

Thickness Dependence of Dual NiO-Spin Valve by ECR Ar-ion Milling

Sang-Suk Lee¹, Jong-Kee Kim², Moon-Sung Yoon¹
 Do-Duwn Hwang¹, Ky-Am Lee², Jang-Rho Rhee³
¹ Sangji Univ., ² DanKook Univ., ³ SookMyung Univ.

ECR Ar-이온 밀링에 의한 Dual NiO 스핀밸브 박막의 두께 의존성

이상석¹, 김종기², 윤문성¹, 황도근¹, 이기암², 이장로³
¹ 상지대, ² 단국대, ³ 숙명여대

높은 자기저항비 (MR)을 갖는 고감도 스핀밸브박막은 specular 전자 산란효과를 이용하여 얻을 수 있다. 특히 하부층과 상부층이 반강자성 NiO 박막이고 강자성체 자유층이 중앙 위치에 삽입된 대칭성 2중 구조 NiO 스핀밸브 박막이 다양한 구조로 15%~25%로 높은 MR값을 유지할 수 있다[1,2]. 이는 이중 대칭 NiO 스핀밸브 구조의 중앙에 자유층으로 하고, 상·하부층에 속박된 강자성층의 보자력과 교환결합세기가 크기가 서로 다른 계단형 MR 곡선을 얻을 수 있기 때문이다. 또한 부도체로서 반강자성체인 α -Fe₂O₃ 박막과 2중 대칭성 구조 스핀밸브 박막이 specular 효과에 때문에 높은 MR 값을 얻을 수 있음이 보고되었다[3].

본 연구에서는 스퍼터링 방법으로 제작한 2중 NiO 스핀밸브 박막구조를 그림-1에서 전형적인 MR의 major와 minor 곡선으로 보여 준다. 각 자성층 및 Cu 층의 두께를 조절하여 specular 산란 효과가 적용된 14.2% 최대 MR비를 갖는 NiO(600 Å)/NiFe(31 Å)Co(7 Å)/Cu(20 Å)/Co(7 Å)/NiFe(31 Å)/Co(7 Å)/Cu(20 Å)/Co(7 Å)/NiFe(31 Å)/NiO(600 Å) 박막을 도출하였다(그림-2a, b).

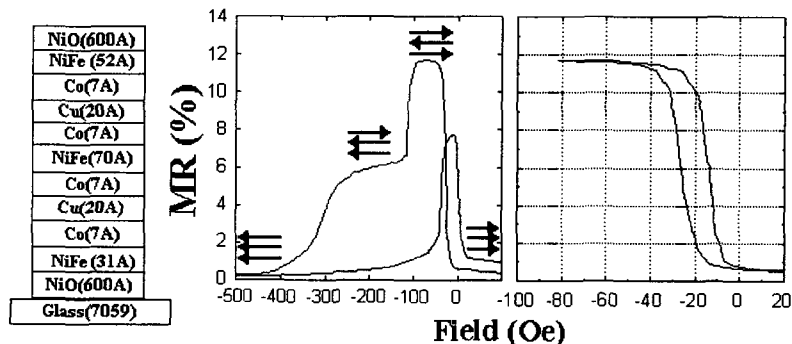


Fig. 1. Structure and typical MR curves of dual NiO spin valve.

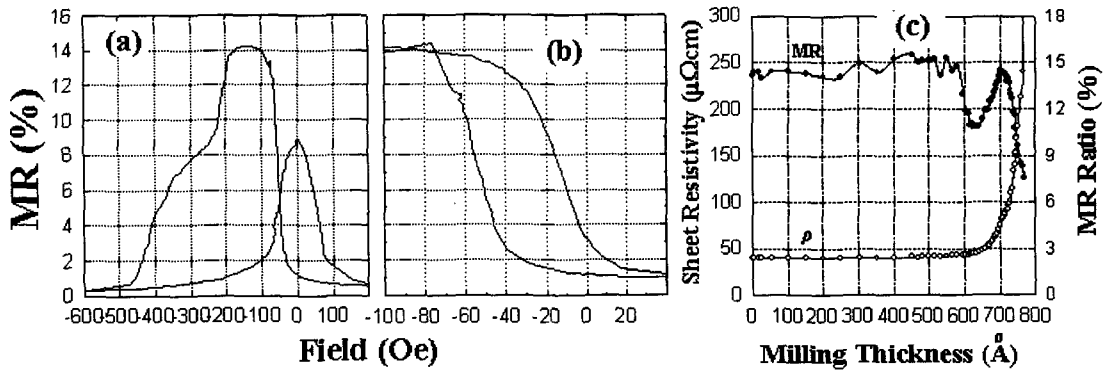


Fig. 2. MR curves and thickness dependence of dual NiO(600 Å)/NiFe(31 Å)Co(7 Å)/Cu(20 Å) /Co(7 Å)/NiFe(31 Å)/Co(7 Å)/Cu(20 Å)/Co(7 Å)/NiFe(31 Å)/NiO(600 Å) spin valve by ECR Ar-ion milling.

전자사이클론공명 (electron cyclotron resonance; ECR) Ar-ion 밀링장치를 이용한 초당 3 Å 비율로 건식각하여 각층에 대한 이중 NiO 스핀밸브 박막이 두께에 따른 MR 의존성을 고찰하였다(그림-2c). 상부층 NiO가 MR 특성에 기여하는 두께는 하부층 NiO의 포화두께가 350 Å인 것에 비해 매우 얇은 두께로 나타난 것은 반강자성체와 고정층 NiFe가 계면에서 실제로 교환결합이 일어나고 있음을 확증시켜준 결과이다. 한편 스핀밸브 자유층의 적절한 두께에서 MR비가 최대가 되는 현상도 보여준다. 표면산화층이 존재할 때 specular 산란효과에 의해 이러한 현상이 다를 것이다[4]. 본 연구에서는 표면 산화층을 유도하면서 건식각을 ECR O₂-이온 밀링을 이용하여 보았다. 그 결과 Ar-이온 밀링에서 얻은 자유층의 두께에 따른 MR 변화가 훨씬 줄어들었으며 이것은 나노크기 두께의 표면산화층이 존재함으로써 specular 전자 산란 효과에 의한 자기저항 특성이 향상시킬 수 있는 주요한 요인임을 확인하였다.

참고문헌

- [1] X. Yan et al, "Stability of dual synthetic spin valve devices", IEEE Trans. Magn. **35**, 2877 (1999).
- [2] W. F. Egelhoff et al, "Specular electron scattering in metallic thin films", J. Vac. Sci. Technol. **B 17**, 1702 (1999).
- [3] H. Sakakima et al, "Large MR ratios in spin valves bounded with insulating antiferromagnets", J. Magn. Magn. Mater. **198-199**, 9 (1999).
- [4] M. F. Gillies et al, "Enhancement of the giant magnetoresistance in spin valves via oxides formed from magnetic layers", J. Appl. Phys. **88**, 5894 (2000).