

THz コム参照型スペクトラム・アナライザー用

高速カレント・プリアンプ一体型光伝導アンテナモジュールの開発

Photoconductive-antenna module equipped with high-speed current preamplifier
for Terahertz spectrum analyzer based on a terahertz frequency comb

徳島大¹, JST-ERATO², ○小倉隆志¹, 林健太¹, 岩田哲郎^{1,2}, 安井武史^{1,2}

Univ. Tokushima¹, JST-ERATO², ○T. Ogura¹, K. Hayashi¹, T. Iwata^{1,2}, T. Yasui^{1,2}

E-mail: ogura@femto.me.tokushima-u.ac.jp http://femto.me.tokushima-u.ac.jp/

室温環境で、高精度周波数計測が可能な THz コム参照型スペクトラム・アナライザー (THz スペアナ) は、CW-THz 光源の絶対周波数やスペクトル形状を計測するために有用な手法である [1, 2]。この手法では、被測定 CW-THz 波と、光伝導アンテナ (PCA) 内部に生成したフォトキャリア THz コム (PC-THz コム、周波数間隔 $f_{rep}=100\text{MHz}$) を光伝導ミキシングすることにより、直接計測可能な RF 帯までビートダウンしている。ここで計測する最低次ビート信号 (周波数 $=f_b$) は、CW-THz 波と最も隣接した PC-THz コムモードによって発生するため、ビート信号は 0 から $f_{rep}/2 (=50\text{MHz})$ の周波数範囲内に存在する。しかし、電流ビート信号は微弱な為、従来は高ゲイン狭帯域なカレント・プリアンプ (帯域 1MHz, ゲイン 1MΩ) を利用してきた。そのため、プリアンプ帯域以上の周波数揺らぎを有する CW-THz 光源の評価は困難であった。このような場合にも対応するためには、カレント・プリアンプを高周波化する必要があるが、市販品のケーブル接続では周波数特性やノイズ特性が低下する。そこで、高周波プリアンプ IC と PCA を一体化した光伝導アンテナモジュールを自作し、特性評価を行った。

開発した PCA モジュールと市販品プリアンプ (ケーブル接続) に関する SN 周波数特性を、ビート信号 ($f_b = 1\text{MHz} \sim 100\text{MHz}$) で評価した結果を Fig.1 に示す。PCA モジュールは帯域 1~95MHz において、SN 比が 40dB 以上となった。帯域 95MHz 以上では、インピーダンスゲインの実効値が低下するため SN 比が低下している。また、PCA モジュールを市販品プリアンプと比較すると、帯域 100MHz にわたり SN 比が 5~15dB 向上した。Fig.2 に最低次ビート信号 ($=f_b=49.9\text{MHz}$) と 2 次ビート信号 ($=f_{rep}-f_b=50.1\text{MHz}$) の RF スペクトル波形を示す。THz スペアナに必要な最大周波数 50MHz 付近でも高い SN 比を取得できている。今後は開発した PCA モジュールと小型ファイバーレーザー光源をファイバー光学系で直接カップリングし、可搬型 THz スペアナ装置を開発する予定である。

本研究は、(独) 科学技術振興機構 (JST) の研究成果展開事業【産学共創基礎基盤研究プログラム】の支援によって行われた。

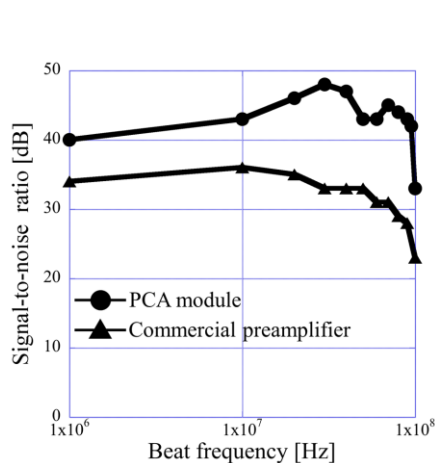


Fig.1. Comparison of signal-to-noise ratio between PCA module and commercial preamplifier.

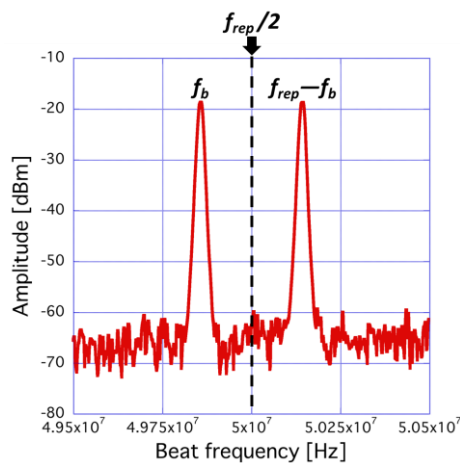


Fig.2. RF spectrum of Beat signal near $f_{rep}/2$ (50MHz)

[1] Opt. Express **16**, 13052 (2008).

[2] Opt. Express **17**, 17034 (2009).