

중성자 회절에 의한 $Zn_{0.95}Fe_{0.05}O$ 의 자성 연구

국민대학교 안근영*, 박승일, 김삼진, 김철성

Studies of magnetic properties for $Zn_{0.95}Fe_{0.05}O$ by neutron diffraction

Kookmin Univ. Geun Young Ahn*, Seung-Il Park, Sam Jin Kim, Chul Sung Kim

1. 서 론

급속히 발전해 나가는 정보화 물결에 따라 다가오는 정보화시대에 초고밀도/대용량 정보 처리의 요구에 부응하기 위해서는 기존의 전자의 저하 흐름을 제어하는 마이크로 일렉트로닉스(microelectronics)만으로는 한계에 도달하였다는 인식과 함께 21세기 들어 전자의 전하 흐름 제어 및 전자의 스핀정보 제어를 통한 신기능의 스핀트로닉스(spintronics)가 중심된 새로운 기술의 창출이 기대되고 있다. 신기능의 스핀트로닉스 디바이스는 자성 이온에 의한 스핀 분극에서 발생하는 극미세 에너지 갭을 control 하여 미세소자로 활용 가능하며, 기존의 반도체 소재를 대체할 수 있는 장점인, 비휘발성(nonvolatility), 저 전력손실(low electric power consumption), 고속 정보 전달속도(high data processing speed) 및 고집적 밀도(high integration density)화가 가능하다는 장점을 가지고 있다. 이러한 전하와 스핀의 상태를 동시에 control 할 수 있는 새로운 기능성 재료의 개발을 위한 희박 자성 반도체(diluted magnetic semiconductor: DMS)에 대한 연구가 1960년대 이후부터 시작되었으나 낮은 큐리온도로 인한 응용가능성에 문제를 가지고 있었다. 그러나 최근 Zn-O, Ti-O 계열의 산화물에 전이금속을 치환한 물질이 상온에서 강자성을 띄는 새로운 DMS물질의 개발[1]로 다시 활발히 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 전통적인 직접합성법을 이용하여 $Zn_{1-x}Fe_xO$ ($x=0.03, 0.05$)를 시료의 결정학적 및 자기적 특성을 연구하였다.

2. 실험방법

$Zn_{10.95}Fe_{0.05}O$ 는 전통적인 직접합성법을 이용하여 합성하였으며, 합성된 시료는 Ar 가스 분위기에서 열처리를 수행하였다. 이렇게 제조된 시료의 결정학적 특성을 확인하기 위하여 $CuK\alpha$ 선을 사용하는 Philips사의 X'Pert(PW1827) X-선 회절기를 이용하여 X-선 회절실험 및 중성자 회절 실험을 수행하였으며, 자기적 특성을 확인하기 위하여 진동시료형 자화 측정기(VSM) 실험과 미시적 자성 특성을 분석하기 위하여 뫼스바우어 분광 실험을 수행하였다.

3. 실험결과 및 고찰

제조된 $Zn_{1-x}Fe_xO$ ($x=0.03, 0.05$) 시료의 결정학적 특성을 알아보기 위하여 x-선 회절 분석한 결과 불순물의 2차 상이 없는 순수한 단일상의 육방정계 wurzite 구조임을 확인하였고 온도에 따른 중성자 회절도로도 이를 확인할 수 있었다. 중성자 회절 실험 결과에 대하여 정련분석을 수행하였으며, 분석 결과 결정학 적으로 단일상임을 확인하였고 양이온분포, 자기구조를 결정하였다. 상온에서의 자기이력곡선은 상자성과 강자성이 함께 나타나는 형태로 약한 강자성을 띄고 있음을 확인할 수 있었다. 또한 온도가 내려 갈수록 강자성의 형태가 명확해지면서 강자성이 증가함을 알 수 있었다. 또한 12 K에서의 측정된 뫼스바우어 분광 스펙트럼을 분석한 결과 강자성에 해당하는 6-라인의 흡수선과 상자성의 상에 해당하는 흡수선이 동시에 나타나는 결과를 확인할 수 있었다.

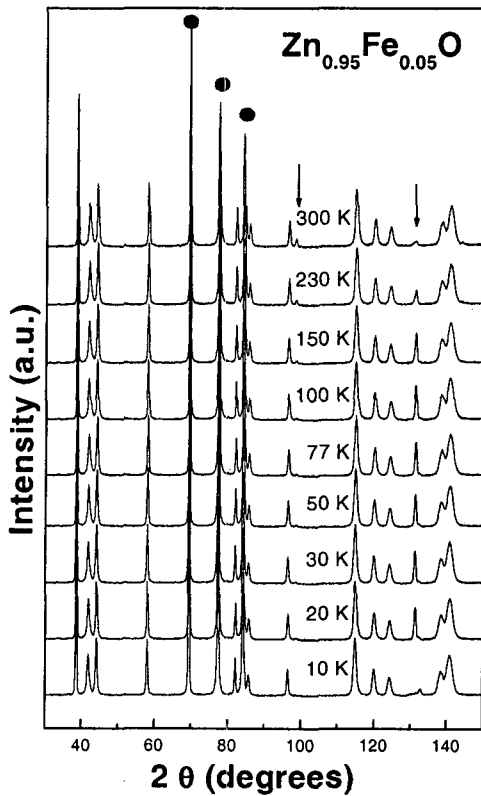


Fig. 1. M-H loops of $Zn_{0.97}^{57}Fe_{0.05}O$ at various temperatures.

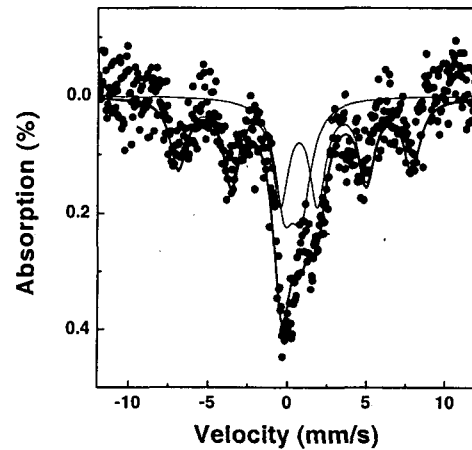


Fig. 2. Mössbauer spectrum of $Zn_{0.97}^{57}Fe_{0.05}O$ at 15 K.

참고문헌

- [1] Y. Masumoto, M. Murakami, T. Hasegawa, T. Fukumura, M. Kawasaki, P. Ahmet, T. Chikyow, S. Koshihara, and H. Koinuma, Science 291, 854 (2001).