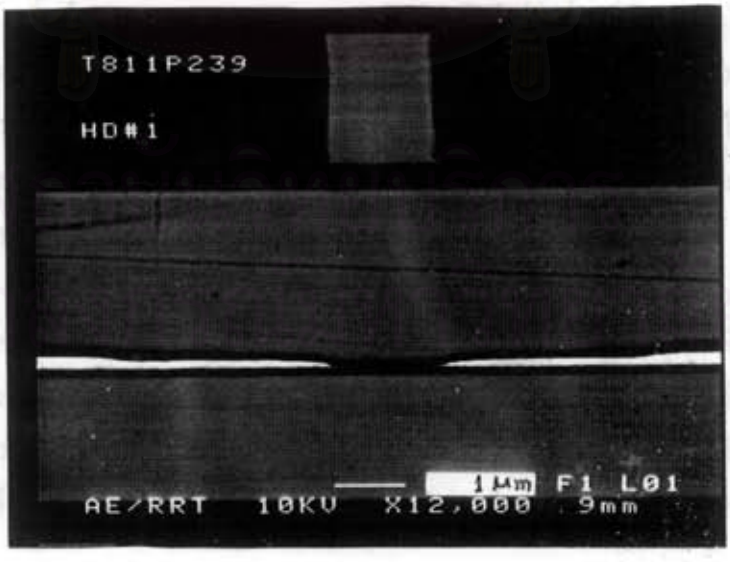
บทที่ 1

บทนำ

1.1 สภาพความเป็นมา แนวทางเหตุผลและปัญหา

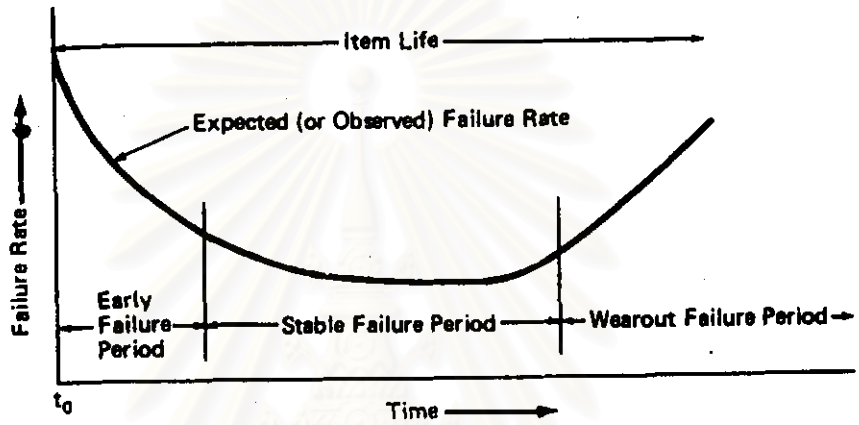
อุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว ทางด้านเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าขึ้นมากในการเพิ่มความจุของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ความเร็วการทำงาน และประสิทธิภาพ ผลจากการพัฒนาอย่างรวดเร็วทางด้านเทคโนโลยี ทำให้วิศวกรที่ทำงานทางด้านการทดสอบความเชื่อถือได้ (Reliability Engineer) ของผลิตภัณฑ์ต้องคิดค้นและหาวิธีการทดสอบทางด้านความเชื่อถือได้ทางด้านคุณภาพในการทำงานของผลิตภัณฑ์ อัตราการทำงานประสัย และ การทำนายอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ด้วยระยะเวลาอันสั้น ตัวอย่างเช่น ในอุตสาหกรรมการผลิตหัวอ่านเขียนสำหรับฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ มีวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ยเพียง 9 เดือน ทำให้วิศวกรทางด้านการทดสอบความเชื่อถือได้ของผลิตภัณฑ์ต้องคิดค้นและหาวิธีในการทดสอบด้วยระยะเวลาอันสั้นด้วย

