

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-10248

(P2009-10248A)

(43) 公開日 平成21年1月15日(2009.1.15)

(51) Int.Cl.

H01S 5/187 (2006.01)

F1

H01S 5/187

テーマコード (参考)

5F173

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2007-171579 (P2007-171579)
 (22) 出願日 平成19年6月29日 (2007. 6. 29)

(71) 出願人 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100105289
 弁理士 長尾 達也
 (72) 発明者 関口 芳信
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ヤノン株式会社内
 Fターム(参考) 5F173 AC03 AC13 AC36 AC42 AC52
 AF92 AG12 AG20 AH02 AK21
 AP05 AP32 AR14 AR33 AR72

(54) 【発明の名称】 面発光レーザおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】高次横モード発振を抑制しながら基本横モードを維持することができ、一層の高出力が可能となる面発光レーザおよびその製造方法を提供する。

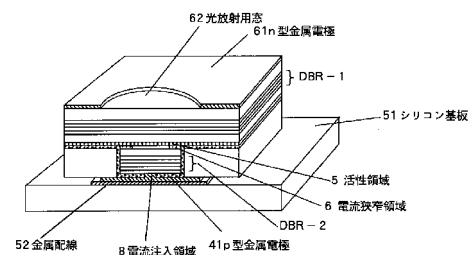
【解決手段】活性層に電流を注入する経路となる開口部を備え、該開口部の周辺に設けられている電流狭窄領域を有する面発光レーザであって、

前記活性層を挟んで光出射側と反対側に設けられた電流注入領域を備え、

前記電流注入領域における電流注入経路の径が、前記開口部の径よりも小さい径によって構成される。

【選択図】

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

活性層に電流を注入する経路となる開口部を備え、該開口部の周辺に設けられている電流狭窄領域を有する面発光レーザであって、

前記活性層を挟んで光出射側と反対側に設けられた電流注入領域を備え、

前記電流注入領域における電流注入経路の径が、前記開口部の径よりも小さい径によって構成されていることを特徴とする面発光レーザ。

【請求項 2】

前記電流狭窄領域は、前記活性層における光強度分布の最大強度の 50% 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の面発光レーザ。

10

【請求項 3】

前記電流注入領域における電流注入経路の径を D_i とし、前記開口部の径を D_o とするとき、つぎの関係式 (1) を満たすことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の面発光レーザ。

$$D_i < D_o - 4 (\mu m) \dots \dots \dots (1)$$

【請求項 4】

前記電流注入領域は、基板に形成された配線パターンに接合させて構成されていることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の面発光レーザ。

【請求項 5】

前記配線パターンが形成された基板は、シリコンによる基板、アルミナによる基板、絶縁膜が形成された CuW による基板、のうちのいずれかの基板であることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の面発光レーザ。

20

【請求項 6】

前記配線パターンが形成された基板がシリコン基板であり、該基板に面発光レーザを駆動する駆動回路が形成されていることを特徴とする請求項 4 に記載の面発光レーザ。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の面発光レーザが、一次元または、二次元に配列されていることを特徴とする面発光レーザアレイ。

【請求項 8】

活性層に電流を注入する経路となる開口部を備えた電流狭窄領域を有する面発光レーザの製造方法であって、

30

基板上に、前記電流狭窄領域を形成するための層を含むメサ構造の面発光レーザパターンを形成する工程と、

前記電流狭窄領域を形成するための層に、活性層に注入する電流の経路となる開口部を備え、該開口部の周辺を絶縁化して電流狭窄領域を形成する工程と、

前記メサ構造の頂部中央に、電流注入経路の径が前記電流狭窄領域の開口部の径よりも小さい径を備えた電流注入領域を、前記活性層を挟んで光出射側と反対側に形成する工程と、

を有することを特徴とする面発光レーザの製造方法。

【請求項 9】

40

前記電流注入領域を形成した後、該電流注入領域を形成した面を配線パターンが形成された別基板に対面させて接合する工程を、更に有することを特徴とする請求項 8 に記載の面発光レーザの製造方法。

