

件名 製品案内： 検査・計測・分光・バイオ・医療用 【小型レーザーモジュール】
 作成 フォトンリサーチ(株)営業部 日付 2016年09月現在

前書き

フォトンリサーチ社は、計測・検査・医療・バイオの応用の為の小型レーザーモジュールを開発から製造、そして品質検査から出荷まで一環自社で行なっています。国内のお客様は、製品の開発現場まで御案内及び技術的なディスカッションを行なえるのは、弊社のレーザー製品の強みです。

この様な応用に御答え出来る弊社製品は、他社同類製品と差を付けられる下記特徴を持っております：

- ① **波長の可選択性**： 紫外から可視、尚近赤外に殆どの波長を指定されれば出力可能
- ② **波長の可制御性**： 100nm 広い帯域発振と、シングル縦モード狭帯域化の両極端の制御可能
- ③ **出力低ノイズ性**： 0~MHz 帯域に、p-p で 0.1%以下、RMS で 0.01%以下のノイズまで可能
- ④ **出力の可制御性**： ダイナミックレンジ 0.5%~100%にレーザー出力を線形的に制御可能
- ⑤ **高速時間応答性**： 計測で最速 200MHz の変調可能（例えば NIR で 5W 出力@50MHz 変調）
- ⑥ **高信頼性高品質**： 国内製造と検査、特にファイバ関連製品に光通信技術を用いて高信頼性
- ⑦ **マルチ波長出力**： 自社独自開発の合波器技術を用いて最多 10 波長レーザーを一本ファイバで出力
- ⑧ **構造と実装特性**： レーザー溶接技術を用いる実装で殆どのレーザー製品はエポキシフリー高信頼性
- ⑨ **コンパクト化**： LD チップからマイクロレンズ等国内部品の使用と弊社独自設計による小型化

以下に弊社小型レーザーモジュールの製品基本構造による分類、及び上記製品特性による分類を各々詳細紹介致します。

各シリーズ小型固体レーザー製品の概要仕様と参考カタログ

表 I 高性能小型レーザーの分類

#	製品名称	型式シリーズ	概要仕様・参考 URL
㉑	LD モジュール	LD-8000	高性能ダイオードレーザー (PMF-Butterfly/Bundle/SLM 等)
		カタログ URL	http://www.prd.co.jp/image/newpro/LD8000Ctlog.pdf
㉒	Diode Direct SHG DDS レーザー	GB-9000G	DDS レーザー、原理から特性まで紹介論文
		紹介論文 URL	http://www.prd.co.jp/image/newpro/DDSpaper.pdf
㉓	PPLN を用いる DPSS レーザー	PL-9000	PPLN+YV04 DPSS、Can とチップで最大出力 3W@532nm
		カタログ URL	http://www.prd.co.jp/image/newpro/gLaser.pdf
㉔	DDS レーザー	緑波長 LD	LD 直接 SHG (=DDS) 青/緑レーザー、緑色 LD (実装は Can と Butterfly)
		カタログ URL	http://www.prd.co.jp/image/newpro/BI09000.pdf
㉕	Fiber レーザー	BIO-9000	単一縦&横モードファイバ出力高性能(狭帯域化/低ノイズ)レーザー
		カタログ URL	http://www.prd.co.jp/image/bio9fib/Bio9000Ctlog.pdf
㉖	小型高出力 Q スイッチ DPSS	PD-3000	小型高性能 DPSS レーザー
		カタログ URL	http://www.prd.co.jp/image/dpss3ser/PD3000Ctlog.pdf
㉗	マルチ波長出力 レーザー	FM-9000	合波器を用いる多波長一本ファイバ (PMF/SMF 等) 出力レーザー光源
		カタログ URL	http://www.prd.co.jp/image/m9fmser/MF9000Ctlog.pdf
㉘	小型パルス高出力 Q-スイッチ DPSS	AOW-1000	209nm 五倍波まで、繰返し最速 1MHz、パルス幅 5ns~200ns 可制御
		カタログ URL	http://www.prd.co.jp/image/newpro/aowctlog.pdf
㉙	ハイグレード 小型レーザー	-	分光・計測・ホログラフィ・顕微鏡・バイオ・医療向け高性能レーザー光源
		製品紹介 URL	http://www.prd.co.jp/image/newpro/HiGradeLasList.pdf
㉚	プロジェクタ用 青/緑レーザー	-	レーザープロジェクタ、レーザーテレビ用青と緑波長小型高出力光源
		製品紹介 URL	http://www.prd.co.jp/image/newpro/BGlasforTVlist.pdf
㉛	ビーム整形用 ホモジナイザー	-	正方形・線状形ビームホモジナイザー、ファイバ出力ビーム整形光学系
		製品紹介 URL	http://www.prd.co.jp/products/homogeni/mhomogen.html
㉜	ファイバ光学系 とビーム整形	-	正方形・線状形ビームホモジナイザー、ファイバ出力ビーム整形光学系
		製品紹介 URL	http://www.prd.co.jp/products/lbaccess/lbaccess.html
㉝	パソコン制御 レーザー電源	-	RS-232C 通信で PC 制御、LD ドライバと温調 TEC ドライバ電源
		製品紹介 URL	http://www.prd.co.jp/image/newpro/PSofRS232C.pdf

