

미량의  $^{57}\text{Fe}$ 가 doping 된 LSMO 망간산화물의 Mössbauer 분광학 연구

국민대학교	안근영*, 김성백, 심인보, 김철성
한국의국어대학교	이보화
연세대학교	정광호

## Mössbauer studies of iron doped LSMO maganite oxide

Kookmin Univ.	Geun Young Ahn*, Sung Baek Kim
	In-Bo Shim, Chul Sung Kim
Hankuk Univ. of Foreign Studies	Bo Wha Lee
Yonsei Univ.	Kwang Ho Jung

## 1. 서 론

고감도 자기저항 센서의 활용 가능성을 가진 CMR 물질  $R_{1-x}A_x\text{MnO}_3$  ( $R = \text{La, Nd, Pr, A} = \text{Ca, Sr, Ba}$ )[1-2] 산화물이 많이 연구되고 있으며 A 물질이  $0.2 \leq x \leq 0.4$  영역에서의 연구가 활발하다.

본 연구에서는 페롭스카이트 구조의 망간계 산화물에서 망간 자성 이온들의 역할을 규명하고자 sol-gel법을 이용하여 Mn 이온 자리에 미량의  $^{57}\text{Fe}$  이온을 치환한  $\text{La}_{0.67}\text{Sr}_{0.33}\text{Mn}_{0.99}\text{Fe}_{0.01}\text{O}_3$ 를 제조하여 결정구조 및 자기적 성질을 연구하였다. 실험은 x-선 회절 측정, 열분석(DTA/TG), vibrating sample magnetometer(VSM), magnetoresistance(MR) 및 Mössbauer 분광 측정을 하였다.

## 2. 실험방법

Sol-gel 방법을 이용하여 미량의  $^{57}\text{Fe}$ 를 치환한  $\text{La}_{0.67}\text{Sr}_{0.33}\text{Mn}_{0.99}\text{Fe}_{0.01}\text{O}_3$ 분말을 제조하였으며, 이렇게 제조된 gel powder의 열적 거동을 알아보기 위하여 열분석 실험을 수행하였으며, 결정구조를 알아보기 위하여 x-선 회절 측정을 하였다. 시료의 자기적 성질은 VSM을 이용하여 77 K 에서 상온 영역에 걸쳐 포화 자화 곡선과 인가 자기장에 대한 자기저항을 측정하였다. Mn 자리로 치환되어 들어간  $^{57}\text{Fe}$  이온의 미시적 상호작용은 20 K 에서 580 K 영역까지 Mössbauer 분광 측정을 통하여 연구하였다.

## 3. 실험 결과 및 고찰

x-선 회절도의 분석 결과  $\text{La}_{0.67}\text{Sr}_{0.33}\text{Mn}_{0.99}\text{Fe}_{0.01}\text{O}_3$ 의 결정구조는 rhomboheral 구조임을 알 수 있었으며 격자상수는  $a_0=5.480 \text{ \AA}$ ,  $\alpha=60.259^\circ$  임을 알 수 있었다. VSM 을 이용하여 M-H curve 측정결과  $M_s$  값은 77 K 에서는 85.15 emu/g, RT 에서는 60.15 emu/g 이었으며, M-T curve 측정결과  $T_c$ 는 375 K 로 결정하였다. 온도에 따른 자기저항의 측정으로 반도체-금속 전이온도 ( $T_{SC-M}$ )는 큐리 온도 아래에서 관측

되었으며 최대 자기저항은 36 % 였다. Mössbauer 분광기를 이용하여 zero-velocity counts 실험을 수행한 결과 VSM의 M-T curve 측정으로 얻어진  $T_c$ 와 일치하는 결과를 얻을 수 있었다. Mössbauer 분석 결과 이 성질체 이동 값으로부터 치환되어 들어간 Fe 이온 상태는 +3 가임을 확인할 수 있었다. 또한 Curie 온도 근처로 갈수록 Mössbauer 흡수선들은 1,2 와 5,6 번 공명선의 선폭이 급격히 증가하였으며, 3,4 번 선폭은 감소하였고 각 흡수선들 사이의 선폭의 비대칭성 또한 커졌다. 이러한 현상은 이방성 초미세 자기장 요동현상에서 나타나는 전형적인 현상으로 설명할 수 있다.

