

# 열처리 온도에 따른 $Y_{2.9}Ce_{0.1}Fe_5O_{12}$ 물질의 Mössbauer 분광법 및 자기적 성질 연구

국민대학교

김준식\*, 박기택, 김철성

## Mössbauer and magnetic properties studies for $Y_{2.9}Ce_{0.1}Fe_5O_{12}$ at various annealing temperatures

Kookmin University

Jun Sig Kum\*, Key Taeck Park, Chul Sung Kim

### 1. 서 론

자성 garnet(YIG)의 현재 가장 널리 쓰이는 microwave 자성재료 중 하나이며 자기적 손실이 적은 특성을 가지고 있다고 보고 되어 지고 있다[1]. Microwave 소자로 응용하기 위해서는 포화자화값 ( $M_s$ ), 보자력 ( $H_c$ ), Néel 온도 ( $T_N$ )등을 제어하는 기술을 요구되어진다.

Microwave 소자로 응용 가능한 자기적 성질을 제어하기 위해서는 garnet의 octahedral-16a과 tetrahedral-24d 그리고 dodecahedral-24c의 세 개의 부격자의 자성특성을 연구하여야 한다. 이러한 부격자들은 치환되는 금속이온에 따라 자기적 교환 상호작용이 달라지게 된다. Yttrium은 비자성 이온으로 24c site에 위치하고 있고, 자성 이온인 Fe는 16a, 24d site에 위치하고 있기 때문에 거시적으로 준강자성 물질인  $Y_3Fe_5O_{12}$ 는 16a, 24d 자리의 스핀이 서로 반평행한 상태로 antiferromagnetic coupling을 하는 것으로 알려져 있다[2].

본 연구에서는 Ce이 치환된 YIG 분말을 Sol-gel 법으로 제조하여, 열처리 온도별 특성 변화를 Mössbauer 분광 및 자기적 성질을 연구하였다.

### 2. 실험방법

$Y_{2.9}Ce_{0.1}Fe_5O_{12}$  분말을 sol-gel법을 이용하여 합성하였다. 400 °C 에서 1차로 calcinations 공정을 수행한 후 800 °C 에서 1400 °C 까지 열처리 한 시료를 X-선 회절기(XRD) 진동시료자화기(VSM) 및 Mössbauer 분광기를 이용하여 결정학적 및 자기적 특성을 연구하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1 은  $Y_{2.9}Ce_{0.1}Fe_5O_{12}$  열처리 온도별 X-선 회절 실험결과 이다. XRD 분석결과 1400 °C 에서는 단일상의 garnet 이 형성됨을 확인하였다. 그러나 1200 °C 이하의 온도에서는 garnet 상 뿐만아니라  $\alpha-Fe_2O_3$  상과  $YFeO_3$  상이 공존함을 보이고 있다. XRD-data 상에서는  $\alpha-Fe_2O_3$  상과  $YFeO_3$  상의 주 peak position 이 거의 일치한 곳에서 나타 나기 때문에 명확한 구별은

불가능하다.  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  상과  $\text{YFeO}_3$  상의 존재를 좀더 명확하게 확인하기 위해서 Mössbauer 분광기를 이용하여 실험하였다. Fig. 2 은  $\text{Y}_{2.9}\text{Ce}_{0.1}\text{Fe}_5\text{O}_{12}$  의 상온에서 취한 열처리 온도별 Mössbauer 스펙트럼 결과이다. 열처리 온도가 1400 °C 에서는 전형적인 garnet 의 2 set 6 Lorentzian 으로 분석하였으나, 1200 °C 이하에서는 garnet 상에 해당하는 spectrum 이외에 또 다른 상에 해당하는 것으로 보이는 spectrum 이 나타나고 있다. Mössbauer spectrum 의 분석 결과 또 다른 하나의 set 의 초미세자장값이 510 ~ 513 kOe 로 나타는 것으로  $\text{YFeO}_3$  상으로 판단할 수 있었다[3]. 또한 XRD-data 를 second peak position 을 분석한 결과  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  상 보다는  $\text{YFeO}_3$  상으로 판단함이 타당하며, 이는 Mössbauer spectrum 분석 결과와도 일치한다. Garnet 상의 안쪽 6개의 공명선은 사면체자리(24d), 바깥쪽은 팔면체자리(16a)를 나타낸다. 16a 는 800 °C 에서도 대부분 형성되어 있지만 24d 는 열처리 온도가 증가함에 따라 점차적으로 형성되어짐을 알 수 있었다. 또한  $\text{YFeO}_3$  상의 공명선은 열처리 온도가 증가함에 따라 점차적으로 사라지다가 1400 °C 에서는 완전히 없어지는 것으로 분석되었다.

VSM 측정 결과  $\text{Y}_{2.9}\text{Ce}_{0.1}\text{Fe}_5\text{O}_{12}$  의 열처리 온도가 증가할수록 포화자화값은 증가하는 반면에 보자력 값은 크게 감소하였다. 1400 °C 에서 열처리한 단일상의  $\text{Y}_{2.9}\text{Ce}_{0.1}\text{Fe}_5\text{O}_{12}$  경우 포화자화값은 27.5 emu/g 이고 보자력 값은 5.8 Oe 로 분석되었다.

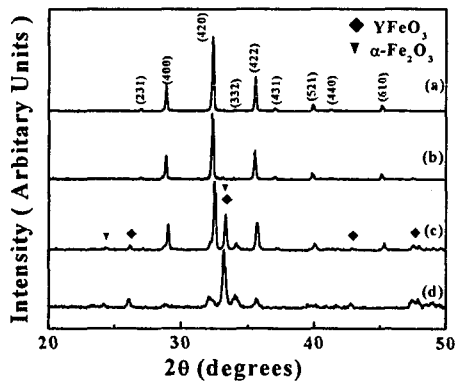


Fig.1. X-ray diffraction patterns of samples annealed at (a) 1400 °C, (b) 1200 °C, (c) 1000 °C (d) 800 °C.

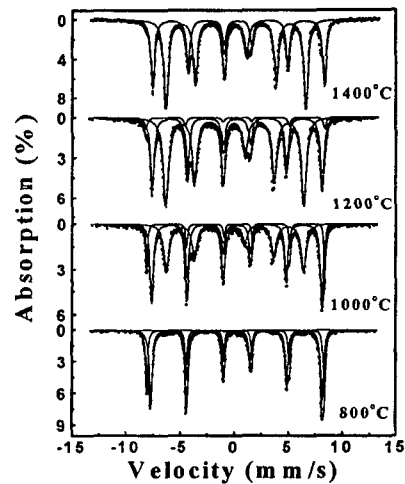


Fig.2. Mössbauer spectra at room temperature for  $\text{Y}_{2.9}\text{Ce}_{0.1}\text{Fe}_5\text{O}_{12}$  at various annealing temperatures.

#### 4. 참고문헌

- [1] K. Hisataka, I. Matubara, K. Maeda, H. Yasuoka, H. Mazaki, and K. Vematsu, *J. Magn. Magn. Mater*, **140-144**, 2127 (1995).
- [2] C. S. Kim, Y. R. Uhm, J. G. Lee, K. H. Jeong, *Mater. Sci. Forum*, **373-376**, 753 (2001).
- [3] M. Ristić, I. Nowik, S. Popović, I. Felner, S. Musić, *Materials Letters*, **57**, 2584 (2003).