【請求項 10】

前記電流注入領域を形成した面を配線パターンが形成された別基板に対面させて接合した後、面発光レーザパターンを形成する工程で用いた前記基板を除去する工程を、更に有することを特徴とする請求項 9 に記載の面発光レーザの製造方法。

【請求項 11】

前記メサ構造の面発光レーザパターンを形成する工程で用いる基板が GaAs 基板であり、

50

前記電流注入領域を形成した面を配線パターンが形成された別基板に対面させて接合する工程で用いる基板がシリコン基板であることを特徴とする請求項 9 または請求項 10 に記載の面発光レーザの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、面発光レーザおよびその製造方法に関し、特に基本横モードによる更なる高出力と量子効率の向上を目指す面発光レーザおよびその製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の垂直共振器型面発光レーザ (Vertical Cavity Surface Emitting Laser、以下 VCSEL と略す) では、基本横モードのレーザ発振を得るため、発光領域の径を $5\mu\text{m}$ 程度まで狭める構成が採られていた。

そのため、活性層領域の体積が小さくなり、光出力の低下を来していた。

このようなことから、特許文献 1 では、基本横モード発振に影響を与えることなく、高次横モード発振を抑制するようにした面発光半導体レーザが提案されている。

この面発光半導体レーザは、図 5 に示すように、半導体基板 101 上に、下部 n 型 DBR 層 103、活性領域 104、上部 p 型 DBR 層 106 が設けられている。

上部 p 型 DBR 層 106 の上にあって、レーザ光の出射領域となる開口部 127 を有する上部 p 型電極 108 が形成されており、更に、酸化領域として形成された電流狭窄部 124 を備えた構成が採られている。

この面発光型半導体レーザは、以上の構成において、上部 p 型電極 108 に対応する共振器の反射率に基づいて、レーザ光の高次横モードと基本横モードとにおける共振器の光学損失の差が大きくなるように、電流狭窄部の開口径と電極の開口部径とが決定される。

すなわち、このようにして、活性層近傍に設けられ、電流の経路を制限するために挿入される電流狭窄部の開口径と、レーザ光を出射するために形成された電極の開口部径とが決定され、基本横モードで高い光出力が達成される。

【特許文献 1】特開 2002 - 208755 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

メサ構造の発光素子において、活性層近傍に設けられる電流狭窄部は、メサ構造の加工面を流れる漏洩電流を低減する上で、非常に効果があり、高効率のメサ型 VCSEL において極めて重要な構成となっている。

一方、レーザ発振は、共振器の反射特性の他に、活性層における発光再結合 (利得) 分布にも依存している。

特に、酸化領域によって活性層に注入する電流の経路を制限する (電流狭窄を行う) 開口部を有する電流狭窄部の構造では、電流は開口部に制限されるが、開口部の周辺部に集中するため、必然的に利得が大きくなり、高次横モードが励起される。したがって、特許文献 1 のように、共振器の反射損失を制御して、基本横モード発振を実現する構成では、上記したように高次横モードの利得は増大してしまうので、共振器の反射損失を増大させて、高次横モードを抑圧させることとなる。

そのため、このように従来例においては、注入電力を光出力に変換される際の効率 (量子効率) の点で、課題を有している。

また、電流狭窄領域の酸化領域の屈折率と、酸化されていない領域の屈折率の差が大きいため、導波光が強く閉じ込められる屈折率導波型となり、高次横モードが立ち易い導波路構造である点においても、課題を有している。

【0004】

本発明は、上記課題に鑑み、高次横モード発振を抑制しながら基本横モードを維持することができ、一層の高出力が可能となる面発光レーザおよびその製造方法の提供を目的と

10

20

30

40

50

する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、以下のように構成した面発光レーザおよびその製造方法を提供するものである。

