บทที่ 3

การนิยามปัญหา

ในขั้นตอนการนิยามปัญหาจะเริ่มตั้งแต่การกำหนดทีมงานทำการระดมความคิดเพื่อวิเคราะห์สภาพปัญหาในปัจจุบันของกระบวนการผลิต เพื่อเป็นการบ่งชี้ให้เห็นลักษณะของปัญหา

นำไปสู่การกำหนดปัญหา ด้วยการวิเคราะห์ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น สัดส่วนของเสียที่เกิดในกระบวนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ โดยการกำหนดเทคนิคและเครื่องมือต่าง ๆ เพื่อความเหมาะสมที่นำประยุกต์ใช้กับขั้นตอนต่าง ๆ ซึ่งในขั้นตอนของการนิยามปัญหานี้เป็นขั้นตอนของการนิยามปัญหานี้เป็นขั้นตอนของการนิยามปัญหานี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 การกำหนดทีมงาน

ในการกำหนดทีมงานดำเนินงาน ได้คัดเลือกจาผู้ที่มีความรู้ ความชำนาญในส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ เพื่อช่วยในการสนับสนุนการทดลองและระดมความคิดด้วยเครื่องมือและเทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย ซึ่งทีมงานดำเนินงานประกอบไปด้วยบุคคลที่มาจากส่วนต่าง ๆ ดังนี้

ทีมงานในการดำเนินงาน

ผู้จัดการฝ่ายการผลิต (Production Manager)

- ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรม (Engineering Manager)
- ผู้จัดการฝ่ายคุณภาพ (Quality Control Manager)
- วิศวกรฝ่ายควบคุมกระบวนการผลิต (Process Engineer)
- วิศวกรฝ่ายควบคุมคุณภาพ (Quality Engineer)
- วิศวกรฝ่ายควบคุมคุณภาพวัตถุดิบ (Supplier Quality Engineer)
- วิศวกรฝ่ายออกแบบและซ่อมบำรุงเครื่องมือ (Design & Tooling Engineering)

ในทีมงานนี้ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นวิศวกรฝ่ายควบคุมกระบวนการผลิต (Process Engineer)

3.2 การศึกษากระบวนการผลิต

บริษัทกรณีศึกษาได้ผลิตสินค้าส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์คือ แผ่นวงจรพิมพ์ (Printed Circuit) สำหรับใช้เป็นส่วนประกอบของเครื่องใช้ไฟฟ้า เครื่องใช้ทางอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป และใช้ในรถยนต์ โดยผลิตภัณฑ์หลักคือแผ่นวงจรพิมพ์ประเภทที่มีลายวงจรหน้าเดียว (Single Side Product) และแผ่นวงจรพิมพ์ประเภทมีเส้นลายวงจร 2 ด้าน(Double Side Product)

3.2.1 ส่วนประกอบของแผ่นวงจรพิมพ์

แผ่นวงจรพิมพ์ประกอบด้วยส่วนสำคัญหลัก ๆ คือ

ก) เส้นลายวงจร(เป็นชั้นทองแดง) เป็นส่วนที่เป็นตัวนำไฟฟ้าให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านระหว่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกประกอบลงแผ่นวงจรพิมพ์

ข) ชั้น Base Film เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการเป็นฐานให้แก่ตัวนำ เพิ่มความยืดหยุ่นให้กับตัวนำสามารถโค้งงอตามได้เพื่อสะดวกในการประกอบเข้ากับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ค) ชั้น Cover lay เป็นวัสดุมีลักษณะเป็นแผ่นที่คลุมเส้นลายวงจรเพื่อเพิ่มคงแข็งแรง และเป็นฉนวนไฟฟ้าเพื่อป้องกันบริเวณที่ไม่ต้องการชุบตะกั่วหรือทองด้วยไฟฟ้า

ง) ชั้น Gold และ ตะกั่ว เป็นบริเวณที่เป็นทองหรือตะกั่วบนเส้นลายวงจรซึ่งลูกค้าใช้บริเวณนี้ในการเชื่อมติดกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

