

การปรับปรุงคุณภาพของหัวอ่านเขียนข้อมูลของฮาร์ดดิสก์
โดยประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลอง

นายกฤษฎา อัครรุ่งแสงกุล



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2542

ISBN 974-332-602-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๕ 1๖75613X

QUALITY IMPROVEMENT OF THE SILDER OF A HARDDISK
BY APPLYING A DESIGN OF THE EXPERIMENT TECHNIQUE

Mr. Krisada Asawarungsaengkul

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

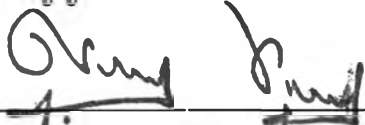
Chulalongkorn University

Academic Year 1999

ISBN 974-332-602-2


หัวข้อวิทยานิพนธ์ การปรับปรุงคุณภาพของหัวอ่านเขียนข้อมูลของฮาร์ดดิสก์
โดยการประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลอง
โดย นายกฤษดา อัครรุ่งแสงกุล
ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัย
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต



คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ศุภวัฒน์ ชุตินวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ)


อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปารเมศ ชุติมา)


กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย)


กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เกาประเสริฐวงศ์)

กฤษฎา อัครรุ่งแสงกุล : การปรับปรุงคุณภาพของหัวอ่านเขียนข้อมูลของฮาร์ดดิสก์ โดยประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลอง (QUALITY IMPROVEMENT OF THE SILDER OF A HARDDISK BY APPLYING A DESIGN OF THE EXPERIMENT TECHNIQUE) อ.ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. ปารเมศ ชูติมา; 122 หน้า. ISBN 974-332-602-2.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดรอยบิ่นและรอยร้าวในกระบวนการตัดชั้นตอนสุดท้ายของการตัดหัวอ่านเขียนข้อมูลของฮาร์ดดิสก์ และหาเงื่อนไขหรือวิธีการปรับปรุงที่เหมาะสม งานวิจัยเริ่มต้นจากการพิจารณาหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดรอยบิ่นและรอยร้าวของหัวอ่านเขียนข้อมูล โดยใช้แผนภาพแสดงเหตุและผล ทำให้สามารถเลือกปัจจัยทั้งหมด 5 ปัจจัย ประกอบด้วย ความเร็วรอบในการตัด ความลึกของใบมีดในการตัด อัตราการป้อนตัด จำนวนครั้งในการเดินลับมีด และทิศทางในการตัด ปัจจัยเหล่านี้ถูกนำไปใช้ในการทดลองเบื้องต้น โดยใช้แผนการทดลองแฟรคชันนอลแบบครึ่งหนึ่งของวิธีแฟคทอเรียลโดยทุกปัจจัยมีระดับของปัจจัย 2 ระดับ จากการวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติสามารถหาปัจจัยที่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อการเกิดรอยบิ่นและรอยร้าวคือ ความเร็วรอบในการตัด และทิศทางในการตัด จากนั้นทำการวิเคราะห์พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการตัด คือ ความเร็วรอบในการตัด 8,500 รอบต่อนาที และทิศทางการตัดจากด้านโพลสู่อ้านเทเปอร์

หลังจากนั้นได้ทำการทดลองเพื่อยืนยันผลพบว่า รอยบิ่นและรอยร้าวลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่สัดส่วนของเสียที่ลดลงไม่ได้ตามต้องการ จึงได้เลือกปัจจัยที่น่าจะมีอิทธิพลต่อรอยบิ่นและรอยร้าวอีกปัจจัยหนึ่งคือความถี่ในการลับระหว่งการใช้งาน ซึ่งกำหนดให้มีระดับของปัจจัย 3 ระดับ และใช้หลักการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยเดียว หลังจากทำการทดลองพบว่า ปัจจัยนี้มีนัยสำคัญทางสถิติ และสามารถวิเคราะห์หาสภาวะที่เหมาะสมในการตัดคือ ใช้ความถี่ในการลับมีดทุก ๆ การตัด 1 ครั้ง จะทำให้จำนวนรอยบิ่นและรอยร้าวต่ำสุด จากนั้นทำการทดลองเพื่อยืนยันผล โดยเปรียบเทียบสภาวะที่เหมาะสมกับสภาวะที่ใช้ในปัจจุบัน ผลจากการทดลองพบว่า จำนวนรอยบิ่นและรอยร้าวในสภาวะการตัดที่ได้จากการออกแบบการทดลอง ทำให้จำนวนรอยบิ่นและรอยร้าวลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ
สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ
ปีการศึกษา 2542

