B-10

$FePt-TiO_2$ 박막의 구조적 및 자기적 특성

변원배*, 이택동
한국과학기술원 신소재공학과

1. 서론

해마다 자기 기록 밀도는 높아지고 있으며, 높은 기록 밀도로 인한 열적 안정성 문제를 극복하기 위해서는 현재 상용화된 $CoCrPt-SiO_2$ 수직 기록 매체보다 결정 자기 이방성(Ku)이 큰 재료를 이용하여야 한다. 결정 자기 이방성이 큰 재료 중에 대표적으로 $L1_0$ 규칙상을 이용한 FePd, FePt, CoPt 합금 등이 있다. 그러나 이러한 물질을 상용화하기 시키려면, 증착된 박막이 c축으로 성장 배열을 가지며 낮은 규칙화 온도를 가져야 한다. 일반적으로 이러한 $L1_0$ 구조를 갖는 물질은 규칙화 온도가 매우 높기 때문에 결정립 크기와 결정립의 분리 정도를 제어하기가 매우 어렵다. 이런 문제점들을 해결하기 위해 제3원소를 첨가하는 실험이 보고되고 있으며, continuous type의 FePt에서 Cu[1], Ag, Au [2] 등의 원소가 Fe 및 Pt의 확산 속도를 증가시켜서 FePt의 규칙화 온도를 낮춘다고 알려져 있다. 또한 Wu et al[3]에 의하면, SiO_2를 첨가할 경우 표면에너지가 낮은 SiO_2의 확산으로 인해 granular한 미세 구조를 가지면서 Fe 및 Pt의 확산을 가속시켜 350도의 낮은 온도에서도 $L1_0$ 규칙화가 일어났다고 한다. 이러한 SiO_2의 효과와 비슷하게, 본 연구에서는 TiO_2를 첨가한 isolated island type의 FePt 박막의 규칙화와 미세구조 및 자기적 특성에 대해 알아보았다.

2. 실험 방법

$Fe-TiO_2$와 Pt를 layer-by-layer 방법으로 스퍼터하여 isolated type의 $FePt-TiO_2$ 박막을 제조하였다. 비교하기 위해서, 기준 시편으로 FePt를 증착하였으며, 기준 시편은 [Fe (0.25nm) / Pt (0.28nm)] ×12의 다층 박막 구조를 가지며, 시편을 500도의 (100) MgO 기판에 증착하였다. 이들 각 층의 두께는 1 원자층(monolayer)에 해당하며, $FePt-TiO_2$ 박막을 증착할 때에는 TiO_2의 부피를 고려하여 0.38nm의 $Fe-TiO_2$ 층을 증착하였다. 시편을 증착한 후, 규칙화를 더 진행시키기 위해서 800도의 온도에서 3분 동안 열처리 해 주었다. 증착 박막의 구조적 특성은 X-선 회절(XRD)과 투과전자현미경(TEM)을 사용하여 분석하였으며, 자기적 특성은 진동시편 자력계(VSM)를 이용하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

Fig. 1은 FePt와 $FePt-TiO_2$ 박막의 XRD 결과이다. 모든 시편은 superstructure reflection에 해당하는 FePt (001) peak을 보이고 있으며, 수직 방향 이외의 다른 peak은 관찰되지 않았다. (001)과 (002) peak의 면적법에 의한 규칙화 상수(ordering parameter) S를 계산해보면, FePt는 열처리 전·후로 각각 0.397과 0.502였으며, $FePt-TiO_2$는 열처리 전·후로 각각 0.460과 0.756이다. 따라서 TiO_2로 인해 규칙화 정도가 증가하였음을 알 수 있다. 또한 TiO_2를 넣은 경우에 (001)과 (002) peak의 위치가 약간 오른쪽으로 이동하였음을 확인할 수 있다. 결정립의 미세 구조를 TEM으로 확인한 결과(Fig. 2) FePt는 미세 조직은 열처리 전·후로 큰 차이가 없었으며, 열처리 후에 결정립은 대부분 구형 모양으로 존재하고 있다. 결정립 사이의 거리가 멀기 때문에 열처리에 의한 결정립의 성장 현상이 잘 일어나지 않은 것으로 보인다. 반면에 열처리 전의 $FePt-TiO_2$는 결정립의 크기가 작고 결정립간 분리도 잘 이루어져 있으며 이들 사이의 거리도 기준 시편보다 줄어들었다. 이 박막을 열처리 해주면, 인접 결정립

들이 서로 연결되어 channel 구조를 형성시켰음을 확인할 수 있었다. 기준 시편인 FePt 박막의 보자력은 열처리를 함으로서 4.1kOe에서 5.4kOe로 증가하였으며, FePt-TiO_2 시편의 경우, 박막을 포화시키기에 외부 자장(H_{max} = 17kOe)이 충분하지 않아서 minor loop 만을 얻을 수 있었고, 이 때 minor loop의 보자력은 13kOe로 기준 시편보다 매우 큰 값을 나타냈다.

4. 결론

Isolated island type의 FePt-TiO_2의 미세 구조 및 자기적 특성에 대해 알아보았다. TiO_2의 첨가로 인해 FePt의 규칙화가 더 잘 일어났다. 열처리 전, FePt 기준 시편과 FePt-TiO_2 시편의 결정립간 분리 정도는 잘 이루어져 있음을 확인하였다. 기준 시편과 비교했을 때, TiO_2를 첨가한 시편의 경우, 결정립의 크기가 현저하게 줄어들었지만, 열처리 후에는 인접 결정립과 연결되어 channel 구조를 형성하였다.

5. 참고문헌

[1] T. Maeda, T. Kai, A. Kikitsu, T. Nagase, and J. Akiyama, Appl. Phys. Lett. 80 (2002), 2147.

[2] C. L. Platt, K. W. Wierman, E. B. Svedberg, R. Veerdonk, J. K. Howard, A. G. Roy, and D. E. Laughlin, J. Appl. Phys. 92 (2002) 6104.

[3] Y-C. Wu, L-W. Wang, and C-H. Lai, Appl. Phys. Lett. 85, (2007) 072502.

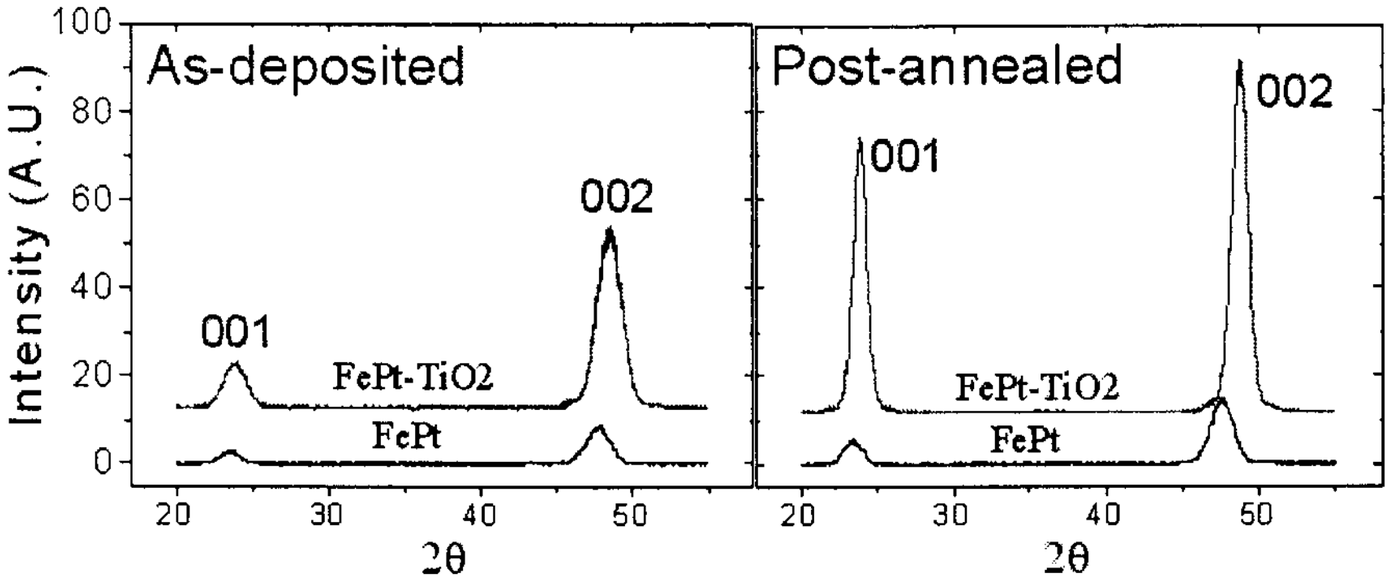

Fig. 1. XRD patterns of as-deposited and post annealed FePt and FePt-TiO_2 film.

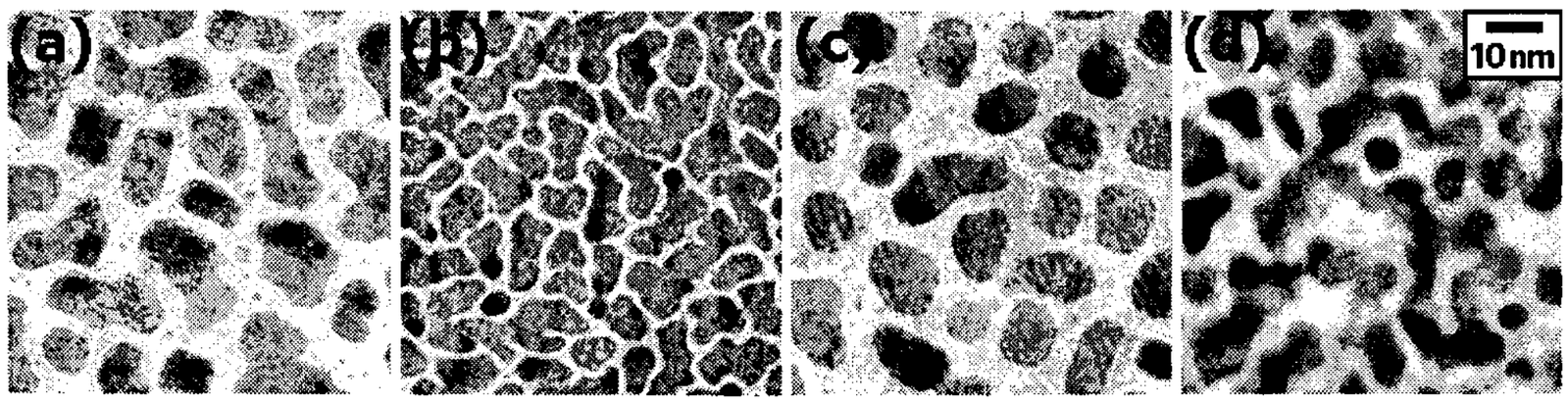

Fig. 2. In-plane TEM images of as-deposited (a) FePt ,(b) FePt-TiO_2 film and post-annealed (c) FePt, (d) FePt-TiO_2 film.