

多周波ヘテロダイン光伝導検出を用いたテラヘルツ周波数コム分光法の開発

Terahertz frequency-comb spectroscopy based on multi-frequency heterodyning photoconductive detection

阪大院・基礎工 ○安井武史, 實吉永典, 壁谷泰宏, 橫山修子, 荒木勉

Grad. Sch. Engg. Sci., Osaka Univ. OT. Yasui, E. Saneyoshi, Y. Kabetani, S. Yokoyama, and T. Araki

e-mail: t-yasui@me.es.osaka-u.ac.jp

<http://smi.me.es.osaka-u.ac.jp/>

近年、フェムト秒モード同期レーザー (fs-ML レーザー) 光を光周波数の物差しと見立てた光周波数コムに関する研究[1]が注目されているが、fs-ML レーザーによって発生させる THz 電磁波パルスも THz 周波数領域において同様な周波数コム構造を示す。THz 周波数コムは安定・広帯域周波数選択性・狭スペクトル幅・周波数倍機能・絶対周波数校正といった特徴を有しており、本研究ではこの THz コムを基準にした超精密 THz 分光法を実現するため、モード同期周波数の差 (Δf) がある一定値 (=100Hz) に制御された 2 台の fs-ML レーザーを用意し、各々を光伝導 THz エミッター及び光伝導 THz ディテクターに照射した。その結果、THz エミッターから THz コム (周波数間隔 $f_1=81.8\text{MHz}$) が放射される一方で、THz ディテクター内には光励起電流の周波数コム (周波数間隔 $f_2 = f_1 + \Delta f$) が誘起される。ここで、放射された THz コムを THz ディテクターに入射すると、2 つの周波数コムの相互作用による多周波ヘテロダイン過程を経て、 Δf (=100Hz) の周波数間隔を有する周波数コムが RF 帯に生成される。この RF コムは THz コムを $f_1/\Delta f$ 倍だけ周波数的に縮小したのであるので、この RF コムをスペクトラム・アナライザーで直接観測し、周波数校正することにより THz コムを再現できる。図 1 は実際に測定された THz コムの振幅スペクトルを示しており、挿入図は 0.0462–0.0468THz の領域を拡大したものである。モード同期周波数 (81.8MHz) 間隔で 8 本の THz コム・モードが確認できる。また、本手法は完全な周波数領域測定法であるので、従来の THz 時間領域分光法のように時間遅延走査や THz 電場時間波形の FFT 処理を必要とせず、THz 振幅スペクトルの直接測定が可能である。

本研究は総務省 SCOPE (戦略的情報通信研究開発推進制度) より援助を受けた。

[1] T. Udem et al, Nature 416, pp. 233-237 (2002).

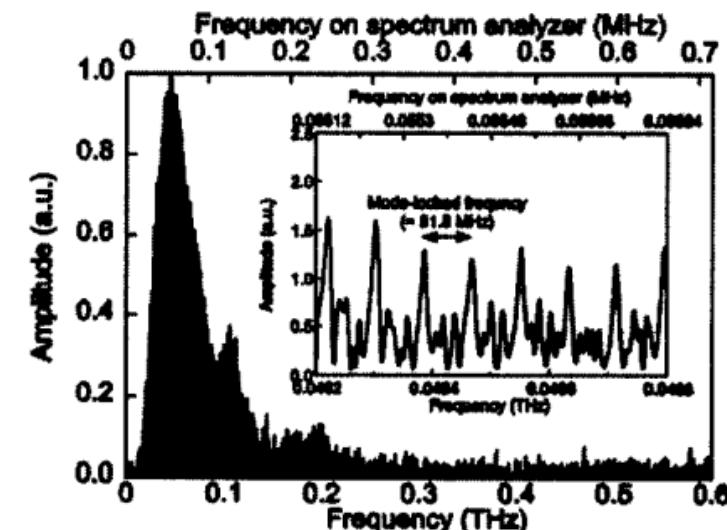


Fig. 1. Amplitude spectrum of THz frequency-comb.