การประยุกต์การออกแบบการทดลองในการปรับปรุงคุณภาพของแรงดึงของหัวอ่านเขียนข้อมูลในฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

นาย ทรงพล พิเชษฐ์วัฒนา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2541

ISBN 974–331–579-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I18512410

APPLY OF THE DESIGN OF EXPERIMENT FOR QUALITY IMPROVEMENT OF PULL STRENGTH OF READ/WRITE HEAD IN HARD DISC DRIVE

Mr. Songphon Phichatwattana

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1998

ISBN 974–331-579-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประยุกต์การออกแบบการทดลองในการปรับปรุงคุณภาพของแรงดึงของหัวอ่านเขียนข้อมูลในฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ
โดย	นาย ทรงพล พิเชษฐ์วัฒนา
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. ปารเมศ ชุติมา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

---------- คณะบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชุติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

---------- ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ)

---------- อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ดร. ปารเมศ ชุติมา)

---------- กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เหรียญ บุญดีสกุลโชค)

---------- กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

ทรงพล พิเชษฐ์วัฒนา : การประยุกต์การออกแบบการทดลองในการปรับปรุงคุณภาพของแรงดึงของหัวอ่านเขียนข้อมูลในฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ (APPLY OF THE DESIGN OF EXPERIMENT FOR QUALITY IMPROVEMENT OF PULL STRENGTH OF READ/WRITE HEAD IN HARD DISC DRIVE) อ.ที่ปรึกษา : อ.ดร. ปารเมศ ชุติมา, 108 หน้า. ISBN 974–331-579-9

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแรงดึงระหว่าง Slider และ Flexure ของหัวอ่านเขียนข้อมูลในฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ และเสนอเงื่อนไขที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มคุณภาพของแรงดึงของหัวอ่านเขียนข้อมูลดังกล่าวภายใต้เงื่อนไขที่เป็นไปได้จริง งานวิจัยนี้เริ่มต้นจากการอาศัยความรู้และความชำนาญของผู้เชี่ยวชาญและจากเอกสารจำนวนมากที่เกี่ยวข้องเพื่อระบุถึงปัจจัยทั้งหมดที่มีผลต่อแรงดึงของหัวอ่านเขียนข้อมูลโดยใช้แผนภาพแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) จากการวิเคราะห์แผนภูมิดังกล่าวทำให้ทราบว่ามีปัจจัย 4 ชนิดที่น่าจะมีผลอย่างมากต่อแรงดึงระหว่าง Slider และ Flexure ของหัวอ่านเขียนข้อมูล และปัจจัยดังกล่าวนี้เป็นปัจจัยที่สามารถเปลี่ยนแปลงและควบคุมได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายในการผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมากมายแต่ประการใด ปัจจัยเหล่านี้ประกอบด้วย อัตราส่วนผสมของสารยึดเหนี่ยว อุณหภูมิในการอบ เวลาในการอบ และชนิดของน้ำหนักกด การออกแบบการทดลองแบบแฟกทอเรียลได้ถูกนำมาใช้เพื่อที่จะวิเคราะห์ว่าปัจจัยใดบ้างที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อแรงดึง และปัจจัยใดบ้างที่มีอันตรกิริยา (Interaction) ระหว่างกัน จากผลการทดลองพบว่าปัจจัยเพียง 3 ชนิดเท่านั้นที่มีผลต่อแรงดึง กล่าวคือ อัตราส่วนผสมของสารยึดเหนี่ยว อุณหภูมิในการอบ และเวลาในการอบ การทดลองแบบแฟกทอเรียลได้ถูกนำมาใช้อีกครั้งหนึ่งโดยที่มีจำนวนของการทำซ้ำ (Replication) ของแต่ละปัจจัยเพิ่มขึ้นเพื่อหาสภาวะการทำงานที่เหมาะสมที่จะทำให้ได้ค่าแรงดึงสูงสุดโดยไม่ขัดกับเงื่อนไขทางไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับหัวอ่านเขียน ผลการทดลองแสดงว่าสภาวะที่เหมาะสมที่ทำให้หัวอ่านเขียนมีค่าแรงดึงสูงสุดคือ อัตราส่วนผสม 4:1 อุณหภูมิในการอบ 300 องศาฟาเรนไฮต์ และเวลาที่ใช้ในการอบ 16 นาที และเมื่อนำค่าแรงดึงที่ได้ไปเปรียบเทียบในเชิงสถิติกับค่าแรงดึงของหัวอ่านเขียนในปัจจุบันพบว่า ค่าแรงดึงเฉลี่ยที่สภาวะใหม่นี้มีค่าสูงกว่าค่าแรงดึงที่เป็นอยู่ในสภาวะปัจจุบันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ภาควิชา .....วิศวกรรมอุตสาหการ..... ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา .....วิศวกรรมอุตสาหการ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา .....2541..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

