

テラヘルツカメラの高感度化と分光感度特性の評価

Development and sensitivity evaluation of high-sensitivity terahertz camera

東大院理¹, 東大院工², 理研³, 日本電気⁴

○根本夏紀¹、神田夏輝^{2,3}、小西邦昭²、倉科晴次⁴、佐々木得人⁴、小田直樹⁴、五神真^{1,2}

Univ. of Tokyo¹, RIKEN³, NEC⁴

Natsuki Nemoto¹, Natsuki Kanda^{1,3}, Kuniaki Konishi¹,

Seiji Kurashina⁴, Tokuhiro Sasaki⁴, Naoki Oda⁴, Makoto Kuwata-Gonokami¹

E-mail: gonokami@phys.s.u-tokyo.ac.jp

周波数が 0.1~10THz 程度のテラヘルツ(THz)電磁波は紙やプラスチックに対する透過性が良いことや、水分子との相互作用が強いことから、セキュリティやバイオセンシングなどへの応用が特に期待されている。これらの応用において、リアルタイムに THz イメージ画像を取得可能な THz カメラの開発は重要な課題の一つとなっている。NEC はこれまでに、非冷却ボロメータアレイを用いた THz カメラ (IRV-T08030) [1,2]を開発した。今回我々は、テラヘルツ領域での感度向上を目的としてボロメータ受光素子構造を改良したカメラを作製し、その分光感度特性評価を行った。

IRV-T0830 は、カメラに入射した THz 波の吸収によって生じる温度変化を、薄膜ボロメータ材料である酸化バナジウムにおける抵抗変化として感知することで THz 波を検出している。また、吸収層を透過した THz 波を再び吸収層に入射させるために、ボロメータ薄膜下のエアギャップ層の最下部に反射膜を配置している。光学的干渉効果によって、エアギャップ層厚と検出感度は密接に関係していることが明らかになっているが[1]、今回、このエアギャップ層の光学的厚さをより増大させて THz 領域の波長に近づけることにより、更なる検出感度向上を狙った。

感度特性の測定実験の実験配置図を図 1 に示す。測定に用いた THz 波は、LiNbO₃ 結晶を用いたパルス面傾斜法により発生させた。THz 波のスペクトル情報を得るために電気光学サンプリングによる検出系を構築し、THz カメラで THz 波を観察するための系と、フリップミラーによって切り替えられるようにした。THz カメラを回転させることで偏光依存性を評価し、THz カメラに THz 波を入射させる直前にバンドパスフィルターを挿入することで周波数依存性を評価した。

今回新たに開発した THz カメラと IRV-T0830 の 2 つのカメラで顕著な入射偏光依存性が確認された。そこで、感度比較の際に、入射偏光方向に対して平均化したカメラのカウント数から平均感度を算出し、さらにフィルターの分光特性を取り込んで、カメラの分光感度特性曲線を推定した。得られた感度特性のグラフを図 2 に示す。これより、今回開発した THz カメラは IRV-T0830 に比べて、1~2THz の領域で 3 倍以上の感度向上が実現されていることがわかる。

LiNbO₃ から発生させた THz 波を中心周波数 1THz、

半値全幅 0.24THz のバンドパスフィルタに透過させた後の THz 波像を図3に示す。IRV-T0830 に比べ、今回開発した THz カメラではより鮮明なビームスポット像が得られており、カメラとしてより高い性能が実現されていることがわかる。

当日は、デバイス構造の詳細や、実験的に得られた Noise Equivalent Power の値などについても議論する予定である。

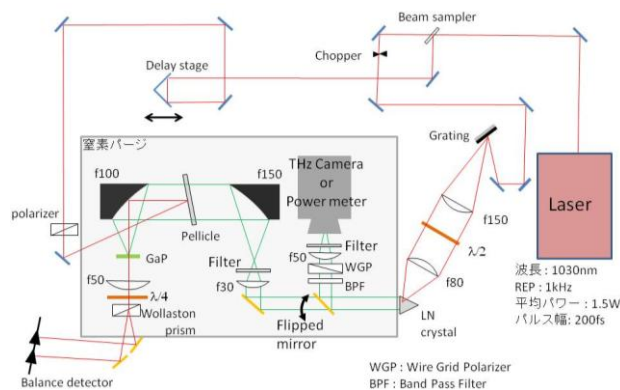


図 1：実験配置図

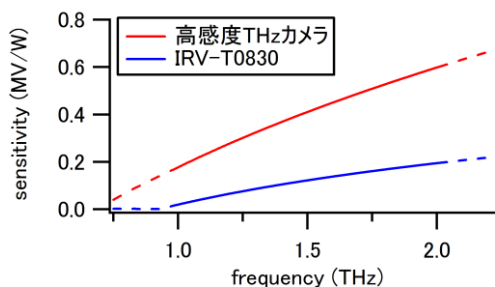


図 2: 今回開発した THz カメラと IRV-T0830 の感度特性

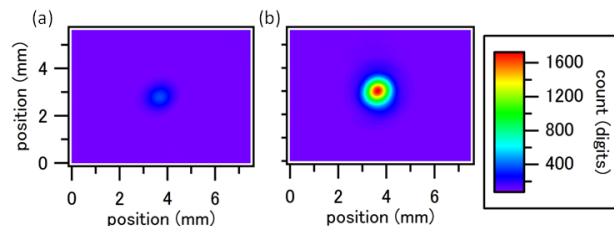


図 3 : 1THz における(a)IRV-T0830 と(b)開発した THz カメラの THz 波像

- [1] N. Oda, Comptes Rendus Phys. **11**, 496 (2010).
 [2] N. Oda *et. al.*, Proc. SPIE, **8363**, 83630A (2012)