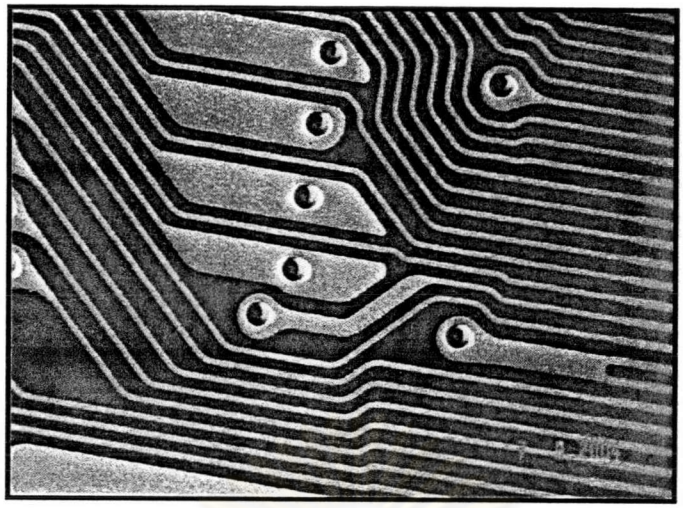
3.2.2 ประเภทของแผ่นวงจรพิมพ์

ก) Single Side Product เป็นแผ่นวงจรพิมพ์ที่มีด้านลายวงจรเพียงด้านเดียว ส่วนใหญ่เส้นลายวงจรจะมีขนาดเล็กแต่มีขนาดค่อนข้างยาวและมีความอ่อนตัวทำให้ง่ายต่อการโค้งงอ

ข) Double Side Product เป็นแผ่นวงจรพิมพ์ที่มีด้านลายวงจร 2 ด้าน มีความอ่อนตัวน้อยกว่า Single Side Product และต้องผ่านกระบวนการชุบทองแดงภายในรูของผลิตภัณฑ์

ค) Double Access เป็นแผ่นวงจรพิมพ์ที่มีเส้นลายวงจร 2 ด้านแต่ไม่ต้องผ่านกระบวนการชุบทองแดงภายในรูของผลิตภัณฑ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.1 รูปแสดงเส้นลายวงจรของแผ่นวงจรพิมพ์

3.2.3 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์

การผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ประกอบด้วย 4 กระบวนการใหญ่คือ

ก) Circuit Forming Process ซึ่งเป็นกระบวนการสร้างเส้นลายวงจรบนแผ่นทองแดง

ข) Cover Coat Process เป็นกระบวนการที่เพิ่มความแข็งแรงและคลุมเส้นลายวงจรด้วยวัสดุที่ฉนวนไฟฟ้า

ค) Surface Treatment ประกอบด้วย 2 ชนิดคือการชุบทองด้วยไฟฟ้า(Gold Plating) การชุบตะกั่วด้วยไฟฟ้า(Solder Plating)และการเคลือบสารป้องกันสนิม (Antitanish)ซึ่งลูกค้าจะสามารถต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้ากับตัวแผ่นวงจรพิมพ์ได้

ง) Final Process เป็นกระบวนการที่ตัดแต่งขนาดของผลิตภัณฑ์จนได้เป็นชิ้นตามความต้องการของลูกค้าและตรวจสอบฟังก์ชันการใช้งาน

3.2.4 กระบวนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์

จาก 4 กระบวนการใหญ่จะมีกระบวนการย่อยเป็นต่างๆ ซึ่งแสดงดังต่อไปนี้

ก) Circuit Forming Process

ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการย่อยดังนี้

1. CNC เป็นกระบวนการเจาะรูผลิตภัณฑ์เพื่อชุบทองแดงภายในรูที่เจาะไว้

2. Plate Through Hole เป็นกระบวนการชุบทองแดงภายในรูถูกเจาะไว้แล้วที่กระบวนการ CNC

3. Chemical scrubbing เป็นการทำความสะอาดผลิตภัณฑ์และเพิ่มความขรุขระของผิวหน้าทองแดง

4. Dry Film Lamination เป็นกระบวนการติด Dry Film ซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ในการถ่ายแบบเส้นลายวงจรพิมพ์

