

「素材・デバイス・システム融合による革新的ナノエレクトロニクスの創成」
平成 26 年度採択研究代表者

H29 年度
実績報告書

浅野 種正

九州大学大学院システム情報科学研究院
教授

異種機能コデザインによるテラヘルツ帯ビデオイメージングデバイスの開発

§ 1. 研究実施体制

(1)「九大」グループ

- ① 研究代表者:浅野 種正 (九州大学大学院システム情報科学研究院 教授)
- ② 研究項目
 - ・アレイ型テラヘルツ検知デバイスの研究

(2)「産総研」グループ

- ① 主たる共同研究者:前田 辰郎 (産業技術総合研究所ナノエレクトロニクス研究部門 研究主幹)
- ② 研究項目
 - ・テラヘルツ検知用半導体ナノ素材・素子の研究

(3)「東大」グループ

- ① 主たる共同研究者:池田 誠 (東京大学大学院工学系研究科 教授)
- ② 研究項目
 - ・テラヘルツイメージング集積回路の研究

(4)「IR スペック」グループ

- ① 主たる共同研究者:小倉 睦郎 (アイアールスペック(株) 技術部長)
- ② 研究項目
 - ・テラヘルツカメラシステムの開発

§ 2. 研究実施の概要

テラヘルツ(10 の 12 乗ヘルツ、THz と表記する)の周波数をもつ電磁波は、電波と光の中間的な性質を併せ持つため、これを感じて映像化する装置を実現できれば、例えば金属製所持品を、着衣等を透過して即座に識別できるようになるなど、安全・安心の社会の実現を大きく加速することができます。本研究開発は、テラヘルツ電磁波を超高感度で検知する受信器を開発し、それをひとつの半導体チップ内に縦横に配列した撮像素子(イメージセンサー)を実現することを目標としています。昨年度までに、開発中の半導体を検波素子に用いて 1THz の電磁波を検知できることを実証しました。本年度は検波素子の感度向上など、撮像素子の実現に必要な要素技術の高度化を進めました。

テラヘルツ波をとらえるアンテナとして本研究では、集積化可能な高感度平面アンテナを提案、開発しています。前年度までにシミュレーションで最適化を進めてきた構造を、本年度はガラス基板上の製造するプロセスを開発して試作しました。その結果、無方向性アンテナに比べて約 4 倍の感度をもつことを実証できました。アンテナで受信した電波の大きさに比例した電気信号を作り出す検波素子として、本研究で提案しているガラス基板上の高移動度トランジスタの性能検証を進めました。計測システムが発生する電圧の不安定性を回避するための配線上の工夫を試験素子に施すなどして測定精度を向上させた結果、前年度に比べて感度を約 100 倍向上できることがわかりました(図 2-1)。周波数 1THz でのこの感度は世界最高水準であり、本研究の最終目標にほぼ匹敵します。理論的な面からも研究を進め、検出信号が理論的に予測されるものにほぼ一致することを確認するとともに、検波素子のさらなる高性能化に向けた設計指針を得ました。

検波信号を読み出す集積回路の開発では、絵素(ピクセル)を 7×8 に配列したチップを試作し、性能検証を実施しました。絵素ごとに検波素子へ適正電圧を印加する機能、同期検波機能、アナログ・デジタル変換機能を配置した特徴のある回路を試作しました。また、検波素子を配列したチップと読み出し集積回路チップを積層接続するための常温接合マイクロ電極形成と実装技術を開発するとともに、テラヘルツカメラとして動作させるためのシステム設計を進めました。

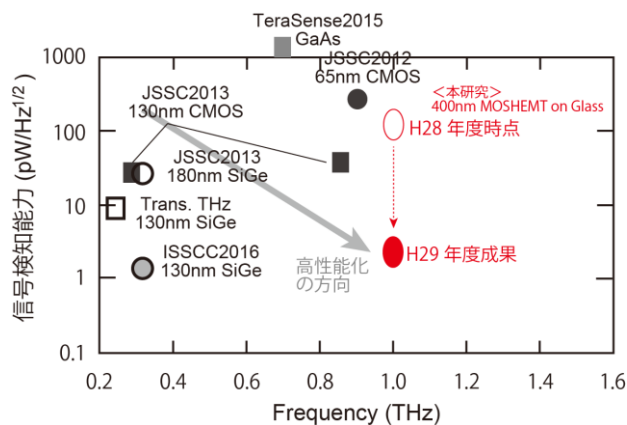


図 2-1 本研究で開発した半導体検波素子の性能と世界の研究成果との比較

○代表的な論文

E. Kume, H. Ishii, Hi. Hattori, W.-H. Chang, Y. Mukai, M. Ogura, H. Kanaya, T. Asano, and T. Maeda, "1.0 THz detection by InAs quantum-well MOSHEMT using GSG THz probe," 2018 IEEE Electron Devices Technology and Manufacturing Conference

Proceedings of Technical Papers, pp. 289-291, 2018.