弊社製品諸特性の紹介

1. 波長特性に関して

1-1 ① 波長の可選択性： 紫外から可視、尚近赤外に殆どの波長を指定されれば出力可能

①-1 可視波長の小型高性能レーザー

特に DDS (Diode Direct SHG) レーザー (カタログは表 I ④の URL に参照) は、近赤外 976nm~1200nm 波長帯域の半導体レーザー (LD) を、導波路型 PPLN 非線形結晶を用いて直接二倍波 SHG 出力へ可視波長変換すると、青 470nm/488nm/490nm、緑 527nm/532nm、黄緑 550nm/560nm、黄 580nm/590nm/600nm/610nm の様な波長のレーザーを作れます。これらの波長は、この数年でバイオ・医療・分光等いろいろ新しい応用分野に使われますので、それと同時にこれらの応用に使われるレーザー光源に対して、波長の可選択性 (2nm の小刻みで指定可能) と波長線幅の狭帯域化 (一般シングル縦モード) も高く要求され、それらのご要求に答えできるのは、弊社の DDS 小型レーザーです。尚、DDS レーザー製品は、出力の可制御性 (ダイナミックレンジ~100%) と低ノイズ性にも優れていますので、ご興味をお持ちの方がお問合せ下さい。

①-2 深紫外 209nm までの波長変換高出力高性能レーザー

米国 AOW 社 Q スイッチ DPSS レーザー (カタログは表 I ⑥の URL に参照) は、五倍波に波長変換で深紫外 209nm の最短波長まで実現、尚製品は小型化にしながら、5ns から 200ns までに PWF 機能でパルス幅可変、繰返し率最速 1MHz、且つ最大平均パワー 100W 級までの高出力、特に小型深紫外波長で高繰返し率のモデルは、今まで世の中類もない固体レーザーで計測から半導体製造までに新規応用に期待出来るものです。

1-2 ② 波長の可制御性： SLM、その上更に狭帯域化、又 SLD 等ご要求仕様に合わせて可能

②-1 LD-8000 (カタログは表 I ①の URL に参照) シリーズの波長狭帯域化 LD レーザー

LD-8000 (S-オプション) は、VBG 素子を用いて波長の狭帯域化シングル縦モードレーザー製品をリストされています。弊社独自の共振器設計技術と実装技術で Chip/Can/Butterfly などコンパクトなパッケージで狭帯域化された LD をいろいろ出力形態と外装形態で製品化されています。

②-2 GB-9000 (表 I ③の URL に参照) と BIO-9000 (表 I ④の URL に参照) 波長変換 DDS レーザー

SLD の様な発振帯域がワイドバンドな LD を用いて、共振器の工夫で狭帯域化して単縦モード SLM 且つ単横モード SLM の基本波レーザーをベースにして、シングル横モード導波路 PPLN で波長変換して、波長の狭帯域化且つ出力安定化のレーザー製品になります。

以上②-1 と②-2 の狭帯域化レーザーに 0.1nm と 0.01nm 尚 0.005nm の数種類線幅の製品があります。

②-3 100nm 広い帯域発振の SLD をそれぞれの実装パッケージで出力される製品もあります。

2. 出力特性に関して

2-1 ③ 低ノイズ出力に関して

③-1 上述 DDS レーザー (URL の参照先は、論文で表 I ⑥とカタログで表 I ③と表 I ④の URL に) は、LD からの光を用いて直接 SHG なので、光ノイズを千分の一以下に極めて低くする事は出来ます。

③-2 PD-3000 シリーズ (カタログは表 I ④の URL に参照) DPSS レーザーでも、弊社独自の技術で開発したレーザー及び電源制御技術で、0~MHz 帯域に、p-p で 0.5%以下、RMS で 0.1%以下のノイズまでの低ノイズ出力は実現しています。低ノイズと要求される計測用途にこれらのレーザーは非常に使い易い光源です。DPSS レーザーですので、低ノイズにしながら 30 万台の低コストでご提供出来ます。

2-2 ④ 出力の可制御性に関して

④-1 LD と SLD から実装されるレーザー (表 I ①の URL にカタログ掲載) であれば、弊社独自で開発された APC (Auto-Power-Control) 制御技術で、ダイナミックレンジほぼ 100%で出力を 0~100%範囲に線形的な制御は可能です。

④-2 DDS は、LD の直接 SHG から出来たレーザーなので、LD と同様にほぼ 100%ダイナミックレンジにレーザー出力を制御可能です。表 I ⑥の URL に掲載された論文で、データを示しています。同論文に LD と DDS のこの特性は DPSS レーザーとも比較していますが、特殊の処理を行えば、DPSS レーザーも出力の可制御性も改善可能です。