5. Exposure Process เป็นกระบวนการในการฉายแสงลงบนผลิตภัณฑ์โดยการใช้ Master Film เป็นตัวกำหนดขนาด รูปร่างต่าง ๆของเส้นลายวงจรตามที่ลูกค้าต้องการ

6. Develop Process เป็นการล้างไดร์ฟิล์มที่ไม่โดนแสง U.V ออก

7. Etching Process เป็นกระบวนการที่ขึ้นเส้นลายวงจรโดยใช้น้ำยา $CuCl_2$ ในการทำปฏิกิริยากับทองแดงที่ถูกเปิดโดยกระบวนการ DEV

8. Stripping Process เป็นกระบวนการล้าง Dry Film ที่คลุมอยู่บนเส้นลายวงจรพิมพ์

9. Scrubbing Process เป็นกระบวนการทำความสะอาดผลิตภัณฑ์เพื่อป้องกันสนิมและคราบสกปรกต่าง ๆ

ข) Cover Coat Process

ประกอบด้วยกระบวนการย่อยดังนี้

1. Cut Process พนักงานจะทำการตัดผลิตภัณฑ์ให้เป็นแผ่นและจัดผลิตภัณฑ์เป็นล็อต

2. CL Lamination เป็นกระบวนการในการติด CL (Cover Lay) บนเส้นลายวงจรและเปิดเฉพาะบริเวณที่เส้นลายวงจรบริเวณนั้นจะถูกชุบทองหรือตะกั่ว

3. Curing เป็นกระบวนการที่ให้ความร้อนและความดันสูงเพื่อติดวัสดุต่างๆ ให้แนบสนิทกับแผ่นวงจรพิมพ์ เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับผลิตภัณฑ์

4. Printing เป็นกระบวนการที่พิมพ์หมึกบนลายวงจร เช่น ตัวอักษร ตัวเลข เป็นต้น

ค) Surface Treatment Process

ประกอบด้วยกระบวนการย่อยดังนี้

1. Plating Process เป็นกระบวนการชุบทองหรือตะกั่วด้วยไฟฟ้าบริเวณเส้นลายวงจรพิมพ์ที่ถูกเปิดไว้ (ไม่มีวัสดุ Cover Lay คลุม)

2. Chemical Scrubbing เป็นกระบวนการทำให้ผิวหน้าทองแดงขรุขระเพื่อง่ายต่อการชุบทองด้วนไฟฟ้า

3. TF-2 และ BT-7 เป็นกระบวนการเคลือบผลิตภัณฑ์ด้วยสารเคมีป้องกันสนิม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง) Final Process

ประกอบด้วยกระบวนการย่อยดังนี้

1. Pilot Punch Hole เป็นกระบวนการเจาะรูเพื่อใช้เป็น Guide สำหรับกระบวนการถัดไป

2. VIC เป็นกระบวนการที่ตัดแผ่นผลิตภัณฑ์จากแผ่นใหญ่ให้เป็นแผ่นขนาดย่อยเพื่อสะดวกในการทำงานในกระบวนการอื่น ๆ ต่อไป

3. PIC เป็นกระบวนการตัดบริเวณของผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องการทิ้งให้คงเหลือแต่ตัวผลิตภัณฑ์ซึ่งอยู่ในแผ่นเดียวกัน

4. Blanking เป็นกระบวนการตัดให้เป็นตัวผลิตภัณฑ์

5. ทดสอบโอเพ่น/ช็อต เป็นกระบวนทดสอบการทำงานของผลิตภัณฑ์โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า “Fixture” เพื่อตรวจสอบ Open และ Short Defect ก่อนนำส่งลูกค้า

