

HVPE법으로 성장된 GaN의 ELOG특성 (Characteristics of Epitaxial Laterally Over-grown GaN by HVPE)

이명희, 박기연, 조성룡, 김선태
(대전산업대학교 재료공학과)

III-V족 질화물 반도체를 이용한 청색 LED와 LD에 대한 오랜 연구의 결과로 고휘도 청색 LED의 상용화가 실현되었으며, InGaN를 활성층으로 사용한 청자색(410nm)의 LD가 실온에서 10,000시간 이상 연속발진에 성공하였다.

그러나 GaN 기판이 상용화되지 않은 관계로 주로 사파이어 기판위에 GaN을 성장시키고 있으며, 이렇게 성장된 GaN에는 많은 결정결함이 존재하고 있다. 이와 같은 결정결함은 발광소자의 발광효율은 물론 전자소자의 동작 특성 향상에 커다란 장애요인으로 작용한다. 특히 사파이어의 경우 절연체로서 소자의 뒷면 전극을 형성하는 것이 불가능하여 소자의 윗면에 두 개의 전극을 만들고 있다. 이런 문제점들을 해결하기 위해 본 연구에서는 비교적 성장률이 높은 hydride vapor-phase epitaxy (HVPE)법을 이용하여 사파이어 기판위에 SiO₂ mask을 만들고 그 위에 GaN를 수평 성장시켜 결정내부의 결함을 최소화시킴으로서 소자의 동작특성 개선 및 양면전극 형성을 위한 기판으로의 제작 가능성을 제고하고자 하였다.

본 연구에서 GaN의 성장을 위한 HVPE 장치는 반응관의 외경이 50mm의 석영관을 사용하였고, GaN의 성장을 위한 기판으로는 (0001)면의 사파이어 기판위에 SiO₂막을 형성하고 1:1의 비로 SiO₂막을 제거하여 mask를 만들었으며 이 기판을 10×10cm²로 절단한 후 초음파 세척하였다. 반응관 내에 금속 Ga과 기판을 위치시킨 후, 반응관 내부를 10⁻³Torr로 진공배기하고 N₂가스를 주입하면서 온도를 상승시켰다. 전기로의 온도가 성장 온도에 도달하면 HCl가스를 N₂가스와 함께 공급하고, 또 다른 도입관으로 NH₃가스를 공급하여 GaN를 성장하였다. 성장시간이 경과되면 HCl가스와 N₂가스를 차단한 후, 전기로의 온도가 600℃까지 냉각되는 동안 NH₃가스를 계속 공급하여 GaN가 분해되는 것을 방지하였다. 또한 GaN의 성장시 HCl유량과 성장시간을 변화시켜 수평성장을 위한 최적의 조건을 찾고자 하였다.

이렇게 성장된 GaN의 최적의 수평성장조건을 알아보기 위해 TEM을 사용하였고, 결정의 표면 상태를 관찰하기 위해 금속 현미경과 SEM을 이용하여 조사하였고, 광학적 특성을 평가하기 위해 광루미네선스(PL)를 측정하였다.