

한국자기학회 2006년도 임시총회 및

하계학술연구발표회

KMS 2006 Summer Conference

논문개요집



- 일시 : 2006. 6. 8(목)~10(토)
- 장소 : KIST 강릉 분원 (강원도 강릉시 소재)
- 주최 : 한국자기학회
- 후원 : 삼성전자(주)
한국과학기술단체총연합회

Digests of the KMS 2006 Summer Conference
The Korean Magnetics Society

유화물 스피넬 FeM_2S_4 ($M=Cr, In$)의 격자 거리에 따른 상호작용 연구

손배순*, 김삼진, 김철성
국민대학교

1. 서론

유화물 스피넬 MCr_2X_4 ($M = Fe, Co, Cu, Cd, X = S, Se$) 은 M 자리의 이온에 따라 다양한 자기적 성질을 가지고 있다. $CuCr_2Se_4$ 와 $CdCr_2Se_4$ 의 경우, metallic conduction 와 큰 magneto-optical 효과가 나타나는 것으로 보고되었다[1]. 뿐만 아니라 초거대 자기저항 효과 (colossal magnetoresistance), metal-insulator 전이와 상 전이가 $FeCr_2S_4$ 에서 나타남이 보고되었다[2], 또한 spin-frustration 효과가 $FeSc_2S_4$ 와 $MnSc_2S_4$ 에서 나타남을 알 수 있었다[3]. 가장 최근에는 유화물 스피넬 물질에서, relaxor ferroelectricity 와 colossal magnetocapacitive 효과가 보고 되었다[4]. 이러한 특성은 근본적으로 magnetic frustration 나 스피넬의 A site 와 B site 의 강자성- 반강자성 superexchange 상호작용의 경쟁으로 이해하려는 경향이 있다[5]. 본 연구에서는 Mössbauer 분광실험과 XRD을 이용하여 Cr 과 In 이 치환된 FeM_2S_4 ($M=Cr, In$)에 대해 미세 상호 작용을 연구하였다.

2. 실험방법

시료의 합성은 고 순도의 Fe, Cr, In, S을 10^{-5} torr 의 진공 석영관에 봉입하여 직접합성법으로 제조하였다. 시료의 결정구조를 확인하기 위해 Cu-K α 선을 사용하는 Philips사 x-선 회절기를 이용하였다. 결정구조 분석에는 Rietveld 프로그램을 이용하였다. 뫼스바우어 스펙트럼은 전기역학적 등가속도형 뫼스바우어 분광기로 취하였으며, 선원은 Dupont 회사제품의 Rh 금속에 확산시킨 ^{57}Co 단일선을 사용하였다. 시료의 양은 ^{57}Fe 의 밀도가 0.214 mg/cm^2 이 되도록 하였고 시료의 균일한 두께를 위해 직경이 1 인치이고 두께가 0.005인치의 Be 판을 양면에 막아서 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

Fig. 1은 FeM_2S_4 ($M=Cr, In$) 의 x-ray 회절도 이다. XRD 측정결과 결정구조는 $Fd3m$ 공간그룹을 가지는 입방 스피넬로 결정하였으며, $FeIn_2S_4$ 의 경우 In 이 A (tetrahedral) 자리와 B (octahedral) 자리에 분포하는 역 스피넬임을 확인 하였다. Cr 이 치환된 시료의 경우 Fe 는 A 자리에, Cr 는 B 자리에 분포하는 정상 스피넬이었다. Rietveld 분석을 통하여 시료의 격자상수를 결정하였으며, $FeCr_2S_4$ 와 $FeIn_2S_4$ 의 격자상수는 각각 10.011 \AA , 10.616 \AA 이었다.

Fig. 2 은 시료의 4.2 K 와 상온에서의 뫼스바우어 스펙트럼이다. 뫼스바우어 스펙트럼 분석결과 $FeCr_2S_4$ 와 $FeIn_2S_4$ 의 Néel 온도는 각각 175, 15 K 임을 결정하였다. 이는 $Fe^{2+}(A)-S^{2-}-Cr^{3+}(B)$ (inter-sublattice)의 상호작용의 세기가 $Fe^{2+}(B)-S^{2-}-Fe^{2+}(B)$ (intra-sublattice)의 상호작용 세기보다 큰 것으로 이해 할 수 있었다. 상온에서의 뫼스바우어 스펙트럼을 비교해 본 결과 $FeCr_2S_4$ 의 흡수선이 단일선 인데 반하여, $FeIn_2S_4$ 의 경우 전기사중극자 분열치 (electric quadrupole splittings; ΔE_Q) 가 3.22 mm/s 로 크게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 시료의 이성질체 이동치 (isomer shift; δ)로부터 Fe 이온은 +2가 임을 확인 할 수 있었다. 상온에서 큰 ΔE_Q 값이 발현되는 것은 B 자리의

Fe^{2+} 이온에 대하여 trigonal field 가 존재하는 것으로 해석 할 수 있었다.

