

分散補償チャープパルス分光法における時間窓幅のチャープ量依存性

Chirp-Rate Dependence of Time Window in Chirped-Pulse Single-Shot Ultrafast Spectroscopy with Dispersion Compensation

横浜国立大学¹, KISTEC², [○](M2) 眞榮城 蒼¹, 玉置 亮^{1,2}, 武田 淳¹, 片山 郁文¹

Yokohama Natl. Univ.¹, KISTEC², [○]Aoi Maeshiro¹, Ryo Tamaki^{1,2}, Jun Takeda¹, Ikufumi Katayama¹

E-mail: maeshiro-aoi-sb@ynu.jp

【はじめに】不可逆現象の超高速ダイナミクスをシングルショットで観測する手法の一つとしてチャープパルス分光法が考案されてきた。チャープパルス分光法は、超短パルスの周波数成分に異なる時間遅延を付与することでシングルショット計測を可能にする手法である[1]。近年我々は、取得波形に歪みが発生する従来手法の問題点を解決する手法として、分散補償チャープパルス分光法が有効であることを示してきた[2]。一方でこの手法では、位相補償した上で和周波を発生させてスペクトルを計測するため、検出可能な時間窓幅や時間分解能が、和周波の発生効率やスペクトル形状、チャープ量に依存して大きく変化する。そこで本研究では、時間分解能を保ちながら、どの程度の時間窓幅を検出できるかを検証するために、分散補償チャープパルス分光法における信号検出可能な時間窓幅のチャープ量依存性を評価した結果を報告する。また、ロバスト性や S/N 比の改善で有利なファイバー光源による実証を目指し、1 μm 帯のレーザー光源を使用して実験を行った[3]。

【実験と結果】フェムト秒 Yb ファイバーレーザー（中心波長 1035 nm、パルス幅 280 fs、繰り返し周波数 100 kHz）を用いて ZnTe の過渡吸収の測定を行った。光源から出射したパルス光をビームスプリッターで2つに分け、ポンプ光とプローブ光とした。プローブ光は回折格子対パルス伸長器を通すことによりチャープを付与し、さらにプローブ光の半分を読み出し光として用いた。試料にポンプ光を照射することによりプローブ光に変調を与え、さらに回折格子対パルス圧縮器を通して分散補償を行った。最後に $\beta\text{-BaB}_2\text{O}_4$ 結晶により読み出し光との和周波光を発生させ、そのスペクトルを分光器で測定した。計測した ZnTe の 2 光子吸収による透過率変化を Fig. 1 に示す。分散補償を行わなかった波形に比べて、分散補償を行なった場合は波形の歪みが低減されていることがわかる。さらに、回折格子間距離を変えることにより群遅延分散 GDD の値を変更していき、各条件においての検出時間窓幅を読み取った結果を Fig. 2 に示した。チャープ量および和周波スペクトルの帯域幅の影響により、本手法において時間窓幅が数 10 ps の範囲まで可変であることを実証した。これにより、様々な超高速現象を観測する際に適した時間窓幅を選択することができる。

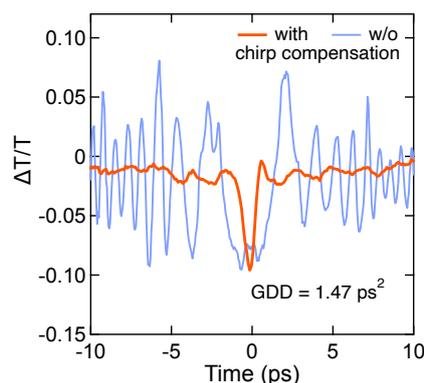


Fig. 1 Transient transmittance changes of a ZnTe crystal with and without dispersion compensation.

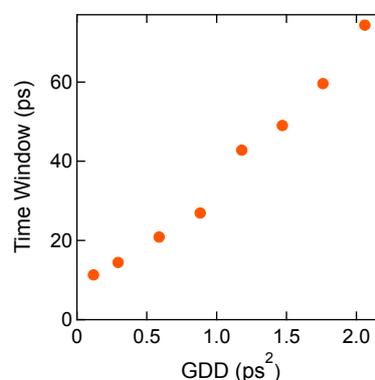


Fig. 2 Dependence of the time window by changing the applied GDD in chirped-pulse spectroscopy with dispersion compensation.

[1] Z. Jiang and X.-C. Zhang, Appl. Phys. Lett. **72**, 1945 (1998).

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

[3] M. Kobayashi *et al.*, Opt. Lett. **44**, 163 (2019).