(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3700307号
(P3700307)
(45)発行日　平成17年9月28日(2005.9.28)　(24)登録日　平成17年7月22日(2005.7.22)

(51)Int.Cl.[7]　F I
H01S　5/183　H01S　5/183

請求項の数 2　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願平9-12539
(22)出願日　平成9年1月27日(1997.1.27)
(65)公開番号　特開平10-209565
(43)公開日　平成10年8月7日(1998.8.7)
審査請求日　平成13年7月16日(2001.7.16)

(73)特許権者　000005496
富士ゼロックス株式会社
東京都港区赤坂二丁目１７番２２号
(74)代理人　100071054
弁理士　木村　高久
(72)発明者　植木　伸明
神奈川県足柄上郡中井町境４３０　グリーンテクなかい　富士ゼロックス株式会社内

審査官　笹野　秀生

(56)参考文献　特開平０６－２８３８１２（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－０１３６９５（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－１４５１９５（ＪＰ，Ａ）
特開昭５９－０３６９８８（ＪＰ，Ａ）
最終頁に続く

(54)【発明の名称】横方向電流注入型面発光半導体レーザ装置および半導体レーザアレイの製造方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
半導体基板上に下部半導体多層反射膜、下部スペーサ層、半導体活性層、上部スペーサ層、上部半導体多層反射膜を順次積層形成する半導体層積層工程と、
少なくとも前記上部半導体多層反射膜の一部をエッチング除去して半導体柱状領域を形成するエッチング工程と、
前記上部半導体多層反射膜の除去された領域の一部に第１の拡散源を形成し、該第１の拡散源から第１の不純物を拡散させて第１の不純物拡散領域を形成する第１の不純物拡散工程と、
前記第１の不純物拡散工程の後、前記第１の拡散源をマスクとして第２の不純物を気相状態で拡散させて第２の不純物拡散領域を形成する第２の不純物拡散工程と、
前記第１の拡散源を除去し、前記第１および第２の不純物拡散領域にそれぞれ第１および第２の電極を形成する工程と
を含むことを特徴とする横方向電流注入型面発光半導体レーザ装置の製造方法。
【請求項２】
半導体基板上に下部半導体多層反射膜、下部スペーサ層、半導体活性層、上部スペーサ層、上部半導体多層反射膜を順次積層形成する半導体層積層工程と、
少なくとも前記上部半導体多層反射膜の一部をエッチング除去して半導体柱状領域を形成するエッチング工程と、
前記上部半導体多層反射膜の除去された領域の一部に第１の拡散源を形成し、該第１の

拡散源から第１の不純物を拡散させて第１の不純物拡散領域を形成する第１の不純物拡散工程と、
　前記第１の不純物拡散工程の後、前記第１の拡散源をマスクとして第２の不純物を気相状態で拡散させて第２の不純物拡散領域を形成する第２の不純物拡散工程と、
　前記第１の拡散源を除去し、前記第１および第２の不純物拡散領域にそれぞれ第１および第２の電極を形成する工程と
を含むことを特徴とする半導体レーザアレイの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光通信や光記録装置や、レーザプリンタなどの光源として使用される横方向電流注入型面発光半導体レーザ装置、その製造方法および半導体レーザアレイに関する。

【０００２】

【従来の技術】

光コンピューティングあるいは光インターコネクション用の光源として２次元集積の容易な面発光レーザ装置が注目されている。この種の装置の１例として特公平２－５７７０８で垂直発振型レーザが提案されている。

【０００３】

この垂直発振型レーザでは、図１８（Ａ）および（Ｂ）に示すように、半絶縁性基板１１０上にレーザ活性機能と光共振機能とを具備した活性層兼光共振器の構成層となる半導体ヘテロ多層膜１２１を形成する。次にこの半導体ヘテロ多層膜１２１に対し、平面的な所定のパターニングを施し、適宜のエッチング技術によってｐ型クラッド層を埋め込み形成するための溝と、ｎ型クラッド層を埋め込み形成するための溝を同時に、または当初一方のみを形成する。この溝１２２の深さは、少なくとも基板１１０の表面を露出させる程度とする。続いて分子線エピタキシャル（ＭＢＥ）法、有機金属系気相成長（ＭＯＣＶＤ）法、液相成長（ＬＰＥ）法など、適当な結晶成長技術を援用し、当該溝１２２にｐ型クラッド層１１２を埋設的に成長させる。ついで同様にしてｎ型クラッド層埋設用の溝１２３を、基板１１０の表面を露出させる程度の深さまで形成し、この溝１２３内に分子線エピタキシー（ＭＢＥ）法、有機金属系気相成長（ＭＯＣＶＤ）法、液相成長（ＬＰＥ）法などにより、ｎ型クラッド層１１３を埋設的に成長させる。このようにして面発光レーザ装置の基本構造を得ることが可能となる。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながらこのような構造を有する面発光型レーザの製造に際しては、結晶再成長を必要とするなど複雑で手間がかかり、特に２次元アレイ化した際の特性の均一性や、素子の歩留まりへの影響が懸念されている。

