

Cu 조성에 따른 FePt-Zr/MgO 다층박막의 자기적 구조적 특성 연구

정준호*, 이성래, 정원용¹

고려대학교 신소재공학과, 서울시 성북구 안암동 5가 1번지, 136-701

¹한국과학기술연구원 재료기술연구본부, 서울시 성북구 월송길 5, 사서함 131, 136-791

1. 서론

기존의 자기기록 헤드의 기록자장한계로 인해 자기기록매체의 기록밀도를 향상시키는데 한계가 생겼다. HAMR(heat assisted magnetic recording)기술은 이러한 한계를 극복 할 수 있기 때문에 새로운 기록저장방식으로 각광받게 되었다[1]. $L1_0$ FePt 화합물은 수직이방성을 나타내기 위한 (001) 우선방위 발달과 자기적으로 분리된 구조를 가지는 매우 작은 크기의 입자로 만들 수 있는 특성을 가지기 때문에 HAMR 기술에 적용하기 위한 기록매체 물질로 촉망받고 있다. 이전 연구에서 (200) 집합조직을 갖는 MgO 하지층은 $L1_0$ FePt 화합물이 (001) 우선방위로 효과적으로 성장하도록 하였다[2]. 또한, 최근 FePt 화합물에 Zr[3]을 첨가한 연구결과는 규칙화 반응을 촉진시키고 입자성장을 억제한다고 알려져 있으며, Cu[4]의 첨가는 FePt 화합물의 (001) 우선방위 발달을 향상시키며 큐리온도의 감소를 가져온다고 보고되었다. 본 논문에서 FePt-Zr/MgO 다층박막 구조에 Cu의 조성에 따른 자기적, 구조적 특성 변화를 관찰하였다.

2. 실험방법

[Cu/FePt-Zr (2.8 nm)/MgO (3.2 nm)]₆ 구조의 박막이 dc-/rf- 마그네트론 스퍼터 장치를 이용하여 열산화된 (100) Si 기판위에 증착되었다. FePt-Zr 박막은 Fe 타겟에 Pt, Zr 칩이 부착된 형태의 타겟으로 증착 되었으며, Pt, Zr 각각의 조성은 39.7 at. %, 3.2 at. %이다. Cu의 함량 조절은 Cu 층의 두께를 변화시켜 0~14 at. % 까지 변화 시켰다. 증착 전 초기 진공도는 5×10^{-7} Torr 로 유지하였고, Ar 스퍼터 가스의 압력은 2 mTorr로 고정하였다. 모든 시편의 열처리는 6×10^{-6} Torr 이하의 진공에서 600°C의 온도로 다양한 시간동안 진행한 후 진공분위기에서 공냉하였다. 시편의 자기적 특성은 VSM을 통해 측정 하였고, 구조적 특성은 XRD와 TEM을 이용하여 측정 하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Zr이 첨가된 FePt/MgO 다층박막 시편의 경우 600°C에서 단 5분간의 열처리를 통해 수직이방성이 나타났으며 $L1_0$ FePt (001), (002) 초격자 피크가 관찰되었다. 일반적으로 Cu는 FePt에 첨가 되었을 때 FeCuPt 삼원계 합금을 형성 [5]하면서 그림 (b)와 같이 FePt의 결정자기이방성이 감소하게 된다[6]. 또한 Cu 함량이 증가할수록 그림 (e)에서 볼 수 있듯이 c/a 비는 점점 감소하게 된다. 그림 (a)에서 6 at. %의 Cu가 첨가될 때까지 수직보자력(HC)은 점점 증가하는 모습을 나타내었다. 이러한 결과가 나타나는 이유는 FeCuPt 삼원계 합금이 형성되면서 a축 격자상수가 약간 증가하게 되기 때문에 MgO 하지층과의 격자불일치를 감소시켜 그림 (c)와 같이 집합조직상수(T.C.)가 증가하기 때문이다. Cu의 함량이 6 at. % 이상이 되면 수직 보자력은 급격하게 감소하여 Cu가 첨가되지 않은 시편과 거의 비슷한 값을 나타내는데 이는 (001) 집합조직의 발달과 규칙화도의 증가로 인해 이방성에너지의 감소를 보상하였기 때문이다. 또한 그림 (d)에서 확인 할 수 있듯이 Cu의 함량이 증가할수록 큐리온도는 약 738K에서 533K로 감소하는 모습을 보였다. 이는 Cu 함량에 따라서 약 200°C의 큐리온도를 조절 할 수 있다는 것을 나타내고 있다. FePt에 Cu를 첨가 하였을 경우 큐리온도가 감소하는 이유는

