

≫ 新製品紹介

# 12 kW マルチモードファイバレーザの開発

## Development of 12 kW Multi-Mode Fiber Laser

### 1. はじめに

ファイバレーザは希土類元素を添加した光ファイバを媒質とする固体レーザです。従来のガスレーザや固体レーザと比べると、軽量でかつ優れたビーム品質を有しており、また光ファイバによる長距離伝送が可能のため、加工用ロボットとの組み合わせによる生産設備の自動化に適しています。このため、近年、レーザ加工市場におけるファイバレーザの普及が進んでおり、その需要が急速に高まっています。当社は、光ファイバやファイバ増幅器、半導体レーザ、光接続等に関する技術の蓄積を基にファイバレーザ発振器の開発と量産に早期より取り組んでおり、高出力マルチモードレーザ製品として定格出力2～6 kWの製品ラインナップを有しています。しかしながら、依然拡大し続けているレーザ加工市場においては、加工時間の短縮や厚板金属材料への適用のため、更なる高出力化が期待される状況にありました。

そのような背景を鑑み、今般、当社では新たに12 kWファイバレーザ発振器を製品化しました。ビーム品質を良好に維持しつつ高出力化を行うことで、金属の厚板溶接や薄板の高速溶接が可能となり、お客様の高付加価値加工の実現と製造コスト削減に貢献します。

### 2. 構成

図1に12 kWマルチモードファイバレーザ発振器の外観、図2に装置の構成の模式図を示します。本発振器は、レーザ光源として1 kW出力のファイバレーザエンジンユニット(図3)を12台搭載しています。各エンジンユニットから出力された12本の光ファイバは、ビームコンバイナユニット内で集約されて1本の出力ファイバとなり、この出力ファイバがデリバリファイバユニット内で光伝送ケーブルと光接続されています。光伝送ケーブルの光出力端部はQDコネクタを採用しています。本発振器を制御する電装部品や、レーザ光源のための電源装置も装置内部に実装されています。

なお、ファイバレーザエンジンユニットは1台ずつ着脱が可能な構成となっており、最小7台、最大12台のユニットの搭載を行うことで、定格出力を7～12 kWとすることが可能です(6 kW以下は既存の製品で出力が可能です)。



図1 12 kW マルチモードファイバレーザ発振器  
12 kW multi-mode fiber laser oscillator.

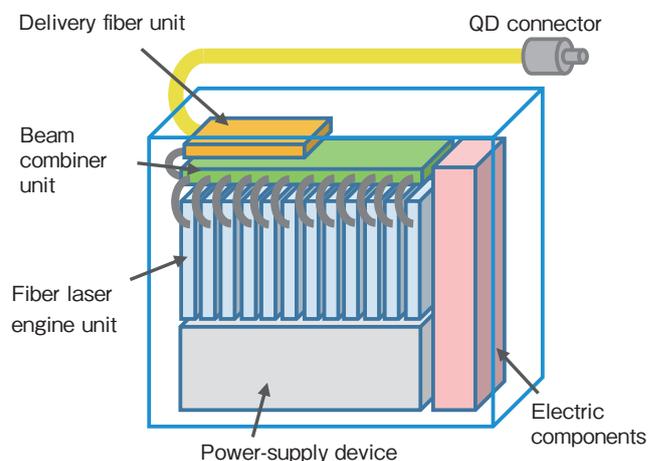


図2 装置構成(模式図)  
Schematic diagram of the structure.



図3 ファイバレーザエンジンユニット  
Fiber laser engine unit.

表1 従来製品及び新規開発品のマルチモードファイバレーザ発振器仕様  
Specifications of new/existing multi-mode fiber laser lineups.

Model	Existing Lineup		New Lineup
	FEC2000M - FEC4000M	FEC500M, FEC6000M	FEC7000M - FEC12000M
Body size (W × H × D) (mm)	770 × 1268 × 950		1300 × 1469 × 1102
Rated power (kW)	2 - 4	5, 6	7 - 12
Output stability (%)	< ± 2		< ± 2
Beam quality (BPP) (mm·mrad)	Typ. 2.2	Typ. 3.0	Typ. 3.5
Fiber core diameter (μm)	50	80	100
Output adjustable range (%)	10 - 100		10 - 100
Center wavelength (nm)	1070		1070
Polarization	Random		Random
Guide laser	Red, Class3R		Red, Class3R
Modulation frequency (kHz)	5		5
Beam divergence (half angle) (mrad)	Typ. 75		Typ. 75
Angular deviation (mrad)	< 20		< 20
Optical terminal connector	QBH		QD

### 3. 仕様及び特性

表1に従来製品ラインナップ(定格出力2～6 kW)と新規開発品ラインナップ(定格出力7～12 kW)の仕様を示します。新規開発品は、従来に比べ最大で2倍の出力を可能としながら、ビーム品質(BPP)は典型値3.5 mm·mradと良好な品質を達成しています。

図4は、12 kW マルチモードファイバレーザ発振器の制御信号値と光出力コネクタ端部におけるレーザ出力値の関係を示しています。本装置は0-10 Vの制御指示信号によってレーザ出力を調整することが可能であり、定格12 kW(最大定格13.2 kW)の本装置では、最大指示値10 Vで約13 kWの出力が可能です。制御指示信号を入力したときのレーザ出力値は図のとおり線形となり、制御指示信号に対して良好な応答性を示します。

