

MBE로 성장시킨  $\text{Ge}_{1-x}\text{Mn}_x$  thin film의 전, 자기적 특성  
 (Magneto-electronic Properties of  $\text{Ge}_{1-x}\text{Mn}_x$  Thin Films  
 Grown by MBE)

충남대학교 재료공학과 유상수, 김종환, 김한겸, 박종호, 임영언

DMS (Dilute Magnetic Semiconductor)는 Spintronics의 한 분야로서 II-VI족 혹은 III-V족의 II족, III족 원소들의 일부가 전이 금속인 Fe, Co, Mn등에 의해 치환되는 화합물 반도체를 말한다.

본 연구는 대표적인 intrinsic 반도체인 Ge에 Mn을 첨가시켜 DMS소자로서의 가능성 여부를 알아보았다.

이를 위해 MBE(Molecular Beam Epitaxi)를 이용하여  $\text{Ge}_{1-x}\text{Mn}_x/\text{SiO}_2/\text{Si}$  구조를 가지는 thin film을 성장시켰다. Substrate의 온도는 약  $180^\circ\text{C}$ 정도에 맞추고 일정량의 Ge에 Mn을 첨가하는 방법으로 제작하였고 thin film의 두께는 약  $5000\text{\AA} \sim 10000\text{\AA}$ 이고, thin film의 조성은 30%에서부터 많은 것은 약 90%까지이다.

$\text{Ge}_{1-x}\text{Mn}_x$  thin film의 전, 자기적 특성을 알아보기 위해 Hall, VSM, FMR, XRD, TEM 측정을 하였다. Hall 측정을 통해 상온에서 P-type의 carrier를 가지고 있음을 알 수 있었고 비저항 측정 결과 반도체 영역인  $4.0 \times 10^{-3} \sim 0.5 \times 10^{-3}(\text{ohm-cm})$ 의 값을 보였다. 상온 VSM 측정에서는 Ferromagnetism을 나타냈고 Mn이 첨가되면 될수록 포화 자화 값이 증가하는 것을 알 수 있었다. 포화 자화 값은 Mn의 양이 약 68% 첨가 시에 가장 높은 자화 값인  $200\text{cc/cm}^3$ 를 나타냈다. 위의 분석 결과  $\text{Ge}_{1-x}\text{Mn}_x$  thin film 안에 상온에서 반도체이면서 Ferromagnetism을 띄는 phase가 존재함을 알 수 있었다. Mn의 조성이 달라짐에 따른 구조적 특성을 XRD와 TEM을 통해 알아보았다.