

Q-7

Fe_{1-x}Cr₂S₄(x=0.0, 0.04, 0.08)의 자기적 성질 및 초거대 자기저항에 관한 연구

국민대학교 김삼진, 박승일, 김성백, 김철성
원광대학교 서정철
한국의국어대학교 이보화

Magnetic properties and magnetoresistance of Fe_{1-x}Cr₂S₄(x=0.0, 0.04, 0.08)

Kookmin Univ., S. J. Kim, S. I. Park, S. B. Kim, C. S. Kim
Wonkwang Univ., J. C. Sur
Hankuk Univ. of Foreign Studies, B. H. Lee

1. 서론

최근에 초거대 자기저항 연구(CMR)는 La_{1-x}M_xMnO₃ (M=Ca, Sr, or Ba)의 페롭스카이트 구조 뿐만 아니라 Ti₂Mn₂O₇의 Pyrochlore 구조와 유화물 스피넬(Chalcogenide spinel)의 FeCr₂S₄에서도 나타나는 것으로 알려지고 있다.[1] 특히 유화물 구조의 경우 La-Ca-Mn-O 계에서 서로 상이한 Mn³⁺, Mn⁴⁺ 이온 이온간의 전자의 hopping 에 기인하는 이중교환 상호작용과는 다르다. 최근에는 유화물 구조의 자기저항을 절반금속의 성질로 이해하려는 연구가 있었다.[2] 본 연구에서는 Fe_{1-x}Cr₂S₄(x=0.0, 0.04, 0.08)를 제조하여 Fe 이온 결합에 따른 결정학적 및 자기적 성질을 연구하고 자기저항을 조사하였다.

2. 실험 방법

99.9999%의 S를 석영관의 바닥에 넣고, 99.995%이상의 시약 Fe, Cr을 정확한 당량 비로 마노에 섞어 갈아 넣은후 10⁻⁶ torr의 진공에서 봉입하였다. 봉입한 시료는 350℃에서 24시간, 480℃에서 24시간, 1000℃에서 96시간 유지 후, 3일에 걸쳐 서냉하였다. 균질의 시료를 얻기 위하여 위의 과정을 3회 반복하였다. 시료의 결정상태를 x-선 회절기로 확인하였으며, VSM 자화율측정, Mössbauer 분광실험, 자기저항 실험을 하였다.

3. 결과 및 고찰

X-선 회절로부터 Fe 이온의 결합을 증가시킴에 따라 x=0.0, 0.04, 0.08의 경우에 격자 상수값은 각각 9.998 Å, 9.994 Å, 9.992 Å으로 계산되었다. 이는 극히 미량이지만 양 이온 자리의 결합 때문인 것으로 해석된다. 자기화 실험(VSM)으로 이 시료의 준강자성적 성질을 확인할 수 있었다. 5 kOe의 외부자기장 하에서 80 K에서 얻은 자기 모우먼트 값은 x=0.0, 0.04, 0.08에 대하여 각각 28.3, 26.1, 24.4 emu/g으로 이는 각각의 단위 분자당 1.46, 1.33, 1.24 μ_B에 해당되는 값이다. 또한 x를 증가시킴에 따라 각 시료의 준강

자성체에서 상자성체로의 전이온도는 172 K, 170 K, 169 K로 감소하였다. 이는 이 시료들의 경우 이미 알려진 대로 A(사면체자리), B(팔면체자리) 자리의 자성 이온간의 A-O-B 초교환 상호작용에서 초교환 결합에 참여하는 A 자리 Fe 이온의 감소로 인해 Néel 온도의 감소를 가져오는 것으로 이해될 수 있다. Figure 1은 $x=0.08$ 의 여러온도에서의 Mössbauer 공명선으로 80 K 이하에서 커다란 전기 사중극자 분열로 인해 8개의 공명선이 비대칭적으로 중첩된 모습이다. 이는 FeCr_2S_4 시료의 경우 14 K 이상에서 Cubic 구조라는 사실로부터 동적 양-텔러 효과로 이해된다.[3] 상온에서 자연철에 대한 이성질체 이동치는 0.50 mm/s로 +3, +2가 모두 가능하지만 초미세 자기장이 작기 때문에 +2 가라고 결론지어진다. Figure 2는 $x=0.2$ 의 Néel 온도부근에서의 자기저항값($H_{\text{app}}=0$ and 16 kOe)이다. 최대자기저항(MR ratio)효과를 나타내는 온도는 그림에서처럼 Fe 결함을 증가 시킴에 따라 증가되는 경향을 나타냈다.

참고문헌

- [1] A. P. Ramirez, R. J. Cava, and J. Krajewski, *Nature* **386**, 156 (1997)
- [2] M. S. Park, S. K. Kwon, S. J. Youn, and B. I. Min, *Phys. Rev. B* **59**, 10 018 (1999)
- [3] C. S. Kim, I. B. Shim, M. Y. Ha, H. Choi, and J. C. Sur, *J. Kor. Phys. Soc.* **23**, 166 (1996)

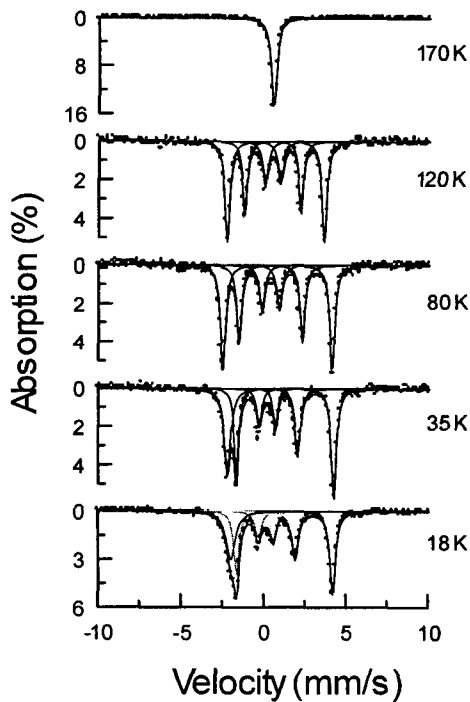


Fig.1. Mössbauer spectra of $\text{Fe}_{0.92}\text{Cr}_2\text{S}_4$ at various temperatures.

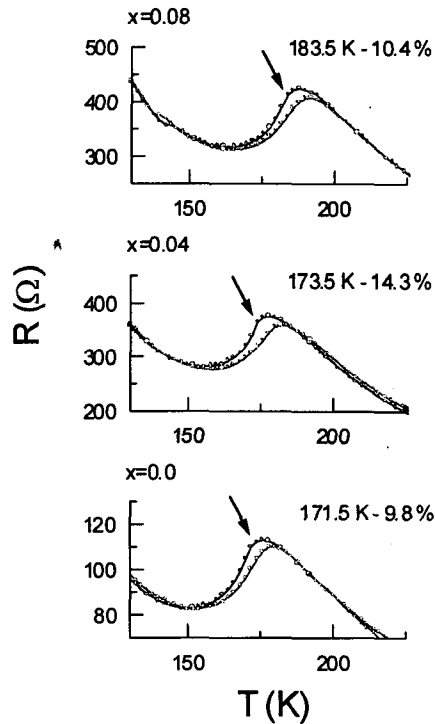


Fig.2. Temperature dependence of resistance and maximum MR ratio for $\text{Fe}_{1-x}\text{Cr}_2\text{S}_4$.