

【特別推進研究】

理工系（工学）



研究課題名 電子の走行と遷移が融合したテラヘルツ放射の解明によるデバイス限界の打破

東京工業大学・科学技術創成研究院・教授

あさだ まさひろ
浅田 雅洋

研究課題番号：16H06292 研究者番号：30167887

研究分野：工学

キーワード：電子デバイス、量子デバイス、テラヘルツ波

【研究の背景・目的】

未開拓のテラヘルツ周波数帯では様々な応用が期待されている。これらの応用には小型・高出力・室温動作などの性能を持つ半導体光源デバイスが必要不可欠である。我々は半導体電子デバイスのひとつである共鳴トンネルダイオード（RTD）を用いて、これまでに単体の室温電子デバイスでは初めて1THzを超える発振を実現するとともに、発振周波数上昇や高出力化の研究を行ってきた。テラヘルツ帯は電波と光の中間にあって光子エネルギーが無視できない周波数帯であり、デバイスの高性能化のためには電子の走行と量子論的な遷移の両面からテラヘルツデバイス固有の学術基盤を確立する必要がある。

本研究はこのような背景のもと、RTD 発振素子を基にして、光と電波を繋ぐテラヘルツデバイス物理の解明と学術基盤の確立、これに基づいた高性能半導体テラヘルツ光源の実現、および、この光源を用いた応用展開の可能性を示すことを目的とする。

【研究の方法】

1. 電子デバイスと光デバイスを繋ぐテラヘルツデバイス物理の開拓：RTD の出力やコヒーレンスなどの発振特性の温度依存性測定から、電子デバイスから光デバイス動作への推移を実験的・理論的に明らか

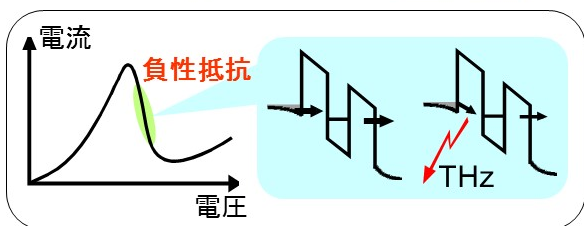
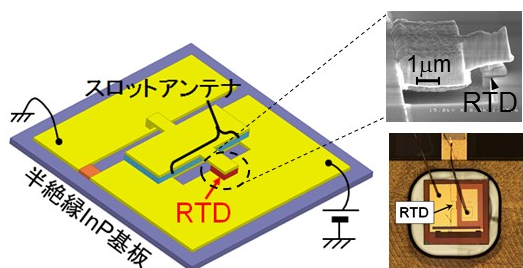


図1 共鳴トンネルダイオード(RTD)によるテラヘルツ発振器と電流電圧特性中に生じる負性抵抗特性

にし、テラヘルツデバイス物理の基盤を構築する。

2. テラヘルツデバイスの高性能化：1の結果に基づき RTD に光デバイス動作を取り込み、それに適した共振器やアンテナ構造の考案により高出力化・高周波化を狙う。また、広域の周波数掃引と発振狭線化などの機能化を行う。

3. 高性能テラヘルツデバイスによる応用展開：高性能化した発振デバイスで可能になる高感度リアルタイムイメージング、高精度分光分析、大容量無線通信など、応用の基本となる実験を展開し、テラヘルツ分野の発展に資する。

【期待される成果と意義】

本研究により、光デバイスと電子デバイスを繋ぐテラヘルツデバイス特有の新たな学術的基盤が確立されることが期待できる。それを基にして、これまで室温動作でありながら小出力が問題であった RTD 発振素子の高出力化など、テラヘルツ光源の高性能化が可能になれば、電波と光の中間にある未開拓のテラヘルツギャップを周波数と出力の両面から完全に埋めることにより、この周波数帯の開拓を大きく牽引できる。テラヘルツ波は、この周波数帯特有のイメージングや物質分析、それらの医療・セキュリティへの応用、超高速無線通信など、様々な応用が強く期待されており、満足な性能の小型半導体光源の実現がブレイクスルーとなって、これらの応用分野の飛躍的な進展も期待できる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- T. Maekawa, H. Kanaya, S. Suzuki, and M. Asada, "Oscillation up to 1.92 THz in resonant tunneling diode by reduced conduction loss," Appl. Phys. Express **9**, 024101 (2016).
- S. Kitagawa, S. Suzuki and M. Asada, "Wide frequency-tunable resonant tunnelling diode terahertz oscillators using varactor diodes," Electron. Lett. **52**, pp.479–481 (2016).

【研究期間と研究経費】

平成28年度－32年度 413,700千円

【ホームページ等】

<http://www.pe.titech.ac.jp/AsadaLab/asada@pe.titech.ac.jp>