

비정질 강자성체 CoSiB/Pd 다층박막의 수직자기이방성 연구

정 슬^{1*}, 임혜인¹, 윤정범², 유천열²

¹숙명여자대학교 물리학과, 서울 용산구 청파동2가 효창원길 52

²인하대학교 물리학과, 인천 남구 용현동 253

1. 서론

스핀전달토크(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 소자작용이 커져 고밀도 기록을 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 안정성확보이다 [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 $[\text{CoSiB } t_{\text{CoSiB}}/\text{Pt } t_{\text{Pt}}]_n$ 다층박막의 구조 및 자기적 특성을 조사한 기존의 실험에서 한 발 더 나아가, $[\text{CoSiB}/\text{Pd}]$ 구조가 가지는 수직자기이방성을 연구해봄으로써, 큰 PMA를 갖는 비정질 재료의 조합과 그 결과를 살펴보았다.

2. 실험방법

6개의 타겟이 장착된 *dc* 스퍼터링 장치를 사용하여 $\text{Si-SiO}_2/\text{Pt } 50/[\text{CoSiB } t(= 1, 2, 3, 4, 5, 6)/\text{Pd } t(= 11, 12, 13, 14, 15, 16)]_5/\text{Ta } 50$ (in Å) 다층박막을 제작하였다. 교환결합세기의 피속박자성층(pinned layer) 두께에 따른 의존성을 조사하기 위해 CoSiB의 두께를 달리하면서 증착하였으며, 증착 시 자기장 100 Oe 크기의 영구자석을 이용하여 강자성층의 일축 자기이방성을 유도하였다. 기본진공도는 3×10^{-7} Torr 이하였고, 공정압력은 2×10^{-3} Torr를 유지하였다. 이 샘플과 비교하기 위해 Co와 CoFe도 동일한 방법으로 실험하여 최적의 조건을 찾아 결과를 비교해보았다.

3. 실험결과

이 실험의 모든 결과는 그림 1에서 볼 수 있다. $[\text{CoSiB } 3 \text{ \AA}/\text{Pd } 13 \text{ \AA}]_5$ 에서 가장 좋은 수직자기이방성 특성을 보였다.

4. 고찰

조금 더 정확한 비교를 내리기 위해서는 PMA 상수 K_u 를 구해야 하지만 본 실험에서 얻은 결과만으로도 비교가 충분하다고 판단, 그래프와 수치 비교를 통해 실험 결과를 도출해내었다. 본 연구를 바탕으로 앞으로 이루어질 연구에는 이 데이터에 어닐링효과를 가하여 열적안정성에 대한 실험을 추가하여 또 다른 방향으로 연구를 진행해볼 계획이며, 동시에 Co/Pd 다층박막의 실험을 재현하여 본 실험 결과와 비교 및 분석하여 강자성체에 비해 비정질 강자성체가 가지는 강점에 대해 연구해볼 계획이다.

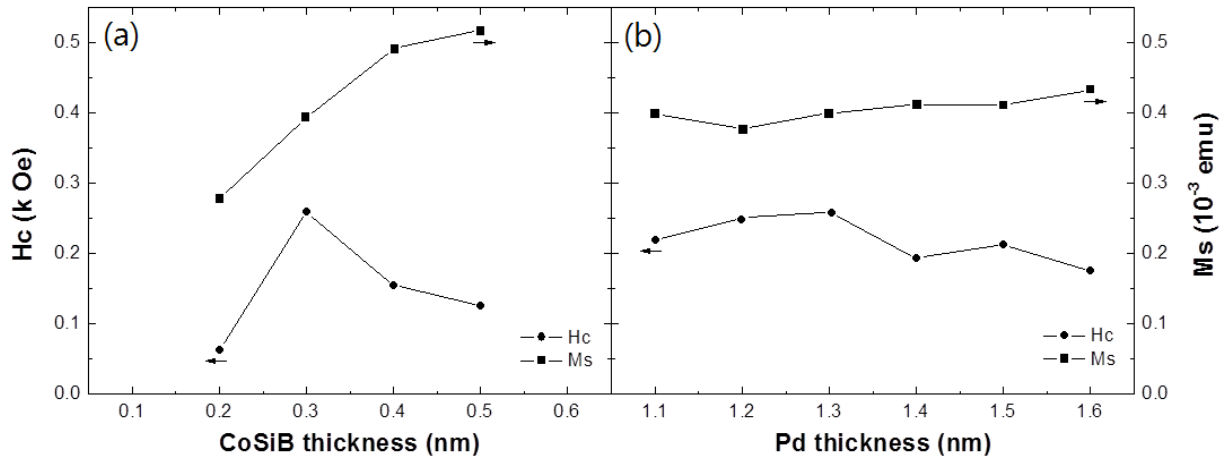


그림 1 [CoSiB x Å/Pd y Å]_s 다층박막의 각각의 Hc 및 Ms 값 비교

5. 결론

우리는 비정질 강자성체 CoSiB/Pd 다층박막의 CoSiB 와 Pd 각각의 층 두께를 변화시켜 실험을 진행하였다. 이 결과, 가장 좋은 조합의 박막은 CoSiB 3 Å와 Pd 13 Å이라는 결과를 얻을 수 있었으며, 이 박막의 Hc와 Ms는 각각 대략 0.26 kOe 0.4x10⁻³emu/cm³ 로 나타내어 졌다.

6. 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).