

MAGNETORESISTANCE AND Mn DIFFUSION BEHAVIORS OF CoNbZr-BASED SPIN VALVES WITH NANO OXIDE LAYERS

Korea University

Jong Soo Kim*, Young Keun Kim, Seong-Rae Lee

1. 서 론

고밀도 자기기록 매체의 재생 헤드로 응용되기 위해서는 높은 자기 저항비와 소자 제조 및 작동 시 발생되어지는 열에 대해서 안정해야한다. 일반적으로 스핀밸브에서 나타나는 열화현상 중 가장 주된 원인은 반강자성체에 사용된 Mn이 고정층 및 비자성층으로의 확산으로 인해 반강자성체/강자성체 사이의 교환결합력의 감소와 스핀의존산란이 감소되어 자기적 특성이 열화되는 것이다[1]. 이러한 상호확산은 거칠기, 결정성, 결정립 크기와 같은 미세구조에 크게 의존한다[2]. 우리는 이번 연구에서 자기저항비를 높이기 위한 방안으로 nano oxide layer (NOL)을 삽입하여 specularity를 증가시켜 자기저항비를 높이려 하였고, 또한 NOL 삽입으로 인한 Mn의 열적 거동을 알아보고 연구 하였다.

2. 실험 방법

RF 마그네트론 스퍼터링 방법으로 Top 스핀밸브 구조는 SiO₂/Ta 5 (or CoNbZr 2)/CoFe 3/Cu 2.5/CoFe 3/IrMn 7.5/Ta 5 (or CoNbZr 2) (nm), Bottom 스핀밸브 구조는 SiO₂/Ta 5 (or CoNbZr 2)/NiFe 2 (or 2.2)/IrMn 7.5/CoFe 3/Cu 2.5/CoFe 3/Ta 5 (or CoNbZr 2) (nm)의 스핀밸브를 제작하였고 specularity를 증가시키기 위해서 Top 스핀밸브 자유층 CoFe내에 NOL을 삽입하였다. 각각의 스핀밸브는 3×10^{-7} Torr 이하에서 증착을 하였으며 Ar pressure는 2 mTorr로 하여 최적 두께에서 증착하였고 NOL은 플라즈마 산화를 하였다. 증착 중 강자성체에 easy axis를 주기 위하여 약 500 Oe의 자장을 인가하여 증착을 하였다. 각 시편은 5×10^{-6} Torr에서 열처리하였으며 Four point probe을 사용하여 자기저항 특성을 분석하였고 AFM, XRD, XPS, AES을 사용하여 구조적인 분석을 하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1에 Ta-based SV와 CNZ-based SV and with NOL를 300°C에서 누적 열처리에 따른 MR ratio를 나타내었다. Fig. 1을 통해서 Top and bottom 구조에서 CNZ-based SV가 Ta-based SV보다 열적으로 더 안정하다는 것을 알 수가 있다[3]. Bottom Ta SV는 열처리를 통해서 H_{ex} 이 280 Oe에서 620 Oe까지 증가를 하였다. XRD 분석 결과 열처리 후에 (111) texture의 성장으로 인해서 H_{ex} 이 증가한 것을 확인하였다 (not shown). Top SV는 specularity를 더욱더 강화시키기 위해서 자유층내에 NOL을 삽입하였고, NOL의 삽입으로 인해서 자기저항비가 3.4%에서 5% (증가율 48%)까지 증가를 하였고, 300°C에서 20min 열처리에 의해서 자기저항비가 5%에서 9.8% (증가율 95%)까지 증가를 하였다. AES, XPS를 통해서 분석한 결과 자기저항비가 급격하게 증가한 것은 자유층내의 NOL과 열처리 중 표면에 형성된 Mn-oxide에 의해서 double specular scattering의 효과를 가져왔기 때문이다 (as seen in Fig. 2). 또한 CNZ-based SV와는 다르게 NOL을 삽입한 SV는 열처리 시간이 증가함에 따라서 자기저항비가 서서히 감소하는 경향을 보였다. 그 이유는 Mn의 높은 산소 친화력 때문에, 열처리 시간이 증가함에 따라 Mn이 표면뿐만 아

니라 NOL 위치로 확산이 이루어져서 자기저항비가 감소한다는 것을 알 수가 있었다. 그리고 NOL의 산화시간이 길어질수록 자기저항비의 감소하는 경향이 더 크다는 것을 알 수가 있었다.

4. 결론

Bottom Ta SV의 경우 H_{ex} 의 증가가 (111) texture와 관련이 있다는 것을 확인하였으며, Top CNZ SV with NOL의 경우 열처리에 의해서 자기저항비가 95 % 증가를 가져왔으며 AES, XPS 분석을 통해서 double specular scattering 현상이 발생한 것을 알 수가 있었다. 또한 Mn의 높은 산소친화력 때문에 Mn이 표면뿐만 아니라 NOL 위치로 확산되는 것을 확인 할 수가 있었다. 우리는 산소가 Mn의 확산에 높은 chemical potential을 가지고 있는 것을 알았다.

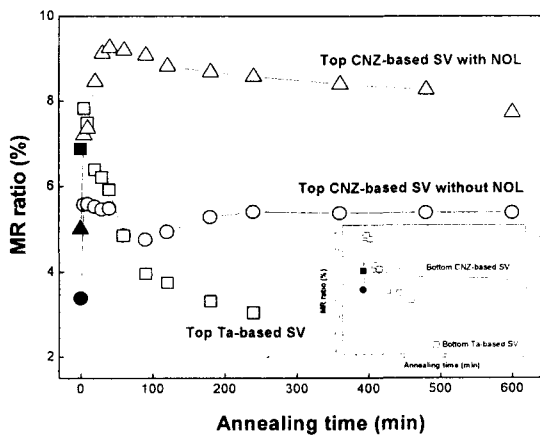


Fig. 1. MR ratio changes in Ta- and CoNbZr-based SVs with and without NOL annealed at 300°C as a function of annealing time. Solid symbols represent the values in as-deposited state.

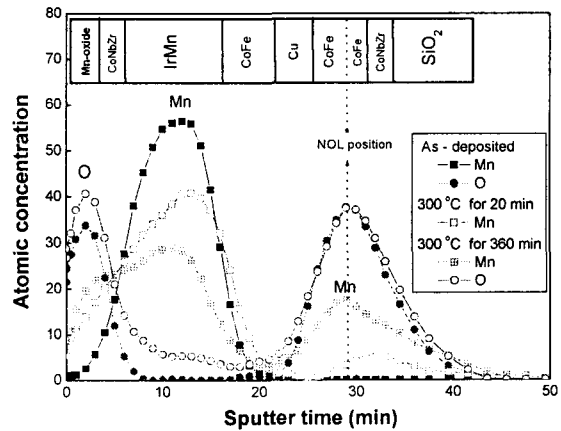


Fig. 2 Auger depth profiles exhibiting Mn diffusion for a CoNbZr-based SV film with NOL upon exposure to annealing at 300°C for 20 and 360 min. Schematic layer structure is shown in the inset.

5. 참고문헌

1. G. W. Anderson, M. Pakala, and Y. Huai, IEEE Trans. Magn., 36,2605 (2000).
2. K. Yagami, M. Tsunoda, and M. Takahashi, J. Appl. Phys., 89, 6609 (2001).
3. H. G. Cho, Y. K. Kim, and S. R. Lee, IEEE Trans. Magn., 38, 2685, (2002).