

광전화학 에칭법을 사용하여 제작된 GaN MESFET 의 소자작동 특성

High Temperature Operation of GaN MESFET Fabricated by Photoelectrochemical Etching

이 호 철, 신 무 환, 이 원 상*

명지대학교 무기재료공학과, *LG기술원 소재재료연구실

NGa를 이용한 청색 LED(Light Emitting Diode) 및 LD(Laser Diode)의 개발이 최근에 구현되면서 이 재료에 대한 활발한 연구가 계속 진행되고 있다. SiC에 비하여 직접전이형인 GaN은 상기의 광전소자뿐만아니라, 고출력 및 고주파용 전력소자의 응용으로도 개발 및 상용화의 가능성이 높은 재료인데 이는 GaN의 높은 포화 및 최대전자속도와 우수한 항복전압에 기인한다. 하지만 이러한 우수한 GaN의 전자물성에도 불구하고, 이의 전자소자개발에 필수적인 효율적 공정개발에 관한 보고는 광전소자에 비하여 미비한 실정이다. 특별히, 이 재료의 etching 공정은 지금까지 주로 RIE(Reactive Ion Etching)에 의존하였으나, 이 방법의 최대 약점은 소자표면에 이온에 의한 damage를 야기하여 궁극적으로 소자의 최적동작을 저해하는 것이다. 따라서, 본 연구에서는 건식 etching이 아닌 새로운 습식etching 방법인 광전화학 etching 방법을 개발하고 이를 이용하여 고주파소자인 MESFET(METal-Semiconductor Field-Effect-Transistor)을 제작하였으며, 본 논문에서는 소자제작공정 및 제작된 소자의 DC 및 RF 특성에 관하여 보고한다. GaN MESFET소자의 제작에 사용된 epi층은 MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition)으로 성장되었으며, 제작된 소자의 구조는 다음과 같다; 1 μm 두께의 고저항(M Ω range) p-GaN buffer 층, 2000 Å 두께와 도핑농도 약 $1 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ 의 active layer, 1000 Å 두께와 도핑농도(n) 약 $2 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ 의 cap layer. GaN의 mesa는 KOH를 베이스로하는 광전화학 etching 방법으로 제작되었고, KOH 5 mol 및 10 mol %를 베이스로하는 etchant의 식각 속도는 각각, 460 Å /min. 및 1640 Å /min. 이었다. 한 편 MESFET의 Ohmic 접합은 Ti/Al의 bilayer로써, thermally 증착하였고, 이때의 contact resistivity는 약 $3 \times 10^{-6} \Omega\text{cm}^2$ 이다. 제작된 소자의 I-V 특성 및 RF 특성은 HP 4620으로 조사하였다. 제작된 GaN MESFET은 gate의 길이가 약 0.7 μm , gate와 source, gate와 drain간의 간격은 5 μm 이며, gate의 너비는 100 μm 로써, 단일 finger구조로 이루어져 있다. 제작된 소자의 상온에서의 드레인 전류는 gate bias 1 V에서 약 25 mA/mm이며, 소자의 항복전압(breakdown voltage)은 약 100 V 정도이다. 소자의 작동온도가 100, 200, 300 $^{\circ}\text{C}$ 일 때도, saturation과 pinch-off voltage를 갖는 뚜렷한 I-V 특성을 나타내었으나, 약간의 전류감소를 보여 주었는데, 이는 GaN전자속도와, 이동도의 감소에 기인한다. Wet etching의 하나인 광전화학적 etching 방법을 사용하여 성공적으로 GaN MESFET을 제작하였으며, 그 특성을 분석하였다. 이 방법을 이용하여 제작된 MESFET의 항복전압은 100 V이상이며, 최대전류 밀도는 gate bias 1 V에서 약 25 mA/mm이다.