บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็คทรอนิคส์ต่างๆ มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายเป็นทั้งเครื่องใช้ เครื่องอำนวยความสะดวกมากมายหลายประเภทและหลายชนิด พัฒนาการของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็คทรอนิคส์เจริญเติบโตไปอย่างรวดเร็ว และมีการแข่งขันสูง บริษัทผลิตชิ้นส่วนเหล่านี้จำเป็นต้องรีบพัฒนาเทคโนโลยี และกระบวนการผลิต รวมทั้งคุณภาพของงาน โดยมีต้นทุนที่ต่ำที่สุดเพื่อให้สามารถแข่งขันในตลาดได้ การปรับปรุงคุณภาพสามารถทำได้โดยการนำวิธีการทางซิกซ์ ซิกมามาประยุกต์ใช้ในองค์กร ซึ่งสามารถที่จะแก้ปัญหาและเป็นตัววัดได้ว่าการปฏิบัติงานขององค์กรเป็นไปตามเป้าหมายหรือไม่ในระดับใด และยังเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าเหล่านี้มีหัวใจหลักคือการไหลของกระแสไฟฟ้าระหว่างอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ที่นำมาต่อเข้าด้วยกันเป็นวงจรอิเล็คทรอนิคส์ตามคุณสมบัติการใช้งานที่ได้รับการออกแบบมาโดยประกอบกันอยู่บนแผ่นวงจรพิมพ์ แผ่นวงจรพิมพ์จึงมีหน้าที่เป็นตัวเชื่อมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านจากอุปกรณ์แต่ละตัวไปยังอุปกรณ์ตัวอื่นในวงจรอิเลคทรอนิคส์ และยังทำหน้าที่เป็นตัวจับยึดอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์เหล่านั้นด้วย

ด้วยการแข่งขันทางเทคโนโลยีดังกล่าว ทำให้การออกแบบข้อกำหนดของแผ่นวงจรพิมพ์มีความเข้มงวดมากขึ้น ดังนั้นการพัฒนาขีดความสามารถกระบวนการผลิตของบริษัท ผู้ผลิตให้ทันต่อเทคโนโลยีใหม่จะเป็นข้อได้เปรียบในการแข่งขัน ความหนาของทองแดงในรู (Copper-In-Hole thickness) เป็นข้อกำหนดหนึ่งที่มีค่าพิกัดความเผื่อที่เข้มงวด งานวิจัยนี้ได้นำเสนอแนวทางในการปรับปรุงความสามารถของกระบวนผลิต Copper-In-Hole thickness ด้วยวิธีการทางซิกซ์ ซิกมา

1.2 โรงงานกรณีศึกษาและกระบวนการผลิต

บริษัทตัวอย่างกรณีศึกษาถูกจัดตั้งขึ้นในปี ค.ศ. 1983 สินค้าที่ทำการผลิตคือ แผ่นวงจรพิมพ์ (Printed Circuit Board, PCB) สำหรับใช้เป็นส่วนประกอบของเครื่องใช้ไฟฟ้า และวงจรอิเล็คทรอนิคส์ทั่วไปและใช้ในรถยนต์ โดยมีผลิตภัณฑ์หลักคือแผ่นวงจรพิมพ์ประเภทมี ลายวงจร 2 หน้า (Double side PCB) และ แผ่นวงจรพิมพ์ประเภทหลายชั้น (Multi-layer)

1.2.1 ส่วนประกอบของแผ่นวงจรพิมพ์

แผ่นวงจรพิมพ์ประกอบด้วยส่วนประกอบหลักๆ ดังนี้คือ

1. แผ่น Epoxy glass เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการเป็นฐานให้แก่ตัวนำ (ลายวงจรทองแดง) เพิ่มความแข็งแรงให้แก่แผ่นวงจรพิมพ์ และเป็นฉนวนไฟฟ้ากั้นระหว่างลายวงจรทองแดงในแต่ละชั้น
2. ลายเส้นทองแดง (วงจร) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านระหว่างอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์แต่ละตัวที่ประกอบบนแผ่นวงจรพิมพ์

1.2.2 ประเภทของแผ่น PCB

1. Single side PCB เป็นแผ่น PCB ที่มีด้านลายวงจร (ทองแดง) ด้านเดียว ส่วนมากใช้กับวงจรอิเลคทรอนิคส์ที่ไม่ซับซ้อน
2. Double size เป็นแผ่น PCB ที่มีด้านลายวงจร (ทองแดง) 2 ด้าน ส่วนมากใช้กับวงจรอิเลคทรอนิคส์ที่ซับซ้อนไม่มากนัก
3. Multi-layer เป็นแผ่น PCB ที่มีด้านลายวงจรด้าน 2 ด้านหลายชั้นอัดซ้อนรวมเป็นแผ่นเดียวกัน ส่วนมากใช้กับวงจรอิเลคทรอนิคส์ที่ซับซ้อน หรือต้องการลดพื้นที่ของแผ่น PCB ลงทำให้ออกแบบอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าให้มีขนาดเล็กลงได้ เป็นประเภทที่มีการแข่งขันกันสูงและมีราคาแพง

