

부분적인 이온조사가 자성 나노선에 미치는 영향

석재권*, 김택수, 김승호, 이성구, 신상원¹, 송종한¹, 이재용
연세대학교 물리학과, ¹한국과학기술연구원 특성분석센터

1. 서론

자성박막에 이온 조사를 할 경우, 박막의 자기이방성, 보자력(Coercive field), exchange anisotropy 등을 부분적으로 변화시킬 수 있다. 이러한 연구들은 자성 박막에 거의 집중되어 있고, 자성 나노선에 대한 연구가 부족하다. 본 연구는 이온선 조사가 자성 나노선 배열의 자기이방성, magnetization 등에 미치는 영향을 알아보고, 자성 나노선에 부분적인 이온 조사를 했을 경우를 연구한 결과이다.

2. 실험방법

Laser Interference Lithography(LIL)와 Photo lithography를 이용해서 선 간격이 각각 수백 nm와 2~10 μm 인 Photoresist(PR)선 배열을 제작하였다. 이 시료를 UHV chamber 내에서 E-beam evaporator를 사용해 $\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}$ 박막을 증착한 후, PR 나노선을 제거하여 $\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}$ 나노선 배열을 제작하였다. 여기에 80 keV C 이온의 dose를 $1 \times 10^{15} \sim 2 \times 10^{16}$ ions/cm²으로 변화시키면서 자성 나노선의 전체적인 부분에 이온 조사를 했다. 또, 자성 나노선에 부분적인 이온 조사를 하기 위해서 이미 제작한 $\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}$ 나노선 배열에 다시 LIL을 이용해서 기존 $\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}$ 나노선 배열과 수직인 방향으로 PR 나노선을 제작한다. 이렇게 제작된 시료에 80 keV C 이온을 조사한다(dose = $1 \times 10^{15} \sim 2 \times 10^{16}$ ions/cm²). 자기적 특성은 MOKE(magneto-optic Kerr effect)장비로 측정하고, 시료의 제작 상태는 SEM (scanning electron microscope)으로 확인하며, MFM(Magnetic force microscope) image를 얻어 자구벽 구조를 관찰할 것이다.

3. 실험결과 & 고찰

자성 나노선 배열에 이온 조사를 할 때, 외부 자기장을 나노선에 수직 및 수평하게 가한 경우와 외부 자기장이 없는 실험을 했다. 자성 박막의 경우는 외부 자기장 방향에 의존하여 자기이방성이 결정되는 반면, 자성 나노선의 경우는 이온 조사시 외부자기장의 방향과 무관하게 처음의 자기이방성을 유지한다는 결과가 나왔다. 이것은 자성 나노선의 형태 자기이방성이 아주 강해서 일 것이라 생각한다. 또한, hard loop으로부터 계산한 결과, K_u 값이 모든 시료에서 일치했다. 이 결과는 magnetization이 이온 조사에 영향을 받지 않는다는 것을 말해준다. 위의 결과들부터 자성 나노선은 이온 조사를 하더라도 자기이방성과 magnetization의 변화가 없다는 것을 알았다. 우리는 현재 자성 나노선에 부분적인 이온 조사를 해서 그 특성 변화를 알아보려는 연구가 진행 중이다.

4. 결론

자성 나노선의 전체적인 영역에 이온조사를 했을 경우, 자성 나노선은 자성 박막과는 달리 이온 조사를 하더라도 자기이방성, magnetization이 변화하지 않는다는 것을 알았다. 우리는 자성 나노선에 부분적으로 이온 조사를 했을 때, 그 특성이 어떻게 변하는지 알아보는 연구가 진행 중에 있다. 자성선의 선폭이 2 μm 이상인 경우와 선폭이 수백 nm인 경우로 나누어 실험을 진행 중이며, 이 새로운 실험의 결과(자기이력곡선, MFM 및 AFM image)를 학회에서 발표할 예정이다.

5. 참고문헌

- [1] B. D. Terris, L. Folks, D. Weller, J. E. E. Baglin, A. J. Kellock, H. Rothuizen, and P. Vettiger, Appl. Phys. Lett. **75**, 403 (1999).