



# Study on Terahertz Bolometer with High-Impedance Antenna

著者	Aji Arie Pangesti
year	2022-06
出版者	Shizuoka University
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10297/00029206">http://hdl.handle.net/10297/00029206</a>

本論文は、テラヘルツ波を検出するためのアンテナ結合型ボロメータの感度向上を目的として、高インピーダンス・アンテナを導入した効果を、シミュレーション及び実験により明らかにしたものである。

第1章では、テラヘルツ波の特徴や用途を概観し、既に報告されている検出器の方式や性能についてまとめている。特に、入射するテラヘルツ波をアンテナで受けヒーターの温度変化をサーミスターによって検出するアンテナ結合型ボロメータのスケーリング則について述べ、ヒーターとサーミスターを共に高抵抗化する及び高抵抗ヒーターに対応する高インピーダンス・アンテナを導入することの重要性について説明している。

第2章では、電磁界シミュレーションに基づき、1 THz で動作するアンテナ結合型ボロメータの設計と寸法の最適化を論じている。具体的には、高インピーダンス・アンテナとして開ループ折り返しダイポールアンテナ (FDA) を想定し、様々なアーム数  $N$ 、アンテナ線幅  $W_a$ 、アンテナ線間隔  $S$  に対してインピーダンス虚部がゼロとなるアンテナ長  $L_r$  と対応するインピーダンス実部 (共鳴抵抗  $R_r$ ) を求めた。次に負荷抵抗 (ヒーター抵抗) を  $R_r$  とした時のアンテナ実効面積  $A_e$  を求め、入射電力あたりの温度上昇を決める熱抵抗が  $R_r$  に比例すると仮定して性能指数 ( $FOM=A_e \times R_r$ ) を定めた。FOM は  $N=3$ ,  $W_a=1 \mu\text{m}$ ,  $S=4 \mu\text{m}$  で最大となり、従来の半波長ダイポールアンテナに対して15倍の性能向上が期待できることが分かった。

第3章では、前章のアンテナ設計に基づくボロメータを試作し、電氣的ならびに光学的に評価した結果を示している。サーミスターは蛇行 (メアンダ) 構造により既に  $21.9 \text{ k}\Omega$  に高抵抗化しているため、ヒーター抵抗のみを  $92$  から  $1122 \Omega$  の広範囲で変化させて高抵抗化の効果を確認した。電氣的な感度や検出限界 (NEP) は高抵抗化により最大2.5倍改善できること、光学的には半波長ダイポールに比べて1.6倍改善できることが分かった。電氣的な性能のヒーター抵抗依存性は、ヒーター抵抗に依って変化する熱抵抗と、その他の部分による一定の熱抵抗を考えることでモデル化できることが分かった。光学的な性能は、さらにアンテナを内部抵抗を持つ電圧源と考えることで定性的にモデル化できることが分かった。

第4章では、シミュレーション及び実験により得られた結果をまとめ、アンテナ結合型ボロメータの性能をさらに向上させる指針を示している。

以上のように、本論文はテラヘルツ用ボロメータに関する有用な知見を与えており、博士 (工学) の学位論文としてふさわしいものと認められる。