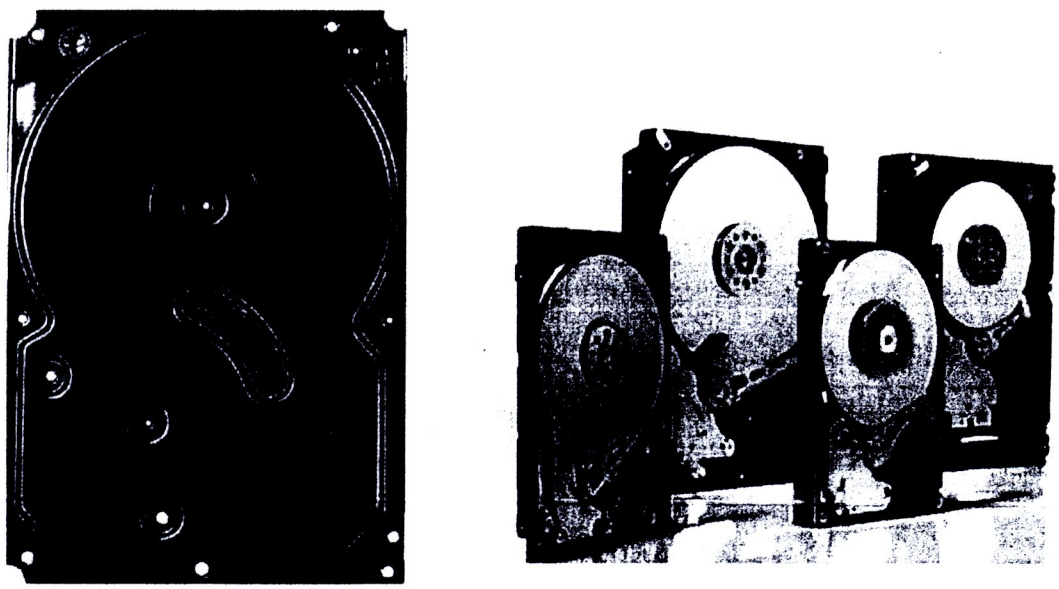
บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

กระบวนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (Hard Disk Drive) ในขั้นตอนปิดฝาฝาปิด (Top cover) เข้ากับตัวฐาน (Base) ของฮาร์ดดิสก์ซึ่งมีอยู่ 2 ขั้นตอนหลัก โดยขั้นแรกจะเป็นการขันสกรูด้วยค่าแรงบิดเริ่มต้นด้วยไขควงไฟฟ้า เพื่อให้ฝาปิด ดังรูปที่ 1 (a) ยึดติดกับตัวฐานดังรูปที่ 1 (b) จากนั้นจะทำการขันแน่นอีกครั้งหนึ่งจนได้ค่าแรงบิดที่ต้องการตามที่ระบุ โดยมีลำดับการขันหลายขั้นตอน หลังจากนั้นฮาร์ดดิสก์จะถูกนำไปทดสอบการทำงานภายใต้อุณหภูมิสูงประมาณ 60 องศาเซลเซียส เพื่อทดสอบสมรรถนะและความทนทานในการทำงานก่อนที่จะส่งมอบให้กับลูกค้า ภายหลังการทดสอบพบว่าบริเวณฝาปิดมีการหลวมคลอนเกิดขึ้น จากนั้นมีการตรวจสอบค่าแรงบิดคลายตัวของสกรูก็พบว่ามีค่าลดลงต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนด ซึ่งคาดว่าจะมาจากการขยายและหดตัวเนื่องจากความร้อนขณะทำการทดสอบ ซึ่งส่งผลต่อสมรรถนะในการทำงานของฮาร์ดดิสก์ หรือทำให้การอ่านเขียนข้อมูลในระหว่างการทดสอบมีความผิดพลาดเกิดขึ้น ดังนั้น เพื่อวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการขันแน่นของฝาปิดฮาร์ดดิสก์ดังกล่าว จึงได้นำวิธีการสร้างแบบจำลองด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์มาช่วยในการศึกษาเพื่อให้เข้าใจถึงพฤติกรรมการเกิดของปัญหา วิเคราะห์สาเหตุ และหาแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการประกอบฮาร์ดดิสก์ส่วน ฝาปิด เข้ากับส่วนฐาน ซึ่งมีพฤติกรรมที่ไม่เป็นเชิงเส้นสูง เพื่อลดความเสียหายที่เกิดขึ้นในการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ตลอดจนลดต้นทุนในการผลิต



