

Sputter로 증착된 $(\text{Zn}_{1-x}\text{Fe}_x)\text{O}$ 박막의 전자기적 특성 (Electric and Magnetic properties of $(\text{Zn}_{1-x}\text{Fe}_x)\text{O}$ thin film grown by Sputter Methods)

충남대학교 재료공학과 함홍균, 송인창 이병선 김효진

1. 서론

DMS(D iluted Magnetic Semiconductor 이하 DMS)는 기존의 반도체에 전이금속을 첨가시킴으로써 전자의 특성을 이용하는 반도체와 전자의 스핀에 의한 자성체의 특성을 겸한 재료를 말한다. DMS는 II-VI족 반도체인 ZnO에 자기이온을 첨가하면 큐리온도가 300K 이상의 높은 온도를 나타내고 p-type의 ZnO일 경우 상온에서 강자성의 특성을 나타낸다고 보고하고 있다.

본 연구는 sputter를 이용하여 ZnO에 전이금속 중에서 강자성 특성을 가장 잘 나타내는 Fe를 첨가하여 그 구조적인 특성과 전기적, 자기적 특성을 고찰하여 자성반도체로서의 가능성을 살펴보고자 했다.

2. 실험방법

ZnO에 Fe를 치환하기 위하여 Zn과 Fe 금속 타겟을 이용하여 reactive co-sputtering 방법으로 박막을 제조하였다. ZnO내에 Fe의 최대 고용한도를 알아보기 위해 target의 power ratio를 변화시켜서 각기 다른 조성의 시편을 제조하였고 조성은 RBS(Rutherford Backscattering Spectrometry)로 확인하였다.

박막의 두께는 SEM방법을 이용하여 측정하였으며 모두 3000Å의 두께는 갖는 박막으로 증착을 하였다. 제조된 박막의 결정구조와 2차상 생성유무를 알아보기 위하여 XRD 실험을 진행하였고 Fe조성에 따른 결정구조의 변화를 알기 위해 DCXRD (Double-Crystal XRD) 분석을 실행하였다. 그리고 석출물의 크기와 분포 그리고 결정구조를 확인하기 위해서 TEM(Transmission Electron Microscope) 분석을 실시하였다. 자기적인 성질은 상온에서 VSM (Vibrating Sample Magnetometer)를 이용하여 M-H 곡선을 측정하였다

3. 실험결과

증착된 박막은 배향성이 없는 wurtzite 구조의 박막임을 알 수 있었으며 Fe의 치환에 따라 ZnO (002) 회절선의 FWHM는 점점 증가하는 결과를 나타내었으며 Fe의 조성이 10% 부터는 Fe 금속입자가 석출되는 결과를 얻을 수 있었다. Fe의 치환에 따른 ZnO (002) 면간거리의 변화를 DCXRD를 통하여 분석했으며 Fe의 증가에 따라 10%까지는 직선적인 증가를 나타내다가 그 이후의 조성에서는 그 변화값이 급격히 감소하고 있다. 이는 금속 Fe입자가 석출되어 ZnO에 Fe가 안정적으로 치환되지 못하기 때문인 것으로 사료된다.

TEM분석에서는 size가 약 10-100nm의 particle들이 matrix내에 균일하게 분포 되었음을 알 수 있었다. 자기적 성질은 상온에서는 강자성특성이 관찰되지 않았으며 이는 ZnO내의 Fe의 고용도가 너무 낮아서 발생하는 자기력이 너무 미약하여 검출되지 않은 것으로 사료된다.