ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
247071

การลดขยะอิเล็กทรอนิกส์ในกระบวนการเขียนสัญญาซื้อขายชาร์ดดิสก์ไดร์ฟ โดยใช้แนวคิดลีน ซิกซ์ ซิกมา

นางสาวกันหา สุวรรณฤทธิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

b00251954

การลดของเสียในกระบวนการเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ โดยใช้แนวคิดลีน ซิกซ์ ซิกมา

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
247071

นางสาวกันตา สุวรรณฤทธิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5171403421

DEFECT REDUCTION OF SIGNAL WRITING PROCESS IN HARD DISK DRIVE BY LEAN SIX SIGMA

Miss Kanta Suwannarit

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การลดของเสียในกระบวนการเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ โดยใช้แนวคิดลีน ซิกซ์ ซิกมา
โดย	นางสาวกันตา สุวรรณฤทธิ์
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐชา ทวีแสงสกุลไทย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐชา ทวีแสงสกุลไทย)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภัสสวงศ์ โรจนโรวรรณ)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช)

กันตา สุวรรณฤทธิ์ : การลดของเสียในกระบวนการเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟโดยใช้แนวคิดลีน ซิกซ์ ซิกมา. (DEFECT REDUCTION OF SIGNAL WRITING PROCESS IN HARD DISK DRIVE BY LEAN SIX SIGMA) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ. ดร. ณัฐชา ทวีแสงสกุลไทย, 239 หน้า.

247071

งานวิจัยนี้ดำเนินการภายในโรงงานกรณีศึกษาซึ่งเป็นบริษัทผู้ผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ จากการสำรวจพบว่ากระบวนการเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟส่วนบุคคล รุ่นซาสต้า มีปัญหาของเสียเกิดขึ้นโดยเฉลี่ย 85,125 DPPM

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ เพื่อหาสาเหตุหลักของปัญหาของเสียในกระบวนการเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟส่วนบุคคล รุ่นซาสต้า โดยมุ่งเน้นที่ของเสียประเภท Drive exceeded time limit ซึ่งเป็นของเสียที่มีจำนวนสูงสุดอันดับแรก และพัฒนาวิธีการปรับปรุงคุณภาพเพื่อลดของเสียโดยประยุกต์ใช้แนวทางลีน ซิกซ์ ซิกมา

ขั้นตอนดำเนินงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน คือ การนิยามปัญหา การวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ และการควบคุมกระบวนการตามลำดับ ระยะการหาสาเหตุหลักของปัญหา พบว่าสาเหตุหลักที่จะนำไปหาวิธีการแก้ไขได้แก่ ค่าความเร็วรอบในการขันสกรูตำแหน่งต่างๆ บนฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ แรงในการขันสกรูบนฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ การปรับตั้งค่าความดันในการเติมอัดก๊าซฮีเลียม กิจกรรมและระเบียบวิธีการปฏิบัติงานที่ไม่เกิดประโยชน์ ผลจากการออกแบบการทดลองทำให้ทราบถึงค่าของการปรับตั้งปัจจัย ได้แก่ ค่าความเร็วรอบในการขันสกรู 1,200 rpm แรงในการขันสกรู 4 in.lb. และค่าความดันในการเติมก๊าซฮีเลียม 1.2 atm. ส่วนกิจกรรมที่ไม่เกิดประโยชน์ ได้ประยุกต์ใช้ระบบคัมบังและแนวคิด ECRS เพื่อลดกิจกรรมที่ส่งผลให้ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟอยู่ในกระบวนการผลิตนาน จากนั้นทำการควบคุมกระบวนการ กำหนดมาตรฐานการทำงานจากค่าที่ได้จากการทดลอง และมีการติดตามให้พนักงานทำตามมาตร์ฐานนั้นๆ ผลที่ได้จากการปรับปรุงของเสียในกระบวนการเขียนสัญญาณ พบว่า สามารถลดจำนวนของเสียประเภท Drive exceeded time limit บนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟส่วนบุคคล รุ่นซาสต้าลงได้ 39,346 DPPM และส่งผลให้ DPPM ของของเสียรวมบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟส่วนบุคคล รุ่นซาสต้าลดลง 45,420 DPPM

ภาควิชา.....วิศวกรรมอุตสาหการ..... ลายมือชื่อนิสิต.....กันตา สุวรรณฤทธิ์.....

สาขาวิชา.....วิศวกรรมอุตสาหการ..... ลายมือชื่ออ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา.....2553.....

