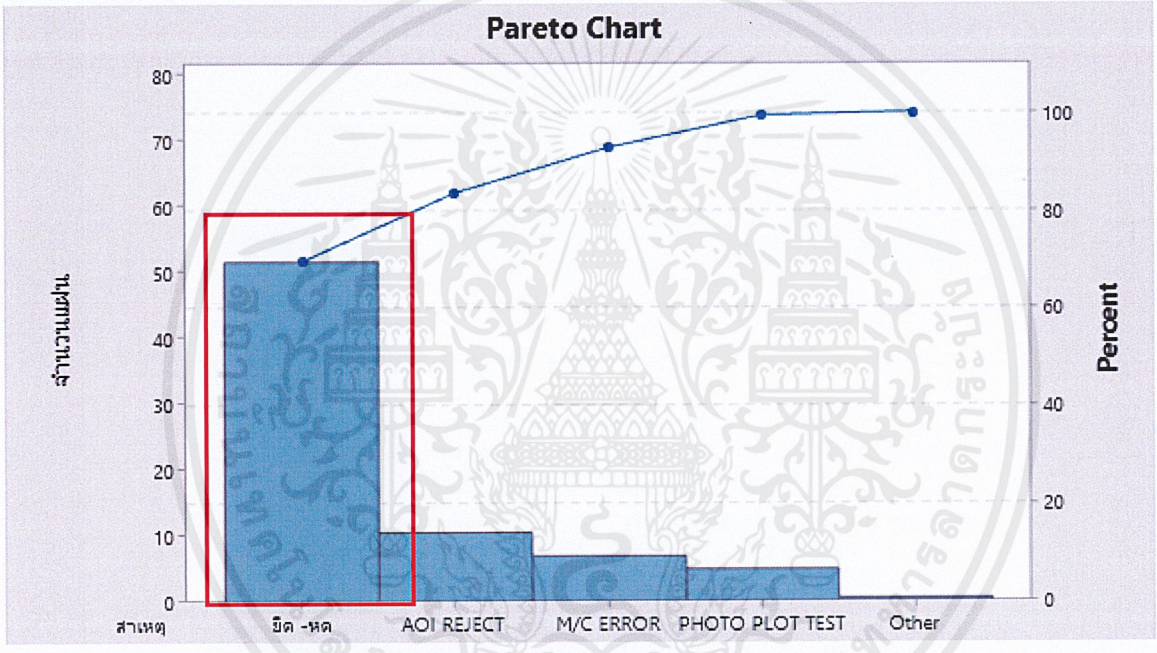
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูล

เนื้อหาในบทนี้จะทำตามขั้นตอนทั้ง 5 ขั้นตอนของหลักการซิกซ์ ซิกม่าที่ได้แสดงดังรูปที่ 3.11 (กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.3) เพื่อลดค่าความคาดเคลื่อนของกระบวนการผลิตแผ่นฟิล์ม

4.1. ขั้นตอนการกำหนดปัญหาของกระบวนการ (Define Phase)

จากการศึกษากระบวนการผลิตแผ่นฟิล์มพบว่ามีการเตรียมฟิล์มใหม่ที่เกิดจากแผนก PHOTO หลายสาเหตุดังรูปที่ 4.1 ทำให้ต้องเสียเวลาในการปรับเปลี่ยนแก้ไขงานและต้นทุนการผลิตที่เพิ่มขึ้น



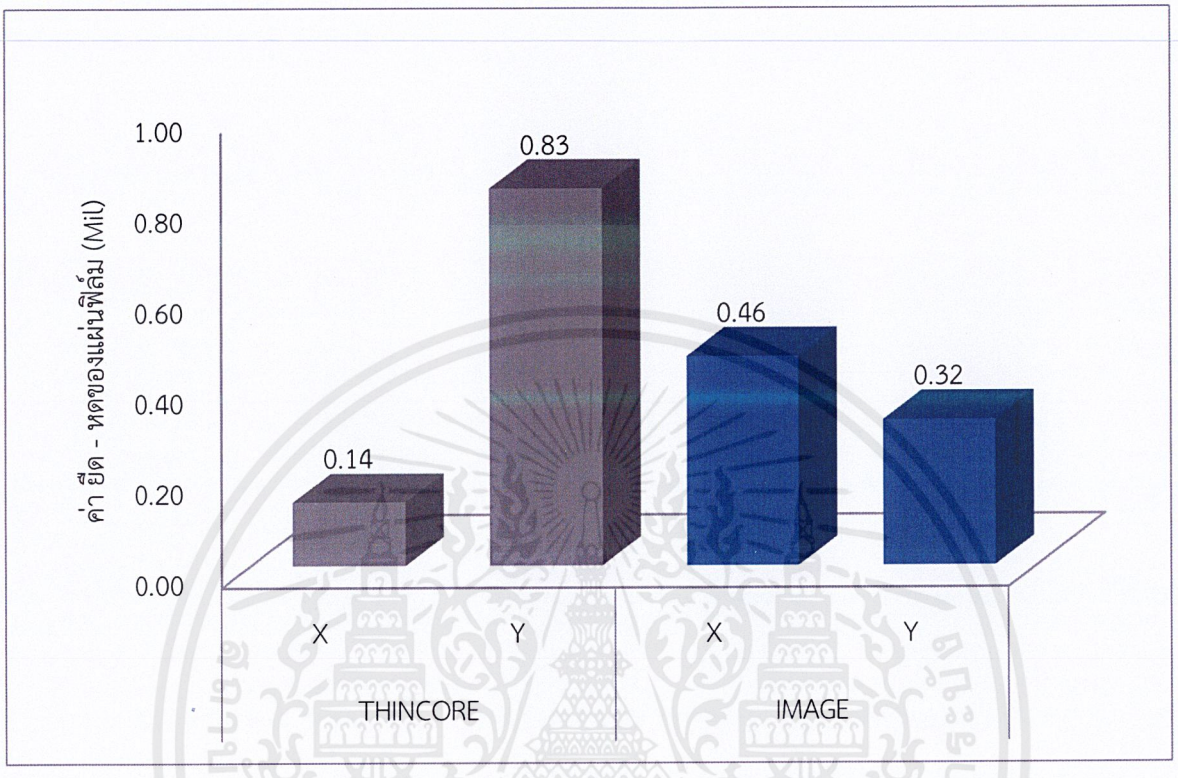
รูปที่ 4.1 จำนวนการเตรียมแผ่นฟิล์มที่เกิดจากแผนก PHOTO

จากรูปที่ 4.1 พบว่ามีการเตรียมแผ่นฟิล์มใหม่จากสาเหตุการยืด – หดของแผ่นฟิล์มซึ่งเป็นสาเหตุที่ส่งผลกระทบกับการเตรียมฟิล์มใหม่มากที่สุดคิดเป็น 69.26 % ของการเตรียมฟิล์มใหม่ที่เกิดจากแผนก PHOTO ทั้งหมด ดังนั้นผู้ศึกษาจึงได้เลือกสาเหตุการยืด – หดของแผ่นฟิล์มมาทำการศึกษาในครั้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2. ขั้นตอนการตรวจวัดปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการ (Measure Phase)

การทำความเข้าใจเกี่ยวกับความสามารถของกระบวนการผลิตแผ่นฟิล์มโดยศึกษาค่ายืด – หดของแผ่นฟิล์มที่เกิดขึ้นแบ่งตามส่วนงานทั้ง 2 ส่วนงาน แสดงดังรูปที่ 4.2



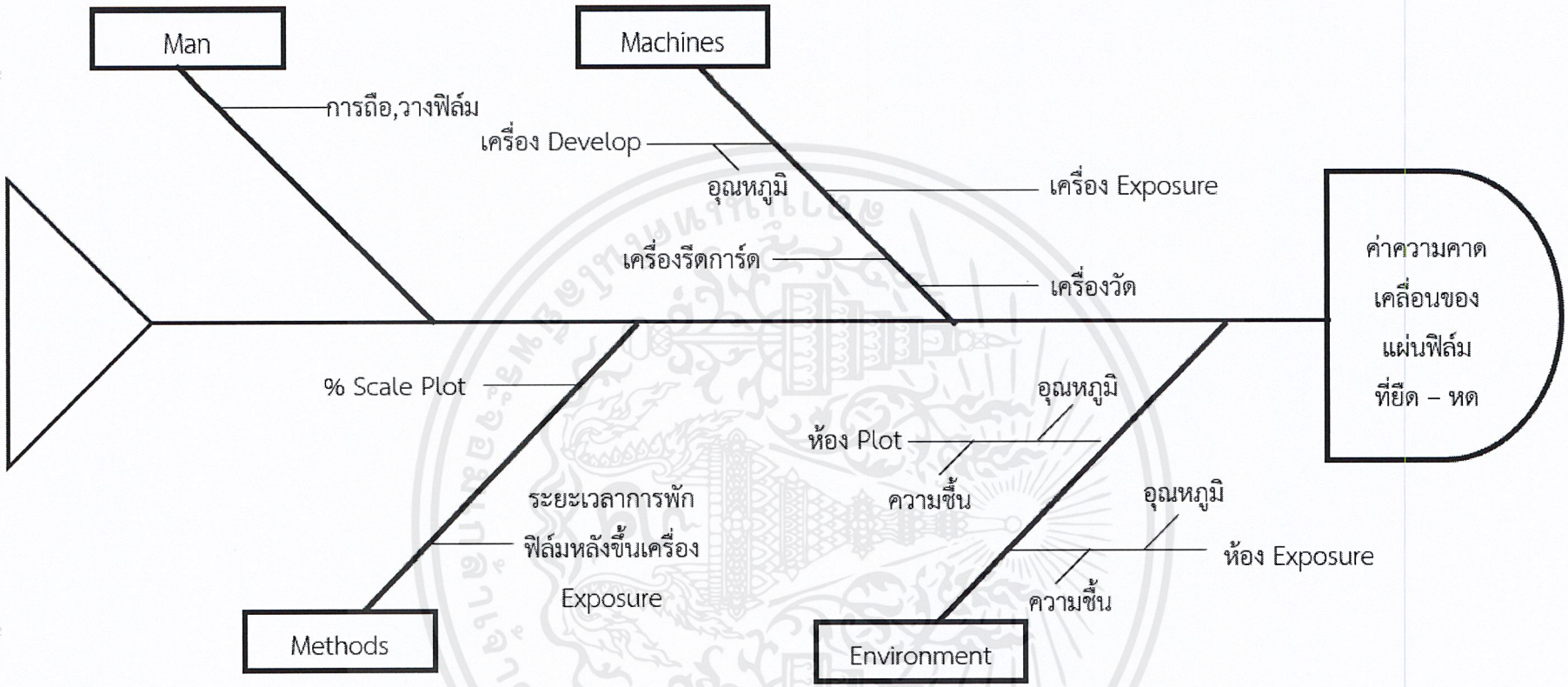
รูปที่ 4.2 ค่ายืด – หดของแผ่นฟิล์มที่เกิดขึ้นแบ่งตามส่วนงาน

จากรูปที่ 4.2 พบว่าส่วนงาน THINCORE มีค่าการยืด – หดของแผ่นฟิล์มแกน X อยู่ที่ 0.14 Mil แกน Y 0.83 Mil และส่วนงาน IMAGE แกน X อยู่ที่ 0.46 Mil แกน Y 0.32 Mil

4.3. ขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในกระบวนการ (Analyze Phase)

ผู้ศึกษาได้มีการระดมความคิด (Brainstorm) กับพนักงานและหัวหน้างานที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตแผ่นฟิล์มเพื่อหาสาเหตุที่ทำให้แผ่นฟิล์มมีการยืด – หด โดยใช้แผนภูมิก้างปลาในการกำหนดสาเหตุของปัญหาแสดงไว้ดังรูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แผนภูมิก้างปลาที่ได้จากการใช้วิธีระดมความคิด

จากรูปที่ 4.3 จากการระดมความคิดเพื่อแจกแจงสาเหตุที่ทำให้แผ่นฟิล์มมีค่ายืด – หดที่ต่างกันออกไป โดยใช้แผนภูมิก้างปลาพบว่าสาเหตุของปัญหาหรือปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหานั้นมีหลายปัจจัยสามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

1. คนหรือพนักงาน (Man) ที่ปฏิบัติงานในกระบวนการผลิตแผ่นฟิล์ม

- การจับถือหรือการวางแผ่นฟิล์ม พนักงานแต่ละคนมีการเคลื่อนย้ายแผ่นฟิล์มที่ไม่เหมือนกันอยู่ที่ความระมัดระวังของพนักงานแต่ละคนซึ่งส่งผลให้ค่าของแผ่นฟิล์มนั้นมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย

2. เครื่องจักร (Machine) ที่ใช้ในกระบวนการผลิตแผ่นฟิล์ม

- เครื่อง Develop เป็นเครื่องที่มีการกำหนดอุณหภูมิไว้อยู่ที่ 40 °C เพื่อใช้ในการเป่าแผ่นฟิล์มให้แห้งหลังออกจากเครื่อง Develop ซึ่งการเป่าแผ่นฟิล์มแห้งหรือไม่แห้งนั้นส่งผลกับขนาดของแผ่นฟิล์ม

- เครื่องรีดการ์ด เป็นเครื่องที่รีดพลาสติกลงบนแผ่นฟิล์มเพื่อป้องกันการเกิดรอยบริเวณด้านเนื้อฟิล์ม (ด้านลายวงจร) โดยการรีดการ์ดจะส่งผลให้ขนาดของแผ่นฟิล์มมีค่าที่หดลง

