

비정질 Sm-Fe-(B) 거대자기변형박막의 자기적 성질

고려대학교 금속공학과 최 용 석*, 이 성 래, 최 규 길
한국과학기술연구원 임 상 호, 김 회 중, 한 석 희

The Magnetic Properties of Amorphous Sm-Fe-(B) Giant
Magnetostrictive Thin Films

Korea University Y. S. CHOI, S. R. LEE K. G. CHOI
KIST S. H. LIM, H. J. KIM, S. H. Han

1. 서론

1970년대 Clark과 Belson[1] 등에 의해 개발된 상온에서 가장 큰 음의 자기변형을 갖는 SmFe₂ 화합물은 가장 큰 양의 자기변형을 갖는 TbFe₂ 화합물과 더불어 전자디바이스에 응용 하기 위한 연구가 많이 진행되고 있다[2]. 최근들어 캔틸레버형태의 Sm-Fe 및 Tb-Fe의 박막이 마이크로 디바이스로의 응용이 주목되고 있다[3]. 이러한 R-Fe박막이 응용되기 위해서는 연자기적 특성이 개선되어야 하는데, Miyazaki[4], Seqqat[5] 등은 응용을위한 Sm-Fe계 박막의 연자기적 성질의 개선보다는 기초적인 자기적 성질에 대해 연구하였다. 본 연구는 낮은 자장에서 자기변형특성을 개선하기 위하여 Sm-Fe박막의 넓은 Sm 조성범위(15~70 at%)에서 자기적 특성 및 자기변형특성을 조사하였으며, B를 첨가하여 미세조직을 변화시키므로 낮은 자장에서의 자기변형특성을 개선하고자 하였다.

2. 실험방법

Sm-Fe 및 Sm-Fe-B 박막을 rf 마그네트론 스퍼터링을 이용하여 Si(100)기판에 약 1 μ m 두께로 증착하였다. 디스크(4 inch)형태의 Fe 및 Fe₉₃B₁ 타겟에 Sm 칩(5 \times 5 mm)을 올려놓은 복합타겟방식으로 스퍼터링 했으며, 스퍼터링 가스로 Ar을 이용하여 가스압력을 1~10 mTorr로 변화시켜가며 제조하였고, 기초진공은 7 \times 10⁻⁷ Torr, 타겟과 기판과의 거리는 6 cm, 입력전력은 300 W로 하였다. 필름의 두께는 stylus profiler로 측정하였으며 조성은 EPMA(electron probe microanalysis), 미세구조는 XRD (Cu K α)로 조사하였다. 자기변형은 Naruse 사에서 제작한(모델 MS-F)장비를 이용하여 자장을 5 kOe 까지 가해주며 광학 캔틸레버법으로 측정하였다. 자기적 성질은 최대자장 15 kOe를 가하면서 VSM으로 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

낮은 Sm 조성범위 즉 Sm 20 at% 이하에서는 매우강한 α -Fe상이 관찰되었고, Sm양이 증가함에 따라

비정질상의 패턴을 나타내었다. Sm의 함량이 증가함에 따라 비정질상과 α -Sm 상이 복합적으로 존재하였다. Sm-Fe박막의 자기이방성은 Sm함량이 적은 범위, Sm 20at% 이하를 제외하고는 넓은 범위에서 면내 이방성(in-plane)을 나타내었고, 넓은 조성범위에서 우수한 낮은 자장의 자기변형특성을 나타내었다. 포화자화는 Sm함량이 증가함에 따라 선형적으로 감소하는 전형적인 Sm과 Fe의 강자성결합을 나타내었고, 보자력은 그림1에서 볼수 있듯이 비정질상이 나타나는 구역에서는 결정자기이방성이 감소하여 10 Oe정도의 낮은 값을 나타내었고 Sm함량이 증가함에 따라 증가하다가 Sm함량 40 at% 부근에서 최대치를 나타내었다. B를 함유한 경우 Sm함량 30~40 at%에서도 낮은 보자력을 나타내어 낮은 자장에서 자기변형특성을 증가시키므로 그림 2에서 볼수 있듯이 100 Oe의 낮은 자장에서의 우수한 자기변형 특성을 나타내었다.

(4) 참고문헌

- [1] A.E. Clark, H. Belson, Phys. Rev. B 5 (1972) 3642.
- [2] E. du Tremolet de Lacheisserie, in Magnetostriction: Theory and Applications of Magnetoelasticity, CRC Presss, Boca Raton (USA), (1993)
- [3] T. Honda, K. I. Arai and M. Yamaguchi, J. Appl. Phys., 76 (10) (1994) 6994
- [4] T. Miyazaki, K. Hayashi, T. Otaki, M. Takahashi and T. Shimamori, J. Magn. Magn. Mater., 71, (1987) 83
- [5] M. Seqqat, M.Nogues, O. Crisan, V. Kuncser, L. Cristea, A. Jianu, G. Filoti, J. L. Dormann, D. Sayah and M. Godinho, J. Magn. Magn. Mater., 157/158, (1996) 225

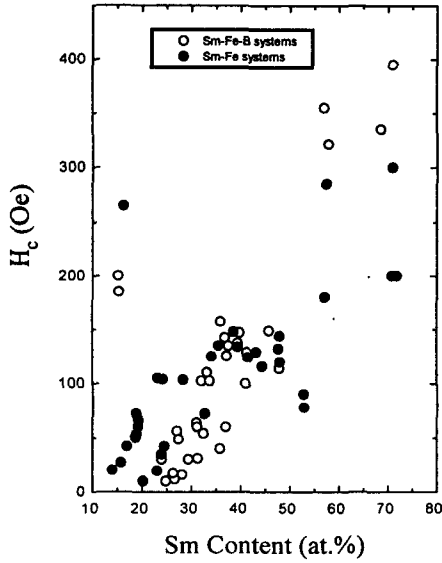


Fig.1 The value of the coercive (H_c) as a function of the Sm content for Sm-Fe and Sm-Fe-B thin films.

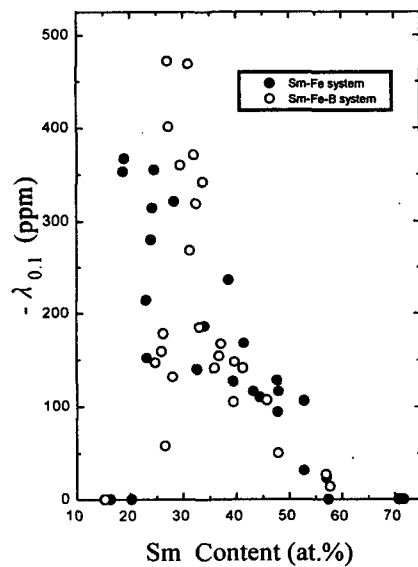


Fig.2 The value of the λ as a function of the Sm content at a fixed magnetic field of 0.1 kOe.