

In 이 치환된 $\text{FeIn}_{0.1}\text{Cr}_{1.9}\text{S}_4$ 의 뫼스바우어 분광학 연구

국민대학교 손배순*, 김삼진, 심인보, 김철성

(Mössbauer study of the In substituted $\text{FeIn}_{0.1}\text{Cr}_{1.9}\text{S}_4$)

Kookmin Univ. Bae Soon Son*, Sam Jin Kim, In-Bo Shim, and Chul Sung Kim

1. 서론

유화물 스피넬 구조는 높은 압력하에서 metal-to-insulator 전이와 metallic 과 insulating spin glasses 의 특성을 가지는 물질로 근래에 관심을 받고 있다[1,2]. 이러한 특성은 근본적으로 magnetic frustration 나 스피넬의 A site 와 B site 의 강자성- 반강자성 superexchange 상호작용의 경쟁으로 이해하려는 경향이 있다[3]. 본 연구에서는 Mössbauer 분광실험과 XRD, VSM 을 이용하여 In 이 치환된 $\text{FeIn}_{0.1}\text{Cr}_{1.9}\text{S}_4$ 에 대해 연구하였다.

2. 실험방법

99.9999 % 의 S 를 석영관의 바닥에 넣고, 99.995 % 이상의 시약 In, Fe, Cr 을 정확한 당량비로 마노에 섞어 갈아 넣은 후 10^{-5} torr 의 진공에서 봉입하여 제조하였다. 시료의 결정상태를 x-선 회절기로 확인하였으며, 결정구조 분석에는 Rietveld 프로그램을 이용하였다. 이렇게 얻어진 결과를 VSM 자화를 측정, Mössbauer 분광실험과 연계하여 해석하였다.

3. 결과 및 고찰

단일상 $\text{FeIn}_{0.1}\text{Cr}_{1.9}\text{S}_4$ 에 대하여 x-ray (Cu K radiation) 회절 패턴실험을 수행하였다. $\text{FeIn}_{0.1}\text{Cr}_{1.9}\text{S}_4$ 의 결정구조는 Rietveld 프로그램을 이용하여 공간그룹이 $Fd\bar{3}m$ 인 cubic spinel 임을 확인하였다. 그림 1 은 $\text{FeIn}_{0.1}\text{Cr}_{1.9}\text{S}_4$ 에 대한 x-ray 회절도 이다. 분석결과 격자상수는 $a_0=10.029 \text{ \AA}$ 이었다. FeCr_2S_4 의 격자상수가 9.989 \AA 이었으며, In 이 치환될수록 격자상수가 증가함을 확인하였다. In 의 치환할 수 록 Néel 온도는 감소하였으며, 이것은 격자상수가 증가함에 따라 A site 와 B site 의 superexchange 상호작용이 감소함으로 해석 할 수 있었다 VSM 결과에 의하여 Néel 온도는 173 K 이었으며, Néel 온도는 강자성체에서 상자성체로 전이하는 온도는 자기화 값을 온도로 미분하여 자기화 값이 가장 급격히 감소하는 곳을 Néel 온도 (T_N)로 정하였다.

뫼스바우어 분광실험을 18 K 부터 상온까지 측정하였다. 그림 2 은 In 이 0.1 치환된 시료에 대하여 여러 온도구간에서의 스펙트럼이다. 18 K 에서의 뫼스바우어 스펙트럼은 비대칭적인 모습을 보이고 있다. 철의 이온상태가 +2 일 경우 큰 오비탈 기여분에 의하여 큰 전기 사중극자 값을 가지며, +3 일 경우 작은 전기 사중극자 값을 가지는 것[4]을 고려해 볼 때, In 이 치환된

$\text{FeIn}_{0.1}\text{Cr}_{1.9}\text{S}_4$ 는 철의 이온상태가 +2 임을 알 수 있었다.

참고문헌

- [1] S. Nagata, et al, Phys. Rev. B 58, 6844 (1998).
- [2] H. Kang, et al, J. Appl. Phys. 83, 6977 (1998).
- [3] E. Moreno, et al, Physica B 291, 190 (2000).
- [4] B. S Son, et al, J. MMM 290-291, 381 (2005).

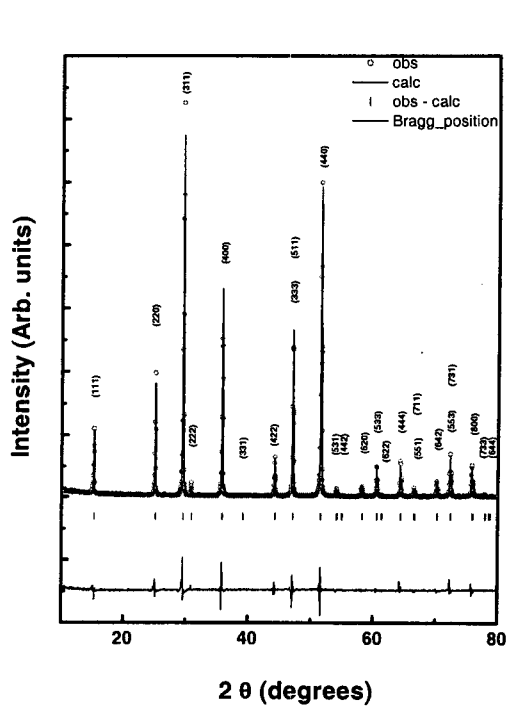


Fig. 1. X-ray diffraction refinement for the $\text{FeIn}_{0.1}\text{Cr}_{1.9}\text{S}_4$

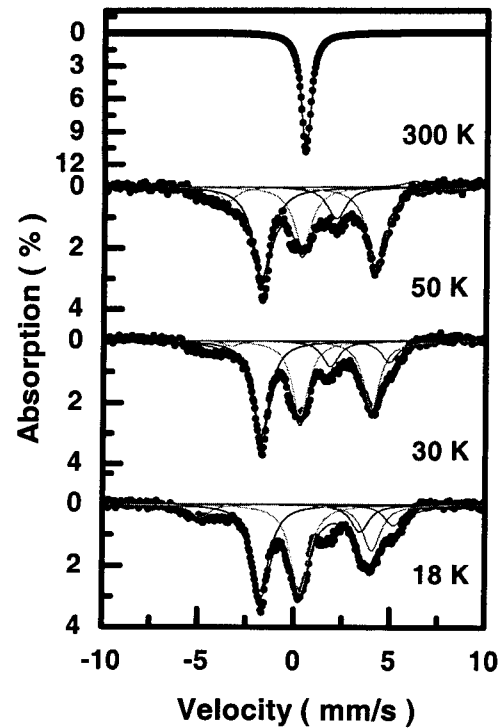


Fig. 2. Mössbauer spectra of $\text{FeIn}_x\text{Cr}_{2-x}\text{S}_4$ ($x=0.1$) at various temperatures.