

(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2013-247210
(P2013-247210A)

(43) 公開日 平成25年12月9日(2013.12.9)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 S 5/16 (2006.01)	HO 1 S 5/16	5 F 1 7 3
HO 1 S 5/343 (2006.01)	HO 1 S 5/343	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2012-119261 (P2012-119261)	(71) 出願人	000005049 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(22) 出願日	平成24年5月25日(2012.5.25)	(74) 代理人	100085501 弁理士 佐野 静夫
		(74) 代理人	100128842 弁理士 井上 温
		(72) 発明者	谷 健太郎 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
		(72) 発明者	曾我部 隆一 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
		Fターム(参考)	5F173 AA08 AB76 AF15 AG05 AH03 AJ03 AJ04 AP32 AP33 AP52 AR92 AR96

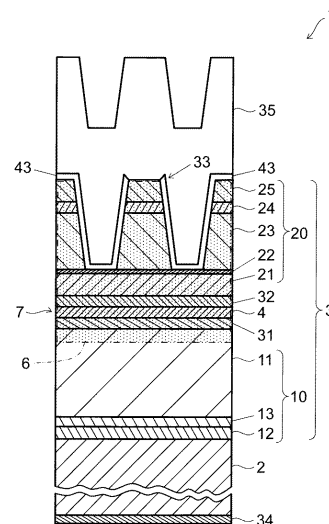
(54) 【発明の名称】 半導体レーザ装置

(57) 【要約】

【課題】 製造における歩留りの向上が図られ、長期信頼性に優れた半導体レーザ装置を提供する。

【解決手段】 半導体レーザ装置1はn型GaAsからなる基板2上にn型クラッド層11、活性層4及びp型クラッド層21を含むダブルヘテロ構造を備える。活性層4はInGaAs層からなる井戸層を含む単一量子井戸構造または多重量子井戸構造からなる。半導体レーザ装置1の共振器端面5に不純物を拡散させて窓領域7を設けた。

【選択図】 図9



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 導電型基板上に少なくとも第 1 導電型クラッド層、活性層及び第 2 導電型クラッド層を含むダブルヘテロ構造を備え、

前記活性層が InGaAs 層からなる井戸層を含む単一量子井戸構造または多重量子井戸構造からなり、端面部に不純物を拡散させて窓領域を設けたことを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 2】

前記第 2 導電型クラッド層が AlGaInP 層からなることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 3】

前記第 2 導電型クラッド層のドーパントが Mg であることを特徴とする請求項 2 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 4】

前記端面部に拡散させる前記不純物が Zn であることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 5】

前記窓領域は前記 InGaAs 層の In と前記不純物の前記 Zn が置換して混晶化していることを特徴とする請求項 4 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 6】

前記第 2 導電型クラッド層が p 型であることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 7】

前記窓領域の光出射方向長さが前記端面部の前端面側と前記端面部の後端面側とを合わせて 1 ~ 50 μm であることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 8】

前記窓領域と前記窓領域以外の前記活性層のバンドギャップ差が 0.12 ~ 1.13 eV であることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体レーザ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体レーザ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

発振波長が 800 ~ 850 nm の半導体レーザ装置は POF (Plastic Optical Fiber : プラスチック光ファイバー) 通信や熱アシスト HDD 等の電子記録用、YAG 励起用光源などを含む様々な分野で応用されている。

【0003】

上記波長帯の半導体レーザ装置は GaAs 基板を用いて、クラッド層及びガイド層を AlGaAs で形成し、活性層を GaAs / AlGaAs 量子井戸構造で形成することが多い。また、半導体レーザ装置の端面部には非注入構造を形成して、COD (Catastrophic Optical Damage : 半導体レーザ装置の端面部の光学破壊) レベルを向上させている。この従来構造の特徴はクラッド層に AlGaAs 層を用いることで動作電圧を低減させることができる。

【0004】

しかしながら、POF 通信や熱アシスト HDD 等の電子記録用、YAG 励起用光源に用いる際に必要となる高出力化のためには、端面非注入構造では長期信頼性が不十分であるという問題があった。この問題を解決するための従来技術が特許文献 1 及び 2 に開示されている。特許文献 1 及び 2 に記載された従来の半導体レーザ装置は端面部に不純物を拡散させて窓領域を形成している。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2000-31596号公報

