

고휘도 GaN-on-Si 발광다이오드 소자기술

백종협

LED 소자팀, 한국광기술원

실리콘 기판은 저가형, 대구경의 기판으로서 열전도성, 전기전도성, 공정의 용이성 등의 측면에서 질화물계 발광다이오드(LED)의 대표적인 기판인 사파이어에 비해 많은 장점을 갖는다. 그럼에도 불구하고 아직까지 상용화의 문턱을 넘기 힘든 이유는 실리콘과 GaN 재료간의 높은 열팽창 계수차에 의한 크랙 발생을 제어하기 힘들기 때문이며, 또한 Si 기판이 갖는 에너지대가 가시광에 불투명하기 때문에 광 손실이 크기 때문이다. 그러나 최근 에피 기술의 발전으로 열팽창계수차에 의한 크랙 발생은 대부분 제어되고 있으며 Si 기판 자체에 의한 광 손실도 제2의 기판을 이용한 웨이퍼 본딩 공정법으로 성능에 있어서 상당한 진보를 이루게 되었다. 본 논문에서는 2인치 Si(111) 기판을 이용한 460nm 대역의 GaN 기반 LED 에피성장 법을 소개하고 웨이퍼 본딩법을 이용한 칩 제조 결과를 발표한다. GaN/Si LED 활성층은 고온 AlN 버퍼층 위에 성장되었으며 AlGaIn 및 AlN 중간층을 이용하여 스트레스를 제어하였다. 웨이퍼 본딩법을 이용하여 제조된 GaN/Si LED 칩은 구동전류 20mA에서 9mW의 출력을 보여주었으며 3.2V 미만의 우수한 작동전압 특성을 나타내었다.

근접장 나노광학현미경을 이용한 InGaN/GaN 양자우물구조의 발광특성 분석

정문석

광주과학기술원 고등광기술연구소

나노구조체의 광특성을 분석할 경우, 일반적인 광학현미경으로는 회절한계(diffraction limit) 때문에 광원파장의 절반 이하의 크기를 가지는 구조의 분석은 불가능하다. 게다가 광학계의 수차를 고려하면 광원파장정도가 공간분해능의 한계가 된다. 그러나 근접장 나노광학현미경(Near-field scanning optical microscopy)은 시료에 탐침을 10 nm 까지 접근시켜 표면에만 존재하는 evanescent wave를 검출하므로 공간분해능을 회절한계 이하로 높일 수가 있다. 이 경우 공간분해능은 탐침의 구경(aperture)에 의해 결정된다. 또한 탐침이 느끼는 시료 표면의 shear force로 인해 표면형태(topography)를 광특성과 동시에 관찰할 수 있어서 국소적인 발광현상과 표면구조와의 관계를 연구할 수 있다. 반도체의 광특성 분석에 널리 쓰이는 주사형 전자현미경(scanning electron microscopy)과 음극선 발광(cathodeluminescence) 장비는 표면의 구조를 관찰하고 동시에 발광특성을 볼 수 있는 장점이 있으나 metal 증착과 같은 전처리 공정으로 인해 시료는 재생할 수 없는 상태가 된다. 그러나 근접장 나노광학 현미경은 이러한 전처리 공정이 없고 시료에 아무런 영향을 주지 않으므로 광특성 분석을 마친 후 동일 시료를 이용해 다른 실험을 하거나 소자제작단계로 진행할 수 있게 된다. 본 발표에서는 자외선 근접장나노광학현미경을 이용한 InGaN/GaN 양자우물구조의 공간분해 발광특성연구와 공초점 electroluminescence 현미경(confocal scanning electroluminescence microscopy)을 이용한 LED 구조의 발광특성에 대한 연구결과들을 토론할 예정이다.