##5171403421 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING
KEYWORDS : DEFECT REDUCTION / LEAN SIX SIGMA / KANBAN SYSTEM / ECRS CONCEPT

KANTA SUWANNARIT : DEFECT REDUCTION OF SIGNAL WRITING PROCESS IN HARD DISK DRIVE BY LEAN SIX SIGMA. ADVISOR : ASST.PROF. NATCHA THAWESAENGSAKULTHAI, Ph.D., 239 pp.

247071

This research was carried out in hard disk drive manufacturer. The preliminary survey indicated that the signal writing process of 2.5" Shasta product had high defects with 85,125 DPPM.

The research aims to find the root causes of defect in signal writing process and reduce the 'drive exceeded time limit' defect which causes high fallout in the 2.5" Shasta product. Lean Six Sigma method is used as a process tools in this research.

The methodology consists five phases which are define phase, measurement phase, analyze phase, improve phase and control phase. The result of the process is to determine KPIVs that significantly effect to drive exceeded time limit failure in signal writing process. Three KPIVs (screw driving speed, screw torque and helium pressure) have been used to perform and experiment. The result from Design of Experiment (DOE) is found that the appropriate screw driving speed is 1,200 rpm., screw torque is 4 in.lb. and helium pressure is 1.2 atm. Non-value added activity of the quality problem in signal writing process used Kanban system and ECRS to improve all the key process input to reduce drive exceeded time limit defect. Finally, the new process by standard practice and control in the acceptance level was developed as process control system. The data of drive exceeded time limit and overall defects on 2.5" Shasta product after improving the process show 39,346 DPPM and 45,420 DPPM improvement.

Department.....Industrial Engineering.....
Field of Study.....Industrial Engineering.....
Academic Year.....2010.....

Student's Signature.....
Advisor's Signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยความกรุณาของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐชา ทวีแสงสกุลไทย ซึ่งเป็นผู้ให้ความรู้ทางทฤษฎีต่างๆ หลักการ และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ตลอดจนแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยต้องขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภัสสวงศ์ โรจนโรวรรณ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้ให้ความกรุณาในการตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์

ประโยชน์และความดีอันพึงเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ บิดา มารดา พี่น้อง เพื่อนนิสิต และเพื่อนร่วมงานที่คอยให้การสนับสนุนในทุกด้าน พร้อมทั้งให้ความเข้าใจและเป็นกำลังใจให้กับข้าพเจ้าตลอดมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฐ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 อุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ 1

1.2 ข้อมูลทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษา 4

1.3 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 11

1.4 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 25

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย 25

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 25

1.7 ระยะเวลาในการทำงานวิจัย 28

1.8 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 31

1.9 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 31

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 33

2.1 แนวคิดการผลิตแบบลีน แนวคิดซิกซ์ ซิกมา และทฤษฎีฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ 33

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับเครื่องมือ เทคนิค และวิธีการที่ใช้ในงานวิจัย 47

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 72

บทที่ 3 เฟส I ระยะศึกษาเพื่อนิยามปัญหา 87

3.1 ทีมงานสำหรับแก้ปัญหาคุณภาพของโรงงาน 87

3.2 กระบวนการเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟของโรงงานกรณีศึกษา 88

3.3 การนิยามถึงของเสียประเภท Drive exceeded time limit fail 102

3.4 การคัดเลือกผลิตภัณฑ์เพื่อนำมาศึกษา 102

หน้า

3.5 การศึกษาสภาพปัญหาปัจจุบัน....107
3.6 สรุประยะศึกษาเพื่อนิยามปัญหา....108

บทที่ 4 เฟส II ระยะศึกษาระบบการวัดและเก็บข้อมูลสภาพปัญหา....109
4.1 การวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัด (GR&R)....109
4.2 สรุปผลขั้นตอนระยะศึกษาระบบการวัดและเก็บข้อมูลสภาพปัญหา....118

บทที่ 5 เฟส III ระยะการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของปัญหา....119
5.1 การวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุ (Cause and effect matrix)....119
5.2 การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA)....130
5.3 สรุปผลระยะการวิเคราะห์เพื่อสาเหตุของปัญหา....138

บทที่ 6 เฟส IV ระยะการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ....140
6.1 วิธีการแก้ปัญหาแต่ละสาเหตุ....140
6.2 การออกแบบการทดลอง....144
6.3 การสร้างระเบียบวิธีการปฏิบัติโดยใช้แนวคิดลีน....171
6.4 การนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ....180
6.5 สรุปผลระยะการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ....186