6. Final Inspection เป็นกระบวนการตรวจสอบข้อบกพร่องต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ก่อนบรรจุภัณฑ์

7. Packing เป็นการบรรจุผลิตภัณฑ์เพื่อส่งมอบแก่ลูกค้า

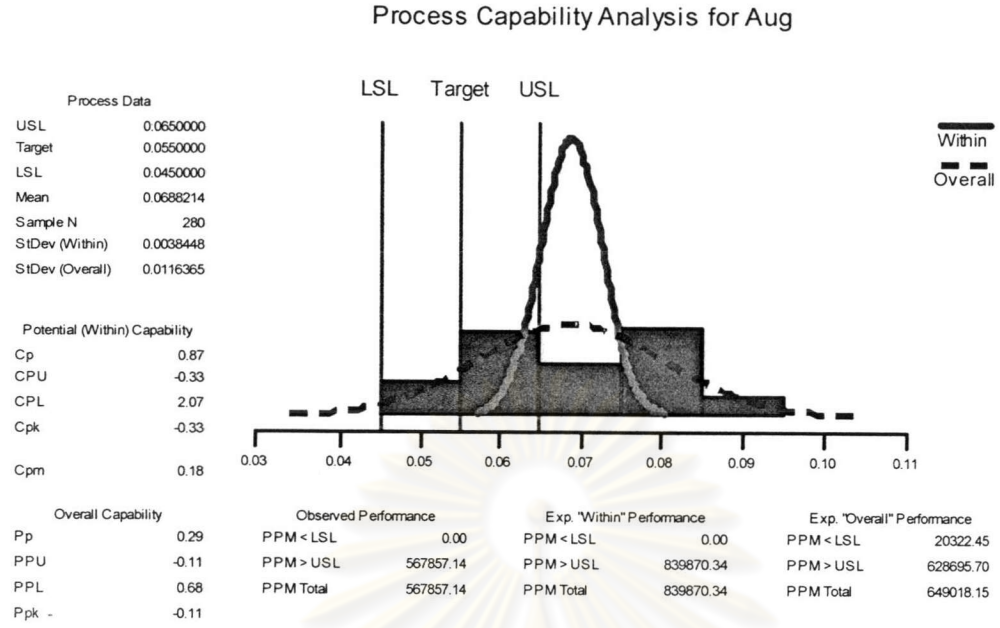
จากนั้นผลิตภัณฑ์จะถูกส่งเข้าส่วนอื่นคือ

- สุ่มตรวจสอบเพื่อประกันคุณภาพโดยแผนก Quality Assurance.
- Shipping เพื่อส่งผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้า

3.3 สภาพปัญหาในปัจจุบัน

ความสามารถของกระบวนการสร้างเส้นลายวงจร (Etching Process) ในการทำค่าความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์ที่กระบวนการสร้างเส้นลายวงจรพิมพ์ให้ได้เป้าหมายตามข้อกำหนดของลูกค้า ซึ่งมีค่าความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์ของผลิตภัณฑ์ EPP-001S เท่ากับ 0.055 มิลลิเมตร และมีค่าความผันแปรของข้อมูลเท่ากับ 0.0116 มิลลิเมตรและมีชิ้นงานที่มีค่าความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์ไม่ได้ตามข้อกำหนดเท่ากับ 649,019 PPM ซึ่งค่อนข้างมากดังรูปที่ 3.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.2 ความสามารถของกระบวนการของความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรที่กระบวนการสร้าง เส้นลายวงจรพิมพ์

