

บทที่ 3

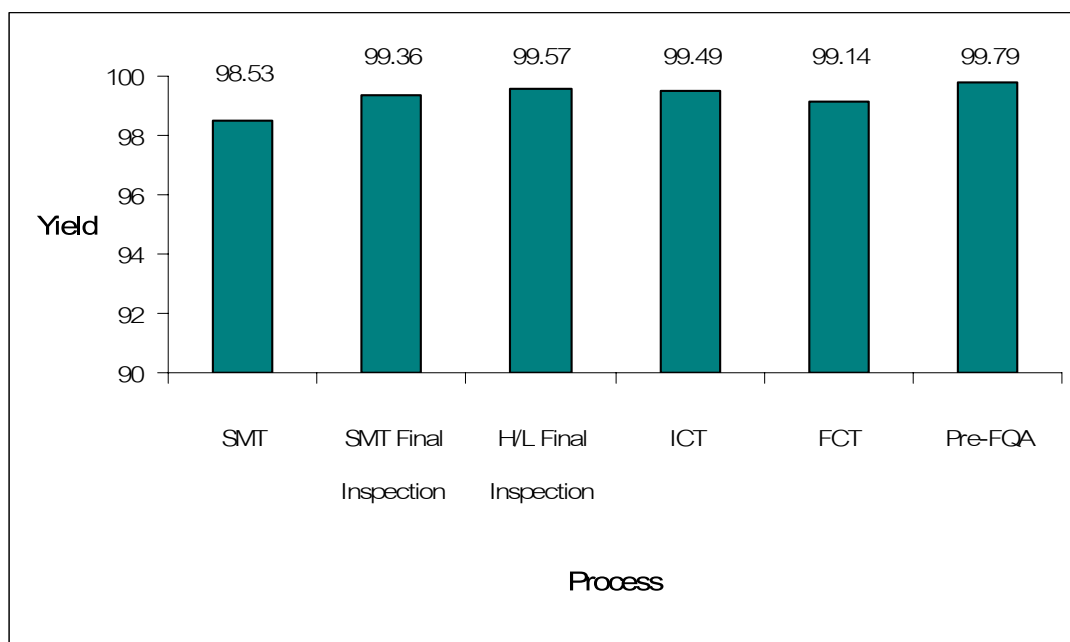
การระบุปัญหาและการประเมินระบบการวัด

3.1 การระบุปัญหา (Define Phase)

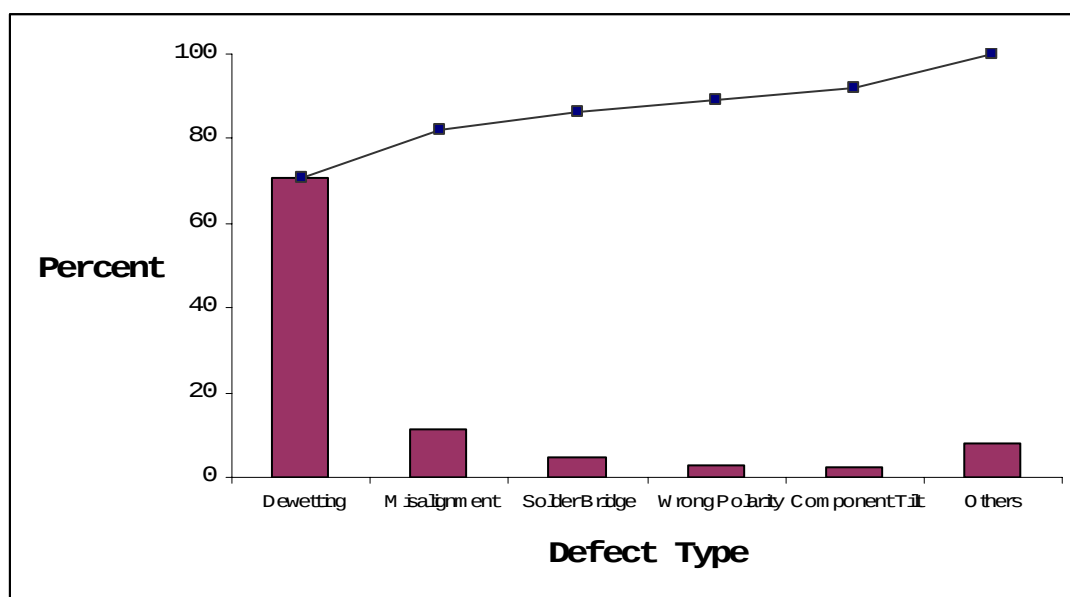
ในส่วนนี้จะกล่าวถึงปัญหาที่พบในปัจจุบันของกรณีศึกษา โดยจะทำการศึกษาจากข้อมูลในอดีตในเชิงลึก เพื่อที่จะทำให้สามารถระบุถึงปัญหาที่จะนำไปแก้ไข โดยจะใช้เทคนิคการสร้างกราฟ และแผนภูมิช่วยในการวิเคราะห์

3.1.1 สถานการณ์ปัจจุบัน

จากข้อมูลในอดีตของการผลิตผลิตภัณฑ์จำนวน 191,586 ชิ้น ซึ่งเริ่มทำการผลิตตั้งแต่ เดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ.2548 จนถึงเดือนกันยายน ปี พ.ศ.2549 พบว่าผลิตภัณฑ์นั้นได้เลื่อนที่ทำการศึกษานั้นมีเปอร์เซ็นต์ของผลได้ (yield) ที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการผลิตดังแสดงในภาพที่ 3.1 ซึ่งจากภาพจะพบว่าเปอร์เซ็นต์ของผลผลิตที่ต่ำที่สุดตลอดกระบวนการผลิตคือกระบวนการ SMT โดยมีของเสียจำนวน 2,817 ชิ้น ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลได้เท่ากับ 98.53% ซึ่งอาการของเสียที่พบในแต่ละอาการนั้น จะต้องเสียเวลาในการซ่อมแซมเป็นเวลาเฉลี่ย 45 นาทีต่อชิ้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกกระบวนการ SMT มาทำการปรับปรุงแก้ไข เพื่อลดจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นและจำนวนของเสียที่ส่งไปสู่กระบวนการถัดไป หลังจากนั้นได้ทำการวิเคราะห์ลงไปใบรายละเอียดถึงของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการ SMT โดยของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการนี้สามารถแบ่งได้เป็น 6 ประเภท ดังแสดงในภาพที่ 3.2 ซึ่งพบว่า ของเสียที่พบมากที่สุดคือ dewetting และของเสียที่พบมากเป็นลำดับสองคือ Misalignment โดยรวมแล้วของเสียที่เกิดจาก dewetting และ misalignment รวมเป็น 80% ของของเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมดในกระบวนการ SMT ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นในการปรับปรุงแก้ไขปัญหาทั้งสองประการดังกล่าว โดยจะทำการศึกษากับผลิตภัณฑ์เพียงชนิดเดียว ซึ่งกำหนดให้เป็น ผลิตภัณฑ์ A เพื่อที่จะทำให้เกิดความชัดเจน และลดความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากความแตกต่างของตัวผลิตภัณฑ์



