หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์มีการแข่งขันกันสูงมาก อันเนื่องมาจากมีความต้องการของตลาดมากขึ้น มีการใช้เทคโนโลยีที่สูงขึ้น ผู้ผลิตอุปกรณ์ทางอิเล็กทรกนิกส์ต่างมีความต้องการให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีฟังก์ชันในการทำงานมากและมีขนาดเล็ก เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาด ดังนั้น แผ่นวงจรพิมพ์ก็ต้องถูกออกแบบให้มีขนาดเล็ก โดยการออกแบบขนาดความกว้างของเส้นลายวงจรให้มีขนาดเล็กลง เพื่อลดขนาดของแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีขนาดเล็กลงในการสร้างเส้นลายวงจรที่มีขนาดเล็ก ต้องมีการควบคุมความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรตามที่ลูกค้ากำหนด เพราะถ้ามีขนาดเล็กเกินไป อาจทำให้เส้นลายวงจร ไม่แข็งแรง ง่ายต่อการหักแตก (Open Circuit) หรือถ้ามีเส้นลายวงจรขนาดใหญ่ไปก็ทำให้อาจเกิดการเชื่อมกันระหว่างเส้นลายวงจร (Short Circuit) ซึ่งส่งผลให้อุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ทำงานไม่เป็นไปตามที่ได้ออกแบบเอาไว้

จากข้างต้นทำให้กระบวนการสร้างเส้นลายวงจร (Etching Process)เป็นกระบวนการที่สำคัญที่สุดในการกำหนดและควบคุมกระบวนการอื่นก่อนหน้า จึงจำเป็นต้องควบคุมขนาดเส้นลายวงจรให้ได้ตามข้อกำหนดตามมาตรฐานลูกค้า เพราะลูกค้าจะให้ข้อมูลในการออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์นั้น เพื่อที่ลูกค้าจะนำแผ่นวงจรพิมพ์นั้นไปประกอบเข้ากับอุปกรณ์อิเล็กโทรนิกส์ตัวอื่น ๆ ได้และผลิตเป็นสินค้าออกจำหน่าย

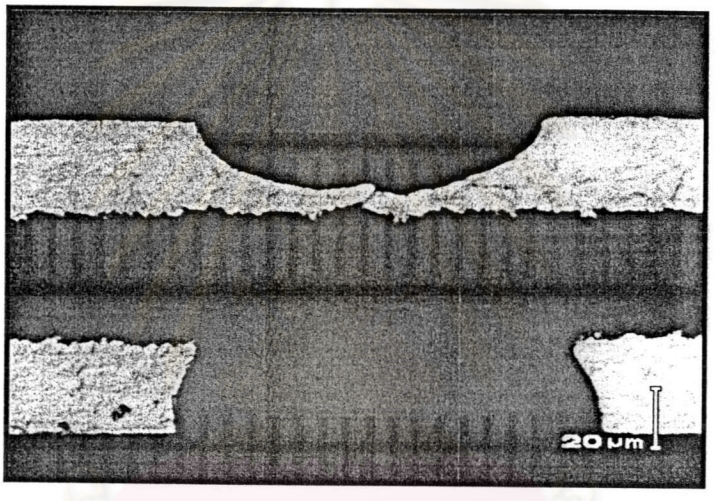
การควบคุมขนาดของเส้นลายวงจรในกระบวนการสร้างเส้นลายวงจรให้มีค่าใกล้เคียงกับค่าเป้าหมายนั้นเป็นเรื่องค่อนข้างยาก เพราะมีปัจจัยหลายประการได้แก่ ปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการสร้างเส้นลายวงจรเอง ปัญหาจากกระบวนการก่อนหน้ากระบวนการสร้างเส้นลายวงจร ปัญหาการออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์ ปัญหาคุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้ในการสร้างเส้นลายวงจร เป็นต้น