การพัฒนาอย่างรวดเร็วของอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์ที่ต้องการความเร็วและความจุสูงทำให้หัวอ่านเขียนต้องพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยพัฒนาจากหัวอ่านเขียนแบบอินดักทีฟ (Inductive Head) มาเป็นหัวอ่านเขียนแบบแมกนีโทรีซิสทีฟ ซึ่งมีโครงสร้างที่ต่างกัน โดยหัวอ่านเขียนจะมีโครงสร้างที่เพิ่มขึ้นคือแมกนีโทรีซิสทีฟสไตร์ฟ (Magnetoresistive Stripe) ซึ่งเป็นฟิล์มบางที่มีความหนาเพียง 150 Å และมีความกว้างประมาณ 1.5-2 ไมครอน ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscopy หัวอ่านเขียนแบบแมกนีโทรีซิสทีฟ (Magnetoresistive Head)

แมกนีโทรีซิสทีฟสไตร์ฟเป็นส่วนที่เป็นปัจจัยหลักทางด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยมีผลโดยตรงต่อการเกิดการประลัย เนื่องจากเป็นฟิล์มโลหะอัลลอย ที่เป็นส่วนผสมระหว่างเหล็ก 18 % และ นิกเกิล 82 % และมีความหนาประมาณ 150 - 250 Å ทำให้เกิดการประลัยสูง เนื่องมาจากไฟฟ้าสถิตย์ (Electrostatic Discharge ; ESD) ในขบวนการผลิต ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งทำให้อัตราการประลัยในช่วงแรกสูงของกราฟรูปอ่างน้ำสำหรับอัตราการประลัย (Bathtub Curve for Failure Rate) ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 แสดงกราฟรูปอ่างน้ำสำหรับอัตราการประลัย

รูปที่ 1.2 แสดงกราฟรูปอ่างน้ำสำหรับอัตราการประลัย ซึ่งแบ่งเป็นสามช่วงคือ ช่วงแรกคือช่วงการประลัยในตอนต้น (Early Failure Period) ผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนที่มีคุณภาพไม่ดีจะประลัยในช่วงนี้ ช่วงที่สองเป็นช่วงการประลัยที่มีอัตราคงที่ (Stable Failure Period) ซึ่งเป็นแนวราบที่ยาว อัตราการประลัยเป็นการกระจายแบบสุ่มที่เป็นยูนิฟอร์มหรืออัตราคงที่ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน ช่วงสุดท้ายเป็นช่วง Wearout Period อัตราการประลัยจะเกิดสูงขึ้น วัตถุประสงค์อันหนึ่งของการทดสอบความน่าเชื่อถือคือทำให้ช่วงสุดท้ายนี้ให้ห่างออกจากช่วงอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์

ในการใช้งานจะมีกระแส (Current I) ไหลผ่านแมกนีโทรีซิสทีฟซึ่งเป็นฟิล์มโลหะอัลลอย ทำให้เกิดปรากฏการณ์อิเล็กโทรไมเกรชั่น ทำให้ฟิล์มโลหะอัลลอยเริ่มเสื่อมสภาพและมีค่าความต้านทานสูงขึ้นตามระยะเวลาการใช้งาน ด้วยเหตุผลดังกล่าวสามารถนำปรากฏการณ์อิเล็กโทรไมเกรชั่นมาใช้ในการทดสอบทางด้านความเชื่อถือได้ของผลิตภัณฑ์และหาโมเดลในการทำนายอายุการใช้งาน

ผลสุดท้ายของงานวิจัยนี้ จะได้แนวทางและวิธีการทดสอบและโมเดลในการทำนายอายุการใช้งานของหัวอ่านเขียนแบบแมกนีโทรีซิสทีฟ โดยวิธีการทดสอบแบบอิเล็กโทรไมรเกรชั่น แนวทางการ

