

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4024319号

(P4024319)

(45) 発行日 平成19年12月19日(2007.12.19)

(24) 登録日 平成19年10月12日(2007.10.12)

(51) Int. Cl. F I
HO 1 S 5/30 (2006.01) HO 1 S 5/30
HO 1 L 33/00 (2006.01) HO 1 L 33/00 B

請求項の数 2 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願平7-46837	(73) 特許権者	306037311
(22) 出願日	平成7年3月7日(1995.3.7)		富士フイルム株式会社
(65) 公開番号	特開平8-250811		東京都港区西麻布2丁目26番30号
(43) 公開日	平成8年9月27日(1996.9.27)	(74) 代理人	100073184
審査請求日	平成14年3月1日(2002.3.1)		弁理士 柳田 征史
審査番号	不服2005-1512(P2005-1512/J1)	(74) 代理人	100090468
審査請求日	平成17年1月27日(2005.1.27)		弁理士 佐久間 剛
		(72) 発明者	浅野 英樹
			神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
			富士写真フイルム株式会社内
		(72) 発明者	福永 敏明
			神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
			富士写真フイルム株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体発光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1導電型基板の上に第1導電型クラッド層、活性層、第1の第2導電型クラッド層、横モード制御用の第2導電型光ガイド層、第2の第2導電型クラッド層、第3の第2導電型クラッド層およびコンタクト層がこの順に積層され、

前記第2導電型光ガイド層および第2の第2導電型クラッド層が前記第1および第3の第2導電型クラッド層よりも狭幅の形状とされ、

発光領域を規定するこれら狭幅の第2導電型光ガイド層および第2の第2導電型クラッド層の両側を埋める埋め込み領域として、前記第1および第3の第2導電型クラッド層の間に第1導電型電流ブロック層が形成されてなり（ただし第1導電型、第2導電型はそれぞれ、n型とp型的一方と他方を示す）、

前記第1～3の第2導電型クラッド層がInGaPクラッド層である埋め込み構造型の半導体発光装置において、

前記第2導電型光ガイド層が、屈折率が前記InGaPクラッド層よりも大きくて、GaAsよりも小さいInGaAsPから形成されていることを特徴とする半導体発光装置。

【請求項2】

第1導電型基板の上に第1導電型クラッド層、活性層、第1の第2導電型クラッド層、横モード制御用の第2導電型光ガイド層、第2の第2導電型クラッド層、第3の第2導電型クラッド層およびコンタクト層がこの順に積層され、

10

20

前記第2導電型光ガイド層および第2の第2導電型クラッド層が前記第1および第3の第2導電型クラッド層よりも狭幅の形状とされ、

発光領域を規定するこれら狭幅の第2導電型光ガイド層および第2の第2導電型クラッド層の両側を埋める埋め込み領域として、前記第1および第3の第2導電型クラッド層の間に第1導電型電流ブロック層が形成されてなり（ただし第1導電型、第2導電型はそれぞれ、n型とp型の一方と他方を示す）、

前記第1～3の第2導電型クラッド層がInGaAsPクラッド層である埋め込み構造型の半導体発光装置において、

前記第2導電型光ガイド層が、屈折率が前記InGaAsPクラッド層よりも大きくて、GaAsよりも小さいInGaAsPから形成されていることを特徴とする半導体発光装置。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は半導体レーザー等の半導体発光装置に関し、特に詳細には、単一横モード化が図られた半導体発光装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、発振波長が0.6～1.1 μm帯にある半導体発光装置として、例えば文献“High power COD-free operation of 0.98 μm InGaAs/GaAs/InGaP lasers with non-injection regions near the facets”, M.Sagawa et al., Electronics Letters Vol.30 No.17 pp1410～1411(1994)に示されるものが知られている。

20

【0003】

この半導体発光装置は図6に概略正面形状を示すように、発光領域Aがn-GaAs基板1上にn-InGaPクラッド層2、活性層3、p-InGaPクラッド層4、p-GaAs光ガイド層14、p-InGaPクラッド層4、7、およびコンタクト層8がこの順に積層されてなり、埋め込み領域Bである電流阻止部がn-GaAs基板1上にn-InGaPクラッド層2、活性層3、p-InGaPクラッド層4、n-InGaP電流ブロック層6、p-InGaPクラッド層7、およびコンタクト層8がこの順に積層されてなるものである。なお、図中の9はp電極、10はn電極である。また、導波方向は紙面に垂直な方向である。

