

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4700154号
(P4700154)

(45) 発行日 平成23年6月15日(2011.6.15)

(24) 登録日 平成23年3月11日(2011.3.11)

(51) Int.Cl. F 1
HO 1 S 5/24 (2006.01) HO 1 S 5/24
HO 1 S 5/343 (2006.01) HO 1 S 5/343 6 1 0

請求項の数 2 (全 7 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平11-248044 (22) 出願日 平成11年9月1日(1999.9.1) (65) 公開番号 特開2001-77473(P2001-77473A) (43) 公開日 平成13年3月23日(2001.3.23) 審査請求日 平成18年8月25日(2006.8.25)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 599002043 学校法人 名城大学 愛知県名古屋市天白区塩釜口1-501</p> <p>(74) 代理人 100114476 弁理士 政木 良文</p> <p>(72) 発明者 赤崎 勇 愛知県名古屋市西区浄心1-1、38-805</p> <p>(72) 発明者 天野 浩 愛知県名古屋市名東区山の手2-104ヴァンテージ千代田206</p> <p>(72) 発明者 上山 智 愛知県名古屋市天白区梅が丘4-216ARCHE203</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	---

(54) 【発明の名称】 半導体レーザ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板と、n型層と、高融点金属から成る電流狭窄層と、該電流狭窄層を貫通するストライプ状開口部と、該ストライプ状開口部上に形成された量子井戸活性層とを備え、

前記量子井戸活性層を含む複数の結晶層が、前記ストライプ状開口部上と前記電流狭窄層上に亘って、前記ストライプ状開口部の側壁面の段差に沿って屈曲して形成され、

前記複数の結晶層の最下層が前記n型層の一部であるn型AlGaN層から成る第1クラッド層であり、

前記電流狭窄層上に形成された前記複数の結晶層が多結晶化していることを特徴とする半導体レーザ。

【請求項2】

該高融点金属がW、Ta、Moのいずれか1種であることを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光情報処理分野などへの応用が期待されているGaN系半導体レーザに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、デジタルビデオディスク等の大容量光ディスク装置が実用化され、今後さらに大容量化が進められようとしている。光ディスク装置の大容量化のためにはよく知られるように読み取りや書き込みの光源となる半導体レーザの短波長化が最も有効な手段の一つである。したがって、現在市販されているデジタルビデオディスク用の半導体レーザは、AlGaInP系材料による波長650nmであるが、将来開発が予定されている高密度デジタルビデオディスク用では400nm帯のGaN系半導体レーザが不可欠と考えられている。

【0003】

光ディスク用に用いる半導体レーザは、長寿命、低しきい値電流動作は当然として、他に安定な単一横モード動作、低非点隔差、低雑音、低アスペクト比等が求められるが、現状ではこれら全ての特性を満たす400nm帯半導体レーザは実現されていない。

10

【0004】

従来、単一横モード型GaN系半導体レーザとして、図3に示す素子の断面構造をもつものが提案されている。サファイア基板101上に第1の結晶成長によりGaNバッファ層102、n-GaN層103、p-GaN電流狭窄層104が成長され、一旦、成長装置から取り出した後ストライプ状の開口部105が、例えばCl₂ガスによる反応性イオンエッチングにより形成されている。前記ストライプ状の開口部105は、少なくともp-GaN電流狭窄層104を完全に貫通していなければならない。

【0005】

次に、再び、結晶成長装置に導入し、第2の結晶成長によりn-AlGaN第1クラッド層106、n-GaN第1光ガイド層107、Ga_{1-x}In_xN/Ga_{1-y}In_yN(0<y<x<1)から成る多重量子井戸活性層108、p-AlGaNキャップ層109、p-GaN第2光ガイド層110、p-AlGaN第2クラッド層111、p-GaNコンタクト層112が成長される。

20

【0006】

最後に、ストライプ状の開口105の直上に、例えばNi/Auから成るp電極113、また、一部をn-GaN層103が露出するまでエッチングした表面に、例えばTi/Alから成るn電極114が形成され、図3に断面構造を示す単一横モード型GaN系半導体レーザが作製される。

