

# Y<sub>1-x</sub>Sr<sub>x</sub>MnO<sub>3</sub>의 온도에 따른 자화율의 불가역성

권윤미\*, 아구스티나, 김재영, 이보화  
한국의국어대학교 물리학과 경기도 용인시 449-791

## 1. 서론

다강체 RMnO<sub>3</sub> 중에서 육방정계 YMnO<sub>3</sub> 화합물 박막에서 작은 domain-wall motion을 보이는 single polarization 현상으로 비휘발성 메모리 소자의 가능성을 보여주었다 [1]. 다강체 YMnO<sub>3</sub> (TN= 80 K)의 magnetic ordering의 기원은 180°에 가까운 Mn-O-Mn 각의 Mn 이온과 O 이온 사이의 간접적인 exchange interaction에서 비롯되고, 강유전성 ( $T_c = 914$  K)은 net electric polarization을 만들어내는 Y 이온을 포함한 MnO<sub>5</sub> 다면체에 의해서 나타난다 [2]. 그러나 강유전성과 결합된 자성은 아직 명확히 이해되고 있지 않다. 이 물질의 흥미로운 특징은 Mn<sup>3+</sup>와 Mn<sup>4+</sup>의 magnetic ordering을 얻기 위해 Y<sup>3+</sup>자리에 부분적으로 Sr<sup>2+</sup>을 치환함으로써 나타난다. Sr<sup>2+</sup>의 이온 크기가 Y<sup>3+</sup>의 이온 크기와 유사하므로, 치환 결과 시료의 큰 구조적인 변화는 일어나지 않는다. Hole 치환은 Mn<sup>3+</sup>-Mn<sup>3+</sup> antiferromagnetic superexchange interaction을 약화시키고 Mn<sup>3+</sup>-Mn<sup>4+</sup> ferromagnetic double exchange interaction을 발현하게 된다. 본 연구에서는 hole 치환된 Y<sub>1-x</sub>Sr<sub>x</sub>MnO<sub>3</sub> (YSMO)의 다결정체를 합성하고 ZFC와 FC 자화율 곡선들 사이의 불가역성(irreversibility)을 연구하였다.

## 2. 실험

다결정체 YSMO시료들을 고체상태 반응법으로 제조하였다. 공기 중에서 시료들을 1200°C에서 하소한 뒤 pellet으로 제작하여 1350°C에서 소결하였다. X-ray 회절 실험 수행 결과 시료들의 구조는 육방정계(hexagonal) 구조로 확인되었다. 온도에 따른 magnetization 측정은 외부자기장을 가하지 않고 시료의 온도를 저온으로 냉각시킨 후, 외부자기장을 가해준 상태에서 온도를 올려주면서  $\sigma$  값을 측정하는 zero-field-cooled (ZFC) 방법과 외부자기장을 가해준 상태에서 시료를 냉각한 후 온도를 올리면서 측정하는 field-cooled (FC) 방법으로 측정하였다.

## 3. 결과 및 토론

Fig. 1 (a)는 5 kOe의 외부자기장에서 YMnO<sub>3</sub>(YMO)의 온도의 따른 magnetization  $\sigma(T)$ 을 나타낸 그림이다. 이전의 보고서들은 YMO의 magnetization 곡선에서 이상(anomaly)이 나타나지 않았지만[2], 최근 보고서에 언급된 결과와 같이 74 K 근방에서 일어난 이상(anomaly)이 ZFC, FC 곡선에서 분명하게 나타났다 [3]. 이상이 일어나는 부분을 제외한 나머지 온도 영역에서  $\sigma_{ZFC}$ 와  $\sigma_{FC}$ 는 서로 일치하였다. 이러한 현상은 spin fluctuation과 관련된 것으로 알려져 있다.

Fig. 1 (b)는 Y<sub>0.8</sub>Sr<sub>0.2</sub>MnO<sub>3</sub>(YSMO)의 magnetization  $\sigma(T)$ 으로 50 K 근방에서 ZFC와 FC 곡선이 차이가 생기기 시작한다. 외부자기장 속에서 시료가 냉각되면서 외부자기장의 방향에 따라 magnetic domain이 생성되면서 ZFC와 FC의 자화율의 생기며,  $\sigma_{FC}$ 가  $\sigma_{ZFC}$ 보다 큰 값을 가지게 된다. ZFC와 FC의 차이가 생기게 되는 불가역성 온도는 외부자기장이 커질수록 낮아졌다.

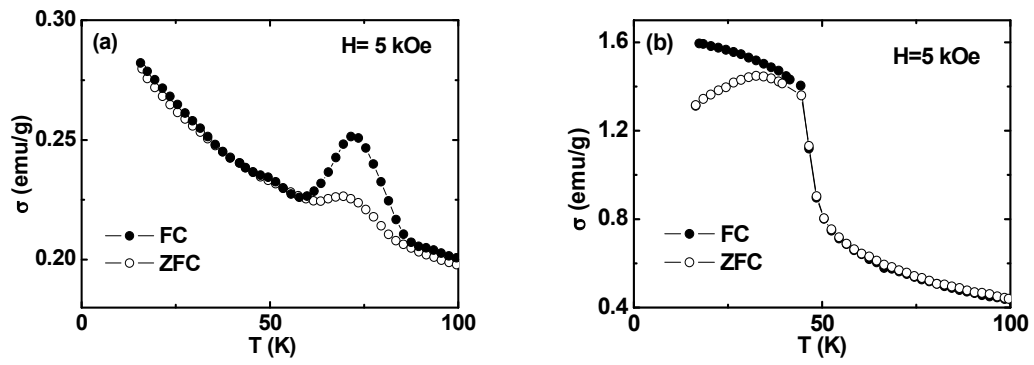


Fig. 1. Temperature dependence of ZFC and FC magnetizations (a)  $\text{YMnO}_3$  and (b)  $\text{Y}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{MnO}_3$ .

#### 4. 참고문헌

- [1] L. W. Martin, Y. H. Chu, R. Ramesh, *Materials Science and Engineering R* **68**, 89 (2010).
- [2] Z. J. Huang, Y. Cao, Y. Y. Sun, Y. Y. Xue, and C. W. Chu, *Phys. Rev. B* **56**, 2623 (1997).
- [3] H. W. Zheng, Y. F. Liu, W. Y. Zhang, S. J. Liu, H. R. Zhang, and K. F. Wang, *J. Appl. Phys.* **107**, 053901 (2010).