จากข้อมูลข้างต้นมีโอกาสสูงที่ชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพจะถูกส่งไปถึงมือลูกค้า ซึ่งเป็นผลเสียต่อบริษัทในระยะยาว ดังนั้นจึงต้องทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อที่จะลดของเสียที่เกิดจากค่าความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรของแผ่นวงจรพิมพ์ไม่ได้ตามข้อกำหนดและเนื่องจากความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์เป็นพารามิเตอร์หนึ่งที่มีความสำคัญอย่างมากเพราะเป็นส่วนหนึ่งของแผ่นวงจรพิมพ์ ถ้ามีข้อบกพร่องต่าง ๆ เกิดขึ้น ลูกค้าไม่สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ของลูกค้าให้ได้คุณภาพตามที่กำหนดไว้ได้

การศึกษาสภาพของของเสียปัจจุบัน เนื่องจากปัญหาข้างต้นทำให้แผ่นวงจรพิมพ์มี ข้อบกพร่อง คือ ความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์ไม่เป็นตามที่กำหนด ซึ่งมีความรุนแรงมากเพราะถ้าความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์มากอาจทำให้เกิด Short Defect และไม่ยอมให้เกิดขึ้นอย่างแน่นอน เพราะมีผลต่อการใช้งานของอุปกรอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของลูกค้า