ดำเนินการทดสอบดังกล่าวยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพและคุณภาพของผลิตภัณฑ์เพื่อป้องกันผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในระดับมาร์จินอล (บริเวณที่เป็นพรหมแดนระหว่างช่วงแรกและช่วงที่ 2 ของกราฟอัตราประสัยรูปอ่างน้ำในรูปที่ 3) เพื่อป้องกันผลิตภัณฑ์ดังกล่าวหลุดไปถึงลูกค้า นอกจากนี้สามารถใช้ในการประยุกต์หาโมเดลการทำนายอายุของผลิตภัณฑ์ใหม่ในอนาคตได้ เช่น หัวอ่าน เขียนแบบดูอัลแมกนีโทรีซิสทีฟ (Dual Magnetoresistive Head) เป็นต้นยิ่งไปกว่านั้นข้อมูลการทดสอบดังกล่าวยังสามารถไปใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์แมกนีโทรีซิสทีฟโมเดลใหม่ได้

1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

เพื่อประยุกต์วิธีการทดสอบแบบอิเล็กโทรไมเกรชั่นกับหัวอ่านเขียนแบบแมกนีโทรีซิสทีฟ ในการทดสอบความเชื่อถือได้ของผลิตภัณฑ์ และหาโมเดลในการทำนายอายุของผลิตภัณฑ์

1.3 ขอบเขตการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกผลิตภัณฑ์หัวอ่านเขียนแบบแมกนีโทรรีซิสทีฟ เพื่อใช้ในการทดสอบความเชื่อถือได้ของผลิตภัณฑ์แบบอิเล็กโทรไมเกรชั่น เพื่อใช้หาโมเดลในการทำนายอายุของผลิตภัณฑ์ โดยพิจารณาจากปัจจัยที่คาดว่าจะมีอิทธิผลต่อการทดสอบดังนี้

1. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ กระแสไฟฟ้าตรง และความต้านทานของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการทดสอบ เนื่องจากในแต่ละผลิตภัณฑ์จะมีการออกแบบที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงพิจารณาเลือกอย่างน้อยสองผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ในการทดสอบ
2. วัสดุอื่น ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ เช่น สายไฟ ว่ามีการเปลี่ยนแปลงของความต้านทานเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไปหรือไม่
3. เครื่องมือที่ใช้ทดสอบ โดยพิจารณาจากความเที่ยงตรง (Precision) และความแม่นยำ (Accuracy) ของเครื่องมือ
4. ปัจจัยอื่น ๆ ได้กำหนดไว้ในสมมติฐานของการวิจัย

1.4 ข้อสมมติฐานของการวิจัย

เนื่องจากการทดสอบแบบอิเล็กโทรไมเกรชั่น โดยมากจะทดสอบโดยใช้ตัวอย่างเป็นฟิล์มโลหะหรืออัลลอย ทำให้สามารถหาค่าของตัวแปรหรือปัจจัยได้โดยการวัดโดยตรง แต่การทดสอบแบบ

อิเล็กโทรไมเกรชั่นบนผลิตภัณฑ์หัวอ่านเขียนแมกนีโทรีซิสทีฟที่สำเร็จรูปเป็น HGA (Head Gimbal Assembly) ซึ่งเป็นการยากที่จะวัดค่าความต้านทานโดยตรง ดังนั้นเพื่อความสะดวกต่อการวิจัย จึงขอตั้งสมมติฐานเบื้องต้นไว้ดังนี้

