

수직기록매체를 위한 FePt:C 박막의 열처리 효과

김선옥^{1*}, 고현석², 박상환¹, 이택동¹, 신성철²

¹한국과학기술원 신소재공학과 대전 유성구 과학로 335

²한국과학기술원 물리학과 대전 유성구 과학로 335

1. 서론

초고밀도 수직기록매체를 위한 차세대 물질인 FePt은 결정립 간의 분리를 위하여 많은 시도가 되고 있으며[1][2] 특히 탄소의 첨가는 그 효과가 이미 입증되었다[3]. 또한 FePt 물질이 높은 수직 이방성을 갖기 위해서는 L1₀의 ordered 구조가 되어야 하는데 이는 높은 에너지 장벽, 즉 높은 온도를 필요로 하며 기판 가열, 후열처리 등의 방법이 주로 이용되고 있다. 따라서 본 연구에서는 탄소를 통하여 결정립 간의 분리를 이룬 FePt:C 박막의 후열처리를 통하여 자기적 성질, 결정구조 및 미세구조의 변화를 조사하였다.

2. 실험방법

MgO(100) 기판 위에 7 nm의 얇은 FePt 박막과 FePt:C 박막을 FePt composite 및 탄소 target의 DC magnetron co-sputter를 이용하여 base pressure 8×10^{-7} Torr, Ar gas pressure 5 mTorr에서 증착하였다. 모든 시편은 350 °C로 가열된 기판에서 증착되었고, 탄소함량의 부피비는 30 vol. % 까지 변화를 주었다. 후열처리는 base pressure $2 \sim 3 \times 10^{-6}$ 의 chamber에서 400~600 °C 온도로 1시간 동안 하였다. 박막의 자기적 특성을 확인하기 위해 VSM(Vibrating Sample Magnetometer; Max. field: 15 kOe)와 SQUID (Superconducting Quantum Interference Device; Max. field: 70 kOe)를 이용하였고 XRD와 TEM을 이용하여 박막의 결정구조 및 미세구조를 조사하였다.

3. 실험결과 및 고찰

그림 1은 VSM과 SQUID 결과를 토대로, 열처리 온도에 따른 0~30 vol.% 탄소가 함유된 FePt 박막의 수직 방향 보자력 값을 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있듯 400 °C 열처리 결과는 as-deposit 결과와 거의 차이가 없지만, 500 °C와 600 °C 열처리에서는 탄소 함량이 많아질수록 큰 증가를 보이고 있다. 탄소 함량 20 vol.%와 30 vol.%의 경우 특히 500 °C에서 7 kOe, 600°C에서는 심지어 20 kOe 이상의 값을 나타낸다. Hysteresis loop의 각형비 또한 탄소가 없는 경우에는 열처리 전후 그 값이 1로 큰 변화가 없지만, 탄소가 함유된 경우에는 최소 0.3에서 500 °C와 600 °C 열처리 후 0.9~1로 변화하였다. 탄소함량에 따른 자기적 특성의 변화는, 탄소함량의 증가에 따라 수직자기이방성 대비 수평 자기이방성의 비율이 증가하기 때문임은 이미 보고된 바 있다[3]. 열처리에 따른 자기적 특성의 변화는 본 연구에서 조사한 결정구조 및 미세구조의 변화에서 그 원인을 찾을 수 있다. 그림 2는 30 vol.% C의 FePt 박막의 열처리 온도에 따른 XRD pattern을 보여준다. 열처리 온도가 증가할수록 (001) 및 (002)의 FePt FCT L1₀ phase가 증가함을 알 수 있다. 이는 FePt 결정립이 커지면서 FCT c축이 수직방향으로 형성되어 수직 자기이방성이 향상되었음을 의미하며 VSM 및 SQUID의 결과(보자력 및 hysteresis loop의 각형비 증가)와 부합된다. 그림 3은 30 vol.% C의 FePt 박막의 열처리 온도에 따른 in-plane TEM image 변화를 나타내고 있다. as-deposit 시편은 평균 3 nm의 매우 작고 균일한 결정립으로 이루어져 있으나 500 °C 열처리 후에는 크기가 7 nm이고 크기분포가 증가된 결정립으로 변화하였다. 600 °C 열처리 후에는 결정립 간에 clustering이 일어나 생긴 50~60 nm 의 큰 결정립과 cluster를 이루지 못한 6~7 nm의 작은 결정립을 가진 미세구조로 바뀌었다. TEM 분석 결과

