

放熱構造を持つ矩形空洞共振器集積共鳴トンネルダイオード THz 発振器

Resonant-Tunneling-Diode THz Oscillator Using Rectangular-Cavity Resonator with Heat Dissipation Structure

東工大 ○藤方 秀成, 韓 非凡, 石川 暁, 田中 大基, 鈴木 左文, 浅田 雅洋

Tokyo Tech. °H. Fujikata, F. Han, A. Ishikawa, H. Tanaka, S. Suzuki, and M. Asada

E-mail: fujikata.h.aa@m.titech.ac.jp

共鳴トンネルダイオード (RTD) 発振器は、小型かつ室温動作可能なデバイスであり、THz 光源として有力視されている。一方、RTD 発振器出力は 1 THz で $10 \mu\text{W}$ 程度と比較的小さく、様々な応用に向けて高出力化が求められている。そのため、矩形空洞共振器と大面積 RTD を用いた高出力デバイスが提案され[1][2]、発振動作は実証された[3]。しかしながら、大面積大電流動作で、また、寄生発振抑圧用の安定化抵抗が RTD に隣接しているため、その発熱も合わさって RTD が熱破壊されやすく高出力発振は得られていない。そこで、安定化抵抗を RTD から離し大面積化し、さらに、放熱を妨げていた $n^+\text{InGaAs}$ 導電層を熱伝導の良い $n^+\text{InP}$ に変更したところ、530 GHz で約 $200 \mu\text{W}$ の高出力発振を達成したので報告する。

Fig. 1 にデバイス構造を示す。中央に大面積 RTD と空洞共振器が接続され、共振器の両端から伸びる金属板は THz 波を放射するダイポールアンテナとして機能する。RTD の微分負性コンダクタンスが回路損失を打ち消して発振が起こり、発振周波数は共振器のインダクタンスと RTD キャパシタンスの LC 並列共振で決定される。空洞共振器はインダクタンスが小さく大面積の RTD が使用できるため、高い周波数で高出力が期待できる[1]。共振器の外に安定化抵抗が形成され、これにより、低周波の寄生発振を抑制している。安定化抵抗の抵抗値はそのままに大面積化することで発熱が抑えられ、かつ、RTD メサから離して配置することにより RTD メサの温度上昇を抑えている。これに加え、RTD エピ構造の一番下にある熱伝導率が低い $n^+\text{InGaAs}$ 導電層を、熱伝導率の良い $n^+\text{InP}$ に一部置き換えることにより放熱を改善している。Fig. 2 に 発振出力の周波数依存性を示す。出力はパワーメーターで測定し、光学的な損失を計算し補正している。実験は共振器サイズの作製誤差などを含むが、理論の傾向と一致し、530 GHz において約 $200 \mu\text{W}$ の高出力発振が得られた。また、 $10 \mu\text{m}^2$ の大面積 RTD でも熱破壊は起きなかった。今後、デバイスの構造最適化を行い、より高出力を目指す。

[1] K. Kobayashi, et al, JJAP, 59, 050907, 2020. [2] F. Han, et al., IEICE Trans. Electron., E104C, 398, 2021. [3] H. Fujikata, et al., Int. Conf. IRMMW-THz, TU-PO-92, 2021.

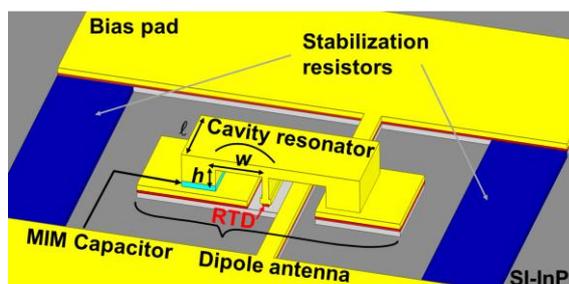


Fig. 1. Schematic device structure of RTD THz oscillator integrated with rectangular cavity resonator.

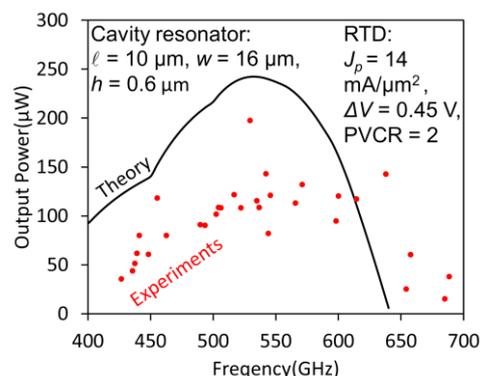


Fig. 2. Output power as a function of oscillation frequency. Theoretical curve is also plotted.