

利得スイッチング半導体レーザからの 4ps 時間幅光パルスの発生

Generation of 4-ps duration optical pulses from a gain-switched semiconductor laser

東北大学未来研 (NICHe)¹, 株式会社アルネアラボラトリ²○草間 裕太¹, 石橋 孝介¹, 波川 壮智², 永島 勇一², 後藤 尊巨², 横山 弘之¹NICHe, Tohoku Univ.¹, Alnair Labs Corporation² Yuta Kusama¹, Kosuke Ishibashi¹,Morisato Namikawa², Yuichi Nagashima², Takanori Goto², Hiroyuki Yokoyama¹

E-mail: kusama@niche.tohoku.ac.jp, yoko@niche.tohoku.ac.jp

はじめに 近年, 2光子蛍光イメージング (TPI) を始めとする生体組織の深部高精細バイオイメージング技術の進展が著しい. そこでは, ピコ秒の時間幅やキロワット以上のピークパワーの特性を持つ超短光パルスを発生可能な高機能光源が必要となる. 我々は, 半導体レーザ (LD) をベースにしてこれらの特徴を備えかつ実用性に優れた光源の研究を進めて来た. その中で, ピコ秒光パルス発生のコア技術として, 利得スイッチング LD (GSLD) の可能性を追求している[1, 2]. 今回, パルス電流による強励起の 1.55 μm 帯分布帰還型 LD (DFB-LD) からの光パルス出力を, バンドパス光フィルタ (BPF) と Chirped Fiber Bragg Grating (CFBG) を併用して整形することで, フーリエ変換限界に近い 4 ps 時間幅の光パルスを高安定に得られることがわかったので報告する.

実験および結果 時間幅 180 ps, 電圧 6.5 V の電気パルス励起により高周波特性に優れた DFB-LD を GS 動作させた. GSLD からの光パルスは周波数チャーピングを有するが, CFBG (波長分散 -10 ps/nm) によるチャーピング補償でパルス圧縮を試みると, 図 1 (a)に示すようにきれいな波形の光パルスが形成されておらず, これは光パルスのチャーピングがスペクトル全体にわたって均一ではないことに起因している. 他方, BPF によるスペクトルの選択と CFBG を併用した場合には, 図 1 (b)に示すように, 半値全幅が 4.1 ps (sech^2 フィッティング) でフーリエ変換限界に近い ($\Delta\tau \cdot \Delta\nu \sim 0.48$) 光パルスが得られた. これまで, BPF のみでも 5 ps 以下の時間幅の光パルスを発生できることを示してきたが[2], 今回の方法は, 時間幅の点および光パワーの利用効率の点でより実用性に優れていると考えられる. さらに, 励起条件, および BPF と CFBG の設定条件の変化により, 発生する光パルスの性質やそれと関連した GSLD のダイナミクスについての重要な知見が得られると考えられる.

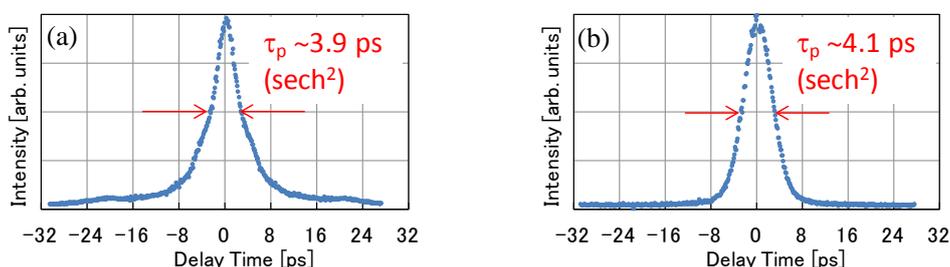


図 1 光パルスの SHG 自己相関波形. (a) CFBG のみを用いた場合, (b) BPF と CFBG との併用の場合.

謝辞 本研究は, 一部, 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 産業技術実用化開発助成事業の研究課題「超高機能半導体レーザ光源の開発」の支援を得た. 実験的研究の上でご協力いただいた佐藤綾耶氏に感謝する.

References

1. A. Sato, S. Kono, K. Saito, K. Sato, and H. Yokoyama, Opt. Express, **3**, 2522 (2010).
2. S. Chen, A. Sato, T. Ito, M. Yoshita, H. Akiyama, and H. Yokoyama, Opt. Express, **22**, 24843 (2012).