

반응성 스퍼터링으로 제조한 p-type ZnCo<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 자성반도체의 특성 연구  
 Growth and Properties of p-type Magnetic semiconductor ZnCo<sub>2</sub>O<sub>4</sub> by reactive sputtering

출인창, \*김현중, 김효진, 김도진, 임영언, \*주웅길

충남대학교 재료공학과

\* 한국과학기술원 재료공학과

### I. 서론

DMS는 기존의 반도체에 전이금속을 첨가시킴으로써 전자의 특성을 이용하는 반도체와 전자의 스핀에 의한 자성체의 특성을 겸한 재료를 말한다. DMS를 이용한 소자의 개발은 상온에서의 강자성 특성을 필수적으로 요구하는데, 현재까지 주로 연구되어온 III-V족, II-VI족 system에서의 상온 강자성 특성은 아직 발견되지 않았다. DMS 물질의 강자성 특성 원인에 대한 연구 또한 아직 완성되지 않았는데, 110K 정도의 Curie 온도를 갖는 GaMnAs와 같은 III-V족의 연구결과 DMS의 강자성 원인은 hall carrier와 magnetic ion 사이의 interaction에 의한 것으로 주로 보고 되고 있다. Ohno, Dietl T등은 이론적 계산을 통해 p-type ZnO에 transition metal을 치환한 system에서 상온 강자성이 예상된다는 연구결과를 보고 하였는데, 이에 본 실험에서는 p-type 전도특성을 갖는 zinc cobalt oxide를 제조하여 그 물성에 대한 연구를 하고자 하였다.

### II. 실험 방법

본 실험에서는 Zn와 Co metal target을 이용한 co-sputtering 법으로 박막을 제조하였다. 기판은 SiO<sub>2</sub>(2000Å)/Si 을 사용하였고, 공정 압력은 10 mTorr, 기판온도는 200°C ~ 600°C로 하였으며 Ar/O<sub>2</sub> ratio는 1:9에서 9:1까지 변화시켜보았다. 제조된 박막은 XRD와 SEM을 통해 미세구조 분석을 하였고, hall 측정을 통해 conduction type을 확인하였다. 박막의 자기적 특성은 VSM과 SQUID를 통해 관찰하였다.

### III. 실험 결과

본 실험은 Gang Xiong등이 보고한 O<sub>2</sub>-rich 분위기에서의 p-type ZnO 제조에 관한 실험 결과를 참고로 하여, Ar/O<sub>2</sub>의 비를 1:9로 한 oxygen-rich 조건에서 Co를 doping 시켰다. ZnO 내의 Co 함량을 증가시킴에 따라 Wurtzite 구조의 ZnCoO에서 spinel 구조의 ZnCo<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 상으로의 전이를 확인하였으며, hall effect 측정을 통하여 Wurtzite 구조의 ZnCoO는 n-type 특성을 갖고, spinel 구조의 ZnCo<sub>2</sub>O<sub>4</sub>는 p-type 특성을 보임을 확인하였다. 또한 ZnCo<sub>2</sub>O<sub>4</sub>의 Ar/O<sub>2</sub>에 비에 따른 전도특성의 변화를 관찰하기 위해 Ar/O<sub>2</sub>의 비를 9:1까지 변화시켜 보았고, O<sub>2</sub>-rich 분위기에서 제조한 ZnCo<sub>2</sub>O<sub>4</sub>만이 p-type 특성을 갖는 것으로 확인하였다. 마지막으로 VSM과 SQUID를 통해 각각의 시편에 대한 자성 특성을 확인하였다.