高い電圧変換比を持つダイヤモンドショットキーバリアダイオード RF-DC 変換回路

Diamond Schottky barrier diode RF-DC conversion circuits with high voltage ratio

佐賀大学大学院　深見　成，網代 康佑，大石 敏之，
河野　直士，荒木　幸二，桝谷　聡士，嘉数　誠
Saga Univ.　K. Ajiro, N.Fukami, T. Oishi, N. Kawano, K.Araki, S.Masuya, M.Kasu
E-mail: oishi104@cc.saga-u.ac.jp

1.はじめに

ダイヤモンドは絶縁破壊電界，キャリア移動度，熱伝導率に優れ，高電力で高周波動作する回路に適用できる電子デバイスとして期待できる．これまで，我々はダイヤモンドショットキーバリアダイオード(SBD)を無線電力伝送用RF-DC 変換回路に適用することを提案し，動作を実証した[1]．今回，ダイヤモンド SBD のデュアルダイオード回路で，入力と出力の電圧比(出力 DC/入力ピーク to ピーク値の比)が高い変換回路を実現したので報告する．

2. デバイス構造と電流/容量-電圧特性

図 1 に作製したデバイスの平面図を示す．四角形のショットキー電極にオーミック電極を対向させた形状である．デバイス作製について述べる．まず，ダイヤモンド基板上に CVD 法によりダイヤモンドをエピタキシャル成長させたエピ基板に水素終端処理を行い，2 次元ホールガスを形成させた．次に Au オーミック電極，酸素プラズマ処理による素子分離を行った．ショットキー電極領域とその周辺の Au をエッチングした後，Al ショットキー電極を蒸着し，SBD とした．

図 2 に示すように SBD 単体の電流-電圧特性は高いオンオフ比を示した．また，ダイヤモンド表面に 2 次元ホールガスが形成されているため，容量-電圧(C-V)特性(図 2)は順方向から逆方向に向かうと急激に容量が減少した．なお，C-V 特性の微分から算出したホール濃度は最大 9×10^{18} cm^{-3} であった．

3. RF-DC 変換特性

SBD 単体の抵抗(順方向 2 V における微分抵抗)と容量(電圧 0 V)の積(CR 積)は，ショットキー電極面積が増加すると，減少した．そこで，比較的面積の大きい(100 μm x 100 μm)SBD を 2 個用いて，デュアルダイオードの RF-DC 変換回路を作製した．オンウエハプローブステーション上の SBD，4700 pF 容量，負荷抵抗 10 kΩBNC ケーブル等で接続し，波形をオシロスコープで観察した．図 3 に周波数 10 MHz，ピーク to ピーク値 20 V の正弦波を入力した場合の入出力波形を示す．約 18 V の DC が得られており，入力と出力の電圧比が 0.9 と高いものが得られた．また，オシロスコープの波形から，最初の容量と SBD により，入力信号の電圧が持ち上げられ，次の SBD と容量で平滑される回路動作が確認できた．よって，ダイヤモンド SBD により RF 信号が DC に正常に変換されることを確認できた．

4. まとめ

SBD 単体の CR 積の面積依存性を検討，CR 積の小さい SBD で RF-DC 変換(デュアルダイオード)回路を作製し，入力と出力の電圧比が高い RF-DC 変換特性を実現した．

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. T.Oishi et.al, IEEE Electron Device Letters, Vol.38, p.87, 2017.

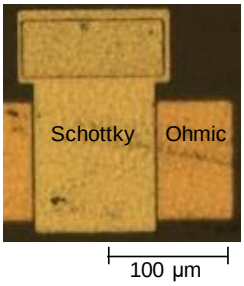

Fig.1 Top view of diamond Schottky barrier diode.

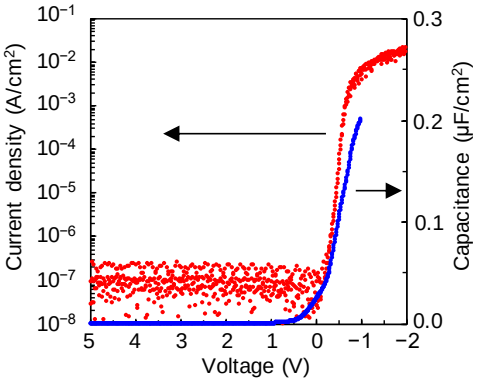

Fig.2 Current density and capacitance depending on voltage for diamond SBD.

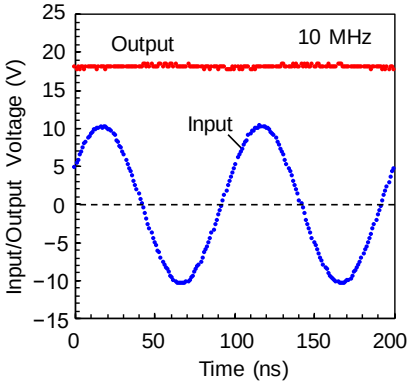

Fig.3 Input and output voltage waveforms.