

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

포항공과대학교 신소재 공학과
박태희, 김경보, 김기성, 김선효

1. 서론

ZnO는 3.37 eV의 넓은 직접 천이형 밴드갭을 갖고 있고, 엑시톤 (exciton) 결합 에너지가 상온에서 60 meV로 GaN의 28 meV에 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 공정에 활용되어 왔다. 그러나 플라즈마를 이용하는 증착방법은 높은 이온 에너지로 인해 박막성장시 결함을 발생시켜 박막의 특성, 특히 광특성(optical property)을 저하시키는 문제점으로 제기되어 왔다.

2. 실험방법

원통형(cylindrical) quartz관에서 플라즈마를 생성 시켰으며 OES (Optical Emission Spectroscopy)를 이용하여 플라즈마 진단을 행하였다. 증착에는 사파이어 기판을 사용하였으며, 증착을 위해 필요한 산소는 플라즈마 형태로, Zn은 증발시켜 사파이어 기판 위에서 반응토록 하였다. 또한 기판 온도는 약 800°C까지 승온 가능한 할로겐 램프를 사용하였다.

예비 실험단계에서 ZnO 성장을 위해 필요한 최적 조건을 도출하였으며, 플라즈마에서 발생하는 이온의 양을 줄이고, 접지된 그리드를 사용하여 이온으로 인해 생기는 결함을 제거하여 양질의 박막을 성장시키고자 하였다.

3. 실험결과

OES 진단을 통하여 산소 활성종을 가장 많이 생성시키는 Ar/O₂(=1/2)조건을 찾았다. XRD 측정 결과에 의한 (0002)면에 대한 락킹(rocking) 곡선은 그리드를 설치한 것과 그리드를 제거한 것이 결정성에는 그리 큰 차이를 보이지 않았지만, AFM을 통한 표면형상은 표면거칠기가 10nm 이하로 감소 되었다.

UV를 통해 박막의 투과성을 측정한 결과, 그리드를 설치한 것이 90%에 가까운 투과율을 보여 30% 이상 투명성도가 향상되었다. 또한 PL(photoluminescence) 측정 결과 그리드가 설치되었을 때 결함에 의한 2~2.4eV에 해당하는 deep-level emission이 거의 나타나지 않았고, ZnO의 고유한 peak인 3.36eV에 해당하는 강한 bound exciton emission(FWHM=6meV)이 나타났다.