

Co/Si 와 Co/SiO<sub>2</sub> 다층막의 자기적 성질

영남대학교    임 은 식\*  
 최 욱 식  
 충남대학교    김 택 기  
 대구대학교    이 진 호  
 최 영 준

MAGNETIC PROPERTIES OF Co/Si AND Co/SiO<sub>2</sub> MULTILAYERS

Yeungnam University    E.S. LEEM\*  
 O.S. CHOE  
 Chungnam University    T.K. KIM  
 Taegu University    J.H. LEE  
 Y.J. CHOI

1. 서 론

최근 자성체에서 관심 있는 것 중 하나가 자기다층막이다. 다층막은 순수자성 물질이나 합금에서 볼 수 없는 자기적 성질이 나타난다. Neel의 표면 자기이방성의 제안에서 출발하여 현재 이에 대한 실험 보고가 많이 되고있다(1),(2). 특히 다층막은 계면이 풍부하기 때문에 수직이방성에 대한 표면 자기이방성의 기여가 크다. 그래서 다층막은 수직자기기록과 광자기기록 재료 측면에서 아주 중요한 역할을 할것으로 기대된다.(2)

2. 실험방법

Co/Si 와 Co/SiO<sub>2</sub> 다층막을 실온에서 e-beam 증착하고 진공도는 1×10<sup>-6</sup> Torr 증착율은 1Å/sec 이다. 두께 조절은 크리스탈 진동자이며 사용한 기판은 corning glass 2948 이다. 보호막으로 SiO<sub>2</sub> 500Å 입혔다. 다층 구조는 XRD로 low 와 high angle에서 측정했다. 자기적 성질은 10 Oe 자장에서 VSM 와 Toque meter로 측정하고 수직 자기 이방성은 Miyajima 외삽법(3)으로 분석 했다.

3. 실험 결과 및 고찰

X-ray low angle diffraction에 대한 Bragg 조건(4)은 다음과 같다.

$$d = \frac{\lambda}{2} \left[ \frac{(n+1)^2 - n^2}{\sin^2 \theta_{n+1} - \sin^2 \theta_n} \right]^{1/2} \text{----- (1)}$$

여기서 d는 조성변조파장, λ는 사용한 X-ray 파장, n는 회절선의 차장, θ<sub>n</sub>는 회절 각도를 나타낸다. 그림 1의 Data로 두께를 계산하면 61.1Å이고 우리가 설계한 조성 두께에 대해서 1.8%오차가 난다. 그림2에서 solid circle은 Co층에 대하여 체적으로 계산한 자화량으로 두께(t<sub>co</sub>)감소에 따라 포화 자화량(M<sub>s</sub>)의 감소를 볼 수 있다. 또한 간단한 model을 통해 Co/Si의 Magnetization을 표현하면 다음과 같다(5).

$$M \cdot d = M_{co} \cdot t_m = M_{co} \cdot (t_{co} - 2t_{nm}) \text{--- (2)}$$

M은 전체 막두께에 대한 자화량, d는 조성파장, t<sub>m</sub>는 자성층 두께, 그리고 t<sub>nm</sub>는 비자성층 두께로 dead layer이다. Least square fitting으로 구해 보면 자성을 잃은 Co층 두께는 14Å이고, M<sub>co</sub>=1427emu/cc이다. 사각형 Data는 t<sub>co</sub>에 dead layer을 뺀 체적으로 환산한 자화량이다. 자기 이방성은 다음 관계식을 이용하여 해석하였다(2).

$$K \cdot t_{co} = 2K_u + K_v \cdot t_{co} \text{----- (3)}$$

여기서 K는 Torque meter 측정으로 부터 직접 얻은 Uniaxial anisotropy 이고 반자계 값이

포함되어 있다.  $K_s$ 와  $K_v$ 는 각각 계면으로 부터 나타나는 단위 면적당 자기 이방성과 Co층의 Volume 이방성을 의미하며, 계산 결과를 표1에 나타내었다.

