

PLD법으로 제조된 $(Zn_{1-x}Co_x)O$ 박막의 전기적 및 자기적 성질
(Electric and magnetic properties of $(Zn_{1-x}Co_x)O$ films
grown by PLD method)

이재분, 김재현*, 주용길*, 김효진, 임영언, 김도진
충남대학교 재료공학과
*한국과학기술원 재료공학과

최근 자성반도체(Diluted magnetic semiconductor, DMS)에 대한 관심이 고조되고 있는데, 이는 자기적 성질과 반도체적인 성질을 동시에 가지고 있어 그 응용분야 뿐만 아니라 기초학문 분야까지도 폭넓은 연구가 진행되고 있다. 최근에는 II-VI족 n형 반도체인 ZnO에 여러 가지 자기금속이온을 첨가 시켰을 경우 상온에서 강자성을 띠는 자성반도체가 됨이 이론적으로 예측되었고 이에 따른 활발한 연구가 진행되고 있다. 본 연구실에서는 엑시머(KrF) 레이저(wavelength of 248nm)를 이용한 PLD(Pulsed laser deposition)법을 이용하여 $(Zn_{1-x}Co_x)O$ 박막을 Co의 함량에 따라 증착 하였을 경우 박막의 특성을 살펴보고 자성반도체로서의 응용을 살펴보고자 하였다.

본 실험에서 사용한 PLD용 타겟은 고순도 ZnO와 CoO 분말을 원료로 Co의 함량을 증가시키면서 고상반응법으로 제조하였다. 기판은 홀 측정을 위하여 사파이어 기판을 이용하였다. 기판의 온도는 300~700°C까지 변화시켰고, 압력은 산소를 이용하여 $5 \times 10^{-7} \sim 5 \times 10^{-3}$ Torr 까지 변화를 주었다. 그리고 엑시머(KrF) 레이저의 에너지는 200mJ, 5Hz를 유지하면서 20분씩 레이저를 타겟에 조사하여 사파이어 기판 위에 증착시켰고, 타겟과 기판과의 거리는 4cm로 유지하였다. 기판의 온도와 압력에 따른 $(Zn_{1-x}Co_x)O$ 박막의 결정성을 알아보기 위해 X-선 회절분석과 SEM을 통하여 기판온도 600°C, 압력 10^{-4} Torr에서 우수한 결정성과 매우 균일한 박막을 얻어짐을 관찰하였다. 700°C 이상에서는 압력에 관계없이 거친 표면의 박막이 형성되었다.

상온 Vibrating Sample Magnetometer(VSM)측정에서는 700°C에서 증착된 시편에서 자기이력곡선이 관찰되었고 나머지 시편에서는 나타나지 않았다. 자기이력곡선이 나타난 700°C의 시편의 경우 고전압의 X-선 회절실험에서 Co에 의한 회절선들이 관찰되었다. 따라서, 자기이력곡선은 단상의 $(Zn_{1-x}Co_x)O$ 의 박막에 의한 것이 아니고 Co의 석출에 의한 것임이 판명되었다. 온도가 저온으로 갈수록 각 조성별로 비저항이 증가하였고, 또한 Co의 함량이 증가할수록 비저항이 증가하는 것을 홀 측정을 통해 알 수 있었고 PL 을 이용하여 광학적 특성을 조사하였다.

본 연구는 과학기술부에서 추진하는 21세기 프론티어 사업 중 테라급나노소자개발사업단 지원으로 수행되었음.