การพัฒนาระบบการวัดระดับการบินของหัวอ่านเขียนภายใต้สภาวะทางอุณหภูมิและความชื้นที่ควบคุมได้

A Flying Height Measurement System with The Controlled Temperature and Humidity.

ศิริเดช บุญแสง วิทยา นิลทะราช วันชัย อรุณเจริญฉาย

ภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยีการบันทึกข้อมูล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยฉบับนี้นำเสนอระบบควบคุมสภาพแวดล้อมสำหรับการวัดระดับการบินของหัวอ่านเขียนในเครื่องวัดระดับการบิน เนื่องจากปัจจุบันระดับการบินระหว่างหัวอ่านเขียนกับแผ่นบันทึกข้อมูลมีค่าระหว่าง 7 - 10 นาโนเมตร ดังนั้นอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของสภาพแวดล้อมมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับการบินของหัวอ่านเขียนและแผ่นบันทึก การเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยของสภาพแวดล้อมสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระดับการบินระหว่างหัวอ่านเขียนและแผ่นบันทึกข้อมูลได้ โดยการวัดระดับการบินจะใช้เครื่องวัดระดับการบินของหัวอ่านเขียนที่ใช้ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ในปัจจุบัน โดยอุณหภูมิสูงสุดของระบบที่ทำงานได้ คือที่ 58 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 3% โดยเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ระดับการบินของหัวอ่านเขียนจะลดลงในลักษณะเป็นเส้นตรง โดยสามารถเทียบเคียงระหว่างค่าที่ได้จากการวัดและค่าที่ได้จากแบบจำลองในงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คำสำคัญ : การวัดระดับการบินของหัวอ่านเขียน ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ อุณหภูมิ ความชื้น

Abstract

In this paper, we present the environment controlled system for the flying height measurement of magnetic recording heads. The effect of the temperature and humidity to flying height change is critical in HDD due to the relatively small head-media spacing (7-10 nm). The small environmental changes can cause the variation of the head-media spacing. The flying height measurement system is based on the commercial dynamic flying height testing machine. The maximum temperature that the flying height measurement can be performed is 58 degree Celsius at the relative humidity of 3%. The slider flying height is linearly reduced with increasing temperature comparable with the measurement and simulation result shown in the literature.

Keywords : The flying height measurement of magnetic recording head , HDD, Temperature ,Humidity

1. บทนำ

ปัจจุบันความต้องการพื้นที่บันทึกข้อมูลในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่สูงขึ้นและการนำไปใช้งานที่หลากหลายมากขึ้น ผลักดันให้เกิดการพัฒนาเทคนิคต่างๆมากมาย เพื่อเพิ่มความจุข้อมูลเชิงพื้นที่และประสิทธิภาพในการอ่านเขียนข้อมูล เช่น การออกแบบหัวอ่านเขียน วิธีการประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณดิจิตอล รวมถึงการลดระดับการบินของหัวอ่านเขียน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและพื้นที่การบันทึกข้อมูล โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ได้ถูกนำไปใช้ในหลากหลายอุปกรณ์และหลากหลายสภาพแวดล้อม ซึ่งสภาวะอุณหภูมิและความชื้นที่เปลี่ยนไปจะมีผลกระทบต่อค่าระดับการบินของหัวอ่านเขียน ซึ่งในการออกแบบหัวอ่านเขียนที่ใช้อยู่ในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์มีหลากหลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบถูกออกแบบมาโดยใช้วัสดุที่แตกต่างกันและทำงานที่ความเร็วรอบในการหมุนของแผ่นดิสก์บันทึกข้อมูล มุมในการอ่านข้อมูลที่แตกต่างกัน รวมถึงระดับการบินที่แตกต่างกัน จากผลกระทบของค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงค่าระดับการบินของหัวอ่าน อันส่งผลต่อประสิทธิภาพในการอ่านเขียนข้อมูล ประกอบกับระดับการบินของหัวอ่านเขียนในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่มีอยู่ในปัจจุบันอยู่ช่วงน้อยกว่า 10 นาโนเมตร การเปลี่ยนแปลงค่าระดับการบินเพียง 1-2 นาโนเมตร อาจทำให้ประสิทธิภาพในการอ่านเขียนข้อมูลลดลงหรือก่อให้เกิดความเสียหายกับหัวอ่านเขียนในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ได้

