最近のレーザー技術と加工への応用

永井 治彦

三菱電機(株) 生産システム本部 (〒661-8661 兵庫県尼崎市塚口本町8-1-1)

Recent Laser Technology and Its Applications to Material Processing

Haruhiko NAGAI

Corporate Total Productivity Management & Environmental Programs, 8-1-1 Tsukaguchi-honmachi, Amagasaki, Hyogo 661-8661

(Received August 27, 1999)

CO₂レーザー加工機とYAGレーザー加工機は電気・機械、電子・半導体、自動車、鉄鋼などさまざまな産業分野に導入され、製造ラインあるいは製造システムで多用されている。CO₂レーザーは、鋼板を中心とした各種材料の切断を中心に、溶接や表面改質の応用へ市場を伸ばしてきた。YAGレーザーはさまざまな電子・半導体部品を対象として、リペアやトリミングあるいはスクライビングなどに適用対象を広げて来たが、現在はマーキングと溶接が応用の中心となっている。

このような加工応用への実用化は、放電励起CO₂レーザーの高出力化と高繰り返しパルス化、あるいはランプ励起YAGレーザーの高繰り返しパルス化やQスイッチ、光ファイバ伝送等の技術を土台としており、いずれも1980年代までに実用化のための基本技術が開発されたものである。

近年、このような従来の技術をベースにした加工応用では、一層の市場拡大・発展が望めない状況になりつつある。例えば、CO₂レーザー加工では最近、加工機価額の低下が加わり、鋼板の切断市場は従来のような大きな成長が望めない状況になっている。同様に、YAGレーザーは医療用として伸張してはいるが、電子・半導体分野での微細加工では伸び悩んでいる。

このような状況を打開するには新しい応用技術の開拓、あるいは新レーザー技術の開発もしくは性能や方式の改善等のレーザー技術の革新が必要である。これに応える技術として、最近、高繰り返しのハイピークパルスCO₂レーザーによる高密度実装プリント回路基板の微小穴開け加工技術、あるいはYAGレーザー関連では、従来のランプに代わる半導体レーザー(LD)励起の小型・高効率YAGレーザーによる微細加工や、LD励起あるいはスラブ型の大出力YAGレーザーによる自動車等への溶接加工技術が開発され、実用化に進んでいる。さらに、YAGレーザーでは、結晶を使った紫外線までの高調波発生の技術開発も進んでいる。しかし、一時は固体レーザーのルネッサンスと称され、飛躍的な技術開発が期待された割には、実用化への進展は遅々としたものである。

一方、エキシマレーザーは、半導体製造プロセスのリソグラフィ用光源として64メガビットDRAMの第2世代に導入され、さらに256メガビット以降のDRAMでは光源の中心的役割を担うまでに成長している。また、TFT液晶表示デバイスの製造プロセスでは、低温でアモルファスSiの多結晶化を図るアニーリング用光源としてエキシマレーザーが多用されている。しかし、先に、通産省工業技術院の大型プロジェクト「超先端加工システムの研究開発」(1986～1994年)で出力、繰り返し、ガス寿命等の要素技術において世界最高水準の技術が実証されたにもかかわらず、期待されたほどには実用化に進展していない。新固体レーザーやエキシマレーザーの実用化には基本技術の実証だけでなく、装置の安定性や長期信頼性の実証、あるいはコストや大きさの低減等の技術が要因に加わるためであり、これらの改善が重要な課題であることを示している。

最近、フェムト秒レーザーのような超短パルスレーザーを利用したアブレーション加工の研究が盛んであり、これによりさらに微細な加工技術の科学的実証が行われている。また、半導体レーザーの高出力化とともに、このレーザーの小型・高効率、高信頼性を活用する観点から、材料や部品の半導体レーザーで直接加工する研究が世界的に試みられている。ビーム品質の劣る半導体レーザーでどのような加工が実用的に可能になるのかどうか、ビーム品質が一つの評価ポイントとなろう。

これらの新技術はいずれ何らかの形で実用に供される時が来ようが、それが近い将来になるのか、あるいは遠い将来になるのか、用途開発とともに、上記したようなコストも含めた実用に耐えうる装置開発の成否が重要な鍵を握っていると言えよう。装置コストの高いレーザーは、従来技術より一段と優れた性能や生産性が実証されて初めて導入が検討される。たとえレーザーでなければ出来ない用途であっても性能や機能の科学的実証は必要条件にすぎず、実用化にはコスト、信頼性・安定性等の実用装置化のための開発が不可欠であることを改めて繰り返し強調したい。