

1064 nm 帯利得スイッチング半導体レーザ光源による スーパーコンティニューム光発生を用いた 980 nm ピコ秒光パルス生成 980-nm Picosecond Pulse Generation using Supercontinuum from 1064-nm Gain-Switched Semiconductor Laser Source

(株) オプトクエスト¹, 東北大 NICHe²

○鈴木喜晴¹, 王曉民¹, 関口翔大¹, 多久島裕一¹, 佐藤和夫², 横山弘之²

OPTOQUEST Co. Ltd.¹, NICHe, Tohoku Univ.²

○Y. Suzuki¹, X. Wang¹, S. Sekiguchi¹, Y. Takushima¹, K. Sato², H. Yokoyama²

E-mail: suzuki_yoshiharu118@optoquest.co.jp

多光子励起顕微鏡への応用を目的に、現在、非線形光学波長変換を利用した波長 980 nm のピコ秒パルス光源の開発を進めている。この 900 nm 付近の波長域は適切な利得媒質が得られにくいため、光パラメトリック発振器やチタンサファイアレーザなどの固体レーザを用いることが多く、サイズや動作安定性・メンテナンスが実用上の問題となっている [1]。これに対し、利得スイッチング半導体レーザ (GS-LD) とスーパーコンティニューム (SC) 光発生を組み合わせたピコ秒パルス光源が提案されており、これまでに 1548 nm の半導体レーザ出力の第 2 高調波発生光からの SC 光を利用した 920 nm 帯パルス光源が報告されている [2]。今回、1064 nm 帯光源から直接 SC 光を発生させ 980 nm 帯で切り出す光パルス生成方法を提案し、オールファイバ構成で動作安定性に優れたピコ秒パルス光源の実現可能性を検証した。

Figure 1 に 980 nm 帯ピコ秒パルス光源の構成を示す。1064 nm 帯 GS-LD により [3]、繰り返し周波数 10 MHz、パルス幅 9.9 ps の光パルスを発生させた。このシードパルスをイッテルビウム光ファイバ増幅器 (YDFA) で増幅し、1 μ m 帯で零分散を持つフォトニック結晶ファイバ (PCF) に入射して SC 光を発生させた。PCF への入射平均パワーが 126 mW の時のスペクトルを Figure 2(a) に示す。次に SC 光から帯域幅 2 nm の光バンドパスフィルタにより 980 nm 成分を切り出し、YDFA によって増幅した。980 nm 帯で切り出された光パルスのスペクトルを同図(b)、増幅後のスペクトルを(c)に示す。増幅後の平均パワーが 15 mW の時の出力光パルスの自己相関波形の半値全幅は 23 ps であり、Sech² 波形を仮定するとパルス幅は 15 ps となる。パルス当りのエネルギーとパルス幅からピークパワーを見積もると 100 W となり、2 光子励起に必要なピークパワー値に達している。バイオイメージングなどに応用する上ではピークパワーをより高くすることが望まれるため、今後、GS-LD の光パルス幅の短縮や繰り返し周波数の選択、さらに YDFA の設計最適化により、更なる高出力化を図る。

謝辞 本研究は一部、科研費 (20H05669) および AMED (課題番号 JP21dm0207078) の支援を受けた。

参考文献

- [1] W. R. Zipfel *et al*, Nat. Biotechnol., **21**, 1369–1377 (2003).
- [2] H. Yokoyama *et al*, J. Biomed. Opt., **12**, 054019 (2007).
- [3] Y. Kusama *et al*, Opt. Express, **22**, 5746–5753 (2014).

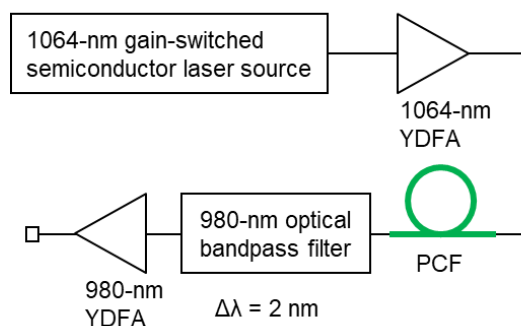


Figure 1: Experimental setup of 980-nm pulse source using SC generation.

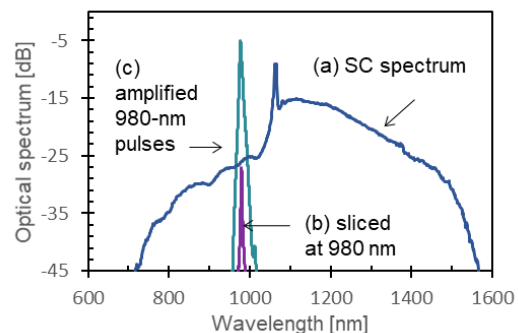


Figure 2: Optical spectra for (a) SC generated from PCF, (b) sliced pulses at 980 nm and (c) amplified 980-nm pulses.