จากงานวิจัยที่ผ่านมาเป็นการศึกษาในรูปของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ [1]-[6] เพื่อหาการเปลี่ยนแปลงระดับการบินของหัวอ่านเขียน โดยเมื่ออุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เปลี่ยนแปลงจะส่งผลต่อแรงดันอากาศในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ผลจากแบบจำลองที่ค่าอุณหภูมิคงที่ 60 องศาเซลเซียส ที่ค่าความชื้นสัมพัทธ์ 0% ถึง100% แสดงให้เห็นว่าเมื่อค่าความชื้นมากกว่า 6% จะมีผลให้ระดับการบินของหัวอ่านเขียนเริ่มลดลงและยังส่งผลให้ค่าความเอียงของหัวอ่านเขียนเพิ่มขึ้นในช่วงแรกของการเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์และเมื่อค่าความชื้นสัมพัทธ์ค่ามากกว่า 40% ค่าความเอียงจะลดลงเนื่องจากการปรับสมดุลระหว่างแรงดันอากาศกับแรงกระทำของปีกนก (Suspension) ที่กระทำต่อกัน ผลจากแบบจำลองในงานวิจัย [2] พบว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าระดับการบินจะสูงขึ้นที่ค่าอุณหภูมิและความชื้นที่มากขึ้น ในงานวิจัย [3] เป็นการจำลองวัดค่าระดับการบินของหัวอ่านเขียน พบว่าที่อุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียส และ 60 องศาเซลเซียส ที่ค่าความชื้น 20% มีผลต่อค่าระดับการบินที่ลดลงที่ใกล้เคียงกันและมีผลต่อระดับการบินน้อยกว่าที่ค่าความชื้นสูงที่ 80% ที่อุณหภูมิเดียวกัน ผลจากงานวิจัย [2]-[5] โดยการจำลองที่ค่าอุณหภูมิต่างๆพบว่าที่ค่าอุณหภูมิและความชื้นที่สูงขึ้นจะมีอัตราการลดของระดับการบินของหัวอ่านเขียนที่สูงขึ้นด้วยและจากผลที่ได้จากแบบจำลองของหัวอ่านเขียน 2 ชนิด พบว่าหัวอ่านเขียน 2 ชนิดมีอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าระดับการบินที่ต่างกันต่อค่าอุณหภูมิและความชื้นเดียวกัน

การวัดค่าระดับการบิน โดยวิธีการวัดสัญญาณแอมพลิจูดที่อ่านกลับจากหัวอ่านเขียนในฮาร์ดิสก์ไดรฟ์ [1][2][6] ที่ค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ค่าต่างๆ แล้วทำการคำนวณหาค่าระดับการบิน โดยทฤษฎีของ Wallace ซึ่งค่าความแรงของสัญญาณแอมพลิจูดที่อ่านได้จะมีค่าสูงขึ้นเมื่อหัวอ่านเขียนเข้าใกล้แผ่นบันทึกข้อมูลมากขึ้น จากการศึกษาวิจัย [2] ที่อุณหภูมิคงที่ 53 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นว่า เมื่อความชื้นเพิ่มขึ้น มีผลให้ความระดับการบินของหัวอ่านเขียนลดลงประมาณ 2 นาโนเมตร โดยการลดลงจะเป็นลักษณะเส้นตรงและการลดลงของค่าระดับการบินจะมีอัตราการเปลี่ยนแปลงที่สูงขึ้นที่ค่าความชื้นสูงขึ้น

จากงานวิจัยการทดลองวัดค่าระดับการบินเมื่อค่าอุณหภูมิและความชื้นเปลี่ยนแปลง ทั้งโดยวิธีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และแบบวัดสัญญาณแอมปลิจูดที่อ่านกลับจากหัวอ่านเขียน แสดงให้เห็นว่าทั้ง 2 วิธี มีค่าระดับการบินที่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากอุณหภูมิและความชื้นมีผลที่สอดคล้องกัน

