

レーザーコンパス

「非半導体レーザー」は21世紀に生き残れるか

前田 三 男*

Mitsuo MAEDA*

このように技術革新の激しい時代に、来世紀を予言することの無謀さは十分承知しておりますが、少なくとも21世紀の社会でレーザーの占める比重が今より大きくなっていることに、疑いをいだく人は少ないでしょう。この点に関しては、まことに御同慶の至りでありまして、研究者として良い時期にめぐり会えたと思っております。しかし、21世紀にどんなレーザーが活躍しているかという点になると、これまでもっぱら「非半導体レーザー」(ここではレーザーダイオード以外のレーザーをひとまとめにして、こう呼ぶことにする)を研究してきた筆者にとっては、いささか気になることがあります。

今流行のコンパクトディスクプレイヤーをこの一年余り愛用して、つくづく感じることは、半導体レーザーの便利さ、信頼性の高さです。もし同じ程度の特性であれば、「非半導体レーザー」は到底半導体レーザーの敵ではありません。現在まだ弱点の多い半導体レーザーですが少し長期的展望を持って眺めた時、その実力はどんなものでしょうか。

まずゴヒーレンスについては、DFB等の方式によって、近い将来に単一モードレーザーが一般化するでしょう。共振器のQ値が低く、キャリアのゆらぎなど、気体レーザーに比べ不利な要因もありますが、集積化された周波数安

定化が可能になれば、相当精密な計測にも進出してゆくことになるでしょう。波長可変性は半導体レーザーの大きな特徴で、分光分析やレーザー化学への応用に対応できます。利得バンド幅が広いことは、将来サブピコ秒オーダーのパルスを取扱う際、大きな可能性を残しています。信頼性に関しては、すでに100万時間の推定寿命が達成されていますが、これは他のレーザーではなかなかまねのできない点です。というのは、現在実用になっている「非半導体レーザー」は、気体レーザーはもちろんのこと、固体・液体レーザーでも、どこかに気体放電が使われていて、このことがライフを決める本質的な要因になっているからです。

そうすると、「非半導体レーザー」としては、絶対出力と波長域とで対抗するしかなさそうです。これは、かつて半導体素子が真空管を駆逐していった状況にそっくりではありませんか。今では結局、真空管が最後まで生きのびたのはkW級の大電力管と短波長域のマイクロ波管だけになってしまいました。このアナロジーを適用すると、「非半導体レーザー」の生き延びる余地は、非常に大出力域と紫外より短い超短波長域の二つになりそうな気がします。

ワット級の半導体レーザーの実用化は、近い将来に可能でしょう。多重量子井戸構造など、

*九州大学工学部電気工学科(〒812 福岡市東区箱崎)

* Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Kyushu University (Hakozaki, Higashiku, Fukuoka 812)

バンド構造自体を人為的に設計する思想は半導体レーザーの特性改善に著しい貢献をしつつあり、それは出力向上に反映しています。しかし固体内で取扱う光の密度には限りがありますから、絶対出力を大幅に延ばすには、素子の並列化(phased array)が必要です。素子の製造技術の向上を見込めば、将来は相当高度の並列・集積化を期待できるのではないのでしょうか。また、最近研究されるようになってきた半導体レーザーや発光ダイオードアレイによる固体レーザーの励起も、「脱放電」という意味で半導体レーザーの範ちゅうに入れてしまえば、100 Wはおろか、kW級の出力を半導体レーザーに期待することも夢ではないと思います。

一方波長域に関しては、現在実用化しているGaAs系の半導体レーザーがカバーする波長は、徐々に広がってはいるものの、それほど広くはありません。遠赤外域は30 μ mまで鉛化合物半導体が連続的にカバーしています。その完成度はGaAs系にくらべるとまだ不十分ですが、これからの改善を期待することにして、一番問題なのは短波長域です。可視部全域をカバーする

半導体レーザーができれば、大変すばらしいことですが、門外漢の筆者には、たとえばII-VI族半導体などにどの程度の期待がかけられるのかよくわかりません。もう一つの手段として、導波形で効率の良い第二高調波発生素子が、超格子などを駆使して完成したら、それで可視部をカバーするのが早道かもしれません。筆者自身は最近エキシマーレーザーの研究を足がかりに、さらに極端紫外・軟X線へと、短波長コヒーレント光源の開発に興味を持っております。このような短波長域では、もはや固体素子は本質的な困難を持っているので、おそらく半導体レーザーの「侵略」をまぬがれるでしょう。

いずれにしろ、「非半導体レーザー」から半導体レーザーへの世代の交代はすでに始まっています。いままで書いてきたことは半導体レーザーを多少買いかぶってきたところがあるかもしれませんが、しかし、この世代の交代は今後も確実に進行してゆくでしょう。「非半導体レーザー」を永年手がけてきた筆者には少々残念なことです。これは逆らえぬ時代の流れなのでしょう。