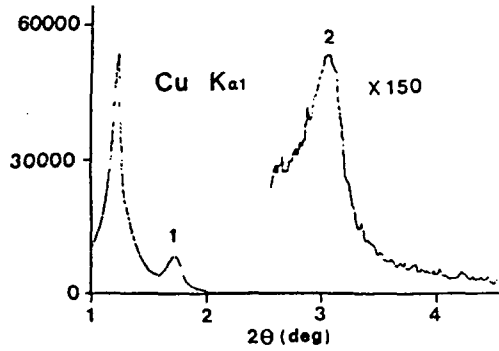


Fig1. Low angle XRD pattern of Co30/Si30 multilayer with 32 bilayers

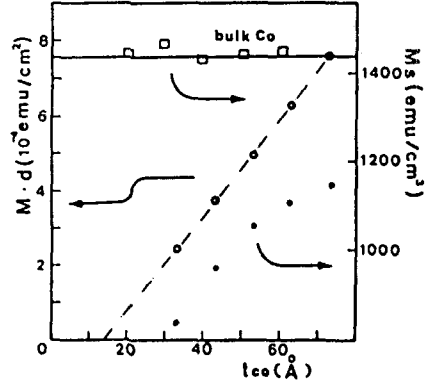
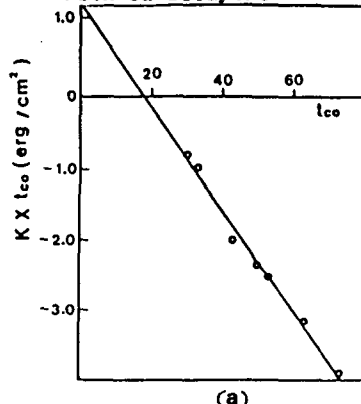
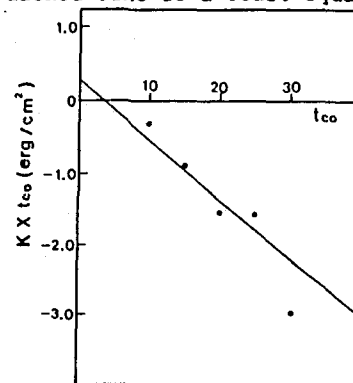


Fig2.  $t_{Co}$  dependance of saturation magnetization for Co/Si multilayers with  $t_{Si}=30\text{\AA}$ . The dashed line is a least square fitting



(a)



(b)

Fig2. Plot of  $K \cdot t_{Co}$  vs  $t_{Co}$  for (a) Co/Si films and (b) Co/SiO<sub>2</sub> films. Co/Si 다층막은  $t_{Co}$ 가 약 18Å이하에서 수직자화로 전환되고 Co/SiO<sub>2</sub> 다층막은 3.5Å에서 전환된다.

Table 1. Values of  $K_s$  and  $K_v$  for Fig 3 (a),(b).

Sample	$K_s$ (erg/cm <sup>2</sup> )	$K_v$ (erg/cm <sup>3</sup> )
Co/Si	0.64	$-7.17 \times 10^6$
Co/SiO <sub>2</sub>	0.15	$-8.39 \times 10^6$

#### 4. 결론

Co/Si 와 Co/SiO<sub>2</sub> 다층막을 e-beam 증착으로 제작했다. 다층구조를 low angle XRD 측정을 통해 2차항 Peak 까지 관찰 했다. Co/Si 다층막의  $K_s$ 는 Pd/Co<sup>(6)</sup> 보다 대략 3배정도 큰값을 얻었으며, 그원인은 아직 명확하게 밝혀지지 않았다.

#### 5. 참고문헌

- ① M.L. Neel, J.Phys.Radium 15, 225 (1954)
- ② S.Hashimoto, Y.Ochiai, and K.Aso, J.Appl.Phys. 66(10),4909(1989)
- ③ H.Miyajima, K.Sato, and T.Mizoguchi, J. Appl. Phys. 47,4669(1976)
- ④ 風間典昭, 日本應用磁氣學會誌 10,449(1986)
- ⑤ Robert Van Leeuwen et al., J.Appl.Phys.67(9),4910(1990)
- ⑥ F.J.A.den Broeder et al., J.Appl.Phys.61(8),4317(1987)