

$A_{2-x}La_xFeMoO_6$ (A=Ca and Ba)의 자기적 특성

한국 외국어 대학교

양 현모

한 혁

이 우영

이 보화

1. 서 론

Fe과 Mo이 교대로 정렬해 있는 이중 페로브스카이트 구조를 갖는 A_2FeMoO_6 (A=Ca, Sr, Ba) 화합물들은 망간 산화물들에 비해 높은 T_c (310 – 420K)의 준강자성 상태를 갖는다.¹⁻³ 이 화합물들은 Fe^{3+} (S=5/2) 와 Mo^{5+} (S=1/2) 스핀들 사이의 커다란 반강자성 상호작용으로 이론적으로 $4\mu_B/f.u.$ 의 M_s 값을 갖는다. A-site의 평균 이온 반경(r_A)이 증가함에 따라 이 화합물들의 결정구조는 Monoclinic(A=Ca)에서 Tetragonal(Sr)과 Cubic(Ba)으로 점진적으로 변화한다.³ 최근에, Sr_2FeMoO_6 의 Sr^{2+} 자리에 La^{3+} 를 치환한 $Sr_{2-x}La_xFeMoO_6$ 화합물이 doping level x가 증가함에 cell expansion에 따른 T_c 의 증가를 보이는 연구가 보고되었다.⁴ 따라서 본 연구에서는 A^{2+} 의 자리에 La^{3+} 를 치환함에 따라 발생하는 몇가지 효과들을 규명하기 위하여 $A_{2-x}La_xFeMoO_6$ (A=Ca, Ba)의 자기적 성질들을 조사하였다.

2. 실험방법

$A_{2-x}La_xFeMoO_6$ (A=Ca, Ba) 다결정 시료들은 5% H_2/Ar gas분위기에서 고체 상태 반응법으로 제작하였다. X-선 회절 측정(Phillips diffractometer)를 이용하여 단일상이 형성되어 있는지 확인 하였고, magnetization은 VSM(Lake Shore, model 7300)을 이용하여 자기적 특성을 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

X-ray 회절 실험을 통해 A=Ba인 경우 cubic Fm3m symmetry를 갖는 단일상임을 확인하였다. 또한 A=Ca의 경우, monoclinic $P2_1/n$ symmetry 임을 확인하였다. A-site(A=Ca, Ba)에 부분적으로 A-site(A=Ca, Ba)의 이온보다 이온반경이 크거나 작은 La^{3+} 를 치환할 때 x의 양이 증가할수록 $Ba_{2-x}La_xFeMoO_6$ 의 경우, lattice parameter와 cell volume이 감소하였고, $Ca_{2-x}La_xFeMoO_6$ 의 경우에는 반대의 현상을 보임으로써, La^{3+} 의 이온반경에 기인한 효과임을 알 수 있었다.

그림 1은 $Ba_{2-x}La_xFeMoO_6$ 의 경우 x=0에서 0.2까지의 시료들을 15K에서 자기장에 따른 자화값을 측정한 것이다. X=0인 시료의 경우 자기장이 증가함에 따라 급격히 증가하면서 포화자화값이 $3.9\mu_B/f.u.$ 갖음을 확인하였다. 또한, x가 증가함에 따라 포화 자화값이 감소하는 것을 볼 수 있다. 포화자화값의 감소는 x가 증가함에 따른 Fe와 Mo 이온들간

의 부분적인 disorder로 인한 antisite defects의 결과로 예상된다.

그림 2는 7kOe의 자기장을 가해준 상태에서 $A_{2-x}La_xFeMoO_6$ (A=Ca, Ba) 시료의 온도변화에 따른 Magnetization $M(T)$ 을 나타낸 그림이다. X가 증가함에 따라 T_c 가 증가함을 알 수 있었다. A=Ba인 경우 T_c 는 x=0일때 320K, x=0.1일때 331K, x=0.2 일때 340K로 증가하였다. A=Ca인 경우에도, T_c 는 x=0일때 370K에서 x=0.1 일때 385K까지 증가하였다. 따라서, $A_{2-x}La_xFeMoO_6$ (A=Ca, Ba) 에서 x의 증가에 따른 증가하는 T_c 의 경향성은 A-site(A=Ca, Ba)의 이온보다 이온반경이 크거나 작은 La^{3+} 의 이온반경과 무관함을 확인하였다.

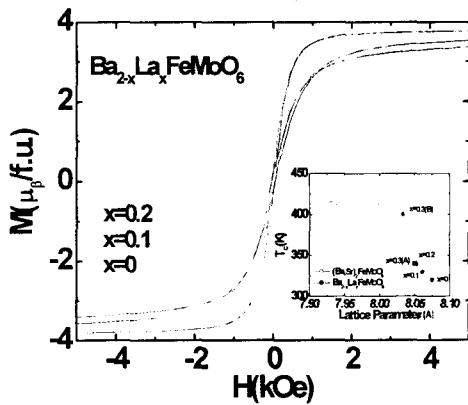


Fig 1. Magnetic hysteresis loops for $Ba_{2-x}La_xFeMoO_6$ at 15K (Inset: T_c and lattice parameter)

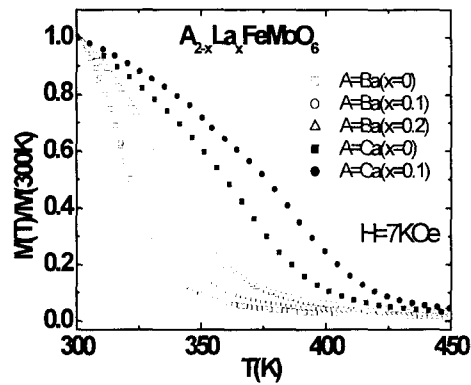


Fig. 2 Normalized magnetization $M(T)/M(300K)$ for $A_{2-x}La_xFeMoO_6$ at 15K

4. 결 론

$A_{2-x}La_xFeMoO_6$ (A=Ca, Ba) x가 증가함에 따라 A-site와 La^{3+} 의 상대적인 이온크기에 따라 lattice parameter와 cell volume의 변화를 나타내고 있다. x가 증가함에 따라 lattice parameter와 cell volume과 상관없이 T_c 는 증가하였다. A^{2+} 이온들이 La^{3+} 이온들로 부분적으로 치환되면서 electron doping에 따른 Fe와 Mo의 valence state변화가 T_c 증가의 한 원인을 알 수 있었다.

5. 참고문헌

- [1] F. K. Patterson, C. W. Moeller, and R. Ward, Inorg. Chem. **2**, 196 (1963).
- [2] F. S. Galasso, F. C. Douglas, and R. J. Kasper, J. Chem. Phys. **44**, 1672 (1966).
- [3] C. Ritter, M.R. Ibarra, L. Morellon, J. Blasco, J. Garcia, and J. M. De Teresa, J. Phys.: Condens. Matter **12**, 8295 (2000).
- [4] J. Navarro, C. Frontera, L1. Balcells, B. Martinez, and J. Fontcuberta, Phys. Rev. B **64**, 92411 (2001).
- [5] A. S. Ogale, S. B. Ogale, R. Ramesh, and T. Venkatesan, Appl. Phys. Lett. **75**, 537 (1999).