

平成25年度「THzギャップを埋める実時間THzカメラの研究開発」の研究開発目標・成果と今後の研究計画

1. 実施機関・研究開発期間・研究開発費

- ◆実施機関 日本電気株式会社
- ◆研究開発期間 平成24年度から平成26年度(3年間)
- ◆研究開発予算 総額281百万円(平成25年度93百万円)

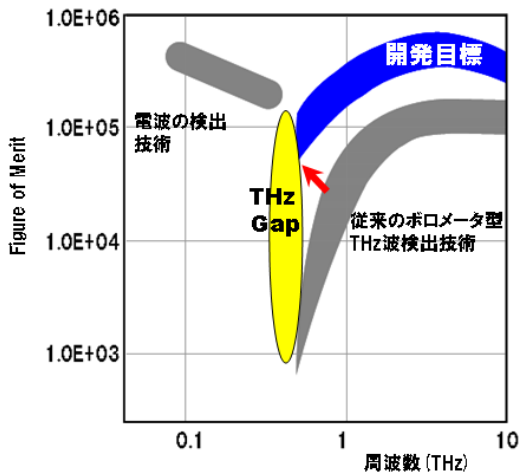
2. 研究開発の目標

災害現場やセキュリティ分野で役立つハンディTHzカメラを開発し、その実用性を実証することを目的とする。現状の技術では、85GHzや0.25または0.5THzのセキュリティ用途のカメラは走査機構を必要としており大型である。一方、現状のリアルタイムのハンディTHzカメラの感度は2THz以下で感度が低下する。つまり0.5~2THzの周波数領域には、リアルタイムのハンディTHzカメラが存在しない(カメラにとってのTHzギャップ)。この周波数領域で高感度のアレイセンサを開発すると、走査機構が不要なハンディTHzカメラを実現することができる。

今回、0.5~2THzの周波数領域で高感度化を図り、走査機構の不要なリアルタイムのハンディTHzカメラを開発することにより、災害現場やセキュリティの分野において使い易い装置を社会に提供することができる。

3. 研究開発の成果

- ◆低周波数での高感度化のための画素構造を有する320x240THzアレイセンサの試作・評価を行い、500-600GHz付近での感度が約1桁改善されていることを確認。また同じ画素構造を有する最終目標の640x480THzアレイセンサの試作を行った。
- ◆640x480THzアレイセンサの感度を評価するカメラおよび実証実験に使う640x480THzカメラの試作が完了。4x4画素に渡って1つの大きな画素を形成したアレイセンサを評価するカメラの設計に関し、ビューソフトウェアの改良により640x480THzカメラと同じハードウェアを活用できることが分った。
- ◆THz技術の用途に関するユーザーニーズ調査および実証実験に関するシミュレーションを行った結果、模擬セキュリティの状況下でのコンパクトな実証実験機を来年度開発することが有意義であることが分った。それに基づき実証実験機で用いるTHz光源用コリメータとTHzカメラ等の設計・試作を行った。



①THzアレイセンサの低周波数化・多画素化の技術

低周波数領域での高感度化のための製造プロセスを320×240と640×480アレイセンサに適用

②THzカメラの開発とアレイセンサの評価技術

640x480THzカメラの試作・評価
上記アレイセンサの感度評価

③模擬災害または模擬セキュリティの状況下でのカメラの実証実験

光源の導入、光源用光学系の設計・試作
モデル計算による実証実験の検討

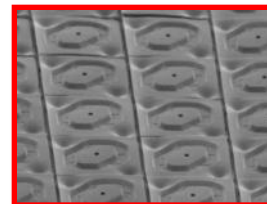
① THzアレイセンサの低周波数化・多画素化の技術

(1) 低周波数化画素構造開発

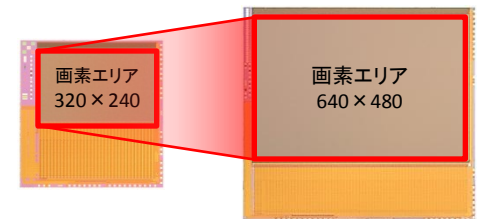
昨年度の研究において課題となっていた、センサの製造工程における加工性および耐熱性を解決し、歩留りを向上させると共に低周波数における高感度化を実現した。

