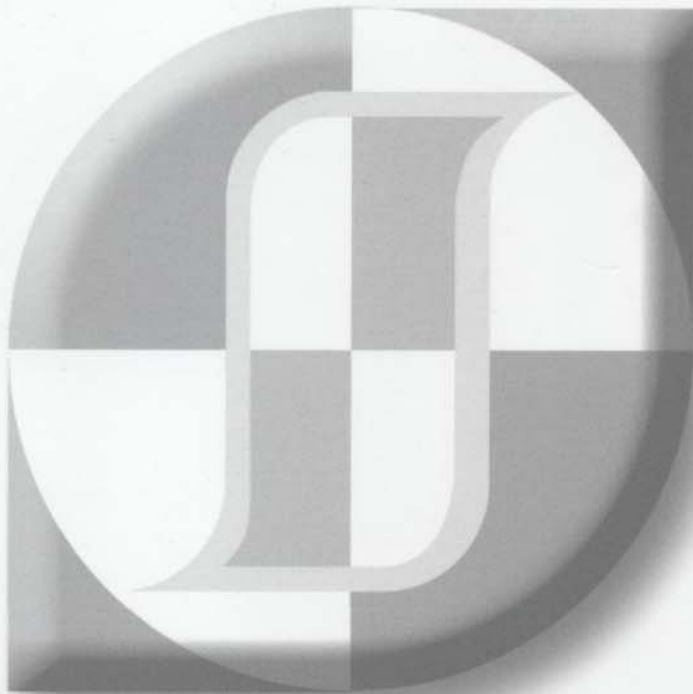


한국자기학회 2008년도 임시총회 및 하계학술연구발표회

KMS 2008 Summer Conference

논문개요집



- 일시** 2008. 6. 12(목) ~ 14(토)
- 장소** 온양관광호텔(충청남도 아산시 소재)
- 주최** 한국자기학회
- 후원** 한국과학기술단체총연합회

Digests of the KMS 2008 Summer Conference
The Korean Magnetics Society

비자성이온 Al이 첨가된 자성반도체 $\text{FeCr}_{2-x}\text{Al}_x\text{S}_4$ ($x=0.3, 0.5$)의 자기적 특성연구

김진모*, 김삼진, 김철성†

국민대학교 물리학과

e-mail : cskim@kookmin.ac.kr

1. 서론

AB_2X_4 의 화학식을 가지는 Chalcogenide spinel 물질은 자성반도체 물질로 저온 영역에서 다양한 자기적 특성이 발견되어 많은 연구가 되어지고 있다. 최근 이들 물질에서 강자성과 강유전성이 동시에 발견되는 현상[1], orbital freezing[2], spin liquid과 spin nematic[3,4] 현상이 관측되어 활발한 연구가 진행중이다.[5] 본 연구에서는 대표적인 자성 반도체 물질인 FeCr_2S_4 의 Cr^{3+} 자리에 비자성 이온인 Al^{3+} 를 치환한 $\text{FeCr}_{2-x}\text{Al}_x\text{S}_4$ ($x=0.3, x=0.5$)를 각각 제조하여 결정학적 및 자기적 성질을 연구하였다.

2. 실험방법

$\text{FeCr}_{2-x}\text{Al}_x\text{S}_4$ ($x=0.3, 0.5$)의 분말 시료를 진공 봉합후 직접 합성법을 이용하여 제조하였다. 순도 99.99% 이상을 갖는 Fe, Cr, Al 을 1시간 동안 마노에 곱게 간후 석영관의 내부 바닥에 S를 넣고 10^{-7} Torr로 진공 봉합하였다. 고온의 열처리 중에 황의 증기압에 의한 폭발을 방지하기 위하여 분당 0.4°C 로 1000°C 까지 천천히 온도를 올려 10일 동안 열처리하였다. 열처리 온도가 900°C 이상에서는 시료를 봉입한 석영관 외벽에 고 순도 질소 가스를 흘려 석영관 내부로 산소가 확산되는 것을 미연에 방지하였다. 1차 열처리로 제조된 시료의 균질성 향상을 위하여 다시 마노에 곱게 간후 압착기로 2톤의 압력을 가해 알약형태로 압착하고 1차 열처리한 조건과 동일하게 3회 재 열처리를 하였다. 분말 시료의 결정 구조를 확인하기 위해 $\text{CuK}\alpha$ 선을 사용하는 Phillips 사의 X'pert(PW1827) model을 이용하여 X 선 회절 실험을 하였고 결정학적 특성 분석을 위해 Rietveld 분석법을 이용하여 분석하였다. 분말 시료의 온도 변화에 따른 거시적인 자화 특성을 확인하기 위해 VSM(vibrating sample magnetometer)을 측정하였다. 미시적인 자화 특성을 확인하기 위하여 온도에 따른 Mössbauer 분광실험을 실행하였다.

3. 실험결과 및 고찰

$\text{FeCr}_{2-x}\text{Al}_x\text{S}_4$ ($x=0.3, 0.5$)의 결정구조를 확인하기 위하여 Rietveld 정련법을 이용하여 분석하였다. 분석결과 공간그룹 $Fd\bar{3}m$ 을 가지는 단일상의 스피넬 구조임을 확인하였고 격자상수는 각각 $a_0 = 9.994 \text{ \AA}$, $a_0 = 10.010 \text{ \AA}$ 로 결정하였다. 분석 결과로부터 비자성 물질인 Al이 치환량이 커짐에 따라 격자상수가 증가함을 확인하였다. VSM을 이용하여 100 Oe의 외부자장 하에서 온도에 따른 거시적인 자성 측정 (ZFC; zero field cooling, FC; field cooling)을 하였다. Fig. 2에서 볼수 있듯이 145 K, 135 K 부근에서 준강자성에서 상자성으로 상전이를 보였다. 또한 비상자성 이온인 Al이 치환량이 커짐에 따라 상전이 온도가 낮아짐을 보였다. 이는 Al치환의 격자상수의 증가로 인해 교환 결합의 세기가 감소된 것으로 이해된다.

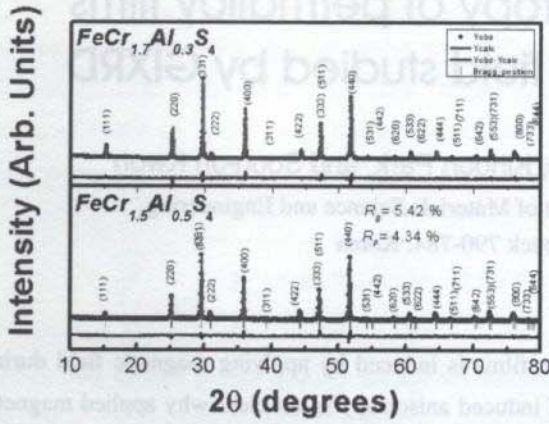


Fig. 1. Refined X-ray diffraction patterns of the $\text{FeCr}_{2-x}\text{Al}_x\text{S}_4$ ($x=0.3$, $x=0.5$) samples at room temperature.

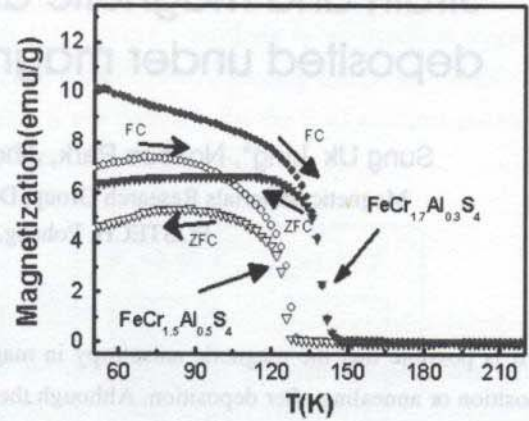


Fig. 2. The low-field magnetization curve shows large irreversible magnetic behavior between ZFC and FC curves. means ZFC and Star means FC.

4. 참고문헌

- [1] J. Hemberger, P. Lunkenheimer, R. Fichtl, H.-A. Krug von Nidda, V. Tsurkan, and A. Loidl, *Nature (London)* **434**, 364 (2005).
- [2] R. Fichtl, V. Tsurkan, P. Lunkenheimer, J. Hemberger, V. Fitsch, H.-A. Krug von Nidda, E.-W. Scheidt, and A. Loidl, *Phys. Rev. Lett.* **94**, 027601 (2005).
- [3] S. Bhattacharjee, V. B. Shenoy, and T. Senthil, *Phys Rev B* **74**, 092406 (2006).
- [4] S. Nakasuji, Y. Nambu, H. Tonomura, O. Sakai, S. Jonas, C. Broholm, H. Tsunetsugu, Y. Qiu, and Y. Maeno, *Science* **309**, 1697 (2005).
- [5] J. Hemberger, H.-A. Krug von Nidda, V. Tsurkan, and A. Loidl, *Phys. Rev. Lett.* **98**, 147203 (2007).