B-12

방사광 x-선 산란으로 연구된 Ba-ferrite 자성박막의 구조 및 자기특성

포항공과대학교 재료금속공학과 조 태식*, 도 석주, 제 정호
광주과학기술원 신소재공학과 이 현휘, 노 도영

Structural and Magnetic Characteristics of Ba-ferrite Thin Films Studied by Synchrotron X-ray Scattering

POSTECH T. S. Cho, S. J. Doh, and J. H. Je
K-JIST H. H. Lee, D. Y. Noh

1. 서론

Ba-ferrite 자성박막은 우수한 화학적 안정성, 기계적 내구성, 그리고 큰 일축이방성과 보자력을 갖기 때문에 고밀도 자기기록매체(high-density recording media)로서 연구되어지고 있다[1-3]. 고밀도 자기기록매체는 자기특성의 향상과 동시에 자성상의 결정립 크기를 감소시키면서 미세구조를 적절하게 조절하는 것이 필요하다. 그러므로 Ba-ferrite 자성박막의 미세구조는 활발히 연구되어지고 있다[4-6]. 방사광 x-선 산란은 high flux와 high resolution의 실현이 동시에 가능하기 때문에 epitaxial 박막의 미세구조를 연구하는 데 있어서 최상의 방법중 하나이다[7].

본 연구에서는 방사광 x-선 산란실험을 통하여 Ba-ferrite 자성박막의 결정화거동과 미세구조, 특히 비자성 epitaxial α-Fe_2O_3의 존재를 규명하는 실험이 주로 수행되었다.

2. 실험방법

Ba-ferrite 자성박막은 화학양론 조성의 Ba-ferrite 소결타겟을 사용하여 radio frequency (rf) magnetron sputtering법으로 상온에서 sapphre(001) 기판위에 증착되었다. Carrier gas는 Ar-10% O_2가 사용되어졌고, 박막의 증착속도는 약 2 Å/min이었다. 증착된 (as-deposited) Ba-ferrite 박막은 공기중 상온~750℃의 온도구간에서 in-situ annealing에 의하여 결정화거동이 관찰되었고, 750℃에서 5시간동안 ex-situ annealing에 의하여 결정화되었다. Ba-ferrite 박막의 두께는 x-선 reflectivity 실험에 의하여 측정되었다. Ba-ferrite 박막의 자기특성은 VSM을 사용하여 측정되었다.

Ba-ferrite 자성박막의 결정화거동과 미세구조를 보다 정확하고 분석하기 위하여 방사광 x-선 산란실험은 포항방사광가속기(PLS)의 K-JIST(5C2) 빔라인에서 수행되었다. 입사 x-

선은 mirror를 사용하여 수직 focusing되고, monochromator를 사용하여 수평 focusing과 1.448 Å의 파장을 나타내었다. 본 실험에서 detector 앞쪽의 2쌍의 slit에 의하여 조절되는 momentum transfer(q) resolution은 0.001 $Å^{-1}$이었다.

3. 실험결과 및 고찰

상온에서 증착된 Ba-ferrite 박막을 상온~750℃ 구간에서 가열하면서 in-situ annealing을 수행한 결과, 비자성 α-Fe_2O_3상은 Ba-ferrite 자성상과 비교하여 낮은 온도에서 결정화가 개시되어 성장하였다. 증착된 Ba-ferrite 박막의 두께가 300 Å에서 1700 Å으로 증가함에 따라서 α-Fe_2O_3와 Ba-ferrite의 결정화는 약 100℃ 정도 낮은 온도에서 개시되었다.

또한 증착된 Ba-ferrite 박막은 두께와 상관없이 약 40~50 Å 두께의 Fe_3O_4 interlayer를 나타내었으며, Fe_3O_4 interlayer의 (222) peak은 온도가 증가함에 따라 Fe이온의 산화로 인하여 α-Fe_2O_3 (006) peak로 전이하면서 사라졌다.

Sapphire(001) 위에 수직(perpendicular)으로 성장시킨 Ba-ferrite 자성박막에서 epitaxial α-Fe_2O_3 결정립의 존재는 방사광 x-선 산란실험을 통하여 최초로 밝혔다. 비자성 α-Fe_2O_3 결정립과 Ba-ferrite 결정립은 sapphire 기판 위에서 epitaxial 성장을 하고 있었다. Epitaxial 관계는 α-Fe_2O_3(006)[Ba-ferrite(00*l*)]//sapphire(00*l*), α-Fe_2O_3[100]//sapphire[100], 그리고 Ba-ferrite[100]//sapphire[110]으로 요약되어 질 수 있었다.

Surface parallel 방향에서 α-Fe_2O_3와 Ba-ferrite의 a-axis 결정립의 크기는 막의 두께에 무관하게 약 250 Å를 나타내었다. Surface normal 방향에서 서로 비슷한 크기를 갖는 α-Fe_2O_3와 Ba-ferrite의 c-axis 결정립의 크기는 박막의 두께에 비례하여 약 500 Å까지 증가하였다. 이상의 결과로 α-Fe_2O_3 결정립과 Ba-ferrite 결정립은 columnar 구조를 나타내었다. 이러한 비자성 α-Fe_2O_3 column의 존재는 Ba-ferrite 자성박막의 자기특성을 감소시켰으며, 고밀도 자기기록매체의 특성을 열화시키리라 판단된다.

4. 참고문헌

[1] T. L. Hylton, M. A. Parker, M. Ullah, K. R. Coffey, R. Umphress, and J. K. Howard, J. Appl. Phys. **75**, 5960 (1994).

[2] X. Sui and M. H. Kryder, Appl. Phys. Lett., **63**, 1582 (1993).

[3] A. Morisako, X. Liu, and M. Matsumoto, J. Appl. Phys. **81**, 4374 (1997).

[4] J. Li, S. S. Rosenbluem, H. Hayashi, and R. Sinclair, J. Magn. Magn. Mater. **155**, 157 (1996).

[5] M. Gomi, J. Cho, and M. Abe, J. Appl. Phys. **82**, 5126 (1997).

[6] Y. Chen, D. E. Laughlin, and M. H. Kryder, J. Appl. Phys. **81**, 4380 (1997).

[7] J. H. Je and D. Y. Noh, J. Appl. Phys. **80**, 2791 (1996).