【特許文献2】特開2002-124738号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

活性層にGaAs/AlGaAs量子井戸構造を用いたものに例えばZnなどの不純物を拡散させて窓領域を作成する際にはp型GaAsキャップ層上にZnO/SiO₂膜を作成する。そして、ZnO/SiO₂膜からZnを拡散させて、活性層のGaAs/AlGaAs量子井戸構造を混晶化して窓領域を作成する。

10

【0007】

このとき、窓領域と窓領域以外の活性層のバンドギャップ差は約0.1eV以上必要であるが、所望のバンドギャップ差を得るためには500~600で360分以上の熱処理が必要であった。このような長時間の熱処理により、活性層へ拡散するZn濃度が増加する。その結果、窓領域の効果がキャリア吸収により弱められて必要な長期信頼性、例えば70、100mW、共振器長300μmの条件下でMTTF(Mean Time To Failure: 平均故障寿命)10,000時間以上が得られなくなるという課題があった。

【0008】

20

これに対して、p型クラッド層にZnの拡散係数がAlGaAs層より大きいAlGaInP層を用いることで熱処理時間の短縮を図った。その結果、70、100mW、共振器長300μmの条件下でMTTF10,000時間以上はクリアするようになったが、それでも熱処理は240分程度必要であった。熱処理を施し過ぎるとクラッド層のInが拡散してバンドギャップを減少させてしまうため、プロセスばらつきなどでクリアできないロットも発生して歩留りが低下することが問題であった。

【0009】

本発明は、上記の点に鑑みなされたものであり、製造における歩留りの向上が図られ、長期信頼性に優れた半導体レーザー装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

30

【0010】

上記の課題を解決するため、本発明の半導体レーザー装置は、第1導電型基板上に少なくとも第1導電型クラッド層、活性層及び第2導電型クラッド層を含むダブルヘテロ構造を備え、前記活性層がInGaAs層からなる井戸層を含む単一量子井戸構造または多重量子井戸構造からなり、端面部に不純物を拡散させて窓領域を設けたことを特徴としている。

【0011】

この構成によれば、不純物が活性層まで到達して活性層中のInと置換することにより量子井戸構造の混晶化が急激に起こる。その結果、窓領域と窓領域以外の活性層とのバンドギャップ差に所望のバンドギャップ差を得るための、窓領域の形成のための熱処理時間が比較的短くて済む。したがって、熱処理時間の長期化に起因する歩留まりの悪化が抑制され、活性層に必要な以上に不純物が拡散することに起因する長期信頼性の低下も抑制される。

40

【0012】

また、上記構成の半導体レーザー装置において、前記第2導電型クラッド層がAlGaInP層からなることを特徴としている。

【0013】

この構成によれば、不純物の拡散係数が例えばAlGaAs層より大きくなる。したがって、窓領域の形成のための熱処理時間が一層短くなる。

【0014】

50

また、上記構成の半導体レーザ装置において、前記第2導電型クラッド層のドーパントがMgであることを特徴としている。

【0015】

この構成によれば、Mg以外のドーパント、例えばZnと比較して高濃度のドーピングが可能になる。

【0016】

また、上記構成の半導体レーザ装置において、前記端面部に拡散させる前記不純物がZnであることを特徴としている。

【0017】

また、上記構成の半導体レーザ装置において、前記窓領域は前記InGaAs層のInと前記不純物の前記Znが置換して混晶化していることを特徴としている。

10

【0018】

また、上記構成の半導体レーザ装置において、前記第2導電型クラッド層がp型であることを特徴としている。

【0019】

また、上記構成の半導体レーザ装置において、前記窓領域の光出射方向長さが前記端面部の前表面側と前記端面部の後表面側とを合わせて1～50μmであることを特徴としている。

【0020】

また、上記構成の半導体レーザ装置において、前記窓領域と前記窓領域以外の前記活性層のバンドギャップ差が0.12～1.13eVであることを特徴としている。

20

【発明の効果】

【0021】

本発明の構成によれば、窓領域の形成のための熱処理時間の長期化に起因する歩留まりの悪化を抑制することができる。さらに、活性層に必要以上に不純物が拡散することに起因する長期信頼性の低下も抑制することができる。したがって、製造における歩留りの向上が図られ、長期信頼性に優れた半導体レーザ装置を提供することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の実施形態に係る半導体レーザ装置の部分断面図である。

