

## Laser Ablation법으로 제조한 NdFeB 박막의 자기특성

포항산업과학연구원 김상원\*, 양종진  
울산대학교 재료공학과 강종석

(Magnetic properties of NdFeB thin films grown  
by a pulsed laser ablation method)

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

### 1. 서론

1983년 탁월한 경자기특성(hard magnetic properties)을 나타내는 Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B상을 기반으로 하는 벌크(bulk)영구자석합금의 발견이래, 경자기특성 발현기구의 해명과 제조공정의 최적조건을 도출하고자 하는 연구가 활발하게 수행되어왔다. 한편 효율적 MMIC(microwave and millimeter wave monolithic integrated circuit)화를 위한 바이어스(bias) 자장용 자석으로서의, 혹은 마이크로모터 (micromotor)와 마이크로액츄에이터 (microactuator)등과 같은 마이크로기계 및 마이크로전자 (micromechanics 및 microelectronics)분야에서의 활용에 대한 기대로 관심이 고조되는 NdFeB계 박막의 제조 및 특성에 관한 연구는 상대적으로 많지 않다.

따라서 본 연구에서는, 레이저어블레이션(laser ablation)법을 활용하여 공정변수를 적절히 변화시킴으로써 양호한 자기특성을 나타내는 NdFeB 박막을 (100)Si 기판위에 형성시키는 것을 목적으로 하였다.

### 2. 실험방법

NdFeB 박막은, Kr과 F<sub>2</sub> 혼합가스로 발생된 파장이 248 nm의 excimer laser 광을 이용하는 laser ablation법으로 (100)Si 기판위에 제조되었다. 제조조건으로 소정의 조성을 가지는 수종의 NdFeB 타겟을 사용하였고, 기판온도를 620 °C 이상, 레이저광에너지밀도를 2.75~5.99 J/cm<sup>2</sup>로 하였다. 제조된 박막의 두께, 결정성, 표면형상 및 결정립의 관찰은 각각  $\alpha$ -step, XRD, SEM과 TEM으로 평가하였으며, 자기특성은 VSM으로 막면에 평행 혹은 직각 방향으로 자장을 인가하여 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

Laser Ablation법으로 제조한 NdFeB 박막의 자기특성을 검토하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 제작된 전시편의 XRD실험에서 관찰된 회절선은 Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B 결정으로부터의 것이었으며 우선배향성은 관찰되지 않았다. 한편 자기특성으로  $4\pi M_s$ ,  $4\pi M_r$  및 Hc은 각각 ~ 7000 Gauss, ~4000 Gauss, 300~1000 Oe의 값을 나타내었다.
- 2) 자기특성은 타겟의 조성에 크게 의존하였으며, Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B의 조성에 비하여 상대적으로 Fe량이 작고 B가 많을수록 연자기특성을 나타내며, Fe량이 작고 Nd량이 많을수록 경자기특성을 나타내는 경향을 확인하였다.
- 3) Nd<sub>27.51</sub>Fe<sub>63.47</sub>B<sub>9.02</sub> 타겟사용시, 640 °C이상으로 기판의 온도가 상승할수록 Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B상의 결정성은 향상되었고 각형비( $4\pi M_r/4\pi M_s$ ) 및 보자력이 증가하는 등 경자기특성은 양호해졌다.
- 4) Nd<sub>27.51</sub>Fe<sub>63.47</sub>B<sub>9.02</sub> 타겟사용, 680 °C의 기판온도에서는 레이저광에너지밀도가 작을수록 각형비 및 보자력이 증가하는 등 경자기특성은 양호해졌다. 특히 3.08 J/cm<sup>2</sup>일 때 최적이었다.
- 5) 3), 4)에서의 자기특성은 막면에 대하여 수직으로 자기장을 인가하였을 때가 평행시보다 양호하였는데, 이는 기판면에 대하여 Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B상의 용이축인 c축에 각도상으로 0°에 가까운 면을 가지는 결정의 생성에 기인하였다.
- 6) 본 연구에서 최고의 경자기특성을 나타낸 시편에 있어 Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B상의 결정립 크기는 TEM실험에서 20nm 내외인 것으로 관찰되었다.