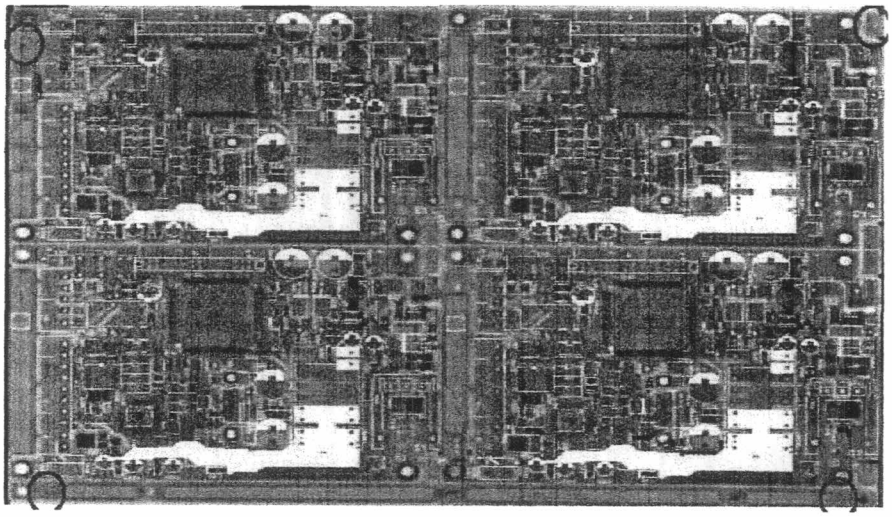
1.2.3 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์

การผลิตแผ่นวงจรพิมพ์จะมีหลักการคือ การพิมพ์ลายของวงจรที่ต้องการลงบนแผ่นทองแดง (ตัวนำไฟฟ้า) ที่เคลือบบน แผ่น Laminate (ฉนวนไฟฟ้า) ซึ่งวัสดุที่ใช้พิมพ์ให้เกิดลายนั้นต้องมีคุณสมบัติในการทนต่อการกัดกร่อนจากกรด และเมื่อได้ลายวงจรที่ต้องการแล้วจะนำแผ่นทองแดงไปผ่านกระบวนการกัด (Etching) ด้วยสารละลายที่มีคุณสมบัติเป็นกรด จะทำให้ทองแดงส่วนที่ไม่มีลายพิมพ์ปกคลุมถูกกัดกร่อนด้วยกรดจนเหลือเฉพาะพื้นผิวของ Laminate และทองแดงที่มีลายพิมพ์ปกคลุม จากนั้นจะนำแผ่นวงจรที่ได้ไปล้างกรดและสารที่ใช้พิมพ์ลายออก จะได้แผ่นวงจรที่มีลายเส้นวงจรทองแดง ก่อนที่จะนำไปเจาะรูและกระบวนการปรับปรุงคุณสมบัติการใช้งานอื่นๆต่อไป

