

## レーザーコンパス

## 半導体レーザー特集号に寄せて

梅野正義\*

Masayoshi UMENO\*

半導体レーザーは、1960年のルビーレーザーの発振とHe-Neレーザーの発振の成功に続いて、1962年に米国GE, IBM, MITではほぼ同時に実現した。それらは、GaAsのホモ接合による77Kでのパルス発振であったが、その後、四半世紀の半導体レーザーの発展の経過は、誠に目ざましいものである。

半導体レーザーは、光励起、電子ビーム励起なども可能であるが、その第1の特長は電流注入により容易に発振させられることである。第2の特長は、活性領域中の電子-正孔密度は $10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以上で極めて高く、そのためレーザー利得が高く、その厚さが $1 \mu\text{m}$ 以下、幅が数 $\mu\text{m}$ 、長さ(共振長)が $100 \mu\text{m}$ 程度と非常に小さくても良いことである。第3の特長は、その注入電流を変えることによりレーザー光の直接変調ができることである。

これらの特長のために、光通信をはじめ各種の光情報処理や光計測などの光エレクトロニクス応用が極めて盛んになってきた。

今や、半導体レーザーは、日本において月100万個以上の生産があり、光産業の中核となって成長している。

半導体レーザーのこれまでをふり返ると、次

のような画期的な段階をあげることができる。

- 1962年 電流流入型GaAsホモ接合レーザー  
(77Kパルス発振)
- 1970年 AlGaAs/GaAsダブルヘテロ接合(DH)レーザーによるCW発振
- 1976年 SiO<sub>2</sub>系光ファイバーの低損失域の波長 $1 \mu\text{m}$ 帯 GaInAsP/InPレーザー
- 1983年 変調や温度変化がある状態でも、長距離で広帯域伝送可能な動的単一モード(DSM)レーザー, 具体的にはその後の分布帰還型(DFB)レーザー, 分布反射型(DBR)レーザー
- 1985年 光ディスク(CD, VDなど), プリンター用短波長(可視) InGaAlP系DHレーザー

ここ数年間の新しい発展は、第1に高出力発光レーザーである。幅数 $\mu\text{m}$ の単一ストライブ半導体レーザーで200mW以上の出力を得ており、また40本の注入ストライブを作成したAlGaAsレーザーで最大2.6WのCW発振を得ており、半導体レーザーもワット級出力時代に入ってきた。

第2に、高出力レーザーとは全く逆に、光出力は小さくとも、消費電力を極力小さくしていこうという「マイクロレーザー」の動きも活発

\* 名古屋工業大学電気情報工学科 (〒466 名古屋市昭和区御器所町)

\* Department of Electrical and Computer Engineering, Nagoya Institute of Technology (Gokiso-cho, Showa-ku, Nagoya, 466, Japan)

である。装置間/内およびLSIチップ間の信号伝送を光で行う、光相互接続用の光源として注目されている。

これは、量子井戸構造を作り、そこに波動関数をとじ込め、バンド内の量子化準位を利用して、レーザー利得を向上させ、しきい値電流 $I_{th}$ を大幅に低減させることにより実現できる。現在、 $I_{th}$ は1 mAを切る程度になっている。理論的には、単一量子井戸(SQW)や量子細線(Quantum Wire)レーザーで、 $I_{th}$ が各々 $100\mu A$ や $2-3\mu A$ が得られ、まさにマイクロ(アンペア)レーザーに近い将来実現できそうである。

第3の展開は、従来の端面から発光するストライプ型レーザーとは違い、基板に対して垂直に光を取り出すことができる面発光レーザーである。特に、それは2次元アレイ化が可能であるので、光情報処理用や光コンピュータ用として注目され、今後の発展が期待されている。

第4の進展としては、IC、LSI用として大々的に使用されているSi基板上にGaAs、InPをエピ成長して作成したSi上レーザーである。特に、Siが機械的に強く、熱伝導率が大きく、大面積でかつ安価であるので、高出力レーザー、OEIC用やSiLSI間/内の光結線用レーザーとして非常に有望視されている。

光通信においては、半導体レーザーの広帯域変調が重要である。現在、半導体レーザーの直接変調の帯域は数GHzにも及ぶが、将来の超

広帯域光通信用や光によるマイクロ波の伝送用として数10GHzにおよぶ超高速変調技術が開発されつつある。この点、量子井戸構造半導体レーザーは有望視され、中でも変調ドープ多重量子井戸(MQW)構造をとることにより、50GHzの変調も可能になろうとしている。またコヒーレント光通信や干渉計測には、ライン幅を極力小さくする必要がある。特にコヒーレント通信では、この値を1MHz以下にする必要があるが、この方面の半導体レーザーも活発に研究開発されている。

以上の通り、現在の半導体レーザーは多種多様であるが、全般にわたって我が国の研究開発はトップレベルにあり、各方面で世界をリードしている。その応用も、光ファイバ通信などの通信機器用から、CD、VDなどの民生機器用、レーザージャイロなどの計測機器用、さらにはレーザー治療など医療機器用として広範囲な分野に利用されている。

このような状況下で、本学会誌に半導体レーザーの特集号が組まれたのは、まことに意義ある企画といえよう。

執筆者は、いずれも我が国の半導体レーザーの研究開発の第一線で活躍されている方々である。各方面の研究状況を明らかにしていただき、それらを参考にして今後の新しい展開の方向を見い出されることを期待している。