

박영신, 양창수, 박정환, 이정주  
경상대학교 물리학과, 진주 660-701

최근에 III족 질화물과 ternary alloy 들의 성장, dry etching과 doping 등에서 급진적인 발전을 가져와 이들을 근간으로 한 청색 및 자외선 발광과 전자소자를 만들어 오고 있다. 이 소자들을 제작하는 많은 과정에서 고온 annealing은 주입된 이온들의 활성화와 고집적화된 영역의 극대화 또는 금속접촉의 단계가 필요하다. 그러나 이런 고온 annealing을 하는 동안 III족 질화물들의 표면은 퇴화되고 소자에는 유해한 것으로 알려져 있다. 덧붙여서 이 소자들은 고출력과 고온에서 작동할 것으로 기대된다. 또한 열분해 mechanism은 아직 그럴듯한 설명이 없다. 따라서, 본 실험에서는 furnace annealing 동안 GaN과 InGaN의 열적 안정성을 조사, 보고한다. 또 전기전도도, 표면 morphology 및 표면 stoichiometry가 annealing 온도의 함수로 측정되었다.

본 연구에서는, GaN, InGaN를 RF-MBE를 사용하여 (0001)Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 기판 위에 성장 시켰다. In, Ga source 로는 effusion cell을 사용하였고, nitrogen source로는 RF plasma radical source를 제작하여 사용하였다. GaN는 성장시 저항체 이었고, InGaN는 native defect 들에 의해서 전도성 n형 이었다, 시료들은 진공 furnace에서 500~1100℃로 20분 동안 annealing을 행한후, 그 결정성을 XRD를 이용하여 평가 하였다. Hall 효과 실험은 corner 에 In contact한 후 실온에서 측정되었다. Atomic force microscope(AFM)은 시료들의 root mean square(rms) roughness를 측정하는데 사용되었다. 표면 morphology는 scanning electron microscope(SEM)으로, 표면 성분을 분석하는데는 energy dispersive X-ray spectrometry(EDX)를 사용하였다. 또한 Auger electron spectroscopy(AES)는 annealing 전, 후에 표면 근처 stoichiometry를 조사하는데 사용되었다.

저항값을 annealing 온도의 함수로 조사한 결과 annealing에 따라 GaN는 3차수 정도 저항값이 떨어진 반면, InGaN는 증가함을 보였다. AES는 annealed GaN 시료로부터 N을 잃는다는 것을 확인할 수 있었으며, 이는 N vacancy 들이 전기전도에 기여하는 것으로 생각된다. Furnace annealing 온도의 함수로서 rms roughness를 나타내면 GaN는 annealing에 따라 defect가 감소하고 surface reconstruction이 일어나 더 smooth해진 반면, InGaN는 roughness가 증가하고 큰 droplet들을 형성한 것을 볼수 있다. SEM 사진들 또한 같은 형상을 나타내었다. EDX와 AES depth profile에 의하면 annealing 온도에 따라서 GaN의 경우 N이 표면으로부터 떨어져 나가는 것을 알 수 있고, InGaN의 경우는 In의 감소가 있어, 그것이 전기적 특성의 변화에 관련될 수 있을 것으로 생각된다.

GaN, InGaN는 비교적 고온에서 열적으로 안정하다. GaN는 1000℃에서 smooth하고 stoichiometric을 유지한 반면, InGaN는 800℃까지 smooth하고 stoichiometric을 유지한다. 또한, annealing 온도에 따라서 GaN의 경우 N이 표면으로부터 desorption 되며, InGaN의

경우, In이 감소됨을 알 수 있다.

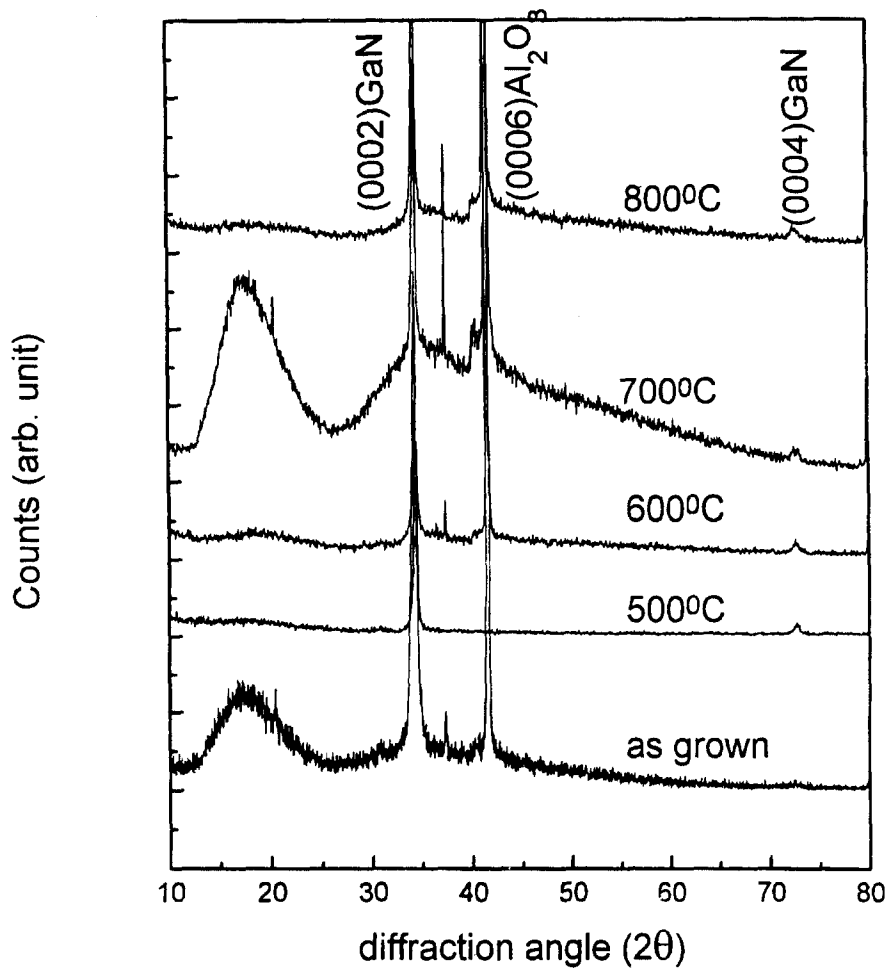


Fig. 1 X-ray diffraction pattern of various annealing temperature