

周波数チャープパルスとスペクトルフィルタリングを用いた 全光学超高速 25 枚連写イメージング

All-optical Ultrafast 25-frame Burst Imaging using a Frequency-chirped Pulse and Spectral Filtering

○ 鈴木 敬和, 肥田 遼平, 山口 勇輝, 神成 文彦 (慶大理工)

○ Takakazu Suzuki, Ryohei Hida, Yuki Yamaguchi and Fumihiko Kannari (Keio Univ.)

E-mail : kannari@elec.keio.ac.jp

ナノ秒以下の時間領域で単発撮影を実現する手法として、線形周波数チャープパルスと光学的フーリエ変換を応用した STAMP [1]がある。STAMP 法は、照明光として用いるチャープパルスの瞬時周波数に遅延時間に対応させることと画像情報を時空間的に分解することを両立することでチャープパルス幅を時間窓とする時間分解能可変超高速 2 次元連写イメージングを実現している。しかし、STAMP では最大連写枚数は空間分解に利用するペリスコープアレイにより 6 枚に制限されている。

我々は、STAMP の連写枚数を増やす手法の一つとして、回折光学素子 (DOE) と波長選択バンドパスフィルタ (BPF) による空間的な波長選択を利用することで STAMP utilizing spectral filtering (SF-STAMP) [2] を構築し、25 枚連写を実現した。SF-STAMP 光学系は Fig. 1 (a) に示すような 2 枚のレンズ、DOE、BPF から構成される $4f$ 結像光学系である。Object 面のイメージが 1 枚目のレンズ (焦点距離 f_1) で光学的にフーリエ変換され、DOE を配置する面がフーリエ面となる。その後、DOE で複製されたアレイビームは、ドット状パターンを形成する様な回折角をもち空間上を伝搬する。これらのアレイビームは傾けて配置した BPF に異なる角度で入射することで波長選択が行われた後に、2 枚目のレンズ (焦点距離 f_2) により光学的に逆フーリエ変換される。その結果、Image 面に配置した冷却 CCD の受光面上に空間的に分散した 2 次元のマルチスペクトルイメージが同時に結像される (Fig.1 (a) 右)。したがって、照明光に線形周波数チャープパルスを用いることで、波長選択された画像は時間差の付いたスナップショット画像となり、照明光 1 パルスが BPF で選択される波長帯域幅に対応する時間幅を計測時間窓とする超高速連写撮影が実現される。

本講演では、単独の BPF を用いた波長選択の方法に加え、25 個の波長を個別に選択する BPF アレイを構築し、波長選択幅を 40 nm から~150 nm に拡張したものと広帯域チャープパルス (650~900 nm) を活用してナノ秒以下の領域での単発 25 枚連写撮影を行い、ピコ秒の時間窓で観測した相変化材料 GeSbTe (GST) の結晶からアモルファスへの相変化過程およびサブナノ秒の時間窓で観測したアブレーション過程の結果を報告する。

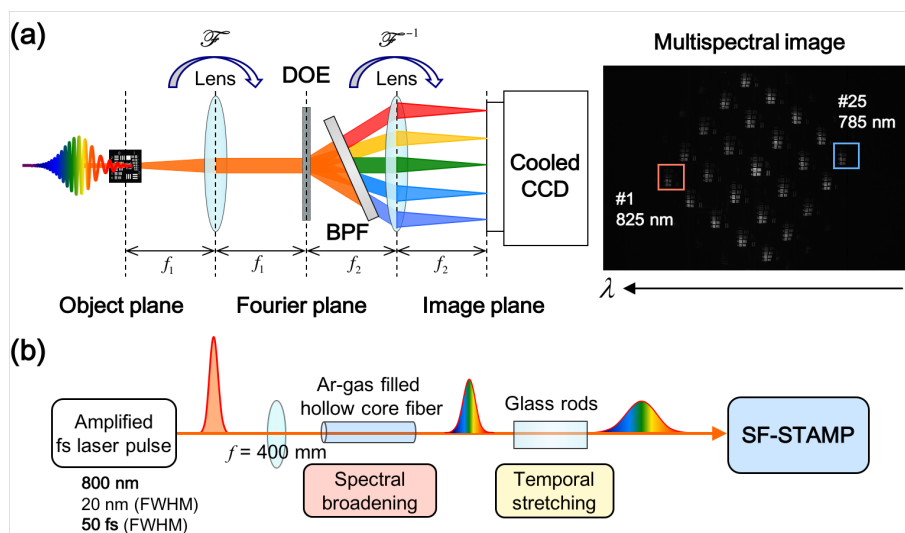


Fig.1 (a)Schematic setup of SF-STAMP system and (b) schematic of a broadband frequency-chirped pulse generation.

- 1) K. Nakagawa, *et al.*, "Sequentially timed all-optical mapping photography (STAMP)," Nat. Photonics **8**(9), 695 (2014).
- 2) T. Suzuki, *et al.*, "Sequentially timed all-optical mapping photography (STAMP) utilizing spectral filtering," Opt. Express **23**(23), 30512 (2015).