

Growth of GaN on Sapphire and Amorphous Al₂O₃ on Si by Reactive Ion Molecular Beam.

김경현, 백민, 최규석, 류대열, 손기황, 박종봉*, 김도진
충남대학교 재료공학과 광전자 재료실, *KMAC(한국물성분석 전문회사)

GaN은 최근에 들어 청색 발광 소자의 재료로 주목을 받고 있는데, 지금까지 연구자들에 의한 많은 연구가 이루어지면서 나타난 문제점은 크게 1) GaN 성장층과 격자 정합된 기판 재료가 없다는 것과, 2) Acceptor level이 깊어서 P type 박막을 성장시키기가 어렵다는 것이다. 하지만 이러한 어려움에도 불구하고 다양한 방법 (MOCVD, CVD, MBE)과 다양한 기판 재료위에 (sapphire, GaAs, β -SiC, MgO 등) 성장시키고 있다.

본 실험에서의 Ga source로는 자체 설계 제작한 MBE용 Cell을 사용하였고, 도가니로는 고온에서 탈가스가 적은 PBN을 사용하였으며, Ga source는 순도 99.9999%의 재료를 사용하였다. Nitrogen source로는 순도 99.999%의 질소 가스를 Ion Gun(Commonwealth Science사의 3cm Ion Source와 ID 2500 Power Supply)에 의해서 discharge시키는 방법을 사용하였다. 그리고 기판의 온도 조절을 위해서 PBN graphite heater (일본 advance ceramic 사)를 사용하여 1000°C 이상의 온도까지 올릴 수 있도록 하였다. 또 성장되는 GaN를 monitor하기 위하여 in-situ analyzer인 RHEED를 사용하였다.

GaN 성장을 위한 조건으로 Ga Cell 온도는 1000°C - 1150°C 이고, 기판의 온도는 600°C - 700°C, Cell과 기판과의 거리는 약 25cm 정도이고, Chamber base pressure는 1.0×10^{-9} torr, N₂ flow는 2 - 16 sccm 정도를 변화시키며 이때 pressure는 2×10^{-4} - 1.0×10^{-5} torr 정도이고, N₂ gas의 이온화 정도는 Ion gun 조건이 Cathode Filament Current 6.0 - 7.5 A, discharge Voltage 75V, Beam Current 9.8 - 10.0 mA, Beam Voltage 78 V 일 때 기판에서 측정되는 이온 전류 밀도는 $3.5 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ - $5.3 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ 정도이다. 사용기판은 sapphire와 Si 기판위에 Amorphous Al₂O₃를 성장시킨 기판을 사용하였다. 성장된 GaN을 구조적, 전기적, 광학적 분석에 의해서 MOCVD 방법으로 성장시킨 GaN과 비교 분석함으로써 자체 제작한 Ga source를 검증하고자 하였고, 사용된 두 기판에 따른 특성을 비교하고자 하였다. 그리고, gas flow양과 이온화 정도에 따른 특성을 또한 파악하고자 하였다. 이러한 실험 방법에 의해서 성장된 GaN를 Thin Film XRD와 TEM에 의해서 결정성과 단결정여부를 확인하고, Hall, Resistivity를 통해서 전기적인 특성을 분석하고, PL peak를 상온과 저온에서 측정하여 edge peak와 Impurity peak를 관찰한다.

지금까지 성장된 결과를 보면 기판온도와 성장물과의 상관관계를 알 수 있었고, 이온화 전류 밀도와 성장물과의 상관관계를 또한 알 수 있었으며, gas flow와 기판온도에 따라 PL peak가 달라짐을 알 수 있었다. 그리고 기판에 따른 영향으로는 sapphire와 Si 기판위에 Amorphous Al₂O₃를 성장시킨 기판에서 성장한 GaN의 구조가 각각 다른 것으로 보이며, 계속적인 실험과 분석을 통해서 정확한 구조적 차이를 규명하고자 한다.