

Specular effect를 이용한 NiO/ α -Fe₂O₃/Co/Cu/Co/NOL Spin-valve 박막의 자기적 특성 향상

단국대학교 최상대* , 백주열 , 김종기 , 주호완 , 이경민 , 이기암
상지대학교 황도근 , 이상석

Enhancement of Magnetic Properties in the NiO/ α -Fe₂O₃/Co/Cu/Co/NOL Spin-valve Thin Films using the specular effect

Dankook Univ. Sang-Dae Choi*, Ju-Yeoul Beak, Jong-Kee Kim, Ho-Wan Joo, Kyoung-Min Lee
and Ky-Am Lee
Sangji Univ. Do-Guwn Hwang and Sang-Suk Lee

1. 서 론

본 실험은 하지층이 NiO/ α -Fe₂O₃인 NiO/ α -Fe₂O₃/Co/Cu/Co/NOL spin-valve 박막을 기본 구조로 하며, over layer에 NOL(Nano Oxide Layer)인 Fe₂O₃와 NiO를 절충함으로써 specular effect에 의한 자기 저항 효과의 변화를 알아보려고 한다. 이에 앞서 NiO/Co/Cu/Co/NOL 구조로 하지층 NiO를 바닥층과 overlayer로 하여 두 가지 형태의 spin-valve 박막을 제작하여 각각 다른 자기적 특성을 알아보려고 한다.

NiO 스핀 밸브는 높은 교환결합과 자기저항비를 확보 할 수 있으나, 열적 안정성이 Fe₂O₃에 비해 부족한 특성을 갖는다. Neel 온도는 250 ℃인 NiO보다 680 ℃인 α -Fe₂O₃가 상대적으로 우수한 값을 가진다. NiO와 고정 층 사이의 계면에 적절한 α -Fe₂O₃를 삽입하여 열처리에 대한 교환 결합력의 열적 안정성의 향상과 NOL을 삽입하여 자기적 특성의 향상을 살펴보고자 한다.

2. 실험방법

본 실험에서 증착한 spin-valve 박막 구조는 Si/SiO₂/NiO(60nm)/Fe₂O₃(x nm)/Co(2.4nm)/Cu(2nm)/Co(4.5nm)/NOL(y nm)이며, 여기서 x와 y는 각각, x=0~5과 y=0~30이다. 증착시 초기 진공도는 2.0×10⁻⁶ Torr에서 작업 진공도는 2.0×10⁻³ Torr에서 실험하였고, Ar의 주입량은 α -Fe₂O₃는 38 sccm이고 나머지 NiO, Co, 그리고 Cu는 25 sccm이다. 증착장비는 4-gun magnetron sputtering system으로 α -Fe₂O₃와 NiO는 RF-sputter로 증착하였고 Cu와 NiFe는 DC-power supply로 하였다. 반강자성체인 α -Fe₂O₃, NiO의 증착조건은 각각 80 W와 120 W로 하였고, Co와 Cu는 각각 350V / 50mA 와 340V / 50mA로 하였다. 시편의 substrate는 Si wafer를 사용하였으며, 증착시 마스크를 사용하여 일정한 면적에 증착하였다. 자기저항비는 DC four-probe로 4-terminal 방법을 이용하여 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

본 실험에서 NiO(60nm)/Co(2.4nm)/Cu(2nm)/Co(4.5nm)/NOL 구조로 하지층인 NiO를 꼭대기 층과 바닥 층으로 하는 꼭대기 형태 스핀 밸브와 바닥 형태 스핀 밸브를 제작하여 자기저항비와 교환결합력, 자기적 특성을 관찰하였다. 꼭대기형태는 7%의 자기저항비와 50 Oe의 교환결합력을, 바닥형태는 11%

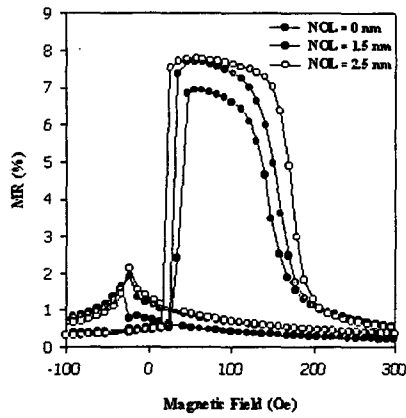


Fig. 3. MR curve Of Si/SiO₂/NOL/Co (4.5nm)/Cu(2nm)/Co(2.4nm)/NiO(60nm) top-type spin valve.

