

수직자기기록용 Co-Cr-Ta 박막의 자기적 성질에 대한 연구

황충호·박용수

연세대학교 공과대학 금속공학과

장평우

청주대학교 이공대학 물리학과

이택동

한국과학기술연구원 재료연구단

(1993년 2월 8일 받음, 1993년 3월 5일 최종 수정본 받음)

Co-Cr계 수직자기기록매체에서 비교적 낮은 기판온도에서 높은 보자력을 얻기위하여 제 3 원소로서 Ta의 첨가효과에 대하여 연구하였다. Cr함량이 17-21 at. % 로 다른 Co-Cr 계에 Ta함량을 3.2 at. % 까지 첨가시켜서 여러조성의 Co-Cr-Ta 박막을 제조하고, 자기적 성질 및 미세구조를 조사하였다. Ta첨가로 인한 수직보자력의 향상효과는 Cr함량이 낮은 박막의 경우에 컸으며, 특히 기판온도가 100 °C인 경우 그 향상효과가 더욱 뚜렷하였다. Ta의 첨가로 인한 수직보자력 향상은 결정립 미세화나, c-축 배향성향상에 의한 것이기 보다는 비강자성원소의 편석이 심화됨에 기인하는 것으로 판단된다.

1. 서 론

수직자기기록매체에서도 기록밀도가 높아지면 자화천이 영역에서 감자작용이 심하게 된다. 이러한 큰 감자계에 대응하려면 높은 보자력을 갖는 재료가 요구된다[1]. Co-Cr 계 수직기록매체에서 비교적 높은 보자력을 얻으려면 21-22 at. % Cr-Co 조성의 박막을 높은 기판온도에서 스파터 제조하면 된다. 그러나 기판온도가 높으면 박막형성 초기에 소위 천이층이 많이 생성되어 자화방향이 수평인 성분이 많아져 기록특성의 열화가 발생하게 된다. 따라서 비교적 낮은 기판온도에서 높은 보자력을 갖는 매체의 개발이 필요하다.

Co-Cr계 자기기록박막에서 제 3 원소를 첨가하여 자기적 성질변화에 대한 연구가 있어왔는데 예를 들면 Mo, Ta[2], Nb[3], Pt[4], Pr[5], Fe, Zr[6] 등을 첨가하여 보자력의 향상, SNR 향상, 내식성 등의 여러가지 특성에 미치는 영향들을 연구했다. 이러한 제 3 원소들중 수직보자력향상 및 기록특성향상의 측면에서 Ta은 특히 효과적인 원소로 보고되고 있다[2].

한편, Co-Cr계박막은 수평기록의 경우에 Cr 12-14 at.

% 범위에서 Ta 2-3 at. % 정도 조성이 실제로 생산에 이용되고 있으며 수직기록의 경우는 Cr함량이 16-22 at. % 범위에 Ta첨가에 대해 연구되었다. 현재까지의 연구결과를 보면 Cr함량이 낮은 수평기록의 경우에 Ta첨가에 따라서 수평보자력은 증가하지만 2-3 at. % Ta을 넘으면 수평보자력이 떨어지고[7] Cr함량이 비교적 높은 수직기록의 경우에 약 3 at. % Ta 까지는 수직보자력이 급격히 증가하여 3 at. % 이후에는 급격히 감소한다고 한다[8]. 이들의 경우에 주로 Cr함량을 일정하게하고 Ta함량을 변화시켜서 연구했다. 그러나 Co-Cr-Ta박막에서 보자력에 영향을 주는 요인은 주로 Cr량과 Ta량이기 때문에 이들 두성분의 변화를 통한 보다 체계적인 연구가 필요하다. 뿐만아니라 보자력이 기판온도에 따라서 크게 달라지는데 여기에 대한 결과도 발표된 것이 없다.

이 연구에서는 $Co_{83}Cr_{17}$, $Co_{81}Cr_{19}$, $Co_{79}Cr_{21}$ 의 조성을 갖는 합금타겟트에 Ta chip을 이용해서 Cr함량 및 Ta함량을 변화시킨 여러조성의 합금박막을 기판온도를 100 °C, 200 °C로 변화시키며 제조하여 이들 박막의 수직보자력면에 미치는 Cr함량과 Ta함량의 상관관계를 조사하고 Ta첨가에 의한 수직보자력향상의 원인을 검토해 보고자 한다.

