

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงกระบวนการผลิตแผงวงจรรวมชนิด PPF (Pre-Plated Frame)
ชื่อผู้เขียน	จักรชัย น้ำผึ้ง
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์
สาขาวิชา	การจัดการทางวิศวกรรม
ปีการศึกษา	2555

บทคัดย่อ

การผลิต I.C. Integrated Circuit ที่ผ่านมานั้นมีการแข่งขันกันทั้งด้านคุณภาพ และราคา การลดต้นทุนการผลิต การลดจำนวนของเสีย ทำให้บริษัทมีผลกำไรเพิ่มมากขึ้น ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์มีการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีไปมากทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ มีการลดขั้นตอนการผลิต การเปลี่ยนวัตถุดิบเพื่อลดต้นทุนการผลิตและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพราะฉะนั้นจึงต้องมีการพัฒนาเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และกระบวนการผลิตเพื่อที่จะสามารถผลิตงานนั้นได้ ในกรณีศึกษาบริษัทผลิต I.C. แห่งหนึ่งต้องการผลิต I.C. จาก Lead Frame ที่ผ่านการชุบ Ni Pd Au หรือเรียกว่า Pre-Plate Frame (PPF) ทางบริษัทต้องการให้พัฒนาปรับปรุงเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่มีอยู่มาทำการผลิตงานประเภท PPF ให้ได้และผ่านตามข้อกำหนดหรือมาตรฐานของลูกค้า เนื่องจากงานประเภท PPF นั้นจะมีผิวที่ผ่านการชุบมาบางกว่างานปกติมาก ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ แนวทางที่จะพัฒนา ปรับปรุงเครื่องจักร อุปกรณ์และวิธีการ โดยใช้เทคนิคและทฤษฎีต่างๆ มาใช้ได้แก่ ทฤษฎีการวิเคราะห์ภาวะล้มเหลวและผลกระทบ FMEA (Failure Mode and Effectuated Analysis) ทฤษฎีวิเคราะห์สาเหตุผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) เพื่อหาสาเหตุ และทฤษฎีการตั้งคำถามทำไม ทำไม (Why-Why Analysis) เพื่อระบุถึงปัญหา หลังจากที่เราทราบสาเหตุของปัญหาแล้ววิศวกรผู้วิจัยจึงเลือกใช้เทคนิคต่างมาแก้ปัญหาได้แก่ เทคนิค การขึ้นรูปงานแบบเอียง 45 องศา (Incline Form) และเทคนิคการเคลือบผิวแบบ DF Coating ผลของการพัฒนาทำให้บริษัทสามารถผลิตงานได้ตามข้อกำหนดมาตรฐานของลูกค้าทำให้มีใบสั่งซื้องานประเภท PPF มาตั้งแต่เดือน พฤษภาคม 2554 เพิ่มขึ้น 20% หรือคิดเป็น 10 ล้านชิ้นต่อเดือน โดยมีการติดตามผลและควบคุมการผลิตด้วยทฤษฎีทางสถิติ SPC (Statistical Process Control) มีการติดตามผลของอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นจนถึงปัจจุบัน

คำหลัก การลดจำนวนของเสีย ศึกษาความเป็นไปได้ แผงวงจร ควบคุมการผลิต

Thesis Title	Integrated Circuit Assembly Process improvement For PPF (Pre-Plated Frame)
Author	Jakchai Namphueng
Thesis Advisor	Associate Professor Dr. Suparatchai Vorarat
Department	Engineering Management
Academic Year	2012

ABSTRACT

Integrated Circuit (I.C.), a technological development and environmental product, is mainly used in the assembly manufacturing that is a highly competitive industry. This industry should focus on high quality, exceptional customer service, defect reduction, yield, cycle time, and low material cost. This type of business is better known as semiconductor business, and also mainly depends on innovative design of tools, machines and production process which is an integrated circuit (I.C.) product. The new requirements for new products occur, when the samples are sent by customers to their sub-contractors for a feasibility study for qualifications. In this case, the new product is PPF (Pre-Plated Frame), which is a type of plating surface skin through the coat. Any subcontractor who can run with PPF will get a 20% increase in revenue or about 1.2 million Baht per month, before coming to 20% increase of revenue, the engineering team has to develop all equipment involved in this process to improve the machinery, the equipment and the process. The theoretical analysis such as FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), Fish Bone Diagram and Why – Why Analysis were used to identify the root cause and how to eliminate the production problems. The researcher use problem-solving techniques as DF Coating techniques and Incline form techniques. Base on the findings, the manufacturing companies, mass production of I.C has increase 2 percent to build mass production since May 2011

Keywords: defect reduction feasibility study lead frame process control

กิตติกรรมประกาศ

โครงการปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงด้วยความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่กรุณาเสียสละให้คำปรึกษาแนะนำ ระหว่างการศึกษาค้นคว้าตลอดจนช่วยในการตรวจสอบแก้ไขข้อผิดพลาดและอนุมัติโครงการ ปัญหาพิเศษนี้ และขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบโครงการปัญหาพิเศษทุกท่านที่ได้กรุณา แนะนำและให้ข้อมูลต่างๆ จนกระทั่งโครงการปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์

