(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2004-165486
(P2004-165486A)
(43)公開日　平成16年6月10日(2004.6.10)

(51)Int.Cl.[7]	F I	テーマコード（参考）
H01S 5/042	H01S 5/042 614	5F073

審査請求 未請求　請求項の数 3　OL　（全 6 頁）

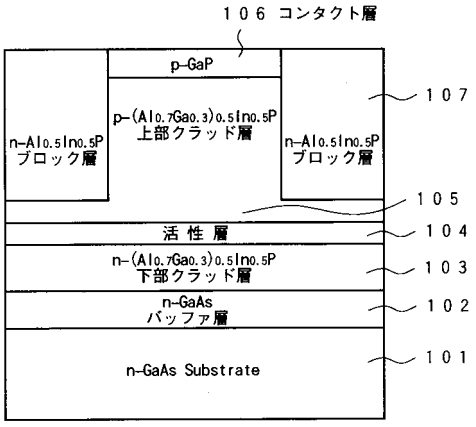
(21)出願番号　特願2002-330822(P2002-330822)
(22)出願日　平成14年11月14日(2002.11.14)

(71)出願人　000005120
日立電線株式会社
東京都千代田区大手町一丁目６番１号
(74)代理人　100116171
弁理士　川澄　茂
(72)発明者　金田　直樹
東京都千代田区大手町一丁目６番１号　日立電線株式会社内

Ｆターム(参考)　5F073 AA04 AA11 AA74 BA04 BA07 CA17 CB02 CB10 DA05 DA25 DA33 DA34 EA23

(54)【発明の名称】半導体レーザダイオード

(57)【要約】
【課題】コンタクト層での光吸収による内部損失によるレーザ動作電流の増大を抑え、且つ低抵抗の電気的接触を得ることにより、高出力でしかも動作電流が小さい半導体レーザダイオードを得る。
【解決手段】ｎ型のＧａＡｓ基板１０１と、基板上に形成したｎ型のＡｌＧａＩｎＰからなる第１クラッド層１０３と、該第１クラッド層上に形成した活性層１０４と、該活性層上に形成したｐ型ＡｌＧａＩｎＰからなる第２クラッド層１０５と、該第２クラッド層上に形成したｐ型コンタクト層１０６とを備えた端面発光型の半導体レーザダイオードにおいて、上記ｐ型コンタクト層１０６がＧａＰから成る構造とする。
【選択図】　図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
ｎ型のＧａＡｓ基板と、基板上に形成したｎ型のＡｌＧａＩｎＰからなる第１クラッド層と、該第１クラッド層上に形成した活性層と、該活性層上に形成したｐ型ＡｌＧａＩｎＰからなる第２クラッド層と、該第２クラッド層上に形成したｐ型コンタクト層を、備えた端面発光型の半導体レーザダイオードにおいて、
上記ｐ型コンタクト層がＧａＰから成ることを特徴とする半導体レーザダイオード。
【請求項２】
請求項１記載の半導体レーザダイオードにおいて、
上記ｐ型コンタクト層のＧａＰの導電性を規定している主要な元素が炭素（Ｃ）であることを特徴とする半導体レーザダイオード。
【請求項３】
請求項１又は２記載の半導体レーザダイオードにおいて、
上記第２クラッド層及びｐ型コンタクト層がリッジ構造を有しており、該リッジ構造の左右に電流ブロック層を具備していることを特徴とする半導体レーザダイオード。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、発光出力が大きい可視光半導体レーザダイオードに関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
半導体レーザダイオード（ＬＤ）は光ディスク用光源、レーザプリンタ用光源として広く用いられている。特に書き込み可能なＤＶＤ－Ｒ、ＤＶＤ－ＲＷ、ＤＶＤ－ＲＡＭ用光源として用いられているＡｌＧａＩｎＰ系のＬＤは、高出力で動作電流が小さく、しかも信頼性が高いことが求められている。
【０００３】
従来、活性層を含む所定の半導体材料層が形成された半導体基板上に積層されたリッジ構造のクラッド層と、クラッド層上に積層されたリッジ構造のキャップ層と、クラッド層の両側に形成された電流ブロック層とで構成される半導体レーザダイオードがある（例えば、特許文献１参照。）。
【０００４】
図２に、ＡｌＧａＩｎＰ系半導体材料を用いた従来の半導体レーザダイオード（ＬＤ）の一例を示す。図において、２０１はｎ型ＧａＡｓ基板、２０２は基板２０１上に形成されたｎ型ＡｌＧａＩｎＰからなる第１クラッド層である。２０３はＡｌＧａＩｎＰからなる活性層である。２０４は、ｐ型ＡｌＧａＩｎＰからなる第２クラッド層である。すなわち、ＡｌＧａＩｎＰ活性層２０３のエネルギーギャップが、ＡｌＧａＩｎＰクラッド層２０２及び２０４のエネルギーギャップより小さくなるよう混晶比が設定されており、ダブルヘテロ構造をなしている。２０６はコンタクト層である。２０５はＧａＡｓからなる電流ブロック層である。電流ブロック層２０５は、レーザ発振に必要な電流密度を得るために、いわゆる、電流狭窄を行う目的で設けられる。
【０００５】
【特許文献１】
特開２０００－２４４０６６号公報（図３（ｉ））
【０００６】
【発明が解決しようとする課題】
ＡｌＧａＩｎＰ系ＬＤを高出力化するための大きな課題は、第１に動作電流の低減、第２にレーザ端面での劣化（ＣＯＤ；Ｃａｔａｓｔｒｏｐｈｉｃ Ｏｐｔｉｃａｌ Ｄａｍａｇｅ）の抑制である。動作電流を低減する方法としては、（１）活性層を歪み量子井戸構造として活性層での利得を増やす方法、（２）ｐ型クラッド層のキャリア濃度を高くしてｐ型クラッド層からの漏れ電流を低減する方法、（３）電流ブロック層をレーザ光に対し