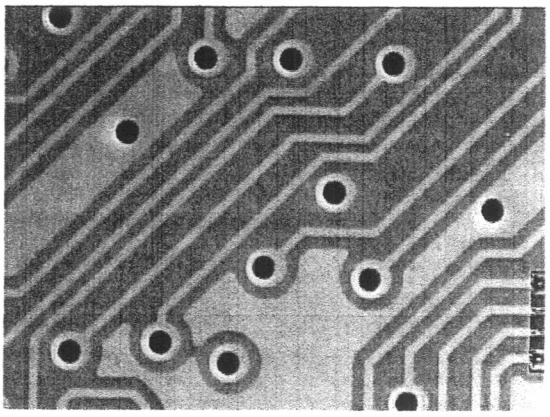
1.3 สภาพของปัญหาและความสำคัญของปัญหา

1.3.1 การชุบทองแดงภายในรูของแผ่นวงจรพิมพ์

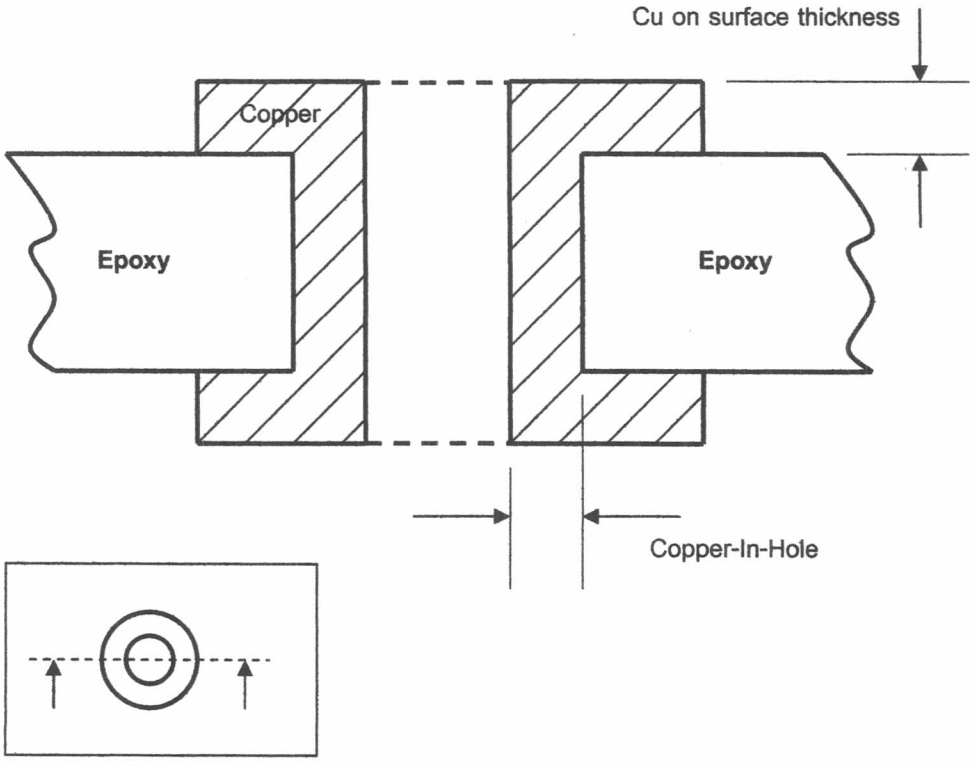
คุณสมบัติหนึ่งที่สำคัญของแผ่นวงจรพิมพ์คือการมีลายวงจรทองแดงเป็นตัวนำให้กระแส ไฟฟ้าไหลผ่านจากอุปกรณ์หนึ่งไปยังอุปกรณ์ตัวอื่นตามวงจรที่ได้รับการออกแบบไว้ สำหรับแผ่นวงจรพิมพ์ประเภท Double size และ Multi-layer นอกจากจะมีลายวงจรทองแดงสำหรับเป็นตัวนำไฟฟ้าภายในชั้น (Layer) เดียวกันแล้วจะต้องมีการเชื่อมต่อกันของกระแสไฟฟ้าระหว่างแต่ละชั้นด้วยโดยผ่านทองแดงที่เคลือบไว้ภายในรูของ Epoxy ที่เจาะไว้ตรงตำแหน่งลายเส้นวงจรของแต่ละชั้นที่ต้องการให้เป็นจุดเชื่อมต่อกัน ซึ่งวิธีการนี้ทำได้โดยการชุบทองแดงเป็นชั้นบางๆ โดยไม่ใช้กระแสไฟฟ้า (Electroless Copper Plating) บนผิว Epoxy หรือเรียกว่า Plated Through Hole, PTH ก่อนที่จะนำไปชุบเพิ่มความหนาของทองแดงด้วยกระแสไฟฟ้า หรือเรียกว่า Electro Copper Platting



