



การลดจำนวนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องในกระบวนการเคลือบแบบหลายแผ่น
ด้วยวิธีการซิกซ์ซิกม่า

ปกรณ์ อุณจันทร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
มีนาคม 2555



การลดจำนวนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องในกระบวนการเคลือบแบบหลายแผ่น
ด้วยวิธีการชักซ์ชักมา



ปกรณ์ อุ่นจันทร์

การค้นคว้าแบบอิสระนี้เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัยเพื่อเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

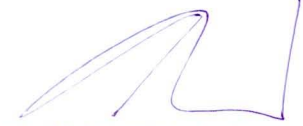
บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
มีนาคม 2555

การลดจำนวนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องในกระบวนการเคลือบแบบหลายแผ่น
ด้วยวิธีการชักซ์ชักมา

ปกรณ์ อุ่นจันทร์

การค้นคว้าแบบอิสระนี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะกรรมการสอบการค้นคว้าแบบอิสระ



ประธานกรรมการ

ผศ.ดร. อรรถพล สมทุพตน์

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าแบบอิสระ



รศ.ดร. วิมลน เหล่าศิริถาวร



กรรมการ

รศ.ดร. วิมลน เหล่าศิริถาวร



กรรมการ

ผศ.ดร. คมกฤต เล็กสกุล



กรรมการ

อ.ดร. สุรัชชัย สานติสุขรัตน์

14 มีนาคม 2555

© ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าแบบอิสระนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก รศ.ดร.วิมลีน เหล่าสิริถาวร อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าแบบอิสระ ผู้ซึ่งได้เสียสละเวลาอันมีค่าของอาจารย์ เพื่อให้ประสบการณ์ ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา ในการทำการค้นคว้าแบบอิสระ และให้ความกรุณาตรวจทานแก้ไข จนการค้นคว้าแบบอิสระเสร็จสมบูรณ์ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

นอกจากนี้ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.อรรถพล สมุทรกุลดี ประธานกรรมการสอบการค้นคว้าแบบอิสระ ผศ.ดร.คมกฤต เล็กสกุล กรรมการสอบการค้นคว้าแบบอิสระ ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และ อ.ดร. สุรัชย์ สานติสุขรัตน์ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่กรุณาได้รับเป็นกรรมการสอบการค้นคว้าแบบอิสระ และให้คำแนะนำเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณวรพจน์ สิริธนากร รองประธาน บริษัท อินโนเว็กซ์ (ประเทศไทย) จำกัด ที่กรุณาให้คำปรึกษา และให้ความอนุเคราะห์ในการทำการค้นคว้าแบบอิสระในโรงงานฯ และขอขอบพระคุณพนักงานทุกท่าน ที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่ามาเข้าร่วมกลุ่มการปรับปรุงคุณภาพกระบวนการผลิต รวมถึงให้ความช่วยเหลือต่าง ๆ ตลอดการค้นคว้าแบบอิสระในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ในภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ให้กับข้าพเจ้า ตลอดจนเจ้าหน้าที่ในภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือด้วยดีตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดาที่ให้อำนาจและให้ความสำคัญต่อการศึกษา โดยให้การสนับสนุนและวางรากฐานการศึกษาที่ดี ตลอดจนเป็นกำลังใจด้วยดีตลอดมา ขอขอบคุณทุกคนในครอบครัวที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจ จนการค้นคว้าแบบอิสระฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดี

ท้ายที่สุดนี้ หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้เขียนขออภัยเป็นอย่างสูงในข้อบกพร่องและความผิดพลาดนั้น และผู้เขียนหวังว่าการค้นคว้าแบบอิสระนี้ จะเป็นประโยชน์ไม่มากนักน้อยสำหรับผู้ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนผู้ที่สนใจที่จะศึกษา การลดจำนวนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องในกระบวนการผลิต ด้วยวิธีการซิกซ์ ซิกมา ต่อไป

