

利得スイッチング半導体レーザによるスムーズ波形ナノ秒光パルス発生 Generation of smooth-shape nano-second light pulses from gain-switched laser diodes

東北大学未来研¹ ○張 凱勛¹, 洪 瑞宏¹, 房 宜激¹, 横山 弘之¹

NICHe, Tohoku Univ., °K. -H. Chang¹, J. -H. Hung¹, Y. -C. Fang¹, and H. Yokoyama¹

E-mail: chang@niche.tohoku.ac.jp

はじめに 利得スイッチング半導体レーザ (GS-LD) は、電気パルス励起により数十ps幅の光パルスを得る簡便な方法として利用されるようになってから40年近い歴史がある。しかし、強励起下でのGS-LDの物理現象の理解は未だに不完全で、このため短パルス限界も見極められていない。実際に、高速応答特性に優れたLDを100ps幅程度の電気パルスで強励起すると数ps程度の時間幅の光パルスを発生できることが見いだされて、GS-LDは最先端の多光子バイオイメージングに活用されるに至っている[1, 2]。その一方で、GS-LDはLDの緩和発振現象を利用することから、比較的長い時間幅 (サブns~数ns) のスムーズな波形の光パルスを得るのが容易でない。このような時間幅の光パルスは超解像バイオイメージングやレーザ加工など幅広く応用されると期待される。そこで、新規な方法として連続発振のレーザ光をパルス励起の半導体レーザ増幅器 (SOA) で増幅する、言わば利得スイッチングSOA (GS-SOA) による光パルス発生技術を開発した[3, 4]。これにより、サブns時間幅のスムーズな波形の光パルスが得られているが、一つの難点はやや複雑な光源構成になることである。今回、GS-LDに立ち戻り、LDの制御によりスムーズな波形のサブns~数ns幅の光パルスを得る方法を検討した。

方法および結果 検討した方法の一つは、電気パルスに発振しきい値レベルの直流電流を重畳してLDを励起することである。図1に示すように、電気パルスだけの励起の場合には緩和発振に起因する鋭い光パルスが最初に出現する典型的なGS-LDの発振波形であるが、直流電流を増すに従ってその特徴は消失していく。発振しきい値以上の直流電流のもとでは電気パルス波形をなぞるようなスムーズな波形となっている。これは、この条件下ではDC電流によるレーザ光が常時存在するので、上述したGS-SOAの動作と同等の現象がLD中で生じているためと理解される。このように、GS-LDは未だ柔軟な制御の余地があり、目的とする光パルス発生を自在に行うことができる可能性がある。

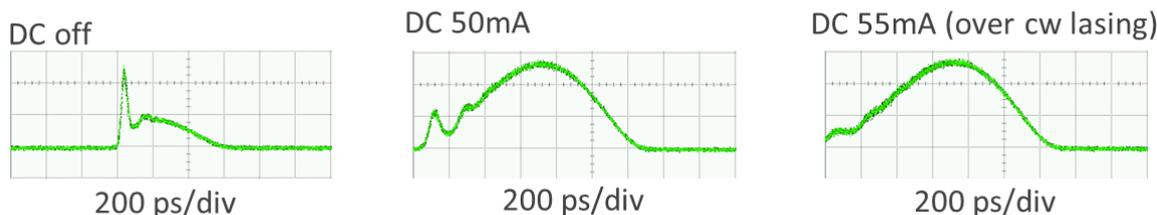


図1. GS-LD (0.66 μ m帯) の出力光パルス波形のDC電流値による変化.

謝辞 本研究の一部は、AMED「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」の支援を受けてなされた。

References

- [1] Y. Kusama, et al., *Opt. Express*, **22**, 5746-5753 (2014).
- [2] R. Kawakami, et al., *Biomed. Opt. Express*, **6**, 891-901 (2015).
- [3] 瀧澤義順, 洪 瑞宏, 横山弘之, 第77回応用物理学会秋季学術講演会, 13p-B3-1, 新潟 (2016) .
- [4] J. -H. Hung, et al., *OPTIC 2016*, paper number 270927, Taipei (2016).