

# CoCrTa/Cr-X 자성박막의 자기적성질에 미치는 첨가원소 X의 영향

김준학 · 박정용 · 남인탁

강원대학교 공과대학 재료공학과

강원도 춘천시 효자동 192-1, 200-701

홍양기

동양화학공업(주) 중앙연구소

인천직할시 남구 학익동 587-102, 402-040

(1993년 11월 4일 받음, 1993년 12월 9일 최종수정본 받음)

Co-12at%Cr-2at%Ta/Cr-X 자성박막의 자기적성질과 미세구조에 미치는 첨가원소 X(X=Si, Mo, Cu, Gd)의 영향에 대해 조사하였다. Cr-X 하지층 및 CoCrTa 자성층의 두께는 각각 1000~2000 Å과 200~800 Å이었으며, 기판온도는 100~200 °C로 변화시켰다. Cr-X 하지층은 순수한 Cr 하지층에 비하여 보자력이 100 Oe~200 Oe 이상 증가하였다. Cu는 Gd, Mo, Si보다 높은 보자력을 나타내는 Cr-X 하지층의 첨가원소였으며 CoCrTa/Cr-Cu 자성박막은 하지층두께 1500 Å과 자성층두께 600 Å에서 높은 보자력을 나타내었다.

## I. 서 론

현재의 고밀도 컴퓨터용 하드디스크는 스퍼터링 방법에 의해 Co계 합금박막을 Cr 하지층위에 증착하여 제조하고 있다. 수평기록매체가 높은 기록밀도를 가지기 위해서는 보자력( $H_c$ )과 각형비(Sr)가 높아야 하며, 자성막의 주요 연구분야도 보자력과 각형비를 높이는 데 역점을 두고 있다. 최근 상용화되어 쓰여지는 재료로는 CoCrTa/Cr가 주류를 이루고 있다. 지금까지의 연구는 CoCrTa/Cr 박막의 수평보자력을 증가 시키기 위하여 Cr이나 Ta함량을 조절하거나 스퍼터링 조건을 변화시키는 것에 연구가 중점적으로 이루어져 왔다. 그러나 앞으로 고밀도 기록을 위해서는 기존의 박막보다 더 높은 고보자력의 하드디스크가 요구되고 있으며, 최근에는 CoPt, CoCrPt/Cr계 박막이 개발되어 일부 쓰이고 있다[1, 2]. 그러나 Pt 타겟의 높은가격이 문제가 되고 있다. 따라서 CoCrTa/Cr 박막을 사용하여 보자력을 증가시킬 수 있으면 Pt의 가격에 비해 상대적으로 저렴한 비용의 자기기록매체로 사용될 수 있을 것이다. CoCrTa계 자성박막은 고밀도 자기기록에 필요한 큰 보자력, 잔류자화, 각형비를 나타내며, 자기적특성은 CoCrTa 자성층의 미세구조 뿐만 아니라, Cr 하지층의 결정방향, 결정립크기와 밀접한 관계가 있다고 알려져 있다[3, 4, 5].

본 연구에서는 Tani의 연구에서와 같이 Cr 하지층에 제2의 원소를 첨가하여 자성층의 보자력을 높이고 시

도하였다[6, 7]. Cr 하지층에 다른원소(=Si, Mo, Cu, Gd)를 첨가하여 Cr 하지층의 자기적변화를 조사하고 하지층에 증착되는 CoCrTa 자성층의 미세구조에 영향을 미쳐 박막의 보자력을 높일수 있는 방법에 대하여 조사하고자 하였다[7]. 따라서 기판온도, Cr-X 하지층과 CoCrTa 자성층 두께를 변화시켜 CoCrTa/Cr-X 자성박막의 자기적성질에 미치는 첨가원소 X의 영향에 대해 관찰하여 우수한 자기적 특성을 얻을 수 있는 새로운 종류의 하지층의 첨가성분을 조사하는데 목적이 있다.