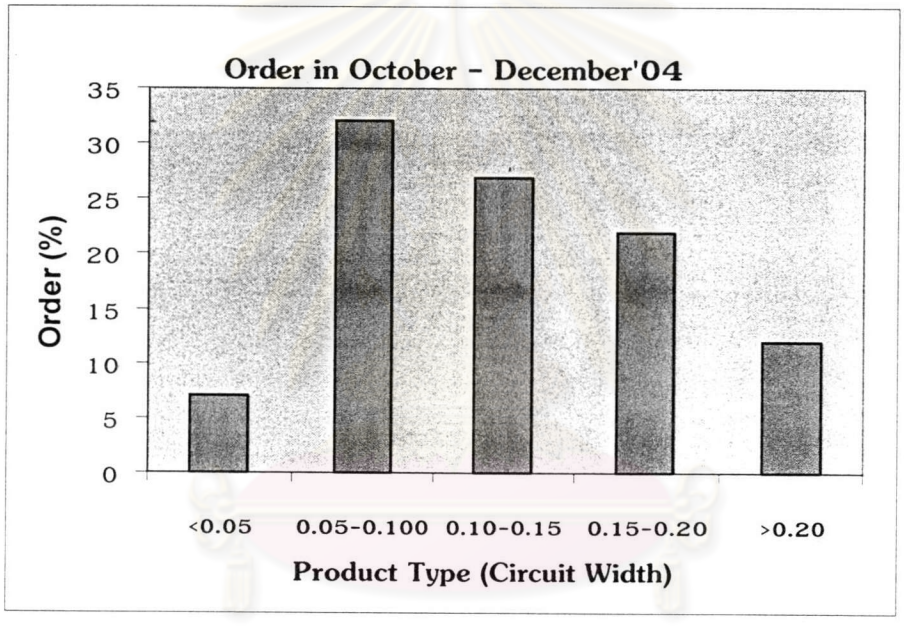
3.4 การกำหนดปัญหา

3.4.1 การวิเคราะห์ที่มาของปัญหา

ก) การเลือกผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาศึกษา

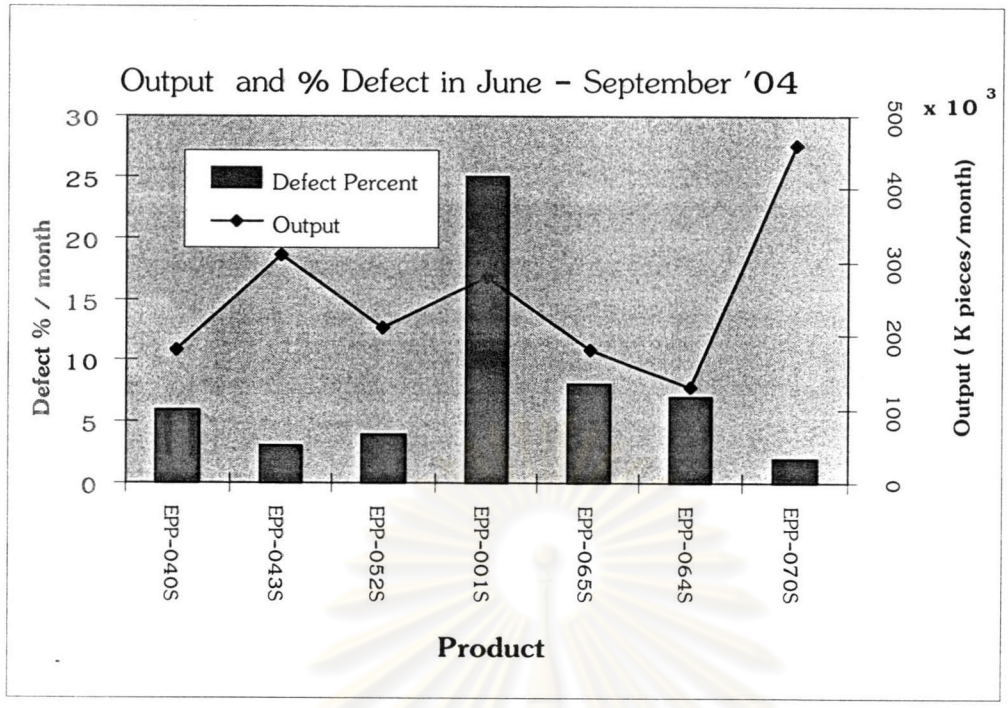
การเลือกผลิตภัณฑ์ที่นำมาศึกษานั้นได้ทำการวิเคราะห์โดยพิจารณาเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. ทางด้านการตลาด พิจารณาวัฏจักรของผลิตภัณฑ์
2. ทางด้านคุณภาพ พิจารณาการผลิตของผลิตภัณฑ์และของเสียที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิต



รูปที่ 3.3 แสดงยอดการสั่งซื้อในแต่ละผลิตภัณฑ์

จากข้อมูลด้านการสั่งซื้อของลูกค้าพบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีค่าความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์เท่ากับ 0.05 - 0.10 มิลลิเมตรดังรูปที่ 3.3 จะเห็นได้ว่ายังอยู่ในช่วงความต้องการของตลาดค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น ๆ ซึ่งมียอดการสั่งซื้อประมาณ 35% ของยอดการสั่งซื้อทั้งหมดต่อเดือน เพราะมียอดการสั่งซื้อค่อนข้างสูงและต่อเนื่องในช่วงเดือนตุลาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2547



รูปที่ 3.4 ปริมาณการผลิตเฉลี่ยต่อเดือนในแต่ละผลิตภัณฑ์และปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น

