

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

함홍규, 심재호\*, 송인창\*, 이병선\*, 김효진\*  
충남대학교 재료공학과 스핀재료실험실, \*충남대  
(drivein2@bclinc.com)

### 1. 서론

DMS(Diluted Magnetic Semiconductor 이하 DMS)는 기존의 반도체에 전이금속을 첨가시킴으로써 전자의 특성을 이용하는 반도체와 전자의 스핀에 의한 자성체의 특성을 겸한 재료를 말한다. 그리고 소자로서 사용 가능하기 위해서는 상온에서의 강자성 유지, 스핀주입효율의 극대화, 그리고 정보유지를 위해서 스핀확산거리가 충분히 확보되어야 한다.

2000년도에 ZnO에 전이금속이 치환될 경우 강자성이 유도될 수 있다는 이론적인 보고가 있었다. Dilute 등은 II-VI족 반도체인 ZnO에 자기이온을 첨가하면 큐리온도가 300K 이상의 높은 온도를 나타내고 p-type 의 ZnO일 경우 상온에서 강자성의 특성을 나타낸다고 보고하고 있다. 이 보고에 따라 ZnO계의 DMS 연구가 활발히 진행되고 있다.

ZnO를 이용할 경우 전이금속에 대한 고용도가 40% 정도로 매우 높은 점과 wide band gap의 조절이 가능한 점등의 이유로 많은 이점을 갖고 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

본 연구에서는 Si위에 SiO<sub>2</sub>가 2000Å 인공 산화된 기판을 사용하였으며 Zn와 Fe 금속 타겟을 이용하여 스퍼터링방법으로 증착하였다. 기판과 타겟 사이의 거리는 7cm, 기판온도는 600 °C, 증착시간은 60 분이고, RF(Zn) 파워는 150 W 로 고정을 하였으며, DC(Fe)파워는 5-30 W 까지 변화를 주며 조성을 달리 하였다. 제조된 박막의 두께는 3000Å으로 일정하게 하였고 x-선 회절실험을 통해 결정 구조를 확인하였다. 박막의 두께와 표면 및 단면 사진은 주사 전자 현미경을 사용하여 확인하였다. 박막의 전기적 특성은 Van der Pauw 방법을 통한 Accent HL5500 Hall System을 사용한 Hall 측정을 하여 운반자의 농도와 이동도, 운반자의 종류를 확인하였다. 자기적 특성은 초전도 양자 간섭 측정 소자를 이용하여 FC-ZFC 및 극저온(5K)에서 M-H 곡선을 측정하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

Fe 5%까지는  $(\text{Zn}_{1-x}\text{Fe}_x)\text{O}$  박막은 (0002)방향으로 우선 성장 한 Wurtzite 구조를 유지하지만 5% 이상에서는 더 이상 고용되지 않고 2차상이 생성되며 그 구조가 급격히 붕괴됨을 XRD분석을 통해 알 수 있었다. 전기적 특성은 Fe조성이 증가함에 따라 비저항이 0.1-0.3ohm.cm로 서서히 증가하다가 2차상이 생성되면서 비저항이 감소함을 알 수 있었다. 자기적 특성으로는 VSM측정을 통해서 상온에서는 상자성적인 거동을 함을 알 수 있었다.