역시 자기적 특성 변화와 밀접한 관련을 갖고 있다. as-deposit 상태에서 작은 결정립을 갖고 있던 FePt:C 박막은 500 °C 이상의 열처리에서 탄소 및 Fe, Pt 원자가 확산하고 FePt은 결정립 성장을 한다. Fe과 Pt 원자가 확산하여 결정이 성장된 부분에서는 규칙구조가 에너지적으로 안정하기 때문에 결정의 L1₀ ordered 구조로 변화하여, Ku 및 보자력의 급격한 증가가 이루어진 것으로 분석된다. 그러나 600 °C 이상에서는 결정립들의 cluster 형성으로 인한 보자력의 변화가 더 큰 원인으로 생각되어지고 이러한 cluster의 형성은 수직기록매체의 bit 형성에 악영향을 줄 수 있다. 반면 탄소가 없거나 10%로 작은 양이 첨가된 경우에는 deposit 상태의 결정립이 500 °C까지 유지되어 결정립 성장이 없고 이 때문에 규칙 구조가 거의 생기지 않고 보자력이 크게 변화하지 않는다.

4. 결론

FePt:C 박막의 열처리는 L1₀ ordered structure를 개선시킴으로써 보자력 증가 및 수직이방성 향상 등의 효과를 보이고 있다. 그러나 600 °C 이상의 온도에서는 grain 간의 clustering 등 박막의 미세구조에 큰 변화 또한 보이며 역효과를 나타낸다. 따라서 grain clustering을 형성시키지 않는 최대 온도로부터 수직기록매체를 위한 높은 Ku의 FePt:C 박막을 얻을 수 있다.