การศึกษาโครงการปัญหาพิเศษนี้จะสำเร็จไปไม่ได้เลย หากไม่ได้รับความร่วมมือจาก พนักงานบริษัท วิจิแลนด์ เทคโนโลยี จำกัด ที่ให้ความช่วยเหลือให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ ที่ทำให้โครงการปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ของการจัดทำ

สุดท้ายขอขอบพระคุณครอบครัว ผู้บังคับบัญชา เพื่อนร่วมงาน และเพื่อนนักศึกษา ที่ให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจจนสามารถทำให้โครงการสำเร็จ

จักรชัย น้ำผึ้ง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ฅ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ซ
สารบัญภาพ.....	ฌ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	7
1.3 ขอบเขตและข้อจำกัดของงานวิจัย.....	7
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	8
1.5 แผนการดำเนินการ.....	8
2. ทฤษฎี เทคโนโลยีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	9
2.2 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง.....	28
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	38
3. ระเบียบและวิธีวิจัย.....	42
3.1 ศึกษากระบวนการผลิตที่ดำเนินอยู่ในปัจจุบัน.....	42
3.2 ศึกษาข้อกำหนดของลูกค้าที่เกี่ยวกับ I.C. ที่ผลิต	
จาก Lead Frame ชนิด PPF.....	43
3.3 ทดลองผลิต I.C. จาก Lead Frame PPF ด้วยกระบวนการปกติและสรุปผล.....	46
3.4 วิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับกระบวนการผลิต อุปกรณ์ และเครื่องจักร.....	46
3.5 ปรับปรุงกระบวนการผลิต เครื่องมือ เครื่องจักร.....	47
3.6 การทดลองผลิต I.C. จาก Lead Frame ชนิด PPF.....	48
4. ผลการวิจัย.....	52
4.1 ผลิตงานตัวอย่างด้วยวิธีการปกติ.....	52
4.2 วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	55

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4.3 ปรับปรุงกระบวนการ อุปกรณ์ หรือเครื่องจักรด้วยเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง.....	60
4.4 ทำการทดลองผลิตงานหลังจากทำการปรับปรุง.....	62
4.5 ศึกษาค้นคว้า ตามข้อกำหนดลูกค้าทั้ง 8 รายการ.....	62
5. สรุปผลการดำเนินงานวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	72
5.1 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย.....	72
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	73
บรรณานุกรม.....	75
ประวัติผู้เขียน.....	78

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	8
2.1 เกณฑ์การประเมินความรุนแรง (S) สำหรับ Process FMEA.....	11
2.2 เกณฑ์ประเมินความถี่ในการเกิด (O) สำหรับ Process FMEA.....	14
2.3 เกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ Process FMEA.....	14
2.4 แบบฟอร์มสำหรับ Process FMEA16.....	16
2.5 ผลการทดสอบการความสามารถของการยึดติด (Adhesive Strength).....	32
2.6 ผลการทดสอบแรงเสียดทานของผิว (Coefficient of sliding friction).....	35
3.1 ข้อกำหนดของลูกค้า Visual Mechanical Requirement 3WI7201.....	44
3.2 ข้อกำหนดของลูกค้า Trim & Form Work Instruction 3WI7101.....	45
3.3 ค่าที่ต้องวัดตามข้อกำหนดของลูกค้า.....	49
3.4 Data check sheet record I.....	50
3.5 Data check sheet record II.....	51
4.1 การวิเคราะห์ผลกระทบ Failure Mode and Effect Analysis: PFMEA.....	58
4.2 อุปกรณ์และวิธีการขึ้นรูปก่อนและหลังการปรับปรุง.....	61
4.3 ข้อกำหนดของลูกค้า.....	62
4.4 ผลการวัดขนาดตามข้อกำหนด Data check sheet record I.....	63
4.5 ผลการวัดขนาดตามข้อกำหนด Data check sheet record II.....	64
4.6 แสดงผลการตรวจได้กล่อง 30 เท้า.....	65
4.7 ผลการควบคุมการผลิตขนาดของ Foot Angle.....	67
4.8 ผลการควบคุมการผลิตขนาดของ Lead co planarity.....	68
4.9 เปรียบเทียบอายุการใช้งานของอุปกรณ์ขึ้นรูปงาน.....	70
4.10 Tool life monitoring.....	71
5.1 งบประมาณที่ประหยัดได้.....	72

