



デバイスグループ
電気電子コース
大岡山・S9-803

准教授 鈴木 左文

研究分野: テラヘルツ帯電子デバイス、テラヘルツ応用

キーワード: テラヘルツデバイス、動的メタマテリアル、
テラヘルツ応用(無線通信、レーダー、3次元イメージング)

ホームページ: www.pe.titech.ac.jp/SuzukiLab/

1 主な研究テーマ

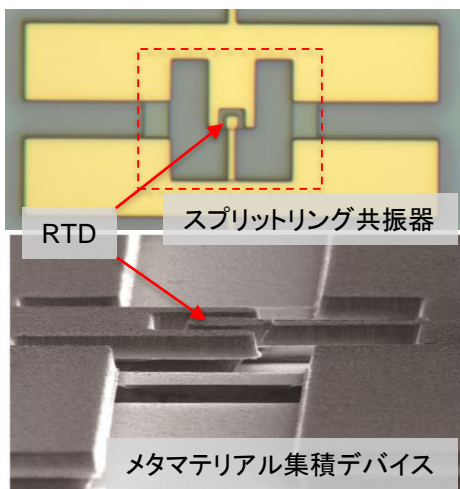
およそ100ギガヘルツから10テラヘルツの超高周波領域はテラヘルツ帯と呼ばれ、従来の光・電子デバイスは動作できなかったため開発がほとんどされてきませんでした。しかしながら、近年の精力的な研究開発によりテラヘルツ帯で動作するデバイスが徐々に生まれてきており、これらを用いた、超高速無線通信、イメージング、分光分析、物性・天文・生体などいろいろな分野にわたる計測などがデモンストレーションされ始めています。このように少しずつ現実味を帯びてきたテラヘルツアプリケーションですが、皆さんが日常的に意識せずに使うような存在となるにはまだまだ技術的に高い壁がいくつも存在します。本研究室では、それら障壁を打ち破り実際にテラヘルツアプリケーションを身近な存在にすべく、ナノ構造を用いることにより半導体の極限的な性能を引き出しテラヘルツで動作する電子デバイス、および、それらを用いたテラヘルツアプリケーションの研究を行っています。

- 共鳴トンネルダイオードを用いた高機能テラヘルツ発振器
- テラヘルツ動的メタマテリアル
- テラヘルツアプリケーション(大容量無線通信、レーダー、3次元イメージング)

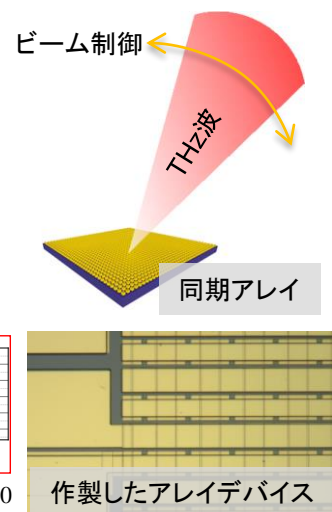
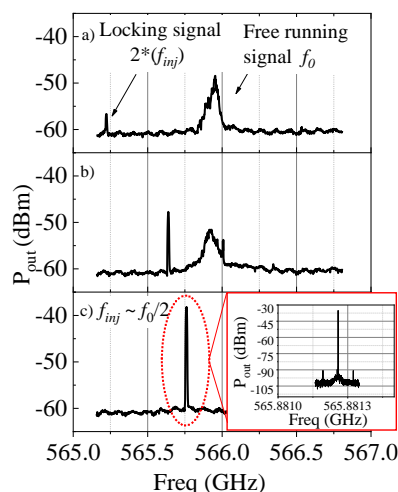
2 最近の研究成果

■ 共鳴トンネルダイオードを用いた高機能テラヘルツ発振器・動的メタマテリアル

テラヘルツ帯は非常に高周波であるため、高い発振周波数を得るには“超速い”電子デバイスが必要です。半導体の量子構造を用いた共鳴トンネルダイオード(RTD)は、電流電圧特性に微分負性抵抗を持ち、電磁波を増幅・発振させることが可能で、本研究室と浅田研究室とのこれまでの研究により電子の遅延時間を極限的に減らすことによりテラヘルツ動作を実現しました。現在、我々のRTDデバイスはあらゆる電子デバイスの中で世界最高の約2THzの発振を達成しています。本研究室では、このRTDの可能性をさらに広げるため、新たなメタマテリアル共振器との集積や、注入同期現象を用いた位相制御による出力合成・ビームフォーミングなどを現在研究しています。



