

# EFFECTS OF Nb ON MAGNETIC AND MICROSTRUCTURAL PROPERTIES OF FePt ALLOY FILMS

Korea University

Min Kyu Kim\*, Young Keun Kim, Seong-Rae Lee

## 1. 서론

L1<sub>0</sub> 규칙 구조를 가지는 동일조성의 FePt는 높은 결정자기이방성에너지로 인해 차세대 고밀도 자기기록매체 재료로서 현재 활발히 연구가 진행되고 있다. 100 Gbit/in<sup>2</sup>를 목적으로 할때 결정립의 크기는 10nm 이하가 되어야 한다. [1] 더 나아가 향후 1Tb/in<sup>2</sup>의 초고기록밀도를 가지는 미디어 재료로서 열적 안정성을 극복하기 위한 측면에서 이용될 수 있다. [2] 이러한 L1<sub>0</sub> 규칙 구조를 얻기 위해서 증착된 FePt 합금 박막을 500°C이상에서 열처리를 하여야 한다. 이러한 열처리로 인해 자기적 거동 및 미세구조의 변화가 생기게 된다. 본 연구에서는 열처리시 Nb를 첨가로 인해 나타나는 동일조성의 FePt합금 박막의 자기적 특성 및 미세구조에 대해서 알아보하고자 하였다.

## 2. 실험방법

본 연구에서는 4 타겟 (target) dc 마그네트론 스퍼터 장비를 이용해 박막을 제조하였다. 증착 전 초기 진공도는  $5 \times 10^{-7}$  Torr 이하에서 증착하였으며, 증착 조건은 dc power supply를 이용하여 150W에서, 아르곤(Ar) 가스를 사용하여 2 mTorr의 분압 조건에서 코닝 7059 글래스 (corning 7059 glass) 기판위에 시편을 70nm 두께로 성막하였다. 시편 제조에 사용된 타겟은 직경 3인치 (inchi)로 된 디스크 형태의 Fe와 5 X 5 mm 크기의 Pt 칩(chip)과 2.5 X 2.5 mm의 크기의 Nb 칩을 Fe 타겟에 각각 대칭적으로 배열하여 조성을 맞추었다. 진공 분위기에서 모든 시편을 500°C에서 동시에 열처리 시간을 변화시키면서 시행하였으며, 같은 진공분위기에서 냉각하였다. 측정 장비로는 ICP를 이용하여 조성 분석을 하였으며, VSM을 이용하여 자기적 거동을 알아보았으며, 미세구조 및 우선배향을 알아보기 위해 TEM, XRD등을 이용하여 각각 분석을 시행하였다.

## 3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1은 [Fe<sub>49</sub>Pt<sub>51</sub>]<sub>100-x</sub> - Nb<sub>x</sub>의 Nb 함량에 따른 500°C에서 다양한 열처리 시간(0 - 90 min)에 열처리 했을 때의 보자력(Hc : coercivity)의 변화를 나타낸 그림이다. 보자력은 같은 열처리 시간에 있어서 Nb의 함량이 증가할수록 감소하는 경향을 보이고 있다. 90분 동안 열처리시, Nb를 첨가하지 않은 FePt의 경우 보자력 8 kOe이상의 값을 가졌으나 Nb(2 at.%)를 첨가한 경우 2.3 kOe의 보자력 값을 나타내었다. 이는 [Fe<sub>49</sub>Pt<sub>51</sub>]<sub>100-x</sub>-Nb<sub>x</sub> 합금박막에서 Nb의 조성이 0 에서 2.0 at.%로 증가함에 따른 보자력의 감소는 Nb가 첨가됨으로써 비규칙상에서 규칙화상으로의 상변화를 방해하여 나타난 결과라고