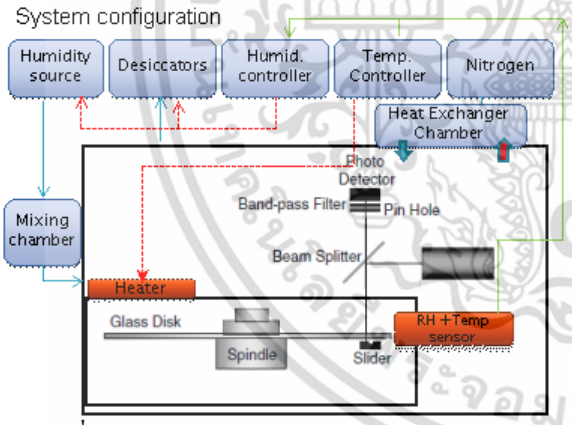
รายงานฉบับนี้นำเสนอวิธีการใหม่ในการวัดระดับการบินของหัวอ่านเขียนแบบการวัดทางตรง (Direct measurement) ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้ โดยติดตั้งระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นบนเครื่องวัดระดับการบินของหัวอ่านเขียนรุ่น DFHT4 ซึ่งใช้เทคนิคการวัดค่าระดับการบินด้วยเทคนิคทางแสง เรียกว่าอินเตอร์เฟียร์โรมิเตอร์ (Optical interferometer) จากงานวิจัยที่ผ่านที่เป็นการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใช้คำนวณในแบบจำลองจะเป็นค่าจากการออกแบบไม่ใช่ตัวหัวอ่านเขียนจริงในสายการผลิตและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานวิจัยที่ใช้วิธีการวัดสัญญาณแอมปลิจูดจากหัวอ่านเขียนซึ่งเป็นวิธีการวัดทางอ้อม (Indirect measurement) โดยในงานวิจัยที่ผ่านมาเป็นการวัดระดับการบินของหัวอ่านเขียนในระดับฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ด้วยระบบการวัดระดับการบินที่นำเสนอจะช่วยให้สามารถศึกษาพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงระดับการบินของหัวอ่านเขียนจริงในสายการผลิตที่มีต่อสภาวะอุณหภูมิและความชื้นต่างๆได้ ซึ่งจะช่วยให้สามารถทำการวิเคราะห์ปัญหาและเข้าใจลักษณะการเปลี่ยนแปลงระดับการบินต่ออุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของหัวอ่านเขียนจริงในสายการผลิต ซึ่งสามารถนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ปัญหาหรือความสัมพันธ์กับส่วนการผลิตส่วนต่างเพื่อนำไปปรับปรุงผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนการออกแบบได้

2. การทดลอง

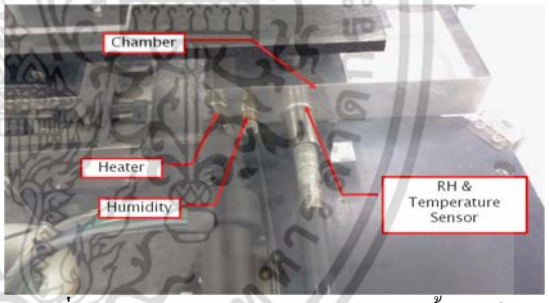
ระบบควบคุมในการงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย 4 ระบบหลัก สำหรับการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ค่าต่างๆ บล็อกไดอะแกรมของระบบหลักแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1: บล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ของเครื่องวัดระดับการบินของหัวอ่านเขียน

ระบบควบคุมทั้งหมดออกแบบเพื่อติดตั้งบนเครื่องวัดระดับการบินหัวอ่านเขียน รุ่น DFHT4 ดังนั้นตัวเครื่องวัดระดับการบินจะมีการปรับปรุงเพื่อติดตั้งตัวโครงสร้างกล่องพลาสติกด้านนอก เรียกว่า กล่องพลาสติกหลัก เพื่อครอบระบบของส่วนการวัดหลัก จุดประสงค์หลักของกล่องพลาสติกหลักคือเพื่อป้องกันฝุ่นละอองจากสภาพแวดล้อมภายนอกและเพื่อทำให้ระบบดูดความชื้นที่ใช้เป็นระบบปิด โดยข้างในกล่องพลาสติกหลัก จะมีกล่องสแตนเลส ที่ถูกออกแบบเพื่อติดตั้งในพื้นที่การวัดระดับการบินเรียกว่า กล่องการวัด ใช้เพื่อรักษาอุณหภูมิและความชื้นในขณะทำการวัดระดับการบินไว้ช่วงเวลาหนึ่ง