ปกรณ์ อุ่นจันทร์

ชื่อเรื่องการค้นคว้าแบบอิสระ	การลดจำนวนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องในกระบวนการเคลือบแบบหลายแผ่นด้วยวิธีการชิกซ์ชิกม่า
ผู้เขียน	นายปกรณ์ อุ่นจันทร์
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการ)
อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าแบบอิสระ	รศ. ดร. วิมลีน เหล่าศิริถาวร

บทคัดย่อ

250624

การค้นคว้าแบบอิสระนี้เป็นการศึกษาเรื่อง การลดจำนวนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องประเภทกาวล้นขอบ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิตภายใต้กระบวนการเคลือบแบบหลายแผ่น ด้วยวิธีการชิกซ์ชิกม่า โดยได้เลือกทำการศึกษากับผลิตภัณฑ์แผงวงจรชนิดอ่อนรุ่น CNN300, CNN301, CNN307 และ CNN308 ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทเดียวกันของโรงงานกรณีศึกษาแห่งหนึ่ง ที่ทำการผลิตงานมาเป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์ และมีจำนวนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องประเภทกาวล้นขอบเฉลี่ยเท่ากับ 4.95%

โดยมีวัตถุประสงค์ในการดำเนินการวิจัย เพื่อค้นหาสาเหตุหรือปัจจัยที่มีนัยสำคัญของการเกิดผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องประเภทกาวล้นขอบ เพื่อใช้วิธีการออกแบบการทดลองในการปรับปรุงกระบวนการผลิตภายใต้กระบวนการเคลือบแบบหลายแผ่นของโรงงานกรณีศึกษา และเพื่อลดจำนวนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องประเภทกาวล้นขอบให้เหลือน้อยกว่า 1.00%

สำหรับการดำเนินการวิจัยจะเริ่มจากการศึกษารายละเอียดต่าง ๆ ของตัวผลิตภัณฑ์ ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องประเภทกาวล้นขอบ และขั้นตอนของกระบวนการผลิต ตั้งแต่กระบวนการแรกจนถึงกระบวนการสุดท้าย เพื่อให้ทราบถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมดในแต่ละกระบวนการผลิต แล้วจึงใช้วิธีการ ชิกซ์ ชิกม่า โดยการนำเครื่องมือหรือเทคนิค ชิกซ์ ชิกม่า แบบต่าง ๆ มาใช้เพื่อช่วยในการค้นหาปัจจัยที่สำคัญ ที่น่าจะมีผลกระทบต่อการเกิดผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องประเภทกาวล้นขอบ โดยการใช้แผนผังกระบวนการผลิต เทคนิคแผนที่กระบวนการ และแผนภูมิแกงปลา ซึ่งจะทำให้ได้ปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลกระทบมาทั้งสิ้น 47 ปัจจัย จากนั้นจึงทำการคัดกรองปัจจัยต่าง ๆ ที่ได้มา ให้เหลือแต่ปัจจัยที่สำคัญ ที่มีผลกระทบต่อการเกิดผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง

ประเภทกาวล้นขอบจริง ๆ โดยการใช้ ตารางเหตุและผล และตารางวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ ซึ่งในที่สุดจะเหลือปัจจัยที่มีค่าว่าจะมีผลกระทบจริง ๆ เพียง 3 ปัจจัย คือ เวลาที่ใช้ในการอบงานล่วงหน้า แรงกดที่ใช้ในการเคลือบงาน และแผ่นฟิล์มลอกได้ที่ใช้ในการเคลือบงาน ในขั้นตอนต่อมาจึงใช้การออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียลเต็มจำนวน 3 ปัจจัย มีจุดกึ่งกลาง 3 จุด และมีการทำซ้ำ 2 ครั้ง เพื่อทำการวิเคราะห์ และหาค่าที่ดีที่สุดของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องกาวล้นขอบอย่างมีนัยสำคัญแต่ละปัจจัย ซึ่งผลที่ได้สามารถนำไปใช้ทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตการเคลือบแบบหลายแผ่นได้ โดยหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตการเคลือบแบบหลายแผ่นเป็นเวลา 4 สัปดาห์พบว่า สามารถลดจำนวนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องประเภทกาวล้นขอบลงจากค่าเฉลี่ย 4.95% เหลือ 0.51% และจากผลที่ได้ทำให้สามารถกล่าวได้ว่า การค้นคว้าแบบอิสระนี้สามารถบรรลุผลได้ตามเป้าหมายทุกประการ

