

Free-standing GaN 기판을 이용한 GaN 동중에피성장 및 높은 인듐 조성의 InGaN/GaN 다층 양자우물구조의 성장

박성현¹, 이건훈¹, 김희진², 권순용³, 김남혁¹, 김민화¹, 윤의준¹

¹서울대학교 재료공학부, ²조지아공과대학 재료공학과, ³울산과학기술대학교 기계신소재공학부

이전 연구에서는 사파이어 기판 위에 이중에피성장 방법으로 성장한 높은 인듐 조성의 극박 InGaN/GaN 다층 양자우물 구조를 이용한 근 자외선 (near-UV) 영역의 광원에 대하여 보고하였다. 본 연구에서는 HVPE (Hydride Vapor Phase Epitaxy) 법을 이용하여 성장된 free-standing GaN 기판 위에 유기금속 화학증착법 (MOCVD) 을 이용하여 GaN 동중에피박막과 높은 인듐 조성의 InGaN/GaN 다층 양자우물을 성장하였고 그 특성을 분석하였다.

Free-standing GaN 기판은 표면 조도가 0.2 nm 인 평탄한 표면을 가지며 $10^7/\text{cm}^2$ 이하의 낮은 관통전위밀도를 가진다. Freestanding GaN 기판 위에 성장 온도와 V/III 비율을 조절하여 GaN 동중에피박막을 성장하였다. 또한 100 nm 두께의 동종 GaN 박막을 성장한 후에 활성층으로 이용될 높은 인듐 조성의 InGaN/GaN 다층 양자우물구조를 성장하였다.

Free-standing GaN 기판 위에 성장된 GaN 동중에피박막과 다층 양자우물구조의 표면 형상은 주사 탐침 현미경 (scanning probe microscopy, SPM) 을 이용하여 관찰하였고 photoluminescence (PL) 측정과 cathodoluminescence (CL) 측정을 통하여 광학적 특성을 확인하였다. 사파이어 기판 위에 성장된 2 μm 의 GaN을 이용하여 성장된 높은 인듐 조성의 InGaN/GaN 다층 양자우물의 결함밀도는 $2.5 \times 10^9/\text{cm}^2$ 이지만 동일한 다층 양자우물구조가 free-standing GaN 기판 위에 성장 되었을 경우 결함 밀도는 $2.5 \times 10^8/\text{cm}^2$ 로 감소하였다. Free-standing GaN 기판의 관통전위 밀도가 $10^7/\text{cm}^2$ 이하로 낮기 때문에 free-standing GaN 기판에 성장된 높은 인듐 조성의 다층 양자우물구조의 결함밀도가 GaN/sapphire 에 성장된 다층 양자우물의 결함밀도 보다 감소했음을 알 수 있다. Free-standing GaN 기판에 성장된 다층 양자 우물은 성장온도에 따라 380 nm 에서 420 nm 영역의 발광을 보이며 PL 강도도 GaN/sapphire 에 성장한 다층 양자우물의 PL 강도 보다 높은 것을 확인할 수 있다. 이것은 free-standing GaN 기판에 성장된 높은 인듐 조성의 InGaN/GaN 다층 양자우물구조의 낮은 결함밀도로 인하여 활성층의 발광 효율이 개선된 것임을 보여준다.