30

【0004】

この種の半導体発光装置においては、例えば情報・画像処理の高機能化等の要求に応えるために、そのビーム品質を向上させることが望まれている。そして、このようにビーム品質を向上させるための一方策として、単一横モード化が考えられている。従来は、この単一横モード化を果たすために、上記のように発光領域AにInGaPよりも屈折率の大きいGaAs光ガイド層を設けて、横モードを制御するようにしていた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上述のようにして単一横モード化を図る場合は、GaAs光ガイド層の厚さを非常に薄い範囲内で制御する必要がある。つまり、高出力化を果たすためには発光領域Aの幅をできるだけ広くする必要があり、そのためには、発光領域Aと埋め込み領域B内の活性層部での実効屈折率差 ΔN_{ef} をかなり高い精度で制御しなければならないのである。

40

【0006】

図7は、GaAs光ガイド層の厚さと、上記実効屈折率差 ΔN_{ef} との関係を計算した結果を示すものであるが、この場合は、実効屈折率差 ΔN_{ef} を例えば0.006～0.007の範囲で制御しようとする、GaAs光ガイド層厚を18～21nmの範囲で制御しなければならない。しかし実際の製造レベルでは、光ガイド層厚をこのような範囲に再現性良く制御するのは極めて困難である。そのため、高出力動作時に単一横モード発振する半導体発光装置は製造する上で歩留まりが低く、それが製造コストの上昇につながっていた。

50

【0007】

また上記の従来装置では、InGaPクラッド層を成長させた後にGaAs光ガイド層を成長させる場合に、良好な結晶性が得られ難いという問題も有る。すなわち、InGaPとGaAsとでは、それらの界面においてV族原子が完全にP（リン）からAs（砒素）に切り換わる必要があるが、現在の結晶成長装置ではそれを実現するのは非常に難しくなっている。

【0008】

本発明は上記の事情に鑑みてなされたものであり、高出力動作時も単一横モード発振可能で、かつ製造容易な半導体発光装置を提供することを目的とするものである。

【0009】

10

【課題を解決するための手段】

本発明による第1の半導体発光装置は、

第1導電型基板の上に第1導電型クラッド層、活性層、第1の第2導電型クラッド層、横モード制御用の第2導電型光ガイド層、第2の第2導電型クラッド層、第3の第2導電型クラッド層およびコンタクト層がこの順に積層され、

前記第2導電型光ガイド層および第2の第2導電型クラッド層が前記第1および第3の第2導電型クラッド層よりも狭幅の形状とされ、

発光領域を規定するこれら狭幅の第2導電型光ガイド層および第2の第2導電型クラッド層の両側を埋める埋め込み領域として、前記第1および第3の第2導電型クラッド層の間に第1導電型電流ブロック層が形成されてなり（ただし第1導電型、第2導電型はそれぞれ、n型とp型の一方と他方を示す）、

20

上記第1～3の第2導電型クラッド層がInGaPクラッド層である埋め込み構造型の半導体発光装置において、

第2導電型光ガイド層が、屈折率が上記InGaPクラッド層よりも大きくて、GaAsよりも小さいInGaAsPから形成されていることを特徴とするものである。

【0010】

また本発明による第2の半導体発光装置は、

上述した第1の半導体発光装置と同様に第1導電型基板の上に第1導電型クラッド層、活性層、第1の第2導電型クラッド層、横モード制御用の第2導電型光ガイド層、第2の第2導電型クラッド層、第3の第2導電型クラッド層およびコンタクト層がこの順に積層され、

30

前記第2導電型光ガイド層および第2の第2導電型クラッド層が前記第1および第3の第2導電型クラッド層よりも狭幅の形状とされ、

発光領域を規定するこれら狭幅の第2導電型光ガイド層および第2の第2導電型クラッド層の両側を埋める埋め込み領域として、前記第1および第3の第2導電型クラッド層の間に第1導電型電流ブロック層が形成されてなり（ただし第1導電型、第2導電型はそれぞれ、n型とp型の一方と他方を示す）、

