

Pt/CoFe/Pt 박막에서 자구벽 크립의 온도 의존성

김준연*, 김갑진, 조영진¹, 이장원¹, 서순애¹, 최석봉
 서울대학교 물리천문학부, ¹삼성종합기술원

Temperature Dependence of Domain-Wall Creep in Pt/CoFe/Pt Films

Junyeon Kim*, Kab-Jin Kim, Young Jin Cho¹, Chan-Won Lee¹, Sunae Seo¹ and Sug-Bong Choe
 School of Physics and Astronomy, Seoul National University, ¹Samsung Advanced Institute of Technology

1. 서론

최근 강자성체에서 자기장 혹은 전류에 의한 자구벽 동역학은 높은 성능의 자성 메모리나 논리 소자 제작에서의 핵심적인 역할 때문에 많은 관심을 받고 있다. 낮은 자기장이 시료에 인가되었을 때 자구벽은 크립 운동을 한다. 이 때 자구벽의 속도는 $v \sim v_0 \exp[-U_c(H_c/H)^\mu/k_B T]$ 로 주어진다. U_c 는 에너지 크기 상수, H_c 는 빠져나올 자기장(depinning field), μ 는 크립 승수(exponent)이다. 박막에서 크립 승수는 상온일 때 1/4로 알려져 있다. 본 연구에서 우리는 크립 승수의 온도 의존성을 시험해 보았다.

2. 실험방법

본 연구에서 사용된 시료는 Si 기판 위에 직류 전자관 스퍼터링(dc-magnetron sputtering)으로 2.5-nm Pt/0.3-nm CoFe/1.0-nm Pt을 쌓은 박막이다. 본 시료의 자구벽의 움직임을 크라이오스탯(cryostat)이 장착된 자기 광학 커(Kerr) 현미경으로 관찰하였다. 시료에 짧은 자기장 펄스(~100 μ s)를 자기장의 세기와 펄스 길이를 바꿔가면서 인가하였다. 그리고 자기장 인가 전후의 자구 이미지 차이로 자구벽의 속도를 측정하였다. 자구벽의 속도는 상온에서 85 K까지 온도를 바꿔가며 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

여러 온도에서 자기장의 세기에 따른 자구벽의 속도는 Fig. 1(a)와 같다. 여기서 y축은 $\log(v)$ 로, x축은 H^μ 로 그려졌다. 자구벽의 속도는 온도 변화에 따라 크게 달라진다. 그러나 자구벽의 속도는 온도에 상관없이 1차 곡선을 보인다. 이것은 자구벽의 속도가 온도에 상관없이 크립 법칙을 따름을 나타내는 것이다. 온도에 따른 1차 직선의 기울기는 Fig. 1(b)와 같으며, 이론에서 예측된 것과 같이 $1/T$ 에 비례한다. 피팅을 통하여 크기 상수 $U_c H_c \mu$ 는 $1.1 \times 10^{-12} \text{ erg} \cdot \text{Oe}^{1/4}$ 가 얻어진다. 우리는 실험적으로 자구벽 크립 법칙이 온도에 상관 없이 적용됨을 보였다.

4. 참고문헌

- [1] S. S. P. Parkin, M. Hayashi, and L. Thomas, *Science* **320**, 190 (2008).
- [2] D. A. Allwood, G. Xiong, C. C. Faulkner, D. Atkinson, D. Petit, and R. P. Cowburn, *Science* **309**, 1688 (2005).
- [3] S. Lemerle, J. Ferre, C. Chappert, V. Mather, T. Giamarchi, P. Le Doussal, *Phys. Rev. Lett.* **80**, 849 (1998).
- [4] F. Cayssol, D. Ravelosona, C. Chappert, J. Ferre, J. P. Jamet, *Phys Rev. Lett* **92**, 107202 (2004).

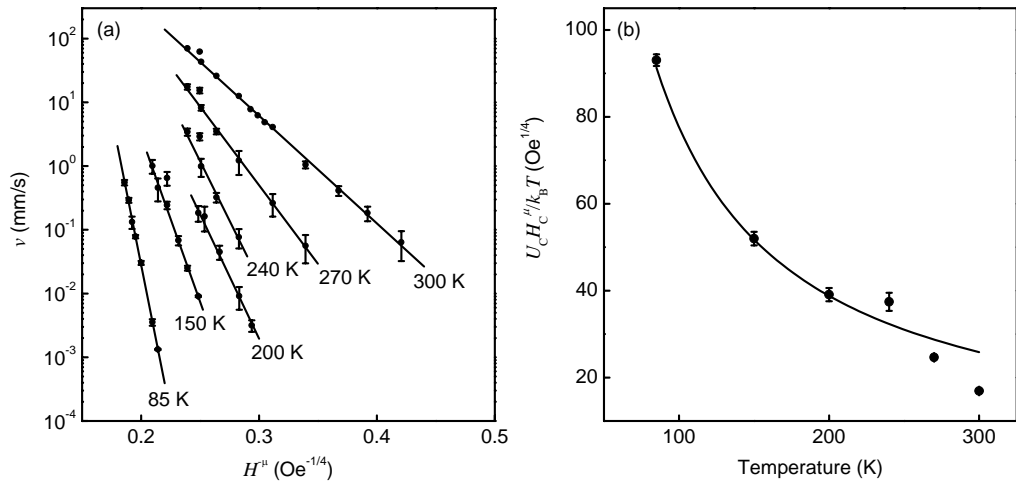


Fig. 1. (a) 여러 온도에서 외부 자기장 세기 H 에 따른 자구벽 크립 속도. x축은 $H^{1/4}$ 으로 그려졌다. (b) 온도에 따른 크립 승수의 기울기.