

## Mn<sub>1-x</sub>Cr<sub>x</sub>Pt<sub>3</sub> 규척합금의 자기적, 광자기적 특성

경상대학교 항공기부품기술연구소 박 문기\*  
조 재경

### MAGNETIC AND MAGNETO-OPTIC PROPERTIES OF Mn<sub>1-x</sub>Cr<sub>x</sub>Pt<sub>3</sub> ORDERED ALLOY FILMS

Gyeongsang National University, RECAPT M. K. PARK\*  
J. K. CHO

#### 1. 서 론

MnPt<sub>3</sub>와 CrPt<sub>3</sub>는 모두 Cu<sub>3</sub>Au형 규척구조를 갖는 입방정으로, 전이 금속 원자(Mn, Cr)가 단위포의 꼭지점에 위치하고, Pt 원자가 면심에 위치하는 결정구조를 갖는다.[1] 자기적으로는 MnPt<sub>3</sub>는 Mn과 Pt의 자기모멘트가 서로 평행을 이루는 큐리온도 97 °C의 강자성체인 반면, CrPt<sub>3</sub>는 Cr과 Pt의 자기모멘트가 반평행으로 배열된 닐온도 414 °C의 페리자성을 나타낸다.[1] MnPt<sub>3</sub>의 자기광학효과는 벌크합금 및 박막의 경우에 대해 소수의 보고가 있을 뿐으로, Buschow등에 의하면 MnPt<sub>3</sub> 벌크합금은 파장 633 nm와 830 nm에서 커 회전각이 모두 0° 라고 보고하고 있으나,[2] Kato등이 스퍼터법으로 제조한 MnPt<sub>3</sub> 박막의 커 스펙트럼은 동일한 파장에서 각각 약 0.6° 와 1.0° 의 큰 값을 나타내고 파장 1000 nm에서 최대 1.18° 를 나타낸다는 상이한 보고를 하고 있다.[3] 또한, MnPt<sub>3</sub> 박막의 자화용이축은 막면에 평행한 것으로 보고하고 있다.[3] 반면, CrPt<sub>3</sub>의 경우에는 벌크 합금의 자기특성에 대한 보고[1]이외에는, 벌크 및 박막의 자기광학효과에 대해서는 보고된 예가 없으며, 박막의 자기특성에 대한 보고 또한 전무한 실정이다.

본 연구에서는, 광자기 기록용 신재료를 탐사할 목적으로 MnPt<sub>3</sub>와 CrPt<sub>3</sub>의 고용체 박막을 스퍼터법으로 제조하여, 자기 및 자기광학 특성을 조사했다.

#### 2. 실험 방법

Mn<sub>1-x</sub>Cr<sub>x</sub>Pt<sub>3</sub> 박막을 석영 유리 기판(38×26×0.3mm)상에 rf 마그네트론 스퍼터법을 이용하여 기판을 가열하지 않은 상태에서 제조했다. CrPt<sub>3</sub> 박막의 제조를 위해서는 Cr과 Pt 타겟을 사용했고, Cr층의 두께를 4 Å으로 일정하게 유지시키며 Pt층의 두께를 21.5 Å - 10.2 Å 까지 변화시켜가며 적층하여 원하는 조성이 얻어지는 조건을 탐사하였고, 전체 막후를 약 2000 Å으로 맞추기 위해 Cr/Pt bilayer의 층수를 80 - 120으로 하였다. Mn량은 위와 동일한 조건하에서 Cr타겟 위에 Mn 칩을 올려 놓고 칩의 개수를 조정하여 변화시켰다. 사용한 스퍼터러는 두 타겟에 동시에 플라즈마를 발생시킬 수 있도록 3원 2극 구조로 되어 있으며, 플라즈마의 상호 간섭을 막기 위해 분리막을 설치하여 내부를 각 영역으로 독립시켰다. 스퍼터가스로는 Ar을 사용했고, 스퍼터시의 압력은 약 30 mTorr 이었다. 박막을 제조한 후 합금화하기 위해 800 °C 진공 중에서 15분간 열처리했다.

제조한 박막의 화학조성을 EPMA로, 결정구조를 XRD (Cu-Kα)로, 자기특성을 VSM (10 kOe)으로, 커 회전각 스펙트럼을 편광면 변조법을 이용하여 파장 범위 300 - 1500 nm에서 커스펙트로미터로 측정했다. 모든 측정은 실온에서 행했다.

#### 3. 결과 및 고찰

제조한 박막의 소각 XRD 다이어그램에서는 제조한 박막들이 층상구조로 되어있는 것을 알 수 있었고, 설계치로부터 계산한 2θ 값과 측정된 라인의 2θ 값은 7% 내에서 일치했다. 열처리 전후 박막의 광각 XRD 다이어그램에서는 모두 (111)면이 막면에 평행으로 우선 배향되어 있는 것을 알 수 있었으며, 열처리에 의해 (111)면의 회절강도가 증가하는 것을 알 수 있었다.

