電気光学サンプリング法を用いた 3THz 帯周波数計測

Electric field detection of 3THz-quantum cascade laser by using electro-optic sampling

°金子 優太 [1]，片山 郁文 [1]，諸橋 功 [2]，入交 芳久 [2]，齋藤 伸吾 [2]，関根 徳彦 [2]，
實迫 巌 [2]，芦田 昌明 [3]（1. 横国大院工、2. 情報通信研究機構、3. 阪大院基礎工）
°Y. Kaneko[1], I. Katayama[1], I. Morohashi[2], Y. Irimajiri[2], S. Saito[2], N. Sekine[2],
I. Hosako[2], M. Ashida[3] (1. Yokohama National Univ., 2. NICT, 3. Osaka Univ.)
E-mail: kaneko-yuta-sc@ynu.jp

テラヘルツ領域の広帯域周波数標準は、テラヘルツ光源の周波数測定や大気の微粒分子計測等の高分解能分光計測、高速無線通信等への応用を行う上で必須となる。しかしながら、室温動作可能な周波数標準技術は未だ確立されておらず、応用上のボトルネックとなっている。そこで本研究では室温動作が可能で広帯域検出が期待できる電気光学サンプリング法を用いて 3 THz 帯の電場検出を目指して研究を行った。

実験に用いた 3 THz 帯光源には出力 1 mW のテラヘルツ帯量子カスケードレーザー（THz-QCL）を用いた。位相ロックには、1.5 μm 帯変調器型光コム発生器により発生させたテラヘルツ基準信号[1]と THz-QCL の信号とのビートを超伝導熱電子ボロメーターミキサーで検出し、そのビート信号を THz-QCL にフィードバック制御することで行った。[2]

一方で検出側には厚さ 0.5 mm の電気光学結晶 ZnTe を用いた。ゲート光源にはパルス幅 70 fs、繰り返し周波数 50 MHz、出力 30 mW の 1550nm を基本波とするファイバーレーザーの 2 倍波（775nm）を用いた。検出器には 3 dB 帯域幅が 125 kHz のオートバランス・フォトレシーバー（New Focus 社 Model 2007）を用いた。図 1 に測定されたファイバーレーザーの周波数コムと THz-QCL から発生させたテラヘルツ波とのビート信号のスペクトルを示す。観測されたピークの線幅は 14 kHz であり、これは主にファイバーレーザーの周波数揺らぎに起因する。ファイバーレーザーの周波数ロックを行うことで、検出されるビート信号の狭線化、周波数安定化を行うことができる。ビート信号の S/N 比は最大 15 dB 得られた。このことは、超短パルスレーザーを用いた電場検出手法が、周波数測定に適用可能な有力な手法であることを示している。

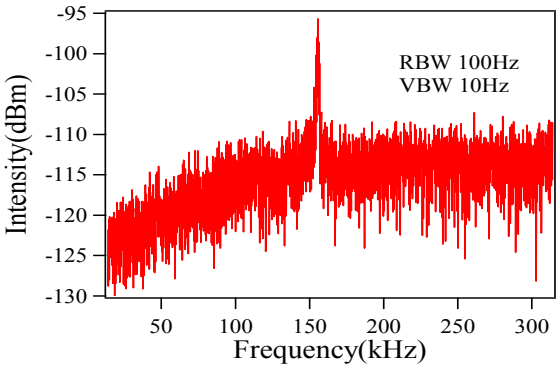

図 1　3 THz 帯の電場とファイバーレーザーの倍波による周波数コムとのビート信号のスペクトル
（RBW: 分解能帯域幅，VBW: ビデオ帯域幅）

本研究の一部は、総務省戦略的情報通信研究開発推進事業（SCOPE）の委託研究「広帯域短パルスレーザーを用いたテラヘルツ電場検出技術の開発と応用」として実施した。

[1] Isao Morohashi, *et al.*, in *The Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO 2014)*, SF2F.1 (2014).
[2] Yoshihisa Irimajiri, *et al.*, in *The 26th International Symposium on Space Terahertz Technology (ISSTT), proceedings* (2014).

© 2015年 応用物理学会