

# 新しい LD/LED 短パルス回路に関する考察

椎名 達雄<sup>1</sup>

<sup>1</sup>千葉大学大学院工学研究院 (〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33)

## New LD/LED Short Pulse Circuit

Tatsuo SHIINA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Chiba Univ., 1-33 Yayoi-cho, Inage-ku, Chiba 263-8522 Japan

**Abstract:** In this study, unique pulse oscillation circuit is proposed. It is quite simple but the pulse oscillation is easy to control because the pulse waveform of optical power and its pulse width are fixed with the circuit parts (Resistor and Condenser), while its pulse repetition frequency is depended on a transistor and supplied voltage. This circuit is characterized that the average optical power has the same tendency with the pulse repetition frequency due to the supplied voltage. The optical pulse power reaches 15 times bigger than the declared one but its average power is restrained low (< a few tens mW). The operation characteristics is examined with plural small signal transistors. As a result, some suitable operation conditions are found in viewpoint of lidar application. For example, a power LED for illumination get a pulsed optical power of 15W at 5ns with 250kHz with this circuit.

**Key Words:** LD, LED, short pulse, Oscillation circuit

### 1. はじめに

LD/LEDをライダーの光源とする際にパルス発振回路がしばしば用いられる。パルス駆動はパルス波形の整形、尖塔出力、パルス幅、及び繰り返し周波数で決まる。特にライダーの応用では大きなパルス光出力(尖塔出力)、高繰返し周波数が求められる性能となるが、発光デバイスとしての要求では、放熱、低消費電力、サイズが課題になる。

パルス発振回路は主に、コンデンサ(コイル)を用いた放電によるものとパルチバイブレータ回路等半導体によるものとに大別される。これまで本研究ではLEDライダー用パルス光源として2つのマルチバイブレータ回路と電流出力回路とで構成してきた<sup>[1]</sup>。計測範囲300mまでの表層大気・ガスの計測には必要十分な性能を有している。一方で、近年の発展として、LEDライダーは偏光計測、蛍光計測、ガス計測の用途でのRaman散乱光計測や海中センシング等への応用も期待されている。その際には、より大きな尖塔出力や高繰返し周波数、さらには高分解能計測を可能とする光源が不可欠となるが、上記の回路構成ではパルス幅>10ns、光尖塔出力<1Wがボトルネックとなった。市販の光パルス回路ではコンデンサの放電やコイルによるスパイク波形を利用したものが多数製品化されている。これらは必要な仕様を満たすが、波形整形に制約がでたり、発振周波数や調整幅が極端に低い、高額、放熱が大きい等の課題をもつ。本研究ではパルス回路を工夫する中でトランジスタのアバランシェ効果を利用した極めてシンプルなパルス駆動回路にて、尖塔出力>10W、パルス幅~数百ps、高繰返し周波数<10MHzといった設計自由度の高い自励式光パルス発振回路の指針を得た。特にパルス光尖塔出力、パルス幅は変わることなく繰返し周波数のみを可変できる特徴は他のレーザー発振機構にはない。本報告ではこの新しい光パルス駆動回路の動作特性と波形制御の傾向に関して述べる。

### 2. 自励式 LD/LED 発振回路

提案する光パルス駆動回路を図1に示す。回路に印加する電圧をコレクターエミッタ間の定格電圧よりも大きくかけることによってトランジスタにアバランシェ降伏を生じさせる。その際にコンデンサC1の容量で決まる電流パルスを発する<sup>[2]</sup>。回路そのものは新しいものではないが、回路そのものでパルス発振を安定化させること、並びに定格を超えた大きなパルス光出力を得られる知見はなかった。

降伏の初期段階ではパルス列はランダムで安定しないが、より高い電圧をかけて行くことで、自励で発振が安定するようになる。発振周波数はトランジスタ $T_r$ と印加電圧、R1、C1とのバランスで決まる。小信号用 $T_r$ (collector-emitter間電圧 $V_{CEO} < 100V$ )で、250Vまでの印加電圧に対し、数十kHzから10MHzまでの安定した発振周波数を得られている。パルス波形はC1による放電による。立ち上がり立ち下がりが等しいガウス型となる(Fig.2)。パルス幅は1nsを切る(数百ps)短パルスから数十-百nsまでC1の値で変化する。定格の $V_{CEO}$ 電圧を大きく超えた印加電圧に対する平均光出力はパルス繰返し周波数と同期して変化する。パルス幅ないし発振光強度に変化はほとんどなかった。つまり、回路定数でパルス波形が決定し、印加電圧の大きさと $T_r$ で発振周波数が決まる。

### 3. 結果

R1、R2を固定し、TrとC1、LD/LEDをパラメータとして様々な組合せで実験を行なった結果を示す。Fig.3にはTr=2N2369で、印加電圧70Vで平均光出力7.5mW、パルス幅2.36ns、繰返し周波数1MHzを得ることができた。光パルス出力は3.2Wになる。印加電圧が比較的低いため回路は高温にならず(<30度)、発振周波数も波長シフトがほとんどない(780.5nm->781.0nm@>10分)ことを確認している。

