

Cr underlayer가 Sputter 증착한 CoNiCr/Cr, CoCrTa/Cr longitudinal 자기기록매체의 미세구조와 자성특성에 미치는 영향.

Effects of Cr Underlayer on Microstructural and Magnetic Properties of Sputtered CoNiCr/Cr, CoCrTa/Cr Films

박 성 찬* 한국과학기술원 석사과정
안 병 태 한국과학기술원 교 수
임 호 빈 한국과학기술원 교 수

S. C. Park* KAIST
B. T. Ahn KAIST
H. B. Im KAIST

Abstract

CoNiCr/Cr and CoCrTa/Cr for longitudinal magnetic recording media were prepared on Corning 7059 glass by RF magnetron sputtering. The thickness of Cr underlayer was varied from 500 to 3000 Å and that of magnetic layer was 700 Å. Coercivity and squareness were measured using V.S.M.(vibrating sample magnetometer). The coercivity of films increased with increasing Cr thickness when the films were unannealed.

The coercivity of the films annealed in a 10 mtorr vacuum increased initially with annealing time and then saturated with further increase in annealing time. The coercivity value difference between the unannealed and annealed films increased with increasing the thickness of Cr underlayer. No significant change was found in squareness after anneal, regardless of Cr underlayer thickness.

1. 서 론.

고밀도 수평 자기기록매체는 높은 수평 coercivity(H_c)와 squareness(S)가 필수적이다. Sputtering방법으로 제조된

CoNiCr[1]과 CoCrTa[2]는 위의 조건을 만족시키는 박막재료로서 많은 연구가 행해지고 있다.

특히 기판위에 Cr underlayer를 증착시키고 그 위에 자성층을 증착하여 수평 H_c 와 S를 높이는 연구가[3] 활발하다. Cr underlayer위에 자성층을 증착하는 경우, 자성층은 Cr 위에서 epitaxial growth를 하므로 Cr의 결정방향, 결정크기 등이 자성층의 성질에 큰 영향을 미쳐 박막의 H_c 와 S를 좌우한다고 알려지고 있다.

본 실험에서는 Cr underlayer의 결정방향이 자성층의 결정성장 방향에 미치는 영향과 Cr의 두께를 변화시키며 CoNiCr/Cr, CoCrTa/Cr의 H_c 와 S를 조사하였다. Cr underlayer가 annealing에 미치는 효과를 조사하기 위하여 여러 온도에서 CoCrTa/Cr 박막의 Cr underlayer 두께를 변화시키며 annealing 효과를 연구하였다.

2. 실험 방법.

Cr과 CoNiCr, CoCrTa 박막은 pure Cr과 62.5Co-30Ni-7.5Cr(at%), 86Co-12Cr-2Ta(at%) alloy target을 이용하여 RF sputtering방법으로 제조하였다. Gun은 magnet이 장착된 Varian Korea Ltd. 제품을 사용하였으며 target은 CERAC 제품으로 크기는 2 inch였다. 기판은 Corning 7059 glass를 사용하였다. Base pressure는 1×10^{-6} torr 이하였으며, 증착은 10mtorr Ar 압력에서

2.54W/cm² Target power로 행하였다.

Cr underlayer의 두께는 400Å 에서 3000Å 까지 변화시켰으며 이때의 자성층의 두께는 700Å로 유지하였다. Annealing은 10 mtorr vacuum을 유지하며 100°C에서 400°C 사이의 여러온도에서 행하였다. Annealing 시간은 2시간에서 8시간 까지 변화시켰다.

박막의 두께는 α -step과 SEM(scanning electron microscopy)를 사용하여 측정하였고, Thin film XRD(X-ray diffractometer)를 이용하여 박막의 결정방향을 조사하였다. VSM(vibrating sample magnetometer)으로 자성특성을 측정하였고, Auger analysis를 이용하여 조성의 depth profile을 조사하였다.

3. 결과 및 고찰.

Fig.1은 500Å Cr underlayer가 없는 경우와 있는 경우의 CoNiCr박막의 X-ray 회절패턴을 나타내었다. Cr은 BCC구조를 가지므로 상온에서 (110)면으로 성장하고, Cr underlayer가 없는 경우 HCP구조를 가지는 CoNiCr은 표면 에너지가 가장 낮은 (0002)면으로 성장하므로 (0002)peak만이 나타나지만 Cr(110)면 위에 CoNiCr을 증착하면 새로운 (1010), (1011)peak이 나타난다. Cr underlayer 위에서 CoNiCr의 성장면이 바뀌는 이유는 Co(110)면의 격자상수가 CoNiCr (1010)면의 격자상수와 비슷하여[4], Co-alloy의 (1010)면이 Cr(110)면 위에서 epitaxial growth하기 때문으로 사료된다. Cr(110)peak과 CoNiCr(0002)peak은 격자간격이 비슷하여 두 peak를 구별할 수 없다.

Cr underlayer의 두께가 CoNiCr/Cr, CoCrTa/Cr 박막의 Coercivity(H_c)와 Squareness(S)에 미치는 영향을 Fig.2와 Fig.3에 나타내었다. H_c는 Cr underlayer가 없는 경우에 비하여 현저한 증가를 보이며, Cr 두께가 증가함에 따라 함께 증가하다가 Cr의 두께가 2000Å이 되면서 saturate되었다. S는 Cr의 두께가 증가되면 감소하는 경향을 보였다. Cr underlayer 두께 증가에 따른 H_c의 증가는 Fig.1에 나타난 crystallographic orientation이 Cr 두께가 증가함에 따라 보다 완벽해지고, Cr 두께가 증가 하면서 Cr grain이 커지고 그 위에 증착되는 Co-alloy의 grain도 커지는 현상에 기인하는 것으로 추측되며, S의 감소는 Cr underlayer의 두께가 증가함에 따라 magnetic coupling force가 증가하기 때문으로 생각된다.

상온에서 증착한 CoNiCr/Cr 박막을 각 온도에서 4시간 annealing한 후의 H_c의 변화를 Fig.4에 나타내었다. 300°C

까지는 annealing후에 H_c가 증가하였으나 400°C에서 annealing한 시편은 반대로 H_c가 감소하였다. Annealing에 따른 H_c의 증가는 annealing 도중에 Cr underlayer에서 Cr이 자성층으로 grain boundary를 따라 확산되면서 자성층 grain boundary의 Cr농도가 높아져서 grain 사이의 coupling을 줄이는 효과와[5], 자성층 column 주위에 Cr₂O₃가 생겨서 column사이의 coupling를 줄이는 효과에[6] 기인한다고 생각된다. Cr의 확산효과와 Cr₂O₃ 형성에 따른 산소농도의 증가는 Fig.5의 A.E.S. depth profile로 확인할 수 있다. Annealing 하지않은 시편의 depth profile에 비하여 300°C에서 annealing한 시편은 Cr underlayer에서의 Cr의 확산과 산소농도의 증가를 보여준다. 400°C에서 annealing한 경우는 높은 온도 때문에 자성층이 거의 흩어져버렸음을 볼수있으며, 산화가 너무 심하여 도리어 H_c를 떨어뜨리는것으로 사료된다.

Fig.6과 Fig.7은 각기 두께가 다른 Cr underlayer를 가지는 CoCrTa/Cr 박막의 annealing 시간에 따른 H_c와 S의 변화를 나타내었다. 초기에는 Cr underlayer의 두께에 관계 없이 annealing 시간이 증가함에 따라 H_c가 증가하다가 일정해지는 경향을 보였다. Cr underlayer의 두께가 얇은 박막은 Cr두께가 두꺼운 경우에 비하여 saturation이 빨리 일어나며 H_c의 증가폭도 작았다. CoCrTa/Cr(500Å) 박막은 약 2 시간 annealing에서 saturation을 보이며 H_c 증가도 20 Oe 정도이나, CoCrTa/Cr(3000Å) 박막은 8 시간 annealing후에도 saturation되지 않았으며 H_c는 100 Oe정도 증가하였다. S는 annealing 시간의 변화에 무관함을 보인다. Cr underlayer두께가 annealing에 미치는 영향에 대해서는 아직 자세한 이유가 규명되어 있지 않으며 더욱 연구가 필요하다.

4. 결론.

Cr underlayer가 자성층의 결정방향에 미치는 효과와 Cr 두께에 따른 H_c와 S의 변화를 연구하였다. Cr 두께가 다른경우에 나타나는 annealing효과의 변화를 조사하였다.

Cr위에 자성층을 증착하면 새로운 (1010), (1011)면이 성장하여 H_c와 S의 증가가 확인되었다. Cr underlayer 두께가 증가함에 따라 H_c는 증가하다가 2000Å Cr에서 saturate되는 경향을 보였으며, S는 Cr두께에 따라 감소하였다.

Cr underlayer두께가 두꺼울수록 annealing에 따른 H_c의 증가가 크고, saturation되는데 많은 시간이 걸렸다. S는 annealing에 따른 변화가 거의 없었다.

참고 문헌.

1. T. Yamada, N. Tani, IEEE Trans. Magn. MAG-21, 1429(1985)
2. J.C. Allan, R.D. Fisher, IEEE Trans. Magn. MAG-23, 122(1987)
3. Tadashi Yogi, Grace L. Gorman, IEEE Trans. Magn. MAG-24, 2727(1988)
4. Ga-Lare Chan, IEEE Trans. Magn. MAG-22, 334(1985)
5. S.L. Duan, J.O. Artman, J. Appl. Phys. 67, 4704(1990)
6. S. Honda, N. Yamashita, IEEE Trans. Magn. MAG-20, 792(1984)

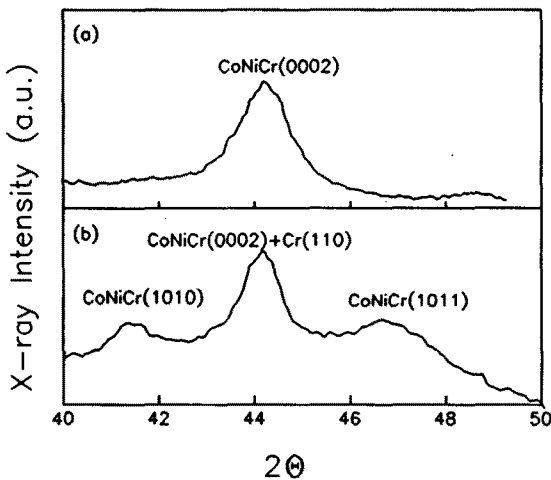


Fig.1 X-ray diffraction patterns of (a) CoNiCr(700Å)
(b) CoNiCr(700Å)/Cr(500Å).

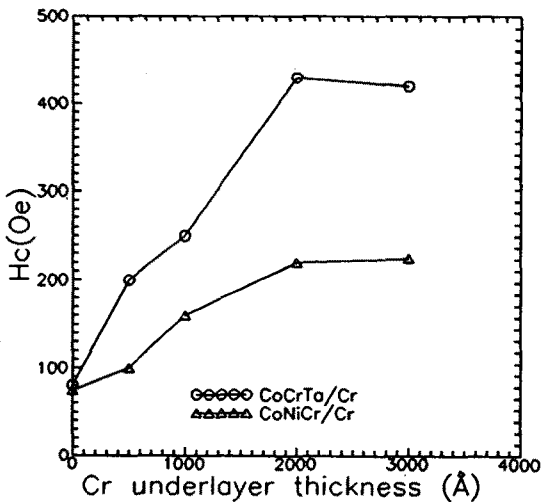


Fig.2 H_c of CoNiCr(700Å)/Cr and CoCrTa(700Å)/Cr films with various Cr underlayer thickness.

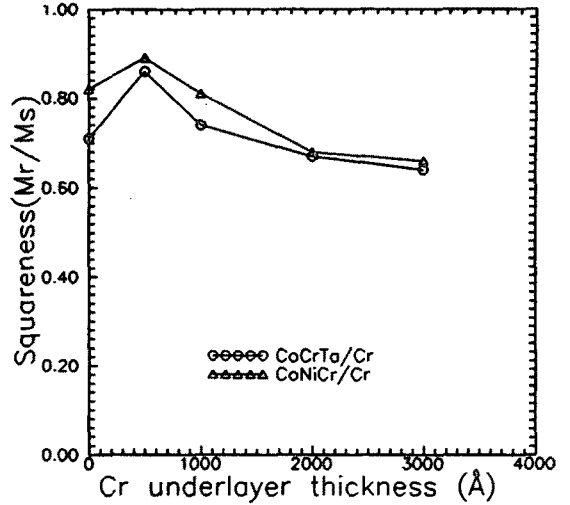


Fig.3 Squareness(S) of CoNiCr(700Å)/Cr and CoCrTa(700Å)/Cr films with various Cr underlayer thickness.

