

C9

TbFeCo 합금박막의 자성 및 열확산률 측정

충북대학교 김은구*, 민병구
유성초, 김명한
표준과학연구원 김석원
생산기술연구원 홍영명

Magnetic Properties and Thermal Diffusivity of TbFeCo Thin Film Alloys.

Chung-Buk Nat'l Univ. E.G. Kim*, B.G. Min,
S.C. Yu, M.H. Kim
KRISS S.W. Kim,
KAITEC Y.M. Hong

1. 서론

진공증착으로 $Tb_x(Fe_{0.9}Co_{0.1})_{100-x}$ ($14 \leq x \text{ at.} \% \leq 27$)의 조성을 갖는 합금박막을 제작하여, 80K 에서부터 600 K 까지의 온도 범위내에서 포화자화(M_s)와 보자력(H_c)을 온도의 함수로 측정하였으며, Curie 온도 근처에서 annealing 시간을 달리 한 후 M-H 곡선과 torque 곡선의 변화를 비교 분석 하였다. 또한 각각의 시료에 대해 열 확산률을 측정하기 위해 chopping 주파수변화에 따른 photo-acoustic(광음향)신호의 amplitude를 측정하였으며, 이 실험 데이터를 Rosencwaig-Gersho(R-G)⁽¹⁾ 이론에 근거 하여, 통계적 방법인 파라미터 추정(parameter estimation)을 이용하여 체계적으로 분석 하였다.

2. 실험방법

$Tb_x(Fe_{0.9}Co_{0.1})_{100-x}$ ($14 \leq x \text{ at.} \% \leq 27$)의 조성으로 이루어진 모합금을 고주파 유도도로 만든 다음 resistive thermal evaporation 방법으로 합금박막을 제작 하였다. 그리고 VSM(vibrating sample magnetometer)으로 M_s , H_c 의 온도의존성을 확인하였고, M_s 의 온도의존성으로 부터 T_c , T_{com} 을 구 하였다.

Torque magnetometer을 이용해서 각각의 시료에 대해 수직이방성상수 K_u 를 구하였고, T_c 근처에서 시간에 따라 annealing한 후 torque 곡선의 변화를 조사하였으며, photo-acoustic (광음향)효과를 이용하여 각 시료에 대해 수직방향의 열확산율(thermal diffusivity)을 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

산화에 의한 자기적 특성의 변화를 알아 보기 위해 annealing 시간의 경과에 따른 자기이력곡선과 torque 곡선의 변화를 조사한 결과가 그림 1 에 나타나 있다. 박막의 보자력과 잔류자화는 시간의 경과에 따라 크게 변화하고, torque 곡선에서 easy axis(90° , 270°) 부근에서 생기는 조그만 peak는 시간이 경과 할 수록 진폭은 점점 커지고 hard axis(0° , 180°) 부근의 진폭은 작아짐을 볼 수 있다. 98시간이 경과한 후의 곡선은 수직이방성이 전혀 없는 곡선의 형태이다. 이는 D.F Shen⁽²⁾ 등이 주장한 two-layer model로 설명 할 수 있다.

열확산율을 측정하기 위해 chopping frequency 에 따른 amplitude를 측정한 결과 690Hz 근처에서 peak 가 관측 되었다. 이는 시료에서 발생하는 신호가 음파(acoustic wave)이기 때문에 발생하는 Helmholtz 공명의 영향으로 해석된다.⁽³⁾ 실제 cell에서 Helmholtz 공명을 계산 해본 결과도 690Hz도 나왔다. Helmholtz resonance를 무시하지 않고 파라메타방법으로 열확산율을 구하면 정확한 열확산율을 구할 수 없다. Helmholtz 공명은 cell의 기하학적 구조에만 관계되기 때문에 cell을 다시 만들어 이러한 인자를 피할 수 있다. 그러나 본 연구에서는 그 전 단계인 computer fitting 에 의하여 열확산율을 측정하고 결과 Tb의 함량이 증가 할 수록 열확산율이 감소함을 알 수 있었다.(Table. 1)