Independent Study Title	Defect Reduction in Multi Panel Lamination Process Using Six Sigma Methodology
Author	Mr. Pakorn Aoonchan
Degree	Master of Engineering (Industrial Engineering)
Independent Study Advisor	Assoc. Prof. Dr. Wimalin Laosiritaworn

ABSTRACT

250624

This independent study is to reduce the adhesive squeeze out defective rate at multi panel lamination process by using six sigma methodology. The flexible circuit products model CNN300, CNN301, CNN307 and CNN308 have been selected since they are the same product platform and they have been manufactured in this case studied factory. Those products have been produced for 5 weeks with the excessive adhesive squeeze out defective rate average at 4.95%.

The purpose of this study is aimed to find the real root cause or the significant key process input variables (KPIVs) of this excessive adhesive squeeze out defect, using the six sigma tools, named design of experiment (DOE) in order to improve the multi-panel lamination process capability resulted in the reduction of excessive adhesive squeeze out defective rate average less than 1%.

The study starts by reviewing the general knowledge of each product, the excessive adhesive squeeze out defect characteristics and every manufacturing process steps from the first process until the last process in order to thoroughly understand each individual manufacturing process and their key process input variables in each process. Next step is to use the six sigma methodology bring their related tools or techniques to identify the suspected key input variables of the excessive adhesive squeeze out defect from each manufacturing process. By using the process

the excessive adhesive squeeze out defect from each manufacturing process. By using the process flow diagram, the process mapping technique and the fishbone diagram then can identify total 47 of suspected key process input variables. After that, then screen those suspected key process input variables by using the cause and effect matrix (C&E Matrix) and the failure mode and effects analysis (FMEA) until get the most suspected key process input variables. Finally, total 3 key factors have been indentified they are the prebake time, lamination pressure and the lamination release film type. By using the design of experiment full factorial design type by 3 factors, 3 center points and 2 replicates to analyze and optimize each of the significant key process input variable. With all the six sigma tools those have been used are able to improve the multi panel lamination process capability. After improvement for 4 weeks the excessive adhesive squeeze out defective rate average has been decreased from 4.95% to be 0.51%. So, from the result is interpret to this independent study can be achieve for all objectives.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการคั่นคว่ำแบบอิสระ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการคั่นคว่ำแบบอิสระ	4
1.3 ขอบเขตของการคั่นคว่ำแบบอิสระ	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการคั่นคว่ำแบบอิสระ	6
บทที่ 2 ทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	7
2.2 ความหมาย และทฤษฎีของซิกซ์ ซิกม่า	11
2.2.1 ระยะกำหนด	15
2.2.2 ระยะการวัด	15
2.2.3 ระยะวิเคราะห์	16
2.2.4 ระยะปรับปรุง	17
2.2.5 ระยะควบคุม	17
2.3 เอกสาร และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา	24
3.1 การดำเนินการ	24
3.2 ขั้นตอนการดำเนินการ	24
3.2.1 ระยะกำหนด	26
3.2.2 ระยะวัด	29
3.2.3 ระยะวิเคราะห์	34