ในปีนี้บริษัทมีนโยบายที่จะเพิ่มกำลังการผลิตและคุณภาพของแผ่นวงจรพิมพ์ให้มากขึ้น ตามความต้องการของตลาดที่มากขึ้น โดยลดเปอร์เซ็นต์ของเสียหรือสามารถเพิ่มปริมาณในการผลิตได้ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำการศึกษาค้นคว้าเพื่อหาแนวทางต่าง ๆ เพื่อปรับปรุงกระบวนการสร้างเส้นลายวงจรเพื่อสร้างเส้นลายวงจรที่มีคุณภาพตามและเป็นแนวทางในการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ที่มีเส้นลายวงจรที่มีขนาดเล็กและฟังก์ชันที่ซับซ้อนมากขึ้นในอนาคต

1.2 สภาพของปัญหาโดยรวม

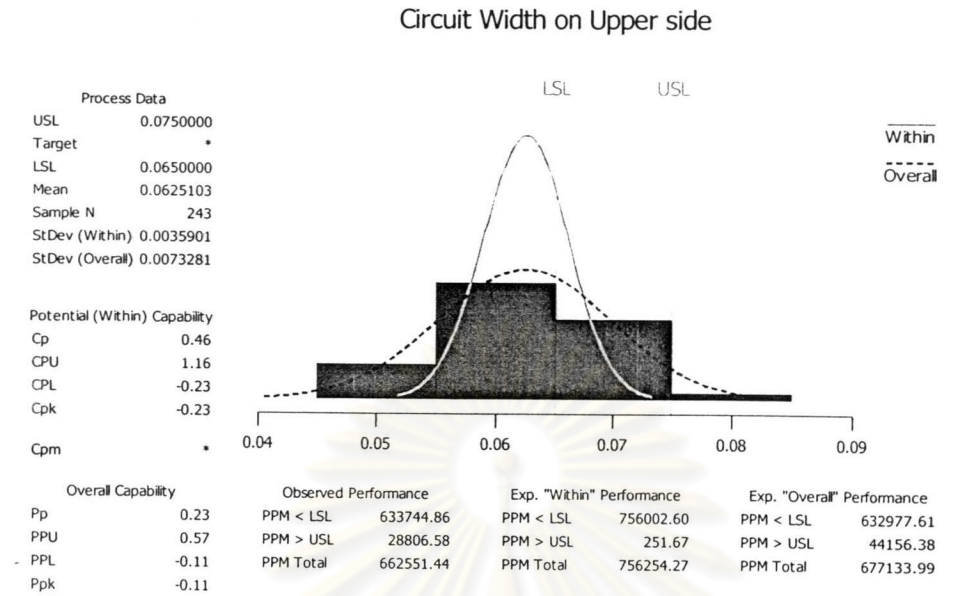
เนื่องจากกระบวนการสร้างเส้นลายวงจรต้องควบคุมขนาดความกว้างของของเส้นลายวงจรของแผ่นวงจรพิมพ์ทุกชนิด โดยจะทำการวัดขนาดของเส้นลายวงจรโดยใช้เครื่องวัดซึ่งมีกำลังขยาย 3 ถึง 10 เท่าและมีการตรวจสอบข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างสุ่ม แต่ผลิตภัณฑ์จะพบปัญหาต่าง ๆ คือ

1.2.1. ความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์มีขนาดเล็กหรือใหญ่กว่าข้อกำหนดมาตรฐาน ถ้าความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรมีขนาดเล็กเกินไป อาจส่งผลกระทบกับกระบวนการอื่นคืออาจทำให้เส้นลายวงจรแตกหรือหักจนเป็น Open Circuit และในทางกลับกันถ้าขนาดเส้นลายวงจรใหญ่เกินไปอาจทำให้เส้นลายวงจรเส้นหนึ่งยื่นไปสัมผัสอีกเส้นหนึ่งทำให้เกิด Short Circuit

