

# Pt/Co/Pt 수직 자기이방성 박막에서 위아래 Pt층 두께에 따른 Dzyaloshinskii-Moriya Interactions(DMI) 크기 변화

김덕호<sup>1\*</sup>, 제송근<sup>1</sup>, 유상철<sup>1,2</sup>, 김대연<sup>1</sup>, 민병철<sup>2</sup>, 이경진<sup>3</sup>, 최석봉<sup>1</sup>

<sup>1</sup>서울대학교, 물리천문학부

<sup>2</sup>한국과학기술연구원

<sup>3</sup>고려대학교, 재료공학부

## 1. 서론

차세대 메모리소자 응용 가능성과 더불어 흥미로운 물리적인 현상으로서 전류인가 자구벽 이동에 대한 많은 연구가 수행되어왔다[1-3]. 특히 전류인가 자구벽 운동의 방향성(전자 또는 전류 방향)과 빠른 속도의 자구벽 운동의 원인을 설명하기 위해 스핀홀 효과(또는 라쉬바 효과)가 제안되었다[4, 5]. 특히 스핀홀 효과에 의해 이 현상을 설명하기 위해서는 자구벽의 나선성 구조(chiral structure)가 필요하다[2, 3]. 최근 비대칭적 구조로 구성된 강자성 박막에서 Dzyaloshinskii-Moriya interactions(DMI)에 의해 자구벽의 나선성 구조가 형성됨을 이론적으로 실험적으로 보고되었고, 이 효과는 자구벽의 수직방향(평면상)으로 유효 자기장 역할을 한다[6, 7]. 최근 보고된 논문에 따르면[7], 평면상의 자기장  $H_x$ 에 따른 자구벽 속도를 측정하여 DMI에 의한 유효 자기장 값  $H_{DMI}$ 를 얻을 수 있다. 이 방법을 이용하여, 본 연구는 Pt/Co/Pt 수직자기 이방성 박막에서 비자성 물질인 위(또는 아래) Pt층 두께에 따른 DMI 크기 변화를 살펴보았다.

## 2. 실험방법

실험을 위해 Si/SiO<sub>2</sub>/Ta(5 nm)/Pt(x)/Co(0.3 nm)/Pt(y) 수직 자기 이방성 박막을 제작하였다. 여기에서  $x$ 를 1.5 nm부터 3.0 nm,  $y$ 를 1.0 nm에서 3.0 nm까지 0.5 nm 간격으로 변화시켰다. 광자기 Kerr(Magneto-optical Kerr effect) 현미경을 이용하여 수직방향 자기장  $H_z$  크기를 고정하고, 평면 방향의 자기장  $H_x$  크기를 변화시켜가며 자구벽 속도를 측정하였다.

## 3. 실험결과

실험 결과 DMI에 의해 발생된 유효 자기장의 영향으로, 음수  $H_x$  축을 기준으로 대칭적인 속도 분포가 관찰되었다. 앞에서 얻은 비대칭적인 속도 변화로부터, DMI에 의한 유효자기장  $H_{DMI}$ 를 얻었다. 위층 Pt 두께를 고정시킨 경우에, 아래쪽 Pt층 두께가 두꺼워 질수록  $H_{DMI}$ 값이 감소하였다. 그러나 아래쪽 Pt 두께가 고정시킨 경우, 위쪽 Pt 두께의 크기가 달라짐에도 불구하고  $H_{DMI}$ 값이 변하지 않았다. 따라서 아래쪽 Pt 두께가  $H_{DMI}$ 값에 큰 영향을 끼침을 확인하였다.

## 4. 고찰 & 결론

요약하면  $H_{DMI}$ 는 아래 Pt층 두께가 두꺼워짐에 따라 민감하게 감소하였고, 반면 위 Pt층 두께 변화에는 크게 변하지 않았다. 이 결과는 DMI 크기가 아래 Pt층 결정성장에 의한 Pt/Co 경계면에 민감하게 영향을 받는다고 생각할 수 있다. 본 결과는 DMI 크기를 조절할 수 있는 하나의 방법으로서 유용하게 이용될 수 있을 것이다. 정량적인 분석은 추후 논의할 예정이다.

## 5. 참고문헌

- [1] I. M. Miron *et al.*, Nature Mater. **10**, 419 (2011).
- [2] K.-S. Ryu, L. Thomas, S.-H. Yang, and S. Parkin Nature Nanotechnol. **8**, 527 (2013).
- [3] S. Emori *et al.*, Nature Mater. **12**, 611 (2013).
- [4] P. P. J. Haazen, *et al.*, Nature Mater. **12**, 299 (2013).
- [5] K.-W. Kim, S.-M. Seo, J.-S. Ryu, K.-J. Lee, and H.-W. Lee, Phys. Rev. B **85**, 180404(R) (2012).
- [6] A. Thiaville, S. Rohart, É. Jué, V. Cros, and A. Fert, Europhys. Lett. **100**, 57002 (2012).
- [7] S.-G. Je *et al.*, Phys. Rev. B **88**, 214401 (2013).