

# White Paper

## ピコ秒／ナノ秒／CW 1024-1120 nm, 1180 nm DFB レーザ

(株)QD レーザ

### 1. はじめに

波長 1000 nm 帯のレーザは、微細加工、LiDAR、半導体関連の検査装置など、様々な産業用途に使用されており、希土類元素を添加した光ファイバや YAG (イットリウム・アルミニウム・ガーネット) 結晶を用いたファイバレーザおよび固体／ファイバハイブリッドレーザは、そのサイズや堅牢性から、今後も産業界に広く普及していくことが期待されます。当社では結晶成長技術、回折格子形成技術および半導体レーザチップ設計技術を活かし、これらのレーザの種光源となる半導体 DFB (DFB: Distributed FeedBack) レーザの開発・生産を行っています (図 1)。本稿では、本 DFB レーザの特長についてご紹介します。

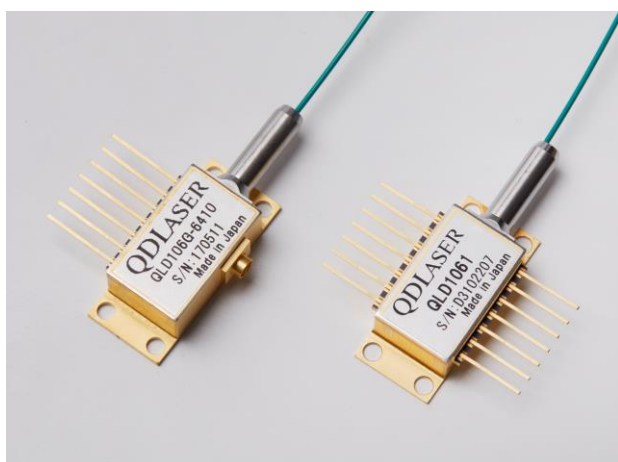


図 1. DFB レーザ (バタフライパッケージ)

### 2. DFB レーザの特長

DFB レーザは、半導体基板上に形成された活性層 (発光層) とその近くの層に形成された回折格子および導波路からなります。活性層は数十 nm の幅広い波長で発光しますが、強い波長選択性をもつ回折格子によって特定の波長のみが共振・増幅され、レーザ光と

して外部に放射されます。活性層の発光波長および回折格子の周期を適切に組み合わせることで、任意の波長のレーザを作ることが出来ます。

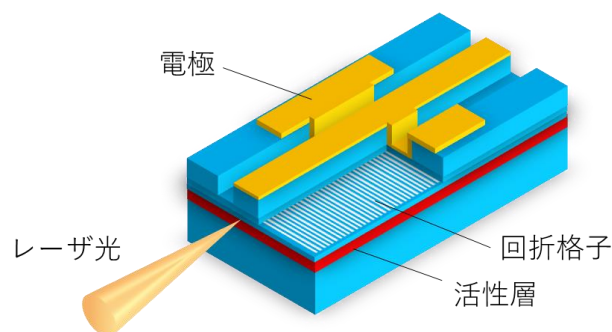


図 2. DFB レーザチップの模式図

DFB レーザへの印加電流を変調すると、光出力もそれに追従して変化します。変調帯域は RC 時定数で決まるため、外部変調器を用いることなくナノ秒のパルス生成や GHz 級の直接変調が可能です。さらに短い電気パルスを入力してゲインスイッチ動作させると、ピコ秒の短パルスを発生させることもできます。ゲインスイッチ動作とは、半導体レーザが発振状態に到達した直後に生じる強い短パルス発振現象を利用した動作で、高速変調が可能な半導体レーザでは特に短いパルスを生成することができます。

当社の 1000 nm 帯 DFB レーザには下記の特長があります。

- [1] 1024-1120 nm, 1180 nm の豊富な波長ラインナップ (波長精度  $\pm 1$  nm)。
- [2] 15 ピコ秒パルスからナノ秒パルス、CW まで幅広い用途に対応
- [3] セカンドピークのない単峰性のゲインスイッチパルス形状

[4] 自由なパルス条件設定

[5] パルス、CW 駆動ドライバによるプラグアンドプレイ化

[6] カスタム対応

以下で、それぞれの特長について解説します。

[1] 1024-1120 nm, 1180 nm の豊富な波長ラインナップ

1000 nm 帯で発光する活性層には、850 nm 帯で発光する GaAs に In(インジウム)を加えた InGaAs が用いられます。In 組成を大きくするほど長波長での発光が得られますが、GaAs 基板に対する結晶歪が大きくなるため、結晶欠陥の少ない活性層を得るには高い結晶成長技術が必要となります。当社は超高真空中で結晶成長する MBE 法によって、1100 nm を超える波長においても高信頼の活性層を実現しています。