- เครื่อง Exposure เป็นเครื่องที่อยู่ในการควบคุมของส่วนงาน Production ที่แผนก PHOTO ทำการเตรียมแผ่นฟิล์มให้ หลังจากที่แผ่นฟิล์มทำการขึ้นเครื่อง Exposure แล้วแผ่นฟิล์มที่คืนมาจะมีค่าที่หดลง

- เครื่องวัด เป็นเครื่องที่ใช้ในการเตรียมแผ่นฟิล์มวัดงานทั้งหมดโดยเป้าที่ใช้วัดจะมีทั้งหมด 2 แบบ คือเป้า Dot ◉ กับเป้าบวก + ซึ่งการเลือกวัดเป้าแต่ละชนิดจะส่งผลต่อค่าที่วัดได้ของแผ่นฟิล์ม

3. วิธิการ (Method) ที่ปฏิบัติในกระบวนการผลิตแผ่นฟิล์ม

- % Scale Plot เป็นค่า Scale Plot ที่พนักงานสั่งพิมพ์แผ่นฟิล์มจะใส่ให้กับเครื่อง Laser-Plotter เพื่อชดเชยค่าความคาดเคลื่อนของแผ่นฟิล์มที่เกิดขึ้น

- ระยะเวลาการพักแผ่นฟิล์มหลังลงเครื่อง Exposure คือระยะเวลาที่ค่าของแผ่นฟิล์มเริ่มมีการคืนตัวจนถึงค่าที่เหมาะสมที่จะนำแผ่นฟิล์มกลับมาใช้งานได้อีกครั้ง

4. สภาพแวดล้อม (Environment) สภาพแวดล้อมของห้องทำงานในกระบวนการผลิตแผ่นฟิล์ม

- อุณหภูมิห้อง Plot คืออุณหภูมิที่อยู่บริเวณห้องพิมพ์แผ่นฟิล์มที่เครื่อง Laser-Plotter อยู่ซึ่งจะมีการควบคุมไว้อยู่ที่ 23±2 °C

- ความชื้นห้อง Plot คือความชื้นที่อยู่บริเวณห้องพิมพ์แผ่นฟิล์มที่เครื่อง Laser-Plotter อยู่ซึ่งจะมีการควบคุมไว้อยู่ที่ 55±3 %RH

- อุณหภูมิห้อง Exposure คืออุณหภูมิบริเวณห้องที่ใช้ในการเตรียมฟิล์มหลังออกจากเครื่อง Develop ซึ่งจะอยู่ร่วมกันกับส่วนงานของ Exposure ที่นำฟิล์มไปถ่ายโดยจะมีการควบคุมไว้อยู่ที่ 23±2 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความชื้นห้อง Exposure คือความชื้นบริเวณห้องที่ใช้ในการเตรียมฟิล์มหลังออกจากเครื่อง Develop ซึ่งจะอยู่ร่วมกันกับส่วนงานของ Exposure ที่นำฟิล์มไปถ่ายโดยจะมีการควบคุมไว้อยู่ที่ 55±3 %RH

จากการระดมความคิดร่วมกับผู้เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตแผ่นฟิล์ม ผู้ศึกษาได้เลือกปัจจัยทั้งหมด 4 ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ % Scale Plot, ระยะเวลาการพักฟิล์มหลังลงเครื่อง Exposure, อุณหภูมิและความชื้นห้อง Exposure

4.4. ขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improve Phase)

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาได้เลือกศึกษาเฉพาะปัจจัยที่คาดว่ามีผลกระทบกับแผ่นฟิล์มและได้แบ่งลักษณะการทำงานหลัก ๆ เป็น 3 ส่วนดังนี้

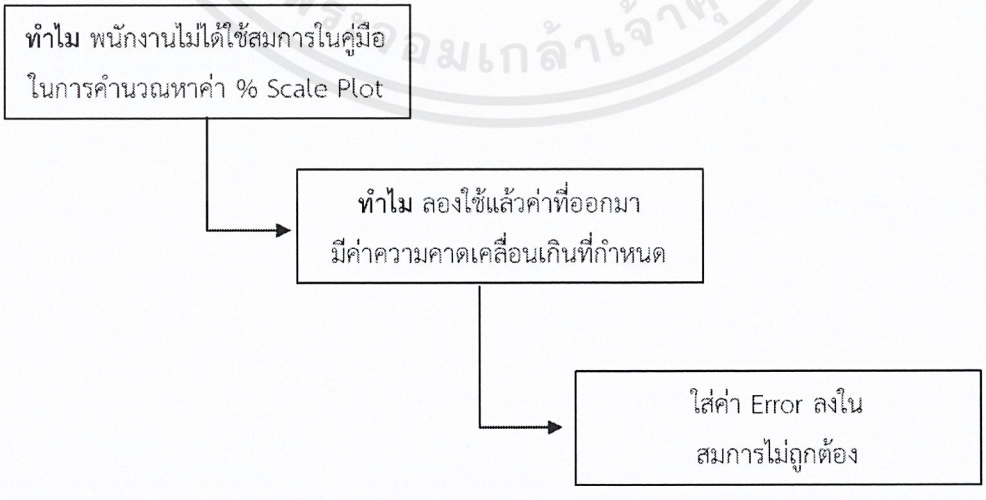
4.4.1 การวิเคราะห์การใช้ % Scale Plot ของพนักงาน

4.4.2 การศึกษาระยะเวลาพักแผ่นฟิล์มที่เหมาะสมหลังลงจากเครื่อง Exposure

4.4.3 การออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยระหว่างอุณหภูมิกับความชื้นที่ส่งผลกระทบกับแผ่นฟิล์ม

4.4.1 การวิเคราะห์การใช้ % Scale Plot ของพนักงาน

จากการศึกษาคู่มือการพล็อตแผ่นฟิล์มพบว่ามีสมการที่ใช้ในการคำนวณ % Scale Plot งาน คือ % Scale Plot = $\frac{\pm \text{Error} \times 100}{\text{ระยะแกน} \times 1000}$ ซึ่งจากการศึกษาสภาพปัจจุบันพบว่าการทำงานจริงพนักงานไม่ได้ใช้สมการที่กำหนดไว้ในคู่มือการทำงาน ผู้ศึกษาจึงได้นำหลักการของ Why-Why Analysis มาประยุกต์ใช้เพื่อหาสาเหตุ แสดงดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 Why – Why Analysis

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการนำหลักการของ Why-Why Analysis มาใช้พบว่าพนักงานใส่ค่าความคาดเคลื่อนของขนาดแผ่นฟิล์ม (Error) ที่ต้องการไม่ถูกต้องเนื่องจากค่า Error ที่ใส่ในสมการต้องมาจากค่าที่วัดได้ก่อนรีดการ์ด, หลังรีดการ์ด, ก่อนขึ้น Exposure นำมาคิดชดเชยเพื่อให้ได้ค่า Error ที่เหมาะสม ดังนั้นผู้ศึกษาจึงได้ทำการเก็บข้อมูลส่วนนี้ โดยเริ่มจากการแบ่งขนาดของแผ่นฟิล์มที่จะพิมพ์ตามขนาดของบอร์ดเป็นกลุ่ม ดังตารางที่ 4.1 และทำการเก็บข้อมูลค่า Error ทั้ง 2 ส่วนงาน ดังตารางที่ 4.2, 4.3, 4.4 เพื่อใช้ในการคิด % Scale Plot ให้กับพนักงาน

ตารางที่ 4.1 การจัดกลุ่มขนาดของแผ่นฟิล์มตามขนาดของบอร์ด

แกน X		แกน Y	
PANEL RANGE (inch)	กลุ่ม	PANEL RANGE (inch)	กลุ่ม
16"-21.99"	1	20"-25.99"	1
22"-25.99"	2	26"-31.99"	2

ตารางที่ 4.2 ค่าความคาดเคลื่อนของขนาดแผ่นฟิล์มส่วนงาน THINCORE

กลุ่ม (X,Y)	จำนวนข้อมูล	Error ก่อนรีดการ์ด		Error หลังรีดการ์ด		Error ก่อนขึ้นเครื่อง Exposure		รวม	
		X (mil)	Y (mil)	X (mil)	Y (mil)	X (mil)	Y (mil)	X (mil)	Y (mil)
1,1	50	0.71	1.42	-0.31	-0.28	-0.13	-0.23	0.26	0.91
1,2	50	0.75	1.45	-0.30	-0.34	-0.26	-0.31	0.19	0.80
2,1	50	0.66	1.33	-0.32	-0.29	-0.30	-0.23	0.03	0.80
2,2	50	0.60	1.31	-0.24	-0.25	-0.28	-0.27	0.08	0.79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ค่าความคาดเคลื่อนของขนาดแผ่นฟิล์มส่วนงาน IMAGE SIDE A

กลุ่ม (X,Y)	จำนวนข้อมูล	Error ก่อนรีดการ์ด		Error หลังรีดการ์ด		Error ก่อนขึ้นเครื่อง Exposure		รวม	
		X (mil)	Y (mil)	X (mil)	Y (mil)	X (mil)	Y (mil)	X (mil)	Y (mil)
1,1	50	1.16	1.31	-0.34	-0.43	-0.32	-0.35	0.50	0.53
1,2	50	1.05	1.33	-0.30	-0.42	-0.30	-0.37	0.45	0.55
2,1	50	1.15	1.37	-0.34	-0.44	-0.29	-0.38	0.53	0.55
2,2	50	1.19	1.28	-0.34	-0.43	-0.30	-0.34	0.55	0.51

ตารางที่ 4.4 ค่าความคาดเคลื่อนของขนาดแผ่นฟิล์มส่วนงาน IMAGE SIDE B

กลุ่ม (X,Y)	จำนวนข้อมูล	Error ก่อนรีดการ์ด		Error หลังรีดการ์ด		Error ก่อนขึ้นเครื่อง Exposure		รวม	
		X (mil)	Y (mil)	X (mil)	Y (mil)	X (mil)	Y (mil)	X (mil)	Y (mil)
1,1	50	0.92	1.31	-0.24	-0.43	-0.29	-0.33	0.38	0.55
1,2	50	0.96	1.29	-0.24	-0.41	-0.32	-0.41	0.40	0.47
2,1	50	1.03	1.31	-0.27	-0.43	-0.32	-0.35	0.45	0.53
2,2	50	1.03	1.33	-0.32	-0.45	-0.32	-0.34	0.39	0.54

จากตารางที่ 4.2, 4.3, 4.4 นำค่า Error ที่ได้ มาคำนวณหา % Scale Plot จากสมการ $\%\ \text{Scale Plot} = \frac{\pm\ \textbf{Error} \times 100}{\text{ระยะแกน} \times 1000}$ แต่ละส่วนงานให้กับพนักงานซึ่งค่า % Scale Plot ที่ได้จากการคำนวณแสดงดังตารางที่ 4.5, 4.6, 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ค่า % Scale Plot ส่วนงาน THINCORE

แกน X		แกน Y	
PANEL RANGE (inch)	Scale plot	PANEL RANGE (inch)	Scale plot
16"-21.99"	-0.0040	20"-25.99"	-0.0020
22"-25.99"	-0.0030	26"-31.99"	-0.0010

ตารางที่ 4.6 ค่า % Scale Plot ส่วนงาน IMAGE SIDE A

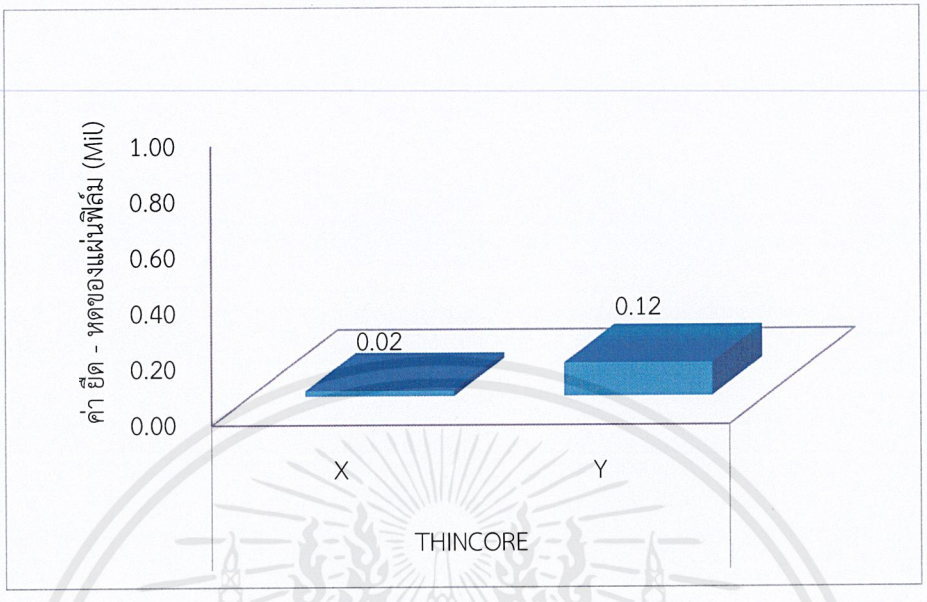
แกน X		แกน Y	
PANEL RANGE (inch)	Scale plot	PANEL RANGE (inch)	Scale plot
16"-21.99"	0.0000	20"-25.99"	0.0040
22"-25.99"	0.0010	26"-31.99"	0.0040