本発明の面発光レーザは、活性層に電流を注入する経路となる開口部を備え、該開口部の周辺に設けられている電流狭窄領域を有する面発光レーザであって、

前記活性層を挟んで光出射側と反対側に設けられた電流注入領域を備え、

前記電流注入領域における電流注入経路の径が、前記開口部の径よりも小さい径によって構成されていることを特徴とする。

また、本発明の面発光レーザは、前記電流狭窄領域は、前記活性層における光強度分布の最大強度の50%以下であることを特徴とする。

また、本発明の面発光レーザは、前記電流注入領域における電流注入経路の径を D_i とし、前記開口部の径を D_o とすると、つぎの関係式(1)を満たすことを特徴とする。

$$D_i < D_o - 4 (\mu m) \dots \dots \dots (1)$$

また、本発明の面発光レーザは、前記電流注入領域が、基板に形成された配線パターンに接合させて構成されていることを特徴とする。

また、本発明の面発光レーザは、前記配線パターンが形成された基板が、シリコンによる基板、アルミナによる基板、絶縁膜が形成されたCuWによる基板、のうちのいずれかの基板であることを特徴とする。

また、本発明の面発光レーザは、前記配線パターンが形成された基板がシリコン基板であり、該基板に面発光レーザを駆動する駆動回路が形成されていることを特徴とする。

また、本発明の面発光レーザアレイは、上記したいずれかに記載の面発光レーザが、一次元または、二次元に配列されていることを特徴とする。

また、本発明の面発光レーザの製造方法は、活性層に電流を注入する経路となる開口部を備えた電流狭窄領域を有する面発光レーザの製造方法であって、

基板上に、前記電流狭窄領域を形成するための層を含むメサ構造の面発光レーザパターンを形成する工程と、

前記電流狭窄領域を形成するための層に、活性層に注入する電流の経路となる開口部を備え、該開口部の周辺を絶縁化して電流狭窄領域を形成する工程と、

前記メサ構造の頂部中央に、電流注入経路の径が前記電流狭窄領域の開口部の径よりも小さい径を備えた電流注入領域を、前記活性層を挟んで光出射側と反対側に形成する工程と、を有することを特徴とする。

また、本発明の面発光レーザの製造方法は、前記電流注入領域を形成した後、該電流注入領域を形成した面を配線パターンが形成された別基板に対面させて接合する工程を、更に有することを特徴とする。

また、本発明の面発光レーザの製造方法は、前記電流注入領域を形成した面を配線パターンが形成された別基板に対面させて接合した後、面発光レーザパターンを形成する工程で用いた前記基板を除去する工程を、更に有することを特徴とする。

また、本発明の面発光レーザの製造方法は、前記メサ構造の面発光レーザパターンを形成する工程で用いる基板がGaAs基板であり、

前記電流注入領域を形成した面を配線パターンが形成された別基板に対面させて接合する工程で用いる基板がシリコン基板であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、高次横モード発振を抑制しながら基本横モードを維持することができ、一層の高出力が可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 0 7 】

つぎに、本発明の実施の形態における面発光レーザについて説明する。

図 1 に、本実施形態における面発光レーザの構成例を説明する概略斜視図を示す。

図 1 において、5 は活性領域、6 は電流狭窄領域、8 は電流注入領域、4 1 は p 型金属電極（下部電極）、5 1 はシリコン基板、5 2 は金属配線、6 1 は n 型金属電極（上部電極）、6 2 は光放射用窓である。

本実施形態における面発光レーザは、活性領域（活性層）5 を挟み、D B R - 1（上部多層膜反射鏡）と D B R - 2（下部多層膜反射鏡）とによって共振器が構成されている。

また、この共振器の上下に、レーザ光を出射する光放射用窓 6 2 が設けられた n 型金属電極（上部電極）6 1 と、この光放射用窓 6 2 による光出射側と反対側に設けられた電流注入領域が形成された p 型金属電極（下部電極）4 1 を備えている。

また、活性層に隣接して設けられ、電流流路の周縁部を絶縁化して形成された開口部を備えた電流狭窄部（電流狭窄領域）6 を備えている。

その際、p 型金属電極（下部電極）4 1 の前記電流注入領域における電流注入経路の径が、前記電流狭窄部 6 における開口部の径よりも小さくなるように構成されている。

また、本実施の形態においては、前記光出射側と反対側に設けられた電流注入領域を形成する下部電極が、配線パターンが形成された基板、または面発光レーザの駆動回路が形成された基板の配線に接合させて構成することができる。