บทที่ 7 เฟส V ระยะควบคุมและปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง....187
7.1 ข้อมูลหลังการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ....187
7.2 การประเมินผล....191
7.3 สรุปผลระยะควบคุมและปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง....192

บทที่ 8 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ....193
8.1 สรุปผลการวิจัย....193
8.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย....203

หน้า

8.3 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานวิจัย 203
8.4 ข้อเสนอแนะ 203

รายการอ้างอิง 205

ภาคผนวก 209

ภาคผนวก ก 210

ภาคผนวก ข 216

ภาคผนวก ค 227

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 239

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 การเข้ามาของผู้ประกอบการฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟรายใหญ่ในประเทศไทย.....2

ตารางที่ 1.2 อัตราการขยายตัวของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ปี พ.ศ. 2552.....2

ตารางที่ 1.3 ปัญหาที่พบในโรงงานกรณีศึกษาและแนวทางการแก้ไข.....14

ตารางที่ 1.4 การให้คะแนนของทีมงานที่แสดงถึงความรุนแรงของปัญหาที่ต้องเร่งดำเนินการแก้ไข.....15

ตารางที่ 1.5 จำนวนของเสีย จำนวนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ และเปอร์เซ็นต์ของเสียของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟแต่ละชนิด ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552.....18

ตารางที่ 1.6 จำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในหน่วย DPPM ในการเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟรุ่นชาสต้า ในช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552.....19

ตารางที่ 1.7 สาเหตุทั้งหมดที่ส่งผลต่อของเสีย Drive exceeded time limit fail บนกระบวนการเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ.....22

ตารางที่ 1.8 ระยะเวลาในการทำงานแต่ละขั้นตอน..... 29

ตารางที่ 2.1 ตารางสรุปข้อมูลที่นำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัย.....72

ตารางที่ 2.2 ชื่อผู้แต่งในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย.....73

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในโรงงานกรณีศึกษา.....103

ตารางที่ 3.2 ค่า r และค่า P-value ในการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของเสียรวมกับจำนวนของเสียประเภท Drive exceeded time limit ของผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล รุ่นชาสต้า.....105

หน้า

ตารางที่ 3.3 ค่า r และค่า P-value ในการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของเสียประเภท Drive exceeded time limit fail กับจำนวนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำเร็จรูปของผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล รุ่นซาสต้า 106
ตารางที่ 4.1 เกณฑ์ในการยอมรับสำหรับระบบการวัด 110
ตารางที่ 4.2 ผลลัพธ์ของการตรวจวัดระบบการวัดครั้งที่ 1 111
ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ความสามารถระบบการวัดของกระบวนการเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ข้อมูลจริงจาก Minitab 112
ตารางที่ 4.4 ผลลัพธ์ของการตรวจวัดระบบการวัดครั้งที่ 2 115
ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ความสามารถระบบการวัดของกระบวนการเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ข้อมูลจริงจาก Minitab 116
ตารางที่ 5.1 ปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอกที่ส่งผลต่อ Drive exceeded time limit fail 120
ตารางที่ 5.2 การวิเคราะห์ปัญหาจากการหาความสัมพันธ์สาเหตุและผล (Cause and effect matrix) 127
ตารางที่ 5.3 การวิเคราะห์ FMEA สำหรับกระบวนเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ 132
ตารางที่ 5.4 สาเหตุของปัญหาและค่า RPN 135
ตารางที่ 6.1 ปัจจัยและระดับของปัจจัยในการออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^k 147
ตารางที่ 6.2 ค่าอำนาจของการทดสอบและขนาดตัวอย่างจากการคำนวณโดยใช้โปรแกรม MINITAB 151
ตารางที่ 6.3 แผนและลำดับการทดลองที่สร้างจากโปรแกรม MINITAB 152
ตารางที่ 6.4 ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซฮีเลียมภายในตัวฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่ได้จากการทดลอง 157

หน้า

ตารางที่ 6.5 การประมาณค่าผลกระทบและสัมประสิทธิ์ของการทดลองด้วยโปรแกรม Minitab 165

ตารางที่ 6.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองด้วยโปรแกรม Minitab 165

ตารางที่ 6.7 ระดับที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัยเพื่อให้มีค่าปริมาณความเข้มข้นของ HE (%) บนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟส่วนบุคคลรุ่นซาสต้ามากที่สุด 170

ตารางที่ 6.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบจำลองการถดถอยในโปรแกรม Minitab 171

