共鳴トンネルダイオードプッシュプッシュテラヘルツ発振器の提案

Proposal of a terahertz resonant-tunneling-diode push-push oscillator

東工大　°佐藤 太一，浅田 雅洋，鈴木 左文

Tokyo Tech. °T. Sato, M. Asada, and S. Suzuki

E-mail: sato.t.cu@m.titech.ac.jp

共鳴トンネルダイオード（RTD）発振器は小型で室温動作可能なことから THz 信号源の有力な候補である[1]。我々は、スロットアンテナ集積型の RTD 発振器により 1.98 THz の基本波発振を達成し、さらなる高周波化のために円筒形空洞共振器集積構造の提案を行ったが[2]、3 次元的な構造形成は非常に難しい。そこで今回、抵抗で結合した 2 つの発振器の特有の動作モードを利用することにより、RTD の電流電圧特性の非線形性によって生じる 2 次高調波を基本波と分離して放射できる新たなデバイスを提案し、解析により 2 THz を大きく超える高調波発振が得られることが分かったので報告する。

Fig. 1 にデバイス構造を示す。左右の小さなリングスロットと中央の大きなリングスロットで構成され、小リングに二つの RTD と 1 つの安定化抵抗が集積されている。抵抗の逆側では少リングと大リングがエアブリッジにより接続されている。小リングに接続された RTD の微分負性コンダクタンスが損失を打ち消すことで発振が起こり、小リングのインダクタンスと RTD 容量で基本波の発振周波数が決定される。この時、安定化抵抗での高周波電流を小さくし損失が小さくなるよう、2 つの RTD における基本波の発振電圧の位相は逆相となる。この場合、エアブリッジにおいて電界が打ち消され仮想短絡となり大リングに基本波成分は給電されず、少リングのみから放射される。基本波と同時に RTD の非線形性により高調波成分も生成されるが、2 次高調波成分は同相のプッシュプッシュ動作となるため、2 倍高調波は大リングに給電され放射される。高調波を用いることで、容易に高周波化することができ、また、基本波と 2 次高調波の偏波は 90 度異なるため、これらは偏光子で分離ができる。この提案デバイスについて電磁界解析を行い、Van der Pole 方程式より 2 次高調波成分の出力を計算した。Fig. 2 に RTD 面積に対する周波数および出力を示す。最大 2.83THz の 2 次高調波が得られ、2THz 付近でも 1 μW 以上の出力が期待できることがわかった。今後、デバイス作製を行い動作実証を行う。

[1] Asada, *et al.*, *Sensors*, 21, 1384, 2021. [2] Izumi, et al., AIP Advances, 9, 085020, 2019.

謝辞：科研費 (21H04552), JST-CREST (JPMJCR21C4), 文科省 X-NICS (JPJ011438), 総務省 SCOPE (JP215003005), B5G 委託研究 (No. 03001), キヤノン財団

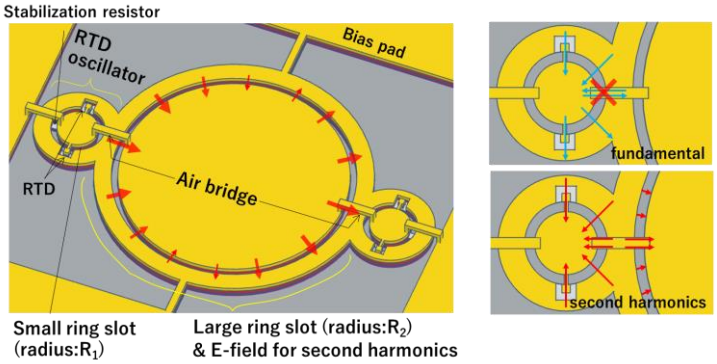

Fig. 1. Schematic structure of proposed THz RTD push-push oscillator

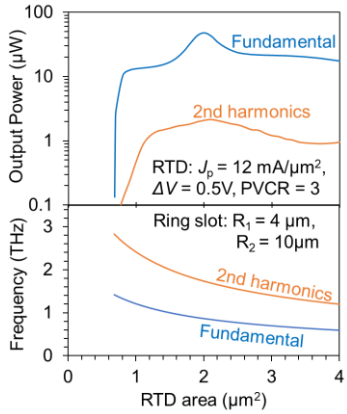

Fig. 2. RTD area dependences for frequency and output power.