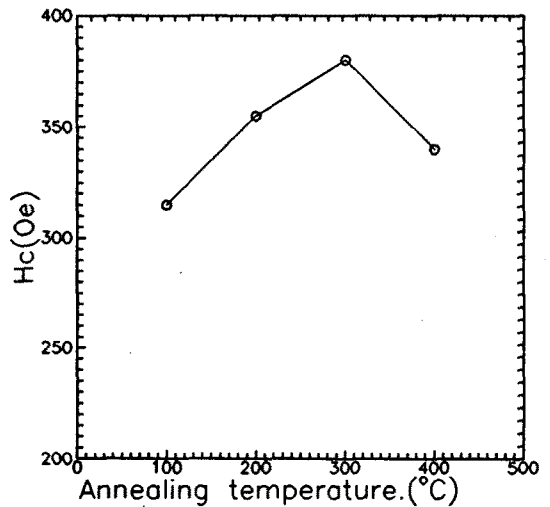


Fig.4 H_c variation of CoNiCr(400Å)/Cr(3000Å) film after 4 hours vacuum anneal at various temperature.

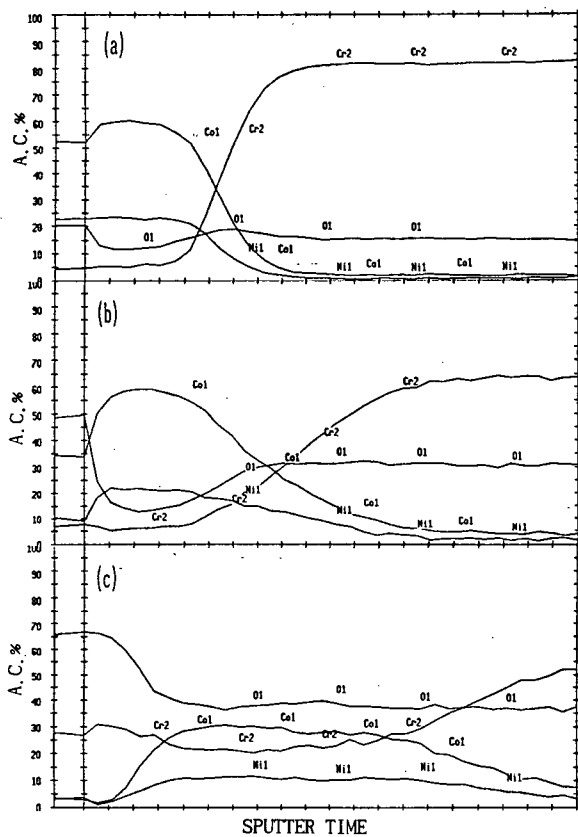


Fig.5 AES depth profiles of CoNiCr(400Å)/Cr(3000Å) film after 4 hours vacuum anneal at (a) No anneal (b) 300°C (c) 400°C.

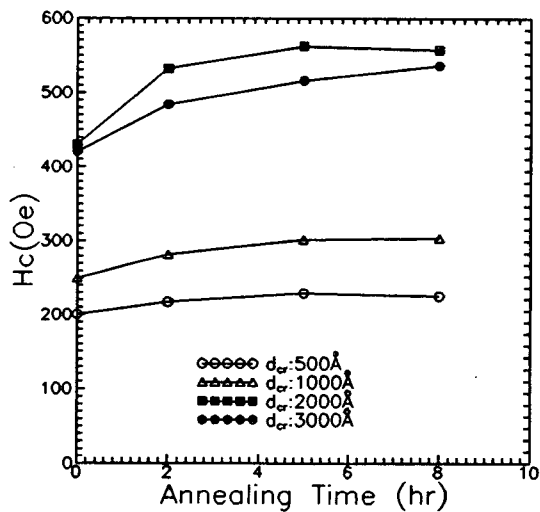


Fig.6 H_c variation of CoCrTa(700Å)/Cr films with various Cr thickness after vacuum anneal at 350°C.

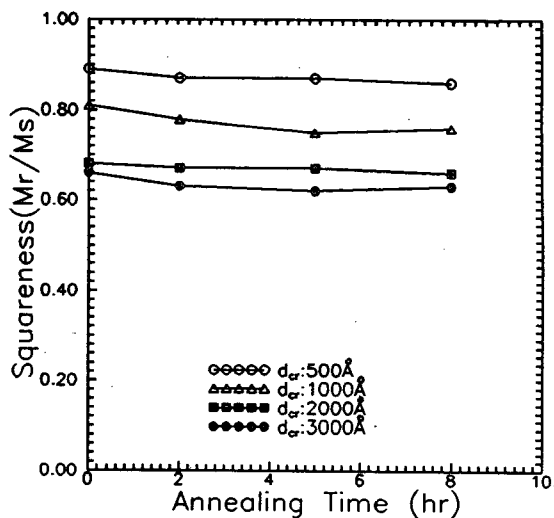


Fig.7 Squareness(S) variation of CoCrTa(700Å)/Cr films with various Cr thickness after vacuum anneal at 350°C.