

Neutron diffraction and Mössbauer studies on $\text{Sr}_2\text{Fe}_{1-x}\text{Cr}_x\text{MoO}_6$

국민대학교 물리학과

유홍주*, 김성백, 심인보, 김철성

한국원자력연구소 중성자물리실

최용남, 오화숙

1. 서 론

상온 거대자기저항 물질로 많은 연구가 이루어지고 있는 double perovskite ($\text{A}_2\text{BB}'\text{O}_6$) 계 물질은 B-site의 전이금속 원자 종류에 따라 다양한 특성이 나타나는 것으로 보고되고 있다^{[1]-[4]}. 그 중 $\text{Sr}_2\text{FeMoO}_6$ 시료가 MR 특성 및 전자기적 특성이 가장 우수한 것으로 알려져 있으나, Figure 1에 보이는 것과 같이, $\text{Sr}_2\text{CrMoO}_6$ 시료가 가장 높은 전이온도를 갖음으로 훌륭한 소자로의 응용 가능성을 보이고 있다.

따라서 본 연구에서는 $\text{Sr}_2\text{FeMoO}_6$ 의 좋은 전자기적 특성을 유지하면서 전이온도를 제어하기 위하여 Fe^{3+} 이온자리에 Cr^{3+} 이온을 미량 치환한 $\text{Sr}_2\text{Fe}_{1-x}\text{Cr}_x\text{MoO}_6$ 시료를 합성하여 그 결정학적 및 자기적 특성을 연구하였다.

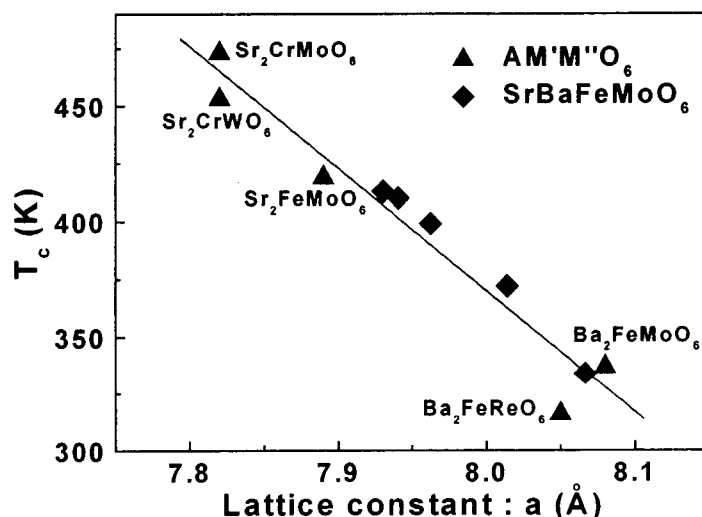


Fig. 1 Transition temperature of double perovskite.

2. 실험방법

고순도(99.998 % 이상)의 SrCO_3 , Fe_2O_3 , Cr_2O_3 , MoO_3 powder를 출발 물질로 사용하여 전통적인 solid-state reaction 방법으로 $\text{Sr}_2\text{Fe}_{1-x}\text{Cr}_x\text{MoO}_6$ ($x=0.01, 0.05, 0.1$)시료를 제조하였다. 혼합된 출발 물질들은 마노에서 곱게 갈아 H_2 (5 %) 가스와 Ar(Bal.) 가스가 혼합된 환원 가스 분위기를 이용하여 1100 °C에서 6 시간 동안 반응시켰고, 3500 psi 이상의 압력으로 pellet을 만든 후, 1200 °C에서 4 시간 동안 동일한 가스 분위기에서 소결하였다.

