

蛍光寿命測定用レーザダイオード光源の高速パルス駆動

High-speed pulse-driven LD light source for fluorescence lifetime measurements

徳大院 ○水野 孝彦, 水谷 康弘, 岩田 哲郎

Graduate School of the Univ. of Tokushima ○Takahiko Mizuno, Yasuhiro Mizutani, Tetsuo Iwata

E-mail: c501342005@tokushima-u.ac.jp

1. はじめに

蛍光寿命測定のための、レーザダイオード(LD; laser diode)の高速パルス駆動法を改良した。

従来から蛍光寿命測定にパルス光源としてよく用いられるモードロックレーザ等に対し、LEDやLDを電流制御したものは簡易なパルス光源として有用である。特に、LDの駆動電流に対する発光強度の非線形性を利用することで、単純な制御でパルス光を得られる。さらに本提案手法では、LDの駆動に必要なパルス電流とバイアス電流をそれぞれ独立に制御する。これにより設計の自由度が増し、バイアス電流の設定が容易となる。本報告では、本提案手法の性能評価を行い、その応用として蛍光寿命測定に適用した結果を示す。

2. レーザダイオードの高速パルス駆動法

図1に、本駆動法の概要を示す。(a)に示す矩形波を微分回路に導入し、(b)のパルス波形を得る。これに任意の直流バイアスを加えた電流(c)をLDに導入する。LDの駆動電流に対する発光強度は、(d)に示す自然放出と誘導放出の遷移に伴い、しきい値電流を超えると急激に発光強度が増大する。これにより、駆動電流の尖頭値をしきい値電流よりわずかに大きく設定することで、(e)に示すパルス光を得ることができる。

本駆動法におけるパルス光の時間幅は、駆動電流のパルス幅とバイアス電流に依存する。このため、微分回路の時定数およびバイアス電流を、それぞれ独立に設定できるようにする必要がある。そこで、今回は独立した電圧-電流変換回路を2つ並列に接続し、LDの駆動に用いた。図2に、今回作成したパルス駆動回路を示す。Q1およびQ2は、それぞれパルス電流およびバイアス電流を制御する。これにより、微分回路の時定数と独立にバイアス電流を設定することができる。

今回作成した駆動回路は、マイクロ波トランジスタ($f_t = 7$ GHz, BFG591, NXP semiconductors)を用いて青紫LD(中心発振波長; 405 nm, NDV4313, Nichia)を駆動することで、パルス幅0.31 nsおよび繰り返し周波数100 MHzを達成した。このとき、DCバイアスは1.57 V、および入力変調信号は1 V_{p-p}の矩形波とした。

3. 蛍光寿命測定への応用

装置の性能評価のために、10 μ M クマリン 152 エタノール溶液(吸収ピーク波長; 400 nm, 蛍光ピーク波長; 505 nm)の蛍光寿命測定を行った。光源は、図2に示す回路を用いた。蛍光は、光電子増倍管(R7400U, Hamamatsu Photonics)で検出し、TAC-MCAペアで構成される光子計数システム[1]で測定した。ここで、TAC(566, Ortec)の測定時間幅は50 nsとし、MCA(568, Ortec)のチャンネル数は8192とした。このとき、形式的な分解時間は6.1 psとなる。図3に、取得した励起光および蛍光のヒストグラム波形を示す。励起光のパ

ルス半値全幅は0.31 nsとなった。これらの波形から蛍光寿命値を求めたところ、 $\tau = 1.6$ ns が得られた。この値は文献値[2]と一致した。

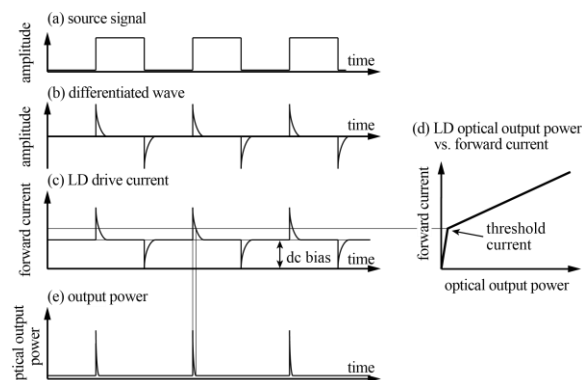


Fig. 1 Driving method for an LD light source.

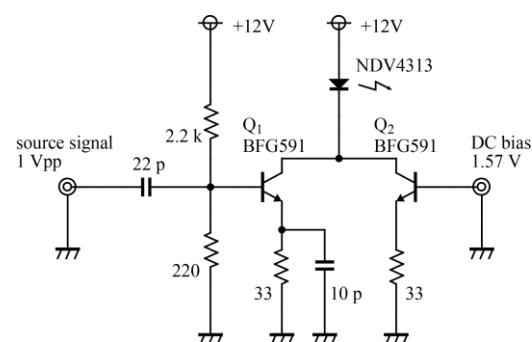


Fig. 2 Circuit diagram of the LD light source.

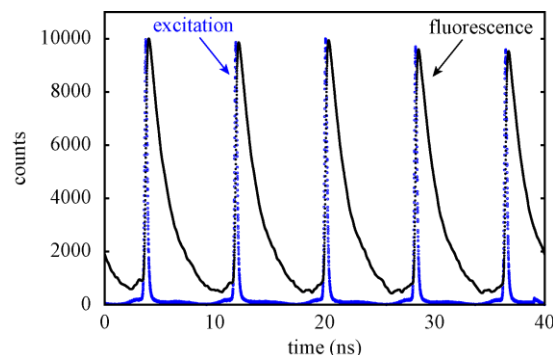


Fig. 3 Excitation and fluorescence histogram waveforms.

文献

- [1] 水野孝彦, et. al., OPJ2012, (2012) 23pP7.
- [2] P. Dahiya, et. al., Chem. Phys. Lett., **414** (2005) 148.