4. 결론

- 1) 자기이력곡선을 조사한 결과 본 합금박막은 높은 보자력과 큰 square 모양의 이력곡선을 가진다. 그중 Tb_{22.72}(Fe_{68.78}Co_{8.5}) 인 합금박막이 상온에서 가장 큰 보자력과 square모양이 나타났다.
- 2) RE-TM합금박막에서 비변칙 토크 곡선은 two-layer model로 분석될 수 있다.
- 3) 각각의 시료에 대해서 수직한 방향의 열확산율을 구한결과 Tb의 함량이 증가 할 수록 열확산율이 감소함을 알 수 있었다.

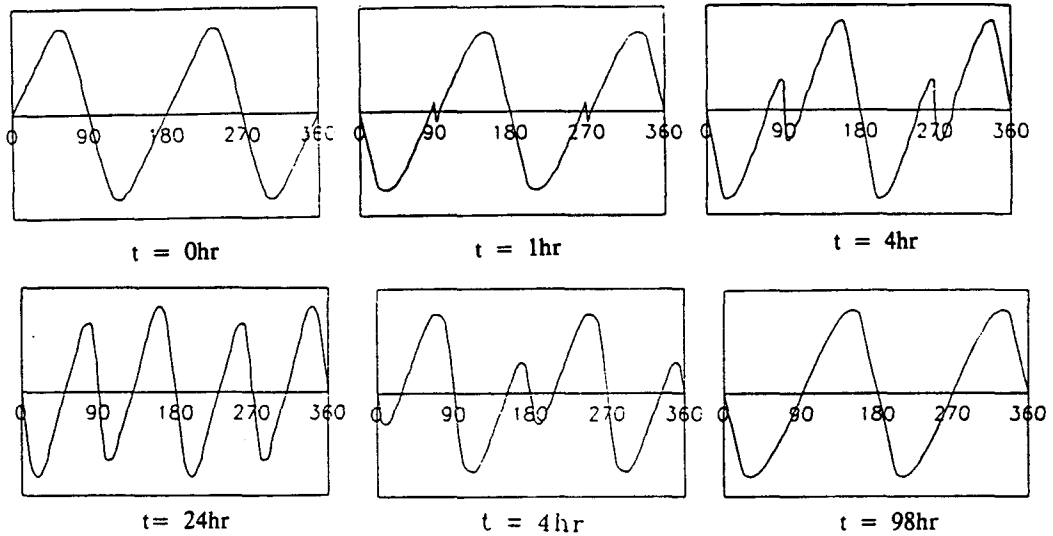


그림 1. Variation of the torque curves with annealing time for Tb_{14.47}(Fe_{77.84}Co_{7.69}) amorphous film. The annealing temperature was 473K and the torque curve was measured at room temperature.

Table 1. Thermal diffusivity and characteristic frequency values obtained from the amplitude measurement by three-parameter estimation. ($f_c = \alpha_s / t^2$)

sample	characteristic frequency f_c (Hz)	thermal diffusivity α_s ($1 \times 10^{-6} \text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)
Tb _{14.47} (Fe _{77.84} Co _{7.69})	2501	9.6
Tb _{17.65} (Fe _{73.65} Co _{9.29})	1312	7.2
Tb _{18.47} (Fe _{73.65} Co _{10.47})	1688	5.8
Tb _{22.72} (Fe _{68.78} Co _{8.5})	1131	3.8
Tb _{26.12} (Fe _{63.53} Co _{10.7})	1219	2.6

5. 참고문헌

- 1] A. Rosencwaig and Gersho, J. Appl. Phys. 47, 64(1976).
- 2] D.F. Shen and X.Y. Yu, J. Appl. Phys. 67, 5319(1990).
- 3] Nils C.Fernelius, Appl. Opt. 18, 1784(1979).