透明な材料で形成することにより内部損失を低減する方法、（４）レーザ上部のコンタクト層（キャップ層）をレーザ光に対し透明な材料で形成することにより内部損失を低減する方法、（５）ｐ型クラッド層を厚くすることにより活性層とキャップ層の距離を大きくしコンタクト層での吸収の影響を低減する方法等がある。

【０００７】

このうち（４）の方法として、コンタクト層としてＡｌＧａＡｓを用いる例が報告されている（応用物理学会２００１年秋期、１４Ｐ－Ｂ－３）。コンタクト層はできる限り低抵抗でなければならないが、ＡｌＧａＡｓは従来広く用いられてきたＧａＡｓ層よりも活性化率が低いため、抵抗を小さくすることが難しいという問題があった。

【０００８】

例えば、ｐ型ドーパントとして一般的な亜鉛（Ｚｎ）を$1\times10^{19}cm^{-3}$ドープしたＺｎ－ＧａＡｓの正孔移動度は約$80cm^2/V\cdot s$であり、抵抗率は$7.8\times10^{-3}\Omega\cdot cm$であった。一方、Ｚｎを同量ドープした$Zn-Al_{0.5}Ga_{0.5}As$の正孔移動度は約$30cm^2/V\cdot s$であり、抵抗率は前記Ｚｎ－ＧａＡｓの約２．７倍の$2.1\times10^{-2}\Omega\cdot cm$であった。

【０００９】

このように、ＡｌＧａＡｓ層はＧａＡｓ層よりもキャリア移動度が小さいため、同じ抵抗率を得るためのキャリア濃度は、ＧａＡｓよりもＡｌＧａＡｓの方が大きくなる。したがってＡｌＧａＡｓコンタクト層をＧａＡｓコンタクト層と同程度に低抵抗化するためには、ＧａＡｓコンタクト層よりも高濃度のドーピングをしなければならず、このときに添加した元素のＺｎがｐ型クラッド層側へ拡散し、レーザ素子の特性を劣化させるという問題があった。例えば、活性化しなかったＺｎの拡散により、ｐｎ接合位置が発光層よりもｎ側にずれ、電流電圧特性に異常をもたらしたり、レーザのしきい値電流を増加させたりする。