作製したRTD・メタマテリアル集積構造



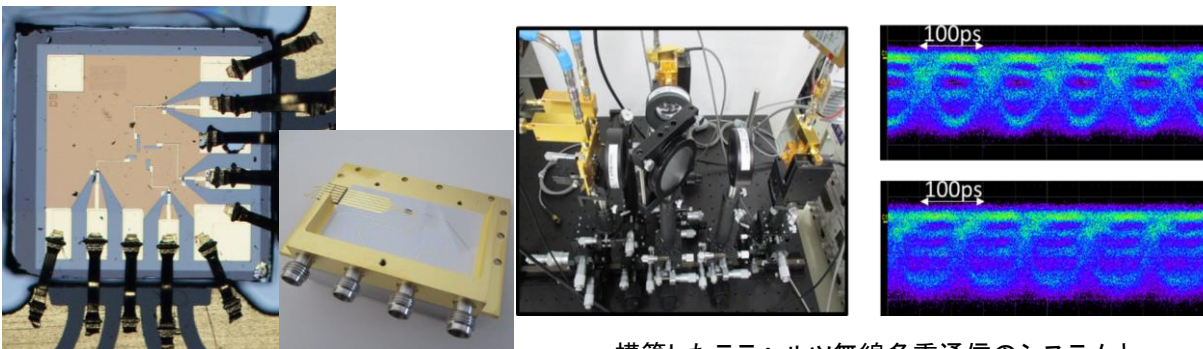
注入同期と大規模アレイの位相制御によるビームフォーミング

大岡山・デバイスグループ

■ テラヘルツアプリケーションの開拓

・ 1THz超高周波帯や周波数多重を駆使したテラヘルツ無線通信

テラヘルツ帯は非常に単純なことです。周波数が高いことから帯域が大変広く確保することができ、この超広帯域を用いれば簡単な変調方式（例えば0と1のオンオフ）でも100Gbpsを超えるような無線通信が可能です。そこで開発したRTD発振器を送信器として利用したテラヘルツ無線通信を研究しています。特に、小型電子デバイスではまだ例の無い1THzを超えるキャリアを用いた無線通信は、テラヘルツの広大な帯域を開拓する上で非常に重要なマイルストーンとなっており、そのため、この高周波通信に現在チャレンジし、テラヘルツ無線通信の可能性を明らかにすることを目標に研究推進しています。

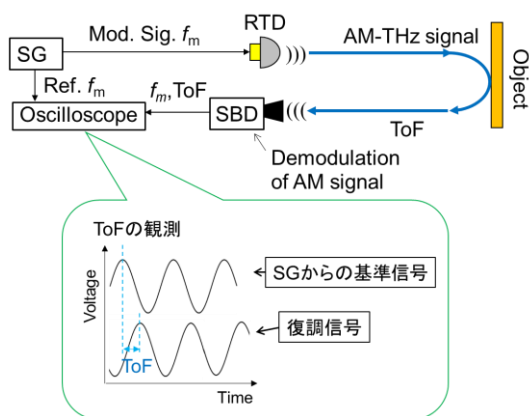


無線通信用RTD発振器とパッケージ

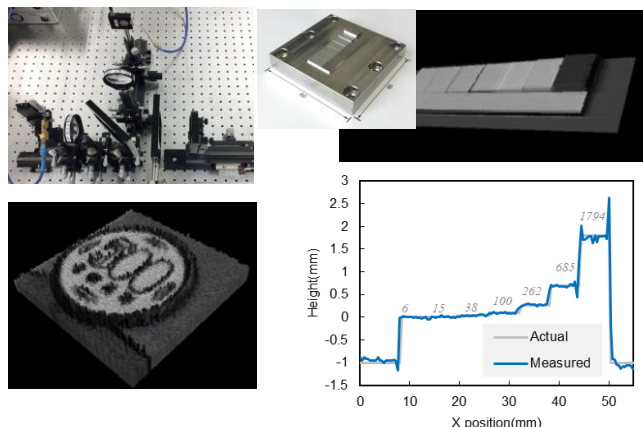
構築したテラヘルツ無線多重通信のシステムと多値伝送時のアイパターン

・ テラヘルツレーダー・3Dイメージング

テラヘルツはプラスチック、紙、服などのソフトマテリアルを透過する性質を持ち、セキュリティや非破壊検査への利用が期待されています。さらに、テラヘルツを用いたレーダーは、近年研究開発が始まったところですが、ミリ波よりも波長が短く高分解能にでき、粉塵や雪などでライダーの光が散乱されてしまう状況下でも影響をあまり受けずに測定が可能というメリットがあります。そのため、我々の研究室では、RTD発振器の高速変調特性を利用し、新たに考案した振幅変調連続波方式（AMCW）やサブキャリアを用いた周波数変調連続波方式（FMCW）によるテラヘルツ距離測定システムを研究しています。現在までに数10～100マイクロメートルの分解能のレーダーや、横方向分解能500マイクロメートルの3Dイメージングを達成しています。



AMCW方式テラヘルツレーダーシステム



構築した3Dイメージングシステム・測定データ

3 教員からのメッセージ

世界最速の電子デバイスとそれを用いた回路を作製し、新たなテラヘルツ応用にチャレンジしてみませんか。新しいことへのチャレンジはトラブル続きですが一つ一つアイデアを出しながら解決していく達成感があります。微細デバイス設計・作製からTHz計測・応用まで色々なことに触れて知識をつけてほしいと思います。