

》新製品紹介

Blue-IRハイブリッドレーザ「BRACE®」

Blue-IR Hybrid Laser “BRACE”

1. はじめに

近年、持続可能な社会の実現を目的として、走行中にNO_x（窒素酸化物）やPM（粒子状物質）、CO₂を排出せず、気候変動対策に有効な電気自動車（xEV）の開発が世界中で進められています。最近では、各国政府の政策のもと、2030年代を目処に純ガソリンエンジン車を規制する機運が急速に高まってきています。このような状況下で、xEVに欠かせない電池、モータ及びインバータなどのキー部品の製造量が飛躍的に伸びると想定されています。

xEVの基幹部品の製造現場では、導体である銅の接合に抵抗溶接、超音波溶接、アーク溶接など、様々な溶接工法が用いられています（図1）。工場から排出されるCO₂削減や工程の自動化を含む更なる効率向上を目的に、連続波として出力が安定しているファイバレーザや半導体レーザを加工熱源として使うレーザ溶接の導入が検討され始めています。その中で、銅に対する光反射率が極めて高く、高品質な加工が難しい従来の近赤外光（波長1070 nm帯）の近赤外（IR）ファイバレーザを使ったレーザ光源に代わり、銅に対して光吸収性の良い高出力な青色レーザ（波長450 nm帯）へのニーズが高まっています。当社は、短波長である青色レーザ発振器とIRファイバレーザ発振器を統合した、Blue-IRハイブリッドレーザ「BRACE」を製品化し、2021年1月に受注開始しました（図2）。産業用途のレーザ加工にも利用できる高出力・高信頼性の青色レーザ発振器には、青

色半導体レーザで世界トップシェアの日亜化学工業株式会社様と共同で開発した青色レーザダイオードモジュールが搭載されています。

2. 「BRACE」の特長

我々は青色を使った銅のレーザ加工で世界ナンバーワンになることを目指して、Blue-IRハイブリッドレーザの製品群を「BRACE」と名付けました。それぞれのアルファベットには、B:青色「Blue」、R:赤外「InfraRed」、ACE:「第一人者、最高の」、という意味があります。また、それぞれを繋げたBRACEには「つがい、一組、活力を与える」という意味があります。「BRACE」を製造工程で使って頂くことで、当社とお客様、そして世界をつなぎ、世界に活力を与えるという意味を込めています。

Blue-IRハイブリッドレーザは、銅に対して深く高速な加工を実現できるIRファイバレーザ（波長1070 nm帯）と、銅に対して予熱効果を与える青色レーザ（波長450 nm帯）とで実現しています。銅の室温での光吸収率は、波長1070 nm及び450 nmに対して、それぞれ、4%及び65%になります。IRファイバレーザを用いた銅のレーザ加工では、低い光吸収率、加工自体が困

主要構成部品の製造工程で、銅加工を多用

電動アクスル
(モータ、インバータ)
■モータ巻線溶接
■バスバ溶接

リチウムイオン電池モジュール

■電池箱切断・溶接
■バスバ溶接

図1 xEVの主要構成部品と銅加工例
Main components of an xEV and the examples of copper processing.



図2 Blue-IRハイブリッドレーザ「BRACE」の装置外観とロゴ(装置は IR:1 kW, Blue:150 W仕様のBRACE-I)
Picture and logo of the “BRACE”, Blue-IR hybrid laser (The device is the BRACE-I of the specifications of IR: 1 kW, Blue: 150 W).

難で、キーホールが形成され銅が溶融しても溶融池が不安定です。その結果、多量のスパッタが飛散し、溶接欠陥が形成されます(図3)。特に、垂直入光した場合には、高い光反射率による戻り光に起因して、IRファイバレーザ発振器に損傷を与える可能性もあります。

一方、青色レーザは、銅に対して室温で65%と高い光吸収率を有しています。しかしながら、青色レーザは、複数の青色半導体レーザ光を光学系で空間結合することにより実現したレーザです。ファイバレーザと比較して、輝度が桁以上低く、レーザ光の開口数(NA)が大きいという特長があります。青色レーザを含む可視光レーザ単体を高出力化して銅に照射した場合には、輝度の低い光のため、熱伝導型と呼ばれる溶接形態になります。この場合、銅に対する熱伝導で溶融現象が生じるため、深さが浅く、高速化できないため、ワークに対して熱影響

が出やすく、厚さ1 mmオーダの銅材料の溶接が上手くできないというデメリットが生じます(図4)。

Blue-IRハイブリッドレーザ「BRACE」は、このデメリットを補うために開発しました。青色レーザは銅に対する予熱源として利用します。波長1070 nm帯の銅の光吸収率は、温度が上昇することで、増加する傾向があります。この予熱を青色レーザで行うことで、銅の表面に熱伝導型の開口を行います。そして、IRファイバレーザにより、キーホール型のアスペクト比の高い溶融を実現しています。青色レーザによる熱伝導型の開口は、キーホール形成に対しても銅の溶融池を安定させ、スパッタやブローホールといった、溶接欠陥の低減にも有効な技術です(図4)。図3に示す様に、青色レーザの光出力を増加すると、顕著に溶融状態を改善でき、極めて良好な溶融ビード痕を得ることが可能です。

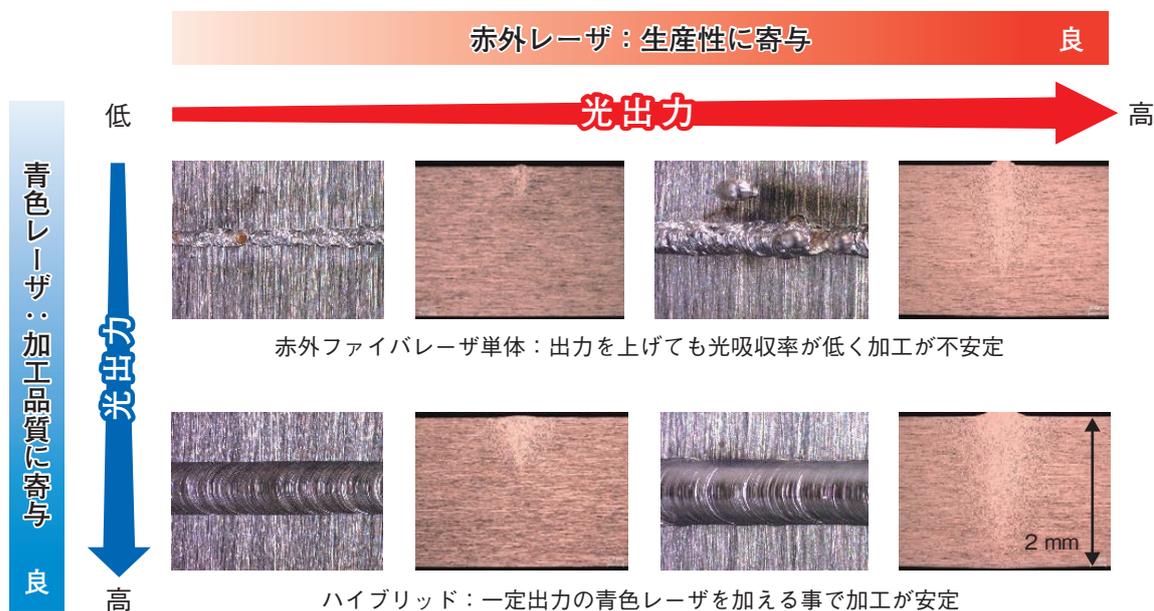


図3 IRファイバレーザと青色レーザの光出力をそれぞれ高めた場合の銅板(厚さ2 mm)の表面と断面の変化
Changes in the surface and the cross section of copper plates (thickness 2 mm) when the light outputs of an IR fiber laser and a Blue laser are increased, respectively.

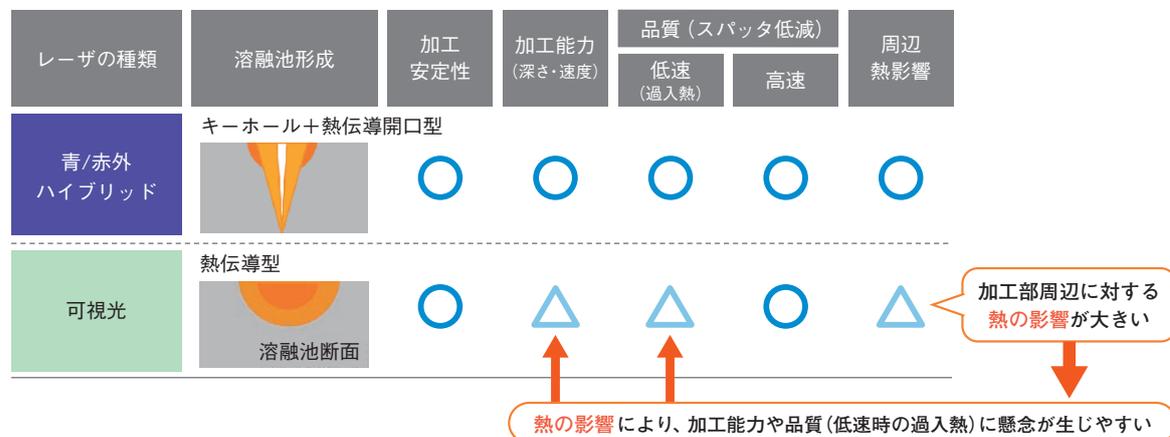


図4 Blue-IRハイブリッドレーザと可視光レーザ単色の場合の比較
Comparison between a Blue-IR hybrid laser and a visible light laser of single color.

3. 製品仕様

表1にBRACE-Iの製品仕様を示します。BRACE-Iでは光出力150 Wの青色レーザ発振器と光出力1 kWシングルモードのIRファイバレーザ発振器を搭載しています。おおよそ厚さ1 mmまでの銅のレーザ加工に最適なレーザです。青色レーザの良好なビーム品質により、ハイブリッド形式のガルバノスキャナを適用したレーザ加工も可能です。

表1 BRACE-I (型式FBHY150/1000S-5) の仕様
Specifications of the BRACE-I (FBHY150/1000S-5 model).