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2.4 ระยะปรับปรุง	34
3.2.5 ระยะควบคุม	35
3.3 ขั้นตอนสรุปผลการทดลอง	36
บทที่ 4 ผลการดำเนินการศึกษา	37
4.1 ระยะกำหนด	37
4.1.1 ศึกษาปัญหาเบื้องต้น กำหนดลูกค้า และกำหนดวิธีการเก็บข้อมูล	37
4.1.2 กำหนดปัญหาที่จะทำการปรับปรุง ขอบเขต ตัวชี้วัด และตั้งเป้าหมาย	39
4.1.3 กำหนดผู้ร่วมทำโครงการ	43
4.2 ระยะวัด	45
4.2.1 สร้างแผนผังการไหลกระบวนการ	45
4.2.2 สร้างแผนที่กระบวนการ	46
4.2.3 สร้างแผนภูมิแกงปลา	50
4.2.4 สร้างตารางเหตุและผล	54
4.2.5 สร้างตารางวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ	58
4.2.6 การวิเคราะห์ระบบการวัด	63
4.3 ระยะวิเคราะห์	67
4.4 ระยะปรับปรุง	67
4.4.1 การออกแบบการทดลอง	67
4.4.2 การทดลองและเก็บข้อมูล	72
4.4.3 การวิเคราะห์ผลการทดลอง	73
4.4.4 การหาค่าที่ดีที่สุด	86
4.4.5 การวัดปริมาณผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องประเภทกาวล้นขอบหลังการวิจัย	87
4.5 ระยะควบคุม	89
4.5.1 การปรับปรุงเอกสารมาตรฐานการปฏิบัติงาน	89
4.5.2 การกำหนดให้มีการสุ่มตรวจสอบเป็นระยะ ๆ หลังการปรับปรุง	90

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการค้นคว้าแบบอิสระและข้อเสนอแนะ	92
5.1 สรุปผลการค้นคว้าแบบอิสระ	92
5.2 การอภิปรายผลการค้นคว้าแบบอิสระ	95
5.2.1 หลักการปรับปรุงคุณภาพที่นำมาใช้แก้ไขปัญหา	95
5.2.2 ขั้นตอนการดำเนินการ	95
5.2.3 การค้นคว้าแบบอิสระนี้กับงานวิจัยอื่น ๆ	95
5.3 ปัญหา อุปสรรค และข้อจำกัดในการค้นคว้าแบบอิสระ	97
5.4 ข้อเสนอแนะการค้นคว้าแบบอิสระ	97
บรรณานุกรม	99
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ตารางการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ	101
ประวัติผู้เขียน	103

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 Rating of process improvement techniques (Dusharme, 2006)	7
2.2 Six Sigma industrial application (Kumar, 2007)	8
2.3 Benefits of Six Sigma in manufacturing sector (Kwak, 2006)	9-10
2.4 ตารางเปรียบเทียบเครื่องมือหรือเทคนิค ซิกซ์ ซิกม่า ที่ใช้ในการวิจัย ลดผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง	19-20
4.1 ตารางเกณฑ์การให้คะแนนความรุนแรงของปัญหา (Mosaica, 2007)	55
4.2 ตารางเหตุและผล	57
4.3 ตารางเกณฑ์การให้คะแนนความถี่ในการเกิดปัญหา (Mosaica, 2007)	60
4.4 ตารางเกณฑ์การให้คะแนนการตรวจพบปัญหา (Mosaica, 2007)	60
4.5 ตารางการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ	61
4.6 ตารางเปรียบเทียบการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ของพนักงานกะ A	64
4.7 ตารางเปรียบเทียบการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ของพนักงานกะ B	64
4.8 ตารางการกำหนดค่าและขอบเขตของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง	70
4.9 ตารางผลการออกแบบการทดลองแบบเชิงแฟกทอเรียลเต็มจำนวน	72
4.10 ตารางข้อมูลผลการทดลอง	73
4.11 ตารางข้อมูลผลการทดลองที่ผ่านการแปลงข้อมูลด้วยบ็อกค็อก	80
4.12 ตารางข้อมูลการทดลองผลิตงานจริงหลังการปรับปรุงกระบวนการ	88
4.13 เอกสารมาตรฐานการปฏิบัติงานกระบวนการเคลือบแบบหลายแผ่นที่ปรับปรุงใหม่	89
5.1 ตารางแสดงค่าที่ดีที่สุดของแต่ละปัจจัย	94

