

ダイポールアレイ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 の多素子アレイ

A Multi-element Array of Resonant-Tunneling-Diode Terahertz Oscillator with Dipole Array Antenna

東工大 笠木 浩平, °鈴木 左文, 浅田 雅洋

Tokyo Tech Kouhei Kasagi, °Safumi Suzuki, Masahiro Asada

E-mail: suzuki.s.av@m.titech.ac.jp

【はじめに】共鳴トンネルダイオードを用いたテラヘルツ(THz) 発振器は、小型で室温連続動作することから有力な THz 光源として期待されている。我々はこれまでに 1.98 THz での高周波発振[1]と、~610 μW の高出力発振(620 GHz)[2]を達成した。また、放射のための Si レンズを必要としない、帯域の広いダイポールアンテナを集積した新たな発振器を提案・作製し、10 素子アレイにより~0.9 THz で 135 μW の出力を得た[3]。単純に素子数を増やすことで出力の向上が見込めるが、アレイの数が増えると動作電流が増加し、配線抵抗での電圧降下が発生するため、各アレイ素子に同一バイアスを印加するのが難しく、各素子の同時動作は不可能だった。今回、各素子の配線長を短く配線を厚膜化することで低抵抗化し、配線のレイアウトを工夫することで、多素子の同時動作を実現し出力向上を達成したので報告する。

【実験】Fig. 1 に素子構造および作製したアレイデバイスを示す。InP 基板上に RTD とスロットアンテナを作製し、その上に THz 帯で低損失な低誘電体であるシクロオレフィンコポリマー(COC)と、ダイポールアレイアンテナを集積した構造となっている。RTD がもつ微分負性抵抗により発振が起こる。スロット共振器の長さは 14 μm となっており、厚さ 9 μm の COC を挟んでダイポールアレイアンテナの中央のダイポールと電磁界結合している。中心から外側にある 3 種類の長さのダイポールに中央のダイポールから給電され上方へ出力を放射する。異なる長さのダイポールを並べることで広帯域化している。発振器アレイは、単体発振器の電極を繋げ作製した。この時、素子単体の大きさを従来の $500 \times 500 \mu\text{m}^2$ から $200 \times 100 \mu\text{m}^2$ に小さくし素子間の間隔を狭め配線を短くし、また、配線の金属厚さを従来から 2 倍の 1 μm に厚くすることで配線抵抗を削減した。さらに、配線のレイアウトを工夫することで各素子への配線長を等距離にし、電圧降下を各素子で同じにすることで同時動作を可能にした。Fig. 2 にアレイ数と出力の関係を示す。アレイの増加とともに出力は向上し、89 素子アレイにおいて 0.73 mW の合成出力を得た。そのときのスペクトルを Fig. 2 中に示す。イメージング応用を考えコヒーレント動作のための意図的な同期構造を設けてはおらず、約 1 THz を中心に複数のピークが観測された。アレイ化していない 1 素子のデバイスの平均出力は 20 μW であったが、アレイ化した場合の 1 素子あたり平均出力は 9 μW に小さくなった。これは、アレイでは隣り合う素子同士の相互作用により放射コンダクタンスが変化したためだと考えられる。配置を調整することで相互作用は低減できる。

[1]. 泉、他、本応物秋季講演会. [2]. Suzuki, et al., IEEE JSTQE, **19**, 8500108, 2013. [3]. Kasagi, et al., IRMMW-THz, W5P.08.40, 2016.

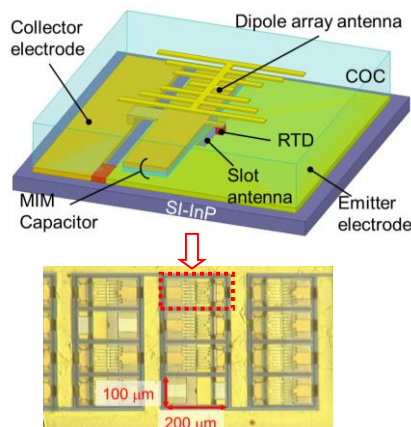


Fig. 1 Schematic structure of RTD oscillator integrated with dipole antenna array. Micro-photograph of fabricated oscillator is also shown.

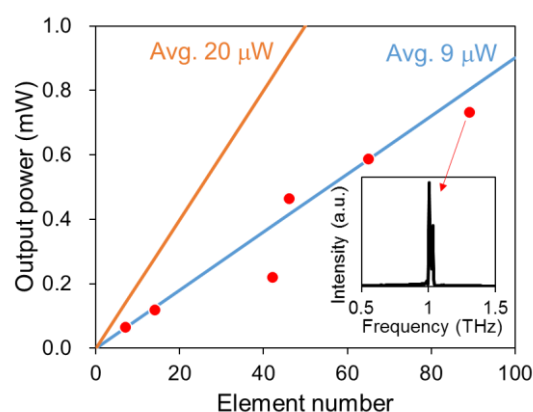


Fig. 2 Measured output power vs. number of elements. The oscillation spectrum of 89-element array is shown in the inset.