

ITO 전극에 성장된 ZnO 나노구조의 구조적 및 광학적 특성 연구

이희관, 김명섭, 유재수

경희대학교 전자전파공학과

ZnO는 3.37 eV의 넓은 에너지 밴드갭을 갖는 투명 전도성 반도체이며 우수한 전기적, 광학적 특성으로 인해 광원소자 개발을 위한 새로운 물질로 많은 주목을 받아왔다. 더욱이, ZnO는 쉽게 나노구조 형성이 가능하기 때문에 이를 응용한 가스센서, 염료감응태양전지, 광검출기 등의 소자 개발이 활발히 이루어지고 있다. 최근에는 GaN 기반 발광다이오드 (light emitting diode, LED)의 광추출 효율을 향상시키기 위한 ZnO 나노구조 응용에 관한 연구가 보고되고 있다. GaN 기반 LED의 경우 반도체 물질과 공기 사이의 높은 굴절률 차이로 인하여 낮은 광추출 효율을 나타낸다. 이를 해결하기 위한 방법으로 표면 roughening, texturing 등 에칭공정을 이용해 광추출 효율을 개선하려는 연구들이 보고되고 있으나, 복잡한 공정과정을 필요로 하고 에칭공정에 의한 소자 표면 손상으로 전기적 특성이 나빠질 수 있다. 반면 전기화학증착법으로 성장된 ZnO 나노구조를 이용할 때, 보다 간단한 방법으로 쉽고 빠르게 나노구조를 형성할 수 있고 낮은 공정온도를 가지기 때문에 소자의 전기적 특성에 큰 영향을 주지 않는다. 수직방향으로 잘 정렬된 ZnO 나노구조를 갖는 LED의 경우 내부 Fresnel 반사 손실을 효과적으로 줄여 발광 효율을 크게 향상시킬 수 있다. 따라서, ZnO 나노구조의 성장제어 및 성장특성을 분석하는 것은 매우 중요하다. 본 연구에서는 ITO glass 위에 ZnO 나노구조를 성장하고 그 특성을 분석하였다. ITO glass 기판 위에 RF magnetron 스퍼터를 사용하여 Al 도핑된 ZnO (AZO)를 얇게 증착한 후 전기화학증착법으로 ZnO 나노구조를 성장하였다. 농도, 인가전압, 공정시간 등 다양한 공정조건을 변화시키면서 성장 메커니즘을 분석하였고, scanning electron microscope (SEM) 및 X-ray diffraction (XRD)을 통하여 구조 및 결정성 등을 분석하였다. 또한, UV-Visible-NIR spectrophotometer를 사용하여 투과율을 실험적으로 측정하여 ZnO 나노구조의 광학적 특성을 분석하였고, rigorous coupled wave analysis (RCWA) 방법을 사용하여 계면에서 발생하는 내부 반사율을 계산함으로써 나노구조의 효과를 이론적으로 분석하였다.

Keywords: ZnO 나노구조, 전기화학증착법, RCWA