

AIN 완충층을 이용하여 Si 기판 위에 성장시킨 후막 GaN의 특성 (Properties of thick - film GaN on Si substrates using AlN buffer layer)

대전산업대학교 : 이영주, 김선태

GaN는 실온에서 3.4 eV의 직접 천이형 밴드갭을 가지고 있기 때문에 청색 및 자외영역에서 동작하는 발광 및 수광소자 등의 광전소자와 고온 동작 및 고출력 microwave소자 등의 핵심 재료로 많은 관심이 집중되고 있다. 그러나 GaN는 용점에서 질소의 해리압이 약 60,000 기압으로 매우 높기 때문에 통상적인 방법으로 벌크 형태의 단결정을 성장하기가 곤란하다. 현재 사용되는 사파이어 기판은 GaN와 커다란 격자부정합과 열팽창계수 때문에 성장된 GaN내에 많은 결함이 존재하여 전자소자의 동작특성에 나쁜 영향을 가져온다.

그러므로 이 연구에서는 고 품질, 저가, 대면적으로 제공되고 있는 Si 기판 위에 HVPE(hydride vapor phase epitaxy)법으로 후막 GaN를 성장한 후 Si 기판을 에칭시켜 제거하는 방법으로 GaN 기판을 제작하였다. Si와 GaN 사이의 물리적 성질 차이를 완충시키기 위하여 AlN를 500 Å ~ 2000 Å의 두께로 RF 스퍼터링시켜 완충층으로 사용하였다.

AlN가 스퍼터된 (001)Si 기판을 수평형 대기압 3단 전기로의 성장영역에 위치시키고 $\sim 10^3$ torr까지 진공 배기 한 후, 전기로의 온도를 상승시키는 동안 AlN가 재 분해되는 것을 방지하기 위해 600 °C부터 NH₃ 가스를 주입하였다. 또한, 850 °C에 위치한 금속 Ga위로 HCl 가스를 흘려 GaCl를 형성한 후 성장 영역으로 N₂ 가스와 함께 주입시켜 NH₃와 반응하여 GaN가 성장되도록 하였다. 그리고 성장이 끝난 후 냉각 과정동안 성장된 GaN가 재 분해되는 것을 방지하기 위하여 600 °C까지 NH₃ 가스를 흘려주었다. 성장 온도는 1030 °C로 고정시켰으며 성장시간, HCl, NH₃가스 유량과 기판위치를 변화시키면서 최적 성장조건을 설정하였다. 최적 성장조건에서 4시간동안 AlN/Si 기판 위에 350 μm두께의 GaN를 성장한 후, Si 기판을 HF + HNO₃ 용액으로 에칭시켜 제거함으로써 10×10 mm² 크기의 substrate-free GaN 기판을 제작하였다. 이와 같이 제작된 substrate-free GaN 기판의 결정 구조 및 격자상수는 X-선 회절을 이용하여 측정하였다. 또한 325 nm 파장의 He-Cd 레이저를 사용하여 실온과 저온에서 광 루미네스센스를 측정하여 광학적 성질을 평가하였으며, 홀 효과를 측정하여 전기적 성질을 평가하였다.