前記配線パターンが形成された基板は、シリコン基板、アルミナによる高熱伝導絶縁基板、絶縁膜が形成された C u W による高熱伝導基板のいずれかによって構成することができる。

また、本実施の形態においては、上記した面発光レーザを、一次元または、二次元に配列して面発光レーザアレイを構成することができる。

【 0 0 0 8 】

本実施形態における上記構成によれば、p 型金属電極（下部電極）4 1 の前記電流注入領域における電流注入経路の径が、前記電流狭窄部 6 における開口部の径よりも小さく径で構成することにより、電流を電流狭窄部の開口部の中心部に集中させることができる。

そのため、電流が電流狭窄部の開口部の周辺に集中することによる高次横モードの利得の増大を回避することができ、基本横モードによる高出力と量子効率の向上の実現が可能となる。

同時に、導波光の大部分が、屈折率が大きく変化する絶縁化領域から離れることによって、導波路の光閉じ込めが弱くなり、導波路特性として高次横モード発振を抑制することが可能となる。

また、本実施形態における上記構成によれば、下部電極を配線パターンが形成された基板、あるいは面発光レーザの駆動回路が形成された基板に直接接合することが可能となる。これにより、駆動回路を含む発光装置の組み上げにおいて、実装工程におけるワイヤーボンディング数を削減でき、装置の小型化を図ることができる。

また、本実施形態における上記構成によれば、面発光デバイスを接合する基板を、熱伝導率の高い基板で構成することにより、高い光出力が得られる。

また、アレイ形態では、隣接素子の相互干渉を低減することができる。

このように、本実施形態に係る発明は、活性層に電流を注入する経路となる開口部を備え、該開口部の周辺に設けられている電流狭窄領域を有する面発光レーザであるが、必ずしもレーザに限らず、発光素子であれば、L E Dであってもよい。

但し、前記活性層を挟んで光出射側と反対側に設けられた電流注入領域を備え、前記電流注入領域における電流注入経路の径が、前記開口部の径よりも小さい径によって構成されていることが特徴である点は同じである。

また、前記電流狭窄領域は、前記活性層における光強度分布の最大強度の 5 0 % 以下となるようにするのがよい。より好ましくは、3 0 % 以下であり、下限は特に限定されないが、例えば、5 % 以上である。

【 0 0 0 9 】

つぎに、本発明の実施の形態における面発光レーザの製造方法について説明する。
 図 2 及び図 3 に、本実施形態における面発光レーザの製造方法を説明する図を示す。
 図 2 (a) ~ (d) は本実施形態における面発光レーザの製造方法を説明する製造工程図である。
 また、図 3 (e) ~ (g) は本実施形態における面発光レーザの製造方法を説明する図 2 (a) ~ (d) に続く製造工程図である。

【 0 0 1 0 】

まず、図 2 (a) に示すように、GaAs 基板 1 上に公知の技術である MOCVD 法により、以下のように各層を成長させる。

すなわち、GaAs 基板 1 上に、n 型 GaAs バッファ層 2、n 型 AlAs 層 3、n 型 Al_xGa_{1-x}As 層 4、n 型 DBR - 1 層、活性領域 5、p 型 AlAs 層 6、p 型 DBR - 2 層、および p 型コンタクト層 7 を、順次成長させる。

n 型 DBR - 1 層は、Al 組成の異なる Al_yGa_{1-y}As と Al_zGa_{1-z}As とを各層の膜厚が $\lambda / 4 n_r$ (ただし、 λ はレーザの発振波長、 n_r は構成する媒質の屈折率) となるように交互に積層した積層体である。

活性領域 5 は、複数の量子井戸層と障壁層及びこれらの量子構造を挟むアンドープの Al_xGa_{1-x}As よりなるスペーサ層で構成される。

p 型 AlAs 層 6 は、後に水蒸気により酸化処理が行われ、電流狭窄領域を形成する層である。

p 型 DBR - 2 層は、Al 組成の異なる Al_yGa_{1-y}As と Al_zGa_{1-z}As とを各層の膜厚が $\lambda / 4 n_r$ となるように交互に積層した積層体である。p 型コンタクト層 7 は、金属電極を形成することでオーミックコンタクトを得るものである。