FeCuPt 삼원계 합금이 형성되었기 때문이다. 일반적으로 L_{10} FePt의 Fe 원자끼리는 강자성결합을 하고 있다. Cu가 첨가되면 FePt의 c축 격자상수는 감소하게 되고 따라서 Fe원자 간의 거리가 가까워지게 되면서 교환 결합력이 감소하는 결과를 가져온다. 따라서 상대적으로 작은 외부에너지에 의해 물질의 모멘트의 정렬이 쉽게 깨지면서 그 결과로 큐리온도가 감소하는 효과를 나타낸다.

4. 결론

FePt/MgO 다층박막에 Zr의 첨가는 규칙화반응을 촉진시키고 입자성장을 억제 하는 효과를 보였다. Cu가 첨가된 FePt-Zr/MgO 다층박막의 경우 수직이방성 에너지가 감소하였지만, (001) 집합조직과 규칙화의 정도가 발달하는 모습을 나타내었으며, 약 6 at.%의 Cu가 첨가된 시편에서 집합조직의 발달정도가 최대치로 나타나면서 이로 인해 약 4.7kOe의 최대 수직보자력이 나타났다. 또한, Cu의 함량이 증가함에 따라 큐리온도가 감소하는 모습을 보였다. 따라서, 약 6 at.%의 Cu가 첨가된 FePt-Zr/MgO 시편은 거의 완벽한 수직이방성과 5kOe에 가까운 수직 보자력을 나타내었으며, 약 650K의 큐리온도를 나타내었기 때문에 HAMR 기술에 적용하기 위한 기록매체로서 적합한 특성을 나타내었다.

5. 참고문헌

- [1] H. Saga, H. Nemoto, H. Sukeda, and M. Takahashi, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **38**, (1999) 1839.
- [2] H. J. Kim and S. R. Lee, *J. Appl. Phys.*, **97**, (2005) 10H304.
- [3] S. R. Lee, S. H. Yang, Y. K. Kim, and J. G. Na, *Appl. Phys. Lett.*, **78**, (2001) 4001.
- [4] T. Maeda, T. Kai, A. Kikitsu, T. Nagase, and J. Akiyama, *Appl. Phys. Lett.*, **80**, (2002) 2147.
- [5] T. Kai, T. Maeda, A. Kikitsu, J. Akiyama, T. Nagase, and T. Kishi, *J. Appl. Phys.* **95**, (2004) 609.
- [6] S. D. Willoughby, *J. Appl. Phys.*, **95**, (2004) 6586.

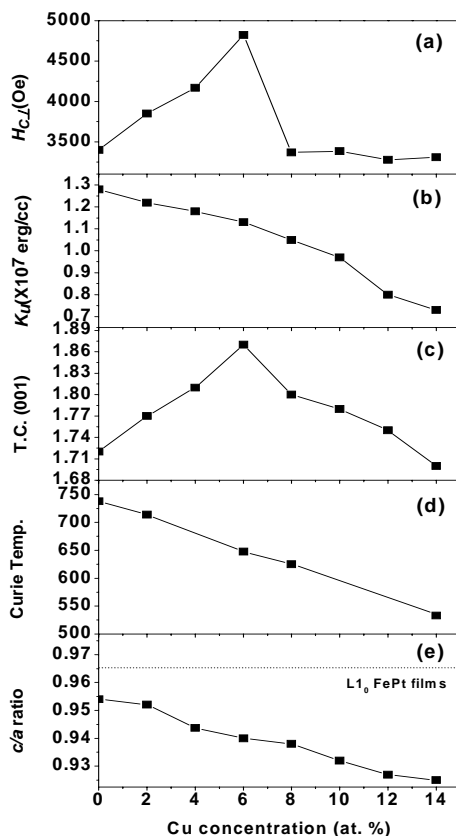


Fig. 1. 600°C에서 10분간 열처리한 시편의 Cu 함량에 따른 (a) 수직보자력(HC), (b) 이방성에너지(Ku), (c) 집합조직상수(T.C.) (d) 큐리온도, (e) c/a 비 변화