

비정질 Sm-Fe 박막 합금의 자기적 거동

충북대학교
한국과학기술연구원

성윤호*, 김경섭, 유성초
임상호

The Magnetization Behavior of Amorphous Sm-Fe Thin Films

Chungbuk National University
KIST

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

1. 서론

희토류-전이금속 계 합금들은 상온에서 큰 자기 변형값을 갖는 것으로 알려져있으며 특히, Sm-Fe 합금은 거대한 음의 자기변형값을 나타내는 것으로 널리 알려져 있다 [1]. 그러나 이 합금들은 큰 자기 이방성 때문에 응용면에서 큰 문제가 되고 있으며 이 큰 자기이방성을 줄이기 위해서 시료의 결정상태를 비정질이나 nano 크기로 만듦으로써 자기이방성을 줄이는 연구가 수행되어졌다. 최근에는 이 계 합금들의 자기적 거동에 대한 연구가 많은 연구자들에 의해 보고되어지고 있다[2-3]. 특히 비정질상을 갖는 Sm-Fe 계 합금은 보자력(H_c)과 임계온도(T_c)등의 자기적 특성이 제작되어지는 방법에 따라서 많은 변화를 보이고 있다.

본 연구에서는 sputtering 방법에 의하여 제작되어진 Sm-Fe 박막 합금을 Sm 함량에 따른 자기적 특성을 연구하였다. 합금의 조성은 $Sm_{24.0}Fe_{76.0}$, $Sm_{31.2}Fe_{68.8}$, $Sm_{34.1}Fe_{65.9}$ 그리고 $Sm_{41.5}Fe_{58.5}$ 이다. SQUID 자력계와 VSM을 이용하여 저온과 고온에서의 자기적 거동을 연구하였다.

2. 실험

Sm 함량을 15-70 at %로 변화시키면서 rf 마그네트론 스퍼터링 방법으로 Si(100) 기판위에 증착시켰다. 타겟방식은 복합타겟 방식으로 Fe disc(직경 4 inch)와 Sm 칩을 사용하였다. 스퍼터링 가스는 아르곤 가스를 사용하였고, base pressure는 7×10^{-7} Torr 이하이다. 박막의 조성분석은 electron probe microanalysis(EPMA)로 분석하였고, 두께는 stylus-type surface profiler로 측정하였다. 자기화 거동은 SQUID와 VSM을 이용하여 5 K ~ 600 K 온도범위에서 10 kOe와 50 kOe의 자기장을 이용하여 자기화의 온도 의존성 실험을 하였다.

3. 실험결과 및 고찰

본 실험은 시료에 대해 먼 방향으로 자기장을 가하였다. 그림 1은 10 kOe에서의 자기화의 온도의존성 그래프이다. Sm 함량이 많아질수록 (특히 $Sm_{34.1}Fe_{65.6}$ 과 $Sm_{41.6}Fe_{58.4}$) 특이한 자기적 거동을 보이고 있는데 이는 시료의 자기 이방성과 관련이 있는 것 같다. 또한 임계온도(Curie temp., T_c)는 Sm 함량이 증가함에 따라서 490, 460, 446 그리고 438 K로 감소하였다. 분자장 분석에 의하여 구하여진 exchange

stiffness (A)는 Sm 함량에 따라 26×10^{-8} 에서 17×10^{-8} erg/cm로 감소하였다. 그림 2에 5 K에서의 자기 이력곡선을 나타내었는데, Sm 함량이 증가함에 따라 보자력이 7400에서 15800 Oe로 증가하였으며 이는 Sm 함량이 증가함에 따라서 자기 이방성이 커진다는 것을 의미한다. 본 연구에서 얻어진 임계온도는 Miyazaki 등에 [4] 의해서 보고되어진 리본합금과 evaporated 박막 합금에서의 값의 중간 영역을 가진다. 이것은 시료를 제작하는 방법에 따라서 같은 비정질상이 형성된다하더라도 시료의 자기적 거동이 달라지는 것을 의미한다. 이는 시료의 원자간 거리 및 교환상호작용의 변화에 기인하는 structural relaxation의 차이 때문인 것으로 여겨진다.

4. 참고문헌

- [1]. A. E. Clark, Ferromagnetic Materials, vol. 1, E. P. Wohlfarth (ed.) North-Holland Pub. Co., Amsterdam, chap. 7 (1980)
- [2]. R. Krishnan, L. Driouch, F. E. Kayzel and J. J. M. Franse, Appl. Phys. Lett. 68(2), p. 256 (1996)
- [3]. N. Hassanain, H. Lassri, R. Krishnan and A. Berrada. J. Magn. Magn. Mater. vol. 146, p. 315 (1995)
- [4]. T. Miyazaki, X. Yang, K. Takakura and M. Takahashi, J. Magn. Magn. Mater., vol. 60, p. 211 (1986)

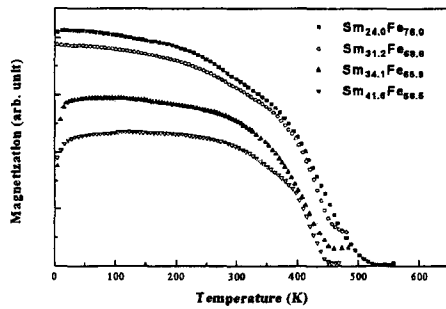


Fig. 1. The temperature dependence of magnetization for the Sm-Fe thin films at an applied field of 10 kOe.

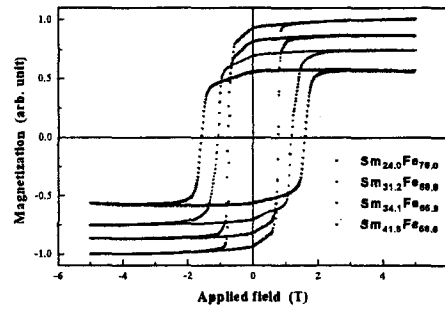


Fig. 2. The M-H hysteresis loops measured with a maximum applied magnetic field of 50 kOe and at a temperature of 5 K.