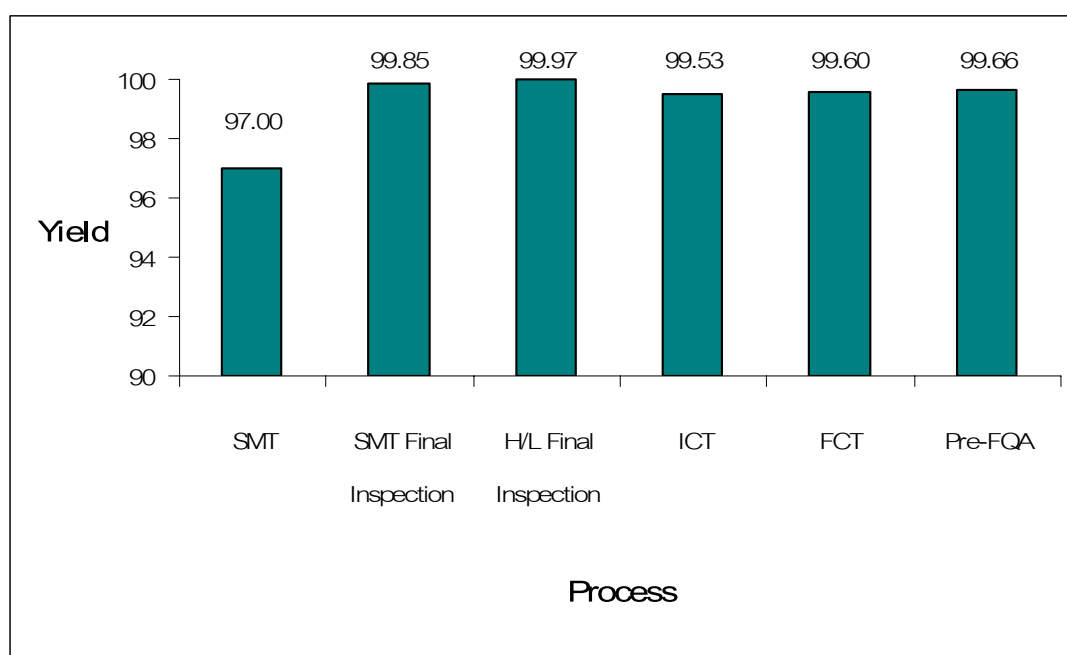
ภาพที่ 3.1 เปอร์เซนต์ผลได้ของกระบวนการผลิตแผ่นวงจรรวม



ภาพที่ 3.2 ประเภทของของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการ SMT

เมื่อเลือกผลิตภัณฑ์ A เป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่จะใช้ในการศึกษาแล้ว ก็นำการสำรวจปัญหาที่พบในการผลิตผลิตภัณฑ์ A อีกครั้งหนึ่ง เพื่อเป็นการยืนยันว่า ผลิตภัณฑ์ A เป็นผลิตภัณฑ์ที่ส่งผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์ทั้งหมดของบริษัทกรณีศึกษา ภาพที่ 3.3 เป็นการแสดงผลได้ของทุกกระบวนการ ตั้งแต่ เดือนพฤศจิกายน ปี 2548 จนถึง เดือนกันยายน ปี 2549 ของผลิตภัณฑ์ A จำนวน 4,566 ชิ้น ซึ่งพบว่ากระบวนการ SMT เป็นส่วนที่มีเปอร์เซ็นต์ของผลผลิตต่ำกว่า 99.00% และต่ำที่สุดของทั้งหมด เมื่อคำนวณเปอร์เซ็นต์ของผลได้ทั้งกระบวนการ (Rolled throughput yield) ได้ที่ 95.66% ซึ่งเป้าหมายของ Yield ทั้งกระบวนการตามเกณฑ์ขั้นต่ำของบริษัทควรอยู่ที่ 98.00%

จากข้อมูลข้างต้น แสดงให้เห็นว่ากระบวนการที่ต้องปรับปรุงแก้ไขเป็นอันดับแรก คือ กระบวนการ SMT ซึ่งสอดคล้องกับการพิจารณาในภาพรวมของผลิตภัณฑ์ ทีมผู้บริหารจึงได้มอบหมายให้แบล็คเบลท์เป็นผู้ดำเนินการในการเป็นผู้นำทีมในการแก้ไขปรับปรุง โดยที่เป้าหมายของการปรับปรุงนี้จะต้องทำให้ของเสียการ dewetting และ misalignment ลดน้อยลง



ภาพที่ 3.3 เปอร์เซนต์ผลได้ของกระบวนการผลิตแผ่นวงจรรวมของผลิตภัณฑ์ A

3.1.2 แผนภูมิ SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers)

แผนภูมิ SIPOC จะเป็นแผนภูมิที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของทั้งกระบวนการซึ่งรวมถึงผู้ส่งมอบ ลูกค้า และกระบวนการดำเนินงาน โดยในส่วนของกระบวนการดำเนินงานจะพิจารณาทั้งในส่วนของการป้อนเข้า กระบวนการผลิต และป้อนออก แผนภูมิ SIPOC สำหรับกระบวนการ SMT สามารถแสดงได้ดังนี้

Suppliers: แผนกเตรียมแผ่นวงจร (PCB Preparation), แผนกเตรียมวัตถุดิบ (Raw material preparation), คลังเก็บสินค้าและวัตถุดิบ (Store) สายการผลิต (Production), วิศวกรกระบวนการ (Process Engineer), วิศวกรคุณภาพ (Quality Engineer), ฝ่ายตรวจสอบคุณภาพ (Quality Assurance)

Inputs: แผ่นวงจร (Bare PCB), วัตถุดิบ (Raw material / Component / ชิ้นส่วน), ตะกั่วเหลว (Solder paste), พนักงานฝ่ายผลิต (Production Operator), เอกสารการทำงาน (Work Instruction), ข้อกำหนด (Specification), การตรวจสอบภายในกระบวนการ (In-Process Audit)

Process: กระบวนการผลิต ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้คือ

ขั้นตอนที่ 1 กระบวนการปาดตะกั่วเหลว (Screen Printing)

ขั้นตอนที่ 2 กระบวนการใส่ ชิ้นส่วน (Pick and Place Component)

ขั้นตอนที่ 3 กระบวนการหลอม (Reflow Soldering)

ขั้นตอนที่ 4 กระบวนการตรวจสอบ (Post Oven Inspection, POI)

ขั้นตอนที่ 5 กระบวนการตรวจสอบขั้นสุดท้ายของ SMT (SMT Final Inspection)

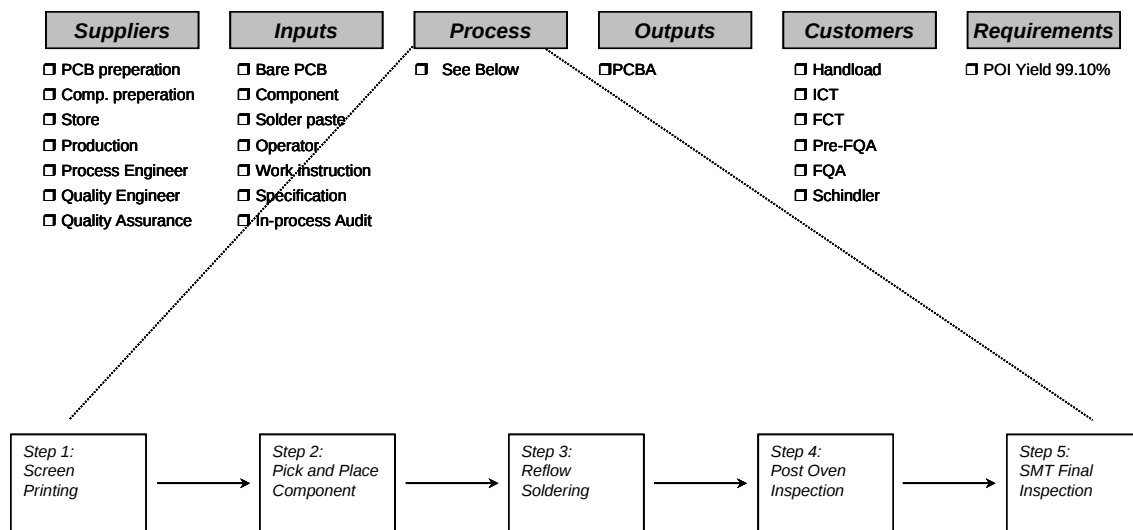
Outputs: แผ่นวงจรรวม (PCBA)

Customers: แผนกวางมี้อ (Handload station), แผนกตรวจสอบไฟฟ้า (In-circuit test), แผนกตรวจสอบการทำงาน (FCT), แผนกตรวจสอบก่อนส่งออก (Pre-FQA), แผนกตรวจสอบขั้นสุดท้ายก่อนส่งออก (FQA), และ ลูกค้าผู้ใช้งานสุดท้าย (End user)

Requirements: SMT Yield 99.10%

จากข้อมูลดังกล่าวมาสามารถสร้างเป็นได้ดังภาพที่ 3.4 แผนภูมิ SIPOC

แผนภูมิ SIPOC เป็นแผนภูมิที่ทำให้สามารถวิเคราะห์เห็นส่วนของกระบวนการที่จะต้องทำการปรับปรุง โดยเป้าหมายจะอยู่ที่ข้อกำหนดของโครงการซิกซิกมา โดยในโครงการนี้



ภาพที่ 3.4 แผนภูมิ SIPOC

จะเป็น ผลได้ (Yield) ที่ Post Oven Inspection (POI) 99.10% แผนผัง SIPOC นี้จะชี้ให้เห็นถึงความเกี่ยวพันของทุก ๆ ส่วนที่มีส่วนร่วมในการผลิตแผ่นวงจรรวม ดังนั้นเมื่อพบเห็นความสัมพันธ์แล้วก็จะสามารถนำส่วนที่ต้องปรับปรุงในกระบวนการ SMT ไปใช้งานต่อไป

3.1.3 ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับทางการเงินในโครงการซิกซิกมา

ในการดำเนินงานตามซิกซิกมานั้นจะต้องมีการตั้งเป้าหมายและผลที่คาดว่าจะได้รับ โดยทางโครงการได้กำหนดผลที่คาดว่าจะได้รับเป็นดังนี้คือ

ต้นทุนที่ลดลงทางตรง ซึ่งหมายรวมถึง ต้นทุนในการแก้ไขงานเสีย ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก จำนวนของเสีย x เวลาในการซ่อม (นาที) x 0.184 USD ซึ่งเป็นสูตรการคำนวณที่ทางบริษัทกำหนดให้ โดยในปัจจุบัน พบว่าต้นทุนมีค่าเท่ากับ $2817 \times 45 \times 0.184 = 23,324.76$ USD และคาดว่าจะหลังการปรับปรุงต้นทุนในส่วนนี้จะลดลง โดยกำหนดให้ เปอร์เซนต์ของผลผลิต มีค่าเท่ากับ 99.56% ดังนั้น จากจำนวนของผลิตภัณฑ์ที่ได้พยากรณ์ไว้ล่วงหน้า 1 ปี จากใบสั่งซื้อล่วงหน้าของลูกค้า จำนวน 668,574 ชิ้น ดังนั้น จำนวนของเสียที่ $99.56\% - 98.53\% = 1.03\%$ และทำให้ประหยัดต้นทุนได้เท่ากับ $6,886 \times 45 \times 0.184 = 57,016.08$ USD โดยที่จำนวนเปอร์เซนต์ของผลผลิต 99.56% มาจากการคำนวณ 70% ของผลผลิตปัจจุบันเพื่อเป็นเป้าหมายการปรับปรุง $98.53\% \times 70\% + 98.53\% = 99.56\%$

เนื่องจากการทำโครงการซิกซิกมา นั้นจะเป็นต้นทุนค่อนข้างสูง และแบล็คเบลท์ จะต้องพักจากงานปกติมาทำโครงการซิกซิกมาโดยตรง ดังนั้น ทางบริษัทจึงกำหนดให้โครงการที่จะสามารถดำเนินได้ และอนุมัติค่าใช้จ่ายที่อาจจะเกิดขึ้นเนื่องจากการทดสอบ การทดลอง จะต้องสามารถประหยัดต้นทุนได้ขั้นต่ำ 30,000 ดอลลาร์สหรัฐต่อปี ซึ่งในโครงการนี้ก็ได้รับการอนุมัติเนื่องจากถ้าโครงการสำเร็จจะสามารถประหยัดเงินได้ถึง 57,016.08 USD ต่อปี

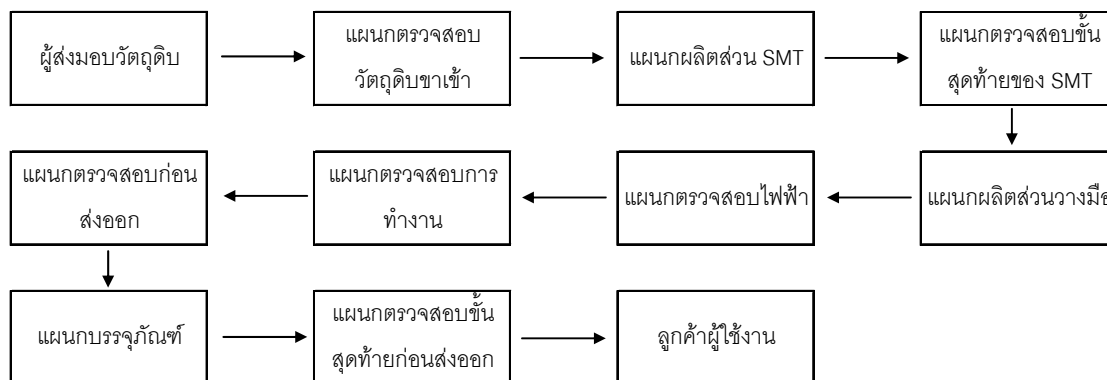
3.2 การประเมินระบบการวัดในกระบวนการ (Measure Phase)

การประเมินระบบการวัดในกระบวนการ เป็นขั้นตอนที่สำคัญสำหรับกระบวนการปรับปรุงโดยซิกซิกมา เนื่องจากเครื่องมือวัดและเกณฑ์มาตรฐานต่าง ๆ ที่ใช้เป็นเครื่องตัดสินใจในกระบวนการสายการผลิตจำเป็นต้องมีการทดสอบ และสอบเทียบเครื่องมือก่อนที่จะนำมาใช้งาน รวมทั้งบุคลากร พนักงานที่จะต้องทำงานก็ต้องผ่านการอบรมและถูกสอบเทียบด้วยเช่นกัน ในส่วนของ Measure phase นี้จะมีการวิเคราะห์ในรายละเอียดของแต่ละกระบวนการที่ใช้ในการผลิต ซึ่งจะพบว่ากระบวนการส่วนไหนมีปัญหา และมาตรฐานการวัดไม่เป็นไปตามข้อกำหนด จะต้องปรับปรุงในส่วนเครื่องมือวัด และพนักงานสามารถผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานได้เสียก่อน จึงจะได้ดำเนินการต่อไปได้ โดยในส่วนนี้ แบล็คเบลท์ได้ออกแบบส่วนของการวัดไว้ดังต่อไปนี้

3.2.1 แผนผังมหภาค (Macro process map)

ในส่วนของแผนที่กระบวนการจะเป็นการแสดงให้เห็นถึงเส้นทางการไหลของการผลิต โดยเริ่มตั้งแต่กระบวนการรับวัตถุดิบ จนถึงกระบวนการส่งมอบให้กับลูกค้า เพื่อที่จะได้แสดงให้เห็นถึงภาพรวมของการผลิต และสามารถเข้าไปหาจุดมุ่งหมายที่จะทำการปรับปรุงได้อย่างดี แผนที่กระบวนการจะประกอบไปด้วยดังนี้

1. ผู้ส่งมอบวัตถุดิบ (Supplier Raw Material)
2. แผนกตรวจสอบวัตถุดิบขาเข้า (Incoming Quality Assurance, IQA)
3. แผนกผลิตส่วน SMT
4. แผนกตรวจสอบขั้นสุดท้ายของ SMT (SMT Final Inspection)
5. แผนกผลิตส่วนวางมือ (Hand load)
6. แผนกตรวจสอบไฟฟ้า (In-circuit test)
7. แผนกตรวจสอบการทำงาน (FCT)



ภาพที่ 3.5 แผนที่กระบวนการ

8. แผนกตรวจสอบก่อนส่งออก (Pre-FQA)
9. แผนกบรรจุภัณฑ์ (Packing)
10. แผนกตรวจสอบขั้นสุดท้ายก่อนส่งออก (FQA)
11. ลูกค้าผู้ใช้งาน (End User)

3.2.2 แผนผังกระบวนการ (Process Flow Diagram)

แผนผังกระบวนการนั้นจะแสดงเป็นแผนผังกระบวนการที่พิจารณา ซึ่งในที่นี้คือ กระบวนการ SMT โดยแผนผังกระบวนการจะแสดงให้เห็นถึงภาพรวมของกระบวนการไหลใน กระบวนการ SMT ซึ่งจะมีการระบุกระบวนการย่อยต่าง ๆ ว่ามีเป็นกระบวนการที่เกิดคุณค่า (Value Added, VA) หรือเป็นกระบวนการที่ไม่เกิดคุณค่า (Non value added, NVA)หรือไม่ ดังนั้นแผนผังกระบวนการ SMT นั้นจะคล้าย ๆ กับแผนที่กระบวนการ แต่เป็นการแสดงให้เห็นถึง ภาพที่ชัดเจนลงมาในส่วน SMT ซึ่งเป็นส่วนที่ แบล็คเบลท์ได้ตัดสินใจร่วมกับทีมงานของโครงการ ชิกซ์ซิกมา ว่าจะดำเนินการปรับปรุงสายการผลิตย่อยใดเพื่อลดของเสียลง แผนผังกระบวนการ SMT ประกอบไปด้วยกระบวนการดังต่อไปนี้

1. การเตรียมแผ่นวงจร (PCB Preparation)
2. การปาดตะกั่วเหลว (Screen Printing)
3. การใส่ชิ้นส่วน (Pick and Place Component)
4. การตรวจสอบก่อนเข้าเครื่องหลอม (Before Oven Inspection)
5. การหลอมตะกั่ว (Reflow Soldering)

6. การตรวจสอบหลังการหลอม

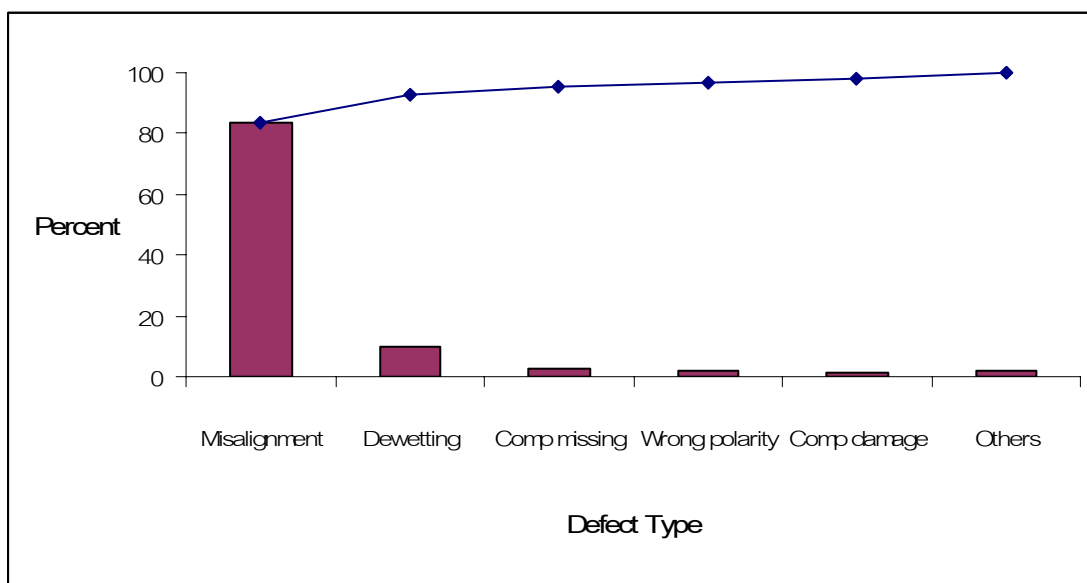
7. การตัดแผ่นวงจร (De-Panel)

8. การตรวจสอบขั้นสุดท้ายของ SMT (SMT Final Inspection)

ซึ่งในส่วนนี้นั้นจะสามารถระบุกระบวนการที่มีคุณค่าได้ดังต่อไปนี้ การเตรียมแผ่นวงจร, การปาดตะกั่วเหลว, การใส่ชิ้นส่วน, การหลอมตะกั่ว, และการตัดแผ่นวงจรและในส่วนของการกระบวนการที่ไม่เกิดคุณค่าคือ การตรวจสอบก่อนเข้าเครื่องหลอม, การตรวจสอบหลังการหลอมและการตรวจสอบขั้นสุดท้ายของ SMT

จากการพิจารณาแล้วในส่วนของการกระบวนการที่ไม่เกิดคุณค่า ยังไม่สามารถที่จะตัดออกจากกระบวนการ SMT ได้ เนื่องจากเป็นการตรวจสอบที่จำเป็นต้องมีเพื่อใช้ในการผลิต และสามารถหยุดสายการผลิตได้ทันทีเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น ส่งผลให้สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างรวดเร็ว

ข้อมูลในส่วนของการแผนผังกระบวนการ SMT นั้นจะสามารถนำไปสร้างเป็นตารางการวิเคราะห์สาเหตุและผลกระทบ(Cause and Effect Matrix, C&E Matrix) ได้ ซึ่งจะเป็นการนำคะแนนที่ได้จากการลงความเห็นของสมาชิกทีมซิกซิกมา เพื่อวิเคราะห์หาปัญหาสาเหตุที่น่าจะก่อให้เกิดของเสีย และผลกระทบที่จะก่อให้เกิดของเสียอาการต่าง ๆ โดยอาการของเสียที่ได้นำมาและเป็นปัญหาหลักของผลิตภัณฑ์ A เป็นดังภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 ประเภทของของเสียของผลิตภัณฑ์ A

การอธิบายในส่วนของลักษณะอาการของเสียจะกล่าวดังต่อไปนี้ โดยในส่วนของอาการของเสีย อื่น (Others) จะแยกออกมาเป็น Solder bridge, Component Tilt และ Wrong Component ซึ่งโดยปกติส่วนของของเสีย อื่น ๆ จะไม่ได้รับการสนใจเนื่องจากเป็นของเสียในปริมาณที่น้อยและยากต่อการแก้ไข ซึ่งเมื่อนำมาอธิบายในแผนภูมิจะมองว่าเป็นเหตุสุดวิสัยในระบบการผลิต โดยคำอธิบายของอาการของเสียมีดังต่อไปนี้

1. Misalignment คือ อาการที่ตัวชิ้นส่วนเลื่อนไปจากตำแหน่งที่ควรจะวางเอาไว้
2. Dewetting คือ อาการที่จุดหลอมระหว่างตะกั่วกับตัว ชิ้นส่วน ไม่สามารถหลอมเข้ากันได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งส่งผลให้ผลของการหลอมไม่ดีเพียงพอต่อการใช้งานระยะยาว
3. Component missing คือ อาการที่ชิ้นส่วนไม่ได้ถูกวางลงบนแผ่นวงจร และผ่านไปจนถึงกระบวนการหลอม ซึ่งทำให้แผ่นวงจรไม่สามารถทำงานได้
4. Wrong polarity คือ อาการที่ตัวชิ้นส่วน ที่มีการกำหนดขั้วทางไฟฟ้าได้วางสลับขั้วทำให้แผ่นวงจรไม่สามารถทำงานได้
5. Component damage คือ อาการที่ชิ้นส่วน มีรอยเสียหายซึ่งเป็นการเสียหายจากภายนอก
6. Solder bridge คือ อาการที่การหลอมของตะกั่วไปสัมผัสกับชิ้นส่วนตัวอื่น หรือขาของชิ้นส่วนอื่น ๆ ทำให้เกิดการลัดวงจรทางไฟฟ้าได้
7. Component tilt คือ อาการของตัวชิ้นส่วน มีการเลื่อนไปทั้งตัวในตำแหน่งของ 90 องศาหรือ 180 องศา ซึ่งเป็นการเลื่อนไปจากตำแหน่งศูนย์กลาง
8. Wrong Component คือ อาการที่มีการวางชิ้นส่วนผิดชนิด โดยที่เป็นชิ้นส่วนขนาดเดียวกัน แต่มีค่าทางไฟฟ้าต่างกัน ทำให้สามารถวางชิ้นส่วนบนแผ่นวงจรได้อย่างพอดี

จากอาการทั้งแปดอาการของของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการ SMT สามารถจำแนกสัดส่วนของอาการเกิดของเสียดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1

สัดส่วนแสดงอาการของเสีย

อาการของเสีย	สัดส่วนของเสีย(%)
Misalignment	83.3
Dewetting	9.58
Compoent Missing	2.4
Wrong Polarity	1.8
Component Damange	1.2
Solder Bridge	0.59
Compoent tile	0.59
Wrong Component	0.59

จากอาการของเสียแปดอาการนั้นสามารถสรุปไว้ในตาราง C&E Matrix โดยใช้ลักษณะของตาราง C&E Matrix จากการลงคะแนนความเห็นของสมาชิกทีมซิกซ์ซิกมา โดยสมาชิกจะมีด้วยกันทั้งหมด 6 คนดังต่อไปนี้ 1.แบล็คเบลท์ 2.วิศวกรกระบวนการ 3.วิศวกรควบคุมคุณภาพ 4.หัวหน้างานฝ่ายผลิต 5.หัวหน้างานผ่านซ่อมบำรุง 6.หัวหน้างานฝ่ายตรวจสอบคุณภาพ โดยจะทำการประชุมร่วมกันเพื่อลงคะแนนโหวตในที่ประชุม โดยจะนำทีมโดยแบล็คเบลท์ในการแสดงความคิดเห็นคะแนนที่เหมาะสมในการลงคะแนน พร้อมทั้งบอกเหตุผล และเมื่อไม่มีฝ่ายใดโต้แย้งจะสามารถสรุปคะแนนนั้น ๆ ได้ในตาราง C&E Matrix แต่ถ้าหากมีการโต้แย้งถึงความไม่เหมาะสมของคะแนน แบล็คเบลท์ก็จะทำการปรับเปลี่ยนให้ได้ในคะแนนที่เหมาะสม ที่สมาชิกทุกคนยอมรับ จะต้องทำการลงความเห็นในคะแนนนั้น ๆ โดยที่ทุกคนไม่มีข้อโต้แย้งใด ๆ โดยที่จะคำนวณตามสูตรดังนี้

คะแนนอาการของเสียแต่ละอาการ = สัดส่วนของเสีย x คะแนนลงความเห็น

คะแนนของเสียรวม = ผลรวมของคะแนนของเสียแต่ละอาการ

คะแนนรวม = ผลรวมของคะแนนของเสียรวม

จากการคะแนนลงความเห็นจะมีช่วงให้ตั้งแต่ 1-10 โดยที่ลำดับของอาการที่จะเกิดจากกระบวนการนั้น ๆ มากที่สุดจะอยู่ที่ 10 และน้อยที่สุดจะอยู่ที่ 1 โดยที่อาการที่ไม่น่าจะเกิดจากกระบวนการนั้น ๆ จะเป็น 0 ดังนั้น การลงคะแนนความเห็นจะเป็นการระดมความคิดเห็นของ

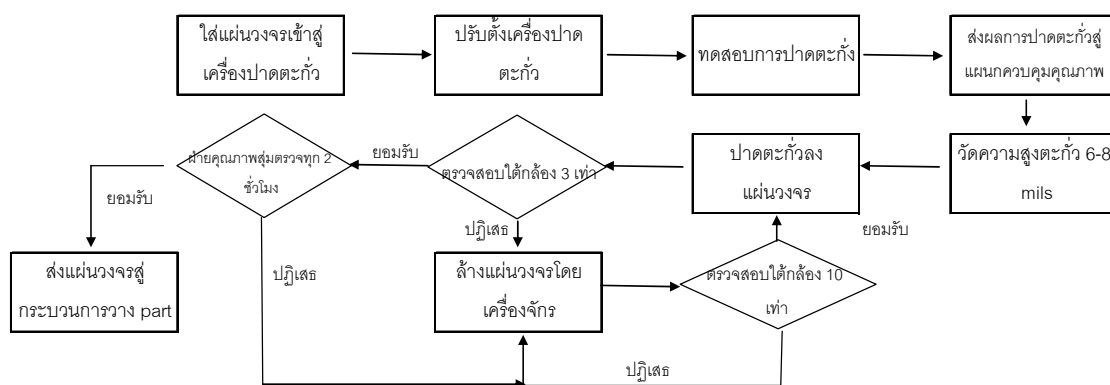
จากตารางที่ 3.2 พบว่ากระบวนการที่ต้องทำการปรับปรุงแก้ไขเป็นกระบวนการแรก คือ การปาดตะกั่ว ซึ่งได้คะแนนที่ 981.98 คะแนนจากผลการลงคะแนนของสมาชิกทีมซิกซิกมา ส่วนกระบวนการถัดมาเป็นกระบวนการหลอมและกระบวนการวางขึ้นส่วนเป็นสิ่งที่ต้องปรับปรุงต่อมาเป็นขั้นตอนต่อไป ซึ่งในโครงการนี้จะเลือกปรับปรุงเพียง 2 กระบวนการที่เป็น 2 อันดับแรกที่ได้คะแนน 981.98 และ 500.56 ซึ่งเป็นกระบวนการที่สมาชิกทีมซิกซิกมา ได้ลงความเห็นว่าคุณค่าและเพียงพอต่อการปรับปรุง เนื่องจากเป็นปัจจัยหลัก 2 ปัจจัยที่ทำให้เป็นปัญหา และเมื่อแก้ไขกระบวนการทั้งสองนี้แล้ว อาจจะส่งผลให้ผลสำเร็จที่เป็นรูปของตัวผลได้ กระบวนการ และตัวต้นทุนที่ลดลงจากการซ่อมของเสียสามารถประสบผลสำเร็จตามเป้าหมาย