Fig. 1에 열처리 후의 (a)MnPt<sub>3</sub> 박막과 (b)CrPt<sub>3</sub> 박막의 자기히스테리시스 루우프를 나타냈다. MnPt<sub>3</sub> 박막

의 경우에는 그림에서 보듯이 자화용이축이 막면에 평행인 반면, CrPt<sub>3</sub>박막은 자화용이축이 막면에 수직인 것을 알 수 있다. 수직자기이방성의 원인으로서는 (111)면의 우선 배향에 의한 결정자기이방성과 박막과 기판과의 열팽창계수의 차에 의한 역자왜효과가 추정된다. 또한, 그림으로는 나타내지 않았으나, Cr을 Mn 대신 치환함에 따라 포화자화는 감소하다가 Cr량이 화학식량당 약 0.7에서 영이 된 후 다시 증가하는 결과를 얻었다. 이것은 Mn과 Pt의 자기모멘트가 평행하게 배열되어 있는 페로자성인 MnPt<sub>3</sub>에 Cr을 치환하면, Cr의 자기모멘트가 Mn과 반강자성적으로 결합하여 포화자화가 감소하다가 Cr의 기여가 지배적이 되면 페리자성인 CrPt<sub>3</sub>가 될 때까지 다시 증가하기 때문으로 추정된다.

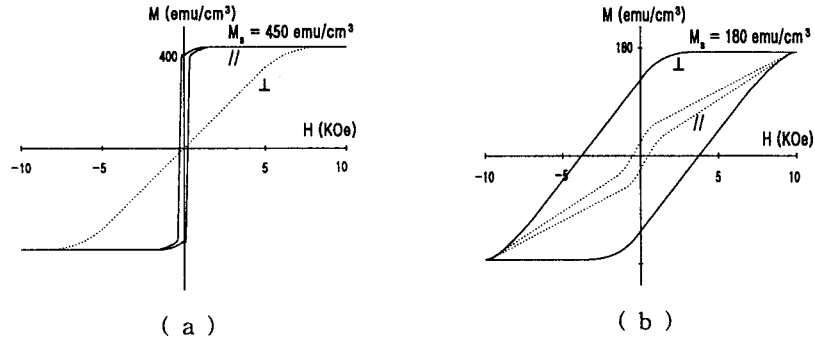


Fig. 1 Magnetic hysteresis loops of (a)MnPt<sub>3</sub> and (b)Cr<sub>0.97</sub>Pt<sub>3</sub> films after being annealed at 800°C for 15min.

Fig. 2는 열처리 후의 MnPt<sub>3</sub>, Mn<sub>0.4</sub>Cr<sub>0.55</sub>Pt<sub>3</sub>와 Cr<sub>0.97</sub>Pt<sub>3</sub> 박막의 커회전각 스펙트럼을 나타낸다. MnPt<sub>3</sub> 박막은 약 400 nm와 1000 nm의 파장에서 극대를 갖는 스펙트럼이 얻어져, 문헌 보고와 잘 일치했다. Mn<sub>0.4</sub>Cr<sub>0.55</sub>Pt<sub>3</sub> 박막의 경우에는 앞에서 기술한 것과 같이 포화자화의 감소로 커회전각은 작은 값을 나타냈다. Cr<sub>0.97</sub>Pt<sub>3</sub>박막의 스펙트럼은 MnPt<sub>3</sub>의 경우와 유사한 형태를 나타냈고 파장 1100 nm 부근에서 커회전각이 약 0.7°로 큰 값을 나타냄을 발견했다.

#### 4. 결론

Mn<sub>1-x</sub>Cr<sub>x</sub>Pt<sub>3</sub> 합금 박막을 rf 마그네트론 스퍼터법으로 전이금속과 Pt층을 적층하여 증착한 후 열처리함으로써 최초로 제조하여, 결정학적, 자기 및 자기광학특성을 조사했다. 제조한 박막은 (111)면이 막면에 우선 배향된 구조를 가지고 있었다. Cr치환량이 증가함에 따라 포화자화 및 커회전각은 감소하다가 다시 증가 했고, Cr치환량이 1의 경우에 수직자화막이 얻어졌다. 본 연구에 의해 CrPt<sub>3</sub> 박막은 자화용이축이 막면에 수직이고, 파장 1100 nm 부근에서 커회전각이 약 0.7°로 큰 값을 나타내는 것이 밝혀져 광자기 기록재료로서의 응용이 기대된다.

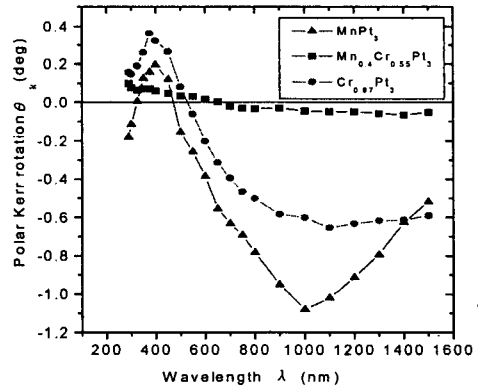


Fig. 2 Kerr rotation Spectra of Mn<sub>1-x</sub>Cr<sub>x</sub>Pt<sub>3</sub> films after being annealed at 800 °C for 15min.

#### 5. 참고문헌

- [1] Chikazumi, Handbook of Magnetic Materials, Asakura Shouten, Tokyo., 60-361, 381 (1987) (in Japanese)
- [2] K. H. J. Buschow, P. G. van Engen, and R. Jongebreur, J. Magn. Magn. Mat., 38, 1 (1983)
- [3] T. Kato, H. Kikuzawa, S. Iwata, S. Tsunashima, and S. Uchiyama, J. Magn. Magn. Mat., 140-144 713 (1995)