

「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

H27 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
 - ・高利得アンテナの開発と小形化
 - ・アンテナ・微細 MOSFET の集積化最適設計と実装技術の研究

(2) 産総研グループ

- ① 主たる共同研究者: 前田 辰郎 (国立研究開発法人産業技術総合研究所ナノエレクトロニクス研究部門、主任研究員)
- ② 研究項目
 - ・高移動度微細 MOSFET の開発とモデル化
 - ・アンテナ・微細 MOSFET の集積化最適設計と実装技術の研究
 - ・InGaAs MOSFET ・ CMOS 混在回路設計技術の開発

(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
 - ・InGaAs MOSFET ・ CMOS 混在回路設計技術の開発
 - ・ピクセルレベル低雑音読み出し回路の開発
 - ・読み出し制御, 画像化回路の設計・実装

(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式会社、技術部長)

② 研究項目

- ・アンテナ・微細 MOSFET の集積化最適設計と実装技術の研究
- ・読み出し制御. 画像化回路の設計・実装

§ 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、それを縦横に配列した集積回路をひとつの半導体チップ内に組み込んだ撮像素子(イメージセンサー)を実現することを目標としています。本年度は、センサーの各機能部の研究開発と全体を組み立てるために必要となる技術の開発を行いました。

テラヘルツ電波の入り口となるアンテナについて、感度を高めることができる新しい構造を考案しました。図2-1は、従来型のアンテナと本研究で開発中のアンテナの感度特性を計算機シミュレーションによって調査した結果を示すものです。新しいアンテナでは、一方向(図では上方向)から到来する電波に対して高い感度をもつことがわかります。構造を最適化することで、方向をもたない場合に比べ、感度を約10倍高めることができることがわかりました。

次に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部について検討しました。本研究では電子が高速で動く半導体材料をナノメートルサイズに加工したトランジスタを用いて感度を高めることを提案していますが、テラヘルツ電波よりも周波数の低い範囲で実験を行った結果、この提案が正しい方向であることを検証できました。また、この実験で用いたトランジスタよりも大幅な高性能化が期待できる半導体材料の形成とそれをトランジスタに加工するための技術を開発し、周波数の高い電波にまで応答できることを実証しました。

電波の強さに応じた電気信号を画像化するためのLSI部の構成と仕様を定め、内部の回路の設計を進めました。また、アンテナ、検波器、LSIを組み立て実装するのに必要なマイクロ電極の形成と接合技術に関する研究開発を進めました。その結果、所望の大きさになった時点で成長が自己停止する機能をもつマイクロ電極形成技術を開発しました。また、接合については、常温で接合する技術を既に開発していましたが、独自に考案・作製したセンサーを使って接合挙動を調べることに成功しました。この成果を発表した大学院生が、平成28年3月の応用物理学会で奨励賞を受賞しました。

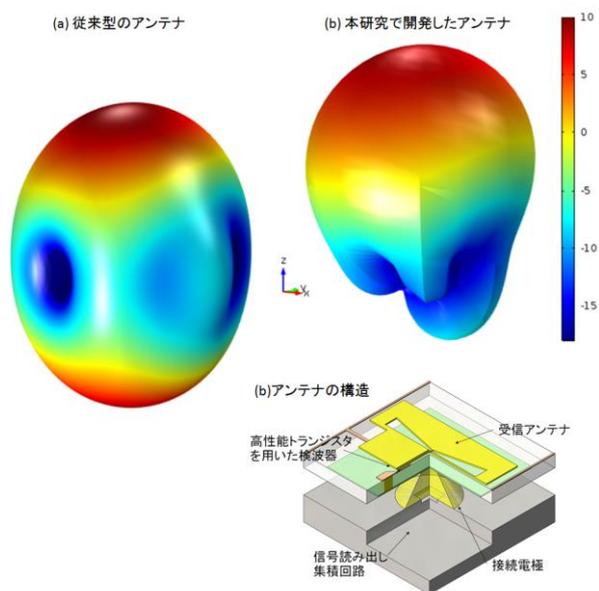


図 2-1 本研究で開発中のアンテナの受信特性シミュレーション結果

○代表的な論文

1) K. Iwanabe, K. Nakadozono, Y. Senda and T. Asano, "Bonding Dynamics of Compliant Micro-Bump During Ultrasonic Bonding Investigated by Using Si Strain Gauge", Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 55, No. 6, 06GP22 (2016). <http://doi.org/10.7567/JJAP.55.06GP22>

2) H. Kanaya, T. Oda, N. Iizasa and K. Kato, "300 GHz One-Sided Directional Slot Array Antenna on Indium Phosphide Substrate", Proc. 2015 International Symposium on Antennas and Propagation, p. 24, 2015.

3) H. Kanaya, T. Oda, N. Iizasa and K. Kato, "Planar array antenna with director on indium phosphide substrate for 300GHz wireless link", SPIE Photonics West 2016, 9747-73, 2016.