

Current Driven Magnetic Domain Wall Creep in MgO/Co/Pt Nanowire

Kab-Jin Kim¹, Jae-Chul Lee^{1,2}, Kyung-Ho Shin² and Sug-Bong Choe¹

¹Department of Physics, Seoul National University

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

1. 서론

자구벽 기반의 유니버설 메모리 소자의 가능성이 대두됨에 따라, 국내외 많은 연구진들이 전류 구동 자구벽을 구현하기 위해 노력하고 있다. 그 동안 주로 수평자기이방성 소자가 연구되어 왔지만, 그 한계에 직면함에 따라 최근 수직자기이방성을 가진 소자가 각광받고 있다. 이러한 수직자기이방성 소자는 메모리의 집적도, 효율, 전류 밀도 면에서 수평자기이방성 소자의 한계를 넘을 수 있을 것으로 기대되고 있다. 본 연구진은 MgO/Co/Pt을 바탕으로한 수직자기이방성 소자를 제작하였고, 자기장 및 전류를 이용한 자구벽의 이동 메커니즘을 분석하였다.

2. 실험 방법

전류 및 자기장에 의한 자구벽의 이동을 연구하기 위해서 수직자기이방성을 가지는 MgO(2 nm)/Co(1 nm)/Pt(2 nm) 나노선 소자를 제작하였다. 제작된 소자는 200 nm의 폭과 10 μ m의 길이를 가지도록 하였다. 자구벽을 형성시키고 이동시키기 위하여 3개의 전극을 달았으며, 각각 Function Generator (FG)와 Oscilloscope (OS)를 연결하여 전류를 주입하고 관찰할 수 있도록 하였다. 실험과정은 다음과 같은 방법을 통해서 이루어 졌다. 먼저, 충분한 크기의 자기장을 아랫방향으로 걸어 나노선의 자화를 포화시킨 후, FG를 통하여 전류를 주입하여 Oersted field에 의해 자구벽이 형성되도록 하였다. 그 후, 적절한 크기의 전류를 또 다른 FG를 통하여 주입시켜 자구벽을 이동하도록 한다. 이 때, 전류는 OS에서 동시에 측정함으로써 전류 밀도 및 전류 형태를 실시간으로 관찰할 수 있도록 하였다. 각각의 전류 및 자기장의 조건에서 10번 반복 측정하여, 평균 및 표준편차를 구하였다.

3. 실험 결과

[그림 1]은 전류에 의한 자구벽의 이동속도를 나타낸 그래프이다. 이 때, 자구벽의 이동방향은 기존에 예측되었던 전자의 방향이 아닌 전류의 방향으로 이동하였다. 그림에서 보는 것과 같이 MgO/Co/Pt 나노선에서 전류에 의한 자구벽의 이동이 가능하며, 이 때 Creep경향을 띄는 것을 확인할 수 있다. [그림 2]는 전류와 자기장을 함께 주입하며, 자구벽의 이동속도를 나타낸 그래프이다. 마찬가지로, 자구벽은 전류가 흐르는 방향으로 빨라짐을 확인하였다. 이 때, 전류에 의한 영향은 유효 자기장으로 환산할 수 있는데, 그림에서 보는 것과 같이 선형적인 영향과 비선형적인 영향이 동시에 나타나는 것을 볼 수 있었다.

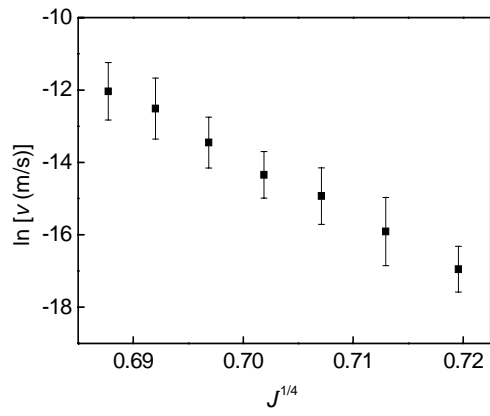


그림 1 전류에 의한 자구벽의 이동속도

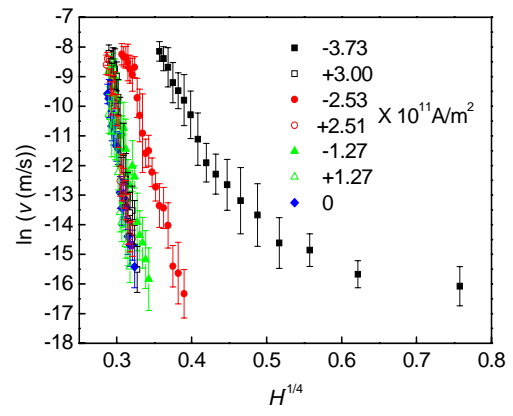


그림 2 전류와 자기장에 의한 자구벽의 이동속도