30

【図2】本発明の実施例及び比較例の半導体レーザ装置の熱処理時間とバンドギャップ差との関係を示すグラフである。

【図3】本発明の実施例1の半導体レーザ装置を説明するための断面図である。

【図4】本発明の実施例1の半導体レーザ装置を説明するための断面図である。

【図5】本発明の実施例1の半導体レーザ装置を説明するための断面図である。

【図6】本発明の実施例1の半導体レーザ装置を説明するための断面図である。

【図7】本発明の実施例1の半導体レーザ装置を説明するための断面図である。

【図8】本発明の実施例1の半導体レーザ装置を説明するための断面図である。

【図9】本発明の実施例1の半導体レーザ装置を説明するための断面図である。

【図10】本発明の実施例2の半導体レーザ装置を説明するための断面図である。

40

【図11】本発明の実施例2の半導体レーザ装置を説明するための断面図である。

【図12】本発明の実施例2の半導体レーザ装置を説明するための断面図である。

【図13】本発明の実施例2の半導体レーザ装置を説明するための断面図である。

【図14】本発明の実施例2の半導体レーザ装置を説明するための断面図である。

【図15】本発明の実施例2の半導体レーザ装置を説明するための断面図である。

【図16】本発明の実施例2の半導体レーザ装置を説明するための断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、本発明の実施形態を図1及び図2に基づき説明する。

【0024】

50

最初に、本発明の実施形態に係る半導体レーザ装置について、図1を用いてその構造を説明する。図1は半導体レーザ装置の部分断面図である。

【0025】

半導体レーザ装置1は、図1に示すように第1導電型(n型)である基板2の成長主面上に半導体積層部3が形成されている。半導体積層部3としては基板2側から順に第1導電型(n型)であるn型クラッド層11を含むn型半導体層10、活性層4及び第2導電型(p型)であるp型クラッド層21を含むp型半導体層20を結晶成長させている。このとき、n型半導体層10のドーパントにはSiを用い、p型半導体層20のドーパントにはMgやZnを用いた。なお、基板2に関して、JUST基板の使用やOFF角の有無について特に限定されない。

10

【0026】

活性層4としては、InGaAs層からなる井戸層を含む量子井戸構造からなる。この量子井戸構造は単一量子井戸構造、多重量子井戸構造のいずれであっても良い。量子井戸構造はバンドキャップの小さい薄膜材料からなる井戸層をバンドキャップの大きい材料からなるバリア層で挟むことにより形成される。多重量子井戸構造は複数の井戸層の間にもバリア層を挟んで多重にして形成される。

【0027】

半導体レーザ装置1は、図1における左右両端に共振器端面5を備える。共振器端面5は半導体レーザ装置1が半導体ウェハを劈開して分割することで形成される際に形成される。共振器端面5は活性層4からレーザ光が出射される前端面5Fと、この前端面5Fの反対側の後端面5Rとを含む。

20

【0028】

半導体レーザ装置1の端面部である共振器端面5の一部には不純物拡散領域6が形成されている。不純物拡散領域6は前端面5F側と、後端面5R側との両側に形成される。不純物拡散領域6には半導体積層部3の各層に例えばZnやMgなどの不純物原子が拡散されている。なお、不純物拡散領域6は共振器端面5において少なくとも活性層4を含む領域に形成されていれば良い。

【0029】

不純物拡散領域6のうち、活性層4の部分には窓領域7が形成される。窓領域7では例えばZnやMgなどの不純物原子が拡散することで、量子井戸構造の井戸層とバリア層とが混晶化して量子井戸構造を維持していない。この混晶化により、窓領域7は量子井戸構造を正常に維持している活性層4の他の部分よりバンドギャップが広がっている。なお、窓領域7においては、例えばInGaAs層からなる井戸層のInと、不純物のZnが置換して混晶化している。

30

【0030】

窓領域7は前端面5F側と、後端面5R側との両側に形成される。窓領域7の光出射方向長さ(図1の左右方向長さ)は、例えば前端面5F側と後端面5R側とを合わせて1~50 μm である。この長さは好ましくは1~30 μm である。

【0031】

続いて、半導体レーザ装置1の窓領域7を形成するための熱処理時間とバンドギャップ差との関係について、図2を用いて説明する。図2は実施例及び比較例の半導体レーザ装置の熱処理時間とバンドギャップ差との関係を示すグラフである。

