

**Q-6**

**Ni<sub>25</sub>Mn<sub>75</sub>-Spin Valve 박막 자유층의 열처리 순환수에 따른 자기저항 특성**

숙명여대 이남이\*, 이주현, 이가영, 김미양, 이장로  
상지대 이상석, 황도근

**Annealing Cycle Dependence of MR Properties for Free Layer in Ni<sub>25</sub>Mn<sub>75</sub>-Spin Valve Films**

Sookmyung Women's Univ. N.I.Lee\*, J.H.Yi, G.Y.Lee, M.Y.Kim and J.R.Rhee  
Sangji Univ. S.S.Lee and D.G.Hwang

**I. 서론**

높은 교환결합력과 높은 열적안정성을 갖고 있는 반강자성체(antiferromagnetic ; AFM) NiMn을 속박층으로 이용하는 스핀밸브박막은 500 Oe 이상의 교환결합을 얻을 수 있으며, 이는 FeMn의 경우인 ~300 Oe, NiO의 경우인 ~150 Oe에 비하여 높다[1]. 또한 NiMn을 속박층으로 하는 SVF는 높은 blocking 온도(T<sub>B</sub>), 양호한 부식저항력 등 유익한 장점을 가지고 있다[2]. 자유자성층과 고정층간 상호교환결합 (H<sub>int</sub>) 이 존재하여 열처리 순환수에 따라 H<sub>int</sub>와 H<sub>cf</sub>이 변하게 된다. 본 논문에서는 비자성사이층 Cu 두께를 달리하는 SVF를 제작하고, 자유자성층의 층간 H<sub>int</sub>와 H<sub>cf</sub>의 열처리와 관련한 열처리 순환횟수 의존성 및 비자성사이층 두께와 관련한 자기저항특성을 고찰하였다.

**II. 실험방법**

비자성사이층 Cu 두께를 다르게 하여 제작한 SVF 박막은 다중타겟 dc 스퍼터링 방법으로 초진공도 1.5×10<sup>-6</sup> Torr에서 Ar 부분압력이 5 mTorr, 증착율은 1.5~2.0 Å/s로 하여 연속적으로 유리기판에 증착한 NiFe(70Å)/Co(10Å)/Cu(tÅ)/Co(15Å)/NiFe(35Å)/NiMn (250Å)/Ta(50Å), (t=30 Å, 35 Å, 40 Å) 구조이다. 증착시 기판 평면과 나란한 방향으로 균일한 자기장 80 Oe를 걸어 주었고 NiMn 합금 타겟은 Ni<sub>25</sub>Mn<sub>75</sub>, 기판은 corning 7059를 사용하였다. 스퍼터링 후 속박층 NiMn과 고정층 NiFe 사이의 H<sub>ex</sub>을 유도하기 위해 진공도 5×10<sup>-6</sup> Torr에서 일방향 이방성 자기장 350 Oe 걸어주었고, 온도 220 °C에서 단계적으로 40 시간까지 열처리하였다. 열처리 순환횟수의 조건은 온도 및 시간 프로그램용 조절장치를 사용하여 220°C까지 상승시간 1시간, 유지시간 3시간, 상온까지의 냉각 5시간으로 하였다. SVF 박막의 자기저항곡선은 상온에서 4 탐침법을 이용하여 측정하였다.

**III. 실험결과 및 고찰**

Fig. 1은 사이층 Cu 두께가 35 Å인 경우 자유층의 H<sub>int</sub>와 H<sub>cf</sub>의 열처리 순환횟수 의존성을 나타낸다. H<sub>int</sub>와 H<sub>cf</sub>가 열처리 순환횟수의 증가에 따라 증가하다가 15회 이후에는 각각 120 Oe, 75 Oe로 일정한 값을 갖는 안정상태를 유지한다. 순환횟수에 따라 증가하는 것은 열처리 순환 효과에 의해 Cu층과 Co

층의 계면섞임이 증대하여 유효한 Cu층 두께가 점점 감소하기 때문에 자유자성층과 고정층의 상호교환 결합이 증대하는 것으로부터 오는 결과로 생각된다. 15회 이후 일정한 값을 유지하는 것은 더 이상의 계면섞임이 일어나지 않아 이 효과가 나타나지 않기 때문으로 볼 수 있다.

