

Z-type hexaferrite $Ba_{2.5}Sr_{0.5}Co_2Fe_{24}O_{41}$ 의 뫼스바우어 분광 연구

임정태^{1,*}, 김삼진¹, 한은주², 김철성¹

¹국민대학교 물리학과

²수원대학교 물리학과

1. 서론

최근 강유전성 성질과 자기적 성질이 동시에 발현되는 다중강체 물질은 활발하게 진행되고 있으며, 그중 Z-type hexaferrite는 spin current model에 의한 magnetodielectric 효과가 발생되어 다중강체 물질로 많은 연구가 진행되고 있다. 또한, 큰 자기이방성에 의해 고주파 영역에서 RF디바이스로도 많은 연구가 진행되고 있다. 따라서, 본 연구에서는 직접합성법으로 제조된 $Ba_{2.5}Sr_{0.5}Co_2Fe_{24}O_{41}$ 시료의 결정학적 및 자기적 특성에 대해 연구하였다.

2. 실험방법

Z-type hexaferrite인 $Ba_{2.5}Sr_{0.5}Co_2Fe_{24}O_{41}$ 조성의 다결정 분말 시료를 직접합성법(solild-state reaction method)을 통해 제조하였다. $BaCO_3$, $SrCO_3$, CoO , 그리고 Fe_2O_3 를 출발 물질로 사용하였으며, 이를 마노를 이용하여 혼합, 분쇄하였다. 혼합물을 1000 °C에서 10 시간 동안 하소하였으며, 하소 한 시료를 다시 분쇄 후, 1200 °C에서 1차 소결을 진행하였다. 최종적으로 상의 균일성과 2차상을 제거하기 위해, 1250 °C에서 2차 소결 후 단일 상의 $Ba_{2.5}Sr_{0.5}Co_2Fe_{24}O_{41}$ 분말 시료를 합성하였다. 시료의 결정학적 특성을 확인하기 위해 Cu-K α 선에 이용한 x-선 회절 실험 (XRD)를 진행하고, 이를 Rietveld 방법으로 분석하였다. 진동시료 자화율 측정 (VSM) 실험을 통해, 자장과 온도에 따른 자화율 변화를 측정하였다. 또한 미시적인 자기적 특성을 확인하기 위해 4.2부터 740 K까지 다양한 온도 구간에서 뫼스바우어 분광 실험을 진행하였다.

3. 실험결과 및 고찰

직접합성법으로 제조된 $Ba_{2.5}Sr_{0.5}Co_2Fe_{24}O_{41}$ 다결정 분말 시료를 Fullprof 프로그램을 통해 XRD 분석 결과, 분석구조 인자(R_B)와 Bragg 인자(R_F)은 5 % 미만으로 단일상임을 확인하였으며, 공간군이 $P6_3/mmc$ 인 hexagonal 구조를 가졌다. $Ba_{2.5}Sr_{0.5}Co_2Fe_{24}O_{41}$ 시료의 격자상수 a_0 , c_0 는 각각 5.87, 52.23 Å으로 분석되었다. 295 K에서 10 kOe까지의 자기이력곡선을 측정한 결과, 준강자성의 거동을 보였으며, 포화자화와 보자력값은 각각 45.59 emu/g, 40.24 Oe로 측정되었다. 100 Oe 외부자기장을 인가하여 온도에 따른 자화율 변화를 측정한 결과, 170 K에서 스핀전이가 발생하였다. 미시적인 자기적특성을 연구하기 위해, 4.2부터 740 K까지 뫼스바우어 분광실험 결과, 큐리온도 이하에서 Z-type hexaferrite내에 중첩된 10개의 부격자의 스펙트럼을 6-sextets 형태로 분석하였다. 스핀전이 구간에서 초미세자기장과 전기사중극자 이동치가 급격하게 변화를 보였으며, 이성질체 이동치를 통해 모든 부격자에서 Fe^{3+} 상태임을 확인하였다.

참고문헌

- [1] S. H. Chun, *et al.*, Phys. Rev. Lett. **108**, 177201 (2012).