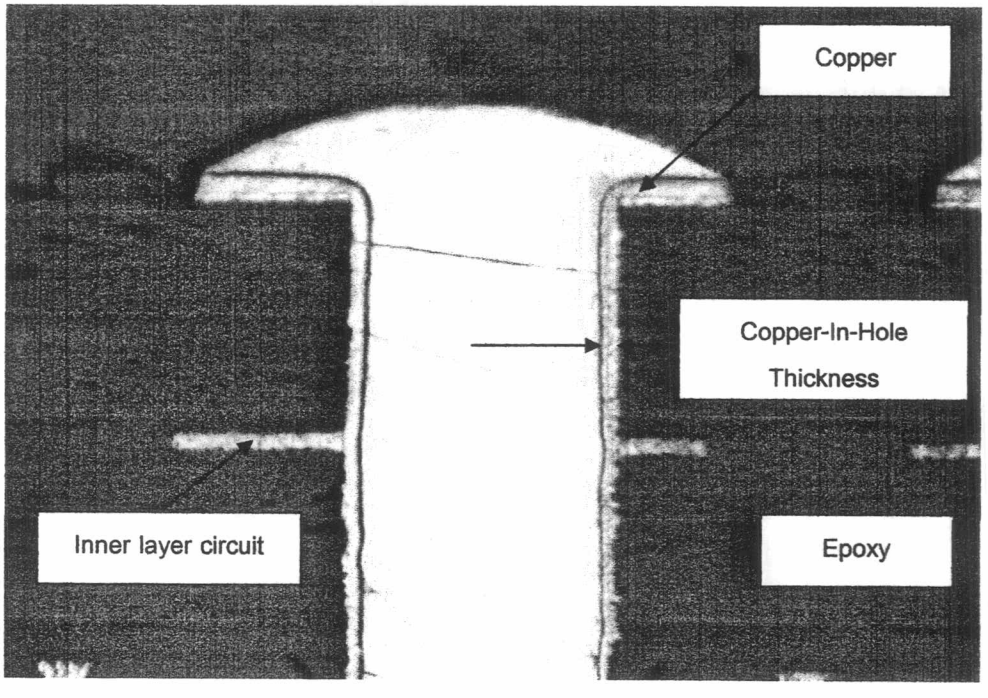
รูปที่ 1.1 แสดงตัวอย่างแผ่น PCB



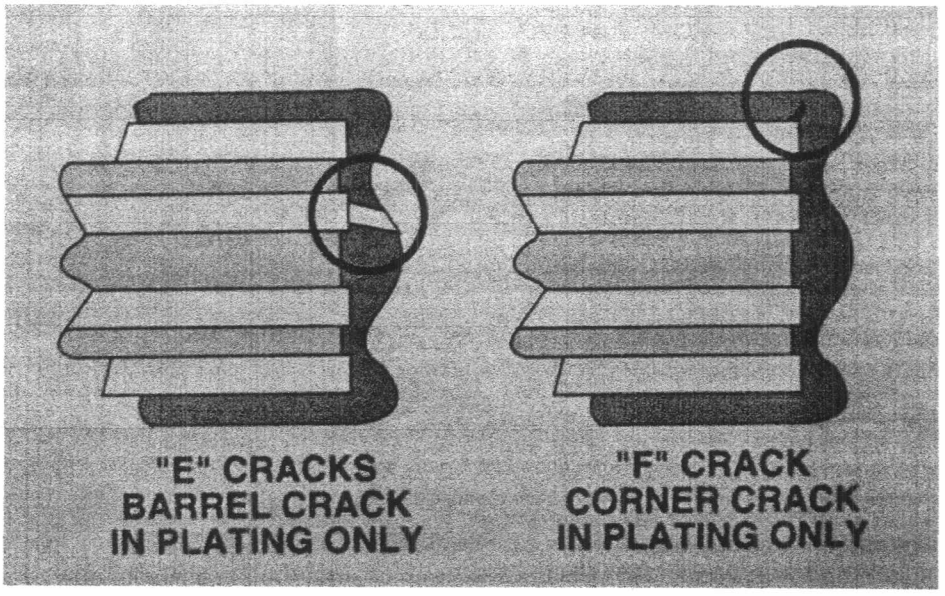
รูปที่ 1.2 แสดงรู Plated Through Hole ของ PCB



รูปที่ 1.3 แสดงโครงสร้างภาคตัดขวางของรู Plated Through Hole ของ PCB



รูปที่ 1.4 แสดงรูปถ่ายโครงสร้างภาคตัดขวางของรูและทองแดงที่ชุบภายในรู



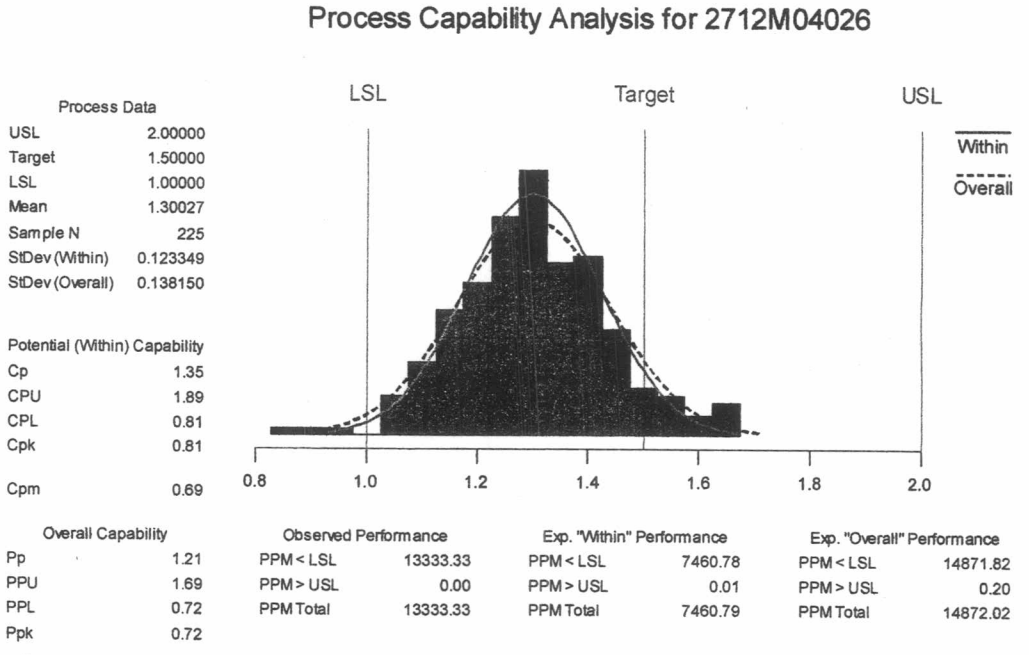
รูปที่ 1.5 แสดงลักษณะปัญหาที่เกิดขึ้นกับทองแดงที่ชุบภายในรู

