

Co/Pd 다층계 박막에서 하지층이 결정립 크기와 자기적 특성에 미치는 영향

한국과학기술원

변원배*, 이택동

Effects of underlayers on grain size and magnetic properties in Co/Pd multilayered films

KAIST

W. B. Byun*, T. D. Lee

1. 서론

수직 기록 매체에서 고밀도 기록을 가능하게 하기 위해서는 결정립의 크기를 작고 균일하며, 각각의 결정립들은 자기적으로 분리가 잘 되어 있어야 한다. 결정립이 작아짐에 따라 줄어드는 열적 안정성을 보완해 주기 위해 높은 자기 이방성을 가진 재료를 사용해야 한다. 이러한 고밀도 수직 기록 매체에 사용될 수 있는 후보 중 하나는 Co/Pd 다층계 박막이다. Co/Pd 다층계 박막은 매우 큰 수직 자기 이방성을 가지고 있다. 하지만 결정립의 크기가 크고 결정립간 자기적 결합력이 강하여 이로 인한 천이 노이즈가 발생하므로 이를 개선하기 위해 많은 연구들이 진행 중이다. 이들 연구의 진행 방향을 보면 크게 두 가지로 나눌 수 있는데, 첫 번째는 Co/Pd 다층계 박막의 기록층에 B[1], Cr[2], Al[3] 같은 제 3의 원소를 첨가하는 방법이고, 두 번째는 서로 잘 분리되어 있으면서 크기가 작은 결정립을 가진 하부층을 사용하여 기록층의 결정립을 자기적으로 잘 분리시켜 주는 방법이 있다[4]. 본 연구에서는 후자의 방법을 사용하여 Co/Pd 다층계 박막의 결정립간 자기적 결합력과 자구의 크기를 줄이려는 시도를 하였다.

2. 실험 방법

본 실험에서 사용한 기본 구조는 Ti(50 Å)/하지층(200 Å)/[Co(4.2 Å)/Pd(9.0 Å)]₃₀로서 DC 마그네트론 스퍼터링을 이용하여 증착하였다. 실험 중 진공 상태는 5×10^{-7} Torr 이하를 유지하였으며 스퍼터링 조건은 증착 압력 25mTorr, 증착 전력은 10W를 사용하여 Si 기판 위에 최대한 천천히 증착 되도록 하였다. 사용한 하지층은 PtB과 PtSi이다. 일반적으로 사용되는 하지층은 Pd이므로 Pd 하지층을 이용한 Co/Pd 다층 박막과 PtB과 PtSi 하지층을 사용한 Co/Pd 다층 박막을 비교 분석하였다. PtB층과 PtSi층을 증착시키기 위해서 고순도 Pt 타겟에 B과 Si칩을 붙여서 복합 타겟으로 구성하였다. 자기적 특성은 VSM으로 측정하였고, 미세 구조와 자구의 관찰을 위해 각각 TEM과 MFM을 사용하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

Pt 하지층의 결정립을 잘 분리시키기 위해 Pt에 대한 용해도가 작은 원소인 B과 Si를 선택하여 복합 타겟을 구성하였다. 우선 Ti(50 Å)/하지층(200 Å)만을 증착시킨 후 결정립이 어떻게 분포되어 있는지를 TEM으로 평면 관찰 하였다. 그림 1은 Pd, Pt, PtB, PtSi 하지층에 대한 TEM 평면 사진을 보여주고 있다. Pd 하지층의 경우에 대부분의 결정립들이 서로 연결되어 있음을 알 수 있다. Pt 하지층은 Pd 하지층보다 결정립간 분리가 잘 되었으나 여전히 연결되어 있는 부분이 많음을 볼 수 있다. Pd 하지층과 Pt 하지층의 결정립 크기는 약 20nm 정도된다. B과 Si 첨가 때문에, PtB와 PtSi 하지층의 결정립 크기는 Pt와 비교해보았을 때 작아졌음을 알 수 있다. 하지만 PtB 하지층은 결정립의 물리적인 분리가 그렇게 효과적이지는 않다. PtSi 하지층의 경우, 이들의 결정립 크기는 약 5nm로 Pt의 결정립보다 약 4배 정도 줄어들었고, Pt와 비교해보았을 때 결정립의 물리적인 분리가 잘 되었다고 할 수 있다.

그림 2는 이들 하지층 위에 Co/Pd 다층 박막을 증착시켰을 때의 자기 이력 곡선과 MFM(스캔 사이즈 : $1\mu\text{m} \times 1\mu\text{m}$)을 보여주고 있다. Co/Pd 다층 박막에서 결정립들이 자기적으로 분리되어 있는지를 알아보기 위해 자기 이력 곡선의 보자력에서의 기울기 $\alpha = 4\pi(dM/dH)$ 를 구해 보았다. 기울기 값은 Pd, PtB, PtSi 하지층을 사용하였을 때 각각 약 1.5, 1.2, 1.2였다. 따라서 Pd 대신에 PtB과 PtSi 하

