

Mg이 도핑된 *p*-type non-polar GaN 특성

손지수^{1,2}, 서용곤¹, 백광현¹, 김태근², 황성민¹

¹전자부품연구원 그린에너지연구센터, ²고려대학교 전기전자전파공학과

3족 질화물 반도체는 넓은 밴드 갭 특성으로 인하여 가시광선부터 자외선대역까지의 LED나 LD등 광전소자 분야에서 매우 각광받고 있다. GaN기반 반도체에서 *p*-type 도핑물질로 Mg이 사용되는데 GaN epilayer에서 Mg의 활성화 에너지가 매우 커서 도핑한 억셉터의 대부분이 이온화되지 않는다. 성장 과정에서 발생하는 hydrogen passivation으로 인해 수소가 Mg과 결합한 Mg-H complexes로 인해 *p*-type GaN의 저항이 높아진다. 이러한 원인을 해결하기 위하여 성장 후 열처리 과정을 통해 Mg-H complexes를 제거하여 hole 농도가 높은 *p*-type GaN을 얻는다. 본 논문에서는 metalorganic chemical-vapor deposition (MOCVD)를 장비로 사용하여 *c*축 방향으로 +0.2° off된 *r*-plane(1-102) 사파이어 기판위에 *p*-type *a*-plane(11-20) GaN을 성장하였다. activation은 400°C와 950°C사이의 다양한 온도와 Air, N₂, O₂ 분위기에서 수행하였고 사용한 장비는 conventional furnace annealing (CFA)와 rapid thermal annealing (RTA)를 이용하였다. 도핑된 Mg양을 알아보기 위해서 secondary ion mass spectrometry (SIMS)로 측정을 하였고 측정된 Mg doping concentration은 $6.58 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 이었다. 그동안 연구 되어왔던 일반적인 activation과는 달리 본 연구에서는 reactivation의 특성을 알아보기 위해 이미 한 번의 열처리 과정을 통해 activation되었던 다양한 hole concentration ($1.8 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$ ~ $1.8 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$) 샘플들을 가지고 Reactivation을 수행하였다. Reactivation 과정은 CFA와 RTA로 몇 차례 실험하였고 실험과정이 반복될수록 hole concentration ($2.8 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ ~ $6 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$)이 각각의 샘플들에서 높아짐을 확인 할 수 있었다. Photoluminescence (PL)을 측정한 결과 Hall measurements로 측정된 전기적특성과 같이 hole 농도가 높은지는 것을 확인 할 수 있었고 reactivation 과정을 통해 Mg 도핑된 non-polar GaN의 전기적, 광학적 특성이 향상됨을 확인 할 수 있었다.