上記第1～3の第2導電型クラッド層がInGaAsPクラッド層である埋め込み構造型の半導体発光装置において、

第2導電型光ガイド層が、屈折率が上記InGaAsPクラッド層よりも大きくて、GaAsよりも小さいInGaAsPから形成されていることを特徴とするものである。

40

【0011】

【作用および発明の効果】

従来装置において、光ガイド層の厚さを非常に薄い範囲内で制御しなければならないのは、第2導電型クラッド層を形成しているInGaPと、光ガイド層を形成しているGaAsとの間の屈折率差が大き過ぎるためである。

【0012】

そこで、本発明の第1の半導体発光装置において、第2光ガイド層を屈折率がGaAsよりも小さい（光を導波させるために、InGaP第2クラッド層よりは屈折率大である）InGaAsPから形成すると、この第2光ガイド層の厚さの許容範囲が大きくなり、現

50

在提供されているエピタキシャル成長装置（例えば有機金属気相結晶成長装置：MOVPE）を用いても、高出力動作時に単一横モード発振する半導体発光装置を高歩留まりで製造可能となる。

【0013】

本発明の第2の半導体発光装置は、第2導電型クラッド層がInGaAsPからなる点で上記第1の半導体発光装置とは異なるものであるが、この場合も第2導電型光ガイド層を屈折率がGaAsよりも小さい（光を導波させるために、InGaAsP第2導電型クラッド層よりは屈折率大である）InGaAsPから形成すると、上記と同様に第2導電型光ガイド層の厚さの許容範囲が大きくなり、高出力動作時に単一横モード発振する半導体発光装置を高歩留まりで製造可能となる。

10

【0014】

また、本発明の第1の半導体発光装置における第2導電型クラッド層から第2導電型光ガイド層への結晶成長は、InGaPからInGaAsPへの結晶成長であるので、本装置では結晶性も従来に比べて良好となる。

【0015】

一方、本発明の第2の半導体発光装置における第2導電型クラッド層から第2導電型光ガイド層への結晶成長は、InGaAsPからInGaAsPへの結晶成長であるので、本装置でも結晶性が従来に比べて良好となる。

【0016】

そして、第2光ガイド層をInGaAsPを用いて形成することにより、GaAsを用いる場合よりも光の吸収損失が小さくなり、それにより共振器内損失を小さく抑えて、微分量子効率を高めることができる。

20

【0017】

【実施例】

以下、図面に示す実施例に基づいて本発明を詳細に説明する。図1は、本発明の第1実施例による半導体レーザーの概略正面形状を示すものである。この半導体レーザーの発光領域Aは、n-GaAs基板1上にn-InGaPクラッド層2、活性層3、第1のp-InGaPクラッド層4、波長組成が800 nmのp-InGaAsP光ガイド層5、第2、3のp-InGaPクラッド層4、7、およびp-GaAsコンタクト層8がこの順に積層されてなり、埋め込み領域Bである電流阻止部は、n-GaAs基板1上にn-InGaPクラッド層2、活性層3、第1のp-InGaPクラッド層4、n-InGaP電流ブロック層6、第3のp-InGaPクラッド層7、およびp-GaAsコンタクト層8がこの順に積層されてなる。なお、図中の9はp電極、10はn電極である。また、導波方向は紙面に垂直な方向である。

30

【0018】

ここで、上記p-InGaPクラッド層4の屈折率は3.23、p-InGaAsP光ガイド層5の屈折率はクラッド層4の屈折率よりも大きくてGaAsの屈折率3.62よりも小さい3.34である。

【0019】

図2は、この第1実施例の半導体レーザーにおけるp-InGaAsP光ガイド層5の厚さと、発光領域Aと埋め込み領域B内の活性層部での実効屈折率差 ΔN_{ef} との関係を計算した結果を示すものである。この場合は、上記実効屈折率差 ΔN_{ef} を前述と同様に0.006～0.007に設定しようとするならば、光ガイド層5の厚さは43～51nmの範囲に制御すればよい。この光ガイド層厚は、現在提供されているエピタキシャル成長装置で十分に制御可能な値である。

40

【0020】

また図3には、第1実施例の半導体レーザーの駆動電流対光出力特性を実測した結果を示す。図示されている通りこの半導体レーザーは、160 mWという高出力下でも、キンクのない単一横モード特性を示す。

