

(Nd_{1-x}Sm)_xSr_{2/3}FeO₃(x= 0.0,0.2,0.4,0.6,0.8,1.0)의 Mössbauer 연구

국민대학교 엄영랑, 심인보, 안성용, 김철성
원광대학교 서정철

Mössbauer studies for (Nd_{1-x}Sm)_xSr_{2/3}FeO₃(x= 0.0,0.2,0.4,0.6,0.8,1.0)

Kookmin University, Y. R. Uhm, I. B Shim, S. Y. An, and C. S. Kim
Wongwang University J. C. Sur

1. 서론

전이 금속 산화물에서의 전하와 spin과 orbital의 order-disorder transition은 metal-insulator 전이에 매우 중요한 요인으로 알려져 있다.[1] 특히 Mn계 CMR물질의 경우 charge ordering과 관련된 자기적 전이에 관한 연구가 활발히 수행되고 있다. 철 산화물 perovskite의 charge ordering은 R_{1/3}Sr_{2/3}FeO₃(R=La, Pr, Nd)의 경우 +3가와 +5가의 두 종류의 Fe 전하가 pseudo cubic [111] 방향으로 335335로 ordered 되어 있음이 밝혀졌다.[2,3] 이러한 ordered perovskite에서 Nd_{1/3}Sr_{2/3}FeO₃의 경우 Nd자리에 이온 반경이 작으며 335335로 ordering 경향이 적은 Sm이온을 치환함에 따라 FeO₆-octahedral의 bond(Fe-O-Fe) 각도가 180°에서 점차 감소하는 distortion이 생기며 CO 상태가 점차 감소하게 됨을 알 수 있다.

2. 실험 사항

Single crystal (Nd_{1-x}Sm_x)_{1/3}Sr_{2/3}FeO₃은 floating zone(FZ) 방식으로 제작되었다. 시작물질로는 Nd₂O₃, Sm₂O₃, SrCO₃ 그리고 α-Fe₂O₃를 사용하여 1000 °C에서 12 h 공기중에서 2 차 열처리하여 얻은 파우더를 rod로 만들어 1260 °C에서 24 h 동안 산소분위기에서 sintering하였다. sintering하여 seed와 powder시료를 얻었다. 단결정 시료의 경우 seed를 FZ furnace 에서 산소압력 6-8.5 atm하에 2mm/h의 속도로 성장 시켰다. 시료의 특성은 XRD, SQUID magnetometer 및 Mössbauer 분광기로 측정하였다.

3. 결과 및 분석

single crystal로 성장 시킨 (Nd_{1-x}Sm_x)_{1/3}Sr_{2/3}FeO₃(x=0.0,0.2,0.4,0.6,0.8,1.0)은 모두 rhombohedral 구조를 가지고 있으며 Nd자리에 이온 반경이 작은 Sm이온이 치환될수록 격자상수는 a₀ = 5.4578 Å에서 a₀ = 5.4570 Å으로 감소하며 α = 60.1221° 에서 α = 60.1650° 로 증가하는 경향을 띄고 있다. Figure 1은 외부 자기장을 100 Oe 가한 상태에서 측정한 SQUID 결과이다. Nd자리에 이온 반경이 작은 Sm이온이 치환되면서 spontaneous magnetization값은 점진적으로 줄어드는 것을 알 수 있으며 x= 0.8의 경우 cusp structure가 명확히 나타나는 반면 x= 1.0의 경우는 매우 약함을 확인할 수 있었다. Figure 2는 (Nd_{1-x}Sm_x)_{1/3}Sr_{2/3}FeO₃의 저온에서의 Mössbauer spectra를 나타낸 것이다. Sm이 x = 0.8까지 치환된 시

