

4K 冷凍機冷却高感度テラヘルツ光伝導検出器イメージングシステム による低温物体の放射率測定

Emissivity measurement of cold objects by a THz-imaging system using a
4 K-cryocooled photoconductive detector with high detectivity

静大創造院 °青木誠, 廣本直久

Shizuoka Univ. °Makoto Aoki, Masanori Takeda, Norihisa Hiromoto

E-mail: dmaoki@ipc.shizuoka.ac.jp

はじめに テラヘルツ波は、生産品の異物・欠陥検査、危険物・禁止薬物検査等のイメージング応用が期待されている。テラヘルツ波イメージングには、フェムト秒レーザ励起テラヘルツ波パルス、QCL などを光源に用いたアクティブ方式以外に、光源を用いずに測定対象からの熱放射を検出するパッシブ方式の検出がある。パッシブ方式の検出では、非常に微弱な熱放射を検出しなければならず、高感度な検出器が必要である。我々は、高感度な光伝導検出器と 4 K-GM 冷凍機を組み合わせた広帯域・高感度かつ使い易いテラヘルツ検出器を開発し、その応用としてテラヘルツパッシブイメージングの研究を進めている。

テラヘルツ波による低温物体の測定 パッシブ測定では、測定対象からプランクの放射則にしたがって放射される電磁波を検出する。常温物体からは 10 μm 近辺の赤外線が最も多く放射されているため、常温近辺の物体のパッシブ画像を得る場合、8-14 μm 帯の非冷却赤外線カメラが現在よく使用されている。放射のピーク波長は、温度が減少するにつれて長波長側にシフトする。特に、液体窒素冷却温度では、赤外線放射量が大幅に減少するために、赤外線カメラでの測定は困難である。それに対して、テラヘルツ波の場合、液体窒素冷却温度であっても放射エネルギーと測定対象の温度の線形依存性が成り立つ。したがって、低温物体のパッシブ測定を行う場合、赤外線よりもテラヘルツ波を使用した方が優位になる。今回は、1.5-3.0 THz 帯に感度を持つ圧縮型 Ge:Ga 検出器を用いて、低温物体の放射率測定を行った。**実験装置** 液体窒素温度での測定を行うために、テラヘルツパッシブイメージング装置[1]の XY スキャンステージ上に小型の真空断熱容器を設置し、その中に無酸素銅 (金メッキ) 製の冷却ステージを設けた。冷却ステージ上には、サンプルの温度をモニタリングするために白金薄膜温度

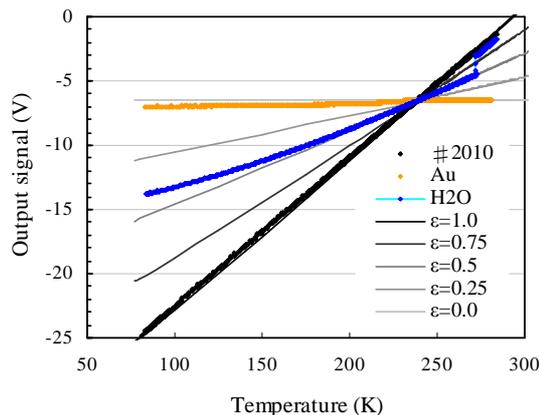


Fig. 1. Temperature dependence of THz intensity from sample. Thin black-lines are theoretical calculations for different emissivities.

センサを取り付けた。冷媒には液体窒素を使用した。また、サンプルに霜が付着するのを防ぐために、光学系全体をアクリルカバーで覆い、乾燥窒素ガス雰囲気下で測定を行った。

実験結果 図 1 に各放射率での測定対象の温度と装置の出力信号依存性の計算結果を示す。この依存性と、サンプルの温度と出力信号の測定から、サンプルの放射率を求めることができる。サンプルには、#2010 Velvet coating (Sumitomo 3M) を塗布したアルミ板、金メッキした無酸素銅製の冷却ステージ、そして純水を用いた (図 1)。#2010 Velvet coating と冷却ステージは、77 K から常温までの幅広い温度で、それぞれ 1 と 0 に極めて近い放射率を持つことがわかる。純水では 273 K で液体-固体相転移による放射率の変化が確認できる。また、温度の低下とともに放射率が徐々に小さくなる。これは、テラヘルツ帯では温度の低下とともに氷の吸収係数が減少するからである[2]。**謝辞** 本研究に関してご助言を頂いた静岡大学創造科学大学院の武田正典講師、Ruhr-Universität の Dr. Erik Bründermann に感謝します。

[1] M. Aoki, et al., ELEX. 9, 333 (2012).

[2] H. Iwabuchi, and P. Yang, JQSRT. 112, 2520 (2011).