ลายมือชื่อนิติ
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

3970052821 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD: Chip and Crack of the Slider of a Harddisk / Fractional Factorial Design / 2^k Factorial Design / Test of Hypothesis on a Proportion / Experiment with a Single Factor.

KRISADA ASAWARUNGAENGKUL : QUALITY IMPROVEMENT OF THE SILDER OF A HARDDISK BY APPLYING A DESIGN OF THE EXPERIMENT TECHNIQUE.

THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. PARAMES CHUTIMA, Ph.D. 122 pp.

ISBN 974-332-602-2.

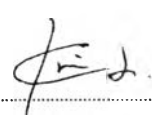
The objective of this research is to study the factors influencing on chips and cracks for cutting slider in the final cutting process and find some cutting conditions for improvement this process. The first step begins with the consideration of the factors influencing on chips and cracks of slider. In addition, cause and effect diagram is used to present this idea. From the diagram, five promising factors was selected including spindle speed, depth of cut, feed rate, number of pass in dressing, and direction of cut. These factors are put in the screening experiments by using One-Half Fractional of 2^k Factorial Design. The results is show that the significant factors effecting on chips and cracks are spindle speed and direction of cut. Then data are analyzed to find a better cutting condition to reduce number of chips and cracks. The cutting conditions are 8,500 rpm. for spindle speed and pole to taper for direction of cut.

After that the further experiment is conducted to confirm the result. The results show that the number of chips and cracks is significantly reduced. However the reduction in the number of chips and cracks is still not satisfactory. Thus, there may be another factors that probably effects to chips and cracks. This factor is frequency of inline-dressing, which is limited to 3 levels of frequency with single factor experiment. After conducting experiment, the result shows that the factor is statistically significant. Moreover, a better cutting condition is that frequency of pass of inline-dressing is in each cutting. Every cutting would reduce number of chips and cracks at the least. Then the confirmed experiment is conducted by statistical comparison. The result is show that the number of chips and cracks in the better cutting condition is significantly reduced.

ภาควิชา.....วิศวกรรมอุตสาหการ.....

สาขาวิชา.....วิศวกรรมอุตสาหการ.....

ปีการศึกษา.....2542.....

ลายมือชื่อนิสิต..........

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..........

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความอนุเคราะห์ของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปารเมศ ชูติมา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ชี้แนะแนวทางและให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี และขอกราบขอบพระคุณ ประธานและกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย ศาสตราจารย์ ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย และผู้ช่วยศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงามประเสริฐวงศ์ ที่ได้ช่วยเหลือให้คำแนะนำต่าง ๆ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณวรกิตต์ แสงสงวน วิศวกรของโรงงานตัวอย่าง ที่ได้ให้คำแนะนำ และความสะดวกในการทำวิจัยครั้งนี้ ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครูบาอาจารย์ที่ช่วยอบรมให้การศึกษาแก่ผู้วิจัยตลอดมา นอกจากนี้ขอขอบคุณ พี่น้อง เพื่อนนิสิต และท่านที่มีได้กล่าวไว้ในที่นี้ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจแก่ผู้ทำวิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ท้ายนี้ หวังว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจที่จะนำไปเป็นแนวทางการออกแบบการทดลองในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ไปประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตต่อไป

