

## NiFe / Ag 다층박막의 구조 분석 및 자기저항에 대한 연구

고려대학교 금속공학과 고 익환\*, 이 성래

### A Study on the Structural Analysis and Giant Magnetoresistance of NiFe / Ag Multilayers

Korea University I. H. KO\*, S. R. LEE

#### 1. 서론

NiFe와 사잇층이 Ag로 이루어진 다층박막을 제조한 후 열처리를 통해 자성층을 불연속화시키는 NiFe / Ag 불연속 다층박막은 연자성재료인 NiFe를 이용하며, 반강자성 교환결합(antiferromagnetic exchange coupling)이 아닌 정자기 상호작용(magnetostatic interaction)이 근본기구이기 때문에 매우 낮은 자장하에서도 높은 field sensitivity를 가지게 된다. 따라서 이를 거대자기저항 재료로서 응용하기 위한 연구가 널리 진행중이다.

본 연구에서는 NiFe / Ag 불연속 다층박막을 스퍼터 및 열진공증착으로 제작하고 각 제작 방법 및 제작 조건에 따른 구조변화를 XRD simulation을 이용해 분석하고 다층막 구조에 따른 자기저항거동을 고찰하였다.

#### 2. 실험방법

NiFe / Ag 다층박막을 자동제어 열진공증착장치와 4 target 고주파 마그네트론 스퍼터를 사용해 증착했다. Si(111) 기판위에  $Ag(y/2)/[NiFe(x\text{\AA})/Ag(y)]_n/Ag(y/2)$ 의 다층박막을 형성했다. NiFe의 두께는 15~25Å으로 변화시켰으며, Ag의 두께는 20~100Å으로 변화시켰다.

진공도의 경우  $10^{-7} \sim 2 \times 10^{-6}$ 을 유지하였고 스퍼터의 경우 가스압력은 2mTorr로 고정하였으나 스퍼터링 가스로 Ar만 사용한 경우와 Ar과 H<sub>2</sub>를 같이 사용한 경우로 나누어 실험하였다.

고순도 Ar-10%H<sub>2</sub> 분위기와 300°C~400°C의 온도범위에서 열처리시간을 5분간격으로 증가시키면서 누적열처리를 행하였다. 자기저항 특성은 4탐침법을 이용해 측정했고, 자기이력곡선은 VSM을 사용해 측정했다.

또 XRD를 사용해 구조분석을 행하였는데 각 조건별로 제작된 다층박막의 XRD pattern으로부터 각 peak들의 위치, 강도, FWHM(Full Width of Half Maximum)을 측정하여 이론적인 계산치와 비교하였다. simulation에서 다층박막의 NiFe층과 Ag층의 두께, 계면두께를 가우시안 분포로 가정하여 계산하였다. 또 증착된 박막의 표면형상을 AFM을 통해 관찰했다.

#### 3. 실험결과 및 고찰

XRD 분석 결과 NiFe, Ag 층은 각각 fcc(111) 우선방향으로 성장하였으나 시편제작방법에 따라 다층막구조는 매우 다르게 나타났다. 열진공증착으로 제작한 시편은 스퍼터로 제작한 시편에 비해

NiFe 층, Ag 층, 계면 등의 심한 불규칙성이 나타났다. 반면 스퍼터제작시 안정된 다층막구조가 나타났는데, 특히 스퍼터링 가스로 Ar 과 H<sub>2</sub>를 같이 사용한 경우가 각 층과 계면의 불규칙성이 낮게 나타났다.(Fig2).

스퍼터로 제작한 박막은 구조향상으로 표면 형상이 평탄해짐을 AFM을 통해서 확인했다. 열처리 후 XRD peak들의 broadening과 satellite peak들의 상대적 강도 저하가 일어났으며 이로써 열처리를 함에 따라 NiFe층이 불연속화되면서 다층막의 불규칙성이 증가함을 확인하였다.

#### 4.참고문헌

- (1) T. L. Hylton , K. R. Coffey, M. A. Parker and J. K. Howard , Science. 261. 1021 (1993)
- (2) I. K. Schuller , J. P. Locquet, D. Neerincx, L. Stockman, Phys. Rev. B 39 , 13338 (1989)

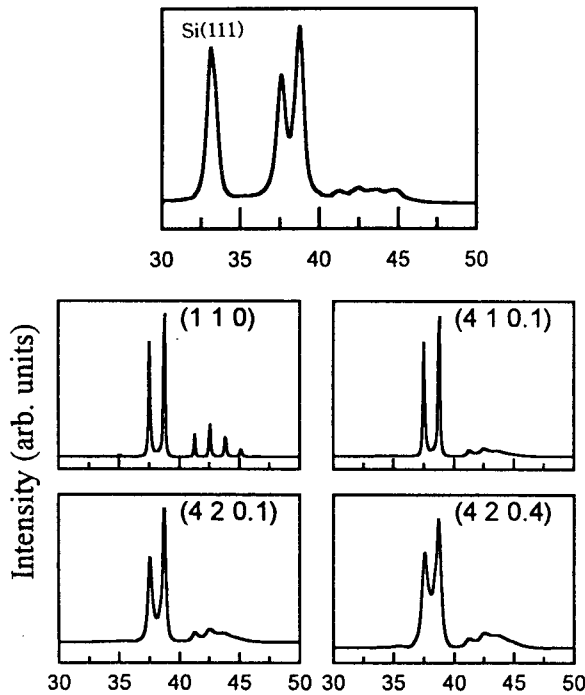


Fig 1. Si / [NiFe(25Å) / Ag(50Å)]<sub>10</sub>  
 Observed XRD pattern (upper) and  
 Calculated XRD patterns (lower).  
 (a b c) means Ag, NiFe, and  
 interface fluctuation parameter.

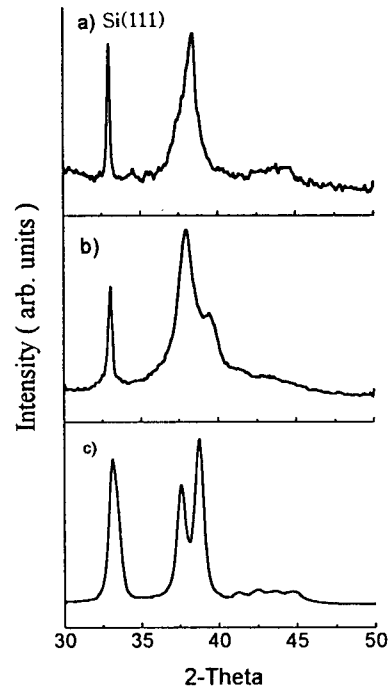


Fig 2. Si / [NiFe(25Å) / Ag(50Å)]<sub>10</sub>  
 Observed XRD patterns.  
 a) Evaporated  
 b) Sputtered ( Ar only)  
 c) Sputtered ( Ar + H<sub>2</sub> )