ตารางที่ 6.9 แผนการดำเนินงานแก้ปัญหาของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟส่วนบุคคล รุ่นซาสต้า 181

ตารางที่ 7.1 ผลของการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ 191

ตารางที่ 8.1 ผลการประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคนิคต่างๆ ในงานวิจัย 195

ตารางที่ 8.2 ผลการดำเนินงานวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ 201

ตาราง ก.1 แบบฟอร์มการให้คะแนนเพื่อทำการวิเคราะห์ปัญหาจากการหาความสัมพันธ์สาเหตุและผล (Cause and effect matrix) 211

ตารางที่ ข.1 ผลการวิเคราะห์การทดลองโดยใช้โปรแกรม MINITAB 216

ตารางที่ ข.2 ค่าความน่าจะเป็นสะสมและค่าส่วนตกค้าง (Residual) ในการสร้าง Normal probability plot 222

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 อัตราผลผลิตของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ในปี พ.ศ. 2552 3

รูปที่ 1.2 ชุดประกอบหัวอ่านเขียนสำเร็จ (Head Stack Assembly; HSA) 5

รูปที่ 1.3 ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (2.5" Hard disk drive) 5

รูปที่ 1.4 ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำหรับคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ (3.5" Hard disk drive) 6

รูปที่ 1.5 ภาพรวมกระบวนการผลิตทั้งหมดของโรงงานกรณีศึกษา 9

รูปที่ 1.6 รายละเอียดกระบวนการผลิตทั้งหมดของโรงงานกรณีศึกษา 10

รูปที่ 1.7 ขั้นตอนที่พบปัญหาในกระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา 13

รูปที่ 1.8 กระบวนการผลิต อินพุต และเอาต์พุตของโรงงานกรณีศึกษา 16

รูปที่ 1.9 กราฟจำนวนการผลิต ในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 18

รูปที่ 1.10 กราฟสัดส่วนระหว่างจำนวนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟและของเสียของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟแต่ละชนิด ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 19

รูปที่ 1.11 กราฟจำนวนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ จำนวนของเสีย และจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในหน่วย DPPM ในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ของผลิตภัณฑ์รุ่นซาสต้า 20

รูปที่ 1.12 แผนภาพพาเรโตจำนวนของเสียแต่ละประเภทในช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 21

รูปที่ 1.13 แผนผังเหตุและผล (Cause & effect diagram) แสดงสาเหตุที่ส่งผลต่อของเสียประเภท Drive exceeded time limit fail 24

หน้า

รูปที่ 2.1 ขอบเขตของการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง....33
รูปที่ 2.2 แผนภาพแนวคิดของระบบการผลิตแบบลีน....34
รูปที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงขับด้านเวลา และองค์ประกอบของเวลานำ....36
รูปที่ 2.4 แผนภูมิอำนาจของซิกซ์ ซิกมา และแนวคิดแบบลีน....40
รูปที่ 2.5 ขั้นตอนในการปรับปรุงกระบวนการตามแนวคิดซิกซ์ ซิกมา....42
รูปที่ 2.6 ส่วนประกอบของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ....46
รูปที่ 2.7 ตัวอย่างใบตรวจสอบแสดงการตรวจสอบคุณสมบัติของวัสดุในการผลิต....48
รูปที่ 2.8 หลักการพาเรโต....48
รูปที่ 2.9 องค์ประกอบผังแสดงเหตุและผล....51
รูปที่ 2.10 กราฟแท่ง....51
รูปที่ 2.11 กราฟเส้น....52
รูปที่ 2.12 กราฟวงกลม....52
รูปที่ 2.13 กราฟใยแมงมุม....52
รูปที่ 2.14 ตัวอย่างแผนภูมิควบคุม....54
รูปที่ 2.15 เกณฑ์การเลือกใช้แผนภูมิควบคุม....55
รูปที่ 2.16 ฮิสโตแกรมแบบปกติ....57
รูปที่ 2.17 ฮิสโตแกรมแบบแยกเป็นเกาะ....57
รูปที่ 2.18 ฮิสโตแกรมแบบระฆังคู่....57
รูปที่ 2.19 ฮิสโตแกรมแบบฟันปลา....58
รูปที่ 2.20 ฮิสโตแกรมแบบหน้าผา....58
รูปที่ 2.21 ตัวอย่างแผนผังการกระจาย (Scatter diagram)....59
รูปที่ 2.22 การกระจายที่มีสหสัมพันธ์แบบบวกชัดเจนและแบบบวกไม่ชัดเจน....60
รูปที่ 2.23 การกระจายที่มีสหสัมพันธ์แบบลบชัดเจนและแบบลบไม่ชัดเจน....60
รูปที่ 2.24 การเพิ่มหรือลดค่าของ X อาจทำให้ค่า Y เป็นไปได้ทั้งเพิ่มและลด....60