ชุดเซ็นเซอร์ประกอบด้วย เซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้นจะประกอบอยู่บนตัวเดียวกัน โดยจะติดตั้งใกล้ตำแหน่งที่ทำการวัดระดับการบินมากที่สุด เพื่อให้ได้ค่าที่ใกล้กับค่าที่ตำแหน่งวัดระดับการบินระหว่างหัวอ่านกับแผ่นดิสก์แก้วมากที่สุดตามรูปที่ 2 การออกแบบกล่องการวัด มีจุดประสงค์เพื่อรักษาระดับอุณหภูมิและความชื้นในขณะทำการวัดระดับการบินไว้ชั่วขณะหนึ่งและเพื่อป้องกันความร้อนขณะทำอุณหภูมิสูงไม่ให้ไปทำความเสียหายชิ้นส่วนต่างๆในบริเวณรอบๆกล่องการวัดโดยตรง เช่น ชุดมอเตอร์ขับเคลื่อน แกน X และ แกน Y และส่วนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ การออกแบบกล่องการวัดนี้จะไม่สามารถปิดได้ทุกส่วนเนื่องจากข้อจำกัดของลักษณะทิศทางการเคลื่อนที่ การนำงานเข้าไปในตำแหน่งวัด



รูปที่ 2: รูปแสดงกล่องการวัดและการติดตั้งชุดเซ็นเซอร์และชุดทำความร้อน

การทำงานของ 4 ระบบหลัก

1. ระบบทำความร้อนจะใช้ชุดแหล่งจ่ายคอยล์ร้อนนำพาความร้อนโดยเป่าลมผ่านชุดคอยล์ร้อนซึ่งจะทำให้สภาพแวดล้อมรอบๆมีอุณหภูมิสูงสุดถึง 80 องศาเซลเซียส ซึ่งที่อุณหภูมิสูงๆ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และบางชิ้นส่วนของเครื่องวัดอาจได้รับความเสียหาย โดยที่กล่องการวัดไม่สามารถป้องกันได้
2. ระบบทำความเย็นจะใช้ระบบทำความเย็นที่ใช้ไนโตรเจนเหลวเป็นแหล่งจ่าย โดยมีชุดคอยล์เย็นที่ต่อกับไนโตรเจนเหลว โดยชุดคอยล์เย็นจะบรรจุอยู่ในกล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับทำหน้าที่โอนถ่ายความร้อน (Heat exchange chamber) โดยติดตั้งระบบพัดลมที่จะทำหน้าที่หมุนวนอากาศจากกล่องพลาสติกหลักมาผ่านชุดคอลย์เย็น แล้วดูดกลับเข้ากล่องพลาสติกหลักอีกครั้ง ด้วยระบบนี้เราสามารถลดจากอุณหภูมิห้องไปที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ในเวลา15 นาที โดยอุณหภูมิภายในกล่องพลาสติกจะคงที่อยู่ชั่วขณะประมาณ 1-2 นาที ซึ่งเพียงพอต่อการวัดค่าระดับการบิน

