

## Q-2

### 4 ° 기울어진 Si(111) 기판 위에 증착된 Co/Ru/Co Synthetic Antiferromagnets 스핀밸브 박막의 거동 분석

서울대학교 재료공학부 정원철\*, 조권구, 주승기

#### Characterization of Spin Valve Films Exchanged Biased By Co/Ru/Co Synthetic Antiferromagnets Prepared on 4 ° Tilt-Cut (111) Si Wafer

Seoul Nat'l Univ. W.-C. Jeong\*, K.-K. Cho, S.-K. Joo

#### I. 서론

GMR 현상의 발견 이래 GMR 현상은 학문적인 측면뿐만 아니라, 산업적인 응용 가능성 측면에서도 많은 관심과 연구가 전개되어왔다[1]. 특히 GMR 현상을 MR 헤드에 응용하려는 연구가 활발히 진행되어 왔는데, 대표적인 구조로는 Antiferromagnetic Materials(FeMn, NiO, NiMn,  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 등)에 의해 Exchange Bias된 스핀밸브 구조를 들 수 있다[2]. Antiferromagnetic Materials 에 의해 Exchange Bias된 스핀밸브 구조의 경우, 높은 보자력의 고정층 등을 제공해 줄 수는 있지만, 낮은 열적안정성과 미세 Patterning 되었을 때의 Demagnetization Field의 증가 등이 문제가 되고 있다. 이와 같은 상황에서 높은 보자력과 뛰어난 열적 안정성과 낮은 Demagnetization Field 등의 우수한 특성을 지닌 것으로 알려진 Co/Ru/Co Synthetic Antiferromagnets를 Pinned Layer로 사용한 새로운 스핀밸브 구조가 주목받고 있다[3][4]. 하지만 Antiferromagnetic Materials 위에 Co/Ru/Co Synthetic Antiferromagnets Pinned Layer를 증착한 스핀밸브 구조의 경우, Co/Ru/Co Synthetic Antiferromagnets 만의 특성을 제대로 파악하기 어려워 이에 대한 연구가 부족한 실정이다. 본 연구에서는 Antiferromagnetic Materials가 아니라 tilt-cut wafer에 의해서 자연스럽게 유도된 결정자기이방성을 이용하여 Co/Ru/Co Synthetic Antiferromagnets을 고정층으로 사용한 스핀밸브 구조를 형성하여 그 특성을 조사해 보았다.

#### 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(zÅ)/Co(yÅ)/Ru(7Å)/Co(xÅ)/Cu(50Å) 다층막을 형성하였다. 증착 전 Si(111) 기판은 10 : 1 로 희석된 불산(HF) 용액을 이용하여 표면의 자연산화물을 제거하였다. 초기 진공은  $2 \times 10^{-6}$  Torr 이하로 하였고 증착시 Ar 압력은 3 mTorr 로 하였다.

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/Co/Cu/Co/Ru/Co/Cu/Si 기판 구조에서 Exchange Bias 층으로 사용된 Co/Ru/Co 의 Ru 을 사이에 둔 두 Co 층의 두께가 같을 경우와 다를 경우의 자기이력곡선과 자기저항곡선을 보여준다. Ru 을 사이에 둔 두 Co 층의 두께가 같을 경우, Co/Ru/Co 층의 경우, 이상적인 Antiferromagnets 처럼

거동하여, Spin Flopping 현상 등이 관찰되었다. 반면, 두 Co 층의 두께가 틀릴 경우, Co/Ru/Co 층이 Ferrimagnets 처럼 거동하여, Spin Flopping 현상 등은 관찰되지 않았으며, 두 Co 층 중 두께가 얇은 Co 층이 먼저 자화반전 하는 것을 관찰할 수 있었다. Ru 을 사이에 둔 두 Co 의 두께를 30Å로 같게 하고, 사이층 Cu 의 두께를 20Å로 하였을 때, 자기저항곡선 상에서 800 Oe 까지 평평한 구간과 5% 이상의 높은 자기저항비를 얻을 수 있었다.

#### 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)

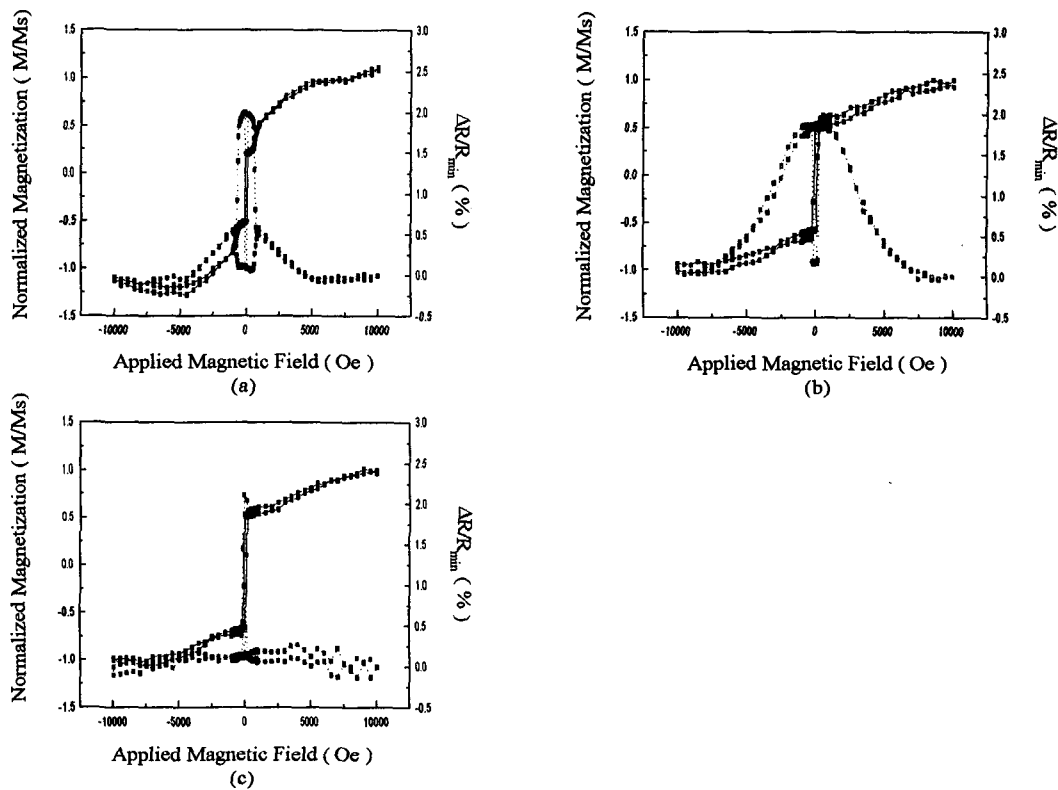


Fig. 1. Magnetization and Magnetoresistance curves of  
 Ru(25 Å)/Co(30 Å)/Cu(50 Å)/Co(y Å)/Ru(7 Å)/Co(x Å)/Cu(50 Å)/Si Substrate  
 (a) x = 30, y = 30 (b) x = 30, y = 15 (c) x = 15, y = 30