

# 小信号特性の周波数依存性を利用した GaN ショットキーバリアダイオードのパラメータ抽出

吉川 大地\*, 網代 康佑\*, 山口 裕太郎\*\*, 山中 宏治\*\*, 大石 敏之\*

\*佐賀大学大学院工学系研究科電気電子工学専攻

\*\*三菱電機株式会社

## 1 はじめに

近年,無線通信システムの高速化及び多様化が進んでいる.それと並行して電源供給や充電のため,電力のワイヤレス化が期待されている.マイクロ波を用いた無線電力伝送の高周波化・高効率化には,受電部(レクテナ)回路のダイオードの性能が大きく影響する[1][2].しかし,高周波でのダイオードの特性評価は非常に複雑である.実際にレクテナ回路を作成する際には,正確なダイオードの特性を把握し,適切な等価回路を作成する必要がある.そこで,本研究では S パラメータの周波数依存性を用いてダイオード部分の抵抗,容量と寄生抵抗を抽出する方法を検討した.さらに,この抽出方法を用いて電極間距離の異なるショットキーバリアダイオード(SBD)の解析を行ったので報告する.

## 2 測定方法および抽出方法

### 2.1 測定方法

測定はネットワークアナライザ,バイアス用電源,バイアスティ,GSG プローバを用いて行った.バイアス電圧は-10~+3 V,周波数範囲は 400 M~26.5 GHz である.図 1 に測定試料(GaN SBD)の構造を示す.円形電極を持つ SBD を用いた.アノード電極の直径は 100  $\mu\text{m}$ ,電極間距離は 2,4,7,10  $\mu\text{m}$  である.

### 2.2 抽出方法

図 1(b)に示すように抽出に用いた GaN SBD の等価回路は真性領域の抵抗  $R_j$  と容量  $C_j$  を並列につなぎ,かつその並列回路に直列に寄生抵抗  $R_s$  をつないだものである. $R_s$  はアノード側の接触抵抗  $R_{s1}$  と横方向のアクセス抵抗  $R_{s2}$  とカソード側の接触抵抗  $R_{s3}$  の合計と考えた.

抽出は  $R_s, R_j, C_j$  の順で行う. S パラメータを Z パラメータに変換し,十分高い周波数における Z パラメータの実部  $Z_{re}$  の値を  $R_s$  とする. $R_j$  は DC 測定から算出した全体の微分抵抗値から  $R_s$  を引くことで抽出する. $C_j$  は Z パラメータの実部の式に実測値, $R_s, R_j$  を代入して抽出する.抽出に用いた式を以下に示す.

$$C_j = \sqrt{\frac{R_s + R_j - Z_{re}}{\omega^2 R_j^2 (Z_{re} - R_s)}} \quad (1)$$

## 3 測定結果・抽出結果

図 2 に抽出したパラメータの電極間距離依存性を示す. $R_s$  は電極間距離が広がるにつれ,値が増加する.一方, $R_j, C_j$  は電極間距離が増加しても値は大きく変動しておらず,電極間距離依存性がない. $R_s$  を最小二乗法で直線に近似すると,電極間距離 0  $\mu\text{m}$  の  $R_s$  は 4.6  $\Omega$  である.電極間距離に依存しない寄生抵抗成分は  $R_{s1}$  と  $R_{s3}$  であるので,  $R_{s1}+R_{s3}$  が 4.6  $\Omega$  であると考えられる.直線の傾きは 2.0  $\Omega/\mu\text{m}$  である.また,電極間距離 2  $\mu\text{m}$  の  $C_j$  の値が他の電極間距離の  $C_j$  の値よりも大きくなっている.これは 2  $\mu\text{m}$  の SBD の DC 測定の結果が他の SBD の DC 測定の結果と異なったためと考えられる.

## 4 まとめ

S パラメータの周波数依存性を用いて, GaN SBD の抵抗と容量と寄生抵抗を抽出する方法を検討した.さらに,この抽出方法を用いて GaN SBD の抽出パラメータの電極間距離依存性を解析した.寄生抵抗成分が距離に依存しており,この方法にて抽出した回路パラメータを利用し,レクテナ回路を設計できると考える.

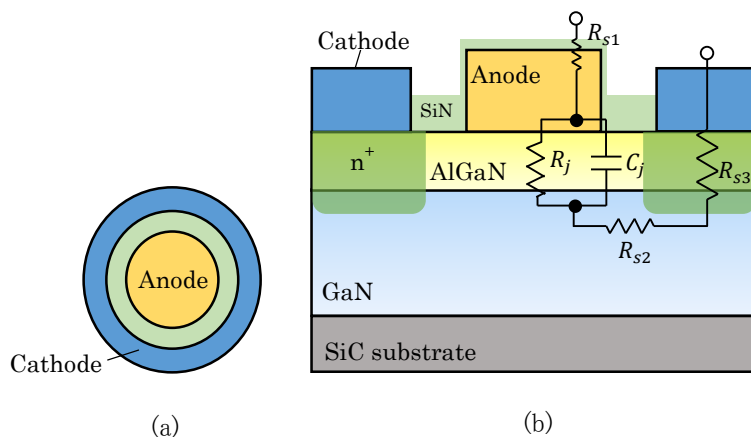


図1 GaN SBD の(a)平面図, (b)断面図

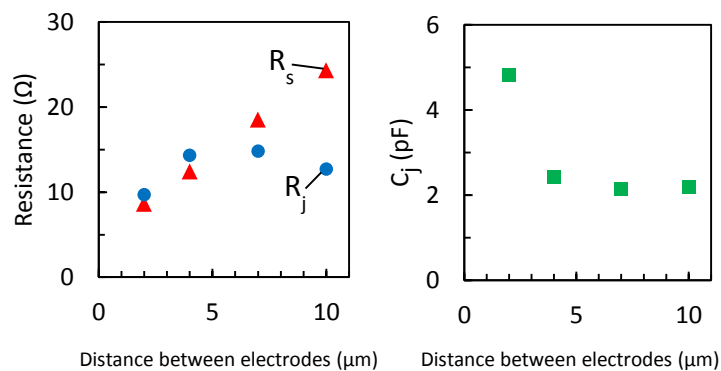


図 2  $R_s, R_j, C_j$  の電極間距離依存性

## 参考文献

- [1] 庄木裕樹, “ワイヤレス電力伝送の技術動向・課題と実用化に向けた取り組み”, 信学技報, WPT2010-07(2010-07), pp.19-24, 2010.
- [2] 林野耕平 他, “高周波遮断フィルタを用いた GaN SBD レクテナ回路”, 信学技報, WPT2012-53(2012-03), pp.67-72, 2012.