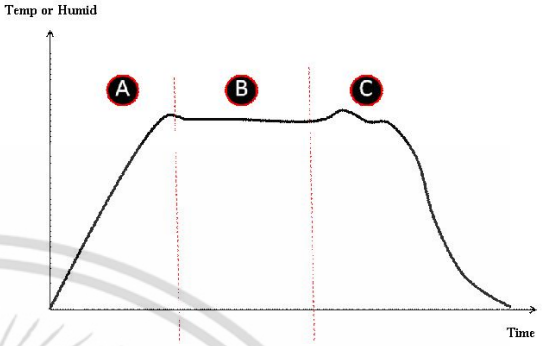
3. ระบบกำเนิดความชื้น จะใช้ชุดควบคุมและกำเนิดความชื้นจาก ETS โดยใช้น้ำไม่มีประจุ (Deionizes water) ในการสร้างความชื้น ซึ่งระบบนี้สามารถที่จะกำเนิดความชื้นสัมพัทธ์ ในระบบปิดถึง 20 ลูกบาศก์ฟุต โดยใช้ อัลตร้าโซนิคทรานดิวเซอร์ ในการสร้างไอน้ำจากการสั่น ไอน้ำจะถูกส่งผ่านท่อขนาด 1 นิ้ว ไปยังชุดที่เรียกว่า มิกซ์ซิ่ง เพื่อให้ไอน้ำบางส่วนกลั่นตัวและระบายทิ้ง ส่วนที่เหลือจากการกลั่นตัวจะไหลเข้าสู่กล่องพลาสติกหลักต่อไป

4. ระบบดูดความชื้นจะเป็นระบบปิด เพื่อลดความชื้นสัมพัทธ์ในกล่องพลาสติกหลักของเครื่องให้น้อยกว่า 10% ส่วนสำคัญในระบบนี้ คือ สารดูดความชื้น โดยบรรจุในชุดกรองและต่อกับปั๊มลม โดยตัวปั๊มลมจะทำหน้าที่ดูดอากาศที่อยู่ในกล่องพลาสติกหลัก ผ่านชุดดูดความชื้น ในกล่องพลาสติกหลักเพื่อทำการดูดความชื้นก่อนส่งกลับเข้าสู่กล่องพลาสติกหลักอีกครั้ง

3 ผลการทดลองและสรุปผล

จาก 4 ระบบหลัก สามารถสรุปขั้นตอนการทำงานของระบบควบคุมตามรูปที่ 3 อธิบายลักษณะการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือความชื้นของระบบความคุมตามคาบเวลาได้ดังนี้

เริ่มแรกของการทำงาน ระบบจะทำการงานเต็มร้อยเปอร์เซ็นต์ของการทำงานของระบบ ซึ่งจะอยู่ในช่วงคาบเวลา (A) โดยอุณหภูมิและความชื้นจะเพิ่มหรือลดตามระดับที่ตั้งไว้ เมื่อได้ค่าอุณหภูมิหรือความชื้นถึงระดับที่ต้องการ กล่องควบคุมจะทำการปิดระบบจ่ายไฟ ซึ่งอยู่ในช่วงคาบเวลา (B) โดยค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นจะมีสภาวะคงที่อยู่ช่วงเวลาหนึ่งประมาณ 1-2 นาที ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะการถ่ายโอนความร้อนและความชื้นของระบบ อย่างไรก็ตามตัวกล่องพลาสติกหลัก มีการออกแบบให้มีการสูญเสียให้น้อยที่สุด การเพิ่มลดของอุณหภูมิหรือความชื้นจะขึ้นอยู่ กับการถ่ายโอนความร้อนภายในกล่องกับภายนอกกล่อง ดังแสดงในคาบเวลา (C)



รูปที่ 3: กราฟแสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือความชื้นของระบบควบคุมตามคาบเวลา

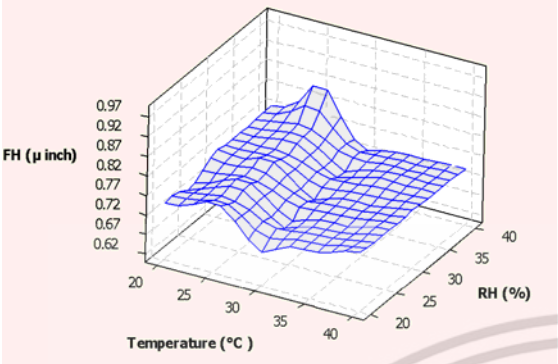
เพื่อให้การวัดค่าคุณลักษณะระดับการบิน ประสบผลสำเร็จในขั้นตอนการวัด จึงหลีกเลี่ยงการทำให้เกิดฝุ่นละอองจากการกลั่นตัวของไอน้ำกับอนุภาคในระบบ ดังนี้

