

강자성 나노선 소자의 제한구조에서 자구벽의 운동 및 정지 구속에 대한 연구

안성민*, 문경웅, 김갑진, 김동현¹, 최석봉
 서울대학교 물리천문학부, ¹충북대학교 물리학과

1. 서론

최근 강자성 나노선 소자에서 노치(notch)와 같은 제한구조에 의한 자구벽의 구속(pinning) 과정에 대해 폭넓게 연구되고 있다[1-4]. 대부분은 초기에 제한구조에 구속되어 있는 정지상태의 자구벽에 대한 조사가 이루어졌다. 반면에 자구벽 위치 제어에 중요한 초기에 운동 중인 자구벽이 제한구조에 구속되거나, 지나가는(passing) 과정에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았다. 본 연구에서는 운동 중이거나 정지상태의 자구벽이 제한구조에서 구속되고 벗어나는(depinning) 과정들이 실험적으로 구별될 수 있음을 보이고자 한다.

2. 실험방법

U자형 나노선 소자는 20 nm 두께의 Ni81Fe19 박막을 전자빔 인쇄와 식각을 통하여 형성되었다. U자형 구조적 특징을 고려하여, 사선방향으로 자기장을 인가하여 자구벽을 왼쪽 모퉁이에 형성한 후 다양한 자기장 인가영역에 따른 자기이력곡선을 probing spot에서 MOKE(Magneto Optic Kerr Effect) 신호를 측정하여 얻었다. 인가된 자기장에 따른 자기이력곡선 각각의 보좌력을 조사하여 자구벽의 구속, 벗어남, 지나감에 따른 과정을 확인하였다.

3. 실험결과 및 고찰

U자형 나노선의 모퉁이에 형성된 자구벽은 자기장 인가영역에 따라 노치 왼쪽 근방, 노치 오른쪽 근처로 이동이 이루어지는데, 전자에서는 노치 왼쪽의 구속에 의한 정지 구속(static pinning(L)), 후자에서는 자기장에 의한 자구벽의 초기 이동 위치에 따라 노치 오른쪽의 구속에 의한 정지구속(static pinning(R))과 운동구속(kinetic pinning(R))이 일어난다. 인가 자기장 영역에 따른 이러한 과정의 실험결과가 (i)자기이력곡선 없음(no hysteresis), (ii)작은 벗어남 자기장(static depinning field(L)), (iii)큰 벗어남 자기장(static depinning(R)), (iv)작은 벗어남 자기장(kinetic depinning field(R))과 같이 네 개의 영역으로 요약되었다.

4. 결론

제한구조를 가진 U자형 나노선 소자에서 운동 중이거나 정지상태의 자구벽이 제한구조에서 구속되고 벗어나는 과정들이 명확히 구분될 수 있는 독립인 현상임을 실험적으로 보였다.

5. 참고문헌

- [1] T.Ono et al., Appl. Phys. Lett. 72, 1116 (1998).
- [2] S.-B. Choe, J. Magn. Magn. Mater. 320, 1112 (2008).
- [3] C. C. Faulkner, M. D. Cooke, D. A. Allwood, D. Petit, D. Atkinson, and R. P. Cowburn, J. Appl. Phys., vol. 95, no. 11, pp. 6717-6719, Jun. 2004.
- [4] A. Himeno, T. Ono, S. Nasu, K. Shigeto, K. Mibu, and T. Shinjo, J. Appl. Phys. vol. 93, no. 10, pp. 8430-8432, May 2003.