판단된다. Fig 2는 Bright Field Image를 이미지 분석을 이용하여 평균 결정립 크기를 나타낸 그림이다. FePt와 FePt-Nb 모든 시편에서 열처리 시간이 증가함에 따라 평균 결정립의 크기가 증가하였으나, 같은 열처리 조건에서 Nb를 첨가한 FePt가 첨가하지 않은 FePt보다 결정립의 성장이 억제되어 상대적으로 작은 결정립 크기를 가졌다. 그러나 FePt와 FePt-Nb가 열처리 시간이 증가됨에 따라 결정립의 크기가 비슷하게 감소되는 경향을 보였다. 이는 열처리시 Nb 일부가 Fe와 Pt가 고용되지 않고 결정립계에 Nb, Nb화합물 형태로 편석되어 결정립의 성장을 억제시킨 결과로 판단된다.

#### 4. 결론

Vegard의 법칙에 따르면 용질원자와 용매원자의 크기 차이가 15% 미만이면 고용체를 형성하려는 경향이 있다.[3] 즉 Fe(0.1274 nm) 또는 Pt(0.1387 nm)가 Nb(0.143 nm)와 원자의 크기가 비슷한 반경(15%이내)을 가질 경우, 치환고용체로 존재가 가능하다. 만약 열처리시 Nb원소들이 규칙화된 Pt와 Fe의 격자점 위치에 한울적으로 고용되어 진다면, 완전하게 규칙화상의 격자 구조로의 상변화를 억제하여 낮은 결정자기이방성을 가지며 그로 인해 결정자기이방성에 관계된 보자력의 감소를 가져왔다고 판단된다. 그리고 완전하게 고용되지 않고 남아있는 Nb이 결정립계에 화합물 형태로 편석되어 결정립의 성장을 억제하여 결정립의 크기가 감소하는 것으로 사료된다.

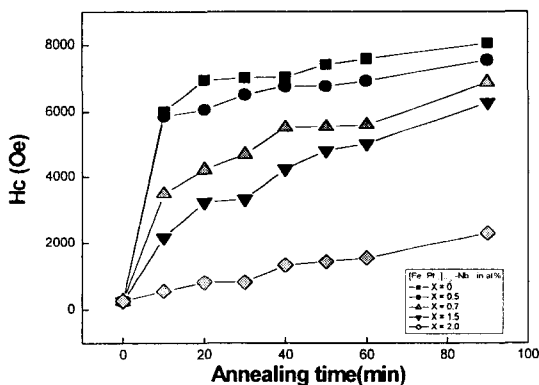


Fig. 1 Coercivity  $H_c$  behaviors of  $[\text{FePt}]_{100-x}\text{Nb}_x$  alloy films with various Nb contents annealed at 500 C as a function of annealing

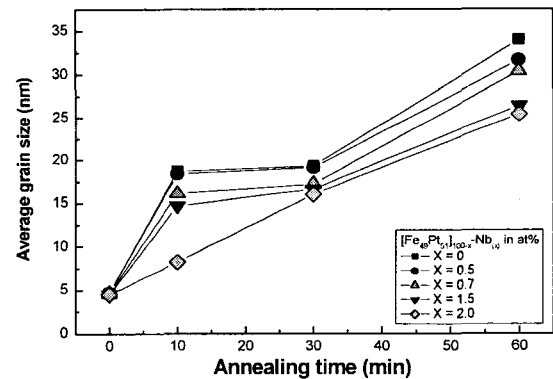


Fig 2 Average grain size variations of FePt and Nb-doped alloy films as a function of annealing time.

#### 5. 참고 문헌

- [1] D. Weller, A. Moser, L. Folks, M. E. Best, W. Lee, M. F. Toney, M. Schwickert, J. U. Thiele and M. F. Doerner, IEEE Trans. Magn., 36, 10 (2000).
- [2]. S. Sun, C. B. Murray, D. Weller, L. Folks, A. Moser, Science 287, 1989(2000)
- [3]. B. D. Cullity, Elements of X-ray diffraction second edition