

RF magnetron sputtering법으로 성장시킨 ZnO박막의 광특성과 grain size의 영향에 관한 연구

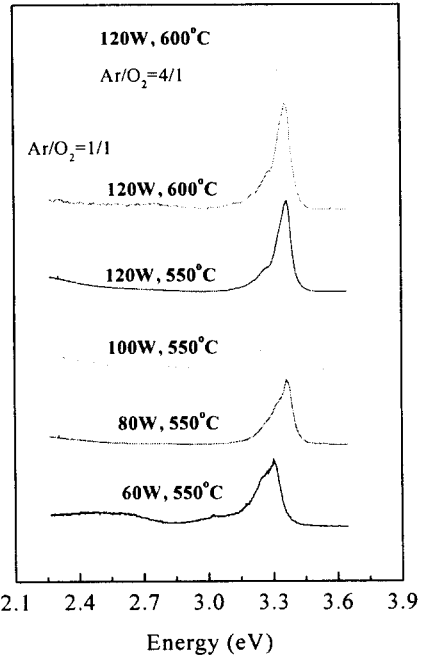
김경국^{1,2)}, 박성주²⁾, 정형진¹⁾, 최원국¹⁾

¹⁾한국과학기술연구원, 박막기술연구센터, ²⁾광주과학기술원 신소재공학과, 전자재료연구센터

최근 광소자의 발전과 더불어 고효율의 새로운 광소자에 대한 수요가 증가되고 있다. ZnO는 이러한 특성을 가진 재료중에 한가지로서 최근 들어 그 가능성에 대한

연구가 활발히 이루어지고 있다. 특히 상온에서 exciton binding energy가 다른 재료보다 큰 60 meV로 고효율의 blue, UV 발광이 가능한 재료로 알려져있다. 본 연구에서도 광소자로서 ZnO를 활용하기 위해서 RF magnetron sputtering법을 이용하여 광특성의 향상에 목적을 두고 연구하였다.

ZnO 박막은 RF magnetron sputtering법을 이용하여 sapphire (0001)기판위에 성장시켰다. RF power는 60W에서 120W까지 변화 시켰고 박막의 성장온도는 550°C와 600°C로 변화 시켰으며 Ar : O₂의 비는 1:1에서 4:1까지 변화시켰으며, 박막의 성장시간은 60분, ZnO target과 기판과의 거리는 4.5cm로 하여 성장시켰다. 성장된 ZnO박막은 XRD θ -rocking scan 측정을 통해서 박막의 C-축 배향성과 RBS channeling를 이용하여 ZnO 박막의 epitaxial 성장 정도를 측정하였다. 박막의 상온 발광 특성은 He-Cd laser를 사용한 photoluminescence spectra로 측정하였다. 또한 표면의 morphology는 atomic force microscope(AFM)를 이용하여 관찰하였으며 transmission electron microscopy(TEM)을 사용하여 ZnO박막의 단면적을 관찰함으로써 grain의 성장과 광특성 및 결정성과의 영향에 대해서 연구하였다.



ZnO 박막의 성장온도 550°C에서 RF power를 60W에서 120W까지 변화 시킬 경우 XRD θ -rocking peak의 반치폭이 0.157°에서 0.436°까지 변화하였고 80W에서 최소값을 가졌으며 in-plane에 대한 XRD 측정 결과 ZnO 박막의 성장은 sapphire기판에 대해서 30° 회전되어 성장된 것으로 알 수 있었으며 이는 ZnO [10 $\bar{1}0$] || Al₂O₃ [11 $\bar{2}0$]의 관계를 갖는다는 것을 나타낸다. 광특성의 측정 결과인 PL peak의 반치폭은 133.67meV에서 89.5meV까지 변화함을 알 수 있었고 80W에서 최대값을 가졌으며 이는 RF power의 변화에 따른 결정성의 변화와는 반대되는 현상임을 알 수 있었다. 그러나 성장온도 600°C일 때에는 XRD θ -rocking peak의 반치폭이 0.129°로 결정성이 우수한 박막임을 확인할 수 있었고 PL peak의 반치폭 또한 Ar과 O₂의 비율에 따라 76.32meV에서 98.77meV로 광특성도 우수한 것으로 나타났다. RBS channeling 결과 550°C에서는 χ_{min} 값이 50 ~ 60%였으나 600°C 일 때에는 χ_{min} 값이 4 ~ 5%로 박막이 epitaxial 성장을 하였다라는 것을 알 수 있었다. 결정성과 광특성과의 연관성을 알아보기 위해 TEM을 이용한 박막의 cross section image를 관찰한 결과 광특성이 우수한 시편일수록 grain의 크기가 큰 것으로 나타났고 결정성이 우수한 시편의 경우에는 XRD분석 결과에서처럼 C-축배향성이 우수한 것을 확인할 수 있었다.

이상의 결과로부터 RF magnetron sputtering 법으로 광특성이 우수한 양질의 ZnO박막 성장이 가능하였다는 것을 알 수 있었으며 광소자로서의 가능성을 확인 할 수 있었다.