

비정질 CoNbZr 사용한 스핀밸브의 열적안정성

고려대학교 조호건\*, 김영근, 이성래

Thermal Stability of Spin Valves Using an Amorphous CoNbZr

Korea University Ho Gun Cho\*, Young Keun Kim, Seong-Rae Lee

1. 서론

고밀도 자기기록 매체의 재생 헤드 및 자기 센서로 응용되고 있는 스핀밸브가 실제 소자로서 올바르게 작동되기 위해서는 소자 제조(~400 °C) 및 작동시(~150 °C) 발생되어지는 열에 대해서 안정해야한다. 스핀밸브의 열적안정성은 교환결합력 강도 및 각 층의 interdiffusion과 intermixing에 관계가 있으며 교환결합력은 미세구조적으로 texture와 grain size 및 interface roughness와 관계가 있다. 열적으로 안정한 미세구조를 얻기 위해서는 결정화된 재료 보다 비정질 재료를 사용하는 것이 좋다. 비정질 자성체는 높은 전기저항을 가져서 Shunting effect을 최소화 할 수 있고 부식저항성과 민감도(dMR/dH)가 좋고 보자력이 적은 장점이 있다. 그리고 무엇보다도 결정화된 자성체보다 온도에 따른 interdiffusion이나 intermixing을 억제하여 열적으로 안정하다. 그러나 비정질 강자성체로 고정층 및 자유층을 대신 할 경우 결정질 재료보다 낮은 자기저항비와 아주 작은 교환결합력을 나타내는 것이 문제가 된다[1,2]. 따라서 본 실험에서는 반강자성체로 IrMn을 사용하고 적절한 위치에 비정질 CoNbZr을 증착한 스핀밸브를 제작하여 자기저항비 및 교환결합력의 감소에 대한 문제는 최소화 하고 열적안정성을 얻고자 한다. 우선적으로 하지층과 보호층으로 Ta을 사용한 기존 스핀밸브대신 비정질 CoNbZr을 사용한 스핀밸브를 제작하여 자기적, 구조적 관점에서 열적 안정성을 비교·분석하고자 한다.

2. 실험 방법

RF magnetron sputtering 방법으로 Table 1과 같이 하지층과 보호층을 Ta과 CoNbZr을 사용한 두 종류의 시편을 초기진공도  $3 \times 10^{-7}$  Torr에서 제작하였다. 증착속도는 1~3 A/sec으로 하였고 Ar Pressure 은 2 mTorr로 하여 최적조건에서 증착하였다. 자성층에 유도자기이방성을 형성하기 위하여 증착중에 500 Oe 의 자장을 인가하였고 각 시편은  $5 \times 10^{-6}$  Torr에서 열처리하여 두 시편의 자기적 특성을 비교하였다. Four point probe, VSM, AFM, XRD을 이용하여 자기적특성 및 구조적 특성을 분석하였다.

Table I. Two types of sample structures of the deposited spin vale

Type	Layer Structure (nm)
Conventional SV	substrate/5 Ta/3 CoFe/2.5 Cu/3 CoFe/7.5 IrMn/5 Ta
CoNbZr-SV	substrate/2 CoNbZr/3 CoFe/2.5 Cu/3 CoFe/7.5 IrMn/2 CoNbZr

3. 실험결과 및 고찰

As-deposited 상태에서 Conventional SV는 7.3 %의 자기저항비와 290 Oe의 교환결합력은 나타내는 반

면에 CoNbZr-SV 경우는 35 % 자기저항비와 210 Oe의 교환 결합력은 나타내었다. Conventional SV가 IrMn과 CoFe의 (111) texture가 더 잘 발달 되었기 때문이라고 생각되어 진다(그림2). 그러나 그림 1에서 보듯이 기존 SV와 CoNbZr-SV의 열처리에 따른 자기적 특성을 각 온도에서 열처리 시간에 따라 normalizing 시켰을 때 Conventional SV의 경우 약 18%의 자기저항비 증가가 일어나는 반면에 절대값은 작지만 CoNbZr-SV는 50 % 이상의 자기저항비가 증가하였다. 그리고  $H_{ex}$ 의 관점에서 보면 Conventional SV은 각 온도에서 시간이 증가함에 따라서 감소하지만 CoNbZr-SV은 증가하는 경향을 나타내었다.

