

Pt/CoFeSiB/Ta 구조에서의 수직자기이방성과 Dzyaloshinskii-Moriya Interaction

차인호^{1*}, 김남희², 김용진¹, 김규원¹, 유천열², 김영근¹

¹고려대학교 공과대학 신소재공학과

²대구경북과학기술원 신물질과학전공

1. 서론

최근 스핀트로닉스(spintronics)를 기반으로 한 메모리 소자에 활용할 목적으로 비자성체와 강자성체로 구성된 다층박막에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 다층박막에서 나타나는 다양한 현상들은 수직자기이방성 (Perpendicular Magnetic Anisotropy), 스핀홀효과(spin Hall effect), 라시바효과(Rashba effect), Dzyaloshinskii-Moriya Interaction, Skyrmion 등이 있으며 이 현상들은 비자성체와 강자성체의 계면에서 발생한다고 알려져있다. 이러한 현상들에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며 그 중 Dzyaloshinskii-Moriya Interaction에 관한 연구는 다른 연구에 비해 미진한 상태이다. 지금까지 대부분의 연구는 Dzyaloshinskii-Moriya 에너지 밀도가 큰 구조들을 주로 보고하였다. 최근 한 연구에 따르면 스핀전달토크 자기메모리에서는 Dzyaloshinskii-Moriya 에너지 밀도가 작아야 한다고 하였다. 본 연구는 Pt/CoFeSiB/Ta 구조가 스핀전달토크 자기메모리의 자유층에 사용될 수 있는 가능성을 확인하기 위해 수직자기이방성과 Dzyaloshinskii-Moriya Interaction을 관찰하였다.

2. 실험방법과 결과

모든 시편은 초고진공 마그네트론 스퍼터링 시스템을 사용하여 증착되었다. 스퍼터링 시스템의 초고진공도는 5×10^{-9} Torr이다. 증착 후 고진공 열처리 시스템에서 6 kOe의 자기장을 인가하여 1시간동안 열처리를 진행하였으며 자성특성은 진동시료자력계로 측정하였고 Dzyaloshinskii-Moriya Interaction은 BLS 시스템으로 측정하였다.

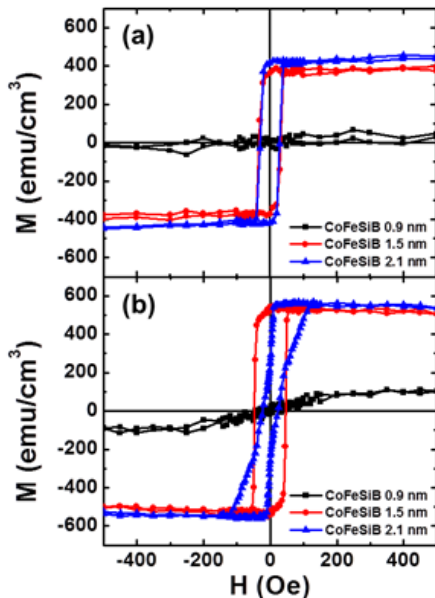


그림 1. Ta/Pt/CoFeSiB/Ta 구조의 자기이력곡선 (a) 열처리 전, (b) 열처리 후

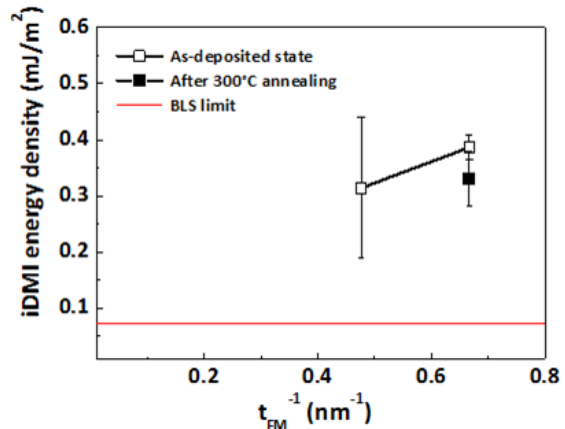


그림 2. Ta/Pt/CoFeSiB/Ta 구조에서 CoFeSiB 두께에 따른 iDMI energy density

3. 고찰

그림1은 Ta/Pt/CoFeSiB/Ta 구조의 열처리 전후에 따른 자기이력곡선이다. Ta 3/Pt 5/CoFeSiB t/Ta 5 (in nm) 구조에서 CoFeSiB의 두께를 0.9, 1.5, 2.1 nm로 바꿔가며 관찰하였다. 열처리 전에 CoFeSiB의 두께가 0.9 nm 일 때에는 자성특성이 거의 나타나지 않았으며 1.5, 2.1 nm에서는 뚜렷한 수직자기이방성이 나타났다. 열처리 후에는 CoFeSiB의 두께가 0.9 nm 일 때 열처리 전과 동일하게 자성특성이 거의 나타나지 않았으며 1.5 nm에서는 수직자기이방성이 유지되었으나 2.1 nm에서는 수직자기이방성이 약해졌다.

그림2는 Ta/Pt/CoFeSiB/Ta구조에서 CoFeSiB 두께 및 열처리 전후에 따른 Dzyaloshinskii- Moriya Interaction 에너지 밀도 그래프이다. CoFeSiB의 두께가 0.9 nm 일때에는 열처리 전후 모두 BLS 측정한계 아래로 관찰되었으며 2.1 nm의 경우 열처리 후 시편에서 BLS 측정한계 아래로 관찰되었다. Dzyaloshinskii-Moriya Interaction 에너지를 규정할 수 있는 시편은 열처리 전의 1.5 nm와 열처리 후의 1.5 nm, 열처리 전의 2.1 nm 이다.

4. 결론

본 연구에서는 Ta/Pt/CoFeSiB/Ta 구조에서 CoFeSiB의 두께에 따른 수직자기이방성과 Dzyaloshinskii-Moriya Interaction의 변화를 관찰하였으며 수직자기이방성이 약한 시편들의 경우 BLS로 Dzyaloshinskii-Moriya Interaction 에너지를 규정할 수 없다는 것을 확인하였다.

5. 참고문헌

- [1] Q. Hao, and G. Xiao, Phys. Rev. Appl. 3, 034009 (2015)
- [2] P.-H. Jang, K. Song, S.-L. Lee, S.-W. Lee, and K.-J. Lee, Appl. Phys. Lett. 107, 202401 (2015)
- [3] J. Cho, N.-H. Kim, S. Lee, J.-S. Kim, R. Lavrijsen, A. Solignac, Y. Yin, D.-S. Han, N. Hoof, H. Swagten, B. Koopmans, and C.-Y. You, Nat. Commun. 6, 7635 (2015)