1. ให้ความต้านทานของ MR Element มีค่าเท่ากับค่าความต้านทานของ MR HGA ซึ่งจะรวมกับวัสดุตัวนำภายในและชุดสายไฟพร้อมบอร์ด การทดสอบนี้จะทดสอบในรูปของ HGA ค่าความต้านทานที่อยู่ในรูปสไลเดอร์สามารถหาได้โดยการนำค่าความต้านทานของลวดไฟฟ้า (5 โอห์ม) ลบด้วยค่าความต้านทานของหัวอ่านเขียนแมกนีโทรีซิสทีฟ
2. ในการประเมินอายุของ MR Head จะพิจารณาว่าหัวอ่านเขียนดังกล่าวประลัยก็ต่อเมื่อค่าความต้านของ MR เพิ่มมากขึ้นมากกว่าหรือเท่ากับ 5%
3. สมมติให้มีกระแสไฟตรงไหลผ่าน MR layer ประมาณ 70 % ของกระแสทั้งหมด และมีค่าความหนาของ MR คงที่ทุกตัว ซึ่งค่าดังกล่าวจะมาจากข้อมูลผลิตภัณฑ์ เนื่องจากเป็นการยากที่จะวัดขนาดของความหนาของ MR เพราะมีความหนาเพียง 150 Å
4. อุณหภูมิในการใช้งานเท่ากับ 60 $^{\circ}$C หรืออาจจะพิจารณาอุณหภูมิในการใช้งานระดับอื่นได้แล้วแต่กรณี
5. รอบของการใช้งานของฮาร์ดดิสก์ประมาณ 50% ซึ่งอาจจะพิจารณารอบการใช้งานระดับอื่นได้ เช่น 75% หรือ 100% แล้วแต่กรณี
6. เพื่อความสะดวกในการวิจัย ตัวแปรหรือปัจจัยอื่น ๆ อาจจะต้องอ้างอิงจากผู้วิจัยท่านอื่นๆ หรือหนังสืออ้างอิง

1.5 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาวิธีการทดสอบแบบอิเล็กโทรไมเกรชั่นเพื่อทดสอบผลิตภัณฑ์หัวอ่านเขียนแบบแมกนีโทรีซิสทีฟ
2. สำรวจงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการประเมินอายุการใช้งานแบบอิเล็กโทรไมเกรชั่นเพิ่มเติม โดยส่วนใหญ่จะมีมากในอุตสาหกรรมเซมิคอนดักเตอร์
3. ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลของปัจจัยที่จะมีผลต่อการทดสอบ
4. ออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ และหาโมเดลในการทำนายอายุการใช้งานของหัวอ่านเขียนแบบอิเล็กโทรรีซิสติฟ ปัจจัยที่ต้องศึกษามีดังนี้

   4.1 การประมาณค่าความสูงของแมกนีโทรีซิสทีฟสไตร์ฟ (MR stripe Height) จากความต้านทาน โดยเปรียบเทียบกับการวัดจริงโดยการ Cross Section ด้วยการขัดและวัดความสูงของแมกนีโทรีซิสทีฟสไตร์ฟ ด้วยเครื่องสแกนนิ่งอิเล็กตรอนไมโครสโคป (Scanning Electron Microscope)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 การศึกษาปัจจัยของลวดไฟฟ้าว่ามีการเปลี่ยนความต้านทานเมื่อมีการเปลี่ยนอุณหภูมิหรือไม่

4.3 ศึกษาปัจจัยความต้านทานของแมกนีโทรีซิสทีฟและอุณหภูมิความต้านทานของแมกนีโทรีซิสทีฟ

5. หารูปแบบวิเคราะห์และโมเดลในการทำนายอายุการใช้งานของหัวอ่านเขียนแบบแมกนีโทรีซิสทีฟ

6. วิเคราะห์หาโมเดลในการทำนายอายุการใช้งานของหัวอ่านเขียนแบบแมกนีโทรีซิสทีฟ

7. สรุปผลการวิเคราะห์

8. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้วิธีการทดสอบอิเล็กโทรไมเกรชั่นในการทดสอบความเชื่อถือได้ของผลิตภัณฑ์

2. ได้วิธีการทดสอบแบบอิเล็กโทรไมเกรชั่นในการประเมินอายุการใช้งานของหัวอ่านแบบแมกนีโทรีซิสทีฟ

3. สามารถนำวิธีการทดสอบนี้ไปประยุกต์ใช้ในบริษัทเพื่อทดสอบและรวบรวมข้อมูลเป็นฐานข้อมูลเพื่อใช้ในอนาคตต่อไป

4. สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ใหม่ที่จะมีในอนาคต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย