

## Abstract

---

**Project Code : TRG5780215**

**Project Title : Study of Efficient Switching Mechanism by Thermal Spin-Transfer Torque in Magnetic Tunnel Junction (MTJ) Devices**

**Investigator : Dr. Chayada Surawanitkun, Khon Kaen University**

**E-mail Address : chaysu@kku.ac.th, s.shayada@gmail.com**

**Project Period : 2 Years**

**Abstract : Fast switching mechanism and the low switching energy become the main point for developing the principles of spin transfer torque (STT) magnetic random access memory (MRAM) based on the magnetic tunnel junction (MTJ) device. Recently, there are the many reports to present the dependence of the magnetic properties on the initial temperature alteration in the MTJ devices. However, the temperature increment in the STT-MRAM during the switching process is not considered with the initial temperature alteration. Therefore, in this work, the temperature effect on the magnetic properties of the MTJ device in the STT-MRAM was explored with the factors of the thermal stability and the STT efficiency. The results present that the increment of the initial temperature is a reason of the low switching energy, the low switching time and the low temperature increment during the switching process in the MTJ device. This is due to the reduction of the saturation magnetization and the anisotropy field. However, the initial temperature increment is limited to the temperature below the blocking temperature with disappear of the exchange bias interaction in the antiferromagnetic/ferromagnetic bilayer. Moreover, this affects the undesirable reduction of the thermal stability and the STT efficiency in the STT-MRAM.**

**Abstract :** กลไกการสวิตช์อย่างรวดเร็วและพลังงานการสวิตช์อย่างต่ำกลายเป็นประเด็นที่สำคัญสำหรับการพัฒนาหน่วยความจำแบบ STT-MRAM (spin transfer torque- magnetic random access memory) บนพื้นฐานของวัสดุ MTJ (magnetic tunnel junction) เมื่อไม่นานมานี้ ได้มีหลายๆ รายงานนำเสนอผลของการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางแม่เหล็กจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเริ่มต้นในวัสดุ MTJ แต่อย่างไรก็ตาม การเพิ่มอุณหภูมิในหน่วยความจำ STT-MRAM ระหว่างกระบวนการสวิตช์ยังไม่ได้ถูกพิจารณา ร่วมกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเริ่มต้น ดังนั้น ในงานนี้ได้มีการสำรวจผลกระทบทางอุณหภูมิต่อคุณสมบัติทางแม่เหล็กของวัสดุ MTJ ในหน่วยความจำแบบ STT-MRAM กับปัจจัยด้านเสถียรภาพทางความร้อนและประสิทธิภาพของ STT ผลการศึกษาพบว่า การเพิ่มอุณหภูมิเริ่มต้นเป็นสาเหตุให้พลังงานการสวิตช์ต่ำ เวลาการสวิตช์ต่ำ และอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นในระหว่างกระบวนการสวิตช์ในวัสดุ MTJ มีค่าต่ำด้วย ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มอุณหภูมิเริ่มต้นมีผลต่อการลดลงของความเป็นแม่เหล็กอิ่มตัว (saturation magnetization) และสนามแอนิโซโทรปี (anisotropy field) แต่อย่างไรก็ตาม การเพิ่มอุณหภูมิเริ่มต้นจะถูกจำกัดไว้ที่อุณหภูมิที่ต่ำกว่าอุณหภูมิ blocking (blocking temperature) ที่เป็นอุณหภูมิที่มีการหายไปของปฏิกิริยา exchange bias ที่ปรากฏขึ้นในสองชั้นที่ติดกันของชั้น antiferromagnetic และชั้น ferromagnetic นอกจากนี้ การเพิ่มอุณหภูมิเริ่มต้นยังส่งผลต่อการลดลงที่ไม่ต้องการของเสถียรภาพทางความร้อนและประสิทธิภาพของ STT ในหน่วยความจำแบบ STT-MRAM

**Keywords :** Spin transfer torque, Magnetic tunnel junction, Current induced magnetization switching, Thermal Analysis.