

이상적 GaN Schottky 다이오드의 순방향 I-V 특성연구 Forward I-V Characteristics Study in ideal GaN Schottky Diode

명지대학교 세라믹공학과 정삼원, 신무환

1. 서론

GaN는 큰 band gap과 뛰어난 전기적 특성으로 고온 고출력용 전자소자로서 관심을 모으고 있는 물질이다. 현재까지 GaN의 이론적 우수성은 전기적 특성에 집중되어 왔으며 실제 소자에서의 contact 저항, 전류 집중 현상, 비균일 전기장효과 또는 소자성능에 미치는 열적 영향 등에 관해서는 아직 연구 단계이다. 본 연구에서는 computer 모사를 통해 GaN schottky diode의 열적/전기적 특성을 조사하였다.

2. 실험방법

열적효과를 감안한 물리적모델과 doping된 불순물의 온도에 따른 이온화 농도의 영향이 GaN Schottky diode의 순방향 전류에 미치는 영향을 Silvaco 사의 ATLAS 프로그램을 이용하여 조사하였다. 모사에 사용된 GaN Schottky diode의 구조는 planar cylindrical 구조로, GaN는 n-type로 도핑되었으며, $1 \times 10^{15}/\text{cm}^3 \sim 5 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ 의 농도 범위에서 3차원의 computer simulation이 수행되었다. 열적효과 (thermal effect) 및 doping된 불순물의 온도에 따른 이온화 농도의 영향을 알아보기 위하여, diode의 온도가 일정한 경우 및 doping 농도가 이온화농도와 같은 (complete ionization) 경우와 비교하여 각각의 순방향 전류값을 비교, 분석하였다.

3. 실험결과

전류값의 크기를 결정하는 가장 큰 요인은 GaN의 도핑농도였다. 순방향 전압이 30 V에서 diode의 전류 및 온도는, 불순물의 농도가 $1 \times 10^{15}/\text{cm}^3$ 일 때 80 mA, 300. K 그리고 불순물의 농도가 $5 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ 일 때 700 mA, 390. K였다. 저농도에서는 전류에 의한 열발생이 적어서, 불순물의 이온화 정도가 전류의 값을 결정하는 요소로 작용하였다. 즉 내부의 온도를 일정하다고 가정한 경우와 전류에 의한 열발생을 고려한 경우의 전류 크기의 차이가 적었으나, 전류는 완전이온화 (complete ionization)을 가정한 경우와 큰 차이를 보였다. 고농도에서는 저농도에 비해 상대적으로 열의 발생이 더 많았으며, 내부 열을 고려하지 않고 complete ionization을 가정한 전류 - 전압 특성이 내부열 및 ionization model을 고려한 전류 - 전압 특성에 더욱 접근함을 알 수 있었다.

본 실험의 결과 내부열의 영향이 불순물의 ionization에 영향을 주는 것으로 나타났으며, 농도의 증가에 따라 온도의 상승과 전류의 포화현상을 확인하였다.