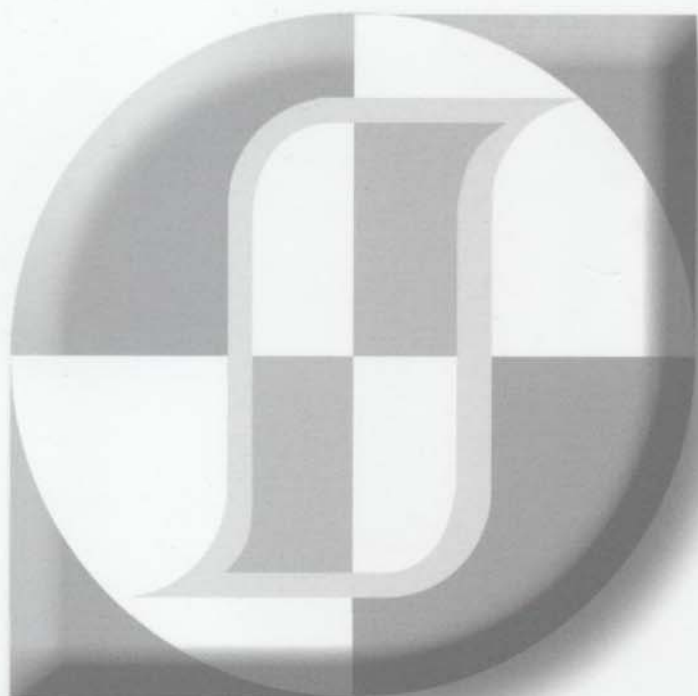


# 한국자기학회 2008년도 임시총회 및 하계학술연구발표회

## KMS 2008 Summer Conference

논문개요집



- 일시** 2008. 6. 12(목) ~ 14(토)
- 장소** 온양관광호텔(충청남도 아산시 소재)
- 주최** 한국자기학회
- 후원** 한국과학기술단체총연합회

Digests of the KMS 2008 Summer Conference  
The Korean Magnetics Society

# La<sub>0.8</sub>Ca<sub>0.2</sub>Mn<sub>0.99</sub><sup>57</sup>Fe<sub>0.01</sub>O<sub>3</sub>의 자기 냉동 특성

홍순천\*, 조동우, 이찬혁, 홍종웅, 이광호, 박승일, 김철성\*

국민대학교 물리학과, 서울 136-702

e-mail: cskim@kookmin.ac.kr

## 1. 서론

최근 지구 환경, 극저온 및 전자 장비의 원활한 구동을 위하여 깨끗하고 열효율이 기본 냉매를 이용한 냉동 시스템보다 큰 자기적 상 변이 및 결정학적 상 변화를 동반하는 자성체를 이용한 자기 냉동[1]에 대한 연구가 금속 화합물[2,3]에 대해 주로 활발하게 이루어 지고 있다. 한편으로 ABO<sub>3</sub> 구조의 물질은 온도에 따른 결정학적 자기적 성질의 다양성을 갖고 있는 구조적으로 안정한 산화물을 이용한 자기 냉동 특성에 대한 연구가 이루어 지고 있다.

자기 냉동은 자기 정렬과 열적 변화 사이에 의해 발견되는 자기 열량 효과(MCE)를 이용하여 냉동 효과를 주는 것으로 이 자기 열량 효과가 큰 자성체를 자기 냉동 물질로 사용할 수 있는 것이다. 자기 열량 효과는 자성체의 인가 자기장에 따른 온도 변화를 직접적으로 측정하는 방법과 아래 수식 (1)을 이용하여 간접적으로 구하는 방법이 주로 이용되고 있는데, 이를 얻기 위해서는 온도에 따른 자화 곡선을 인가자기장을 변화시켜가면서 측정하여야 하며, 이를 수식 (1)을 이용하여 자기 열량 특성을 얻을 수 있다.[2]

$$\Delta S_m(T, \Delta S) = \int_0^H \left( \frac{\partial M}{\partial T} \right)_H dH \quad (1)$$

여기서  $\Delta S_m$ 은 자기 엔트로피 변화값으로 온도에 따른 자화값의 변화 정도와 인가 자기장의 크기에 의해 결정된다.

본 연구에서는 Mn 이온 자리에 <sup>57</sup>Fe 이온을 0.01 치환한 ABO<sub>3</sub> 구조의 La<sub>0.8</sub>Ca<sub>0.2</sub>Mn<sub>0.99</sub><sup>57</sup>Fe<sub>0.01</sub>O<sub>3</sub>을 졸-겔 방법을 이용하여 제조하였으며, 상온에서 결정 구조, 온도 및 인가 자기장에 따른 자기 거동의 변화를 분석하였다. 이로부터 온도에 따른 자기 냉동 특성을 연구하였다. 이들 특성을 x-선 회절기(XRD), 시료 진동형 자화 측정기(VSM) 및 Mössbauer 분광기 등을 이용하여 측정하였다.