【0021】

50

なお、この第1実施例装置におけるように、InGaPクラッド層中にInGaAsP光ガイド層を設けることにより、この光ガイド層を、InGaPクラッド層のみを選択的にエッチングする際のエッチング阻止層として活用することができる。そこで、液相による選択エッチングを適用して、制御性良く半導体発光装置を製造可能となる。

【0022】

次に、本発明の第2実施例について説明する。図4は、本発明の第2実施例による半導体レーザーを示すものである。この半導体レーザーの発光領域Aは、n-GaAs基板1上にn-InGaAsPクラッド層11、活性層3、波長組成が700 nmの第1のp-InGaAsPクラッド層12、波長組成が780 nmのp-InGaAsP光ガイド層15、第2、第3のp-InGaAsPクラッド層12、13、およびp-GaAsコンタクト層8がこの順に積層されてなり、埋め込み領域Bである電流阻止部は、n-GaAs基板1上にn-InGaAsPクラッド層11、活性層3、第1のp-InGaAsPクラッド層12、n-InGaP電流ブロック層6、第3のp-InGaAsPクラッド層13、およびp-GaAsコンタクト層8がこの順に積層されてなる。

【0023】

ここで、上記p-InGaAsPクラッド層12の屈折率は3.24、p-InGaAsP光ガイド層15の屈折率はクラッド層12の屈折率よりも大きくてGaAsの屈折率3.62よりも小さい3.33である。

【0024】

図5は、この第2実施例の半導体レーザーにおけるp-InGaAsP光ガイド層15の厚さと、実効屈折率差 ΔN_{ef} との関係を計算した結果を示すものである。この場合は、上記実効屈折率差 ΔN_{ef} を前述と同様に0.006～0.007に設定しようとするならば、光ガイド層15の厚さは54～63 nmの範囲に制御すればよい。この光ガイド層厚も、現在提供されているエピタキシャル成長装置で十分に制御可能な値である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例装置の概略正面図

【図2】第1実施例装置における光ガイド層の厚さと、発光領域Aと埋め込み領域B内の活性層部での実効屈折率差 ΔN_{ef} との関係を示すグラフ

【図3】第1実施例装置の駆動電流対光出力特性を示すグラフ

【図4】本発明の第2実施例装置の概略正面図

【図5】第2実施例装置における光ガイド層の厚さと、発光領域Aと埋め込み領域B内の活性層部での実効屈折率差 ΔN_{ef} との関係を示すグラフ

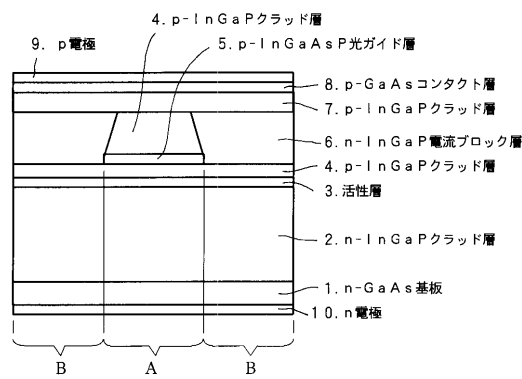
【図6】従来の半導体レーザーの概略正面図

【図7】従来の半導体レーザーにおける光ガイド層の厚さと、発光領域Aと埋め込み領域B内の活性層部での実効屈折率差 ΔN_{ef} との関係を示すグラフ

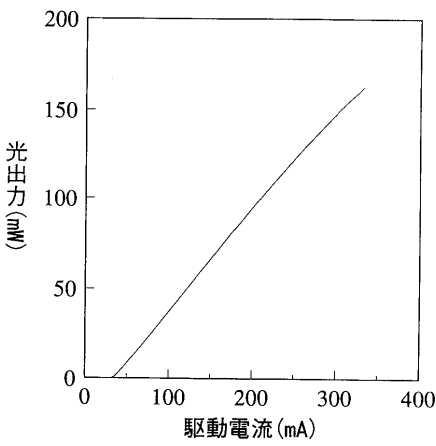
【符号の説明】

- 1 n-GaAs基板
- 2 n-InGaPクラッド層
- 3 活性層
- 4 p-InGaPクラッド層
- 5 p-InGaAsP光ガイド層（波長組成800 nm）
- 6 n-InGaP電流ブロック層
- 7 p-InGaPクラッド層
- 8 p-GaAsコンタクト層
- 9 p電極
- 10 n電極
- 11 n-InGaAsPクラッド層
- 12 p-InGaAsPクラッド層
- 13 p-InGaAsPクラッド層
- 15 p-InGaAsP光ガイド層（波長組成780 nm）