2-3 ⑤ 高速時間応答性に関して

レーザーの時間応答性ですが、弊社全ての製品 (DPSS/DDS/LD) をアナログ・デジタル・TTL の様な可変調性を持ちます：

DPSS レーザー (PD-3000 シリーズ、カタログ表 I ④の URL) は、TTL で最速 200KHz

DDS レーザー (GB-9000 シリーズ、カタログ表 I ③の URL) は、デジタルで最速 50MHz

LD レーザー (LD-8000 シリーズ、カタログ表 I ①の URL) は、アナログで最速 50MHz、TTL で 100MHz

3. 当社小型レーザー製品のその他特性

3-1 マルチ波長出力技術に関して

その一 ファイバ合波器 を用いる技術

弊社独自で開発したファイバ合波技術で、一本のファイバ (MMF/SMF/PMF) にまとめて複数の波長のレーザー出力は可能になり、例えば偏波保存型 PMF ファイバの一本で RGB の同時出力は可能です。現在確立された実装技術で、下記の可視及び近赤外波長帯域に

紫 (400~410nm)

青 (430~460nm)

緑 (520~535nm)

黄緑 (565nm まで)

黄 (590~600nm)

最大 4 波長まで一本のファイバにまとめて出力する合波器の対応は可能です。

特許の出願とも絡んで新規開発された自社製品なので、お問合せ頂ければ、詳細仕様の案内出来ます。

その二 フリースペース ビーム出力の 合波器

複数のファイバから入力される複数波長のレーザーをまとめて一本の平行光ビーム出力と

複数のレーザービームをフリースペースで合波して出力 の二種類合波器の単品製品はありますが、同光軸でフリースペースビーム出力マルチ波長レーザー (可視から近赤外まで最多 4 波長まで) の製品もあります。

詳細仕様については [表 I ⑧](#) の URL の FM-9000 シリーズマルチ波長レーザーカタログに御参考下さい。カタログに紹介される製品は、小型化且つ高信頼性 (長期間運転もビームのずれる事が無い) のものになります。

3-2 レーザーとファイバの融合技術に関して

その三 ファイバ出力ビーム整形 光学系

光学系入力側に設ける FC/PC か FC/UPC 標準コネクタにレーザー光を入れて、SMF と PMF の場合に出力側にコリメートすると通常のようにガウシアン分布の平行光になる事の変わりに、均一化強度分布 (Top-Hat) にして出力するビーム整形光学系も用意しています。Top-Hat 分布で出力されるビームの形状は、円形 と 四角形 と 線状形

の三種類はあります。この種のファイバ出力ビームの整形光学系の参考先は、[表 I ⑫](#) と [表 I ⑬](#) です。

その四 バンドルファイバ 技術

バンドルファイバ技術を用いて、

同光軸リアルタイムでのレーザー励起蛍光分光器とレーザーラマン分光器

尚、バンドルファイバ光源に関して、多波長高出力、多用途対応のもので、下記の幾つか主力製品は有り

最多 10 波長同時照射できるマルチ波長レーザー (SLD/LD/DPSS/DDS) 光源

最大 10W 出力 LED 光源、適用される波長は露光用 375nm/405nm 尚テレビ用 445nm/640nm

最多 4 波長帯域 (例えば、RGB と黄色) LED 照射光源最大 500mW 高出力

これらの製品を、工業と医療用途にいろいろ応用に OEM でお客様へ提供していますので、ご興味がある方はお問合せ下さい。

3-3 光通信部品から転用される小型化且つ高信頼性レーザーの実装技術に関して

その五 光通信から転用される実装モジュール 技術

弊社で作られるレーザーは、今までに光通信に使われている殆どの主動部品 (LD とファイバ増幅器) のモジュールの実装形態に OEM で承り、しかも光通信にベースした実装技術なので、高信頼性になります。

弊社レーザーと光通信製品開発の長年経験から発展して、実装されるレーザーの実例もあります：

カンパッケージでの実装： 最大 150mW 出力の 532nm レーザー (Φ5.6-Can まで)

バタフライでの実装： 最大 50mW@PMF 出力、単一縦&単一横モード 488nm と 532nm の DDS レーザー

ファイバ合波器での実装： 445nm/532nm/638nm/785nm 四波長の合波器で PMF 一本ファイバ出力

ナノ秒パルス PMF 出力： 最速 10ns 高速変調される LD と DDS で実装されたファイバ出力レーザー

光通信実装技術を用いて弊社のそれぞれファイバ出力製品について、波長は可視から近赤外、PMF/SMF/MMF で狭帯域化 LD、DPSS と DDS、又 SLD と LED を光源として、それぞれのファイバ出力モジュールはあります。

弊社のレーザー及び周辺製品は少量生産のベースで国内製造と検査出荷しております。特にファイバ関連製品に光通信技術の転用、実装際にレンズも含み全ての実装をレーザー溶接で行なうエポキシフリーの製品を作れます。尚、弊社独自の実装パッケージも高性能高出力でチップ化にして 超コンパクトの構造 になります。