

비정질 Sm-Fe-B계 합금박막을 이용한 Cantilever의 열처리 효과

한국과학기술연구원 정종만*, 임상호, 문성욱, 김희중
 연세 대학교 김민철

THERMAL ANNEALING EFFECT FOR THE CANTILEVER USING
 Sm-Fe-B THIN FILM

KIST J. M. JUNG*, S. H. LIM, S. MOON and H. J. KIM
 YONSEI UNIVERSITY M. C. KIM

1. 서 론

상온에서 우수한 자기 변형 특성을 갖는 비정질 Sm-Fe계의 자기적 특성은 많은 연구자에 의하여 진행되었으며[1], 액츄에이터, 모터, 음파 및 초음파 발진소자 등에 응용하기 위한 시도가 활발히 진행되었다.[2] 이러한 Sm-Fe계는 높은 자기장을 인가하였을 때 거대 자기 변형 특성을 나타내며, 자기 소자로의 응용을 위하여서는 낮은 자기장 하에서 높은 자기 변형특성을 나타내는 B이 첨가된 Sm-Fe계 (Sm-Fe-B)가 Choi 등에 의하여 개발되었다.[3]

본 연구에서는 낮은 자기장에서 우수한 자기변형 특성을 갖는 조성으로 Sm의 함량이 25~34 at%를 갖는 Sm-Fe-B계를 선택하여 열처리 온도에 따른 자기적 특성의 변화를 조사하였다. 또한, Sm-Fe-B박막을 이용하여 cantilever를 제작하고 온도 변화에 따른 cantilever의 자기 변형특성을 관찰하였다.

2. 실험방법

본 실험에서는 고주파 플라즈마 마그네트론(RF planar magnetron) 방식의 스퍼터링 장치를 이용하여 Sm-Fe-B 박막을 제작하였다. 타겟트는 직경 100mm의 Fe-B 합금타겟트위에 Sm 소편을 배치한 복합타겟트(composite target)를 사용하여, 소편의 갯수를 조절하여 박막의 조성을 변화시킬 수 있도록 하였다. 스퍼터링 가스로는 순도 99.999%의 Ar을 사용하였다. 진공조 내의 진공도는 7×10^{-7} Torr 이하로 하였으며 기판으로는 Si (100) 웨이퍼를 사용하였다. 또한, 박막을 증착하는 도중에 시료에 유도 자기이방성을 형성시키기 위하여 NdFeB 영구자석을 장착한 기판홀더를 사용하였다. 사용된 기판홀더에서 기판이 놓여진 위치에서 측정된 자기장의 크기는 500~600Oe 정도였다.

3. 실험결과 및 고찰

Sm-Fe-B 박막을 이용한 cantilever로의 응용에 있어서 우선적인 문제는 제작된 박막에 미치는 stress 이다. 증착된 Sm-Fe-B 박막은 Si 기판과의 열팽창계수 차 등에 의해 압축 또는 인장응력을 받는다. 그 결과 박막이 증착된 cantilever는 외부에서 자기장이 가해지지 않은 상태에서도 초기 변형을 갖게된다. 본 실험에서는 cantilever의 초기 변형을 개선하기 위하여 열처리온도에 따른 cantilever의 변형특성(ΔH)과, 각각의 열처리 후의 cantilever의 자기변형특성(δ)을 조사하였다. 그림 1은 열처리 온도에 따른 박막의 stress와 cantilever의 변형정도를 측정한 결과이다. 초기에 증착된 Sm-Fe-B 박막은 압축응력을 나타내었으며, 그 결과 cantilever는 약 260 μ m 휘어진 변위를 나타내었다. 열처리

온도가 증가함에 따라 압축응력은 감소하였으며 350°C에서 열처리할 때 거의 평평한 cantilever을 얻을 수 있었다. 350°C 이상의 온도에서 열처리한 경우, Sm-Fe-B 박막은 인장응력을 받았으며 열처리 온도가 증가함에 따라 큰 값의 인장응력을 받았다. 이러한 결과는 cantilever의 변형이 350°C에서 열처리한 경우, 박막의 초기 변형 방향과 반대방향으로 휘어진 결과와 일치한다. 그림 2는 열처리 후 약 1kOe의 자기장을 인가한 cantilever의 길이방향과 폭방향으로의 자기 변형 특성을 나타낸다. 자기장을 길이방향으로 인가한 경우, 열처리 온도가 증가함에 따라 최대 자기변형 값은 감소하였다. 자기장을 폭 방향으로 인가한 경우, 열처리 온도가 증가함에 따라 최대 자기변형 값은 증가하였으며, 350°C에서 최대 자기변형 특성을 나타내었다.

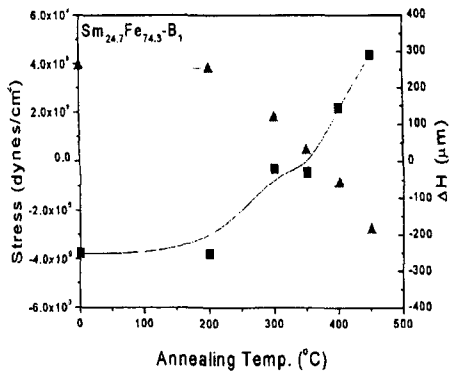


Fig. 1. Stress and ΔH vs. annealing temperature behavior for Sm-Fe-B thin film.

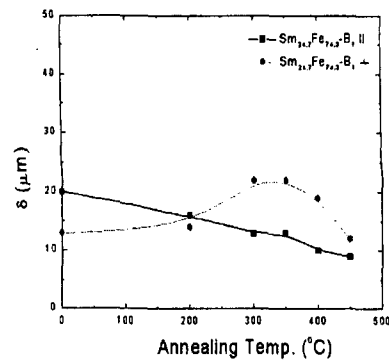


Fig. 2. The magnetostriction(δ) vs. annealing temperature behavior for cantilever.

4. 결 론

- (1) 증착된 Sm-Fe-B 박막은 초기에 압축응력을 받았으며, 350°C에서 열처리한 경우 응력을 거의 받지 않는 평평한 cantilever를 얻을 수 있었다.
- (2) 열처리 온도가 증가함에 따라 자기장을 cantilever의 폭방향으로 인가한 경우 자기변형 특성은 증가하였으며 350°C에서 열처리 한 경우 최대 자기변형을 나타내었다.

5. 참고문헌

- [1] T. Miyazaki, K. Hayashi, T. Otaki, M. Takahashi, and T. Shimamori, J. Magn. Mang. Mater. **71**, 83 (1987).
- [2] T. Akuta, Proc. 10th Inter. Workshop on Rare Earth Magnets and their Applications (The Society of Non-Traditional Technology, Tokyo) 395 (1989).
- [3] Y. S. Choi, S. R. Lee, S. H. Han, H. J. Kim and S. H. Lim, J. Magn. **3**(2), 55 (1998).