

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ



245573

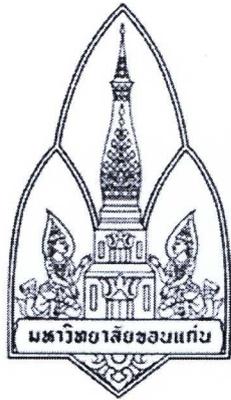


การศึกษากระบวนการชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำหรับในกระบวนการการประกอบ
ชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำหรับ และค่าที่เหมาะสมที่สุด
THE CHARACTERIZATION AND OPTIMIZATION IN THE HEAD STACK
ASSEMBLY (HSA) DURING THE SWAGING PROCESS

นายวีระพล แก้วคำ

วิทยานิพนธ์เพื่อปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2553



การศึกษากระบวนการชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จในกระบวนการการประกอบ
ชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ และหาค่าที่เหมาะสมที่สุด
THE CHARACTERIZATION AND OPTIMIZATION IN THE HEAD STACK
ASSEMBLY (HSA) DURING THE SWAGING PROCESS



นายวีระพล แก้วคำ

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2553

การศึกษากระบวนการชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จในกระบวนการการประกอบ
ชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ และหาค่าที่เหมาะสมที่สุด

นายวีระพล แก้วก่า

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

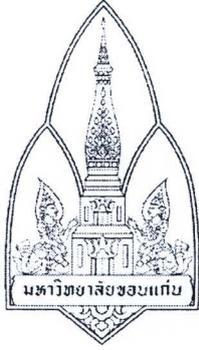
พ.ศ. 2553

**THE CHARACTERIZATION AND OPTIMIZATION IN THE HEAD STACK
ASSEMBLY (HSA) DURING THE SWAGING PROCESS**

MR. WEERAPOL KAEWKA

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING
IN MECHANICAL ENGINEERING
GRADUATE SCHOOL KHON KAEN UNIVERSITY**

2010



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
หลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ชื่อวิทยานิพนธ์: การศึกษากระบวนการชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จในกระบวนการ
การประกอบชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ และหาค่าที่เหมาะสมที่สุด

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์: นายวีระพล แก้วกำ
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต	ถิ่นวงศ์พิทักษ์	ประธานกรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์	บุรีรัตน์	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกียรติฟ้า	ตั้งใจจิต	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์:

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกียรติฟ้า ตั้งใจจิต)

(รองศาสตราจารย์ ดร.ลำปาง แม่นมาตย์)

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมนึก ชีระกุลพิสุทธิ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

วีระพล แก้วเก่า. 2553. การศึกษากระบวนการชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จในกระบวนการการประกอบชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ และหาค่าที่เหมาะสมที่สุด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผศ.ดร.เกียรติฟ้า ตั้งใจจิต

บทคัดย่อ

245573

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษากระบวนการประกอบ หัวอ่าน/เขียนข้อมูล (Head gimbal assembly, HGA) เข้ากับแขนหัวอ่านเขียน (Actuator arm) เพื่อให้ได้ ชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ (Head stack assembly, HSA) ซึ่งกระบวนการนี้เรียกว่ากระบวนการการประกอบชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ (HSA Swaging process) โดยใช้ลูกบอลยิงผ่านแผ่นฐาน (Base plate) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของ HGA เพื่อให้แผ่นฐานขยายตัวและเปลี่ยนรูปร่างอย่างถาวร ยึดติดกับแขนหัวอ่านเขียน ซึ่งในกระบวนการนี้ยังมีหลายปัจจัยที่ยังคงมีความแปรปรวนจากการผลิต ในงานวิจัยนี้จะศึกษาหาค่าความเร็วของลูกบอล, สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน (Coefficient of friction) ระหว่างลูกบอลกับแผ่นฐาน และวัสดุของแขนหัวอ่านเขียนที่เหมาะสม เพื่อทำให้เกิดประสิทธิภาพของกระบวนการสูงขึ้น โดยใช้วิธีทางไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite element method) ในการวิเคราะห์ และทำนายพฤติกรรมการเกิดความเค้น จากการศึกษาพบว่าเมื่อสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างลูกบอลกับแผ่นฐาน และความเร็วของลูกบอลสูงจะทำให้ความต้านทานโมเมนต์บิดสูง ซึ่งความเร็วของลูกบอล, สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างลูกบอลกับแผ่นฐาน และวัสดุของแขนหัวอ่านเขียนที่เหมาะสม คือ 40 m/s, 0.08 และ อะลูมิเนียม (Aluminum) 7005 T6 ตามลำดับ

