Cu 도핑에 따른 FePt-Zr/MgO 다층박막의 자기적, 구조적 성질의 변화

김기수*, 정준호, 정원용[1], 이성래
고려대학교 공과대학 신소재공학부, 서울특별시 성북구 안암동 5가 1번지, 136-701
[1]한국과학기술원, 재료과학공학 연구소, 서울특별시 성북구 하월곡동 39-1번지, 136-791

1. 서 론

고밀도 수직기록매체로써 응용을 위해 높은 수직자기이방성 (Ku = ~7 × 10^7 erg/cc)을 갖는 $L1_0$ FePt 박막에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 비규칙 A1 구조에서 규칙화된 $L1_0$ 구조로 상변태하기 위해서 필수적으로 요구되는 열처리공정에 따라 강한 교환결합을 갖는 입자성장을 초래 하게 된다. 따라서 규칙화 온도를 낮추면서 FePt (001) 집합조직을 향상시키고 입자크기를 제어하는 방법이 필요하다. 본 연구에서는 FePt 박막에 가용성을 갖는 Cu를 첨가하여 (001) 집합조직과 규칙화 에너지를 향상시키고, 비가용성을 갖는 Zr을 첨가하여 입자크기를 제어하고자 하였다. 이에 600℃ 온도에서 다양한 열처리시간 (0~60분)을 통해 FePt-CuZr 박막의 자기적, 구조적 성질의 변화를 확인하였다.

2. 실험방법

본 연구에 사용된 시편은 DC/RF Magnetron Sputtering을 통하여 [FePt-CuZr(2.8 nm)/ MgO (3.2 nm)] /SiO_2 기판의 구조로 제작되었다. 이때 사용된 target 은 직경 3인치의 순도 99.9%의 Fe 타겟에 대칭적으로 2.5 × 2.5 mm 크기의 Pt, Zr, Cu 칩을 부착하여 조성을 조절하였다. 증착의 초기 진공도는 5 × 10^{-7} Torr 이하를 유지하였으며 FePt 증착시 DC 15 W를 MgO 증착시 RF 200W를 각각 인가하였다. 증착 후 열처리 공정은 6 × 10^{-6} Torr 이하의 진공에서 온도를 600℃로 고정한 후 5분에서 1시간까지 열처리 시간을 변화시켜 진행하였다. 박막의 자기적 특성은 SQUID를 이용 하였으며, 시편의 우선방위 및 결정 구조는 Cu-Kα 특성 선을 사용하는 8 kW의 X-ray 회절장치와 TEM을 이용하였고, 조성의 분석은 ICP 분석을 통하여 확인하였다.

3. 실험결과

FePt equiatomic %의 조성에 Zr을 3 at.%로 고정한 후 Cu의 조성을 다양하게 변화 (0~12 at.%)하였다. 600℃의 온도에서 각 시편을 5분에서 60분까지의 시간별로 열처리를 실시하여 SQUID분석을 통해 모든 시편이 높은 수직자기이방성을 갖는 결과를 보여주었다. 약 8 at.%까지 Cu를 도핑한 경우 수직방향의 보자력값은 12 kOe까지 증가한다. 그러나 더 많은 Cu를 도핑한 경우 에는 수직자기이방성이 감소되는 결과를 초래하였다. 특히 600℃온도에서 10분간 열처리를 진행한 결과 Zr 첨가에 의해 고르고 억제된 입자크기 (< 6 nm)와 Cu 첨가에 의해 (001) 집합조직의 향상과 함께 높은 수직이방성을 보여주었다.

4. 고 찰

Zr의 첨가에 따라 열처리공정을 통해 Pt와 Zr이 Pt_3Zr 화합물을 형성하기 때문에 Pt가 다소 높은 조성을 갖는 FePt 박막을 만드는 것이 중요하다[1]. 입자크기의 제어에 최적값인 Zr의 양은 이전 연구를 통해 확인하였으며 이와 함께 약 8 at.%의 Cu 조성에서 가장 높은 수직이방성과 제어된 입자크기를 보여주었다[1]. 이는 비가용성의 Zr이 입계의 이동을 막아주어 입자크기를 제어하고, 가용성의 Cu가 c/a 비를 감소시켜 강한 (001) 집합조직을 초래하였기 때문이다[2]. 또한 10 kOe 이상의 수직방향으로의 높은 보자력은 Cu의 첨가에 따라 pinning site를 형성하

는 자성박막의 입계를 통한 Cu의 확산 때문인 것으로 생각된다.

5. 결 론

600℃ 온도에서 열처리시간에 따라 Zr과 Cu 첨가에 따른 FePt박막의 자기적, 구조적 성질의 변화를 비교분석하였다. Zr첨가를 통해 8 nm 이하로 입자크기를 제어하였으며, Cu첨가를 통해 수평방향으로 제어됨과 동시에 높은 수직이방성을 갖는 결과를 확인하였다. 따라서 FePt-CuZr 박막은 고밀도 수직매체로써 활발한 연구와 응용이 가능할 것으로 확신한다.

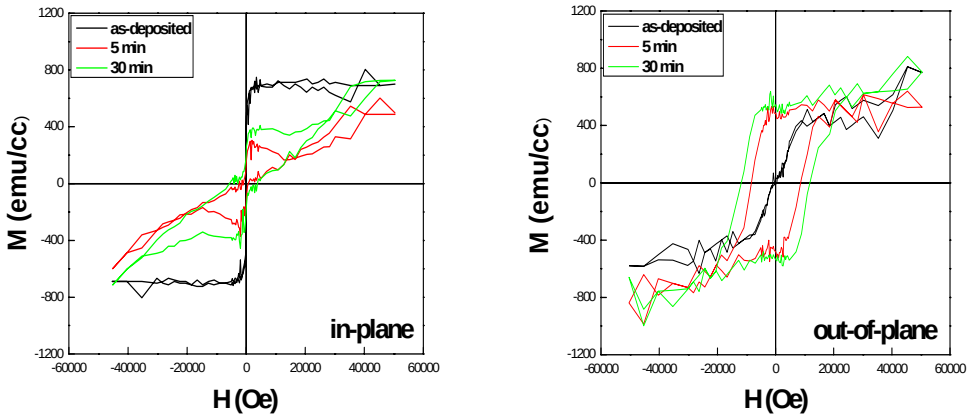

Fig. 1. Magnetic hysteresis loops of [FePt-CuZr/ MgO]$_6$ multilayer films annealed at 600℃ for various times (0, 5, 30 min).

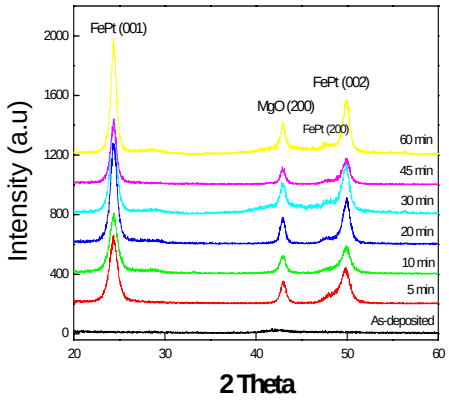

Fig. 2. X-ray diffraction patterns of [FePt-CuZr/ MgO]$_6$ multilayer films annealed at 600℃ for various times (0～60 min).

6. 참고문헌

[1] Seong-Rae Lee, Sanghyun Yang, Young Keun Kim, and Jong Gab Na, Appl. Phys. Lett. 78, 4001(2001).

[2] C. L. Platt, K. W. Wierman, J. Magn. Magn. Mater, 295, 241(2005).