40

【0032】

本発明の実施例及び比較例の半導体レーザ装置に対して、熱処理温度を500とし、熱処理時間を0~300時間に変更して、窓領域のバンドギャップ(E_g)と窓領域以外の活性層のバンドギャップ(E_g)との差を検証した。実施例の半導体レーザ装置1の活性層4にはInGaAs/AlGaAs量子井戸構造またはInGaAs/GaAs量子井戸層を用いた。比較例の半導体レーザ装置の活性層にはGaAs/AlGaAs量子井戸構造を用いた。結果を図2に示した。図2の横軸は窓領域を形成するための熱処理時間を表し、縦軸は窓領域と窓領域以外の活性層とのバンドギャップ差を表している。

50

【0033】

図2によれば、熱処理時間が80分までは実施例、比較例ともにバンドギャップ差に違いが見られない。しかしながら、熱処理時間120分において実施例のバンドギャップ差は0.12 eV以上となり、安定している。

【0034】

このことについては、活性層4がInを含有して量子井戸構造の井戸層に圧縮歪みが掛かっても混晶化が起こり易いわけではなく、不純物のZnが活性層4まで到達して活性層4中のInと置換することにより量子井戸構造の混晶化が急激に起こると考えられる。実施例の半導体レーザ装置1はp型半導体層20のドーパントであるMgがZnに押し出されて活性層4まで拡散しているが、最初の80分まではMgが活性層4に到着してInと置換しても混晶化が比較例と同じはやさで緩やかに起こることが分かった。

10

【0035】

上記のように、本発明の半導体レーザ装置1は活性層4がInGaAs層からなる井戸層を含む量子井戸構造からなり、端面部に不純物を拡散させて窓領域7を設けたので、熱処理時間120分で窓領域7と窓領域7以外の活性層4とのバンドギャップ差0.12 eVを得ることができる。さらに熱処理時間を長くしても、クラッド層からInが拡散始める300分までバンドギャップ差は0.12 eV以上で安定して熱処理時間や温度の尤度も広い。これにより、70、100 mW、共振器長300 μ mの条件下でMTTF 20,000時間以上の長期信頼性がウェハ一步留り95%以上で得られた。

【0036】

20

また、このように従来の半導体レーザ装置より短い熱処理時間で高性能な窓領域7が得られるので、窓領域7の光出射方向長さを前端面5F側と後端面5R側とを合わせて1~50 μ mの範囲で作成することが容易である。この窓領域7の光出射方向長さを1~30 μ mの範囲で作成することが望ましいが、上記実施形態の構造であれば安定的に歩留り良く作成することができる。なお、1 μ mより小さい窓領域を作成することは困難である。

【0037】

一般的に窓領域が大きくなると窓領域の効果は安定する。しかしながら、通常窓領域は電流非注入にするため、例えば500 μ m以下のような比較的短い共振器長の半導体レーザ装置では光電変換領域に対する非注入領域の比率が15%以上になるとレーザ発振を開始する閾値電流付近での光電変換効率が急激に変化して動作が不安定になる。また、窓領域が大きくなると電流注入面積が低下するので、動作電圧が上昇して電力変換効率が低下する。

30

【0038】

一方、上記実施形態の半導体レーザ装置1の構成では窓領域7を小さくしても安定的に作成することができるので、レーザ発振を開始する閾値電流付近での動作も安定し、動作電圧も低減できて電力変換効率も向上する。

【0039】

そして、本構成の効果を高めるためには記窓領域と前記窓領域以外の前記活性層のバンドギャップ差が0.12~1.13 eVであることが望ましい。なお、1.13 eVはAlGaAs層とInGaAs層の混晶化したときの最大値である。

40

【0040】

また、本構成の効果を高めるためにはp型クラッド層21はAlGaInP層が望ましい。これにより、不純物であるZnの拡散係数がAlGaAs層より大きくなり、窓領域7の形成のための熱処理時間を一層短くすることができる。

【0041】

さらに、p型半導体層20のドーパントにMgを用いているので、Mg以外のドーパント、例えばZnと比較して高濃度のドーピングが可能になる。そして、第2導電型クラッド層はp型であることが望ましい。