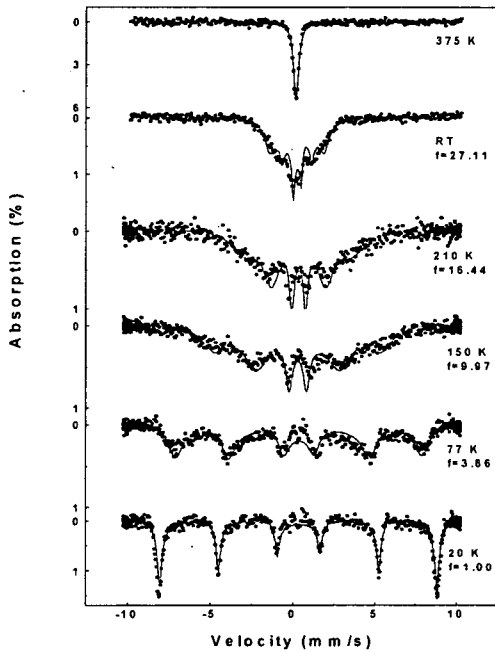


Fig. 1. 온도에 따른  $\text{La}_{0.67}\text{Sr}_{0.33}\text{Mn}_{0.99}\text{Fe}_{0.01}\text{O}_3$ 의 Mössbauer 스펙트럼

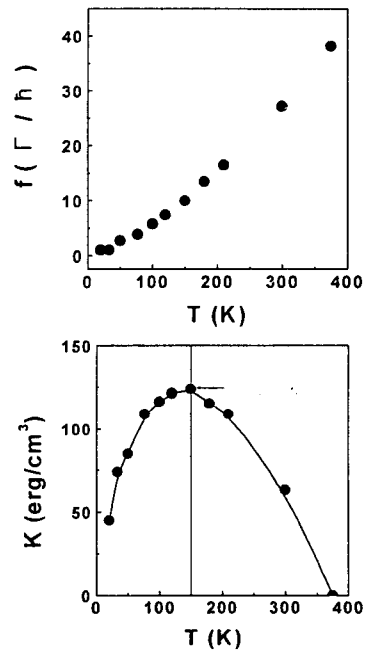


Fig. 2.  $\text{La}_{0.67}\text{Sr}_{0.33}\text{Mn}_{0.99}\text{Fe}_{0.01}\text{O}_3$ 의 요동진동수  $f$ 와 이방성 에너지  $K$

자기 모멘트 완화 시간에 의한 요동 진동수는

$$f = f_0 \exp[-KV/k_B T]$$

로 나타내며,  $f_0$ 는 진동 계수,  $K$ 는 단위부피 당 유효 이방성 에너지이고  $V$ 는 결정입자의 평균 부피이다. 이방성 초미세 자기장 요동을 이용하여 분석한  $\text{La}_{0.67}\text{Sr}_{0.33}\text{Mn}_{0.99}\text{Fe}_{0.01}\text{O}_3$ 의 요동진동수와 요동진동수 식으로부터 구한 이방성 에너지는 150 K에서  $124.01 \text{ erg/cm}^3$ 였으며 이를 Fig. 2에 나타내었다.

#### 4. 참고문헌

- [1] P. Schiffer, A.P. Ramirez, W. Bao and S.W. Cheong, Phys. Rev. Lett., 75, 3336 (1995).
- [2] B. Fisher, L. Patlgan and G. M. Reisner, Phys. Rev. B, 54, 17438 (1996).