当社の DFB レーザは、性能に対する要求が厳しい光通信用レーザ開発で培った半導体内部に回折格子を形成する技術と、それを埋め込む再成長技術によって実現したものです。その DFB レーザは、回折格子の強い波長選択性によって単一周波数かつ 10 MHz 以下(典型値)の狭線幅で発振します。また、回折格子周期の精密制御によって波長精度  $\pm 1$  nm までのご提供が可能です。ファイバレーザの代表的な波長である 1030 nm, 1053 nm, 1064 nm, 1080 nm をはじめ 100 nm を超える広い波長範囲をカバーしており、本DFBレーザを種光源とした 2 倍波(緑)・3 倍波(紫外)生成、波長多重による主発振器の高出力化など、様々な応用が可能となります。

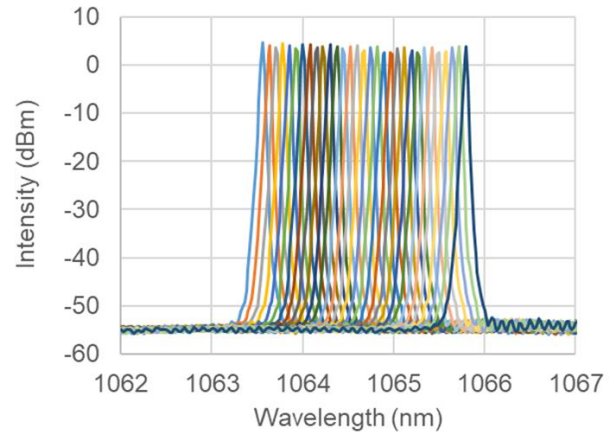


図 3. スペクトル特性

[2] 15 ピコ秒パルスからナノ秒パルス、CW まで幅広い用途に対応

当社は様々なパルス幅のニーズにお応えする DFB レーザを開発してきました。15 ピコ秒パルスは、ゲインスイッチ動作の半導体レーザ製品として世界最速で、非熱加工用レーザや半導体関連製品の検査用、スーパーコンティニウム光生成などの種光源に適しています(図 4)。

50 ピコ秒パルスは、有機 LED、フレキシブルプリント基板、半導体などの微細加工用レーザや半導体製造工程の検査用レーザなどの種光源に適しています。

ナノ秒パルスは、ガラス、太陽電池、プリント基板、シリコン、セラミックなどの微細加工用レーザや LiDAR 用レーザなどの種光源に適しています(図 5)。

CW 光はファイバレーザの種光や、センシング、波長多重による高出力化などにご使用いただけます。

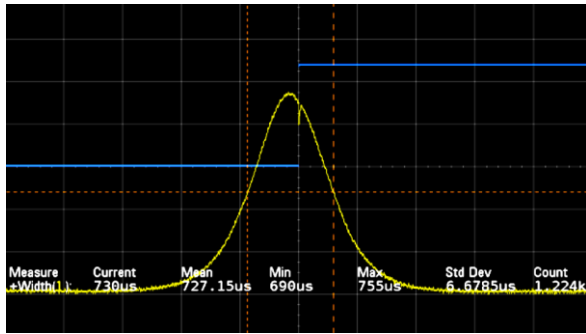


図 4.15 ピコ秒パルス

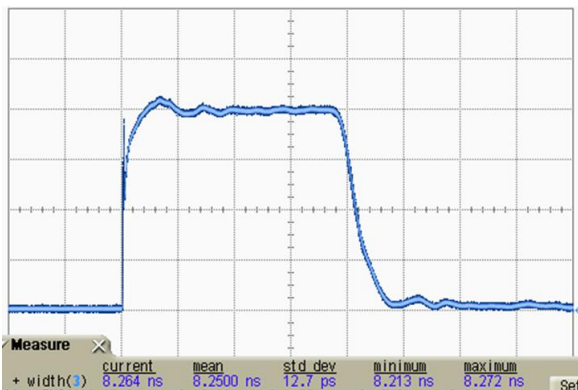


図 5. ナノ秒パルス

### [3] セカンドピークのない単峰性のゲインスイッチパルス形状

DFBレーザはファイバレーザや固体／ファイバハイブリッドレーザの種光に使用されるため、もし種光のパルスに裾引きやセカンドピークがあると、ファイバレーザのパルス品質に影響を及ぼします。微細加工用レーザのパルスに裾引きや波形の乱れが含まれていると、加工対象に熱が残留してしまいシャープな加工形状が得られません。LiDARにおいては信号対雑音比が悪化し、検出感度の低下を招きます。当社のゲインスイッチパルスは、図 6 に示すようにパルスの裾引きやセカンドピークのない単峰性ですので、増幅後も綺麗なパルス形状が得られます。

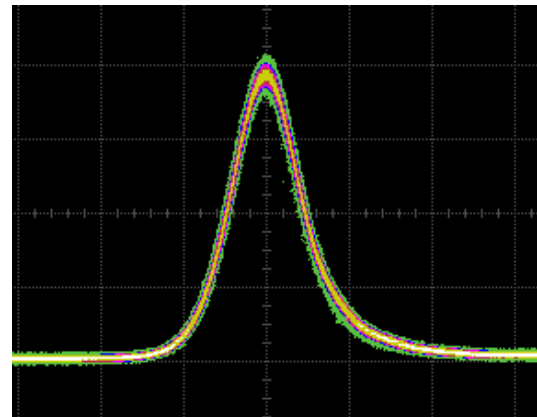


図 6. ゲインスイッチ動作時のパルス波形

### [4] 自由なパルス条件設定

DFB レーザは印加電流による直接変調が可能かつ高速応答するため、シングルショットから MHz オーダーの高い繰り返し周波数までをカバーでき、バーストモードでも動作可能です。また、ナノ秒パルスではパルス毎にパルス幅やパルス強度を変えることも可能です。