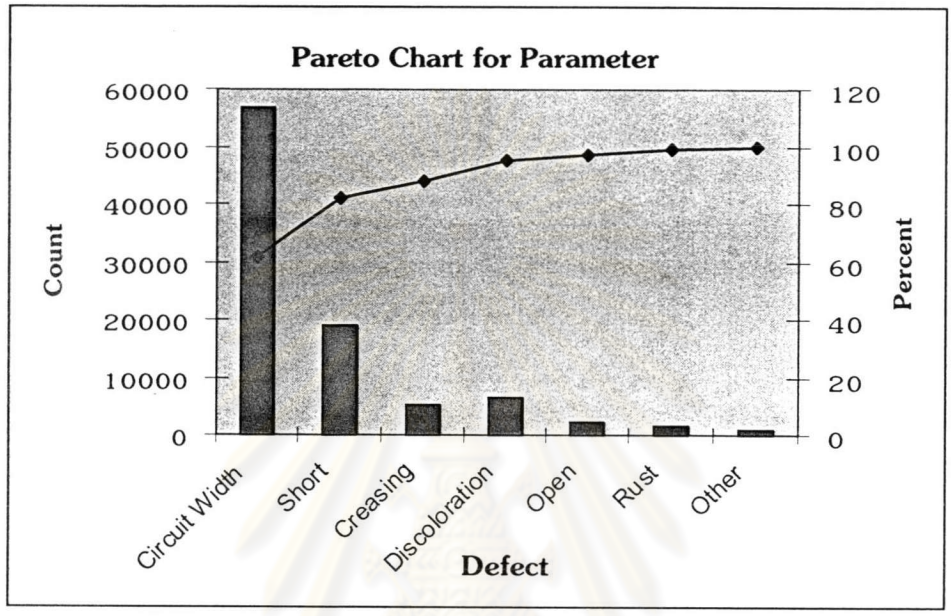
จากรูปที่ 3.4 เลือกผลิตภัณฑ์ที่ทำการปรับปรุง คือ EPP-001S ซึ่งมียอดการสั่งซื้อในยอดในการสั่งซื้อในปริมาณที่ค่อนข้างสูง แต่เนื่องจากแผ่นวงจรพิมพ์ที่มีความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรเล็กทำให้กระบวนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ที่มีเส้นลายวงจรพิมพ์นั้นจะยุ่งยากและซับซ้อนมากขึ้น ประกอบกับปริมานการผลิตเฉลี่ยในแต่ละเดือนที่ผ่านมาค่อนข้างสูงจึงทำให้ของเสียที่เกิดขึ้นสูงเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น

ข) การเลือกตัวแปรที่นำมาศึกษา

การเลือกตัวแปรที่จะนำมาศึกษาได้ทำการวิเคราะห์จากตัวแปรทั้งหมดที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ EPP-001S ตั้งแต่เดือนมิถุนายนจนถึงเดือนกันยายน 2547 ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรดังต่อไปนี้

1. ความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์ไม่ได้ตามกำหนด (Circuit Width)
2. ลัดวงจร(Short Defect)
3. เส้นลายวงจรพิมพ์หักหรือขาด (Open defect)
4. แผ่นวงจรพิมพ์ยับและเป็นรอย (Creasing Defect)
5. สนิมและสิ่งสกปรกบนแผ่นวงจรพิมพ์ (Rust Defect)
6. สีของแผ่นวงจรพิมพ์มีสีเปลี่ยนไปจากเดิม (Discoloration Defect)

จากข้อมูลลักษณะของข้อบกพร่องของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในช่วงเดือนมิถุนายนจนถึงเดือนกันยายน 2547 ซึ่งได้จากการบันทึกของฝ่ายผลิตของกระบวนการตรวจสอบขั้นสุดท้ายก่อนส่งมอบให้กับลูกค้า จากรูปที่ 3.5 พบว่าข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ EPP-001S สูงสุด คือ ความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์ไม่เป็นไปตามที่กำหนด



รูปที่ 3.5 ลำดับของ Defect ในหน่วย Pieces เฉลี่ยต่อเดือน

3.5 การกำหนดขั้นตอนในการดำเนินงานและเครื่องมือที่เลือกใช้

เครื่องมือที่เลือกใช้และตัววัดผลต่าง ๆ แสดงดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.1 แสดงเครื่องมือทีเลือกใช้และตัววัดผลของขั้นตอนต่าง ๆ

