

「テラヘルツ波新時代を切り拓く革新的基盤技術の創出」

1 THz 帯高検出能常温検出器技術の研究

研究機関名：静岡大学

所属名：創造科学技術大学院、電子工学研究所

代表研究者：教授 廣本宣久、終了2013年度（平成25年度）

共同研究者：青木誠（静岡大学、現在 情報通信研究機構）、Tiwari Ajay（静岡大学、現在 Micron Memory Japan, Inc.）、佐藤弘明（静岡大学）、武田正典（静岡大学）、猪川洋（静岡大学）

研究・成果概要

本研究の成果

(1) THz帯高検出能常温検出器の設計、製作、評価技術の確立、性能の実証

アンテナで受信したTHz波を熱に変換するヒーターとジュール熱による温度変化を検出するサーミスタを独立して設計できるSi基板上の1THz帯アンテナ結合ポロメータを提案（図1）し、設計・製作技術を開発した。

1THzショットキーバリアダイオード通信器光源を用い、アンテナ結合ポロメータの性能評価を行うシステムを確立し、THz周波数1.01 THzで、1200 V/W、NEP 4.6×10^{-11} W/Hz^{1/2}、THz波受信信号のカットオフ周波数7 kHz（図2）が得られ、目標性能を実現できた。感度評価で用いたTHz波の入射エネルギーは、照射面積 $\lambda/2 \times \lambda/2$ の 6.5×10^{-9} Wである（図3）。

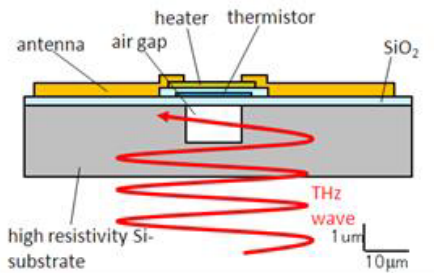


図1 1THz帯アンテナ結合ポロメータの構造（アンテナ中央の断面）

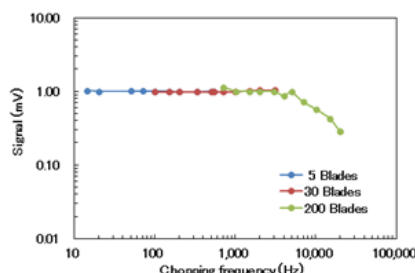


図2 アンテナ結合ポロメータのTHz受信信号電圧のチョッピング周波数依存性

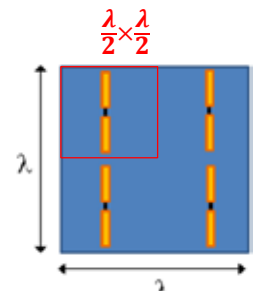


図3 感度評価で仮定したTHz波の照射面積 ($\lambda/2 \times \lambda/2$)

(2) 黒体放射光源に基づくテラヘルツ検出器の感度・NEPの較正法の研究

理化学研究所テラヘルツ光源研究チーム（南出泰重チームリーダー）と共同で、黒体放射光源を基準とする常温テラヘルツ検出器の感度・NEPの較正法を確立した。

その後の研究の成果

科研費基盤研究（B）「微細メアング構造を用いた高感度アンテナ結合テラヘルツポロメータの研究」（15H03990）において、メアング細線によるサーミスタの高抵抗化を図り、高感度化を実現した。これにより0.1 μm幅・89.5 μm長のTiサーミスタのアンテナ結合ポロメータ（図4）でも、明確にTHz波のアンテナ受信が確認され（図5）、THz周波数0.99 THzで、感度7600 V/W（図6）、NEP 6.4×10^{-12} W/Hz^{1/2}、THz波受信信号のカットオフ周波数5.5 kHzの高い目標性能を達成した¹⁾。

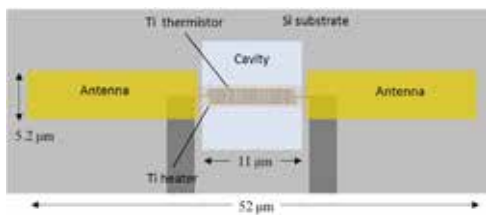


図4 微細メアング細線サーミスタのアンテナ結合ポロメータの構造

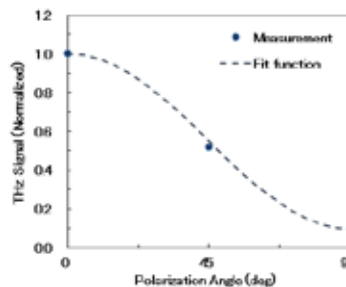


図5 微細メアング細線サーミスタのアンテナ結合ポロメータによる受信信号の偏光依存性

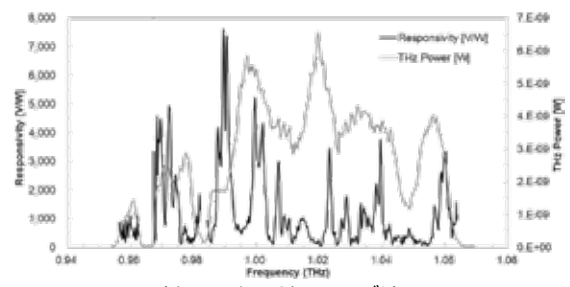


図6 入射THz波と微細メアング細線サーミスタのアンテナ結合ポロメータの感度のスペクトル

1) N. Hiromoto, A. Banerjee, D. Elamaram, M. Aoki, C. Apriono, H. Satoh, E. Bruendermann, E. Rahardjo and H. Inokawa, "High Responsivity and Low NEP of Room-Temperature Terahertz Antenna-Coupled Microbolometers with Meander Titanium Thermistor," 44th International Conference on Infrared, Millimeter and Terahertz Waves (IRMMW-THz 2019), (Paris, France), Tu-Po2-77 (Sept. 2019).

想定する分野・用途

非冷却（使い易い）、高検出能、良コストのTHz検出器技術により、工・鉱・農・林・水産、情報など産業、医療健康、インフラ、安全・防犯の現場での非破壊検査装置や単機能、単目的のセンシング・イメージング装置の開発、普及が進むことが期待される。

最終目標

高感度・低雑音を実現するポテンシャルを持つ、アンテナ結合ポロメータの技術をさらに発展させ、常温物体のパッシブセンシングが可能な1THz帯高検出能非冷却検出器を実現し、THzセンシング・情報の分野を我が国がリードする。

産業界への期待・要望

本研究開発を基礎基盤として、様々な分野でのTHzセンシングの利用を可能とする、アンテナ結合ポロメータ常温THz検出器・アレイの研究を、民間企業で発展させていただくことを期待する。