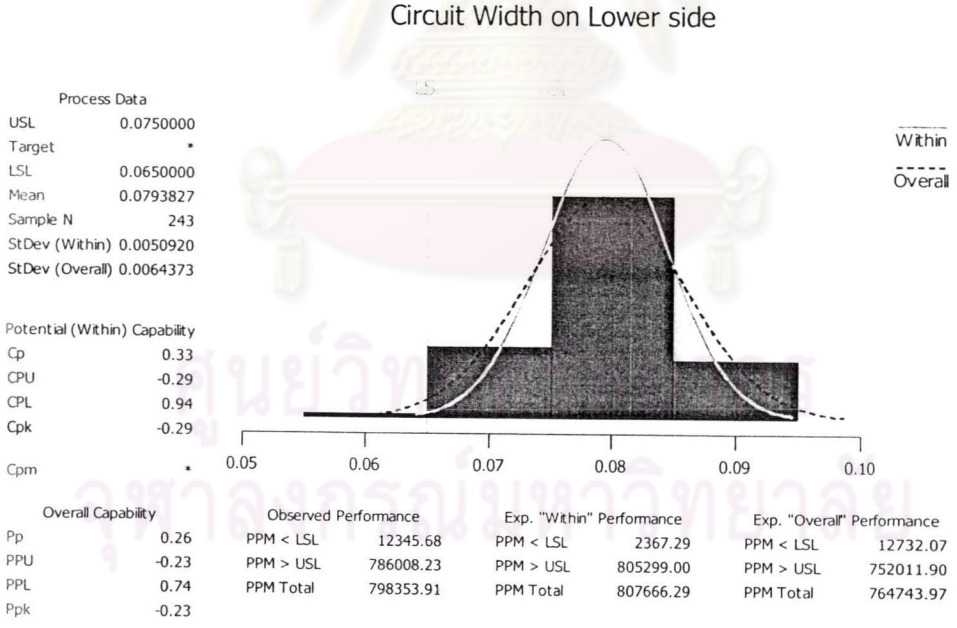


รูปที่ 1.1 แสดงลักษณะของ Short Defect ที่เชื่อมต่อกัน (Cross section Picture)

1.2.2. ไม่สามารถควบคุมเส้นลายวงจรค่าเฉลี่ยขนาดของเส้นลายวงจร ให้มีขนาดเท่ากันของทั้งสองด้านให้เท่ากันได้ เหตุผลที่เป็นดังกล่าว อันเนื่องมาจากตัวแปรต่าง ๆ ของกระบวนการสร้างเส้นลายวงจร เช่น ความเร็วของสายพาน มุมในการแกว่งและแรงดันของสเปรย์ ความเข้มข้นของ$CuCl_2$ Solution (Etching Solution) และอุณหภูมิของ$CuCl_2$ Solution เป็นต้น จากรูปที่3.2 และ 3.3 เป็นการแสดงความแตกต่างของขนาดความกว้างของเส้นลายวงจรพิมพ์ของด้านบน และด้านล่างของขนาดเส้นลายวงจรของแผ่นวงจรพิมพ์



รูปที่ 1.2 แสดง Process Capability ของกระบวนการสร้างเส้นลายวงจรพิมพ์ด้านบน



รูปที่ 1.3 แสดง Process Capability ของกระบวนการสร้างเส้นลายวงจรพิมพ์ด้านล่าง

เนื่องจากประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่สร้างเส้นลายวงจรพิมพ์ทางด้านบนและด้านล่างของเครื่องจักรไม่สมดุลกัน จนไม่สามารถควบคุมความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรทั้งสองด้านของผลิตภัณฑ์แผ่นวงจรพิมพ์ ให้มีค่าใกล้เคียงกัน จึงทำให้ไม่สามารถปรับความเร็วของสายพานได้ เนื่องจาก

ด้านหนึ่งของแผ่นวงจรพิมพ์มีความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์อยู่ในข้อกำหนดมาตรฐาน แต่ความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์อีกด้านหนึ่งไม่อยู่ในข้อกำหนดมาตรฐานของลูกค้าและของโรงงาน