1.3.2 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากปัจจุบันมีการแข่งขันกันด้านเทคโนโลยีกันมากขึ้น ผู้ผลิตอุปกรณ์อิเล็คโทรนิคส์ต่างมีการพัฒนาออกแบบอุปกรณ์ให้มีขนาดเล็กลงโดยมีฟังก์ชันการทำงานที่หลากหลายและมากขึ้น ดังนั้นแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์เองก็ต้องถูกออกแบบให้เล็กลงไปด้วย โดยการออกแบบให้มีการผลิตเป็นแบบ Muti-layer และตัวลายเส้นวงจรเองก็จะมีขนาดความกว้างที่เล็กลงไปด้วย ดังนั้นในการชุบ PTH จะต้องมีขนาดความหนาของทองแดงในรูที่ไม่มากหรือน้อยเกินข้อกำหนดเพราะถ้าหนามากเกินไปจะทำให้ใส่ขาอุปกรณ์ไม่เข้า หรือถ้าบางมากเกินไปก็จะทำให้มีโอกาสที่ก่อให้เกิดทองแดงจะร้าวก็มากขึ้นซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของปัญหาลายวงจรเปิด (Open circuit) ทำให้กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลผ่านไปได้ หรือการสูญเสียพลังงานอันเนื่องมาจากความต้านทานกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเมื่อพื้นที่หน้าตัดลดลง ซึ่งส่งผลให้อุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็คทรอนิคส์ทำงานไม่เป็นไปตามที่ออกแบบไว้ เนื่องจากปัจจุบันมีการออกแบบให้มีลายวงจรและขนาดอุปกรณ์ที่เล็กลงทำให้ข้อกำหนดของความหนาทองแดงในรูมีขนาดของพิกัดเผื่อที่แคบตามไปด้วยโดยปัจจุบันมีอยู่ที่ระดับ 0.0015 +/-0.0005 inch หรือ 1.5 +/-0.5 mils ทำให้กระบวนการชุบ Electroless Copper Plating และ Electro Copper Plating จะต้องมีการควบคุมที่เข้มงวดหรือลดความผันแปรของกระบวนการเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นไปตามข้อกำหนด

ดังนั้นพารามิเตอร์ความหนาทองแดงในรูนี้จึงเป็นพารามิเตอร์ของแผ่นวงจรพิมพ์ที่มีความสำคัญที่ผู้แผ่นประกอบวงจร (Printed Circuit Board Assembly, PCBA) จำเป็นต้องกำหนดค่าที่แน่นอนและคุณภาพไว้ในข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ ซึ่งบริษัทตัวอย่างในฐานะที่เป็นผู้ผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ จึงต้องทำการควบคุมคุณภาพของงานก่อนส่งมอบให้แก่ลูกค้าไว้อย่างเข้มงวด แต่ผลจากการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิตด้วยข้อมูลระหว่างวันที่ 1

ถึง 31 กรกฎาคม พ.ศ. 2546 ของแผ่นวงจรพิมพ์รุ่น 2712M04026 ในขั้นตอนการตรวจสอบก่อนส่งมอบให้แก่ลูกค้า พบว่ามีค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการผลิตในระยะยาว (Ppk) เท่ากับ 0.72 และมีจำนวนชิ้นงานที่มีค่าความหนาทองแดงในรูไม่ได้ตามข้อกำหนดของลูกค้าเกิดขึ้น 14,872 แผ่นในหนึ่งล้านแผ่น (Part Per Million : PPM) ที่ทำการผลิต แสดงดังรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.6 ความสามารถของกระบวนการ Copper-In-Hole thickness ที่ระดับข้อกำหนด 1.5 +/-0.5 mils

