

## Q-6

FeN/Co막과 Co막의 보자력 차이에 의한 FeN/Co/Cu/Co계 다층막의 자기저항효과

충남대학교 금속공학과 이한춘, 홍성민, 송민석, 김택기

The magnetoresistance effect of FeN/Co/Cu/Co type according to the difference of coercive force of FeN/Co and Co layers.

Department of metallurgical engineering, Chungnam National University  
H. C. Lee, S. M. Hong, M. S. Song, T. K. Kim

### 1. 서론

Diney등에 의해 발견된 Spin-valve MR재료[1]는 낮은 자장에서 큰 자기저항비를 나타내어 재생 MR 헤드로의 응용을 가능하게 했다. Spin-valve 재료는 반강자성체와 자성체간의 교환자기이방성 결합을 통해서 자기저항효과를 나타낸다. 반면에, Pseudo-spin valve MR재료[2,3]에서는 비자성체에 의해 분리된 강자성체의 보자력 차이에 의해서 두 자성층의 반평행 배열을 유도하여 자기저항효과가 나타난다. 이러한 Pseudo-spin valve 재료는 재생 헤드재료 뿐만 아니라, 비휘발성 MRAM[4]등에도 응용할 수 있어서 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 연구에서는 강자성체인 FeN/Co와 Co의 보자력 차이를 이용한 Pseudo-spin valve 형태의 FeN/Co/Cu/Co계 다층박막을 제작하고 이들의 자기저항효과 및 자기적 성질에 대해 조사하였다.

### 2. 실험방법

FeN/Co/Cu/Co와 FeN/Co/Cu/Co/Cu/Co/FeN의 두가지 형태의 다층막은 3-gun magnetron sputtering 법을 사용하여 실온에서 Si(100)기판 위에 제작하였다. 질화철(FeN)박막은 반응성 RF magnetron sputtering법을 사용하였고, Co와 Cu는 DC magnetron sputtering법을 사용하였다. 질화철 박막의 제작 시 Ar과 N<sub>2</sub>는 각각 20ccm, 0.3~0.6 ccm으로 하였고 반응성 sputtering시 이들 혼합 가스의 압력은 5 mTorr가 되게 하였다. FeN막의 미세조직은 TEM을 통해서 조사하였고, 자기적 성질은 VSM을 통해서 조사하였다. 자기저항효과는 VSM에 장착된 4단자 탐침법을 통해서 실온에서 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

질소유량을 달리하여 제작한 질화철박막의 미세조직은 질소 유량(flow rate)이 0.3 ccm인 경우 BCC 구조인  $\alpha$ -Fe상만이 관찰된다. 반면에, 질소 유량이 증가하여 0.4 ccm 이상인 경우의 질화철 박막의 미세조직은  $\alpha$ -Fe와 HCP구조인  $\epsilon$ -Fe<sub>3</sub>N상이 관찰된다. 질소유량이 0.5 ccm인 조건에서 제작된 FeN(450 Å)/Co(70 Å)막과 Co(70 Å)막의 M-H 곡선에서 FeN(450 Å)/Co(70 Å)막은 보자력이 큰 경자성적 거동을 보이며 Co(70 Å)막은 연자성적 거동을 보인다. 그림 1은 single 형태의 FeN(450 Å)/Co(70 Å)/Cu(25 Å)/Co(70 Å)의 M-H 곡선 및 자기저항거동이다. 인가자장이 약 20 Oe인 범위에서 Co층의 반전이 시작되어 약 25 Oe에서 FeN/Co층과의 반평행 배열을 형성하며, 이때 자기저항비는 최대값을 갖는다. 질화철 박막의 두께와 질소유량을 달리한 dual 형태의 FeN(t Å)/Co(70 Å)/Cu(25 Å)/Co(70 Å)/Cu(25 Å)/Co(70 Å)/FeN(t Å)의 자기저항비의 변화는 질소유량이 0.3 ccm인 경우는 형성된  $\alpha$ -Fe

의 보자력이 Co보다 작기 때문에 자기저항효과는 나타나지 않는다. 질화철박막의 두께에 관계없이 자기 저항비는 질소유량이 0.5 ccm인 경우 가장 큰 값을 나타낸다. 그림 2는 최대 자기저항비를 나타내는 dual 형태의 FeN(250 Å)/Co(70Å)/Cu(25Å)/Co(70Å)/Cu(25Å)/Co(70Å)/FeN(250Å)의 M-H 곡선 및 자기저항거동이다. 자장이 약 25 Oe인 범위에서 자성층간의 반평행 배열이 형성되며, single 형태에 비해 FeN/Co층이 반전되는 자장이 감소되어 약 70 Oe에서 FeN/Co층의 모멘트는 포화된다.

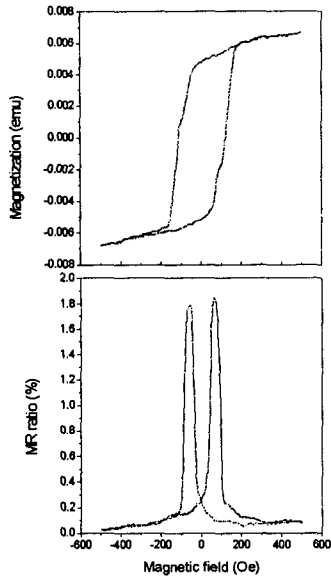


Fig. 1. The M-H curve and MR curve of FeN(450 Å)/Co(70 Å)/Cu(25 Å)/Co(70 Å) multilayer film when flow rate of N<sub>2</sub> gas is 0.5ccm

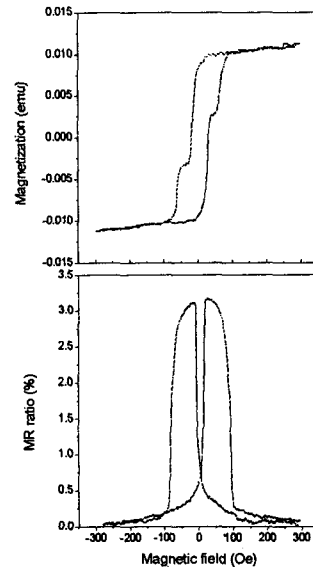


Fig. 2. The M-H curve and the MR curve of the FeN(250 Å)/Co(70 Å)/Cu(25 Å)/Co(70 Å)/Cu(25 Å)/Co(70 Å)/FeN(250 Å) multilayer film

#### 4. 결론

보자력이 다른 두 강자성체인 FeN/Co와 Co를 사용한 FeN/Co/Cu/Co계 다층박막에서 자기저항효과가 나타난다. 자기저항효과는 질소유량이 HCP 구조의 ε-Fe<sub>3</sub>N상을 갖는 0.4 ccm이상의 질소유량에서 관찰된다. 질소유량이 0.5 ccm이고 FeN의 두께가 250 Å인 경우에 최대의 자기저항비를 나타낸다.

#### 5. 참고문헌

- [1] B. Dieny, V. S. Speriosu, S. S. P. Parkin, B. A. Gurney, D. R. Wilhoit, and D. Mauri, Phys. Rev. B, **43**, 1297 (1991)
- [2] T. Shinjo, and H. Yamamoto, J. Phys. Soc., Jpn. **59**, 3061 (1990)
- [3] A. Chaiken, P. Lubitz, J. J. Krebs, G. A. Prinz, and M. Z. Harford, Appl. Phys. Lett., **59** (2), 240 (1991)
- [4] D. D. Tang, P. K. Wang, V. S. Speriosu, S. Le, and K. K. Kung, IEEE Trans. Magn., **31**, 3206 (1995)