ตารางที่ 4.7 ค่า % Scale Plot ส่วนงาน IMAGE SIDE B

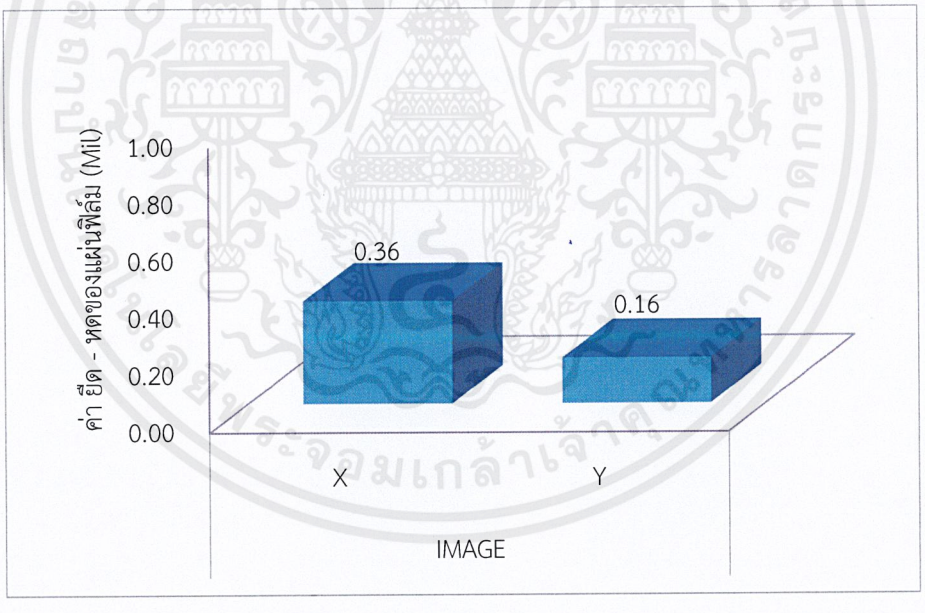
แกน X		แกน Y	
PANEL RANGE (inch)	Scale plot	PANEL RANGE (inch)	Scale plot
16"-25.99"	0.0060	20"-31.99"	0.0040

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองปรับค่า % Scale Plot ของพนักงานทำให้ได้ค่าความคาดเคลื่อนของแผ่นฟิล์ม ที่วัดได้แต่ละส่วนงาน แสดงดังรูปที่ 4.5, 4.6



รูปที่ 4.5 ผลการทดลองส่วนงาน THINCORE

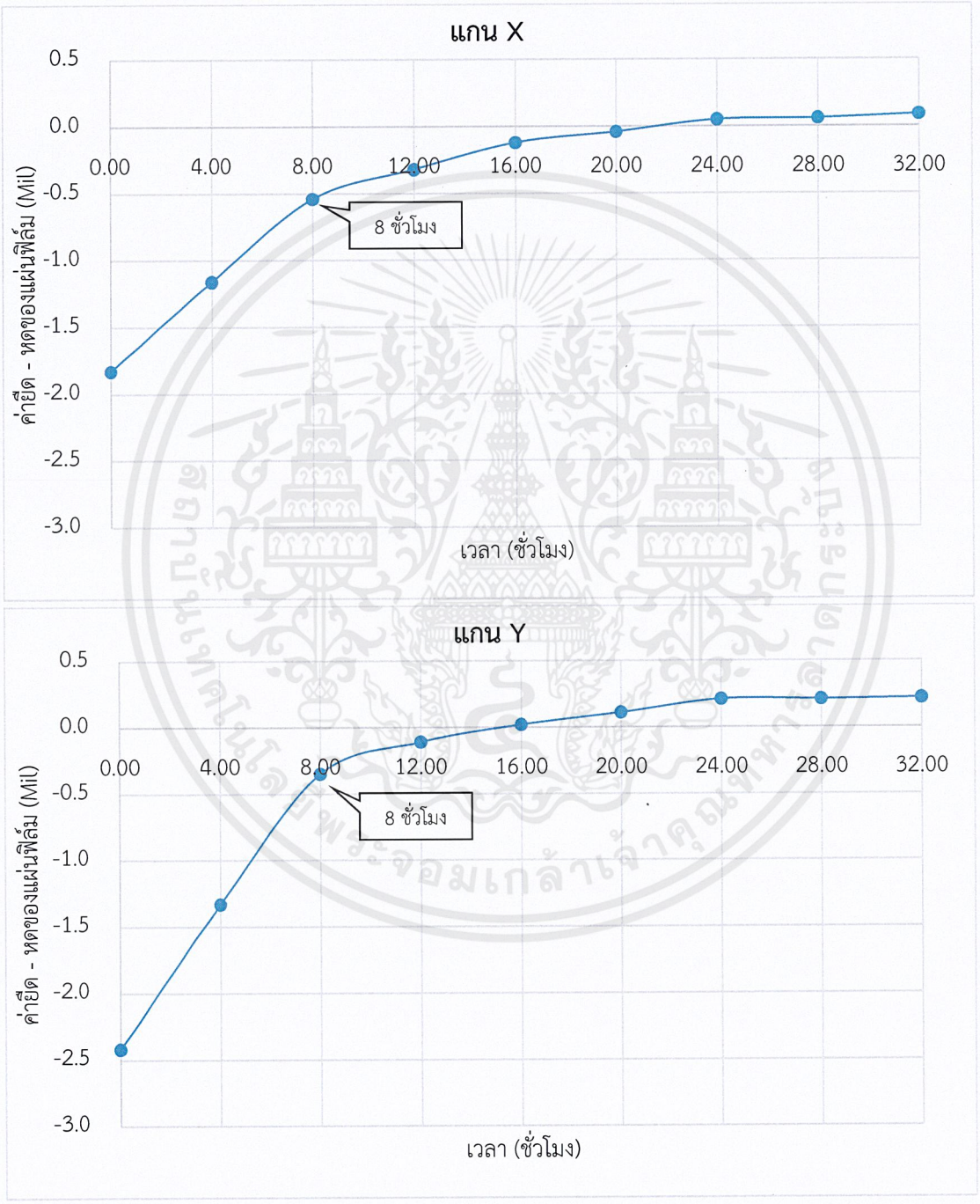


รูปที่ 4.6 ผลการทดลองส่วนงานของ IMAGE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

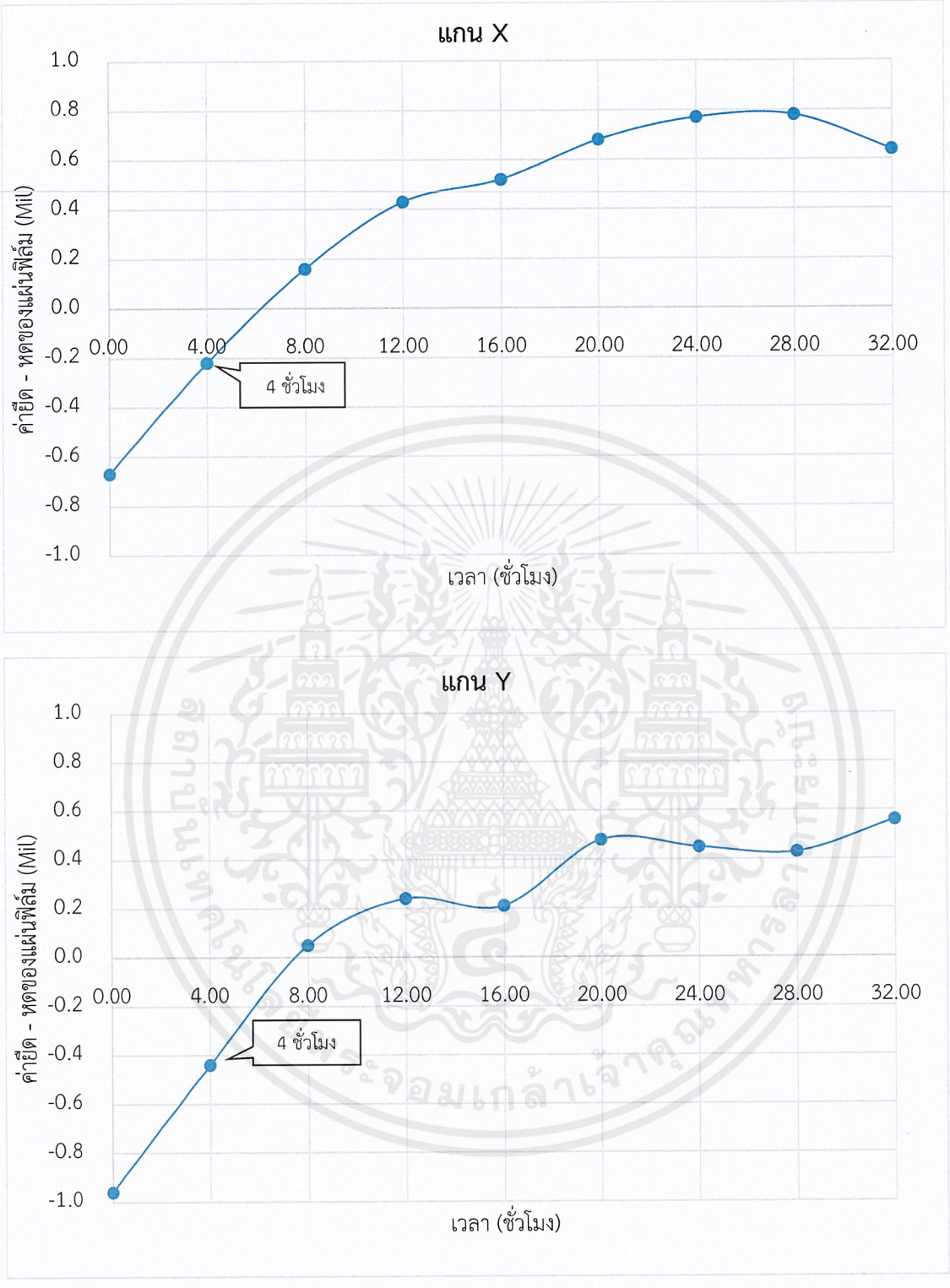
4.4.2. การศึกษาระยะเวลาการพักแผ่นฟิล์มที่เหมาะสมหลังลงจากเครื่อง Exposure

ทำการศึกษาเก็บข้อมูลแผ่นฟิล์มหลังลงจากเครื่อง Exposure ทันที เพื่อศึกษาระยะเวลาของแผ่นฟิล์มที่เหมาะสมที่ทำให้ค่าของแผ่นฟิล์มเริ่มมีการคืนตัวแล้วนำระยะเวลาที่เหมาะสมไปกำหนดเป็นมาตรฐานในการเตรียมแผ่นฟิล์มให้พร้อมสำหรับการใช้งานครั้งถัดไปของแผนก PHOTO แสดงดังรูปที่ 4.7, 4.8



รูปที่ 4.7 ระยะเวลาพักของแผ่นฟิล์มแกน X และแกน Y ส่วนงาน THINCORE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 ระยะเวลาพักของแผ่นฟิล์มแกน X และแกน Y ส่วนงาน IMAGE

จากรูปที่ 4.7, 4.8 พบว่าแต่ละส่วนงานมีระยะเวลาการพักฟิล์มที่เหมาะสมต่างกันขึ้นกับลักษณะการทำงาน, อุณหภูมิและความชื้นของห้อง Exposure แต่ละส่วนงาน โดยมีระยะเวลาพักฟิล์มที่เหมาะสมดังนี้ส่วนงาน THINCORE อยู่ที่ 8 ชั่วโมง และส่วนงาน IMAGE อยู่ที่ 4 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3. การออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยระหว่างอุณหภูมิกับความชื้นที่ส่งผลกระทบกับแผ่นฟิล์ม

ทำการออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยของอุณหภูมิและความชื้นที่ส่งผลกระทบกับการยืด – หดตัวของแผ่นฟิล์มและกำหนดช่วงของอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตแผ่นฟิล์ม ซึ่งการออกแบบการทดลองมีขั้นตอนดังนี้

4.4.3.1 ปัจจัยในการทดลอง

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบกับการยืด – หดตัวของแผ่นฟิล์มที่ทำการศึกษามี 2 ปัจจัยคืออุณหภูมิและความชื้นห้อง Exposure ซึ่งเป็นปัจจัยที่ต้องหาค่าที่เหมาะสมสำหรับการทำงาน โดยปัจจัยทั้ง 2 ปัจจัยนี้ประกอบด้วย 3 ระดับ โดยกำหนดช่วงของปัจจัยในการทดลองคือ

ปัจจัย A คือ อุณหภูมิห้อง Exposure ทำการศึกษาอยู่ที่ 22 - 24 องศาเซลเซียส

ปัจจัย B คือ ความชื้นห้อง Exposure ทำการศึกษาอยู่ที่ 50 - 58 %RH

โดยผู้ศึกษาได้กำหนดปัจจัย ระดับและสัญลักษณ์ แสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ปัจจัยและระดับการทดลอง

ปัจจัย	ระดับของปัจจัย (Level)			หน่วย
	-1	0	1	
อุณหภูมิ (Temperature)	22	23	24	องศาเซลเซียส (°C)
ความชื้น (Humidity)	50-52	53-55	56-58	Relative Humidity %RH

4.4.3.2. ตัวแปรตอบสนอง

ในการทดลองนี้มีตัวแปรตอบสนองทั้งหมด 2 ตัวคือ ค่าของขนาดแผ่นฟิล์มที่วัดได้ในแนวแกน X และแกน Y