## 2. 실험방법

시료는 고순도의 출발 시료를 사용하여 졸-겔(sol-gel) 방법으로 합성되었다. 졸(sol)를 건조한 겔(gel)을 1273 K에서 산소를 흘려주면서 최종 열처리하여 미량의 <sup>57</sup>Fe 가 치환된 La<sub>0.8</sub>Ca<sub>0.2</sub>Mn<sub>0.99</sub><sup>57</sup>Fe<sub>0.01</sub>O<sub>3</sub> 분말을 제조하였다. 합성된 시료의 결정학적 특성 분석을 위하여 상온에서 x-선 회절도를 측정하였다. 시료의 온도에 따른 자기적 거동 변화 분석은 VSM을 이용하여 77 K에서 250 K 영역의 여러 온도 구간에서 자기 이력 곡선을 취하여 연구하였다. 인가자기장의 변화에 따른 자기 거동의 특성은 자기적 상변이가 일어나는 큐리온도(TC) 전후 50 K 온도 영역에서 온도에 따른 자화 곡선을 측정하여 분석하였다. 또한 인가자기장에 의한 온도에 따른 전기적 특성 변화와 자기 냉동 특성과의 관계를 알기 위하여 인가자기장의 변화에 따른 저항을 측정하였다. 더불어 자기 상호작용 특성의 미시적 변화 거동을 4.2 K에서 상온까지 Mössbauer 분광 측정을 통하여 연구하였다.



### 3. 실험결과 및 토의

X-선 회절도의 분석 결과, 결정구조는 Orthorhombic 구조이며, 격자 상수는  $a_0 = 5.486 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 7.761 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5.510 \text{ \AA}$ 이다. X-선 회절선의 분석은 리트벨트 방법을 이용하여 FullProf 프로그램으로 분석하였으며, Bragg R-factor = 3.76 % 이고,  $R_F$  factor = 4.03% 이다. X-선 회절도의 분석 결과를 Fig. 1에 제시하였다.

Fig. 2는 5 kOe의 인가자기장에 의한 온도에 따른 포화 자화 곡선을 나타내었으며, 강자성에서 상자성으로 이차 정렬에 의한 자기적 상전이 발생을 알 수 있었다. 자기 상전이 온도는 185 K로 결정하였다. 자기 상전이 온도 부근에서 인가자기장을 0에서 5 kOe까지 변화시켜가면서 온도에 따른 자화 곡선 및 자기이력 곡선을 측정하였으며, 이를 수식 (1)을 이용하여 자기 열량 효과를 분석하였다. 또한 온도에 따른 저항 및 Mössbauer 분광 스펙트럼의 분석 등으로 전기적 특성 및 미시적 자성 변화와 자기 냉동 특성과의 관계를 연구하였다.

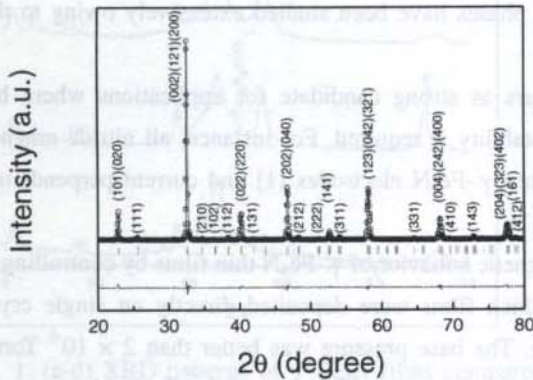


Fig. 1. The X-ray diffraction pattern of  $\text{La}_{0.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Mn}_{0.99}^{57}\text{Fe}_{0.01}\text{O}_3$  at room temperature.

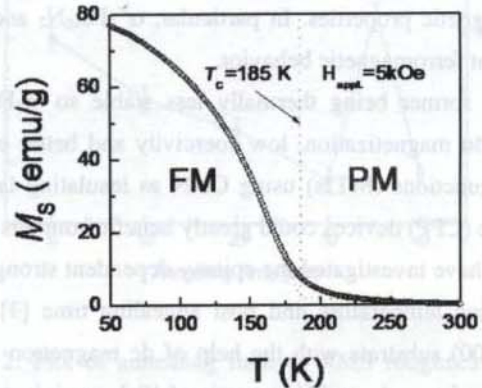


Fig. 2. The temperature dependence of magnetization curve under the 5 kOe applied field.

### 4. 참고문헌

- [1] J. Glanz, Science **279**, 2045 (1998). F. R. de Buschow etc. al. ; Nature **415**, 150 - 152 (2002).
- [2] V. Provenzano, A. J. Shapiro, R. D. Shull, Nature **429**, 853 (2004).
- [3] S. Stadler, M. Khan, J. Mitchell, A. P. Guimarães etc. al., Appl. Phys. Lett. **88**, 192511 (2006).