

単一過渡応答計測のための光周波数コムシンセサイザ/アナライザ Optical Frequency Comb Synthesizer/Analyzer for Single Transient Reaction

埼玉大理工 °今井 颯, 多田 浩明, 湯田 怜央奈, 三木 真人, 塩田 達俊

Saitama Univ. °Hayate Imai, Hiroaki Tada, Leona Yuda, Masato Miki, and Tatsutoshi Shioda

E-mail: tshioda@mail.saitama-u.ac.jp

1. はじめに

フェムト秒からピコ秒オーダの不可逆反応のダイナミクスの解明は化学産業の効率化や低コスト化を考える上で重要な要素である。一般の計測器では時間計測不可能である超高速な過渡応答の観測を目指し、我々はフェムト秒時間分解能を持つ光周波数コムシンセサイザ/アナライザ[1-3]を新たに開発した。この技術は光コムを用いたスペクトルの計測により、時間波形を再現することで過渡波形計測を行う。2波長同時ヘテロダイン検波法により隣接する2波長成分間の相対的な振幅 α 、位相 $\Delta\phi$ の値がDC電圧から取得される。光コムアナライザのシングルショット化のためには、約6THzの帯域に相当する数百個もの縦モード分のDC電圧を並列に取得する必要がある。数百台の検出器を用いる空間並列方式に対し、我々はスペクトル情報の時間多重化による時間並列方式の実証を試みた。今回の報告は、シングルショット光コムアナライザの2.7ps分解能、40ps時間範囲の超高速波形計測の実験に関するものである。

2. 実験方法・結果

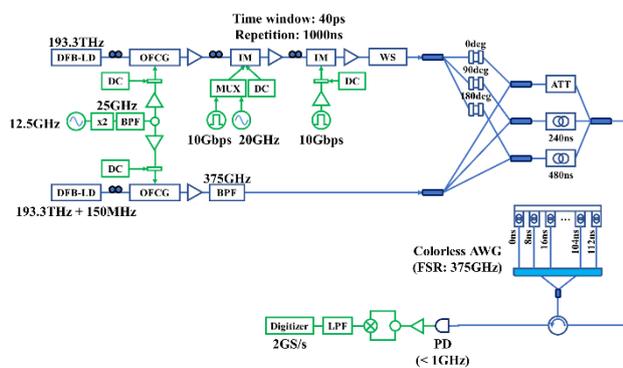


Fig. 1 Experimental setup.

実験系を Fig.1 に示す。DFB-LD から単一波長光を光コム発生器(OFCG)に発し、光コムを発生させ、上側を信号光、下側を参照光として用いた。時間並列方式の適用のため、信号光を2台の強度変調器(IM)による40ps時間窓で切り出した。計測時間範囲40psで切り出された光波形を Fig.2 に示す。後述するAWGの帯域375GHzに対応させ、参照光をBPFで375GHzに帯域制限し、それに対応する時間分解能2.7ps分の群遅延を信号光にWaveShaper(WS:Finisar社)を用いて与えた。光位相差付与回路により、3つの異なる光路差 ΔL を与えた。信号光と参照光を合波し、25GHz間隔16chのAWGに

よって成分ごとに8nsずつの時間遅延を与えた。時間多重化された干渉光をフォトダイオード(PD)以降の2波長検波回路により検出し、DC電圧を2GS/sデジタイザによって取得した。8nsごとに時間多重化されたDC電圧波形を Fig.3 に示す。この結果から得られた375GHzに渡るスペクトル情報から再現された時間波形を Fig.4 に示す。サンプル付与前後で再現波形のピーク位置に1~2ps程度の差が確認され、2.7ps時間分解能、40ps時間範囲のシングルショット波形計測の実現可能性を示唆する結果が得られた。

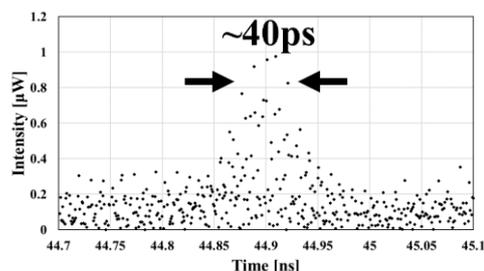


Fig. 2 A waveform cut with 40ps time window.

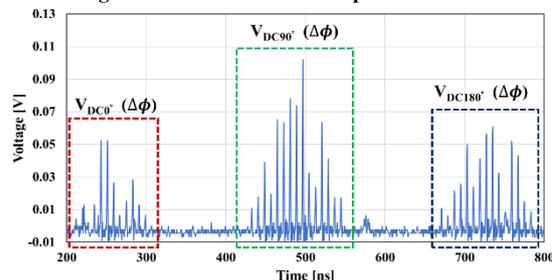


Fig. 3 Time division multiplexed DC voltage.

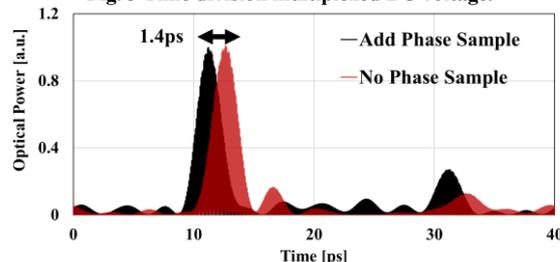


Fig. 4 Experimentally obtained "single-shot" waveform with a 2.7ps time resolution in 40ps time range.

謝辞

本研究の一部は、JSAP 科研費 16H03879 と科研費 17K19069 の助成を受けて進められた。

参考文献

- [1] T. Shioda, *et al.*, *Opt. Commun.*, Vol. **283**, No. 23, pp. 4733-4740 (2010).
- [2] T. Shioda, *et al.*, *Opt. Lett.*, Vol. **37**, Iss. 17, pp. 3642-3644 (2012).
- [3] T. Yamazaki, *et al.*, *Jpn. J. App. Phys.*, Vol. **53**, pp. 1-5 (2014).