II. 실험방법

스파터링 장치는 rf 마그네트론형이었으며, 기판은 위, 타겟트는 아래에 각 3개씩 배치하였다. 기판은 40 μ m 두께의 폴리이미드로 기판을 지그(jig)에 끼운 후 알콜로 세척해 먼지 및 정전기를 없애고 100 $^{\circ}$ C 오븐에서 1시간 동안 건조후 지그에 장착하였다. 장착된 기판은 진공중에서 가열을 하여 degassing을 행하고 진공중에서 냉각시켜 준비하였다. 스파터 gas는 Ar으로 순도 99.999%의 UHP급을 사용하였다. 박막의 Cr 함량 및 Ta 함량은 150 mm 직경의 Co₈₃Cr₁₇, Co₈₁Cr₁₉, Co₇₉Cr₂₁ 합금 타겟트 위에 5 \times 5 \times 1 mm의 고순도 Ta 소편(순도 99.99%)을 10, 20, 30, 40개 얹어놓은 복합 타겟트를 이용 조절하였다. 스파터 조건은 초기진공도 3 \times 10⁻⁷ torr 이하, P_{Ar}은 1 mtorr, 투입전력은 200 W였고, 기판과 타겟트 거리는 66 mm로 하였다. 박막은 타겟트 clean 및 conditioning 스파터를 각 20분 이상 한 후 본 스파터를 하여 성막하였다. 기판 온도는 저항가열방법으로 100 $^{\circ}$ C 및 200 $^{\circ}$ C로 변화시켰다.

박막의 두께는 0.1 μ m로 하였고 조성분석용 박막은 2 μ m까지 성막한 후 기판 중심에서 4cm 부위에서 채취하였고 WDS로 하였다.

박막의 자기특성은 진동시료형 자력계(VSM)를 사용하여 10 kOe의 자장하에서 수직 및 수평방향으로 측정하였다. 박막의 이방성자계는 자화곡선축 방향인 수평방향의 자화곡선에서 원점부근의 급격한 자화천이를 보상한 후 접선을 그어서 구하였다[10, 17]. 박막의 구조분석은 XRD 및 TEM을 이용하였으며 박막의 결정배향성 정도는 XRD로 Co(002)면의 rocking curve에서 반가폭을 측정해 평가하였다. 박막의 미세조직관찰을 위한 TEM 시편은 60 $^{\circ}$ C의 히드라진 용액(hydrazine hydrate, H₂N·NH₂·H₂O)에서 폴리이미드기판을 제거하여 준비하였다. 박막의 두께는 박막의 일부에 두께차를 만들어 주고 surface profiler를 이용하여 측정법으로 측정하였다.

III. 실험결과 및 고찰

그림 1은 기판온도를 100 $^{\circ}$ C로 유지하고 두께 0.1 μ m로 Co-Cr-Ta박막을 제조하여 Ta함량에 따른 이방성자계변화를 나타낸 것이다. Ta를 첨가하지 않은 17, 19 및 21 at. % Cr의 타겟트에서 성막한 박막은 각각 3.7, 3.85 및 4.25 kOe의 이방성자계값을 나타내나 Ta이 약 1 at. % 함유되면 4.2, 3.9 및 4.5 kOe로 증가하여 최고의 이방성

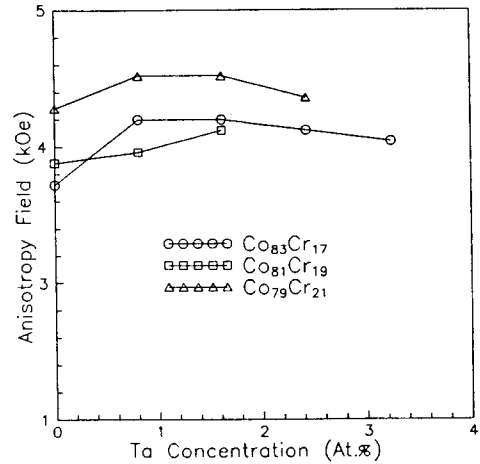


Fig. 1. Change of anisotropy field of Co-Cr-Ta films with Ta content deposited on 100 $^{\circ}$ C substrate.

자계값을 나타낸다. 그림 2는 기판온도 200 일때의 실험 결과로 Ta를 첨가하지 않은 17, 19 및 21 at. % Cr의 타겟트에서 성막한 박막의 이방성자계는 각각 4.05, 4.35, 및 4.5 kOe이었으나 Ta이 첨가됨에 따라 1.6 at. % 첨가시 각각 4.6, 4.5 및 4.9 kOe로 증가하고 Ta 함량이 더 증가하면 감소하기 시작한다. 이상의 결과에서 볼 때 Co-Cr계에 Ta를 미량 첨가하면 이방성자계가 증가되는 것을 알 수 있다. 이방성자계, H_{Keff}는 다음식으로 주어지기 때문에 M_s의 감소나, 수직이방성에너지 K₁의 증가에 의하여 이방성자계가 커진다.

$$H_{Keff} = \frac{2K_{\perp}}{M_s} \quad (1)$$

Ta이 첨가되면 M_s는 감소하기 때문에 K₁이 일정하거나 혹은 증가하면 이방성자계가 증가하고, 또 감소하는 경우에도 M_s감소정도보다 K₁감소정도가 작다면 이방성자계는 증가할 수 있다. 지금까지 Co-Cr-M 3원계에서 제3원소인 M량이 증가하면 K₁이 감소하는 것으로 알려져 있다[2]. 따라서 Ta 첨가에 의해서 M_s감소정도가 큰 것이 H_{Keff}증가의 주원인으로 생각된다. 그러나 이러한 관계는 단결정인 경우에 유효하며, 본시편과 같이 주상점의 다결정막으로 되어있는 경우 결정입계에 용질원소 편석의 정도, 구조등에 따라서 수직이방성에너지향에 결정이방성에너지 이외에 형태이방성에너지향도 고려되어야한다. 따라서 제3원소인 Ta함량이 증가하더라도 K₁값이

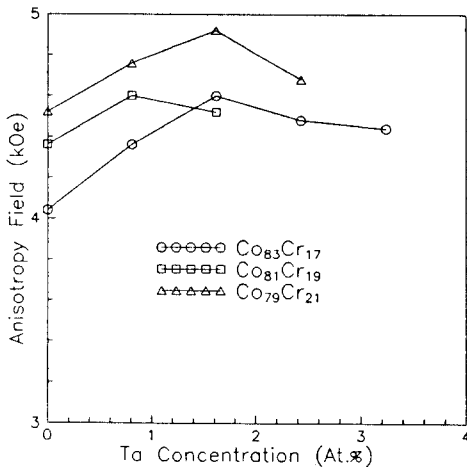


Fig. 2. Change of anisotropy field of Co-Cr-Ta films with Ta content deposited on 200 °C substrate.

증가하여 H_{Keff} 가 증가할 수도 있다.

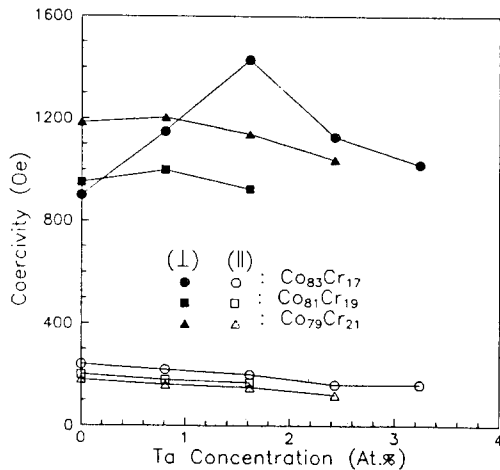


Fig. 3. Change of coercivity of Co-Cr-Ta films with Ta content deposited on 100 °C substrate.

그림 3은 기판온도 100 °C 일 때 Ta함량에 따라서 변화하는 Co-Cr-Ta박막의 보자력의 변화를 나타낸 것으로 Ta이 첨가되면 Co₈₃Cr₁₇ 타겟트의 경우 1.6 at. % Ta까지 수직보자력이 급격히 상승하여 기판온도가 100 °C로 비교적 낮음에도 불구하고 1400 Oe의 높은 수직보자력을

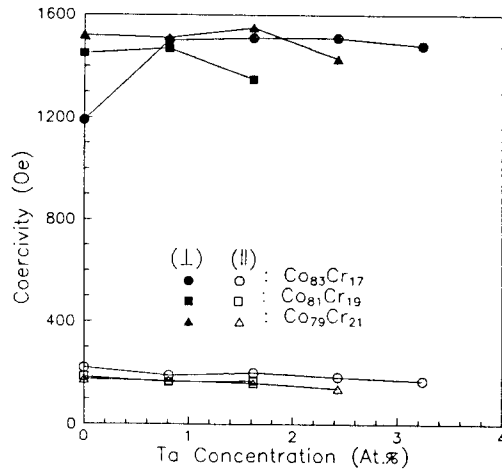


Fig. 4. Change of coercivity of Co-Cr-Ta films with Ta content deposited on 200 °C substrate.

나타내지만 Ta함량이 더 증가하면 오히려 떨어진다. 이와 유사한 결과가 $(Co_{80}Cr_{14})_{100-x}Ta_x$ 에서도 발견되었고 [7] 또 $(Co_{80}Cr_{20})_{100-x}Ta_x$ 에서도 발견되었다[8]. 그러나 Co₈₁Cr₁₉, Co₇₉Cr₂₁ 타겟트의 경우 Ta이 0.8 at. % 이하로 첨가시 미미한 증가가 있으나 Co₈₃Cr₁₇ 타겟트의 경우와는 달리 전반적으로 약간 감소하는 경향이 있다. 또 모든 Cr함량에서 수평보자력은 Ta이 첨가됨에 따라 약간 감소하는 경향이 있고, 17 at. % Cr의 경우 1.6 at. % Ta에서 약 200 Oe의 수평보자력값을 보여 수직보자력값과의 차이가 약 1200 Oe정도로 큰 값을 보였다. 그림 4는 기판온도 200 °C인 경우 Ta함량에 따른 Co-Cr-Ta박막의 보자력의 변화를 나타낸 것으로 Ta을 첨가하지 않은 Co₈₃Cr₁₇, Co₈₁Cr₁₉, Co₇₉Cr₂₁의 타겟트에서 성막한 박막에서 각각 1200, 1520 및 1450 Oe의 수직보자력값과 220, 190 Oe정도의 수평보자력값을 나타낸다. Ta을 첨가하면 Co₈₁Cr₁₉, Co₇₉Cr₂₁ 타겟트의 경우에는 기판온도 100 °C의 경우와 같은 경향을 나타내 보자력이 약간 감소하는 경향이 있으나, Co₈₃Cr₁₇ 타겟트의 경우에는 0.8 at. % Ta이 첨가되면 수직보자력이 약 1500 Oe로 급격히 증가하고 이 이상으로 Ta이 첨가되면 3.2 at. % Ta까지 수직보자력은 증가하지 않고 일정하게 유지된다. 수평보자력 역시 100 °C와 마찬가지로 Cr과 Ta함량에 관계없이 200 Oe로 거의 일정한 값을 유지한다. 뿐만아니라 좀더 낮은 Cr함량의 경우는 $(Co_{85}Cr_{13}Ta_2)_{1-x}Ta_x$ 의 조건으로 200 °C 기판에 스파터했을 때 박막의 Ta량이 4.8 at. %가 될 때 까지 수직보자력은 1900 Oe까지 계속 증가하

고 있었다. 이 경우 수직보자력은 높아서 약 700 Oe 정도였다[9].

이상의 결과에서 Ta첨가로 인한 수직보자력의 향상은 모든 Cr함량에서 효과적이라고 할 수는 없다. 즉 Co-Cr 이원합금에서 Cr의 함량이 비교적 낮은 17 at. % Cr-Co의 조성에서 Ta의 첨가가 수직보자력을 크게 향상시켰으며 특히 기판온도가 100 °C인 경우 그 향상효과가 더욱 뚜렷하다. Co-Cr이원계 박막에서 1400 Oe의 수직보자력을 얻기 위해서는 기판온도를 200 °C 정도로 가열해야 하는데 Co-17 at. % Cr의 조성에서 1.6 at. % Ta의 첨가로 100 °C 정도로 기판온도를 낮게 하면서도 높은 수직보자력을 얻을 수 있었다.