Fig. 2는 열처리 순환횟수가 5회로 동일한 경우의  $H_{inf}$ ,  $H_{cf}$  및 MR비의 비자성사이층 Cu 두께 의존성을 나타낸 것으로 Cu 두께가 30 Å인 SVF에서 이 현상이 더욱 크게 나타나며 Cu 두께가 40 Å인 SVF에서는 그 현상이 둔화되어  $H_{inf}$ 와  $H_{cf}$ 가 35 Å인 SVF에서 보다 작아지는 것을 알 수 있다.

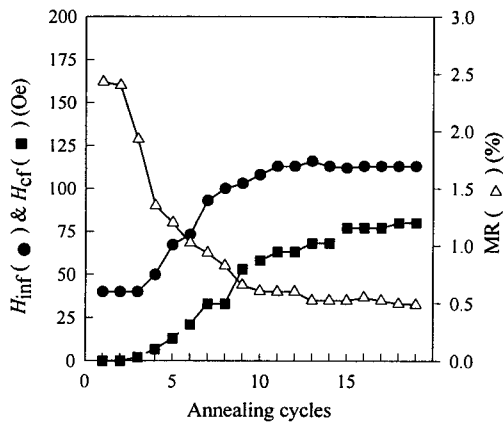


Fig. 1. Annealing Cycles dependence of  $H_{inf}$ ,  $H_{cf}$  and MR ratio for [glass/NiFe(70Å)/Co(10Å)/Cu(35Å)/Co(15Å)/NiFe(35Å)/NiMn(250Å)] spin valve film.

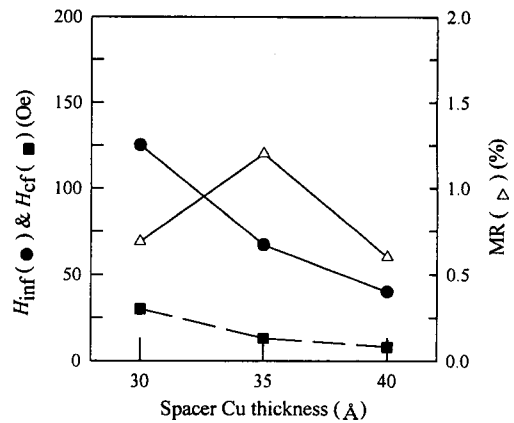


Fig. 2. Spacer Cu thickness dependence of  $H_{inf}$ ,  $H_{cf}$  and MR ratio for the spin valve films after 5th annealing cycles of post-thermal treatment.

#### IV. 결론

모든 SVF의  $H_{inf}$  와  $H_{cf}$ 가 열처리 순환횟수에 따라 증가하는 경향을 보이다가 일정값으로 안정화되며, Cu 두께가 35 Å인 경우는 열처리 순환횟수 15회 이후에 각각 120 Oe 및 75 Oe를 유지한다. 이처럼  $H_{inf}$  와  $H_{cf}$  가 열처리 순환횟수 증가에 따라 증가하는 것은 열처리 효과에 의해 Cu층과 Co층의 계면섞임 증대에 의한 유효한 Cu층 두께 감소로 생각되며, Cu 두께가 더 얇아지거나 두꺼워지면 계면섞임에 의한 효과는 각각 더 증대하거나 둔화되는 것으로 분석된다.

#### V. 참고문헌

- [1] Y. Hamakowa, H. Hoshiya, T. Kawabe, Y. Suzuki, R. Arai, K. Nakamoto, M. Fuyama, and Y. Sugita, IEEE Trans. Magn. **32**, 149 (1996).
- [2] S. Mao, S. Gangopadhyay, N. Amin, E. Murdock, Appl. Phys. Lett. **69**, 3593 (1996).