

誘導ラマン顕微鏡のための 9 の字型ピコ秒 Er ファイバレーザの長波長発振

Long-Wavelength Oscillation of Figure-Nine Picosecond Er Fiber Laser

for Stimulated Raman Scattering Microscopy

東大工¹, 光響² ○(B)浅井 翼¹, 住村 和彦², 小関 泰之¹Univ. of Tokyo¹, Kokyo Inc.², °Tsubasa Asai¹, Kazuhiko Sumimura², Yasuyuki Ozeki¹

E-mail: t.asai@ginjo.t.u-tokyo.ac.jp

誘導ラマン散乱(SRS)顕微鏡は高速分子振動イメージング法として注目され[1-3]、その光源として低雑音なピコ秒パルスが必要である[3]。我々は、長期安定性と低雑音性を兼ね備えるパルス光源として偏波保持 9 の字(F9)型ピコ秒 Er ファイバレーザ(FL)を開発し、波長 1560 nm、時間幅 9 ps の低雑音パルス発生を報告した[4]。しかし、Er-FL の 2 倍波と Yb-FL の組み合わせで C-H 伸縮領域(2800-3100 cm⁻¹)の信号取得を行う[3]ためには、Er-FL の波長を 1580 nm 付近まで長波長化する必要がある。また、SRS 信号強度の観点からは時間幅を短縮することが望ましい。今回、F9-Er-FL の長波長発振と時間幅短縮に成功したので報告する。

図 1 に試作した F9-Er-FL の構成を示す。モード同期機構としての非線形増幅ループミラー(NALM)と、分散素子としてのチャープドファイバブラッググレーティング(CFBG)から構成される。NALM は Er 添加ファイバ、波長合波器(WDM)、可変非相反位相シフタ(NPS) [2,5]

を含む。CFBG は 9.1 ps/nm の異常分散を与えると同時に、反射率 92%、透過率 8% の出力カップラとしても働く。本レーザは励起光パワー約 500 mW でセルフスタートし、出力パルスの平均パワーは 9.5 mW であった。

図 2 に出力パルスの計測結果を示す。(a) オシロスコープ波形、(b) 光スペクトル、(c) 強度自己相関波形から、繰り返し周波数 40 MHz、中心波長 1578.7 nm、時間幅約 4.5 ps (ガウシアン波形を仮定) のパルス発生に成功したことがわかる。今後、パルスの強度雑音を調査する予定である。詳細は講演で報告する。

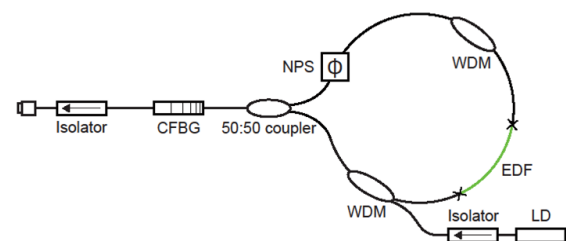


Fig. 1. The schematic of F9-Er-FL. CFBG: chirped fiber Bragg grating. NPS: non-reciprocal phase shifter. WDM: wavelength division multiplexer. EDF: Er-doped fiber. LD: 976-nm pump laser diode.

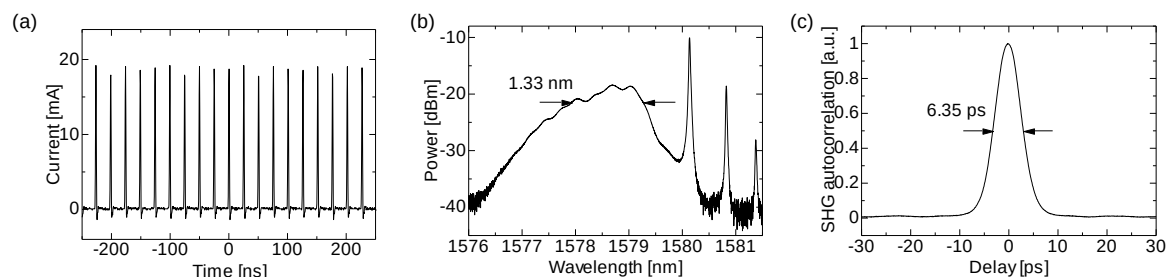


Fig. 2. The characteristics of the laser pulses. (a) Oscilloscope trace. (b) Optical spectrum. (c) Intensity autocorrelation trace.

参考文献

- [1] Y. Ozeki *et al.*, Nat. Photon. **6**, 845 (2012).
- [2] Y. Ozeki *et al.*, IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron. **25**, 7100211 (2019).
- [3] K. Nose *et al.*, Opt. Express **20**, 13958 (2012).
- [4] H. Yoshimi *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **57**, 108001 (2018).
- [5] Y. Ozeki and T. Fukazu, CLEO2016, JTu5A.119 (2016).