

スーパーコンティニューム光の増幅による光パルスの高ピークパワー化

High-peak-power optical pulse generation by amplification of supercontinuum light

東北大院工¹, 東北大 NICHe² ○(M1) 崔鈺雯¹, 佐藤和夫², 山田博仁^{1,2}, 横山弘之^{1,2}

Grad. School Eng. Tohoku Univ.¹, NICHe Tohoku Univ.², °Y. Cui¹, K. Sato², H. Yamada^{1,2}, H. Yokoyama^{1,2}

E-mail: cui.yuwen.q7@dc.tohoku.ac.jp

はじめに バイオイメージングにおいては、様々な波長帯での吸収・蛍光波長を持つ物質への対応が必要であるために、スーパーコンティニューム光 (SC 光) の活用が期待されている。これまで我々は、ピコ秒時間幅の SC 光パルスを用いて 2 光子励起イメージングについてその可能性実証を行った。しかし、同時に、SC 光から必要なスペクトル成分を抽出して増幅する過程では、光増幅器の自然放出光成分 (ASE) が数十%にもなることも明らかになった[1]。

SC 光パルスと光増幅器の組み合わせを真に有用な 2 光子励起光源とするには、ASE 成分を極力低減する技術の確立が必要である。我々は、これまでに、半導体レーザー (LD) からのピコ秒光パルスの光増幅において、最初の光増幅の段階で半導体レーザー光増幅器 (SOA) を用いて時間ゲート機能増幅を行うことで、後段の光ファイバ増幅器での ASE 成分の割合を低減できることを示してきた [2, 3]。それゆえ、SC 光パルスの高ピークパワー化増幅においても、同様な光増幅器の構成が有用であると期待され、今回、ASE 成分の低減のための実験的研究に取り組んだ。

実験および結果 実験の概念的構成図を Fig.1 に示す。SC 光発生源は、1.55 μm 帯の利得スイッチング半導体レーザー (GS-LD) からの光パルス出力を低非線形光ファイバ増幅器で増幅したのちに第 2 高調波発生 (SHG) で波長変換し、その光パルス (時間幅 4ps) をフォトニック結晶ファイバ (PCF) に入射させる構成となっている[1]。Fig.2 に、PCF から出力される SC 光の光スペクトル、およびバンドパス光フィルタ (BPF) で SC 光から 980nm の波長成分を帯域幅 10nm で抽出したときの光スペクトルを示す。

次に、DC 電流励起時の SOA による SC 光パルス増幅の基本的特性を調べる実験を行った。励起電流が 100mA のときに、SOA から出力される 980nm 光パルス成分の平均パワーは 50 μW であり、これより光パルスの増幅利得は 4 倍強であると見積もられた。一方で、SOA 出力の ASE 光成分の平均パワーに比して、光パルス成分は 2%程度に過ぎないこともわかった。SOA による増幅過程の考察から、ASE 光成分のほとんどは、光パルス間のインターバルの時間 (いまの場合は 100ns) に存在すると考えられる。したがって、SOA を入射光パルスに同期させてパルス励起することにより、ASE 光成分を効果的に除去するとともに、1 桁以上の増幅利得を得ることが期待される。

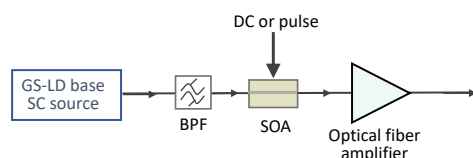


Fig.1 実験構成の概念図

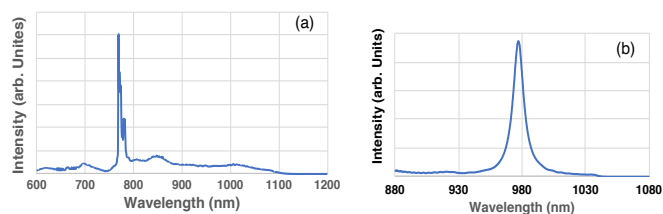


Fig.2 (a) PCF から出力される SC 光の光スペクトル, (b) BPF で SC 光から 980nm の波長成分を 10nm 幅で抽出したときの光スペクトル。図の縦軸は線形表示の強度。PCF への光パルス入力条件: 波長 774nm, 光パルス幅 4ps, パルス繰り返し 10MHz, 平均光パワー 23mW。

謝辞 本研究は、一部、科研費 (課題番号 JP20H05669) および AMED (課題番号 JP21dm0207078) の支援を受けて行われた。

文献 [1] H. Yokoyama et al., J. Biomed. Opt., **12**, 054019, 2007. [2] K. Taira, T. Hashimoto, and H. Yokoyama, Opt. Express, **15**, 2454, 2007. [3] H. Yokoyama et al., Opt. Express, **16**, 17752, 2008.