

수직자기이방성을 갖는 반강자성체/강자성체/산화물 이종구조에서의 스핀-오빗 토크

오영완*, 이해연, 이경동, 박병국

Department of Materials Science and Engineering, KAIST, Daejeon 305-701, Korea

강자성/비자성 이종구조에 전류를 인가하면 그 계면에서 스핀-오빗 상호작용에 의해 토크(스핀-오빗 토크)가 발생하고, 그로 인해 자화의 방향을 제어하는 연구가 최근 활발하게 진행되고 있다. 이를 이용하면 상온에서 면방향으로 흐르는 전류를 통해 강자성 물질의 자화 제어가 가능하고, 읽기, 쓰기를 서로 다른 전류라인을 통해 구현되는 소자 또한 가능해진다. 스핀-오빗 토크는 비자성 물질 내에 발생한 스핀 홀 현상과 강자성/비자성 계면에서의 비대칭 전기장에 의해서 발생하는 라시바 효과가 주요 원인으로 알려져 있다. 현재까지 연구는 대부분 비자성/강자성/산화물 3중구조에서 진행되고 있다. 특히 스핀-오빗 토크의 크기와 방향이 비자성체에 밀접한 관련이 있기 때문에, Pt, Ta, W 같은 강한 스핀-오빗 상호작용을 가지는 물질을 포함한 구조에 대한 연구가 주로 보고되는 상황이다.

한편, 강한 스핀-오빗 상호작용을 가지는 또 다른 물질로 반강자성 물질이 있다. 이로 인해 발생하는 큰 자기이방성[1], 반강자성 터널접합에서의 자기저항이방성[2] 등이 연구되어 왔으나, 반강자성체에 의한 스핀-오빗 토크에 관한 연구는 아직 보고된 바가 없다. 따라서 본 연구에서는 수직자기이방성을 가지는 반강자성체/강자성체/산화물 이종구조에서 나타나는 스핀-오빗 토크에 대해 고찰하였다.

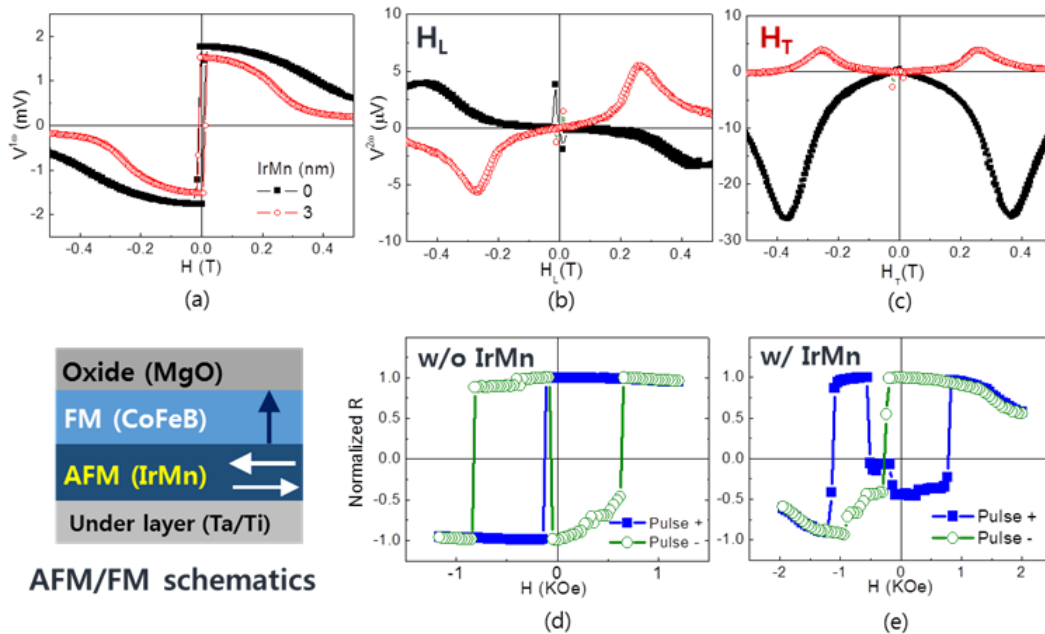


Fig. 1. The 1st (a) and 2nd (b, c) harmonic anomalous Hall voltage of the Ta(5nm)/Ti(5nm)/IrMn(0, 3nm)/CoFeB(1nm)/MgO(2nm) samples for the magnetic (H) fields longitudinal (H_L) and transverse (H_T) direction to the current, and their current-induced switching (d, e). Here the H field sweeps only from positive to negative direction with each pulse polarity.

본 실험에서는 스퍼터링을 이용하여 반강자성체/강자성체/산화물 박막을 증착하였고, 포토-리소그래피, 이온밀러를 통해 홀바 구조를 갖는 소자를 제작하였다. Figure 1 (a)~(c)은 Ta(5nm)/Ti(5nm)/IrMn(0, 3nm)/CoFeB(1nm)/MgO 샘플에 대한 홀 저항 신호이다. IrMn 삽입으로 인한 홀 신호의 부호 변화를 통해 반강자성체인 IrMn에 기인하는 스핀-오빗 토크가 존재한다는 것을 확인하였다. 보다 자세한 관찰을 위해 IrMn 두께에 따른 스핀-오빗 토크에 대한 평가를 수행하였다. Figure 1 (d), (e)에서는 IrMn 존재 유무에 따른 스위칭 결과를 나타낸 것이다. 예상한 바와 같이, IrMn 삽입 여부에 따라 선호하는 자화 방향이 전류의 방향과 외부 자기장의 방향에 의존하는 것을 확인하였다.

References

- [1] A. B. Shick, *et al.* Phys. Rev. B. **81**, 212409 (2010)
- [2] B. G. Park, *et al.* Nature Mater. **10**, 347 (2011).