เมื่อได้กระบวนการที่จะต้องทำการปรับปรุงโดยกระบวนการซิกซิกมา แล้วก็ ดำเนินการลงรายละเอียดขั้นตอนต่อไปโดยที่ ต้องระบุถึงรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนในกระบวนการ นั้น เพื่อทำการวิเคราะห์หาจุดที่เป็นระบบการวัดในขั้นตอนนั้น ๆ โดยการปาดตะกั่วมีขั้นตอน รายละเอียดดังต่อไปนี้ (ภาพที่ 3.7)

การใส่แผ่นวงจรเข้าสู่เครื่องปาดตะกั่วโดยอัตโนมัติ

1. การปรับตั้งเครื่องปาดตะกั่ว
2. การทดสอบผลของการปาดตะกั่ว
3. ส่งผลการปาดตะกั่วให้กับแผนกควบคุมคุณภาพเพื่อทำการวัดค่าความสูงตะกั่ว
4. แผนกควบคุมคุณภาพตรวจสอบผลของความสูงตะกั่วเหลวที่ต้องอยู่ในระหว่าง 6-8 mils (1 mils = 0.001 นิ้ว) และทำการลงบันทึกเพื่อคุณลักษณะอาการของ X-Bar และ R-Chart
5. ฝ่ายผลิตเริ่มทำการปาดตะกั่ว และตรวจสอบภายใต้กล้องขยาย 3 เท่า
6. ถ้าพบว่าตะกั่วเหลวไม่ผ่านการตรวจสอบจะต้องนำแผ่นวงจรไปล้าง และ ตรวจสอบภายใต้กล้องขยาย 10 เท่าก่อนที่จะนำมาใช้ในสายการผลิตต่อไป
7. ฝ่ายตรวจสอบคุณภาพทำการสุ่มตรวจความสูงของตะกั่วเหลวทุก ๆ 2 ชั่วโมง
8. ส่งแผ่นวงจรไปสู่กระบวนการวางขึ้นส่วน ต่อไป

จากกระบวนการปาดตะกั่วที่พบว่ามีจุดวัดที่สำคัญที่เป็นการควบคุมกระบวนการ คือ การวัดความสูงของตะกั่วเหลว ดังนั้น จุดวัดนี้จะต้องเป็นจุดที่มีการสอบเทียบและมีการ ทดสอบระบบการวัดทั้งของเครื่องมือวัด และพนักงานที่ได้ทำการวัดความสูงของตะกั่วเหลว



ภาพที่ 3.7 แผนผังกระบวนการปาดตะกั่ว

ตารางที่ 3.3

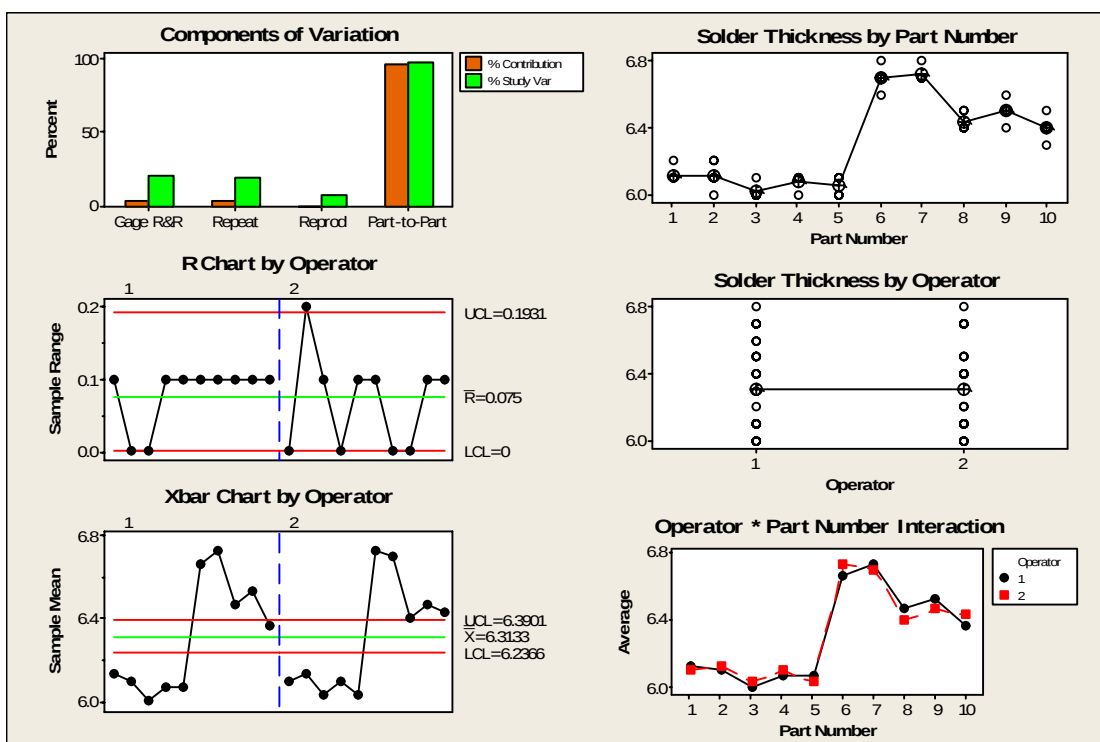
ผลการวัดความสูงตะกั่วเหลว

ลำดับ ชิ้นงาน	พนักงาน 1			พนักงาน 2		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
1	6.10	6.10	6.20	6.10	6.10	6.10
2	6.10	6.10	6.10	6.20	6.20	6.00
3	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.10
4	6.00	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10
5	6.10	6.00	6.10	6.00	6.00	6.10
6	6.60	6.70	6.70	6.70	6.80	6.70
7	6.70	6.80	6.70	6.70	6.70	6.70
8	6.50	6.40	6.50	6.40	6.40	6.40
9	6.50	6.50	6.60	6.50	6.40	6.50
10	6.30	6.40	6.40	6.50	6.40	6.40

การวิเคราะห์ระบบการวัดในส่วนนี้จะเป็นการทดสอบเกี่ยวกับการวัดความสูงของ ตะกั่วเหลว ซึ่งได้วางแผนทำการทดสอบไว้ดังต่อไปนี้

1. จัดเตรียมชิ้นงานจำนวน 10 ชิ้นงานที่เป็น PCB พร้อมตะกั่วเหลว
2. พนักงานจำนวน 2 คนทำการตรวจวัดความสูงตะกั่วเหลว โดยซ้ำ 3 ครั้งต่อ 1 คน

เมื่อนำไปวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม Minitab จะได้กราฟดังภาพที่ 3.8 ซึ่งพบว่าใน ส่วนของกราฟอิทธิพลร่วมระหว่างพนักงานและชิ้นงาน มีการตัดกันซึ่งแสดงให้เห็นถึงการมี อิทธิพลร่วมต่อกัน (operator*Part Number Interaction) ดังนั้นจะต้องทำการวิเคราะห์โดยวิธีการ ANOVA(กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ,2547)



ภาพที่ 3.8 ผลการวิเคราะห์ระบบการวัด

Gage R&R Study - ANOVA Method

Gage R&R for Solder Thickness

Gage name: Laser Section Machine(Auto LSM 2nd floor)
 Date of study: Sep 18'2006
 Reported by: Thassaporn S
 Tolerance: 4 Mils
 Misc:

Two-Way ANOVA Table With Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
Part Number	9	3.93933	0.437704	107.436	0.000
Operator	1	0.00000	0.000000	0.000	1.000
Part Number * Operator	9	0.03667	0.004074	1.438	0.205
Repeatability	40	0.11333	0.002833		
Total	59	4.08933			

Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.0032469	4.30
Repeatability	0.0028333	3.75
Reproducibility	0.0004136	0.55
Operator	0.0000000	0.00
Operator*Part Number	0.0004136	0.55
Part-To-Part	0.0722716	95.70
Total Variation	0.0755185	100.00

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 * SD)	%Study Var (%SV)
Total Gage R&R	0.056982	0.34189	20.74
Repeatability	0.053229	0.31937	19.37
Reproducibility	0.020337	0.12202	7.40
Operator	0.000000	0.00000	0.00
Operator*Part Number	0.020337	0.12202	7.40
Part-To-Part	0.268834	1.61300	97.83
Total Variation	0.274806	1.64884	100.00

Number of Distinct Categories = 6

ภาพที่ 3.9 ผลการวิเคราะห์โดยโปรแกรม minitab

จากภาพที่ 3.9 ผลการวิเคราะห์ เป็นดังต่อไปนี้

1. ค่า Number of Distinct Categories มีค่าเท่ากับ 6 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ที่ระบบการวัดมีคุณสมบัติแยกข้อมูลที่วัดได้เป็น 6 ความแตกต่างกัน ซึ่งเกณฑ์ขั้นต่ำที่ยอมรับได้อยู่ที่ 5 แสดงว่าข้อมูลที่ได้จากระบบการวัดใช้ประมาณค่าความผันแปรของกระบวนการได้ (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2547)
2. ความผันแปรจากตัวอย่าง มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทั้งหมดมีค่า 0.2748 mil และ เป็นความเบี่ยงเบนมาตรฐานจากชิ้นงาน (Part-To-Part) 0.2688 mil และ เป็นความเบี่ยงเบนมาตรฐานจากระบบการวัด (Total Gage R&R) 0.05698 mil (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2547)
3. เมื่อประเมินผลเทียบกับความผันแปรของกระบวนการ (%SV) จะพบว่าถ้าความผันแปรของกระบวนการที่ประเมินได้จากข้อมูลวัดทั้งหมดเท่ากับ 100 mil แล้ว จะเป็นความผันแปรจากสาเหตุกระบวนการผลิต 97.83 mil และความผันแปรจากระบบการวัด 20.74 mil โดยแบ่งเป็นความผันแปรจากสาเหตุ repeatability 19.37 mil และ reproducibility 7.40 mil และมาตรฐานการวัดที่กำหนดให้ยอมรับได้สำหรับระบบการวัดคือ ความผันแปรจากระบบการวัดต่ำกว่า 30% (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2547)
4. เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทั้งหมด (%Contribution) ซึ่งพบว่าความแปรปรวนจากการวัดเป็น 4.30% ซึ่งเกณฑ์ขั้นต่ำที่จะยอมรับระบบการวัด คือค่าความแปรปรวนที่ต่ำกว่า 9% (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2547)

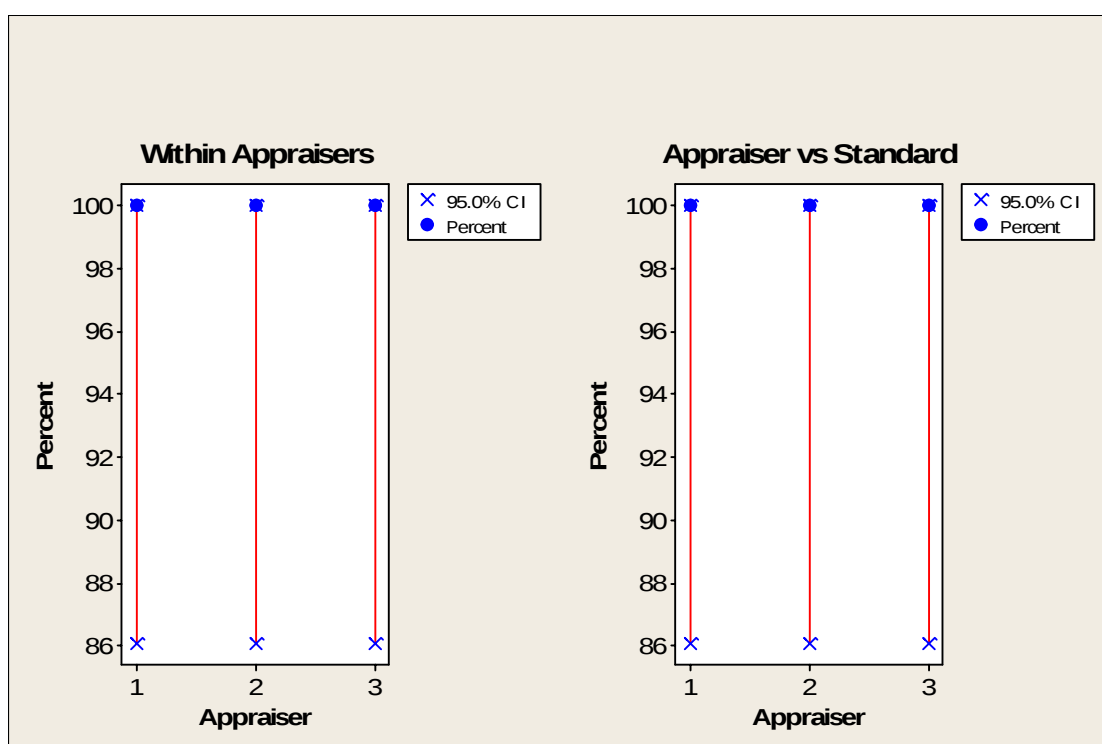
จากการวิเคราะห์ระบบการวัดในส่วนนี้แล้วสามารถสรุปได้ว่า ระบบการวัดในส่วนกระบวนการแปดตะกั่วซึ่งก็คือความสูงของตะกั่วเหลวจะพบได้ว่าสามารถเชื่อถือได้ ดังนั้นการใช้พนักงานและเครื่องมือวัดอย่างที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน สามารถเชื่อมั่นได้ว่าผลการวัดมีความเชื่อถือได้

เมื่อทำการวิเคราะห์ต่อมาในกระบวนการแปดตะกั่วพบว่า มีการตรวจสอบตะกั่วเหลวด้วยข้อมูลแบบจำแนก (Attribute data) ในส่วนของพนักงานที่ทำการตรวจสอบภายในสายการผลิต โดยเป็นการตรวจสอบได้กล้งขยาย 3 เท่า ซึ่งเป็นการตัดสินใจยอมรับ หรือปฏิเสธที่จะปล่อยให้แผ่นวงจรที่มีการแปดตะกั่วเหลวแล้วผ่านไปยังกระบวนการถัดไปหรือไม่

การออกแบบการทดสอบระบบการวัดข้อมูลจำนวนนับจะทำได้ดังต่อไปนี้

1. ใช้จำนวนตัวอย่าง 20 ตัวอย่าง โดยเป็นตัวอย่างที่ผ่านการยอมรับ 15 ตัวอย่าง และตัวอย่างที่ไม่ผ่านการยอมรับ 5 ตัวอย่าง
2. ใช้พนักงาน 3 คนในการตรวจสอบเนื่องจากการทำงานจะเป็นการทำงาน 3 ช่วงเวลา โดยจะต้องทำการทดสอบพนักงานทั้ง 3 ช่วงเวลาการทำงาน
3. ทำการทดสอบต่อพนักงาน 1 คนโดยต้องตรวจสอบแผ่นวงจร 3 ครั้ง