4. 참고문헌

- [1] T. Ogasawara, K. Ohgushi, y. Tomioka, K. S. Takahashi, H. Okamoto, M. Kawasaki, and Y. Tokura, Phys. Rev. Lett. 94, 087202 (2005).
- [2] M. Mertinat, V. Tsurkan, D. Samusi, R. Tidecks, and F. Haider, Phys. Rev B 71, 100408(R) (2005).
- [3] V. Fritsch, J. Hemberger, N. Büttgen, E. -W. Scheidt, H. -A. Krug von Nidda, A. Loidl, and V. Tsurkan, Phys. Rev. Lett. 92, 116401 (2004).
- [4] J. Hemberger, P. Lunkenheimer, R. Fichtl, H.-A. Krug von nidda. V. Tsurkan, and A. Loidl, Nature 434, 364 (2005).
- [5] E. Moreno, V. Sagredo and G. F. Goya, Physica B 291, 190 (2000).

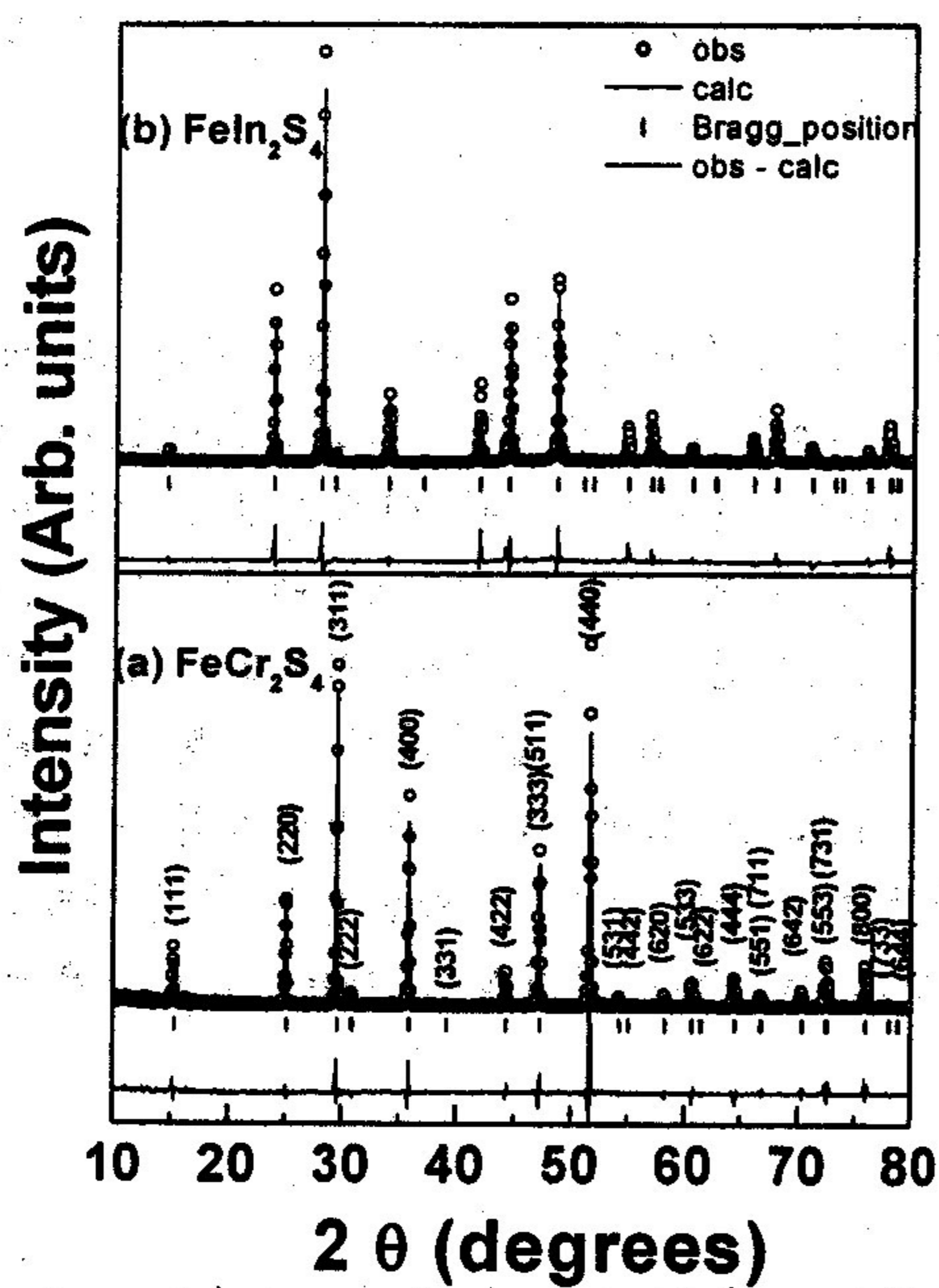


Fig. 1. Refined x-ray diffraction patterns of the (a) $FeCr_2S_4$ and (b) $FeIn_2S_4$ at room temperature.

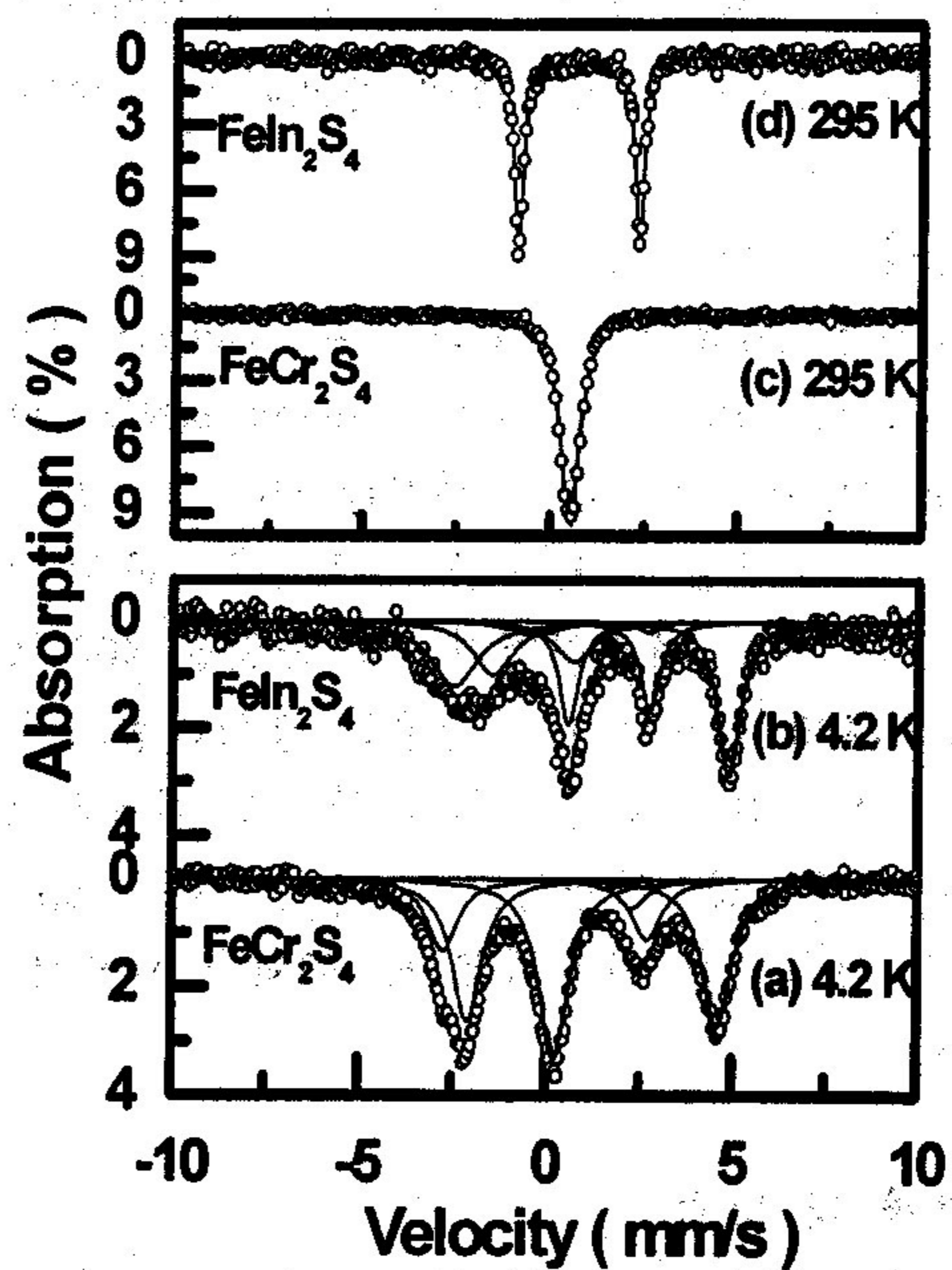


Fig. 2. Mössbauer spectra of FeM_2S_4 ($M=Cr, In$) at various temperatures.