【0042】

このようにして、本発明の上記実施形態の構成によれば、窓領域7の形成のための熱処

50

理時間の長期化に起因する歩留まりの悪化を抑制することができる。さらに、活性層 4 に必要以上に不純物が拡散することに起因する長期信頼性の低下も抑制することができる。したがって、製造における歩留りの向上が図られ、長期信頼性に優れた半導体レーザ装置 1 を提供することが可能である。

【実施例 1】

【0043】

続いて、本発明の半導体レーザ装置の実施例 1 について、図 1 に加えて図 3 ~ 図 9 を用いて説明する。図 3 ~ 図 9 は半導体レーザ装置を説明するための断面図である。なお、図 3 及び図 5 ~ 図 9 は、図 1 の共振器端面 5 に対向する側から見た断面図である。

【0044】

図 3 に示すように、n 型 GaAs からなる基板 2 の成長主面上に半導体積層部 3 を形成させた。半導体積層部 3 としては基板 2 側から順に n 型半導体層 10、活性層 4 及び p 型半導体層 20 を有機金属結晶成長法で成長させる。

【0045】

n 型半導体層 10 は n 型 GaAs バッファ層 12、n 型 GaInP バッファ層 13 及び n 型 AlGaInP クラッド層からなる n 型クラッド層 11 を含む。n 型半導体層 10 と活性層 4 はとの間には n 側 AlGaAs ガイド層 31 が積層される。活性層 4 は InGaAs 層からなる井戸層を含む AlGaAs / InGaAs 量子井戸構造からなる。活性層 4 と p 型半導体層 20 との間には p 側 AlGaAs ガイド層 32 が積層される。p 型半導体層 20 は p 型 AlGaInP 第 1 クラッド層からなる p 型クラッド層 21、GaInP エッチストップ層 22、p 型 AlGaInP 第 2 クラッド層 23、p 型 GaInP 中間層 24 及び p 型 GaAs キャップ層 25 を含む。

【0046】

結晶成長に際し、n 型半導体層 10 のドーパントには Si を用いた。p 型半導体層 20 のドーパントについて、AlGaInP 層及び GaInP 層には Mg を使い、GaAs 層には Zn を用いた。もちろん、p 型半導体層 20 のドーパントにはすべて Zn や Be を用いても良いが、AlGaInP 層のドーパントについては Zn より高濃度ドーピングが可能な Mg が望ましい。

【0047】

次に、窓領域 7 を作成するために、図 4 に示すように p 型半導体層 20 の表層、すなわち p 型 GaAs キャップ層 25 の上面に ZnO / SiO₂ 膜 41 を成膜した。ZnO / SiO₂ 膜 41 は窓領域 7 の光出射方向長さ (図 4 の上下方向長さ) W1 が 30 μm になるようにスパッタリングやフォトリソグラフィなどを用いて成膜した。

【0048】

その後、図 5 に示すように熱処理を 500 °C で 120 分間実行して不純物拡散領域 6 及び窓領域 7 を形成した。活性層 4 に InGaAs 層を用いているために、窓領域 7 のバンドギャップが窓領域 7 以外の活性層 4 のバンドギャップより 90 meV 以上大きくなる。これにより、窓領域 7 での光吸収が無くなり、窓領域 7 が小さくなくても十分な窓領域 7 の効果を得ることができる。

【0049】

その後、ZnO / SiO₂ 膜 41 をエッチングにより剥離し、図 6 に示すようにさらに SiO₂ 膜 42 を成膜した。SiO₂ 膜 42 はフォトリソグラフィを用いて窓領域 7 と垂直に交わる 1.5 ~ 2 μm のストライプ状のレジストとして形成した。

【0050】

続いて、ICP などのドライエッチングや薬液を用いたウエットエッチングで GaInP エッチストップ層 22 まで、p 型 AlGaInP 第 2 クラッド層 23、p 型 GaInP 中間層 24 及び p 型 GaAs キャップ層 25 のエッチングを行い、図 7 に示すようにストライプ状のリッジ 33 を形成した。

