

높은 자기저항비를 갖는 NiO 스핀밸브박막의 자기적 특성

단 국 대 김종기, 이기암
상 지 대 이상석, 황도근

NiO Spin Valves Having High Magnetoresistance Ratios

DanKook Univ. Jong-Kee Kim* and Ky-Am Lee
Sangji Univ. Sang-Suk Lee and Do-Guwn Hwang

NiO와 NiFe 이중구조에서 일어나는 교환결합의 근원 규명과 외부자장 변화에 따른 자성체 자구의 거동 메커니즘의 체계적인 관찰이 오래 전부터 꾸준히 연구가 되고 있다. 또한 NiO/NiFe/Co/Cu/Co/NiFe 스핀밸브 구조에서 15% 이상의 자기저항비(MR)를 얻기 위한 노력으로 Cu층의 두께를 감소시켜 고정층과 자유층의 상호교환 결합을 유도한 것과 나노크기의 산화층을 삽입하여 specular 효과를 이용한 것이 있다. 특히 대칭성 2중 NiO 스핀밸브 박막이나 NiO, CoO, NiFeO, Fe₃O₄의 산화층을 적절한 구조 위치에 삽입한 스핀밸브 박막, 그리고 자연산화법으로 자유층의 표면 산화층을 유도한 스핀밸브박막 등 전자의 specular 산란 효과로 MR이 향상된 연구 보고가 있다[1,2,3,4].

본 연구에서는 누설전류에 의한 저항 감소를 줄일 뿐만 아니라 20 Å의 Cu층 두께로 고정층과 자유층의 상호 결합을 유도하였다. 그리고 자유층 NiFe 두께 조절과 고정층 NiFe 두께 조절로 10% 이상의 높은 MR을 갖는 NiO 스핀밸브 박막의 제작 조건을 도출하였다.

그림-1은 Glass(7059)/NiO(600 Å)/NiFe(30 Å)/Co(7 Å)/Cu(20 Å)/Co(7 Å)/NiFe(t Å)에서 t = 50 Å 일 때 자기저항특성을 나타낸 major와 minor곡선들(그림-1a)과 자유층 NiFe의 두께 변화 따른 MR 의존성(그림-1b)을 보여준다. 적절한 두께의 값이 존재함을 알 수 있고 비록 자유층의 두께가 크더라도 표면의 자연산화층을 유도하여 specular 효과를 더하여 MR값을 향상시킬 수 있음을 보여준다.

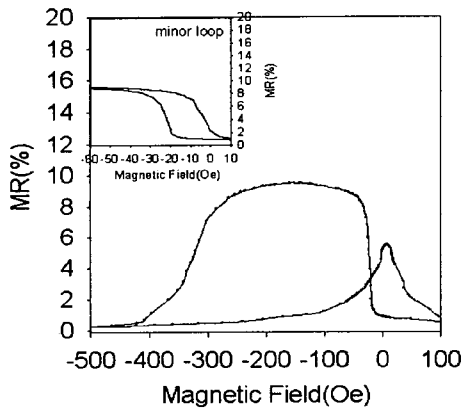


그림-1a. Glass(7059)/NiO(600 Å)/ NiFe(30 Å)/ Co(7 Å)/ Cu(20 Å)/Co(7 Å)/NiFe(50 Å) 스핀밸브 박막의 자기저항곡선 (major 와 minor 곡선)

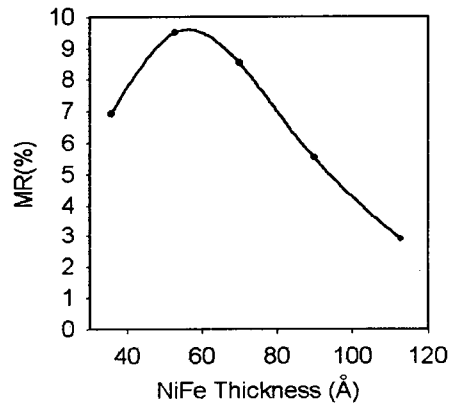


그림-1b. Glass(7059)/ NiO(600 Å)/ NiFe(30 Å)/ Co(7 Å)/Cu(20 Å)/Co(7 Å)/NiFe(t Å) 스핀밸브 박막의 자유층 NiFe 두께 t에 따른 자기저항비의 의존성

