

A_2FeMoO_6 (A = Ca, Sr, Ba)의 lattice effects에 따른 자기적 성질 연구

국민대학교	김성백*, 박기택, 김철성,
한국과학기술연구원	손지희, 송종한,
한국원자력연구소	이정수,

Magnetic properties on lattice effects of A_2FeMoO_6 (A = Ca, Sr, Ba)

Kookmin Univ.	Sung Baek Kim*, Key Taeck Park, Chul Sung Kim,
KIST	Ji-Hee Son, Jong-Han Song,
KAERI	Jeong-Soo Lee,

1. 서 론

Mn계 산화물을 비롯한 일부의 물질에서 초거대자기저항(CMR) 효과가 발견된 이 후, 이들 물질에 대한 기초 물성적 측면의 연구 및 그 응용 가능성에 대한 연구는 매우 빠른 속도로 진행되어 왔다. 그러나 이들 물질이 소자로 동작 가능한 수십 Oe의 자기장 영역 하에서 보다 높은 MR ratio를 갖도록 하는 문제와, 높은 상전이 온도로 열적 안정성을 갖도록 하는 문제는 그 응용 가능성 측면에서 꼭 극복해야 할 과제이다.

본 연구에서는 충분히 높은 상전이 온도(410 K 이상)를 갖음으로써 상온 영역에서 MR 현상이 나타나고, low-field 영역에서 비교적 높은 MR ratio를 갖는 것으로 보고^{[1],[2]}된 Sr_2FeMoO_6 물질을 제조하여 그 기초 물성적 특성을 알아보고자 한다. 또한 A-site에 Ca, Ba 이온이 교환된 Ca_2FeMoO_6 , Ba_2FeMoO_6 물질을 제조하여, A-site 이온 반경에 의한 격자 찌그러짐이 MR 특성 또는 자기적 성질에 미치는 영향을 연구하였다.

2. 실험방법

고순도의 $CaCO_3$, $SrCO_3$, $BaCO_3$, Fe_2O_3 , MoO_6 powder를 출발 물질로 사용하여 전통적인 solid-state reaction 방법으로 각각 Ca_2FeMoO_6 , Sr_2FeMoO_6 , Ba_2FeMoO_6 시료를 제조하였다. MoO_6 의 Mo^{6+} 이온을 $Mo^{5+}-O^{2-}-Fe^{3+}$ bond 구조로 합성하기 위해 $H_2(1\%)$ 가스와 Ar(Bal.) 가스가 혼합된 환원 가스 분위기를 이용하여 각각 1,100 °C에서 6 시간동안 반응시켰고, 3,500 psi 이상의 압력으로 pellet을 만든 후, 1,200 °C에서 4 시간동안 동일한 가스 분위기에서 소결하였다.

제조된 시료에 대한 결정학적 및 스핀 구조 분석을 위하여 X-선 회절 측정 및 중성자 회절 측정을 이용하였고, Rutherford back scattering(RBS) 방법과 inductively coupled plasma(ICP) 방법으로 시료의 조성비를 확인한 후, Mössbauer 분광기와 vibrating sample magnetometer(VSM)를 이용하여 자기적 특성을 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1은 $\text{Sr}_2\text{FeMoO}_6$ 의 X-선 회절도이다. $\text{Ba}_2\text{FeMoO}_6$ 의 경우 결정구조는 cubic으로 격자상수는 8.0776 Å 인데 반하여, $\text{Sr}_2\text{FeMoO}_6$ 는 $a_0 = 5.5699$ Å, $c_0 = 7.8887$ Å으로 cubic 구조에서 c축 방향으로 약간 늘어난 tetragonal 구조임을 알 수 있었다. Fig. 2의 중성자 회절 실험에서도 같은 결과를 얻을 수 있었으며, 특히 300 K 영역에서 관측되는 G-type ferrimagnetic spin 구조는 paramagnetic 영역인 473 K에서는 사라짐을 확인할 수 있었다.

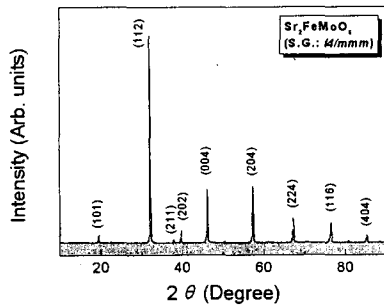


Fig. 1 XRD pattern of $\text{Sr}_2\text{FeMoO}_6$.

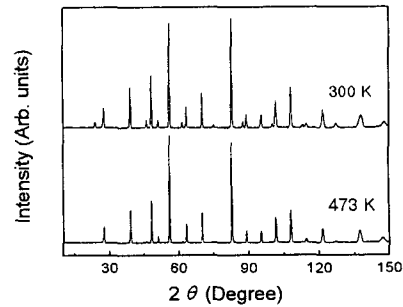


Fig. 2 Neutron diffraction patterns of $\text{Sr}_2\text{FeMoO}_6$

VSM 및 Mössbauer 실험 결과 $\text{Sr}_2\text{FeMoO}_6$ 의 Curie 온도는 425 K로 결정하였으며, Fig. 3에 Lorentzian 1 set로 분석된 18 K에서의 $\text{Sr}_2\text{FeMoO}_6$ Mössbauer 스펙트럼을 보이고 있다. 초미세자기장 값은 18 K에서 468.77 kOe, 상온에서 313.68 kOe로 분석되었고, 상온에서의 이성질체 이동값은 0.4494 mm/s로 Fe 이온이 3+ 가의 이온 state를 갖음을 알 수 있었다.

한편 온도변화에 따른 MR 곡선은 $\text{Ca}_2\text{FeMoO}_6$, $\text{Sr}_2\text{FeMoO}_6$, $\text{Ba}_2\text{FeMoO}_6$ 모두 Curie 온도 이하의 영역에서 metallic transition을 갖는 것으로 나타났다.

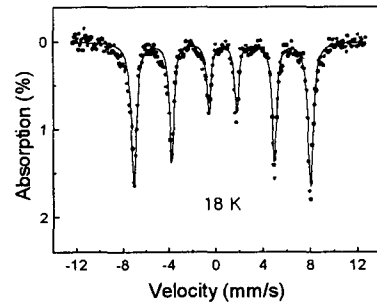


Fig. 3 Mössbauer spectrum of $\text{Sr}_2\text{FeMoO}_6$

4. 참고문헌

- [1] K. -I. Kobayashi, Nature 395, 677 (1998).
- [2] R. P. Borges, J. Phys. : Condens. Matter 11, L445 (1999).