

CoFeZr 합금박막 및 비정질 CoFeZr을 사용한 스핀밸브의 자기저항 특성 연구

안황기^{1*}, 현은경¹, 이성래¹

고려대학교 공과대학 신소재공학부, 서울특별시 성북구 안암동 5-1, 136-713

1. 서론

고밀도 자기기록 매체의 재생 헤드로 응용되기 위해서는 높은 자기 저항비와 소자 제조 및 작동 시 발생되어지는 열에 대해서 안정해야한다. 스핀밸브에서 나타나는 열화현상은 계면거칠기, 결정성, 결정립 크기와 같은 미세구조에 크게 의존한다[1,2]. 최근 열적안정성 향상을 위해 비정질 자성체를 사용한 스핀밸브에 대한 연구가 진행되고 있다. 비정질 자성체는 결정립이 없기 때문에 높은 전기저항을 가지고 있어 전류세어 현상 (shunting effect)을 최소화 시킬 수 있고, 상호확산이나 상호섞임을 억제시켜 열적 안정성을 향상시킬 수 있는 장점이 있다. 또한 결정화된 자성층보다 낮은 보자력 및 고민감도 그리고 짧은 mean free path를 가지고 있어 최대 자기저항비가 나오는 자성층의 두께를 줄일 수 있다는 장점이 있다[3,4]. 본 연구에서는 CoFe에 Zr을 첨가하여 비정질화 현상을 관찰하고 이를 사용한 스핀밸브를 제작하여 자기적 특성변화를 연구하였다.

2. 실험방법

스핀밸브 제작을 위해 RF 마그네트론 스퍼터링 장치를 사용하여 3×10^{-8} Torr 이하에서 증착을 실시하였다. 시편의 구조는 Si/SiO₂/Ta 5/NiFe 2/IrMn 7.5/CoFe 3 (or CoFeZr 3)/Cu 2.5/CoFe 3/7.5/Ta 5 (nm) 이었다. 이는 Ar pressure 2×10^{-3} Torr로 하여 최적두께에서 증착하였고, 증착 중 강자성체에 easy axis를 주기 위하여 약 500 Oe 자장을 인가하였다. CoFeZr의 조성은 Zr chip의 개수를 변화시켜 제어하였다. 각 시편은 5×10^{-6} Torr에서 열처리 하였다. CoFeZr의 조성분석과 구조분석을 위해 ICP와 TEM분석을 실시하였다. 또한 Four point probe와 Vibrating sample magnetometer (VSM)를 사용하여 상온에서 자기저항 및 자기적 특성 분석을 실시하였다.

3. 실험결과

Fig. 1에서 볼 수 있듯이 보자력은 Zr의 개수가 6개까지, 자화값은 11개까지 감소하나, 그 이상이 되면 거의 비슷하게 유지된다. 이로써 Zr의 개수가 6 개 이상 첨가되었을 때 CoFeZr이 비정질 특성을 가질 것으로 예상할 수 있다. 이를 알아보기 위해 TEM분석을 실시하였는데, chip의 개수가 늘어날수록 결정립의 크기가 작아지다가 8 (Zr 17.84 at.%)개일 때부터 비정질화됨을 확인 할 수 있었다 (not shown). Fig. 2는 Zr 17.84 at.% 인 CoFeZr을 강자성층으로 사용한 스핀밸브의 자기적 특성을 나타낸 것이다. $\Delta\rho$ 의 변화를 통하여 스핀 분극이 크게 향상된 것을 알 수 있으며, 비정질인 CoFeZr의 영향으로 ρ 가 크게 나타남을 알 수 있다. 그러나 기존의 CoFe을 사용한 스핀밸브에 비하여 자기 저항비와 교환결합력은 약간 감소하는 것을 확인할 수 있는데 이는 비정질 자성체에서 나타나는 높은 저항값의 형성에 기인한다고 할 수 있다.

4. 결론

Zr의 개수가 8개 (17.84 at.%)일 때부터 비정질의 특성을 가짐을 확인하였으며, 개수가 증가할수록

낮은 보자력을 가지는 비정질 합금을 제조할 수 있었다. 자기적 특성분석 결과 CoFeZr을 강자성층에 적용시켰을 경우 자체의 높은 저항값으로 기존의 CoFe를 사용했을 경우보다는 자기저항비와 교환결합력이 감소하는 경향을 확인 할 수 있었으며, 증가된 $\Delta\rho$ 의 변화를 통하여 스핀분극이 크게 향상됨을 알 수 있었다.

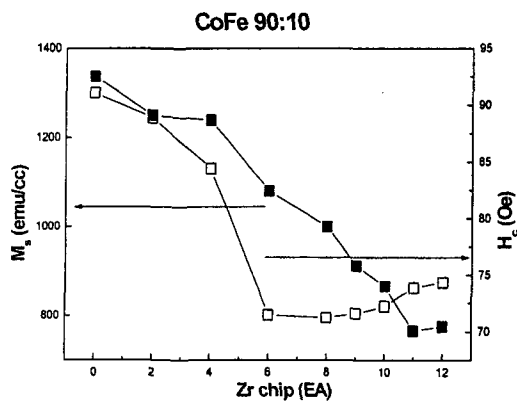


Fig. 1 M_s and H_c of $Co_{90}Fe_{10}$ as a function of Zr chip

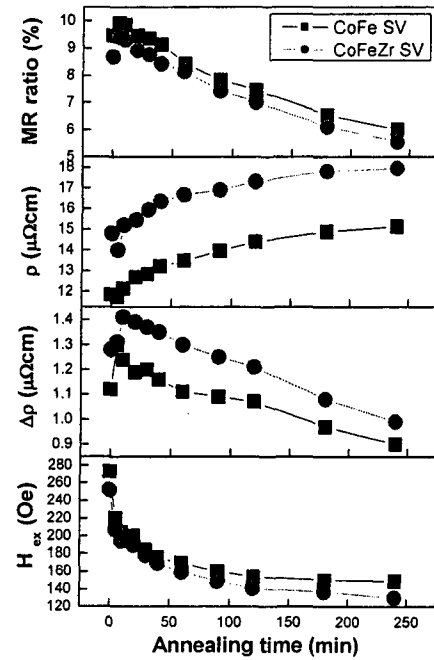


Fig. 2 The magnetic properties of spin valve(SV) with Zr chip number of 8 as a function of annealing time.

5. 참고문헌

- [1] M. Takiguchi, S. Ishii, E. Makino, and A. Okabe, *J. Appl. Phys.*, 87, 2469 (2000)
- [2] G. W. Anderson, M. Pakala, and Y. Huai, *IEEE Trans. Magn.*, 36, 2605 (2000)
- [3] T. Feng, and J. R. Childress, *J. Appl. Phys.*, 85, 4937 (1999)
- [4] P. M. Baurgart, B. Dieny, B. A. Gurney, J-P. Noziers, V.S. Speriosu and D. R. Wilhoit, U. S. Patent 5, 287, 238