

広帯域高周波数分解能 on-chip CW THz 分光法の開発

Development of broadband high-frequency-resolution on-chip CW THz spectroscopy

NTT物性科学基礎研究所 ◦吉岡克将, 熊田倫雄, 村木康二, 橋坂昌幸

NTT Basic Research Lab.

◦Katsumasa Yoshioka, Norio Kumada, Koji Muraki, Masayuki Hashisaka

E-mail: katsumasa.yoshioka.ch@hco.ntt.co.jp

あらゆる電子デバイスの開発には、電気輸送特性の定量的評価が必要不可欠である。エレクトロニクス of 更なる高速化のためには、既存の高周波デバイスの動作領域であるGHz帯から未開拓領域であるTHz帯に渡る広帯域な電流応答を、同一の測定系で、かつ高い周波数分解能で評価する手法の開発が必要である。従来のエレクトロニクスでは到達困難なTHz領域での超高速輸送特性を評価する手法として、フェムト秒レーザーと光伝導スイッチを組み合わせた超短電流パルスの発生と検出が挙げられる[1,2]。しかし、遅延ステージを利用したポンプ・プローブ分光法の難点として、100 GHz以下の周波数領域での計測は困難であり、また周波数分解能は数GHz程度に限られる。そこで我々は、周波数可変な2色のCWレーザーが作り出す干渉を利用したコヒーレントホモダイン分光法[3]を応用することで、導波路上を数百 μm 伝播する高周波電流応答を5 GHz ~ 1.5 THzに及ぶ広帯域かつ数MHzの高い周波数分解能でon-chip計測することに成功したので報告する。本手法はフェムト秒レーザーや遅延ステージといった高価かつ複雑な装置が不要であり、よりシンプルかつロバストな光学系が設計できる。

光源には波長を783 ~ 785 nmの間で変調可能なDFBレーザーを2台用いた。互いの中心周波数を変化させミキシングすることで、GHz ~ THz 領域でビートする干渉光を作り出すことができる。この干渉光を高周波電流の発生用と検出用の2対に分波し、それぞれを低温成長GaAs基板で作製した光伝導スイッチに照射した。2つの光伝導スイッチは、Au/TiのEB蒸着により作製した長さ数百 μm のCoplanar waveguideで繋がれており、導波路上を伝播する高周波電流を計測することができる。図1に測定信号をHilbert変換することによって得られた高周波スペクトルを示す。5 GHz ~ 約1.5 THzに渡って高いS/N比で信号が検出できていることが分かる。このスペクトルには、周期が17 GHzの細かい振動と230 GHzの緩やかな振動が見られるが、これらは作製したデバイス上で生じたFabry-Pérot干渉によるものである。さらに、高周波電流の発生及び検出はコヒーレントな過程であるため、スペクトルの位相情報を得ることもできる。解析などの詳細は当日報告する。

本研究は科研費 (JP17K18750) の支援を受けて行われた。

- [1] P. Gallagher *et al.*, Science **364**, 158 (2019).
- [2] J. W. McIver *et al.*, Nat. Phys. **16**, 38 (2020).
- [3] A. Roggenbuck *et al.*, New J. Phys. **12**, 043017 (2010).

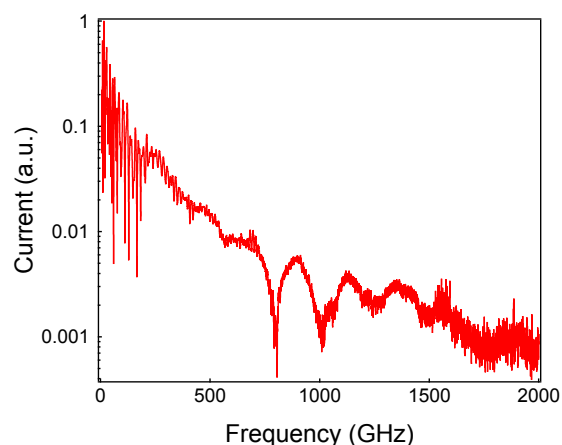


Fig. 1. Spectrum of high-frequency current.