

질화규소 삼입층을 이용한 a면 질화갈륨 박막의 깊은 준위 연구

송후영^{1,2}, 서주영¹, 이동호¹, 김은규¹, 백광현², 황성민²

¹한양대학교 물리학과 양자기능연구실, ²전자부품연구원 그린에너지연구센터

질화갈륨 기반의 III족-질화물 계열의 반도체 물질은 녹색-자외선 영역의 발광다이오드에 응용되어 왔으며 고효율, 고휘도 발광소자의 구현 및 성능 향상을 위해 많은 연구가 진행되었다. 일반적으로 널리 사용되어온 c축 방향으로 성장된 질화갈륨 기반 발광다이오드에서는 활성층의 에너지 밴드구조가 내부전기장에 의해 변형되어 전자와 정공의 재결합 확률이 저하된다. c축 방향으로 형성되는 내부전기장은 축방향으로의 자발적 분극화와 높은 압전 분극 현상에 기인한다. 이와 같은 분극 성장에서의 내부양자효율 저하 현상을 해결하기 위하여 내부 전기장이 존재하지 않는 a축과 m축과 같은 무분극 방향으로의 성장이 집중적으로 연구되고 있다. 현재 사파이어 기판위에서 무분극 성장된 박막은 높은 밀도의 결함이 발생하여 고품위의 발광다이오드 동작에 어려움을 겪고 있다. 최근 결함 밀도를 낮추고 높은 결정성을 갖는 무분극 질화갈륨 박막을 성장하기 위하여 2-단계 성장 방법, 나노구조층 삼입, 산화규소 마스크 패턴 등 다양한 성장 방법들이 연구되어 주목할 만한 연구 결과들이 보고되고 있다. 다양한 성장 방법들에 의해 성장된 박막들은 고유한 특성들을 보이는데, 특히 박막 성장방법에 따라 박막 내부에 형성되는 깊은 준위의 특성들은 발광다이오드의 소자 특성에도 큰 영향을 미치게 되므로 무분극 박막에서의 깊은 준위에 대한 연구가 필요하다.

본 연구에서는 금속-유기 화학기상증착 방법으로 r면의 사파이어기판 위에 a면의 질화갈륨을 성장시켰다. 고품질의 결정성을 구현하기 위해 저온 핵형성층, 3차원 성장층, 2차원 중간온도 성장층, 2차원 성장층의 4개 버퍼층을 사용하였으며, 질화규소 나노구조층을 삼입함으로써 고품위의 a면 질화갈륨 박막을 구현하였다. 성장된 a면 질화갈륨 박막에 형성된 깊은 준위들은 접합용량과도분광법을 이용하여 분석되었으며 질화규소 삼입층의 유무에 따른 깊은 준위의 특성 차이에 대한 연구를 수행하였다.