【0007】

この素子において、n電極114を接地し、p電極113に電圧を印加すると、多重量子井戸活性層108に向かってp電極113側からホールが、また、n電極114側から電子が注入され、前記多重量子井戸活性層108内で光学利得を生じ、レーザ発振を起こす。なお、このレーザ駆動時のバイアスはp-GaN電流狭窄層104とn-AlGaN第1クラッド層106との接合については、逆バイアスとなるためp-GaN電流狭窄層104が存在しないストライプ状の開口部105のみに電流が集中する。

30

【0008】

一方、ストライプ状の開口部105上に形成された多重量子井戸活性層108は、図3に示すように屈曲した形状を有するために成長層に水平な方向に屈折率差が生じ、レーザ光もまた安定してストライプ状の開口部105の直上の多重量子井戸活性層108内に閉じこめられる。このため、注入キャリアと光の分布がほぼ一致し、低しきい値電流密度での発振が可能となる。また、前述のように成長層に水平な方向に屈折率差を有する屈折率導波構造なので、光学モードは安定し、また非点隔差も極めて小さい高性能の半導体レーザが実現できるというものである。

40

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前記単一横モード型GaN系半導体レーザを実際に作製する場合において極めて回避困難な問題点が存在する。図3において、p-GaN電流狭窄層104が用いられているが、GaNは比較的屈折率の大きい材料である。即ちn-AlGaN第1クラッド層106よりも屈折率は大きい。多重量子井戸活性層108が屈曲しているため、図4の成

50

長層に水平な方向における屈折率分布に示すように、 n -AlGa_N第1クラッド層106との間の屈折率差により光が閉じ込められる。しかし、 n -AlGa_N第1クラッド層106のさらに外側に n -AlGa_N第1クラッド層106よりも屈折率の大きい p -Ga_N電流狭窄層104が存在すると、光が p -Ga_N電流狭窄層104へ多量に漏れ、多重量子井戸活性層108への光閉じ込めが著しく低下する。特に、ストライプ幅が3 μ m以下の狭ストライプ構造ではそれが顕著となる。

【0010】

多重量子井戸活性層108への光閉じ込めが低下すると、しきい値電流やビーム広がり角のアスペクト比の増大等、光ディスク用光源としての応用上好ましくない特性となる。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明は、以上述べた従来の単一横モード型Ga_N系半導体レーザの問題点に鑑みてなされたもので、安定な単一横モード動作、低アスペクト比、低しきい値電流等、高性能の単一横モード型Ga_N系半導体レーザを提供するものである。

【0012】

本発明では、電流狭窄層に光吸収の強いW、Ta、Mo等の高融点金属、あるいは低屈折率のSiO₂、SiN、Al₂O₃等の誘電体を用い、水平方向に屈曲した活性層への光閉じ込めを高めるものであり、その結果、低しきい値電流でアスペクト比の小さい、安定した屈折率導波による単一横モード型Ga_N系半導体レーザを実現できる。

【0013】

すなわち、本発明は、基板と、 n 型層と、高融点金属から成る電流狭窄層と、該電流狭窄層を貫通するストライプ状開口部と、該ストライプ状開口部上に形成された量子井戸活性層とを備えた半導体レーザである。

【0014】

該高融点金属は、結晶成長炉を汚染しない金属、例えばW、Ta、Moのいずれか1種であることが好ましい。

【0015】

また、本発明は、基板と、 n 型層と、誘電体から成る電流狭窄層と、該電流狭窄層を貫通するストライプ状開口部と、該ストライプ状開口部上に形成された量子井戸活性層とを備えた半導体レーザである。

【0016】

該誘電体は、低屈折率で結晶の成長温度に対して安定な誘電体であるSiO₂、SiN、Al₂O₃のいずれか1種であることが好ましい。

【0017】

また、本発明は、ストライプ状開口部上に沿って屈曲した量子井戸活性層を備えた上記の半導体レーザである。

【0018】

【実施例】

以下、本発明の実施例について図面を用いて詳細に説明する。

【0019】

実施例1

図1は、実施例1を示す単一モード型Ga_N量子井戸半導体レーザの素子断面図である。有機金属気相成長法により(0001)サファイア基板1上に第1の結晶成長によりAlNバッファ層2、 n -Ga_N層3を成長させ、一旦、成長装置から取り出した後タングステンからなる電流狭窄層4を真空蒸着により膜厚1 μ m程度堆積する。その後幅2 μ mのストライプ状の開口部5を、例えばイオンミリングにより形成する。前記ストライプ状の開口部5は少なくともタングステンからなる電流狭窄層4は完全に貫通していなければならない。

【0020】

次に、再び、結晶成長装置に導入し、第2の結晶成長により n -Al_{0.07}Ga_{0.93}N第1

10

20

30

40

50

クラッド層6、 n -Ga_{1-x}N第1光ガイド層7、 $Ga_{1-x}In_xN/Ga_{1-y}In_yN$ ($0 < y < x < 1$) から成る多重量子井戸活性層8、 p -Al_{0.08}Ga_{0.92}Nキャップ層9、 p -Ga_{1-x}N第2光ガイド層10、 p -Al_{0.07}Ga_{0.93}N第2クラッド層11、 p -Ga_{1-x}Nコンタクト層12を成長させる。

【0021】

最後に、ストライプ状の開口5直上に、例えばNi/Auから成る p 電極13、また、一部を n -Ga_{1-x}N層3が露出するまでエッチングした表面に、例えばTi/Alから成る n 電極14を形成する。

【0022】

多重量子井戸活性層8は、例えば厚さ3nmの $Ga_{0.9}In_{0.1}N$ 量子井戸層と9nmの $Ga_{0.97}In_{0.03}N$ バリア層とから構成されている。また、タングステンからなる電流狭窄層4上に積層された n -Al_{0.07}Ga_{0.93}N第1クラッド層6以降の結晶層は、多結晶化しており高抵抗となっている。したがって、電流はストライプ状の開口部5直上の多重量子井戸活性層8に選択的に注入される。

10

【0023】

多重量子井戸活性層8内で発生した光は、垂直方向で見ると n -Ga_{1-x}N第1光ガイド層7、多重量子井戸活性層8、 p -Al_{0.08}Ga_{0.92}Nキャップ層9、および p -Ga_{1-x}N第2光ガイド層10の4層内に特に強く閉じ込められるが、段差によって成長層に水平な方向にも屈折率差が生じている。多重量子井戸活性層8における屈曲部17の幅は約1.5 μ mとなり、これを実効的なストライプ幅とする屈折率導波構造となっている。

20

【0024】

本実施例の場合、狭ストライプ構造を用いているので水平方向の光はタングステンからなる電流狭窄層4へも広がるが、多重量子井戸活性層8内で発生した光を強く吸収するため損失導波作用が生じ、多重量子井戸活性層8への光閉じ込め効果が一層強く現れ、90%以上の光閉じ込め係数が得られる。したがって、低しきい値電流で安定な単一横モード、低アスペクト比等、光ディスク用光源に適した高性能が実現できる。さらに、多重量子井戸活性層8は屈曲部17がなく平坦な場合でもタングステンから電流狭窄層4によって屈折率差が生じていれば同様の効果が得られる。

【0025】

実施例2

30

図2は、実施例2を示す単一モード型Ga_{1-x}N系量子井戸半導体レーザの素子断面図であり、実施例1におけるW電流狭窄層をSiO₂電流狭窄層とした。SiO₂電流狭窄層24が真空蒸着により膜厚1 μ m程度堆積されている。その後、幅2 μ mのストライプ状の開口部25が、例えばCF₄を用いたドライエッチングにより形成されている。前記ストライプ状の開口部25は、少なくともSiO₂電流狭窄層24は完全に貫通していなければならない。

【0026】

SiO₂電流狭窄層24は絶縁体なので、電流はストライプ状の開口部25直上の多重量子井戸活性層28に選択的に注入される。多重量子井戸活性層28内で発生した光は、垂直方向で見ると n -Ga_{1-x}N第1光ガイド層27、多重量子井戸活性層28、 p -Al_{0.08}Ga_{0.92}Nキャップ層29、および p -Ga_{1-x}N第2光ガイド層30の4層内に特に強く閉じ込められるが、段差によって成長層に水平な方向にも屈折率差が生じている。多重量子井戸活性層28における屈曲部37の幅は約1.5 μ mとなり、これが実効的なストライプ幅とする屈折率導波構造となっている。

