

**Helicon Wave Plasma 보조 증발법을 이용한
ZnO/Si(111) 박막의 성장과 특성 평가**
(Growth and Characterization of ZnO/Si(111) Film
by the Helicon Wave Plasma Assisted Evaporation Process)

포항공과대학교 이두영, 박태희, 김기성, 김선효

1. 서론

ZnO는 3.37eV의 넓은 직접 천이형 밴드갭을 갖고 있고, 엑시톤 (exciton) 결합에너지가 상온에서 60meV로 GaN의 28meV에 비해 상당히 크기 때문에, 상온 및 고온에서 존재하는 엑시톤에 의해 광소자의 효율을 극대화할 수 있다. 이로 인해 ZnO는 발광소자, 자외선 영역의 광검출 소자 (photodetector) 및 레이저를 발진할 수 있는 차세대 광소자용 재료로 주목받고 있다. 또한 helicon wave 플라즈마는 약 10^{13}cm^{-3} 이상의 고밀도 플라즈마를 발생시킬 수 있으며 플라즈마 형성시 활성종(excited atom)의 비율을 높일 수 있어 박막 증착 공정에서 활용되어 왔다.

2. 실험방법

원통형(cylindrical) quartz관에서 플라즈마를 생성 시켰으며 OES (Optical Emission Spectroscopy)를 이용하여 플라즈마 진단을 행하였다. 증착에는 Si(111) 기판을 사용하였으며, 증착을 위해 필요한 산소는 플라즈마 형태로, Zn은 증발시켜 Si(111) 기판 위에서 반응토록 하였다. 또한 기판온도는 약 800°C 까지 승온 가능한 할로겐 램프를 사용하였다. 예비 실험단계에서 ZnO 성장을 위해 필요한 최적 조건을 도출하였으며, 저온 버퍼층을 도입하였다.

3. 실험결과

OES 진단을 통하여 산소 활성종을 가장 많이 생성시키는 Ar/O₂(=1/2)조건을 찾았다. ZnO 박막은 Si(111) 기판위에 직접적으로 600. C까지 증착이 되었으나 저온 버퍼층을 도입하므로써 800. C까지 증착이 가능함을 확인하였다. XRD측정 결과에 의한 (0002)면에 대한 락킹 (rocking) 곡선의 FWHM값이 0.78°로 온도가 증가함에 따라 개선됨을 알 수 있었다. 반면 PL(photoluminescence) 측정 결과 640. C에서 증착된 ZnO박막이 가장 좋은 결과가 나왔으며, 10K에서 3.37eV (FWHM=14meV)의 강한 bound excitation emission이 나타났고 deep level emission은 거의 나타나지 않았다. 또한 상온 PL역시 deep level emission은 거의 나타나지 않았으며, 3.39eV (FWHM=103meV)에서 강한 bound excitation emission이 나타났다.