: MAJOR
KEYWORD: 4071517021 INDUSTRIAL ENGINEERING
PULL STRENGTH OF READ/WRITE HEAD / FACTORIAL EXPERIMENT / FACTORIAL WITH TWO AND THREE LEVELS OF FACTORS / TEST OF HYPOTHESIS ON THE MEAN AND VARIANCE
SONGPHON PHICHATWATTANA : APPLY OF THE DESIGN OF EXPERIMENT FOR QUALITY IMPROVEMENT OF PULL STRENGTH OF READ/WRITE HEAD IN HARD DISC DRIVE. THESIS ADVISOR : DR. PARAMES CHUTIMA, 108 pp. ISBN 974-331-579-9

The objective of this thesis is to study factors that are influential in pull strength between slider and flexure of Read/Write head in Hard Disc Drive and to propose the optimum condition for the higher quality of pull strength within practicable solution. Commencing with skills of several experts and knowledge from various relevant documents, this research is to be defined potential factors to pull strength by using cause and effect diagram. From this diagram, 4 factors are considered to have major contribution to such pull strength. All of these factors are changeable and controllable without investing additional production cost heavily. These factors are comprised of Epoxy Mixing Ratio, Curing Temperature, Curing Time and Weight Type. Technique of Factorial Design has been applied to analyze which parameters are significant and have interaction to the strength of pull test. The experiment reveals that only 3 factors which are Epoxy Mixing Ratio, Curing Temperature and Curing Time are significantly influential. Factorial Design is then reapplied by increasing replication of each factor in order to explore the appropriate working condition to obtain the highest pull strength without interfere with electrical performance of the Read/Write head. This experiment shows that optimum condition is at 4:1 Epoxy Mixing Ratio, 300 Degree Fahrenheit of Curing Temp and 16 minute of Curing Time. Compared to the pull strength of current condition, that of the optimum is significantly higher.

ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	**ลายมือชื่อนิสิต**	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	**ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา**	
ปีการศึกษา	2541	**ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม**	

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์ของ อาจารย์ ดร. ปารเมศ ชุติมา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำชี้แนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนอาจารย์ที่ร่วมเป็นประธานและกรรมการ ในการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย ศาสตราจารย์ ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เหรียญ บุญดีสกุลโชค และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์ ที่ได้ให้ข้อแนะนำและตรวจสอบความถูกต้องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เพื่อความเหมาะสมและเป็นประโยชน์ในการศึกษาต่อไป

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ตลอดจนเพื่อนร่วมงานที่ได้ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจด้วยดีตลอดมา

ท้ายสุดนี้หวังว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ในการประยุกต์ใช้กับการทำงานในปัจจุบันทางด้านการปรับปรุงคุณภาพโดยวิธีการออกแบบการทดลองไม่มากก็น้อย ความดีเหล่านี้ขอมอบแด่ทุกท่านที่มีส่วนร่วมสนับสนุนและให้การอนุเคราะห์ในการทำวิจัยครั้งนี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .....ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....จ
กิตติกรรมประกาศ .....ฉ
สารบัญตาราง .....ญ
สารบัญภาพ .....ฏ

