

# ブルーレーザーとIRレーザー、ハイブリッドコンセプト

井上 憲人

ブルー半導体レーザーを製品化しているメーカーは国内外に数社あるが、ここでは主に展示会Photonixのブースにおいて取材をした、レーザーライン社の製品について紹介をする。

## ブルーレーザーの高出力化方式

レーザーライン社では、高出力レーザー素子技術が確立されており、このレーザーバーをスタックすることで1kW、2kW、3kW、4kWを出力する積層レーザースタックモジュールとしている。

現在、IR波長で1スタックあたり最大4～5kWが実現している。ブルーレーザーについて同社の説明は、以下の通りである。

「スタック1kW+1kWを合わせて2kWのモデルで、これは偏光カプリング方式である。さらなる高出力化は波長カプリング技術を利用する。現在のブルーの波長450nmと他波長を利用、これにより理論上、2kWモデルは4kWになる。ブルーの波長域であれば、波長カプリングでも、熱加工なので、加工結果は基本的に変わらない。

高出力化は、現在のチップ単体の出

力が5W程度だが、それが今後高出力化していく。チップ自体の出力が上がれば、一段と高出力になる」。

高出力化の技術は、単にバーの積層を増やすだけではない。冷却技術も重要である。

「バーの積層数が多くなると、放熱が必要なのでビーム品質にも関係するが、積層数は無限に増やせるわけではない。当社には、マイクロチャネルクーリングという冷却技術があるので、放熱特性のマネジメントが可能である。また、出力光の先端にマイクロレンズをつけ、広がり角を抑え、ビームを分割し、光を合成する。そういう高等技術があるので、バーからの光出力を1本のラインビームに重ね、ファイバに導入する。この光学系のノウハウにより、バーで高出力化しても小さなファイバに入れることができる」。

国内のメーカーでは、島津製作所が高主力ブルーレーザーを発表している。同社の説明では、「空間多重、波長多重、偏波多重を組み合わせる高出力化、高輝度化を実現した」としている。また、大阪大、島津製作所、日亜化学工業、古河電気工業は「青色半導体レーザー接合加工研究会」の設立(2020/12)を発表している。同研究会のターゲットアプリケーションとして挙げているのは、リチウムイオンバッテリー、EVモーター、EVモーター用バスバー溶接、リ

チウムイオンバッテリー電極溶接、EVモーターコイル巻線溶接、異種材料の接合などである。

以上の現状を見ていくと、レーザーライン社の2kWブルーレーザーは、世界最高クラスの出力である。

## 半導体レーザー、グリーンとブルー

Industrial Laser Solutions Online、2021年6月の記事「グリーンとブルーレーザーによる高品質溶接」が紹介されている。

従来技術について、レーザーライン社の認識では、「これまでは市場にIRレーザーしかなかったので銅の加工が困難であり、溶接が不安定で、抵抗溶接で処理していたがスピードが遅い」。

この記事では、「銅では、IR放射の5%程度の吸収率」「グリーンとブルー領域の光は、IRと比べて非鉄金属では最大20倍の効率。従って、溶融に必要なエネルギーは、大幅に低い」<sup>(1)</sup>と紹介している。

では、グリーンレーザーとブルーレーザーとでは何が違うのだろうか。

## グリーンレーザー

産業アプリケーションに必要とされる適切なパワーは通常、515nmと532nm領域でこの波長を得るためには周波数2倍のIRレーザーの第2高周波を利用する。従って、効率が低く、製造



図1 ハイブリッドコンセプト。2波長により高品質、スパッタフリーとなる。ブルーレーザーの熱伝導溶接とマルチkWのIRレーザーを利用することで溶け込み深度が大きくなる。

工程ではパワー減となり、高価な冷却と複雑な光学的設定が必要になる。

## ブルーレーザ

ブルーレーザには、こうした制約はない。GaNとInGaNは高出力半導体レーザ材料であるが、ダイオードあたりの出力は数Wに過ぎない。しかし、ブルーレーザでkW出力達成には、複数のコンセプトがある。

