

アンテナ長最適化による 共鳴トンネルダイオードテラヘルツ発振器の周波数向上 Frequency Increase in Resonant-Tunneling-Diode Terahertz Oscillator by Optimized Antenna Length

東工大 総合理工学研究科¹ 東工大 理工学研究科²

○前川 猛¹, 金谷 英敏¹, 曾我部 陸¹, 鈴木 左文², 浅田 雅洋¹

Tokyo Tech. ○T. Maekawa¹, H. Kanaya¹, R. Sogabe¹, S. Suzuki², M. Asada¹

E-mail: asada@pe.titech.ac.jp

【はじめに】共鳴トンネルダイオード(RTD)は 1THz を超える発振が報告され[1]、室温テラヘルツ光源として有望である。我々は、電子の遅延時間を削減することで高周波化を行い 1.42 THz の発振を達成した[2]。今回、我々は共振器として用いているスロットアンテナの長さを短縮し、アンテナのインダクタンス成分を削減することによって 1.55 THz の発振を得たので報告する。

【実験】発振器は RTD とスロットアンテナで構成され、RTD の持つ微分負性コンダクタンスにより発振する。アンテナは共振器および放射器として機能する。1.42THz の発振が得られたデバイスではアンテナ長は 20 μm と長くインダクタンス成分が大きいため、高い発振周波数を得るには小さな面積の RTD を用いる必要があった。この面積縮小では RTD の負性コンダクタンスも小さくなってしまったため、損失を打ち消せず発振限界となる周波数が低くなってしまった。アンテナを短くしインダクタンスを小さくすれば、面積の大きな RTD を用いることができ、発振限界周波数を高くできる。しかしながら、短くしすぎるとアンテナの導体損失が増加するため、アンテナの長さには最適値が存在する。

今回の実験ではアンテナ長 9, 12, 16, 20 μm と異なる 4 種類のアンテナ長にて発振素子を作製した。RTD はバリア 1 nm、井戸 3 nm の GaInAs/AlAs 二重障壁からなっており、文献[2]と同じ構造を用いた。各アンテナ長での発振周波数の RTD メサ面積依存性の理論と実験を Fig. 1 に示す。RTD の面積を縮小すると容量が小さくなるため、発振周波数は上昇する。同一メサ面積で比較すると、インダクタンスの小さい短アンテナの方で発振周波数が高くなっているが、アンテナ短縮による導体損失増加により発振限界となるメサ面積は増加している。発振限界周波数は理論的には 12-16 μm の時に最大となり、実験でもアンテナ長 16 μm の素子にて電子デバイス最高となる 1.55 THz 基本波発振が得られた。発振限界付近であるため出力は 0.4 μW と小さいが、発振限界よりも若干低い 1.53THz 付近では 5 μW 程度の出力も得られている。より狭い井戸構造とすることで電子の井戸内滞在時間を削減し、それに対応する最適スロットアンテナ長を用いることで、2THz 以上の発振が可能である。

[1] S. Suzuki, *et al.*, APL **97**, 242102 (2010).

[2] H. Kanaya, *et al.*, *J. Infrared, Millimeter and Terahertz Waves*, **35**, 425 (2014).

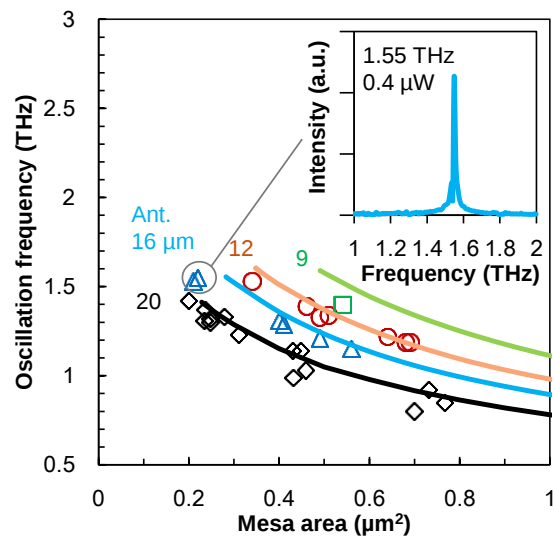


Fig.1 Dependence of oscillation frequency on RTD mesa area for different antenna lengths. The inset shows measured spectrum of 1.55 THz oscillation.