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 ขั้นตอนการผลิต I.C.....	1
1.2 ขั้นตอนการทำ Wafer saw.....	2
1.3 ขั้นตอนการ Die attached.....	2
1.4 ขั้นตอนการ Wire Bonder.....	3
1.5 แผงวงจรก่อนและหลังการฉีดพลาสติก Mold.....	3
1.6 ขั้นตอนการ Marking.....	4
1.7 แผงวงจรก่อนและหลังการชุบ.....	4
1.8 การขึ้นรูปขางานและบรรจุงานใส่.....	5
1.9 ลักษณะของงานชนิด Surface Mount และ Thru Hole.....	5
1.10 ผิวของแผงวงจรที่ผ่านการชุบด้วยดีบุก และ PPF.....	6
1.11 สัดส่วนของงานแต่ละชนิด.....	6
1.12 ลักษณะงาน 8Lead Small Outline gull-wing package (SOIC).....	7
2.1 ขั้นตอนการใช้หลักการ FMEA.....	10
2.2 ฟังแสดงการวิเคราะห์ด้วยคำถามทำไม.....	17
2.3 ฟังตัวอย่างการตั้งคำถามทำไมโดยที่ไม่หมุน.....	19
2.4 ปัญหาแท่งค้ำน้ำบูบเข้าข้างในขณะปัมน้ำออก.....	19
2.5 ฟังก์ชันปลาหรือฟังก์ชันเหตุและผล.....	22
2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างการวิเคราะห์โดยฟังก์ชันปลากับปลา.....	24
2.7 กราฟแสดงเส้นควบคุมต่างๆ.....	26
2.8 กราฟแสดงจุดที่ออกนอกเส้นควบคุม.....	27
2.9 กราฟแสดงจุดที่อยู่ด้านบนเส้นควบคุม.....	27
2.10 กราฟแสดงจุดที่อยู่ใต้เส้นควบคุม.....	27
2.11 กราฟแสดงจุดที่วิ่งแบบปกติ.....	27
2.12 แสดงชั้นของดีบุกและลักษณะผิวบนแผงวงจร (Lead Frame Copper).....	29
2.13 แสดงชั้นและลักษณะผิวของ PPF (Pre-Plated Lead Frame).....	29
2.14 แสดงการเคลือบผิวด้วย DF Coating.....	30
2.15 แสดงความหนาและขนาด (Grain Size).....	31

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.16 เครื่องทดสอบ Scratch Test unit ของผิว DF Coating.....	32
2.17 กราฟแสดงผลการทดสอบ Critical Loading ของ DF Coating.....	33
2.18 เปรียบเทียบความเสียหายของผิว DF Coating กับ DLC.....	33
2.19 กราฟเปรียบเทียบความแข็งของ DFC.....	34
2.20 เครื่องทดสอบแรงเสียดทาน.....	34
2.21 ความเรียบของผิวจากกล้อง Atomic Force Microscope.....	35
2.22 การขึ้นรูปแบบ Solid form.....	36
2.23 การขึ้นรูปแบบ Incline form.....	36
2.24 สูตรของแรงกดและตำแหน่งต่างๆ ของการขึ้นรูปงาน.....	37
2.25 แสดงระยะ L ของ Solid form และ Incline form.....	38
3.1 กระบวนการผลิต I.C. หลัก 7 ขั้นตอน.....	43
3.2 Profile Projector.....	45
3.3 ลักษณะและวิธีการวัดขนาด 8 รายการ.....	46
3.4 การขึ้นรูปด้วยวิธีเอียง 45°.....	48
3.5 เทคโนโลยีการเคลือบผิวด้วย Diamond Coating.....	48
3.6 ลักษณะและจำนวนงานบน Lead Frame.....	48
3.7 จำนวนงาน 1 ชุดต่อการเข้ารูป 1 ครั้งเท่ากับ 10 ชิ้น.....	49
4.1 กราฟ Pareto แสดงรายละเอียดงานเสียทั้งหมด.....	52
4.2 งานเป็นรอยขีดข่วน Scratch on lead.....	53
4.3 ขั้นตอนการขึ้นรูปงาน.....	53
4.4 ขั้นตอน Dam bar cut.....	54
4.5 ขั้นตอน Lead Pre-Form.....	54
4.6 ขั้นตอน Final Form.....	54
4.7 ขั้นตอน Singulate.....	55
4.8 ผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหางานเป็นรอยขีดข่วน.....	55
4.9 Why-Why Analysis วิเคราะห์ปัญหาเป็นรอยขีดข่วน.....	59
4.10 เครื่อง Trim & Form LT#08 ใช้ขึ้นรูปงาน.....	61

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.11 การลงข้อมูลในแบบฟอร์มตรวจงาน 4CL0094.....	69
4.12 แสดงข้อมูลการนับของเครื่องจักร.....	70
5.1 รูปภาพแสดงขอต่อการสั่งผลิตงาน 8SOIC (PPF Type).....	73
5.2 งานชนิด Plastic Dual Inline Package (PDIP).....	73
5.3 แม่พิมพ์แบบลูกกลิ้ง (Roller Forming) ในสายการผลิตขึ้นรูปแผ่นโลหะ.....	74
5.4 แม่พิมพ์แบบลูกกลิ้ง (Roller Forming).....	74