

オフセットリングスロットアンテナ集積共鳴トンネルダイオード テラヘルツ発振器からの 2THz を超える高調波の発生

東工大 ○(M1)吉田 裕二, (M2)佐藤 太一, 浅田 雅洋, 鈴木 左文

Tokyo Tech. °Yuji Yoshida, Taichi Sato, Masahiro Asada, Safumi Suzuki

E-mail: yoshida.y.be@m.titech.ac.jp

共鳴トンネルダイオード (RTD) は THz 信号源の有力な候補であり[1], 我々は, スロットアンテナ集積型のデバイスにより 1.98 THz の基本波発振を達成した[2]. さらなる高周波化には, RTD の非線形性により発生する高調波を用いるのが効果的である. 今回, 2 次高調波の出力が大きくなるようなデバイス構造を考案し, 2 THz を超える 2 次高調波を得たので報告する.

Fig. 1 にデバイスの構造を示す. このデバイスは, 2 つの RTD と 2 つの安定化抵抗がリングスロットアンテナに集積されている. RTD はリングスロットの中心から θ オフセットされた場所に位置し, これにより 2 つの異なる長さのスロットが形成される. 発振は RTD の微分負性コンダクタンス(NDC)がアンテナの損失を打ち消すことによって可能となり, 基本波発振の周波数は主に短いスロット部分のインダクタンスと RTD のキャパシタンスによって決定される. 長いスロットは放射器として機能し, 半波長共振する周波数で放射が強くなるため, 2 THz 付近の 2 次高調波が共振するような長さに調整した. Fig. 2 にリング半径 $R = 10 \mu\text{m}$, $\theta = 45^\circ$, RTD 面積 $0.67 \mu\text{m}^2$ のデバイスにおける電流電圧特性, および, 測定した基本波と高調波強度のバイアス電圧依存性を示す. RTD はピーク電流密度 $26.4 \text{ mA}/\mu\text{m}^2$, ピークバレー比 1.85, 負性抵抗領域電圧幅 0.4 V のものを用いた. 基本波は 1.11 THz で得られ, その出力は NDC 領域の中心で大きくなるが, 2.22 THz の 2 次高調波出力は NDC 領域の中心付近では減少している. NDC 領域の中心では RTD の 2 次非線形性が弱くなり 2 次高調波出力は弱くなると考えられるが, 実験で得られた出力のバイアス依存性の概形は理論と一致しており, 確かに 2 次高調波が発生していることが分かった. 残念ながら, 3 次高調波の信号は弱く明瞭なバイアス依存性は観測できなかった. 今後は 3 次高調波について出力が大きくなるようなデバイスを作製し, より高周波な信号の発生に挑戦する.

謝辞: 本研究は, 科研費 (24H00031), JST-CREST (JPMJCR21C4), 文科省 X-NICS (JPJ011438), 文科省 ARIM (JPMXP1224IT0018, JPMXP1224IT0019), および, ロームの支援を受けた.

[1] M. Asada, et al., Sensors, 21, 1384, 2021.

[2] R. Izumi, et al., AIP Advances, 9, 85020, 2019.

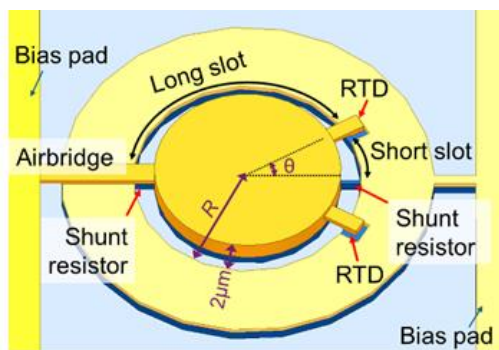


Fig. 1 デバイス構造

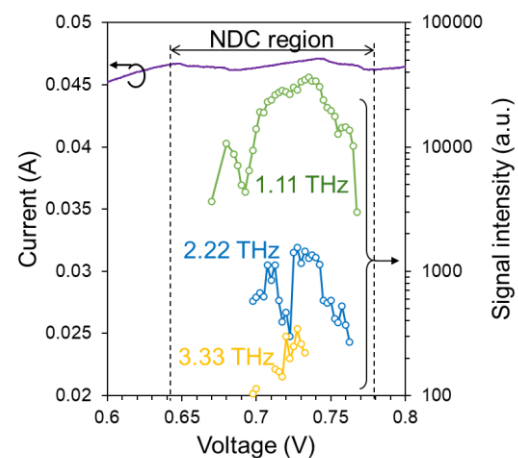


Fig. 2 作製デバイスの電流電圧特性, および, 基本波と高調波のバイアス電圧依存性