4.4.3.3. การออกแบบการทดลอง

ในการออกแบบการทดลองนี้จะใช้วิธีการออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล (Factorial) แบบ 3^k โดยที่ 3 แทนระดับของปัจจัย และ k คือจำนวนของปัจจัยนำเข้าซึ่งการศึกษาครั้งนี้คือ 2 โดยการทดลองนี้ได้นำหลักการของการสุ่ม (Randomization) ประกอบกับการใช้เทคนิคการทดลองซ้ำ (Replication) ทั้งหมด 4 ครั้ง เข้ามาใช้ประกอบเพื่อช่วยเพิ่มความถูกต้องของข้อมูล ดังตารางที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 การออกแบบการทดลอง Factorial

ลำดับการทดลอง มาตรฐาน	ลำดับการทดลอง ตามการสุ่ม	อุณหภูมิ (°C) ห้อง Exposure	ความชื้น (%RH) ห้อง Exposure
1	10	0	-1
2	3	1	1
3	11	1	1
4	31	1	0
5	14	1	-1
6	29	-1	0
7	20	-1	1
8	23	0	0
9	33	-1	-1
10	15	-1	1
11	8	0	1
12	18	-1	0
13	17	0	-1
14	28	-1	-1
15	5	1	-1
16	19	1	-1
17	7	0	0
18	22	-1	-1
19	26	1	-1
20	12	0	1
21	9	-1	0
22	32	-1	1
23	27	1	1
24	35	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 การออกแบบการทดลอง Factorial (ต่อ)

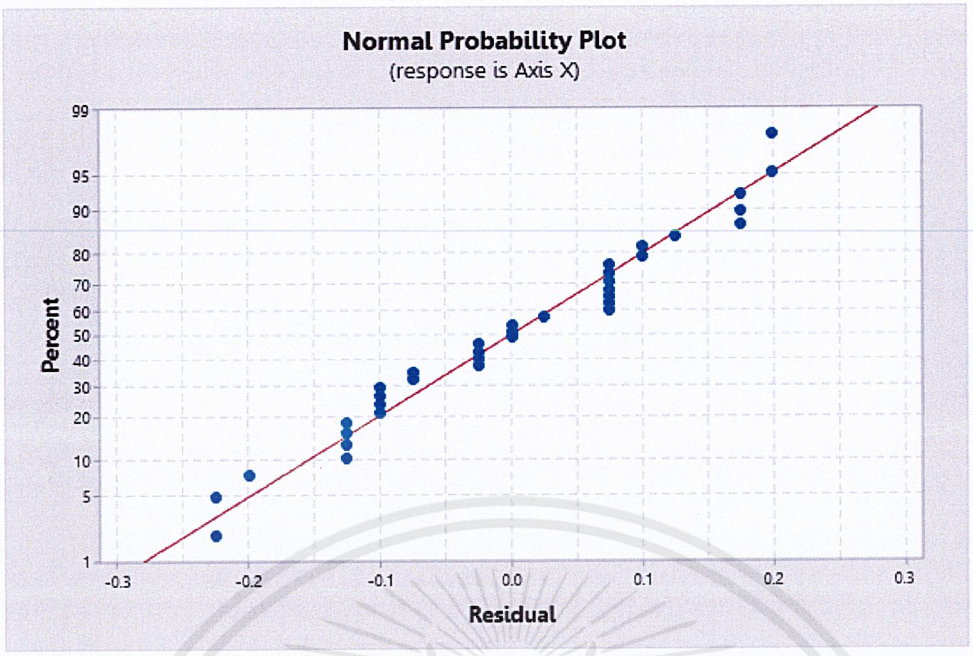
ลำดับการทดลอง มาตรฐาน	ลำดับการทดลอง ตามการสุ่ม	อุณหภูมิ (°C) ห้อง Exposure	ความชื้น (%RH) ห้อง Exposure
25	6	1	0
26	24	0	1
27	1	-1	-1
28	25	1	1
29	21	1	0
30	16	-1	0
31	4	0	0
32	2	-1	1
33	34	1	0
34	36	0	-1
35	30	0	1
36	13	0	-1

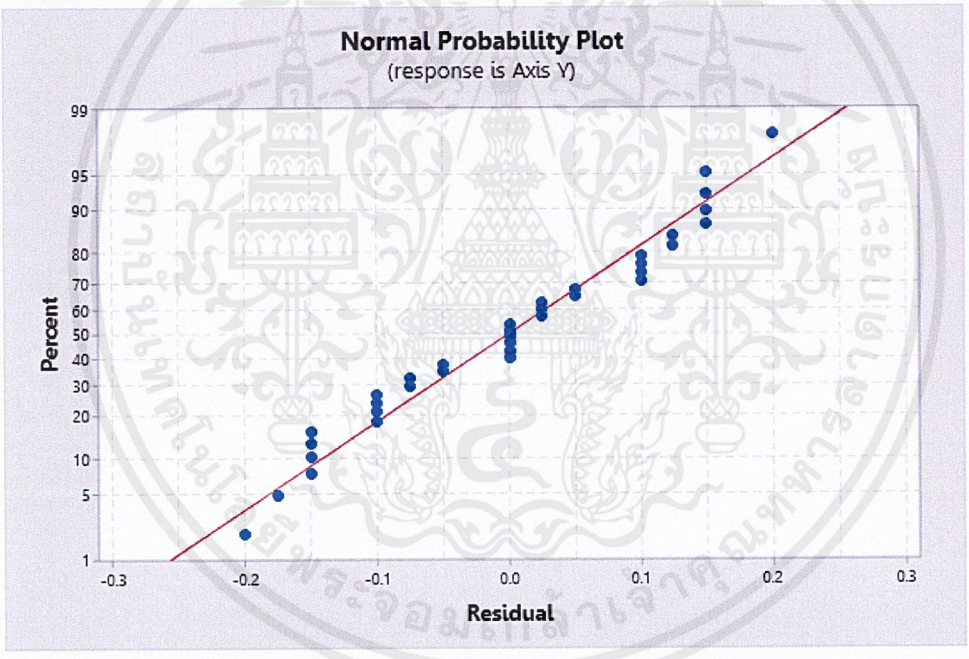
4.4.3.4. การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model Adequacy Checking)

เป็นการการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล เพื่อทราบถึงความแปรปรวนว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ โดยมีการตรวจสอบดังนี้

1. การตรวจสอบการกระจายแบบแจกแจงปกติ (Normal Distribution) เป็นการตรวจสอบค่าส่วนตกค้าง (Residual) ของข้อมูลว่ามีการกระจายตัวแบบปกติหรือไม่ จากรูปที่ 4.9 จะเห็นได้ว่ากราฟมีลักษณะเป็นเส้นตรงหรือใกล้เคียงเส้นตรงซึ่งเป็นการแสดงถึงข้อมูลจากการทดลองที่มีลักษณะการกระจายตัวแบบปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

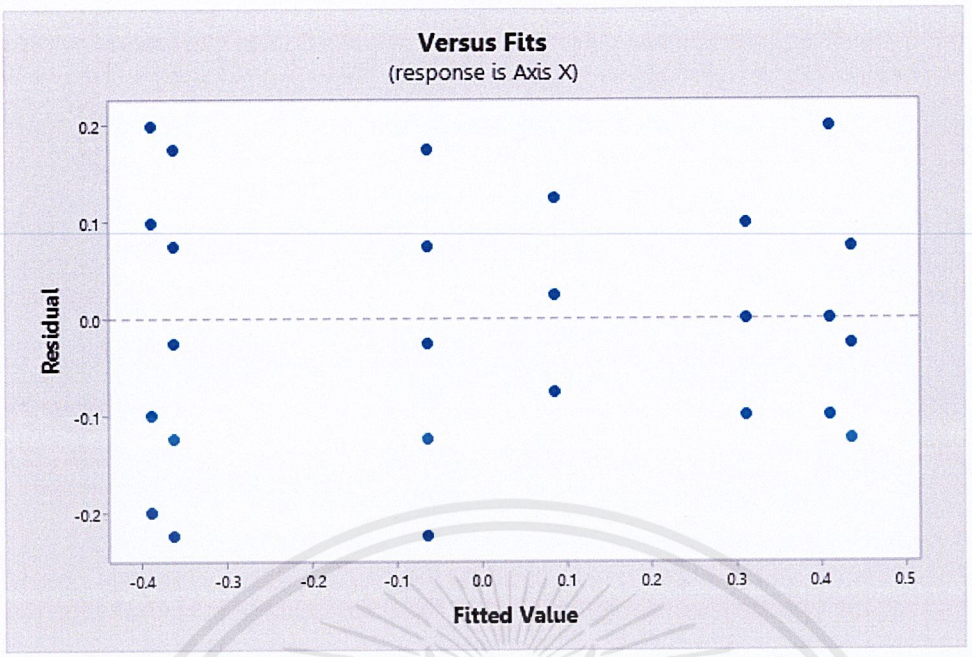


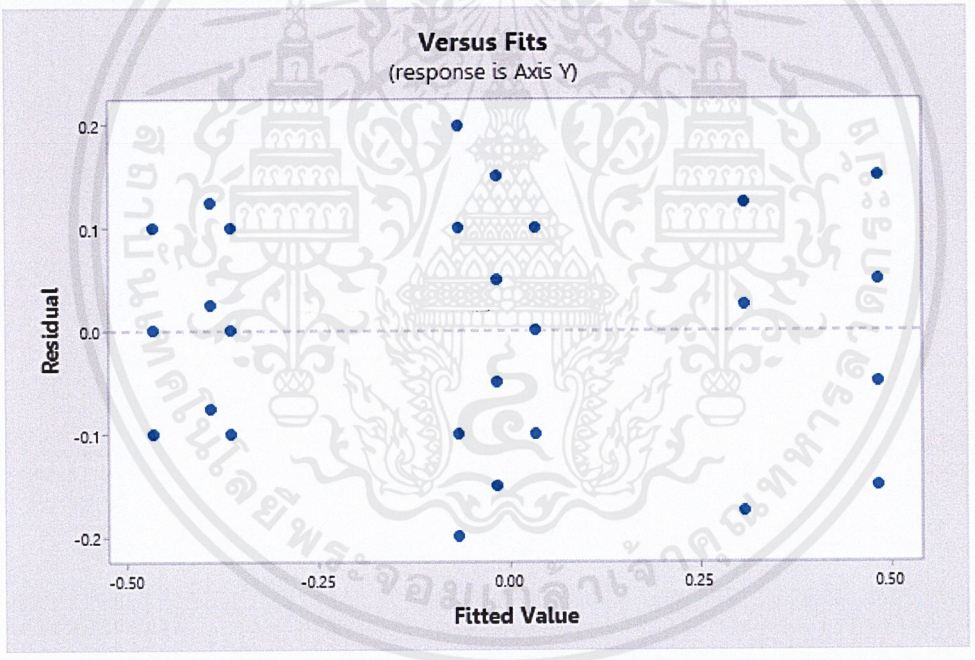


รูปที่ 4.9 การแจกแจงแบบปกติของขนาดแผ่นฟิล์มในแนวแกน X และ Y

2. การตรวจสอบความเสถียรภาพของความแปรปรวน (Variance Stability) เป็นแผนภาพการกระจายที่แสดงความสัมพันธ์ตกค้าง (Residual) กับค่าที่ถูกฟิต (Fitted Value) ซึ่งจากรูปที่ 4.10 จะเห็นได้ว่ามีการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบปกติและมีการกระจายตัวที่สม่ำเสมอ ลักษณะเช่นนี้บ่งบอกถึงข้อมูลมีการกระจายตัวที่สามารถยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