จากข้อมูลเบื้องต้น เมื่อนำมาคิดเป็นค่าใช้จ่ายที่บริษัทต้องสูญเสียเนื่องจากงานดังกล่าวไม่สามารถนำมาแก้ไขปรับปรุงได้ เป็นจำนวนเงินทั้งสิ้นประมาณ 1,487,200 บาท[1] ต่อการผลิตจำนวนหนึ่งล้านชิ้น และทำให้มีโอกาสสูงที่งานที่ไม่ได้คุณภาพนี้จะส่งไปถึงมือลูกค้า ซึ่งเป็นผลเสียต่อภาพพจน์ในผลิตภัณฑ์ของบริษัทในระยะยาว

การวิจัยฉบับนี้ได้เลือกใช้วิธีการทางซิกซ์ ซิกมาเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการลดของเสียที่เกิดขึ้น เนื่องจากซิกซ์ ซิกมาเป็นระบบที่มีเป้าหมายที่ชัดเจน มีโครงสร้างและระเบียบขั้นตอนในการปฏิบัติที่ได้กำหนดไว้เป็นรูปแบบที่แน่นอน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 5 ขั้นตอน ได้แก่ D (Define phase), M (Measure phase), A (Analyze phase), I (Improve phase) และ C (Control phase) ซึ่งทำให้การใช้เครื่องมือและเทคนิคทางสถิติมีประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อที่จะกลั่นกรองสาเหตุของปัญหาที่ทำการวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้อง และนำมาปรับปรุงเพื่อให้กระบวนการผลิตนี้บรรลุเป้าหมายในการลดจำนวนของเสียที่ได้ตั้งไว้ในระยะเวลาที่รวดเร็ว ซึ่ง

---

[1] คิดจากผลคูณของจำนวนของเสียที่คำนวณได้ (14,872 PPM) และต้นทุนเฉลี่ยต่อหน่วยของแผ่นวงจรพิมพ์ (100 บาทต่อหน่วยคิดจากยอดในเดือนกรกฎาคม)

เหมาะสมกับธุรกิจทางด้านชิ้นส่วนอิเลคทรอนิคส์ที่ปัจจุบันมีการแข่งขันกันสูง ทั้งในด้านราคาและคุณภาพของผลิตภัณฑ์

1.4 วัตถุประสงค์ของงานวิจัยและการวัดผล

1.4.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นของพารามิเตอร์ความหนาทองแดงในรู ในกระบวนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์

1.4.2 หน่วยวัดผล

หน่วยวัดผลที่ใช้ในการประเมินผลการปรับปรุงนี้ จะใช้หน่วยของจำนวนของเสียคือ PPM (Part Per Million) เป็นหน่วยวัดผลหลักในการอ้างอิง

1.5 ขอบเขตการศึกษาวิจัย

1) การวิจัยฉบับนี้จะทำการศึกษากระบวนการผลิตเฉพาะผลิตภัณฑ์รุ่น 2712M04026-07 ณ บริษัทตัวอย่าง

2) ใช้วิธีการทางซิกซ์ ซิกมาทั้ง 5 ขั้นตอนคือ D, M, A, I และ C มาประยุกต์ใช้ในการลดของเสียเนื่องจากพารามิเตอร์ Copper-In-Hole thickness ที่ไม่ได้คุณภาพตามข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์

3) วัดผลที่ขั้นตอนการตรวจสอบก่อนส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้แก่ลูกค้า ด้วยค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการผลิตและปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในหน่วย PPM หลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตตามแนวทางซิกซ์ ซิกม่าแล้วเป็นระยะเวลา 30 วัน

4) จะทำการศึกษาตลอดทั้งสายการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์รุ่น 2712M04026-07

5) ผลที่ได้จะใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพ Copper-In-Hole thickness กับผลิตภัณฑ์แผ่นวงจร พิมพ์รุ่นอื่นต่อไป

6) ตำแหน่งของผู้ทำการวิจัยคือเป็นเจ้าของงานวิจัย โดยหน้าที่จะครอบคลุมในส่วนต่างๆ ดังนี้คือ

- ดำเนินการประชุมเพื่อระดมความคิดในการหาสาเหตุของปัญหาที่ทำการวิจัย
- วางแผนการทดลอง
- เก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
- นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมช่วยในการคำนวณคือ โปรแกรม MINITAB Version 13.32 ซึ่งเป็นโปรแกรมมาตรฐานตัวหนึ่งที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางสถิติอย่างแพร่หลาย

- สรุปผลและเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิต
- ติดตามผลหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ลดปริมาณของเสียที่เกิดจากการคุณภาพของ Copper-In-Hole thickness ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดจากกระบวนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์
2. เพิ่มความเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์ของบริษัทต่อลูกค้า
3. ลดต้นทุนของเสียของบริษัท
4. สามารถใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์รุ่นอื่นๆ ในอนุกรมที่มีลักษณะใกล้เคียงกันเป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับผู้ที่ต้องการศึกษาหาความรู้ในด้านนี้หรือผู้ที่ทำงานในด้านนี้

1.7 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การดำเนินการวิจัยเพื่อที่จะบรรลุเป้าหมายในการลดจำนวนของของเสียที่เกิดขึ้น โดยการปรับปรุงลดเปอร์เซ็นต์ของเสียหรือ PPM ที่เกิดจาก Copper-In-Hole thickness ไม่ได้ตามข้อกำหนด โดยการปรับปรุงค่าการเลื่อนของ และค่าการกระจายของพารามิเตอร์ Copper-In-Hole thickness ด้วยการอ้างอิงกระบวนการตามแนวทางซิกซ์ ซิกมาเพื่อมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิต ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ในการทำวิจัยตามลำดับดังนี้คือ

1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยต่างๆ
2. กำหนดแผนงานในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น โดยใช้แนวทางของซิกซ์ ซิกมา

2.1 การนิยามปัญหา (Define phase)

- เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในสายการผลิต
- กำหนดวัตถุประสงค์ของงานวิจัย
- กำหนดหน่วยวัด (Metric) ในการวัดผลงานวิจัย เช่น Cpk, Cp, PPM, Sigma score, Yield เป็นต้น
- พิจารณาความสามารถของกระบวนการผลิตในปัจจุบัน
- กำหนดขอบเขตของงานวิจัย
- กำหนดระยะเวลาในการวิจัย
- กำหนดเลือกสมาชิกที่เหมาะสมเข้ามาร่วมในทีมงาน

2.2 การวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา (Measure Phase)

- ศึกษากระบวนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์

- วิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัด (Gage Repeatability and Reproducibility) ของการตรวจสอบ Copper-In-Hole thickness
- ระดมความคิดเพื่อแจกแจงสาเหตุและผลกระทบของกระบวนการผลิตที่ได้เลือกไว้
- วิเคราะห์ผล และเลือกปัจจัยนำเข้าที่สำคัญ (Key Process Input Variable: KPIV) เบื้องต้นเพื่อนำไปวิเคราะห์ในขั้นตอนถัดไป
- ระดมความคิดเพื่อวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis: FMEA) ในปัจจัยนำเข้าที่สำคัญที่ได้เลือกไว้จากขั้นตอนที่แล้ว
- สรุปผลและวางแผนขั้นตอนต่อไป

2.3 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analyze Phase)

- นำปัจจัยนำเข้าที่สำคัญที่ได้จากผลการวิเคราะห์ด้วย FMEA มาทดสอบความมีนัยสำคัญของปัจจัยนำเข้าดังกล่าวด้วยเครื่องมือทางสถิติ เช่น การวิเคราะห์ความแปร ปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) หรือการทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Testing)
- วิเคราะห์ผลการทดลอง เพื่อเลือกปัจจัยนำเข้าที่มีนัยสำคัญที่จะนำไปทำการทดลองในขั้นตอนถัดไป
- สรุปผลและวางแผนขั้นต่อไป

2.4 การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improve Phase)

- ออกแบบการทดลอง (Design of Experiment) เพื่อหาความสัมพันธ์เชิงผันแปรระหว่างปัจจัยนำเข้าที่สำคัญและตัวแปรตอบสนองที่ต้องการ
- กำหนดระดับของค่าปัจจัยนำเข้าที่สำคัญแต่ละตัว (Factor Level)
- พิจารณาเลือกแบบการทดลอง
- พิจารณาขนาดของสิ่งตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง
- กำหนดตัวแปรของกระบวนการอื่นๆ และพิจารณาข้อจำกัดต่างๆ ในการทดลอง
- กำหนดขั้นตอนการทดลองและวิธีการเก็บข้อมูล
- ทำการทดลองตามแผนการที่วางไว้
- เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผลการทดลอง
- สรุปผลการทดลอง

2.5 การทดสอบยืนยันผล (Confirmation & Implementation)

- ทดสอบความถูกต้อง เพื่อยืนยันผลการสรุปที่ได้จากการสรุปผลการทดลองในขั้นตอนที่แล้ว
- นำผลที่ได้ไปใช้ในกระบวนการผลิต

2.6 การควบคุมกระบวนการผลิต (Control Phase)

