

## CoCrPt-SiO<sub>2</sub>계 수직기록매체에서의 열처리 효과 (Effect of annealing on magnetic properties of CoCrPt-SiO<sub>2</sub> perpendicular magnetic recording media)

박상환<sup>1</sup>, 김선욱<sup>1</sup>, 홍대훈<sup>2</sup>, 이택동<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 한국과학기술원 신소재공학과 대전 유성구 구성동 373-1

<sup>2</sup> Korea Institute of Science and Technology, POB 131, Seoul 130-650, Korea

### 1. 서론

미디어의 노이즈를 줄이는 것은 고밀도 수직기록매체를 실현하기 위해서 매우 중요한 요소이다. Post-annealing은 노이즈를 줄이기 위한 방안으로 알려져 있다. 수평기록방식의 매체에서는 열처리를 통하여 magnetic grain들을 Cr편석으로 고립을 강화시켜 노이즈를 감소시킨 결과가 보고된 바 있다 [1][2]. CoCr-alloy를 이용한 수직기록미디어에서도 Mg 혹은 Cr segregation에 의한 노이즈 감소와 crystallinity의 개선에 의한 보자력의 증가가 보고되었다[3][4][5]. CoCrPt-SiO<sub>2</sub>를 자성층으로 하는 수직기록매체에서는 SiO<sub>2</sub>가 결정립 계면에 채워지면서 Co 결정립들을 분리시킨다[6]. 본 연구에서는 CoCrPt-SiO<sub>2</sub> 수직기록매체에 열처리를 하여 자성특성의 변화거동을 관찰하고 그 원인에 대하여 논의하고자 한다.

### 2. 실험방법

Ta/Ru/CoCrPt-SiO<sub>2</sub> 박막을 DC magnetron sputter를 사용하여 상온에서 증착하였다. Underlayer 두께는 23 nm 이고(Ta 3 nm, Ru 20 nm) 자성층은 10~15 nm이다. 모든 층을 상온에서 증착한 후에 post-annealing을 하였다(sample 1). Post-annealing은 SiC 저항가열 heater로 약 120~300°C 에서 30 분 동안 이루어졌다. Base pressure는  $2 \times 10^{-7}$  mtorr이다. Post-annealing과 substrate pre-heating과의 차이를 알아보기 위해 substrate를 pre-heating하여 underlayer부터 증착한 박막(sample 2)과 자성층만을 pre-heating한 박막(sample 3)을 제조하였다. Sample 2와 3은 post-annealing을 하지 않았다. Pre-heating은 post-annealing보다 낮은 온도에서 이루어졌다(200 °C이하).

증착된 박막의 자성 특성은 vibrating sample magnetometer(VSM)를 이용하여 측정하였다. XRD와 TEM을 통하여 결정성과 미세구조를 관찰하였다.

### 3. 실험 결과 및 고찰

Underlayer를 증착할 때부터 pre-heating한 sample 2와 자성층만 pre-heating한 sample 3은 열처리를 하지 않은 기준시편보다 수직기록매체로서의 자성특성이 나빠졌다. 두 경우 모두 수직방향의 보자력은 감소하고 수평방향의 보자력이 커졌으며 sample 3의 경우에는 180~200°C 영역에서 수직과 수평 특성이 역전되었다. Rocking curve 측정을 통해 pre-heating의 온도가 높아질수록 c축 배향성의 편차가 커짐을 알 수 있었다. 특히 Sample 3의 경우 CoCrPt의 (0002) peak이 거의 나타나지 않는 데 이는 MH-loop의 수직/수평 역전 결과와 일치하는 것이다.

반면, 모든 증착이 끝난 후 annealing한 sample 1은 확연히 다른 거동을 보인다. Sample 1은 열처리에 의해 c축 배향성이 악화되지 않았다. 또한 그림 1에서 post-annealing의 온도가 180~200°C 일 때 loop 기울기의 변화 없이 수직보자력이 500 Oe이상 증가함을 보였다. 이 증가는 negative nucleation field의 증가를 의미한다. Annealing 온도가 200°C 이상 증가하면, loop의 기울기가 증가하고 수직성분의 보자력이 감소하기 시작한다. 주목할 만 한 점은 온도가 계속 증가하더라도 핵생성자계 값은 크다는 점이다. 이러한 경향은 자성 층의 두께가 10 nm일 때도 동일하다.

그림 2는 180~200°C에서 post-annealing을 거친 sample 1의 in-plane TEM 이미지이다. 상온에서 증착된 박막보다 annealing한 경우 grain size가 1.5 nm 정도 감소하였고 상대적으로 grain boundary가 두꺼워짐을 알 수 있다. 이는 열처리를 통해 Co grain 있던 Cr이 boundary로 빠져나와 CrO를 생성하기 때문으로 판단된다.