【 0 0 1 1 】

次に、図 2 (b) に示すように、基板全面に絶縁膜を堆積した後、フォトリソプロセス及び公知のエッチング技術により、少なくとも p 型 AlAs 層 6 が露出するまでエッチングを行い、VCSEL パターン 21 を形成する。

続いて、図 2 (c) に示すように、公知技術であるウエット酸化により、前記露出している p 型 AlAs 層 6 を、メサ形状の周囲からを選択的に酸化させ、酸化領域に囲まれた非酸化領域 (開口部) を形成する。

これにより、活性領域の近傍に活性層への電流パスとなる開口部を有する電流狭窄部を形成する。

【 0 0 1 2 】

メサ構造の発光素子において、活性層近傍に設けられる電流狭窄領域の酸化領域は、メサ構造の加工面を流れる漏洩電流を低減する上で、非常に効果があり、メサ型 VCSEL において重要な構成である。

本実施形態において、前記面発光デバイスの活性層の近傍に形成される電流狭窄部の開口部径は、電流注入領域の径に応じて決められる (図 1 参照)。

大まかには、電流狭窄部を有しない構成の活性層における電子・正孔再結合が、最大強度のおよそ 50 % 以下である領域に、電流狭窄部の酸化領域が形成されていることが望ましい。

図 4 は、2 μ m の電流注入領域を有するメサ構造において、活性層の近傍で電流狭窄を行わない状態における再結合の強度分布のシミュレーション結果を示す図である。活性層において、再結合強度が最大値の 50 % 以下になる領域は、電流注入領域よりおよそ 4 μ m 広がる。

すなわち、前記電流注入領域における電流注入経路の径を D_i とし、電流狭窄領域における開口部の径を D_o とするとき (図 1 参照)、およそ以下の関係式 (1) を満たすことが望ましい。

$$D_i < D_o - 4 (\mu m) \dots \dots \dots (1)$$

次に、図 2 (d) に示すように、一旦絶縁層を除去し、絶縁層 31 を堆積し、メサの頂

部中央付近に開口部 3 2 を形成する。

その後、図 3 (e) に示すように、この開口部 3 2 を含む領域に、電流注入領域 8 を形成した p 型金属電極 4 1 を連続堆積する。

【 0 0 1 3 】

一方、図 3 (f) に示すように、シリコン基板 5 1 に絶縁層を形成した後、フォトリソプロセスにより、図 3 (e) のメサパターンに対応した金属配線パターン 5 2 を形成する。

この金属配線パターンと図 3 (e) の構造体とを、図 3 (g) に示すように対面させて接合する。

この接合には、公知技術である直接接合技術を用いることができる。

すなわち、それぞれの金属表面をクリーニングした後、接触させ、熱と圧力をかけることによって行うことができる。

【 0 0 1 4 】

次に、GaAs 基板 1 を公知の技術により除去する。本実施形態では、GaAs 基板 1 の近くに積層した n 型 AlAs 層 3 をフッ酸系のエッチング液により選択エッチングすることにより、GaAs 基板 1 を除去する。

続いて、その除去面にレーザ光を出射するための開口部を有する n 型電極を形成して、VCSEL を完成させる。

なお、前記配線パターンを形成したシリコン基板を VCSEL の駆動に必要な回路が形成されているウエハとすることで、小型な発光装置が実現できる。このような小型発光装置は、複数の発光素子が 1 次元または 2 次元に配列する装置では非常に有用である。

【 0 0 1 5 】

以上の工程で作製された VCSEL において、p 側電極の小さい電流注入領域から注入されたホール電流は、拡散により多少横方向に広がりながら活性層に到達するが、その電流分布の主要部は電流狭窄部の開口より小さく、電流分布は単峰性となる。