- พิจารณาลักษณะและข้อจำกัดของปัจจัยนำเข้าที่สำคัญที่จะทำการควบคุม
- พิจารณาเลือกแผนภูมิควบคุมที่เหมาะสมกับตัวแปรนั้นๆ
- กำหนดวิธีการวัด, พิจารณาขนาดของกลุ่มตัวอย่างและความถี่
- เก็บข้อมูลหลังการปรับปรุง
- สรุปผลโดยคำนวณระดับของผลการปรับปรุงที่ได้ โดยดูจากค่าของดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการผลิตในระยะยาว (Ppk)

3. สรุปผลการวิจัย
4. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.8 สรุปเนื้อหาโดยสังเขป

บทที่ 1 บทนำ

ในบทนี้จะอธิบายเกี่ยวกับเนื้อหาโดยรวมของการวิจัยนี้ ซึ่งประกอบไปด้วยที่มาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ของการวิจัย ขอบเขตของการวิจัย ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

บทที่ 2 การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยได้รวบรวมผลงานวิจัยในส่วนของการดำเนินการทางซิกซ์ ซิกมา และงานวิจัยเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพกระบวนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์

บทที่ 3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะประกอบไปด้วยเนื้อหาเกี่ยวกับทฤษฎีต่างๆ ส่วนของทฤษฎีที่เกี่ยวข้องได้กล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย 2 ส่วนคือ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิธีการทางซิกซ์ ซิกมา ซึ่งได้กล่าวถึงการนำวิธีการและเครื่องมือต่างๆ มาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับขั้นตอนการดำเนินงาน และทฤษฎีการชุบทองแดงโดยไม่ใช้กระแสไฟฟ้าและใช้กระแสไฟฟ้า

บทที่ 4 การนิยามปัญหา

เนื้อหาภายในบทนี้ จะเป็นรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนแรกของการปรับปรุงกระบวนการตามแนวทางซิกซ์ ซิกมา ซึ่งประกอบไปด้วยวัตถุประสงค์ของการปรับปรุง, เป้าหมายในการปรับปรุง, การกำหนดระยะเวลาในการดำเนินการ รวมทั้งการกำหนดสมาชิกที่จะร่วมในการระดมความคิดกับปัญหาที่ทำการแก้ไข

บทที่ 5 การวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา

ในบทนี้จะประกอบไปด้วยรายละเอียดของขั้นตอนในการวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา โดยเริ่มจากการศึกษากระบวนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ เพื่อที่จะทำความเข้าใจขั้นตอนต่างๆ ในการผลิตและประโยชน์ในการวางแผนการทดลองต่อไป จากนั้นจึงทำการศึกษาความแม่นยำของระบบการวัดที่เกี่ยวข้อง และรายละเอียดของการทดลองเบื้องต้นเพื่อจัดลำดับค่าความผันแปรของกระบวนการ จากนั้นจึงทำการระดมความคิดเพื่อวิเคราะห์สาเหตุ ด้วยเทคนิค Cause and Effect Matrix สุดท้ายนำผลจากการวิเคราะห์ด้วย Cause and Effect Matrix มาทำการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้วย FMEA เพื่อที่จะเลือกปัจจัย นำเข้าที่สำคัญไปทำการทดลองต่อไป

บทที่ 6 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

เนื้อหาภายในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการทดสอบสมมติฐานและผลการวิเคราะห์ความมีนัยสำคัญของปัจจัยนำเข้าที่สำคัญที่ได้เลือกมาทำการทดลอง

บทที่ 7 การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ

ประกอบด้วยรายละเอียดของการออกแบบการทดลองเพื่อทำการปรับปรุงกระบวนการผลิต รวมทั้งผลการวิเคราะห์และเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงที่ได้

บทที่ 8 การทดสอบยืนยันผล

ในบทนี้จะประกอบด้วยการยืนยันผลการทดลองเพื่อทดสอบความถูกต้องของผลสรุปที่ได้ ก่อนการนำไปใช้งานจริง

บทที่ 9 การควบคุมกระบวนการผลิต

ในบทนี้จะพิจารณาลักษณะและข้อจำกัดของปัจจัยนำเข้าที่สำคัญที่ใช้ในการควบคุม รวมทั้งการพิจารณาเลือกแผนควบคุมที่เหมาะสมกับปัจจัยนั้นๆ พร้อมทั้งผลสรุปของข้อมูลหลังการปรับปรุงกระบวนการ โดยคำนวณระดับของผลการปรับปรุงที่ได้จากกค่าของของเสียที่เกิดขึ้น

บทที่ 10 บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะกล่าวถึงงานวิจัยทั้งหมดโดยสรุป พร้อมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