그림 2은 두 시편의 XRD pattern을 나타낸 그림이다. 두 시편의 XRD pattern을 비교해 보면 As-deposited 상태나 열처리 한 상태 모두 CoNbZr의 IrMn (111) peak 과 Cu/CoFe(111) peak 의 강도가 Conventional SV의 peak 강도보다 10 배 정도 작다는 것을 알 수 있다. 즉 Conventional SV의 경우 IrMn(111) texture가 잘 발달되어 있는 반면에 CoNbZr-SV은 아주 미세한 결정립을 가지고 texture도 잘 발달되어 있지 않다는 것을 알 수 있다. 그리고 열처리에 따른 각 texture의 변화은 잘 관찰되지 않았다. 지금까지 여러 논문에서 IrMn (111) texture가 잘 발달 될수록  $H_{ex}$ 가 증가된다고 발표되었는데[3] CoNbZr-SV의 경우 열처리를 함에 따라서  $H_{ex}$ 의 증가는 IrMn의 texture와는 관계가 없다는 것을 알 수 있었다. 그래서 CoNbZr-SV 경우 열처리 함에 따라 자기저항비가 크게 증가하고 교환결합력이 증가하는 이유에 대해서는 좀더 미세구조적, 자기적으로 연구되어야 할 것으로 판단된다.

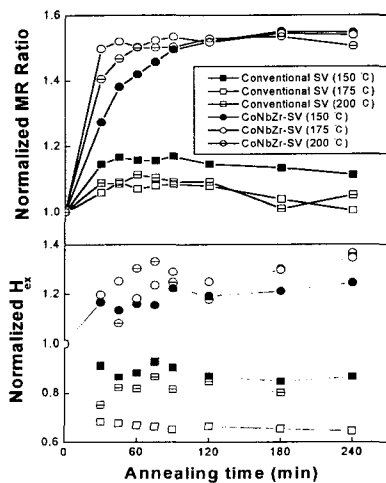


Fig. 1. Magnetic behaviors for Conventional SV and CoNbZr-SV

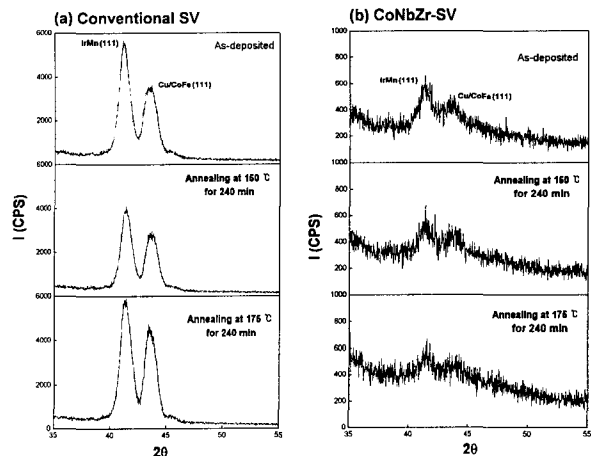


Fig. 2. X-ray diffraction patterns for two groups of samples. (a) Conventional SV (b) CoNbZr-SV

#### 4. 참고문헌

- [1]. T. Feng and J. R. Childress, J. App. Phys., 85, 4937~4939 (1999)
- [2]. X. W. Wu, T. Ambrose, and C. L. Chien, Appl. Phys. Lett., 72, 2176~2178 (1998).
- [3]. R. Nakatani, H. Hoshiya, K. Hoshino, Y. Sugita, J. Magn. Mater., 173, 321~320 (1997)