

DMI 측정법: DMI에 의한 비대칭적 자구벽 운동 및 스핀-오비탈 토크에 의한 자구벽 운동

제송근^{1*}, 김덕호¹, 유상철^{1,2}, 김주성¹, 민병철², 이경진^{3,4}, 최석봉¹

¹CSO and Department of Physics, Seoul National University

²Center for Spintronics Research, Korea Institute of Science and Technology

³Department of Materials Science and Engineering, Korea University

⁴KU-KIST Graduate School of Converging Science and Technology, Korea University

1. 서론

최근 수직자기이방성을 가지는 물질에서의 전류방향으로 움직이는 자구벽운동 (스핀 전달 토크와 반대)을 설명하기 위해 스핀 오비탈 토크와 Dzyaloshinskii-Moriya Interaction (DMI)에 의한 Néel 자구벽이 도입되었다 [1-3]. 그러나 DMI는 독립적으로 그 크기와 방향이 측정되지 않아 SOT가 전류 방향 자구벽 운동에 주는 영향이 불확실한 상황이다. 이에 본 연구진은 스핀 전달 토크, 스핀 오비탈 토크의 영향 없이 DMI를 독립적으로 측정하는 방법을 제시하고자 한다.

2. 실험방법

DMI는 자구벽에 내부 자기장처럼 작용하므로 외부에서 수평방향 자기장을 가함으로써 DMI에 의한 자기장을 상쇄시킬 수 있다. 수직, 수평 방향 전자석이 결합된 커-자기광학 현미경(MOKE microscope)을 이용하여 수평방향 자기장의 크기와 방향에 따른 자구벽 속도를 수직자기이방성을 가지는 Pt/Co/Pt 박막에서 측정하였다.

3. 실험결과

수평 자기장이 없는 경우 자구는 수직방향 자기장에 의해 등방성을 가지고 확장한다. 하지만 수평 자기장이 가해지면 자구는 더 이상 등방적, 대칭적 확장을 하지않고 특정 방향으로 빨리 움직이는 비대칭적 확장을 보인다. 이것은 물리적으로 수평 방향에 대해 대칭성이 깨어지는 현상으로 그 동안 알려진 바가 없다.

4. 고찰

Structural inversion asymmetry (SIA)가지고 스핀 오비탈 작용이 강한 물질에서는 DMI라는 현상이 존재함이 알려져있는데, Pt/Co/Pt 자구에 작용함으로써 원형 자구의 모든 자구벽의 모든 부분에서 동일한 chirality를 가지도록 만든다.(방사상의 대칭성) 이때 수평 자기장이 걸리게 되면 방사상의 대칭성이 깨어지게 되고 원형 자구의 모든 부분에서 자구벽의 형태가 달라지게 된다. 이런 자구벽 형태의 차이가 자구벽 운동에도 영향을 주어 비대칭적 자구벽 확장이 일어난다. 수평 자기장 크기가 DMI에 의한 내부 자기장과 같은 크기가 되어 상쇄되면 자구벽은 Bolch 형태의 자구벽을 띄게 되며 이 점을 기준으로 수평 자기장에 대한 대칭적인 속도를 가지고 되는데 우리는 이를 통해 자구벽에 작용하는 DMI의 크기와 방향에 대해 쉽게 알 수 있다. 아울러 이를 통해 스핀 오비탈 토크와 스핀 전달 토크를 구분하는 것도 가능해졌다 [4].

5. 결론

수평자기장하에서의 비대칭적 자구벽 운동 분석을 통해 DMI를 쉽고 정확하게 측정하는 방법을 개발했고,

이로써 스핀 오비탈 토크에 대한 더욱 정확한 분석이 가능해졌다.

6. 참고문헌

- [1] A. Thiaville et al., *Europhys. Lett.* 110, 022405 (2012).
- [2] S. Emori et al., *Nat. Mater.* 12, 611 (2013).
- [3] K.-S. Ryu et al., *Nat. Nanotechnol.* 8, 527 (2013).
- [4] S.-G. Je et al., *Phys. Rev. B.* 88, 214401 (2013).