

반극성 {11-22, 1-101}과 극성 (0001) InGaN/GaN 다중양자우물구조의 광학적 특성 비교

조주영, 권민기, 박일규, 김자연, 박성주

광주과학기술원(GIST), 신소재공학과

일반적인 LED 소자의 활성층으로 사용되는 InGaN/GaN 다중양자우물층은 극성을 띠는 (0001) 방향으로 성장되고 있다. 그 결과 다중양자우물구조 내의 piezoelectric polarization과 spontaneous polarization에 의한 Quantum confined Stark effect (QCSE)로 인하여 소자의 효율이 감소하는 문제점이 제기 되었다. 이러한 효율 저하의 해결책으로 기존의 극성방향이 아닌 무극성, 반극성 방향으로의 박막 성장 방법이 제시되었고, 무극성, 반극성 방향과 일반적인 극성방향으로 성장시킨 다중양자우물 구조간의 특성을 비교하는 연구가 많이 소개되었으나, 대부분의 연구가 다른 성장 조건에서 비교되어 다른 성장방향간의 정확한 광학적 특성 비교가 이뤄지지 못하였다.

본 저자는 이번 연구를 통하여 같은 성장조건을 가지는 반극성 방향 {11-22}와 {1-101} InGaN/GaN 다중양자우물구조의 광학적 특성을 비교하였고, 이러한 특성을 기존의 극성 방향 (0001)으로 성장된 다중양자우물구조와 비교하였다. 본 실험에 사용된 반극성 InGaN/GaN 다중양자우물구조 시편들은 Facet controlled epitaxial lateral overgrowth (FACELO) 방법에 의해 제작되었다. FACELO 방법을 이용한 <1-100>과 <11-20> 방향으로의 패턴공정 및 박막성장을 통하여 각각의 반극성 성장면인 {11-22}와 {1-101}을 성장시켰고, 이렇게 얻어진 두 방향의 반극성 시편과 일반적인 극성 시편간의 Photoluminescence (PL) 분석을 통한 광학적 특성을 비교하였다. 그 결과 반극성 다중양자우물구조의 emission peak이 극성 시편의 peak보다 단파장, 높은 에너지 영역에서 나타나는 것을 확인하였고, 그 원인을 박막 성장 방향이 달라짐에 따른 다중양자우물구조 내의 piezoelectric polarization의 감소와 인듐 incorporation 정도 차이에서 찾을 수 있었다. 또한 10K에서 300K까지 온도를 변화시키며 측정된 PL 분석을 통하여, 일반적인 극성 성장방향 다중양자우물구조의 "S" 모양 emission peak 변화와는 달리, 온도가 증가함에 따라 장파장 영역으로 red-shift하는 반극성 다중양자우물구조의 emission peak 변화를 확인하였다. 이와 같은 결과들을 통하여 기존의 극성방향이 아닌 반극성 방향의 다중양자우물구조 성장을 이용한 piezoelectric polarization과 spontaneous polarization에 의한 QCSE 효과 감소를 통한 소자의 효율향상 가능성을 보여주었다.