型式	FBHY150/1000S-5	
	青色レーザ	ファイバレーザ (IR)
定格出力 (W)	150	1000
ビームモード	マルチモード	シングルモード
構造	発振器・電源一体型	
波長 (nm)	465	1070
出力調整可能範囲 (%)	各 10 ~ 100	
変調周波数 (kHz)	~ 5	
冷却方式/ 発振器・電源・ケーブル	水冷	
冷却水温度 (°C)	25	
光出力ケーブル端コネクタ	QBH	
標準ケーブル長 (m)	5	5
ファイバコア径 (μm)	110	14
ビーム品質 M ² (典型値)	—	< 1.1
ビーム品質 BPP (典型値) (mm·mrad)	12	—
電源 (V)	三相 AC 200 ~ 240	
周波数 (Hz)	50/60 ± 5 %	
本体サイズ (mm)	W 700 × D 1000 × H 800	
本体重量 (kg)	約 300	

4. 今後のロードマップ

図5にBlue-IRハイブリッドレーザ「BRACE」の製品化ロードマップを示します。2022年1月には新型のBRACE-II及びBRACE-Xの製品化を予定しています。BRACE-Xでは、光出力1 kWの青色レーザ発振器の開発と光出力3 kWマルチモードのIRファイバレーザ搭載により、おおよそ厚さ3 mmまでの銅材料の加工が可能になります。これにより、例えば、モータ巻線溶接では、従来比1/3以下の0.1秒台/点での溶接時間を実現可能です。また、電池箔溶接及びバスバ溶接では、BRACE-II適用により、BRACE-Iに対して2倍の加工性能を実現します。これらにより、お客様のxEV用キー部品の生産効率改善に貢献して行きます。

5. おわりに

Blue-IRハイブリッドレーザ「BRACE」の新商品紹介をさせて頂きました。当社千葉事業所及び日亜化学工業株式会社様の横浜研究所にアプリケーションラボを開設しており、BRACE-I及びハイブリッド方式のガルバノスキャナを適用したデモ溶接加工が可能です。詳しくは当社までお問い合わせください。

<製品お問い合わせ先>

通信・産業機器営業部ファイバレーザ推進室
TEL: 080-1006-6821 (担当: 尾島)
<https://www.furukawa.co.jp/fiber-laser/>

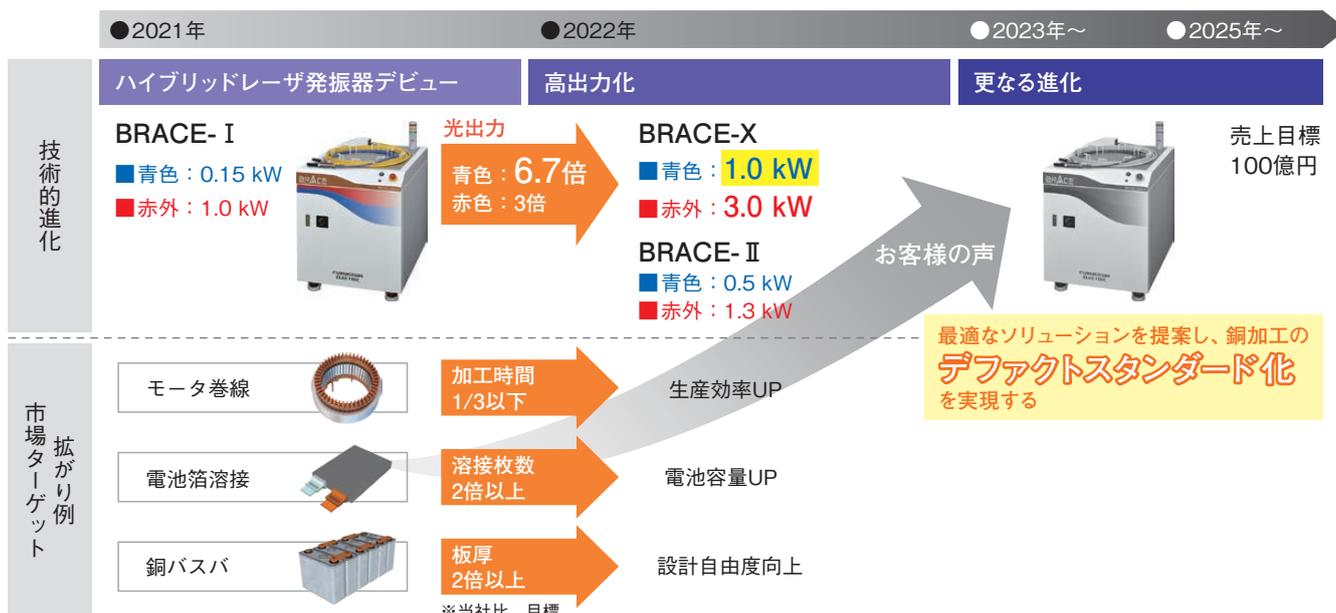


図5 Blue-IRハイブリッドレーザ「BRACE」の製品化ロードマップ
Roadmap for the commercialization of the BRACE, Blue-IR hybrid laser.