

スプリットリング共振器を集積した テラヘルツ共鳴トンネルダイオード発振器の作製および評価 Fabrication and Evaluation of Terahertz Resonant Tunneling Diode Oscillator Integrated with Split-ring Resonator

東工大, °兪 熊斌, 鈴木 雄成, マイ ヴァンタ, 鈴木 左文, 浅田 雅洋

Tokyo Tech. °X. Yu, Y. Suzuki, M. Ta, S. Suzuki, and M. Asada

E-mail: yu.x.ad@m.titech.ac.jp

近年, 室温動作できるテラヘルツ発振器として, 共鳴トンネルダイオード (Resonant Tunneling Diode: RTD) が注目を集めている [1]. 従来の RTD 発振器では, 発振回路と直流バイアス回路を分離するための MIM(metal-insulator-metal)キャパシタが必要であり, 作製プロセスが複雑だった. 最近, 我々は MIM キャパシタを取り除いた RTD 発振器を提案し, 構造および製作プロセスの簡素化に成功したが [2], 共振器の損失が大きく 1 THz を超える発振は困難だった. そこで, 低損失なスプリットリング共振器 (SRR) を用いた新たな RTD 発振器の提案および理論検討を行い, 1 THz を超える発振が可能なことを明らかにした [3]. 今回, 設計に基づいてデバイスを作製し 1.22 THz の発振を得たので報告する.

Fig. 1(a)に作製した RTD 発振器の光学顕微鏡像を示す. SRR の中央に RTD が集積され, SRR の外側には放射のためのコプレーナーストリップ線路アンテナが形成されている. SRR 両端には安定化抵抗があり低周波での寄生発振を抑圧している. 作製プロセスを以下に述べる. まず, RTD 層がエピ成長された SI-InP 基板上に PMGI/ZEP の 2 層レジストを塗布し, 電子線描画装置によるパターニング, Ti/Pd/Au の蒸着, およびリフトオフによって RTD および SRR 電極を形成する. 次に, 再度 PMGI/ZEP の塗布および露光を行い, 反応性イオンエッチングによって安定化抵抗を形成する. 最後に, ウェットエッチングにより RTD メサおよびエアブリッジを形成する. Fig. 1(b)に作製した RTD 発振器の SEM 写真を示す. エアブリッジが綺麗に形成されたことが分かる.

デバイスは SRR 設計を固定し RTD 面積を変えたものを作製した. 面積を縮小すると容量が小さくなり周波数が向上し, 周波数限界は 1.22 THz まで到達することが分かった. Fig. 2 に出力の発振周波数依存性を示す. 1.22 THz の発振スペクトルも Fig. 2 中に示す. 周波数が 0.6-0.8 THz の間では, 線路の共振によりアンテナ負荷が大きくなり, 発振出力は小さくなるが, コプレーナーストリップ線路アンテナの負荷と整合する 0.9 THz において発振出力がピークとなり, そこでは約 30 μ W の出力が得られた. 実験結果は理論計算とおおよそ一致している. 今後, SRR 構造に対する依存性や変調特性などを明らかにし, また, 無線通信などのテラヘルツ応用を実施する予定である.

[1] Izumi, R., *et al.*, *Int. Conf. IRMMW-THz*, MA3.1, Aug. (2017). [2] Mai, T.V., *et al.*, *J. Infrared Millim. Terahertz*, **41**, 1498–1507 (2016).

[3] 兪, 他, 第 81 回応用物理学会秋季学術講演会, 10p-Z24-15, Sep. (2020).

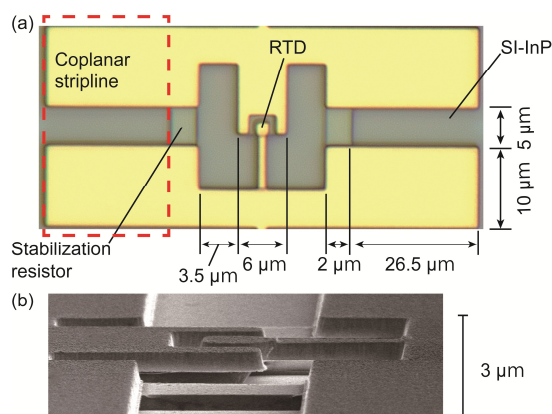


Fig. 1 Micro-photograph(a) and SEM image(b) of the fabricated RTD oscillator.

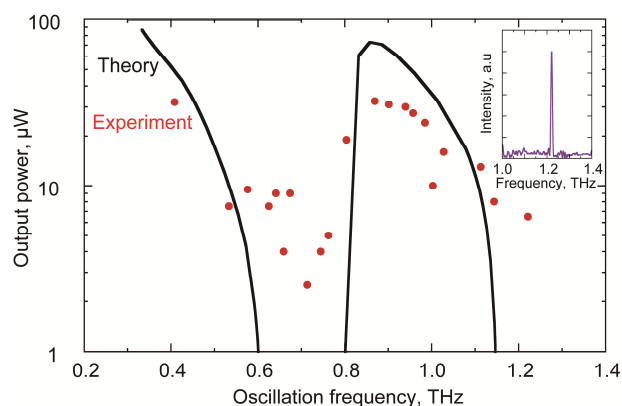


Fig. 2 Experimental and theoretical output power as a function of oscillation frequency.