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
1.1 แผนภูมิแสดงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต	2
1.2 เครื่องเคลือบแบบหลายแผ่น (Multi panel lamination machine)	3
2.1 กราฟแจกแจงความถี่ของข้อมูลที่ปกติแบบระฆังคว่ำ (Mosaica, 2007)	12
2.2 กราฟแจกแจงความถี่ของกระบวนการที่มีระดับคุณภาพ 6 ซิกม่า (Mosaica, 2007)	13
2.3 ขั้นตอนของ ซิกซ์ ซิกม่า (Mosaica, 2007)	14
2.4 ยุทธศาสตร์ในการทำ ซิกซ์ ซิกม่า (Mosaica, 2007)	18
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	25
3.2 แผนภูมิแกงปลา	41
4.1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์แผงวงจรชนิดอ่อนแบบ CNN308	38
4.2 ข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องกาวล้นขอบจากระบบ SAP	39
4.3 มาตรฐานการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องกาวล้นขอบแบบที่ 1	40
4.4 มาตรฐานการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องกาวล้นขอบแบบที่ 2	41
4.5 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องกาวล้นขอบ	42
4.6 แผนผังการไหลกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ CNN300, CNN301, CNN307 และ CNN308	45
4.7 แผนที่กระบวนการติดฟิล์มอัตโนมัติ กระบวนการอบ และกระบวนการเคลือบแบบหลายแผ่น	46
4.8 แผนภูมิแกงปลาปัจจัยจาก คน (Man)	51
4.9 แผนภูมิแกงปลาปัจจัยจาก เครื่องจักร (Machine)	52
4.10 แผนภูมิแกงปลาปัจจัยจาก วิธีการ (Method)	52
4.11 แผนภูมิแกงปลาปัจจัยจาก วัสดุคิบ (Material)	53
4.12 แผนภูมิแกงปลาปัจจัยจาก สิ่งแวดล้อม (Environment)	54
4.13 ผลการที่ได้จากการวิเคราะห์โปรแกรมมินิแท็บ	65
4.14 กราฟที่ได้จากการวิเคราะห์โดยโปรแกรมมินิแท็บ	66
4.15 กราฟการแจกแจงแบบปกติของผลกระทบมาตรฐาน	74

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
4.16 กราฟพารโดผลกระทบมาตรฐาน	75
4.17 การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยโปรแกรมมินิแท็บ แบบเข้ารหัส	76
4.18 กราฟความน่าจะเป็นแบบปกติของส่วนตกค้าง	77
4.19 กราฟความสัมพันธ์ของส่วนตกค้างกับค่าทำนาย	78
4.20 กราฟส่วนตกค้างกับลำดับการทดลอง	78
4.21 กราฟการแจกแจงแบบปกติของผลกระทบมาตรฐาน	80
4.22 กราฟพารโดผลกระทบมาตรฐาน	81
4.23 การวิเคราะห์ผลการทดลองที่ผ่านการแปลงข้อมูลด้วยบ็อกค็อก โดยใช้โปรแกรม มินิแท็บ แบบเข้ารหัส	82
4.24 กราฟความน่าจะเป็นแบบปกติของส่วนตกค้าง	83
4.25 กราฟความสัมพันธ์ของส่วนตกค้างกับค่าทำนาย	84
4.26 กราฟส่วนตกค้างกับลำดับการทดลอง	84
4.27 ค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยแต่ละปัจจัย	85
4.28 การใช้ Response optimizer หาค่าที่ดีที่สุดของแต่ละปัจจัย	86
4.29 การหาค่าที่ดีที่สุดของแต่ละปัจจัย เมื่อคำนึงถึงผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องฟองอากาศ	87
4.30 โครงสร้างของแผ่นฟิล์มลอกได้และส่วนอื่น ๆ ที่ใช้ในการเคลือบงาน	90
4.31 โครงสร้างของแผ่นฟิล์มลอกได้และส่วนอื่น ๆ ที่ใช้ในการเคลือบงาน	91