(2) 実証実験機用部品の設計と試作

改善した製造工程を320×240THzアレイセンサに適用し、感度が向上することが分った。同じ製造工程と画素構造を640×480THzアレイセンサに適用し試作を完了させ、画素数をこれまでの4倍にした。



試作した画素の電子顕微鏡写真



画素数4倍を実現

平成25年度「THzギャップを埋める実時間THzカメラの研究開発」の研究開発目標・成果と今後の研究計画

② THzカメラの開発とアレイセンサの評価技術

(1) アレイセンサの評価

320x240THzアレイセンサの評価を行い、485GHzでNEP=1,350pWを達成した。更に4x4画素ビンニング処理によりNEP=360pWに改善することが分った。この値は本委託研究の感度目標を達成している。

(2) 640×480画素THzカメラおよびアクティブイメージング用レンズの開発

前年度の設計を基に640x480THzアレイセンサ評価用カメラを試作し動作を確認した。また本カメラと組合せて用いるアクティブイメージング用レンズを試作した。

(3) 外部同期THzカメラの開発

外部同期THzカメラを試作し、THz自由電子レーザーと組合せて、基本動作が機能することを確認した。

(4) 160×120アレイセンサ評価用THzカメラの設計

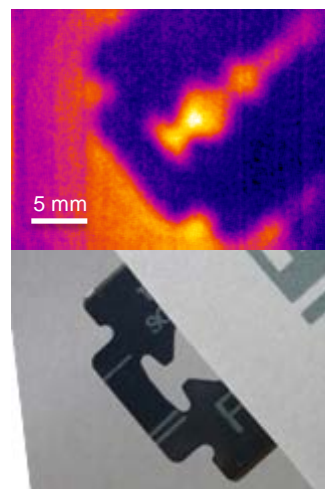
640x480画素THzカメラと同じハードウェアを活用し、ビューソフトだけの改修により、4x4画素に渡って1つの大きな画素を形成した160x120アレイセンサの評価を行える設計とした。

(5) 485GHzソースを用いたアクティブイメージング

試作した320x240THzアレイセンサを実装したカメラとアクティブイメージング用レンズを用い、485GHzにおけるイメージングを行った。ビームウォーピングと周波数変調を組合せることで、画像に重畳する干渉パターンを低減できることが分った。



開発したVGA-THzカメラとアクティブイメージング用レンズ



485GHzアクティブイメージングの例：
封筒に入れたカミソリの透過像
(上：テラヘルツ画像、下：可視画像)

③ 模擬災害または模擬セキュリティの状況下でのカメラの実証実験

(1) ユーザーニーズ調査

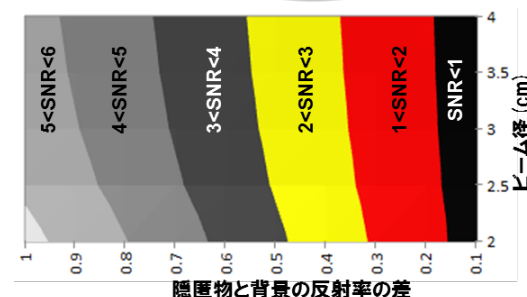
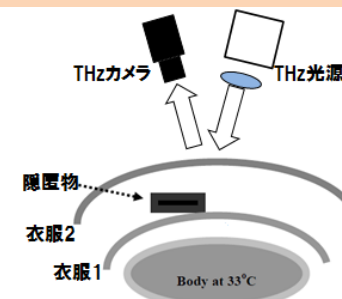
THz技術の用途に関しユーザーニーズ調査を実施し、実証実験機への要求項目として、近距離用途で実時間撮像が可能で使い勝手の良いコンパクトな装置であることが分った。

