

La, Zn가 치환된 Sr-ferrite의 부격자 내 점유에 관한 뫼스바우어 분광학 연구

국민대학교

이상원*, 최동혁, 심인보, 김철성

Sublattice Occupation in La,Zn-Doped Sr-Ferrite Investigated by Mössbauer Spectroscopy.

Kookmin Univ.

Sang Won Lee*, Choi Dong Hyeok,

In-Bo Shim, and Chul Sung Kim

1. 서 론

M-type hexagonal 페라이트는 높은 보자력과 함께 화학적으로 안정하고 높은 전기 저항을 가지고 있어서 영구자석으로 아주 우수한 특성을 가지고 있다. 이에 $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$, $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ 등의 기본조성에 양이온을 치환하여 그 특성을 향상시키려는 연구가 활발히 이루어지고 있다. 현재 자성을 갖는 Fe^{3+} 자리에 Co^{2+} - Ti^{4+} , Zn^{2+} - Sn^{4+} 등의 조합으로 치환하여 보다 자기적 특성이 좋은 hexagonal 자석 개발에 관한 연구가 대표적으로 이루어지고 있으나, 치환된 양이온들이 어느 site를 선호하는지에 대한 미시적인 연구가 미흡하여 자기적 성질에 대한 치환량 및 종류의 적절한 조절이 필요한 실정이다.

이에 본 연구는 sol-gel법으로 Sr^{2+} 의 자리에 La^{3+} 를 치환하고 Fe^{3+} 자리에 tetrahedral site를 선호하는 Zn^{2+} 을 치환하여 결정학적 및 자기적 성질을 Mössbauer 분광법, VSM, XRD SEM, TG/DTA로 측정하였으며, 양이온이 치환되는 site를 알아보는 미시적 연구를 중점적으로 하였다.

2. 실험방법

$\text{Sr}_{1-x}\text{La}_x\text{Fe}_{12-x}\text{Zn}_x\text{O}_{19}$ 의 합성은 sol-gel법으로 이루어졌으며 출발원료로서는 순도 99.99 %의 strontium acetate ($(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2\text{Sr}$), 99.99 %의 iron(III) nitrate nonahydrate ($\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$), 99.99 %의 Zinc acetate ($(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2\text{Zn}$), 99.99 %의 Lanthanum nitrate hexahydrate ($\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)를 사용하였으며, 용매로는 methanol (CH_3OH)과 Ethylene glycol ($\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$)을 사용하여 액상 졸을 만들어 이를 건조시켜 분말 시료를 얻었다. 또한 공기 중에서 900 °C에서 6시간동안 열처리함으로써 단일상의 M-type hexagonal ferrite를 제조하였다.

제조된 $\text{Sr}_{1-x}\text{La}_x\text{Fe}_{12-x}\text{Zn}_x\text{O}_{19}$ 시료의 결정구조 및 미세구조를 확인한 후 Mössbauer spectrum을 측정하기 위하여 분말 시료를 Al-foil 사이에 균일하게 packing한 후 실험에 임하였다.

3. 실험결과 및 고찰

sol-gel법을 이용한 합성은 저온에서도 합성이 잘 이루어 진다는 데에 가장 큰 장점이 있으며, 박막 및 분말시료의 동시 제조가 가능하다. 이러한 방법으로 제조한 시료의 XRD 측정결과 결정 구조는 hexagonal 구조였으며, $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ 의 경우 격자상수는 $a_0=5.922 \text{ \AA}$, $c_0=23.236 \text{ \AA}$ 이었으며, 치환량이 증가함에 따라 c_0 축의 감소를 확인할 수 있었다. 또한 VSM 측정결과 coercivity 는 5 ~ 6 kOe 였으며, 60 ~ 64 emu/g 으로 포화자화 값은 점차 증가하다가 $X=0.3$ 의 치환된 시료에서 가장 좋은 특성을 나타내고, $X=0.4$ 의 치환부터는 다시 감소하는 경향을 관찰할 수 있었다. 이는 tetrahedral site를 선호하는 Zn^{2+} 이온이 down spin을 갖는 $4f_1$ site를 우선 점유하여 포화자화 값의 향상을 나타낸 결과이다. Mössbauer spectrum 결과 철 이온의 site가 $4f_2$, $2a$, $4f_1$, $12k$, and $2b$ 의 5site가 존재함을 확인하였으며 그 면적비의 변화를 통한 분석결과로 확인할 수 있었다. 이러한 결과를 종합해 볼 때 본 시료는 영구 자석 물질로써의 가치가 매우 높음을 확인하였고, Zn^{2+} 이온의 치환량으로 포화자화 값의 향상을 도모할 수 있음을 알 수 있었다.

이러한 결과와 더불어 보자력의 향상과 포화자화 값의 증가는 암 치료용 자성 재료로도 응용이 가능하며, 실제 이 물질의 응용 가능성에 대한 연구가 진행중이다. 현재 진행 중인 암 치료용 재료로써의 hexagonal 페라이트는 교류자기장 내에서 자기 발열(self-heating) 하는 정도가 크기 때문에 정상적인 영양공급 및 산소공급이 이루어 지지 않는 종양세포를 가온하여 사멸시킬 수 있는 좋은 재료로써 주목을 받고 있다.

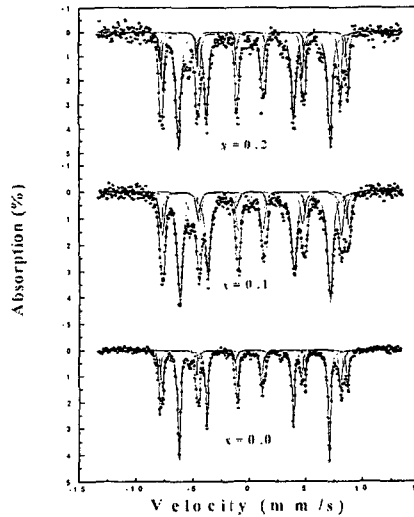


Fig.1 $\text{Sr}_{1-x}\text{La}_x\text{Fe}_{12-x}\text{Zn}_x\text{O}_{19}$ 의 상온에서의 Mössbauer data

참고논문

[1] C. S. Kim, S. W. Lee, and S. Y. An, J. Appl. Phys., **87** (9), 6244 - 6246(2000).