## II. 실험방법

스퍼터링은 DC/RF 마그네트론 스퍼터링 장치를 사용하였다. 기판은 위에, 타겟트는 아래에 각 3개가 배치되었다. Cr-X 하지층을 스퍼터링 할 때는 DC 파워를 사용하고 CoCrTa 자성층은 RF 파워를 사용하였다. 박막의 스퍼터링 방법은 DC 및 RF 파워를 동시에 켜놓은 상태에서 차폐막으로 RF를 닫고 DC 파워로 하지층을 증착한 후 RF 파워로 자성층을 증착하였다. 장착된 기판은 진공중에 가열을 하여 불순물 가스를 제거하였으며 반응기체의 유량은 MFC(mass flow controller)로 조절하였으며, 증착후 반응실 내의 반응가스 제거는 증착된 박막표면을 보호하기 위하여 고순도의 질소( $N_2$ )를 사용 하였다. 타겟트는 하지층으로 99.9 %의 고순도 Cr을 사용하였으며 Cr 하지층에 첨가한 X성분은 Si, Mo, Cu, Gd을 사용하였고 Cr-X 하지층의 조성은 Cr

타겟트위에 X성분을 pellet형태로 각각 올려놓고 조절하였다. 이때의 조성은 Si, Gd의 경우 2.43 area% 였으며 Cu는 5.2 at %, Mo는 13.9 at %였다. 자성층은 Co-12at%Cr-2at%Ta 합금 타겟트를 사용하였다.

기판으로는 연마된 Ni-P기판을 사용하였다. 직경은 95mm(3.5")이며 무전해도금된 NiP층의 두께는  $12 \pm 1 \mu\text{m}$ 이다. Ni-P층은 인(Phosphorus)을 11 ~ 13 wt% 함유하고 있으며 비정질구조를 가진다고 알려져 있으며 비자성체의 성질을 나타낸다. Ni-P기판의 표면거칠기 정도는  $R_a \sim 20 \text{ \AA}$ 이다. 증착전에 시편표면의 유기물질등의 오염물질을 제거 하기위해서 준비된 Ni-P기판을 중성 세제로 충분히 세척한후 D.I water로 연속적인 표면 세정처리를 행하였다. 스퍼터된 자성박막의 특성은 스퍼터링조건에 의해 영향을 받으며, 실험시 고려해야 할 변수로는 아르곤압력, DC / RF파워, 기판온도, 기판과 타겟 사이의 거리, 하지층 및 자성층의 두께등이 있는데 이런 변수를 고려하여 실험을 하였다. 스퍼터링 조건은 초기진공도  $1.5 \times 10^{-6}$  torr이하, Ar압력  $1.0 \times 10^{-2}$  torr로 유지하였으며 기판온도는 100 ~ 200 °C까지 변화시키고 Cr-X 하지층 두께 1000 ~ 2000 Å, CoCrTa 자성층 두께 200~800 Å로 증착하였다.

본 실험에서의 스퍼터링 조건을 Table 1에 나타내었다.

Table I. CoCrTa / Cr-X Sputtering condition

Parameter	Cr-X(=Si, Mo, Cu, Gd)layer	CoCrTa layer
Vacuum	less than $1.5 \times 10^{-6}$ Torr	
Ar pressure	10m Torr	
Ar flow rate	20 SCCM	
Input power	340 V, 0.5 A(DC)	250 W(RF)
S-T Distance	65 mm	
Substrate temperature(°C)	100 ~ 200	
Thickness (Å)	1000 ~ 2000	200~800

박막의 두께측정은 축침식 방법의 Dektak II D (오차범위 30 Å)로 측정 되었다. 축침식 방법의 박막두께 측정은 주로 단층막 측정에 이용되며 유성펜으로 미리 기판에 표시를 한후 증착후 펜자국 부분의 밀착력이 저하되는 성질을 이용하여 Isopropyl alcohol로 증착된 박막을 제거한 후 형성된 단층모양의 형상을 측정하여 박막의 두께를 측정하였다. 박막의 자기적특성은 Ni-P기판을 1 cm × 1 cm의 크기로 절단하여 진동시료형 자속계(LDJ, Co, USA)로 측정하였다.

실험조건에 따른 Cr-X(=Si, Mo, Cu, Gd) 하지층 및 Co-12at%Cr-2at%Ta 자성층의 미세구조를 관찰하기 위

해서 주사전자현미경(TOPCON, Co, JAPAN)을 사용하였다. 또 각각의 조건에 따른 박막의 결정배향성을 알아보기 위하여 CuK radition을 이용한 X-ray 회절분석장치(Phlips. Co, Holland)를 사용하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 기판의 온도 변화에 따른 자기적 특성

Fig. 1은 기판의 온도를 100~200 °C로 변화시켰을 때

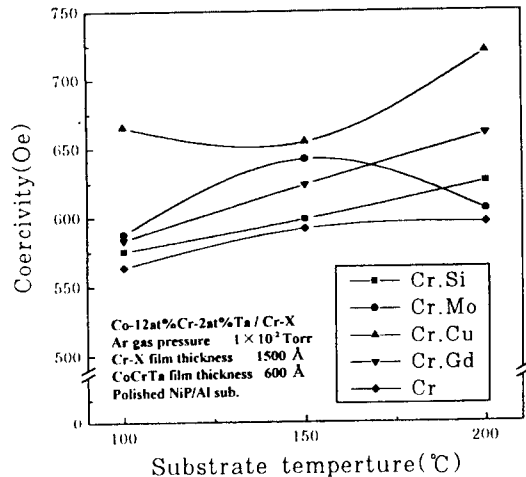


Fig. 1. Coercivity change as a function of substrate temperature(°C).

의 Cr-X 자성박막의 각 첨가원소에 따른 보자력의 변화를 나타내었다. 순수한 Cr 하지층과 비교하여 제2의 원소가 첨가된 하지층이 높은 보자력을 나타냈고 온도가 증가함에 따라 보자력이 증가하는 경향을 보이고 있다. 첨가원소 Cu는 다른 첨가원소의 하지층보다 높은 보자력을 나타내었으며, 첨가된 원소 Si, Mo, Gd의 경우는 기판온도에 따라 보자력은 약간 증가하거나 포화되는 경향을 보였다. 일반적으로 기판온도가 증가함에 따라 박막의 결정배향성이 변화하고 입사원자들의 표면 확산증가로 인하여 편석이 촉진되고 미세구조에 영향을 미친다. 기판온도의 상승으로 인한 박막의 보자력이 증가하는 원인으로는 기판온도가 증가함에 따라 Cr하지층의 결정배향성이 Cr(110)에서 (200)으로 바뀌고 Cr(200)위에 Co(1120)이 성장함으로써 수평보자력이 증가하는 것과 기판을 가열함으로써 Cr원자들의 표면 유동성이 증가하여 CoCrTa 결정입계에서 Cr원자의 편석이나 석출이 일어나고 편석지역이 자벽의 이동을 방해하는 pinning site로 작용하여

보자력을 증가시키고 Ta의 불균일한 분포가 자벽의 이동을 방해한다고 사료된다[8, 10, 11]. 또한 인접한 결정립 사이의 exchange coupling을 감소시킴으로써보자력이 향상되는 것으로 사료된다[9]. 뿐만아니라, 높은 기판온도에서는 Al기판과 CoCrTa/Cr박막과의 열팽창계수의 차이에 의해 박막에 큰 압축응력이 작용하여보자력을 증가시킬수 있다는 보고도 있다[12]. 기판의 온도를 변화시키면서 증착시킨 CoCrTa/Cr-Cu 자성박막의 X-ray 회절패턴을 Fig. 2에 나타내었다. Fig. 2에서 보는바와 같

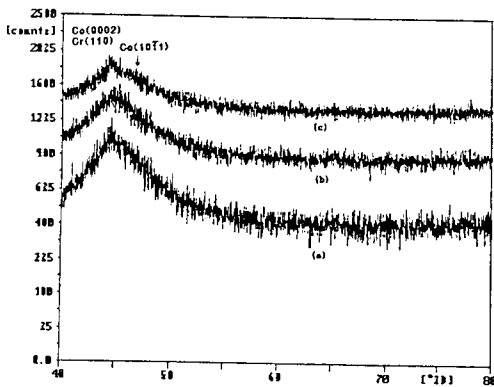


Fig. 2. XRD pattern of CoCrTa/Cr-Cu magnetic thin film on NiP substrate as a function of substrate temperature.  
(a) 100 °C (b) 150 °C (c) 200 °C

이 Co(0002) 및 Cr(110)면의 겹쳐진 peak 하나만이 관찰되었기 때문에 이 XRD pattern으로는 하지층이나 자성층의 선택방위나 epitaxial 성장을 설명하기는 어렵다. CoCrTa/Cr 자성박막은 높은 기판온도(약 200 °C 이상)에서 Cr(200)의 우선배향이 나타나며 Cr(200)면 위에서 CoCrTa(10 $\bar{1}$ 1) 및 (11 $\bar{2}$ 0)이 epitaxial 성장을 함으로써 높은보자력을 얻을 수 있는 것으로 알려져 있다[9, 14]. 본 실험에서 Cr(110)과 Co(0002) peak만이 나타나는 원인으로 생각할 수 있는 것은 기판의 온도가 Cr(200)이 성장할 만큼 높지않기 때문으로 추정된다. 이것은 실험에 사용된 스퍼터링 장치가 저항가열방식을 이용하여 기판의 온도를 조절하였으나 본 실험에서는 기판과 holder 사이의 밀착력이 저하되어 NiP-Al 기판까지의 열전달이 어려워 기판의 온도가 200 °C라고 하더라도 실제 기판의 온도는 200 °C에 못미치는 낮은 온도를 나타냈다고 생각된다. 또한 첨가원소 X가 Cr(200) 면의 성장을 억제하였을 가능성도 있으나, Cr-X 하지층에 대한 XRD

패턴을 구하지 않았으므로 확인할 수는 없었다. 기판온도 변화에도 불구하고 Cr(200)이나 Co(11 $\bar{2}$ 0)의 결정배향성을 나타내지 않았으므로 보고된보자력보다 낮게 나타났다고 사료된다[8, 9]. 그러나 기판온도 200 °C일때 아주 약한 Co(10 $\bar{1}$ 1) peak가 나타나는 것으로 보아 Co(10 $\bar{1}$ 1)면의 성장이보자력 증가의 원인으로 사료된다. 그러나 Cr하지층의 결정배향성이보자력에 크게 영향을 끼치지 못한다는 보고도 있다[13]. 박막의보자력 증가를 미세구조의 관찰로 확인하기 위하여 기판의 온도를 100 °C, 150 °C, 200 °C로 변화시켜 증착시킨 CoCrTa/Cr-Cu박막의 표면사진을 Fig. 3에 나타내었다. CoCrTa/Cr

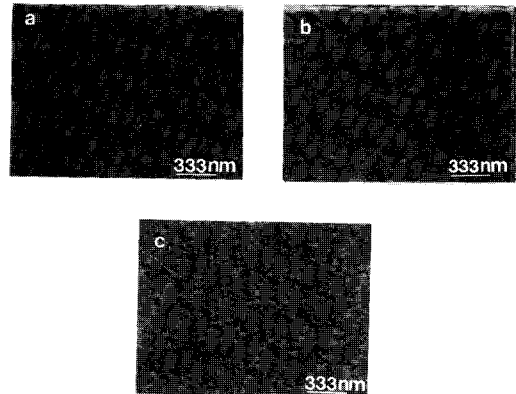


Fig. 3. SEM micrographs of CoCrTa/Cr-Cu magnetic thin film on NiP substrate as a function of substrate temperature.  
(a) 100 °C (b) 150 °C (c) 200 °C

Cr 자성박막에서 기판온도가 증가함에 따라 Cr하지층의 결정립크기는 증가할 것이다. 논문에 나타난 사진은 Cr하지층의 미세조직사진이 아니라 CoCrTa 자성층의 미세조직사진이다. Cr하지층의 결정립크기는 기판온도가 증가함에 따라서 증가할 것이고 그 위에 스퍼터된 자성층 또한 Cr하지층의 결정립에 크게 영향을 받는다. Cr-X하지층의 결정립크기가 증가할수록 그 위에 성장하는 CoCrTa 자성층의 결정립도 증가할 것이다. 본 실험에서는 Cr하지층과 CoCrTa자성층의 증착시 기판의 온도를 같게 하였으므로 기판의 온도가 증가함에 따라 Cr-X하지층의 결정립 성장으로 CoCrTa자성층의 결정립도 커지는 것으로 사료된다. SEM 사진에서 보는바와 같이 낮은 기판온도에서 증착한 자성층 표면은 결정립이 분리된 경계를 나타내는 표면형상을 보이고 있으나 기판온도가 200 °C로 증가함에 따라 입자간의 경계가 불분명하고 연속적인 표면형상으로 바뀌었다. 이것은 Thornton의 박막성

장모델에서 낮은 기판온도에서는 zone 1, zone T가 높은 기판온도에서는 zone 2로 성장한 것으로 사료된다[17]. 높은 온도에서는 Cr-X 하지층에서 X원소와 Cr이 CoCrTa 자성층으로 확산하여 자성층내 결합을 형성함으로써 보자력이 증가하는 것으로 사료된다. 그러나 결정립의 크기에 따른 보자력의 변화를 보다 정확히 설명하기 위해서는 TEM에 의한 미세조직 관찰에 의해서만 가능하다고 사료된다.

2. Cr-X하지층 두께에 따른 자기적 특성

Cr 하지층의 두께 변화는 박막의 결정립 형상 및 자기적 특성에 큰 변화를 가져오며 CoCrTa 자성층의 보자력에 많은 영향을 주는 것으로 알려져 있다[8]. 그러나 Cr 하지층없이 CoCrTa합금을 증착하면 Cr 하지층의 epitaxial growth 효과가 없으므로 보자력이 낮다[10, 11]. Fig. 4은 Cr-X하지층의 두께 변화에 따른 보자력의 변화

형상등에 크게 영향을 받게되며 보자력의 증가는 Cr (200)위에 Co(11 $\bar{2}$ 0)이나 (10 $\bar{1}$ 0), (10 $\bar{1}$ 1) plane이 박막면에 평행하게 성장하여야 보자력이 향상된다[13, 14]. 본 실험에서는 Cr-X 하지층 두께 1500 Å에서 가장 좋은 자기적 특성을 얻었다. 그러나 하지층 제조시 보자력이 증가하는 원인에 대해서는 순수한 Cr 하지층에 첨가된 원소들이 Cr의 편석을 촉진시키거나 첨가원소가 Cr과 함께 편석이 되는 영향 일수도 있고 입사에너지의 변화에 따른 Cr 결정립형상과 결정배향성의 변화때문에 생기는 현상 일수도 있으나 이중 어느것이 영향을 미치는 지는 확실히 밝혀지지 않았다. 결정배향성 향상은 기판온도의 변화와 같은 경향으로 온도 200 °C에서 Cr-X하지층 두께가 증가하여도 Cr(110) peak만 X-ray회절에 나타났으며 Cr(200)와 Co(11 $\bar{2}$ 0) peak는 확인 할수 없었다. 따라서 하지층 두께에 따른 결정배향성 향상으로 인한 보자력의 증가를 언급하기는 어렵다. 결정립형상이 보자력에 미치는 영향을 조사하기 위해 기판 온도 200 °C에서 Cr-X하지층의 변화에 따른 CoCrTa/Cr-Cu박막의 SEM사진을 Fig. 5에 나타내었다. 이때의 자성층의 두께는 600 Å, 기

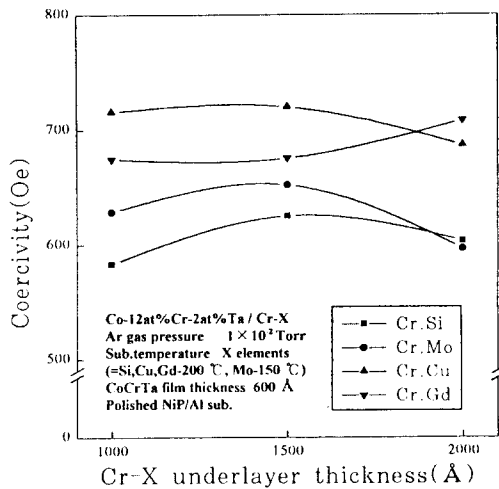


Fig. 4. Coercivity change as a function of Cr-X underlayer thickness.

를 나타내었다. 그림에서 보면 Cr-X 하지층 두께를 1000 Å부터 2000 Å으로 증가시켰을 때 하지층 두께 1500 Å에서 높은 보자력을 나타내었지만 그 이상의 두께에서는 보자력이 감소하거나 증가되는 정도가 낮았다. Cr하지층에 Cu, Gd를 첨가하여 제조한 자성막의 보자력은 Si, Mo를 첨가한 자성막의 보자력에 비하여 높은 값을 나타내고 있지만 두께 증가로 인한 보자력 증가는 거의 없는 것으로 나타났으며 1500 Å 이상 두께에서 Cu는 보자력이 감소하였고 Gd는 약간 증가하는 경향을 나타내었다. 일반적으로 자성층의 자기적특성은 Cr층의 우선배향과 결정립

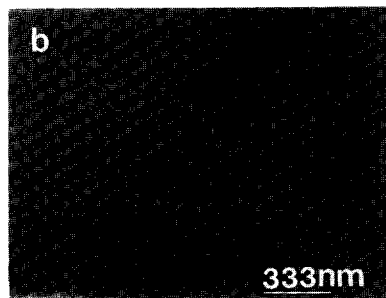
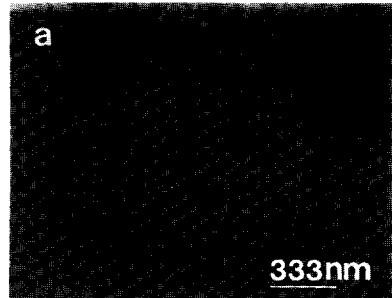


Fig. 5. SEM micrographs of CoCrTa/Cr-Cu magnetic thin film on NiP substrate as a function of Cr underlayer thickness. (a) 1000 Å (b) 1500 Å

관온도는 200 °C였다. Cr 하지층의 두께가 증가함에 따라 결정립크기도 증가한다고 알려지고있다[15, 17]. 그러나 본 실험에서는 앞선 결과와는 다르게 나타났다. 사진에서 Cr-Cu의 경우, Cr 하지층 두께가 증가함에 따라서 결정립의 크기변화는 두께가 증가하면서 1500 Å에서 약간 감소하는 것으로 나타났으며 이것은 Cu의 첨가가 결정립변화에 어느정도 영향을 주는것이 아닌가 추정되는데 이러한 원인을 설명하기는 어렵다. 본 실험에서는 조사하지 않았지만 Cr 하지층과 Cr-X 하지층의 두께에 따른 결정배양성과 미세구조에 미치는 첨가원소 X의 영향을 조사할 필요가 있을 것으로 사료된다.

### 3. CoCrTa자성층 두께에 따른 자기적 특성

박막의 두께를 자성층 두께증가에 따른 보자력의 변화는 자성층이 어느 정도의 두께까지는 결정배향성과 결정립 미세화로 높은 보자력을 얻을수 있지만 자성층의 두께가 증가할수록 보자력은 떨어지며 자성층의 두께가 200~600 Å 사이에서 큰 보자력값을 나타낸다고 보고되었다[15]. 따라서 Cr하지층 두께를 1500 Å, 기판의 온도를 200 °C(=Si, Cu, Gd)와 150 °C(=Mo)로 고정하고 CoCrTa 자성층 두께 변화에 따른 CoCrTa /Cr-X 박막의 보자력 변화를 Fig. 6에 나타내었다. 그림에서 첨가 원

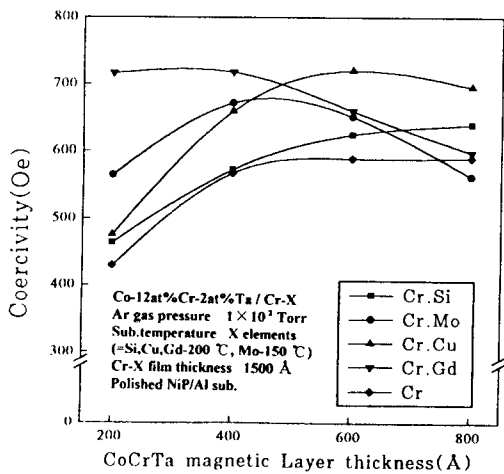


Fig. 6. Coercivity change as a function of CoCrTa magnetic layer thickness.

소 Si, Cu의 경우, 자성층 두께가 증가할수록 보자력이 증가하다가 두께가 600 Å에서 최대값을 나타내었으며 그 이상의 두께에서는 보자력이 약간 증가하였다. 또한 첨가원소 Gd와 Mo의 경우, 각각 자성층 두께 200 Å와 400 Å

에서 최대값을 나타내었지만 그 이상의 두께에서는 보자력이 감소하였다. 앞의 여러실험 결과에서와 같이 첨가원소 Cu는 다른 첨가 원소들에 비해 상대적으로 높은 보자력을 나타내었으며 첨가원소 Gd는 두께 200 Å 정도에서가 다른 원소에 비해 높은 보자력을 나타내었다.

앞선 연구 결과에 의하면 Co-12at%Cr-2at%Ta /Cr 자성박막의 경우에 자성층 두께 200~600 Å까지 보자력이 증가하다가 그 이상의 두께에서는 감소한다고 보고되었다[3]. 또한 in-plane 방위의 결정립에 의해 발생하는 demagnetizing field에 의해서도 보자력이 감소 하는 것으로 사료된다[15]. 따라서 in-plane 보자력이 최대로 되는 최적의 자성층두께 및 하지층의 조건을 선택하는 것이 매우 중요하다.

## IV. 결 론

Co-12a%Cr-2at%Ta /Cr-X(= Si, Mo, Cu, Gd) 자성박막의 자기적 성질에 미치는 첨가원소 X의 영향에 관한 연구 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- ① 순수한 Cr하지층에 비하여 제2원소를 첨가하여 자성층의 보자력이 100 Oe ~ 200 Oe 이상 증가하였다.
- ② 기판온도의 증가에 따라 보자력이 증가하였고 Cr-Cr하지층에서 가장 큰 보자력을 나타내었다.
- ③ Cr-X하지층의 두께가 증가함에 따라 보자력은 증가하였으며 Cr-X 하지층 두께 1500 Å 정도에서 높은 보자력을 나타내었다.
- ④ 자성층의 두께 증가에 따라 보자력 증가하였으며 자성층 두께 400 Å에서 높은값을 나타내었다.