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูป.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	3
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.6 สรุปเนื้อหาโดยสังเขป.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 บทนำ.....	5
2.2 กลยุทธ์ของการทดลอง.....	5
2.3 การประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลอง.....	9
2.4 หลักในการออกแบบการทดลอง.....	9
2.5 ขั้นตอนการออกแบบการทดลอง.....	11
2.6 การใช้หลักการทางสถิติในการทดลอง.....	13
2.7 การตั้งสมมติฐานในการตรวจสอบ.....	14
2.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวน.....	16
2.9 ชนิดของแผนการทดลอง.....	21
2.10 การทดสอบสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ.....	25
2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	26
2.12 สรุป.....	27

บทที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดรอยบิ่นและรอยร้าวในกระบวนการตัด.....	27
3.1 บทนำ.....	28
3.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลด้านคน (Man).....	29
3.3 ปัจจัยที่มีอิทธิพลด้านวัสดุ (Material).....	31
3.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลด้านเครื่องจักร (Machine).....	34
3.5 ปัจจัยที่มีอิทธิพลด้านวิธีการ (Method).....	37
3.6 หลักการที่ใช้พิจารณาเลือกปัจจัยที่จะนำมาทำการทดลอง.....	44
3.7 การพิจารณาเลือกปัจจัยด้านคน (Man).....	45
3.8 การพิจารณาเลือกปัจจัยด้านวัสดุ (Material).....	47
3.9 การพิจารณาเลือกปัจจัยด้านเครื่องจักร (Machine).....	49
3.10 การพิจารณาเลือกปัจจัยด้านวิธีการ (Method).....	50
3.11 สรุป.....	57
บทที่ 4 การออกแบบแผนการทดลอง.....	58
4.1 บทนำ.....	58
4.2 กำหนดปัญหาที่น่าสนใจ.....	58
4.3 การเลือกปัจจัยที่จะทำการศึกษา.....	59
4.4 การเลือกตัวแปรตอบสนอง (Response Variables).....	61
4.5 การเลือกแบบการทดลอง.....	62
4.6 ดำเนินการทดลอง.....	62
4.7 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	63
4.8 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	64
4.9 สรุป.....	67
บทที่ 5 ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง.....	68
5.1 บทนำ.....	68
5.2 การจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการทดลอง.....	69
5.3 การตรวจสอบข้อบกพร่องก่อนตัด.....	71
5.4 กระบวนการตัดหัวอ่านเขียนข้อมูล.....	73
5.5 การตรวจสอบข้อบกพร่องหลังตัด.....	75
5.6 สรุป.....	75

บทที่ 6 การคำนวณและการวิเคราะห์ผลการทดลอง.....	76
6.1 บทนำ.....	76
6.2 การวิเคราะห์ผลการทดลอง.....	76
6.3 การทดลองเพิ่มเติม.....	89
6.4 การวิเคราะห์ผลการทดลองจากการออกแบบการทดลองเพิ่มเติม.....	95
6.5 สรุป.....	100
บทที่ 7 สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	101
7.1 สรุปผลงานวิจัย.....	101
7.2 ข้อจำกัดในงานวิจัย.....	102
7.3 ข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็น.....	102
รายการอ้างอิง.....	104
ภาคผนวก.....	105
ประวัติผู้เขียน.....	122

สารบัญญัตราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัย 2 ปัจจัย (ANOVA TABLE).....	18
4.1 การกำหนดปัจจัยและระดับของปัจจัย.....	61
4.2 ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวน.....	63
4.3 สรุปแผนการออกแบบการทดลอง.....	64
4.4 เมตริกการออกแบบการทดลอง	66
4.5 การสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Complete Randomization) ในการทดลอง.....	67
5.1 หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ.....	72
6.1 แสดงผลการทดลองทั้งหมด 16 สภาวะ.....	78
6.2 แสดงค่า Effect ของปัจจัยหลักและปัจจัยร่วม.....	80
6.3 แสดงค่า Effect และความน่าจะเป็น ของลำดับที่ (P_k)	81
6.4 การวิเคราะห์การแปรปรวนของรอยบินและรอยร้าว.....	82
6.5 แสดงค่า Residual ที่ได้จากการคำนวณ.....	83
6.6 แสดงค่า Residual และความน่าจะเป็นของลำดับที่ (P_k)	84
6.7 แสดงค่าเฉลี่ยรอยบินหรือรอยร้าว ที่ความเร็วรอบในการตัดทั้งสองค่า.....	86
6.8 แสดงค่าเฉลี่ยรอยบินหรือรอยร้าว ที่ทิศทางในการตัดทั้งสองค่า.....	86
6.9 แสดงค่าเฉลี่ยของรอยบินและรอยร้าว โดยพิจารณาจากปัจจัยร่วม AE.....	87
6.10 เงื่อนไขการตัดที่เหมาะสมจากการทดลอง.....	87
6.11 สรุปแผนการออกแบบการทดลองครั้งที่2.....	93
6.12 เมตริกการออกแบบการทดลองครั้งที่2.....	95
6.13 ลำดับการทดลองอย่างสุ่ม.....	95
6.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการทดลอง.....	95

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงถึงรูปแบบของกระบวนการหรือระบบ.....	6
2.2 แสดงกราฟที่มีอิทธิพลของปัจจัยร่วม (Interaction).....	8
2.3 กราฟที่ไม่มีอิทธิพลของปัจจัยร่วม (Interaction).....	22
2.4 แสดงการหาปัจจัยที่มีความสำคัญ (Important Effects).....	24
3.1 แสดงปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเกิดรอยบิ่นและรอยร้าวบนหัวอ่านเขียนข้อมูล (Slider)..	28
3.2 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุการเกิดรอยบิ่นและรอยร้าวจากปัจจัยด้านคน (Man).....	30
3.3 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุการเกิดรอยบิ่นและรอยร้าวจากปัจจัยด้านวัสดุ (Material).....	32
3.4 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุการเกิดรอยบิ่นและรอยร้าวจากปัจจัยด้านเครื่องจักร (Machine).....	35
3.5 แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องตัดแผ่น Wafer.....	36
3.6 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุการเกิดรอยบิ่นและรอยร้าวจากปัจจัยด้านวิธีการทำงาน (Method).....	38
3.7 แสดงตำแหน่งของใบมีดขณะทำการตัด.....	39
3.8 แสดงความลึกในการตัด.....	40
3.9 ภาพการทำ Truing.....	40
3.10 แสดงตำแหน่งของการหล่อเย็น.....	41
3.11 แสดงลักษณะการบิ่นตัด.....	41
3.12 แสดงถึงการนำแผ่นโลหะมาถ่วงน้ำหนักเพื่อให้เกิดความสมดุล.....	42
3.13 แสดงผลของความดันของน้ำหล่อเย็น.....	44
5.1 ใบมีดตัด (Diamond Blade).....	69
5.2 แผ่น Wafer ถูกตัดเป็น bar และ slider ตามลำดับ.....	70
5.3 แสดงแบบฟอร์มที่ใช้บันทึกข้อมูลในการตรวจสอบ.....	73
5.4 ร่องตัดในแผ่นWafer.....	74
6.1 กราฟ Normal Probability Plot ของ Effect.....	81
6.2 กราฟระหว่างค่า Residual กับค่าความน่าจะเป็นของลำดับที่ (P_k)	84
6.3 กราฟระหว่างค่า Residual กับ ลำดับเวลาที่ทำการทดลอง.....	85
6.4 กราฟระหว่างค่า Residual กับ Predicted Chip&Crack.....	85
6.5 กราฟค่า Residuals พล็อตคู่กับความน่าจะเป็นของลำดับที่.....	96

6.6 กราฟระหว่างค่า Residual กับลำดับที่ของการทำการทดลอง.....	97
6.7 กราฟระหว่างค่า Residual กับ ค่าคาดหวังของจำนวนรอยบิ่นและรอยร้าว.....	97
6.8 กราฟระหว่างค่าเฉลี่ยรอยบิ่นและรอยร้าวกับระดับของปัจจัยทั้ง 3 ระดับ.....	98