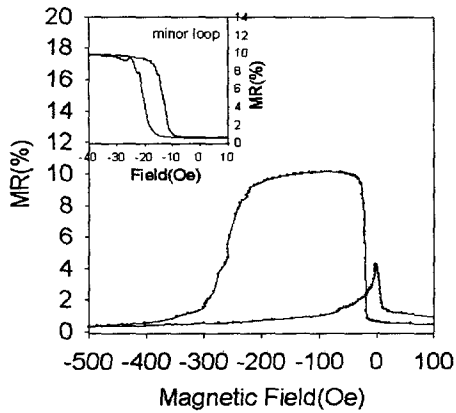


그림-2a. Glass(7059)/ NiO(600 Å)/ NiFe(30 Å)/
Co(7 Å)/Cu(20 Å)/Co(7 Å)/NiFe(70 Å) 스핀밸브
박막의 자기저항곡선 (major 와 minor 곡선)

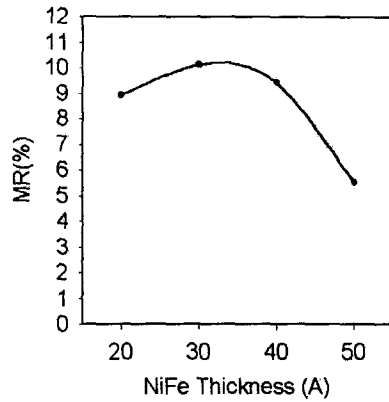


그림-2b. Glass(7059) / NiO(600 Å)/ NiFe(t Å)/
Co(7 Å)/Cu(20 Å)/Co(7 Å)/NiFe(70 Å) 스핀밸브
박막의 고정층 NiFe 두께 t에 따른 자기저항비
의존성

그림-2은 Glass(7059)/NiO(600 Å)/NiFe(t Å)/Co(7 Å)/Cu(20 Å)/Co(7 Å)/NiFe(70 Å)에서, t =30 Å일 때 자기저항특성을 나타낸 major와 minor곡선들(그림-2a)과 고정층 NiFe의 두께 변화 따른 MR 의존성(그림-1b)을 보여준다. 이것도 그림-1에 보여준 결과와 마찬가지로 적절한 두께의 값이 존재함을 알 수 있고, 고정층의 두께가 크더라도 나노 두께의 산화층을 삽입하여 specular 효과를 더함으로써 MR값을 향상시킬 수 있음을 보여준다.

표-1은 그림-1a, 2a에서 보여준 NiO 스핀밸브 박막에 대한 교환결합세기(H_{ex}), 보자력(H_c), MR, 자장감응도(FS), 상호결합세기(H_{int}), 표면 비저항(ρ)를 나타내었다. 같은 Cu 층의 두께라도 H_{ex} , H_c , MR 값이 서로 다른 이유는 고정층과 자유층의 두께차이로 인한 상호결합력(H_{int})때문이라 볼 수 있다.

표-1. NiO 스핀밸브 박막의 자기저항특성

NiO 스핀밸브구조	H_{ex} (Oe)	H_c (Oe)	MR (%)	FS (%/Oe)	H_{int} (Oe)	ρ ($\mu\Omega cm$)
NiO(600 Å)/NiFe(30 Å)/Co(7 Å)/Cu(20 Å)/Co(7 Å)/NiFe(50 Å)	173	153	8.6	~1	~12	24.80
NiO(600 Å)/NiFe(30 Å)/Co(7 Å)/Cu(20 Å)/Co(7 Å)/NiFe(70 Å)	143	117	10.13	~1.3	~16	22.73

참고문헌

- [1] T. C. Anthony et al, IEEE Trans., Magn., **30**, 3819 (1994).
- [2] W. F. Egelhoff et al, J. Appl. Phys., **82**, 6142 (1997).
- [3] J. K. Kim et al, J. Appl. Phys., **89**, (2001), M. F. Gillies et al, J. Appl. Phys. **88**, 5864 (2000).
- [4] H. Sakakima et al, J. Magn. Magn. Mater., **210**, L20 (2000).