การลดของเสียจากการพ่นสีรองพื้นในกระบวนการผลิตกล่องนาฬิกาโดยแนวทางซิกซ์ ซิกมา

นายภาณุ ชุดเจือจีน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2550
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEFECT OF REDUCTION OF BASE COAT IN WATCH BOX PROCESS BY SIX SIGMA APPROACH

Mr. Panu Chudjerjeen

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 2007

Copyright of Chulalongkorn University

501791

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การลดของเสียจากการพ่นสีรองพื้นในกระบวนการผลิตกล่องนาฬิกาโดยแนวทางซิกซ์ ซิกมา
โดย	นายภาณุ ชุดเจือจีน
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร. ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ สมชาย พวงเพิกศึก)

ภาณุ ชุดเจือจีน : การลดของเสียจากการพ่นสีรองพื้นในกระบวนการผลิตกล่องนาฬิกาโดยแนวทางซิกซ์ ซิกมา. (DEFECT OF REDUCTION OF BASE COAT IN WATCH BOX BY SIX SIGMA APPROACH) อ.ที่ปรึกษา: รศ. ดร.ปารเมศ ชุติมา, 147 หน้า.

งานวิจัยนี้ประยุกต์แนวคิดของซิกซ์ ซิกมา เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นจากการพ่นสีรองพื้น ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญมากในกระบวนการผลิตกล่องนาฬิกา ที่มีความต้องการด้านคุณภาพของสินค้าสูงมาก จากข้อมูลพบว่า กระบวนการผลิตก่อนการปรับปรุงมีปริมาณของเสียเท่ากับ 19,615 ชิ้นในหนึ่งล้านชิ้นของผลผลิต (Defect Parts per Million: DPPM) ทำให้บริษัทต้องสูญเสียเงินเป็นจำนวนนับล้านบาทต่อปี การปรับปรุงคุณภาพตามแนวทางของซิกซ์ ซิกมา จะใช้หลักการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติเป็นสำคัญ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลักคือ การนิยามปัญหา (Define) การวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา (Measure) การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analyze) การปรับปรุงกระบวนการ (Improvement) และการควบคุมกระบวนการผลิต (Control) ตามลำดับ

ในแต่ละลำดับของการดำเนินงานในงานวิจัยจริงประกอบด้วย การศึกษาในรายละเอียดเกี่ยวกับปัญหา การศึกษาความแม่นยำและความถูกต้องของระบบการวัด การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยแผนภาพแสดงเหตุและผล การวิเคราะห์ผลกระทบของโหมดของการเสีย (FMEA) การใช้เครื่องมือทางสถิติพื้นฐานเพื่อกรองปัจจัยที่น่าจะมีผลต่อกระบวนการ การประยุกต์การออกแบบการทดลองและหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของกระบวนการ และการควบคุมกระบวนการผลิตเพื่อป้องกันปัญหาที่อาจจะเกิดซ้ำขึ้นอีก

จากข้อมูลหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยซิกซ์ ซิกมา พบว่า จำนวนของข้อพกพร่องที่เกิดขึ้นจากการพ่นสีรองพื้นในกระบวนการผลิตกล่องนาฬิกาลดลงเท่ากับ 3,240 ชิ้นในหนึ่งล้านชิ้นของผลผลิต(DPPM) และทำให้กระบวนการผลิตมีค่าระดับมาตรฐานเท่ากับ 2.99 σ

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต ภาณุ ชุดเจือจีน

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2550

4970498321 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD: SIX SIGMA / REDUCE THE DEFECT / WATCH BOX MANUFACTURING

PANU CHUDJERJEEN : DEFECT OF REDUCTION OF BASE COAT IN WATCH BOX BY SIX SIGMA APPROACH.THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. PARAMES CHUTIMA, Ph.D., 147 pp.

This research has been performed in a watch box manufacturing .The research aims to reduce the defect of base coat process because this manufacturing need to high quality for a watch box. The current process has 19,615 DPPM (Defect Part per Million) .This company loss profit more than a million baht. Six Sigma Approach is used as a process tools in this research. lt consists 5 phases which are define phase, measurement phase, analyze phase, improve phase and control phase .

