

テラヘルツ帯ゼロバイアス検波用レクテナにおける出力側集積構造設計

Design of integrated structure of output region in a zero bias rectenna for terahertz detection

首都大・理工, [○]徳岡岳海, 山倉裕和, 斉藤光史, 須原理彦

Tokyo Metro.Univ., [○] Takemi Tokuoka, Hirokazu Yamakura, Mitsufumi Saito, Michihiko Suhara

E-mail: tokuoka-takemi@ed.tmu.ac.jp

はじめに テラヘルツ帯無線信号のゼロバイアス検波素子は簡易構成の受信システム構築デバイスとして期待されている。これまで我々はボウタイアンテナと三重障壁共鳴トンネルダイオード(TBRTD)を集積したゼロバイアスレクテナを提案し、検波特性を解析してきた[1]。今回は出力側集積構造設計について検討したので報告する。

デバイス構造と解析手法 解析に用いたレクテナ構造は Fig.1(a)に示すように平面型ボウタイアンテナの中央部分にメサ形状の TBRTD を集積した構造である。今回は出力側の波形平滑回路部の構造として Fig.1(b)に示すような interdigital 型を N 周期配列した平面キャパシタ構成を設計した。この構成におけるゼロバイアス検波特性や出力波形の定量的評価については TBRTD の実測結果[2]に基づいた非線形 I - V 特性およびダイオード容量, レクテナ形状の電磁界シミュレーション結果から同定した等価回路, および平面型キャパシタの等価回路を組み合わせモデル化し, ハーモニックバランス法を用いて非線形回路応答の解析を行った。

理論解析結果 解析結果を Fig.2 に示す。上から(a)レクテナ出力に生じる直流電圧値 $V_{out}^{(DC)}$, (b)出力に生じる交流成分振幅 $|V_{out}^{(AC)}|$ を TBRTD 両端に生じている交流電圧振幅 $|V_{RTD}|$ で規格化した値, (c)出力に生じる交流振幅 $|V_{out}^{(AC)}|$ を interdigital キャパシタ C がいない場合のレクテナ出力振幅 $|V_{out}^{(AC)}|_{without C}$ で規格化した値の, それぞれ周波数特性の計算結果を示す。これら周波数特性を決める物理要因は, レクテナに到来した当該パワー密度のテラヘルツ波が TBRTD の非線形な I - V 特性を有するゼロバイアス近傍で整流どれくらいの電圧振幅の信号として到達して整流されているか, 整流作用でどれくらいの自己バイアスと波形変化が生じるか, および interdigital キャパシタをどのような平滑化特性として設計するか, などの複数が総合的に寄与しており, 今回の解析はそれらを定量的に考察できる。今後, フルウェーブシミュレーション解析と比較して解析モデルの精度を検証し, 変調されたテラヘルツ波を, ゼロバイアス検波素子を用いて復調する際の最適素子構造設計指針の確立へ向けての解析シナリオを検討する。

参考文献

[1] M.Suhara, et.al. DRC 2012, pp.77-78

[2] G. Keller, et al., IPRM 2013, ThD1-3

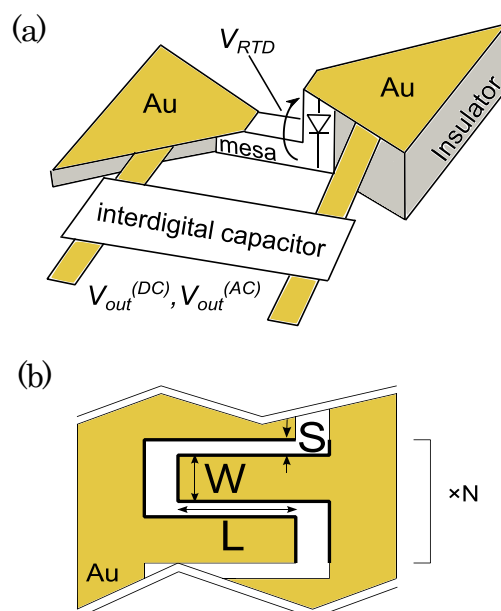


Fig.1 A schematic illustration of (a) zero bias rectenna, (b) an interdigital capacitor

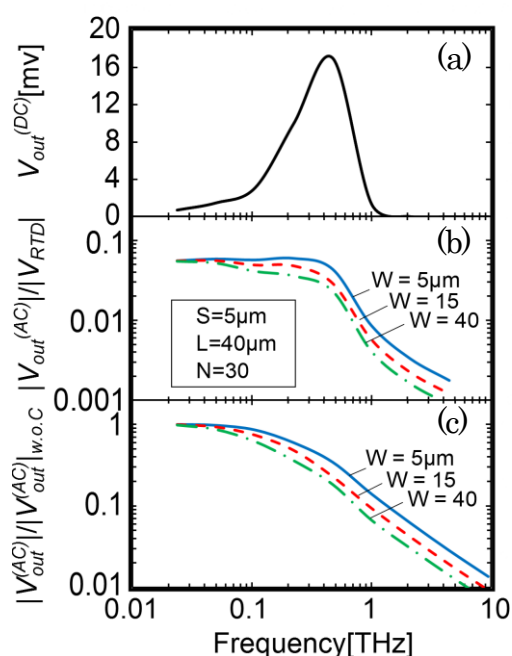


Fig.2 Results of analysis for frequency dependence of (a) rectified output DC voltage, (b) normalized output AC amplitude, (c) output AC amplitude with respect to the output without the interdigital capacitor.