หน้า

รูปที่ 2.25 แผนภูมิอธิบายความคิดแบบ Why-Why analysis 62
รูปที่ 2.26 องค์ประกอบของระบบวัด 64
รูปที่ 2.27 ผลกระทบต่อการตัดสินใจยอมรับผลิตภัณฑ์ 64
รูปที่ 2.28 ภาพรวมของการศึกษาระบบการวัด 65
รูปที่ 2.29 แบบจำลองทั่วไปสำหรับกระบวนการหรือระบบ 68
รูปที่ 3.1 เครื่องทดสอบเอ็กคาร์ลิเบอร์ (X-Caliber tester) 88
รูปที่ 3.2 พนักงานวางฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟลงบนสายพานหน้าเครื่องทดสอบเอ็กคาร์ลิเบอร์ 89
รูปที่ 3.3 ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟจะเลื่อนไปบนสายพานหน้าเครื่องเพื่อเข้าสู่เครื่องทดสอบเอ็กคาร์ลิเบอร์ 89
รูปที่ 3.4 แผนภูมิการไหลของกระบวนการเตรียมซอฟแวร์ในการเขียนสัญญาณ (Test software) 92
รูปที่ 3.5 เครื่องที่ใช้ในการเติมก๊าซฮีเลียมเข้าภายในตัวฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ (Helium charge chamber) 93
รูปที่ 3.6 แผนภูมิการไหลของกระบวนการอัดก๊าซฮีเลียม (Helium charge) 94
รูปที่ 3.7 สถานีงานที่ใช้ในการติดซีล (Seal install) 95
รูปที่ 3.8 แผนภูมิการไหลของกระบวนการติดซีล (Seal install) 96
รูปที่ 3.9 สถานีงานที่ทำการจับคู่ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ (Pairing) 97
รูปที่ 3.10 แผนภูมิการไหลของกระบวนการจับคู่ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ (Pairing) 98
รูปที่ 3.11 แผนภูมิการไหลของกระบวนการเขียนสัญญาณ (HX-Filler) 100
รูปที่ 3.12 กระบวนการอัดก๊าซฮีเลียม (Helium charge) ของโรงงานกรณีศึกษา 101
รูปที่ 3.13 วิธีการติดซีล (Seal install) 101
รูปที่ 3.14 กระบวนการติดซีล (Seal install) ของโรงงานกรณีศึกษา 101
รูปที่ 3.15 กระบวนการเขียนสัญญาณ (HX-Filler) บนเครื่องทดสอบเอ็กคาร์ลิเบอร์ (X-Caliber tester) ของโรงงานกรณีศึกษา 102
รูปที่ 3.16 ความต้องการทางการตลาด 103

หน้า

รูปที่ 3.17 กราฟจำนวนต่างๆ ในแต่ละเดือนของผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล รุ่นชาสต้า 104
รูปที่ 3.18 แผนภาพการกระจายระหว่างจำนวนของเสียรวมกับจำนวนของเสียประเภท Drive exceeded time limit ของผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล รุ่นชาสต้า 105
รูปที่ 3.19 แผนภาพการกระจายระหว่างจำนวนของเสียประเภท Drive exceeded time limit fail กับจำนวนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำเร็จรูปของผลิตภัณฑ์สำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล รุ่นชาสต้า 106
รูปที่ 3.20 ความสามารถของกระบวนการเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (2.5" Hard disk drive) รุ่นชาสต้า 107
รูปที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัดครั้งที่ 1 114
รูปที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัดครั้งที่ 2 117
รูปที่ 5.1 แผนผังแสดงเหตุและผลของปัญหา Drive exceeded time limit 125
รูปที่ 5.2 แผนภูมิพาเรโต้เรียงลำดับปัจจัยต่างๆ จากการวิเคราะห์ด้วย Cause and effect matrix 129
รูปที่ 5.3 แผนภูมิพาเรโต้จัดลำดับความสำคัญของค่า RPN 136
รูปที่ 5.4 การจัดกลุ่มปัจจัยนำเข้าของปัญหา Drive exceeded time limit บนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟส่วนบุคคล รุ่นชาสต้า 138
รูปที่ 6.1 แผนผังต้นไม้ในการแก้ปัญหาของเสีย Drive exceeded time limit fail บนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟส่วนบุคคล รุ่นชาสต้า 140
รูปที่ 6.2 แผนผังกลุ่มเชื่อมโยงแสดงวิธีการแก้ปัญหา Drive exceeded time limit fail บนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟส่วนบุคคล รุ่นชาสต้า 144
รูปที่ 6.3 โปรแกรมเพื่อควบคุมค่าความเร็วรอบในการขันสกรู 145
รูปที่ 6.4 โปรแกรมเพื่อควบคุมค่าแรงในการขันสกรู 146

