

モード同期 Yb ファイバーレーザーの数サイクルパルス発生

Few-cycle pulse generation with a mode-locked Yb-doped fiber laser

東大物性研¹, ○(M1)姜 東彦¹, 乙津 聡夫¹, 谷 峻太郎¹, 小林 洋平¹

ISSP, Univ.Tokyo¹, °Kang Donguhn¹, Toshio Otsu¹, Shuntaro Tani¹, Yohei Kobayashi¹

E-mail: higasihiko@issp.u-tokyo.ac.jp

数サイクルパルスは超高速ポンププローブ分光法、2光子顕微鏡、高次高調波、レーザー加工など幅広い分野で利用されており、光源にはチタンサファイアレーザーが用いられてきた。この光源を Yb ファイバーレーザーに置き換えることができれば、はるかに簡便に数サイクルパルスを用いた実験を行うことができる。一方でスペクトル幅の制限によりオシレーターから出力される最短パルス幅は Mamyshev 発振器での 17 fs [1]にとどまっており、さらなる短パルス化が望まれる。そのため非線形圧縮を用いた高強度・短パルスを発生する研究が行われており、100 nJ の Yb ファイバーレーザーを光源とするシングルモードファイバー(SMF)を用いた広帯域白色発生により 12 fs への超短パルス圧縮[2]が報告されている。しかしながら高いパルスエネルギーを得るためには高出力マルチモードファイバー増幅器を用いる必要があり構造が複雑となる。より簡便な光源の実現のため、本研究ではシングルモードのファイバーで増幅可能な低いパルスエネルギーでの数サイクルパルス発生を試みた。

本研究では繰り返し周波数 90 MHz の非線形偏波回転モード同期発振器からのパルスを Yb 添加シングルモードファイバーで増幅し、パルス幅 100 fs、パルスエネルギー16 nJ のパルスを発生させた。低いパルスエネルギーで広帯域のスペクトルを得るために2段の非線形パルス圧縮を行った(Fig. 1)。1段目の圧縮では 35 mm の SMF にカップリングさせることで広帯域化(Fig. 2)し、チャープミラーを用いて群遅延分散(GDD)-1600 fs²分散補償を行うと 25 fs、1.0 W のパルスが得られた。2段目の圧縮では 10 mm の Ultra high NA SMF にカップリングさせ、さらにスペクトル広げ(Fig. 3)、GDD -960 fs²の分散補償を行った。Frequency-resolved Optical Gating (FROG)でパルス进行评估すると 13.7 fs のパルスが得られた(Fig. 3)。講演では詳細な結果を報告する。

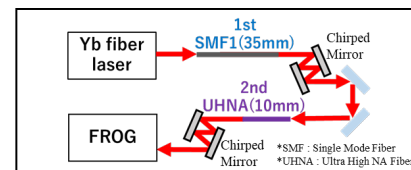


Fig 1. Apparatus of Experimental Setup

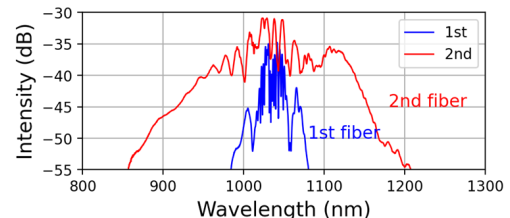


Fig 2. Spectral broadening (1st, 2nd Fiber)

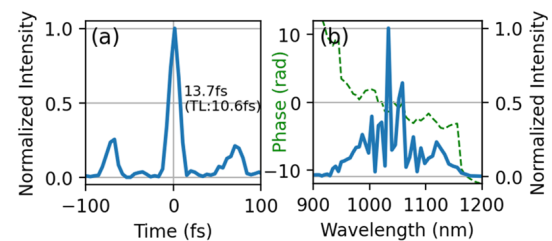


Fig 3. FROG result (a) Retrieved Pulse Waveform (b) Retrieved Spectra and Phase

[1] Chunyang Ma, *et al.*, *Photon. Res.* **8**, 65-69 (2020)

[2] T. Nakamura, *et al.*, *Opt. Lett.* **47**(7), 1790-1793 (2022).

【謝辞】本研究は、Q-LEAP 委託事業「光量子科学によるものづくり CPS 化拠点」により実施したものです。