

B를 함유한 Tb-Fe 박막의 자기적 거동

충북대학교
한국과학기술연구원

성윤호*, 김경섭, 유성초
임상호

The Magnetization Behavior of B containing Tb-Fe Thin Films

Chungbuk National University
KIST

Y. H. Seong*, K. S. Kim, , S. C. Yu
S. H. Lim

1. 서 론

입방정 Laves 구조를 갖는 희토류-천이금속계 합금들이 상온에서 보다 큰 자기변형을 갖는다는 사실이 알려진 이래로 이 재료를 소나, 액추에이터등에 이용하려고하는 연구들이 많이 이루어져 왔다 [1]. 90년대 초 microactuators와 micropumps의 응용면에서 큰 관심을 일으켰다 [2-3]. 그 후에 많은 Rare earth - Fe 합금 박막이 보고 되었다. 이 재료들은 큰 자장을 필요로 하기 때문에 응용하는데 있어서 큰 문제가 된다. 이는 결정자기이방성이 매우 크기 때문인데, 이 결정자기이방성을 줄이기 위해서 많은 시도가 행해졌다. 1980년대 후반부터 미세조직의 제어를 통하여 유효결정자기이방성을 감소시키고자 하는 연구들이 있었다. 이는 결정립 크기가 강자성 상호교환 길이보다 작으면 유효자기이방성이 감소한다는 것에 있다. 이 재료들의 magnetostriction의 특성은 보고된바 있다.

본 연구에서는 Tb-Fe-B박막을 Tb, B함량에 따라서 자기적 특성을 연구하였다. 본 실험에서 연구된 합금의 조성은 $Tb_{50.1}Fe_{49.5}B_{0.4}$, $Tb_{53}Fe_{46.5}B_{0.4}$, $Tb_{55.5}Fe_{44.1}B_{0.4}$, $Tb_{66.6}Fe_{33.1}B_{0.3}$ 이다. SQUID자력계를 사용하여 극저온과 고자장에서의 자기적 특성을 연구하였고, 시료진동형자력계(VSM)을 이용하여 Curie 온도 (T_c)를 측정하였다.

2. 실험 방법

TbFeB 박막의 두께는 약 $1\mu m$ 이고, rf magnetron sputtering 방법으로 Si(100)기판위에 증착했다. 타겟은 Fe disc(직경이 4 inches)와 Tb chips를 사용하였다. Fe(99.0 at.%) - B(1.0 at.%)disc가 TbFeB 박막제조에 쓰였다. sputtering gas는 argon gas가 쓰였고, sputtering pressure는 1에서 30mTorr까지 변화시켰다. base pressure는 7×10^{-7} Torr이하이고, 기판과 타겟과의 거리는 60mm이다. 그리고 rf input power는 300W이다. 두께는 stylus-type surface profiler로 측정하였고, Tb, Fe 함량은 electron probe microanalysis로 결정하였다. B의 함량은 spectro-photometry로 분석하였다. X-선 회절장치로 미세조직 특성을 분석하였고, SQUID로 5~300K의 온도범위에서 1T와 5T의 자장을 이용하여 자화값(M)을 측정하였고, 진동형시료자력계(VSM)으로 1T에서 T_c 를 측정하였다.

3. 실험 결과

본 실험은 시료의 in-plane 방향으로 자기장을 가하였다. Tb 함량이 많을수록 저온에서 큰 Ms 값을 나타내는데 이는 저온에서의 Tb가 ferromagnetism을 나타내기 때문으로 생각된다. 그러나 상온에서는 Tb는 paramagnetism으로 되기 때문에 Tb 함량이 제일 많은 Tb_{66.6}Fe_{33.1}B_{0.3}이 가장 적은 Ms 값을 나타낸다. 이는 그림 1에서 보듯이 약 220K에서 Tb_{66.6}Fe_{33.1}B_{0.3}의 Ms가 급격히 적어지는 것으로 알 수 있다. 또한 저온에서의 Ms가 최대가 되는 온도가 Tb 함량에 따라서 변하는데 Tb_{50.1}Fe_{49.5}B_{0.4}, Tb₅₃Fe_{46.6}B_{0.4}, Tb_{55.5}Fe_{44.1}B_{0.4}, Tb_{66.6}Fe_{33.1}B_{0.3}의 온도는 50K, 42K, 38K, 37K 이다. 이것은 Tb 함량이 많을수록 anisotropy가 적어짐을 나타낸다.

4. 참고문헌

- [1] A. E. Clark, *Ferromagnetic Materials*, vol.1, E. P. Wohlfarth (ed.) North-Holland Pub. Co., Amsterdam, chap.7 (1980)
- [2] T. Honda, K. I. Arai, M. Yamaguchi, *J. Appl. Phys.* 7610(1994) 6994
- [3] E. Quandt, B. Gerlach, K. Seemann, *J. Appl. Phys.* 7610(1994) 7000

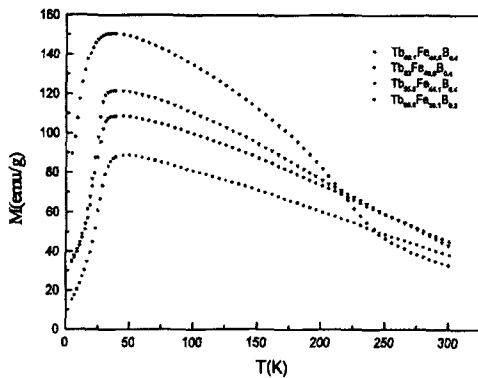


Fig1. The temperature dependence of magnetization of Tb_{50.1}Fe_{49.5}B_{0.4}, Tb₅₃Fe_{46.6}B_{0.4}, Tb_{55.5}Fe_{44.1}B_{0.4}, Tb_{66.6}Fe_{33.1}B_{0.3} alloys at 10kOe.

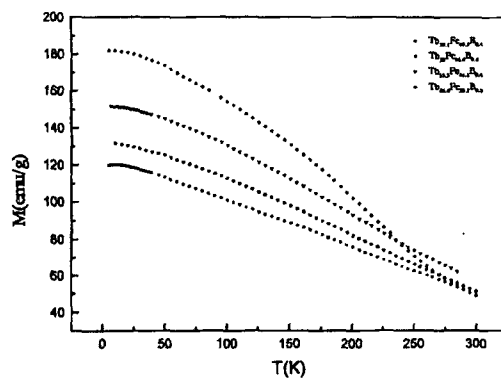


Fig2. The temperature dependence of magnetization of Tb_{50.1}Fe_{49.5}B_{0.4}, Tb₅₃Fe_{46.6}B_{0.4}, Tb_{55.5}Fe_{44.1}B_{0.4}, Tb_{66.6}Fe_{33.1}B_{0.3} alloys at 50kOe.