



半導体レーザーの技術開発

今井 元*

Development of Semiconductor Laser Diodes

Hajime IMAI

半導体レーザーは通信用のみならず、CD、DVDの光源など民生用機器にも広く使われてきており、日常生活に不可欠なデバイスの一つとなっている。

半導体レーザーが1970年に室温でCW発振したのはGaAs基板上に構成したダブルヘテロ構造が大きな技術革新であったことはよく知られている。その後、通信システムの大容量化と長距離化の波によって大きく発展を遂げてきた。日本では当時の電信電話社の牽引と大学、企業の連携が大きな力を産み、まれに見る速さで実用化された。欧米の研究機関でも競って開発が進められたが、事業化では日本の企業が大きくリードしている。また、半導体レーザーの研究開発と共に育ってきた半導体レーザー国際会議もそのマイルストーン、ベンチマークとしての役割を担ってきた。この国際会議を中心に国際的なコミュニティが形成されている。

半導体レーザー国際会議のプログラムを紐解くとその技術の流れが容易に汲み取れる。ダブルヘテロ構造でのキャリア閉じ込めによるレーザー発振しきい値電流の低減、屈折率差を用いたレーザー光の閉じ込めと発光パターンの制御、回折格子を用いた発振波長の制御、また、発光部である活性層にはバルクから量子井戸、最近では量子ドットと量子効果の活用が進められている。特に量子ドットはこれまでのデバイス特性の壁を打ち破るものと期待される。発振波長では半導体材料の開発により近赤外から赤外、可視(赤)、可視(青-紫外)と広がっている。光出力も数mWからkWまで可能となっている。開発当初マッチの火と比較されるくらい短かった寿命も結晶中の欠陥の低減により、海底ケーブルシステムに使われる程の長寿命になった。半導体レーザーはpn接合デバイスであるが、SiデバイスがLSIへと発展しているのに対して未だに個別デバイスの地位を保持しているという不思議なデバイスである。

近年の北米での通信機器の過剰投資により投資が控えられ、通信用デバイスとしてのビジネスは非常に苦しい状況となっている。物余りから、大幅なダンピングとなっており、各メーカーは耐久レースを強いられている。この環境を打ち破るにはコストダウン、あるいは新デバイスの発明が必要である。前者のコストダウンは企業努力といわれるが、斬新なコンセプトが必要である。工賃が安いという理由でいたずらに海外に解を求めるとも疑問であると思う。新デバイスでは青色レーザーの開発で激しい競争をしてきているが、すでに商品化が開始されてきている。次の新しいデバイスの開発が望まれる。

先日開催されたファイバエキスポの会議で、今の通信市場では新しいデバイスよりもコンテンツが大切というコメントが多々聞かれた。半導体レーザーの歴史をみると必ずニーズが先行していただけない、シーズの開発では革新は何かということ強く主張することが大切である。現状デバイスの単なる改良ということになると必然性が薄くなるように思える。以前踊り場と書かれたが、現状の技術開発はニーズも含め淀んでいるように感じる。

光の技術特に半導体レーザーの実用面では光のオン・オフ以外のものは少ない。レーザーの特徴は教科書的には高輝度、直進性、コヒーレント、単色性などと言われている。原点に戻ってこれらの特長を発揮できることを考えてみるのはいかがであろうか。半導体レーザーの発明で光の応用範囲が広がったが、トランジスタ・IC・LSIと発展している電気分野と比べるとまだまだである。光集積回路と言われて久しいが、なかなか実用に到達できない壁がある。一つには光デバイスのサイズが大きいこと、また、電子デバイスとの集積ではこの二つのデバイスのプロセスに共通性が少ないことなどに課題がある。電子集積回路に相当する光集積回路を実現するには、個人的には機能として光スイッチ、光メモリ、光増幅などの基本要素が半導体でコンパクトにできると新しい展開ができるものと期待している。

*(株)富士通研究所(〒243-0197 神奈川県厚木市森の里10-1)

*Fujitsu Laboratories LTD, 10-1 Morinosato, Wakamiya, Atsugi, Kanagawa 243-0197