Weerapol Kaewka. 2010. *The characterization and optimization in the Head Stack Assembly (HSA) during the swaging process*. Master of Engineering Thesis in Mechanical Engineering, Graduate School, Khon Kaen University.

Thesis Advisor: Asst.Prof.Dr. Kiatfa Tangchaichit

ABSTRACT

245573

This research studied the head stack assembly (HSA) swaging process, focusing on the head gimbal assembly (HGA) and the actuator arm. This process uses a ball which is swaged through a base plate, a component of the HGA, to expand and plastically deform the base plate, causing the base plate to adjoin with the actuator arm. There are many variations in parameters which affect the manufacturing process. Therefore, the objective of this research was to study the optimum velocity of the ball, the optimum coefficient of friction between the ball and the base plate and the optimum material that is used as an actuator arm in order to increase the efficiency of the manufacturing process. The prediction of the stress behavior during the swaging process was analyzed by using the finite element method. The results showed that the retention torque was increased when both the coefficient of friction between the ball and the base plate and the ball velocity were increased. The optimum parameters that increased the efficiency of the process were found to be a ball velocity, a coefficient of friction between the ball and the base plate and actuator arm material with values of 40 m/s, 0.08 and aluminum 7005-T6, respectively.

กิตติกรรมประกาศ

กราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกียรติฟ้า ตั้งใจจิต อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา พร้อมทั้งคอยสนับสนุนงานวิจัยและวิทยานิพนธ์ทุกขั้นตอน จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยขอนแก่นทุกท่าน ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาแก่ผู้เขียนพร้อมให้คำชี้แนะ คำแนะนำ ในการดำเนินงานวิจัยและการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ คุณปรีชา ลีถานุกรม ผู้จัดการอาวุโส แผนกพัฒนาทรัพยากรบุคคล คุณเทิดไท เทียนทอง วิศวกรอาวุโสระดับ 2 บริษัทเวสต์เทิร์นดิจिटอล (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้การสนับสนุนด้านข้อมูล พร้อมให้คำปรึกษาด้านการทำงานวิจัย และช่วยเหลือตลอดระยะเวลาในการเก็บข้อมูลที่บริษัทเวสต์เทิร์นดิจिटอล (ประเทศไทย) จำกัด

ขอขอบคุณศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (Thai : National Electronics and Computer Technology Center) และศูนย์วิจัยร่วมเฉพาะทางด้านส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ (I/UCRC in HDD Component) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ความอนุเคราะห์และสนับสนุนทุนการศึกษาและทุนวิจัย

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สารบรรณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลทุกๆ ท่านที่มีส่วนช่วยในการประสานงาน และดำเนินการวิจัย

ขอขอบคุณ เพื่อนนักศึกษาระดับปริญญาโทร่วมโครงการ ที่มีส่วนช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ญาติพี่น้องทุกท่าน ที่คอยให้กำลังใจในการทำวิจัย และการทำวิทยานิพนธ์ตลอดมา

วีระพล แก้วก่า

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ของงานวิจัย	3
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 บทนำ	4
2.2 โครงสร้างของฮาร์ดดิสก์ไคร์ฟ	4
2.3 ชุดหัวอ่าน/เขียนสำเร็จแบบเป็นชั้น (Head Stack Assembly,HSA)	10
2.4 ทบทวนวรรณกรรม	13
บทที่ 3 กระบวนการประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ และทฤษฎี	17
3.1 บทนำ	17
3.2 กระบวนการสเวจ (Swaging Process)	18
3.3 ทฤษฎี	22
บทที่ 4 วิธีการดำเนินการวิจัย	29
4.1 การออกแบบการทดลอง	29
4.2 ระเบียบวิธีทางไฟไนต์เอลิเมนต์	30
4.3 ขั้นตอนของกระบวนการขึ้นต้น	31
4.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์แก้ปัญหา	37

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 ผลการศึกษา	39
5.1 การวิเคราะห์พฤติกรรมของกระบวนการสเวจโดยใช้ลูกบอล	39
5.2 การวัดค่าความต้านทานโมเมนต์บิดของกระบวนการจริง	40
5.3 การวิเคราะห์คุณภาพของกระบวนการสเวจโดยใช้ลูกบอล	41
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ	48
6.1 สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่าง ลูกบอลกับ แผ่นฐาน	48
6.2 ความเร็วของลูกบอล	48
6.3 วัสดุของแขนหัวอ่าน/เขียน	49
6.4 ข้อเสนอแนะ	49
บรรณานุกรม	50
ภาคผนวก	53
ภาคผนวก ก คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้สำหรับแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์	54
ภาคผนวก ข พฤติกรรมการเสีรูปร่างของชิ้นงาน จากกระบวนการสเวจด้วยลูกบอล	59
ภาคผนวก ค อภิธานศัพท์	62
การเผยแพร่ผลงานวิทยานิพนธ์	66
ประวัติผู้เขียน	67

สารบัญตาราง

	หน้า	
ตารางที่ 1	แสดงการกำหนดวัสดุและคุณสมบัติของแต่ละชิ้นส่วน	36
ตารางที่ 2	ค่าความต้านทาน โมเมนต์บิดที่วัดได้จากกระบวนการจริง	41
ตารางที่ 3	ผลการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างลูกบอล กับแผ่นฐานของกระบวนการสเวจโดยใช้ลูกบอล	43

สารบัญภาพ

	หน้า	
ภาพที่ 1	ลักษณะภายนอกและภายในของฮาร์ดดิสก์ไครฟ์	5
ภาพที่ 2	ส่วนประกอบภายในของฮาร์ดดิสก์ไครฟ์	5
ภาพที่ 3	รูปร่างลักษณะของแขนของหัวอ่าน	7
ภาพที่ 4	หัวอ่าน/เขียนข้อมูล	8
ภาพที่ 5	ลักษณะของแผงวงจร	9
ภาพที่ 6	ลักษณะของส่วนเชื่อมต่อของฮาร์ดดิสก์	9
ภาพที่ 7	รูปร่างลักษณะของแขนของหัวต่อและจัมเปอร์	10
ภาพที่ 8	ส่วนประกอบของ HGA	11
ภาพที่ 9	ลักษณะของหัวอ่าน/เขียน	11
ภาพที่ 10	ส่วนประกอบของของ HSA	12
ภาพที่ 11	โครงสร้างของ Voice Coil	13
ภาพที่ 12	ส่วนประกอบ และลักษณะการยิงลูกบอลในกระบวนการสเวจด้วยลูกบอล	18
ภาพที่ 13	โครงสร้างของเครื่องสเวจ	19
ภาพที่ 14	กระบวนการสเวจ แบบหมุน	20
ภาพที่ 15	กระบวนการสเวจ แบบใช้การขยายตัวของอุปกรณ์	21
ภาพที่ 16	กระบวนการประกอบครีบริบายความร้อนเข้ากับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	21
ภาพที่ 17	ลักษณะความดันสัมผัสที่เป็นแบบ Incomplete Contact	22
ภาพที่ 18	ลักษณะความดันสัมผัสที่เป็นแบบ Complete Contact	23
ภาพที่ 19	ลักษณะความดันสัมผัสที่เป็นแบบ Receding Contact	23
ภาพที่ 20	การชนระหว่างวัตถุ 2 ชิ้น	24
ภาพที่ 21	แรงดลซึ่งเป็นฟังก์ชันของเวลาของอนุภาค 2 อนุภาคที่ชนกัน	24
ภาพที่ 22	สภาวะการเกิดความเค้นเนื่องจากการสัมผัสกันของทรงกระบอกที่มีความยาวเท่ากัน	25
ภาพที่ 23	ความเค้นในสภาวะความเครียดระนาบเนื่องจาก Line Load	26
ภาพที่ 24	องค์ประกอบของแรงเสียดทาน	27
ภาพที่ 25	ลักษณะการเกิดความดันสัมผัส	28

