

研究スタッフ

教授： 尾辻 泰一、 准教授： 末光 哲也

助教： Yahya Moubarak Meziani

研究目的

電波と光波の中間に位置する**テラヘルツ帯**（THz帯：数百ギガヘルツ～数十テラヘルツ）は、多くの工学的応用が期待されており、近年、研究・開発が活発化しています。

尾辻・末光研究室では、集積化可能な半導体技術を駆使し、THz帯で動作する素子の開拓・実用化を目指しています。本研究室では、プラズマ波共鳴と呼ばれる物理現象を利用して、THz帯光源の創出を始めとし、超ブロードバンド信号処理・計測システムに関する研究を進めています。

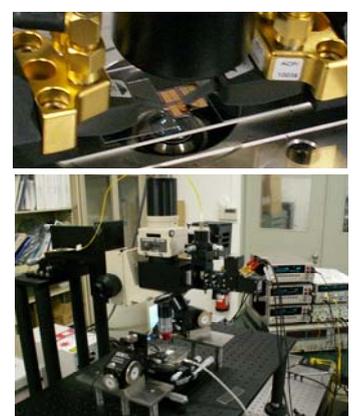
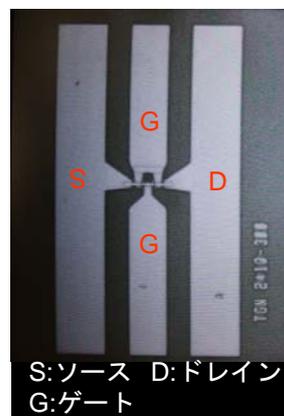
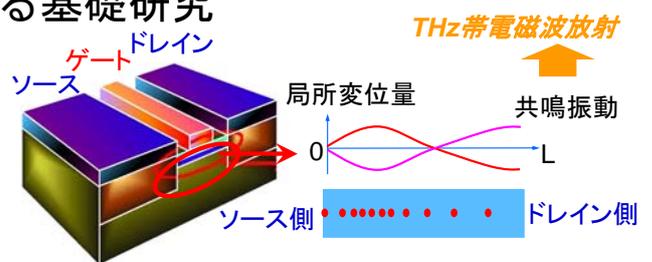
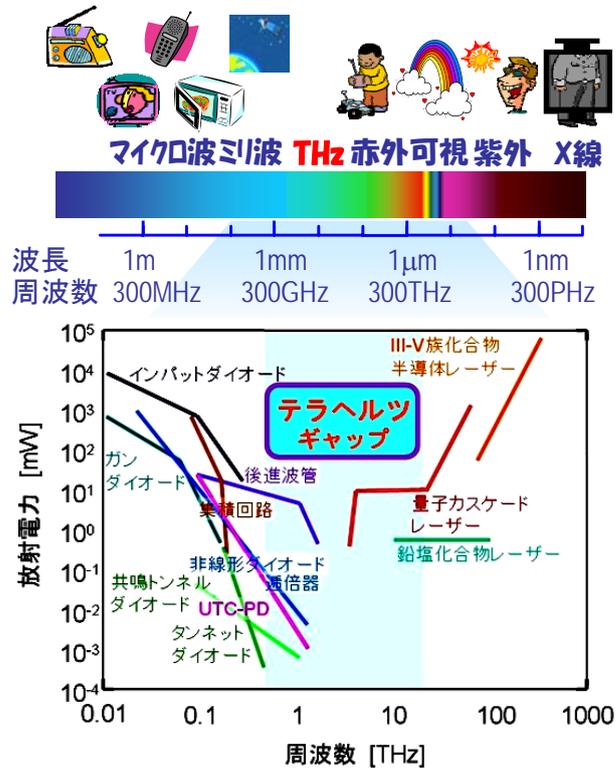
主な研究テーマ

1. 2次元電子プラズマ波共鳴に関する基礎研究

高電子移動度トランジスタ（HEMT）のチャンネル内で高濃度に凝集されたシート状電子集団は、プラズマ流体として振舞い、電子濃度と領域寸法（ゲート長）により定まる特定の周波数で共鳴状態となります。これが**プラズマ波共鳴**です^[1]。ゲート長が100ナノメートル（1mmの一万分の一）程度の微細なトランジスタでは、共鳴周波数はTHz帯に到達します。また、外部から電子濃度が変調可能なため、共鳴周波数が制御可能です。

私たちは、このプラズマ波共鳴を利用して、室温で動作可能な素子の実現を目指して研究を進めています^[2-3]。

- [1] T. Otsuji et al., Opt. Exp., 14, (2006) 4815.
- [2] T. Otsuji et al., Appl. Phys. Lett., 85, (2004) 2119.
- [3] T. Otsuji et al., IEICE Trans., E84-C, (2001) 1470.