【0051】

次に、図 8 に示すように、エッチングにより SiO₂ 膜 42 を除去するとともに SiO₂

10

20

30

40

50

膜 4 3 をリッジサイドに形成し、p 型 GaAs キャップ層 2 5 上部の SiO₂ 膜 4 3 をフォトリソグラフィとウエットエッチングにより除去した。

【0052】

そして、n 型 GaAs 基板 2 を約 100 μm まで研磨した。さらに、図 9 に示すように n 型 GaAs 基板 2 裏側に n 型電極 3 4 を形成し、p 型 GaAs キャップ層 2 5 の上方に p 型メッキ電極 3 5 を形成した。

【0053】

その後、図 1 に示すように、窓領域 7 が共振器端面 5 にくるように共振器長 300 μm でバー状に分割した。共振器端面 5 には、例えば Al₂O₃ 膜、SiO₂ 膜、Ta₂O₅ 膜などで形成される端面保護膜（不図示）を設けた。このとき、光の反射率は前端面 5 F 側で 10%、後端面 5 R 側で 90% 以上であった。さらに、このバーをチップ状に分割して半導体レーザ装置 1 を形成した。

10

【0054】

続いて、半導体レーザ装置 1 を AlN サブマウントを介して TO56 パッケージに実装した後、半導体レーザ装置 1 の特性を評価した。

【0055】

長期信頼性は 70%、100 mW の条件下で M T T F 20,000 時間以上が得られた。また、歩留りはロット内でも 98% と非常に高いものが得られた。さらに 3 ロットを流動したが、それぞれ歩留りは 96%、99%、97% と良好であった。

【0056】

また、実施例 1 の半導体レーザ装置 1 には基板 2 に 15° OFF 基板を用いた。これはクラッド層に用いる AlGaInP 層で自然超格子ができることを抑制するためである。自然超格子ができるとバンドギャップが 50 meV 程度小さくなるので、温度特性に影響を及ぼす。ただし、本実施例のように量子井戸活性層の井戸層に InGaAs 層を用いると、JUST 基板を用いても 100%、100 mW 動作は可能であるが、15° OFF 基板を用いることによって 110% 以上の動作が可能になった。

20

【0057】

さらに、本実施例では半導体積層部 3 の結晶成長に有機金属結晶成長法を用いたが、分子線結晶成長法で形成した半導体レーザ装置でも同様な結果が得られた。

【実施例 2】

【0058】

続いて、本発明の半導体レーザ装置の実施例 2 について、図 10 ~ 図 16 を用いて説明する。図 10 ~ 図 16 は半導体レーザ装置を説明するための断面図である。なお、図 10 及び図 12 ~ 図 16 は、図 1 の共振器端面 5 に対向する側から見た断面図である。また、この実施例の基本的な構成は図 1 ~ 図 9 を用いて説明した前記実施例 1 と同じであるので、実施例 1 と共通する構成要素には前と同じ符号を付し、その詳細な説明を省略するものとする。

30

【0059】

図 10 に示すように、n 型 GaAs からなる基板 2 の成長主面上に半導体積層部 3 を形成させた。半導体積層部 3 としては基板 2 側から順に n 型半導体層 10、活性層 4 及び p 型半導体層 20 を有機金属結晶成長法で成長させる。

40

【0060】

n 型半導体層 10 は n 型 GaAs バッファ層 12 及び n 型 AlGaAs クラッド層からなる n 型クラッド層 14 を含む。n 型半導体層 10 と活性層 4 はとの間には n 側 AlGaAs ガイド層 31 が積層される。活性層 4 は InGaAs 層からなる井戸層を含む AlGaAs / InGaAs 量子井戸構造からなる。活性層 4 と p 型半導体層 20 との間には p 側 AlGaAs ガイド層 32 が積層される。p 型半導体層 20 は p 型 AlGaInP 第 1 クラッド層からなる p 型クラッド層 21、GaInP エッチストップ層 22、p 型 AlGaInP 第 2 クラッド層 23、p 型 GaInP 中間層 24 及び p 型 GaAs キャップ層 25 を含む。

50

【0061】

次に、窓領域7を作成するために、図11に示すようにp型半導体層20の表層、すなわちp型GaAsキャップ層25の上面にZnO/SiO₂膜41を成膜した。ZnO/SiO₂膜41は窓領域7の光出射方向長さ(図11の上下方向長さ)W2が50μmになるようにスパッタリングやフォトリソグラフィなどを用いて成膜した。

