

## Sn 이 함께 첨가된 (In, Cr)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 자성반도체 박막의 자기적 및 자기 수송 특성 연구 Effect of Sn co-doping on transport and magnetic properties of (In, Cr)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> films

김현수, 지성화\*, 김효진\*†, 김도진\*, 주용길  
한국과학기술원, \*충남대학교  
(hyojkim@cnu.ac.kr†)

산화물 묶은 자성반도체(Diluted magnetic semiconductor, DMS)는 스핀트로닉스 소자 재료 중 하나로 기대되고 있으며, 실용화에 중요한 문제인 상온 강자성이 보고됨에 따라 많은 관심을 받고 있다. 산화물 DMS 연구는 주로 ZnO 계와 TiO<sub>2</sub> 계에서 수행되어 왔으나 carrier induced ferromagnetism 을 명확히 보여주지 못하였다. 최근 DMS 에 대한 실험 및 이론적 접근을 통한 연구 결과, 넓은 밴드갭과 높은 캐리어 농도를 가질수록 상온 강자성이 나타날 가능성이 높을 것으로 예측되고 있다. 이와 같은 연구 결과들을 바탕으로 In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SnO<sub>2</sub> 와 같은 새로운 산화물 DMS 연구가 수행되어 상온이상에서 강자성이 보고되었다. 특히 In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 계를 기반으로 하는 DMS 연구에서 상온이상에서 강자성과 carrier induced ferromagnetism 을 간접적으로 보여주는 anomalous hall effect 현상이 동시에 보고 되었다 [1],[2]

본 실험실에서는 앞서 Cr-doped (In<sub>0.95</sub>Sn<sub>0.05</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [ITO]에서 상온강자성을 보고하였다 [3]. 여기서는 Sn 이온의 첨가됨에 따른 (In, Cr)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 자성반도체 박막의 자기적 및 자기 수송 특성 변화를 살펴보고자 한다. Sn 이온은 12mol%까지 첨가하였으며 자기이온인 Cr 이온은 5 mol%로 고정하였다. 박막은 SiO<sub>2</sub>(2000Å)/Si 기판 위에 펄스 레이저 증착(pulsed laser deposition)방법으로 성장시켰으며, 이때 실험조건은 기판 온도 400°C, 산소 분압 5×10<sup>-5</sup> torr 였다. 타겟은 전통적인 고상반응법을 이용하여 제조하였으며, 성장된 박막은 X-ray diffraction, Hall measurement, superconducting quantum interference device (SQUID) magnetometer 를 이용하여 물성을 측정하였다. 구조 분석 결과 모든 박막은 2 차상이 없는 bixbyite 구조를 가졌으며, Sn 이 첨가됨에 따라 상온에서 캐리어 농도가 4.61×10<sup>20</sup> cm<sup>-3</sup> 에서 2.78×10<sup>21</sup> cm<sup>-3</sup> 로 증가하였고, Sn 12mol%첨가한 박막의 경우 350K 에서 anomalous hall effect 현상이 관찰되었다.

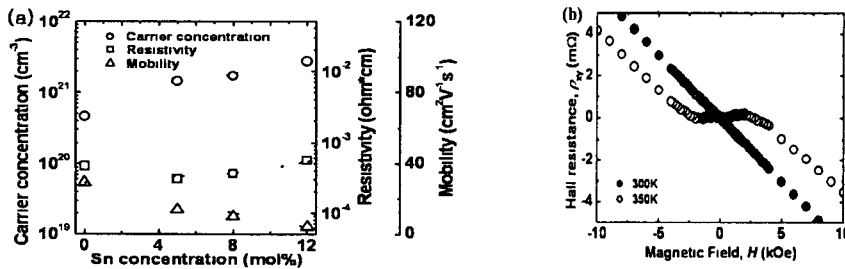


Fig (a) Carrier concentration, resistivity and mobility of (In<sub>0.95-x</sub>Sn<sub>x</sub>Cr<sub>0.05</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> films (0 ≤ x ≤ 0.12) by hall effect measurement (b) Magnetic field dependence of hall resistivity of the (In<sub>0.83</sub>Sn<sub>0.12</sub>Cr<sub>0.05</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> film

\* superconducting quantum interference device (SQUID) magnetometer 를 지원하여 주신 기초과학연구원연구소에 감사드립니다

[1] J Philip, N Theodoropoulou, J S Moodera, and B Satpati, Appl Phys Lett 85, 777 (2004)  
[2] Y K Yoo, Q Xue, H-C Lee, S Cheng, X-D Xiang, G F Dionne and I Takeuchi, Appl Phys Lett 86, 052503 (2005)  
[3] We will present at International magnetic conference 2005 (Intermag 2005, April 2005)