

FePd 인공격자박막의 구조 및 자기적 특성에 관한 연구

정인식¹, 김민재¹, 정한주¹, 조영훈², 박승영², 정명화², 김준규³, 하재근¹
¹ 광운대학교 전자재료공학과, ² 한국기초과학지원연구원, 양자물성팀, ³ 인하대학교 소재연구소

A Study on the Structure and Magnetic Properties of FePd Superlattice Thin Film

I.S.Chung^{a1}, M.J.Kim¹, H.J.Jung¹, Y.H.Jo², S.Y.Park², M.H.Jung², J.-G.Kim³, J.G.Ha¹

¹ Dept. of Electronicmaterial Engineering, Kwangwoon Univ.

^b Quantum Material Research Team, Korea Basic Science Institute,

³ Institute of Advanced Materials, Inha Univ.

1. 서론

최근 초고밀도의 하드디스크 개발을 위한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 현재 사용 중인 수평기록 방식의 자기기록은 Co-Cr 합금 등을 사용하고 있다. Co-Cr 합금은 상대적으로 낮은 자기이방성을 가지므로 상온에서 기록된 데이터를 유지할 수 없는 초상자성 효과와 같은 여러 한계를 보이며, 기록밀도의 증가도 수년 안에 포화될 것으로 예상된다. 따라서, 이를 대체할 기술이 시급한 실정이다. 이에 대한 대체방안으로 수직자기기록방식이 제시 되어 왔다^[1]. 수직기록방식에서 가장 중요한 요소라고 할 수 있는 수직자기이방성이 큰 재료로서는 현재 일본 동북대 등에서 활발히 연구 중인 L1₀구조의 FePt 합금 등의 재료가 유력한 후보로 제안되고 있다. FePt 합금은 불규칙화된 상태일 경우 FCC 구조를 가지지만 (001)방향을 따라 단원자 층으로 쌓여있는 상태인 FCT (Face-centered-tetragonal) L1₀ 구조를 가질 때는 매우 높은 수직자기이방성을 갖게 된다. 그러나, L1₀구조의 FePt 합금을 제조하기 위해서 사용되는 Pt 타겟은 고가이며 또한, 500°C 이상의 높은 열처리 온도를 필요로 한다. 높은 열처리 온도는 실질적인 응용을 위해서는 극복해야 할 문제이다. 즉 열처리온도를 낮추는 방법을 연구하는 것이 중요하다. 따라서 상대적으로 FePt 합금에 비하여 저렴하면서도 낮은 온도에서 규칙화할 것으로 예상되는 FePd 합금박막을 스퍼터링법으로 제작하여 구조 및 자기적 특성을 분석하였다.

2. 실험방법

FePd 합금박막의 제작에는 고순도의 Fe와 Pd 타겟을 사용한 DC 마그네트론 스퍼터링법을 사용하였다. Ar 분압은 15 mTorr로 고정하고 타겟과 기판과의 거리를 충분히 주어(d=105mm) 증착시 원자간의 충돌로 인한 규칙도를 방해하는 요소를 제거하였다. Fig. 1 과 같이 실온에서 높은 결정성을 보이는 MgO를 기판으로 사용하여 Fe 씨앗층위에 Pd 버퍼층(800Å)을 에피택시하게 증착하고 기판 가열을 통한 열처리와 동시에 Fe와 Pd를 단 원자층으로 120회를 Fig. 2 와 같이 교번 증착하였고 산화방지막으로 Pd를 증착하여 MgO/Fe/Pd/[Fe/Pd]₁₂₀/Pd 형태의 초격자 합금박막 샘플을 제작하고 측정 을 진행하였다. 또한 기판온도변화 및 FePd 합금의 Fe의 증착시간을 고정하고 Pd의 증착시간을 조절 하여^[2] 조성변화에 따른 구조 및 자기적 특성을 조사하였다. 스퍼터링법으로 증착할 경우 증착된 박막이 비정질의 형태를 띠게 되므로 증착기판의 가열의 조건 확립이 매우 중요할 것이며 단원자층의 높은 정밀도를 요구하는 증착방식이므로 Fe와 Pd의 정확한 조성비를 요구한다. 조성비는 EDS(Energy Dispersive X-ray Spectrometer)에 의해 분석하였고 FePd 합금박막의 결정구조는 XRD(X-Ray Diffraction)로 측정하였으며 SQUID(Superconducting Quantum Interference Device)를 이용하여 M-H curve를 측정하였다.