In each phase of Six Sigma Approach mainly applies the statistical techniques to make decisions for any key input process variable. The first phase is problem define phase. The second phase is to determine the repeatability and reproducibility of measurement system. Key process input variables are listed by cause and effect diagram and FMEA (Failure Mode Effect Analysis). The third phase is to use statistic to analyze the actual root cause. The fourth phase is to improve all the key process input to reduce defect. Finally, control in the acceptance level by control phase.

After an experiment are concludes, DPPM has showed significantly improvement. The amount of defect from base coat in a watch box process has 3,240 DPPM (Defect Part per Million) and the sigma level is 2.99 σ.

Department...INDUSTRIAL ENGINEERING Student's signature.....

Field of study INDUSTRIAL ENGINEERING Advisor's signature.....

Academic year.....2007.....

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ปารเมศ ชุติมา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ ตลอดจนแนวทางในการแก้ไขปัญหาอุปสรรคต่างๆที่เกิดขึ้นระหว่างการทำวิจัย พร้อมทั้งตรวจสอบข้อบกพร่องในการทำวิจัยครั้งนี้ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย ประธานกรรมการ รองศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์และรองศาสตราจารย์ สมชาย พวงเพิกศึก กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาเสนอแนะประเด็น เพื่อปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คุณอนิรุธ วิจิตร ผู้ช่วยผู้จัดการฝ่ายผลิต ตลอดจนพนักงานของโรงงานตัวอย่างทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการทำการทดลองเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้ทั้งกำลังทางกายและกำลังทางใจ และเพื่อนนิสิตที่กรุณาให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้จนประสบความสำเร็จ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญภาพ..... ฏ

บทที่

1 บทนำ..... 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 ประวัติความเป็นมาและรายละเอียดของโรงงานกรณีศึกษา..... 2

1.3 การศึกษาความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาปัจจุบัน..... 3

1.4 วัตถุประสงค์การวิจัย..... 6

1.5 ขอบเขตการวิจัย..... 6

1.6 แนวทางการดำเนินงานวิจัย..... 6

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 7

2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 8

2.1 การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 8

2.2 ความรู้เกี่ยวกับกล่องนาฬิกา..... 11

2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิธีการทางซิกซ์ ซิกมา..... 13

3 การนิยามปัญหา..... 29

3.1 บทนำ..... 29

3.2 การกำหนดทีมงานการดำเนินงาน..... 29

3.3 การศึกษากระบวนการผลิต..... 29

3.4 สภาพปัญหาในปัจจุบัน..... 39

3.5 การกำหนดปัญหา..... 40

3.6 สรุปนิยามปัญหา..... 45

บทที่ หน้า

4 การวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา....46
4.1 บทนำ....46
4.2 การวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัด(GR&R)....46
4.3 การวิเคราะห์ปัญหาจากสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram))....50
4.4 การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA)....57
4.5 สรุปขั้นตอนการวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา....64

5 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา....66
5.1 บทนำ....66
5.2 ปัจจัยนำเข้าที่นำมาทดสอบสมมติฐาน....67
5.3 การทดสอบสมมติฐาน....67
5.4 สรุปขั้นตอนกาวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา....84

6 การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ....85
6.1 บทนำ....85
6.2 ปัจจัยนำเข้าที่สำคัญ....85
6.3 ตัวแปรตอบสนอง....86
6.4 การออกแบบการทดลอง....86
6.5 ขั้นตอนในการทดลอง....87
6.6 ผลการทดลอง....90
6.7 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง....92
6.8 การวิเคราะห์ผลการทดลอง....95
6.9 สรุปขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ....101

7 การทดสอบยืนยันผล....102
7.1 บทนำ....102
7.2 การทดสอบยืนยันผล....102
7.3 การวิเคราะห์ผลการทดลอง....103
7.4 สรุปผลขั้นตอนการทดสอบยืนยัน....104

บทที่ หน้า

8 การควบคุมกระบวนการผลิต....105
8.1 บทนำ....105
8.2 แผนการควบคุม....105
8.3 ข้อมูลหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต....107
8.4 สรุปการควบคุมกระบวนการผลิต....108

