

## Fe/Co/Cu/Co계 스핀밸브형 박막의 자기 및 자기저항 특성

충남대학교 공과대학 대학원 금속공학과 송민석, 김선식, 이갑호, 조성석, 김택기

### Magnetic properties and magnetoresistance characteristics of Fe/Co/Cu/Co system spin valve type thin films

Dept. of Met. Engin., Chungnam National University M. S. Song, S. S. Kim, K. H. Lee, S. S. Cho, T. K.

#### 1. 서론

거대자기저항은 1988년 Baibichi 등에 의해 Fe/Cr 다층 박막[1]에서 발견된 이후로 많은 연구자들에 의해 학문적 관심이 지속되어 왔다. 특히, 계면에서의 산란은 거대자기저항을 나타내는 가장 중요한 요소이므로 이에 관한 많은 연구가 진행되고 있다. 1991년 P. Baumgart 와 A. Gurney 등은 Fe/Cr 다층박막 계면에 제3의 물질을 삽입하여 계면에서의 산란상태가 자성층의  $\alpha(\rho \downarrow / \rho \uparrow)$  값과 연관성이 있음을 밝혔다[2]. 1993년 S. S. P. Parkin은 Ni<sub>80</sub>Fe<sub>20</sub>/Cu 계면에 Co를 삽입하면 전보다 자기저항비가 2배 이상 증가되며 이러한 원인이 Co가 계면에서의 산란을 크게 하기 때문이라고 보고하였다[3]. 또한, H. Sakakima 등은 CoMnB/Cu/Co/CoO 스핀 밸브 구조에서 CoMnB와 Cu사이에 Co 또는 Fe를 삽입하여 삽입전에 비해 3배 이상의 큰 자기저항비를 얻었다[4]. 그러나, T. Shinjo 등 [5]은 비결합구조 Ni<sub>80</sub>Fe<sub>20</sub>/Cu 계면에 Co를 1Å 삽입하면 자기 저항비 값이 약간 증가한다고 보고하였다. 이상의 보고들을 종합해보면, 강자성 물질인 Co층의 삽입은 계면에서의 산란상태를 증가시키나 자기 저항비의 증가에는 차이를 보이고 있다. 본 연구에서는 Fe/Co/Cu/Co 스핀밸브박막에 있어서 Fe/Cu 사이에 삽입한 Co층과 Fe층의 두께변화에 따른 자기 및 자기저항 특성을 조사하였다.

#### 2. 실험방법

고주파 마그네트론 스퍼터링법으로 Fe(60 Å ≤ x ≤ 240 Å)/Co(0 Å ≤ y ≤ 60 Å)/Cu(25 Å)/Co(90 Å) 스핀밸브 박막을 약 3000 Å의 자연산화층이 존재하는 Si(100)기판위에 외부자장 인가 없이 증착한 후, 자기저항 특성을 고찰하였다. Si(100)기판은 증류수, 고순도에탄올, 고순도메탄올 및 아세톤을 사용하여 초음파 세척하였고, 스퍼터링시 초기 진공은 2 × 10<sup>-6</sup> Torr이하였으며, 증착압력은 5 mTorr로 유지하였다. Fe층, Cu층 및 Co층의 성막속도는 스퍼터링시간으로 조절하여 각각 1 Å/s, 3 Å/s, 5 Å/s이 되도록 하였다. 형성된 박막의 자기저항곡선은 진동시편자력계의 전자석을 사용하여 일반적인 4탐침법에 의해 상온에서 측정하였고, 자기이력곡선은 진동시편자력계로 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

