

Zn가 치환된 Z-type strontium ferrite의 결정학적 및 자기적 특성 연구

임정태^{1*}, 엄영량², 서정철³, 김철성¹

¹국민대학교 물리학과

²한국원자력연구원 동위원소이용연구부

³원광대학교 반도체디스플레이학부

1. 서론

Spin current model에 의해 magnetodielectric 효과가 발생하는 hexaferrite 물질은 다중강체 물질로 많은 각광을 받고 있다. 특히, Strontium이 치환된 $\text{Sr}_3\text{Co}_2\text{Fe}_{24}\text{O}_{41}$ Z-type hexaferrite 물질은 최근 상온 근처에서 그 효과가 나타나 많은 연구가 진행 중에 있다. 또한, spinel ferrite에 비해 큰 자기이방성에 의해 수 GHz의 고주파 대역에서 RF디바이스로도 연구되어있다. 하지만, $\text{Sr}_3\text{Co}_2\text{Fe}_{24}\text{O}_{41}$ Z-type hexaferrite는 Ba이 들어간 Z-type hexaferrite보다 좁은 상형성 온도구간에 의해 직접합성법을 이용하여 단일상 형성에 어려운 점이 있다. 따라서, 본 연구에서는 polymerizable complex method으로 제조된 $\text{Sr}_3\text{Zn}_2\text{Fe}_{24}\text{O}_{41}$ 시료의 결정학적 및 자기적 특성에 대해 연구하였다.

2. 실험방법

유기-금속 복합체로 1차적인 상을 형성하여 직접합성법보다 쉽게 단일상을 형성할 수 있는 polymerizable complex method를 이용하여 Zn가 치환된 $\text{Sr}_3\text{Zn}_2\text{Fe}_{24}\text{O}_{41}$ 의 Z-type strontium hexaferrite를 제조하였다. SrCO_3 , ZnO와 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 를 출발물질로 이용하였으며, 이를 Z-type hexaferrite의 당량비로 맞춘 후, 구연산과 함께 증류수에 용해시켜 metal-citrate 상태로 제조하였다. 제조된 citrate 용액에 암모니아 수와 ethylene glycol를 적가한 후, 이를 건조하여 유기-금속 복합체를 제조하였다. 제조된 유기-금속 복합체를 320도에서 하소 후, 최종적으로 1190도에서 소결하여 단일 상의 $\text{Sr}_3\text{Zn}_2\text{Fe}_{24}\text{O}_{41}$ 시료를 합성하였다. 합성된 $\text{Sr}_3\text{Zn}_2\text{Fe}_{24}\text{O}_{41}$ 시료를 Cu-K α 선에 이용한 x-선 회절 실험 (XRD)를 진행 후 Rietveld 정련법을 통해 결정학적 특성을 확인하였으며, 진동시료 자화율 측정 (VSM) 실험과 피스바우어 분광 실험을 통해 자기적 특성을 연구하였다.

3. 실험결과 및 고찰

상온에서 측정된 XRD 결과를 Fullprof 프로그램을 이용하여 Rietveld 정련법을 통해 분석하였다. 분석된 결과, $\text{Sr}_3\text{Zn}_2\text{Fe}_{24}\text{O}_{41}$ 시료는 단일상의 $P6_3/mmc$ 공간군을 가지는 hexagonal 구조로 분석되었으며, 분석구조 인자(R_B)와 Bragg 인자(R_F)은 각각 4.95와 4.78%로 확인되었다. 시료의 격자상수 a_0 , c_0 는 $a_0 = 5.87$ $c_0 = 51.98$ Å으로 분석되었다. VSM를 통해 4.2부터 295 K까지 다양한 온도 구간에서 15 kOe까지의 자기이력곡선을 측정하였다. 시료는 준강자성의 거동을 보였으며, 온도가 증가할수록 포화자화와 보자력은 감소하였다. 게다가, $\text{Sr}_3\text{Co}_2\text{Fe}_{24}\text{O}_{41}$ 보다 큰 포화자화 값을 가지며, 이는 비자성 Zn 이온이 down-spin 방향의 tetrahedral site로의 치환의 의한 것으로 판단된다. 초미세상호작용 및 부격자 내의 철이온 분포에 대해 연구하기 위해, 4.2부터 295 K까지 Mössbauer 분광 실험을 실시하였다. Z-type hexaferrite내 중첩된 10개의 부격자를 쿼리온도 이하에서 6개의 6라인으로 분석하였으며, 온도가 증가함에 따라, Fe-O-Fe간의 초교환 상호작용의 감소에 의한 초미세자기장의 크기는 감소하였다. 또한, 이성질체 이동치를 통해 모든 온도구간에서 철이온은 Fe^{3+} 임을 확인하였다.

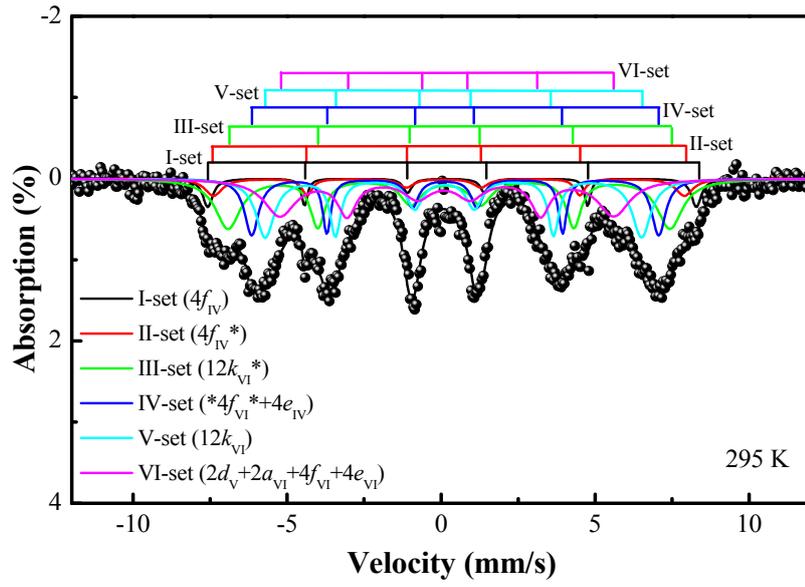


Fig. 1. Mössbauer spectra of $\text{Sr}_3\text{Zn}_2\text{Fe}_{24}\text{O}_{41}$ at 295 K.

참고문헌

- [1] R. C. Pullar; Prog. Mater. Sci. **57**, 1191 (2012).