(2) シミュレーション

反射配置と透過配置の実証実験機に関し、模擬セキュリティ状況下でのシミュレータを開発し信号雑音比(SNR)を予測。来年度、実証実験機を試作する際、この結果を反映させる。
右図：反射配置のシミュレーション結果
(前提：光源/6mW, NEP/200pW, 総合透過率/17%, 鏡面反射と拡散反射の混合比50%)

(3) 実証実験機用部品の設計と試作

以上の結果等に基づき、THz光源の導入、光源用コリメータおよびTHzカメラの設計・試作を実施。



4. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等) ※成果数は累計件数と()内の当該年度件数です。

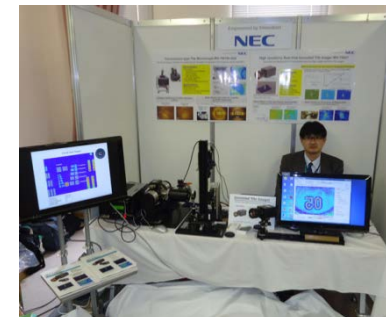
	国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	プレスリリース	展示会	標準化提案
THzギャップを埋める実時間THzカメラの研究開発	3 (2)	0 (0)	0 (0)	8 (7)	0 (0)	4 (2)	0 (0)

5. 研究成果発表等について

(1) International Workshop on Optical Terahertz Science and Technology(OTST)での展示

日時:2013年4月2-5日、場所:京都市/ホテル テルサ

弊社のTHzカメラと米国LongWave Photonics LLC(LWP社)のTHz量子カスケードレーザ(QCL)を用いた動態展示を行った。今回の展示により、従来問題であった同光源の干渉パターンを除去する技術を弊社が開発し、見易いTHz画像を提供できることをアピールすることができた。また本委託研究で開発した低周波数・高感度化THzカメラでTeraSense社(隣のブース)の100GHz光源を検出できたことも実証実験として意義が大きかった。



(2) The 38th International Conference on Infrared, Millimeter and Terahertz Waves での展示

日時:2013年9月2-5日、場所:ドイツ マインツ/Rheingold Hall

弊社のTHzカメラとLWP社のTHz-QCL光源を用いた動態展示を両社共同で行った。今回の展示のポイントは、(1)従来問題であった同光源の干渉パターンを除去する技術を弊社が開発したこと(OTSTでの展示に比べ改善)、(2)LWP社の光源がより小型になったことである。これらを組合せた実際の動態展示において、非常に見易い画像を提供でき、細かい特徴まで見分けられることを見学者にアピールすることができた。



6. 今後の研究開発計画

640×480画素THzアレイセンサの製造プロセスの改善を行う。さらに23.5 μmピッチ640×480画素の読出回路上に4×4画素を一つの画素とした94 μmピッチ160×120画素のアレイセンサを開発し、受光面積を広げることで低周波数THz波帯での感度向上を試みる。以上2つの施策の何れかの方法で500GHz付近におけるNEP約500pW以下を実現する。

640×480画素アレイセンサのNEP等の感度評価、160×120画素THzアレイセンサの評価カメラの開発および同アレイセンサの感度評価を行い、NEP等の測定値を最終目標と比べて目標達成度を評価する。それと共に世界の中での成果の位置付けも行う。

模擬セキュリティの実証実験に用いるTHzイメージング装置を開発する。同装置は、500-600GHz程度のTHz光源、サンプルホルダ、光学系、THzカメラ、およびパソコン等で構成され、反射型と透過型のデモ装置を開発する予定である。同実証実験機を用いて模擬セキュリティ(布等の下や封筒等の中の物体の検出等)のデモ実験を行う予定である。