

(CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>5</sub>(Y<sub>3</sub>Fe<sub>5</sub>O<sub>12</sub>)<sub>5</sub> 분말의 자기적 특성

건국대학교 이재광, 채광표, 장준식\*, 김원기  
 동해대학교 이영배

Magnetic properties of (CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>5</sub>(Y<sub>3</sub>Fe<sub>5</sub>O<sub>12</sub>)<sub>5</sub> powders

Konkuk University J-G. LEE, K.P. CHAE, J.S. CHANG, W.K. KIM  
 Dong-Hae University Y.B. LEE

## 1. 서 론

최근 정보산업의 발달로 다양한 종류의 전기적 및 자기적 특성을 가진 물질의 필요에 따라 자성체와 초전도체의 결합 및 유전체와 자성물질을 결합시킨 다층박막과 같은 다양한 형태의 물질에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 또한 다양한 자성의 특성을 위하여 연자성 박막과 경자성 박막의 다층박막을 제조하여 박막간의 상호작용 및 자기적 특성변화에 관한 활발한 연구가 진행되고 있다. 이러한 연구는 다른 구조와 전자기적 특성을 가진 물질간의 합성을 필요하지만 합성물질의 구조, 다른 구조간의 상호작용 및 전자기적 특성변화에 대한 연구는 부족한 실정이다. 본 연구에서는 합성 시 결합구조가 다른 spinel 페라이트와 garnet을 동시에 열처리하여 열처리 온도에 따른 구조변화 및 두 물질간의 상호작용, 자기적 특성변화에 관하여 연구하려 한다. 본 연구에서는 XRD, SEM, VSM과 Mossbauer 분광기를 사용하여 구조 변화 및 각 구조에 있는 철 이온의 상호작용에 관하여 연구하였다.

## 2. 실험 방법

99.99% 이상의 고순도 CoO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 분말을 100°C에서 5시간 건조시킨 후, 유발을 이용하여 혼합하였다. 혼합된 분말을 1000°C, 1200°C, 및 1400°C에서 12 시간씩 열처리하여 (CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>5</sub>·(Y<sub>3</sub>Fe<sub>5</sub>O<sub>12</sub>)<sub>5</sub> 분말을 제조하였다. 또한 분말의 상호작용을 연구하기 위하여 CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>와 Y<sub>3</sub>Fe<sub>5</sub>O<sub>12</sub>를 각각 1200°C에서 합성하였다. 분말의 구조적 특성은 XRD와 SEM을 이용하여 측정하였으며, 자기적 특성 변화와 페라이트간의 상호작용 측정은 VSM과 Mossbauer 분광기를 사용하였다.

## 3. 실험결과 및 고찰

그림 1과 같이 1200°C 이상에서 열처리한 시료는 각각 제조하여 혼합한 시료와 같은 XRD 모양을 보이고 있다. 이것은 제조한 시료가 garnet의 구조와 spinel 페라이트의 구조만으로 구성되었음을 의미하며, 다른 구조로의 성장이 없음을 의미한다. 그러나, 1000°C에서 열처리한 시료의 경우, garnet의 합성온도가 약 1100°C의 전후로 열처리의 온도가 충분히 높지 않아서 garnet 구조를 이루지 못하였음을 알 수 있다. SEM의 관측결과 spinel 페라이트와 garnet의 모양이 혼합된 상태에서 입자가 성장한 것을 확인할 수 있었다. 이러한 XRD와 SEM의 측정결과로 입자의 모양과 크기 및 결정구조를 확인할 수 있었다.

그림 2는 합성한 시료의 Mossbauer 흡수 스펙트럼이다. 합성 후 혼합한 시료에서는 그림에서

와 같이 garnet과 spinel 페라이트의 흡수 스펙트럼으로 이루어져 있다. 그러나, 두 개의 페라이트를 동시에 혼합한 시료의 스펙트럼에서는 두 페라이트 간의 상호작용으로 흡수 스펙트럼이 관측되고 있다. 상호작용에 의한 스펙트럼은 그림 2의 왼쪽의 두 번째 peak에 해당되며, data를 분석한 결과 1200°C와 1400°C의 스펙트럼에서 일정한 크기만을 가짐을 알 수 있었다. 이러한 결과는 XRD의 결과와 같이 열처리 온도가 1400°C에서도 분자간의 상호작용이 일정량 이상으로 증가하지는 않으며 garnet과 spinel 페라이트의 입자가 독립적으로 성장함을 의미한다. 또한 1200°C에서 각각 합성 후 혼합한 시료와 1200°C에서 동시에 제작한 시료의 자기적 특성은 포화자화의 크기가 38.8 emu/g과 41.6 emu/g이었으며, 보자력은 76.7 Oe와 71.2Oe로 측정오차 범위 내에 존재한다. 이러한 자기적 측정 결과로부터 경자성체와 연자성체를 혼합한 경우에 보자력과 포화자화의 크기 변화에 기인한 것으로 상호작용에 의한 자기적 특성은 미미한 수준임을 알 수 있다

#### 4. 결 론

본 실험을 통하여 두 개의 다른 구조를 가지는 페라이트 성분을 혼합 후 열처리하는 경우 열처리 온도가 두 성분의 구조를 형성하기에 충분히 높은 경우에는 각각의 작은 입자를 형성하며 이러한 입자가 모여서 하나의 큰 분말을 형성하는 것을 알 수 있었다. 이러한 분말의 성장은 XRD와 SEM을 이용하여 확인할 수 있었다. 또한 Mossbauer 분광기를 이용하여 측정된 스펙트럼의 경우 1200°C와 1400°C에서 측정결과가 Co 페라이트와 garnet내의 철의 상호작용 하는 양의 비가 비슷한 값을 보이는 것으로 보아 열처리온도의 증가가 철들의 상호작용을 증가시키지 않음을 확인할 수 있었다. 또한 상호작용에 의한 자기적 특성에 큰 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다.

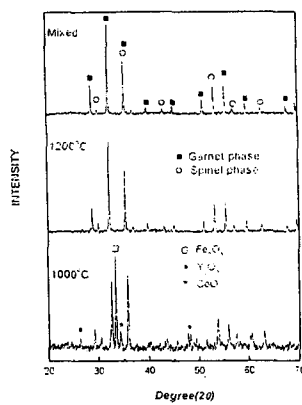


Fig.1 XRD patterns of  $(\text{CoFe}_2\text{O}_4)_5(\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12})_5$  annealed at 1000°C, 1200°C and 1200°C then mixed

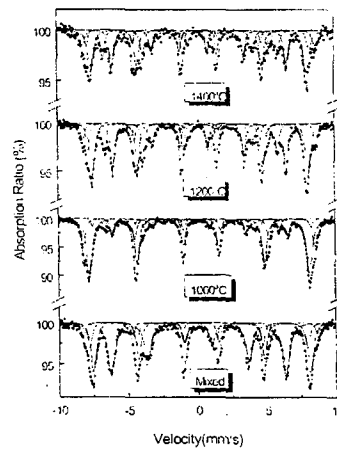


Fig. 2 Mossbauer spectra for  $(\text{CoFe}_2\text{O}_4)_5(\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12})_5$  with the condition of Fig. 1