การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการวนกลับมาใช้ของแผ่นวงจร
อิเล็กทรอนิกส์ในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

นายโกเมน คชศิลา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาแมคคาทรอนิกส์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2556

AN ANALYSIS OF FACTORS THAT EFFECT TO PCBA REWORK PROCESS IN A HARD DISK DRIVE ASSEMBLY PROCESS

Komain Kotchasila

Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Engineering in Mechatronics

Suranaree University of Technology

Academic Year 2013

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการวนกลับมาใช้ของแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ใน กระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

____

(ผศ. ดร.จิระพล ศรีเสริฐผล)
ประธานกรรมการ

____

(ผศ. ดร.ปภากร พิทยชวาล)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

____

(อ. ดร.ธีทัต ดลวิชัย)
กรรมการ

____

(ศ. ดร.ชูกิจ ลิมปิจำนงค์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและนวัตกรรม

____

(รศ. ร.อ. ดร.กนต์ธร ชำนิประศาสน์)
คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

โกเมน คชศิลา : การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการวนกลับมาใช้ของแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (AN ANALYSIS OF FACTORS THAT EFFECT TO PCBA REWORK PROCESS IN A HARD DISK DRIVE ASSEMBLY PROCESS)
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปภากร พิทยชวาล, 68 หน้า.

ในกระบวนการผลิตฮาร์ดิสก์ไดรฟ์มีฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์บางส่วนที่ไม่สามารถผ่านกระบวนการการทดสอบคุณภาพได้ และมีชิ้นส่วนหลักบางชิ้นถูกนำกลับมาวนใช้ใหม่ ซึ่งในขั้นตอนการนำกลับมาใช้ใหม่นี้ถูกกำหนดโดยการแยกประเภทของอาการเสียว่าเกิดจากสาเหตุใด โดยแยกจากส่วนประกอบหลักของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คือ ชิ้นส่วนทางกล (Head Disk Assembly ; HDA) และส่วนของแผ่นวงอิเล็กทรอนิกส์ (Print Circuit Board Assembly ; PCBA) หากสาเหตุที่ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ไม่ผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพเกิดจากชิ้นส่วนทางกล แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์นั้นก็จะถูกระบุให้นำกลับมาใช้ใหม่ได้ ซึ่งฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่ประกอบจากแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่วนกลับมาใช้ใหม่ (Re-use) ไม่สามารถผ่านการตรวจสอบคุณภาพ และมีอาการเสียแบบเดิม หากระบบวิเคราะห์อาการเสียอัตโนมัติตรวจสอบพบว่าอาการเสียยังคงติดตามไปกับแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์นั้นๆเป็นจำนวนสามรอบติดกัน แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์นั้นจะถูกเรียกว่า ลูปเปอร์ พีซีบีเอ (Looper Print Circuit Board Assembly ; Looper PCBA)

บทความนี้นำเสนอเกี่ยวกับ การวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดลูปเปอร์ พีซีบีเอโดยใช้หลักการตั้งคำถาม ทำไม ห้าครั้ง (5 Whysanalysis) และการสลับคู่อุปกรณ์ (Cross Swapping) ผลการวิเคราะห์พบว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดลูปเปอร์ พีซีบีเอคือพนักงานฝ่ายผลิตวางแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ลงบนชิ้นส่วนทางกล ขณะที่ชิ้นส่วนทางกลกำลังเคลื่อนที่ ทำให้ชิ้นส่วนทางกลเกิดกระแทกกับแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์และทำให้ตัวเหนี่ยวนำบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ชำรุด และเมื่อทำการแก้ไขโดยการอบรบพนักงานฝ่ายผลิตให้ปฏิบัติงานอย่างถูกวิธีสามารถลดของเสียได้ประมาณ 40% และหากทำการออกแบบอุปกรณ์ป้องกันต้องใช้งบประมาณในการสร้างเครื่องป้องกันประมาณ 224,000 บาทต่ออุปกรณ์ป้องกันหนึ่งชุด ซึ่งหากทำการติดตั้งไปแล้วจะสามารถคืนทุนได้ภายใน 20 สัปดาห์

สาขาวิชา <u>วิศวกรรมเครื่องกล</u> ลายมือชื่อนักศึกษา________________________

ปีการศึกษา 2556 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา__________________

KOMAIN KOTCHASILA : AN ANALYSIS OF FACTORS THAT EFFECT TO PCBA REWORK PROCESS IN A HARD DISK DRIVE ASSEMBLY PROCESS. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. PAPHAKORN PITAYACHAVAL, Ph.D., 68 PP.

REWORK PROCESS/ PRINT CIRCUIT BOARD ASSEMBLY/DEBUG SYSTEM /CROSS SWAPPING/5Whys

For a Hard disk drive assembly process, there are some defective parts that are reused since anauto-debug system could not detect a problem.The auto-debug system normally indicates the defective part on either Head Disk Assembly (HDA) or Print Circuit Board Assembly(PCBA). When a failure part is presented on HDA, PCBA is sent to reassembly,otherwise, HDA is sent to reassembly. In case of some PCBAs that is reused and inspected as three times, is called a Looper PCBA.

This research studies the root causes of Looper PCBA in a Hard Disk Drive assembly process by using concepts of 5 Whys analysis strategy and Crossing swopping. The result showed that the looper PCBA was occurred during operators place PCBA on the moving HDA in PCBA mounting process. The crashing between PCBA and HDA part damaged the inductor on PCBA and presented the wire open circuit. When the root cause was explored and the operators were supervised, the flaws have been decreased 40%. Furthermore, line protection equipment was also established with ฿ 224,000 costly in which the payback period for this equipment is within 20 weeks.

School of Mechanical Engineering Student's Signature____________________

Academic Year 2013 Advisor's Signature____________________

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับความอนุเคราะห์อย่างสูงจาก บริษัท ซีเกทเทคโนโลยี ประเทศไทย จำกัด ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งได้สนับสนุนทุนการศึกษา สถานที่ศึกษาและสถานที่ทำการวิจัยค้นคว้า ขอขอบพระคุณคณะบุคคล ที่มีส่วนให้การศึกษาวิจัยและทำวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประภากร พิทยชวาล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำปรึกษาและแนะแนวทางอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัย แนะนำกิจกรรมการประชุมเชิงวิชาการที่เหมาะสมในการนำเสนอบทความ รวมถึงได้ช่วยตรวจทาน และแก้ไขเล่มรายงานวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิระพล ศรีเสริฐผล อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล และรองศาสตราจารย์ เรืออากาศเอก ดร.กนต์ธร ชำนิประศาสน์ คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ที่ได้ให้ความรู้ คำชี้แนะและโอกาสแก่ผู้วิจัยในศึกษาต่อในระดับปริญญาโทในครั้งนี้

ขอบคุณ หัวหน้างาน คุณสุทธิชัย งามมิตรสมบูรณ์ Mr. Chiming Tan และ คุณ วีรศักดิ์ พรรณนางาม ที่ให้การสนับสนุน ในการทำการวิจัยและอำนวยความสะดวกในการเข้าพบ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ขอบคุณ คุณอัญชุลี รักด่านกลาง และคุณกัสกร ต่อชีพ เลขานุการและธุรการประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและเจ้าหน้าที่ห้องบรรณสารทุกท่านที่อำนวยความสะดวกด้านเอกสารระหว่างศึกษา

ขอบคุณเพื่อนร่วมชั้นเรียนทุกคนที่มีส่วนในการแบ่งปันความรู้ และเป็นกำลังใจให้กันในระหว่างการศึกษา เป็นเพื่อนร่วมทาง เพื่อนร่วมชั้น และเป็นผู้ให้คำปรึกษาที่ดีเสมอมา

ขอบคุณครอบครัว ที่เป็นกำลังใจ และ ให้ข้อคิดในการศึกษาระดับปริญญาโท และสนับสนุนทุกเรื่องด้วยดีเสมอมา ขอขอบพระคุณจากใจจริง

โกเมน คชศิลา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย)..ก

บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)..ข

กิตติกรรมประกาศ..ค

สารบัญ ....ง

สารบัญตาราง ....ช

สารบัญรูป ....ซ

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ ....ญ

บทที่

1 บทนำ..1

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 6

1.3 ขอบเขตการวิจัย 6

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย 6

1.4.1 ระเบียบวิธีวิจัย 6

1.4.2 สถานที่ทำการวิจัย 6

1.4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..6

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7

2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..8

2.1 การตั้งคำถามเพื่อหาสาเหตุของปัญหา 5 ครั้ง (5 Whys analysis) 8

2.2 การทดสอบสมมุติฐานโดยวิธีสลับคู่อุปกรณ์ต้องสงสัย (Cross swap component) 10

2.3 การวิเคราะห์สาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis; FMEA) 11

2.3.1 ประเภทของการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA)..... 11

2.3.2 ขั้นตอนการทำการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) . 12

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.3 ตัวเลขแสดงลำดับความสำคัญของความเสี่ยง (RPN) 12
2.4 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) 16
2.4.1 ขั้นตอนในการจัดทำแผนภาพพาเรโต 16
2.4.2 การอ่านค่าแผนภูมิพาเรโต 17
2.5 แผนภูมิก้างปลา Fishbone Diagram (Cause and Effect Diagram) 18
2.5.1 วิธีการสร้างแผนภูมิก้างปลา 18
2.5.2 ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิก้างปลา 19
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 19
3 วิธีดำเนินการวิจัย 21
3.1 วิเคราะห์จุดเสียบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นสาเหตุให้ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไม่ผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ 23
3.2 การออกแบบการทดลองเพื่อหาจุดเสียบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 24
3.3 วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดของเสียกับแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ 26
3.4 การทดลองเพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดของเสียกับแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำให้แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์บกพร่อง 29
3.4.1 การทดลองเพื่อลดของเสียโดยการอบรมพนักงาน 29
3.4.2 การทดลองเพื่อลดของเสียโดยการออกแบบเครื่องป้องกัน 29
4 ผลการทดลอง 31
4 .1 ผลการทดลองจากการวิเคราะห์จุดเสียด้วย 5 Whys Analysis 31
4.1.1 การวิเคราะห์การทดลองสำหรับการทดลอง Why 1 31
4.1.2 การวิเคราะห์การทดลองสำหรับการทดลอง Why 2 33
4.1.3 การวิเคราะห์การทดลองสำหรับการทดลอง Why 3 35
4.1.4 การวิเคราะห์การทดลองสำหรับการทดลอง Why 4 38
4.1.5 การวิเคราะห์การทดลองสำหรับการทดลอง Why 5 41

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2 การทดลองผลจากการวิเคราะห์จุดเสียโดยวิธีการตั้งคำถาม 5 Whys Analysis 44
4.3 ผลการทดลองจากการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดของเสีย
กับแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ 46
4.3.1 ผลจาก การทดลองเพื่อลดของเสียโดยการอบรมพนักงาน 46
4.3.2 ผลจากออกแบบเครื่องป้องกัน 47
5 บทสรุป 53
5.1 สรุปผลการวิจัย 53
5.2 ข้อเสนอแนะการวิจัย 55
รายการอ้างอิง 56
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก. บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ 58
ประวัติผู้เขียน 68

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ตารางการชี้บ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี FMEA 13

2.2 ตารางแสดงเกณฑ์การประเมินในหัวข้อ
ความรุนแรงจากข้อบกพร่อง (Severity: S) 14

2.3 แสดงเกณฑ์การประเมินในหัวข้อความถี่
ของการเกิดข้อบกพร่อง (Occurrence: O) 15

2.4 แสดงเกณฑ์การประเมินความสามารถใน
การตรวจจับข้อบกพร่องก่อนส่งถึงมือลูกค้า(Detection: D) 16

4.1 ผลการทดลองด้วยวิธีการสลับคู่อุปกรณ์ต้องสงสัยจำจำนวน 20 คู่ 45

4.2 รายการอุปกรณ์และราคาอุปกรณ์สำหรับอุปกรณ์ป้องกันแบบที่1 48

4.3 รายการอุปกรณ์และราคาอุปกรณ์สำหรับอุปกรณ์ป้องกันแบบที่ 2 50

4.4 รายการอุปกรณ์และราคาอุปกรณ์สำหรับอุปกรณ์ป้องกันแบบที่ 3 51

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

1.1 ชิ้นส่วนทางกลของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ (HDA) 1
1.2 แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ (PCBA) 2
1.3 กระบวนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟและการเกิดลูปเปอร์พีซีบีเอ 4
1.4 จำนวนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกส่งกลับไปยังโรงงานผลิตแผ่นวงจร 5
2.1 การตั้งคำถาม ทำไม และสาเหตุของปัญหา 9
2.2 การตั้งคำถาม ทำไม ครั้งถัดไป 10
2.3 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต 17
2.4 โครงสร้างของแผนภูมิก้างปลา 18
3.1 แผนการดำเนินการวิจัย 22
3.2 แผนผังแสดงการวิเคราะห์จุดเสียโดยวิธีตั้งคำถาม 5 Whys 23
3.3 การวิเคราะห์จุดเสียโดยวิธี Cross Swapping 25
3.4 แผนภูมิก้างปลา (Fish Bone Diagram) 26
3.5 แผนภาพพาเรโต (Pareto Chart) 28
3.6 สายพานการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟในปัจจุบัน 30
4.1 ผลการเขียนและอ่านข้อมูลของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟปกติ 32
4.2 ผลการทดลองเขียนและอ่านข้อมูลของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่ผิดปกติ 32
4.3 การสลับคู่อุปกรณ์หลักของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ 34
4.4 เปรียบเทียบสัญญาณการเขียนข้อมูลลงแผ่นบันทึกข้อมูล Wdx 36
4.5 การสลับวงจรรวมของแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 37
4.6 สัญญาณการเขียนข้อมูลลงแผ่นบนทึกข้อมูลหลังทำการสลับ SOC 37
4.7 การสลับขดลวดเหนี่ยวนำบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 39
4.8 ผลการเขียนข้อมูลของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่ประกอบขึ้นจากแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีปัญหากับขดลวดเหนี่ยวนำที่มาจากแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ปกติ 40
4.9 ผลการเขียนข้อมูลของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่ประกอบขึ้นจาก แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ปกติ กับขดลวดเหนี่ยวนำที่มาจากแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์มีปัญหา 40

สารบัญรูป (ต่อ)

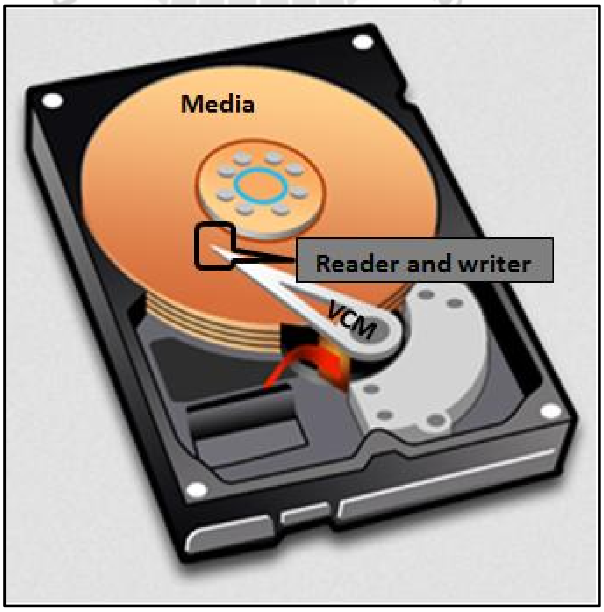
รูปที่ **หน้า**

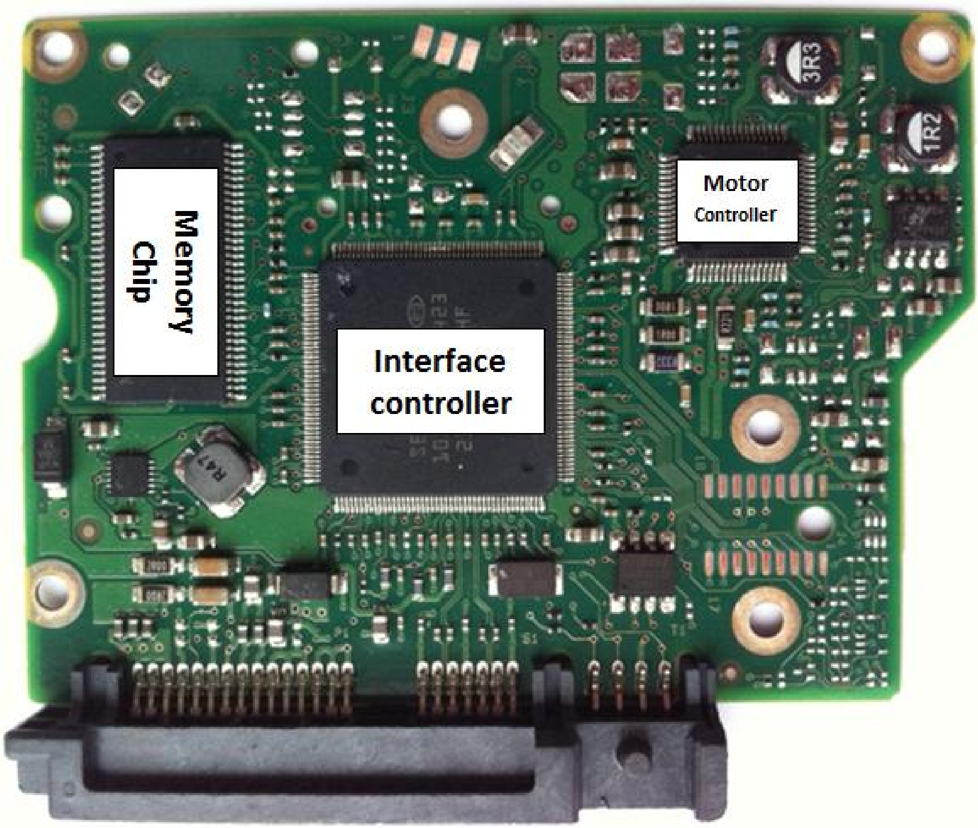
4.10 การใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทานของขดลวดเหนี่ยวนำ 41
4.11 ค่าความต้านทานของตัวเหนี่ยวนำที่ชำรุด 42
4.12 ค่าความต้านทานของตัวเหนี่ยวนำบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ปกติ 42
4.13 ตัวเหนี่ยวนำมีรอยแตกร้าวทำให้ขดลวดขาดออกจากกัน 43
4.14 แผนภาพแสดงสาเหตุและผลจากการตั้งคำถามแบบ 5 Whys analysis 44
4.15 ตัวเหนี่ยวนำมีร้อยร้าวขนาดเล็กมาก สังเกตได้โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ 45
4.16 ตัวเหนี่ยวนำมีร้อยร้าวขนาดเล็ก สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า 46
4.17 ตัวเหนี่ยวนำหลุดหายไปจากแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 46
4.18 กราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตหลังปรับปรุงวิธีการทำงาน 47
4.19 อุปกรณ์ป้องกันแบบที่ 1 48
4.20 อุปกรณ์ป้องกันแบบที่ 2 49
4.21 อุปกรณ์ป้องกันแบบที่ 3 51
5.1 กราฟแสดงประสิทธิภาพการผลิตหลังปรับปรุงวิธีการทำงาน 54
5.2 อุปกรณ์ป้องกันที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งในสายพานการผลิต 54

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

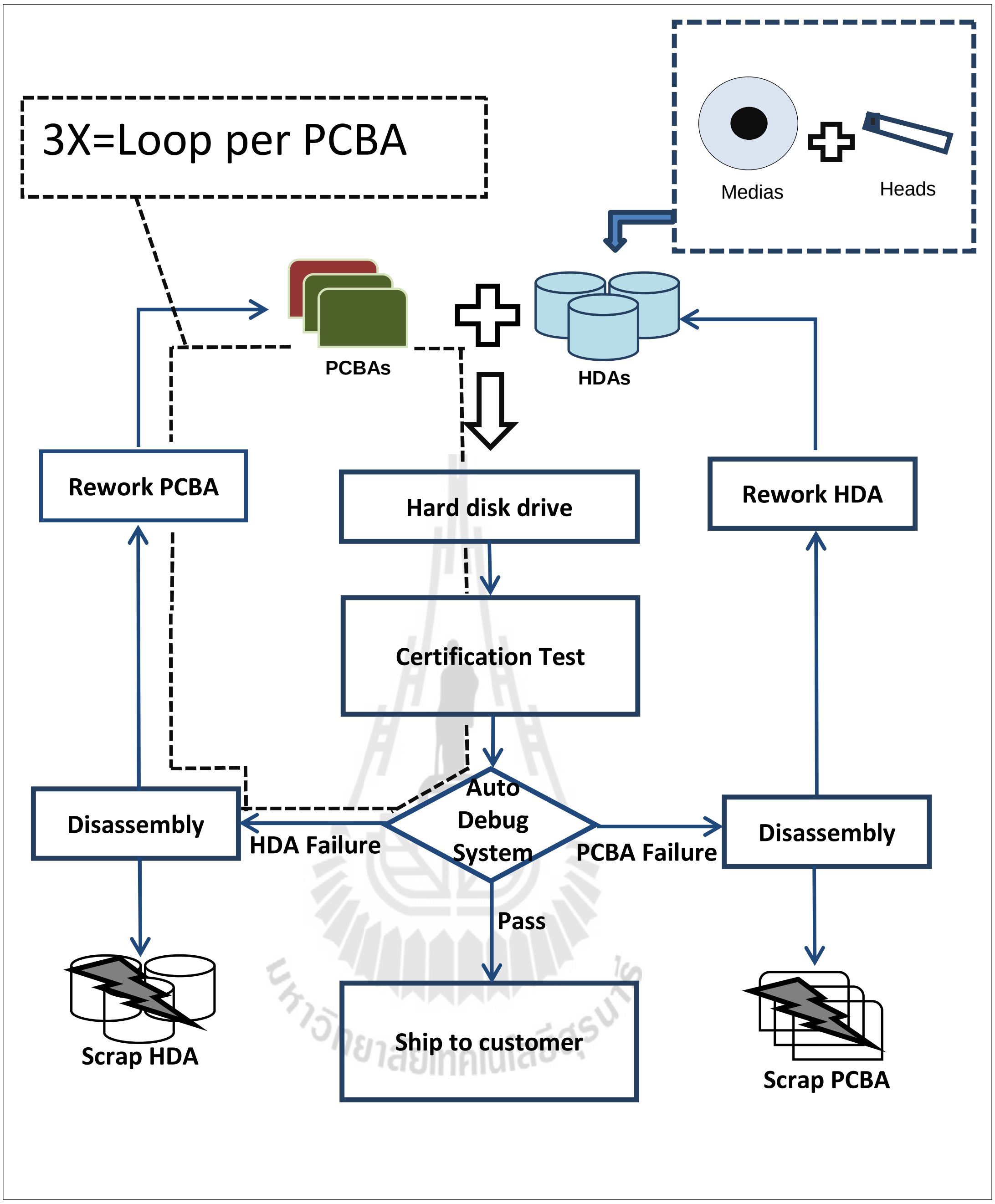
HDD	Hard Disk Drive	ฮาร์ดดิกส์ไดรฟ์
HDA	Head Disk Assembly	ชิ้นส่วนทางกลของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์
PCBA	Print Circuit Board Assembly	แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์
VCM	Voice Coil Motor	วอยซ์คอยล์มอเตอร์
IC	Integrated Circuit	วงจรรวม หรือ วงจรเบ็ดเสร็จ
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis	การวิเคราะห์ความล้มเหลว และ ผลกระทบที่เกิดขึ้น
VMI	Visual Mechanical Inspection	การตรวจสอบชิ้นงานโดยผู้ปฏิบัติงาน
DFMEA	Design FMEA	การปรับปรุงการออกแบบโดยวิธีFMEA
PFMEA	Process FMEA	การปรับปรุงการผลิตโดยวิธีFMEA
SFMEA	Service FMEA	การปรับปรุงการบริการโดยวิธีFMEA
RPN	Risk Priority Number	ตัวเลขแสดงลำดับความสำคัญของปัญหา
S	Severity	ความรุนแรง
O	Occurrence	การเกิดขึ้น
D	Detection	การตรวจจับ
SOC	System on Chip	การรวมรวมวงจรอิเล็กทรอนิกส์ใดๆ ไว้ในชิพเพียงตัวเดียว
L	Inductor	ขดลวดตัวเหนี่ยวนำ
C	Capacitor	ตัวเก็บประจุ
R	Resistor	ตัวต้านทาน


Media
Reader and writer
VCM


Memory Chip
Interface controller
Motor Controller

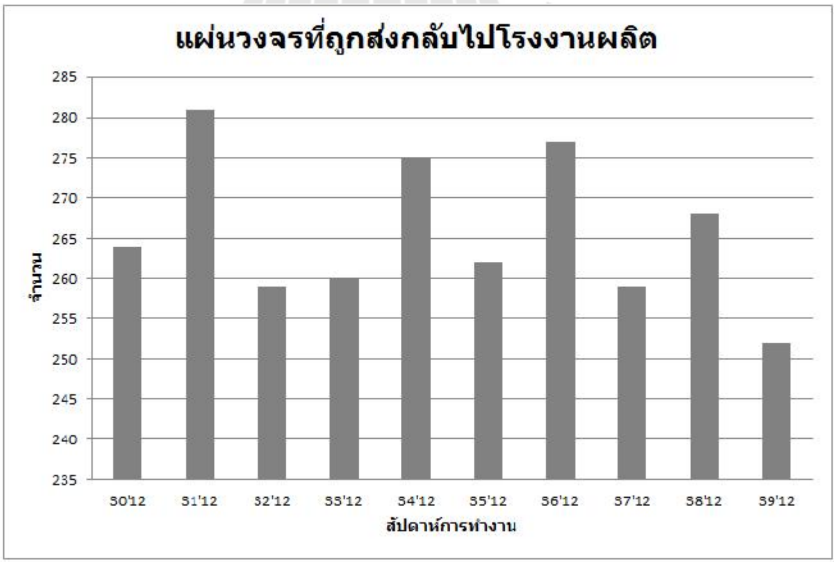
กระบวนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเริ่มต้นจากชิ้นส่วนทางกลคือ หัวอ่านเขียน และแผ่นบันทึกข้อมูล ถูกประกอบเข้าด้วยกันภายในห้องควบคุมความสะอาด (Clean Room) เมื่อประกอบเสร็จ จะถูกเรียกว่า HDA จากนั้น HDA จะถูกปล่อยลงสายพานการผลิตเพื่อประกอบเข้ากับแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์เมื่อสองส่วนนี้ประกอบรวมกันเสร็จสมบูรณ์จะถูกเรียกว่าฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ในขั้นตอนนี้ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟยังไม่สามารถใช้งานได้จนกว่าหัวอ่านเขียนและแผ่นบันทึกข้อมูลจะผ่านกระบวนการปรับแต่ง (Adjustment) ในระบบตรวจสอบคุณภาพ (Certification test) ในขั้นตอนการปรับแต่งและตรวจสอบคุณภาพมีฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟบางส่วนที่มีจุดบกพร่องและไม่สามารถผ่านการตรวจสอบคุณภาพได้ ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเหล่านั้นจะถูกจำแนกอาการเสียหรือข้อบกพร่องเบื้องต้นด้วยระบบตรวจสอบอาการเสียอัตโนมัติ (Auto Debug System) เพื่อหาสาเหตุที่ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพว่ามีสาเหตุมาจากชิ้นส่วนหลักใด โดยจำแนกประเภทของสาเหตุหลัก ที่ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเป็นสองประเภทจากชิ้นส่วนหลักคือ ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไม่ผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพเนื่องจากชิ้นส่วนทางกลมีปัญหา (HDA failure) หรือ ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไม่ผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพเนื่องจากชิ้นส่วนทางไฟฟ้ามีปัญหา (PCBA Failure) ซึ่งหากชิ้นส่วนหลักใดมีปัญหาระบบตรวจสอบอัตโนมัติจะระบุให้นำชิ้นส่วนหลักส่วนนั้นไปทำลาย และนำชิ้นส่วนหลักซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับอาการเสียวนกลับมาใช้ใหม่ ดังแสดงในรูปที่ 1.3

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 1.3 กระบวนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟและการเกิดลูปเปอร์พีซีบีเอ

ในการนำชิ้นส่วนหลักของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟวนกลับมาใช้ใหม่นั้น ทุกครั้งระบบตรวจสอบอัตโนมัติจะทำการบันทึกข้อมูล จำนวนรอบของการนำกลับมาใช้ เพื่อติดตามอาการเสียหรือสาเหตุที่ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ เนื่องจากบางครั้งระบบตรวจสอบอัตโนมัติ ตรวจพบว่า ชิ้นส่วนหลักที่ถูกนำกลับมาวนใช้เป็นสาเหตุให้ฮาร์ดดิสก์ ไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยระบบตรวจสอบอัตโนมัติจะระบุให้ชิ้นส่วนหลักใด ที่ถูกวนกลับมาใช้ใหม่เป็นจำนวน 3 ครั้งติดกัน


แผ่นวงจรที่ถูกส่งกลับไปโรงงานผลิต
285
280
275
270
265
260
255
250
245
240
235
จำนวน
30'12
31'12
32'12
33'12
34'12
35'12
36'12
37'12
38'12
39'12
สัปดาห์การทำงาน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัยแบ่งได้ดังนี้คือ

1. วิเคราะห์จุดบกพร่องบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นสาเหตุทำให้ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไม่ผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ

2. ระบุปัจจัยที่ทำให้แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์เกิดการบกพร่อง

3. กำหนดวิธีป้องกันไม่ให้แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ชำรุดเสียหาย

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. วิเคราะห์จุดบกพร่องบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ Part Number 1XXXXX701

2. ใช้ Oscilloscope และ Multi meter ในการวิเคราะห์จุดเสีย

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.4.1 ระเบียบวิธีวิจัย

1. ศึกษากระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

2. วิเคราะห์จุดบกพร่องบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์

3. ระบุปัจจัยที่ทำให้แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์เกิดข้อบกพร่องในระหว่างกระบวนการผลิต

4. ปรับปรุงกระบวนการผลิตตามผลที่ได้จากการวิจัย

5. เปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านการผลิต ก่อนและหลังทำการปรับปรุงวิธีการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

6. กำหนดวิธีป้องกันไม่ให้เกิดข้อบกพร่อง

1.4.2 สถานที่ทำการวิจัย

บริษัทซีเกทเทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด เลขที่40 ม.15 ต.สูงเนิน อ.สูงเนิน จ.นครราชสีมา 30170

1.4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. มัลติมิเตอร์ (Multi meter FLUKE 179)

2. Oscilloscope (LeCroywavepro 7300)

3. เครื่องเชื่อมประสาน

4. เครื่องเป่าลมร้อน

5. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Minitab16

6. โปรแกรมคอมพิวเตอร์solid works

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถระบุจุดบกพร่องที่เกิดบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์

2. สามารถระบุปัจจัยที่มีผลทำให้แผ่นวงจรเกิดการชำรุดเสียหายในระหว่างกระบวนการผลิต

3. สามารถออกแบบการทำงานและกำหนดเครื่องมือป้องกันการชำรุดของแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในกระบวนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

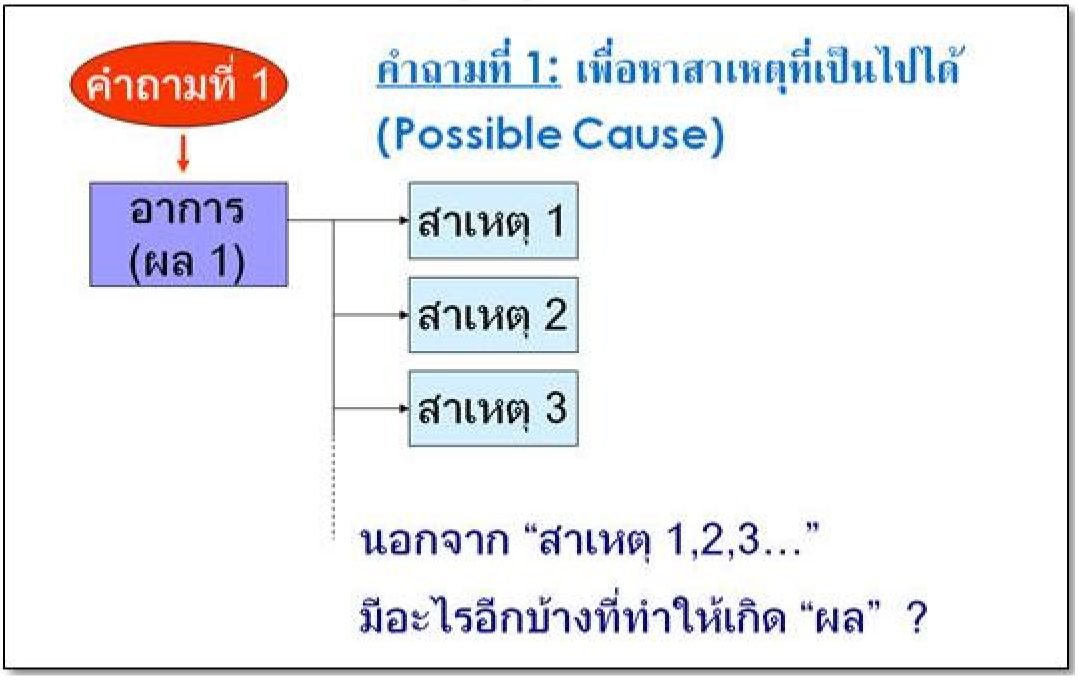
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย ประกอบด้วย ทฤษฎีการตั้งคำถามทำไม 5 ครั้ง (5 Whys analysis) ทฤษฎีการหาจุดบกพร่องโดยการสลับคู่อุปกรณ์ต้องสงสัย (Cross swap methodology) และทฤษฎีการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบด้วยแผนภูมิก้างปลาและแผนภาพพาเรโต

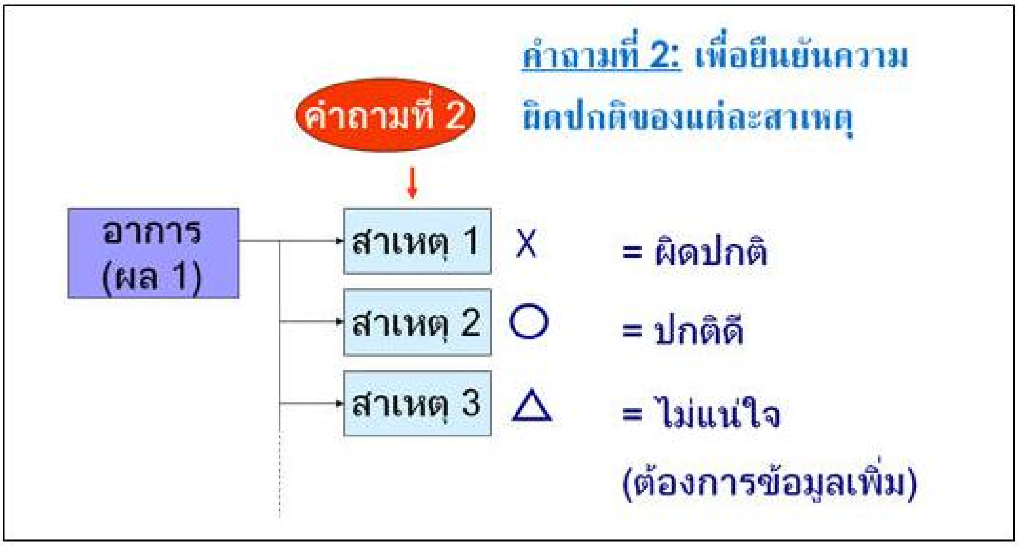
ทฤษฎี 5 Whys analysis นำมาใช้เพื่อวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไม่ผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ และใช้ทฤษฎี Cross swap methodology ซึ่งเป็นเทคนิคการวิเคราะห์จุดเสียบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ที่ประกอบด้วยวงจรรวมหลายวงจร เพื่อวิเคราะห์หาจุดเสียบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ จากนั้นนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบด้วยแผนภูมิก้างปลาและแผนภาพพาเรโต เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดของเสียในกระบวนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

2.1 การตั้งคำถามเพื่อหาสาเหตุของปัญหา 5 ครั้ง (5 Whys analysis)

5 Whys analysis มีที่มาจากWhy-Why Analysis ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา มีจุดเริ่มต้นที่บริษัทToyota ได้ปลูกฝังให้พนักงานตั้งคำถาม "ทำไม" กับปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งเมื่อได้ถาม "ทำไม" "ทำไม" ไปประมาณ 5 ครั้ง ก็จะค้นพบสาเหตุรากเหง้าของปัญหานั้น การตั้งคำถาม "ทำไม" เพื่อหาสาเหตุของปัญหาไม่จำเป็นต้องถาม 5 ครั้งเสมอไป แต่ขึ้นอยู่กับปัญหาที่กำลังวิเคราะห์นั้น ว่ามีความซับซ้อนของปัญหามากน้อยเพียงใด หากเป็นปัญหาที่ไม่ซับซ้อนมาก การตั้งคำถามถาม "ทำไม" เพียง 2-3 ครั้ง ก็สามารถระบุสาเหตุของปัญหาได้ ในทางกลับกัน หากปัญหานั้นมีความซับซ้อน อาจต้องตั้งคำถาม "ทำไม" ถึง 8-9 ครั้ง จึงสามารถระบุสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาได้

5 Whys Analysis เหมาะสำหรับการวิเคราะห์ปัญหาแบบ ปัญหาครั้งคราว (Sporadic Problem) คือ ปัญหาที่มีความถี่การเกิดนาน ๆ ครั้ง และแต่ละครั้งค่อนข้างมีผลกระทบที่เห็นได้ชัด ทำให้เราสามารถสังเกตเห็นปรากฏการณ์ความผิดปกติได้อย่างชัดเจน(บุญเลิศ คณาธนสาร, 2555)


คำถามที่ 1
คำถามที่ 1: เพื่อหาสาเหตุที่เป็นไปได้
(Possible Cause)
อาการ
(ผล 1)
สาเหตุ 1
สาเหตุ 2
สาเหตุ 3
นอกจาก "สาเหตุ 1,2,3..."
มีอะไรอีกบ้างที่ทำให้เกิด "ผล" ?



คำถามที่ 2: เพื่อยืนยันความผิดปกติของแต่ละสาเหตุ
คำถามที่ 2
อาการ (ผล 1)
สาเหตุ 1
สาเหตุ 2
สาเหตุ 3
X = ผิดปกติ
O = ปกติดี
△ = ไม่แน่ใจ (ต้องการข้อมูลเพิ่ม)

2.3 การวิเคราะห์สาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ(Failure Mode and Effect Analysis; FMEA)

FMEA ถูกพัฒนาขึ้นโดยหน่วยงานอากาศยานของสหรัฐอเมริกา(ได้แก่กองทัพอากาศ กองทัพเรือ และองค์การ NASA) ตั้งแต่ทศวรรษที่ 60 (ระหว่างปี ค.ศ. 1960-1970) จากนั้นได้มีการประยุกต์วิธีการ FMEA ไปยังบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ชั้นนำของโลกได้แก่ Ford, GM และ Chrysler หรือที่รู้จักกันในนามของ BIG THREE (Big 3) โดยเป็นข้อกำหนดที่สำคัญของระบบ QS-9000 และในปัจจุบันนี้วิธีการ FMEA ได้กลายมาเป็นข้อกำหนดพื้นฐานของอุตสาหกรรมยานยนต์ที่ผู้ผลิตรถยนต์ทุกค่าย ทุกยี่ห้อ หรือแม้กระทั่งผู้ผลิตชิ้นส่วนประกอบต่างๆ ต้องปฏิบัติตาม (Quality Associates International's History of FMEA)(สมภพ ตลับแก้ว, 2551)

FMEA คือ การวิเคราะห์สาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบเป็นกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบที่สร้างขึ้นเพื่อวิเคราะห์กิจกรรมในด้านการออกแบบหรือกระบวนการผลิต โดยการบ่งชี้ปัญหา หรือข้อบกพร่องใดๆ ที่มีโอกาสเกิดขึ้นในกิจกรรมนั้น ซึ่งจะพิจารณาถึงคุณลักษณะพิเศษ ระดับความรุนแรง ผลกระทบที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งระบุวิธีการป้องกันปัญหาดังกล่าวและตรวจสอบประสิทธิผลของการป้องกัน (วิชาญทองไพรวรรณ, 2554)

2.3.1 ประเภทของการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA)

ประเภทการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้วยหลัก FMEA สามารถแบ่งได้ดังนี้(วิชาญทองไพรวรรณ, 2554)

1.การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบด้านการออกแบบ (Design FMEA: DFMEA)คือการปรับปรุงกระบวนการออกแบบโดยวิธีการ FMEA ในขั้นตอนการออกแบบแนวคิด (Concept Design) โดย เน้นที่การวิเคราะห์หาข้อบกพร่องและแนวโน้มที่เกิดกับการทำงาน (Function) ของระบบเนื่องจากความไม่มีประสิทธิภาพของระบบทั้งนี้จะครอบคลุมถึงการศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างระบบกับองค์ประกอบต่างๆ ของระบบด้วย

2. การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบด้านกระบวนการผลิต (Process FMEA: PFMEA) คือการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยวิธีการ FMEAในการวิเคราะห์การผลิตและกระบวนการประกอบ โดยเน้นถึงข้อบกพร่องอันเนื่องจากความไม่มีประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตและการประกอบเป็นกิจกรรมที่สร้างขึ้นเพื่อพิจารณากระบวนการผลิตในแต่ละขั้นตอนตลอดจนการควบคุมกระบวนการเพื่อสร้างความมั่นใจว่าสินค้าที่ผลิตอยู่ภายใต้ข้อกำหนดของสินค้า ดังนั้น PFMEA จึงมีความสัมพันธ์กันระหว่างขั้นตอนในแต่ละกระบวนการ และปัจจัยนำออกที่ไม่ยอมรับกระบวนการนั้น โดยพิจารณาถึงสาเหตุของการไม่ยอมรับและดำเนินการควบคุมหรือป้องกันสิ่งที่เกิดขึ้นดังกล่าว

3.Service FMEA (SFMEA) คือการปรับปรุงการบริการโดยวิธีการ FMEAในงานบริการเน้นการวิเคราะห์ถึงกระบวนการบริการก่อนที่จะส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้า FMEA ประเภทนี้จะเน้นถึงข้อบกพร่อง ความผิดพลาด หรือความคลาดเคลื่อน อันเนื่องจากความไม่มีประสิทธิภาพของระบบกระบวนการ

2.3.2 ขั้นตอนการทำการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA)

กระบวนการสำหรับดำเนินการ FMEA ให้ประสบผลสำเร็จประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้คือ(วิชาญทองไพรวรรณ, 2554)

1. กำหนดลำดับขั้นตอนของการวิเคราะห์
2. ศึกษาลำดับขั้นตอนของแต่ละกระบวนการ / การออกแบบ
3. อธิบายลักษณะของงานหรือหน้าที่แต่ละขั้นตอน
4. ระบุข้อบกพร่องที่มีโอกาสเกิดขึ้นทั้งหมด
5. ทบทวนหน้าที่หลักและข้อบกพร่องที่มีโอกาสเกิดขึ้น
6. ระบุผลกระทบที่เกิดขึ้นแต่ละข้อบกพร่อง
7. ระบุสาเหตุของแต่ละข้อบกพร่องที่มีโอกาสเกิดขึ้น
8. ระบุการป้องกันในปัจจุบัน
9. ให้คะแนน ความรุนแรง , โอกาสในการเกิด , ความสามารถในการตรวจจับ
10. คำนวณค่า RPN (Risk Priority Number; RPN)
11. กำหนดค่า RPN ที่ต้องแก้ไข
12. ระบุวิธีการในการแก้ไขปรับปรุง ผู้รับผิดชอบ พร้อมวันกำหนดเสร็จ
13. ทบทวนค่า RPN ใหม่หลังจากเสร็จสิ้นการแก้ไข

2.3.3 ตัวเลขแสดงลำดับความสำคัญของความเสี่ยง (RPN)

ค่าตัวเลขลำดับความเสี่ยง (RPN) เป็นผลลัพธ์ที่เกิดจาก ค่าความรุนแรงที่เกิดขึ้นของแต่ละภาวะความล้มเหลว กำหนดให้S คือความรุนแรง (Severity), O คือความน่าจะเป็นของการเกิดขึ้นของภาวะความล้มเหลวนั้นๆ (Occurrence) และ D คือความสามารถในการตรวจจับ (Detection) ค่า RPN จะถูกระบุอยู่ในตาราง FMEA เพื่อใช้ในการเรียงลำดับความสำคัญในการนำไปดำเนินการปรับปรุงหรือวางแนวทางการแก้ไขการกำหนดแนวทางการแก้ไขจะให้ความสำคัญกับรายการที่มีค่า RPN สูง เนื่องจากตัวเลขแสดงให้เห็นว่ามีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดผลกระทบอย่างมากในทางลบและโอกาสในการเกิดมีสูง ในขณะที่การควบคุมปัจจุบันนั้นยังไม่เพียงพอในการดำเนินการตรวจสอบ กล่าวคือตัวเลขแสดงลำดับความสำคัญของความเสี่ยง (RPN) คือตัวเลขที่ใช้แสดงผลลัพธ์ของความรุนแรง ที่มีผลกระทบต่อระบบใช้ในการจัดลำดับความสำคัญ

ในการแก้ไขปัญหา (วิชาญทองไพรวรรณ, 2554)ค่า RPN คำนวณได้ดังสมการที่ (2-1) ซึ่งได้ค่าต่างๆจากการเติมค่าความสำคัญดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การชี้บ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี FMEA(วิชาญทองไพรวรรณ, 2554)

เครื่องจักรอุปกรณ์/ระบบ	ความล้มเหลว	สาเหตุความล้มเหลว	ผลที่เกิดขึ้น	มาตรการป้องกัน/แก้ไข	การประเมินความเสี่ยง			ระดับความเสี่ยง (RPN)
					โอกาส(Occ)	ความรุนแรง (Sev)	การตรวจจับ (Det)	

กำหนดให้ระดับความเสี่ยงหาได้จากสมการ

$$RPN = S \times O \times D \tag{2-1}$$

เมื่อ

S หมายถึง ความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดจากความล้มเหลว (Severity)

O หมายถึง เป็นโอกาสที่จะเกิดขึ้นจากสาเหตุนั้นว่าบ่อยเพียงใด (Occurrence)

D หมายถึง เป็นความสามารถในการตรวจจับและป้องกันไม่ให้เกิดความล้มเหลวขึ้น ได้ดีเพียงใด (Detection)

ค่า RPN เป็นไปตามหลักเกณฑ์ของหลักการพาเรโต โดยมีคะแนนระหว่าง 1ถึง 1,000 โดยค่า RPN ที่มีค่าสูงๆ มีความจำเป็นต้องดำเนินการปฏิบัติการแก้ไขเพื่อลดค่าRPN ให้ลดลง

ความรุนแรงของผลกระทบ (Severity of the Effect) หมายถึงค่าที่แสดงถึงความรุนแรงของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในระบบ แล้วจะมีความรุนแรงของผลกระทบมากน้อยเพียงไร โดยเกณฑ์การให้คะแนนเป็นไปตามรายละเอียดดังแสดงในตารางที่2.2

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงเกณฑ์การประเมินในหัวข้อ ความรุนแรงจากข้อบกพร่อง (Severity; S) (วิชาญทองไพรวรรณ, 2554)

ผลกระทบ	ความรุนแรงของผลกระทบ	ระดับคะแนน
อันตรายที่เกิดขึ้นโดยปราศจากการเตือน	ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกระทบกับความปลอดภัยของพนักงานโดยไม่มีการเตือน	10
อันตรายที่เกิดขึ้นโดยมีการเตือน	ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกระทบกับความปลอดภัยของพนักงานโดยมีการเตือน	9
สูงมาก	เครื่องมือ/เครื่องจักรไม่สามารถทำงานได้ : เสียในส่วนหรือหน่วยงานที่สำคัญที่สุด	8
สูง	เครื่องมือ/เครื่องจักรทำงานได้ : แต่ผลงานลดลงไปเยอะมาก	7
ปานกลาง	เครื่องมือ/เครื่องจักรทำงานได้ : แต่ผลงานลดลงไปปานกลาง	6
ต่ำ	เครื่องมือ/เครื่องจักรทำงานได้ : แต่ผลงานลดลงไปเล็กน้อย	5
ต่ำมาก	เครื่องมือ/เครื่องจักรทำงานได้ : แต่ส่วนมากพบปัญหาที่ลูกค้า	4
ผลกระทบทางอ้อม	เครื่องมือ/เครื่องจักรทำงานได้ : แต่พบปัญหาที่ลูกค้าปานกลาง	3
ผลกระทบทางอ้อมเล็กน้อย	เครื่องมือ/เครื่องจักรทำงานได้ : ไม่พบปัญหาที่ลูกค้าร้องเรียน	2
ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบ	1

โอกาสในการเกิด (Occurrence) หมายถึง อัตราที่แสดงถึงจำนวนความถี่หรือจำนวนข้อบกพร่องสะสมที่ได้คาดหมายไว้ สำหรับสาเหตุหนึ่งๆ ภายใต้ระบบควบคุมที่ มีอยู่ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนเป็นไปตามรายละเอียดดังแสดงในตารางที่2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงเกณฑ์การประเมินในหัวข้อความถี่ของการเกิดข้อบกพร่อง (Occurrence; O) (วิชาญทองไพรวรรณ, 2554)

โอกาสในการเกิดข้อบกพร่อง	อัตราส่วนข้อบกพร่องที่เกิด	ระดับคะแนน
สูงมาก : ข้อบกพร่องเกิดขึ้นแน่นอน	1 ใน 2	10
	1 ใน 3	9
สูง : ข้อบกพร่องเกิดขึ้นซ้ำ	1 ใน 8	8
	1 ใน 20	7
ปานกลาง : ข้อบกพร่องเกิดขึ้นบางครั้ง	1 ใน 80	6
	1 ใน 400	5
ต่ำ : ข้อบกพร่องเกิดขึ้นน้อยมาก	1 ใน 2,000	4
	1 ใน 15,000	3
น้อยมากๆ : ข้อบกพร่องไม่มีโอกาสเกิดขึ้น	1 ใน 150,000	2
	1 ใน 1,500,000	1

การตรวจจับ (Detection) หมายถึง การประเมินถึงโอกาสที่ระบบสามารถตรวจพบจุดบกพร่อง หรือจุดอ่อนของกระบวนการก่อนที่จะมีชิ้นงานที่บกพร่องหลุดออกมาจากสายพานการผลิต หรือจุดปฏิบัติงาน ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนเป็นไปตามรายละเอียดดังแสดงในตารางที่2.4

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 2.4 แสดงเกณฑ์การประเมินความสามารถในการตรวจจับข้อบกพร่องก่อนส่งถึงมือลูกค้า (Detection; D) (วิชาญทองไพรวรรณ, 2554)

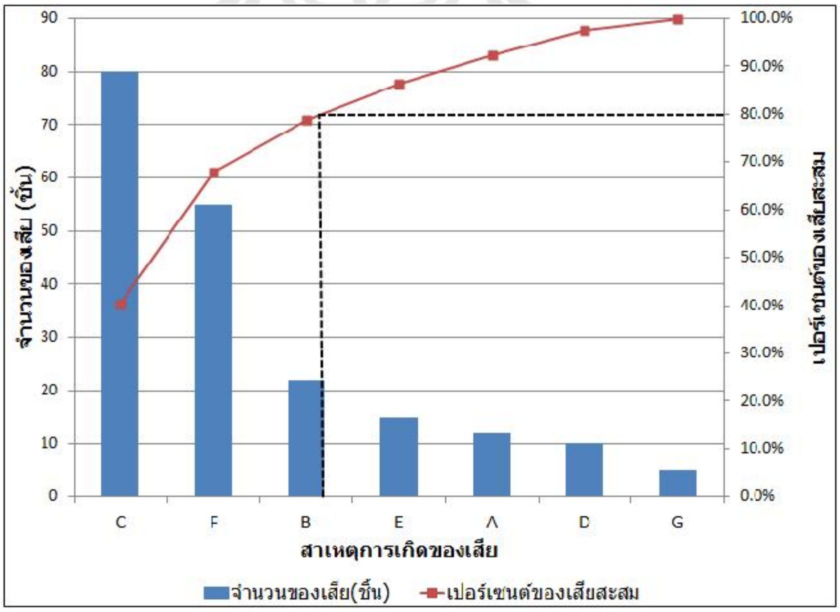
ความยากง่ายในการตรวจจับ	ความเป็นไปได้ของการตรวจจับด้วยการออกแบบการควบคุม
สามารถตรวจจับได้ในระหว่างการออกแบบ,การทดสอบและการตรวจสอบ : ก่อนการผลิต	1–2
สามารถตรวจจับได้ในระหว่างการผลิต : ตรวจจับได้ก่อนหรือตรวจจับได้แน่นอน	3–4
สามารถตรวจจับได้ในระหว่างการผลิต : ตรวจจับได้ช้าหรือตรวจจับได้ไม่แน่นอน	5–6
สามารถตรวจจับได้ในระหว่างการผลิต : ตรวจจับได้ง่ายจากหน้างาน หรือตรวจจับได้จากการดูแลรักษาประจำ	7–8
มีโอกาสน้อยมากที่จะถูกตรวจจับได้จากหน้างาน	9–10

2.4 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)

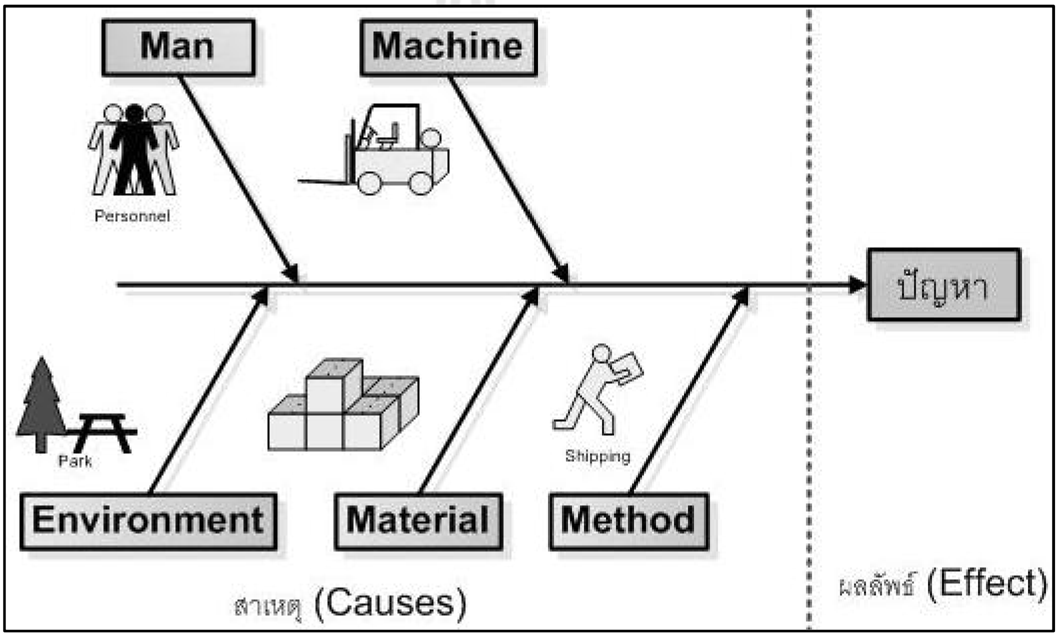
แผนภูมิพาเรโตคือแผนภูมิแท่งที่ตั้งชื่อตามนักเศรษฐศาสตร์ชาวอิตาลี Wilfredo Paretoเป็นเครื่องมือสำหรับตรวจสอบปัญหาต่างๆ ในการทำงานโดย การนำปรากฏการณ์ หรือสาเหตุเหล่านั้นมาแบ่งแยกประเภท เขียนเป็นกราฟแสดงขนาดของข้อมูลเพื่อใช้เปรียบเทียบดูค่ากับความสำคัญข้อมูล หรือปริมาณของปัญหา หรือข้อบกพร่องเพื่อเป็นแนวทางในการที่จะพิจารณาแก้ปัญหาว่าควรจะแก้ปัญหาใดก่อน หลัง หลักการพาเรโต (Pareto principle) ระบุว่าสิ่งที่มีความสำคัญมาก (ประมาณ 80% ของตัววัดความสำคัญทั้งหมด) จะมีจำนวนเพียงเล็กน้อย (ประมาณ 20 % ของข้อมูลทั้งหมด)แต่สิ่งที่มีความสำคัญเพียงเล็กน้อย (ประมาณ 20% ของตัววัดความสำคัญทั้งหมด) จะมีจำนวนมาก หรือประมาณ 80 % ของข้อมูลทั้งหมด (กัญชลา สุดตาชาติ,2550)

2.4.1 ขั้นตอนในการจัดทำแผนภาพพาเรโต (กัญชลา สุดตาชาติ, 2550)

1. กำหนดหัวข้อที่จะทำการสำรวจ แล้วรวบรวมข้อมูลเหล่านั้นกำหนดช่วงระยะเวลาและวิธีการในการเก็บรวบรวมข้อมูลนำ “แบบตรวจสอบ” (Check Sheet) มาใช้เพื่อการสำรวจจำนวนปัญหาและสามารถนำมาสำรวจสาระและสาเหตุปัญหาได้ด้วย



จำนวนของเสีย (ชิ้น)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
เปอร์เซนต์ของเสียสะสม
0.0%
10.0%
20.0%
30.0%
40.0%
50.0%
60.0%
70.0%
80.0%
90.0%
100.0%
C
F
B
E
A
D
G
สาเหตุการเกิดของเสีย
จำนวนของเสีย(ชิ้น)
เปอร์เซนต์ของเสียสะสม


Man
Machine
Personnel
ปัญหา
Park
Shipping
Environment
Material
Method
สาเหตุ (Causes)
ผลลัพธ์ (Effect)

2. ความอิสระและเสรี โดยจะต้องทำให้บรรยากาศเป็นไปเสรีโดย ทำได้โดยการระดมสมองผ่านแผ่นกระดาษหรือการ์ด (Card)

3. เน้นปริมาณความคิดมากกว่าคุณภาพ จะต้องกำหนดก่อนว่าสมาชิกแต่ละคนต้องเสนอความคิดเห็นอย่างน้อยคนละกี่ความคิดเห็นโดยไม่คำนึงว่าความคิดเห็นดังกล่าวจะมีคุณภาพอย่างไร

4. นำมารวมและปรับปรุง โดยการระดมสมองจะต้องมีการรวบรวมความคิดเห็นทั้งหมด และนำความคิดเห็นที่ได้ (อาจจะเป็นของคนอื่น) มาปรับปรุงหรือเพิ่มเติมเป็นความคิดใหม่

2.5.2 ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิก้างปลา

1. ทำการนิยามปัญหาให้ชัดเจนโดยนิยามปัญหาให้อยู่ในรูปปริมาณมิใช่อยู่ในรูปเชิงคุณภาพ

2. ให้ทำการระดมสมองจากสมาชิกโดยผ่านวิธีการใช้การ์ด

3. ทำการกำหนด แนวความคิดของการจำแนกสาเหตุ

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

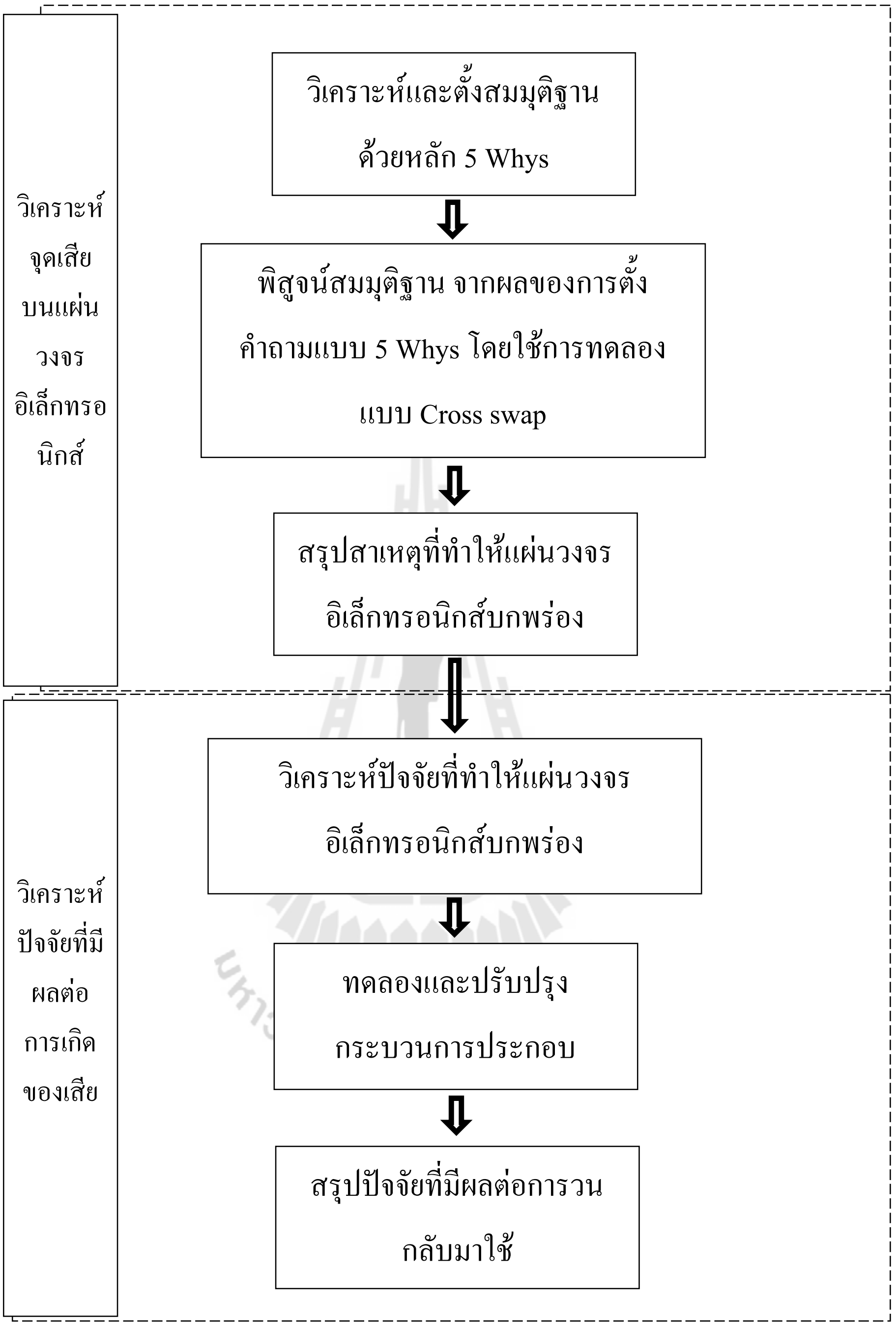
กันตนาสุวรรณฤทธิ์และณัฐชา ทวีแสงสกุลไทย (2554) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการลดของเสียในกระบวนการเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟโดยใช้แนวคิดลีน ซิกส์ซิกมา เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการเขียนสัญญาณ โดยมุ่งเน้นที่จะลดของเสียในส่วนของ Drive exceed time limit โดยการประยุกต์ใช้แนวทางลีนซิกส์ซิกมาทั้ง 5 ขั้นตอนคือ การนิยามปัญหา การวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการและการควบคุมกระบวนการ และทำการศึกษากระบวนการที่ส่งผลต่อการเกิดของเสียในกระบวนการผลิตจากนั้นได้ทำการปรับปรุงทำให้สามารถลดของเสียประเภท Drive exceed time limit บนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟส่วนบุคคลรุ่นซาสต้าลดลงได้ 39,436 DPPM และส่งผลให้ DPPM ของของเสียรวมบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟส่วนบุคคล รุ่นซาสต้าลดลง 45,420 DPPMวสันต์ พุกผาสุกและอรรถกร เก่งพล(2551)ได้ประยุกต์ใช้วิธีการซิกส์ซิกมา เพื่อลดของเสียจากกระบวนการชุบโครเมียมในอุตสาหกรรมชุบโครเมียมพบว่าการเกิดเม็ดหรือตามดบนผิวชิ้นงานเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียมากที่สุด และ จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนและนำค่าที่ได้มาปรับปรุงกระบวนการโดยใช้เทคนิคการออกแบบการทดลองและการหาพื้นที่ตอบสนองเทคนิคการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติผลการปรับปรุงพบว่าสามารถลดระดับการเกิดของเสียลง 82 เปอร์เซ็นต์บรรหาร ลิลาและอดิศักดิ์นาวเหนียว วิษณุ บุญรอด อานนท์เลิศวงษ์ไพศาล กฤษณา แก่นบุบผาและศิริมาศ ภูพาน(2554)ได้

นำหลัก FMEA มาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาการบุบบนฝาครอบด้านบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสาเหตุหลักเกิดจากพนักงานเปิดฝาครอบด้านบนออกในกระบวนการ Latch assembly และพนักงานวาง Unit บน Fixture และดัน Fixture เข้าเครื่องเขียนสัญญาณในกระบวนการ Self-Servo Writer ในกระบวนการนี้พบของเสียจากการเกิดรอยบุบที่ชิ้นส่วนฝาครอบคิดเป็น1,400ชิ้นในหนึ่งล้านชิ้นและหลังจากการปรับปรุงกระบวนการสามารถลดสัดส่วนของเสียจากการเกิดรอยยุบลดลงเหลือ114ชิ้นในหนึ่งล้านชิ้นส่งผลให้ลดต้นทุนได้ถึง 84,942 บาทต่อปี อาทิตย์ หงส์พันธ์และนภัสสวงศ์ โรจนโรวรรณ(2553) ได้ศึกษาค้นคว้าเรื่องการลดข้อบกพร่องในกระบวนการพ่นสีตัวถังรถยนต์โดยแนวทางซิกส์ซิกมาเพื่อลดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากงานซ่อมข้อบกพร่องหลักและจำนวนข้อบกพร่องเฉลี่ยต่อรถ 1 คันโดยที่เลือกแก้ไขข้อบกพร่องที่มีจำนวนมากและก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายในการซ่อมสูง 7 ชนิด ได้แก่ข้อบกพร่องประเภทเส้นใย, สีเป็นคราบ, สีเป็นรอยขีด, เม็ดผง, สีไหล, เม็ดพื้น และสีเป็นหลุมในกระบวนการพ่นสีตัวถังรถยนต์ โดยมีเป้าหมายในการปรับปรุงอยู่ที่ 40% ทั้งค่าใช้จ่ายในการซ่อมและจำนวนข้อบกพร่องเฉลี่ยซึ่งหลังการปรับปรุงสามารถลดจำนวนข้อบกพร่องเฉลี่ยต่อรถ 1 คันลงได้ 57% คือจาก 0.37ลงเหลือ 0.16 และสามารถลดจำนวนค่าใช้จ่ายในการซ่อมข้อบกพร่องต่อคันลงได้ 55% คือจาก88 บาทต่อคัน ลงเหลือ 40 บาทต่อคัน ซึ่งเมื่อคำนวณจากข้อมูลยอดการผลิตที่ได้พยากรณ์ไว้ของปี 2553 ที่มียอดการผลิตเท่ากับ 166,955 คัน คาดว่าจะสามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้ 5,796,469บาท อรพรรณ วิชัยเดชและนิวิท เจริญใจ(2554) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการปรับปรุงงานเพื่อลดของเสียในการผลิตห้องสะอาดโดยใช้หลักการวิเคราะห์แบบ4M ซึ่งประกอบด้วย คน เครื่องจักรวัตถุดิบ และวิธีการทำงาน เพื่อแก้ไขปัญหาและปรับปรุงงานผลจากการใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ พบว่ากระบวนการตัดสังกะสีเป็นขั้นตอนที่ใช้วัสดุสิ้นเปลืองมากที่สุด หลังจากวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา แล้วจึงนำเทคนิคการปรับปรุงงานต่างๆ เช่น การกระตุ้นให้เกิดจิตสำนึกของการประหยัด การเพิ่มค่าแรงจูงใจ การควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control) และเทคนิคการทำให้ง่ายขึ้น (Simplify) ของหลักการแบบ ECRS (Eliminate, Combine, Rearrange and Simplify) มาปรับปรุงและแก้ไขทำให้สามารถลดปริมาณของเสียจากเดิม75.52 เปอร์เซ็นต์เหลือเพียง55.03 เปอร์เซ็นต์

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้มุ่งเน้นหาสาเหตุที่ทำให้แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไม่ผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ และศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการวนกลับมาใช้ของแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในกระบวนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟโดยแนวทางการวิจัยแบ่งออกเป็น2ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนที่หนึ่ง วิเคราะห์จุดเสียบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ที่เป็นสาเหตุให้ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไม่ผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ และส่วนที่สอง การวิเคราะห์ปัจจัย ที่มีผลต่อ การวนกลับมาใช้ของแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ในส่วนที่หนึ่ง ใช้หลักการวิเคราะห์ปัญหาแบบ 5Whys analysis และหลักการพิสูจน์ของเสียด้วยวิธีสลับคู่อุปกรณ์ต้องสงสัย (Cross swap methodology)และส่วนที่สองใช้หลักการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบด้วยแผนภูมิก้างปลาและแผนภาพพาเรโต เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดของเสียในกระบวนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟโดยสามารถแสดงขั้นตอนการวิจัยได้ดังแผนงานในรูปที่ 3.1

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 3.1 แผนการดำเนินการวิจัย

3.1 วิเคราะห์จุดเสียบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นสาเหตุให้ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไม่ผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ

แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ประกอบด้วย วงจรรวม (Integrated Circuit) หลายวงจรด้วยกัน หากแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์มีข้อบกพร่องเกิดขึ้น การวิเคราะห์อาการเสีย เพื่อระบุจุดเสียจึงทำได้ยากการตั้งคำถามแบบ 5 Whysanalysisจึงถูกนำมาใช้เพื่อวิเคราะห์อาการเสียและหาจุดบกพร่องบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยทำการจำแนกสาเหตุของอาการเสียของแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเกิดได้จากหลายสาเหตุ จากนั้น ทำการทดลองเพื่อตัดสาเหตุที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องออกไปทีละส่วน เหลือเพียงสาเหตุที่แท้จริงเพียงสาเหตุเดียว ดังแสดงในรูปที่ 3.2

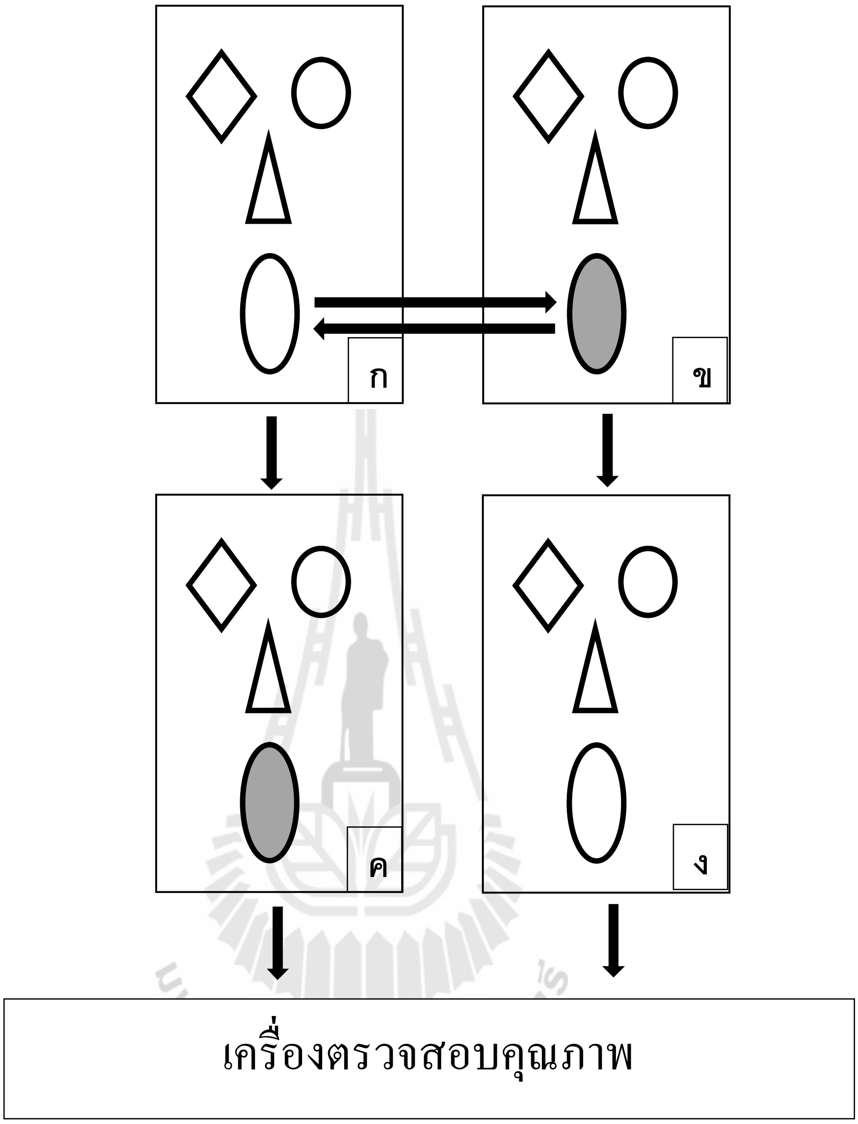
รูปที่ 3.2 แผนผังแสดงการวิเคราะห์จุดเสียโดยวิธีตั้งคำถาม 5 Whys

จากแผนผังแสดงการวิเคราะห์จุดเสียด้วยวิธีตั้งคำถามแบบ 5 Whys analysis สามารถอธิบายวิธีการได้คือ เริ่มต้นจากการตั้งคำถามทำไมครั้งที่หนึ่ง จะตั้งคำถามจากปัญหาที่พบในขณะนั้น จากนั้นทำการระบุสาเหตุที่มีโอกาส ทำให้เกิดปัญหาที่พบได้ ทุกสาเหตุ และทำการทดลองเพื่อตัดสาเหตุที่ไม่ใช่สาเหตุที่แท้จริงของปัญหาออกไป เมื่อได้สาเหตุที่แท้จริงของปัญหาจากคำถาม ทำไม ครั้งที่หนึ่งแล้ว จึงนำสาเหตุที่ได้มาตั้งคำถาม ทำไม ครั้งที่สอง และเช่นเดียวกันในคำถาม ทำไม ครั้งต่อๆ ไป ก็ใช้วิธีเดียวกันนี้เพื่อระบุสาเหตุของปัญหาให้แคบลง จนสามารถเข้าถึงรากเหง้าที่แท้จริงของปัญหาได้

3.2 การออกแบบการทดลองเพื่อหาจุดเสียบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์

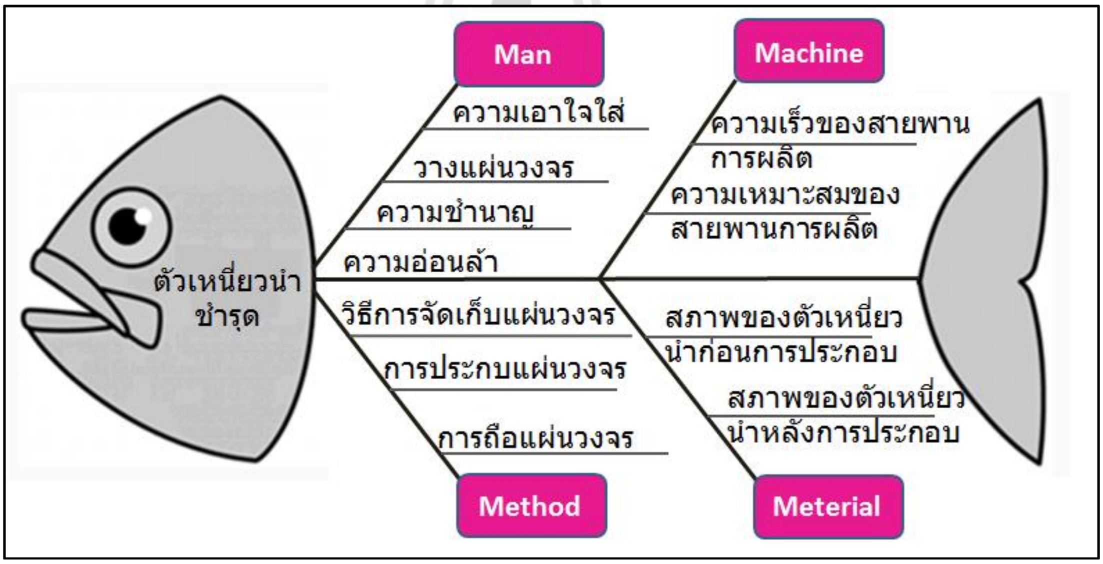
ผลจากการตั้งคำถาม และผลจากการทดลอง 5Whys พบว่าสาเหตุที่ทำให้ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไม่ผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพคือตัวเหนี่ยวนำในวงจรการเขียนข้อมูลลงแผ่นบันทึกชำรุด เพื่อยืนยันผลจากการทดลองข้างต้นการทดสอบแบบสลับคู่ (Cross swapping methodology) จึงถูกนำมาใช้วิเคราะห์เพื่อหาจุดบกพร่องบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์หลักการนี้คือการสลับอุปกรณ์ที่สงสัยว่าเป็นสาเหตุของอาการเสียบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ คู่กับอุปกรณ์ควบคุมที่อยู่บนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ผ่านการตรวจสอบมาแล้วและทำการส่งแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั้งสองตัวนี้เข้ากระบวนการตรวจสอบอีกครั้งภายใต้เงื่อนไขที่เหมือนกันเพื่อยืนยันสมมุติฐานโดยมีขั้นตอนดังรูปที่ 3.3ซึ่งในส่วนนี้อุปกรณ์ต้องสงสัยคือตัวเหนี่ยวนา (Inductor)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 3.3 การวิเคราะห์จุดเสียโดยวิธี Cross Swapping

จากรูปที่ 3.3 สมมุติให้แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เคยผ่านการตรวจสอบมาแล้วคือแผ่นวงจรในรูป “ก”และแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่ผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพคือแผ่นวงจรในรูป “ข” ซึ่งมีอุปกรณ์ต้องสงสัยคือ อุปกรณ์วงรีสีเทาดำในรูป ผู้ทดลองจะทำการสลับอุปกรณ์ต้องสงสัยนี้กับอุปกรณ์บนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในรูป “ก”ซึ่งเมื่อสลับคู่อุปกรณ์เสร็จสมบูรณ์ จะได้แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ “ค” ที่ประกอบจากแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ปกติที่เคยผ่านการตรวจสอบคุณภาพมาแล้วกับอุปกรณ์ต้องสงสัยที่ถอดมาจากแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีปัญหาและแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ “ง” ที่ประกอบจากแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีปัญหากับอุปกรณ์ต้อง



Man
Machine
ตัวเหนี่ยวนำ
ชำรุด
ความเอาใจใส่
วางแผ่นวงจร
ความชำนาญ
ความอ่อนล้า
ความเร็วของสายพาน
การผลิต
ความเหมาะสมของ
สายพานการผลิต
วิธีการจัดเก็บแผ่นวงจร
การประกบแผ่นวงจร
การถือแผ่นวงจร
สภาพของตัวเหนี่ยว
นำก่อนการประกอบ
สภาพของตัวเหนี่ยว
นำหลังการประกอบ
Method
Meterial

สาเหตุที่เกิดจากวิธีการทำงาน ได้แก่

1. วิธีการจัดเก็บแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ การบรรจุลงในกล่อง การเตรียมแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ก่อนการประกอบ

2. วิธีการประกอบแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์เข้ากับชิ้นส่วนทางกล เช่น ประกอบแผ่นวงจรในขณะที่ชิ้นส่วนทางกลเคลื่อนที่อยู่ หรือประกอบแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในขณะที่ชิ้นส่วนทางกลหยุดอยู่กับที่

3. วิธีการถือแผ่นวงจรเช่น ถือสองมือ หรือมือเดียว

สาเหตุที่เกิดจากเครื่องจักรได้แก่

1. ความเร็วของสายพานการผลิตที่เป็นผลให้ชิ้นส่วนทางกลเคลื่อนที่เร็วเกินไป

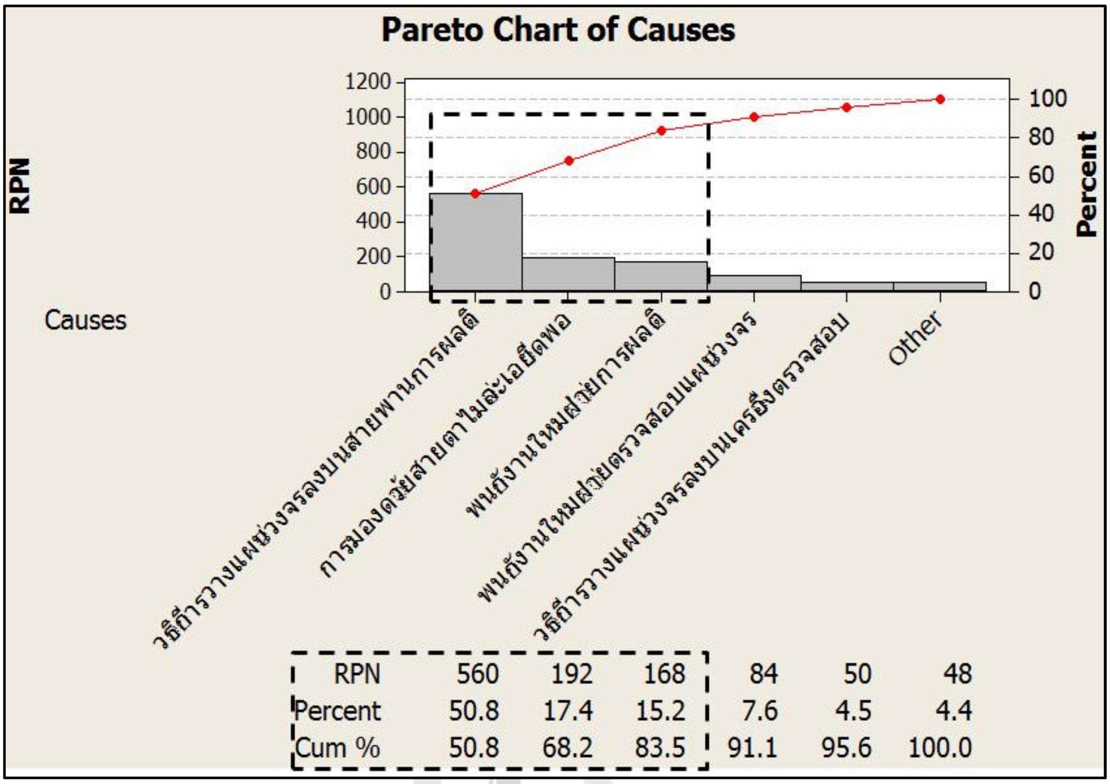
2. ความเหมาะสมของสายพานการผลิต เช่นความสูง และระยะห่าง ระหว่างสายพานการผลิตและตัวผู้ปฏิบัติงาน

สาเหตุที่เกิดจากวัตถุดิบได้แก่

1. สภาพของตัวเหนี่ยวนำก่อนถูกประกอบลงบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์

2. สภาพของตัวเหนี่ยวนำหลังประกอบลงแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์และหลังผ่านการตรวจสอบคุณภาพของแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์

จากการวิเคราะห์ปัจจัยดังกล่าวได้มีการเก็บข้อมูลการเกิดของเสียจากกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่มีลักษณะอาการเสียแบบลูปเปอร์พีซีบีเอ(Looper PCBA) เป็นระยะเวลา 2เดือน พบว่ามีของเสียที่เกิดจากลูปเปอร์พีซีบีเอเป็นจำนวน3.5เปอร์เซ็นต์ของจำนวนการผลิตทั้งหมดและ 0.2 เปอร์เซ็นต์ของงานที่ผลิตใหม่ (Prime)จากการเก็บข้อมูลสามารถสรุปปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดของเสียด้วยแผนภาพพาเรโต (Pareto Chart) ดังแสดงในรูปที่ 3.5



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1. วิธีการวางแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อประกบกับ HDA บนสายพานการผลิต

2. การตรวจสอบด้วยสายตาเปล่าของพนักงานในกระบวนการนำแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์มาใช้ใหม่ (Re-use) ไม่ละเอียดพอ

3. พนักงานใหม่ขาดความชำนาญในการปฏิบัติงาน

จากปัจจัยทั้ง 3นำไปสู่การวิเคราะห์เพื่อระบุปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดของเสียในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟในส่วนของการวนกลับมาใช้ของแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งถ้าหากปัจจัยทั้ง 3เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดของเสียจริง และสามารถแก้ไขหรือลดการเกิดปัจจัยทั้ง 3ข้อนี้ได้จะทำให้ของเสียที่เกิดขึ้นลดลง การออกแบบการทดลองเพื่อวิเคราะห์ว่าของเสียที่ขึ้นในกระบวนการวนกลับมาใช้ของแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์นั้นเกิดจากปัจจัยใด ดังนั้นปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัยจึงจะถูกกำหนดเป็นปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลต่อกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟในส่วนของการวนกลับมาใช้ของแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์

3.4 การทดลองเพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดของเสียกับแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำให้แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์บกพร่อง

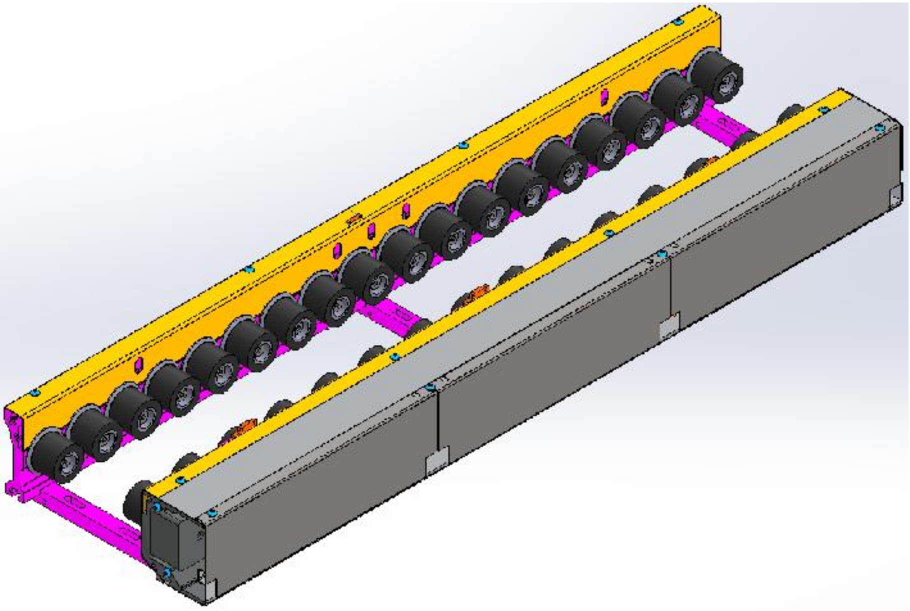
จากปัจจัยที่คาดว่าจะก่อให้เกิดของเสีย3 ปัจจัยหลัก พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดของเสียบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟมาจากวิธีการประกบแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์เข้ากับชิ้นส่วนทางกลและการเกิดลูบเปอร์พีซีบีเอเกิดจากขั้นตอนการตรวจสอบทางกายภาพกับแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่วนกลับมาใช้ใหม่ไม่ละเอียดพอ การทดลองจึงทำได้สองกรณีคือ กรณีที่หนึ่ง ปรับปรุงการทำงานของพนักงานให้วางแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์อย่างถูกต้องและระมัดระวัง และกรณีที่สอง ออกแบบเครื่องมือมาเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นในกระบวนการประกอบแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์เข้ากับชิ้นส่วนทางกล

3.4.1 การทดลองเพื่อลดของเสียโดยการอบรมพนักงาน

ทำการอบรมพนักงานให้มีความเข้าใจวิธีการวางแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในกระบวนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟอย่างถูกต้องด้วยความระมัดระวังและแสดงให้เห็นผลกระทบที่เกิดจากการปฏิบัติงานที่ไม่เหมาะสม โดย ปฏิบัติงานบนสายพานการผลิตแบบเดิม และเก็บข้อมูลเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุง

3.4.2 การทดลองเพื่อลดของเสียโดยการออกแบบเครื่องป้องกัน

ทำการออกแบบเครื่องป้องกันความเสียหายในระหว่างกระบวนการประกอบแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากเดิมที่สายพานการผลิตไม่มีเครื่องป้องกัน ดังรูปที่ 3.6 โดย ทำการออกแบบอุปกรณ์ป้องกันหลายๆแบบและนำไปเสนอต่อ วิศวกรฝ่ายผลิต และคณะทำงาน เพื่อ



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 4
ผลการทดลอง

บทนี้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองในบทที่ 3 ซึ่งได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกคือการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์บกพร่องและเป็นสาเหตุให้ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพและส่วนที่สองคือ การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดของเสียกับแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

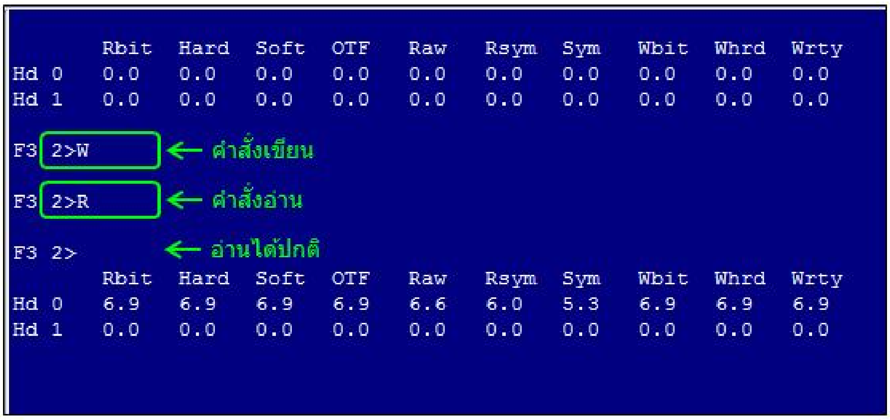
4.1 ผลการทดลองจากการวิเคราะห์จุดเสียด้วย 5 Whys Analysis

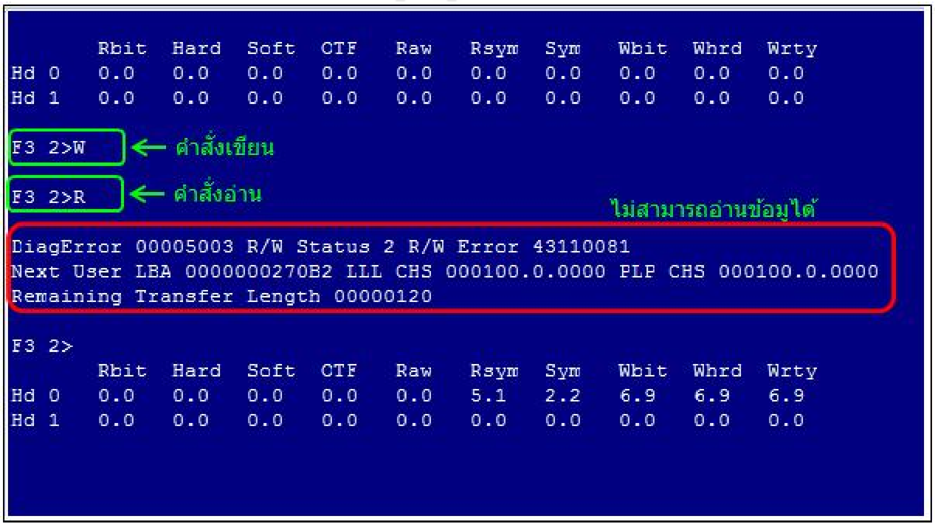
4.1.1 การวิเคราะห์การทดลองสำหรับการทดลอง Why 1

คำถามWhy# 1 ทำไมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ จากข้อมูลการผลิตและการวิเคราะห์จุดเสียของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟนั้นพบว่าสาเหตุที่ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไม่ผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพนั้นมี 4 สาเหตุหลักด้วยกันคือ

1. มอเตอร์ไฟฟ้าไม่ทำงาน
2. หัวอ่านไม่สามารถอ่านข้อมูลจากแผ่นบันทึกข้อมูลได้
3. หัวเขียนไม่สามารถเขียนข้อมูลลงบนแผ่นบันทึกข้อมูลได้
4. ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไม่สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่อพ่วงได้

การออกแบบการทดลองสำหรับคำถาม Why# 1 ทำไมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพในส่วนนี้ข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพได้ระบุไว้ในประวัติการตรวจสอบคุณภาพว่าฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไม่ผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพเนื่องจากไม่สามารถเขียนข้อมูลลงแผ่นบันทึกข้อมูลได้การทดลองนี้ทำได้โดยนำฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่ไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพมาทำการวิเคราะห์ผ่านการเชื่อมต่อแบบอนุกรม (Serial port) และทดลองใช้คำสั่งเขียนเพื่อบันทึกข้อมูลลงแผ่นบันทึกข้อมูลและตรวจสอบผลการเขียนข้อมูลว่าสามารถเขียนข้อมูลได้สำเร็จหรือไม่ โดยใช้คำสั่งอ่านข้อมูลกลับ ซึ่งหากฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเขียนข้อมูลลงแผ่นบันทึกข้อมูลได้สำเร็จ หน้าจอของโปรแกรมเชื่อมต่อแบบอนุกรมจะแสดงผลดังรูปที่ 4.1 และหากฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไม่สามารถเขียนข้อมูลลงแผ่นบันทึกได้เมื่อใช้คำสั่งอ่านข้อมูลกลับหน้าจอของโปรแกรมเชื่อมต่อแบบอนุกรมจะแสดงผลดังรูปที่ 4.2


Rbit Hard Soft OTF Raw Rsym Sym Wbit Whrd Wrty
Hd 0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
Hd 1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
F3 2>W
คำสั่งเขียน
F3 2>R
คำสั่งอ่าน
F3 2>
อ่านได้ปกติ
Rbit Hard Soft OTF Raw Rsym Sym Wbit Whrd Wrty
Hd 0 6.9 6.9 6.9 6.9 6.6 6.0 5.3 6.9 6.9 6.9
Hd 1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0


Rbit Hard Soft OTF Raw Rsym Sym Wbit Whrd Wrty
Hd 0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
Hd 1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
F3 2>W
คำสั่งเขียน
F3 2>R
คำสั่งอ่าน
ไม่สามารถอ่านข้อมูลได้
DiagError 00005003 R/W Status 2 R/W Error 43110081
Next User LBA 0000000270B2 LLL CHS 000100.0.0000 PLP CHS 000100.0.0000
Remaining Transfer Length 00000120
F3 2>
Rbit Hard Soft OTF Raw Rsym Sym Wbit Whrd Wrty
Hd 0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 5.1 2.2 6.9 6.9 6.9
Hd 1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

4.1.2 การวิเคราะห์การทดลองสำหรับการทดลอง Why 2

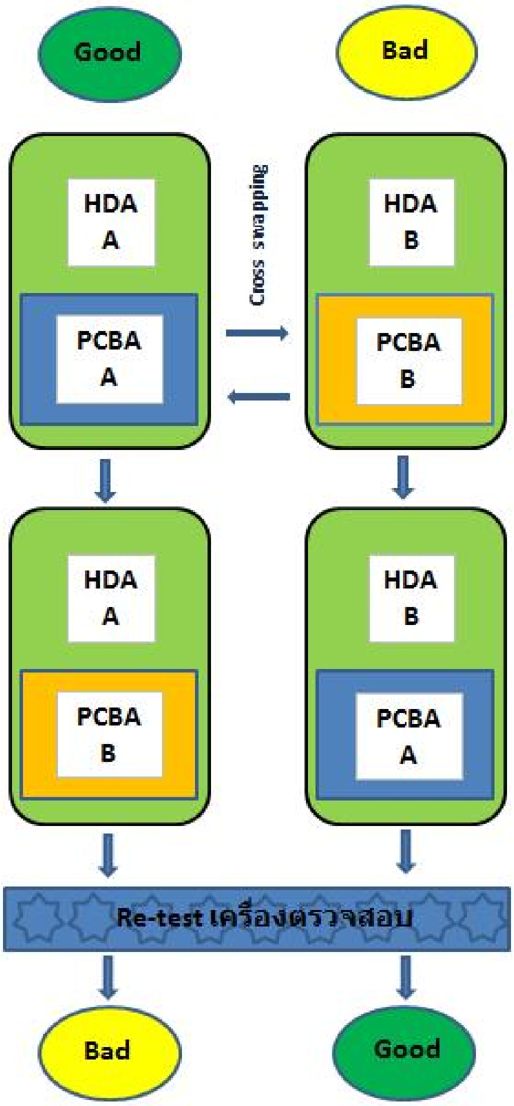
คำถามWhy#2 ทำไมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไม่สามารถเขียนข้อมูลลงแผ่นบันทึกได้จากข้อมูลประวัติการวิเคราะห์อาการเสียของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสามารถจำแนกสาเหตุหลักที่ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไม่สามารถเขียนข้อมูลลงแผ่นบันทึกได้ดังนี้

1. หัวเขียนไม่สามารถเขียนข้อมูลลงบนแผ่นบันทึกข้อมูลได้เนื่องจากแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์บกพร่อง (Print Circuit Board Assembly Failure)

2. หัวเขียนไม่สามารถเขียนข้อมูลลงบนแผ่นบันทึกข้อมูลได้เนื่องจากชิ้นส่วนเชิงกลภายในบกพร่อง(Head Disk Assembly Failure)

3. อุปกรณ์จ่ายไฟบกพร่องคือจ่ายแรงดันหรือกระแสมากหรือน้อยเกินไปทำให้ฮาร์ดดิสก์ไม่สามารถทำงานได้

การทดลองสำหรับคำถามWhy# 2ทำไมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไม่สามารถเขียนข้อมูลลงแผ่นบันทึกได้ ในส่วนนี้การทดลองออกแบบเพื่อแยกสาเหตุว่าการที่ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพนั้นมาจากชิ้นส่วนหลักใด เกี่ยวกับชิ้นส่วนหลักทางกล (Head Disk Assembly related) หรือ เกี่ยวกับชิ้นส่วนหลักทางไฟฟ้า (Print Circuit Board Assembly Related)การทดลองทำได้โดยใช้วิธีสลับคู่อุปกรณ์หลักของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วสลับกับฮาร์ดดิสก์ที่ไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ (Cross swap methodology) คือ นำชิ้นส่วนทางกลของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่เคยผ่านการตรวจสอบคุณภาพมาแล้ว ประกอบเข้ากับแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ถอดมาจากฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่มีปัญหา และ นำชิ้นส่วนทางกลของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่มีปัญหาประกอบเข้ากับแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มาจากฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพมาแล้ว จากนั้นนำฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่ได้เข้าสู่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพอีกครั้ง เพื่อวิเคราะห์ว่าอาการเสียติดตามไปกับชิ้นส่วนหลักใดของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 4.3


Good
Bad
HDA A
PCBA A
Cross swapping
HDA B
PCBA B
HDA A
PCBA B
HDA B
PCBA A
Re-test เครื่องตรวจสอบ
Bad
Good

ทางกลของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่ไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพสามารถผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพได้ จากผลการทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่า ชิ้นส่วนหลักที่ทำให้ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไม่ผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพคือ ส่วนของแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์(Print Circuit Board Assembly Failure)

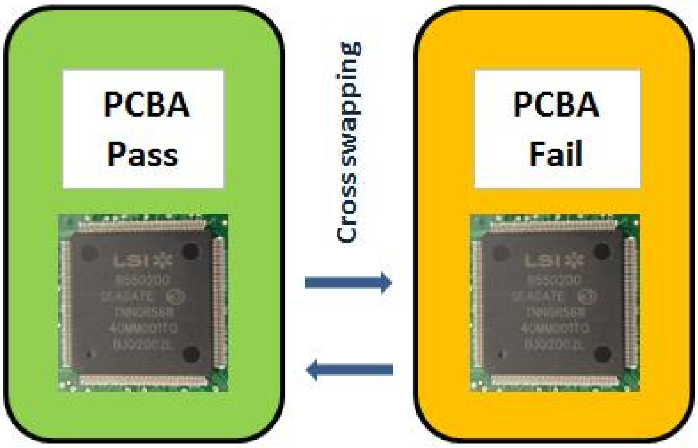
4.1.3 การวิเคราะห์การทดลองสำหรับการทดลอง Why 3

คำถาม Why# 3 ทำไมแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์จึงบกพร่อง จากวงจรไฟฟ้าของแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟนั้นมีวงจรหลักอยู่ 4 ส่วนด้วยกันคือ

1. วงจรการจ่ายไฟทำหน้าที่จ่ายไฟให้วงจรย่อยต่างๆ
2. วงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า
3. วงจรควบคุมการประมวลผลและเขียน อ่านข้อมูล
4. วงจรเก็บข้อมูลชั่วคราว จากการทดลองพบว่าแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์บกพร่องเนื่องจากวงจรการเขียนข้อมูลมีปัญหา

การออกแบบการทดลองสำหรับ Why#3 คำถามทำไมแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์จึงบกพร่อง ส่วนนี้เมื่อทราบแล้วว่าชิ้นส่วนหลักของฮาร์ดดิสก์ที่มีข้อบกพร่องคือชิ้นส่วนของแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากการวิเคราะห์หาจุดบกพร่องบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์และจากคำถาม Why# 1 ทำให้ทราบว่าฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพมีสาเหตุมาจากหัวเขียนไม่สามารถเขียนข้อมูลลงแผ่นบันทึกข้อมูลได้และเมื่อทำการวัดสัญญาณการเขียนข้อมูล Wdx ของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟตัวที่มีปัญหาเปรียบเทียบกับฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่ทำงานปกติ (Wdx Control)พบว่าเมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ(Power on) สัญญาณรีเซต (Reset signal) จะปรากฏขึ้นพร้อมกับสัญญาณการเขียนข้อมูล Wdx,Wdyแต่ในฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่ไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ (Wdx Case)สัญญาณการเขียนข้อมูล Wdx ได้หายไปดังแสดงรูปที่ 4.4

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี


PCBA
Pass
Cross swapping
PCBA
Fail

File
Vertical
Timebase
Trigger
Display
Cursors
Measure
Math
Analysis
Utilities
Help
Autoset
Wdx Control
Wdx Case
Reset signal
Power on
Timebase -371.84 s
Trigger
Roll 2.00 s/div
Stop
100 kS 5.0 kS/s
X1= 381.8398 s ΔX= -15.9380 s
X2= 365.9018 s 1/ΔX= -62.7431 mHz
12/3/2013 9:23:54 AM

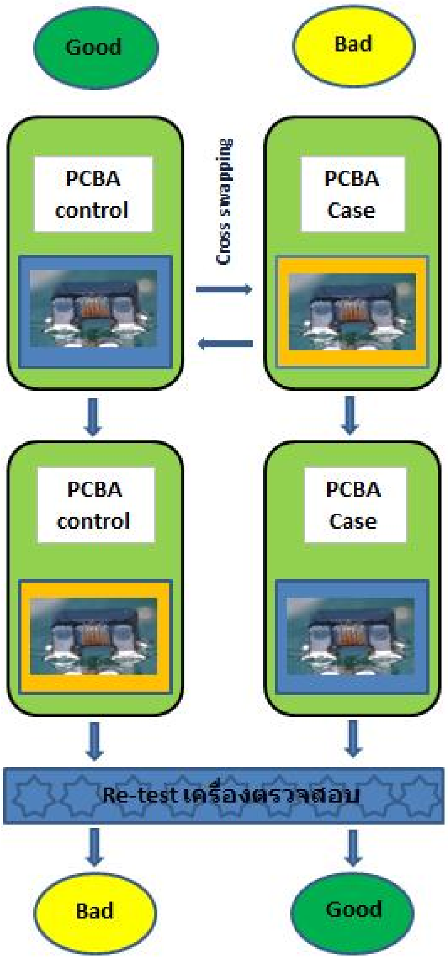
สรุปผลการทดลองสำหรับ Why 3 จากการทดลองพบว่า ทั้งก่อนและหลังการสลับ SOC ไม่สามารถตรวจจับสัญญาณการเขียนได้ แสดงว่าอาการเสียยังคงอยู่ที่แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์แผ่นเดิมในส่วนนี้จึงสรุปได้ว่า SOCบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ไม่ใช่สาเหตุที่ทำให้แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์มีปัญหา

4.1.4 การวิเคราะห์การทดลองสำหรับการทดลอง Why 4

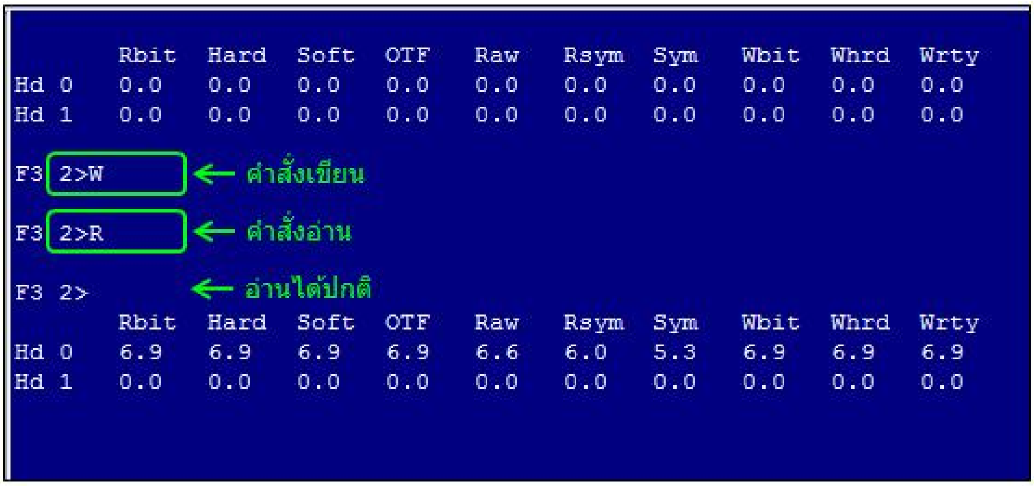
คำถาม Why# 4 ทำไมอุปกรณ์ส่วนย่อยมีปัญหา อุปกรณ์ย่อยบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟประกอบด้วย ตัวต้านทาน ตัวเหนี่ยวนำ ตัวเก็บประจุ และทรานซิสเตอร์หากอุปกรณ์ย่อยตัวใด ตัวหนึ่งเกิดมีปัญหา อาจเป็นเหตุให้ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไม่สามารถเขียนข้อมูลลงแผ่นบันทึกข้อมูลได้

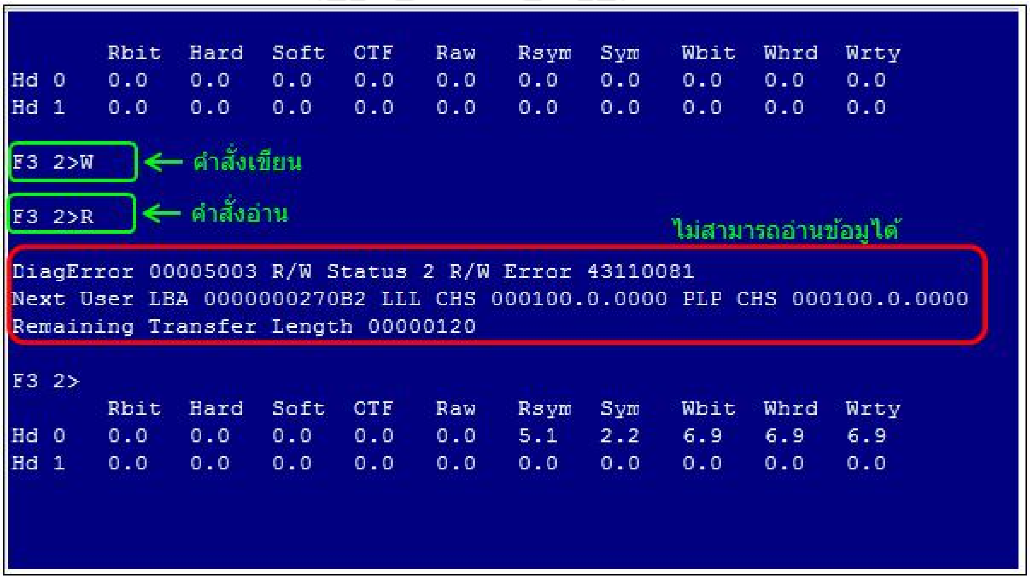
การทดลองสำหรับคำถามWhy# 4 คำถามคือทำไมอุปกรณ์ส่วนย่อยมีปัญหา จากการวิเคราะห์เบื้องต้นโดยการตรวจจับสัญญาณที่อุปกรณ์ย่อย ทีละตัว พบว่าสัญญาณการเขียนได้หายไปหลังขดลวดเหนี่ยวนำ ดังนั้นอุปกรณ์ต้องสงสัยในส่วนนี้ คือ ขดลวดเหนี่ยวนำ เพื่อตรวจสอบสมมุติฐาน จึงออกแบบการทดลองโดย ทำการสลับตัวเหนี่ยวนำระหว่างแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ที่ไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ กับ แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพมาแล้ว โดย ทำการถอดตัวเหนี่ยวนำจากแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีปัญหา ประกอบลงในแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ปกติ และ ถอดตัวเหนี่ยวนำจากแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ปกติ ประกอบลงบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีปัญหา ดังแสดงในรูปที่ 4.7

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

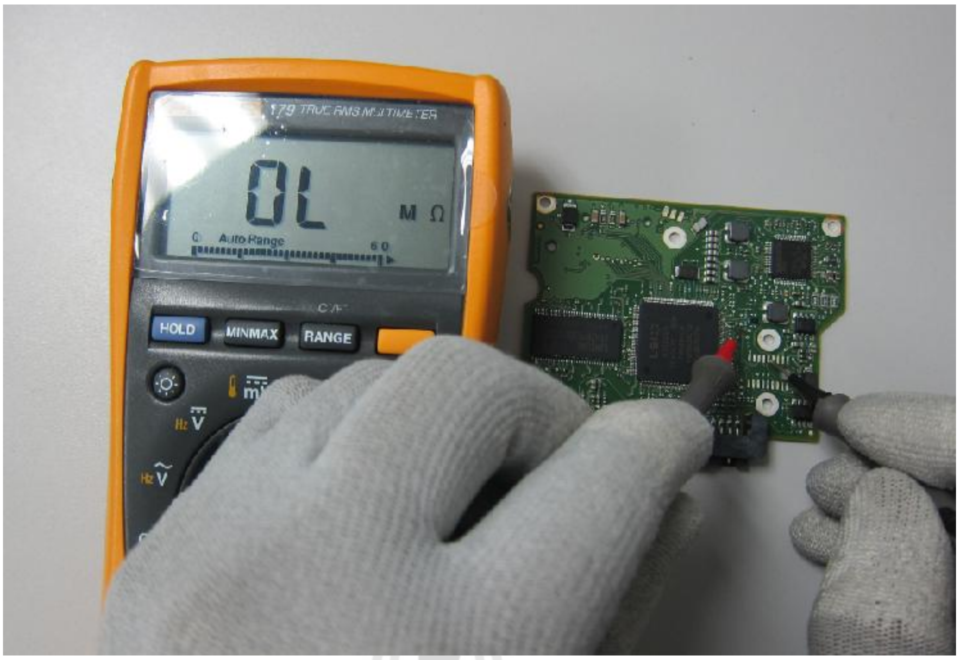


มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

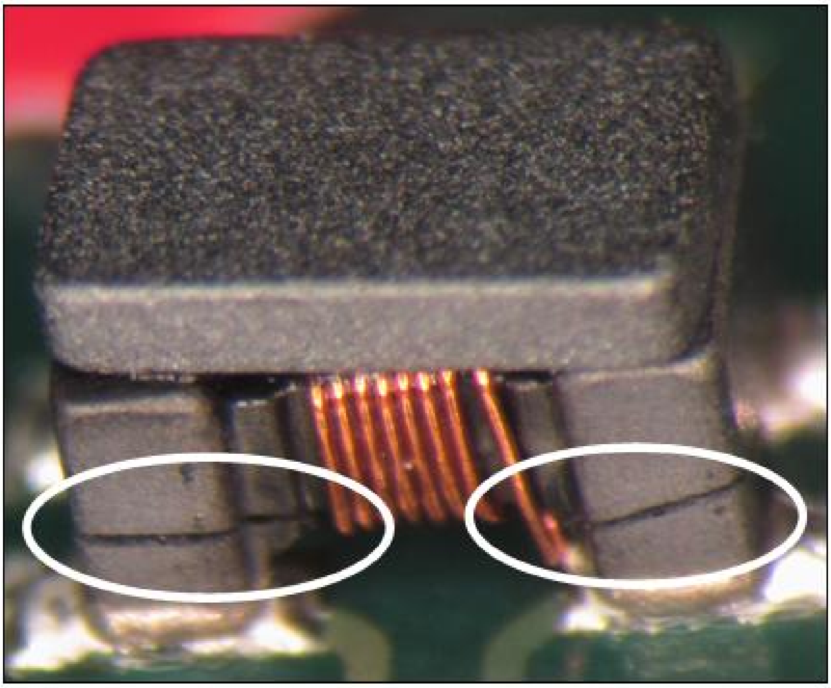

Rbit Hard Soft OTF Raw Rsym Sym Wbit Whrd Wrty
Hd 0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
Hd 1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
F3 2>W
คำสั่งเขียน
F3 2>R
คำสั่งอ่าน
F3 2>
อ่านได้ปกติ
Rbit Hard Soft OTF Raw Rsym Sym Wbit Whrd Wrty
Hd 0 6.9 6.9 6.9 6.9 6.6 6.0 5.3 6.9 6.9 6.9
Hd 1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0


Rbit Hard Soft OTF Raw Rsym Sym Wbit Whrd Wrty
Hd 0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
Hd 1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
F3 2>W
คำสั่งเขียน
F3 2>R
คำสั่งอ่าน
ไม่สามารถอ่านข้อมูลได้
DiagError 00005003 R/W Status 2 R/W Error 43110081
Next User LBA 0000000270B2 LLL CHS 000100.0.0000 PLP CHS 000100.0.0000
Remaining Transfer Length 00000120
F3 2>
Rbit Hard Soft OTF Raw Rsym Sym Wbit Whrd Wrty
Hd 0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 5.1 2.2 6.9 6.9 6.9
Hd 1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

179 TRUE RMS MULTIMETER
1.1
Ω
Auto Range
HOLD
MINMAX
RANGE

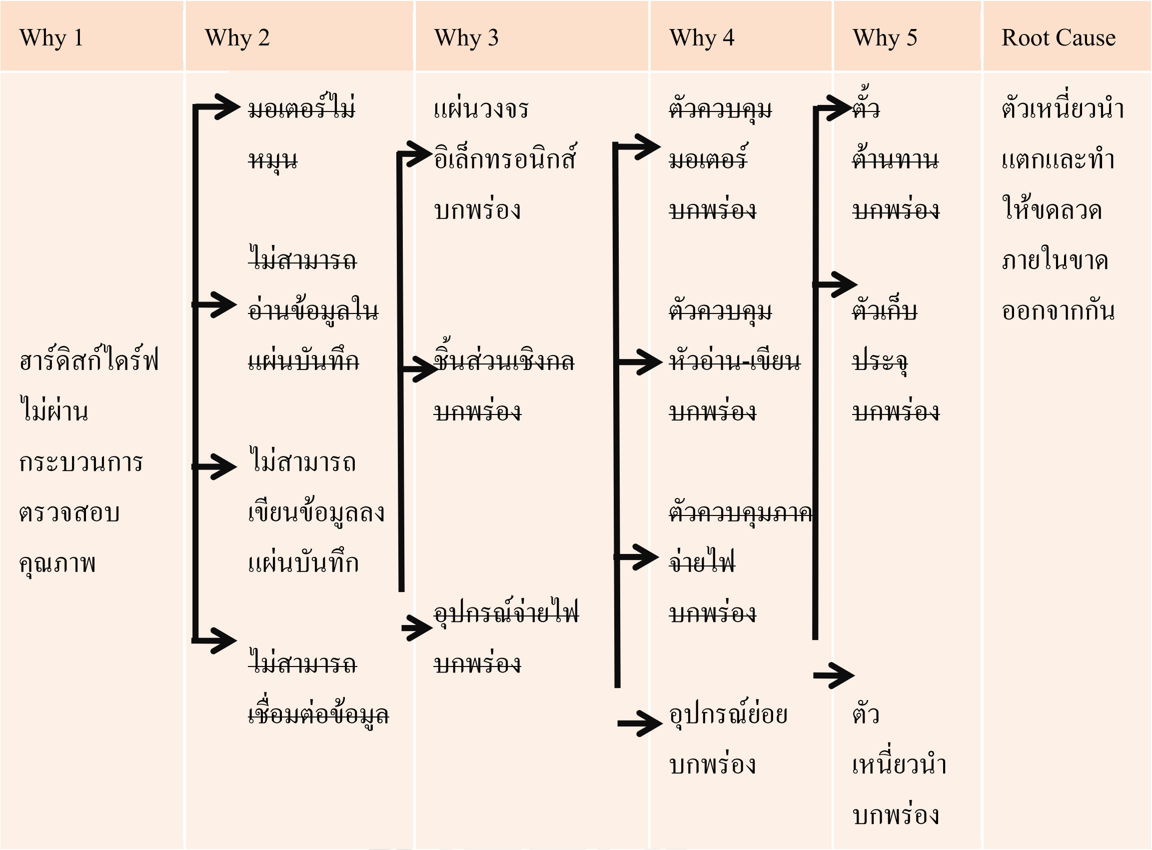

179 TRUE RMS MULTIMETER
0L
M Ω
Auto Range
HOLD
MINMAX
RANGE

179 TRUE RMS MULTIMETER
1.1
Ω
Auto Range
HOLD
MINMAX
RANGE



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปัญหา : ทำไมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ



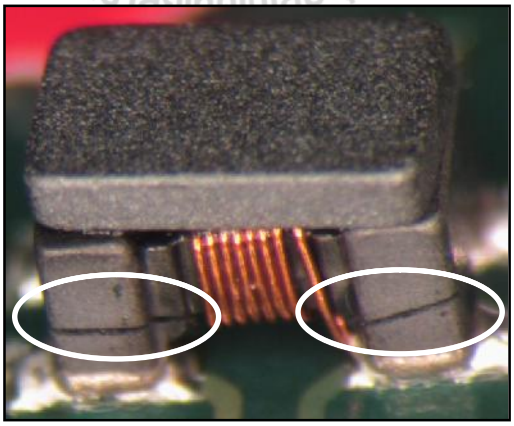
รูปที่ 4.14 แผนภาพแสดงสาเหตุและผลจากการตั้งคำถามแบบ 5 Whys analysis

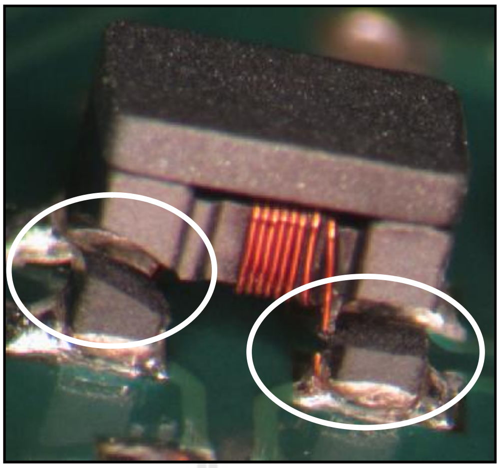
4.2 การทดลองผลจากการวิเคราะห์จุดเสียโดยวิธีการตั้งคำถาม 5 Whys Analysis

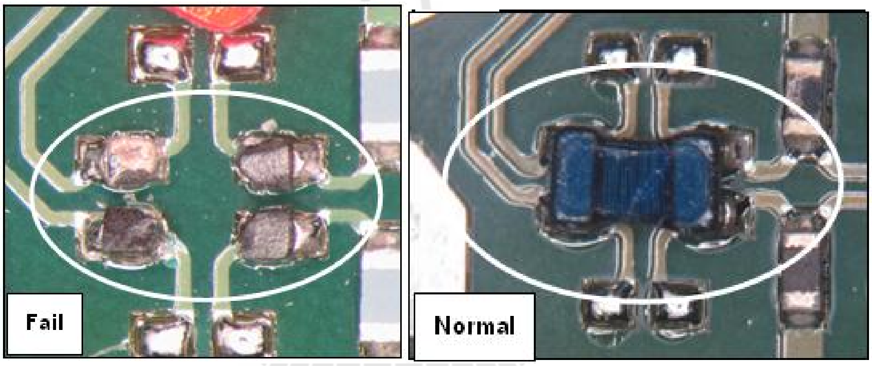
การทดลองนี้เป็นการนำผลจากการวิเคราะห์จุดเสียด้วยวิธี 5 Whys Analysis มาทำการการทดลองในกระบวนการผลิตจริง โดยทำการสลับอุปกรณ์ที่สงสัยว่าเป็นสาเหตุของการเสียของแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่ผ่านการตรวจสอบคู่กับอุปกรณ์ควบคุมที่อยู่บนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ผ่านการตรวจสอบมาแล้วเป็นจำนวน 20 คู่ และนำแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่สลับคู่อุปกรณ์ต้องสงสัยแล้ว เข้ากระบวนการตรวจสอบอีกครั้ง ภายใต้เงื่อนไขเดียวกันจากการทดลองพบว่าแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีปัญหาสามารถผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพได้หลังจากสลับขดลวดเหนี่ยวนำที่มาจากแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ปกติ และแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ปกติ ไม่สามารถผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพได้หลังจากทำการสลับขดลวดเหนี่ยวนำที่มาจากแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีปัญหา และผลการทดลองแสดงได้ดังตารางที่ 4.1

ลักษณะแผ่นวงจร	จำนวนแผ่นวงจร	ผลการตรวจสอบ	
		ผ่าน	ไม่ผ่าน
แผ่นวงจรปกติ	20	20	0
แผ่นวงจรที่บกพร่อง	20	0	20
สลับอุปกรณ์ต้องสงสัย (cross swapping)			
แผ่นวงจรปกติ	20	0	20
แผ่นวงจรที่บกพร่อง	20	20	0

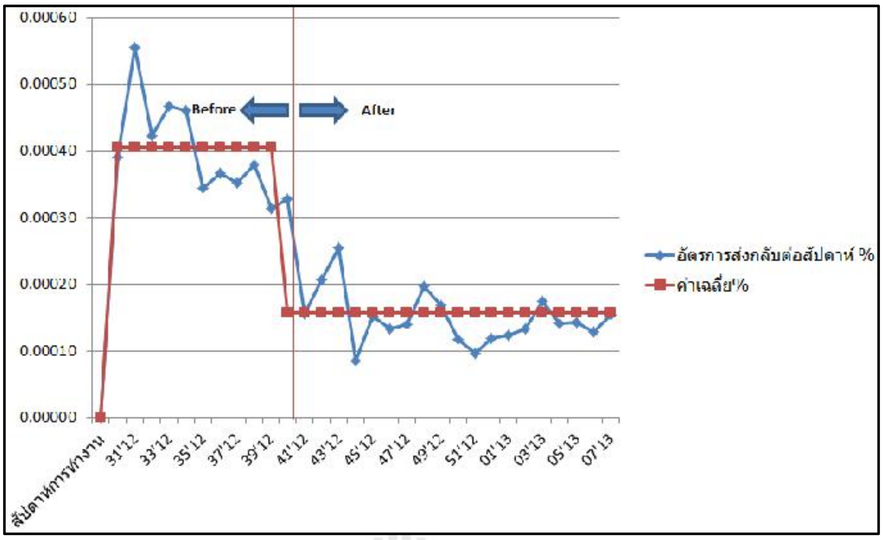
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



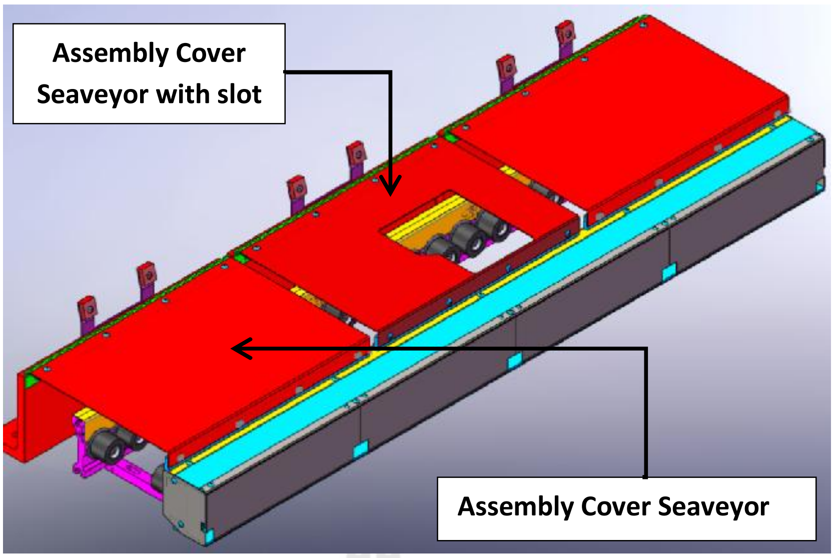




มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

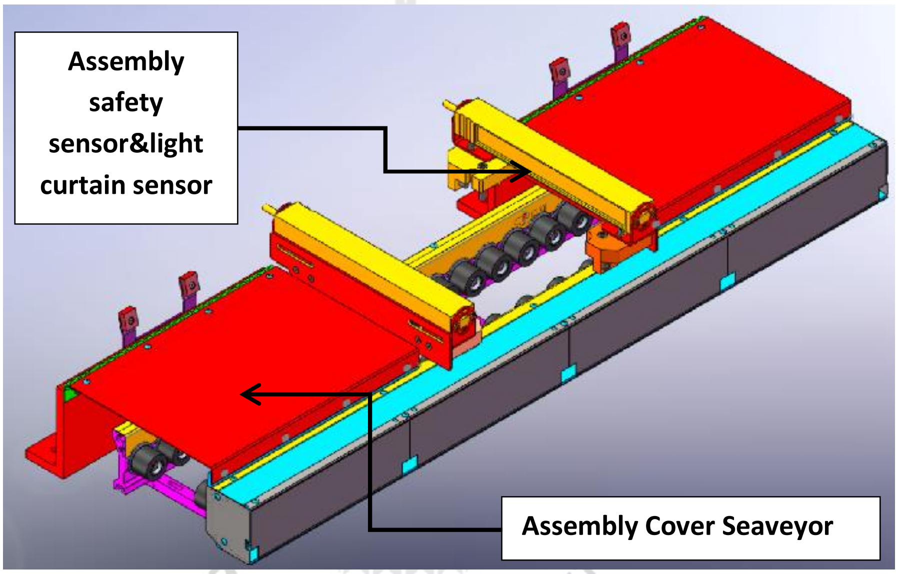


มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



Item	Part Description	Quantity	Price / Unit	Currency
1	Assembly Cover Seaveyor	2	10,000	THB
2	Assembly Cover Seaveyor with slot	1	10,500	THB
	Total		30,500	THB

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.3 รายการอุปกรณ์และราคาอุปกรณ์สำหรับอุปกรณ์ป้องกันแบบที่ 2

Item	Part Description	Quantity	Price / Unit	Currency
1	Assembly Cover Seaveyor	2	10,000	THB
2	Assembly safety sensor	1	46,000	THB
3	light curtain sensor	1	80,000	THB
Total			136,000	THB

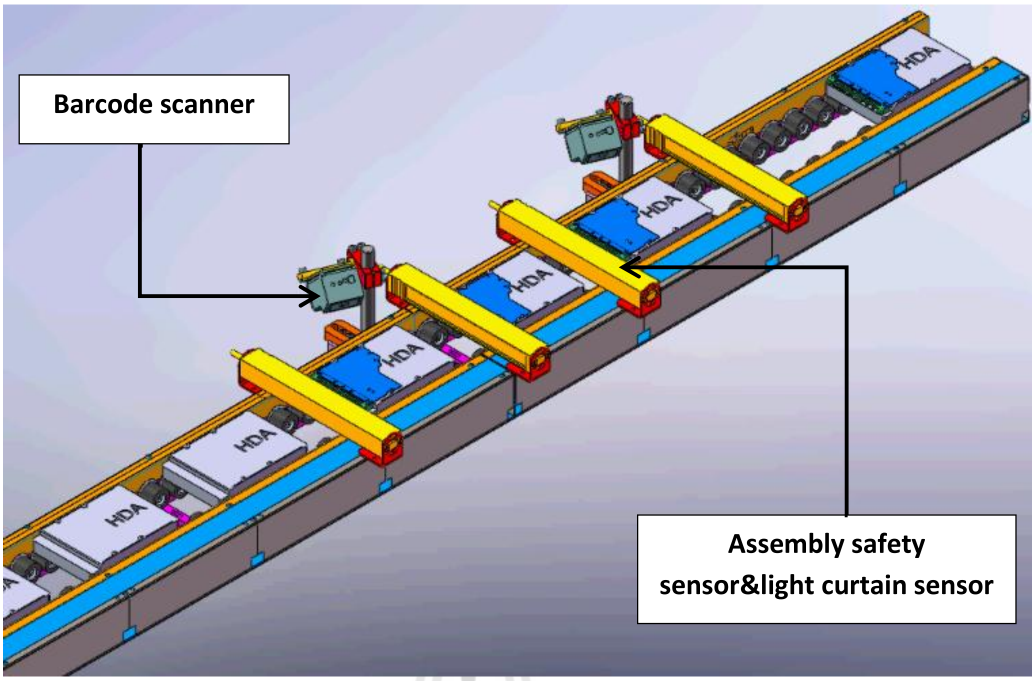
ข้อดีของอุปกรณ์ป้องกันแบบที่ 2

1. ต้นทุนการผลิตอุปกรณ์ป้องกันไม่สูงมาก
2. สามารถป้องกันการกระทบกันของแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์และชิ้นส่วนทางกลของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟได้ในหลากหลายผลิตภัณฑ์