Fig.1 에서  $Fe(10 \text{ \AA} \leq x \leq 240 \text{ \AA})/Co(45 \text{ \AA})/Cu(25 \text{ \AA})/Co(90 \text{ \AA})$  Fe층의 두께가 증가됨에 따라 자기저항비가 증가하여 Fe층의 두께가 60Å일 경우 자기저항비는 3.7%로 최대값을 나타내며 Fe층의 두께가 더 증가하면 점차적으로 감소하여 240Å에서는 0.8%의 값을 나타낸다. Fe층의 두께변화에 따른 자기저항변화 거동은  $Fe(10 \text{ \AA} \leq x \leq 240 \text{ \AA})/Co(45 \text{ \AA})/Cu(25 \text{ \AA})/Co(90 \text{ \AA})$  박막의 각형비 변화와 일치하는데, Fe층의 두께가 60Å일 때가 자기저항비와 각형비가 각각 제일 우수하다. Fig.2 는  $Fe(60 \text{ \AA})/Co(0 \text{ \AA} \leq y \leq 60 \text{ \AA})/Cu(25 \text{ \AA})/Co(90 \text{ \AA})$  박막에서 Co층이 삽입됨에 따라 자기 저항비가 0.2%에서 3%이상으로 현저히 증가하며 이는 Co층 삽입이 계면에서의 산란상태를 증가시켰기 때문으로 사료되나, Co층의 두께 변화는 전체 자기저항비에 영향을 미치지 않는다.

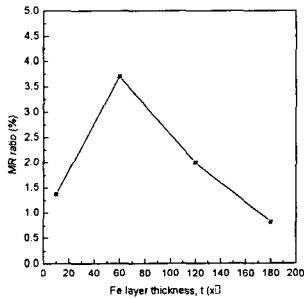


Fig. 1 Magnetoresistance ratio of  $Fe(x=10, 60, 120, 180, 240 \text{ \AA})/Co(45 \text{ \AA})/Cu(25 \text{ \AA})/Co(90 \text{ \AA})$  spin valve thin film as a function of Fe layer thickness.

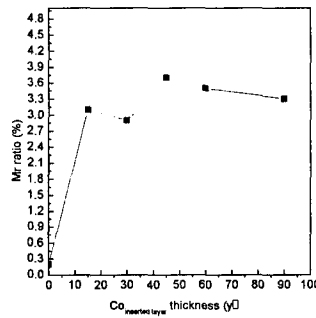


Fig. 2 Magnetoresistance ratio of  $Fe(60 \text{ \AA})/Co(0, 15, 20, 45, 60, 90 \text{ \AA})/Cu(25 \text{ \AA})/Co(90 \text{ \AA})$  spin valve thin films as a function of the thickness of  $Co_{inserted}$  layer.

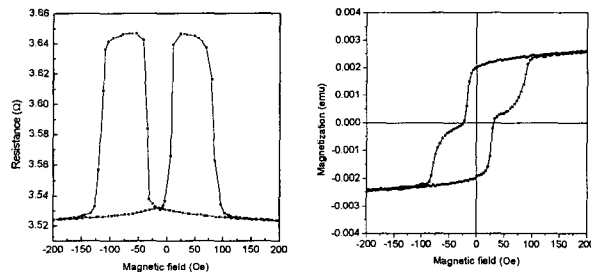


Fig. 3 R-H curve and M-H curve of  $Fe60 \text{ \AA}/Co45 \text{ \AA}/Cu25 \text{ \AA}/Co90 \text{ \AA}$  thin film.

### 4. 참고문헌

- [1] M. N. Baibich, J. M. Broto, A. Fert, F. Nguyen van Dau, F. Petroff, P. Etienne, G. Creuzet, A. Friederich, and Chazelas, *Phys. Rev. Lett.* **61**, 2472 (1988).
- [2] P. Baumgart, B. A. Gurney, D. R. Willhoit, T. Nguyen, B. Dieny and V. S. Sperious, *J. Appl. Phys.* **69**, 4792 (1991) *Appl. Phys.* **70**, 5867 (1991).
- [3] S. S. P. Parkin, *Phys. Rev. Lett.* **71**, 1641 (1993).
- [4] H. Yamamoto, Y. Motomura, T. Anno and T. Shinjo, *J. Magn. Magn. Mater.* **126**, 437(1993).
- [5] H. Sakakima, M. Satomi, Y. Irie and Y. Kawawake, *J. Magn. Magn. Mater.* **165**, 108(1997).