

利得スイッチング半導体レーザに基づく同期制御 2 波長パルス光源 Synchronized two-wavelength light pulse sources based on gain-switched laser diodes

東北大学未来研¹, 北海道大学電子研² ○草間裕太¹, 房宜激¹, 根本知己², 横山 弘之¹
NICHe, Tohoku Univ.,¹ RIES, Hokkaido Univ.,² ○Y. Kusama¹, Y. Fang¹, T. Nemoto², and H. Yokoyama¹
E-mail: kusama@niche.tohoku.ac.jp

はじめに 先端的な非線形バイオイメージングでは、コヒーレントラマン散乱イメージングや誘導放出効果による超解像イメージングなどにおいて、複数波長の光パルスを同期して発生・制御する高機能光源の開発要求が高まっている。我々は、これまでに半導体レーザ (LD) をコアとする多光子イメージングのためのピコ秒パルス光源の開発を進め、また、その優れた応用機能を実証してきた[1, 2]。最近では、利得スイッチング動作LD (GSLD) により数ps時間幅の光パルスが高安定に得られるようになってきているが[3]、GSLDでは複数波長同期光パルス生成への機能拡張も比較的容易に実現できることが期待される。今回、電氣的制御による $1\mu\text{m}$ 帯GSLDおよび $0.66\mu\text{m}$ 帯GSLDの光パルスの同期動作を行い、その基本的な動作特性を評価したので報告する。

実験および結果 $1\mu\text{m}$ 帯GSLDは5ps幅の光パルスを生成することができる。 $0.66\mu\text{m}$ 帯GSLDは数十ps～数ns幅の光パルスを発生する。どちらの光パルスともにピークパワーは最大でWレベルであるが、 $1\mu\text{m}$ 帯の光パルスは光ファイバ増幅器で3-4桁の増幅を行う。2つの波長の光パルスの相対的時間遅延を柔軟に補償してタイミングの同期を取るために、2つのLDのGS動作において電氣的に任意の遅延制御を行う機能が必要になる。今回の動作においては、 $0.66\mu\text{m}$ 帯LDを20MHz繰り返しの数 ns幅電気パルスで駆動し、そのときの電氣的信号を基準にして、可変時間遅延機能を持つ高速電気パルス発生器の同期を取って $1\mu\text{m}$ 帯LDを駆動する方式を取った。このようにして得られた光パルスを高速フォトダイオードとオシロスコープにより観測した結果を図1に示す。図では、時間遅延の調整機能により、 $1\mu\text{m}$ 帯光パルスの直後に $0.66\mu\text{m}$ 帯光パルスが後続する様子が示されている。現状では、オシロスコープ上で観測される2つの波長の光パルス間の相互ジッタは数十ps程度のレベルであるが、2波長同期光パルスの広範な応用性の上からはできるだけ相互ジッタ値を低減することが望ましい。今後、相互ジッタの低減を図るととともに、増幅光パルスを用いてのバイオイメージング応用を進めて行く。

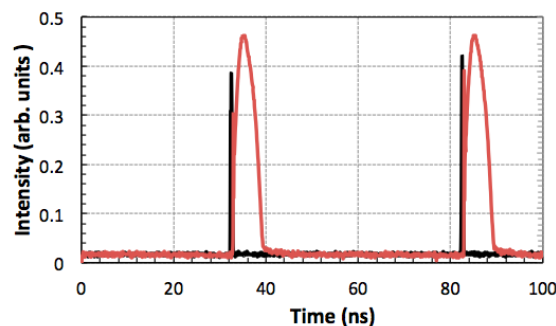


図1. $1\mu\text{m}$ 帯GSLDおよび $0.66\mu\text{m}$ 帯GSLDの同期動作を示す2波長の光パルスのオシロスコープ観測波形 (黒: $1\mu\text{m}$ 光パルス, 赤: $0.66\mu\text{m}$ 光パルス)。

謝辞 本研究の一部は、文部科学省「革新的技術による脳機能ネットワークの全容解明プロジェクト」により実施された成果である。

References

- [1] H. Yokoyama, et al., Opt. Express, **22**, pp.17752-17758 (2008).
- [2] R. Kawakami, et al., Scientific Reports, **3** 1014 (2013).
- [3] Y. Kusama, et al., Opt. Express, **22**, 5746 (2014).