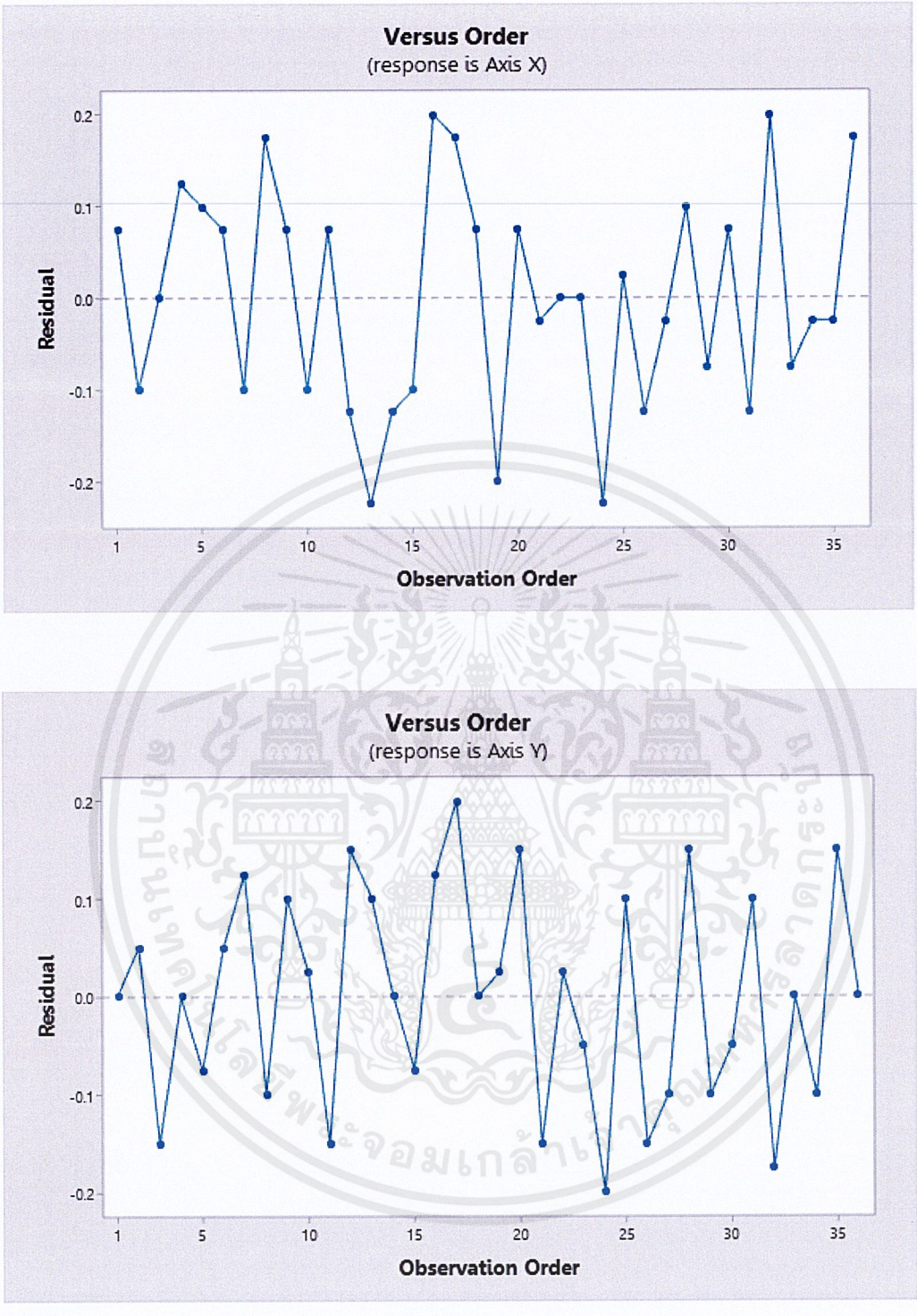




รูปที่ 4.10 ส่วนตกค้างของขนาดแผ่นฟิล์มในแนวแกน X และ Y

3. การตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล (Independence) เป็นการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างค่าส่วนตกค้างและเวลาที่เปลี่ยนไปซึ่งจากรูปที่ 4.11 พบว่าแนวของจุดไม่มีทิศทางใดแน่นอน ไม่ได้อยู่ทางด้านลบหรือบวกอย่างเดียว ไม่ได้ขึ้นหรือลงอย่างเดียว ลักษณะเช่นนี้ถือว่าความเป็นอิสระของค่าแต่ละตัวอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าข้อมูลมีความเป็นอิสระต่อกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 ค่าส่วนตกค้างของขนาดแผ่นฟิล์มในแนวแกน X และ Y เทียบกับลำดับการทดลอง

4.4.3.5. การพิจารณาสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R-Sq)

ทำการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R-Sq) จากตารางที่ 4.10 จะเห็นว่าแกน X มีค่า R-Sq เท่ากับ 87.55 % และ R-Sq (adj) เท่ากับ 83.86 % แกน Y มีค่า R-Sq เท่ากับ 91.00 % และ R-Sq (adj)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่ากับ 88.33 % ซึ่งทั่วไปแล้วค่า R-Sq ที่นำมาประกอบการตัดสินใจนั้นมีค่ายิ่งสูงยิ่งทำให้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์นั้นสามารถเชื่อถือได้

ตารางที่ 4.10 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R-Sq)

แกน X			
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.136761	87.55%	83.86%	77.86%

แกน Y			
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.125462	91.00%	88.33%	83.99%

4.4.3.6. ทำการทดลองเพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของปัจจัย

จากการออกแบบการทดลองนำข้อมูลที่ศึกษามาทดลอง ซึ่งใช้โปรแกรม Minitab 19 ทำการสุ่มลำดับขั้นการทดลองและได้ทำการทดลองตามที่ออกแบบไว้โดยข้อมูลผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลการทดลองสำหรับกระบวนการผลิตแผ่นฟิล์ม

ลำดับการทดลอง	ลำดับการทดลอง (สุ่ม)	อุณหภูมิ (°C) ห้อง Exposure	ความชื้น (%RH) ห้อง Exposure	แกน X (Mil)	แกน Y (Mil)
1	10	0	-1	-0.3	-0.4
2	3	1	1	0.2	0.5
3	11	1	1	0.3	0.3
4	31	1	0	0.2	0.0
5	14	1	-1	-0.3	-0.5
6	29	-1	0	0.0	0.0
7	20	-1	1	0.3	0.4
8	23	0	0	0.1	-0.2
9	33	-1	-1	-0.3	-0.4
10	15	-1	1	0.3	0.3
11	8	0	1	0.5	0.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ผลการทดลองสำหรับกระบวนการผลิตแผ่นฟิล์ม (ต่อ)

ลำดับการทดลอง	ลำดับการทดลอง (สุ่ม)	อุณหภูมิ (°C) ห้อง Exposure	ความชื้น (%RH) ห้อง Exposure	แกน X (Mil)	แกน Y (Mil)
12	18	-1	0	-0.2	0.1
13	17	0	-1	-0.6	-0.3
14	28	-1	-1	-0.5	-0.5
15	5	1	-1	-0.5	-0.5
16	19	1	-1	-0.2	-0.3
17	7	0	0	0.1	0.1
18	22	-1	-1	-0.3	-0.5
19	26	1	-1	-0.6	-0.4
20	12	0	1	0.5	0.6
21	9	-1	0	-0.1	-0.2
22	32	-1	1	0.4	0.3
23	27	1	1	0.3	0.4
24	35	0	0	-0.3	-0.3
25	6	1	0	0.1	0.1
26	24	0	1	0.3	0.3
27	1	-1	-1	-0.4	-0.6
28	25	1	1	0.4	0.6
29	21	1	0	0.0	-0.1
30	16	-1	0	0.0	-0.1
31	4	0	0	-0.2	0.0
32	2	-1	1	0.6	0.1
33	34	1	0	0.0	0.0
34	36	0	-1	-0.4	-0.5
35	30	0	1	0.4	0.6
36	13	0	-1	-0.2	-0.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3.7. การวิเคราะห์ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ผลการทดลองเชิงแฟกทรอเรียลเพื่อศึกษาหาปัจจัยที่ส่งผลกระทบกับการยืด – หดตัวของแผ่นฟิล์มโดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4.12 Analysis of Variance แกน X

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	8	3.55056	0.44382	23.73	<0.001
Linear	4	3.45444	0.86361	46.17	<0.001
Temp	2	0.00056	0.00028	0.01	0.985
Humidity	2	3.45389	1.72694	92.33	<0.001
2-Way Interactions	4	0.09611	0.02403	1.28	0.301
Temp*Humidity	4	0.09611	0.02403	1.28	0.301
Error	27	0.50500	0.01870		
Total	35	4.05556			

ตารางที่ 4.13 Analysis of Variance แกน Y

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	8	4.29500	0.53687	34.11	<0.001
Linear	4	4.23667	1.05917	67.29	<0.001
Temp	2	0.06500	0.03250	2.06	0.146
Humidity	2	4.17167	2.08583	132.51	<0.001
2-Way Interactions	4	0.05833	0.01458	0.93	0.463
Temp*Humidity	4	0.05833	0.01458	0.93	0.463
Error	27	0.42500	0.01574		
Total	35	4.72000			

จากการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบกับการยืด – หดตัวของแผ่นฟิล์มโดยพิจารณาจากค่า P-Value ดังตารางที่ 4.12 และ 4.13 หากค่า P-Value มีค่าน้อยกว่า 0.05 (α = 0.05) จะสรุปได้ว่าปัจจัยนั้นมีผลต่อการยืด – หดของแผ่นฟิล์มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจากการวิเคราะห์สามารถสรุปการศึกษาได้ว่า

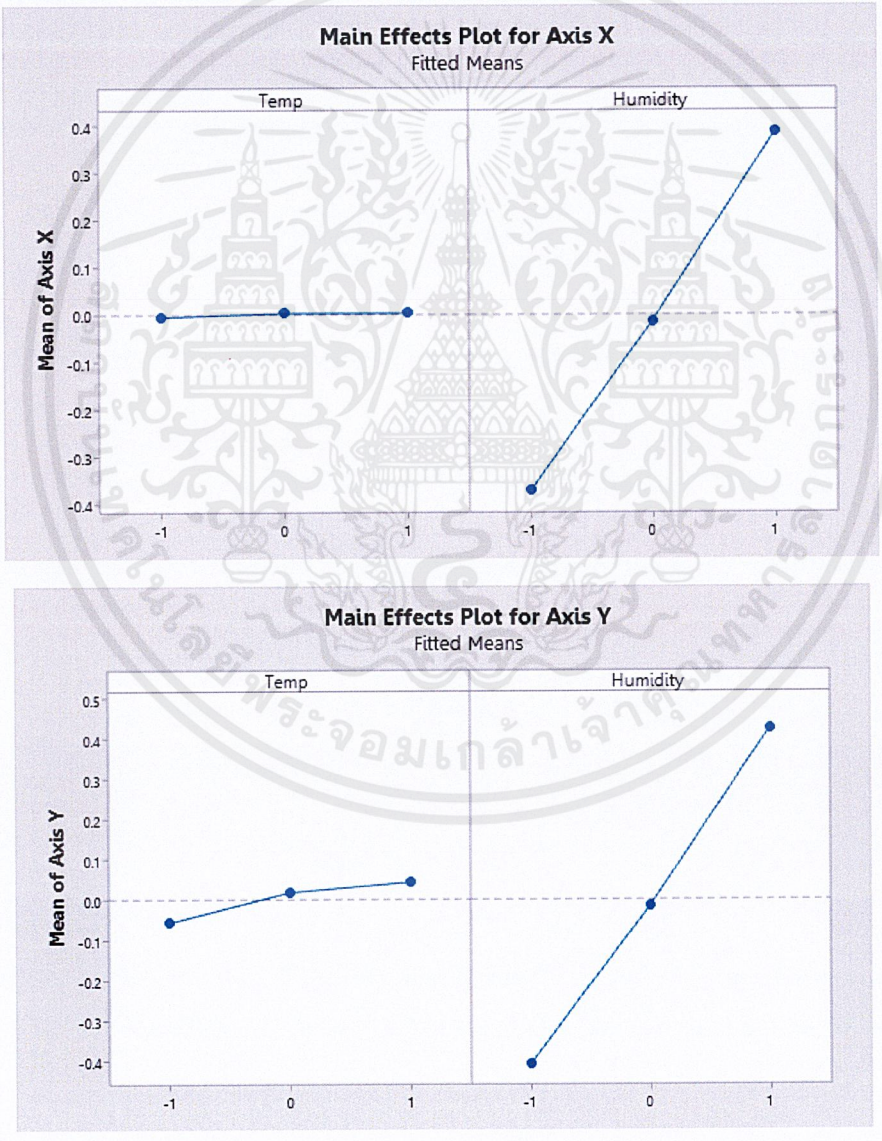
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. อุณหภูมิห้อง Exposure ที่ทำการศึกษาอยู่ที่ 22 – 24 องศาเซลเซียส ไม่ส่งผลกับการยืด – หดตัวของแผ่นฟิล์ม

2. อันตรกิริยาระหว่างอุณหภูมิและความชื้นห้อง Exposure (A*B) ไม่ส่งผลกับการยืด – หดตัวของแผ่นฟิล์ม

3. ความชื้นห้อง Exposure ที่ทำการศึกษาอยู่ที่ 50 – 58 %RH ส่งผลต่อค่ายืด – หดของแผ่นฟิล์มเนื่องจากเป็นตัวแปรที่มีค่า P-Value น้อยกว่า 0.05 ซึ่งบ่งบอกว่าตัวแปรนี้เป็นตัวแปรที่มีผลต่อการยืด – หดของแผ่นฟิล์มที่ระดับนัยสำคัญ α = 0.05 หรือที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