료의 경우 Fe^{3+} 와 Fe^{5+} 이온이 2:1로 존재하며 charge ordering temperature(T_{CO})는 $\text{Nd}_{1/3}\text{Sr}_{2/3}\text{FeO}_3$ 의 경우 160 K이며 이 경우 $T_{\text{CO}} = T_{\text{N}}$ 을 의미하며 이때 초미 자기장 값은 T_{N} 직전 까지 일정한 값을 유지하다가 T_{N} 에서 갑자기 없어지는 현상을 확인 할 수 있어 T_{CO} 임을 확인 할수 있었다. 또한 T_{CO} 는 Sm의 치환량이 증가함에 따라 낮아지는 경향을 가짐을 알 수 있었다. Mössbauer spectrum 분석결과 $\text{Nd}_{1/3}\text{Sr}_{2/3}\text{FeO}_3$ 의 경우 105 K부터 Fe^{4+} 이온이 함께 ordered state와 공존함을 알 수 있었다. 특히, $\text{Sm}_{1/3}\text{Sr}_{2/3}\text{FeO}_3$ 는 4.2 K에서는 Fe^{3+} 와 Fe^{5+} 이온이 함께 존재하나 18 K부터 Fe^{4+} 이온이 함께 존재함을 알 수 있다. 이 경우 역시 T_{N} 근처까지 일정한 초미세 자기장 값을 가지다가 T_{N} 에서 갑자기 사라지는 현상을 볼수 있어 ordered phase의 가능성을 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] Y. Tokura, Physica B, 237-238, 1 (1997).
- [2] S. K. Park, T. Ishikawa, Y. Tokura, J. Q. Li, and Y. Maysui, Phys. Rev. B60, 10788(1999).
- [3] Y. R. Uhm, S. W. Lee, K. T. Park, Y. Tomioka, Y. Tokura, and C. S. Kim, J. Appl. Phys. 87,(2000).

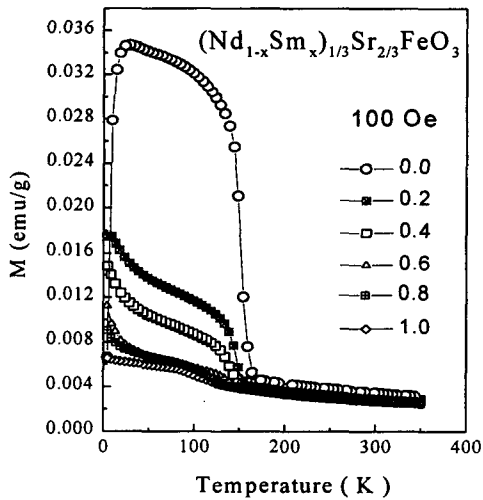


Fig. 1. Temperature dependence of magnetization at applied field up to $H = 100$ Oe for $(\text{Nd}_{1-x}\text{Sm}_x)_{1/3}\text{Sr}_{2/3}\text{FeO}_3$.

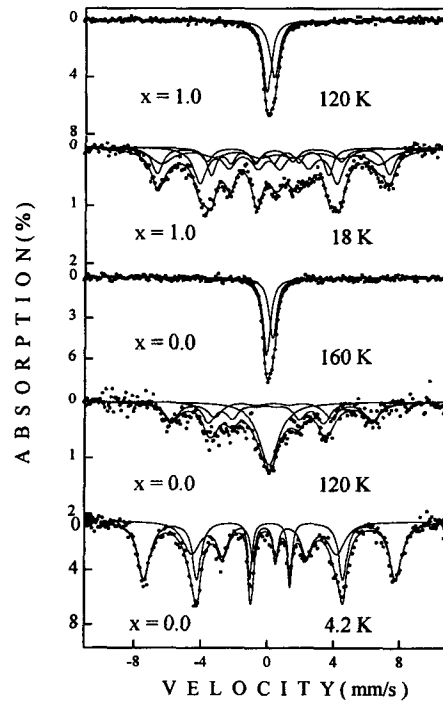


Fig. 2 Mössbauer spectra for $(\text{Nd}_{1-x}\text{Sm}_x)_{1/3}\text{Sr}_{2/3}\text{FeO}_3$ ($x=0,1.0$) at various temperature.