

## 1 MeV 및 2 MeV 전자빔 조사된 GaN 에피층의 결함

하임경<sup>1</sup>, 이동욱<sup>1</sup>, 김진석<sup>1</sup>, 김은규<sup>1</sup>, 배성범<sup>2</sup>, 이규석<sup>2</sup>, 오대곤<sup>2</sup>, 한영환<sup>3</sup>, 이병철<sup>3</sup>

<sup>1</sup>한양 대학교 물리학과, <sup>2</sup>한국전자통신연구원, <sup>3</sup>원자력 연구소 양자광학 실험실

GaN를 중심으로 한 질화물계 반도체는 고밀도 광기억장치, 대형컬러전광판(full color display), 자외선 검출기 등의 많은 응용을 갖고 있는 소재이다. GaN는 1990년대 이미 소자 응용이 처음으로 실현된 이래로 GaN를 기반으로 한 광소자들이 성공적으로 개발되어 사용되어 왔고, 지금도 여러 전자 소자 응용의 가능성이 있어 계속적으로 연구가 진행되고 있다. 그러나 이 물질은 성장시키는 과정에서 여러 결함들이 생성되는데, 결함은 자유운반자들을 포획하기 때문에 고효율 소자들을 만드는데 있어서 아직 한계가 있다. 그러나 결함이 항상 소자에 나쁜 것만은 아닌데, 대표적으로 전력소자에서 소수운반자를 포획하는 결함은 소자 효율을 높여주고, 또 광소자에서 발광중심(radiative center)인 결함은 광소자 효율을 높여준다. 반도체 결정에서의 결함은 성장 과정에서도 발생할 수 있지만, 전자선이나 양성자 선과 같은 고에너지로 가속된 자의 인위적인 조사(irradiation)에 의해서도 생성이 가능하다. 따라서, 본 연구에서는 GaN 에피층(epi-layer)에 전자선을 조사하여 조사 전 후의 결함 상태 및 그 분포에 대해 연구하였다. 결함에 대한 분석에는 전기용량(C-V) 및 깊은준위 접합과도용량분광법(Deep Level Transient Spectroscopy -DLTS) 방법이 사용되었다. 연구에 사용된 GaN 에피층은 유기금속화학기상증착법(metal organic chemical vapor deposition- MOCVD) 기법으로 성장되었고 에피층의 두께는 2  $\mu\text{m}$ , 운반자 농도가  $5 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  정도범위가 되도록 도핑(doping)되었다. 그 이후 각각 1 MeV와 2 MeV로 가속된 전자빔을  $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$ 의 동일한 농도로 조사하여 결함을 생성하였다. GaN의 깊은 준위들을 광범위하게 측정하기 위하여 DLTS의 온도 대를 30 K 부터 450 K이상의 고온 대 까지 측정하였다. 또한 DLTS 측정 시 측정 전압에 변화를 주어 결함의 공간적인 분포 역시 조사하였다.