지층을 사용함으로써 기울기 값이 조금 감소하였음을 알 수 있고, 이는 곧 자기적인 분리가 좀 더 잘 되어 있음을 뜻하는 것이다. 하지만 보자력 값을 비교해 보면, PtB 하지층을 사용한 경우(약 4900 Oe)는 Pd 하지층을 사용한 경우(약 5300 Oe)보다 약간 줄어들었으며, PtSi 하지층을 사용한 경우에는 보자력(약 2900 Oe)이 상당히 감소하였음을 알 수 있었다. 실제적으로 결정립의 자기적 분리가 하지층으로 인하여 효과적으로 분리되었는지 확인하기 위해 MFM으로 자구의 형태를 관찰해 보았다. Pd 하지층을 사용한 경우 자구의 크기는 약 140nm였으며 자구의 일부분이 상당히 많이 연결되어 있음을 알 수 있다. 이와 비교해서 PtB와 PtSi 하지층을 사용한 경우에 자구의 크기는 각각 약 110nm, 90nm로 작아졌음을 확인할 수 있었다. 자구의 모양도 spot 모양으로 많이 바뀌었으나 일부는 연결되어 있다. 자구의 모양이 spot 모양으로 바뀌었다는 것은 결정립간 자기적인 분리가 더 잘 되어있음을 의미하는 것이고 이는 PtSi 하지층을 사용한 Co/Pd 다층 박막의 α 값이 가장 작다는 사실과 일치한다.

4. 결론

B과 Si을 Pt에 첨가함으로써 하지층의 결정립 크기를 줄일 수 있었고 또한 이들을 물리적으로 분리시킬 수도 있었다. 이로 인해 하지층 위에 증착되어지는 Co/Pd 기록층의 자구들의 크기도 감소되었으며 이들 자구의 모양이 spot 모양으로 많이 바뀌었음을 알 수 있었다. 그러나 자구들이 완벽하게 분리되지는 않았다.

5. 참고 문헌

- [1] W. Peng, W. Zhu, R. H. Victora, and J. H. Judy, *J. Appl. Phys.* **91**, 8070 (2002)
- [2] B. M. Lairson, J. Perez, and C. Baldwin, *Appl. Phys. Lett.* **64**, 2891 (1994)
- [3] W. W. Jiang, J. P. Wang, and T. C. Chong, *J. Appl. Phys.* **91**, 8067 (2002)
- [4] H. Ohmori, and A. Maesaka, *IEEE Trans. Magn.* **36**, 2384 (2000)

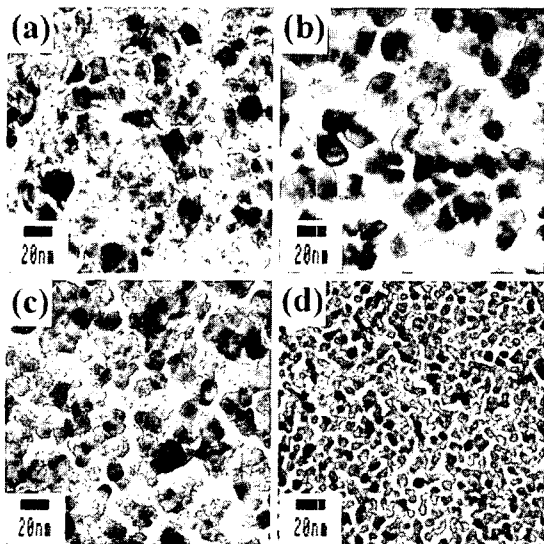


Fig. 1. Plan-view TEM images of (a) Pd underlayer, (b) Pt underlayer, (c) PtB underlayer and (d) PtSi underlayer

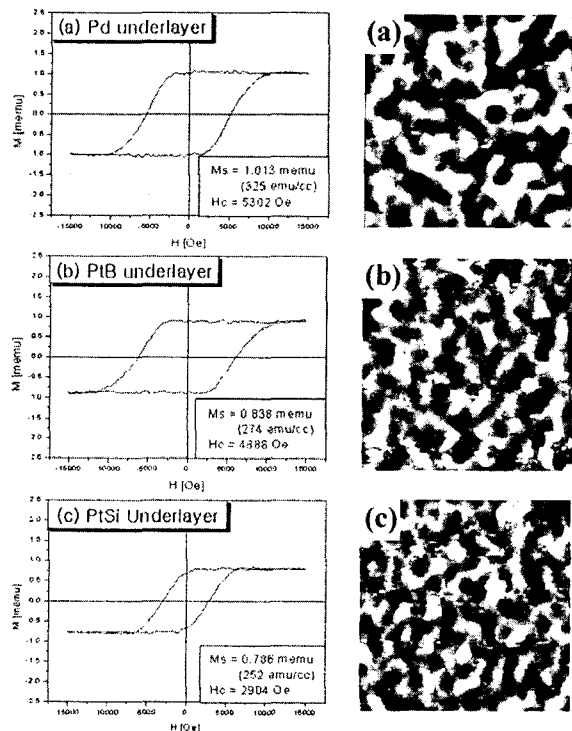


Fig. 2. M-H curves and MFM images of Co/Pd multilayers on (a) Pd, (b) PtB, and (c) PtSi underlayer