9 บทสรุปและข้อเสนอแนะ....109
9.1 บทนำ....109
9.2 บทสรุปขั้นตอนการนิยามปัญหา....109
9.3 บทสรุปขั้นตอนการวัดเพื่อกำหนดหาสาเหตุของปัญหา....110
9.4 บทสรุปขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา....111
9.5 บทสรุปขั้นตอนการแก้ไขกระบวนการ....111
9.6 บทสรุปขั้นตอนการควบคุมการผลิต....112
9.7 ข้อจำกัดในงานวิจัย....113
9.8 ข้อเสนอแนะ....113

รายการอ้างอิง....114

ภาคผนวก....116
ภาคผนวก ก ค่าเปอร์เซนต์ของเสียของผลิตกล่องนาฬิกา....117
ภาคผนวก ข ค่าการวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา....120
ภาคผนวก ค การควบคุมการผลิต....141

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์....147

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละ Sigma Quality Level 13
ตารางที่ 3.1 แสดงข้อมูลของผลิตภัณฑ์นาฬิกาในแต่ละรุ่น.....43
ตารางที่ 3.2 แสดงข้อมูลของเสียในแต่ละปัญหา.....43
ตารางที่ 4.1 เกณฑ์การยอมรับของระบบการวัด.....48
ตารางที่ 4.2 ผลลัพธ์ของระบบการวัด.....49
ตารางที่ 4.3 แสดงตาราง Cause and Effect Matrix.....53
ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ FMEA.....59
ตารางที่ 4.5 แสดงสาเหตุของปัญหาและค่า RPN.....63
ตารางที่ 4.6 แสดงสาเหตุของปัญหาและค่า RPNที่สูงทั้ง 4 ลำดับ.....64
ตารางที่ 5.1 ผลการวิเคราะห์ขนาดตัวอย่างเนื่องจากความหนืดของการพ่นสีรองพื้น..... 70
ตารางที่ 5.2 ผลการวิเคราะห์การทดลองเนื่องจากความหนืดของการพ่นสีรองพื้น..... 71
ตารางที่ 5.3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเนื่องจากความหนืดของการพ่นสีรองพื้น..... 71
ตารางที่ 5.4 ผลการวิเคราะห์ขนาดตัวอย่างเนื่องจากจำนวนรอบของการพ่นสีรองพื้น..... 74
ตารางที่ 5.5 ผลการวิเคราะห์การทดลองเนื่องจากจำนวนรอบของการพ่นสีรองพื้น..... 74
ตารางที่ 5.6 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเนื่องจากจำนวนรอบของการพ่นสีรองพื้น..... 75
ตารางที่ 5.7 ผลการวิเคราะห์ขนาดตัวอย่างเนื่องจารูปแบบการพ่นสีรองพื้น.....78
ตารางที่ 5.8 ผลการวิเคราะห์การทดลองเนื่องจากรูปแบบการพ่นสีรองพื้น..... 79
ตารางที่ 5.9 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเนื่องจากรูปแบบการพ่นสีรองพื้น.....79
ตารางที่ 5.10 ผลการวิเคราะห์ขนาดตัวอย่างเนื่องจาการตรวจสอบคุณภาพส่วนผสมสารเคมี.....82
ตารางที่ 5.11 ผลการวิเคราะห์การทดลองเนื่องจากการตรวจสอบคุณภาพส่วนผสมสารเคมี..... 83
ตารางที่ 5.12 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเนื่องจากการตรวจสอบคุณภาพส่วนผสมสารเคมี..... 83
ตารางที่ 6.1 แสดงระดับของปัจจัยนำเข้าทำการทดลอง.....85
ตารางที่ 6.2 แสดงตารางผลการทดลอง.....90
ตารางที่ 6.3 แสดงตารางผลการวิเคราะห์การออกแบบการทดลอง..... 96
ตารางที่ 6.4 แสดงปัจจัยและกำหนดค่าที่เหมาะสมของระดับ.....100
ตารางที่ 8.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าระดับมาตรฐานเปรียบเทียบก่อนและหลังการทดลอง....107

