

板金加工における レーザ加工の技術トレンド

沓名宗春

(株)最新レーザ技術研究センター

1960年にレーザが発振されて56年もなり、レーザ技術は21世紀のキーテクノロジーとしてわれわれの社会で不可欠な技術となってきた。筆者はレーザ技術が第4の波として第3の波の電子技術と融合して、さらにこの社会を変革していくと考えている。1990年代から急速に開発された高出力半導体レーザやLEDなどを主体に光技術がますます発展してきた。モノづくり技術にも多く導入され、最近の板金加工も変わってきた。

加工用に開発された各種レーザ発振器

1970年から2000年までは主として加工用レーザとしてはCO₂レーザとNd:YAGレーザが用いられたが、1990年代に高変換効率で高出力の半導体レーザが開発されると、これを用いて励起したファイバーレーザやディスクレーザ、超短パル

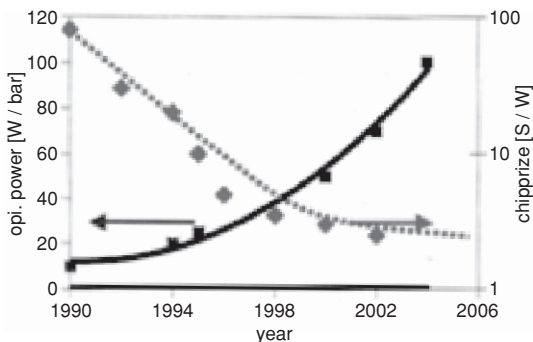


図1 半導体レーザの価額と出力の変化¹⁾

スレーザなどが開発され、レーザ装置の価格が下がり、2000年以降、工業的に利用しやすくなった。

1. 半導体レーザ (LD) の高出力化

図1に示すように、この15年間に価格が100ドル/Wから2ドル/Wにコストダウンした。10mmレーザバーの出力が10Wから100W(連続出力)にまで向上した。その寿命も約9倍向上した。高性能、高出力、高効率になっている。

さらに、ビーム品質を高めるためのレーザバーの積層技術、冷却技術およびパッケージング技術が進み、工業用半導体のますます高性能、低コスト化が進んでいる。

2. 高出力LD励起ファイバーレーザの開発

01年以降、急速にファイバーレーザの高出力化が可能になってきた。このファイバーレーザは図2に示すように従来のNdの代わりにYbをドーピングした中心のコアファイバー(径約5~9

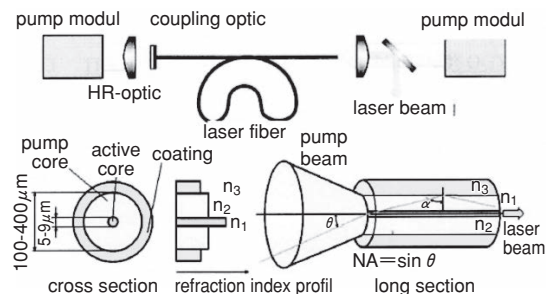


図2 ファイバーレーザの励起方式の一例²⁾

μm)の外側に石英ファイバーをクラッドし、この石英ファイバーに伝送した半導体レーザーで内側のコアのYbを励起して出力を上げるシステムである²⁾。

10 kW のファイバーレーザーの溶接特性としては、3~4 mm 厚の鋼材やアルミニウム合金が約 15 m/min の超高速で溶接できる。その接合速度 (=溶接速度×溶込み深さ)をほかの溶接法と比較し図 3 に示す³⁾。

10 kW ファイバーレーザーの接合速度は 45 kW の電子ビーム溶接の接合速度に相当するのは驚きである。これはそのビーム集光性がよく、焦点でのビーム径が電子ビーム溶接のビーム径よりも小さいことによる。すでに 100 kW の装置が市販されており、造船や橋梁などの厚板のレーザー溶接分野へ適用が拡大するとみられる。

3. 高出力 LD 励起ディスクレーザー

LD 励起の高出力レーザーとして、ドイツのシュツットガルト大学レーザー研究所のギーセン助教授が開発したディスクレーザーもビーム品質の良いレーザーとして注目されている。この装置の概要を図 4 に示す⁴⁾。厚さ 200 μm で直径約 30 mm の Yb をドーピングしたディスクにいく度も半導体レーザーを入射して最終的に良質のビームを得る装置として興味深い。ビーム品質もファイバーレーザー並に良好である。よって、すでに自動車のリモート溶接に利用されている。09 年には 16 kW の装置が市販された。

4. 最新のレーザー加工装置

近年は高出力密度を持つファイバーレーザーやディスクレーザー、ロボットおよびスキャナーを組合せたレーザー加工機器が 3 次元加工では広く利用されるようになった。ロボットの精度も高精度になり、スキャナーの高精度、高速性を十分活かすことができるので、ビームスポット径 0.10 mm ~ 0.5 mm で、速度毎分数百 m の速度でレーザー溶接や穴あけができる。

図 4 はこのようなレーザー加工装置の一例を示す。焦点位置も 3 次的に制御することができる。さらに、最近ではパルス幅がフェムト秒、ピコ秒、ナノ秒の超短パルスレーザーが各種開発され、板の表面をクリーニングしたり、微細加工したりするのに広く利用されている。また、銅や金などのレー

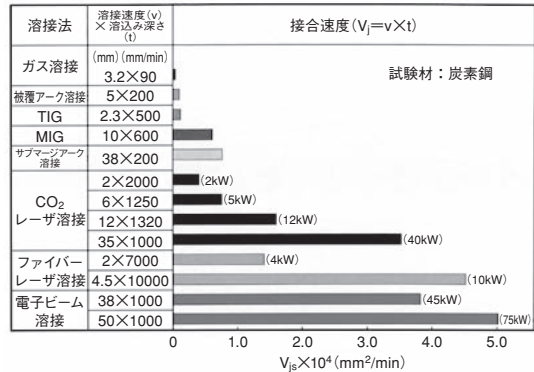


図 3 各種溶接法の接合速度の比較³⁾

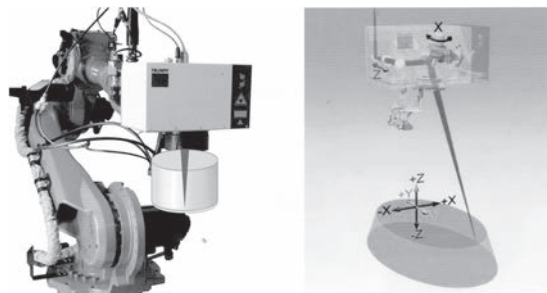


図 4 スキャナーを利用したレーザー加工機の例⁴⁾

ザ反射率の高い金属を加工できる短波長レーザーも開発され、波長が 1,064 nm の基本波から 532 nm、355 nm、266 nm および 212 nm の 5 倍波まで開発され、目的に応じて利用されている。レーザー加工機も多様になってきた。

レーザー加工の主な特徴

- 最近のレーザー加工の特徴を次にあげる⁵⁾。
- 従来のレーザー機器の数 10 倍から数 100 倍出力密度が高い
- 高速度加工が可能になる
- ビーム品質が非常によく、高精度加工に最適である
- 加工による変形、ひずみが非常に小さい
- 電気→光変換効率が 20% 以上と非常に高い
- 半導体レーザーの寿命は 2 万時間~10 万時間と長い
- 消耗品が少なく、ランニングコストが低い。メンテナンスフリーに近い