したがって、活性層で再結合によって発生する光強度分布、及び、この光が活性層の上下に存在する DBR ミラーで共振するレーザ光の強度分布も、単峰性となる。

また、前述した従来例では、電流と光が電流狭窄部の開口部の周辺部に集中するのに対し、本構成では、電流狭窄部の開口部の中心部に集中するため、屈折率が大きく変化する開口部近傍の影響が小さく、利得導波型導波路となり、高次横モードを生じ難くなる。

つまり、活性層近傍に設けられた電流狭窄部によって、メサ構造の加工面を流れる漏洩電流を低減するとともに、高次横モード発振を抑制しながら基本横モードの利得を増大できるので、高出力が可能となる VCSEL を得ることができる。

【 0 0 1 6 】

なお、p 側の注入領域を形成する金属電極が活性層で発生した光を反射するため、p 側の多層膜反射ミラーの反射率が低くても、レーザ発振に必要な反射が得られるので、多層膜の層数を減らすことが可能である。

また、この金属電極の反射ミラーは波長依存性が小さいので、この構成により、多層膜ミラーの波長依存性が軽減できる。

また、上記した本実施の形態の製造方法によれば、ウエハプロセスでの製造が可能となり、量産に適した製造方法を実現することができる。

【 実施例 】

【 0 0 1 7 】

つぎに、本発明の本実施例における面発光レーザの製造方法について説明する。

本実施例の面発光レーザの製造方法は、基本的には上記した本発明の実施形態のものと変わらないので、本発明の実施形態で用いた図 2 及び図 3 を用いて説明する。

まず、最初の工程において、GaAs 基板 1 上に公知の技術である MOCVD 法により、各層を順次成長させる。

すなわち、n 型 GaAs バッファ層 2、n 型 AlAs 層 3、n 型 Al_{0.25}Ga_{0.75}As 層 4、n 型 DBR - 1 層、活性領域 5、p 型 AlAs 層 6、p 型 DBR - 2 層、お

10

20

30

40

50

よび p 型コンタクト層 7 を、順次成長させる（図 2（a））。n 型 DBR - 1 層は、 $\text{Al}_{0.8}\text{Ga}_{0.2}\text{As}$ と $\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{As}$ とを各層の膜厚が $\lambda/4n_r$ （ただし、 λ はレ - ザの発振波長、 n_r は構成する媒質の屈折率）となるように交互に 29.5 周期積層した積層体である。

活性領域は、アンドープの $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.89}\text{As}$ よりなる量子井戸層と、アンドープの $\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{As}$ よりなる障壁層と、これらの量子構造を挟むアンドープの $\text{Al}_{0.25}\text{Ga}_{0.75}\text{As}$ よりなるスペーサ層で構成される。

p 型 AlAs 層 6 は、後に水蒸気により酸化処理が行われ、電流狭窄領域を形成する層である。

p 型 DBR - 2 層は、 $\text{Al}_{0.8}\text{Ga}_{0.2}\text{As}$ と $\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{As}$ とを各層の膜厚が $\lambda/4n_r$ となるように交互に 40.5 周期積層した積層体である。

p 型コンタクト層 7 は、金属電極を形成することでオーミックコンタクトを得るため、高キャリア濃度である。

【0018】

次に、基板上に、前記電流狭窄領域を形成するための層を含むメサ構造の面発光レーザーパターンを形成する。

基板上面に SiON 膜を堆積した後、レジストパターン 21 を形成し、このパターンをマスクに、公知のエッチング技術により、少なくとも AlAs 層 6 が露出するまでエッチングを行って $30\mu\text{m}$ 径のメサ形状を形成した後、レジストを除去する（図 2（b））。

【0019】

次に、前記電流狭窄領域を形成するための層の周辺部を酸化して活性層に電流を注入する経路となる開口部を有する電流狭窄領域を形成する。

公知技術であるウェット酸化により、前記露出している AlAs 層 6 をメサ形状の周囲からを選択的に酸化させ、酸化領域に囲まれた非酸化領域（開口部）を形成する。

これにより、活性領域の近傍に活性層への電流パスとなる開口部を有する電流狭窄部を形成する（図 2（c））。

【0020】

次に、前記メサ構造の頂部中央に、電流注入経路の径が前記電流狭窄領域の開口部の径よりも小さい径を備えた電流注入領域を、前記活性層を挟んで光出射側と反対側に形成する工程において、つぎのように電流注入領域を形成する。

SiON 膜を除去し、全面に SiN 保護膜（絶縁層）31 を堆積した後、円柱の頂部のほぼ中央付近に $10\mu\text{m}$ 径の円形の窓（開口部）32 を開け（図 2（d））、p 型金属電極 41 となる Ti 、 Au を連続堆積する（図 3（e））。

【0021】

一方、前記電流注入領域を形成した後、該電流注入領域を形成した面を配線パターンが形成された別基板に対面させて接合する工程において、これらをつぎのように対面させて接合させる（図 3（g））。

表面に Au が露出した配線パターン 52 を有するシリコン基板 51 を別途準備し、この金属配線パターンと図 3（e）の構造体を、対面させて接合させる。

接合は、それぞれの金表面をクリーニングした後、接触させ、熱と圧力をかける直接接合によって行う（図 3（f））。

【0022】

次に、前記電流注入領域を形成した面を配線パターンが形成された別基板に対面させて接合した後、面発光レーザーパターンを形成する工程で用いた前記基板を除去する工程において、 GaAs 基板 1 を公知の技術により除去する。

本実施例では、 GaAs 基板 1 の近くに積層した n 型 AlAs 層 3 をフッ酸系のエッチング液により選択エッチングすることにより、 GaAs 基板 1 を除去する手法を用いた。

続いて、その除去面にレーザー光を出射するための開口部を有する n 型電極を形成して、VCSEL を完成させる。

【0023】

10

20

30

40

50

本実施例の構成によれば、基本横モード発振で高出力が得られると共に、放熱性に優れるので、アレイ形態での隣接素子間の相互干渉が小さく、実装が容易で、発光装置を小型化することができる。

また、これにより、アレイで使用される複写機やプリンタのレーザスキャナーの光源に適した面発光レーザを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本発明の実施形態における面発光レーザの構成例を説明する概略斜視図。

【図2】本発明の実施形態における面発光レーザの製造方法を説明する図であり、図2(a)～(d)はその製造工程図である。

【図3】本発明の実施形態における図2(a)～(d)に続く面発光レーザの製造方法を説明する製造工程図である。

【図4】本発明の実施形態の2 μ mの電流注入領域を有するメサ構造の面発光レーザにおいて、活性層の近傍で電流狭窄を行わない状態における再結合の強度分布のシミュレーション結果を示す図。

【図5】従来例である特許文献1における面発光レーザの構成を説明する図。

【符号の説明】

【0025】

1 : GaAs 基板

2 : バッファ層

3 : n型AlAs層 (AlAs 分離層)

4 : n型Al_xGa_{1-x}As層 (電流拡散層)

5 : 活性領域 (活性層)

6 : AlAs 電流狭窄領域 (p型AlAs層)

7 : p型コンタクト層

8 : 電流注入領域

21 : VCSEL パターン

31 : 絶縁層

32 : 開口部

41 : p型金属電極

51 : シリコン基板

52 : 金属配線

61 : n型金属電極

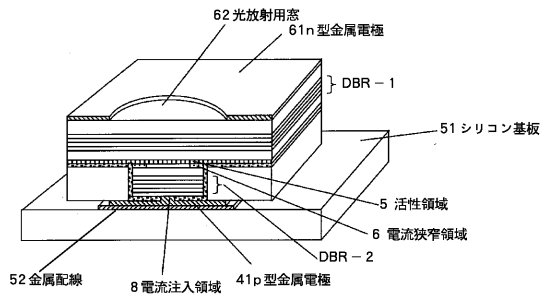
62 : 光放射用窓

10

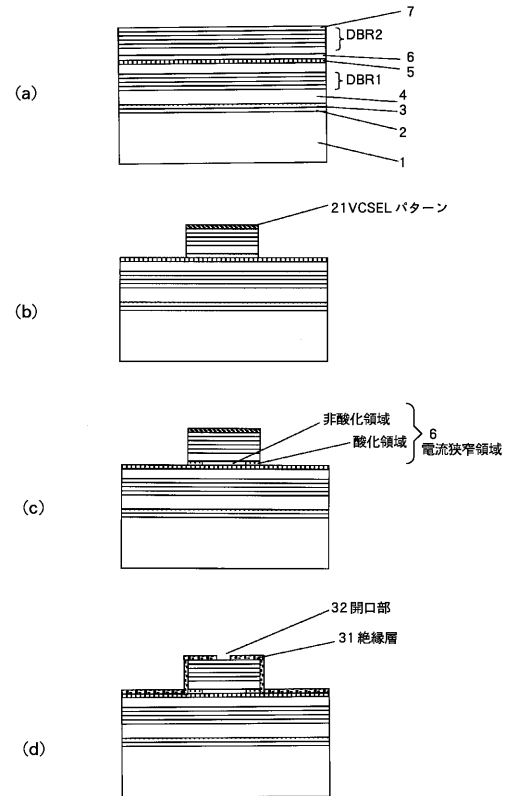
20

30

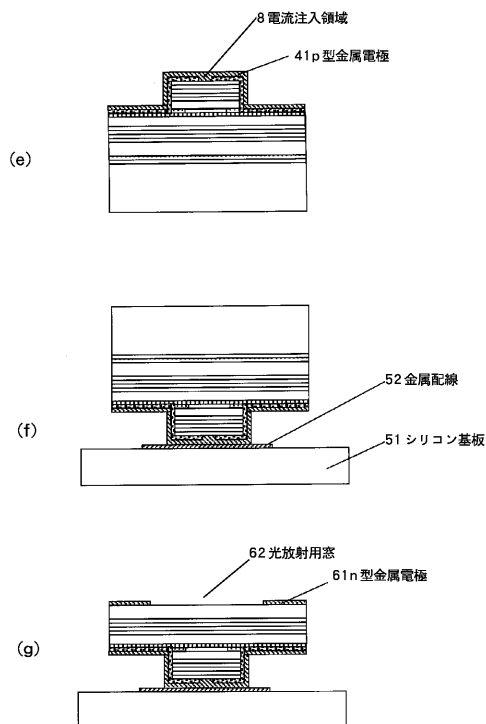
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

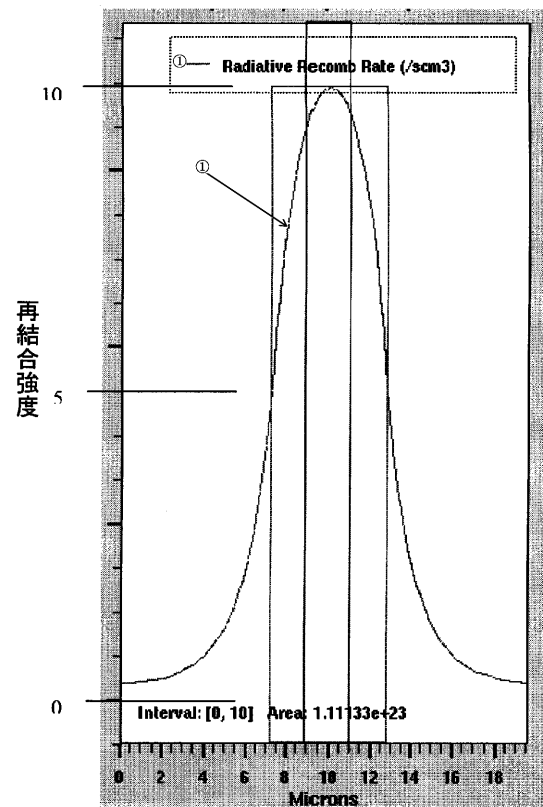


Figure 1 is a cross-sectional view of a semiconductor device. The device includes a substrate 109, a layer 101, a layer 102, and a layer 103. A metal layer 107 is formed on the substrate, with a central region 108 and side regions 121. A dielectric layer 104 is formed on the metal layer. The width of the metal layer is labeled W_{metal} and the width of the oxide layer is labeled W_{oxide} . Other labels include 106, 124, and 125.