バックワードダイオードレクテナによる300GHz帯ゼロバイアス検波特性の評価とモデル化

Evaluation and modeling of zero bias detection characteristics of 300 GHz band in backward diode rectennas

首都大院システムデザイン [1]，首都大・都市教養 [2]，都立産技高専 [3]，
○ 須原 理彦 [1,2], 中西 真崇 [1]，北角真太朗 [1], 若山 潤輝 [2], 木村 拓海 [2], 浅川 澄人 [3],
富士通研 [4], 佐藤 優 [4], 高橋 剛 [4], 河口 研一 [4], 岡本 直哉 [4]
Tokyo Metro.Univ. System Design[1], Urban Lib.[2],Tokyo Metro.College of Industrial Tech.[3], ○Michihiko Suhara[1,2], Masataka Nakanishi[1], Shintaro Kitakado[1], Junki Wakayama[2], Takumi Kimura[2], Kiyoto Asakawa[3], Fujitsu Lab.Ltd.[4] Masaru Sato[4], Tsuyoshi Takahashi[4], Kenichi Kawaguchi[4], Naoya Okamoto[4]
E-mail: suhara@tmu.ac.jp

テラヘルツ帯電磁波のゼロバイアス検波への応用デバイスの一つとしてバックワードダイオード (BWD)[1,2] が期待されている。BWD はヘテロ接合障壁の高速なトンネル効果とゼロバイアス領域に強く生じる非線形な電流-電圧特性を有する。我々は BWD に潜在するテラヘルツ受信デバイスとしての特性を活かしたレクテナ設計と試作・評価を目的として研究している。本稿では GaAsSb/InGaAs 系 BWD と自己補対型ボウタイアンテナ (BTA) とを集積したレクテナについて 300GHz 帯電磁波を照射させた際のゼロバイアス検波・整流特性の実測結果を報告する。試作に用いた BWD は SI-InP 基板上に成長・プロセスした p-GaAsSb/n-InGaAs ヘテロ接合を用いたデバイスでありメサ径 2μm である。BTA の外形サイズは 250μm である。BWD は BTA の中央間隙に集積し，引き出し線路と平滑用キャパシタを介して電極を形成している。300GHz 帯発生にはマイクロ波発振器と逓倍器を用いた。逓倍器に接続したダイアゴナルホーンアンテナと試作レクテナの BTA を距離 d 隔てて偏波方向を合致させた状況で照射を行った。Fig.1 は d=2mm で逓倍器の出力が 240GHz の時に 2.28dBm としたときの直流整流電圧の 300GHz 帯周波数特性の測定結果の一例である。300GHz がピークとなる設計や整合設計の検討が更に必要であるが，電磁界照射無しの出力からは測定帯域全般に整流電圧が生じ，240GHz で 80mV とピークを示す近傍の半値全幅は約 10GHz 程度と観測された。

実測結果の理論的検討も行っている。BTA の 3D 構造の電磁界解析モデルと BWD の等価回路モデルおよび 300GHz 帯照射の周波数特性と正味にレクテナに入射された電力を模擬した等価電源を用いた連成解析により，実測整流出力のピーク近傍の周波数依存性を精度よく解釈可能な理論モデルが構築できることを明らかにした。なお BWD のモデル化には SI-InP 基板上に成長・プロセスしたメサ径 2μm の GaAsSb/InGaAs 系 BWD の 110GHz までの S パラメータ実測結果を用い 300GHz 帯特性は外挿予測した。

GaAsSb/InGaAs 系 BWD と BTA とを集積したレクテナについて 300GHz 帯電磁波を照射させた際のゼロバイアス検波特性の実測を行い,220 から 330GHz の帯域の整流電圧の周波数依存性を評価した。

[1] J. N. Schulman, et al, IEEE EDL, 21, p.353 (2000) [2] T.Takahashi, et al., JJAP, 49, p.10401 (2010)

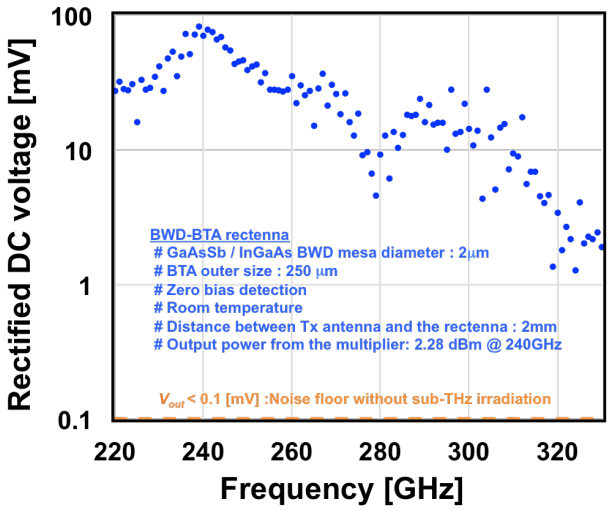

Fig. 1: Typical measured results of rectified DC voltage in BWD-BTA rectennas.