(a) ฝาปิด (b) ฐาน

รูปที่ 1.1 ฝาปิด กับ ฐาน

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่อการหลวมคลอนของฝาปิด ภายหลังการทดสอบที่อุณหภูมิสูง

2. เพื่อวิเคราะห์ผลการคลายตัวของสกรูที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ เมื่อปรับเปลี่ยนตัวแปรต่างๆ เช่น ลำดับการขันสกรู และแรงบิดที่ใช้ในการขัน

3. เพื่อปรับปรุงกระบวนการประกอบฝาปิด เข้ากับตัวฐานของฮาร์ดดิสก์

1.3 ขอบเขตวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์นี้มีขอบเขตเพื่อทำการศึกษาและวิเคราะห์ผลที่เกิดจากกระบวนการทดสอบการใช้งานที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ต่อการหลวมคลอนของฝาปิด กับตัวฐานของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 3.5 นิ้ว โดยใช้วิธีการทางไฟไนต์เอลิเมนต์ รวมทั้งศึกษาผลของ Thermal Stress, การคลายตัวของสกรู และการเปลี่ยนแปลงรูปร่างตัวของฝาปิด และ ตัวฐานของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถอธิบายผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ต่อเกิดการหลวมคลอนของฝาปิดภายหลังการทดสอบได้

2. สามารถเสนอแนะแนวทางปรับปรุงกระบวนการประกอบฝาปิด กับตัวฐานของฮาร์ดดิสก์

3. ลดจำนวนของชำรุดที่ต้องนำมาเข้ากระบวนการทดสอบซ้ำและลดต้นทุนการผลิต

1.5 ผลงานวิจัยที่เคยมีมา

ขั้นตอนการทำงานของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ในส่วนของขั้นตอนการอ่าน และเขียนข้อมูลของชุดหัวอ่านเป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่งที่ทำให้ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ได้มีการศึกษาทั้งที่เกี่ยวกับระยะระหว่างหัวอ่านกับดิสก์ หรือแผ่น Media และส่วนจับยึดหัวอ่าน โดยที่ He และคณะ [1] ได้ศึกษาถึงผลการทดลองปฏิกิริยาระหว่างหัวอ่านกับดิสก์ในกระบวนการ Ramp Loading ซึ่งการติดตั้งการทดลองประกอบไปด้วย Optical Interferometer ซึ่งใช้วัดการเปลี่ยนแปลงระยะการบิน (Flying Height), PZT Force Sensor ที่มีความละเอียดสูงใช้สำหรับวัดและเก็บข้อมูลค่า Bearing Force, AE Sensor ใช้ในการตรวจการสัมผัสของหัวอ่านกับดิสก์หรือแผ่น media เพื่อหาผลที่

เกิดจากความเร็วของการให้โหลดและผลความแตกต่างของค่า Static Attitude ต่อค่าระยะการบิน (Flying Height) ที่ส่งผลต่อการสัมผัสระหว่างหัวอ่านกับดิสก์ และในปี 2004 Suk และคณะ [2] ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของค่า Slider Load ณ ค่าระยะการบินต่าง ๆ ตั้งแต่สภาวะไม่มีโหลดจนถึงสภาวะที่รับโหลดอย่างเต็มที่ ในขณะที่ดิสก์กำลังหมุนด้วยความเร็วเต็มที่ เพื่อหาผลกระทบของตัวแปรวิกฤติด้วยวิธีการทดลองและวิธีการจำลองแบบ เพื่อหลีกเลี่ยงโหลดที่ไม่ต้องการที่ทำให้ระบบไม่สามารถเก็บหรือรับข้อมูลได้