ข้อเสียของอุปกรณ์ป้องกันแบบที่ 2

1. พนักงานทำงานได้ช้าลงเนื่องจากพื้นที่การทำงานลดลง
2. แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์มีโอกาสกระทบกับชิ้นส่วนทางกลของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

แบบที่ 3 อุปกรณ์ป้องกันที่สามารถใช้ได้กับผลิตภัณฑ์หลายผลิตภัณฑ์และเป็นแบบกึ่งอัตโนมัติ อุปกรณ์ป้องกันนี้มีความพิเศษกว่าอุปกรณ์ป้องกันแบบที่ 2 คือ เมื่อชิ้นส่วนทางกลของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ผ่านเข้ามาถึงตำแหน่งในการประกอบกับแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ จะมีเซ็นเซอร์ตรวจจับสั่งให้ชิ้นส่วนทางกลหยุดอยู่กับที่จนกว่าการประกอบแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์จะเสร็จสมบูรณ์ จึงจะสามารถเคลื่อนที่ต่อไปได้ ดังรูปที่ 4.21



Item	Part Description	Quantity	Price / Unit	Currency
1	Assembly Barcode Scanner	2	10,000	THB
2	Barcode Scanner	1	32,000	THB
3	Assembly safety sensor	2	46,000	THB
4	Light curtain sensor	1	80,000	THB
	Total		224,000	THB

2. ทำให้พนักงานปฏิบัติงานได้ช้าลงเล็กน้อย

จากการนำเสนออุปกรณ์ป้องกันทั้ง 3 แบบต่อคณะวิศวกรฝ่ายผลิต และสอบถามพนักงานในฝ่ายผลิตมีความเห็นว่า อุปกรณ์ป้องกันแบบที่ 1 และอุปกรณ์ป้องกันแบบที่ 2 ดังในรูปที่ 4.19 และ 4.20นั้นไม่เหมาะสมกับการนำมาติดตั้งในสายพานการผลิตเนื่องจาก ทำให้พนักงานปฏิบัติงานทำงานได้ช้าลงส่วนเครื่องป้องกันแบบกึ่งอัตโนมัติดังรูปที่ 4.21 วิศวกรและพนักงานฝ่ายผลิตมีความเห็นว่าเครื่องป้องกันมีความเหมาะสมในการติดตั้งและสามารถนำไปใช้ได้กับทุกผลิตภัณฑ์ได้ไม่สามารถทำการผลิตเครื่องป้องกันแบบที่ 3 ได้ เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการสร้างและติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันชนิดนี้มีมูลค่าสูงและผลจากการฝึกอบรมพนักงานให้จับวางแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์อย่างถูกวิธี สามารถลดจำนวนของเสียได้เป็นที่พอใจแล้ว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5
บทสรุป

บทนี้นำเสนอบทสรุป การวิจัยเพื่อหาสาเหตุที่แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์บกพร่องที่เป็นสาเหตุทำให้ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ไม่ผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ และการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดของเสียในส่วนของแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

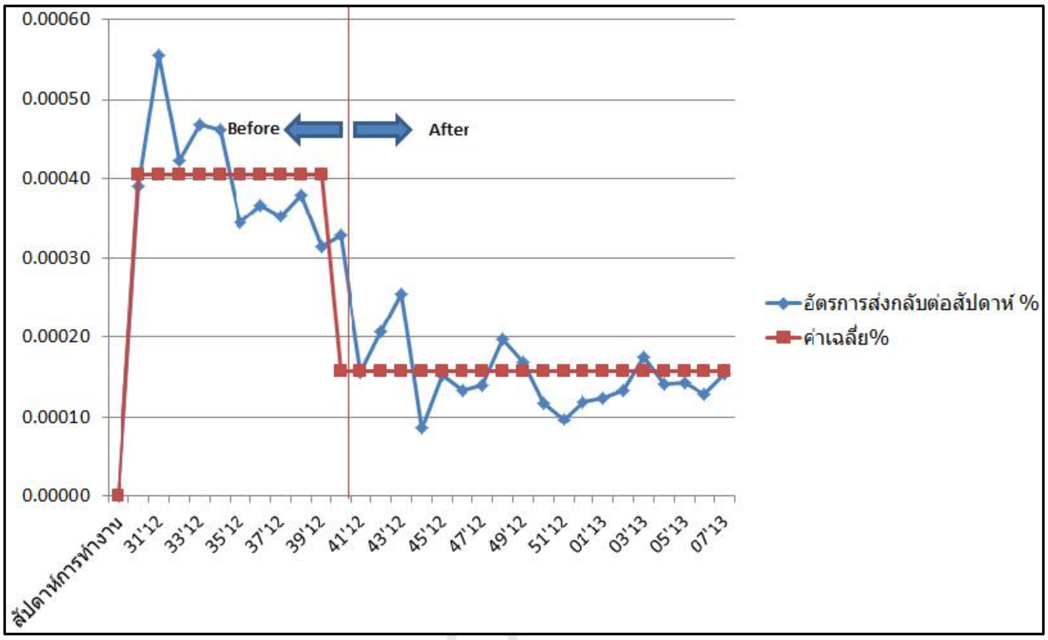
5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลจากการทดลองศึกษาเพื่อหาเหตุที่แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์บกพร่องและทำให้ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ไม่ผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพโดยใช้หลักการวิเคราะห์ปัญหาแบบ 5Whys analysis และหลักการพิสูจน์ของเสียด้วยวิธีสลับคู่อุปกรณ์ต้องสงสัย (Cross swap methodology) จากสองหลักการข้างต้นพบว่าสาเหตุที่ทำให้แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์มีปัญหานั้น มีสาเหตุจากตัวเหนี่ยวนำในส่วนของวงจรการเขียนข้อมูลลงแผ่นบันทึกข้อมูลเกิดการชำรุดเสียหาย

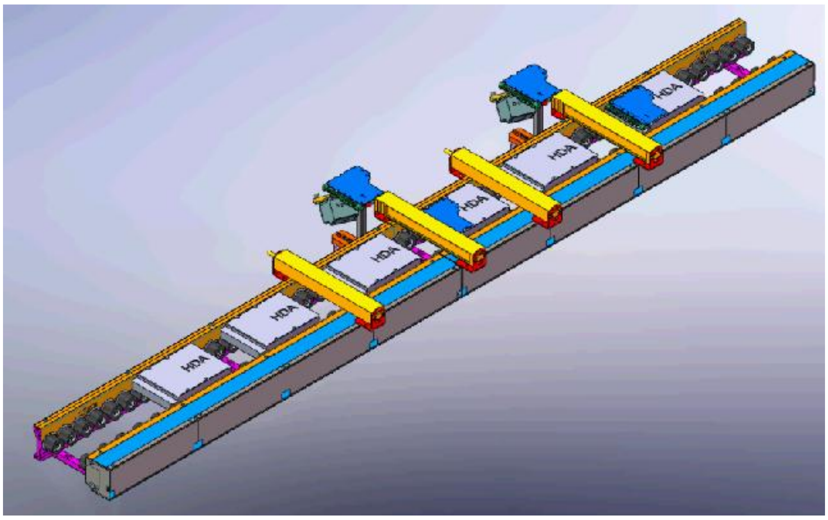
ผลจากการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดของเสียในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ในส่วนของแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ พบว่าปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเกิดของเสียนั้นเกิดจาก 3ปัจจัยคือ

1) การวางแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อประกอบเข้ากับชิ้นส่วนทางกลของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์บนสายพานการผลิต
2) การตรวจสอบแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ก่อนกระบวนการวนกลับมาใช้ใหม่ ด้วยตาเปล่าไม่ละเอียดพอ
3) พนักงานใหม่ขาดความชำนาญในการปฏิบัติงาน

เมื่อทำการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการทำงานใน 3 ส่วนนี้แล้วพบว่าประสิทธิภาพการผลิตดีขึ้นและเป็นที่พอใจของโรงงานโดยสามารถลดของเสียลงได้38 เปอร์เซนต์ ดังแสดงได้จากกราฟข้อมูลการส่งแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีปัญหา ลูปเปอร์ พีซีบีเอ กลับไปยังโรงงานผลิตแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในรูปที่ 5.1



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



5.2 ข้อเสนอแนะการวิจัย

1. การสำรวจสายพานการผลิตในระหว่างที่พนักงานปฏิบัติงานอยู่ ทำให้พนักงานที่ปฏิบัติงานมีความระมัดระวังในการทำงานมากขึ้น การเข้าไปสำรวจบางครั้งอาจได้ข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง หากสามารถติดตั้งกล้องบันทึกภาพ การทำงานของพนักงาน จะทำให้สามารถเก็บข้อมูลได้แม่นยำมากยิ่งขึ้น

2. พนักงานแต่ล่ะคนมีลักษณะการทำงานที่ต่างกันการเปลี่ยนกะจึงมีผลต่อการเก็บข้อมูล เนื่องจากพนักงานบางคนปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง การเข้าไปสำรวจสายพานการผลิตอาจไม่สามารถสังเกตุเห็นข้อบกพร่องนี้ได้ การสำรวจสายพานการผลิตจึงควรเข้าไปเก็บข้อมูลให้มีความหลากหลายมากขึ้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายการอ้างอิง

บรรหาญ ลิลา, อดิศักดิ์ นาวเหนียวง, วิษณุ บุญรอด, อานนท์ เลิศวงษ์ไพศาล, กฤษณา แก่นบุบผา, และ ศิริมาศ ภูพาน.**การลดปัญหารอยบุบของฝาครอบด้านบนในกระบวนการประกอบฮาร์ดดิสก์ด้วยวิธีDMAIC**, การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจา ปี 2554 20-21 ตุลาคม 2554

กันตา สุวรรณฤทธิ, และ ณัฐชา ทวีแสงสกุลไทย **การลดของเสียในกระบวนการเขียนสัญญาณบนฮาร์ ดดิสก์ไดรฟ์ โดยใช้แนวคิดลีน ซิกซ์ ซิกมา**, วารสารวิศวกรรมศาสตร เล่ม 13 ฉบับที่ 1 เทคโนโลยีการวางแผนเชิงอุตสาหกรร มี.ค. 2554

Ming-Hsien Caleb Li, Abbas Al-Refaie and Cheng-Yu Yang. 2008. **DMAIC Approach to Improve the Capability of SMT Solder Printing Process**. IEEE TRANSACTION ON ELECTRONICS PACKAGING MANUFACTURING, VOL.31 NO.2, APRIL 2008: 126–133.

ศิริญญา แสงศรี, บรรหาญ ลิลา และ อดิศักดิ์ นาวเหนียว. 2553. **การลดของเสียในกระบวนการผลิตกระป๋องด้วยวิธี DMAIC.** การประชุมวิชาการเครือข่ายงานวิศวกรรม อุตสาหการ, อุบลราชธานี, ประเทศไทย, 13 -15 ตุลาคม 2553: 309.

อุษณีย์ ถิ่นเกาะแก้ว. 2545. **การลดของเสียจากการผลิตกระป๋องโดยประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ซิกมา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรม อุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วสันต์ พุกผาสุกและอรรถกร เก่งพล. 2551. **การลดของเสียจากกระบวนการชุบโครเมียม โดยประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ ซิกม่า**. วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรม อุตสาหการ, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

บุญเลิศ คณาธนสาร.ตุลาคม 2555.ปัญหามีไว้ให้แก้ไม่ได้มีไว้ให้กลุ้ม ตอนที่ 2 Why-WhyAnalysis(Online).Available URL:http://www.oknation.net/blog/print.php?id=831399.

สมภพ ตลับแก้ว.พฤษภาคม 2551.การประยุกต์ใช้วิธีการ FMEA เพื่อการปรับปรุงความพึงพอใจของลูกค้า(Online).Available URL:http://www.tpmconsulting.org/dwnld/article/tpm/fmea.pdf

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิชาญ ทองไพรวรรณ. 2554. **การประยุกต์ใช้เทคนิคFMEAในการปรับปรุงกระบวนการออกแบบและพัฒนาแม่พิมพ์ขึ้นรูปแก้วที่ใช้บนโต๊ะอาหาร.**วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต,สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

กัญชลา สุดตาชาติ.พฤษภาคม 2550. **Methods and Philosophy of Statistical Process Control**(Online).Available.URL:http://eng.sut.ac.th/me/meold/2_2552/435302/Ch4%20Statistical%20Quality%20Control.ppt.

ประชาสรรณ์ แสนภักดี.ตุลาคม 2547.**ผังก้างปลา กับ แผนภูมิความคิด**(Online).Available URL:http://www.prachasan.com/mindmapknowledge/fishbonemm.htm

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ก

บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างศึกษา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายชื่อบทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

ปภากร พิทยชวาล และ โกเมน คชศิลา. 2556. **การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการวนกลับมาใช้ของแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์.** การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2556(IE Network Conference 2013), โรงแรมเอราวัน เดอะ รอยัล ครูซ พัทยา จังหวัดชลบุรี. 16-18 ตุลาคม 2556.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการวนกลับมาใช้ของแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

An Analysis of Factors that Effect to PCBA Rework Process in a Hard Disk Drive Assembly Process

ปภากร พิทยชวาล[1] และโกเมน คชศิลา[2*]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ.เมือง
จ.นครราชสีมา 30000

[2]สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ.เมือง
จ.นครราชสีมา 30000

E-mail: [1]paphakorn@g.sut.ac.th, [2]wooda31@gmail.com

บทคัดย่อ

ลูปเปอร์ พีซีบีเอ (Looper Print Circuit Board Assembly : Looper PCBA)คือแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีปัญหาในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ แต่ระบบตรวจสอบอัตโนมัติไม่สามารถตรวจสอบและระบุปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ส่งผลให้แผ่นวงจรเหล่านี้ถูกนำกลับมาวนใช้ใหม่(Rework) และเป็นสาเหตุทำให้ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่ประกอบจากแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว ไม่ผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพในกระบวนการผลิตซ้ำแล้วซ้ำเล่า บทความนี้นำเสนอเกี่ยวกับ การวิเคราะห์สาเหตุที่ก่อให้เกิดLooper PCBA และการวิเคราะห์สาเหตุที่ระบบตรวจสอบอัตโนมัติไม่สามารถตรวจจับ Looper PCBA โดยใช้หลักการ 5 Whys และ Cross Swapping ผลการวิเคราะห์พบว่า สาเหตุหลักที่ทำให้เกิด Looper PCBA คือ ตัวเหนี่ยวนำบนแผ่นวงจรเกิดการชำรุดเสียหาย

คำหลักแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์กระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ระบบตรวจสอบอัตโนมัติตัวเหนี่ยวนำ

Abstract

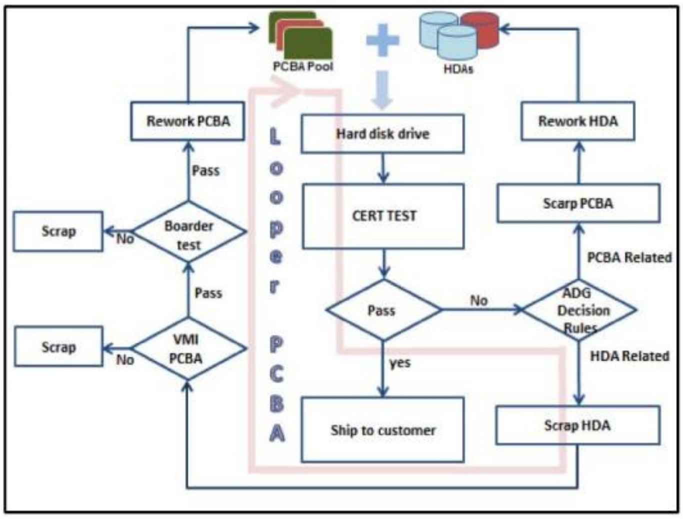
A Looper Print Circuit Board Assembly (Looper PCBA), an abnormal print circuit board assembly occurred in hard disk drive assembly process, contains some flaws that an auto debug system could not detected the problem. This part is normally assigned as a rework PCBA. Since a rework process does not identify and correct a root cause of problem, this part still is defined as a defective part that consumes a production time especially a quality checking process. This paper presents an analysis of factors that provide to be looper PCBA. Concepts of 5 Whys and cross swapping analysis have been used to establish those factors. The result showed that a damaged inductor is a cause of Looper PCBA.

Keywords: Hard disk drive assembly process Print Circuit Board Assembly 5 Whys Cross Swapping

1. บทนำ

ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์(Hard Disk Drive) คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งใช้เก็บข้อมูลในระบบคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์บันทึกต่าง ๆซึ่งถูกใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ส่วนประกอบของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์นั้นประกอบด้วยชิ้นส่วนหลัก ๆสองส่วนด้วยกันคือ ส่วนแรกเป็นชิ้นส่วนเชิงกลหรือที่ในกระบวนการผลิตเรียกว่า Heads Disks Assembly (HDA)ภายในประกอบด้วย หัวอ่าน หัวเขียน และแผ่นบันทึกข้อมูล ส่วนที่สองเป็นส่วนของแผ่นวงจรอิลิกทรอนิกส์Print Circuit Board Assembly (PCBA)มีหน้าที่คือควบคุมการทำงานของชิ้นส่วนเชิงกล ประมวลผล และติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ต่อพ่วงภายนอก

กระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ เริ่มต้นจากการประกอบหัวเขียน หัวอ่าน และแผ่นบันทึกเข้าด้วยกันภายในห้องที่ถูกควบคุมความสะอาด (Clean Room) ส่วนนี้เมื่อประกอบเสร็จจะถูกเรียกว่า HDA จากนั้น HDA จะถูกประกอบเข้ากับแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (PCBA) เมื่อสองส่วนนี้รวมกันเสร็จสมบูรณ์เราจึงเรียกว่าฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ในขั้นตอนนี้ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์จะยังไม่สามารถใช้งานได้จนกว่าจะผ่านกระบวนการปรับแต่ง (Optimization) ในระบบตรวจสอบคุณภาพ (Certification test) หรือเรียกสั้นๆว่า "Cert test" ในขั้นตอนการปรับแต่งและตรวจสอบคุณภาพนี้เองจะมีฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์บางส่วนที่มีจุดบกพร่องและไม่สามารถผ่านการตรวจสอบคุณภาพได้ ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเหล่านั้นจะถูกจำแนกอาการเสียหรือข้อบกพร่องเบื้องต้นด้วยระบบตรวจสอบจุดเสียอัตโนมัติ (Auto Debug System) ว่าสาเหตุที่ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพมาจากชิ้นส่วนหลักใด กล่าวคือเป็นการจำแนกประเภทของสาเหตุที่ไม่ผ่านการตรวจสอบเนื่องจากชิ้นส่วนทางกลมีปัญหา (HDA Related) หรือ ชิ้นส่วนทางไฟฟ้ามีปัญหา (PCBA Related) ซึ่งหากชิ้นส่วนหลักใดมีปัญหาระบบตรวจสอบอัตโนมัติจะระบุให้นำชิ้นส่วนหลักส่วนนั้นไปทำลาย และนำชิ้นส่วนหลักซึ่งไม่เกี่ยวข้องวนกลับมาใช้ใหม่ ดังแสดงได้ตามแผนผังในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนผังการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์และการเกิด looper PCBA

จากการตรวจสอบข้อมูลด้านการผลิตย้อนหลังพบว่ามีฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์บางส่วนที่อาการเสียนั้นติดตามไปกับแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (PCBA) และทำให้ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ไม่ผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยอาการเดิมๆ และหากระบบวิเคราะห์อาการเสียอัตโนมัติของโรงงานตรวจสอบข้อมูลของแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์แต่ละตัว และพบว่าอาการเสียยังคงติดตามไปกับแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์นั้นๆเป็นจำนวนสามรอบติดกันระบบจะระบุว่าแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์นั้นเป็น Looper(ลูปเปอร์) ลูปเปอร์ พีซีบีเอ ในปัจจุบันบริษัทซีเกทได้ทำการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์เป็นจำนวนนับแสนตัวต่อสัปดาห์หากมองจากข้อมูลด้านประสิทธิภาพทางการผลิตแล้วแม้ลูปเปอร์พีซีบีเอ ที่เกิดขึ้นมีจำนวนไม่มาก แต่หากคิดโดยละเอียดจะพบว่าปัญหานี้มีผลกระทบต่อ ต้นทุนการผลิตเป็นจะนวนมาก ทางบริษัทจึงต้องการจะแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นนี้ให้หมดไป หรือ ลดน้อยลงจากเดิม

บทความนี้นำเสนอการวิจัยปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดของเสียในกระบวนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ในส่วนที่เกิดจาก Looper PCBA โดยนำเอาหลักการFailure Modes and Effects Analysis (FMEA) มาใช้ในการวิเคราะห์สาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ ผลจากการศึกษาในครั้งนี้จะนำไปควบคุมและพัฒนากระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ต่อไป

