

三端子構造を用いた GaN ショットキーバリアダイオードの寄生抵抗解析

Analysis of parasitic resistance of GaN Schottky Barrier Diodes using three-terminal structure

佐賀大学¹, 三菱電機株式会社²

○山口修造¹, 山口裕太郎², 山中宏治², 大石敏之¹

Saga University¹, Mitsubishi Electric Corporation²,

°S. Yamaguchi¹, Y. Yamaguchi², K. Yamanaka², T. Oishi¹

Email: 11236087@edu.cc.saga-u.ac.jp

1.はじめに

GaNは室温で3.4 eVと大きいバンドギャップを持ち、SiやGaAsと比較したとき、高い絶縁破壊電界や同等の飽和電子速度を示す。そのため、GaNデバイスは高周波デバイスやパワーデバイスへの応用が期待されている。

パワーデバイスのうち、ショットキーバリアダイオード(SBD)では、効率が重要な指標となる。効率に影響を与える要因は、寄生抵抗、立上電圧、リーク電流などがある[1]。入力電力が大きくなると順方向電圧が高くなり、寄生抵抗の影響が増加すると考えられる。そこで、今回、順方向における高電圧領域での寄生抵抗について、内部電圧を測定できる計測用端子を追加したSBDを用いて解析したので報告する。

2.実験方法

実験に用いた試料の断面構造及び等価回路をFig.1に示す。今回、内部電圧を測定し、寄生抵抗の影響を分離するため、計測用端子Mを設けた。計測用端子の電流を0 Aに設定、電圧を測定することで、図1のXで示す点の電位を測定した(計測用端子から点Xまでの抵抗成分による電圧降下は電流が0 Aであるので、無視できる)。点Xの電位がわかれば、SBDをアノード電極から点Xまでの領域Aと点Xからカソード電極までの領域Bに分離して電気的特性を測定できる。具体的にはカソード電極を接地し、アノード電極に0~10 V(SBDの順方向電圧)を印加し、電流と計測用端子の電圧を測定した。また、内部物理現象の解析にはデバイスシミュレーションを用いた[2]。

3.実験結果と考察

Fig.2に各領域の微分抵抗のアノード電圧依存性を示す。SBD全体の微分抵抗はSBDの立上電圧1.9 V付近までは急激に減少するが、3 V付近を境に増加する傾向を示した。すなわち、順方向電圧を高くすると寄生抵抗が増加することがわかった。この原因を解析するため、Fig.1に領域Aと領域Bの微分抵抗も示す。領域Aの微分抵抗は、SBDの立上電圧以上で減少、一定となり、全体の微分抵抗に占める割合が減少する。一方、領域Bの微分抵抗は電圧ともに徐々に増加し、3 V以上では全体の微分抵抗とほぼ同じとなる。このため、領域BがSBDの寄生抵抗の要因となっていることがわかった。

Fig.3はアノード電圧10 Vでの電子速度の断面分布である。アノード電極とカソード電極の間のAlGaIn/GaN界面付近の電子速度が非常に高くなっていることがわかる。順方向でもアノード電極端に電界が集中し、電子速度が速くなっている。このため、電流が電子速度に律速され、微分抵抗が増加したと考えられる。

4.まとめ

SBDに計測用端子を追加した三端子構造にて、内部電位を測定し、順方向特性の寄生抵抗について解析した。その結果、AlGaIn/GaN界面での電子速度が寄生抵抗を律速していると考えられた。

参考文献

- [1] 伊藤 秀起, 修士論文 (2007).
- [2] Atlas user manual, Ver. 5.19.20.R. Silvaco, 2014.

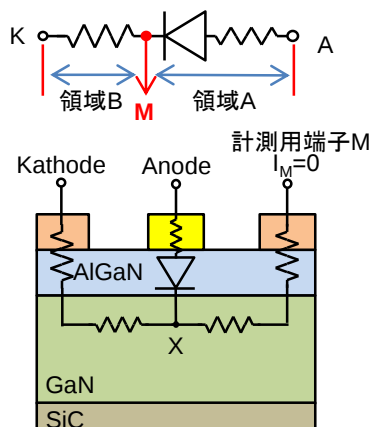


Fig.1 Cross-sectional structure and equivalent circuit.

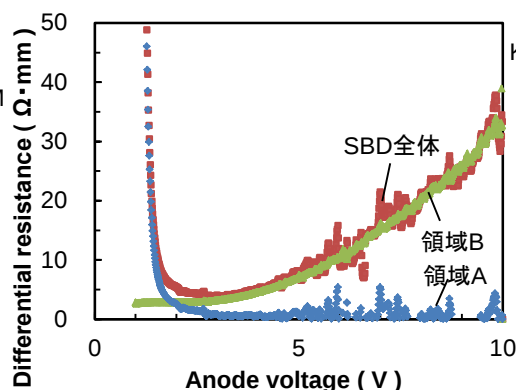


Fig.2 Differential resistance and Anode voltage characteristics.

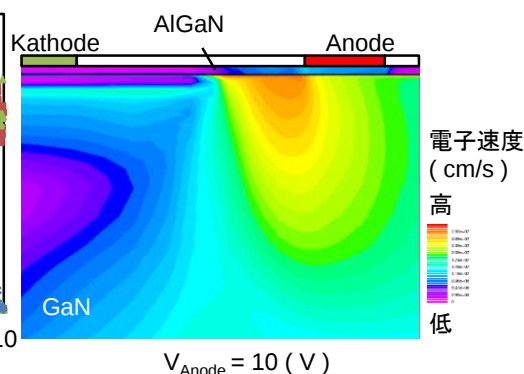


Fig.3 Distribution of electron velocity.