

InGaN/GaN Blue LED device 제조시 ALD (Atomic Layer Deposition) 방법으로 증착된 Al₂O₃ Film의 Passivation 효과

이성길¹, 방진배¹, 양충모², 김동석², 이정희²

¹경북대학교 센서&디스플레이공학과, ²경북대학교 IT대학 전자공학부

GaN 기반의 상부발광형 LED는 동작되는 동안 생기는 전기적 단락, 그리고 칩 위의 p-형 전극과 n-형 전극 사이에 생기는 누설전류 및 신뢰성 확보를 위하여 칩 표면에 passivation 층을 형성하게 된다. SiO₂, Si₃N₄와 같은 passivation layers는 일반적으로 PECVD (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition)공정을 이용한다, 하지만 이는 공정 특성상 plasma로 인한 damage가 유발되기 때문에 표면 누설 전류가 증가 한다. 이로 인해 forward voltage와 reverse leakage current의 특성이 저하된다. 본 실험에서는 원자층 단위의 박막 증착으로 인해 PECVD보다 단차 피복성이 매우 우수한 PEALD(Plasma Enhanced Atomic Layer Deposition)공정을 이용하여 Al₂O₃ passivation layer를 증착한 후, 표면 누설전류와 빛의 출력 특성에 대해서 조사해 보았다.

PSS (patterned sapphire substrate) 위에 성장된 LED 에피구조를 사용하였고, TCP(Transformer Copled Plasma)장비를 사용하여 에칭 공정을 진행하였다. 이때 투명전극을 증착하기 위해 e-beam evaporator를 사용하여 Ni/Au를 각각 50 Å씩 증착한 후 오믹 특성을 향상시키기 위하여 500°C에서 열처리를 해주었다. 그리고 Ti/Au(300/4000 Å) 메탈을 사용하여 p-전극과 n-전극을 형성하였다.

Passivation을 하지 않은 경우에는 reverse leakage current가 -5V 에서 -1.9×10^{-8} A 로 측정되었고, SiO₂와 Si₃N₄을 passivation으로 이용한 경우에는 각각 8.7×10^{-9} 과 -2.2×10^{-9} 로 측정되었다. Fig. 1 에서 보면 알 수 있듯이 5 nm의 Al₂O₃ film을 passivation layer로 이용할 경우 passivation을 하지 않은 경우를 제외한 다른 passivation 경우보다 reverse leakage current가 약 2 order (-3.46×10^{-11} A) 정도 낮게 측정되었다. 그 이유는 CVD 공정보다 짧은 ALD의 공정시간과 더 낮은 RF Power로 인해 plasma damage를 덜 입게 되어 나타난 것으로 생각된다. Fig. 2 에서는 Al₂O₃로 passivation을 한 소자의 forward voltage가 SiO₂와 Si₃N₄로 passivation을 한 소자보다 각각 0.07 V와 0.25 V씩 낮아지는 것을 확인할 수 있었다. 또한 Fig. 3 에서는 Al₂O₃로 passivation을 한 소자의 output power가 SiO₂와 Si₃N₄로 passivation을 한 소자보다 각각 2.7%와 24.6%씩 증가한 것을 볼 수 있다. Output power가 증가된 원인으로는 향상된 forward voltage 및 reverse에서의 leakage 특성과 공기보다 높은 Al₂O₃의 굴절률이 광출력 효율을 증가시켰기 때문인 것으로 판단된다.

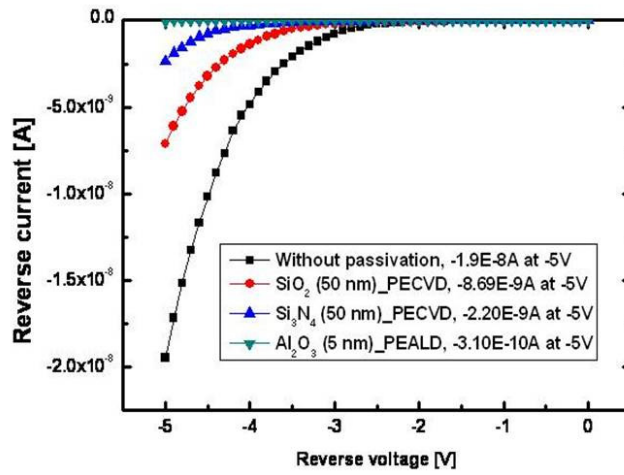


Fig 1.

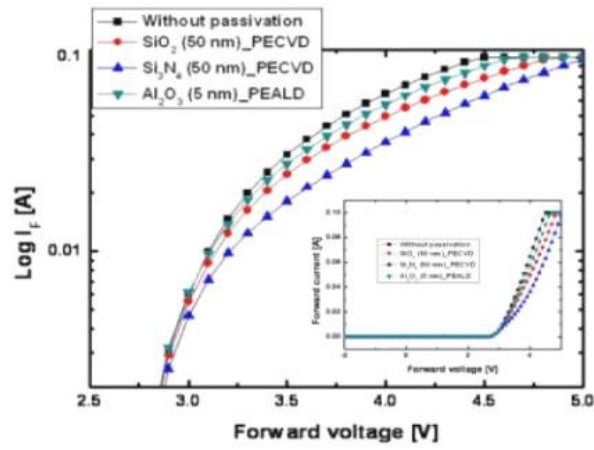


Fig 2.

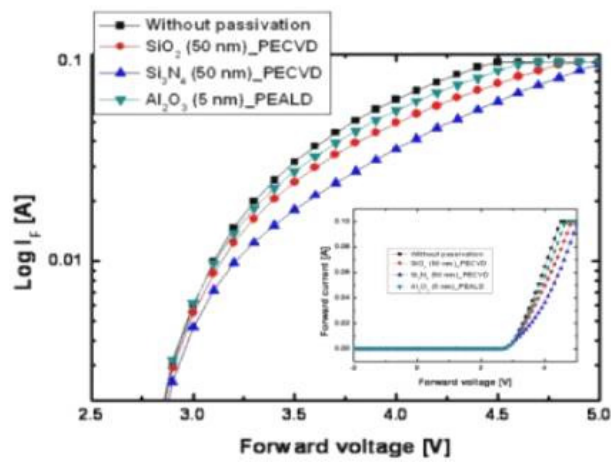


Fig 3.