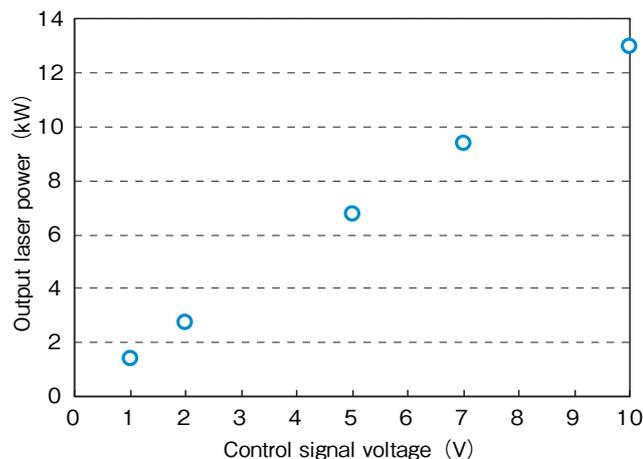


図4 12 kW マルチモードファイバレーザ出力特性  
Output characteristics of 12 kW multi-mode fiber laser.

図5は、12 kW マルチモードファイバレーザ発振器の10 kW, 12 kW, 13 kW 出力時におけるスペクトル分析結果を示しています。一般的にファイバレーザの中心波長は1070 nmですが、レーザ出力が大きくなるにつれ、1120 nm付近のストークス光パワーが増加することにより、レーザ出力が不安定になっていくことが知られています。本発振器では、最大定格出力近傍の13 kW 出力時においても、ストークス光パワーが-30 dB以下に抑えられており、高反射材料に対しても安定したレーザ加工が可能です。

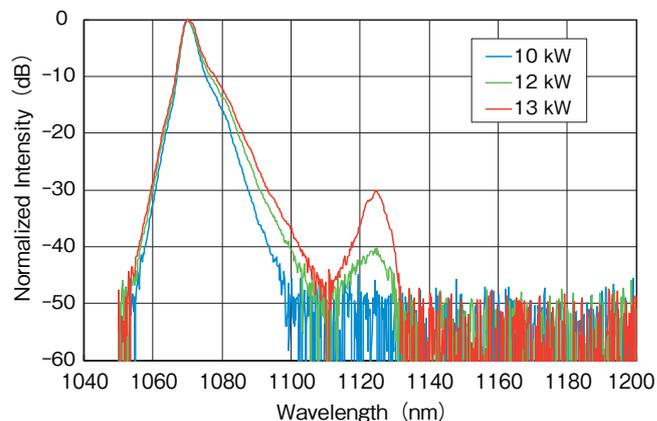


図5 12 kW マルチモードファイバレーザのスペクトル分析結果  
Spectrum analysis of 12 kW multi-mode fiber laser.

#### 4. レーザ加工例

図6は、ステンレス (SUS304) 及びアルミニウム (A5052) 試験片 (縦50 mm×幅100 mm×厚さ30 mm) に対して、焦点距離 $f=200$  mmの集光レンズを用い、出力12 kW、ファイバコア径100  $\mu$ m、加工速度1-20 m/minの条件でレーザ加工 (掃引) を施したときのレーザ加工速度と溶け込み深さの関係を示しています。なお、同図では比較のため、従来製品である6 kWマルチモードファイバレーザ発振器 (ファイバコア径: 80  $\mu$ m) での加工結果も合わせて示しています。

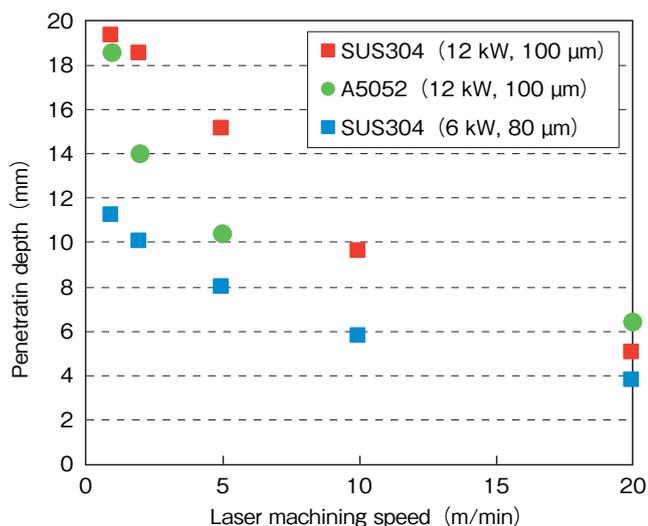


図6 SUS304及びA5052の溶け込み特性  
Penetration characteristics of SUS304 and A5052.

従来製品ではステンレスに対して1 m/minの加工速度で11 mm程度の溶け込み深さでしたが、新規開発品では19 mm程度の溶け込み深さを示しています。このときの試験片の、レーザ掃引方向に垂直な断面図を図7に示します。高いビーム品質を維持しつつ高出力化を実現した本製品によって、加工の高速化や厚板材への適用といった、レーザ加工におけるアプリケーションの拡大が可能です。



図7 SUS304 12 kW, 1 m/min加工時の試験片断面  
Cross section of SUS304 workpiece at 12 kW laser, 1 m/min.

#### 5. おわりに

当社千葉事業所内のアプリケーションラボにおいて、本発振器を用いたレーザ加工実験が可能です。詳しくは当社までお問い合わせ下さい。

また、本装置は定格12 kW出力のファイバレーザ発振器ですが、2020年度には同一のプラットフォームを用いて18 kWの出力が可能な発振器の開発を予定しています。

<製品お問い合わせ先>

電装エレクトロニクス第一営業部 第二課  
TEL : 03-3286-3414 FAX : 03-3286-3978  
<https://www.furukawa.co.jp/fiber-laser/>