

BaSrFeMoO₆의 중성자 회절 및 Mössbauer 분광학적 연구

국민대학교	김성백*, 유홍주, 김철성,
한국의국어대학교	이보화,
한국원자력연구소	이정수, 최용남, 오화숙,

Neutron and Mössbauer studies of BaSrFeMoO₆

Kookmin Univ.	Sung Baek Kim*, Hong Joo Ryu, Chul Sung Kim,
Hankuk Univ. of Foreign Studies	Bo Wha Lee,
KAERI	J. S. Lee, Y. N. Choi, W. S. Oh,

1. 서 론

본 연구에서는 상온 거대자기저항 특성을 갖는 double perovskite 구조 BaSrFeMoO₆ 시료에 대하여 그 결정학적 및 자기적 특성을 x-선 회절법, 중성자 회절법, 및 Mössbauer 분광법으로 연구하였다. 특히 Ba 이온과 Sr 이온이 동시에 A-site를 차지하고 있는 BaSrFeMoO₆의 결정학적 특성은 Ba₂FeMoO₆ 및 Sr₂FeMoO₆ 조성 사이의 결정학적 경향성을 가늠할 수 있는 매우 흥미 있는 연구이다. 또한 이들 구조의 결정 이방성에 따른 자기 모멘트, 큐리 온도, 자기 저항, 및 초미세 자기장 진동에 의한 이방성 에너지 등의 특성은 A₂BB'O₆계 물질에 대한 자기 구조의 상평형 상태 연구에 크게 기여할 것으로 판단된다.

2. 실험방법

고순도(99.998 % 이상)의 BaCO₃, SrCO₃, Fe₂O₃, MoO₃ powder를 출발 물질로 사용하여 전통적인 solid-state reaction 방법으로 BaSrFeMoO₆ 시료를 제조하였다. 혼합된 출발 물질들은 마노에서 곱게 갈아 H₂(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 BaSrFeMoO₆ 시료의 중성자 회절 실험을 위하여 두께 0.1 mm의 원통형(8 mmφ × 40 mmL) vanadium can에 약 4 g 정도의 분말 시료를 채운 후, 24 MW의 원자로 출력으로 Ge 단결정 monochromator (331) 방향으로 반사되어 1.8346 Å의 단일 파장을 갖는 중성자 beam을 이용하여 10 K부터 500 K까지의 온도 영역에서 중성자 회절 실험을 수행하였다. 또한 Mössbauer spectrum을 측정하기 위하여 약 50 mg의 BaSrFeMoO₆ 분말 시료를 Al - foil 사이에 균일한 두께로 packing 하였다. Mössbauer spectrum은 17 K부터 큐리 온도까지 여러 온도에서 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

BaSrFeMoO₆의 결정 구조는 상온에서 tetragonal이며 격자상수는 $a_0 = 5.6104 \text{ \AA}$, $c_0 = 7.9645 \text{ \AA}$ 으로 분석되었다. BaSrFeMoO₆ 시료의 포화자화 값은 77 K에서 $3.55 \mu_B$, 300 K에서 $2.20 \mu_B$ 로 관측되었으며, 자기 저항 비는 1 T의 외부 인가 자장 하에서 21.1 % (77 K) 및 4.1 % (300 K)로 나타났다. 이러한 결과는 Ba₂FeMoO₆ 시료와 Sr₂FeMoO₆ 시료에서 측정된 값들의 중간 정도에 해당하는 특성을 보이고 있다.

Mössbauer spectrum은 17 K부터 큐리 온도인 395 K까지 여러 온도에서 측정하였으며, 온도가 증가 할수록 1, 6 번의 공명 흡수선과 3, 4 번의 공명 흡수선에서 비대칭적인 line broadening이 관측되었다. 따라서 결정장의 완화 효과에 의한 이방성 초미세 자기장 진동 모델을 사용하여 Mössbauer spectrum을 분석하였으며, 각 온도에 따른 이방성 초미세 자기장 진동수를 Fig. 1.에 나타내었다. 또한 이방성 초미세 자기장 진동수로부터 온도 함수에 의한 이방성 에너지를 계산하여 Fig. 2.에 나타내었고, 이 때 최대 이방성 에너지 값은 230 K에서 105.33 erg/cm^3 로 계산되었다.

위와 같은 Mössbauer 분광학적 분석 결과는 Ba₂FeMoO₆와 Sr₂FeMoO₆의 특성과 종합하여, 이방성 에너지는 결정 이방성에 의존한다고 설명할 수 있으며, 외부 자기장은 이러한 물질들에 대해 field fluctuation을 억제 시키는 역할을 함으로써 spin polarization ratio가 커지고 따라서 전도 전자의 이동이 용이해져 자기저항 효과가 크게 나타난다고 해석할 수 있다.

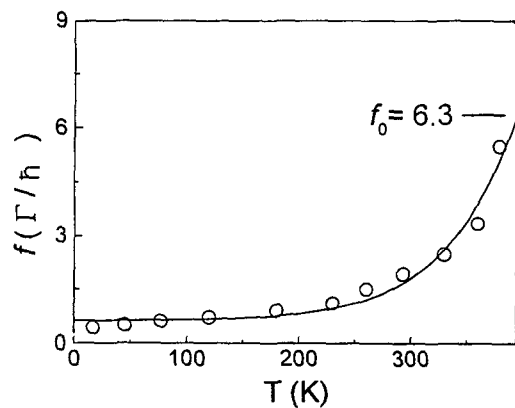


Fig. 1. Temperature dependence on the relaxation frequency

f is in unit of Γ/h for BaSrFeMoO₆.

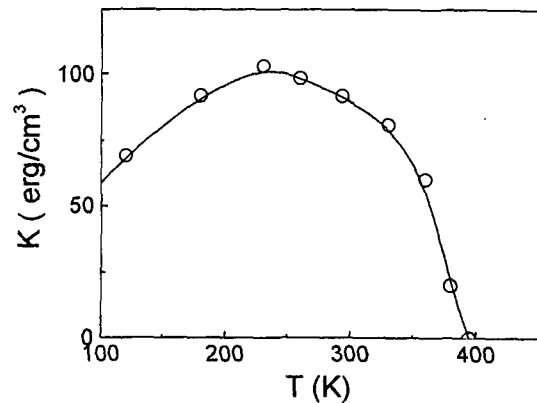


Fig. 2. Temperature dependence on the anisotropy energy

K for BaSrFeMoO₆.