

## 高出力半導体レーザーと固体レーザーの高出力化

藤森 康朝\*

Yasutomo FUJIMORI\*

産業界で機械加工用途にレーザーが使われ始め30年近くになっている。とくに、連続出力での高出力化で、100kWレベルまで先行していたCO<sub>2</sub>レーザーを追いかける形で、YAGレーザーの高出力化の開発が後半の15年間に行われた。これは、高出力伝送ができるファイバの開発がきっかけとなっている。20世紀の終わりを迎える近頃、高出力化の手法も新しいスキームが追加されてきた模様である。

80年代後半に連続出力で2kWをこえたYAGレーザーが実用化され、原子力発電所の修理用として使われた。この背景には、ファイバ伝送を用いて、連続シーム溶接を実現したいという要求があった。それまでのレーザー溶接といえば、パルスYAGレーザーや、CO<sub>2</sub>レーザーがもっぱら使われていたが、この要求を満たした連続出力で高出力のレーザーを実現するために、ロッドのレンズ効果をレンズアレイ的に利用し高出力化に伴うビーム品質劣化の問題を解決した多段スキームが使われている。しかし、励起源として連続点灯のアークランプを用いており、電気効率は3%レベルであった。また、共振器長が2mにもなる大きなものであり、設置面積も大きく、100kWレベルの電力も消費する装置であった。

この時代に装置が実現できたのは、高出力用の大口径石英ファイバの開発と、Nd:YAG結晶の品質の急速な改善とが同時に行われたからである。その後もこのスキームでの高出力化がすすみ、現在では、6kWクラスの装置までも実現されている。

90年代に入り、半導体レーザーの高出力化に伴い、半導体レーザーを励起源に使った高出力レーザーが作られ始めた。日本でも通産省の大型プロジェクトで、10kWのレーザー出力を目標とした開発計画が進んでいる。

kW級の半導体励起レーザーが、急速に実用化レベルに来ている背景には、レーザー装置トータルとしてみた場合のコストが従来のランプ励起に近づいてきている点と、レーザーといえども省エネルギーが要求されている点と、従来のランプ励起レーザーの数m角に対して、数十cm角の装置になるという点があげられる。半導体励起レーザーの電気効率は、全体として10%台にあがるといえる。この実用化は間近であり、産業界としては、CO<sub>2</sub>レーザー並みのビーム品質で効率の良いkW級レーザーを使える様になり、重工業、自動車業界での利用が期待される。

近頃では、高出力半導体レーザーそのものでの加工も考え始められている。特に半導体レーザーの出力をファイバへ直接入力する方法の高出力化も始まっており、kW級のファイバ出力の報告もある。これは、半導体レーザーの出口でのパワー密度が、10<sup>6</sup>W/cm<sup>2</sup>程度であり、レーザー加工する場合のパワー密度に匹敵していることに起因している。ファイバとの結合効率もいれて、電気効率を考えるとこの場合には、30%レベルが期待できるので、半導体励起に比べると約3倍改善されることとなる。

この手法には、いろいろな制約要件が他にもあるが、YAG共振器が要らない点から、シンプルなシステムとなるだろう。

半導体レーザーまでも固体レーザーとあえて言えば、固体レーザーでもCO<sub>2</sub>レーザーを超える効率が達成されてきており、環境面からも固体レーザーが今後より使われていくだろうと考える。新しく高出力分野の戦列に参加する半導体レーザー励起レーザーと、直接利用半導体レーザーの二つは、使い勝手の良さが、従来の高出力レーザー適用先への置き換えだけでなく、新たな応用分野をも生み出していくと考えられる。これによって、21世紀には、使われていく局面が増えていくだろう。

\* 芝浦メカトロニクス(株) 研究開発部 (〒247-8560 神奈川県横浜市栄区笠間町1000-1)

\* *Shibaura Mechatronics Corp. Research & Development Division, 1000-1 Kasama-cho Sakae-ku Yokohama, Kanagawa 247-8560*