Co-Cr 박막의 수직보자력은 일축이방성에너지의 크기에 따라 크게 변화한다. 이 일축이방성에너지는 수직이방성에너지와 정자기에너지의 차이로 주어지며 수직이방성에너지에 기여하는 것은 결정이방성에너지와 형태자기이방성에너지이다. 다결정 박막에서 결정자기이방성의 기여는 Co의 c-축의 배향성이 좋은 경우 증가하며, 형태이방성에너지는 동일 두께에서 결정립이 적을 수록 장축대 단축의 비가 커져서 증가하고, 또 비강자성인 Cr이 결정립 입계나 입내에 편석이 심화되면 입자간의 자기적 고립이 심화되어 형태이방성 기여가 증가하게 된다. 본 실험에서 Ta이 첨가됨으로 인한 수직보자력의 증가는 Cr이나 Ta이 결정립 입계나 입내에 편석이 심화되어 자구들의 자화반전시 결정립 또는 자구들간의 상호작용계수(interaction parameter)를 감소시켜 생기는 형태이방성효과와 수직이방성에너지의 증가에 기인하는 것으로 생각할 수 있다.

Ta이 미량첨가된 Co-Cr-Ta박막의 수직보자력이 상승한 원인을 분석하기 위해 투과전자현미경으로 미세조직을 관찰하여 결정립 크기의 변화를 알아보았다. 사진 1은 17, 19, 21 at. % Cr 타겟트에 Ta을 첨가한 경우와 첨가하지 않은 경우의 Co-Cr-(Ta)박막의 암시야 상과 전자회절 패턴이다. 17 at. % Cr 인 경우 Ta첨가로 약간의 결정립 크기의 증가가 관찰 된다. 또 회절패턴을 비교해보면 Ta의 첨가로 c-축의 배향이 완벽하다면 나타나지 않아야 할 (200), (101), (102)링의 강도가 약하게 되어 Co-Cr 이원계에 비해서는 배향성이 향상되고 있음을 알 수 있다. 19 at. % Cr 및 21 at. % Cr 박막의 경우에는 Ta첨가로 인하여 결정립의 크기는 약간 증가했고, 배향성의 향상이 거의 없는 것 같이 보였다. 따라서 Cr의 함량이 낮을수록 Ta첨가로 인한 배향성이 향상되는 효과를 기대할 수 있음을 알 수 있다. 이와같은 경향은 뒤에 x-선 회절시험에서도 확인 할 수 있었다. 이상의 결과로부터

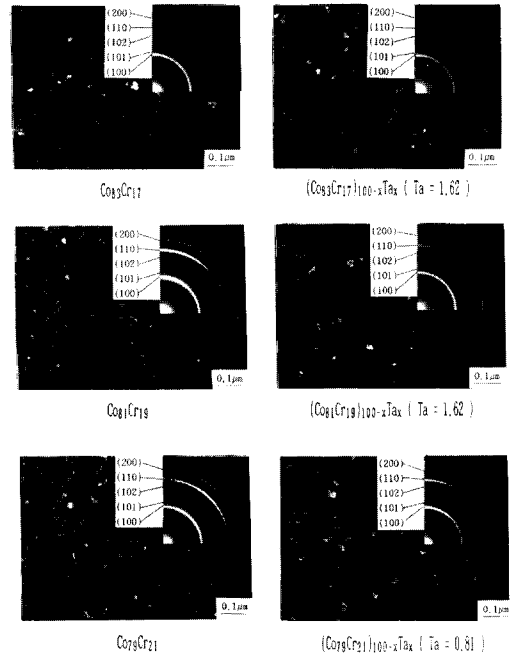


Photo. 1. TEM dark field images and SAD patterns of Co-Cr and (Co-Cr)_{100-x}Ta_x films.

Ta 미량첨가는 결정립크기를 약간 증가시키며 이러한 결정립크기 증가는 일반적으로 보자력감소를 유발하는 것으로 알려져 있어서 보자력증가의 원인은 아닌 것으로 분석된다.

그림 5는 각각 기판온도는 100 °C로 하고 17, 19, 21 at. % Cr 타겟트에서 스터터한 박막들의 Ta첨가량에 따른 x-선 록킹곡선의 반가폭을 나타낸 것이다. 그림 5(a)에서 17 at. % Cr의 경우 Ta을 첨가하지 않은 경우 반가폭이 7.3°이나 Ta을 2.4 at. % 첨가하면 6.35°로 낮아져 Ta함량이 증가하면 c-축의 배향성이 향상됨을 보이고 있다. 그림 5(b) 및 (c)는 19 및 21%Cr인 경우로 Ta첨가에 의해 배향성 향상정도가 낮음을 보이고 있는데 이는 투과전자현미경 관찰 결과와 잘 일치하고 있다. Co-Cr 2원계에서 Cr함량이 높아지면 결정 입경이 증가하고 따라서 박막의 c-축 배향성이 증가했다. 이경향은 약 22 at. % Cr까지 계속되었지만 Cr함량이 22 at. % 에 접근할 수록 그 경향은 감소했다[10]. 그러나 Cr의 함량이 22 at. % 이상으로 높아지면 결정립크기가 커지고 또 c-축 배향성도 증가하지만 보자력은 오히려 떨어진다[11]. 전체적으로 본 실험에서 Ta첨가로 인한 적은량의 c-축 배향

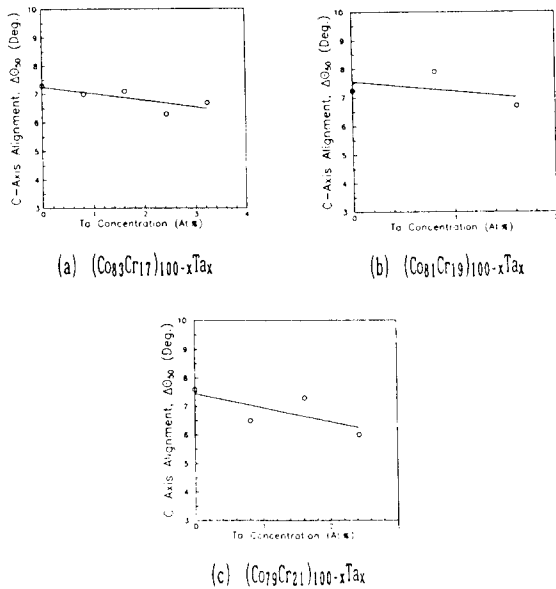


Fig. 5. Change of c-axis alignment of $(Co-Cr)_{100-x}Ta_x$ films with Ta content deposited on $100^\circ C$ substrate.

상 증가가 보자력증가의 원인으로 보기는 어렵다. 왜냐하면 손 등의 연구에 의하면[12] Co박막제조시 기판면에 (002)면이 평행하게 성장하면 보자력이 300 Oe 정도이고, 기판면에 (010)면이나 (011)면이 평행하게 될 때에 방향에 무관하게 보자력이 600 Oe 정도되었다고 한다. 뿐만아니라 Co-Cr 2원계에서도 수냉기판의 경우에 $100^\circ C$ 및 $200^\circ C$ 로 가열한 기판의 경우에 비해 결정립들의 c-축 배향성은 향상되지만 보자력은 훨씬 낮았다. 따라서 c-축 배향성의 작은 변화가 상기와 같은 보자력변화를 나타낼것 같지는 않다.

이상에서 볼 때 수직보자력상승의 가장 가능성 있는 원인은 Cr이나 Ta의 편석이 심화되어 보자력이 증가할 수 있다는 것이다. 이러한 편석의 영향은 자화반전기구가 스핀회전 (spin rotation) 기구일 때 더욱 중요하다. Co-Cr 제박막에서의 편석은 Cr함량이 14 at. % 이상의 수직기록박막에서 Cr의 편석이 발생하여 박막의 M_s 값도 달라진다고 알려져 있다. Cr은 일반적으로 주상정의 결정립계에 존재한다는 주장[13]과 입계 뿐만아니라 주상정내의 소위 CP (chrysanthemum pattern)조직으로 c-축과 평행하며 길쭉하게 Cr이 입내에도 편석한다는 주장[14] 등이 있다. 어떠한 형태로든지 편석이 심화되면 보자력은 상승한다.

스카터시에 기판온도가 올라가면 보자력이 매우 높아

지는데 이는 기판온도가 높으면 Cr원자의 확산이 활발하게되어 편석이 쉽게 되기 때문이다. 본실험에서 얻어진 결과에서 Ta이 첨가되면 수직보자력이 커지는 현상은 이러한 편석현상에 기인한 것으로 생각된다. 즉, Ta 자체가 편석하거나, 혹은 Co에 Ta이 첨가됨으로써 Cr의 편석이 촉진되기때문에 생기는 현상으로 생각된다. 이러한 Ta의 첨가에 의한 편석거동에 대하여는 Ta자체가 hcp Co에 고용도가 Cr보다 낮기 때문에[15]편석을 잘 할 것이라는 해석[2]이 있다. 그러나 이것은 어디까지나 평형상태도에서 얻은 정보에 기초를 둔 추정이고 증착이나, 스카터팅처럼 비평형상이 얻어지는 경우는 이것이 적용되지 않을 가능성이 높다. 예를 들면 Cu-Cr처럼 평형상태도상에서는 전혀 고용도가 없지만 증착시킨 경우 50% 이상 고용이 이루어지는 경우도 있기 때문이다[16]. 따라서 Ta이 고용도가 적어서 잘 편석되리라는 것은 합당하다고 보기 어렵다. 따라서 이러한 Ta이 미량 첨가된 경우의 편석 거동에 대하여는 더 많은 연구가 필요한 것으로 생각된다. 한편, Ta첨가에 의한 보자력상승의 원인으로 생각할 수있는 것으로 Ta이 결정입계에 편석했을 때 적은 양으로 결정입계가 비자성층으로 변하여 Co-Cr 주상정간의 자기적 상호작용을 효과적으로 줄일 수 있다면 보자력상승에 효과적일 수가 있다. 이것을 알아보기 위해서 Co-Ta 이원계를 스카터하여 박막을 제조하여 M_s 의 변화를 알아본 것이 그림 6이다. 그림에서 Co-Cr계와의 비교를 위하여 Co-Cr의 Slater-Pauling curve를 함께 실었

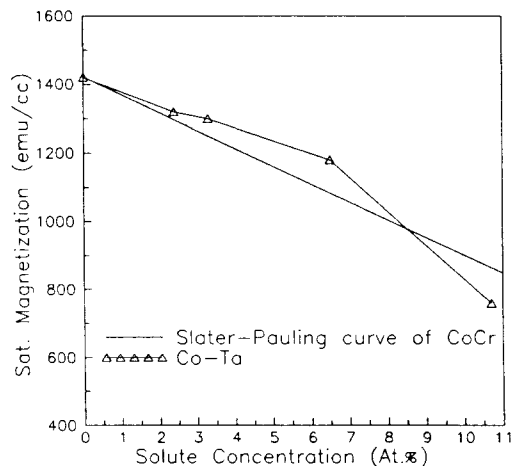


Fig. 6. Change of saturation magnetization of Co-Ta films with Ta content deposited on $200^\circ C$ substrate.

다. 그림에서 볼 때 Ta은 Cr에비해 M_s 를 덜 떨어뜨리고 있다. 따라서 Ta이 결정입계에 편석하였을 때 Cr과 거의 같거나 많은 양이 들어가야 비로서 비자성상을 만들 수 있게 된다. 따라서 Ta자체가 비자성층의 특성에 큰 영향을 미친다고 볼 수 없다. 이상의 결과 및 고찰에서 볼 때 Ta첨가에 의해 보자력이 상승하는 원인으로 생각할 수 있는 것은 Ta의 첨가로 Ta 및 Cr등의 비자성원소들의 편석이 심화되어 보자력이 향상되어진 것으로 유추할 수 있다.

