

자기이방성이 다른 적층구조 미디어의 열적안정성 및 기록특성

박상환*, 김선옥, 이택동
한국과학기술원 신소재공학과

1. 서론

현재 Hard Disk Drive (HDD)에 수직자기기록매체로 사용되고 있는 CoCrPt-SiO₂ 박막은 자기이방성이 2×10^6 erg/cc 정도로 원통형으로 가정한 결정립의 diameter가 7 nm 보다 작을 때, 자화반전의 energy barrier가 thermal agitation에 의한 thermal energy에 대해 충분한 값을 갖기 어렵다. 또한 결정립의 평균 크기가 열적으로 안정한 영역이라 하더라도 결정립 크기의 편차에 의해 평균값 보다 작은 영역이 존재하므로 열적안정성을 확보할 수 없게 된다. 한편, energy barrier를 높이기 위해 결정립의 volume을 크게 하면 미디어의 transition noise를 증가시키는 요인이 되므로 기록밀도의 관점에서 불리하다. 따라서 기록특성과 열적안정성을 동시에 확보하기 위해서는 자기이방성이 더욱 큰 (2×10^6 erg/cc 이상) 물질을 도입할 필요가 있다. 일반적으로 Pt의 함량 (20 ~ 30 at.%)에 의해 Co-alloy의 자기이방성이 결정되므로 CoCrPt보다 상대적으로 Pt의 함량이 높고 대신 Cr의 함량이 작은 Co-alloy를 이용하면 큰 자기이방성을 가진 granular type의 미디어를 만들 수 있다 [1, 2]. 그러나 Cr의 함량이 작거나 없는 경우 전자 간의 상호 교환작용에 의해 magnetic domain의 크기가 커지므로 고밀도 기록특성은 CoCrPt-SiO₂보다 악화될 것이다.

본 연구에서는 열적안정성과 低노이즈 특성을 동시에 확보하기 위해서 Pt의 함량이 다른, 즉 자기이방성 에너지가 다른 두 개의 Co-alloy를 적층하여 두 가지 특성을 모두 만족 시킬 수 있는 최적의 구조를 논의하려고 한다.

2. 실험방법

CoCrPt-SiO₂와 CoPt-TiO₂ 두 층의 총 두께를 16 nm로 고정하고 두께 비율과 적층 순서를 바꾸어가며 Ta/Ru underlayer 위에 증착하였다. Glass substrate 위에 Soft underlayer (SUL)로는 anti-ferro coupled CoZrNb 층이 사용되었다. MOKE, XRD를 이용하여 적층 구조 미디어의 자기적 결정학적 특성을 분석하였고 spinstand 측정을 통해 기록특성과 열적안정성을 평가하였다.

3. 실험결과 및 고찰

CoPt-TiO₂ 층이 bottom layer일 때, CoPt-TiO₂의 두께가 증가함에 따라 coercivity (Hc)가 증가하고 자성층 총 두께의 절반인 8 nm 이상일 때는 CoPt-TiO₂ 단층 (16 nm)보다도 Hc가 커진다. 반면, CoCrPt-SiO₂ 층이 bottom layer일 때는 CoPt-TiO₂의 두께가 8 nm이상인 경우에 Hc가 증가하기 시작하나 그 값이 CoPt-TiO₂ 단층 (16 nm)보다 크지 않다. Nucleation field (Hn)는 CoPt-TiO₂ 층이 bottom layer일 때가 top layer일 때보다 상대적으로 크다. CoPt-TiO₂ bottom 적층구조에서는 CoPt-TiO₂의 두께가 8 nm까지 증가함에 따라 Hn이 negative 방향으로 커지다가 그 이상의 두께에선 줄어든다. 그러나 CoCrPt-SiO₂ bottom 적층구조에서는 Hn의 거동이 CoPt-TiO₂ bottom 적층구조일 때와 정반대의 결과를 보여준다.

XRD spectra 관찰 결과, Ru위에 증착된 CoPt-TiO₂의 “c” parameter는 두께가 40 nm 이상일 경우 4.27 Å으로 일정하지만 40 nm보다 얇은 영역에서는 Ru의 lattice의 영향을 받아 커진다. 박막의 경우에는 표면에너지와 lattice distortion에 의해 물질 고유의 lattice 크기를 유지하지 못하고 아래에 존재하는 막의 lattice에 영향을 받기 쉽다. Lattice 구조의 변화는 결정자기이방성 에너지의 변화를 야기하므로 CoPt-TiO₂와 CoCrPt-SiO₂의 적층 순서에 따라 자기적인 특성이 바뀌는 현상도 lattice 구조의 변화와 관계된 것으로 보인다. 그러나 현재까지는 local한 영역의 c/a ratio를 확인할 수 없어서 그 상관관계를 파악하는데 어려움이 있다.

600 kfc에서 기록한 recording track의 SNR은 CoPt-TiO₂가 bottom layer인 경우가 그 반대인 경우보다 1 ~ 2 dB 낮다. 이는 CoPt-TiO₂가 아래에 존재할 때 Cr의 부재로 인하여 CoCrPt-SiO₂이 보다 결정립간 상호 교환작용이 크므로 AC-erased noise가 크기 때문이다. 그러나 SpISNR은 적층 순서와 상관없이 모든 적층 비에서 비슷한 값을 가지므로 CoPt-TiO₂ bottom 구조가 고밀도 기록의 측면에서 치명적인 결함이 되지는 않는다.

시간에 따른 Track Average Amplitude (TAA) decay로 평가한 thermal stability는 CoPt-TiO₂가 bottom layer일 때 더욱 우수하였다. 2 nm의 bottom CoPt-TiO₂만으로도 thermal stability 특성이 현저히 개선되었다. CoPt-TiO₂의 두께가 더 두꺼워져도 TAA decay는 2 nm의 경우와 비슷한 경향을 보인다.

4. 결론

CoPt-TiO₂와 CoCrPt-SiO₂의 적층구조를 도입함으로써 결정립계가 작으면서도 열적으로 안정한 미디어를 구현할 수 있었다. 적층의 순서에 따라 열적안정성이 달라진 원인으로 상호 교환작용의 차이에 의한 magnetic cluster 크기의 차이와 결정자기이방성의 차이를 들 수 있으나 track transition에서의 기록특성에는 크게 차이가 없었으므로 두 층의 적층구조가 기록특성을 악화시키지 않는 동시에 열적안정성을 개선시킨 것으로 판단된다.

5. 참고문헌

- [1] Masahiro Kitada and Noboru Shimizu, J. Appl. Phys. **54**, 12, 1983.
- [2] K .K. Many Pandey, J. S. Chen, and G. M. Chow, J. Appl. Phys. **100**, 054909, 2006.