ซึ่งเมื่อทำการตรวจสอบพนักงานแล้วผลออกมาได้ดังตารางที่ 3.4 ผลการตรวจสอบระบบการวัดข้อมูลจำนวนนับ และผลออกมามีดังภาพที่ 3.10 ผลจาก minitab ผลจากการวิเคราะห์ในภาพที่ 3.10 จะพบว่าที่ความเชื่อมั่น 95% พนักงานตรวจสอบทั้ง 3 คนสามารถทำการตรวจสอบได้ 100% ทั้งในส่วนของภายในกลุ่มพนักงาน (within appraiser) และ appraiser กับตัวอย่าง โดยสามารถสรุปได้ว่าด้วยผลการทดสอบระบบ



ภาพที่ 3.10 ผลการวิเคราะห์ระบบการวัดข้อมูลจำนวนนับ

การวัดในส่วนของคุณสมบัติในกระบวนการปาดตะกั่วนี้สามารถเชื่อถือได้ และมั่นใจได้ว่าของเสียที่เกิดจากกระบวนการปาดตะกั่วจะไม่ได้มาจากระบบการวัดทั้ง 2 ส่วนคือส่วนของข้อมูลแปรผัน และข้อมูลจำนวนนับ

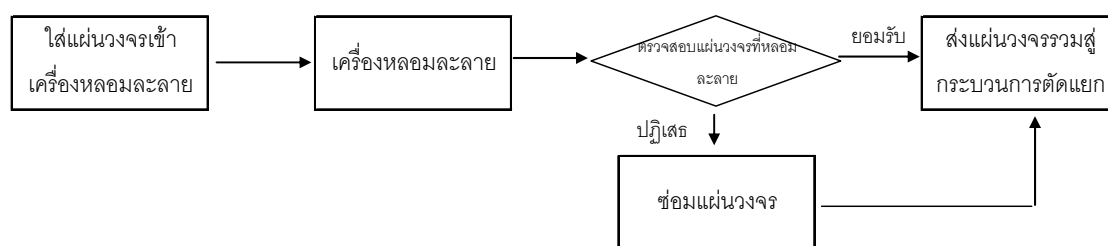
จากตารางที่ 3.2 ตารางวิเคราะห์สาเหตุและผลกระทบ (C&E Matrix) ยังมีคะแนนลำดับที่สูงมาเป็นอันดับสองของทั้งหมดคือ กระบวนการหลอมที่มีคะแนนการลงความเห็นสูงถึง 500.56 ซึ่งเป็นกระบวนการต่อมาที่จะต้องทำการวิเคราะห์อย่างละเอียดต่อไปว่าเป็นสาเหตุของการก่อให้เกิดของเสียหรือไม่อย่างไร

กระบวนการหลอมละลายมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

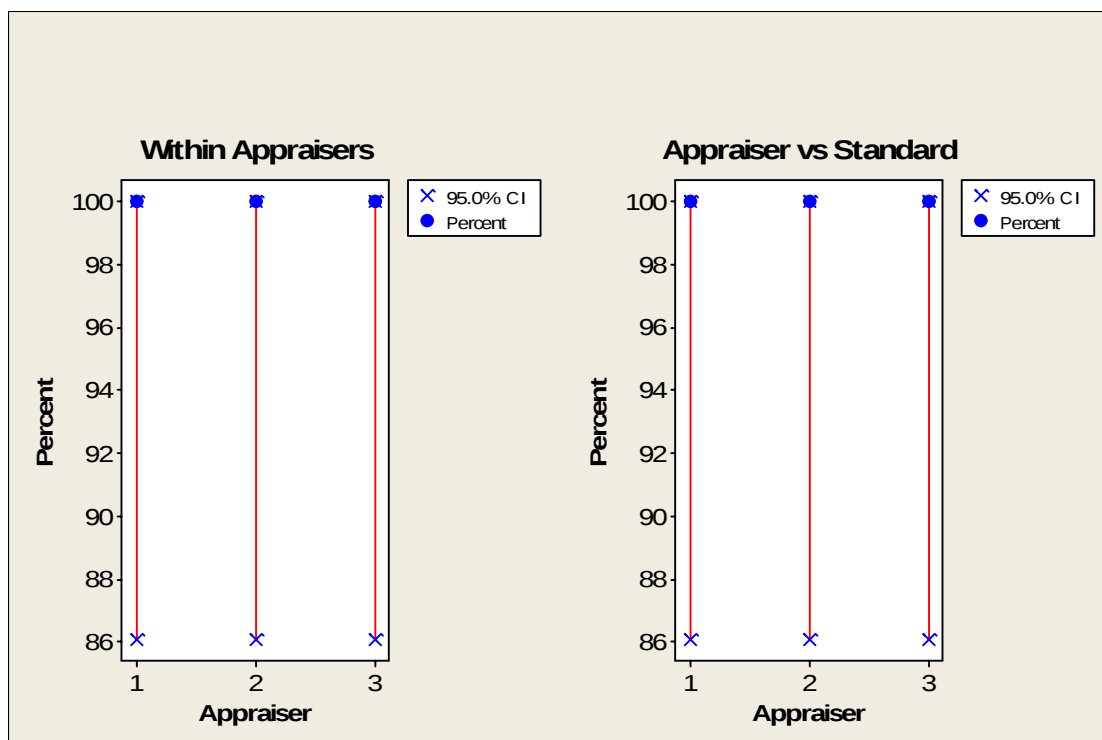
1. ใส่แผ่นวงจรที่วางชิ้นงานแล้วเข้าเครื่องหลอมละลาย
2. แผ่นวงจรเข้าเครื่องหลอมละลาย
3. ตรวจสอบแผ่นวงจรที่หลอมละลายแล้วพร้อมทั้งส่งกระบวนการถัดไป

จากการพิจารณากระบวนการหลอมละลายแล้วได้พบว่า กระบวนการหลอมละลายจะมีการตรวจสอบหลังจากที่หลอมละลายเรียบร้อยแล้ว ซึ่งในการตรวจสอบนี้จะเป็นพนักงานตรวจสอบที่ใช้การตัดสินใจแบบข้อมูลจำนวนนับ (Attribute data) ดังนั้นจึงจะต้องทำการตรวจสอบพนักงานทั้ง 3 คน โดยใช้รูปแบบการทดสอบเหมือนกับการทดสอบพนักงานที่ตรวจสอบตะกั่วเหลว โดยใช้จำนวนของดี 10 ขึ้น และจำนวนของเสีย 10 ขึ้น แต่ทั้งนี้ชิ้นงานที่ทำการตรวจสอบจะเป็นแผ่นวงจรรวม (PCBA) ที่สมบูรณ์ แล้ว ซึ่งผลการทดสอบออกมาเป็นดังแสดงในตารางที่ 3.5 จากภาพที่ 3.12 พบว่าผลการวิเคราะห์กระบวนการหลอมละลายที่มีการวัดโดยเป็นข้อมูลจำนวนนับ พบว่าพนักงานทั้ง 3 คนสามารถตรวจสอบได้ถูกต้อง 100%

สรุปการประเมินระบบการวัดในกระบวนการปาดตะกั่วและกระบวนการหลอมละลาย พบว่าทั้งสองกระบวนการไม่มีปัญหาในเรื่องของระบบวัด จึงสามารถตัดปัญหาส่วนของระบบวัดที่ไม่แน่นอนและเที่ยงตรงออกไปได้ และผลจากการวิเคราะห์ระบบวัดส่วนนี้ก็ยังรวมไปถึงความเชื่อมั่นในการออกแบบการทดลองที่จะได้กระทำต่อไป



ภาพที่ 3.11 กระบวนการหลอมละลาย



ภาพที่ 3.12 ผลการวิเคราะห์ระบบการวัดข้อมูลจำนวนนับกระบวนการหลอมละลาย