วงจร (Phase)	เครื่องมือที่เลือกใช้	ตัววัดผล	ประโยชน์ในการดำเนินงาน
การวัดเพื่อหาสาเหตุของปัญหา (Measurement Phase)	การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ	อัตราส่วนของเสีย	เป็นค่าที่สามารถแสดงถึงความสามารถของกระบวนการ
	การศึกษาระบบการวัด (GR & R)	ค่า % P/TV	เป็นค่าที่แสดงถึงความสามารถของระบบการวัดในส่วนของความแม่นยำและเที่ยงตรงเพื่อยืนยันก่อนการดำเนินงานในขั้นต่อไป
	การระดมความคิดเพื่อแจกแจงสาเหตุและผงกระทบของกระบวนการ - ผังก้างปลา(Cause & Effect) - ตารางแสดงความสัมพันธ์ของสาเหตุและผล(Cause & Effect Matrix) - FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)	ปัจจัยนำเข้าที่สำคัญเบื้องต้น (Key Process Input Variable)	- ผังก้างปลาจะเป็นแผนภาพในการบ่งชี้สาตุต่าง ๆ ของปัญหาโดยระเอียด ทำให้เห็นภาพรวมของปัญหาทั้งระบบ อีกทั้งครอบคลุมปัจจัยนำเข้าทั้งหมด ซึ่งทำให้เห็นรากเหง้าของปัญหา - ตารางแสดงความสัมพันธ์ของสาเหตุและผลเป็นการให้คะแนนแก่ปัจจัยนำเข้าเพื่อให้สามารถกรองปัจจัยนำเข้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วงจร(Phase)	เครื่องมือที่เลือกใช้	ตัววัดผล	ประโยชน์ในการดำเนินงาน
การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา(Analyze Phase)	การทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Testing) 2 Sample T-Test Test of variance	P-Value น้อยกว่า 0.05	เพื่อเปรียบเทียบว่าระดับในแต่ละปัจจัยนั้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ ซึ่งเปรียบเทียบทั้งค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน ทั้งนี้เพื่อเป็นการคัดเลือกเฉพาะปัจจัยที่มีความแตกต่างกันเท่านั้น
	การหาค่า Correlation	$R^2 > 90\ \%$	เพื่อหาความสัมพันธ์ของแต่ละที่วางงานกับชิ้นงานมาตรฐาน
การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improvement Phase)	การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล 2^k	P-Value น้อยกว่า 0.05	เพื่อหาการการกำหนดระดับของปัจจัยที่มีนัยสำคัญอย่างเหมาะ
	การทดสอบการยืนยัน	ค่าผลรวมสัดส่วนของเสีย	เพื่อเป็นการยืนยันว่าค่าระดับของปัจจัยที่เหมาะสมนั้นสามารถนำไปดำเนินการผลิตในการกระบวนการผลิตจริง
การควบคุมการผลิต (Control Phase)	การควบคุมคุณภาพของกระบวนการโดยอาศัยสถิติ(Statistical Process Control : SPC)	ค่าผลรวมสัดส่วนของเสีย	เพื่อเป็นการควบคุมให้ปัจจัยต่าง ๆ อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้และหากเกิดเหตุการณ์ที่ปัจจัยออกนอกเส้นควบคุมก็มีมาตรการในการดำเนินการแก้ไขไม่ให้เกิดของเสียเกิดขึ้น

จากการระดมความคิดของทีมงานดำเนินงานเพื่อทำการกำหนดเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนการดำเนินงาน เพื่อให้สามารถดำเนินการได้สอดคล้องตามแผนที่ที่กำหนดไว้ตามตารางการดำเนินงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.6 สรุปการนิยามปัญหา

จากขั้นตอนการนิยามปัญหาผลลัพธ์ที่ได้ คือ ทีมงานระดมความคิดและดำเนินงานเพื่อลดปริมาณของเสียให้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่ได้วางไว้ โดยพิจารณาข้อมูลในอดีต 2 เดือน จากการวิเคราะห์ข้อมูลเปอร์เซ็นต์ของเสียโดยเฉลี่ย ได้ทำการศึกษาตลอดกระบวนการผลิตแล้วคัดเลือกเอาเครื่องจักรที่มีอัตราส่วนของเสียสูงสุดมาศึกษาคือเครื่องปรับสมดุลแผ่นบันทึกข้อมูล(Balancer Machine) และตัวแปรตอบสนองคือผลรวมสัดส่วนของปริมาณของเสียของแผ่นวงจรพิมพ์ จากนั้นทำการกำหนดเครื่องมือและตัววัดผลต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในแต่ละขั้นตอนการดำเนินงาน ซึ่งจะดำเนินการวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา ในบทต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย