

書 評

面 発 光 レ ー ザ

伊賀健一・小山二三夫著 オーム社/1990年/A 5判・291頁/4, 120円

本書は、面発光レーザーについて、主として著者らの研究室において行われた研究成果を纏めたものである。半導体レーザーは、光通信や光ディスクなどの光源として広く実用化されているが、ほとんどのレーザーでは端面から水平方向にレーザー光を取り出すようになっている。面発光レーザーとは、これに対して垂直方向に光を取り出すもので、発光素子の2次元集積化を可能とし、光情報処理などの分野で、最近注目を集めている。また面発光レーザーは、ウェハーでの一貫プロセスやウェハー状態での特性検査を可能とするなどの利点も有している。面発光レーザーとしては、回折格子の2次回折光を垂直方向に取り出すなどの方法で、比較的古くから研究が行われてきた。しかしながら、2次元集積化のためには、素子サイズが小さいことが重要であり、さまざまな面発光レーザーの方式の中では、垂直方向に共振器を設けた垂直共振器型が最も有望である。最近、世界各国でこの垂直共振器型面発光レーザーが注目され、研究開発が活発に行われている。とくに、ここ1、2年、歪超格子などの新しい技術が導入され、米国では、しきい電流値が1mA以下の素子の実現されるなど、急激に技術が進歩している。

著者らは、この垂直共振器型に最も早く着目し、世界で初めての室温パルス発振や、連続発振を実現したパイオニアである。本書は、著者らの研究室で行われてきた垂直共振器型面発光レーザーの研究について、その設計、結晶成長、プロセス、素子特性などを総合的に纏めたものである。第1章では、さまざまなタイプを含む面発光レーザーの一般的概要、第2章では垂直共振器型面発光レーザーの設計について、とくに連続発振条件について述べられている。第3章では、著者らの研究室で行われている結晶成長方法について述べてある。液相成長法、有機金属気相成長法に続いて、著者の研究室で最近導入された化学ビーム成長法について、詳しく述べられている。これは、未だ面発光レーザーの作製には用いられていないようであるが、InGaAsP レーザーの初期的な試作結果によれば、今後が期待できる結晶成長方法といえよう。面発光レーザー用のプロセス技術については、

第4章で反応性イオンビームエッチングについて、第5章で電子ビーム蒸着法による誘電体多層膜の作製方法について述べてある。

第6章から、第10章までは、著者らの研究室で試作した面発光レーザーについて述べられている。第8章でInGaAsP系レーザーについて取り上げられているほかは、GaAlAs系のレーザーに関するものである。第6章では液相成長によるもの、第7章では有機金属気相成長法によるもの、第9章では半導体多層膜による分布ブラッグ反射型の素子、第10章では活性層に量子井戸構造を採用したものについて述べられている。初めて、室温連続発振した素子は、第7章に詳述してある有機金属気相成長法によるGaAlAs系の面発光レーザーで、これについては、スペクトル特性、スペクトル線幅、強度雑音特性、変調特性、偏波特性など、面発光レーザーとして興味深いさまざまな特性について紹介してある。第9章では、米国を含む他の研究機関で研究されている分布ブラッグ反射型の面発光レーザーについても述べられている。ベル研から発表されたInGaAsによる歪超格子を導入したレーザーについても触れられている。

第11章では面発光レーザーの機能デバイスへの応用、第12章では2次元集積化、第13章では光集積回路への応用について述べられている。第13章では、著者らの研究室で研究が進められているマイクロレンズアレイについても触れられている。また面発光レーザーの適用分野について、光通信や光ディスクのほかに、光インターコネクションや光情報処理などへの応用についても述べられている。第11章から第13章までは、面発光レーザーのさまざまな応用を知る上で興味深い内容となっている。最後に、各章の引用文献とは別に、面発光レーザーに関する関係文献が纏められているのは便利である。

本書は、面発光レーザーに焦点を絞った初めての学術書である。著者もまえがきに述べているが、内容が著者らの研究室で行われた研究に絞られているということがあり、一般的な解説書とはやや趣を異にしているが、この分野の研究状況について学ぶには良い教科書といえよう。また新しい分野の研究の進め方を学ぶという観点からも興味深いと思われる。(日立中研 茅根直樹)