

研究成果最適展開支援事業 (A-STEP) FS ステージ (シーズ顕在化) 事後評価報告書

プロジェクトリーダー (企業責任者) : ロックゲート (株)

研究責任者 : (独) 理化学研究所 河野 行雄

研究開発課題名 : オールインワンチップ構造による高空間分解能テラヘルツイメージングの開発

1. 研究開発の目的

テラヘルツ (THz) 電磁波を用いたイメージングは材料・生体検査などへの応用が期待されているが、空間分解能の向上と、それに伴って急激に減少する光量の高感度検出という大きな課題に直面している。本研究開発では、アパーチャー、平面プローブ、検出器という基本構成要素を半導体ヘテロ構造ワンチップに集積し、ヘテロ界面に形成される 2 次元電子ガスにより近接場 THz 検出を行う技術と検出器を高精度にスキャンする技術を融合する。この開発から、実用レベルの検査技術としての高分解能 THz イメージングを目的とする。本技術は、これまで大まかな情報しか得られなかった、あるいは手の届かなかった物質材料検査や生体系検査に大きな威力を発揮することが期待できる。

2. 研究開発の概要

①成果

電磁界解析で得られた近接場 THz 電場分布に関する計算結果を基に、ワンチップ高分解能 THz イメージングデバイスのプローブ形状を最適化した。また、XY 方向の走査を駆動させる piezo 素子を低ノイズ化して安定化させるとともに、チューニングフォークの電流を Z 軸可動ステージにフィードバックする走査機構を開発し、イメージングデバイスと被測定試料表面との距離を高精度に一定に保つことを可能にした。さらに、この走査機構に THz イメージングデバイスを搭載して目標とした $0.5 \mu\text{m}$ の分解能が得られることを検証し、本技術が近接場 THz 光を用いてナノ領域での検出を可能にする技術であることを実証した。

②今後の展開

本プロジェクトで分解能が大きく向上したことから、次のステップとして測定時間の短縮につながる S/N 比の改善に知り組む。このために、感度が高くノイズの低い検出器を実現するためのカーボン材料の探索や検出信号読み出し用電子回路の低ノイズ化、デバイス構造に合わせたチューニングフォークの最適化などを検討する。さらに、実用化に向けて THz 検出器や走査機構の耐久・劣化試験やコンピュータによる測定的全自動化などの検討も進めていく。

3. 総合所見

近接場効果を利用した半導体検出デバイスを開発し、THz 測定で $0.5 \mu\text{m}$ という空間分解能を実現させたことは、国際的にも先進性が認められるインパクトある成果であり、イノベーション創出の期待が高まった。今回の成果を踏まえて立案された次のステージに向けた研究開発計画も具体的かつ的確であり、検出感度のさらなる向上を目指して展開し、進展させることを期待する。