

U-1

MgO (100) 기판 위에 스퍼터링으로 증착한 FePt/Pt 박막의 온도에 따른 Growth Morphology 연구

한국과학기술원 김무겸*, 신성철

Study on the Growth Morphology and the Magnetic Properties of FePt/Pt Thin Film
Sputtered on MgO (100) Substrate

KAIST Mu-Gyeom Kim*, Sung-Chul Shin

1. 서론

최근 FePt 합금 박막이 가지는 커다란 자기 이방성과 Kerr 회전각을 자기 및 광자기 기록에 응용하기 위한 연구가 활발하게 진행돼 오고 있다[1]. 이런 자기적 및 광자기적 특성은 300도 이상의 성막 온도에서 형성되는 박막내의 $L1_0$ ordered 구조와 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있다[2]. 또한 응용적인 측면에서 연속적인 박막으로서 제작 및 연구되어져 왔다.

기본적으로 FePt 박막과 MgO (100) 기판 사이에는 8.5 %정도의 큰 격자 불일치가 있다. 이 불일치를 극복하기 위해 Pt 하지층을 사용하였으나 기판과의 격자 불일치는 7.3 %로 여전히 크게 남아 있다. 스트레스 완화에 의한 하지층의 전위나 twin 혹은 antiphase boundary 같은 결함들이 FePt 층에 영향을 준다. 특히 기판 온도가 Pt 하지층 뿐만 아니라 FePt 층의 growth morphology에 영향을 준다. 하지만 $L1_0$ ordered 구조를 가지는 FePt 박막의 growth morphology에 대한 연구가 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 기판의 온도를 100 - 600 도로 변화시키면서 MgO (100) 기판 위에 스퍼터링으로 제작한 FePt/Pt 박막의 growth morphology에 대해 연구하였다.

2. 실험방법

기본 압력 $\sim 10^{-7}$ Torr와 증착 압력 5 mTorr에서 dc magnetron co-sputtering으로 2" Fe과 Pt target을 사용하여 증착 하였다. 먼저 MgO (100) 기판 위에 Pt 하지층을 100 Å 쌓은 후에 바로 $Fe_{50}Pt_{50}$ 합금을 500 Å 두께로 만들었다. 기판의 온도는 100 도에서 600 도까지 변화시켰다. 증착 후 post-annealing 효과를 얻기 위해 기판 받침으로 열적 분산이 적은 세라믹을 사용하였다. 박막 조성은 nominal value의 1 % 정도 이내가 되도록 하였다. 표면 거칠기는 atomic force microscopy (AFM), 표면 topology 는 scanning electron microscopy (SEM)으로 보았다. SEM 이미지는 2D fast Fourier transform (FFT)로 분석하였다. X선 회절 반사 및 투과 방법을 사용하여 박막에 수직과 수평 방향의 각각 d-spacing을 구했다.

3. 실험결과 및 고찰

그림1에서 보듯이 온도가 증가할수록 FePt/Pt 박막의 growth morphology가 2D layer-by-layer mode에서 점차 3D island mode로 변하는 것을 관찰했다. 특히 400도 부근에서 island 구조가 나타났다.

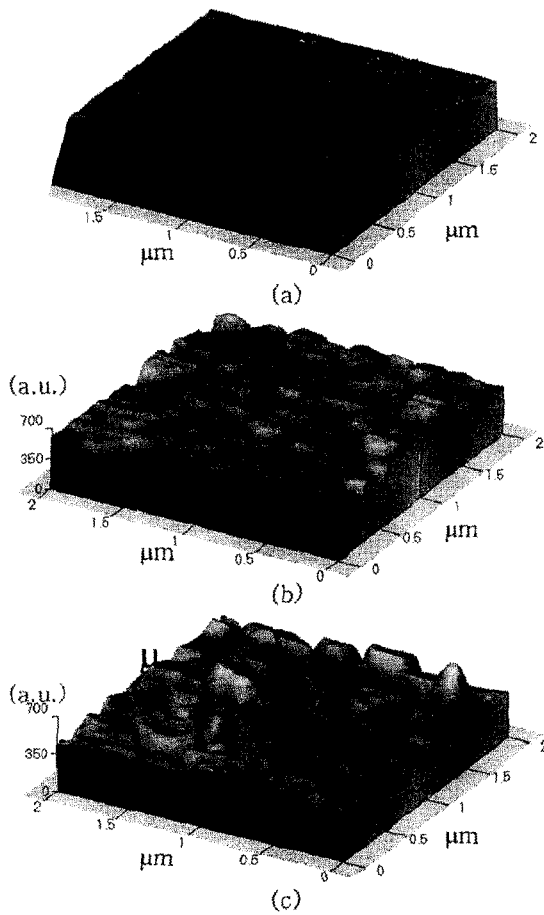


그림 1. 온도에 따른 대표적인 FePt/Pt 박막의 성장 구조 변화 (a) 300 °C (b) 400 °C (c) 500

4. 결론

기판 온도 300도 이상에서 FePt/Pt 박막 내에 $L1_0$ ordered 구조가 형성되었다. 성장 구조는 온도가 증가할수록 400도 부근에서 2D layer-by-layer mode에서 3D island growth를 했다. 박막이 continuous mode에서는 격자 불일치에 의한 영향이 growth morphology에 중요하게 작용하나 island mode에서는 열적 스트레스에 의한 영향이 점차 증가하는 것을 알았다.

5. 참고문헌

- [1] D. Weller, A. Moser, L. Folks, M.E. Best, W. Lee, M.F. Toney, M. Schwickert, J-U. Thiele M.F. Doerner, IEEE Trans. Magn. 36, 10 (2000)
- [2] M. R. Visokay and R. Sinclair, Appl. Phys. Lett. 66, 1692 (1995)

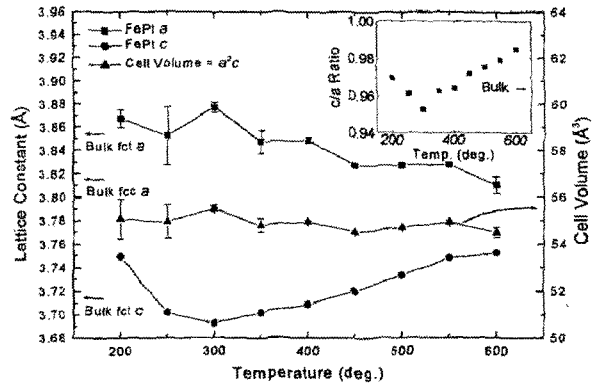


그림 2. 온도에 따른 격자 상수 값의 변화. 수평 격자 상수 (■), 수직 격자 상수 (●), 그리고 cell volume (▲). Inset에는 온도에 따른 c/a 변화.

그림2에서는 300도에서 수평 격자 상수가 최대값을 갖고 수직 격자 상수가 최소값을 갖음으로써 박막 내에 인장 스트레스가 최대임을 알 수 있다. 300도 이상에서는 수평과 수직 격자 상수값들이 각각 일정하게 감소하고 증가했다. Inset에서 보듯이 c/a ratio가 300도에서 최소값을 갖고 온도에 따라 점차 증가했다. 특히 island 구조를 보이는 400도에서 각각 bulk 값을 갖는 것으로 보아 growth morphology에 작용하는 스트레스 메커니즘이 온도에 따라 변하는 것을 알았다.