18p-A22-8

AlGaN/GaN HEMT 破壊電圧の温度依存性に関する考察

Study on temperature dependence of breakdown voltage in AlGaN/GaN HEMTs

福井大　○児玉 和樹，徳田 博邦，葛原 正明

Univ. of Fukui, Kazuki Kodama, Hirokuni Tokuda, and Masaaki Kuzuhara

E-mail: k.kodama59@gmail.com

1. はじめに

AlGaN/GaNHEMT は、高耐圧デバイスとして期待されている。本報告では、AlGaN/GaNHEMT の 2 端子耐圧をデバイスが完全に破壊したときの電圧として定義し、破壊耐圧の温度依存性を測定し、破壊耐圧の最頻値および標準偏差の温度依存性を評価した。以上の結果から、破壊耐圧がトラップ準位に捕獲された電子に関連した衝突イオン化によって決定される可能性があることが分かったので報告する。

2. デバイス構造・測定方法

AlGaN/GaN ヘテロ接合は MOCVD によって成長し、障壁層には Al 組成 0.23, 厚さ 25 nm の AlGaN を用いた。オーミック電極とショットキー電極には、それぞれ Ti/Al/Mo/Au と Ni/Au を用いた。また、スパッタ SiN 保護膜を堆積した。ソースーゲート間距離(3 μm)の破壊耐圧をカーブトレーサによって測定した。室温および 50−200 °C (25 °C 間隔)の温度条件下で、それぞれ 100 個のサンプルについて破壊耐圧を評価した。

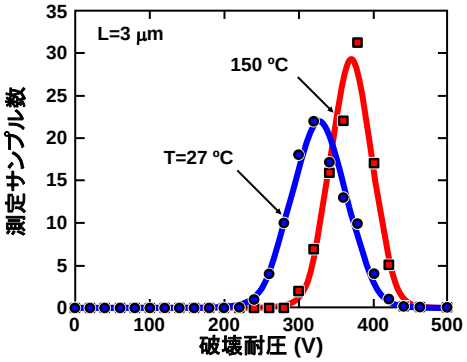

図 1 室温および(b) 150 °C での破壊耐圧の度数分布図

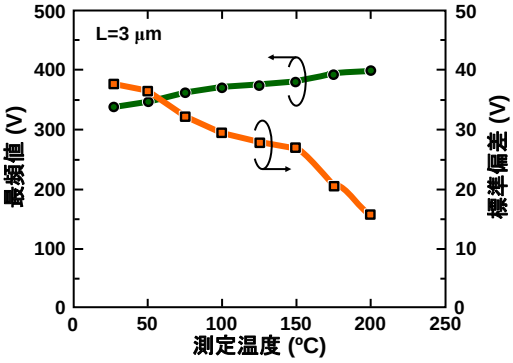

図 2 破壊耐圧の最頻値および標準偏差の温度依存性特性

3. 結果

図 1 に室温および 150 °C での破壊耐圧の度数分布図を示す。また、実線は正規分布に従うとしてフィッティングした結果である。室温では、耐圧の最頻値および標準偏差が、それぞれ 338 および 37.2 V であり、一方、150 °C では 396 および 27.3 V であった。これらの値を基に χ^2 分布を計算した結果、有意水準 5 %において、室温および 150 °C の両温度での破壊耐圧の分布が正規分布とみせることが分かった。図 2 に最頻値および標準偏差の温度依存性を示す。最頻値(破壊耐圧)は、温度の上昇に伴って増加した。一方、標準偏差は、温度の増加に反して減少した。測定温度を 200 °C まで増加することで、標準偏差が、室温に比べて、半分以下の 15.3 V まで改善された。また、最頻値は約 60 V の増加を示した。

4. 考察

耐圧の最頻値は温度の上昇とともに増加した(図 2)。この結果は、耐圧が衝突イオン化によって決定されることを示唆する。しかし、実効破壊電界は約 1 MV/cm であり、広く知られる絶縁破壊電界(~3 MV/cm)に比べて著しく低い。両者が大きく異なる要因として、衝突イオン化が伝導帯と価電子帯中の電子間遷移だけではなく[1]、伝導帯電子とトラップ準位に捕獲された電子の間で起こった可能性が考えられる。つまり、Poole−Frenkel 電流[2]に関連するトラップ準位に比べてより深い準位に捕獲された電子がバンド−準位間の衝突イオン化を生じることにより、瞬時の破壊に至ったと考えられる。

5. 参考文献

[1] K. Kodama et al., J. Appl. Phys., 114, 044509 (2013).
[2] J. Frenkel, Phys. Rev., 54, 647 (1938).

© 2014 年　応用物理学会