

PLD법에 의해 증착된 NdFeB 박막의 자기특성에 미치는 하지층의 영향

울산대학교 재료공학과 강종석*, 윤석길
포항산업과학연구원 김상원, 양충진

Effect of underlayer on magnetic properties of NdFeB films prepared via PLD (Pulsed Laser Deposition)

Ulsan University J. S. Kang , S. K. Yun
RIST S. W. Kim , C. J. Yang

1. 서론

Micromechanics, microelectronics device와 data storage medium분야에 잠재적 응용가능성을 갖고 있는 NdFeB 박막은, 1986년 Cadieu에 의해 제조된 이래 박막 증착 기술의 진보로 다양한 연구가 활발히 진행되고 있다. 당 연구그룹에서도 PLD(Pulsed Laser Deposition)법을 활용하여 공정변수를 최적화함으로써 양호한 자기특성을 나타내는 NdFeB 단층박막의 제조를 시도한 바 있다[1]. Tsai에 의하면 NdFeB가 직접 Si 기판에 증착될 때 Si와의 반응이 막면에 대하여 수직으로 c축 이방성을 갖는 Nd₂Fe₁₄B₁상의 생성을 방해하므로, 이를 방지하기 위하여 하지층으로 Ta를 사용하며 그 효과는 두께 및 온도에 의존한다고 보고하고 있다[2][3].

따라서, 본 실험에서는 NdFeB 박막의 자기특성향상을 목적으로 PLD법으로 Si 기판위에 Cr, Fe 등의 하지층을 증착한 NdFeB 박막을 제작하고 하지층이 NdFeB 박막의 결정성 및 자기특성에 미치는 효과를 조사·검토하였다.

2. 실험방법

Kr과 F₂혼합가스로 발생하는 파장이 248 nm의 excimer laser빔을 이용하는 laser ablation법으로 Si(100)기판위에 하지층 Cr 혹은 Fe를 증착한 NdFeB 박막을 제조하였다. 박막제조시, arc melting으로 제작된 직경이 50 mm인 Nd_{27.51}Fe_{63.47}B_{9.02}과 Cr, Fe 타겟을 사용하였으며, 증착조건으로 4×10⁻⁶ torr이하의 진공분위기에서 기판온도, 빔 에너지밀도 및 반복속도(repitation rate)를 각각 680 °C, 3.21 J/cm², 10 Hz로 고정하고, 하지층 두께, t를 10~100 nm로 증착시킨 후 NdFeB (150~200 nm) 박막을 형성시켰다. 박막의 자기특성은 진동시료형자력계 (VSM)로 막면에 대해서 수직과 평행한 방향으로 16.5 kOe의 자기장을 인가하여 측정하였다. 그리고 박막의 두께, 결정성, 표면형상, 두께 방향에 따른 성분원소의 프로파일은 각각 α -step, XRD, SEM, AES로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

NdFeB/Fe/Si(100), NdFeB/Cr/Si(100)박막에서 하지층의 두께에 따른 NdFeB 박막의 자기특성변화를 검토한 결과는 다음과 같다.

- 1) Fe 및 Cr의 두께, t ($t=0\sim 100$ nm)가 증가함에 따라 16.5 kOe의 인가자기장 중 측정된 자화값($4\pi Ms$)은 자기장의 인가방향에 관계없이 단순히 감소하는 경향을 나타내었다.
- 2) 박막의 구조에 민감한 보자력 (H_c)는 Fe 및 Cr의 t 증가에 따라 각각 30 nm, 10 nm에서 부근에서 $t=0$ 에 비하여 50 %이상 증가한 극대값을 나타낸 후 약간 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 막면에 대하여 수직자기장인가시 평행보다 양호한 값을 나타내었으며, $4\pi Mr$ 및 $4\pi Ms$ 의 변화로부터 구한 각형성 ($4\pi Mr/4\pi Ms$)은 특히 Fe의 경우 $t=30$ nm에서 0.77을 나타내는 등 t 에 무관하게 하지층의 증착에 따라 개선되며, 막면에 대하여 수직방향으로 용이축이 형성됨을 확인하였다.
- 3) 상기의 자기특성은, XRD 실험에서 Fe, Cr의 t 가 10 nm 이상으로 증가함에 따라 관측된 Fe, Cr-silicide 회절선 강도의 증가로부터 비자성상 FeSi, FeSi₂, CrSi₂등의 silicide 생성과 관련있고, 어느 t 에서 양호한 값이 나타난 것은 그 값 부근에서 새로운 NdFeB 결정상의 생성에 기인된 것으로 추측되며 특정 t 이상에서는 하지층의 효과가 현저하지 않음을 의미한다.
- 4) 상기 하지층의 영향을 보다 명확히 하기 위하여 현재 구체적 실험을 진행하고 있으며 자세한 결과에 대해서는 학회시 보고한다.

4. 참고 문헌

- [1] 김상원, 양충진, 한국자기학회지 7(6), 299(1997)
- [2] J.L. Tsai, E.Y. Huang IEEE Trans.Magn., 33(5), 3646 (1991)
- [3] H.Sun, T.Tomida, J. Magn. Magn. Mat. 164 (1996)18-26