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่สำคัญในกระบวนการสร้างเส้นลายวงจร (Etching Process) ซึ่งปัจจัยดังกล่าวมีผลกระทบกับปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น โดยปัจจัยที่มีผลกระทบได้แก่ ความเร็วของสายพาน แรงดันของสเปรย์ มุมการแกว่งของสเปรย์ ความเร็วในการแกว่งของท่อสเปรย์ และ คุณสมบัติของวัตถุดิบ เป็นต้นโดยนำเครื่องมือทางสถิติมาช่วยในการศึกษากระบวนการ ตัวอย่างเช่น หลักการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment) Cause and Effect เป็นต้น และได้นำโปรแกรม MINITAB มาประยุกต์และช่วยวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆที่มีผลกระทบต่อของเสียที่เกิดขึ้น

1.3.1. หน่วยวัดผล

หน่วยวัดผลที่ใช้ในการประเมินผลการปรับปรุงนี้จะใช้ Part Per Million ซึ่งเป็นหน่วยของของเสีย เป็นหน่วยวัดในการอ้างอิง

หน่วยวัดผลที่ใช้ในการประเมินในการทดลองปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบกับปริมาณของเสียคือ ค่าความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์ซึ่งหน่วยเป็นมิลลิเมตร

1.4 ขอบเขตการศึกษาวิจัย

1.4.1. งานวิจัยฉบับนี้ทำการศึกษาเฉพาะกระบวนการสร้างเส้นลายวงจร(Etching Process) ของแผ่นวงจรพิมพ์

1.4.2. จะทำการทดลองโดยใช้ผลิตภัณฑ์ทดสอบคือ EPP-001S เพื่อช่วยในการปรับเปลี่ยนสภาวะการทำงานของเครื่องจักร ได้แก่ ความเร็วของสายพาน แรงดันของสเปรย์ มุมของการแกว่งของสเปรย์และความเร็วในการแกว่งของท่อสเปรย์ เป็นต้น โดยใช้เครื่องวัด Smart Vision ในการวัดค่าความกว้างของขนาดเส้นลายวงลายวงจรพิมพ์

ก) ผลิตภัณฑ์ทดสอบคือ EPP-001S ซึ่งที่มีค่าความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์ 0.055 มิลลิเมตร ขนาด 500X500 มิลลิเมตร

ข) ก่อนนำผลิตภัณฑ์ทดสอบ(EPP-001S) เข้าเครื่องจักรต้องทำการติดแผ่นพลาสติก 2 แผ่น

ค) หลังจากที่ผลิตภัณฑ์ออกจากเครื่องจักรต้องส่งไปวัดค่าความกว้างของขนาดของเส้นลายวงจรพิมพ์โดยใช้เครื่องมือวัดคือ Smart Vision

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.4.3. ทำการศึกษาและประยุกต์กับผลิตภัณฑ์ที่เครื่องจักรคือ D-12-04 เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการสร้างเส้นลายวงจรพิมพ์

1.4.4. ใช้เครื่องมือต่าง ๆ ทางสถิติมาช่วยในการศึกษาและปรับปรุงกระบวนการผลิต เช่น GR & Rการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment) เป็นต้นมาประยุกต์และช่วยในปรับปรุงกระบวนการเพื่อเพิ่มคุณภาพของเส้นลายวงจรของแผ่นวงจรพิมพ์

1.4.5. ทำการวิเคราะห์ผลการทดลองต่าง ๆ ด้วยเทคนิคทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม MINITAB ช่วยในการคำนวณในขั้นตอนต่าง ๆ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1. สามารถลดปริมาณของเสียที่เกิดจากคุณภาพของความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์ที่ไม่เป็นไปตามกำหนดมาตรฐานได้

