

ダイヤモンドデバイスを用いた無線電力伝送用レクテナの理論的検討

Estimation of performance for high power Rectenna using Diamond devices

○大石 敏之, 河野 直士, 嘉数 誠 (佐賀大院工)

○Toshiyuki Oishi, Naoto Kawano, Makoto Kasu (Saga Univ.)

E-mail: oishi104@cc.saga-u.ac.jp

1.はじめに

ダイヤモンドは高い絶縁破壊電界, 速いキャリア速度, 高い熱伝導率など高出力高周波デバイスに最適な物性値を持つ。前回, レクテナ用高周波デバイスとして, ダイヤモンド半導体を用いることを提案し, その原理的な動作を実証した[1, 2]。今回, 材料物性値を用いた原理的な計算を行い, ダイヤモンドが他の半導体と比較して, 非常に有望であることを示す。

2. 原理的な計算

ショットキーバリアダイオード(SBD)の等価回路モデルを使うことで, 半導体の物性値から高周波性能 (RF-DC 変換効率) を計算した(図1)。SBD は, 不純物濃度が均一で, 上下にショットキー電極とオーミック電極を持つ。まず, 絶縁破壊電界, キャリア移動度, 誘電率の材料物性値から SBD の寄生容量, 抵抗を算出した。次に容量と抵抗から SBD におけるオフ時の損失とオン時の計算し, RF-DC 変換効率を計算した。半導体として, 従来(Si, GaAs), 現在開発が進んでいる SiC, GaN, および将来を期待される酸化ガリウム, ダイヤモンドについて検討した。動作電圧を変更し, 最大 RF-DC 変換効率を求めた。なお, 周波数は 5 GHz とした。

3. 計算結果と考察

図 2 に最大 RF-DC 変換効率とその動作電圧

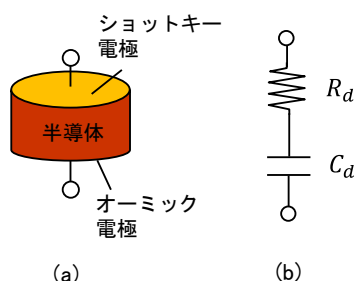


図1 (a)デバイス構造と(b)等価回路

の関係を示す。Si, GaAs 以外(ワイドバンドギャップ半導体)で, 93%以上の高い RF-DC 変換効率が期待される(ダイヤモンドで 98%)。さらに高電力用途では高い動作電圧が求められる。図 2 から Si から酸化ガリウムまでは, 動作電圧が 53 V に留まる。一方, ダイヤモンドに対する電圧は 127 V であり, 他の半導体と比較して著しく高くすることが可能である。これは絶縁破壊電界とキャリア速度の優れたダイヤモンドを用いることで高電圧においてもオン時が他の半導体と比べて非常に低くできるためである。

4.まとめ

材料の物性値を用いた原理的な計算により, ダイヤモンドは他の半導体と比較して, 高電圧(高電力動作)で高い RF-DC 変換効率が期待できることがわかった。これはダイヤモンドが高出力の無線電力伝送用高周波デバイスに向いていることを示す。

謝辞

本研究の一部は科研費(15H03977, 15K05990)により行われました。

参考文献

- [1] 大石他, 2016 春応物講演会, 20p-P9-19.
- [2] 河野他, 2016 春応物講演会, 20p-P9-20.

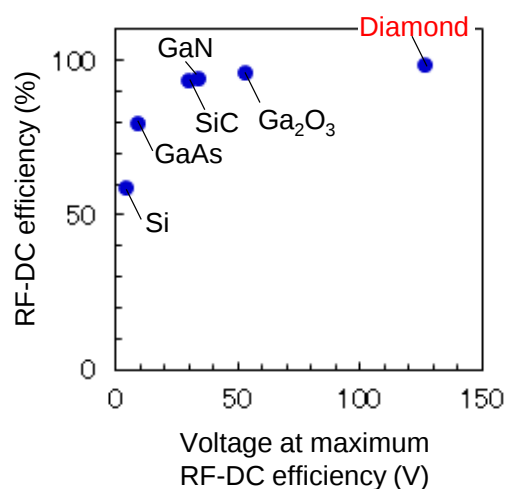


図2 最大RF-DC変換効率とその動作電圧