

## H<sub>2</sub>의 첨가에 따른 IrMn/CoFe의 계면섞임 제어 효과 (Effect of H<sub>2</sub> addition in sputter gas on intermixing in IrMn/CoFe)

안황기\*, 이성래

고려대학교 공과대학 신소재공학과, 서울특별시 성북구 안암동 5-1, 136-701

### 1. 서론

스핀밸브에서의 강자성체 (FM) 와 반강자성체 (AFM) 의 교환결합력 ( $H_{ex}$ )의 크기는 스핀밸브가 High-density magnetic read head sensor로 응용되기 위한 중요한 특성으로 작용하고 있어 강자성체와 반강자성체사이의 교환결합력에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있으나, 이에 대한 정확한 기구를 규명하지 못하고 있다. 강자성체와 반강자성체사이의 교환결합력은 표면 에너지 차에 의해 발생하는 계면섞임에 의해 감소함이 이론적으로 타당성을 얻고 있다[1]. 이에 따르면 계면섞임의 제어를 통하여 교환결합력이 비교적 용이하게 향상 될 수 있음을 알 수 있다. 최근에는 표면 에너지를 제어할 수 있는 O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, Ag, Bi 등을 이용하여 강자성체와 반강자성체 사이의 교환결합력과 계면 평활도를 향상시키는 연구가 진행 되었다[2,3,4]. 본 연구에서는 표면 에너지를 제어할 수 있는 H<sub>2</sub>를 첨가하여 계면 평활도를 향상 시키고, IrMn/CoFe 계면에서의 계면섞임 현상에 대하여 연구하였다.

### 2. 실험방법

스핀밸브를 제작하기 위해서 3" Target RF 마그네트론 스퍼터링 장치를 이용하였으며, Si/SiO<sub>2</sub>/Ta 5/NiFe 2/IrMn 7.5/CoFe 3/Cu 2.5/CoFe 3/Ta 5 (nm)의 bottom-SV 구조의 시편을 제작하였다. 스핀밸브 제작 시 초기 진공도는  $3 \times 10^{-8}$  Torr 이하로 하였으며 증착은 2 mTorr의 진공도에서 실시하였다. Ar의 유량을 일정하게 유지한 상태에서 H<sub>2</sub>의 유량을 변화시켜 H<sub>2</sub>의 첨가량을 조절하였다. 증착 시 이방화 성장을 위하여 300 Oe의 자장을 인가하였다. 열처리는 초기 진공도  $3 \times 10^{-6}$  Torr 이하에서 실시하였으며, 300 °C에서 누적 열처리를 실시하였다. 자기저항비 측정은 4-point probe를 사용하였으며, 계면평활도 측정은 Atomic Force Microscope (AFM)을 사용하였으며, 계면에서의 화학적 변화를 확인하기 위하여 X-ray Photoelectron Spectroscopy (XPS)을 사용하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1 은 H<sub>2</sub>를 9.8 % 첨가하여 제작한 스핀밸브의 R-H 곡선을 나타내고 있다. H<sub>2</sub>를 9.8 % 첨가 시, 8.3 %의 자기저항비와 302 Oe의 교환결합력의 향상을 관찰하였다. Fig. 2 은 H<sub>2</sub>의 첨가량 증가에 따른 IrMn/CoFe 의 계면 평활도를 나타내었다. Ar 분압 100 %로 제작한 스핀밸브의 IrMn/CoFe 계면 평활도는 1.64 Å로 나타난 반면, H<sub>2</sub>를 9.8 % 첨가하여 제작한 결과 1.01 Å으로 계면 평활도 향상되었음을 확인 하였다. Fig. 3에서는 H<sub>2</sub>의 첨가에 따른 자기적 특성을 보여 주고 있다. H<sub>2</sub> 9.8 % 첨가 시 계면 평활도의 향상으로 인한 저항의 감소가 최대로 이루어 졌다. X-ray diffraction 결과 IrMn이나 CoFe의 crystalline lattices에 H<sub>2</sub>가 포함되어 있지 않음을 확인 하였다. 또한 H<sub>2</sub> 첨가에 따른 결정립 크기의 변화는 H<sub>2</sub>를 9.8 % 첨가하였을 경우에 가장 작은 결정립 크기가 형성됨을 확인 하였다.