หน้า

รูปที่ 6.5 HDA รุ่นชาสต้า ซึ่งประกอบชิ้นส่วนภายในมาครบทุกชิ้นส่วน.....147
รูปที่ 6.6 ฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ (Top cover) รุ่นชาสต้า.....148
รูปที่ 6.7 สกรูสำหรับขันบนฝาปิดฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ (Top cover).....148
รูปที่ 6.8 แผ่นวงจร PCBA.....148
รูปที่ 6.9 สกรูสำหรับขันบนแผ่นวงจร PCBA และ Gasket.....149
รูปที่ 6.10 ซีล.....149
รูปที่ 6.11 Normal probability plot ของส่วนตกค้างปริมาณความเข้มข้นของก๊าซฮีเลียมภาย
ในตัวฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ.....162
รูปที่ 6.12 แผนภาพการกระจายระหว่างส่วนตกค้างกับลำดับการเก็บข้อมูล.....163
รูปที่ 6.13 แผนภาพการกระจายระหว่างส่วนตกค้างกับค่าที่ถูกฟิต.....164
รูปที่ 6.14 Normal probability plot แสดงปัจจัยหลักและอันตรกิริยาที่มีนัยสำคัญ.....165
รูปที่ 6.15 แผนภาพพาเรโตแสดงปัจจัยหลักและอันตรกิริยาที่มีนัยสำคัญ.....166
รูปที่ 6.16 ผลหลักของปัจจัยที่มีต่อตัวแปรตอบสนอง.....168
รูปที่ 6.17 ผลของอันตรกิริยาระหว่างปัจจัยที่มีต่อตัวแปรตอบสนอง.....169
รูปที่ 6.18 แผนภูมิขั้นตอนในกระบวนการอัดก๊าซฮีเลียมจนนำฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเข้าทดสอบในตู้
ทดสอบเอ็กคาร์ลิเบอร์.....173
รูปที่ 6.19 หน้าจอ (Monitor) เพื่อใช้เป็นสัญญาณบอกว่าตู้ทดสอบกำลังจะเขียนและทดสอบ
ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเสร็จแล้ว.....176
รูปที่ 6.20 สัญญาณไฟกระพริบเพื่อใช้เป็นสัญญาณบอกว่าตู้ทดสอบกำลังจะเขียนและทดสอบ
ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเสร็จแล้ว.....176
รูปที่ 6.21 ตัวอย่างแผนผังโรงงานแบบใหม่จากทีม เพื่อช่วยลดระยะทางในการขนส่ง.....178
รูปที่ 6.22 แผนภูมิขั้นตอนการจัดทำระเบียบวิธีปฏิบัติงานในกระบวนการอัดก๊าซฮีเลียมจนนำ
ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเข้าทดสอบในตู้ทดสอบเอ็กคาร์ลิเบอร์.....179

หน้า

รูปที่ 6.23 แผนการแก้ไขและป้องกันเมื่อเกิดสภาวะออกนอกการควบคุม.....185

รูปที่ 7.1 แผ่นภูมิควบคุมของอาการเสีย Drive exceeded time limit บนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟส่วนบุคคลรุ่นซาสต้า.....187

รูปที่ 7.2 กราฟจำนวน DPPM ของของเสียประเภท Drive exceeded time limit บนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟส่วนบุคคล รุ่นซาสต้า ก่อนและหลังการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ.....188

รูปที่ 7.3 กราฟจำนวน DPPM ของเสียบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟส่วนบุคคล รุ่นซาสต้า ก่อนและหลังการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ.....189

รูปที่ 7.4 แผนภูมิขั้นตอนในกระบวนการอัดก๊าซฮีเลียมจนนำฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเข้าทดสอบในตู้ทดสอบเอ็กคาร์ลิเบอร์ หลังจากนำแนวคิดลีนมาประยุกต์ใช้.....190