

製造産業を拓くファイバレーザとその応用

古河電気工業株式会社
ファイテルフォトニクス研究所
高坂繁弘

応用物理学会では、今もファイバレーザの基礎的な研究が活発になされています。研究を続けてきた結果、ファイバレーザの性能が向上し、産業の様々な場面で採用され始めています。本シンポジウムでは、研究成果が市場でどのように花開くかを基礎研究者や学生にお伝えすることを意図して企画されました。シンポジウムでは、発展の途上にあるファイバレーザおよびその応用技術と市場を概観しました。

最初に、ファイバレーザの産業レーザ市場における位置づけを技術面と経済面から概観しました。次に、自動車製造への応用を通してユーザの視点から、製造装置への応用を通してシステムメーカーの視点から、ファイバレーザ応用技術およびに経済価値を眺めました。後半は、レーザメーカーの視点から、ユーザの期待に応える先端技術と製造技術、およびに今後の開発戦略を概観しました。

参加者は50名を超え、活発な議論が行われました。シンポジウムを通じて、次のようなことがわかりました。市場は年10%増加しているが市場が€2 Billion(2008年)以下と小さい。日本はドイツよりも開発・応用で遅れている。ファイバレーザの機能向上により自動車、造船、半導体装置、レーザなどと応用分野は拡大する一方だが、初期導入コストが課題。レーザメーカーも機能向上とコストダウンを図るが、進歩の速度は市場の大きさ次第で遅々としている。

まず初めにイントロダクトリーとして「産業用レーザ市場におけるファイバレーザの位置づけ」と題し、鷲尾邦彦様(パラダイムレーザリサーチ)に、技術面と経済面からファイバレーザの位置づけを御講演いただいた。

ファイバレーザの技術的特長として、1 高効率・長寿命なシングルエミッタダイオードレーザを励起光源とする、2 優れたビーム品質、3 放熱特性、4 小型、5 高平均出力動作が得られる、などが挙げられた。最近の研究成果として、IPG社がシングルモード・ファイバで出力10kWのCW光発生に成功していること等をご紹介いただいた。

次に、レーザ応用や市場の概論があった。加

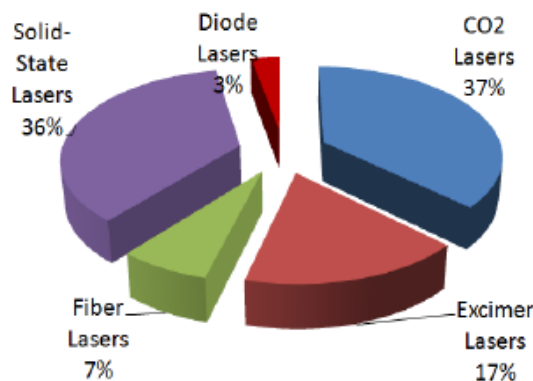


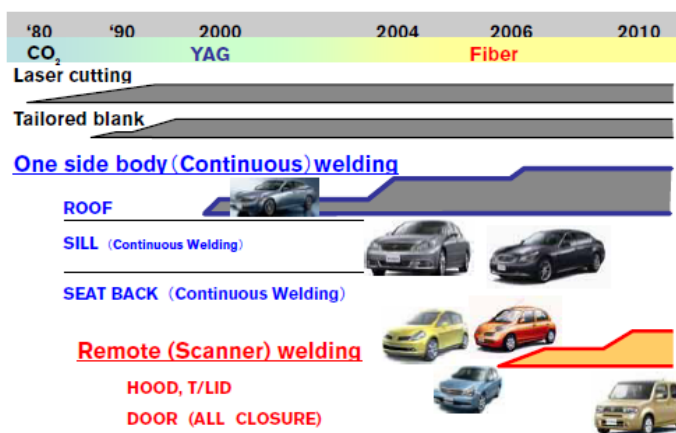
図1 加工用レーザの世界マーケット

工レーザー市場は€2 Billion(2008年)でそのうち、ファイバレーザのシェアは7%あり(図1)そのシェアも毎年10%程度の増加を示していた。固体レーザが用いられている金属溶接用や電子部品の微細加工用が代替可能であり、CO₂レーザが用いられる金属切断も5mmまでであれば代替が進んでいる。

最後に、ドイツではレーザ開発および応用開発に50億円を超える規模の国家プロジェクトが進行しているのに対して、開発で遅れを取っている日本はその半分に満たない状況であることが示された。ドイツとの差が開く一方であることが懸念された。