【０００５】

本発明は前記実情に鑑みてなされたもので、製造が容易で再現性が高く、特性が良好でかつ２次元アレイ化の容易な面発光型半導体レーザを提供することを目的とする。

【０００６】

【課題を解決するための手段】

　そこで、本発明の第１の特徴は、横方向電流注入型面発光半導体レーザ装置の製造方法において、半導体基板上に下部半導体多層反射膜、下部スペーサ層、半導体活性層、上部スペーサ層、上部半導体多層反射膜を順次積層形成する半導体層積層工程と、少なくとも前記上部半導体多層反射膜の一部をエッチング除去して半導体柱状領域を形成するエッチング工程と、前記上部半導体多層反射膜の除去された領域の一部に第１の拡散源を形成し、該第１の拡散源から第１の不純物を拡散させて第１の不純物拡散領域を形成する第１の不純物拡散工程と、前記第１の不純物拡散工程の後、前記第１の拡散源をマスクとして第２の不純物を気相状態で拡散させて第２の不純物拡散領域を形成する第２の不純物拡散工程と、前記第１の拡散源を除去し、前記第１および第２の不純物拡散領域にそれぞれ第１

および第２の電極を形成する工程とを含むことにある。

【０００７】

また、本発明の第２の特徴は、半導体レーザアレイの製造方法において、半導体基板上に下部半導体多層反射膜、下部スペーサ層、半導体活性層、上部スペーサ層、上部半導体多層反射膜を順次積層形成する半導体層積層工程と、少なくとも前記上部半導体多層反射膜の一部をエッチング除去して半導体柱状領域を形成するエッチング工程と、前記上部半導体多層反射膜の除去された領域の一部に第１の拡散源を形成し、該第１の拡散源から第１の不純物を拡散させて第１の不純物拡散領域を形成する第１の不純物拡散工程と、前記第１の不純物拡散工程の後、前記第１の拡散源をマスクとして第２の不純物を気相状態で拡散させて第２の不純物拡散領域を形成する第２の不純物拡散工程と、前記第１の拡散源を除去し、前記第１および第２の不純物拡散領域にそれぞれ第１および第２の電極を形成する工程とを含むことにある。

【０００９】

本発明によれば、比較的浅い不純物拡散技術により、実質的に活性層を配線電極よりも下層に埋め込んだ構造を得ることができ、プロセスが簡便で再現性が高く、レーザ特性の良好な横方向電流注入型屈折率導波面発光レーザを提供することが可能となる。なお、上部スペーサ層および下部スペーサ層についてはアンドープとしてもよいし、また、第２または第１の導電型にドープしたものを用いてもよいが、いずれを用いるかに応じて、適切な構造をとるように細部構造を調整する必要がある。　また、電流注入用の電極が半導体柱の頂面ではなく、ｐ側もｎ側も基板平坦部に形成するため、２次元アレイ化するに際し、電気的に分離された配線を基板平坦部にのみ配置することができ、配線パターンの高精度化をはかるとともに歩留まりの向上をはかることが可能となる。

