

## 서브마이크로 사이즈의 접합면적을 갖는 자기터널접합에서 자화곤란축으로의 자장변화 및 온도변화에 따른 자성적 특성

이윤기<sup>a</sup>, 김영근<sup>a</sup>, 김태완<sup>b</sup>, 황인준<sup>b</sup>

<sup>a</sup>고려대학교 재료공학부

<sup>b</sup>삼성종합기술원

### The Magnetic Properties From Thickness Difference Of Hard Axis Magnetic Field and Temperature In Sub-micron Size MTJ

Yun-Ki Lee<sup>a</sup>, Young Keun Kim<sup>a</sup>, Taewan Kim<sup>b</sup>, In-June Hwang<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Korea University

<sup>b</sup>Samsung Advanced Institute of Technology

#### 1. 서론

차세대 메모리의 중 하나인 MRAM(Magneto-resistive Random Access Memory)은 동작속도가 빠르고 비휘발성의 특성을 가지고 있어 그 활용도가 높아 현재 연구가 활발히 진행 중이다. MRAM에 적용되는 자기터널접합의 경우 접합면적이 서브마이크로 단위로 작아지게 되면 사이즈의 크기에 따라 민감하게 반응하게 되고 자유층의 거동이 마이크로사이즈와는 다르게 된다. 특히 소자의 숫자가 증가하면 각각의 소자에 대한 스위칭 필드가 다르게 되어 정확한 동작점을 파악하기 어렵게 된다. 이러한 특성은 외부온도나 자화곤란축으로의 자장 변화에 의해 변하게 된다. 본 연구에서는 자화곤란축으로의 외부자기장의 크기와 온도변화에 따라 변하는 vortex에 의한 kink의 거동을 중심으로 자성적 특성을 분석했다.

#### 2. 실험방법

0.30  $\mu\text{m} \times 0.80 \mu\text{m}$ 의 접합면적을 갖는 PtMn/CoFe/Ru/CoFe/AlO<sub>x</sub>/NiFe 구조에서 자유층인 NiFe의 두께를 30 Å, 45 Å, 60 Å로 변화시킨 소자 32개를 kink 제거를 목적으로 자화곤란축으로의 자장 변화를 통해 스위칭 특성을 파악했다. 이후 온도를 실온, 50°C, 100°C, 150°C, 200°C로 변화시키며 측정하여 스위칭 특성을 파악해 불균일한 스위칭 특성의 변화여부를 조사했다. 측정은 자화곤란축과 자화용이축에 동시에 자장을 가할 수 있는 프로브스테이션을 사용해 바이어스 전압 0.4V에서 실시했다.

#### 3. 실험결과 및 고찰

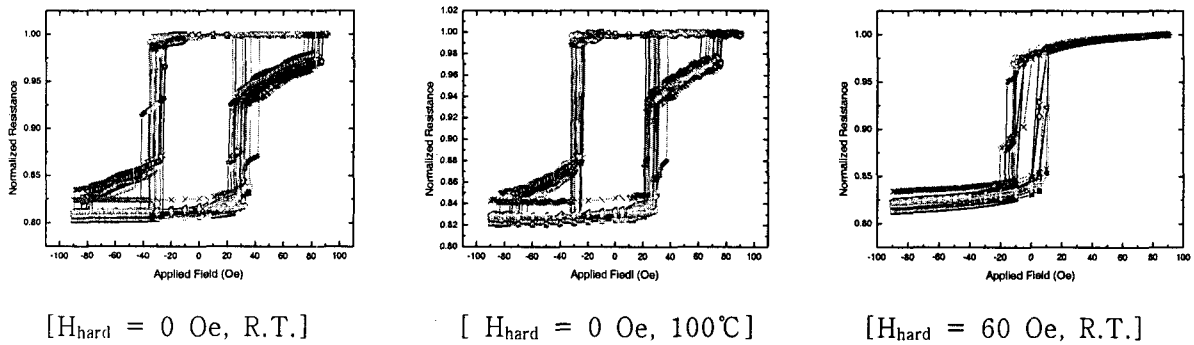
PtMn/CoFe/Ru/CoFe/AlO<sub>x</sub>/NiFe 기본구조에서 NiFe의 두께가 60 Å, 45 Å, 30 Å으로 감소함에 따라 스위칭에 필요한 평균 외부자기장은 각각 약 38 Oe, 30 Oe, 17 Oe로 감소했으나 스위칭 필드의 산포(스위칭 필드 변화량 / 평균 스위칭 필드)는 각각 52%, 66%, 117%로 오히려 증가하는 경향을 보였다. 반면 vortex에 의한 kink는 각각 감소하여 스위칭 균일도는 증가하는 경향을 보였다. 또한 자화곤란축으로의 자장을 높게 가할수록 이러한 불균일한 스위칭 특성은 다소 감소했으나 마찬가지로 kink 등의 불균일한 스위칭 특성을 완전히 제거할 수 없었다. 또한 온도를 변화시키면서 스위칭 특성을 파악한 결과 자기저항비가 줄어드는 특성을 보일뿐 kink는 완전히 제거되지 않으며 스위칭 필드 또한 거의 변화가 없어 전체적으로 자기적 거동에는 큰 변화가 없음을 관찰 할 수 있었다.

다만 자화곤란축으로의 자장이 변화함에 따라 kink가 감소하고 스위칭 필드의 균일도가 다소 향상

되는 경향을 보였다.

#### 4. 결론

본 연구에서 NiFe 자유층 두께에 따라 자화곤란축으로의 자기장을 변화시키고 온도변화에 따라 측정한 결과 온도변화에 대해서는 vortex 등에 의한 kink는 제거가 불가능하며 자기적 거동이 큰 변화가 없었으며 자화곤란축으로의 자장변화에 대해서는 불균일한 스위칭이 다소 감소되는 결과를 보였다.



[Fig. 1] NiFe 60 Å 자유층에서 자화곤란축으로의 자장변화 및 온도변화에 따른 M-R 곡선

#### 5. 참고문헌

- [1] T. Nozaki, Y. Jiang, H. Sukegawa, N. Tezuka, A. Hirohata, and K. Inomata and S. Sugimoto, J. Appl. Phys. 95, 3745 (2004).
- [2] Bad N. Engel et al. IEEE Transaction on nanotechnology, 1, 32 (2002)