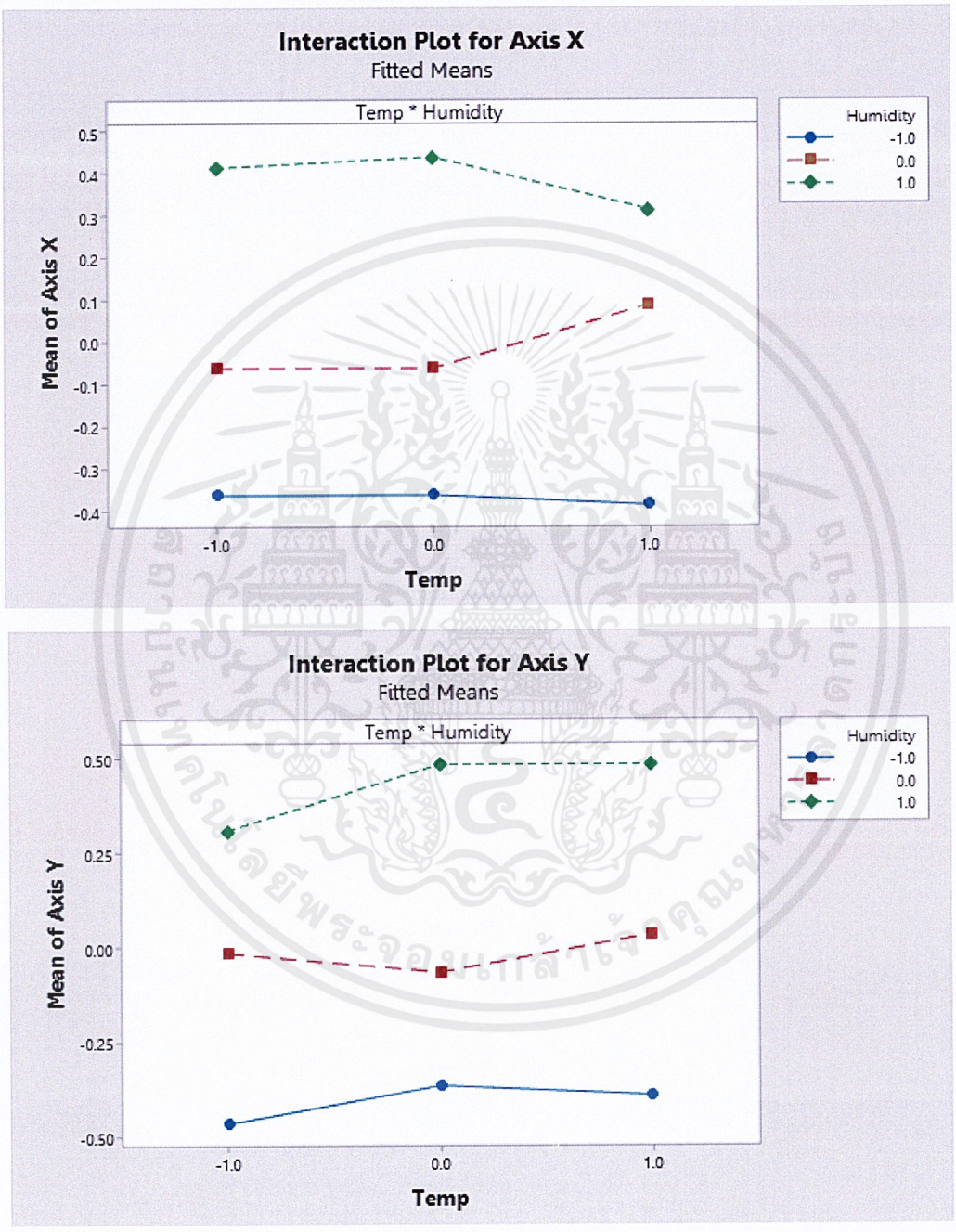
นอกจากนี้ยังสามารถแสดงผลของปัจจัยหลักและผลของอันตรกิริยาที่ศึกษาของแผ่นฟิล์มดังรูปที่ 4.12, 4.13



รูปที่ 4.12 ผลของปัจจัยหลักที่มีผลต่อแผ่นฟิล์มในแนวแกน X และ Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.12 พบว่าอุณหภูมินั้นไม่ส่งผลต่อการยืด – หดตัวของแผ่นฟิล์มอย่างมีนัยสำคัญ สังเกตได้จากลักษณะกราฟของอุณหภูมิที่มีลักษณะเป็นเส้นตรงไม่มีความชันหรือมีความชันเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับกราฟของความชื้นที่มีความชันของกราฟที่เห็นได้อย่างชัดเจน ซึ่งบ่งบอกว่าความชื้นนั้นส่งผลต่อขนาดของแผ่นฟิล์มอย่างมีนัยสำคัญ



ปที่ 4.13 ผลอันตรกิริยาของปัจจัยที่มีผลต่อแผ่นฟิล์มในแนวแกน X และ Y

จากรูปที่ 4.13 พบว่าผลอันตรกิริยาของอุณหภูมิกับความชื้นนั้นไม่ส่งผลต่อขนาดของแผ่นฟิล์มในแนวแกน X และ Y สังเกตได้จากลักษณะของกราฟที่ไม่มีการตัดกัน

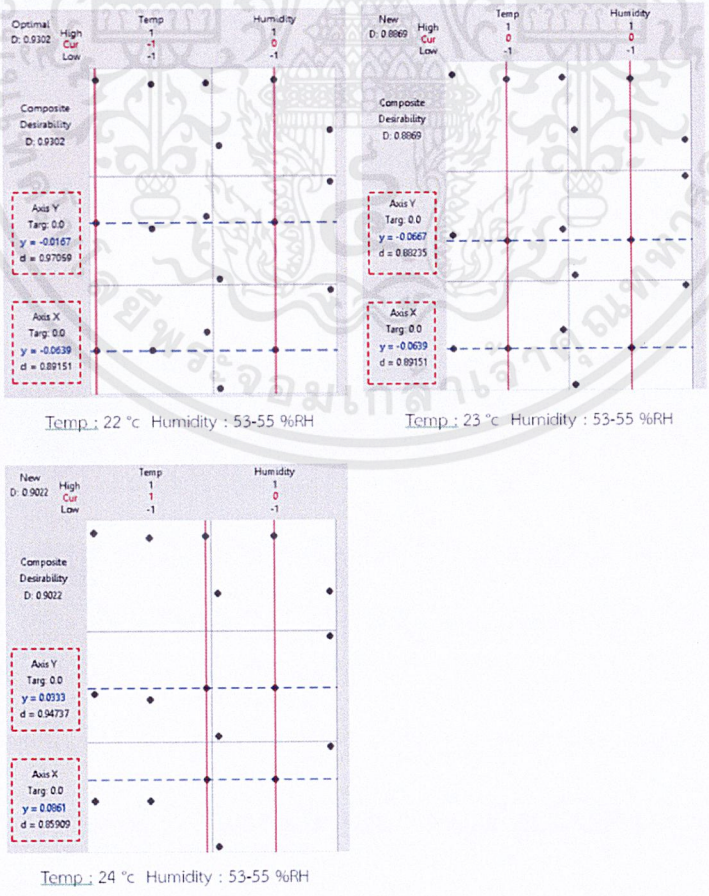
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบกับการยืด – หดตัวของแผ่นฟิล์มสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ผลจากการวิเคราะห์

ปัจจัย	ระดับของปัจจัย	ผลกระทบ
อุณหภูมิ (°C)	22	ไม่ส่งผลต่อขนาดของแผ่นฟิล์ม
	23	ไม่ส่งผลต่อขนาดของแผ่นฟิล์ม
	24	ไม่ส่งผลต่อขนาดของแผ่นฟิล์ม
ความชื้น (%RH)	50 – 52	ส่งผลให้แผ่นฟิล์มมีค่าที่หดลง
	53 – 55	ไม่ส่งผลต่อขนาดของแผ่นฟิล์ม
	56 - 58	ส่งผลให้แผ่นฟิล์มมีค่าที่ยืดขึ้น

นำผลการทดลองจากการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบกับการยืด – หดของแผ่นฟิล์มนำมากำหนดช่วงของปัจจัยที่เหมาะสมในการควบคุมที่ทำให้แผ่นฟิล์มมีค่าความแปรปรวนน้อยที่สุด โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ที่ 22 - 24 °C ส่วนความชื้นอยู่ที่ 53 – 55 %RH ดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 อุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมกับแผ่นฟิล์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5. ขั้นตอนการควบคุมกระบวนการ (Control Phase)

การควบคุมกระบวนการ (Control Phase) เป็นขั้นตอนที่ต้องการแก้ไขปรับปรุงกระบวนการให้มีการพัฒนาไปอย่างต่อเนื่องเพื่อแก้ไขและพัฒนากระบวนการทำงาน โดยมีการปรับเปลี่ยนและเสนอแนวทางดังนี้

1. การปรับเปลี่ยน % Scale Plot ให้กับพนักงานที่เป็นคนสั่งพิมพ์แผ่นฟิล์ม โดยทำแบบฟอร์ม Scale Plot งานตามขนาดของบอร์ดและแบ่งตามส่วนงาน (THINECORE, IMAGE) ซึ่งแบบฟอร์ม Scale Plot ที่พนักงานต้องใช้ดูประกอบการทำงานแสดงดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 แบบฟอร์ม Scale Plot ที่ใช้ในการพิมพ์งาน

ส่วนงาน	แกน X		แกน Y	
	PANEL RANGE (inch)	SCALE PLOT	PANEL RANGE (inch)	SCALE PLOT
THINCORE	16"-21.99"	-0.0040	20"-25.99"	-0.0020
	22"-25.99"	-0.0030	26"-31.99"	-0.0010
IMAGE SIDE A	16"-21.99"	0.0000	20"-25.99"	0.0040
	22"-25.99"	0.0010	26"-31.99"	0.0040
IMAGE SIDE B	16"-25.99"	0.0060	20"-31.99"	0.0040

2. เสนอแนวทางการพักฟิล์มก่อนนำไปขึ้นเครื่อง Exposure อีกครั้งโดยให้มีระยะเวลาพักฟิล์มก่อนนำไปขึ้นเครื่อง Exposure อีกครั้งอยู่ที่ 8 ชั่วโมงสำหรับส่วนงาน THINCORE และ 4 ชั่วโมงสำหรับส่วนงาน IMAGE

3. เสนอแนวทางการปรับอุณหภูมิและความชื้นให้เหมาะสมต่อการทำงานมากขึ้นโดยให้พนักงานแจ้ง Maintenance ทันทีกรณีที่ค่าอุณหภูมิและความชื้นไม่ได้ตามที่กำหนด โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ที่ 22-24 ℃ และความชื้นอยู่ที่ 53 -55 %RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

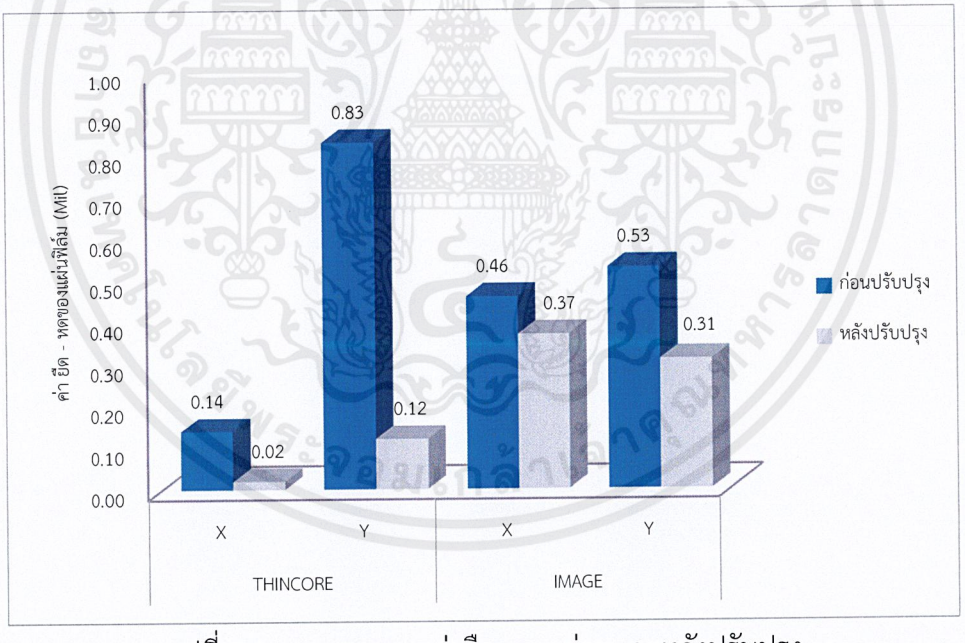
บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

โครงงานเรื่องการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่อง Laser-Plotter กรณีศึกษา บริษัท เคซีอี อีเลคทรอนิคส์ จัดทำขึ้นเพื่อลดค่าความคาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตแผ่นฟิล์ม โดยมุ่งเน้นไปที่ขนาดของแผ่นฟิล์มที่มีค่าความคาดเคลื่อนส่งผลให้ต้องมีการเตรียมแผ่นฟิล์มใหม่ ผู้ศึกษาจึงได้รวบรวมข้อมูลนำมาวิเคราะห์และหาแนวทางแก้ไขดำเนินงานปรับปรุง แล้วทำการควบคุมปัจจัยที่มีผลกระทบกับกระบวนการ สามารถสรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะระหว่างการดำเนินงานได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการศึกษา

โครงงานนี้ได้ทำการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตแผ่นฟิล์ม โดยได้ศึกษาปัญหาขั้นตอนการผลิตที่ทำให้แผ่นฟิล์มมีค่าความคาดเคลื่อนของขนาดเกิดขึ้น ซึ่งได้ทำการเก็บข้อมูลการยืด – หดของแผ่นฟิล์มและนำมาคิด % Scale Plot ชดเชยให้กับแผ่นฟิล์มและเสนอระยะเวลา, อุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการทำงาน

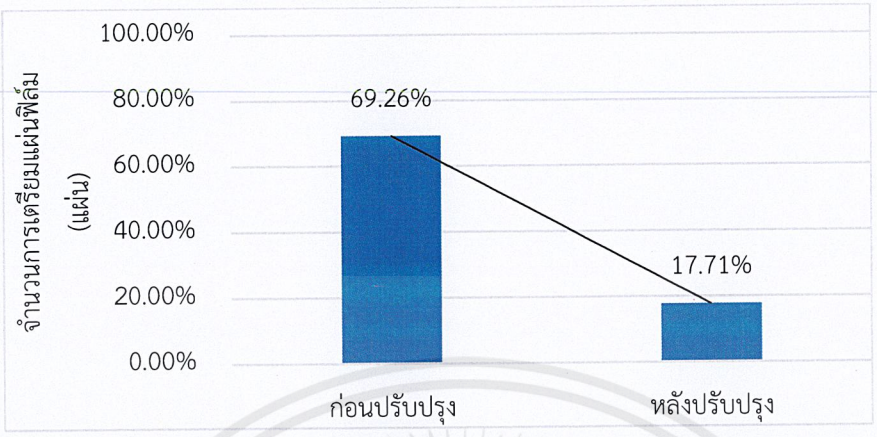


รูปที่ 5.1 ผลการทดลองค่ายืด – หดก่อนและหลังปรับปรุง

จากรูปที่ 5.1 แสดงค่ายืด – หดของแผ่นฟิล์มก่อนและหลังปรับปรุง โดยทำการปรับปรุงค่า % Scale Plot ของพนักงานพบว่าค่าความคาดเคลื่อนของแผ่นฟิล์มมีสัดส่วนที่ลดลง โดยส่วนงาน THINCORE ลดลงอยู่ที่ 85.63 % และส่วนงาน IMAGE ลดลง 35.87 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการแก้ไขปรับปรุงกระบวนการนั้นทำให้ขนาดของแผ่นฟิล์มมีค่าความคาดเคลื่อนที่ลดลง ซึ่งส่งผลให้จำนวนการเตรียมแผ่นฟิล์มใหม่จากสาเหตุการยืด – หดลดลงด้วย ดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 จำนวนการเตรียมแผ่นฟิล์มใหม่จากสาเหตุการยืด - หด ก่อนและหลังปรับปรุง

จากรูปที่ 5.2 แสดงจำนวนการเตรียมแผ่นฟิล์มใหม่จากสาเหตุการยืด – หดของแผ่นฟิล์มช่วงเดือนมกราคม 2562 ถึง พฤศจิกายน 2562 โดยแบ่งเป็นก่อนปรับปรุง (มกราคม 2562 – สิงหาคม 2562) และหลังปรับปรุง (กันยายน 2562 - พฤศจิกายน 2562) พบว่าจำนวนการเตรียมฟิล์มใหม่จากสาเหตุการยืด – หดของแผ่นฟิล์มมีสัดส่วนลดลงอยู่ที่ 74.43 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากการปรับปรุงทำให้แผนก PHOTO สามารถลดจำนวนแผ่นฟิล์มที่ต้องเตรียมใหม่ ต้นทุนและระยะเวลาการผลิตของกระบวนการผลิตแผ่นฟิล์มลงได้

5.2 อุปสรรคและปัญหา

1. ในการทดลองในแต่ละครั้งใช้ระยะเวลาการดำเนินงานนาน
2. การสื่อสารกับพนักงานค่อนข้างยากในการตามงานทดลอง

5.3 ข้อเสนอแนะจากการศึกษา

เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้มีส่วนของอุณหภูมิกับความชื้นที่ส่งผลกระทบกับขนาดของแผ่นฟิล์มมาเกี่ยวข้อง ซึ่งสภาพการทำงานในปัจจุบันการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นยังไม่สามารถควบคุมได้อย่างแน่นอนจึงทำให้ขนาดของแผ่นฟิล์มยังคงมีค่าความคาดเคลื่อนอยู่ การปรับปรุงให้ค่าอุณหภูมิและความชื้นนิ่งขึ้นจะส่งผลให้ขนาดของแผ่นฟิล์มมีค่าที่คงที่มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] กาญจนา สร้อยระย้า (2546). ชำแหละ Six Sigma. กรุงเทพฯ : สถาบันวิทยาการจัดการแห่งเอเชีย (AIMS).

[2] นิพนธ์ จิระพัฒน์พิศาล. (2554). การทดลองเพื่อกำหนดพารามิเตอร์ที่เหมาะสมต่อการลดอัตราความผิดพลาดในการอ่านเขียนของฮาร์ดดิกส์ไดร์ฟ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[3] ประณิธิ กาวารี. (2545). การศึกษากระบวนการถ่ายแบบกรณีหลายผลตอบสนอง. วิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

[4] ประไพศรี สุทัศน์ ณ อยุธยา และ พงค์ชนัน เหลืองไพบูลย์. (2549). การออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง. กรุงเทพฯ: ท๊อป.

[5] พิทักษ์ชน วิเศษ. (2556). การลดของเสียในการผลิตชิ้นไม้สับโดยการออกแบบการทดลอง. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[6] เรืองลักษณ์ บุตรเพ็ชร, จุฑาวรรณ อ้นสุวรรณ และ ธิดาเดียว มยุรีสวรรค์. (ม.ป.ป.). เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ชนิด. คณะวิทยาศาสตร์ภาควิชาสถิติ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[7] ศิริวรรณ ศุภโรจน์. (2556). การปรับเปลี่ยนกระบวนการตั้งค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการผลิตเซมิคอนดักเตอร์. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[8] สมจินต์ อักษรธรรม. (2561). การลดข้อบกพร่องในขั้นตอนการติดฉลากขวดแก้ว:กรณีศึกษาโรงงานน้ำตาลสดสเตอริไลส์. วารสารวิชาการ คณะวิศวกรรมศาสตร์สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยธนบุรี

[9] สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. (2561). รายงานภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรมปี 2561 และแนวโน้มปี 2562. (หน้า 20).

[10] ฮิโตชิ โอกุระ. (2549). Why - why analysis: เทคนิคการวิเคราะห์อย่างถึงแก่นเพื่อปรับปรุงสถานประกอบการ. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ข้อมูลค่าของแผ่นฟิล์มที่ได้หลังการปรับปรุงกระบวนการ

ผลการทดสอบค่าฟิล์มที่วัดได้ส่วนงาน Thincore

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX01

Panel size : 20.75 X 25.25 Scale Plot : X -0.0040 Y -0.0020

L2 - L9 X : 20.7057 -20.7087 Y : 25.2086 - 25.2116 ค่ากลาง X : 20.7072 Y : 25.2101

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
L2	X	20.7075	20.7076	20.7072
	Y	25.2111	25.2103	25.2105
L3	X	20.7074	20.7068	20.7068
	Y	25.2113	25.2106	25.2108
L4	X	20.7072	20.7069	20.7067
	Y	25.2114	25.2106	25.2106
L5	X	20.7072	20.7067	20.7067
	Y	25.2114	25.2105	25.2107
L6	X	20.7070	20.7068	20.7068
	Y	25.2112	25.2108	25.2107
L7	X	20.7070	20.7068	20.7068
	Y	25.2115	25.2107	25.2108
L8	X	20.7068	20.7073	20.7069
	Y	25.2114	25.2105	25.2107
L9	X	20.7068	20.7068	20.7069
	Y	25.2113	25.2110	25.2108

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX02

Panel size : 23.80 X 31.20 Scale Plot : X -0.0030 Y -0.0010

L3, L4 X : 23.8044 - 23.8074 Y : 31.2032 - 31.2062 ค่ากลาง X : 23.8059 Y : 31.2047

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
L3	X	23.8067	23.8061	23.8062
	Y	31.2060	31.2050	31.2051
L4	X	23.8064	23.8059	23.8060
	Y	31.2060	31.2048	31.2052

ตารางที่ ก.3 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX03

Panel size : 23.60 X 30.45 Scale Plot : X -0.0030 Y -0.0010

L2, L3 X : 23.6032 - 23.6062 Y : 30.4015 - 30.4045 ค่ากลาง X : 23.6047 Y : 30.4030

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
L2	X	23.6052	23.6048	23.6048
	Y	30.4040	30.4036	30.4036
L3	X	23.6051	23.6048	23.6048
	Y	30.4037	30.4031	30.4031

ตารางที่ ก.4 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX04

Panel size : 19.60 X 27.10 Scale Plot : X -0.0040 Y -0.0010

L2 - L5 X : 19.6034 - 19.6064 Y : 27.1026 - 27.1056 ค่ากลาง X : 19.6049 Y : 27.1041

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
L2	X	19.6054	19.6045	19.6045
	Y	27.1047	27.1045	27.1045
L3	X	19.6055	19.6052	19.6052
	Y	27.1048	27.1046	27.1046

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.5 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX05

Panel size : 21.50 X 24.00 Scale Plot : X -0.0040 Y -0.0020

L3, 4, 9, 10 X : 21.5138-21.5158 Y : 24.0064-24.0084 ค่ากลาง X : 21.5148 Y : 24.0074

L5, 6, 7, 8 X : 21.5134-21.5154 Y : 24.0055-24.0075 ค่ากลาง X : 21.5144 Y : 24.0065

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
L3	X	21.5154	21.5150	21.5150
	Y	24.0084	24.0076	24.0076
L4	X	21.5155	21.5150	21.5150
	Y	24.0082	24.0076	24.0076
L5	X	21.5151	21.5148	21.5148
	Y	24.0075	24.0071	24.0071
L6	X	21.5151	21.5149	21.5149
	Y	24.0075	24.0069	24.0069
L7	X	21.5150	21.5149	21.5149
	Y	24.0075	24.0071	24.0071
L8	X	21.5150	21.5148	21.5148
	Y	24.0075	24.0072	24.0072
L9	X	21.5155	21.5150	21.5150
	Y	24.0082	24.0073	24.0073
L10	X	21.5155	21.5150	21.5150
	Y	24.0084	24.0075	24.0075

ตารางที่ ก.6 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX06

Panel size : 18.90 X 24.85 Scale Plot : X -0.0040 Y -0.0020

L2 - L5 X : 18.9056 - 18.9076 Y : 24.8089 - 24.8109 ค่ากลาง X : 18.9066 Y : 24.8099

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
L2	X	18.9072	18.9063	18.9063
	Y	24.8104	24.8101	24.8101
L3	X	18.9071	18.9067	18.9067
	Y	24.8105	24.8096	24.8096
L4	X	18.9070	18.9066	18.9066
	Y	24.8105	24.8096	24.8096
L5	X	18.9071	18.9064	18.9064
	Y	24.8105	24.8095	24.8095

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.7 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX07

Panel size : 22.20 X 28.75 Scale Plot : X -0.0030 Y -0.0010

L2 - L5 X : 22.2040 - 22.2070 Y : 28.7042 - 28.7072 ค่ากลาง X : 22.2055 Y : 28.7057

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
L2	X	22.2054	22.2057	22.2057
	Y	28.7069	28.7051	28.7051
L3	X	22.2057	22.2056	22.2056
	Y	28.7070	28.7060	28.7060
L4	X	22.2063	22.2058	22.2058
	Y	28.7064	28.7059	28.7059
L5	X	22.2062	22.2057	22.2057
	Y	28.7065	28.7058	28.7058

ตารางที่ ก.8 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX08

Panel size : 24.00 X 25.45 Scale Plot : X -0.0030 Y -0.0020

L2, L3 X : 24.0033 - 24.0063 Y : 25.4010 - 25.4040 ค่ากลาง X : 24.0048 Y : 25.4025

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
L2	X	24.0053	24.0048	24.0048
	Y	25.4033	25.4030	25.4030
L3	X	24.0052	24.0042	24.0042
	Y	25.4025	25.4022	25.4022

ตารางที่ ก.9 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX09

Panel size : 21.50 X 28.10 Scale Plot : X -0.0040 Y -0.0010

L2 , L3 X : 21.5088 - 21.5118 Y :28.1069 - 28.1099 ค่ากลาง X : 21.5103 Y : 28.1084

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
L2	X	21.5108	21.5104	21.5102
	Y	28.1090	28.1088	28.1084
L3	X	21.5109	21.5100	21.5098
	Y	28.1089	28.1088	28.1084

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.10 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX10

Panel size : 21.80 X 23.95 Scale Plot : X -0.0030 Y -0.0020

L2 - L5 X : 21.8061 - 21.8091 Y : 23.9069 - 23.9099 ค่ากลาง X : 21.8076 Y : 23.9084

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
L2	X	21.8079	21.8077	21.8075
	Y	23.9089	23.9084	23.9081
L3	X	21.8079	21.8076	21.8076
	Y	23.9091	23.9086	23.9082
L4	X	21.8083	21.8079	21.8080
	Y	23.9092	23.9087	23.9083
L5	X	21.8081	21.8075	21.8075
	Y	23.9090	23.9084	23.9080

ตารางที่ ก.11 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX11

Panel size : 20.80 X 24.80 Scale Plot : X -0.0040 Y -0.0020

L2 - L5 X : 20.8058 - 20.8088 Y : 24.8059 - 24.8089 ค่ากลาง X : 20.8073 Y : 24.8074

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
L2	X	20.8080	20.8075	20.8075
	Y	24.8081	24.8076	24.8076
L3	X	20.8077	20.8073	20.8073
	Y	24.8078	24.8074	24.8074
L4	X	20.8079	20.8074	20.8074
	Y	24.8079	24.8074	24.8074
L5	X	20.8078	20.8074	20.8074
	Y	24.8080	24.8075	24.8075

ตารางที่ ก.12 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX12

Panel size : 20.25 X 24.00 Scale Plot : X -0.0040 Y -0.0020

L3 - L6 X : 20.2071-20.2091 Y : 24.0098-24.0118 ค่ากลาง X : 20.2081 Y : 24.0108

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
L3	X	20.2082	20.2077	20.2077
	Y	24.0110	24.0101	24.0101
L4	X	20.2080	20.2078	20.2078
	Y	24.0105	24.0101	24.0101
L5	X	20.2083	20.2077	20.2077
	Y	24.0113	24.0101	24.0101
L6	X	20.2082	20.2079	20.2079
	Y	24.0116	24.0103	24.0103

