

ECR-Ion Milling Effect of Exchange Biasing in NiO/NiFe Bilayers

상지대학교 물리학과 안근영*, 이상석, 황도근

1. 서론

NiO/NiFe 이중박막이나 NiO/NiFe/Cu/NiFe 스핀밸브박막에서 교환결합세기(H_{ex})와 보자력(H_c)의 크기는 pinning 층인 NiO 박막의 미세한 표면거칠기 및 grain의 크기, 결정조직 등의 상태에 따라 매우 민감하게 변한다. [1,2,3] 본 연구는 glass (Corning 7059) 나 MgO(001) 단결정 기판에 ECR-ion 밀링하는 각도를 달리하여 표면거칠기 상태를 미세하게 변화시킨후 증착한 NiO/NiFe 이중박막의 H_{ex} 와 H_c 의 의존성을 조사하였다.

2. 실험방법

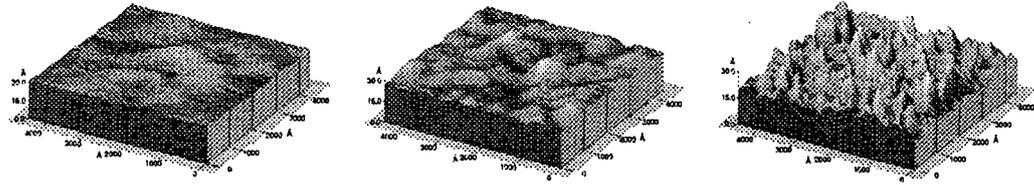
Glass 와 MgO(001) 단결정 기판을 Ar과 O₂ 가스분압 0.5 mTorr에서 ECR로 Ar-ion과 O₂-ion을 각각 생성시켜 grid 가속전압 800 V와 빔전류 5 mA의 조건으로 20분간 밀링하였다. MgO의 단결정 조직 (001)면 방향과 ion 빔 사잇각을 θ 로, 방위각을 χ 로 정의 하였다. 밀링된 glass나 MgO 기판 위에 NiO/NiFe 이중박막을 in situ 상태에서 증착한 후 표면거칠기 및 표면형상구조를 AFM으로 관찰하였고, H_{ex} 와 H_c 를 자기저항법으로 얻어 자기적특성을 조사하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

그림-1은 glass 기판을 O₂-ion 밀링과 Ar-ion 밀링후 증착한 Glass/NiO 박막에 대해 각각 다른 상

milling	Ar-ion milling				O ₂ -ion milling			
	H_{ex}	H_c	R_{rms}	H_{ex}/H_c	H_{ex}	H_c	R_{rms}	H_{ex}/H_c
not milling	92.8 Oe	116.3 Oe	50	0.79	92.8 Oe	116.3 Oe	50	0.79
$\theta=45^\circ, \chi=0^\circ$	95.8 Oe	72.5 Oe	30	1.32	98.9 Oe	90.8 Oe	80	1.09
$\theta=45^\circ, \chi=45^\circ$	89.6 Oe	72 Oe	20	1.24	80.6 Oe	76.5 Oe	80	1.05
$\theta=90^\circ, \chi=0$	93.2 Oe	60.6 Oe	16	1.54	100 Oe	134.7 Oe	60	0.74

Table-1. Dependence on H_{ex} , H_c , R_{rms} (rms roughness), and slope of roughness by ECR-ion milling effects.



(a) Glass(not milling)/NiO (b) Glass(Ar milling)/NiO (c) Glass(O₂ milling)/NiO

Fig. 1. AFM 3-dim. images of (a) Glass(not milling)/NiO, (b) Glass(Ar-ion milling)/NiO, and (c) Glass(O₂-ion milling)/NiO.

태의 표면거칠기를 보여주는 AFM images이다. O₂-ion 밀링후의 표면상태는 Ar-ion 밀링의 경우 보다 표면거칠기와 미세한 거칠기의 기울기가 증가되었음을 알 수 있다. 표-1은 기판을 MgO로 하였을 때 정의된 밀링 각도에 따라 O₂-ion 밀링과 Ar-ion 밀링된 NiO/NiFe 이중박막들의 표면거칠기 H_{ex}와 H_c 및 H_{ex}/H_c 를 나타내었다. Ar-ion 밀링의 경우 ($\theta=90^\circ$, $\chi=0^\circ$)는 H_{ex} 증가와 H_c의 감소, O₂-ion 밀링의 경우 ($\theta=90^\circ$, $\chi=0^\circ$)는 H_{ex} 감소와 H_c의 증가의 뚜렷한 변화를 보여주었다.

4. 결론

ECR-ion 밀링으로 NiO/NiFe 이중박막의 미세한 표면거칠기를 조절하였고 밀링효과로 거칠기 변화에 의한 H_{ex}와 H_c의 의존성을 조사하였다. H_{ex} 증가와 H_c의 감소는 O₂-ion 밀링으로, H_{ex} 감소와 H_c의 증가는 Ar-ion 밀링으로 조절 가능 하였고, 이러한 실험결과는 스핀밸브박막에서 H_{ex}와 H_c를 변화시키는데 응용할 수 있다.

5. 참고문헌

- [1] D. G. Hwang, S. S. Lee, and C. M. Park, Appl. Phys. Lett. 72, 27 (1998).
- [2] D. G. Hwang, C. M. Park, and S. S. Lee, JMMM 186, 265 (1998).
- [3] S. S. Lee, and D. G. Hwang, C. M. Park, K. A. Lee, and J. R. Rhee, J. Appl. Phys. 81, 5298 (1997).