

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4335500号
(P4335500)

(45) 発行日 平成21年9月30日(2009.9.30)

(24) 登録日 平成21年7月3日(2009.7.3)

(51) Int.Cl.

F 1

H01S 5/227 (2006.01)
H01S 5/12 (2006.01)H01S 5/227
H01S 5/12

請求項の数 4 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2002-213798 (P2002-213798)
 (22) 出願日 平成14年7月23日 (2002.7.23)
 (65) 公開番号 特開2003-115638 (P2003-115638A)
 (43) 公開日 平成15年4月18日 (2003.4.18)
 審査請求日 平成17年7月8日 (2005.7.8)
 (31) 優先権主張番号 01306520.6
 (32) 優先日 平成13年7月30日 (2001.7.30)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(73) 特許権者 506098789
 アバゴ・テクノロジーズ・ファイバー・ア
 イピー (シンガポール) プライベート・リ
 ミテッド
 シンガポール国シンガポール 768923
 , イーシュン・アベニュー・7・ナンバー
 1
 (74) 代理人 100087642
 弁理士 古谷 聰
 (74) 代理人 100076680
 弁理士 溝部 孝彦
 (74) 代理人 100121061
 弁理士 西山 清春

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】半導体レーザおよびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板と少なくとも一つの活性レーザ層を備えた活性領域とを有する半導体レーザにおいて、

前記基板は、前面を備え、前記活性領域は、前記前面から突出する隆起形状を成す部分に含まれ、

前記隆起形状を成す部分は、ボンディングパッドを構成するよう横方向へ延びる少なくとも一つの延伸部分を有し、

前記活性領域は、所定の一方向に延びるよう構成され、前記隆起形状は、前記活性領域の前記一方向の長さに沿って配置され、前記ボンディングパッドを構成する前記延伸部分は少なくとも二つ設けられ、

少なくとも二つの前記延伸部分は、前記活性領域の長さに沿って所定の距離 (L) をおいて配置され、

Cを前記活性領域の前記一方向における長さとし、Wを前記延伸部分の横方向寸法としたとき、前記所定の距離 (L) は、C / 2 - Wに略等しいことを特徴とする、半導体レーザ。

【請求項 2】

少なくとも二つの前記延伸部分は、互いに前記活性領域の反対側に配置されることを特徴とする、請求項1に記載の半導体レーザ。

【請求項 3】

少なくとも二つの前記延伸部分は、前記活性領域を中心として非対称に構成される、請求項2に記載の半導体レーザ。

【請求項4】

請求項1及至請求項3のいずれかに記載の半導体レーザを製造する方法であって、前記半導体レーザのための基板を設け、少なくとも一つの活性レーザ層を含む活性領域を備えた複数の層を前記基板上に成長させ、

該基板上に成長された前記複数の層の少なくとも一部分を選択的に除去して、前記基板の前面と前記活性領域を含む隆起形状を形成し、前記活性領域が前記隆起形状に含まれるようにしたことを特徴とする半導体レーザの製造方法。 10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体レーザに関し、さらに詳しくは、基板と、少なくとも一つの活性レーザ層を備えた活性領域を有する半導体レーザの構造に関する。 20

【0002】

【従来の技術】

半導体レーザの従来技術による構造の具体例が、図1に示されており、一般にSIBH(Semi-Insulating Buried Heterojunction)と呼ばれている。 20

【0003】

特に、図1は、SIBHレーザのメサ基本構造を示しており、参照数字1は、Fe-InP半絶縁層2によって側方が包囲隣接されているメサ状形状を形成するn型基板である。参照数字3は、MQW活性(すなわち、レーザ発振)層を示し、その上にP層4とSiO₂マスク5が、配置されている。最後に、参照数字6は、Fe-InP半絶縁層2に重畠され、反拡散層としてマスク5の側方に接触してZn-Fe相互拡散を防止するn-InP層を示している。

【0004】

上述された構造は、従来周知のものであって、例えば、1.3μmの波長範囲において動作する特にSIBH-DFB(分布帰還)レーザの製造における手段となる。 30

【0005】

10Gbits/sイーサネットシステムのような高速システムは、高速直接変調動作と同時に高温(80-90以上)動作が可能な無冷却レーザ光源を必要とする。これを実現するために、寄生素子が少なく漏れ電流が少ないレーザ構造が強く望まれている。

【0006】

最近、100以上に延びる動作温度範囲を有するデバイスが、多重接合ブロッキング層を用いて実現されている。

【0007】

これらの構造の大きな欠点は、その固有の高寄生容量(数百ピコファラッド)に関係している。 40

【0008】

寄生容量を小さくするために、小さな接触面積と狭いトレンチ(活性ストライプから数μm離れている)を備えた誘電体層を持つ非常に複雑な構造が必須である。それにもかかわらず、これらの構造で達成される最小容量は、3~5pFの範囲にあり、通常のドライバの要求に対しては高すぎる。

【0009】

半絶縁空乏層(通常、InP:Fe)は、大きな寄生容量の低減(1pF以下の容量値を可能にする)と室温における漏れ電流の防止を行なうためのもう一つの解決策である。これらの従来周知の構造における典型的な欠点は、温度とともに急激に低下する抵抗による高温時の漏れ電流にあり、これは、20と100の間の大きさにおいてほぼ2桁変る 50

。

【0010】

また、米国特許 5 8 2 5 0 4 7 号の明細書に記載の通り、半絶縁性基板上のストライプメサ構造を備えた光学的な半導体デバイスが周知である。

このストライプメサ構造は、クラッド層と埋込層により両側から挟持されたノンドープ光吸収層を備えている。この構造は、デバイスの容量を小さくして広帯域、超高性能動作を得ることを目的としている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

従って、電気的な観点（例えば、ボンディングパッドの数、方向性ボンディング、活性なストライプ上への均一高速注入）での柔軟性が大きく、あまりに複雑となること無く、漏れ電流と寄生素子とを低減できるレーザ構造が求められている。10

【0012】

本発明の目的は、このようなレーザ構造の提供にある。

【0013】

【課題を解決するための手段】

本発明によれば、このような目的は、添付されている特許請求の範囲に設定されている構造を備えたレーザ構造によって達成される。本発明はまた、レーザ構造に関する製造方法に関するものである。20

【0014】

本発明によれば、レーザ構造をエッチングして活性ストライプを（約 10 μm 離れて）密着周回する隆起を形成して漏れ電流を抑制でき、従って、横方向閉じ込め層を流れる電流を低減できる。これらの電流は、Fe ドープ層内のキャリヤの再結合と技術的な処理に固有の欠陥によって生じるものである。

【0015】

このようにして得られたデバイスの縮小側方領域は、2つの 50 μm のテープあるいはワイヤボンディング構造を十分収容できる大きさのボンディングパッドを提供しつつ、6 から 2 pF 以下（典型的な I C ドライバで要求される）に寄生容量を抑えることを可能にする。

【0016】

本発明による好ましい実施例では、2つのボンディングパッドが、隆起構造に沿って、すなわち、レーザデバイスの活性領域あるいはキャビティに沿って長手方向に分布されあるいはジグザグ配置されて使われる。結果として、本発明のデバイスは変調遷移時間が大きな役割を果たす、（40 Gbit / s 領域における）高速度応用に適切である。30

【0017】

また、本発明による別の実施例においては、ワイヤボンディングのやり方に2つの可能性が示され、モジュール設計において最大の柔軟性が得られる。この観点は、I C ドライバとレーザが寄生インダクタンスと寄生容量とを共に最小にするように設計され、モジュールの真のマイクロ波設計をすべき高速度の応用にとって重要である。

本発明は、添付の図面を参照しつつ具体的な例としてのみ示されている実施例にもとづいて説明される。40

【0018】

【発明の実施の形態】

図 2 において、図 1 との関係においてすでに説明された部材と同一のあるいは機能的に等価な S I B H - D F B 半導体レーザ構造における 6 つの部品あるいは構成要素が、図 1 と同じ参照番号を用いて示されている。

【0019】

特に、図 2 ~ 図 4 は、図 1 の S I - B H 構造を製造するための標準的なプロセスであるいくつかの成長プロセスを示している。

【0020】

10

20

30

40

50

特に、図2は、p層7とInGaAs層8が、層4と層6の上に成長させられたことを示している。

【0021】

InGaAs層8における接触窓が、図3に示されるようにフォトレジスト10をマスクに用いて形成される。マスクを除去した後SiO₂層9がPECVD(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition)によって付着され、接触窓が開かれ、Ti-Au金属被覆11が次のエッチングプロセス(図4参照)に適した厚さに蒸着される。

【0022】

p金属パターンが、ポジ型フォトレジストを用いて従来周知の写真製版技術により形成される。金属被覆11は、フォトレジストをマスクに用いて選択ウェット化学エッチングによって図5に示すように最終的に形成される。

【0023】

最終的には、図6に示されるように、例えば標準の反応性イオンエッチングあるいはウェット化学エッチングを用いて基板1まで降下エッチングされる。フォトレジストの除去後、最終的な不動体化と接触窓開放プロセスが、従来周知のやり方で実行される。

【0024】

このようにして得られた最終結果は、基本的に基板1の上面即ち前面1aから突出する隆起形状12に含まれるレーザ構造の活性MQW層に到達する。

【0025】

このようにして得られた構造は、基本的に外側のメサ構造に含まれている標準メサ構造のSI-BHレーザにほぼ匹敵し、いわゆる「メサ中メサ」構造のようなものに到達する。

【0026】

隆起形状12の「幅」の典型的な値(図6においてAで示されている)は、10~15μmの範囲内にあって、レーザチップ、すなわち、基板1の対応する寸法(図7においてBで示されている)は、200μm程度の範囲にある。レーザチップの全長(図7においてCで示されている)は、レーザキャビティの長さにほぼ対応し、従って、300μm程度である。

【0027】

図示の構造において、レーザデバイスの基本的なメサ構造における横方向閉じ込め層に関する寄生および漏れ電流現象のすべてが、これらの層をほとんど省くことで、大きく減少する。

【0028】

隆起構造12は、隆起構造12の側方に延びている少なくとも一つのあるいは好ましくは二つのボンディング領域即ちパッド13を有するために平面的な形状であることが好ましい。これらは、一般的な「ダブルL型」、「S型」あるいは「非対称バタフライ型」に配置されていることが好ましく、レーザ構造に沿ってあるいは対向してジグザグに配置されたボンディング領域13を備えていることが好ましい。

【0029】

活性レーザストライプに沿って配置された2つのボンディング領域13の存在は、変調遷移時間を少なくするのに好都合である。本発明の構造は、従って、非常に高速度の応用(例えば、40Gbit/s領域における応用)に最適である。

【0030】

活性なレーザストライプの各側にボンディングパッド13を配置した図7に示される非対称パッド構造では、レーザの左側および/あるいは後方からICドライバに向かう二つのワイヤボンディングを可能にするので有利である。

【0031】

図示されている好ましい実施例は、寄生容量をIC特性に依存してできるだけ低く維持するというニーズに応え、パッド数の良好な妥協をおこなった例である。

【0032】

10

20

30

40

50

レーザキャビティの方向におけるパッド 13 間の距離（図 7において L で示されている）は、レーザの全長 C を短くするために最小値そのもの（実質ゼロ）に設定できる。

【0033】

寸法 L は、しかしながら、レーザキャビティ長に従って最適化が可能である。マイクロ波線路を最適化するために、この寸法 L は、W がパッドの横方向の寸法（すなわち、長さ）であるとしたとき、 $L = C / 2 - W$ として選択されることが好ましい。300 μm 範囲のレーザキャビティとおよそ 80 μm の辺を備えた正方形パッドのために、距離 L の好ましい値は、マイクロ波電界の一様分布を可能にするおよそ 70 μm である。

【0034】

もちろん、本発明の基本思想を維持しつつ、詳細な構造および具体的な実施例は、添付の特許請求の範囲に記載されている発明の範囲から逸脱することなく図示されている具体例に対して修正が可能である。以下に、本発明の広汎な実施のための参考として、本発明の実施態様の一部を例示する。

【0035】

（実施態様 1）

基板（1）と、少なくとも一つの活性レーザ層を備えた活性領域（3）とを有する半導体レーザにおいて、前記基板（1）が、前面（1a）を備え、前記活性領域（3）が、前記前面（1a）から突出している隆起形状（12）に含まれている半導体レーザ。

【0036】

（実施態様 2）

前記隆起形状（12）が、ボンディングパッドを形成する少なくとも一つの横方向延伸部分（13）を有している実施態様 1 に記載の半導体レーザ。

（実施態様 3）

前記活性領域（3）が、所定の方向に延び、および、前記隆起形状（12）が、前記活性領域の長さに沿って配置され、それぞれがボンディングパッドを形成する少なくとも二つの前記横方向延伸部分（13）を有している実施態様 2 に記載の半導体レーザ。

【0037】

（実施態様 4）

前記少なくとも二つの横方向延伸部分（13）が、前記活性領域の長さに沿って所定の距離（L）において配置されている実施態様 3 に記載の半導体レーザ。

（実施態様 5）

前記距離（L）が、前記活性領域の長さに関連する実施態様 4 に記載の半導体レーザ。

【0038】

（実施態様 6）

C を前記活性領域の前記長さとし、W を前記延伸部分（13）の横方向寸法としたとき、前記距離（L）がほぼ $C / 2 - W$ に等しいことを特徴とする実施態様 5 に記載の半導体レーザ。