1.5.2. ลดต้นทุนของเสียของบริษัท

1.5.3. สามารถใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการสร้างเส้นลายวงจรของผลิตภัณฑ์อื่นและเพิ่มกำลังการผลิตของกระบวนการสร้างเส้นลายวงจรได้

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การดำเนินงานวิจัยเพื่อที่จะลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นนั้น ทำโดยการควบคุมค่าความกว้างของขนาดของเส้นลายวงจรพิมพ์เพื่อให้ได้ตามข้อกำหนดมาตรฐานของโรงงานและตรงตามความต้องการของลูกค้าในกระบวนการสร้างเส้นลายวงจรของแผ่นวงจรพิมพ์และได้ใช้หลักการและเครื่องมือทางสถิติต่าง ๆ มาช่วยในศึกษาในแต่ละขั้นตอนและช่วยในการออกแบบการทดลอง เพื่อหาปัจจัยที่สำคัญที่มีผลกระทบต่อค่าความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์ ยกตัวอย่างเช่น ความเร็วของสายพาน ความดันของสเปรย์ มุมของการแกว่ง และความเร็วในการแกว่งของท่อสเปรย์ เป็นต้น

ในกระบวนการสร้างเส้นลายวงจรพิมพ์อย่างเหมาะสมนั้น ประกอบไปด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ในการทำวิจัยตามลำดับดังนี้

1.6.1 ศึกษาทฤษฎีและการวิจัยต่าง ๆ

1.6.2 การนิยามปัญหา

ก) เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาสาเหตุและปัญหาที่มีผลต่อเส้นลายวงจรพิมพ์ที่ไม่ได้ตามข้อกำหนดมาตรฐานของโรงงานและลูกค้า

ข) กำหนดวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

ค) พิจารณาความสามารถของกระบวนการผลิตในปัจจุบัน

ง) กำหนดขอบเขตของงานวิจัย

จ) กำหนดระยะเวลาในการวิจัย

1.6.3. การวัดเพื่อกำหนดปัญหา

ก) ศึกษากระบวนการสร้างเส้นลายวงจรพิมพ์

ข) วิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัดของการตรวจสอบค่าความกว้างของขนาดของเส้นลายวงจรพิมพ์

ค) วิเคราะห์ผลและเลือกปัจจัยนำเข้าที่สำคัญ เพื่อนำไปวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

1.6.4. การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

ก) ทดสอบความมีนัยสำคัญด้วยเครื่องมือทางสถิติ เช่น ANOVA, Hypothesis Test เป็นต้น

ข) วิเคราะห์ผลการทดลองเพื่อนำปัจจัยนำเข้าที่มีนัยสำคัญที่จะนำไปทำการทดลองในขั้นต่อไป

ค) สรุปผลและวางแผนในขั้นต่อไป

1.6.5. การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ

ก) ออกแบบการทดลอง (Design of Experiment) เพื่อหาความสัมพันธ์เชิงผันแปรระหว่างปัจจัยนำเข้าที่สำคัญและตัวแปรตอบสนองที่ต้องการ

- กำหนดระดับค่าปัจจัยนำเข้าที่สำคัญแต่ละตัว

ข) พิจารณาเลือกแบบการทดลอง

ค) พิจารณาขนาดของสิ่งตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

ง) ตัวแปรของกระบวนการอื่น ๆ และพิจารณาข้อจำกัดต่าง ๆ ในการทดลอง

จ) ขั้นตอนการทดลองและวิธีการเก็บข้อมูล

ฉ) ทดลองตามแผนการที่วางไว้

ช) เก็บรวบรวมข้อมูล

ซ) วิเราะห์และสรุปผลการทดลอง

1.6.6 การทดสอบและยืนยันผล

ก) ทดสอบความถูกต้อง เพื่อยืนยันผลสรุปที่ได้

ข) นำผลที่ได้ไปใช้ในกระบวนการผลิต

1.6.7. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1.6.8. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย