

## FTS에 의한 Co-Cr-Ta 기록층의 제작

## Preparation of Co-Cr-Ta recording layers by FTS

°공석현°, 손인환°, 박창욱°, 김재환°, 김경환°  
 ( °S.H.Kong°, I.H.Son°, C.O.Park°, J.H.Kim°, K.H.Kim° )

## Abstract

The Co-Cr-Ta films are one of the most suitable candidates for perpendicular magnetic recording media. The facing targets sputtering(FTS) system has a advantage of preparing films over a wide range of working gas pressure on plasma-free substrates. In this study, we investigated the effect underlayers on the growths layers of Co-Cr-Ta recording layers. The Co-Cr-Ta/Ti(CoCr) double layers were deposited with sputter gas pressure( $P_{Ar}$ ,  $0.3 \sim 1mTorr$ ) by using FTS apparatus at temperature of  $40^{\circ}C \sim 300^{\circ}C$ , respectively. Crystallographic and magnetic characteristics were evaluated by x-ray diffractometry(XRD) and vibrating sample magnetometer(VSM), respectively.

**Key words(중요용어)** : Facing Targets Sputtering(대향타겟스퍼터링), Perpendicular Magnetic Recording Media(수직자기기록매체), Co-Cr-Ta Thin Films(Co-Cr-Ta박막), c-axis Orientation(C-축배향), Coercivity(보자력)

## 1. 서 론

20Gbits/inch<sup>2</sup> 이상의 초고밀도기록을 실현시키기 위하여, 스퍼터법으로 제작된 Co-Cr계 합금 단층막이 자기기록매체로서 각광받고 있다[1]. 본 연구에서는 대향타겟식스퍼터장치를 이용하여 Co<sub>83</sub>Cr<sub>17</sub>Ta<sub>3</sub> 박막을 기록층으로 사용한 수직자기기록용 rigid disk를 제작하기 위한 기초실험으로서, Co<sub>83</sub>Cr<sub>17</sub>Ta<sub>3</sub> 단층막을 제작하여 자기적 특성을 조사하였으며, 그 결과 c축 배향성에 악영향을 미치는 초기성장층을 억제시킬 필요가 있다는 실험결과를 얻었다. 따라서, 초기성장층의 c축 배향성을 향상시키기 위해 epit-axial 성장용 하지층으로서 상자성 Ti 및 Co<sub>67</sub>Cr<sub>33</sub>막을 사용하여 Co-Cr-Ta 기록층의 결정성·자기특성을 연구하였다.

\* : 경원대학교 공대 전기전자공학부  
 (성남시 수정동 북정동 산 65, Fax: 0342-750-5267

E-mail: khkim@main.kyungwon.ac.kr)

\*\* : 신성대학 전기과

\*\*\* : 가톨릭상지대학 전기전자정보계열

\*\*\*\* : 광운대학교 전기공학과

## 2. 자기기록방식

## 2.1. 수평자기기록방식

현재, floppy disk, hard disk, video tape, audio tape 등 자기기록에 있어서 수평방향 자화를 이용한 수평자기기록방식이 사용되고 있다. 이 기록방식에서는 각 bit의 경계에서 S극과 S극, 또는 N극과 N극이 서로 마주보면서 조합된 패턴으로 되어 있다.

그림 1(a)에 나타낸 바와 같이, 고밀도 기록이 이루어지면, 자화반전영역에 강한 감자계가 발생하여 재생출력이 감소하는 현상이 나타난다[2]. 기록밀도

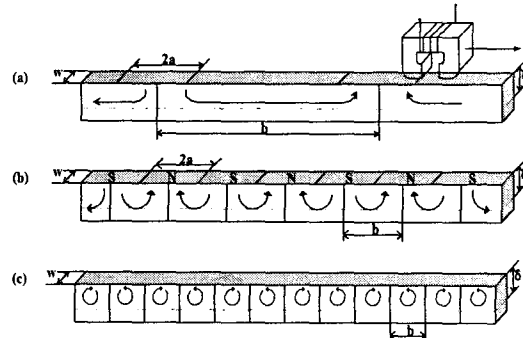


그림 1 수평기록방식의 각 기록과장의 자화 모드

가 낮은 경우에는 자력선이 bit의 경계로부터 매체의 외부로 누설되기 때문에 매체상부를 부상하는 헤드에서 매체에 기록시킨 신호를 읽어들이는 것이 가능하게 되지만, 기록밀도가 높게 되면 자화극성이 반전하는 간격이 좁아지게 되고 매체 내의 자력선이 반원상으로 된다.(그림 1(b)) 더욱 고밀도로 기록하게 되면 감자계에 의해 각 bit내에서 자력선이 페루프를 형성한다.(그림 1(c)) 회전자화모드라 불리우는 이 상태에서는 자속이 매체외부로 전부 나오지 않기 때문에 기록된 신호를 재생하는 것이 불가능하다. 이것이 수평기록의 원리적인 기록한계이다. 이 문제를 해결하는 방법으로서 2가지 접근방법이 있다. 우선 수평자기기록방식에서 매체를 수 A 정도로 극박막화한다면, 형상자기방성에 의해 자화의 면내성분이 증가한다. 또한 자화천이영역이 매체의 막두께가 얇을 수록 작아지기 때문에, 현재 매체의 극박막화가 계속 진행 중에 있다. 또 한가지는 고밀도 영역에서 감자작용이 감소하여 sharp한 자화반전이 얻어지는 수직자기기록방식의 도입이다.

## 2.2. 수직자기기록방식

수직자기기록방식은 기록매체의 수직방향의 자화를 이용해 데이터를 기록하는 방식이다[3].(그림 2) 이는 매체면에 수직으로 반평행한 소자석이 나열되어 있는 방식이다.

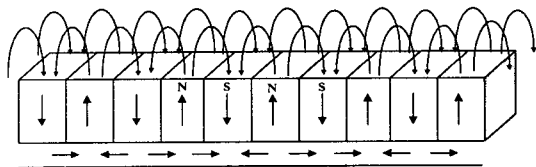


그림 2 수직자기기록방식의 자화 모드

이 방식은 기록밀도가 증가함에 따라, 자화천이영역에서의 감자계가 작아지게 되는 방식으로 고밀도에 적합한 기록방식이라고 말할 수 있다. 이 방식이 제안된 것이 1976년이며, 1980년대에 들어오면서 수직자기기록의 연구개발이 급속히 진전되었다. 그러나 매체와 헤드의 영구성 부족으로, 실용적으로 사용될 정도의 신뢰성이 확보되지 못하였다. 한편, 수평자기기록은 순조롭게 연구·발전되어, 수직기록의 수평기록에 대한 우위성은 사라지고, 수직기록의 연구개발이 활성화되지 않게 되었다. 그렇지만 현재 수평자기기록은 면기록밀도 10Gbit/inch<sup>2</sup> 이상의 기록매체가 개발되고 있으나, 점차 한계라는 견해가 강하게 대두됨에 따라서, 다시 수직자기기록이 각광

을 받고 있다.

## 2.3. 수직자기기록용매체

수직자기기록용매체의 성질로서 우선, 첫째로 높은 수직자기방성을 들 수 있다. 또 제작이 용이할 것, 보자력, 포화자화의 제어가 용이한 것도 중요하다. 지금까지 제작된 수직자기기록매체로서 Ba ferrite막, Co계 도금막 등을 들 수 있지만, 위에서 서술한 매체의 성질에 있어서 가장 적당한 것이 Co-Cr계 스퍼터 박막이라고 알려져 있다.

Co는 결정이 육방조밀(h.c.p.)구조를 취하고, 그 결정은 c-축을 자화용이축으로 한 일축자기방성을 나타낸다. 따라서 용이축을 막면에 대해 수직으로 배향시키는 것에 의해 강한 수직자기방성을 얻을 수 있게 된다. 그러나 Co 단일 박막은 포화자화 M<sub>s</sub>가 매우 크고, c-축 배향도가 나쁘다. 더욱이 감자계가 수직자기방성 H<sub>k</sub> 보다 크기 때문에 수직자화가 지속적으로 유지되지 않는다. 여기에 적당한 제2원소를 첨가하여 M<sub>s</sub>를 낮추고, 동시에 c-축 배향도를 개선 할 필요가 있다. 이를 위해 H<sub>k</sub>가 매우 크게 되고 h.c.p.구조가 안정하게 존재한다고 보고되고 있는 Cr을 첨가한 Co-Cr계 합금이 매우 유망시되어 폭넓게 연구되고 있다.

또한 Co-Cr막에 제3원소를 첨가하면 특성을 좀더 향상시키는 것이 가능하다고 보고 되고 있으며, 그 제3원소로서 Ta이 가장 우수한 특성을 갖는다고 보고 되고 있다. Ta의 조성을 변화시켜 대향타겟식 스퍼터법으로 Co-Cr-Ta막을 제작한 경우 Ta이 약 3at%에서 보자력의 최대값을 얻고, Δθ<sub>50</sub>도 최솟치를 가지다는 것이 Naoe에 의하여 보고 된바 있다 [4]. 따라서 본 연구에서는 Co<sub>80</sub>-Cr<sub>17</sub>-Ta<sub>3</sub> 막을 기록층으로 사용하여, 결정성 및 자기적인 특성을 조사하였다.

## 3. 실험 방법

본 실험에서는 직경 100mm의 Co<sub>80</sub>Cr<sub>17</sub>Ta<sub>3</sub> 디스크형 합금을 타겟으로 사용하였으며, 스퍼터가스로서 99.9%의 아르곤 가스를 사용하여, slide glass 기판에 단층막을 기판온도를 변화시켜 제작하였다. 박막의 제작조건은 아래 표1과 같다.

또한, Co-Cr계 합금의 결정성 향상을 도모하기 위하여 하지층으로서 Ti 및 Co<sub>67</sub>Cr<sub>33</sub>을 사용한 이층막을 기판온도 T<sub>s</sub>를 40℃에서 300℃까지 변화시켜 제작하였다. 제작된 단층막(Co-Cr-Ta, 이후 CCT라 칭함), 이층막(Co-Cr-Ta/Ti, CCT/T라 함), (Co-Cr

Ta/Co-Cr, CCT/CC라 함)의 결정성 및 자기적 특성을 XRD, VSM을 사용하여 조사하였다. 아래 그림 3은 박막 제작 장치인 대향타겟식 스퍼터의 외형을 나타낸다.

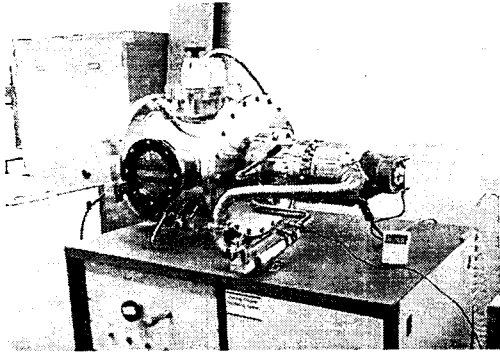


그림 3. FTS 시스템 장치 사진

표 1. 박막의 제작 조건

방전전압 $V_a$	410~550 V
방전전류 $I_d$	0.5/1(0.5) A
가스압력 $P_{Ar}$	0.3~1mTorr
기판온도 $T_s$	40°C~300°C/220°C.
두께 $\delta$	200nm/20nm

#### 4. 결과 및 검토

##### 4.1. $Co_{80}C_{17}Ta_3$ 단층막/ $Co_{80}C_{17}Ta_3/Ti$ 이층막/

##### $Co_{80}C_{17}Ta_3/Co_{67}Cr_{33}$ 이층막의 결정학적 특성

Co-Cr계 합금의 보자력을 제어하는 데 있어서, 기판온도는 중요한 변수이다. 따라서, 수직자기기록매체로서 유망한  $Co_{80}C_{17}Ta_3$  단층막을, 기판온도를 변화시켜 제작하고, 그 특성을 조사하였다.

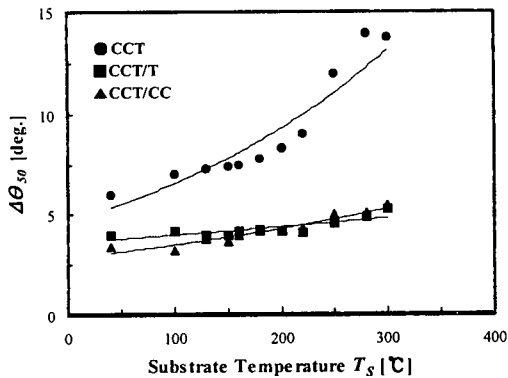


그림 4. 반가폭  $\Delta\theta_{50}$ 의 기판온도의존성

그림4는 각 샘플의  $\Delta\theta_{50}$ 의 기판온도의존성이다. CCT의  $\Delta\theta_{50}$ 은 기판온도  $T_s$ 가 증가함에 따라 증가한다.  $T_s$ 가 200°C 전후에서 상승율이 크게 나타난다. 그 원인으로서는 주상구조의 형성에 기인하며, 막형성이 실온에서는 치밀한 입자상의 상태이고,  $T_s$ 의 상승에 따라 주상구조가 형성되어, 그것에 의해  $\Delta\theta_{50}$ 이 증가된다.

CCT/T 즉, 하지층 Ti를 사용한 경우는  $T_s$ 가 상승하여도 비교적 일정한  $\Delta\theta_{50}$ 을 나타내고 있다. 이는 Ti와 Co-Cr-Ta은 결정구조가 육방정이기 때문에, Ti층을 하지층으로 사용함으로써, Co-Cr-Ta막이 하지층에 이끌려 성장하며, 따라서, c-축 배향성이 양호하지 않은 초기 성장층을 감소시킴으로써 박막의 결정성을 향상시킨다고 생각한다.

CCT/CC 이층막의 결정성의 온도의존성을 살펴보면 전체 기판온도 영역에서 양호한 결정성을 나타내고 있는 이는 기록층과 하지층을 동일 계열로 구성함으로써 결정 성정에 있어서 호모에피택셜이 형성되기 때문이라고 사료된다.