Fig.4およびFig.5は各小信号用Trの特性に依存した降伏電圧とパルス周波数特性を示す。Trの降伏電圧に関してはV<sub>CEO</sub>との相関が見られる。V<sub>CEO</sub>が大きいほど降伏電圧も高くなる(Fig.4)。一方で、降伏電圧が高いほどパルス繰返し周波数は低くなる傾向があった。これらの特性はFig.3に示した平均光出力とパルス繰返し周波数との関係を満たすため、Trの選定が光強度(パルス繰返し周波数による平均光出力)を決めることとなる。LD/SLDでは定格の3-5倍程度、LEDでは15倍もの尖塔出力を得るに至っている。実際にLEDライダー用光源として、定格1W(CW)のLEDデバイスで15W@5ns(250kHz)の出力を得た。

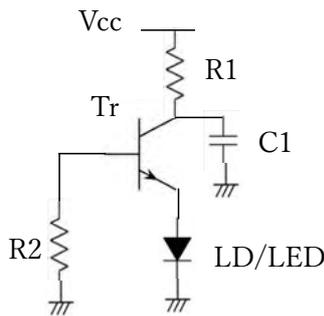


Fig.1 New Oscillation Circuit.

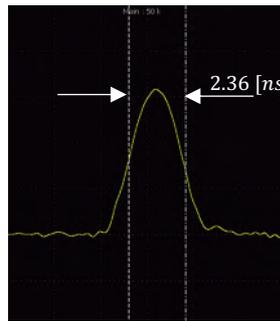


Fig.2 Optical Pulse shape.

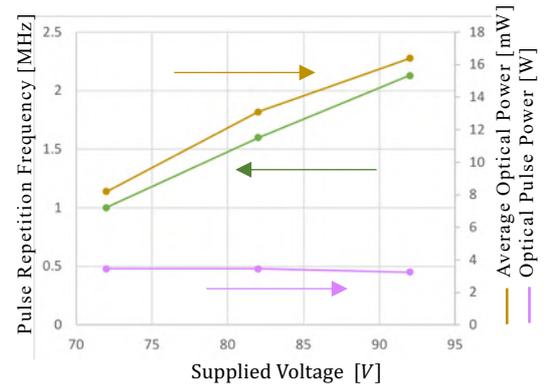


Fig.3 Oscillation frequency specification.

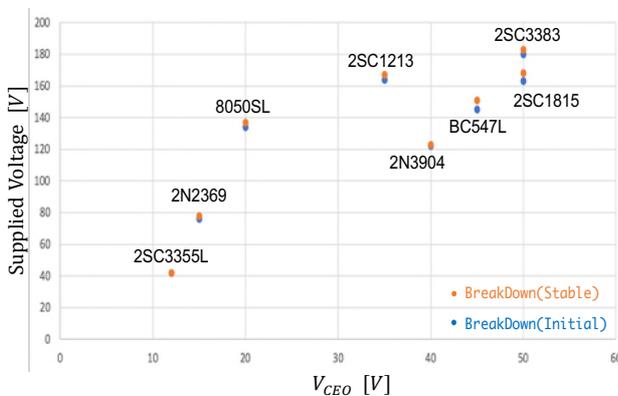


Fig.4 Variation of breakdown voltage.

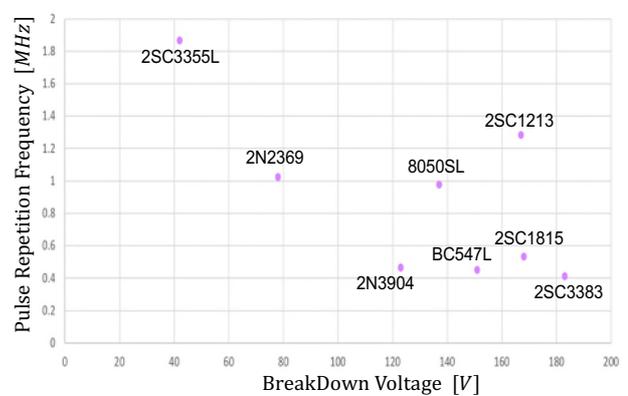


Fig.5 Variation of pulse repetition frequency.

### 4. まとめ

本手法は単パルス高出力発振で低平均光出力であることから発光デバイスそのものへの負荷は小さい。そのため発光デバイスに放熱は必要ない。一方で高電圧を印加することから回路素子の発熱を考慮する必要がある。アルミ基板、Trの放熱で対処が可能であることを確認している。また、LDやSLDを発光デバイスとした場合、複数のデバイスで印加電圧を上げていくとパルス繰返し周波数がそれまでの2倍ほどになり、パルス光出力が減少する“キンク”が発生することを確認している。LEDデバイスではそのような現象は見られていない。LEDライダーの課題は昼間の計測が制限されることであったが、送信パルス光強度が大きく向上すること、ならびにLDに比べて広い発振波長域からの選択によってUV-LEDが利用可能であることの利点を活かした課題解決を目指している。

### 参考文献

- 1) 椎名 達雄, 小山 護哲, 第27回レーザセンシングシンポジウム講演予稿集, pp.84-85, 2009.
- 2) Jim Williams, Linear Technology Application note, 45, AN45, 1991