

# 비정질 강자성체 CoSiB/Pt 다층박막의 수직자기이방성 특성 연구

박지선, 황재연<sup>1</sup>, 이승백<sup>1</sup>, 김태완<sup>2</sup>, 임혜인\*

숙명여자대학교 물리학과, 서울 용산구 청파동2가 효창원길 52

<sup>1</sup>한양대학교 전자통신컴퓨터공학부, 서울 성동구 행당동 17번지

<sup>2</sup>세종대학교 신소재공학과, 서울 광진구 군자동 98번지

## 1. 서론

스핀전달토크 (Spin transfer torque, STT)를 고밀도 자기기록매체의 읽기헤드나 자기센서로 이용하기 위하여 수직자기이방성 (Perpendicular magnetic anisotropy, PMA)에 기반을 둔 자기터널접합 (Magnetic tunnel junctions, MTJs)이 고밀도 MRAM (magnetic random access memory)을 상용화할 수 있는 가능성 있는 후보로 널리 연구되고 있다 [1,2]. 수평기록은 수직자화성분이 존재하여 기록밀도를 증가시켰을 때 기록비트 사이 소자(消磁)작용이 커져 고밀도기록을 할 수 없다는 단점을 가지고 있으나, PMA를 이용한 수직기록방식은 수평기록에 비하여 높은 포화자화를 가지는 박막에서도 고밀도가 가능하여 흥미를 끌고 있다. STT를 이용한 고밀도 MRAM의 가장 중요한 이슈는 큰 신호전압과 열적 안정성 (thermal stability) 확보이다 [3]. 터널자기저항비 (Tunneling magnetoresistance, TMR)가 큰 MTJs 제작에 있어 각 층 사이의 평탄한 계면을 유지하기 위해 비정질의 강자성체 물질을 개발하고, 높은 열적 안정성을 갖기 위한 높은 PMA 값을 갖는 새로운 구조 개발이 이루어지고 있다. 본 연구에서는 비정질 합금  $\text{Co}_{75}\text{Si}_{15}\text{B}_{10}$ 을 이용하여 큰 PMA를 갖는  $[\text{CoSiB } t_{\text{CoSiB}}/\text{Pt } t_{\text{Pt}}] \times n$  다층박막의 구조 및 자기적 특성을 조사하였다.

## 2. 실험방법

6개의 타겟이 장착된 *dc* 스퍼터링 장치를 사용하여 (a) CoSiB 1000 (in Å) 단일박막과 (b) Si/SiO<sub>2</sub>/Pt 30/[CoSiB  $t_{\text{CoSiB}}$ /Pt  $t_{\text{Pt}}$ ] $\times n$ /Ta 50 (in Å) 다층박막을 제작하였다. 증착 시 기본진공도는  $2 \times 10^{-7}$  Torr 이하였고, 공정압력은  $2 \times 10^{-3}$  Torr를 유지하였다. (a)는 비정질인 CoSiB의 보자력(coercivity,  $H_c$ )과 포화자화(saturation magnetization,  $M_s$ ) 값, 온도에 따른 결정 구조 변화를 알아보기 위해 증착 후  $5 \times 10^{-4}$  Torr 진공에서 자기장 300 Oe를 걸어주며 3시간 동안 다양한 온도에서 열처리를 진행하였다. (b)는 CoSiB과 Pt 두께와 반복 층수에 따른 PMA 의존성을 조사하기 위해 각 층의 두께를 달리하면서 여러 층을 갖는 다층 박막을 제작하였다. 시료의 결정구조는 XRD를 이용하여 측정하였고, 자기적 특성은 시편진동형자기계 (Vibrating Sample Magnetometer; VSM)을 이용하여 박막 면에 수직인 방향으로 자기장을 가해주며 측정하였다.

## 3. 실험결과 및 고찰

그림 1은 Si/SiO<sub>2</sub> 기판 위에 제작한 1000 Å 두께의 비정질 강자성체 CoSiB 단일박막의 자기이력 특성과 CoSiB 두께에 따른 보자력 변화를 나타낸다. 이 결과로 계산된 CoSiB의  $M_s$ 값은 407 emu/cm<sup>3</sup>이었고 1.6 Oe의 보자력을 가짐을 알 수 있었다. 또한 [CoSiB 3 Å/Pt 14 Å]<sub>5</sub> 구조에서 가장 높은 보자력(Hc) 224 Oe와  $2 \times 10^6$  erg/cm<sup>3</sup>의 높은 수직이방성 상수(Ku)를 얻었다. 보자력은 CoSiB의 두께가 증가하면서 커지다가  $t_{\text{CoSiB}} = 3$  Å일 때 최대값을 갖고 다시 감소하였다.