##### 4.2. $Co_{80}C_{17}Ta_3$ 단층막/ $Co_{80}C_{17}Ta_3/Ti$ 이층막/

##### $Co_{80}C_{17}Ta_3/Co_{67}Cr_{33}$ 이층막의 자기적 특성

그림 5, 6은 각각의 샘플의 보자력  $H_c$ , 이방성자계  $H_k$ 의 기판온도의존성을 나타내고 있다.

그림 5에 나타난 바와 같이, 모든 샘플은 기판온도가 상승함에 따라 수직보자력이 증가한다. 이는 기판온도의 상승으로 인한 편석현상에 기인한다고 생각된다. 가장 높은 보자력을 갖는 샘플은 단층막 구조인 CCT이며, 이는 박막에 하지층을 도입함으로써 Co-Cr-Ta 입자의 표면확산이 어려워지고, 따라서, 온도 상승에 따른 편석현상이 일어나기 어렵기 때문이라고 생각된다. 그러나 하지층의 도입을 통하여 수평보자력값을 감소시키는 효과를 얻을 수 있다는 것을 확인하였으며, 이는 박막의 c-축 배향성 개선에 기인한다고 생각된다.

그림 6은 이방성 자계의 온도의존성을 나타내고 있는데, 여기서, CCT/CC 이층막이 가장 높은 이방성 자계를 갖는다는 것을 확인할 수 있으며, 온도 상승에 따른 자계 상승율도 가장 낮다는 것을 알 수 있다. 이는 박막의 결정성에 기인한다고 생각되며, 동일한 Co-Cr 계 합금을 하지층으로 사용함에 따라, 흡착작용력 증가하여 이와 같은 결과를 나타낸다고 생각된다.

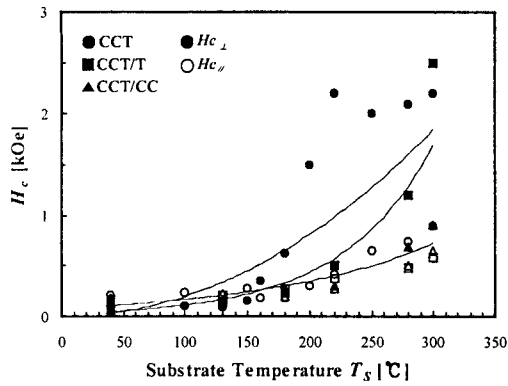


그림 5. 보자력  $H_c$ 의 기판온도의존성

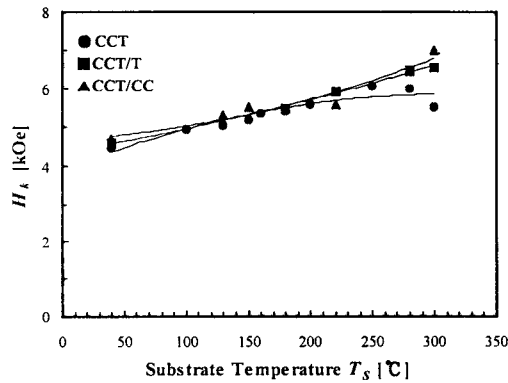


그림 6. 이방성저계  $H_k$ 의 기판온도의존성

## 5. 결론

대향타겟식스퍼터장치를 이용하여 Co-Cr-Ta 단층막을 기록층으로 사용하는 수직자기기록용 디스크를 제작에 앞서, 기록층의 결정학적 특성 및 자기적 특성을 개선하고자 하지층을 도입하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

[1] Ti 하지층은 Co-Cr-Ta 기록층의 초기성장층을 감소시켜, 결정성을 양호하게 만들었으며, 보자력은 기판온도 220°C에서 약 1200Oe 정도의 비교적 높은 값을 나타내었다.

[2] Co-Cr 하지층은 Co-Cr-Ta 기록층의 초기성장층을 크게 감소시켜, 가장 양호한 결정성을 나타내었으나, 보자력은 기판온도 220°C에서 약 300Oe 정도의 낮은 값을 나타내었다.

따라서, 상기 결과에서 알 수 있는 바와 같이, Ti를 기록층의 하지층으로 사용하여 수직자기기록용 디스크를 제작하는 것이 바람직하다고 사료된다.

## 참고 문헌

1. 池田圭宏, 筒井長徳, 日本應用磁氣學術講演概要集, 11, 1996.
2. Puling, Lu and Stanley H. charap, *IEEE Trans. Magn.*, 31, 1995.
3. S. Iwasaki and K. Ouchi, *IEEE Trans. Magn.*, 14, 1978.
4. Yoshiro Niimura and Masahiko Naoe, *J. Magn. Mater.* Vol. 54-57, 1985