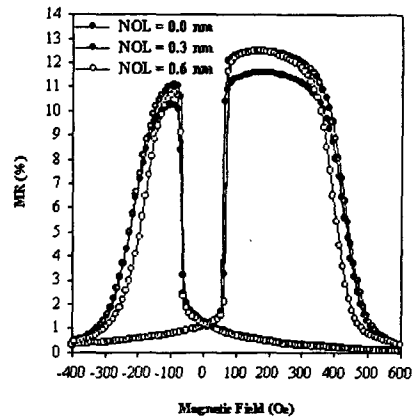


Fig. 2. MR curve Of Si/SiO₂/NiO(60nm)/Co (2.4nm)/Cu(2nm)/Co(4.5nm)/NOL bottom-type spin valve.

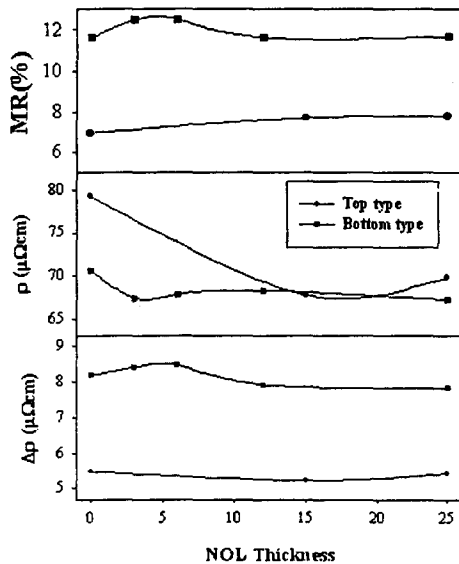


Fig. 1. MR ratios and the resistivities of NiO(60nm)/Co(2.4nm)/Cu(2nm)/Co(4.5nm)/NOL top- and bottom-type spin valves

의 자기저항비와 270 Oe의 교환결합력을 얻어 바닥층에서 더 높은 자기저항비와 교환결합력을 가짐을 알 수 있었다[3]. 이에 자기적 특성을 향상시키기 위해 NOL(Nano Oxide Layer)을 NiO 0~3 nm의 두께로 삽입한 NiO/Co/Cu/Co/NOL 구조로 한 결과, Fig. 1, 2에서 보듯이 꼭대기형태에서 교환결합력과 보자력이 향상되었으며 자기저항비는 꼭대기형태에서는 6.93%에서 7.79%로, 바닥형태에서는 11.61%에서 12.51%로 양쪽 모두에서 향상된 결과를 얻었다[5]. 이 결과는 Fig.3에서도 알 수 있듯이 자유층인 Co/NOL이 specular effect에 의해 전도전자들의 계면산란효과가 더 크게 나타나는 것으로 이로 인하여 비저항이 감소되며 보고된 논문[6]과도 일치한다.

NiO/Co/Cu/Co/NOL 구조에서 하지층과 고정층 사이에 Fe₂O₃를 삽입하고 NOL에는 NiO 대신 Fe₂O₃를 삽입하여 스핀밸브의 열적인 자기적 특성을 살펴보았다.

4. 참고문헌

- [1] N. Hasegawa et al , IEEE Trans., Magn., 32, 4618 (1996).
- [2] Junichi Fujikata et al , IEEE Trans., Magn., 34, 954 (1998).
- [3] Junichi Fujikata et al , J. Appl. Phys., 85, 8 (1999).
- [4] R. F. C. Farrow et al , Appl. Phys. Lett., 77, 1191 (2000).
- [5] S.Sant et al , J. Appl. Phys., 89,11 (2001)
- [6] Jong-Kee Kim et al , J. Appl. Phys., 89,11 (2001)