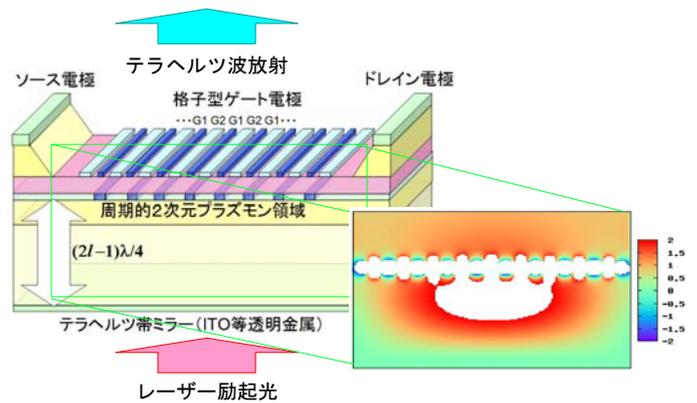
↑ InGaP/InGaAs pHEMTにおけるプラズマ共鳴励起

2. 集積型テラヘルツ光源の開発

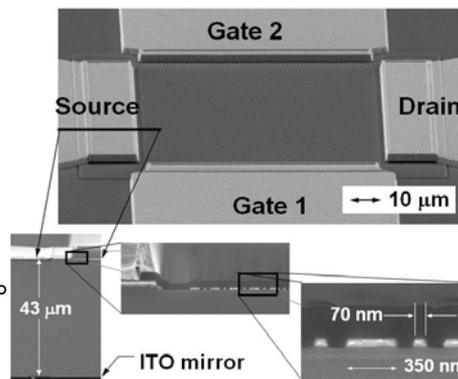
THz帯周波数領域の応用研究の促進には、発振／制御機能を有する素子が必要不可欠です。私たちは、常温で動作する広帯域THz帯光源として**プラズマ波共鳴型エミッター**（PRE）を提案しました。HEMTをベースとしており、既存の半導体加工プロセスで実現可能です。

赤外光を入力すると、周期的に形成された2次元電子層においてプラズマ波共鳴が励起されます。共鳴振動は格子ゲートのアンテナ機能により直ちにTHz帯の電磁波として放射されます。また、素子内部の縦型共振器によって放射強度がより増大します。従来のTHz帯光源に比べ、高効率なTHz波発生が期待できます。

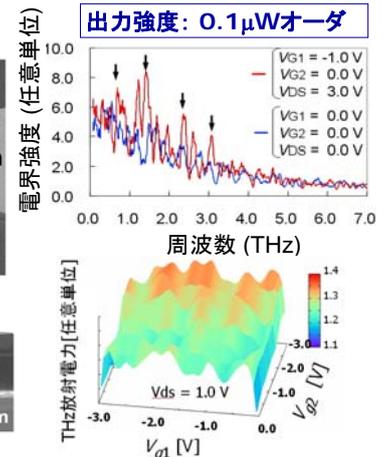
本研究室では、設計・試作・評価まで一貫して研究開発を進めています。



PREの構造と数値解析結果



PREの電子顕微鏡写真



PREの電磁波放射特性

3. プラズマ波共鳴を利用した超ブロードバンド通信技術の応用

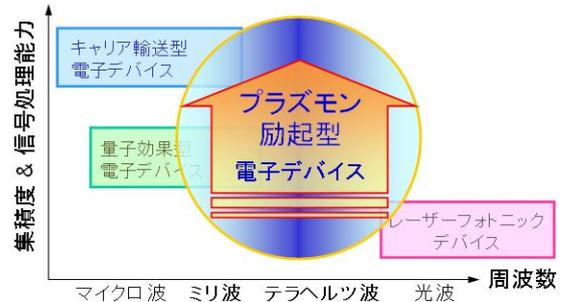
■ 分散制御に基づく信号処理回路応用

プラズマ波共鳴型デバイスは、光源として機能するだけでなく、様々な信号処理機能を実現することができます。プラズマ波共鳴の分散特性を電氣的・工学的に制御することにより、“巨大利得”、“超指向性”、“超ブロードバンド性”等が得られます。この分散特性を制御するという新しい概念に基づく信号処理回路・システムの創出を目指しています。

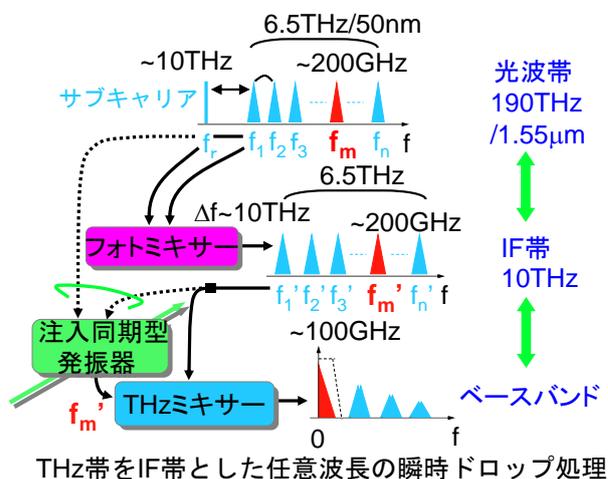
■ 超ブロードバンド信号処理への応用

現在、私たちは、無線における中間周波数帯（IF帯）での信号搬送／検波の概念に、THz帯を利用することで光ファイバ通信への高速化を考案しています。THz帯を光信号のIF帯とすることで、光が苦手とする複雑な電気信号処理を従来の処理システムよりはるかに超高速に実現できるものと考えています。

集中定数 → 分布定数 → 伝搬モード → 分散制御 → 回路理論



超ブロードバンド信号処理回路の新しいパラダイム



THz帯をIF帯とした任意波長の瞬時ドロップ処理