IV. 결 론

$Co_{83}Cr_{17}$, $Co_{81}Cr_{19}$, $Co_{79}Cr_{21}$ 타겟트 위에 Ta을 첨가해서 rf마그네트론 스파터방법으로 수직자기기록박막을 제조하고 그박막의 자기적 특성과 미세조직에 미치는 Ta 첨가의 영향을 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) Ta첨가는 Cr함량이 17 at. % 로 낮은 경우 수직보자력향상에 효과적이며 Cr함량이 19, 21 at. %인 경우 Ta첨가효과가 적었다. 또 Cr함량이 17 at. %인 경우 Ta첨가 효과는 약 2 at. % 에서 가장 컸다.
- 2) Ta의 첨가로 인한 수직보자력향상은 결정립 미세화나, c-축 배향성향상에의한 것이 아니며, 또한 Ta자체가 Cr보다 Co의 포화자화값을 더 떨어뜨려서 보자력향상에 기여하는 것도 아니다. 이러한 수직보자력의 향상은 Ta 첨가로 Ta이나 Cr의 주상정입계나 입내에 편석이 심화되기 때문으로 생각된다.

참 고 문 헌

[1] 박관수, 서울대학교 박사학위 논문 (1992).
 [2] M. Sagoi, T. Inoue, J. Appl. Phys., **67**, 6394 (1990).

[3] J. W. Smits, F. J. A. Den Broeder, Thin Solid Film, **127**, 1 (1985).
 [4] C. R. Paik, I. Susuki, N. Tani, M. Ishikawa, Y. Ota, K. Nakamura, IEEE Trans. Magn. , **Mag-28**, 3084 (1992).
 [5] T. Suzuki, N. Yoshida, U. Hwang, Y. Ucigawa, K. Ishibashi, J. Appl. Phys., **63**, 2929 (1988).
 [6] M. Naoe, Matsuoka , Y. Hoshi, J. Appl. Phys., **57**, 4019 (1985).
 [7] D. J. Sellmyer, D. Wang, J. A. Christner, J. Appl. Phys. , **67**, 4170 (1990).
 [8] H. Tamai, K. Tagami, H. Hayashida, IEEE Trans. Magn. , **Mag-24**, 2347 (1988).
 [9] C. H. Hwang, Y. S. Park, P. W. Jang, T. D. Lee, 電子情報通信學會 技術研究報告, MR-92, No. **140**, 1 (1992).
 [10] P. W. Jang, T. Kang, Y. H. Kim, T. D. Lee, IEEE Trans. Magn. , **Mag-25**, 4168, (1989).
 [11] 장평우, 서울대학교 박사학위 논문 (1991).
 [12] H. K. Sohn, T. Kang, T. D. Lee, Unpublished results.
 [13] 南部太郎, 杉田龍二, 坂本洋一, 日本應用磁氣學會誌, **11**, No. 2, 73 (1987).
 [14] Y. Maeda, M. Takahashi, J. Appl. Phys., **68**, 4751 (1990).
 [15] M. Hansen, Binary Alloy Phase Diagram, American Society for Metals, **1**, pp. 805.
 [16] J. Kim, S. H. Wen, D. Yee, J. Vac. Sci. Technol., **A6**, 2366 (1988).
 [17] K. Ouchi, S. Iwasaki, IEEE Trans. Magn., **Mag-23**, 2443 (1987).

A study on the Magnetic Properties of Co-Cr-Ta Thin Films for Perpendicular Magnetic Recording

C. H. Hwang and Y.S. Park

Dept. of Metall. Eng., Yonsei University, Seoul 120-749, KOREA

P. W. Jang

Dept. of Physics, Chongju University, Chongju 360-764, KOREA

T. D. Lee

Div. of Mater., Korea Institute of Science and Technology, Seoul 136-791, KOREA

(Received 8 February 1993, in final form 5 March 1993)

Effects of Ta addition on Co-Cr perpendicular magnetic recording media were studied to obtain high perpendicular coercivity at lower substrate temperature. For the purpose, magnetic properties and microstructures of Co-Cr-(Ta) films were studied by varying the Cr contents from 17 to 21 at. % and Ta contents for 0 to 3.2 at. %. Effectiveness of Ta addition in increasing perpendicular coercivity was significant for lower Cr content films. The increase of perpendicular coercivity was more pronounced for the films deposited on 100 °C heated substrate in the case of $(\text{Co}_{83}\text{Cr}_{17})_{98.4}\text{Ta}_{1.6}$ composition. The cause of the increase of perpendicular coercivity was considered due to not the grain refinement effects and the improvement of c-axis alignments but increase of Ta and Cr segregation.