### 4. 결론

H<sub>2</sub> 첨가 시 자기저항비는 13 %, 교환결합력은 30 % 향상된 결과를 얻었다. 이는 표면에너지를 제어할 수 있는 H<sub>2</sub>의 첨가를 통하여 계면 평활도의 향상이 이루어 졌으며, 결정립의 크기를 감소시켰다. H<sub>2</sub>의 첨가를 통하여 IrMn/CoFe 사이의 계면 특성이 향상되었고 결과적으로 H<sub>2</sub>가 IrMn/CoFe에서의 long range surface diffusion을 감소 시켜 계면섞임 현상을 감소시켰다.

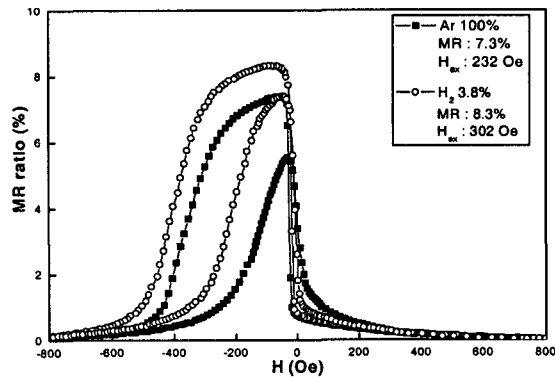


Fig. 1 MR ratio and  $H_{ex}$  change in bottom-SV(SiO<sub>2</sub>/Ta 5/NiFe 2/IrMn 7.5/CoFe 3/Cu 2.5/CoFe 3/Ta 2) depositing IrMn/CoFe with and without H<sub>2</sub>.

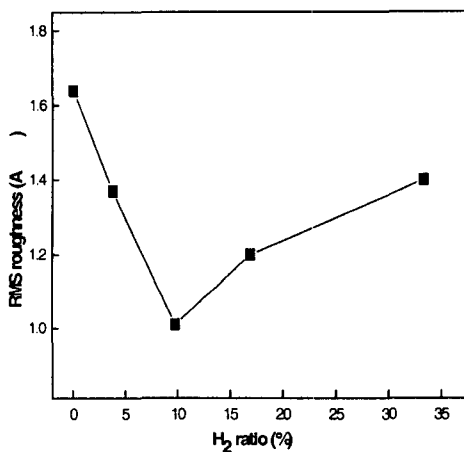


Fig. 2 Values of RMS roughness as a function of H<sub>2</sub> flow incorporated during IrMn/CoFe deposition.

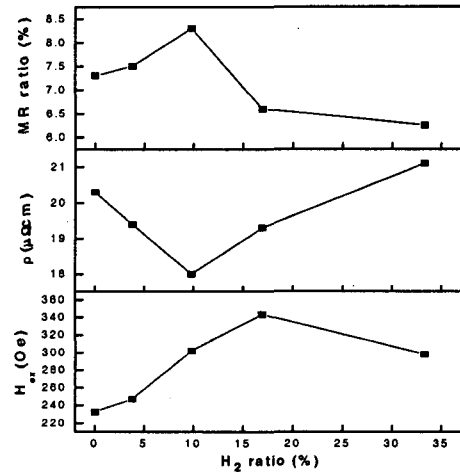


Fig. 3 Physical properties of spin-valve films as a function H<sub>2</sub> flow incorporated during IrMn/CoFe deposition.

## 5. 참고문헌

- [1] M. Pakala, Y. Huai, G. Anderson, and L. Miloslavsky, J. Appl. Phys., 87, 7834 (2000)
- [2] D. J. Larson, A. K. Petford-Long, A. Cerezo, S. D. Bozeman, A. Morrone, Y. Q. Ma, A. Georgalakis, and P. H. Clifton, Phy. Rev. Lett., 67, 114420 (2003)
- [3] L. C. C. M. Nagamine, A. Biondo, L. G. Pereira, A. Mello, J. E. Schmidt, T. W. Chimendes and J. B. M. Cunha, J. Appl. Phys., 94, 5881 (2003)
- [4] Geoff Anderson, Yiming Huai, and Lena Miloslavsky, J. Appl. Phys., 87, 6989 (2002)