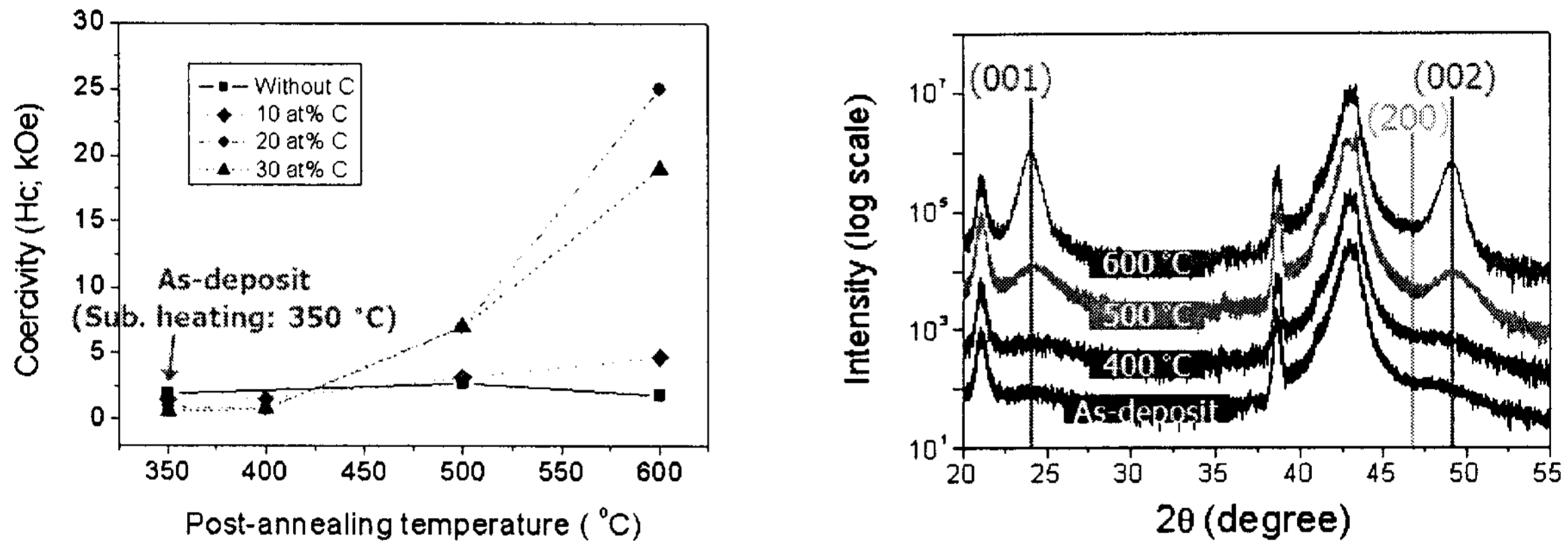


그림 1. 탄소 함량 및 열처리에 따른 보자력의 변화

그림 2. FePt:C(30 vol.%C) 박막의 열처리 온도에 따른 XRD pattern

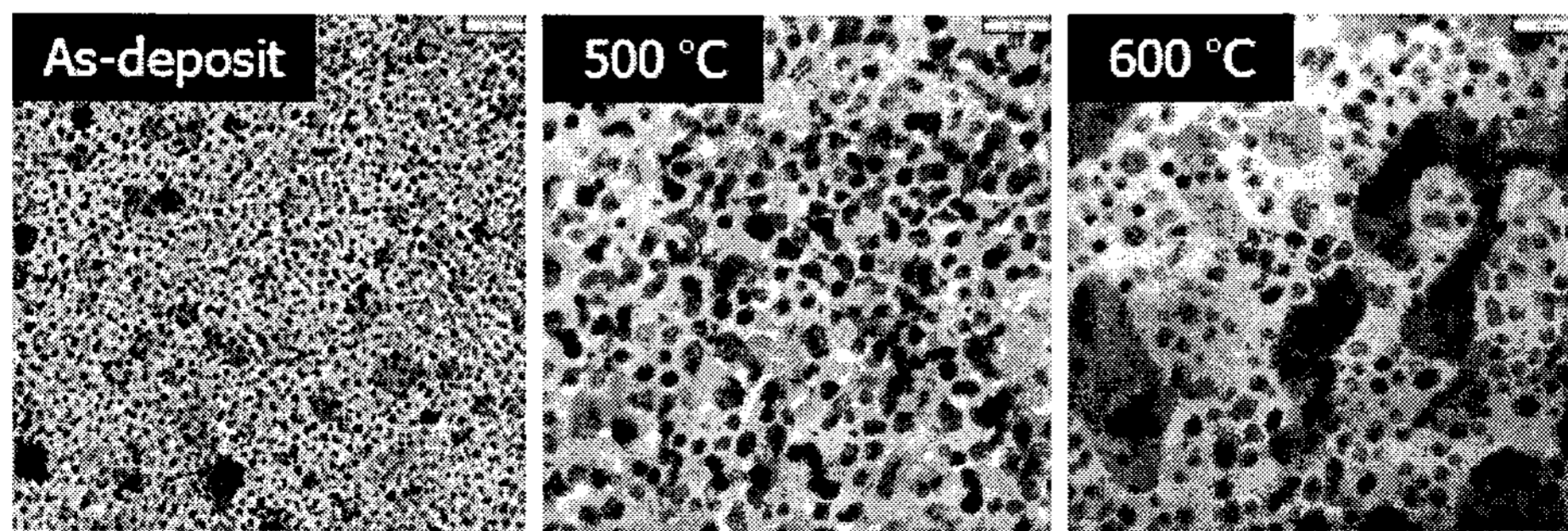


그림 3. FePt:C(30 at% C) 박막의 열처리 온도에 따른 In-plane TEM image

5. 참고문헌

- [1] C.P. Luo, et al., Appl. Phys. Lett. **75**, 3162 (1999).
- [2] Y.K. Takahashi, et al., Appl. Phys. Lett. **84**, 383 (2004).
- [3] H.-S. Ko, et al., Appl. Phys. Lett. **82**, 2311 (2003).