【0062】

その後、図12に示すように熱処理を500℃で120分間実行して不純物拡散領域6及び窓領域7を形成した。続いて、ZnO/SiO₂膜41をエッチングにより剥離し、図13に示すようにさらにSiO₂膜42を成膜した。SiO₂膜42はフォトリソグラフィを用いて窓領域7と垂直に交わる2μmのストライプ状のレジストとして形成した。

10

【0063】

続いて、ICPなどのドライエッチングや薬液を用いたウエットエッチングでGaInPエッチストップ層22まで、p型AlGaInP第2クラッド層23、p型GaInP中間層24及びp型GaAsキャップ層25のエッチングを行い、図14に示すようにストライプ状のリッジ33を形成した。

【0064】

次に、図15に示すように、エッチングによりSiO₂膜42を除去するとともにSiO₂膜43をリッジサイドに形成し、p型GaAsキャップ層25上部のSiO₂膜43をフォトリソグラフィとウエットエッチングにより除去した。

【0065】

そして、n型GaAs基板2を約100μmまで研磨した。さらに、図16に示すようにn型GaAs基板2裏側にn型電極34を形成し、p型GaAsキャップ層25の上方にp型メッキ電極35を形成した。

20

【0066】

その後、窓領域7が共振器端面5にくるように共振器長500μmでバー状に分割した。共振器端面5には、例えばAl₂O₃膜、SiO₂膜、Ta₂O₅膜などで形成される端面保護膜(不図示)を設けた。このとき、光の反射率は前端面5F側で10%、後端面5R側で90%以上であった。さらに、このバーをチップ状に分割して半導体レーザ装置1を形成した。

【0067】

続いて、半導体レーザ装置1をAlNサブマウントを介してCパッケージに実装した後、半導体レーザ装置1の特性を評価した。

30

【0068】

長期信頼性は70%、100mWの条件下でMTTF20,000時間以上が得られた。また、歩留りはロット内でも96%と非常に高いものが得られた。さらに3ロットを流動したが、それぞれ歩留りは95%、99%、97%と良好であった。

【0069】

また、実施例2の半導体レーザ装置1には基板2にJUST基板を用いた。もちろん、15°OFF基板を含む0°~20°以内であれば同様の効果を得ることができた。また、電力変換効率の向上のために、n型クラッド層にAlGaAs層を用いた。これにより、100%、100mWまで動作が可能になった。

40

【0070】

以上、本発明の実施形態及び実施例につき説明したが、本発明の範囲はこれらに限定されるものではなく、発明の主旨を逸脱しない範囲で種々の変更を加えて実施することができる。

【産業上の利用可能性】

【0071】

本発明は、半導体レーザ装置において利用可能である。

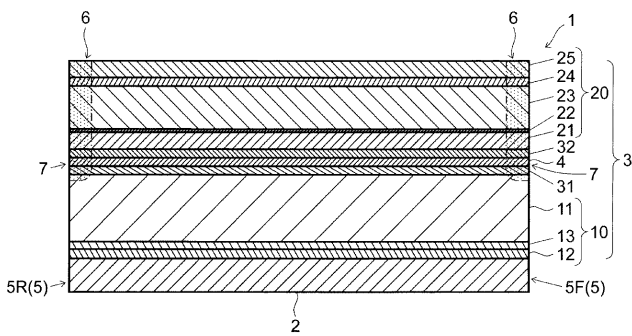
【符号の説明】

【0072】

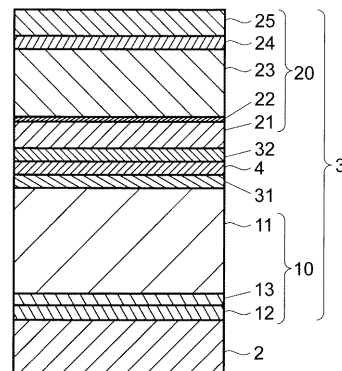
50

- 1 半導体レーザ装置
- 2 基板
- 3 半導体積層部
- 4 活性層
- 5 共振器端面(端面部)
- 5 F 前端面
- 5 R 後端面
- 6 不純物拡散領域
- 7 窓領域
- 10 n型半導体層
- 11 n型クラッド層(第1導電型クラッド層)
- 20 p型半導体層
- 21 p型クラッド層(第2導電型クラッド層)