【００１０】

一方、ＡｌＧａＡｓは適切な成長条件下（例えば基板温度約６００℃以下とし、なおかつ、Ｖ族原料モル供給量をＩＩＩ族原料モル供給量の３０倍以下）で、ＭＯＶＰＥ法により結晶成長を行うことにより、結晶中に大量のＣが入りｐ型の伝導性を示すことが知られているが、酸化し易いＡｌを含むために同時に結晶中に大量の酸素が混入し、低抵抗の膜を得るのは非常に難しいという問題がある。

【００１１】

したがって、コンタクト層として低抵抗のＡｌＧａＡｓ層を得るためには、意図的にＺｎ等を添加する必要があり、これが前述の拡散の原因となっていた。

【００１２】

そこで、本発明の目的は、上記課題を解決し、コンタクト層での光吸収による内部損失によるレーザ動作電流の増大を抑え、且つ低抵抗の電気的接触を得ることにより、高出力でしかも動作電流が小さい半導体レーザダイオードを提供することにある。

【００１３】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明は、次のように構成したものである。

【００１４】

請求項１の発明に係る半導体レーザダイオードは、ｎ型のＧａＡｓ基板と、基板上に形成したｎ型のＡｌＧａＩｎＰからなる第１クラッド層と、該第１クラッド層上に形成した活性層と、該活性層上に形成したｐ型ＡｌＧａＩｎＰからなる第２クラッド層と、該第２クラッド層上に形成したｐ型コンタクト層を備えた端面発光型の半導体レーザダイオードにおいて、上記ｐ型コンタクト層がＧａＰから成ることを特徴とするものである。

【００１５】

請求項２の発明は、請求項１記載の半導体レーザダイオードにおいて、上記ｐ型コンタクト層のＧａＰの導電性を規定している主要な元素が炭素（Ｃ）であることを特徴とする。

【００１６】

請求項３の発明は、請求項１又は２記載の半導体レーザダイオードにおいて、上記第２クラッド層及びｐ型コンタクト層がリッジ構造を有しており、該リッジ構造の左右に電流ブロック層を具備していることを特徴とする。

【００１７】

＜作用＞

本発明は上記欠点を解消するために成されたものであり、出力が高く、しかも動作電流が小さい半導体レーザダイオードを得ることを目的としている。

【００１８】

このため本発明では、ｎ型のＧａＡｓ基板と、基板上に形成したｎ型のＡｌＧａＩｎＰクラッド層と、ｎ型ＡｌＧａＩｎＰクラッド層上に形成した活性層と、活性層上に形成したｐ型ＡｌＧａＩｎＰクラッド層と、ｐ型ＡｌＧａＩｎＰクラッド層上に形成したｐ型のＧａＰコンタクト層を、形成することにより目的とする半導体レーザダイオードを達成した。

【００１９】

また、上記において、ＧａＰ層の伝導性を規定する主要な元素をＣとすることにより目的とする半導体レーザダイオードを達成した。

【００２０】

ＧａＰは間接遷移型の半導体でエネルギーバンドギャップは約２．２８ｅＶであり、ＤＶＤ用可視光レーザダイオードの発振波長約６５０ｎｍに対し透明な材料である。またＣを1×10^{19} cm^{-3}ドープしたＣ－ＧａＰの正孔移動度は約４０cm^2／Ｖ・ｓであり、同量のＺｎをドープしたＺｎ－$Al_{0.5}Ga_{0.5}As$の正孔移動度約３０cm^2／Ｖ・ｓよりも大きな移動度を持つことから、少なくともＡｌＧａＡｓよりは低抵抗の膜を得やすい。さらにＣはＺｎ等と比較して拡散しにくい性質があることから1×10^{19} cm^{-3}を超える濃度のＣをドープすることができ、さらにＡｌＧａＡｓのようにＡｌを含まないため酸素の影響は少なく、結果的にＧａＡｓ層と同程度の低抵抗率を実現することができる。

【００２１】

したがってコンタクト層としてＧａＡｓの代わりにＧａＰを用いることにより、コンタクト層におけるレーザ光の光吸収による損失を無くして内部損失を低減させることができ、しかも抵抗率を低くできるので良好な電気的接触を得ることができ、結果として発光出力の大きいレーザダイオードを得ることができる。

【００２２】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を図示の実施形態に基づいて説明する。

【００２３】

本発明の実施形態に係る半導体レーザダイオードＬＤを図１に示す。このＬＤは、ｎ型ＧａＡｓ基板１０１上に、ｎ型ＧａＡｓバッファ層１０２、ｎ型ＡｌＧａＩｎＰ下部クラッド層（第１クラッド層）１０３を順次エピタキシャル成長し、その上にＡｌＧａＩｎＰとＧａＩｎＰの多層構造からなる歪量子井戸構造の活性層１０４、さらにｐ型ＡｌＧａＩｎＰ上部クラッド層（第２クラッド層）１０５、ｐ型ＧａＰコンタクト層（キャップ層）１０６を順次成長した、ダブルヘテロ構造を有する。またｐ型ＡｌＧａＩｎＰ上部クラッド層１０５及びｐ型ＧａＰコンタクト層はリッジ構造となっており、該リッジ構造の左右にはｎ型ＡｌＩｎＰ電流ブロック層１０７が設けられている。そして、上記ｐ型ＧａＰコンタクト層１０６は、そのＧａＰ層の導電性を規定する元素として、Ｃを高濃度にドープした構造となっている。

【００２４】

本実施形態の半導体レーザダイオードでは、ｐ型コンタクト層に、発振レーザ光に対し透明材料であるＧａＰを用い、これにＣを高濃度にドープしているので、ＡｌＧａＡｓよりも低抵抗のｐ型コンタクト層を得ることができる。さらにＧａＰはＡｌを含まないため酸素の影響が少なく、結果的にＧａＡｓ層と同程度の低抵抗率を実現することができる。

【００２５】
したがって、コンタクト層としてＧａＡｓの代わりにＧａＰを用いることにより、ｐ型コンタクト層での光吸収による内部損失によるレーザ動作電流の増大を抑え、且つ、低抵抗の電気的接触を可能として、高出力でしかも動作電流が小さい半導体レーザダイオードを得ることができる。
【００２６】
［実施例］
ＭＯＶＰＥ法により、ｎ型ＧａＡｓ基板１０１上に、ｎ型ＧａＡｓバッファ層１０２と、ｎ型$(Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.5}In_{0.5}P$下部クラッド層１０３と、$(Al_{0.5}Ga_{0.5})_{0.5}In_{0.5}P$と$Ga_{0.45}In_{0.55}P$の多層構造からなる歪量子井戸構造の活性層１０４と、ｐ型$(Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.5}In_{0.5}P$上部クラッド層１０５と、ｎ型$Al_{0.5}In_{0.5}P$電流ブロック層１０７と、ｐ型ＧａＰから成るコンタクト層（キャップ層）１０６を有する半導体レーザダイオードを作製した。Ｇａ、Ａｌ、Ｉｎ原料としてはトリエチルガリウム又はトリメチルガリウム、トリメチルアルミニウム、トリメチルインジウムを使用した。Ｐ原料としてはフォスフィン（PH_3）を使用した。Ａｓ原料としてはアルシン（AsH_3）を使用した。
【００２７】
まず、成長炉内にＧａＡｓ基板１０１を配置し、基板温度７００℃においてｎ型の導電性を有し、厚さ０．５μｍのＧａＡｓバッファ層１０２を形成した。さらにｎ型の導電性を有し厚さ１．０μｍの$(Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.5}In_{0.5}P$下部クラッド層１０３、$(Al_{0.5}Ga_{0.5})_{0.5}In_{0.5}P$と$Ga_{0.45}In_{0.55}P$の多層構造からなる歪量子井戸構造の活性層１０４、ｐ型の導電性を有し、厚さ１．０μｍの$(Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.5}In_{0.5}P$上部クラッド層１０５を順次形成した。
【００２８】
次に、基板温度を６００℃に設定し、ｐ型ＧａＰコンタクト層１０６を形成した。ｐ型ＧａＰコンタクト層１０６のキャリア濃度は（５～２０）×10^{18} cm^{-3}、厚さは０．５μｍとした。なお比較のため、ｐ型ＧａＰコンタクト層１０６の代わりにＧａＡｓコンタクト層を有するレーザダイオード用ウェハも作製した。
【００２９】
次に、コンタクト層１０６まで結晶成長したエピタキシャルウェハを成長炉内より取り出し、酸化シリコンによるパターン形成を行ったのち、リアクティブイオンエッチング（ＲＩＥ）及びヘキサシアノ鉄（ＩＩＩ）カリウムを含むエッチング液によりエッチングを行い、リッジを形成した。リッジ形成済みのエピタキシャルウェハ上に、ｎ型の導電性を有するＡｌＩｎＰ電流ブロック層１０７を形成し、埋め込み成長を行った。
【００３０】
このようにして得られたレーザダイオードエピタキシャルウェハからレーザダイオードチップを作製した。チップの幅は４００μｍとし、共振器長を１０００μｍとした。レーザ端面は端面破壊を抑制するためにＺｎ拡散処理を行った。このレーザチップに電流を加え閾電流値を測定したところ、ＧａＰコンタクト層（キャップ層）を有するレーザダイオードの閾電流値は５０ｍＡであり、ＧａＡｓコンタクト層（キャップ層）を有するレーザダイオードの閾電流値の６０ｍＡよりも小さくなった。
【００３１】
さらにキンクフリー出力を調べたところ、本実施例のＧａＰコンタクト層（キャップ層）を有するレーザダイオードのキンクフリー出力は１２０ｍＷであり、比較例のＧａＡｓキャップ層を有するレーザダイオードのキンクフリー出力である９０ｍＷよりも、キンクフリー出力を約３０％増加させることができた。なお、１０００時間通電時における信頼性測定結果については、両者に有意差は見られなかった。
【００３２】
【発明の効果】
以上説明したように本発明によれば、ｐ型コンタクト層に、発振レーザ光に対し透明材料

