

유기화학금속증착법을 이용한 고품위 ZnO 박막의 구조적 광학적 성질

(Structural and optical properties of high quality ZnO films grown on Al₂O₃ by metal-organic-chemical-vapor-deposition)

포항공과대학교 박원일, 안성재, 이규철

ZnO는 직접천이형 밴드구조를 지닌 물질로, 3.3 eV의 비교적 큰 밴드갭으로 인해서 자외선 영역대의 광검출 및 발광소자에 응용할 수 있다. ZnO의 결정구조와 유사하며 널리 연구된 GaN와 비교해 볼 때, ZnO는 60 meV의 큰 exciton binding energy를 가지며, 500℃의 저온에서도 성장이 가능하기 때문에 고온성장시 발생하는 결함을 최소화할 수 있다는 장점을 가진다. 이런 ZnO에 대해서는 MBE나 PLD를 이용해서 많은 연구가 진행되고 있지만, 본 연구실에서는 넓은 면적위에 증착하기 쉬운 metal organic chemical vapor deposition (유기화학금속증착법)을 이용해서 고품위 ZnO 에피박막을 성장시키고 성장된 박막의 구조적 광학적 특성을 평가하였다.

ZnO 박막 성장을 위해 전구체로 Diethyl-zinc (DEZ)와 산소 gas를, carrier gas로는 Ar을 이용했고, Al₂O₃(0001) 기판 위에 성장시켰다. 또한 MOCVD 성장 시 발생하는 전반응(pre-reaction)을 억제하기 위해서 산소라인을 분리시키고 저압에서 성장시켰다. 필름의 구조적 특성을 분석하기 위해서 XRD θ - 2θ , pole-figure, rocking curve 등을 측정하였다. 그 결과 기판에 수직인 방향인 c-축으로 잘 배열되었고, 6-fold symmetry를 갖는 에피박막이 성장되었음이 조사되었다. 또한 성장온도가 필름의 결정성에 미치는 영향을 XRD θ rocking curve 측정을 통해 조사하여, 그 결과 500℃에서 결정성이 뛰어난 ZnO 박막(FWHM:0.19°)을 얻었다.

ZnO 박막의 광학적 특성을 평가하기 위해서 자외선 흡수 및 발광 (photoluminescence) 스펙트럼을 측정하였다. 그 결과 3.2-3.3 eV에서 강한 흡수가 관찰되었고, 저온 PL에서는 3.364 eV에서 강하고, sharp한 발광 피크가 관측되었다. 이는 도우너(donors)에 묶여진 exciton이 재결합을 일으키면서 나오는 발광으로 여겨진다. 더욱이 상온에서의 PL 발광에서도 3.173 eV에서 FWHM이 6-7 meV의 강한 stimulated emission이 관찰되었다. 이러한 결과는 MOCVD로 성장된 고품위 ZnO 박막의 발광 효율이 뛰어난 것을 보여준다.