【００１０】

【発明の実施の形態】

以下、本発明について、図面を参照しつつ説明する。

【００１１】

図１は本発明の第１の実施例の面発光型半導体レーザ装置の断面図である。

【００１２】

この面発光型半導体レーザ装置は、アンドープのガリウムヒ素（ＧａＡｓ）基板１上に形成されたアンドープの$Al_{0.9}Ga_{0.1}As$／$Al_{0.3}Ga_{0.7}As$下部半導体多層反射膜２と、アンドープの$Al_{0.6}Ga_{0.4}As$からなる下部スペーサ層３と、この下部スペーサ層３上に形成されたアンドープの$Al_{0.11}Ga_{0.89}As$量子井戸層とアンドープの$Al_{0.3}Ga_{0.7}As$障壁層とからなる量子井戸活性層４と、アンドープの$Al_{0.6}Ga_{0.4}As$からなる上部スペーサ層５と、アンドープの$Al_{0.9}Ga_{0.1}As$／$Al_{0.3}Ga_{0.7}As$上部半導体多層反射膜６とが順次積層せしめられ、上部スペーサ層５が露呈する深さまで、上部半導体多層反射膜６が発光領域の上方を除いてエッチング除去され、角柱状の光制御領域が形成されている。そしてこの上部半導体多層反射膜６の除去領域の表面の一部から下部スペーサ層３に到達する深さまでｎ型不純物拡散領域７が形成され、これに対向する領域に同様に下部スペーサ層３に到達する深さまでｐ型不純物拡散領域８が形成され、表面にそれぞれＡｕ－Ｇｅ／Ａｕからなるｎ側電極９およびＣｒ／Ａｕからなるｐ側電極１０が形成されている。

【００１３】

ここで下部半導体多層反射膜２は、$Al_{0.9}Ga_{0.1}As$層と$Al_{0.3}Ga_{0.7}As$層とをそれぞれ膜厚$\lambda/(4n_r)$（λ：発振波長，n_r：屈折率）で約４０.５周期積層することによって形成されたものである。下部スペーサ層３は、アンドープの$Al_{0.6}Ga_{0.4}As$層から構成され、また、量子井戸活性層４は、アンドープの$Al_{0.11}Ga_{0.89}As$量子井戸層（膜厚８ｎｍ×３）とアンドープの$Al_{0.3}Ga_{0.7}As$障壁層（膜厚５ｎｍ×４）との組み合わせ、上部スペーサ層５はアンドープ$Al_{0.6}Ga_{0.4}As$から構成されており、膜厚は全体でλ/n_rの整数倍とする。また、上部半導体多層反射膜６は、$Al_{0.9}Ga_{0.1}As$層と$Al_{0.3}Ga_{0.7}As$層とをそれぞれ膜厚$\lambda/(4n_r)$（λ：発振波長，n_r：屈

折率）で交互に３０周期積層することによって形成されたものである。そして酸化防止のために最上層はＧａＡｓ層とした。最後にｎ型不純物拡散領域７は、シリコン不純物濃度１×１０^{20}ｃｍ$^{-3}$である。ｐ型不純物拡散領域８は、亜鉛不純物濃度１×１０^{20}ｃｍ$^{-3}$である。上部半導体多層反射膜６の周期数を下部半導体多層反射膜２の周期数よりも少なくしているのは、反射率に差をつけて出射光を基板上面から取り出すためである。ドーパントの種類についてはここで用いたものに限定されることなく、ｎ型であればシリコン、セレン、ｐ型であれば亜鉛やマグネシウムなどを用いることも可能である。

不純物拡散領域は、表層のキャリア濃度を増加し、電気的コンタクトを容易にとることができる状態に変化させるとともに、周囲の半導体層との間で混晶化を生じ、活性層付近ではこの領域のエネルギーバンドギャップが活性領域に比べて増大するという効果をも有するため、発光領域での光閉じ込めが向上する。そして電流はｎ型不純物拡散領域７およびｐ型不純物拡散領域８上に形成されたｎ側電極９およびｐ側電極１０の間で量子井戸活性層４を経由して流れる。

【００１４】

このようにして発振波長λ＝７８０ｎｍのレーザ光を基板表面から取り出すことができる。

【００１５】

かかる構成によれば、比較的容易なプロセスによって電流経路および光閉じ込めが可能となるため、再現性が高く生産性にとみ、レーザ特性の良好な屈折率導波型面発光レーザ装置を提供することができる。また、２次元アレイ化して素子数が多数個にわたる場合でも高い歩留まりを得ることが可能となる。

【００１６】

次に、この面発光型半導体レーザ装置の製造工程について説明する。

まず、図２に示すように、有機金属気相成長（ＭＯＣＶＤ）法により、アンドープのガリウムヒ素（ＧａＡｓ）（１００）基板１上に、アンドープ$Al_{0.9}Ga_{0.1}As$／$Al_{0.3}Ga_{0.7}As$下部半導体多層反射膜２と、アンドープの$Al_{0.6}Ga_{0.4}As$からなる下部スペーサ層３と、アンドープの$Al_{0.11}Ga_{0.89}$量子井戸層とアンドープの$Al_{0.3}Ga_{0.7}As$障壁層とからなる量子井戸活性層４と、アンドープの$Al_{0.6}Ga_{0.4}As$からなる上部スペーサ層５と、アンドープの$Al_{0.9}Ga_{0.1}As$／$Al_{0.3}Ga_{0.7}As$上部半導体多層反射膜６とを順次積層する。