บทที่

1. บทนำ 1
    1.1 กล่าวนำ 1
    1.2 วัตถุประสงค์ 2
    1.3 ขอบเขตการวิจัย.....2
    1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....3
    1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....3
2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง..... 4
    2.1 การออกแบบการทดลอง.....4
        2.1.1 การออกแบบการทดลองคืออะไร.... 4
        2.1.2 การประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลอง.....4
        2.1.3 แนวคิดพื้นฐานการออกแบบการทดลอง.....5
        2.1.4 แนวทางในการออกแบบการทดลอง 5
        2.1.5 รูปแบบของการออกแบบการทดลอง 6
    2.2 การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7
3. หัวอ่านเขียนข้อมูลและการผลิต 9
    3.1 หัวอ่านเขียนข้อมูล 9
        3.1.1 หัวอ่านเขียนข้อมูลในฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ 9
        3.1.2 การทำงานของหัวอ่านเขียนข้อมูล 12
    3.2 กระบวนการผลิตและการทดสอบหัวอ่านเขียนข้อมูล 14
    3.3 การทดสอบแรงดึงของหัวอ่านเขียนข้อมูล 21
4. วิธีดำเนินการวิจัย 22
    4.1 การเลือกปัจจัยที่ใช้ในการวิจัย 22
        4.1.1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าแรงดึงของหัวอ่านเขียนข้อมูล 22

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.1.2 การเลือกปัจจัยที่ใช้ในการวิจัย 24
4.1.3 ข้อจำกัดของการวิจัย 28
4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 29
4.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 29
4.2.2 เครื่องมือทางสถิติที่ใช้ในการวิจัย 29
4.3 การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล 32
4.3.1 การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในการทดลองเบื้องต้น 32
4.3.2 การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนการทดลองเพื่อหา สภาวะที่เหมาะสม 34
4.3.3 การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนการทดลองเพื่อ ยืนยันผล 37
4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล 38
4.4.1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ข้อมูล 38
4.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนของการทดลองเบื้องต้น 39
4.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนของการทดลองเพื่อหา สภาวะที่เหมาะสม 39
4.4.4 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อยืนยันผล 43
5. ผลการทดลองและการวิเคราะห์ 46
5.1 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ในขั้นตอนการทดลองเบื้องต้น 46
5.1.1 ผลจากการทดลองเบื้องต้น 46
5.1.2 การวิเคราะห์ผลการทดลองเบื้องต้นโดยวิธีแฟคตอเรียลเมื่อ ระดับของปัจจัยมี 2 และ 3 ระดับ 47
5.2 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ในการทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสม 48
5.2.1 การทดสอบพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า 48
5.2.2 การทดสอบแรงดึงของหัวอ่านเขียนข้อมูล 58
5.3 การหาสภาวะที่เหมาะสม 62
5.4 การทดสอบเพื่อยืนยันผล 63
5.4.1 ข้อมูลที่ได้จากการทดลองเพื่อยืนยันผล 63
5.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองเพื่อยืนยันผล 64
6. บทสรุปและข้อเสนอแนะ 66
6.1 สรุปผลการวิจัย 66

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

6.2 ข้อจำกัดของการวิจัย 67
6.3 ข้อเสนอแนะและความคิดเห็น 67
รายการอ้างอิง 69
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 72
ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 76
ภาคผนวก ค ภาพแสดงน้ำหนักกดชนิดต่างๆ 104
ประวัติผู้เขียน 108

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

4.1 ปัจจัยที่มีผลต่อแรงดึงที่มีสาเหตุมาจากการทำงานของคน 25
4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อแรงดึงที่มีสาเหตุมาจากเครื่องจักร 26
4.3 ปัจจัยที่มีผลต่อแรงดึงที่มีสาเหตุมาจากวัตถุดิบ 27
4.4 ปัจจัยที่มีผลต่อแรงดึงที่มีสาเหตุมาจากวิธีการทำงาน 28
4.5 ตารางบันทึกผลการทดลองในการทดลองเพื่อยืนยันผล 33
4.6 ตารางบันทึกผลการทดสอบแรงดึงในขั้นตอนการทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสม ...35
4.7 ตารางบันทึกผลการทดสอบพารามิเตอร์ OVW_AVG ในขั้นตอนการทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสม 36
4.8 ตารางบันทึกผลการทดสอบพารามิเตอร์ OTC_AVG ในขั้นตอนการทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสม 36
4.9 ตารางบันทึกผลการทดสอบพารามิเตอร์ OTC_EFL ในขั้นตอนการทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสม 37
4.10 ตารางบันทึกผลการทดลองเพื่อยืนยันผล 38
4.11 ตารางแสดงการคำนวณการวิเคราะห์ความแปรปรวน 41
4.12 ตารางแสดงการคำนวณค่า F และ ค่า Degree of Freedom 42
5.1 ตารางแสดงผลการทดลองที่ได้จากการทดลองเบื้องต้น 47
5.2 แสดงผลการวิเคราะห์ของการทดลองเบื้องต้น 47
5.3 ตารางแสดงข้อมูล OVW_AVG 48
5.4 ตารางแสดงข้อมูล OTC_AVG 49
5.5 ตารางแสดงข้อมูล OTC_EFL 49
5.6 ตาราง ANOVA ของพารามิเตอร์ OVW_AVG 52
5.7 ตาราง ANOVA ของพารามิเตอร์ OTC_AVG 55
5.8 ตาราง ANOVA ของพารามิเตอร์ OTC_EFL.....58
5.9 ตารางแสดงข้อมูลในการทดสอบแรงดึง 58
5.10 ตาราง ANOVA แสดงการวิเคราะห์ของแรงดึง 61
5.11 แสดงข้อมูลของแรงดึงที่ได้จากสภาวะปัจจุบันและสภาวะที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลอง 63