（実施態様 7）

前記少なくとも二つの横方向延伸部分（13）が、互いに前記活性領域の反対側に配置されている実施態様 3 乃至実施態様 6 のいずれかに記載の半導体レーザ。

【0039】

（実施態様 8）

実施態様 1 乃至実施態様 7 のいずれかに記載の半導体レーザを製造する方法において、前記半導体レーザのための基板（1）を設け、少なくとも一つの活性レーザ層を備えた活性領域（3）を形成する複数の層を基板（1）上に成長させ、前記基板（1）上に成長させられた前記層の少なくとも一部分を選択的に除去し、前記基板（1）の前面（1a）と前記活性領域を含む隆起形状（12）を形成し、前記活性領域（3）が前記隆起形状（12）に含まれるようにした半導体レーザの製造方法。

【図面の簡単な説明】

【図 1】従来技術による半導体レーザの断面図である。

10

20

30

40

50

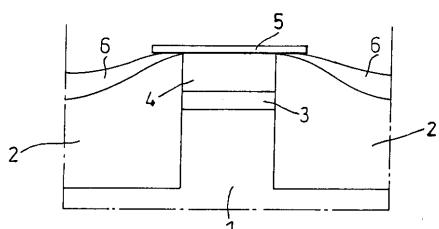
- 【図2】本発明による半導体レーザ構造の製造プロセスを説明するための図である。
 【図3】本発明による半導体レーザ構造の製造プロセスを説明するための図である。
 【図4】本発明による半導体レーザ構造の製造プロセスを説明するための図である。
 【図5】本発明による半導体レーザ構造の製造プロセスを説明するための図である。
 【図6】本発明による半導体レーザ構造の製造プロセスを説明するための図である。
 【図7】本発明による低寄生容量レーザ構造の斜視図である。

【符号の説明】

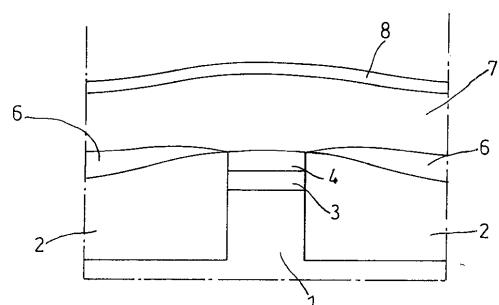
- 1 基板
 1 a 前面
 3 活性層
 1 2 隆起形状

10

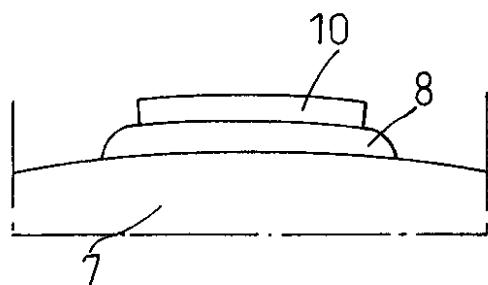
【図1】



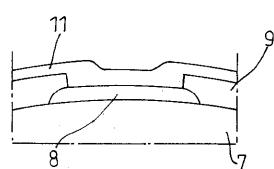
【図2】



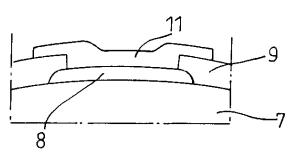
【図3】



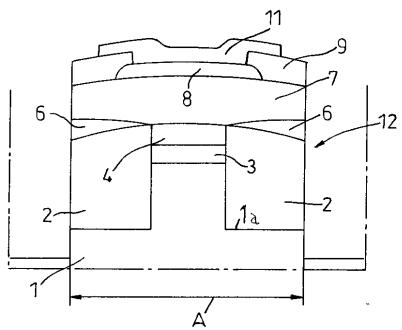
【図4】



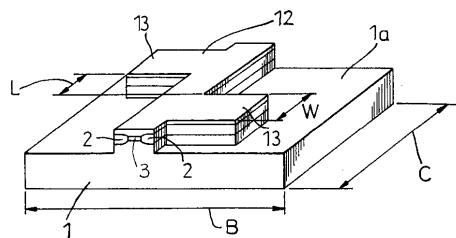
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 ルイ・ファン
イタリア共和国トリノ、ヴィア・アロナ 23
(72)発明者 ロベルト・パオレッティ
イタリア共和国アイラスカ、ヴィア・ルバッテラ 78 エイ

審査官 小林 謙仁

(56)参考文献 特開平01-111393(JP,A)
特開平08-136749(JP,A)
特開平03-206678(JP,A)
特開平04-097582(JP,A)
特開平02-164089(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01S 5/00-5/50