MH loop의 기울기는 보자력 근처에서  $4\pi(dM/dH)$ 로 결정되는데 열처리 후 H<sub>c</sub>는 500 Oe 이상 증가하였고 M은 20~30 emu/cc 증가하였다. 기울기가 동일함에도 불구하고 H<sub>c</sub>증가에 비해 M의 증가가 미미한 것으로 보아 열처리 후 보자력이 증가한 원인으로 Co 내의 Cr이 boundary로 석출된 것 이외의 다른 이유도 함께 고려해야 한다. Stacking fault의 감소 혹은 crystallinity의 증가와 같은 가능성에 대한 자세한 조사가 필요하다. 또한 Ru과 자성층 간의 확산에 의한 영향도 고려되어야 한다.

#### 4. 결론

본 연구를 통해 CoCrPt-SiO<sub>2</sub> 수직기록 매체의 특성이 post-annealing을 통해 향상될 수 있는 가능성을 확인하였다. 열처리로 Co grain의 isolation을 제어할 수 있고 이를 통하여 보자력과 exchange coupling의 정도를 조절할 수 있다. 이를 통해 CoCrPt-SiO<sub>2</sub>계 수직기록매체에서도 열처리를 통해 미디어의 노이즈를 감소시킬 수 있을 것으로 기대한다.

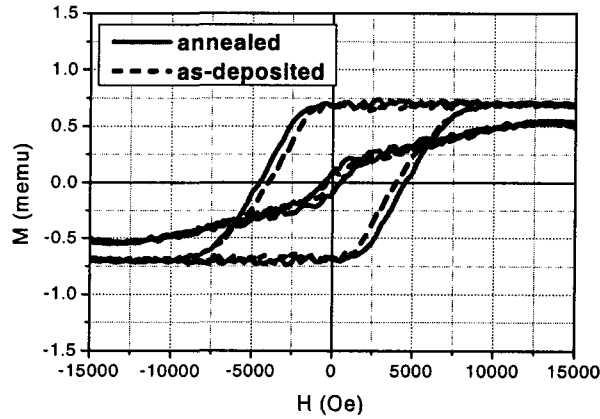


그림1. Sample,1. 자성층 15 nm  
post-annealed (180~200 °C)

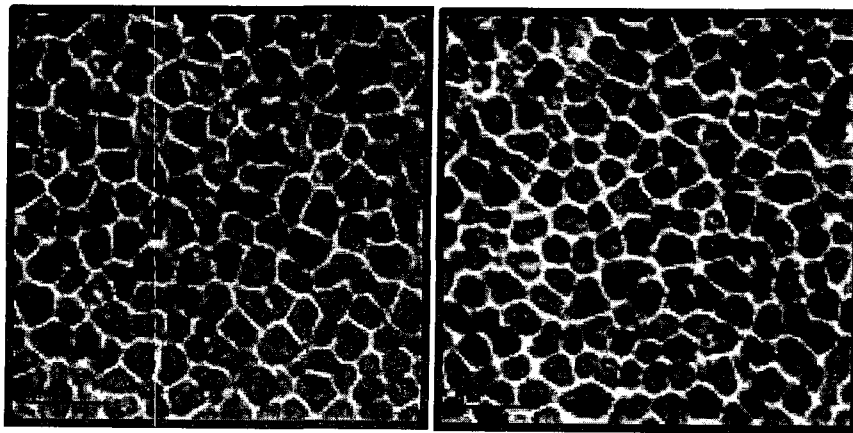


그림2. TEM image of sample 1. 자성 층 10 nm  
as-deposited (left), post-annealed (180~200 °C) (right)

#### 5. 참고문헌

- [1] M. Sato, Y. Onishi, and A. Nakaue, IEEE Trans. Magn. **29**, 3685 (1993)
- [2] G. Choe, IEEE Trans. Magn. **31**, 2809 (1995)
- [3] Jie Zou, Bin, Lu, Todd, Leonhardt, David E. Laughlin, and David N. Lambeth, Journal of Applied Physics vol. **87** no. 9 (2000)
- [4] Y. Hirayama, Y. Honda, A. Kikukawa, and M. Futamoto, Journal of Applied Physics vol. **87** no. 9 (2000)
- [5] C. J. Sun, J. P. Wang, E. W. Soo, G. M. Chow, Journal of Applied Physics vol. **95** no. 11 (2004)
- [6] Hiroyuki Uwazumi, Kazuo Enomoto, Yasushi Sakai, Shunji Takenoiri, Tadaaki Oikawa, and Sadayuki Watanabe **39** 1914 (2003)