

HVPE법으로 AlN/Si 위에 성장한 GaN의 특성 (Growth and Properties of GaN on AlN/Si by HVPE Method)

이영주*, 강현기, 박성철, 정해연, 김선대
(대전산업대학교 재료공학과)

GaN는 실온에서 3.4 eV의 넓은 직접 천이형 밴드갭을 가지므로 청색과 자외파장 영역에서 동작하는 발광·수광소자의 제작과 고온 동작 및 고출력 microwave소자등의 핵심재료로 많은 관심이 집중되고 있다.¹⁾ 그러나, GaN는 융점이 2300 °C 이상이고 융점 부근에서 질소의 해리압이 60,000기압 정도로써 통상적인 방법으로는 대규모 GaN 단결정 성장이 힘들므로²⁾ 주로 사파이어 기판위에 GaN를 이종에피택시하여 소자를 제작하고 있다. 그러므로 GaN와 격자부정합이 적고, 열팽창계수차가 적으며 가공하기 용이한 기판을 선택하여 GaN를 성장해야만 한다. 현재 Si은 고품질이면서 대규모, 저가라는 장점을 가지고 있으나, Si과 GaN와의 큰 열팽창계수 차와 격자부정합 때문에 직접 Si 기판 위에 GaN를 성장하기가 곤란하다. 따라서 Si 기판 위에 AlN를 완충층으로 하여 GaN를 성장시키면 Si와 GaN와의 격자 부정합(17%)을 약 2.5%로 줄일 수 있으므로 양질의 GaN를 성장할 수 있다.³⁾

이 연구에서는 반응성 RF 스퍼터링법으로 AlN를 Si(111) 기판 위에 성장한 다음, HVPE (hydride vapor phase epitaxy) 법으로 GaN를 성장시켜 결정학적, 광학적 및 전기적 특성을 평가하였다.

수평형 3단 전기로의 반응관내를 진공배기시킨 후 온도상승시 AlN가 분해 되는 것을 방지하기 위하여 600 °C부터 N₂ 가스와 NH₃ 가스를 공급하였다. GaN 성장을 위하여 850 °C의 온도 영역에 놓인 금속 Ga에 HCl과 캐리어 가스인 N₂를 함께 주입시켜 GaCl를 형성하였다. 이와 같이 형성된 GaCl는 AlN/Si 기판이 위치한 고온영역에서 NH₃ 가스와 함께 반응하여 GaN가 성장된다. 또한 GaN의 성장 후 전기로의 온도가 냉각되는 동안 성장된 GaN가 분해 되는 것을 방지하기 위하여 NH₃ 가스를 600 °C까지 주입하였다. 이때 AlN/Si 기판이 놓이는 부분의 온도는 900 ~ 1100 °C 사이에서 변화시켰고, 성장시간 및 NH₃ 유량 등을 변화시켜 최적의 성장조건을 설정하였다. HCl과 NH₃의 유량비는 1:10으로 고정시켰다. 이렇게 성장된 GaN의 표면상태는 금속현미경과 SEM을 이용하여 조사하였으며, 결정구조 및 격자상수는 X-선 회절장치를 이용하였다. 광학적 특성은 325 nm 파장의 He-Cd레이저를 사용하여 실온과 저온에서 광루미네선스를 조사하여 평가하였으며, 전기적 특성을 평가하기 위하여 Hall 효과를 측정하였다.

1. Mohamndd, et al., 83, 1306 (1995).
2. T. Detchprohm, et al., Appl. Phys. Lett, 61, 2688 (1992).
3. A. Watanabe, et al., J. Crystal Growth, 128, 391 (1993).