

[CoSiB/Pt], [Co/Pt], [CoFe/Pt] 다층박막의 수직자기이방성 특성 비교

정 슬*, 임혜인

숙명여자대학교 물리학과, 서울 용산구 청파동2가 효창원길 52

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 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 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 Co₇₅Si₁₅B₁₀을 이용하여 큰 PMA를 갖는 [CoSiB tCoSiB/Pt tPt] \times n 다층박막의 구조 및 자기적 특성을 조사한 기존의 실험에서 한 발 더 나아가, [CoSiB/Pt] 구조와 [CoFe/Pt], [CoFe/Pt] 다층박막 구조를 비교해봄으로써, 큰 PMA를 갖는 비정질 재료의 조합과 그 결과를 살펴보았다.

2. 실험방법

6개의 타겟이 장착된 dc 스퍼터링 장치를 사용하여 Si-SiO₂/Pt 50/CoSiB t(=30, 50, 70, 100, 150, 200)/Pt 14/Ru 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 \times 10⁻⁷ Torr 이하였고, 공정압력은 2 \times 10⁻³ Torr를 유지하였다. 이 샘플과 비교하기 위해 Co와 CoFe도 동일한 방법으로 실험하여 최적의 조건을 찾아 결과를 비교해보았다.

3. 실험결과

이 실험의 모든 결과는 표 1에서 볼 수 있다. 이 결과를 근거로 [CoSiB 3Å/Pt 14Å] \times 5, [Co 3Å/Pt 15Å] \times 5, [CoFe 3Å/Pt 10Å] \times 5 다층박막구조를 비교해보았으며 그 결과, 보자력과 포화자화도는 [CoSiB/Pt] 구조에서는 각각 223.76 Oe와 341.25 emu/cm³, [CoFe/Pt] 구조에서는 395.86 Oe, 286.79 emu/cm³, [Co/Pt] 구조에서는 395.86 Oe, 286.79 emu/cm³로 측정되었다.

표 1. 다층박막 각 구조에서의 H_c , M_s 실험 결과

	Thickness (Å)	H_c (Oe)	M_s (emu/cm ³)
[CoSiB tCoSiB/Pt14Å]×5	2	123.36	293.84
	3	223.76	341.25
	4	214.64	355.63
	5	203.74	363.96
[Co tCo/Pt15Å]×5	2	246.47	203.99
	3	395.86	286.79
	4	540.38	298.67
	5	460.58	369.79
[CoFe tCoFe/Pt10Å]×5	2	103.09	344.89
	3	155.13	429.98
	4	223.14	514.20
	5	242.89	540.31

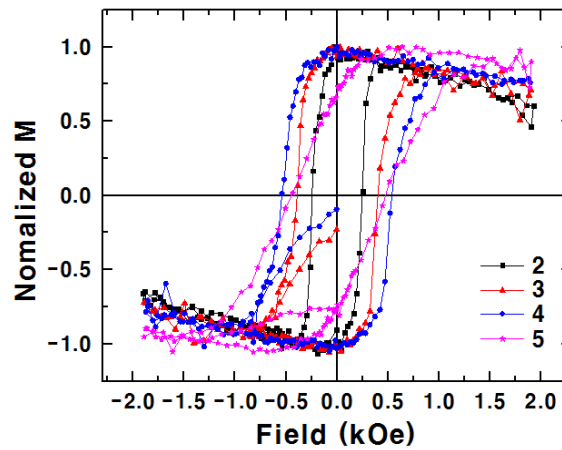


그림 1. [Co tCo /Pt 15Å]×5 (t = 2, 3, 4, 5Å) 다층박막 구조의 히스테리시스 곡선

4. 고찰

사실, 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 가하거나 나노산화층(NOL)을 추가하여 또 다른 방향으로 연구를 진행해볼 계획이다.

5. 결론

표 1의 수치상으로도 알 수 있듯이 [Co/Pt] 구조가 가장 큰 PMA 성질을 띄었으나, 그림 1에서와 같이 정확한 사각형을 그리는 모양새를 가지지 않아 적합하지 않다고 판단, 그와 비슷한 수치의 결과를 가지나 보다 정확한 사각형 모양새를 가지는 [CoSiB/Pt] 조합이 PMA 구조에 더 적합하다고 결론지었다.

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).