

## GaN 청색 레이저 소자 제조를 위한 Cr/SiO<sub>2</sub> 식각 mask 제조 *Fabrications of Cr/SiO<sub>2</sub> etch mask for GaN-based Blue Laser Diodes*

김 현 수, 이 재 원\*, 유 명 철\*, 김 태 일\*, 염 근 영

성균관 대학교 재료공학과 반도체 공정 연구실, \*삼성종합기술원 광반도체 연구실

GaN의 식각에 관한 연구는 청색 발광 소자 (Light emitting diode :LED) 나 반도체 레이저 다이오드(semiconductor laser diode : LD) 소자 제조시 필수적인 공정으로 최근 들어 널리 연구가 되고 있는 상황이다. 국외의 일부 업체에 의해 양산화가 되고 있는 LED 소자에 비해 아직 초보단계인 LD 소자를 제조하는데 있어서 건식 식각 측면에서 vertical하고 smooth한 레이저 경면 (mirror facet)의 제작이 요구된다. 현재까지 보고되는 건식 식각용 식각 mask로는 photoresist (PR), 150 °C 이상의 고온에서 hardbake 된 PR 및 SiO<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, Ni, Cr 과 같은 hard mask 가 있으며 GaN 식각 공정의 경우 염소를 주 식각 가스로 사용하고 높은 이온 에너지와 기판 온도에서 공정을 수행하므로 낮은 식각 선택비와 mask 손상에 따른 식각 형상이 vertical 하지 못하는 단점을 지닌다. 또한 식각된 GaN의 측면 roughness가 식각 mask의 roughness를 따르게 되므로 측면이 smooth한 식각 mask의 형상은 레이저 경면 형성에서 더욱 중요한 요소이다.

PR로 pattern 된 SiO<sub>2</sub>층을 GaN의 식각 mask로 사용하기 위해 CHF<sub>3</sub>/CF<sub>4</sub>플라즈마를 이용하여 식각한 결과 polymer 형태의 잔류막이 GaN 표면에 잔류하고 vertical 하지 않은 식각 형상을 보였다. 또한 Cr, Ni 등의 금속만을 이용한 경우 lift-off 공정시 PR 잔류물과 측면 roughness가 smooth 하지 못하는 문제점을 보였다. 따라서 본 연구에서는 Cr/SiO<sub>2</sub> 이중층을 식각 mask로 이용하고자 MOCVD 법으로 성장된 GaN 박막위에 PECVD 법과 전자빔 증착법으로 SiO<sub>2</sub> 박막과 Cr을 각각 1 μm, 1000 Å 두께로 증착하였으며 PR로 patterning 하였다.

Cr 식각 방법으로는 wet etching, Ar 이온빔 식각, Cl<sub>2</sub> 가스를 이용한 반응성 이온빔 식각 등을 이용하였으며 SEM에 의해 형상을 관찰하여 이를 비교하였다. 결과적으로 wet etching 및 Ar-이온빔 식각의 경우 반응성 이온빔식각에 비해 하부층인 SiO<sub>2</sub>층과의 선택비는 높으나 mask의 sidewall이 smooth하지 못하고 따라서 산화막 식각후 측면의 roughness 정도가 크게 증가하였다. 반응성 이온빔으로 Cr을 식각한 시편에 대하여 잔류 PR 등을 제거한 후 Cr을 mask로 하여 산화막을 SF<sub>6</sub>가스, 100Watts의 Power, 10mTorr의 공정 압력에서 식각하였으며 이 결과 거의 무한대에 가까운 식각 선택비를 얻을 수 있었고 vertical한 Cr/SiO<sub>2</sub> 식각 형상을 얻을 수 있었다. 한편 Cr/SiO<sub>2</sub> mask 제조 후 노출되게 되는 GaN 표면 상태는 식각전 Cr 식각후 형성된 표면 잔류물의 제거 정도에 큰 영향을 받을 수 있었다.