

저에너지 이온 충돌이 퍼말로이 박막의 자기적 특성에 미치는 영향

서울대학교                      김성동\*, 이정중  
한국과학기술연구원    임상호, 한석희, 김희중

## EFFECTS OF LOW ENERGY ION BOMBARDMENTS ON THE MAGNETIC PROPERTIES OF PERMALLOY THIN FILMS

Seoul National University                      S. D. Kim\*, J. J. Lee  
Korea Institute of Science and Technology    S. H. Lim, S. H. Han, H. J. Kim

### 1. 서론

이온빔 에칭법(ion beam etching)은 반응성 이온 에칭법(reactive ion etching)과 함께 대표적인 건식에칭법으로, 특히 자성박막가공의 경우 습식에칭법과 함께 가장 널리 쓰이는 방법이다. 이온빔에칭의 경우 입사이온과 박막과의 충돌에 의해 박막에 손상이 발생하는 것으로 알려져 있으며, 반도체 재료의 경우 80년대부터 이에 대한 많은 연구가 이루어져 왔다[1]. 자성재료의 경우 60년대에 고에너지 중성자 조사에 의한 자기적 특성 변화에 대한 연구가 이루어 졌으나[2], 실제 가공공정에서 쓰이는 저에너지( $< 1000$  eV) 이온에 의한 영향에 대해서는 체계적인 연구가 잘 이루어져 있지 않은 실정이다. 따라서 본 연구에서는 실제 가공공정에서 쓰이는 저에너지의 이온을 이용하여, 이온과 자성박막과의 충돌에 의한 자기적 특성의 변화를 관찰하고, 그 원인을 알아보고자 하였다.

### 2. 실험 방법

RF 마그네트론 스퍼터링법으로 증착한 퍼말로이( $\text{Ni}_{81}\text{Fe}_{19}$ ) 박막에 Ar 이온빔을 조사하여, 초기두께  $1.7 \mu\text{m}$  에서  $0.1 \mu\text{m}$ 까지 에칭하여 가며 박막 두께 감소에 따른 특성 변화를 관찰하였다. Anatech사의  $\phi 5$  cm 이온 소스를 사용하였으며 입사이온의 에너지는 400과 800 eV 를 사용하였다. 자기적 특성 변화는 VSM과 FMR법을 이용하여 관찰하였으며, 박막의 구조분석에는 XRD법을 이용하였다. AFM과 4 탐침법을 이용하여 표면거칠기와 전기적 특성변화를 관찰하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

Ar 이온빔 에칭에 의해 박막두께가 얇아짐에 따라 퍼말로이 박막의 연자기적 특성은 열화되었다. 0.1  $\mu\text{m}$  두께까지 에칭하였을 경우 시편을 포화시키기 위해 약 10 kG의 높은 자기장이 필요하였으며, 보자력은 0.4  $\mu\text{m}$  이하에서 급격하게 증가하여 0.1  $\mu\text{m}$  두께에서 18 Oe의 높은 값을 나타내었다. 포화자화값은 두께 감소에 따라 약 0.2 kG정도 증가하였다. 보자력의 증가는 Ar 이온충돌에 의한 표면 거칠기의 증가와 결함들에 의한 자벽운동의 어려움의 결과로 보이며 이러한 자벽운동의 어려움은 자화반전기구에도 영향을 미쳐 증착시편의 경우 두께 감소에 의해 자벽 고정 주도에서 자벽 생성 주도로 바뀌었으나 에칭시편의 경우 계속 자벽 고정 주도에 의해 지배됨을 알 수 있었다. 또한 보자력의 각의존성으로부터 에칭시편의 자화에는 자벽이동 및 스핀회전이 함께 작용하며 이때, 스핀회전이 집합적이 아닌 개별적으로 일어남을  $\delta M$  곡선으로부터 알 수 있었다. 이와 같이 에칭시편에서는 강한 자벽고정과 함께 자기적으로 고립된 자구들의 독립적인 스핀회전 때문에 자화가 어려워져 연자기적 특성이 열화되는 것으로 생각된다..

#### 4. 결 론

퍼말로이( $\text{Ni}_{81}\text{Fe}_{19}$ ) 박막에 Ar 이온을 조사하였을 때, 에칭에 의해 막의 두께가 감소함에 따라 보자력 및 포화자화값은 증가하였다. 이러한 보자력의 증가는 에칭에 의한 표면거칠기와 결함의 증가에 의한 자벽운동의 어려움으로 인한 것으로 보이며, 강한 자벽고정의 영향으로 자화반전기구 또한 자벽고정주도에 의해 지배되었다. 에칭시편의 자화는 자벽이동 및 스핀회전이 함께 작용하며 이때, 스핀회전은 집합적이 아닌 개별적으로 일어났다.

#### 5. 참고문헌

- [1] S. J. Fonash, J. Electrochem. Soc., 137(12), 3885 (1990)
- [2] A. I. Schindler, R. H. Kernohan and J. Weertman, J. Appl. Phys., 35(9), 2640 (1964)