そして基板を成長室から取出し、酸化シリコン膜あるいは窒化シリコン膜などの絶縁膜２１を形成した後フォトリソグラフィ技術により、図３に示すように、レジストマスク２２を形成し、絶縁膜２１を選択的に除去する。

そしてさらに、図４に示すように、この絶縁膜２１をマスクとして、$SiCl_4$ガスを用いた反応性イオンエッチングにより、上部スペーサ層５付近の深さまで半導体層をエッチング除去する。

【００１７】

続いて図５に示すように電子ビーム蒸着法により拡散源となるシリコン（Ｓｉ）２３を基板上面に約５ｎｍ堆積させ、この基板を石英アンプルに砒素粒と共に封入し、８５０℃で２時間の熱処理を行う。これにより拡散源の直下および側壁部の半導体多層反射膜６、上部スペーサ層５、量子井戸活性層４の半導体膜間で不純物の拡散により誘起された無秩序化を生じ、図６に示すように、元の半導体多層膜を混ぜあわせて合金化したような中間的なアルミ組成比を有するｎ型混晶化領域７となる。従ってこのｎ型混晶化領域７はエネルギーバンドギャップについても元の半導体多層膜を混ぜあわせて合金化したような中間的な値、すなわち、周囲の領域に対して高いエネルギーバンドをもつことになる。

【００１８】

ここで再びフォトリソグラフィ技術により絶縁膜２１を８μｍ径程度の円形に整形し、このマスクを用いて再び $SiCl_4$ガスを用いた反応性イオンエッチングにより、半導体層を上部スペーサ層５付近の深さまでエッチング除去して、図７に垂直断面図を示すように光制御領域となる円柱状のポスト形状を形成する。この時Ｓｉを着膜した部分はこれがマ

スクとなって除去されずに残る。

【００１９】

続いて、図８に示すように、ＲＦスパッタリング法により拡散源となるＺｎ層２４を基板上面に約５ｎｍ堆積させ、この基板を石英アンプルに砒素粒と共に封入し、５７５℃で３０分間の熱処理を行う。これにより図９に示すように、拡散源の直下および側壁部の半導体多層反射膜６、上部スペーサ層５、量子井戸活性層４の半導体膜間で不純物の拡散により誘起された無秩序化を生じ、この部分の半導体多層膜が周囲の領域に対してエネルギーバンドギャップの低いｐ型混晶化領域８となる。すなわち、ここでも元の半導体多層膜を混ぜあわせて合金化したような中間的なアルミ組成比を有するｐ型混晶化領域８となる。ここで石英アンプルに砒素粒を封入するのは、熱処理により砒素が蒸発しやすいため、基板から砒素が離脱するのを防ぐためである。

【００２０】

このようにしてｎ型混晶化領域７およびｐ型混晶化領域８により周囲を埋めこまれた発光領域は最終的には３～６μｍ程度の円柱形状となる。

【００２１】

この後メサ構造上面の絶縁膜２１をバッファード弗酸により除去してから、底部の拡散源のＳｉおよびＺｎの表層部を CF_4 プラズマによるドライエッチングにより除去する。そして最後に、図１０に示すように、ｎ型混晶化領域７およびｐ型混晶化領域８上面にそれぞれｎ側電極９およびｐ側電極１０を形成し、図１に示した本発明にかかる第１の実施例の面発光型半導体レーザ装置が完成する。なお、前記実施例では各半導体層は有機金属気相成長法で形成したが、これに限定されることなく分子線エピタキシー（ＭＢＥ）法などによっても良い。

【００２２】

また、半導体柱形成および不純物拡散のためのマスクとして用いる絶縁膜についても、酸化シリコン膜に限定されることなく窒化シリコン膜など他の材料を用いても良い。

【００２３】

このようにして作製された面発光型半導体レーザ装置の動作は、以下に示すごとくである。

ここで、ｐ側電極１０からｐ型混晶化領域８を介して上部半導体多層反射膜６、量子井戸活性層４にキャリアが注入され、上部半導体多層反射膜６を介してｎ型混晶化領域７、ｎ側電極９へと電流が流れるようになっている。そして、量子井戸層に注入されたキャリアは電子－正孔再結合により光を放出し、この光は上部と下部の半導体多層反射膜によって反射され、利得が損失を上回ったところでレーザ発振を生ずる。レーザ光は半導体柱表面から出射される。

