

分散補償チャープパルスと周波分光法による利得スイッチレーザーの シングルショットパルス波形計測

Single-Shot Pulse Profile Detection of Gain-Switched Lasers via Chirped-Pulse Up-Conversion Spectroscopy with Dispersion Compensation

KISTEC¹, 横浜国大理工², 東大物性研³, LDseed⁴ ◯玉置 亮^{1,2}, 小林 真隆³, 中前 秀一³,
金 昌秀^{3,4}, 伊藤 隆⁴, 秋山 英文^{3,4}, 片山 郁文²

KISTEC¹, Yokohama Natl. Univ.², ISSP, Univ. of Tokyo³, LDseed⁴ ◯Ryo Tamaki^{1,2}, Masataka Kobayashi³,
Hidekazu Nakamae³, Changsu Kim^{3,4}, Takashi Ito⁴, Hidefumi Akiyama^{3,4}, Ikufumi Katayama²

E-mail: tamaki-ryo-jv@ynu.ac.jp

【はじめに】シングルショット分光法は、時間遅延を掃引することなく、単一パルスで超高速応答を観測する時間分解分光法である。その一種であるチャープパルス分光法では、パルス光に分散を付与して時間情報を波長方向にマッピングすることで、スペクトル計測によりシングルショット分光が可能となる。我々は、従来のチャープパルス分光法において、超高速の時間波形を計測する際に、スペクトル干渉によって生じる波形歪みと、チャープパルス幅に依存した時間分解能の低下という課題を解決する手法として、分散補償チャープパルス分光法に着目している。これまでに、近赤外ポンプ・プローブ分光やテラヘルツ波形検出が、波形歪みなくサブピコ秒の時間分解能で計測できることを実証してきた[1]。今回、分散補償チャープパルスと周波分光法を用いて、利得スイッチレーザーのシングルショットパルス波形を計測した結果を報告する。

【実験と結果】読み出し用フェムト秒レーザー光源として波長 1035 nm、繰り返し 10 kHz の Yb ファイバーレーザー増幅器を用いた。回折格子対パルス伸長器により、群遅延分散 $GDD=2.0 \text{ ps}^2$ を付与して読み出し用のチャープパルスを生じた。測定対象の利得スイッチレーザーは、波長 1030 nm、可飽和吸収を内在するファブリペロー型レーザーダイオードである。繰り返し 60 MHz、平均出力 32 μW で動作させた。回折格子対パルス圧縮器によって $GDD=-2.0 \text{ ps}^2$ を付与して、読み出し用のチャープパルスと逆向きで同量の分散補償を行った。読み出し用のチャープパルスと分散補償した利得スイッチレーザーからのピコ秒パルスを $\beta\text{-BaB}_2\text{O}_4$ (BBO) 結晶に集光して和周波発生(SFG)を行い、分光器で SFG スペクトルを観測した。二つのレーザーはそれぞれ自由発振しており、非同期でのシングルショット計測である。

図に計測結果の一例を示す。横軸は、波長あたりの時間遅延(ps/nm)を求めて校正した。複数のピコ秒程度の時間幅のピークが、約 5 ps の時間間隔で 4 本程度現れていることが分かる。複数ピークの包絡線は、高速フォトダイオードとサンプリングオシロスコープで積算計測した時間幅と同程度であった。利得スイッチレーザーからのピコ秒パルスが、時間方向に等間隔に並んだパルス列から成ることを示している。計測結果の GDD 依存性から、パルス列の時間間隔がチャープ量によらず一定であることが確かめられ、確かに時間方向にパルス列が形成されていることが明らかになった。

[1] R. Tamaki *et al.*, *Opt. Exp.* **31**, 40142 (2023).

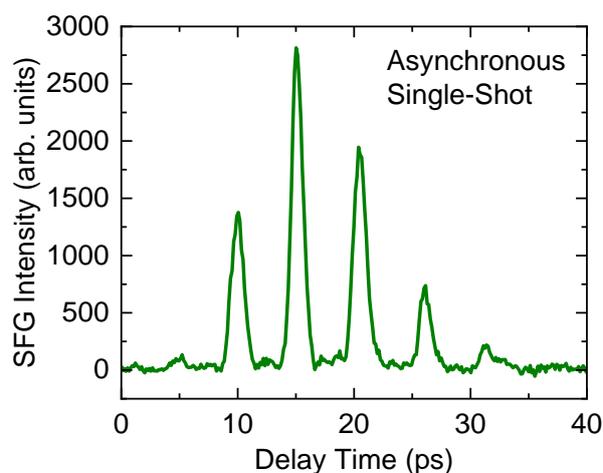


Figure: Single-shot pulse profile of a gain-switched laser investigated via chirped-pulse up-conversion with dispersion compensation.