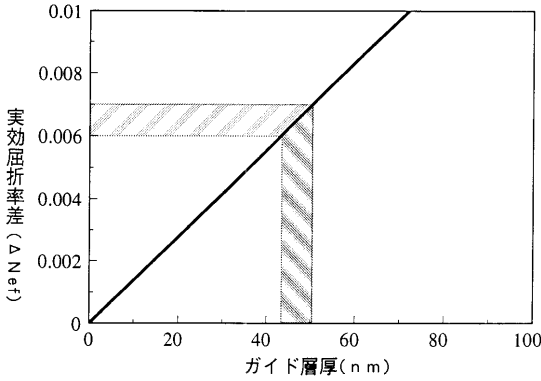
【図 1】



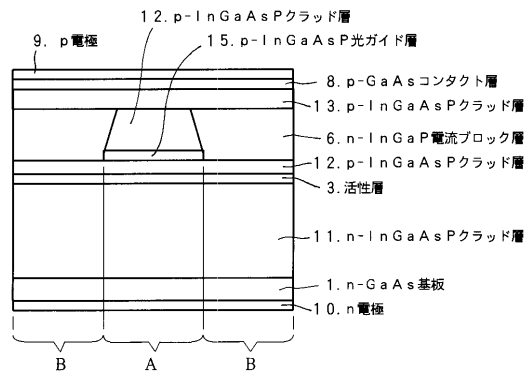
【図 3】



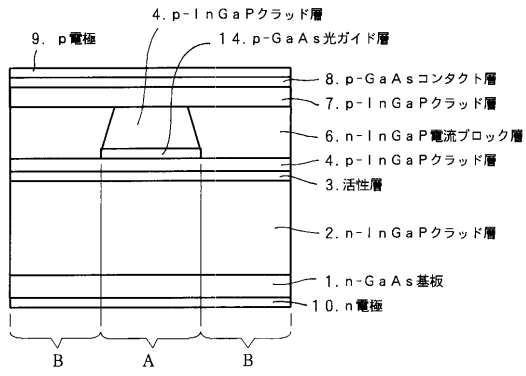
【図 2】



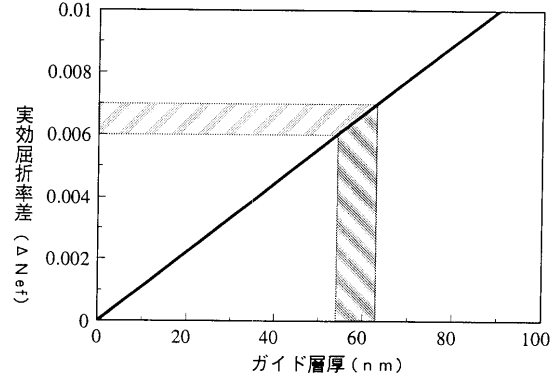
【図 4】



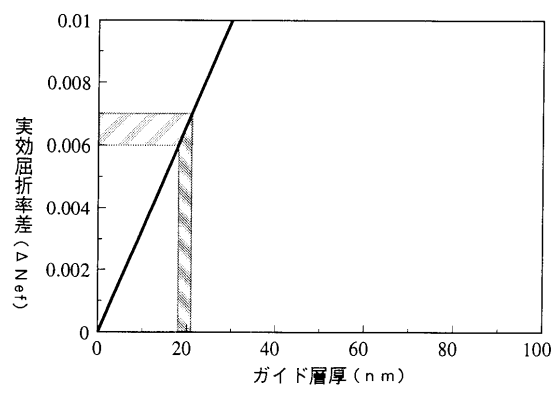
【図 6】



【図 5】



【図 7】



フロントページの続き

合議体

審判長 吉野 公夫

審判官 井上 博之

審判官 山村 浩

(56)参考文献 特開平5-275801 (JP, A)

特開平7-111363 (JP, A)

特開平6-350188 (JP, A)

Sagawa, M. et al., "High power COD-free operation of 0.98 μ m InGaAs/GaAs/InGaP lasers with noninjection regions near the facets", Electronics Letters, vol. 30, No. 17, pp. 1410-1411.

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01S5/00-5/50

H01L33/00