【００２４】

次に本発明の第２の実施例の面発光型半導体レーザ装置の製造方法について、図１１乃至図１３を参照しつつ説明する。

この方法は、ｐ型不純物拡散領域の形成方法が前記第１の実施例と異なることを特徴とするもので、図７に示した第１の拡散工程および半導体柱の形成工程までは、前記第１の実施例と同様に形成し、第２の不純物拡散工程において拡散源としてのＺｎ層２４からの拡散に代えて、図１３に示すように、ＺｎＡｓ化合物（固体）を用い、気相状態にて拡散を行うようにしたことを特徴とするものである。

【００２５】

すなわち、この方法では、前記第１の実施例における図７の工程まで実施し、ｎ型不純物拡散領域（混晶化領域）を形成したのち、基板を石英アンプル内にＺｎＡｓ化合物および砒素粒と共に封入し、５７５℃で３０分間の熱処理を行う。これにより図１１に示すように絶縁膜２１および拡散源Ｓｉ膜２３で覆われた領域以外の領域にＺｎが拡散し、この領域のエネルギーバンドギャップが元の半導体多層膜を混ぜあわせて合金化したような中間的なアルミニウム組成比を有するｐ型混晶化領域２８となる。

【００２６】

このようにしてｎ型混晶化領域２７およびｐ型混晶化領域２８により周囲を埋めこまれた発光領域は最終的には３～６μｍ径程度となる。

【００２７】

この後図１２に示すように、半導体柱頂部の絶縁膜２１をバッファード弗酸によって除去した後、同底部の拡散源ＳｉをＣＦ$_4$プラズマによるドライエッチングにより除去する。

【００２８】

最後に図１３に示すように、ｎ型混晶化領域２７およびｐ型混晶化領域２８に、それぞれ、ｎ側電極２９およびｐ側電極３０を形成し、本発明実施例の面発光型半導体レーザ装置が完成する。

【００２９】

この方法によれば、図１３に示すように、Ｚｎ拡散によるｐ型混晶化領域が半導体柱の底部とその近傍のみならず、半導体柱側壁を取り囲むように形成される。ただし、既にＳｉ層２３下にあるＳｉ拡散領域ではＳｉがマスクとなって働くため、Ｚｎ拡散は生じない。さらに、Ｓｉ層２３のないＳｉ拡散領域ではＺｎ拡散が生じるものの比較的アルミニウムの組成比の高い領域でｐｎ接合を形成するため、活性層付近でのポテンシャル障壁に比べて電流が流れ難くレーザの動作に対しては何等問題とならない。また、半導体柱を形成する半導体多層膜柱にもｐｎ接合は形成されるが、活性層に比べて膜厚が厚くかつアンドープであるため抵抗率は高く、有効なキャリアの注入は行われないことから発光層とはなり得ない。　この方法によれば、拡散源としてのＺｎを特定の領域に形成する必要はなく、工数の低減をはかることが可能となる。

【００３０】

次に本発明の第３の実施例として、この横方向電流注入型の半導体レーザを２次元の面発光レーザアレイ装置に適用した例について説明する。

【００３１】

図１４および図１５に示すように、プロトン注入により下部半導体多層反射膜に到達する深さまでプロトン注入を行うことにより、素子間を分離し、マトリックス配線により各素子のうち特定のものを単独若しくは複数個同時に発光させることができるようにしたものである。　ここで図１５(a)は図１４のＡ－Ａ’断面図、図１５(b)は図１４のＢ－Ｂ’断面図である。

【００３２】

すなわち、この２次元面発光型半導体レーザアレイは、ＧａＡｓ基板表面に集積化して形成され、基板表面に形成されたマトリックス配線による電流供給により、基板表面から突出して形成された各半導体柱の頂面から、基板と垂直な方向に光を放出するように構成されたものである。この各半導体柱に形成される面発光型半導体レーザは、半導体基板上で活性層が上部および下部の半導体多層反射膜により挟まれた光共振器構造を有し、少なくとも前記上部半導体多層反射膜の発光領域直上領域を除く領域が除去されてなる柱状構造を有し、前記上部半導体多層反射膜除去領域の一部に、側面から不純物拡散を行い第１導電型の第１の不純物拡散領域を形成するとともに、前記上部半導体多層反射膜除去領域の他の一部に、側面から不純物拡散を行い第２導電型の第２の不純物拡散領域を形成し、前記上部半導体多層反射膜除去領域すなわち、基板平坦面に、接続配線を形成し、これら第１および第２の不純物拡散領域を介して電流の注入を行うように構成されている。

