

Recessed 게이트 구조 GaN MESFET의 DC 및 고주파 특성 DC and RF Characteristics of Recessed Gate GaN MESFET

LG 종합기술원 소자재료연구소 RF device 그룹 이원상
광운대학교 전자재료공학과 문동찬
명지대학교 세라믹화학공학과 반도체재료/소자연구실 신무환

1. 서 론

GaN는 MESFET구조의 고출력 및 고주파대역 차세대 전력소자용 반도체재료인데 이는 GaN의 높은 포화 및 최대전자속도와 우수한 항복전압에 기인한다. 그러나 화학적으로 안정한 GaN의 물성은 recessed gate MESFET과 같이 소자설계 측면에서 항복전압을 높이는 소자구조의 구현을 위하여 새로운 습식 식각방식을 요구하고 있다. 이에 따라 본 연구에서는 습식 광전화학 etching 을 건식식각의 결과와 비교보고하고 이를 이용하여 제작된 고출력 고주파용 Recessed Gate MESFET (MEtal-Semiconductor Field-Effect-Transistor)의 DC 특성 및 RF 특성에 관하여 보고한다. 제작된 소자의 f_T 는 약 6.25 GHz, f_{max} 는 약 10 GHz였다.

2. 실험방법

GaN MESFET소자의 제작에 사용된 epi층은 sapphire기판위에 undoped buffer층을 1.3 μm 두께로 성장시킨 후, 500 Å 두께와 도핑농도 약 $2 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ 의 active layer, 300 Å 두께와 도핑농도(n) 약 $2 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ 의 cap layer를 MOCVD (Metal Organic Chemical Vapor Deposition) 방법으로 성장시킨 후 gate recess는 KOH를 베이스로하는 광전화학 etching 방법으로 제작하였다. 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 특성은 HP 4620으로 조사하였고, RF 특성분석을 위하여 HP 8510C를 이용하여 S-parameter, f_T 및 f_{max} 등을 구하였다.

3. 실험결과 및 고찰

제작된 소자의 상온에서의 드레인 전류는 0 gate bias에서 약 220-240 mA/mm이며, 소자작동온도 범위인 300 K에서 473 K 범위에서 거의 일정하거나 아주 미세한 감소를 나타내었다. 소자의 항복전압(breakdown voltage)은 약 100 V 이상이었다. 온도에 따르는 transconductance의 변화 역시 온도에 거의 무관하였으며 그 값은 33 - 42mS/mm이다. $V_{ds} = 8 \text{ V}$, $V_{gs} = 0 \text{ V}$ 에서의 f_T 는 약 6.25 GHz, f_{max} 는 약 10 GHz였으며, V_{gs} 와 V_{ds} 의 bias를 변화시킴으로 소자의 frequency performance가 향상될 것으로 예측된다. 한 편, 온도에 대한 DC특성의 둔감성은 carrier의 높은 활성화에너지 및 grain boundary에 의한 carrier의 trap효과때문으로 사료된다.

4. 결 론

습식식각을 이용하여 Recessed Gate GaN MESFET을 제작하고 소자의 DC 및 RF 특성을 조사하였다. 소자의 항복전압은 100 V 이상이며, f_T 는 약 6.25 GHz, f_{max} 는 약 10 GHz로 조사되었다.