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่

3.1 ภาพแสดงส่วนประกอบของฮาร์ดิสก์ไดร์ฟ 10
3.2 ภาพแสดง Slider ขอหัวอ่านเขียนข้อมูล 11
3.3 ภาพแสดงหัวอ่านเขียนข้อมูล 12
3.4 ภาพแสดงการบันทึกข้อมูลของหัวอ่านเขียนข้อมูล 13
3.5 ภาพแสดงการอ่านข้อมูลของหัวอ่านเขียนข้อมูล 14
3.6 แสดงกระบวนการประกอบหัวอ่านเขียนข้อมูล 18
3.7 แสดงการประกอบหัวอ่านเขียนข้อมูล (ต่อ) 19
3.8 แสดง Layout ของสายการผลิตหัวอ่านเขียนข้อมูล 20
4.1 แผนภาพแสดงเหตุและผลแสดงถึงปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อแรงดึง 23
5.1 Normal Probability Plot ของข้อมูล OVW_AVG 50
5.2 กราฟการทดสอบความเป็นอิศระของข้อมูล OVW_AVG 50
5.3 กราฟระหว่าง Residual กับอุณหภูมิแสดงความสม่ำเสมอของความแปรปรวนของ OVW_AVG 51
5.4 กราฟระหว่าง Residual กับเวลาแสดงความสม่ำเสมอของความแปรปรวนของ OVW_AVG 51
5.5 Normal Probability Plot ของข้อมูล OTC_AVG 53
5.6 กราฟการทดสอบความเป็นอิศระของข้อมูล OTC_AVG 53
5.7 กราฟระหว่าง Residual กับอุณหภูมิแสดงความสม่ำเสมอของความแปรปรวนของ OTC_AVG 54
5.8 กราฟระหว่าง Residual กับเวลาแสดงความสม่ำเสมอของความแปรปรวนของ OTC_AVG 54
5.9 Normal Probability Plot ของข้อมูล OTC_EFL.....56
5.10 กราฟการทดสอบความเป็นอิศระของข้อมูล OTC_EFL.....56
5.11 กราฟระหว่าง Residual กับอุณหภูมิแสดงความสม่ำเสมอของความแปรปรวนของ OTC_EFL.....57
5.12 กราฟระหว่าง Residual กับเวลาแสดงความสม่ำเสมอของความแปรปรวนของ OTC_EFL.....57
5.13 Normal Probability Plot ของข้อมูลการทดสอบแรงดึง.....59

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

5.14 กราฟการทดสอบความเป็นอิศระของข้อมูลของการทดสอบแรงดึง.....60
5.15 กราฟระหว่าง Residual กับอุณหภูมิแสดงความสม่ำเสมอของความแปรปรวนของ
การทดสอบแรงดึง.....60
5.16 กราฟระหว่าง Residual กับเวลาแสดงความสม่ำเสมอของความแปรปรวนของ
การทดสอบแรงดึง.....61
5.17 แสดงสภาวะที่เหมาะสมที่มีผลต่อแรงดึง..... 62
5.18 รูปแสดงการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของทั้ง 2 ประชากร 64
5.19 รูปแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทั้ง 2 ประชากร 65