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 ผลิตภัณฑ์กล่องนาฬิกา (Box for Watch)..... 2
รูปที่ 1.2 ผลิตภัณฑ์วางแสดงสินค้า (Displays)..... 2
รูปที่ 1.3 ปริมาณผลผลิตของกระบวนการผลิตกล่องนาฬิกา..... 3
รูปที่ 1.4 สัดส่วนของเสียเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อปริมาณการผลิต..... 4
รูปที่ 1.5 แผนภาพพาเรโตของของเสียแยกตามแผนก..... 4
รูปที่ 1.6 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนผลิตภัณฑ์เสีย..... 5
รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของกล่องนาฬิกา (Box for Watch)..... 11
รูปที่ 3.1 แสดงแผนภาพกระบวนการผลิตกล่องนาฬิกา..... 30
รูปที่ 3.2 แสดงแผนภาพการพ่นสีรองพื้นของกระบวนการผลิตกล่องนาฬิกา..... 38
รูปที่ 3.3 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนผลิตภัณฑ์เสีย..... 40
รูปที่ 3.4 แผนภาพพาเรโตของของเสียแยกตามแผนก..... 41
รูปที่ 3.5 กราฟแสดงยอดขายและกำไรในช่วงวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์..... 46
รูปที่ 3.6 กราฟแสดงวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง..... 42
รูปที่ 3.7 แสดงของเสียของการเกิดฟองบนกล่อง..... 44
รูปที่ 3.8 แสดงของเสียของการเกิดรูลึกบนกล่อง..... 44
รูปที่ 4.1 แสดงแผนภาพการวิเคราะห์สาเหตุของเสียที่เกิดจากฟองและรูลึก..... 51
รูปที่ 4.2 แผนภาพพาเรโตเรียงลำดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆจากการวิเคราะห์ด้วย Cause and Effect Matrix..... 55
รูปที่ 4.3 แสดงแผนภาพพาเรโตเรียงลำดับความสำคัญของค่า RPN ในการวิเคราะห์ FMEA..... 63
รูปที่ 5.1 แสดงภาพส่วนผสมของสีรองพื้น..... 68
รูปที่ 5.2 แสดงภาพการตรวจสอบความหนืดเทียบกับเวลา..... 68
รูปที่ 5.3 แสดงแผนภาพการทดลองการพ่นสีด้านความหนืดสารเคมี..... 69
รูปที่ 5.4 แสดงแผนภาพการทดลองการพ่นสีด้านจำนวนรอบของการพ่นสีรองพื้น..... 73
รูปที่ 5.5 แสดงภาพการพ่นสีรองพื้นแบบเดี่ยว..... 76
รูปที่ 5.6 แสดงภาพการพ่นสีรองพื้นแบบกลุ่ม..... 76
รูปที่ 5.7 แสดงแผนภาพการทดลองการพ่นสีรองพื้นด้านรูปแบบการพ่นสีรองพื้น..... 77

หน้า

รูปที่ 5.8 แผนภาพการทดลองการพ่นสีรองพื้นด้านการตรวจสอบสารเคมี..... 81
รูปที่ 6.1 ภาพผังการทดลองพ่นสีรองพื้นแบบเดี่ยว..... 88
รูปที่ 6.2 ผังการทดลองพ่นสีรองพื้นแบบกลุ่ม..... 88
รูปที่ 6.3 กราฟการกระจายของค่าส่วนตกค้าง..... 93
รูปที่ 6.4 การกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าส่วนตกค้างและลำดับของข้อมูล..... 94
รูปที่ 6.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าส่วนตกค้างและค่าที่ถูกฟิต..... 95
รูปที่ 6.6 แสดงภาพผลหลักของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง..... 97
รูปที่ 6.7 แสดงภาพผลอัตรกิริยาของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง..... 97
รูปที่ 6.8 ความสัมพันธ์ของความหนืดของสารเคมีและจำนวนรอบของการพ่นสี..... 98
รูปที่ 6.9 ความสัมพันธ์ของความหนืดของสารเคมีและรูปแบบการพ่นสี..... 99
รูปที่ 6.10 ความสัมพันธ์ของจำนวนรอบของการพ่นสีและรูปแบบการพ่นสี..... 99
รูปที่ 7.1 แผนภูมิการศึกษาด้านสมรรถนะของกระบวนการ.....103