であるＧａＰを用いているので、コンタクト層におけるレーザ光の光吸収による損失を無くして内部損失を低減させることができる。またＧａＰを用いることで、ｐ型コンタクト層に$1\times10^{19}cm^{-3}$を超える濃度のＣをドープすることを可能としているので、ＡｌＧａＡｓよりも低抵抗のｐ型コンタクト層を得ることができる。さらにＧａＰはＡｌを含まないため酸素の影響が少なく、結果的にＧａＡｓ層と同程度の低抵抗率を実現することができる。

【００３３】

したがってコンタクト層としてＧａＡｓの代わりにＧａＰを用いることにより、コンタクト層におけるレーザ光の光吸収による損失を無くして内部損失を低減させることができ、しかも抵抗率を低くできるので良好な電気的接触を得ることができ、結果として発光出力の大きいレーザダイオードを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

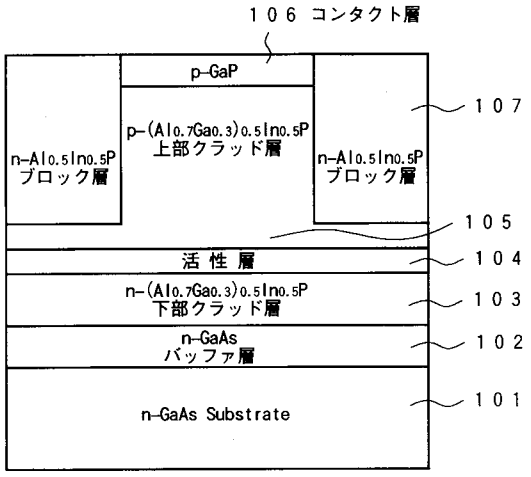
【図１】本発明の半導体レーザダイオードの構造を示す図である。

【図２】従来の半導体レーザダイオードの構造を示す図である。

【符号の説明】

１０１　ｎ型ＧａＡｓ基板
１０２　ｎ型ＧａＡｓバッファ層
１０３　ｎ型ＡｌＧａＩｎＰ下部クラッド層
１０４　活性層
１０５　ｐ型ＡｌＧａＩｎＰ上部クラッド層
１０６　ｐ型ＧａＰコンタクト層（キャップ層）
１０７　ｎ型ＡｌＩｎＰ電流ブロック層

【図１】



【図２】

