

증착율변화에 따른 NiO/NiFe bilayer의 교환결합

단국대학교 물리학과 김종기, 이기암
 상지대학교 물리학과 이상석, 황도근

Exchange Biasing as the variation of deposition rates in the NiO/NiFe bilayers

Dept. of Physics, Dankook University, J. K. Kim*, K. A. Lee
 Dept. of Physics, SangJi University, S. S. Lee, D. G. Hwang

1. 서론

반강자성물질을 이용한 Spin-Valve System에서 자기저항비와 함께 중요한 자료로 평가받는 것은 교환결합력(H_{ex})의 세기와 보자력(H_c)의 세기이다. Spin-Valve System의 응용을 염두에 두었을 때, H_{ex} 와 H_c 의 특성은 그 응용에 막대한 영향을 미치기 때문이다. 본 연구에서는 NiO를 이용한 Bilayer와 Spin-Valve 박막을 제작할 때 RF전력을 조절함으로써 증착율을 변화시켰다. 증착율의 변화에 따른 박막의 표면상태를 관찰하고, 박막의 표면거칠기에 따른 자기적 특성의 변화를 고찰하였다.

2. 실험방법

NiO/NiFe bilayer에서 NiO는 sintering된 target을 이용하여 RF-sputtering법을 이용하여 증착하였고, NiFe는 DC-sputtering법을 이용하여 증착하였다. 기판은 Corning 7059 Glass를 이용하였고, 증착시에 일정한 모양의 마스크를 이용하여 동일한 형태의 시편을 제작하였다. 증착시에 약 300 Oe 자장을 인가하여 NiO/NiFe bilayer와 spin-valve가 일축이방성을 가지도록 하였다. 박막증착시 진공도는 Ar분위기에서 약 2.0×10^{-3} Torr였으며, RF전력의 변화만으로 증착율을 조정하였다. 증착된 모든 박막두께는 200 nm로 동일하도록 하였고, 증착율은 0.4 Å/s ~ 1.2 Å/s 사이에서 결정되었다. 박막의 H_{ex} 와 H_c 는 자기저항곡선으로부터 얻어졌으며, 자기저항비는 4-terminal method법을 이용하여 측정하였다. 박막의 표면거칠기는 AFM을 이용하여 조사하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1은 deposition rate에 따른 H_{ex} 와 H_c 의 거동을 나타낸 것이다. 그림에서 보듯이 증착율에 따라 H_{ex} 와 H_c 의 관계가 크게 세 영역으로 나뉘어 짐을 알 수 있다. 증착율이 0.4 Å/s이하일 때는 H_{ex} 가 H_c 보다 크게 나타나는 것을 볼 수 있고, 표면 거칠기(R)는 약 11 Å이었다. 증착율이 0.4~0.6 Å/s일 때는 표면거칠기가 약 9 Å이었으며, H_c 의 증가폭이 H_{ex} 보다 크게 나타나 역전되는 것을 확인할 수 있다. 그리고, 증착율이 0.6 Å/s 이상일 때는 표면거칠기가 4 Å 이었고, H_c 값의 증가폭이 H_{ex} 의 증가폭보다 커져 H_c 값이 H_{ex} 값보다 높게 유지되는 현상을 볼 수 있다.

Fig. 2는 영역 I과 II, 그리고 영역 III의 AFM 3-dim. image를 나타낸 것이다. 영역 I에서의

peak-to valley 값은 약 77Å이었다. 영역 II에서의 peak-to-valley 값은 약 75 Å으로 약간 감소하며, 영역 III에서는 28 Å으로 감소한다. 증착율이 높을 때는 전체적으로 박막의 표면은 매끄럽다. 그러나 증착율이 낮아질수록 박막의 표면은 거칠어진다는 것을 의미한다. 즉, 증착율의 감소에 따라 NiO 박막의 columnar grain 크기가 발달하면서 박막의 표면거칠기가 증가한다. 증착율이 큰 III 영역에서는 NiO와 NiFe사이에서의 정자기에너지가 증가하게 되고, 이로 인해 H_c 의 증가율이 H_{ex} 보다 크게되어 H_c 가 H_{ex} 보다 높은 값을 유지하게 된다.

4. 결론

증착율을 달리하여 NiO/NiFe bilayer를 제작한 결과 박막의 표면거칠기에 변화가 있었다. 박막의 증착율이 클수록 박막의 표면의 평균거칠기는 작아지고 있다. 그러나 증착율이 커짐에 따라 columnar grain의 크기가 작아지면서 peak-to-valley의 값도 작아지고 있다. 이것은 박막의 표면에서의 정자기에너지 증가를 가져오게 되어 H_c 값의 증가를 가져왔다. 그러므로, 충분한 H_{ex} 값을 확보하면서 적절한 H_c 값을 유지하는 것이 중요하다.

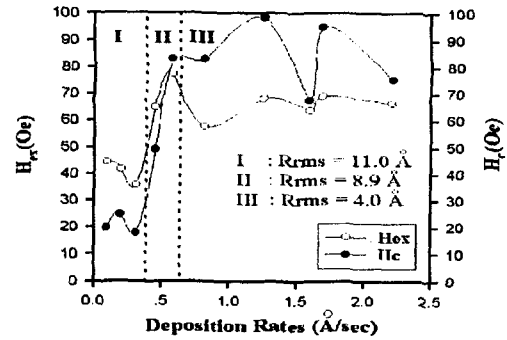
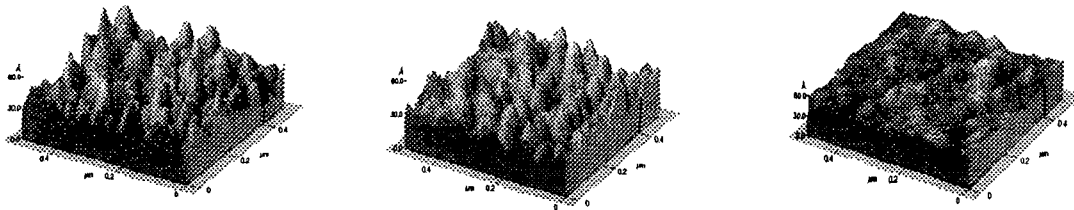


Fig. 1 The exchange field (H_{ex}) and coercivity field(H_c) as a function of the variation of deposition rates.



(a) Deposition rate = 0.4 Å/s (b) Deposition rates = 0.4 ~ 0.6 Å/s (c) Deposition rates = 1.2Å/s
Fig. 2 The AFM 3-dim. images(scan size : $0.5\mu\text{m} \times 0.5\mu\text{m}$) of the NiO/NiFe bilayers having three different deposition rates

5. 참고문헌

- [1] X. Portier, A. K. Petford-Long, Bayle-Guillemaud, T. C. Anthony, J. A. Brug, J. Magn. mater. **198-199**, 110 (1999).
- [2] D. G. Hwang, S. S. Lee, C. M. Park, J. Magn. Mater. **198-199**, 39 (1999).
- [3] Shuxiang Li, T. S. Plaskett, P. P. Freitas, J. Bernardo, B. Almeida, and J. B. Sousa, IEEE Trans. Magn. **34**, 3772 (1998).