1) สำหรับการวัดระดับการบินที่ช่วงอุณหภูมิสูงที่ความชื้นค่าต่างๆ ระบบควบคุมจะเปิดระบบทำความร้อนจนถึงค่าสูงสุดที่ 40 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลาเดียวกัน ระบบทำความชื้นจะทำงานจนได้ค่าตามที่ต้องการ คือ 20% 25% 30% 35% และ 40% ตามลำดับ เมื่อถึงระดับที่กำหนดระบบทำความร้อนและทำความชื้นจะปิดการทำงาน เนื่องจากที่อุณหภูมิสูงขึ้นความชื้นจะเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นระบบควบคุมความชื้นจะเปิดการทำงานเพื่อรักษาระดับความชื้นที่ตั้งไว้ โดยการวัดระดับการบินจะทำในขณะที่อุณหภูมิและความชื้นอยู่ในสภาวะคงที่ตามรูปที่ 3 โดยการวัดระดับการบินจะเกิดขึ้นในช่วงคาบเวลา (B)

2) สำหรับการวัดระดับการบินในช่วงอุณหภูมิต่ำที่ความชื้นค่าต่างๆ ในการทดลองระบบทำความเย็นจะเปิดการทำงานจนกระทั่งถึงจุดต่ำสุดที่ 20 องศาเซลเซียส ในขณะเดียวกันระบบควบคุมความชื้นก็จะเปิดการทำงานจนได้ค่าความชื้นที่ตั้งไว้ คือ 20% 25% 30% 35% และ 40% ตามลำดับ โดยระบบควบคุมความชื้นจะเปิดการทำงานเพื่อรักษาระดับความชื้นที่ต้องการ การวัดระดับการบินจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำในขณะที่อุณหภูมิและความชื้นคงที่ตามรูปที่ 3 ซึ่งอยู่ในช่วงคาบเวลา (B)



รูปที่ 4 :แสดงกราฟค่าการเปลี่ยนแปลงระดับการบินของหัวอ่านเขียนที่อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ค่าต่างๆ

จากรูปที่ 4 แสดงข้อมูลการวัดระดับการบินของหัวอ่านเขียนชนิดเดียวกันด้วยระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ออกแบบและติดตั้งบนเครื่องวัดระดับการบินรุ่น DFHT4 แกน X คือ ค่าอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส แกน Y คือ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ในหน่วยเปอร์เซ็นต์ และแกน Z คือ ค่าระดับการบินของหัวอ่านเขียนในหน่วยไมโครนิ้ว

สำหรับการวัดระดับการบินในสภาวะอุณหภูมิและสภาวะความชื้นค่าต่างๆ โดยอุณหภูมิสูงสุดของระบบที่ทำได้ คือ 58 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ที่ 3% การวัดระดับการบินที่ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงขึ้น ค่าอุณหภูมิจะลดลงไปที่ 57 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 8% และที่ 50 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 20% โดยค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดที่ระบบสามารถทำการวัดระดับการบินได้ คือ 40 องศาเซลเซียส และ 40% ตามลำดับ เพราะที่ค่าความชื้นสัมพัทธ์มากกว่านี้จะถูกจำกัดด้วยเงื่อนไขการเกิดฝุ่นละอองขณะทำการวัดระดับบิน เนื่องจากเกิดการจับตัวระหว่างความชื้นกับอนุภาคในระบบ เกิดการกลั่นตัวไปเกาะบนผิวหน้าหัวอ่านเขียน จากการทดลองวัดระดับการบินของหัวอ่านเขียนประเภทเดียวกัน โดยให้อุณหภูมิคงที่แล้วทำการวัดค่าระดับการบินของหัวอ่านที่ค่าความชื้น 20% 25% 30% 35% และ 40% ตามลำดับ โดยจะเห็นแนวโน้มการลดลงไปในทางเดียว ซึ่งหัวอ่านเขียนจะมีค่าระดับการบินที่ลดลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นมากกว่า 25 องศาเซลเซียส โดยที่ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่มากขึ้นจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าระดับการบินน้อยกว่าจากผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ จากการวัดค่าระดับการบินที่ค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ที่กล่าวมา มีการเปลี่ยนแปลงค่าระดับการบินของหัวอ่านเขียนที่สอดคล้องกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับการวัดในช่วงอุณหภูมิต่ำและสภาวะความชื้นสัมพัทธ์ตามค่าที่กล่าวมาข้างต้น ค่าระดับการบินของหัวอ่านเขียนไม่แสดงการเปลี่ยนอย่างมีนัยสำคัญ อุณหภูมิต่ำสุดที่ระบบทำได้คือ 13 องศาเซลเซียส ซึ่งในการทดลองวัดการบินที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสที่ค่าความชื้นดังที่กล่าวมา การเปลี่ยนแปลงของระดับการบินจะไม่เกิน 0.015 ไมโครนิ้ว โดยความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดที่ระบบทำการวัดระดับการบินทำได้คือ 40%