ในส่วนของที่จับยึดหัวอ่านนั้น กิตติพงษ์ เอกอินทุมาศ [3] ใช้แบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ในการศึกษาพฤติกรรมของปัจจัยที่มีอิทธิพลหรือส่งผลกระทบต่อความต้านทานโมเมนต์บิด และการกระดกตัวของหัวอ่าน ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพการอ่านและเขียนข้อมูลของชุดหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ที่เกิดขึ้นในกระบวนการ Ball Swaging เช่น ขนาดของลูกบอล ความเร็วในการยิงลูกบอลและทิศทางในการยิงลูกบอล โดยใช้วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ในการวิเคราะห์ จากการศึกษาพบว่า การยิงด้วยลูกบอลที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจะเกิดความต้านทานของชุดโมเมนต์บิดมากขึ้น แต่ทำให้ชุดรองรับหัวอ่านกระดกตัวมากขึ้นด้วย เมื่อพิจารณาผลความเร็วของลูกบอล พบว่าการใช้ความเร็วในการยิงลูกบอลสูงขึ้นจะทำให้เกิดความต้านทานโมเมนต์บิดน้อยลง และทำให้ชุดหัวอ่านกระดกตัวมากขึ้น นอกจากนี้แล้วการยิงลูกบอลในทิศที่ต่างกันยังทำให้เกิดความต้านทานโมเมนต์บิดและการกระดกตัวของชุดหัวอ่านแตกต่างกัน และเมื่อพิจารณาผลของความเสียดทานระหว่างลูกบอลกับ Base Plate จะพบว่าความเสียดทานที่เพิ่มขึ้นทำให้เกิดความต้านทานโมเมนต์บิดและกระดกตัวมากขึ้นด้วย ซึ่งการวิเคราะห์โดยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์นี้ยังช่วยให้เห็นการกระจายตัวของความเค้นที่เกิดขึ้นด้วย และ ปี 2007 จักรพันธ์ ปริรักษ์วิจิตร [4] ศึกษาการบิดตัว (Roll Static Attitude) ค่าการกระดกตัว (Pitch Static Attitude) และค่า Gram Load ของ Head Gimbal Assembly (HGA) จากการจัดยึดด้วย Clamping Unit โดยการวิเคราะห์ด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ การจับยึด HGA เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการตรวจสอบสมบัติ หลังถูกจับยึดแล้วปลายด้านหัวบันทึกข้อมูลของ HGA จะถูกกดลงมาถึงตำแหน่ง Z-Height ด้วย Load Cell เพื่อทำการตรวจสอบสมบัติ ผลจากการจับยึดนี้จะทำให้ HGA เกิดการเสียรูปไปจนค่าที่วัดไม่อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ สาเหตุดังกล่าวเกิดจากปัจจัยของขั้นตอนการจับยึด เช่น ขนาดของภาระจับยึด (Clamping Force) และรูปร่างของชุดจับยึด พบว่า การจับยึดโดยใช้ชุดจับยึดที่ประกอบไปด้วยชุดจับยึดด้านบนเป็นแบบสี่เหลี่ยม และชุดจับยึดด้านล่างเป็นแบบมีลบมุมน้อยที่สุด โดยให้ภาระจับยึด 8 MPa ซึ่งเป็นภาระที่น้อยที่สุดที่เพียงพอต่อการจับยึด ส่งผลให้การเสียรูปของ Baseplate และค่าการบิดตัว (Roll Static Attitude) ลดลงทั้งในขณะจับยึดและหลังถูกการจับยึด เมื่อเทียบกับการใช้ชุดจับยึดแบบเดิม แต่รูปร่างของชุดจับยึดจะไม่มีนัยสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงค่า Gram Load และ Pitch Static Attitude Montgomery [5] ได้ทำการศึกษาเงื่อนไขขอบเขตที่มีอิทธิพลต่อ Shank Stress ในสลักเกลียวจำลอง 3 มิติ เพื่อลดเวลาที่ใช้ในการแก้ปัญหาด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ และช่วยให้การสร้างแบบจำลองสลัก

เกลียวไม่ยุ่งยาก โดยให้เงื่อนไขขอบเขตที่บริเวณสลักเกลียวเป็นแบบ Smear Contact และ Thread Contact ซึ่งเป็นรูปแบบสลักเกลียวที่แท้จริง จากการศึกษานี้พบว่า ความเค้นที่บริเวณสลักเกลียวมีค่าใกล้เคียงกับ Thread Contact ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันใน Chang และคณะ [6] ได้ใช้แบบจำลองทางไฟไนต์เอลิเมนต์ในการศึกษา พฤติกรรมการเกิด Creep ของข้อต่อสลักเกลียวที่ทำจากอลูมินัมอัลลอยด์หล่อชนิด A380-T5 เพื่อดูพฤติกรรมการเกิด Creep ของวัสดุภายใต้อุณหภูมิและโหลดสูงซึ่งผลจากการศึกษาพบว่า สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการสูญเสีย Head Bolt-load คือ ความแข็งแรงของวัสดุที่ใช้ทำสลักเกลียว และความยาวของสลักเกลียวที่สัมผัสกับเกลียว

ซึ่งจากการค้นคว้าศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้ ในการศึกษางานวิจัยนี้ จะศึกษาการหลวมคลอนของสกรูที่ใช้ในการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ในส่วนของตัวฝาปิด เข้ากับตัวฐาน และผลจากอุณหภูมิที่ส่งผลต่อการหลวมคลอนของสกรูภายใต้เงื่อนไขขอบเขตที่กำหนด