GaAsP 歪量子井戸高次結合ディープエッチ DBR レーザ

GaAsP Strained Quantum Well High-Order Deeply Etched DBR Laser

阪大院工　○山下 諒大，上向井 正裕，片山 竜二

Grad. School of Engineering, Osaka Univ. ○Akihiro Yamashita, Masahiro Uemukai, Ryuji Katayama

E-mail: yamashita.a@qoe.eei.eng.osaka-u.ac.jp

分布ブラッグ反射型(DBR)レーザは良好な単一モード発振特性を有し、光集積デバイスの光源に適している。通常、DBR レーザには周期 0.1～0.2 μm の 1 次結合 DBR グレーティングが用いられるが、高分解能リソグラフィを必要としない周期 1 μm 程度で、コンタクト層から量子井戸(QW)付近までエッチングした高次結合ディープエッチ DBR を採用した単一モードレーザが報告されている[1]。ただし、このような高次結合 DBR では低次の回折により顕著な放射損失が発生する。これに対し本研究では、DBR 領域に電流注入することでこの放射損失による導波光の減衰を補償できると考え、DBR 領域上に電極を装荷した 800 nm 帯 GaAsP 歪量子井戸 10 次結合ディープエッチ DBR レーザの設計・作製・評価を行った。

GaAsP 伸張歪量子井戸導波路構造を有し TM モード発振する高次結合ディープエッチ DBR レーザの概略図を Fig. 1 に示す。Fig. 1 右上に示す DBR 断面構造において、モード結合理論から得られる式を用いて 10 次回折による反射導波モードへの結合係数κおよび 1~9 次回折による放射損失係数の和αを計算した。溝深さ d = 1.55 μm(QW まで 0.10 μm)におけるκとα の溝下端での duty 比a依存性を Fig. 2 に示す。作製可能な範囲で高いκと低いαが得られるよう a を 0.87 と決定した。このときκ = 79 cm^{-1}、α = 32 cm^{-1} となり、DBR 長 200 μm において反射率は 0.41 と見積もられた。また 10 次 DBR 周期Λ は 1.254 μm と求まった。

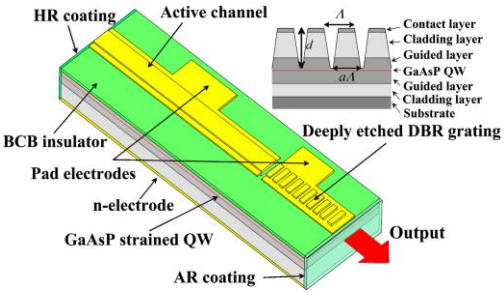

Fig. 1. Schematic of high-order deeply etched DBR laser.

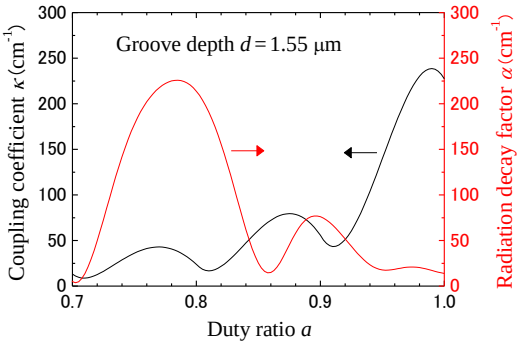

Fig. 2. Dependence of 10th-order coupling coefficient and radiation decay factor on duty ratio.

続いてディープエッチ DBR レーザの作製を行った。導波路構造上に Cr と SiO_2 を堆積し、ネガ型レジストを用いた電子ビーム描画と 2 段階の反応性イオンエッチングによりリッジ構造活性チャネルとディープエッチ DBR を同時に作製した。その後、リッジ構造全体を BCB 絶縁膜で埋め込み、リッジ構造上部の BCB を除去した。活性領域および DBR 領域にそれぞれ p 側電極を形成し、基板を研磨後、n 側電極を形成した。劈開により両端面を形成後、HR/AR コーティングを施し、銅ヒートシンクに実装した。

DBR 領域への注入電流 I_{DBR} を 0, 10, 20, 30, 40 mA としたときの DBR 側出力光パワーの活性領域注入電流 I_{AC} 依存性を測定した(Fig. 3)。I_{DBR} の増加に伴い、しきい値の低下と出力パワーの増大が確認できた。I_{AC} = 80 mA、I_{DBR} = 40 mA のとき、サイドモード抑圧比(SMSR)は約 30 dB となり、単一モード発振が得られた(Fig. 3 左上)。I_{AC} の増加によりモードホップやマルチモード発振が生じたが、これは AR コートによる DBR 側端面の反射率低減が不十分であることが原因と考えられる。このレーザをモノリシック光集積デバイスの光源に応用する場合は DBR 側端面の影響が無くなるため、さらに安定な単一モード発振が期待できる。

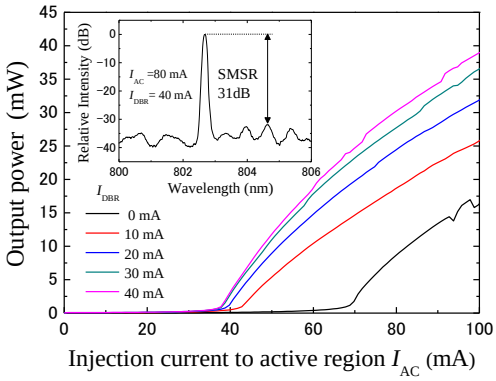

Fig. 3. Dependence of output power on injection current to active channel. Inset shows lasing spectrum.

【謝辞】本研究の一部は JSPS 科研費 JP26390083 の助成を受けたものである。

[1] J. Fricke, H. Wenzel, M. Matalla, A. Klehr and G. Ebert, Semicond. Sci. Technol., **20**, 1149-1152, 2005.