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.13 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX13

Panel size : 22.65 X 25.15 Scale Plot : X -0.0030 Y -0.0020

L2 , L3 X : 22.6030 - 22.6060 Y : 25.1010 - 25.1040 ค่ากลาง X : 22.6045 Y : 25.1025

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
L2	X	22.6052	22.6047	22.6047
	Y	25.1031	25.1026	25.1026
L3	X	22.6051	22.6046	22.6046
	Y	25.1031	25.1025	25.1025

ตารางที่ ก.14 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX14

Panel size : 24.20 X 25.40 Scale Plot : X -0.0030 Y -0.0020

L2 , L3 X : 24.2070 - 24.2100 Y : 25.4046 - 25.4076 ค่ากลาง X : 24.2085 Y : 25.4061

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
L2	X	24.2082	24.2087	24.2087
	Y	25.4072	25.4063	25.4063
L3	X	24.2085	24.2089	24.2089
	Y	25.4073	25.4064	25.4064

ตารางที่ ก.15 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX15

Panel size : 24.30 X 26.70 Scale Plot : X -0.0030 Y -0.0010

L2 , L3 X : 24.3046 - 24.3076 Y : 26.7012 - 26.7042 ค่ากลาง X : 24.3061 Y : 26.7027

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
L2	X	24.3066	24.3063	24.3062
	Y	26.7035	26.7031	26.7029
L3	X	24.3068	24.3062	24.3062
	Y	26.7035	26.7029	26.7028

ตารางที่ ก.16 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX16

Panel size : 23.70 X 31.10 Scale Plot : X -0.0030 Y -0.0010

L2 , L3 X : 23.7056 - 23.7086 Y : 31.1032 - 31.1062 ค่ากลาง X : 23.7071 Y : 31.1047

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
L2	X	23.7076	23.7074	23.7074
	Y	31.1049	31.1043	31.1043
L3	X	23.7068	23.7068	23.7068
	Y	31.1054	31.1048	31.1048

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.17 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX17

Panel size : 23.00 X 28.41 Scale Plot : X -0.0030 Y -0.0010

L2 - L9 X : 23.0077 - 23.0107 Y : 28.4127 - 28.4157 ค่ากลาง X : 23.0092 Y : 28.4142

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
L2	X	23.0097	23.0093	23.0093
	Y	28.4150	28.4145	28.4145
L3	X	23.0096	23.0088	23.0088
	Y	28.4149	28.4137	28.4137
L4	X	23.0098	23.0093	23.0093
	Y	28.4151	28.4149	28.4149
L5	X	23.0099	23.0085	23.0085
	Y	28.4147	28.4141	28.4141
L6	X	23.0100	23.0099	23.0099
	Y	28.4149	28.4144	28.4144
L7	X	23.0100	23.0090	23.0090
	Y	28.4148	28.4143	28.4143
L8	X	23.0097	23.0091	23.0091
	Y	28.4150	28.4143	28.4143
L9	X	23.0099	23.0089	23.0089
	Y	28.4150	28.4149	28.4149

ตารางที่ ก.18 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX18

Panel size : 23.50 X 29.50 Scale Plot : X -0.0030 Y -0.0010

L2 - L5 X : 23.5119 - 23.5149 Y : 29.5065 - 29.5095 ค่ากลาง X : 23.5134 Y : 29.5080

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
L2	X	23.5140	23.5135	23.5134
	Y	29.5091	29.5082	29.5081
L3	X	23.5139	23.5134	23.5134
	Y	29.5093	29.5083	29.5083
L4	X	23.5142	23.5137	23.5135
	Y	29.5089	29.5085	29.5082
L5	X	23.5141	23.5136	23.5135
	Y	29.5090	29.5083	29.5082

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.19 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX19

Panel size : 16.90 X 28.10 Scale Plot : X -0.0040 Y -0.0010

L2 - L5 X : 16.9033 - 16.9063 Y : 28.1047 - 28.1071 ค่ากลาง X : 16.9048 Y : 28.1059

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
L2	X	16.9045	16.9045	16.9045
	Y	28.1060	28.1055	28.1055
L3	X	16.9044	16.9042	16.9042
	Y	28.1062	28.1058	28.1058
L4	X	16.9043	16.9042	16.9042
	Y	28.1063	28.1057	28.1057
L5	X	16.9045	16.9044	16.9044
	Y	28.1066	28.1059	28.1059

ตารางที่ ก.20 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX20

Panel size : 23.80 X 26.25 Scale Plot : X -0.0030 Y -0.0010

L2 - L5 X : 23.8038 -23.8058 Y : 26.1990 - 26.2010 ค่ากลาง X : 23.8048 Y : 26.2000

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
L2	X	23.8054	23.8052	23.8052
	Y	26.2004	26.2003	26.2003
L3	X	23.8053	23.8050	23.8050
	Y	26.2003	26.2001	26.2001
L4	X	23.8052	23.8051	23.8051
	Y	26.2005	26.2003	26.2003
L5	X	23.8053	23.8052	23.8052
	Y	26.2003	26.2002	26.2002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบค่าฟิล์มที่วัดได้ส่วนงาน IMAGE

ตารางที่ ก.21 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX21

Panel size 22.95 X 28.15

Scale Plot

Com X 0.000010 Y 0.000040

SOL X 0.000060 Y 0.000040

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
Com	X	22.9011	22.9005	22.9000
	Y	28.1011	28.1009	28.1002
SOL	X	22.9007	22.9000	22.9004
	Y	28.1009	28.1008	28.1001

ตารางที่ ก.22 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX22

Panel size 22.00 X 28.00

Scale Plot

Com X 0.000010 Y 0.000040

SOL X 0.000060 Y 0.000040

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
Com	X	22.0011	22.0010	22.0003
	Y	28.0004	28.0000	28.0001
SOL	X	22.0003	22.0003	22.0005
	Y	28.0004	28.0000	28.0001

ตารางที่ ก.23 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX23

Panel size 23.55 X 26.50

Scale Plot

Com X 0.000010 Y 0.000040

SOL X 0.000060 Y 0.000040

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
Com	X	23.5012	23.5006	23.5004
	Y	26.5005	26.5005	26.4999
SOL	X	23.5007	23.5004	23.5005
	Y	26.5008	26.5007	26.5002

ตารางที่ ก.24 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX24

Panel size 18.70 X 26.40

Scale Plot

Com X 0.000000 Y 0.000040

SOL X 0.000060 Y 0.000040

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
Com	X	18.7004	18.7008	18.7004
	Y	26.4003	26.4007	26.4001
SOL	X	18.7002	18.7006	18.7005
	Y	26.4008	26.4007	26.4002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.25 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX25 Scale Plot

Panel size 18.50 X 26.70 Com X 0.000000 Y 0.000040

SOL X 0.000060 Y 0.000040

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
Com	X	18.5006	18.5007	18.5004
	Y	26.7004	26.7004	26.7001
SOL	X	18.5001	18.5001	18.5002
	Y	26.7005	26.7003	26.6998

ตารางที่ ก.26 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX26 Scale Plot

Panel size 22.40 X 29.00 Com X 0.000010 Y 0.000040

SOL X 0.000060 Y 0.000040

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
Com	X	22.4009	22.4005	22.4005
	Y	29.0008	29.0005	29.0002
SOL	X	22.4004	22.4004	22.4004
	Y	29.0013	29.0003	29.0003

ตารางที่ ก.27 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX27 Scale Plot

Panel size 23.90 X 26.60 Com X 0.000010 Y 0.000040

SOL X 0.000060 Y 0.000040

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
Com	X	23.9005	23.9008	23.9006
	Y	26.6000	26.5993	26.5994
SOL	X	23.9003	23.9000	23.9000
	Y	26.6009	26.6002	26.6001

ตารางที่ ก.28 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX28 Scale Plot

Panel size 21.85 X 29.90 Com X 0.000000 Y 0.000040

SOL X 0.000060 Y 0.000040

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
Com	X	21.8012	21.8008	21.8005
	Y	29.9005	29.9004	29.9003
SOL	X	21.8011	21.8006	21.8005
	Y	29.9014	29.9008	29.9002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.29 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX29 Scale Plot

Panel size 21.50 X 28.10 Com X 0.000000 Y 0.000040

SOL X 0.000060 Y 0.000040

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
Com	X	21.5008	21.5006	21.5005
	Y	28.1007	28.1005	28.1003
SOL	X	21.5002	21.5001	21.5003
	Y	28.1011	28.1006	28.1002

ตารางที่ ก.30 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX30 Scale Plot

Panel size 20.80 X 27.45 Com X 0.000000 Y 0.000040

SOL X 0.000060 Y 0.000040

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
Com	X	20.8009	20.8005	20.8003
	Y	27.4010	27.4007	27.4002
SOL	X	20.8007	20.8004	20.8004
	Y	27.4009	27.4005	27.4004

ตารางที่ ก.31 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX31 Scale Plot

Panel size 23.35 X 29.00 Com X 0.000010 Y 0.000040

SOL X 0.000060 Y 0.000040

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
Com	X	23.3007	23.3005	23.3004
	Y	29.0001	29.0000	29.0000
SOL	X	23.3001	23.3000	23.3001
	Y	29.0012	29.0006	29.0003

ตารางที่ ก.32 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX32 Scale Plot

Panel size 23.75 X 28.70 Com X 0.000010 Y 0.000040

SOL X 0.000060 Y 0.000040

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
Com	X	23.7011	23.7006	23.7006
	Y	28.7004	28.7004	28.7004
SOL	X	23.7005	23.7005	23.7005
	Y	28.7005	28.7004	28.7004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.33 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX33

Panel size 21.50 X 28.10

Scale Plot

Com X 0.000000 Y 0.000040

SOL X 0.000060 Y 0.000040

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
Com	X	21.5008	21.5008	21.5006
	Y	28.1007	28.1007	28.1005
SOL	X	21.5002	21.5006	21.5006
	Y	28.1011	28.1010	28.1007

ตารางที่ ก.34 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX34

Panel size 20.90 X 25.30

Scale Plot

Com X 0.000000 Y 0.000040

SOL X 0.000060 Y 0.000040

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
Com	X	20.9008	20.9005	20.9005
	Y	25.3007	25.3005	25.3001
SOL	X	20.9006	20.9004	20.9004
	Y	25.3009	25.3007	25.3002

ตารางที่ ก.35 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX35

Panel size 17.30 X 24.75

Scale Plot

Com X 0.000000 Y 0.000040

SOL X 0.000060 Y 0.000040

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
Com	X	17.3014	17.3005	17.3005
	Y	24.7006	24.7004	24.7004
SOL	X	17.3012	17.3006	17.3006
	Y	24.7006	24.7004	24.7004

ตารางที่ ก.36 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX36

Panel size 24.30 X 25.80

Scale Plot

Com X 0.000010 Y 0.000040

SOL X 0.000060 Y 0.000040

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
Com	X	24.3010	24.3005	24.3004
	Y	25.8010	25.8003	25.8001
SOL	X	24.3003	24.3005	24.3004
	Y	25.8010	25.8002	25.7999

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.37 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX37

Panel size 24.20 X 25.40

Scale Plot

Com X 0.000010 Y 0.000040

SOL X 0.000060 Y 0.000040

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
Com	X	24.2008	24.2007	24.2003
	Y	25.4013	25.4008	25.4005
SOL	X	24.2014	24.2008	24.2004
	Y	25.4015	25.4009	25.4002

ตารางที่ ก.38 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX38

Panel size 23.00 X 25.30

Scale Plot

Com X 0.000010 Y 0.000040

SOL X 0.000060 Y 0.000040

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
Com	X	23.0007	23.0009	23.0003
	Y	25.3004	25.3000	25.3000
SOL	X	23.0000	23.0002	23.0002
	Y	25.3012	25.3005	25.3000

ตารางที่ ก.39 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX39

Panel size 19.00 X 21.00

Scale Plot

Com X 0.000000 Y 0.000040

SOL X 0.000060 Y 0.000040

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
Com	X	19.0006	19.0007	19.0003
	Y	21.0006	21.0005	21.0002
SOL	X	19.0003	19.0006	19.0003
	Y	21.0010	21.0007	21.0001

ตารางที่ ก.40 ข้อมูลการวัดฟิล์ม Part Number : XXXXXXXXXX40

Panel size 21.10 X 25.60

Scale Plot

Com X 0.000000 Y 0.000040

SOL X 0.000060 Y 0.000040

SIDE	แกน	ก่อนรีดการ์ด	หลังรีดการ์ด	ก่อนExposure
Com	X	21.1010	21.1003	21.1003
	Y	25.6010	25.6004	25.5999
SOL	X	21.1009	21.1004	21.1003
	Y	25.6009	25.6006	25.6002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ : นายนพศร ภูตยานันท์

รหัสนักศึกษา : 59010691

วันเดือนปีเกิด : 10 มีนาคม พ.ศ. 2540

การติดต่อ : noppasorn_np@hotmail.com

การศึกษา

มัธยมศึกษาตอนต้น : โรงเรียนนวมินทราชูทิศ กรุงเทพมหานคร

มัธยมศึกษาตอนปลาย : โรงเรียนนวมินทราชูทิศ กรุงเทพมหานคร

ปริญญาตรี : คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้