제조된 $\text{Sr}_2\text{Fe}_{1-x}\text{Cr}_x\text{MoO}_6$ 는 Rutherford backscattering spectrometer(RBS) 분석을 통하여

화학적 조성을 확인하였고, x-선 회절, 중성자 회절 실험, VSM 및 Mössbauer 분광 실험을 통하여 결정학적 및 자기적 특성을 연구하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Figure 2는 $\text{Sr}_2\text{Fe}_{0.99}\text{Cr}_{0.01}\text{MoO}_6$ 의 극저온 영역인 10 K에서부터 paramagnetic 영역인 473 K까지의 여러 온도에서의 중성자 회절 pattern을 나타내었다. 결정학적 구조는 저온영역에서 56° 부근의 회절 peak가 (004) 및 (220)으로 날카롭게 분리되는 tetragonal 구조로 분석되었다. 그러나 온도가 증가함에 따라 (004) 및 (220) 회절 peak는 점차로 중첩됨과 더불어 격자상수 a_0 값이 선형적으로 증가하다가 cubic 구조로 결정학적 상전이(transition)가 일어남을 알 수 있었다.

Mössbauer spectrum은 15 K부터 큐리 온도 영역에 이르기까지 여러 온도에서 측정하였으며, Cr 치환량이 1 - 5 %되는 극미량의 경우에는 임의적으로 분포하는 Cr이온이 전하 정렬의 규칙성을 깨뜨려^[5] Cr이 10 % 치환된 경우보다 오히려 부사이트와의 면적비가 더 큼을 알 수 있었다. Figure 3에 Lorentzian 2 set으로 분석된 $\text{Sr}_2\text{Fe}_{1-x}\text{Cr}_x\text{MoO}_6$ (0.01, 0.05, 0.1)의 15 K Mössbauer spectrum을 나타내었다. 위와 같은 결과들은 MR 실험 및 VSM 실험과 일치함을 알 수 있었다.

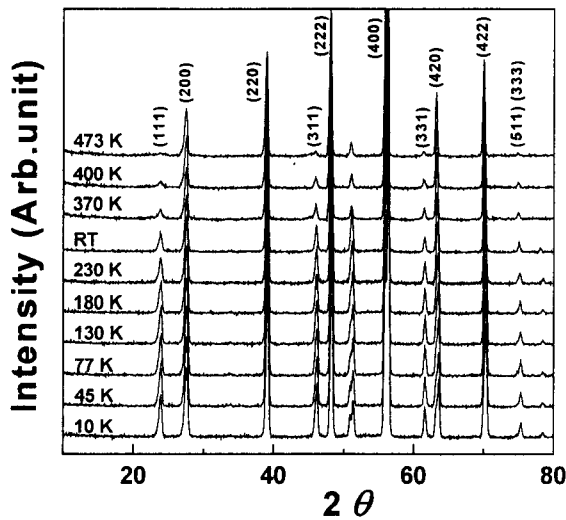


Fig. 2 Neutron diffraction patterns at various temperatures $\text{Sr}_2\text{Fe}_{0.99}\text{Cr}_{0.01}\text{MoO}_6$.

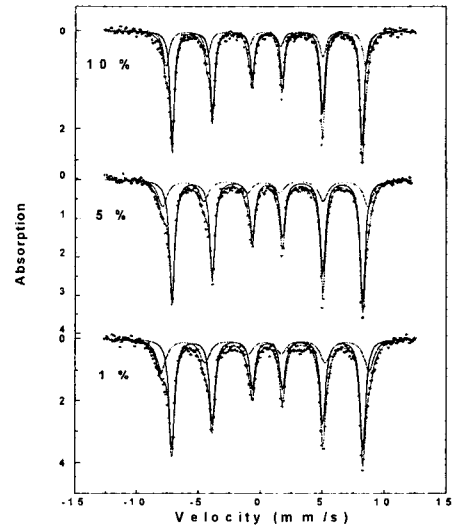


Fig. 3 Mössbauer spectra of $\text{Sr}_2\text{Fe}_{1-x}\text{Cr}_x\text{MoO}_6$ (0.01, 0.05, 0.1) at 15 K

4. 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]. S. H. Byeon, T. Nakamura, M. Itoh, and M. Matsuo, Mater. Res. Bull. 27, 1065 (1992).
- [4]. Sung Baek Kim, Bo wha Lee, and Chul Sung Kim, J. Magn.Magn.Mater. 747-750, 242-245 (2002).
- [5]. Joonghoe Dho, W.S.Kim, and N.H.Hur, Phys. Rev. Lett. 89, 027202 (2002).