

기울어진 기판을 이용한 Co/Ru/Co Synthetic Antiferromagnets 스핀밸브 박막의 열적 거동 분석

서울대학교 재료공학부 정원철*, 주승기

A Study on the Thermal Characteristics of Spin Valve Films Exchanged Biased By Co/Ru/Co Synthetic Antiferromagnets with Magnetic Anisotropy Induced by 4° Tilt-Cut (111) Si Wafer

School of Materials Science & Engineering, Seoul National University

Won-Cheol Jeong*, Seung.-Ki Joo

I. 서론

거대자기저항 현상의 발견이래 거대자기저항 현상은 학문적인 측면뿐만 아니라, 산업적인 응용 가능성 측면에서도 많은 관심과 연구가 전개되어왔다[1]. 특히 거대자기저항 현상을 자기저항 헤드에 응용하려는 연구가 활발히 진행되어 왔는데, 대표적인 구조로는 AF(Antiferromagnetic Materials, FeMn, NiO, NiMn, α -Fe₂O₃ 등) 층에 의해 Exchange Bias된 스핀밸브 구조를 들 수 있다[2]. AF 층에 의해 Exchange Bias된 스핀밸브 구조의 경우, 높은 보자력의 고정층 등을 제공해 줄 수는 있지만, 낮은 열적 안정성과 미세 Patterning 되었을 때의 정자기 에너지와 반자장의 증가 등이 문제가 되고 있다. 이와 같은 상황에서 높은 보자력, 뛰어난 열적 안정성과 낮은 반자장 등의 우수한 특성을 지닌 것으로 알려진 Co/Ru/Co SyAF(Synthetic Antiferromagnets) 층을 Pinned Layer로 사용한 새로운 스핀밸브 구조가 주목받고 있다[3][4]. 본 연구에서는 AF 층을 배제한 SyAF 층만의 특성을 알아보기 위해 기울어진 기판에 의한 결정자기이방성을 이용하여 Co/Ru/Co SyAF 층을 고정층으로 사용한 스핀밸브 구조를 형성하여 자기적 성질과 자기저항 특성을 살펴보고, 열처리에 따른 특성의 변화를 관찰하였다.

II. 실험방법

4° tilt-cut Si(111) 웨이퍼를 기판으로 사용하여 고주파 마그네트론 스퍼터링 방법으로 50Å 두께의 Cu를 바닥층으로 증착한 뒤 Ru(25Å)/Co(30Å)/Cu(50Å)/Co(30Å)/Ru(7Å)/Co(30Å)/Cu(50Å) 다층막을 형성하였다. 증착 전 Si(111) 기판은 10 : 1 로 희석된 불산(HF) 용액을 이용하여 표면의 자연산화물을 제거하였다. 초기 진공은 2×10^{-6} Torr 이하로 하였고 증착시 Ar 압력은 3 mTorr 로 하였다. 증착 후, 열처리는 진공 열처리로를 이용하였으며, 열처리시 진공도는 5×10^{-6} 이하를 유지하였다.

시편진동자력계를 이용해 자기이력곡선(M-H Curve)을 측정하였고, 시편진동자력계의 전자석과 4 탐침법을 이용해 상온에서 자기저항곡선(R-H Curve)을 측정하였다.

III. 실험 결과 및 고찰

그림 1은 Ru(25Å)/Co(30Å)/Cu(50Å)/Co(30Å)/Ru(7Å)/Co(30Å)/Cu(50Å)/Si 기판 구조에서 열처리에 따른 포화자화값의 변화, Effective Exchange Field 값의 변화, 자기저항값의 변화를 보여준다. 포화

자화값은 열처리 온도가 250 °C 일 때까지는 일정하게 유지되다가 300 °C 열처리 후에는 급격히 감소하는 것을 볼 수 있다. Effective Exchange Field 값은 100 °C 일 때까지는 일정하게 유지되다가 150 °C 부터는 선형적으로 감소하는 것을 관찰할 수 있었다. 자기저항값은 포화자화값이나 Effective Exchange Field 값과는 다르게 200 °C까지는 약간 증가하다가 300 °C 열처리 이후에 급격히 감소하는 것을 관찰하였다. 이러한 온도에 따른 자기저항 특성은, 온도가 증가함에 따라 Co 와 Cu 계면은 Spinodal Decomposition 에 의해 계면특성이 좋아지다가[5] 온도가 더욱 올라감에 따라 계면섞임이 우세해지는 것으로 설명되어질 수 있다.

IV. 참고 문헌

- [1] J. M. Daughton, IEEE Trans. Magn., 28(5), 2488 (1992)
- [2] W. F. Egelhoff, Jr., T. Ha, R. D. K. Misra, Y. Kadomon, J. Nir, C. J. Powell, M. D. Stiles, R. D. McMichael, C. L. Lin, J. M. Sivertsen, J. H. Judy, K. Takano, A. E. Berkowitz, T. C. Anthony and J. A. Brug, J. Appl. Phys. 78, 273 (1995)
- [3] D. E. Heim and S. S. P. Parkin, U. S. Patent 5465185 (1995)
- [4] J. L. Leal and M. H. Kryder, J. Appl. Phys. 83(7), 3270 (1998)
- [5] T. Kozakai, S. Mizuno, M. Doi, and T. Miyazaki, J. Japan Inst. Metals, 48(12), 1138 (1993)

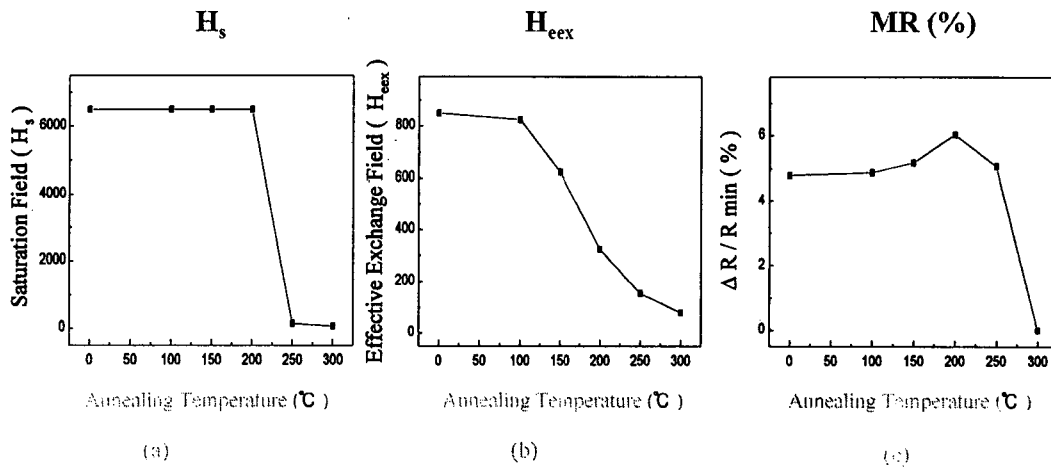


그림 1. Variation of H_s , H_{eex} and MR(%) with annealing temperature of Ru(25Å)/Co(30Å)/Cu(50Å)/Co(30Å)/Ru(7Å)/Co(30Å)/Cu(50Å)/4° tilt-cut Si(111) wafer