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักการของ Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) เป็นการวิเคราะห์สาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบโดยพิจารณาว่ามีข้อบกพร่องอะไรบ้างที่มีโอกาสเกิดขึ้นโดยข้อบกพร่องนั้นจะมีผลกระทบรุนแรงมากน้อยเพียงใดข้อบกพร่องแต่ละลักษณะเกิดจากสาเหตุใดและมีระบบในการตรวจจับข้อบกพร่องนั้นก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการถัดไปหรือไม่มีความยากในการตรวจจับเพียงใดเช่นการวิจัยเกี่ยวกับการลดปัญหารอยบุบของฝาครอบด้านบนในกระบวนการประกอบฮาร์ดดิสก์[1]ได้นำหลัก FMEA มาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาการบุบบนฝาครอบด้านบนฮาร์ดดิสก์สาเหตุหลักเกิดจากพนักงานเปิดฝาครอบด้านบนออกในกระบวนการ Latch assembly และพนักงานวาง Unit บน Fixture และดัน Fixture เข้าเครื่องเขียนสัญญาณในกระบวนการ Self-Servo Writer จากนั้นนำปัจจัยที่มีความน่าจะเป็นที่มีผลต่อปัญหารอยบุบบนฝาครอบด้านบนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์นี้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นนอกจากนี้ยังมีงานวิจัยเพื่อลดของเสียในกระบวนการเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์โดยใช้แนวคิดลีนซิกซ์ซิกมา[2]ซึ่งใช้หลักการ FMEA มาวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์และพบว่าปัจจัยสำคัญมาจากการที่มีฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์อยู่ในกระบวนการผลิตมากเกินไปเมื่อและเมื่อทำการแก้ไขปัญหาแล้วทำให้ผลการผลิตดีขึ้น 67% นอกเหนือจากการนำหลักการ FMEA มาใช้ในการลดของเสียจากการผลิตฮาร์ดดิสก์แล้วยังมีหลายงานวิจัยที่นำหลักการนี้ไปประยุกต์ใช้เพื่อลดจำนวนของเสียทั้งการศึกษาการลดของเสียในอุตสาหกรรมยานยนต์การบรรจุภัณฑ์ทางอาหาร รวมถึงการปรับปรุงกระบวนการผลิตต่างๆเช่นการลดสัดส่วนข้อบกพร่องในกระบวนการพ่นสีตัวถังรถยนต์ [3] การศึกษาการลดจานวนของเสียในกระบวนการเชื่อมประสาน[4] การลดของเสียในกระบวนการผลิตกระป๋อง[5-6] การศึกษาการลดของเสียจากกระบวนการชุบโครเมียม[7] เป็นต้นโดยในแต่ละงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นล้วนทำการวิจัยในแนวทางเดียวกันคือการกำหนดปัญหาการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาโดยอาศัยเครื่องมือต่างๆและนาผลที่ได้จากการศึกษามาปรับปรุงกระบวนการและควบคุมกระบวนการผลิตและสามารถลดจำนวนของเสียได้ตามเป้าหมายรวมทั้งเพิ่มระดับคุณภาพของกระบวนการผลิตและยังส่งผลให้ประสิทธิภาพในการผลิตเพิ่มขึ้น

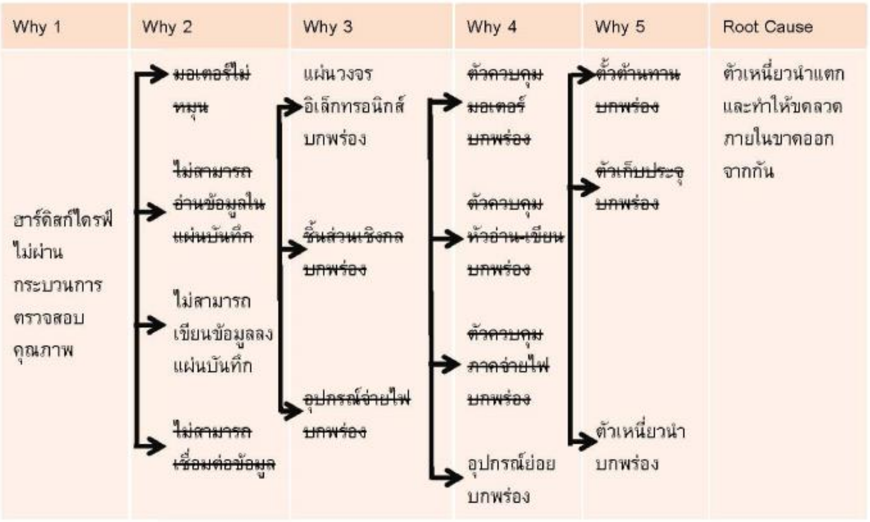
3. การดำเนินการวิจัย

การวิจัยแบ่งเป็นสองส่วนคือการวิเคราะห์หาจุดเสียบนแผ่นวงจรและวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้ตัวเหนี่ยวนำชำรุด

3.1 การวิเคราะห์หาจุดบกพร่องบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์หลัก 5 Whys ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุการเสียของแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์

ซึ่งหลักการ 5 Whys เป็นวิธีการตั้งคำถามเพื่อหาความสัมพันธ์ของสาเหตุและผลที่เกิดขึ้นโดยทาการตัดส่วนที่เป็นไปได้แต่ไม่ใช่สาเหตุที่เกี่ยวข้องออกไปจนเหลือเพียงสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ไม่ผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ

ปัญหา:ทำไมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ



รูปที่ 2 แผนภาพการวิเคราะห์จุดเสียโดยวิธี 5 Whys

จากแผนภาพในรูปที่ 2 สามารถอธิบายได้ดังนี้

Why 1 คำถามคือทำไมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพการวิเคราะห์พบว่าฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเนื่องจากไม่สามารถเขียนข้อมูลลงแผ่นบันทึกได้

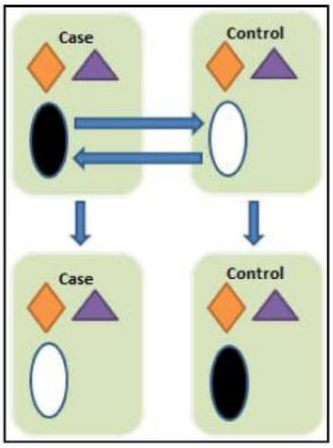
Why 2 คำถามคือทำไมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ไม่สามารถเขียนข้อมูลลงแผ่นบันทึกได้ผลการตรวจสอบพบว่าแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (PCBA) มีปัญหา

Why 3 คำถามคือทำไมแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์มีปัญหาผลการตรวจสอบพบว่าเกิดจากอุปกรณ์ย่อยมีความบกพร่องไม่ได้เกิดจากชุดควบคุมการเขียน-อ่านหรือตัวควบคุมการเชื่อมต่อมีปัญหา

Why 4 คำถามคือทำไมอุปกรณ์ส่วนย่อยมีปัญหาผลการวิเคราะห์พบว่าตัวเหนี่ยวนำบกพร่อง

Why 5 คำถามคือทำไมตัวเหนี่ยวบกพร่องผลการตรวจสอบพบว่าตัวเหนี่ยวนำมีการแตกร้าวและเมื่อถอดตัวเหนี่ยวนำมาทำการวัดค่าทางไฟฟ้าพบว่าขดลวดภายในได้ขาดออกจากกัน

เพื่อยืนยันสมมุติฐานข้างต้นหลักการ Cross swapping ถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อหาจุดบกพร่องบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์หลักการนี้คือการสลับอุปกรณ์ที่สงสัยว่าเป็นสาหตุของอาการเสียบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่ผ่านการตรวจสอบคู่กับอุปกรณ์ที่ควบคุมที่อยู่บนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ผ่านการตรวจสอบมาแล้วและทำการส่งแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั้งสองตัวนี้เข้ากระบวนการตรวจสอบอีกครั้งเพื่อยืนยันสมมุติฐานโดยมีขั้นตอนดังรูปที่ 3 ซึ่งในส่วนนี้อุปกรณ์ต้องสงสัยคือตัวเหนี่ยวนา (Inductor)



รูปที่ 3การวิเคราะห์จุดเสียโดยวิธี Cross Swapping

จากรูปที่ 3 สมมุติให้แผ่นวงจรที่ไม่ผ่านการตรวจสอบมีอุปกรณ์ต้องสงสัยคือ วงรีสีดำในรูป ผู้ทดลองจะทำการสลับอุปกรณ์ต้องสงสัยนี้กับแผ่นวงจรที่ผ่านการตรวจสอบมาแล้วจากนั้นนำแผ่นวงจรทั้งสองตัวไปทำการตรวจสอบคุณภาพใหม่พร้อมกัน หากอาการเสียติดตามไปกับอุปกรณ์ต้องสงสัยและทำให้แผ่นวงจรที่เคยผ่านการตรวจสอบไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ ขณะเดียวกันแผ่นที่เคยไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพก็กลับสามารถผ่านการตรวจสอบได้ภายหลังจากการสลับอุปกรณ์ต้องสงสัยแสดงว่าสมมุติฐานถูกต้อง

จากการทดลองโดยกระบวนการสลับอุปกรณ์ต้องสงสัยจากแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่บกพร่องกับอุปกรณ์ที่ปกติจากแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เคยผ่านการตรวจสอบแล้วได้ผลการทดลองดังตารางที่ 1

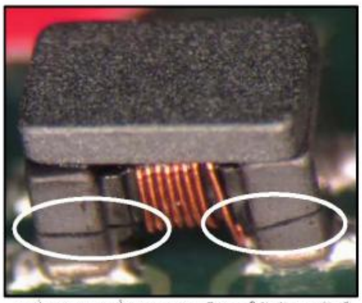
ตารางที่ 1 ผลการทดลองจากวิธีการ Cross Swapping

		การตรวจสอบ	
ลักษณะแผ่นวงจร	จำนวนแผ่นวงจร	ผ่าน	ไม่ผ่าน
แผ่นวงจรปกติ	20	20	0
แผ่นวงจรที่บกพร่อง	20	0	20
สลับอุปกรณ์ต้องสงสัย (cross swapping)			
แผ่นวงจรปกติ	20	0	20
แผ่นวงจรที่บกพร่อง	20	20	0

จากตารางที่ 1 สรุปได้ว่าสาเหตุที่ทำให้แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ไม่ผ่านการตรวจสอบคือตัวเหนี่ยวนำชำรุด

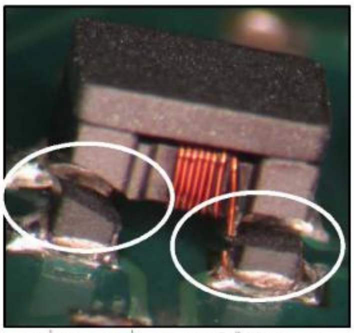
จากการตรวจสอบโดยละเอียดพบว่าเส้นลวดทองแดงภายในวงจรตัวเหนี่ยวเกิดการขาดออกจากกัน และนำเมื่อส่องด้วยกล้องจุลทัศน์พบว่าตัวเหนี่ยวนำมีรอยแตกร้าวและทำให้เส้นลวดทองแดงภายในวงจรขาดออกจากกัน ทำให้วงจรการเขียนข้อมูลไม่ครบวงจร เมื่อทำการเก็บตัวอย่างแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีปัญหาเพิ่มขึ้นพบว่าความรุนแรงของการชำรุดของตัวเหนี่ยวนำสามารถแบ่งได้ 3 ระดับคือ

1).รอยแตกเล็กมากและต้องใช้กล้องจุลทัศน์ในการตรวจสอบจึงสามารถมองเห็นได้ ดังในรูปที่ 4



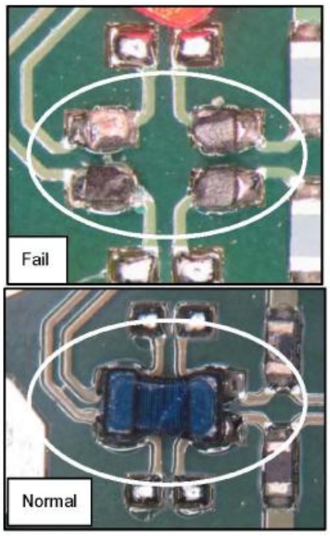
รูปที่ 4 รอยแตกที่สามารถมองเห็นภายใต้กล้องจุลทัศน์

2).รอยแตกมีขนาดใหญ่และสามารถสังเกตุได้ด้วยตาเปล่า ดังในรูปที่ 5



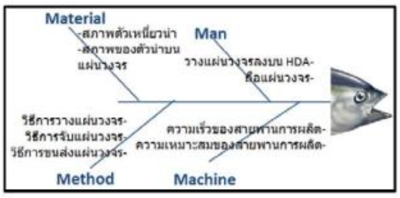
รูปที่ 5 รอยแตกที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

3).ตัวเหนี่ยวหลุดหายไปจากแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ดังในรูปที่ 6



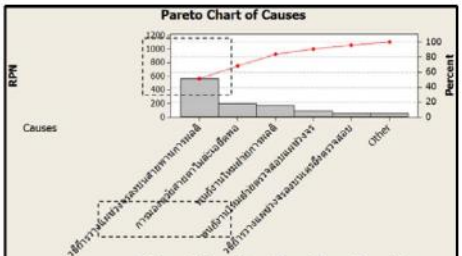
รูปที่ 6 ตัวเหนี่ยวนำหลุดหายไปจากแผ่นวงจร

3.2 วิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้ตัวเหนี่ยวนำชำรุด



รูปที่ 7แผนภูมิก้างปลา (Fish bone diagram)

จากการวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำงานในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์และคาดว่าก่อให้ตัวเหนี่ยวนำเกิดการชำรุดเสียหายโดยใช้หลักการ4M ดังแสดงในแผนภูมิก้างปลารูปที่ 7สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้ สาเหตุที่เกิดจากมนุษย์ (Man) ได้แก่ พนักงานใหม่ขาดความชำนาญการทำงาน การถือแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่เหมาะสม และความแม่นยำในการวางแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สาเหตุที่เกิดจากวิธีการ (Method) ได้แก่ ลักษณะการวางแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อประกบกับชิ้นส่วนเชิงกลของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์หรือวิธีการจับแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ รวมถึงวิธีการขนส่งแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สาเหตุที่เกิดจากเครื่องจักร (Machine) ได้แก่ ความเร็วของสายพานการผลิต ความเหมาะสมในการออกแบบสายพานการผลิต และสาเหตุที่เกิดจากวัตถุดิบ (Material) ได้แก่สภาพของตัวเหนี่ยวนำก่อนประกอบลงบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สภาพของตัวเหนี่ยวนำหลังจากประกอบลงแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และสภาพของตัวเหนี่ยวนำภายหลังการขนส่งมายังโรงงานประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ เมื่อนำเอาหลักการ Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)เพื่อระดมความคิดเห็นของผู้ที่เกี่ยวข้องพร้อมกับให้คะแนนในแต่ละสาเหตุที่คาดว่าจะเป็นปัจจัยสรุปคะแนนและได้แผนภาพของพาเรโตดังนี้



Causes						
RPN	560	192	168	84	50	48
Percent	50.8	17.4	15.2	7.6	4.5	4.4
Cum %	50.8	68.2	83.5	91.1	95.6	100.0

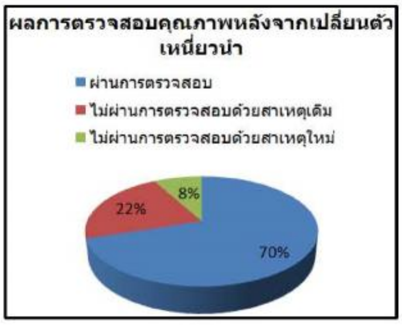
รูปที่ 8แผนภาพพาเรโต (Pareto Chart)

ข้อมูลในแผนภาพพาเรโตพบว่าสาเหตุที่ก่อให้เกิดของเสียสะสม 80% คือ (1) วิธีการวางแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ลงบนสายพานการผลิต (50%) (2) การตรวจจับจุดบกพร่องด้วยสายตาไม่ละเอียดพอ (17.4%) และ (3) พนักงานใหม่ขาดประสบการณ์ความชำนาญในการปฏิบัติงาน (15.2%) ซึ่งหากเราสามารถควบคุมการทำงานทั้ง 3 ข้อดังกล่าวข้างต้นได้เราจะสามารถลดของเสียสะสมลงได้ดังนั้นปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานข้างต้นจะถูกกำหนดเป็นพารามิเตอร์ที่คาดว่าจะมีผลต่อกระบวนการผลิต

4. การออกแบบการทดลอง

จากการวิเคราะห์ในข้างต้น พบว่าสาเหตุหลักที่ทำให้แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้น คือ ตัวเหนี่ยวนำที่ชำรุด จึงได้นำตัวอย่างแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ชำรุดจำนวน 50แผ่นที่อยู่ระหว่างรอการจัดการ ส่งกลับไปยังโรงงานผลิตแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อซ่อมหรือเปลี่ยนตัวเหนี่ยวนำและเมื่อแผ่นวงจถูกซ่อมหรือเปลี่ยนตัวเหนี่ยวนำเสร็จแล้ว จึงทำการส่งแผ่นวงจรเหล่านั้นกลับมาเพื่อประกอบฮาร์ดดิกส์ไดร์ฟและทดสอบคุณภาพต่อไป

การทดลองมีปัจจัยที่ควบคุมคือ ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว ถูกนำมาถอดแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์เดิมออกไปให้เหลือเพียงชิ้นส่วนเชิงกล จากนั้นนำแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ได้รับการซ่อมหรือเปลี่ยนตัวเหนี่ยวนำจากโรงงานผู้ผลิตมาประกอบกับชิ้นส่วนเชิงกลนั้นเป็นฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์อีกครั้ง จากนั้นทำการส่งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟตัวใหม่นี้ไปเข้ากระบวนการตรวจสอบคุณภาพอีกครั้งเพื่อทำการเปรียบเทียบผลการทดลองก่อนและหลังทำการเปลี่ยนตัวเหนี่ยวนำบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งได้ผลการทดลองดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 ผลการตรวจสอบคุณภาพหลังจากเปลี่ยนตัวเหนี่ยวนำ

จากแผนภูมิวงกลมในรูปที่ 9 จะเห็นว่าหลังจากเปลี่ยนตัวเหนี่ยวนำแล้วแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์สามารถผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพได้ 70% ไม่ผ่านการตรวจสอบด้วยอาการเดิม 22 % และไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพด้วยอาการใหม่ 8 %

5. สรุป

สาเหตุที่แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ไม่สามารถผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ คือ ตัวเหนี่ยวนำบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์เกิดการชำรุดเสียหาย และจากข้อมูลในอดีตพบว่ามีแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกแยกไว้เพื่อรอการจัดการว่าจะทำลายทิ้งหรือนำกลับมาใช้ใหม่เป็นจำนวนเฉลี่ย 850 แผ่นต่อสัปดาห์ ดังนั้น หากสามารถขจัดสาเหตุที่ทำให้ตัวเหนี่ยวนำชำรุดจะสามารถประหยัดต้นทุนการผลิตได้ถึง 150,000 บาทต่อสัปดาห์ ซึ่งการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อขจัดปัญหาการชำรุดของตัวเหนี่ยวนำจะได้นำเสนอต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยและพัฒนานี้ได้รับการสนับสนุนและความร่วมมือจากสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (แมคคาทรอนิกส์)มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีและบริษัท Seagate Technology(Thailand)Ltd. อ.สูงเนิน จ.นครราชสีมา

เอกสารอ้างอิง

[1] บรรหาญลิลา, อดิศักดิ์นาวเหนียวง, วิษณุบุญรอด, อานนท์เลิศวงษ์ไพศาล, กฤษณาแก่นบุบผา, และศิริมาศภูพานการลดปัญหารอยบุบของฝาครอบด้านบนในกระบวนการประกอบฮาร์ดดิสก์ด้วยวิธีDMAIC,การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการประจาปี 2554 20-21 ตุลาคม 2554

[2] กันตาสุวรรณฤทธิ, และณัฐชาทวีแสงสกุลไทยการลดของเสียในกระบวนการเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์โดยใช้แนวคิดลีนซิกซ์ซิกมา, วารสารวิศวกรรมศาสตรเล่ม 13 ฉบับที่ 1 เทคโนโลยีการวางแผนเชิงอุตสาหกรรมี.ค. 2554

[4] Ming-Hsien Caleb Li, Abbas Al-Refaie and Cheng-Yu Yang. 2008. DMAIC Approach to Improve the Capability of SMT Solder Printing Process. IEEE TRANSACTION ON

ELECTRONICS PACKAGING MANUFACTURING, VOL.31 NO.2, APRIL 2008: 126–133.

[5] ศิริญญาแสงศรี, บรรหาญลิลาและอดิศักดิ์นาวเหนียว. 2553. การลดของเสียในกระบวนการผลิตกระป๋องด้วยวิธี DMAIC. การประชุมวิชาการเครือข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ, อุบลราชธานี, ประเทศไทย, 13 -15 ตุลาคม 2553: 309.

[6] อุษณีย์ถิ่นเกาะแก้ว. 2545. การลดของเสียจากการผลิตกระป๋องโดยประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ซิกมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[7] วสันต์พุกผาสุกและอรรถกรเก่งพล. 2551. การลดของเสียจากกระบวนการชุบโครเมียมโดยประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ซิกม่า. วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ประวัติผู้เขียน

นายโกเมน คชศิลา เกิดเมื่อวันที่ 29 ตุลาคม พุทธศักราช 2525 ที่อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ ปัจจุบันอาศัยอยู่บ้านเลขที่ 72/73 หมู่ที่ 15 ตำบลสูงเนิน อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนสุรวิทยาคารจังหวัดสุรินทร์ เมื่อปีพุทธศักราช 2543 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมไฟฟ้า จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปีพุทธศักราช 2548

ในปีพุทธศักราช 2549 ได้เข้าทำงานในตำแหน่ง วิศวกรไฟฟ้า ฝ่ายวิเคราะห์อาการเสียของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ บริษัทซีเกทเทคโนโลยี(ประเทศไทย) จำกัด ปีพุทธศักราช 2550 ปฏิบัติงานในตำแหน่งวิศวกรชำนาญการ ปีพุทธศักราช 2552ได้ย้ายตำแหน่งงานเป็น วิศวกรชำนาญการฝ่ายวิเคราะห์จุดเสียบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และในปี 2553 ปฏิบัติงานในตำแหน่ง วิศวกรอาวุโสของบริษัทซีเกทเทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ต่อมาได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ (วศ.ม.แมคคาทรอนิกส์) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในช่วงปี พุทธศักราช 2553–2557 โดยได้รับเงินทุนการศึกษา ตลอดหลักสูตรจากหลักสูตรแมคคาทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปัจจุบันทำหน้าที่ในตำแหน่งวิศวกรอาวุโส แผนกวิเคราะห์จุดเสียบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ บริษัทซีเกทเทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด จังหวัดนครราชสีมา และมีผลงานวิจัยดังปรากฏรายละเอียดในภาคผนวก ก