

[Co/Fe] \times 5 다층 박막의 경사진 이방성에 따른 줄무늬 자구

단국대학교 김보근, 김현신, 고희석, 주호완, 김선욱, 이기암
 상지대학교 황도근

1. 서 론

최근 Co/Fe 다층박막은 교환 결합된 nanocomposites의 자기성질을 연구하기 위한 구조로의 응용성 때문에 최근 주목받고 있다. 지금까지 많은 연구자들에 의해 자성 박막의 교환결합현상은 기판 표면에 평행한 (in-plane) 이방성에 대해서 연구되어 왔으나, 수직자성을 나타내는 Co/Pt 와 Co/Pd 다층구조에서 교환바이어스 현상이 보고되면서, 기판표면에 수직한(out-of-plane) 이방성에 대한 관심을 불러일으켰다. Co/Fe 다층 구조는 Fe의 두께가 증가함에 따라 줄무늬(stripe) 자구를 나타낸다고 보고되었다[1-3]. 이것은 이방성 방향이 기판표면대해 수직방향으로 경사면을 이루기 때문이다. 본 실험은 기판의 표면 거칠기가 수직자성에 미치는 영향과 두께 의존성을 조사했다.

2. 실험방법

5×[Co(t)/Fe(3t)] 다층박막은 전자선증착기(Electron beam evaporator)를 사용하여 유리기판(Cornig1737) 위에 상온 증착하였다. 초기진공도는 1.5×10^{-6} Torr이었으며, 증착 시 beam voltage/current는 3.5 kV/14 mA 이다. Co 와 Fe 층의 증착율은 각각 0.4 Å/s와 0.1 - 0.2 Å/s 로 일정하게 유지하였으며, Co층의 두께는 $t = 2, 4, 6$ (nm)로 하였다. 제작된 시편의 AFM(Atomic Force Microscopy) image와 MFM(Magnetic Force Microscopy) image는 Digital Instrument사의 Nanoscope IV-a Dimension 3100을 사용하여 동시에 측정하였으며, 이 때 수직방향으로 자화된 MESP tip(Co-Cr)을 사용하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1.과 table 1. 은 AFM image로부터 계산된 평균 표면 거칠기를 나타낸다. 시편의 표면 거칠기는 박막의 두께가 증가함에 따라 증가하였다.

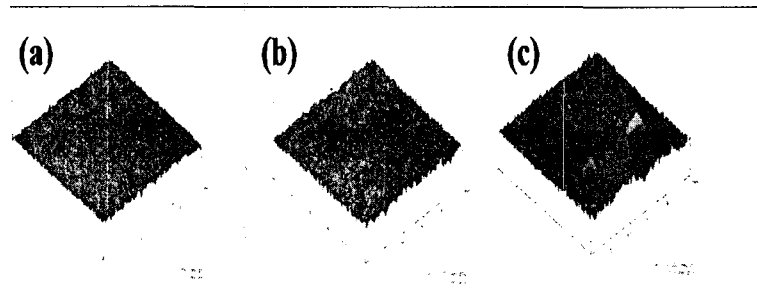


Figure 1. AFM images; (a) $t=2$ nm, (b) $t=4$ nm, (c) $t = 6$ nm

Co(t)	2	4	6
표면거칠기	0.243	0.384	0.504

Table 1. 박막 두께에 따른 Co/Fe 다층 박막의 평균 표면거칠기

Fig. 2는 다층박막의 MFM image를 나타낸 것이다. 이 domain은 병렬적인 domain 형태(stripe domain)와 일정하게 규칙적으로 길게 뻗어진 형태를 보여주고 있다. Fig. 2(a)는 $5 \times [\text{Co}(2 \text{ nm})/\text{Fe}(6 \text{ nm})]$ 박막의 사진으로 자구의 형성이 분명하지 않았으나 fig. 2(b)와 2(c)에서 볼 수 있듯이 막의 두께가 증가함에 따라 줄무늬 자구의 폭이 넓어지고 선명하게 되었다. 이러한 현상은 자기 스핀의 배열이 시편표면에 대해 수직인 방향으로 기울어져 있는 것으로 설명된다. 시편의 표면 거칠기가 증가할수록 줄무늬 자구의 길이와 폭이 증가되었다. 증착된 $5 \times [\text{Co}(t)/\text{Fe}(3t)]$ 다층박막은 표면에 놓인 Fe층이 쉽게 산화되기 때문에 증착 후 약 30여분 경과 후에 줄무늬 자구의 모습이 사라지는 현상을 볼 수 있다.

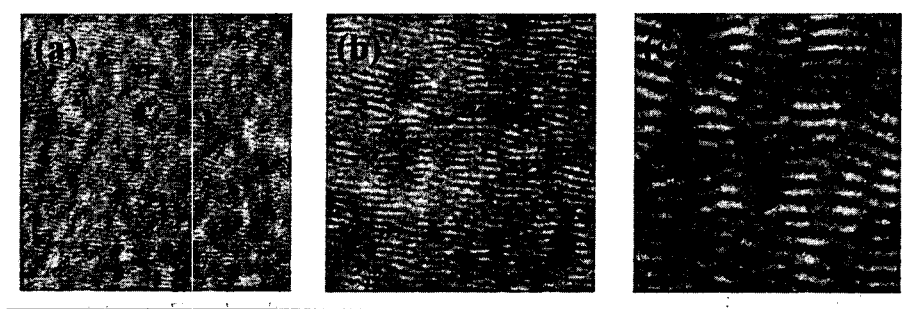


Figure 2. MFM images; (a) $t=2 \text{ nm}$, (b) $t=4 \text{ nm}$, (c) $t = 6 \text{ nm}$

4. 참고문헌

- [1] M. Carbucicchio, F. J. Berry, M. Prezioso, M. Rateo, and G. Turilli, *J. Appl. Phys.*, **93**, 7631, (2003).
- [2] G. Asti, M. Carbucicchio, M. Ghidini, M. Rateo, G. Ruggiero, and M. Solzi, *J. Appl. Phys.*, **87**, 6689, (2000).
- [3] G. Ausanio, V. Iannotti, L. Lanotte, M. Carnucicchio, and M Rateo, *J. Mang. Mang. Mater.*, **226-230**, 1740, (2001).