そのうち2つは、共同研究プロジェクトBlauLasでオスラム社(Osram)とレーザーライン社は、レーザバーを開発。多数のラテラルレーザを単一のコンポーネントに結合し、そのバーを相互にスタックしてさらに高出力システムにしている<sup>(2)</sup>。

同社は、グリーンとブルーの差について以下のように述べている。

「ブルーレーザとグリーンレーザでは、グリーンレーザは基本は固体レーザであり、ビームの輝度は高いが、プロファイルはかなりガウシアンであり小さく集光すると可視光でもスパッタが発生する。一方、ブルーレーザは半導体から出たマルチの光をファイバに入れ、トップハットに近いプロファイルになっている」。

吸収特性が、ブルーとグリーンでは15%程度差がある。例えば、グリーンが50%ならブルーは65%になる。その差は、結晶が溶けた後の微細構造の差になる。つまり、加工結果の違いである。グリーンレーザとブルーレーザをハードウェアで比較すると、ブルーのほうが圧倒的にシンプルな構造になっているので使いやすい。吸収効率、加工品質ではブルーが勝っている。装置価格もブルーのほうが低価格である。

高反射材料での吸収特性、簡素な構造、優れたか高品質、装置価格などでブルーレーザに優位性があると考えて



図2 ブルー IRハイブリッドレーザ加工機  
IR波長DDL(左)、ブルーレーザは加工機下部に実装(マツモト機械株式会社)。

いる。

一方、グリーンレーザを製品化しているトルンプ社(TRUMPF)は、次のように紹介している。

「グリーン波長では、材料表面の特性に左右されることなく、銅やその他の高反射材を効率的かつ高品質に、しかも極めて生産的に溶接することができる。スパッタの発生は最小限に抑えられる。同時に、最大限の再現性というメリットも得られる。スポット溶接であれシーム溶接であれ、グリーンレーザ光では熱伝導溶接と溶接深さが一定の深さで溶接が確実に実現する」。

「グリーン波長は銅に極めて吸収されやすい特性を持っており、室温での吸収率はIRの6倍。従って、グリーン波長を持つTruDiskを使用すれば、銅を安定性が極めて高い状態でスパッタの発生をほぼゼロに抑えながら溶接することが可能になる。その際には、溶接シームと溶接した部品自体の品質に対する最高レベルの要件が満たされる」。以上が同社の見解である。ブルーレーザとグリーンレーザの可視光レーザは高反射材料加工において有効な手段であることがわかる。

## ハイブリッドコンセプト

同じ展示会内のマツモト産業グループのブースでは、レーザーライン社の2kWブルーレーザ、LDM blue+8kW IRレーザ、LDF8000によるハイブリッド加工デモンストレーションを行った。銅板厚1.0mm×2枚の重ね溶接、出力はブルーが2kW、IRが2.5kW、速度は1.45m/mm、「スパッタの発生を抑えた高品質接合」を紹介した(図1、図2)。

レーザーライン社の新しいコンセプトはハイブリッドブルー+IRの組み合わせにより、銅、アルミニウム、金などの高反射性の金属の加工における溶接能力が増加することである。また、2波長により高品質、スパッタフリーとなる。ブルーレーザ熱伝導溶接とマルチkWのIRレーザを利用することでブルーレーザの溶け込み深度が大きくなる。新技術は、大きなブルースポットを利用してメルトプールを形成、安定化する。次に、中心のIRビームがキーホールを作り維持し、深さはブルーレーザのみを使用した場合よりも深い。

この新しいハイブリッドコンセプトは、AM、クラディング、熱処理アプリケーションでも大きな優位性がある。

### 参考文献

- (1) Laser Focus World, 2021年6月
- (2) 700 W blue fiber-coupled diode-laser emitting at 450 nm