

Y-type Ba-ferrite $Ba_2Co_2Fe_{12}O_{22}$ 물질의 Mössbauer 분광 연구

이인규*, 이찬혁, 김철성

국민대학교 물리학과

1. 서론

Y-type Hexaferrite는 전파흡수체 및 고주파용 소자로 많이 각광 받고 있는 물질이다[1]. 이러한 Y-type Hexaferrite는 $3b_{VI}$, $6c_{IV}^*$, $6c_{VI}$, $18h_{VI}$, $6c_{IV}$, $3a_{VI}$ 의 6개의 양이온 자리에 Fe나 Co와 같은 전이금속이 각 부격자에 위치하게 된다. 특히 위와 같은 6개의 부격자 자리에 다른 전이금속을 치환하여 자기적 특성을 조절함으로써, 물질의 고주파 특성을 근본적으로 제어할 수 있음은 널리 알려진 사실이다. 이러한 Y-type Hexaferrite 물질에서 부격자 내의 이온 분포는 뫼스바우어 분광 분석을 통하여 철 이온의 거동을 규명한 후, 그에 따른 전체 전이금속의 상대적 분포에 대한 면밀한 분석이 가능할 것이다. 본 연구에서는 Y-type Hexaferrite $Ba_2Co_2Fe_{12}O_{22}$ 물질을 뫼스바우어 분광기를 이용하여 온도에 따른 전이금속의 부격자 내 이온분포 및 초미세 상호작용에 대하여 연구하였다.

2. 실험방법

$Ba_2Co_2Fe_{12}O_{22}$ 다결정 분말시료를 직접합성법(Solid-state reaction method)을 이용하여 제조하였다. 출발물질은 Barium Carbonate, Cobalt(II) Oxide, Iron(III) Oxide를 사용하였으며, $1100^{\circ}C$ 에서 10시간 동안 1차 합성을 한 후, $1150^{\circ}C$ 에서 단일상의 Y-type 바륨페라이트를 최종 합성하였다. 제조된 바륨페라이트는 Cu-K α 를 사용하는 Philips사의 X'Pert3170 X-선 회절기를 이용하여 결정구조를 확인하였고, 거시적 자성을 측정하기 위하여 진동시료 자화율 측정 장치(VSM)를 이용하였다. 철 이온 간의 초미세상호작용 및 Fe, Co 이온의 부격자 점유 상태를 확인하기 위하여 Mössbauer 분광기를 이용하여 4.2 K부터 600 K까지의 초미세상호작용을 연구하였다.

3. 실험결과 및 고찰

$Ba_2Co_2Fe_{12}O_{22}$ 다결정 시료의 XRD 회절패턴을 FULLPROF 프로그램을 사용한 Rietveld 정련법을 통한 결정구조 분석을 수행한 결과, $Ba_2Co_2Fe_{12}O_{22}$ 는 R3-mh의 공간군을 가지는 Y-type Hexagonal 구조를 가지며, 격자 상수는 각각 $a_0=5.8638 \text{ \AA}$, $c_0=43.5259 \text{ \AA}$ 임을 확인할 수 있었다. 철이온의 미시적인 자기적 특성을 측정하기 위해 4.2 K에서부터 600 K까지의 Mössbauer 분광 분석을 수행하였고, 분석된 결과를 Fig. 1에 제시하였다. 분석된 스펙트럼의 면적비를 바탕으로 Co 이온의 부격자 점유율은 다음과 같은 식으로 표현할 수 있다[2].

$$N_{Co}(i) = N(i) - C_{Fe} \frac{S(i)}{\sum_{i=1}^6 S(i)}$$

각각의 온도에 따른 면적비로 Co 이온의 점유율을 계산한 결과, $18h_{VI}$ 자리와 $6c_{IV}$ 자리에 상대적으로 0.55와 0.35개 정도로 많이 분포하는 것을 확인하였다. 또한 온도가 증가할수록 각 부격자 내 초미세자기장은 $Fe^{3+}-O^{2-}-Fe^{3+}$ 초교환상호작용이 약화됨에 따라 감소한다는 것을 확인할 수 있었다.

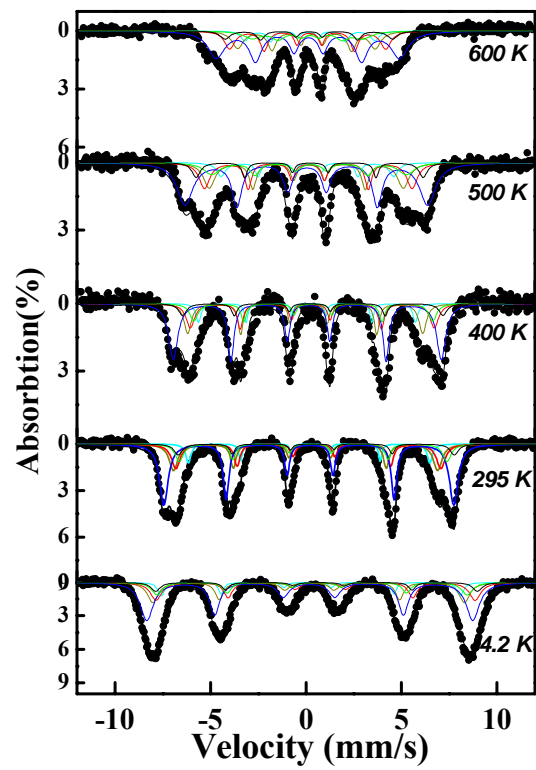


Fig. 1 Mössbauer spectra of $\text{Ba}_2\text{Co}_2\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$ at various temperatures.

참고문헌

- [1] Y. Bai, J. Zhou, Z. Gui, Z. Yue, and L. Li, *J. Magn. Magn. Mater.*, **264**, 44 (2003).
- [2] Z. W. Li, C. K. Ong, Z. Yang, F. L. Wei, X. Z. Zhou, J. H. Zhao and A. H. Morrish., *Phys. Rev. B*, **62**(10), 6530(2000)