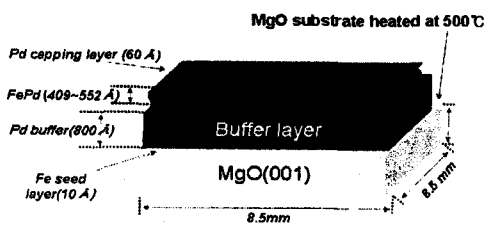


Fig.1 Schematics of MgO/Fe/Pd/[Fe/Pd]₁₂₀/Pd



Fig.2 Schematics of alternating atomic deposition

3. 결과 및 고찰

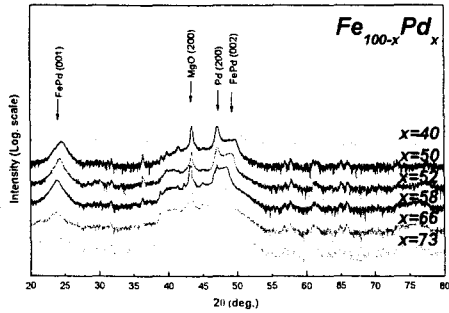


Fig.3 XRD patterns of $Fe_{100-x}Pd_x$ as a function of Pd content at $T_s=400^\circ C$

Fig. 3는 $400^\circ C$ 의 기판온도에서 Fe와 Pd의 조성변화에 따른 XRD 측정결과이다. 주 피크는 FePd(001), MgO(200), Pd(200), FePd(002)로 나타났으며 본 결과를 보면 Pd의 농도가 증가함에 따라 FePd 초격자 피크인 FePd(001)피크의 강도가 Pd의 조성 52 at.% 일 때 최고를 나타내다가 다시 감소하였으며 기본피크인 (002)피크는 낮은 각도쪽으로 이동했다는 것을 알 수 있다. 또한 이러한 이동은 FePd 박막의 구조가 c축으로 확장된다는 것을 말해주고 있으며 Pd의 조성이 50 at.%일 경우 FePd(001)피크의 ($2\theta=24.6^\circ$) 각도가 가장 높았다. FePd 초격자박막의 장범위규칙도는 Pd의 조성이 52 at.%일 경우 ($S=0.65$)가 가장 높았다.

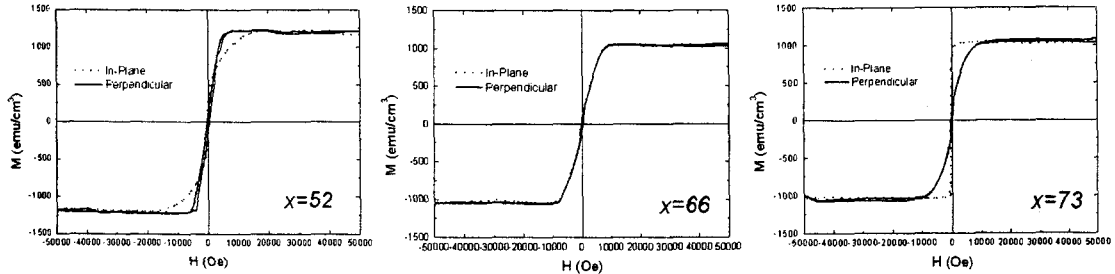


Fig.4 Magnetization curve for $Fe_{100-x}Pd_x$ films containing various Pd content at $T_s=400^\circ C$

Fig. 4는 Pd의 조성이 52, 66, 73 at.% 일 때의 자화곡선이다. 이때 박막면의 면내방향(점선)과 수직방향(실선)으로 측정된 자화곡선이 이루는 폐면적이 수직자기이방성 에너지를 나타내며, Pd의 조성이 52 at.% 일 경우 $1.2 \times 10^7 \text{ erg/cm}^3$ 의 높은 수직자기이방성 에너지를 갖는 것을 확인하였다. Pd의 조성이 66 at.% 일 경우 상당히 작아지며 Pd의 조성이 73 at.% 일 경우는 오히려 자화용이축이 면수직방향에서 면내방향으로 전환 되었다는 것을 알 수 있다.

4. 결론

비교적 낮은 온도($T_s=400^\circ C$)에서도 FePd 초격자구조가 단원자 교번증착 스퍼터링 방법에 의해 제작되었다. 또한 형성된 FePd박막합금은 상당히 높은 수직자기이방성 에너지를 (Pd조성 52 at.%, $1.2 \times 10^7 \text{ erg/cm}^3$) 가지며 높은 수치의 장범위 규칙도 S(Pd조성 52 at.%, 0.65)를 나타냈다.

이에 높은 수직자기이방성을 가지면서도 비교적 낮은 온도에서도 기존의 FePt에 대등할 만큼의 좋은 수직자기기록용 매체의 특성을 보여주었으며, 초고밀도 기록매체와 같은 응용분야에 충분한 가능성을 보여주고 있다.

5. 참고문헌

- [1] S.-I Iwasaki, IEEE Trans. Magn., MAG-20,5 (1984)
- [2] T.Seki, T.Shima, K.Takanashi, Y.Takanashi, Appl. Phys. Lett. 82, 15 (2003)