

[平成3年度光学論文賞受賞論文紹介]

中野義昭氏の論文紹介

中野義昭氏の受賞対象論文は下記のとおりである。

主論文：“Fabrication and characteristics of an integrated DFB laser/amplifier having reactive-ion-etched tilted end facets,” Jpn. J. Appl. Phys., 29, 12 (1990) L 2430-L 2433.

副論文：1) “Analysis, design, and fabrication of GaAlAs/GaAs DFB lasers with modulated stripe width structure for complete single longitudinal mode oscillation,” IEEE J. Quantum Electron., 24, 10 (1988) 2017-2033. 2) “Facet reflection independent, single longitudinal mode oscillation in a GaAlAs/GaAs distributed feedback laser equipped with a gain-coupling mechanism,” Appl. Phys. Lett., 55, 16 (1989) 1606-1608.

分布帰還型 (distributed feedback; DFB) 半導体レーザーでは、レーザー活性層近傍に設けた回折格子による後方ブラッグ散乱で光帰還を行うので、ブラッグ条件を満足する波長が選択され、極めて単色性の高いレーザー光を得ることができる。光通信をはじめとするさまざまな高度光エレクトロニクス応用に向けた光源として、重要性を増しつつある。また、通常のファブリーペロー型半導体レーザーのように劈開端面を共振器鏡として用いる必要がないので、他の光回路素子との集積化に適しており、モノリシック半導体光集積回路用レーザーとしても重要である。中野義昭氏の一連の論文は、このDFB半導体レーザーの高性能化と集積化に寄与するものである。

DFB レーザーで最も発振しやすいモードは、ブラッグ波長を挟んで2本存在する。なんらかの方法により一方のモードを抑制しないと、レーザー光の完全な単色化は達成されない。通常は、回折格子の空間位相を共振器の中央で π だけ推移させた (1/4 波長位相シフト) 素子構造を用いて、完全単一モード化を行っている。副論文1) に詳述されているストライプ幅変調構造は、これの代替となり得る新しい縦モード完全単一化構造であるが、軸方向空間ホールバーニング耐性、TE/TM モード弁別性などの点で上記構造より優れている。また、フォトマスクパターンの変更のみでどんな DFB レーザーにも適用できるので、種々の光デバイスを集積化しなければならない光集積回路における縦モード単一化法としても好適である。

ところで DFB 半導体レーザーには、光とキャリアの分離閉込め構造の開発によって実用化が可能となったという初期の経緯がある。以来、DFB レーザーにおける光帰還には、屈折率の周期的摂動が専ら利用されてきた。しかし、この屈折率結合 DFB レーザーには上記のとおり二モード縮重の問題がある。光帰還に利得係数の

周期的摂動を利用すれば二モード縮重の問題が生じないことを、1972年に Kogelnik と Shank が理論的に予測したが、具体化への研究は以来ほとんど行われていなかった。中野氏は、利得結合光分布帰還を半導体レーザーに適用する研究を、1988年より開始している。副論文2)は、このような利得結合 DFB レーザーの初期の成果を報告したもので、利得結合により単一モード化が現実には達成されること、さらにその単一モード性が端面反射に影響されにくいという著しい特長があることを明らかにしている。上記の反射戻り光耐性という特長から、利得結合 DFB レーザーは光集積回路用にも重要と考えられる。この新種レーザーの研究は現在さらに進展し、高度の動的単一モード性、超低チャープ性なども明らかになりつつある。

DFB レーザーの集積化適合性を生かし、他の光回路素子と集積化して性能の向上を図る取組みも重要である。受賞対象主論文では、屈折率結合 DFB 半導体レーザーと進行波型光増幅器の集積化を試みている。これにより実効的な外部微分効率を増大できるので、小さなレーザー直接変調電流で大きな光強度変調振幅を得ることができる。また、光増幅器を外部強度変調器として用いれば、チャーピングの抑制された光強度変調を行うこともできる。ところがこの種のモノリシック集積化光デバイスでは、光アイソレータを中間に挿入できないので、端面反射光を介して要素素子同士が結合し相互に干渉することが問題となる。本論文では、端面反射率を低減する実際的な技術として、反応性イオンエッチングを利用し、出射端面を光導波路に直交する方向に対し7度だけ傾けて形成するという方法を提案した。この方法によれば、光導波路の方向は全く任意であり、基板上に種々の方向のいろいろな素子を集積化しなければならない大規模なモノリシック光集積回路にも適した方法と言える。

以上のように、同氏の研究は DFB 半導体レーザーに現存する種々の問題点を解消し、また同レーザーを光集積回路に適用する際の諸問題についても解決の糸口を提供するものであって、今後の光エレクトロニクスの発展に寄与するところが大きい。同氏は、1982年東京大学工学部電子工学科を卒業後、同大学院工学系研究科電子工学専攻修士課程、博士課程を修了し、現在は同大学工学部電子工学科講師を務めている。今回受賞対象となったのは、同氏の大学院時代から任官して数年までの期間の研究であるが、現在も引き続き DFB 半導体レーザーおよび光集積回路関連の研究を行い成果を挙げている。今後も、持前の創造力と実行力を発揮し、光電子デバイス工学の分野でますます活躍されることを期待したい。

(東大工 多田邦雄)