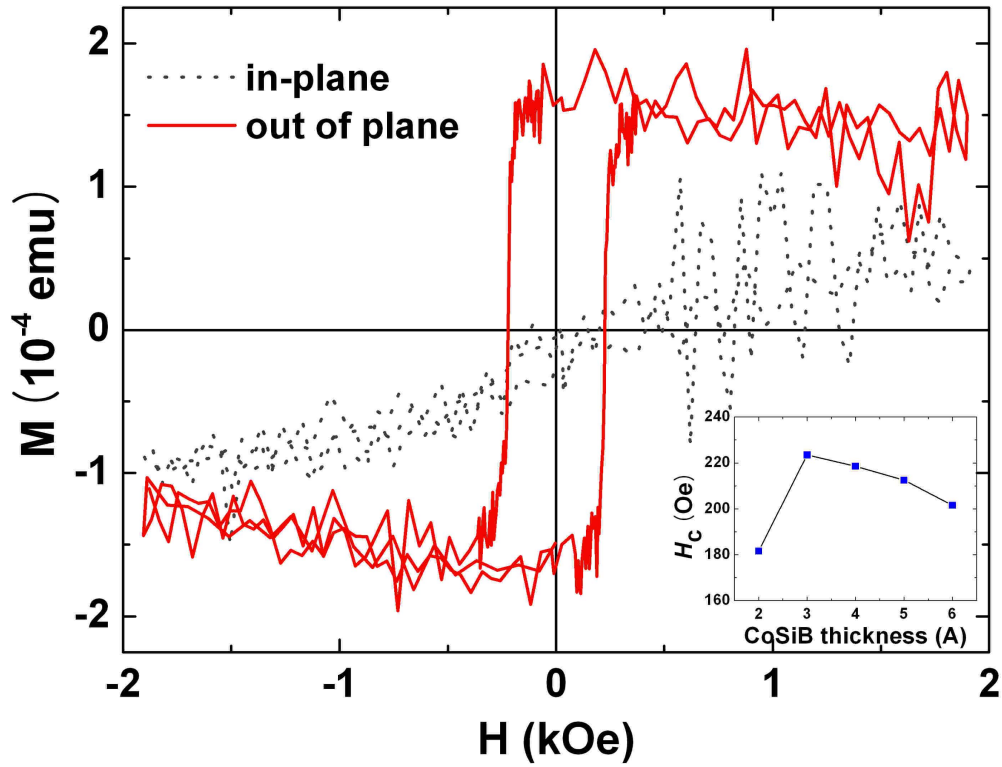


그림 1. The M-H curves for [CoSiB 3 Å/Pt 14 Å]×5 multi-layers(MLs). The inset shows the CoSiB thickness dependence of the coercivity  $H_c$  for [CoSiB  $t_{\text{CoSiB}}$ /Pt 14 Å]×5 MLs.

#### 4. 결론

비정질 CoSiB 재료의 자기적 특성에 대하여 조사한 결과, CoSiB은 기존의 다른 결정질 및 비정질 재료보다도 작은  $M_s$  값을 갖는 것으로 나타났으며, Pt와의 다층박막에서 최대 224 Oe([CoSiB 3 Å/Pt 14 Å]<sub>5</sub> 일 때)의  $H_{ex}$ 를 나타냈다.

#### 5. 참고문헌

- [1] Takehito Shimatsu, , a, Hiroyuki Uwazumib, Hiroaki Muraokaa and Yoshihisa Nakamura, J. Magn. Magn. Mater. 235, 273 (2001).
- [2] S. Tehrani, J. M. Slaughter, M. Deherrera, B. N. Engel, N. D. Rizzo, J. Slater, M. Durlam, R. W. Dave, J. Janesky, B. Butcher, K. Smith, and G. Grynkewich, Proc. IEEE 91, 703 (2003).
- [3] J. C. Slonczewski, J. Magn. Magn. Mater., 159, L1 (1996).