40

【0027】

本実施例の場合、狭ストライプ構造を用いているので水平方向の光はSiO₂電流狭窄層24へも広がるが、SiO₂電流狭窄層24は低屈折率材料であるため、多重量子井戸層28への光閉じ込め効果が一層強く現れる。その結果90%以上の光閉じ込め係数が得られる。

【0028】

多重量子井戸活性層28は屈曲部37がなく平坦な場合でもSiO₂電流狭窄層24によって屈

50

折率差が生じていれば同様の効果が得られる。

【0029】

【発明の効果】

本発明により、低しきい値電流密度を有し、単一横モード、低アスペクト比等、光ディスク用光源に適した高性能な短波長半導体レーザが実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1に示すGaN系単一横モード半導体レーザの素子断面図である。

【図2】実施例2に示すGaN系単一横モード半導体レーザの素子断面図である。

【図3】従来例のGaN系単一横モード半導体レーザの素子断面図である。

【図4】図3に示す従来例の成長層に水平な方向における屈折率分布を示す図である。

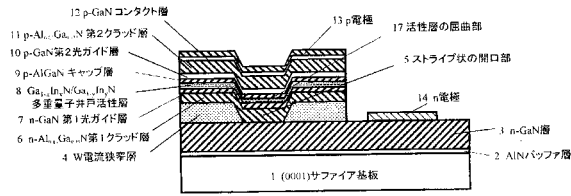
10

【符号の説明】

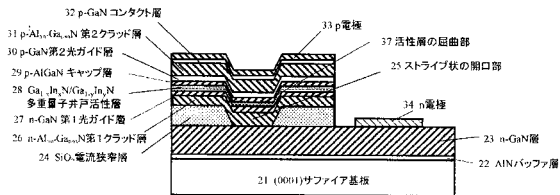
- 1, 21 (0001) サファイア基板
- 2, 22 AlNバッファ層
- 3, 23 n-GaN層
- 4, 24 W, SiO₂ 電流狭窄層
- 5, 25 ストライプ状の開口部
- 6, 26 n-Al_{0.07}Ga_{0.93}N第1クラッド層
- 7, 27 n-GaN第1光ガイド層
- 8, 28 Ga_{1-x}In_xN / Ga_{1-y}In_yN多重量子井戸活性層
- 9, 29 p-AlGaNCapp層
- 10, 30 p-GaN第2光ガイド層
- 11, 31 p-Al_{0.07}Ga_{0.93}N第2クラッド層
- 12, 32 p-GaNコンタクト層
- 13, 33 p電極
- 14, 34 n電極
- 17, 37 活性層の屈曲部

20

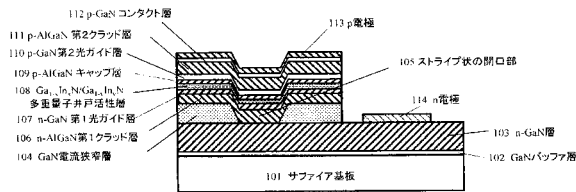
【図1】



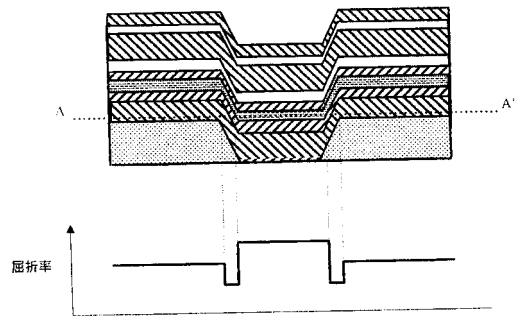
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 岩谷 素顕
愛知県中島郡祖父江町大字大牧702

審査官 古田 敦浩

(56)参考文献 特開平10-093192(JP,A)
特開平11-233886(JP,A)
特開平11-150296(JP,A)
特開平06-188408(JP,A)
特開平10-321956(JP,A)
特開昭57-130489(JP,A)

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