

Nd-YAG Pulsed Laser Ablation법으로 제작된 SmCo계 박막의 자기특성

포항산업과학연구원 김 상 원, 양 충 진

Magnetic properties of SmCo thin films grown by
using a Nd-YAG pulsed laser ablation method

RIST S. W. Kim, C. J. Yang

1. 서론

최근, 컴퓨터기술의 진보는 자기기록소자에 있어 기록밀도의 증가를 끊임없이 요구하였다. 면내 자기기록매체에 요구되는 성능을 만족시키기 위한 두 가지 조건은 자성 입자가 ~10 nm정도로 작아야 하고 보자력은 3~4 kOe정도가 되어야 한다[1]. 이와 같은 조건을 충족시키기 위해서 종래의 Co-Cr-Pt합금계에서 얻은 보자력보다 더 큰 값을 나타내는 SmCo₅가 주상인 희토류-천이금속화합물 박막에 관한 연구가 진행되어져 왔으며, 그외 이 합금계의 박막화에 관한 연구보고도 있다[2].

한편, SmCo계와 같은 영구자석박막은, 마이크로파 장비가 소형 및 경량화 됨에 따라 효율적 MMIC(monolithic microwave integrated circuit)화를 위한 바이어스(bias) 자장용 영구자석으로서, 혹은 마이크로모터(micromotor)와 마이크로액츄에이터(microactuator)등과 같은 마이크로기계 및 마이크로전자(micromechanics 및 microelectronics)분야에서의 활용도 기대된다[3-4].

본 연구에서는 3원계 이상의 화합물박막제작에 유용하게 활용되는 레이저어블레이션(laser ablation)법을 이용하여 SmCo계 박막의 제작하고, 자기특성에 미치는 제공정변수의 영향을 고찰함으로써 영구자석박막제작에 관한 기초지식을 확보하는 것을 목적으로 하였다.

2. 실험방법

파장이 1064 nm의 Nd-YAG 레이저광을 이용한 PLD법으로 Si(100) 기판위에 Sm_{1-x}Co_x (73 ≤ x ≤ 93) 박막을 제작하였다. 이때의 증착조건으로 기판온도는 600~700 °C로 변화시켰으며, Q switching mode 혹은 Fixed Q mode 광의 에너지밀도는 펄스주파수(repetition rate)를 12.5~50 Hz로 변화시키며 초점거리가 50 cm인 볼록렌즈로 타겟표면에서의 광의 면적을 조절함으로써 변화시켰다. 박막의 자기특성은 진동시료형자력계(VSM)로 막면에 대해서 수직과 평행한 방향으로 16.5 kOe의 자기장을 인가하여 측정하였다. 그리고 박막의 두께, 결정상, 표면형상, 성분 및 두께 방향에 따른 성분원소의 농도

프로파일은 각각 α -step, XRD, SEM, EPMA, AES로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

Nd-YAG 레이저어블레이션법으로 제조한 $\text{Sm}_{100-x}\text{Co}_x$ ($73 \leq x \leq 93$) 박막의 자기특성을 검토한 결과는 다음과 같다.

- 1) Q switching mode의 레이저광으로 제작된 박막은 600 °C 이상 기판온도가 상승할수록 iH_c 와 $4\pi M_r/4\pi M_s$ 가 증가하며, 광에너지밀도에 대해서는 기판온도와 유사한 경향을 나타내나 100 J/cm² 이상에서는 거의 변화가 없었다.
- 2) 680 °C의 기판온도, 161 J/cm²의 레이저광에너지밀도로 제작된 박막의 $4\pi M_s$, iH_c , $4\pi M_r/4\pi M_s$ 는 각각 5156~7753 Gauss, 295~250 Oe, 0.31~0.71을 나타내었으나 iH_c 는 매우 열악하였다.
- 3) 박막의 조성이 타겟의 조성과 거의 동일하였음에도 불구하고 나타난 열악한 경자기 특성은, 박막중 경자성상인 Sm_1Co_5 , $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ 이외의 Sm_5Co_2 , 그리고 Sm_2O_3 , $\text{Sm}_2\text{Si}_2\text{O}_7$ 등 비자성 산화물의 생성에 크게 기인하였다.
- 4) Fixed Q mode의 레이저광으로 680 °C의 기판온도에서 제작된 박막의 iH_c , $4\pi M_r/4\pi M_s$, iH_c 는 각각 약 0.3~0.9 Gauss, 430~6290 Oe로, 1)의 결과에 비하여 훨씬 개선된 값이었다.
- 5) 4)의 양호한 특성은, 촉진된 Sm_1Co_5 , $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ 상의 생성에 기인한 것으로 판단되며, 박막표면상에 존재하는 타겟의 조성과 동일한 직경 50 μm 정도인 거대한 입자가 기여한 것으로 생각된다.
- 6) 4) 특성의 조성의존성은, 박막중 Sm_5Co_2 , Sm_1Co_5 , $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ 상 등의 생성량이 지배한 것으로 추측된다.

4. 참고문헌

- 1) D. N. Lambeth, D. E. Laughlin, S. Charp, L.-L. Lee, P. Harllee and L. Lang, Nanomagnetism, edited by G. C. Hadjipanayis (1996), p.49
- 2) Y. Liu, D. J. Sellmyer, B. W. Robertson, S. S. Shan and S. H. Liou, IEEE Trans. Magn. **MAG-31**, 2740 (1995)
- 3) K.-H Muller, Lei CaO, N. M. Dempsey and P. A. P. Wendhausen, J. Appl. Phys. **79**, 5045 (1996)
- 4) E. E. Fullerton, J. S. Jiang, C. Rehm, C. H. Sowers, S. D. Bader, J. B. Patel and X. Z. Wu, Appl. Phys. Lett. **71**, 1579 (1997)