

# NiFe Film에 이온 조사를 통한 패턴 제작 및 분석

김택수\*, 김승호, 석재권, 이성구, 신상원<sup>1</sup>, 송종한<sup>1</sup>, 이재용

연세대학교 물리학과, <sup>1</sup>한국과학기술연구원 특성분석센터

## 1. 서론

이온 조사를 통해 자성 박막의 자기적 특성을 조절할 수 있다. 이온 조사 시 여러 가지 방법을 통해 패턴을 제작할 수 있는데, 우리는 mask를 이용한 optical lithography 방법을 통해 micron 단위의 wire 패턴을 제작, 이온 조사에 이용하였다. 그리고 이온 조사 시 외부 자기장을 가해주면 이온 조사를 받은 영역에서는 외부 자기장과 평행하게 자화 용이축(magnetic easy axis)이 변하는 성질을 이용하여, wire에 평행하게 자기장을 가해주면서 실험을 진행하였다.

## 2. 실험방법

E-beam evaporator를 사용하여 silicon 기판에 NiFe 박막(NiFe 20nm, cu capping layer 3 nm)을 제작하였다. 그 후 mask를 사용한 optical lithography 방법으로 PR을 쌓아 올렸다. PR은 positive와 negative를 사용하여 다양한 선 폭(2  $\mu\text{m}$ , 4  $\mu\text{m}$ , 6  $\mu\text{m}$ , 8  $\mu\text{m}$ , 10  $\mu\text{m}$ , 15  $\mu\text{m}$ )으로 제작하였다. PR을 제작하기 전, capping layer 위에 SiO<sub>2</sub>를 sputtering으로 3 nm 덮어 이온 조사의 영향에 따라 PR이 경화되어 lift-off가 원활히 되지 않을 것을 대비 하였다. 그 다음 C<sup>+</sup> ion을 80 keV로 조사 하였는데, 이온 조사량은  $1 \times 10^{16}$  ion/cm<sup>2</sup>로 고정하였다. 또한 ion 조사 시 몇 개의 시료에는 PR wire와 평행한 방향으로 외부 자기장을 가해주었다. 이 때, as-grown 상태의 자화 용이축과 이온 조사 시 가해진 외부 자기장이 각각 평행한 것과 수직인 것을 구분하여 시료를 제작 하였다.

## 3. 실험결과 및 고찰

이온 조사된 시료를 MOKE 장비를 사용하여 찍어보았다. 먼저 as-grown 시료의 자화 용이축과 이온 조사 시 가해진 자기장의 방향이 평행할 경우, as-grown 시료에서의 보자력 보다 이온 조사 후의 보자력이 증가하는 것을 확인 하였다. 게다가 PR로 wire 패턴을 만들어 주지 않은 곳은 이온 조사를 받더라도 보자력이 증가하지 않는 것을 실험으로 확인하였다. 그리고 wire 폭을 변화 시켜 가며 이온 조사를 하더라도 wire의 폭에 따라 보자력이 커지거나 작아지지 않았다. 다음으로 as-grown 시료의 자화 용이축과 이온 조사 시 가해진 자기장의 방향이 수직할 경우, 이온 조사를 받은 부분에서 이온 조사 시 가해진 자기장의 방향으로 자화 용이축이 변하는 것을 확인하였다. 그러나, PR로 뒤덮인 부분의 경우 자기적 성질이 변하지 않아, MOKE로 측정 시 자화 용이축과 자화 곤란축(magnetic hard axis)이 섞여 나오는 것을 볼 수 있었다.

## 4. 결론

NiFe 박막에 PR wire 패턴을 이용하여 이온 조사를 한 결과, 패턴된 지역의 보자력이 증가하는 것을 확인 할 수 있었다. 그러나 wire 폭을 변화 시켰을 때에도 보자력의 변화를 확인하지 못해, wire 폭이 이온 조사를 통한 보자력의 증가에는 영향을 끼치지 못한다고 예상할 수 있다. 그리고 이온 조사 시 외부 자기장을 걸어줄 경우 이온 조사를 받는 영역에서는 외부 자기장 방향으로 자화 용이축이 변하는 것을 볼 수 있었으며, 이온 조사를 받지 않는 부분에서는 as-grown 상태의 자기적 성질을 유지 하는 것을 확인 하였다. 추가적으로 이온 조사의 영향으로 NiFe 박막의 구조의 변화나 표면의 손상 여부를 알아보고, MFM이미지를 보고할 것이다.

## 5. 참고문헌

[1] B. D. Terris, D. Weller, L. Folks, J. E. E. Baglin, and A. J. Kellock. J. Appl. Phys. 87 7004 (2000).

[2] S. I. Woods, S. Ingvarsson, J. R. Kirtley, H. F. Hamann, and R. H. Koch. Appl. Phys. Lett. 81 (2002).