

치환에 따른 $\text{Sr}_2\text{FeMoO}_6$ 의 자기상전이 온도 변화

한국의국어대학교

양정배*, 김재영, 이보화

1. 서 론

Double perovskite $\text{A}_2\text{B}'\text{B}''\text{O}_6$ 에서 A자리를 일부 치환하는 경우, T_c 에 영향을 주는 것은 3가지로 요약할 수 있는데, carrier doping량, Fe와 Mo의 antisite disorder (AS)의 증가, 셀 크기의 변화 같은 구조적 요인이다. 최근 Frontera는 Sr^{2+} 자리에 이온반경이 비슷한 Ca^{2+} 와 La^{3+} 를 치환하여 T_c 의 변화를 측정하였다. 측정결과 AS나 셀 크기 요인이 같은 경우 carrier doping이 T_c 증가의 직접적 원인이라고 보고하였다[1]. 그러나 한편으로 Moritomo는 $\text{Sr}_{2-x}\text{La}_x\text{FeMoO}_6$ 에서 La doping과 T_c 의 증가가 거의 무관하다고 보고하였다[2]. 하지만 $\text{Ba}_2\text{FeMoO}_6$ 시료에서 Ba^{2+} 에 La^{3+} 를 치환했을 때 doping 농도가 증가함에 따라 셀 크기는 작아지고 T_c 는 증가하였다[3]. 이에 본 논문에서는 $\text{Sr}_2\text{FeMoO}_6$ 시료의 Sr^{2+} 자리에 La^{3+} 또는 K^{1+} 이온을 치환하여, electron 또는 hole doping에 따른 T_c 의 변화를 봄으로써, Navarro와 Moritomo의 서로 다른 결과에 대한 해석을 더욱 분명하게 밝히고자 한다.

2. 실험방법

다결정 시료들은 5% H_2/Ar gas 분위기에서 고체 상태 반응법으로 제작하였다. X-선 회절 (Rigaku, Mini Flex) 측정을 통하여 단일상이 형성되어 있는지 확인하였고, magnetization은 VSM(Lake Shore, model 7300)을 이용하여 자기적 특성을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 $\text{Sr}_{1.9}\text{K}_{0.1}\text{FeMoO}_6$ (SKFMO)와 $\text{Sr}_{1.9}\text{La}_{0.1}\text{FeMoO}_6$ (SLFMO) 다결정 시료들의 XRD 측정 결과를 나타낸 것으로, 두 시료 모두 $I4/mmm$ symmetry를 갖는 단일상이 형성됨을 알 수 있다. XRD 회절 분석에서 나타난 (101)과 (112)+(200) peak은 double perovskite $\text{A}_2\text{B}'\text{B}''\text{O}_6$ 의 B'/B'' 자리에 Fe과 Mo 이온이 잘 정렬되어 있다는 것을 의미한다. Fe과 Mo 이온의 정렬도를 나타내는 XRD peak의 상대적 강도(intensity)인 $I(101)/I[(112)+(200)]$ 값은 SKFMO의 경우 3%, SLFMO의 경우 2%로 나타났다. Cell volume의 크기는 이온 반경이 큰 K^{1+} 를 치환한 SKFMO가 가장 크고, 비교적 작은 이온 반경을 가진 La^{3+} 를 치환한 SLFMO가 가장 작았다.

그림 2는 온도에 따른 자화 곡선이다. SFMO의 경우 380 K의 T_c 를 보였고 SKFMO와 SLFMO는 각각 365 K, 392 K의 T_c 를 보였다. 이로써, K^{1+} 에 의한 hole doping일 경우 T_c 가 감소하고, La^{3+} 에 의한 electron doping일 경우엔 T_c 가 증가하는 경향을 보였다.

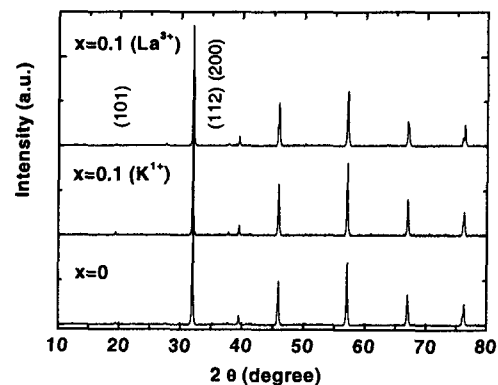


그림 1. $\text{Sr}_{2-x}\text{A}_x\text{FeMoO}_6$ (A=K, La)의 XRD pattern

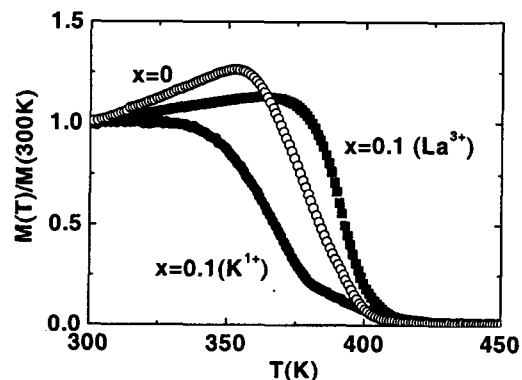


그림 2. 온도에 따른 $\text{Sr}_{2-x}\text{A}_x\text{FeMoO}_6$ (A=K, La)의 자화 곡선

4. 결 론

Sr^{2+} 에 K^{1+} 나 La^{3+} 의 부분치환은 SFMO의 tetragonal 구조를 유지하면서 전자가 상태를 변화시킨다. 이러한 전자 상태의 변화로 인하여 SKFMO에서 T_c 의 감소와 SLFMO에서의 T_c 증가하는 경향을 보였다.

5. References

- [1] C. Frontera, D. Rubi, J. Navarro, J. L. Garcia-Munoz, C. Ritter, J. Fontcuberta, *Physica B* **350**, e285 (2004).
- [2] Y. Moritomo, S. Xu, T. Akimoto, A. Machida, N. Hamada, K. Ohoyama, E. Nishibori, M. Takata, and S. Sakata, *Phys. Rev. B* **62**, 14224 (2000).
- [3] H. M. Yang, W. Y. Lee, H. Han, B. W. Lee, and C. S. Kim, *J. Appl. Phys.* **93**, 6987 (2003).