## 참고문헌

- [ 1 ] Y. Hoshi, M. Matsuoka and M. Naoe, J. Appl. Phys., **57**(1), 4023(1985)
- [ 2 ] N. Tani, T. Takahashi, M. Hashimoto, M. Ishikawa, Y. Ota and K. Nakamura, IEEE Trans. Magn., **MAG-27**(6), 4736(1991)
- [ 3 ] J. C. Allen, R. D. Fisher, IEEE Trans. Magn., **MAG-23**(5), 122(1987)
- [ 4 ] T. Coughlin, J. Pressesky, S. Y. Lee, N. Heiman, and R. D. Fisher, J. Appl. Phys., **67**(9), 4689(1991)
- [ 5 ] J. Pressesky, S. Y. Lee, S. Duan, and D. Williams, J. Appl. Phys., **67**(8), 5163(1991)
- [ 6 ] M. Ishikawa, K. Terao, M. Hashimoto, N.

Tani, Y. Ota, and K. Nakamura, IEEE Trans. Magn., **Mag-26**(5), 1602(1990)

[ 7 ] N. Tani, M. Hashimoto and Y. Murata, M. Ishikawa, Y. Ota, and K. Nakamura, J. Appl. Phys., **67**(12), 7507(1990)

[ 8 ] Kenneth E. Johnson, Jhon B. Mahike, Kevin J. Schulz and Art C. Wall, IEEE Trans. Magn., **MAG-29**(1), 215(1993)

[ 9 ] Takashi Kawanabe, Masahiko Naoe, IEEE Trans. Magn., **Mag-24**(6), 2721(1988)

[10] T. Ohno, Y. Shiroishi, S. Hishiyama, H. Suzuki and Y. Matsuda, IEEE Trans. Magn., **MAG-23**(5), 2809(1989)

[11] Terada, A, J. Mag. Soc. Jpn. **13**(3), 493 (1989)

[12] Y. Shen, D. E. Laughlin and D. N. Lambeth, IEEE Trans. Magn., **MAG-28**(5), 3261(1992)

[13] Shaulin Duan, Mahbub R. Khan, Joseph E. Haefele, IEEE Trans. Magn., **MAG-28**(5), 3258(1992)

[14] J. C. Lin, C. D. Wu and J. M. Sivertsen, IEEE Trans. Magn., **MAG-26**(1), 39(1990)

[15] Y. Hsu, J. M. Sivertsen, J. H. Judy, IEEE Trans. Magn., **MAG-26**(5), 1599(1990)

[16] A. Kawamoto, P. Hikami, S. Yasuda, N. Muto, IEEE Trans. Magn., **MAG-27**, 5046 (1991)

[17] J. A. Thornton, J. Vac. Sci. Tech., **A4**, 3059 (1986)

## The Effect of Additional Elements X on Magnetic Properties of CoCrTa /Cr-X Thin Film

J. H. Kim, J. Y. Park, and I. T. Nam

*Department of materials Engineering, Kangwon National University  
192-1, Hyoja-Dong, Chunchon Kangwon-Do 200-701, Korea*

Y. K. Hong

*Research Center, Oriental Chemical Industries  
587-102, Hakik-Dong, Incheon 402-040, Korea*

(Received 4 November 1993, in final form 9 December 1993)

The Effects of additional element X (X = Si, Mo, Cu, Gd) on magnetic properties and microstructure of Co-12at%Cr-2at%Ta /Cr-X magnetic thin film were investigated. The thickness changes of Cr-X underlayer and CoCrTa magnetic layer were in the range of 1000~2000 Å and 200~800 Å, respectively. Substrate temperatures were controlled from 100 °C to 200 °C. Increase of coercivity by about 100~200 Oe was observed in CoCrTa /Cr-X thin films compared to those without additional X element. Cu was the most effective additional element for increasing coercivity. CoCrTa /Cr-Cu thin film shows relatively high coercivity in 1500 Å underlayer thickness and 600 Å magnetic layer thickness.