### [5] パルス、CW 駆動ドライバ

15 ピコ秒パルス、50 ピコ秒パルス、ナノ秒パルス、CW、それぞれの駆動条件に適したドライバボードをご用意しています。DC バイアス電流、パルス電流、パルス幅、繰り返し周波数、LD 温度(すべてのバタフライパッケージにはペルチェが内蔵されています)の制御は付属の専用ソフトで可能ですので、ご購入後すぐにご使用いただけます。また、外部クロックとプログラミングを組み合わせれば、より自由なパルス駆動条件を設定でき、装置への組み込みも可能です。

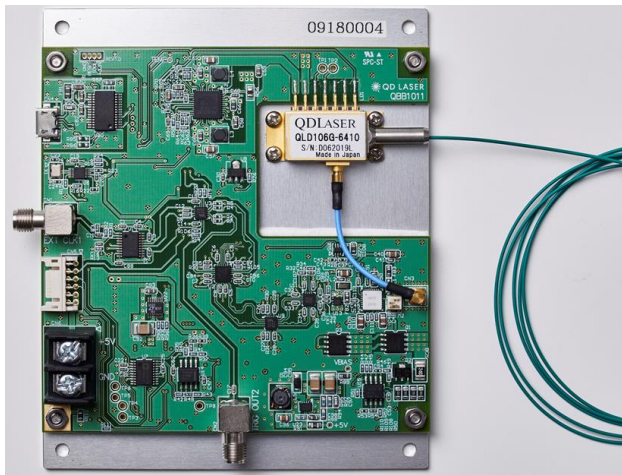


図 7. レーザドライバ

#### [6] カスタム対応

表 1 および表 2 に DFB レーザおよびレーザドライバの主な製品ラインナップを示します。DFBレーザの用途は多岐にわたるため、お客様のご要望も様々です。そこで当社はおお客様のオンリーワン製品の創出をサポートするため、これまでに数々のご要望にお応えしてきました。下記はその例です。

- ・波長精度を厳しくしたい
- ・製造歩留まりを改善するため、専用ドライバを提供するので出荷検査に使ってほしい
- ・特定の駆動条件で出荷検査をしてほしい
- ・バタフライパッケージのピン配置を変更したい
- ・バタフライパッケージではなく、チップオンキャリア、TO-CAN パッケージで販売してほしい
- ・アイソレータを外してほしい
- ・パルス駆動時のスペクトル幅を指定したい
- ・ファイバの種類を変更したい
- ・50 ピコ秒ではなく 30 ピコ秒のパルスが欲しい
- ・専用のレーザを開発してほしい

ここに記載されていないご要望につきましても柔軟に対応いたしますので、お気軽にお問い合わせください。

表 1. DFB レーザの主なラインナップ

製品シリーズ名	QLD106G	QLD1x61	QLD106P	QLD106D	QLA1x6x
パルス幅	15 ps	50 ps, 1 to 20 ns	50 ps, 1 to 20 ns	1 to 20 ns (option: 50 ns)	50 ps, 1 to 20 ns
波長	1030 nm 1064 nm	1024 to 1120 nm 1180 nm	1030 nm 1053 nm 1064 nm	1064 nm	1064 nm 1122 nm 1188 nm
ピーク光出力 (psゲインスイッチ 駆動時)	>50 mW	>100 mW	>100 mW	n/a	>300 mW
ピーク光出力 (nsパルス駆動時)	n/a	>100 mW (1 to 5 ns) >300 to 400 mW (5 to 20 ns)	>300 mW >400 mW	>400 mW	>300 mW
光出力 (CW駆動時)	n/a	>30 mW	>30 mW	>40 mW	>100 mW

表 2. レーザドライバのラインナップ

製品シリーズ名	QCED	QC2D	QC9D	QBB1005	QCBA
パルス幅	15 to 20 ps	50 ps to 9 ns	10 ns to 125 ns	CW	50 ps to 9 ns
繰り返し周波数	12 kHz to 200 MHz	12 kHz to 250 MHz	3 kHz to 1 MHz	n/a	12 kHz to 5 MHz
最大電流	100 mA	200 mA	2A	500 mA 2 A	DFB: 200 mA SOA: 2 A

### 3. おわりに

本稿では、(株)QDレーザの 1000 nm 帯 DFB レーザについて紹介しました。豊富な波長かつ多彩なパルス幅の製品ラインナップは、微細加工用レーザ、LiDAR、検査用光源など様々な用途の種光源に適しており、お客様のオンリーワン製品の創出に貢献いたします。