【００３３】

かかる構造によれば配線は半導体柱底部でのみ行われ得るため、段差のある領域でフォトリソグラフィを行う場合の段切れ等、素子の歩留まり低下の原因となる工程が不要となるため、製造が容易で信頼性の高いデバイスを得ることが可能となる。

【００３４】

なお、前記実施例では、結晶成長装置としてＭＯＣＶＤ装置を用いる場合について説明したが、これに限定されることなく、例えば分子線ビームエピタキシー（ＭＢＥ）装置、液相エピタキシー（ＬＰＥ）装置等を用いてもよい。

【００３５】

また前記実施例では第１導電型の不純物として、Ｓｉを用いたがこれに限定されることなく、例えばゲルマニウム（Ｇｅ）、酸素（Ｏ）等を用いてもよい。また前記第２導電型の不純物として、Ｚｎを用いたがこれに限定されることなく、例えばカーボン（Ｃ）、マグネシウム（Ｍｇ）等を用いてもよい。

【００３６】

さらにまた、前記実施例では、量子井戸活性層を構成する材料としてＧａＡｓ／ＡｌＧａＡｓ系半導体を用いたが、これに限定されることなく、例えば量子井戸活性層にＧａＡｓ／ＩｎＧａＡｓ系あるいは、ＩｎＰ／ＩｎＧａＡｓＰ系半導体を用いることも可能である。これらの量子井戸層からの発光波長はＧａＡｓ基板に対して透過であるから、この場合基板裏面から出射光を取り出すのが容易であリ、プロセス上の手間を省く事ができる。

さらに、前記実施例では拡散源のＳｉおよびＺｎを所望の領域に直接成膜して固相より拡散を行うようにしたが、これに限定されることなく、例えばイオンインプランテーション技術を用いて拡散源となるイオン化原子を所望の領域に直接打ち込み、その後結晶性を回復させるためのアニールを行うなどの方法も可能である。

【００３７】

加えて、前記実施例では図１６(Ａ)に示すように、下部スペーサ層および上部スペーサ層をアンドープとしたが、この構造では接合部での抵抗が高く電流注入がしにくいという問題がある。そこで、図１６（Ｂ）に示すように、片側の上部スペーサ層をｐ型、もう下部スペーサ層をｎ型にドープしておくようにしてもよい。この構造ではスペーサ層の領域でｐｎ接合が形成されるが、この部分のポテンシャル障壁は活性層脇のそれに比べて高いため、キャリアは活性層中に流れ込む。この構造（図１６（Ｂ））の具体例を本発明の第４の実施例として図１７に示す。ここで上部スペーサ層５がｐ型の高濃度拡散領域であるため、ｎ型の高濃度拡散領域との絶縁のために半導体柱の周り、特にｎ側電極の側は絶縁膜２５で覆われている。

【００３８】

ただし、この場合、活性層付近に比較的キャリア濃度の高い領域がくることになるため、出射光がフリーキャリアによる吸収を受け、発光効率が低下するという問題を生じる可能性がある。この問題を解決するため、活性層から遠ざかるにつれて、半導体層のキャリア濃度を段階的にあげるようにすることも有効である。またキャリア濃度を連続的に変化させ組成傾斜層を形成してもよい。

【００３９】

加えて、前記実施例では第２導電型不純物の拡散を活性層とスペーサ層との間で無秩序化を生じるまでにおこなったが、必ずしもこの深さまで拡散を行う必要はない。この場合活性層に効率よくキャリアを注入するため上部スペーサ層５をｐ型ドープしておく必要はあるが、Ｚｎ拡散時の熱処理温度の低減や時間の短縮が可能となり、プロセスの簡略化を図ることが可能である。

【００４０】

なお、本発明の構成要件を満足する範囲内で他の方法によっても実現可能であることはいうまでもない。例えば実施例では電流経路を光出射側に設けたが、その反対側に設けても、反射率に変化を与える事ができるので同様の効果を得る事が可能である。

【００４１】

【発明の効果】

以上説明してきたように、本発明によれば、配線が容易で信頼性の高い面発光型半導体レーザを得ることができる。特に集積化に際して極めて有効な構造である。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の第１の実施例の面発光型半導体レーザ装置を示す図

【図２】同半導体レーザ装置の製造工程図

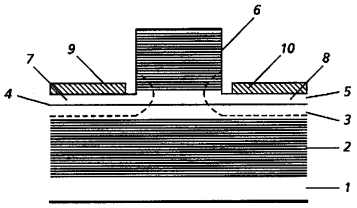
【図３】同半導体レーザ装置の製造工程図

【図４】同半導体レーザ装置の製造工程図

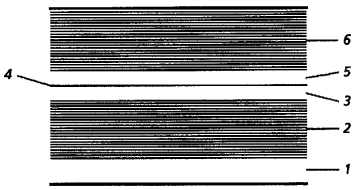
【図５】同半導体レーザ装置の製造工程図

【図６】同半導体レーザ装置の製造工程図
【図７】同半導体レーザ装置の製造工程図
【図８】同半導体レーザ装置の製造工程図
【図９】同半導体レーザ装置の製造工程図
【図１０】同半導体レーザ装置の製造工程図
【図１１】本発明の第２の実施例の面発光型半導体レーザ装置の製造工程図
【図１２】本発明の第２の実施例の面発光型半導体レーザ装置の製造工程図
【図１３】本発明の第２の実施例の面発光型半導体レーザ装置の製造工程図
【図１４】本発明の第３の実施例の面発光型半導体レーザ装置を示す図
【図１５】本発明の第３の実施例の面発光型半導体レーザ装置を示す図
【図１６】本発明の面発光型半導体レーザ装置の動作説明図
【図１７】本発明の第４の実施例の面発光型半導体レーザ装置を示す図
【図１８】従来例の半導体レーザ装置を示す図
【符号の説明】
１　ｎ型ガリウムひ素（ＧａＡｓ）基板
２　ｎ型下部半導体多層反射膜
３　ｎ型下部スペーサ層
４　量子井戸活性層
５　ｐ型上部スペーサ層
６　上部半導体多層反射膜
７　第１の不純物拡散領域
８　第２の不純物拡散領域
９　ｎ側電極
１０　ｐ側電極
２１　絶縁膜
２２　フォトレジスト
２３　第１導電型拡散源
２４　第２導電型の拡散源
２５　絶縁膜
２７　第１の不純物拡散領域
２８　第２の不純物拡散領域
２９　ｎ側電極
３０　ｐ側電極
１１０　半絶縁性基板
１２１　半導体ヘテロ多層膜
１２２　１２３　溝
１１２　ｐ型クラッド層

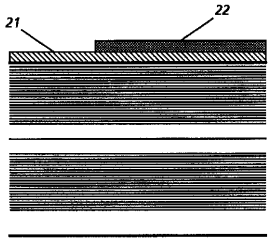
【図１】



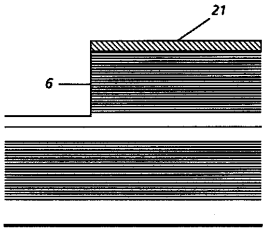
【図２】



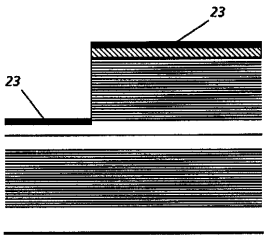
【図３】



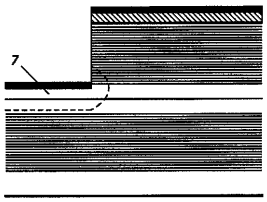
【図４】



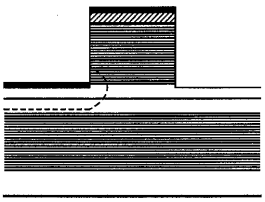
【図５】



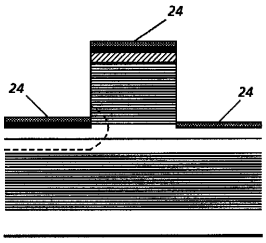
【図６】



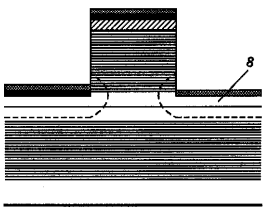
【図７】



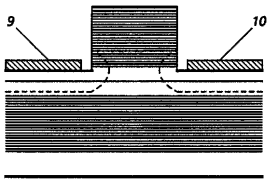
【図８】



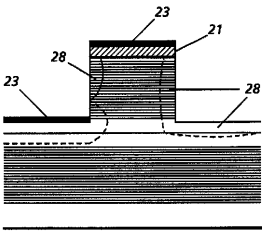
【図９】



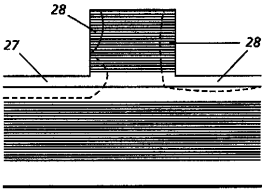
【図１０】



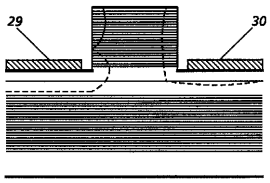
【図１１】



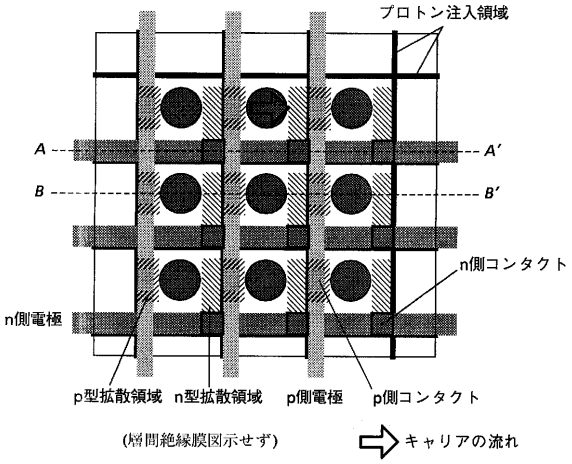
【図１２】



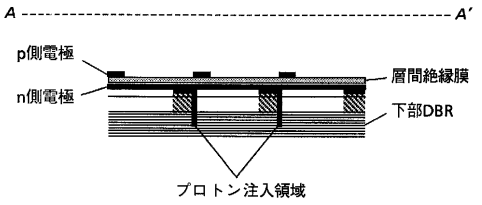
【図１３】



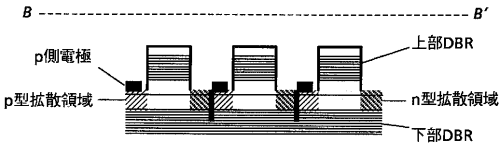
【図１４】



【図１５】

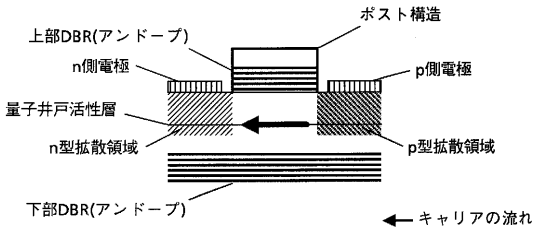


(a)

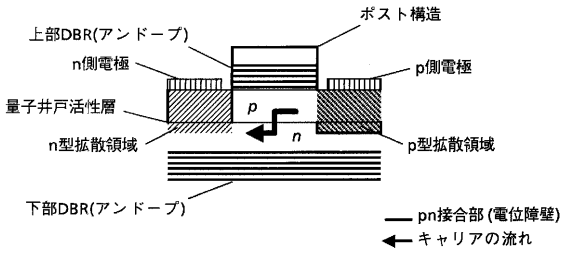


(b)

【図１６】

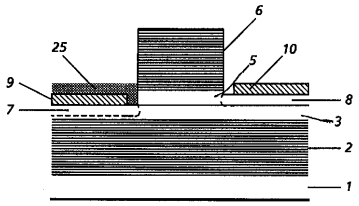


(A)

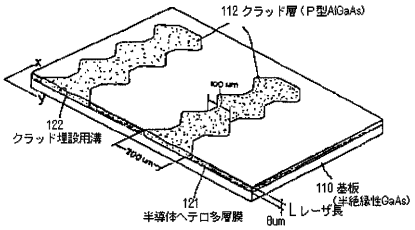


(B)

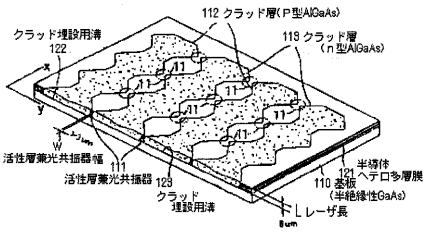
【図１７】



【図１８】


112 クラッド層（P型AlGaAs）
x
y
122
クラッド埋設用溝
100 um
200um
121
半導体ヘテロ多層膜
0um
110 基板
（半絶縁性GaAs）
L レーザ長

（Ａ）


112 クラッド層（P型AlGaAs）
クラッド埋設用溝
122
113 クラッド層
（n型AlGaAs）
x
y
W
活性層兼光共振器幅
111
活性層兼光共振器
123
クラッド
埋設用溝
121
半導体
ヘテロ多層膜
110 基板
（半絶縁性GaAs）
L レーザ長
0um

（Ｂ）

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.[7], ＤＢ名)
H01S 5/00 - 5/50