4. สรุปผล

การออกแบบและสร้างเครื่องวัดระดับการบินที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสามารถทำงานได้เป็นผลสำเร็จ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับการบินของหัวอ่านเขียนที่อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ค่าต่างๆ

โดยระบบที่ติดตั้งบนเครื่องวัดระดับการบินของหัวอ่านเขียนสามารถทำอุณหภูมิต่ำสุดที่ 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดที่ทำได้ คือ 58 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดที่ลดได้คือ 3% และค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดที่ทำได้คือ 40% โดยในการทดลองวัดค่าระดับการบินของหัวอ่านเขียนที่ค่าความชื้นสัมพัทธ์ 20% 25% 30% 35% และ 40% ตามลำดับ ค่าระดับการบินจะลดลง เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ซึ่งมีสอดคล้องกับงานวิจัย [1]-[6] โดยอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าระดับบินของหัวอ่านเขียนจะมีอัตราการเปลี่ยนแปลงระดับการบินที่สูงขึ้นที่ค่าอุณหภูมิที่สูงขึ้นตามลำดับและค่าระดับการบินของหัวอ่านเขียนที่วัดได้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ที่ค่าความชื้น 20% 25% 30% 35% และ 40% ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วงอุณหภูมิห้อง ไม่แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าระดับการบิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของหัวอ่านเขียนอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งจากผลการทดลองที่ได้เบื้องต้นจากกลุ่มงานที่นำมาทดลอง แสดงให้เห็นถึงสภาวะอุณหภูมิที่มีผลต่อระดับการบินของหัวอ่านเขียน โดยค่าความชื้นที่เพิ่มจะมีผลน้อยกว่าการเปลี่ยนแปลงของค่าอุณหภูมิ ซึ่งสามารถนำไปวิเคราะห์ปัญหาเพื่อปรับปรุงผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนการออกแบบ ให้สามารถทนทานต่อสภาวะอุณหภูมิและความชื้นมากขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ได้รับการสนับสนุนอุปกรณ์จาก บริษัท ซีเกทเทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ร่วมกับ วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการข้อมูล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังและสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Brain D.Strom, Shuyu Zhang, Sung Chang Lee, Andrei Khurshudov, and George W. Tyndall , “Effects of Humid air on air bearing flying height,” IEEE Transsection on magnetics, vol.43, pp. 3301-3304 , 2007.

[2] Shuyu Zhang, Brain Strom, Sung-change Lee, GeogeTyndll, “Simulating the air bearing pressure and flying height in a humid Environment,” Journal of Tribology, 2008.

[3] Weidong Zhou, Bo Liu, Shengkai Yu, Wei Hua, Chee How Wong, “ Effect of environment temperature and humidity on thermal flying height adjustment,” Microsyst Technol , 2010.

[4] Nan Luui, David B. Bogy, “ Temperature effect on HDD slider’s flying performance at steady stage,” Tribol Lett , 2009 .

[5] Shuyu Zhang,Brain Strom,Sungchang Lee,George Tyndall “ Calculating air bearing pressure and flying height in a humid environment,” Samsung information systems Amarica, Asia pacific magnetic recording conference, 2006.

[6] Ellis Cha, Chisin Chiang, Jorge Enguero, Jerry J.K. Lee “Effect of temperature and altitude on flying height,” IEEE Transsaction on magnetics.vol. 32, No. 5 , 1996.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้