ファイバレーザの有望な応用先である自動車ボディへのレーザ加工について、森清和様(日産自動車株式会社)に御講演いただいた。

日本車は溶接が多く、一方でドイツ車は接着が40%に至る車種もあるとのことであった。どちらも、溶接におけるレーザ加工の割合は増加していた。レーザ加工は、CO₂レーザによる切断に始まり、軽量化のためテイルードブランクではYAGレーザが導入された。(図2)その後、リモート溶接を実現する



ためにファイバレーザが導入された。図2 自動車ボディへのレーザ加工適用の経緯
加工用レーザは高価であるため、稼働時間に対する溶接時間の割合を増やす必要がある。従来は、一点の溶接ごとにロボットアームを移動させていて、ほとんどの時間がアームの移動に費やされていた。アームの移動時間を減らすために、高速で動くミラーでレーザ光を走査させる方法を採用すると、焦点距離が溶接点ごとに変化する。ファイバレーザはビーム品質が高いため、焦点はずし距離を大きく取ることができ有効であった。その他にも、様々な技術や実際の加工の様子をご紹介いただいた。

ファイバレーザへの要望として、安価であることと信頼性が高いことが必要であるとのこと指摘をいただいた。例えば、ファイバレーザは壊れにくいですが、冷却用チラー等の周辺機器の方が壊れやすいとのこと。最後に、まだまだ新しいファイバレーザ加工のニーズがあるという、心強い言葉をいただいた。

大きな市場を有する半導体の加工の代表として、半導体ウェーハのダイシングについて、「半導体ウェーハのレーザ加工」と題して小林賢史様(株式会社ディスコ)に御講演いただいた。

従来はダイヤモンド砥石を用いて切断してきたが、砥石ではうまく切断できないウェーハの登場によりレーザ加工装置が市場に投入され始めてきている。その市場は、2008年で

前年比 2.5 倍、2009 年で前年比 1.6 倍と大きく伸びてきている。

切断方法として、アブレーション（除去加工）とステルスダイシング（内部加工後に割断）があることをご紹介いただいた（図 3）。前者は、Low-k ウェーハや GaAs ウェーハ、後者はサファイア LED や MEMS などに用いられている。各加工法に対する加工例の紹介の後に、その課題について議論があった。ファイバレーザへの要望として、安価であること、安定性、信頼性、小型化が必要であるとご指摘をいただいた。

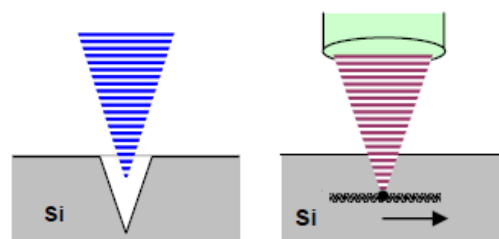


図 3 アブレーション（左）とステルスダイシング（右）の概略

ファイバレーザを励起光源として用いる紫外レーザとして、「ファイバベース短波長光源とその応用」と題して、浦田佳治様（株式会社メガオプト）に御講演いただいた。

非線形光学結晶を用いた深紫外線の発生技術について、半導体励起の場合と比較してご説明いただいた。ファイバレーザへの要望として、出力よりはスペクトル線幅や偏光の安定性が必要であるとご指摘をいただいた。

日本のファイバレーザメーカーの一つである古河電気工業株式会社の藤崎晃様に「高出力シングルモードファイバレーザとその応用」と題して、ファイバレーザの構成と特性について御講演いただいた。

シングルモードファイバ出力で 200W を超える出力を実現する技術と製作した装置の応用についてご説明があった。

開発を加速するには、市場の拡大が必要であり、研究推進の困難さを述べていた。

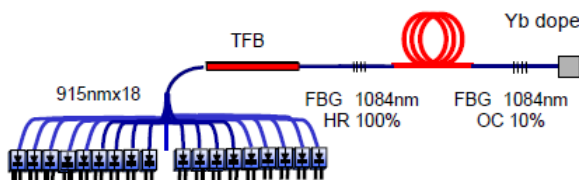


図 4 ファイバレーザの光学構成

最後に、フェムト秒ファイバレーザメーカーの一つであるイムラアメリカの笹木隆一郎様に産業用フェムト秒レーザの構成技術と加工応用について御講演いただいた。

ファイバ型モードロックレーザかつパルス増幅器の安定性を向上させる光ファイバによる構成技術についてご説明いただいた。フェムト秒パルスのチャープ制御や伝送のためにファイバ開発も手がけているとのこと。既に、医療分野や半導体加工分野において採用されていた。



図 5 FCPAμJewel D-1000 の概観