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 26	ลักษณะรูปร่างของแผ่นฐาน (Base Plate) 31
ภาพที่ 27	ลักษณะของแขนยึดหัวอ่าน/เขียน (Actuator arm) 32
ภาพที่ 28	ลักษณะชิ้นส่วนรองแขนในแต่ละหัวอ่าน (Key) 32
ภาพที่ 29	ลูกบอลที่ใช้ในกระบวนการ swage ทั้ง 2 ลูก 32
ภาพที่ 30	แบบจำลอง 3 มิติหลังจากการแบ่งเอลิเมนต์ 33
ภาพที่ 31	ลักษณะการประกอปกันระหว่างแขนหัวอ่าน/เขียน กับแผ่นฐาน ในแต่ละแขน 34
ภาพที่ 32	การกำหนดเงื่อนไขขอบเขต 35
ภาพที่ 33	กลไกการเปลี่ยนรูปในกระบวนการสเวจโดยใช้ลูกบอล 39
ภาพที่ 34	ลักษณะการวัดค่าความต้านทานโมเมนต์บิดจากกระบวนการจริง 40
ภาพที่ 35	ลักษณะการประกอปกันระหว่างแผ่นฐาน (Base plate) กับแขนยึดหัวอ่าน/เขียน 41
ภาพที่ 36	ลักษณะการเกิดความเค้น von Misses และการเปลี่ยนรูปของแขนยึดกับแผ่นฐาน 42
ภาพที่ 37	ค่าความต้านทาน โมเมนต์บิดที่ความเร็วของลูกบอลต่างๆ 44
ภาพที่ 38	ค่าระยะการเปลี่ยนรูปบริเวณปลายแผ่นฐานที่ความเร็วของลูกบอลต่างๆ 45
ภาพที่ 39	ค่าความต้านทาน โมเมนต์บิด ของวัสดุแขนยึดหัวอ่าน/เขียนแต่ละชนิด 46
ภาพที่ 40	ระยะการเปลี่ยนรูปบริเวณปลายแผ่นฐาน (Displacement) ของวัสดุแขนยึดหัวอ่าน/เขียน 47
ภาพที่ 41	คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้สำหรับแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ของแผ่นฐานและชิ้นส่วนรองแขนยึดในแต่ละหัวอ่าน 55
ภาพที่ 42	คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้สำหรับแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ของอะลูมิเนียม 6063-T5 56
ภาพที่ 43	คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้สำหรับแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ของอะลูมิเนียม 6063-T6 56
ภาพที่ 44	คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้สำหรับแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ของอะลูมิเนียม 6061-T6 57
ภาพที่ 45	คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้สำหรับแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ของอะลูมิเนียม 7005-T6 57
ภาพที่ 46	คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้สำหรับแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ของอะลูมิเนียม 7005-T53 58
ภาพที่ 47	พฤติกรรมความเค้นและความเครียดในขณะที่ลูกบอลลูกที่ 1 ยิงผ่านรูของแผ่นฐาน 60
ภาพที่ 48	พฤติกรรมความเค้นและความเครียดในขณะที่ลูกบอลลูกที่ 2 ยิงผ่านรูของแผ่นฐาน 61