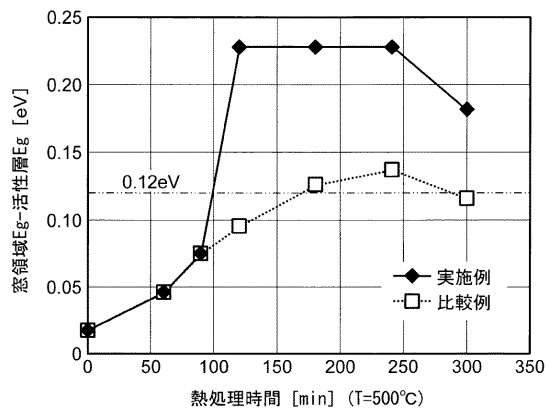
【図1】



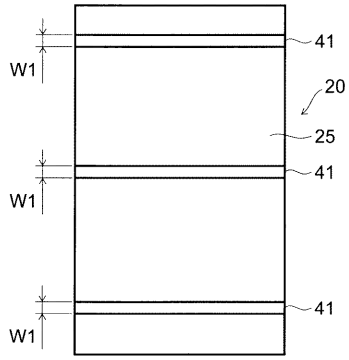
【図3】



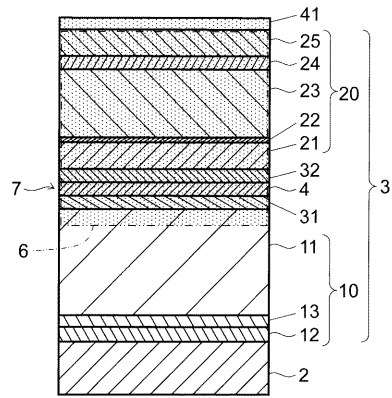
【図2】



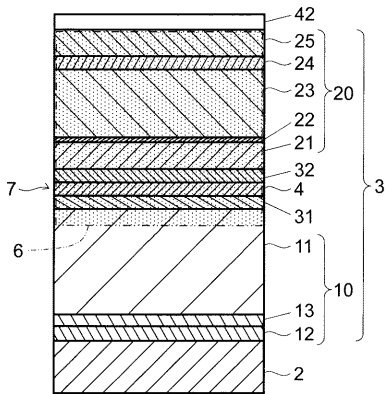
【 図 4 】



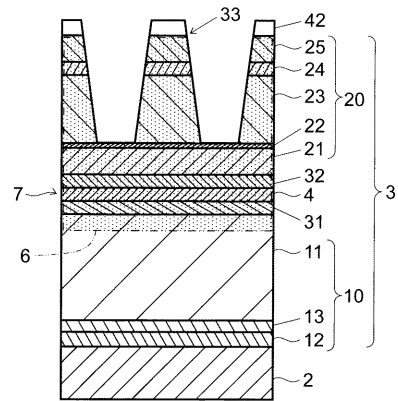
【 図 5 】



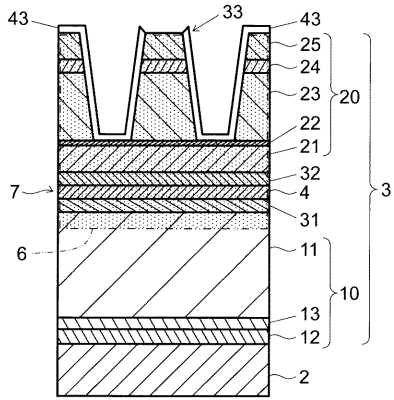
【 図 6 】



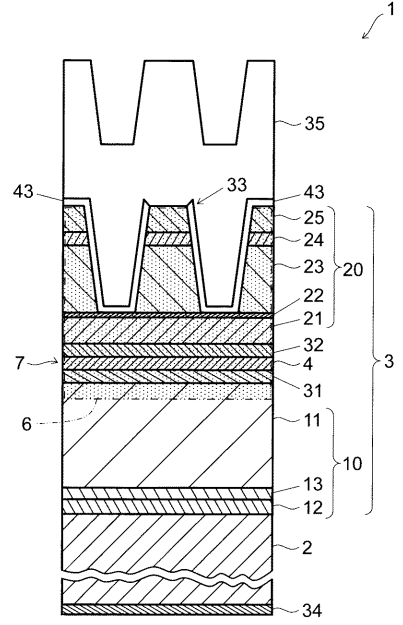
【 図 7 】



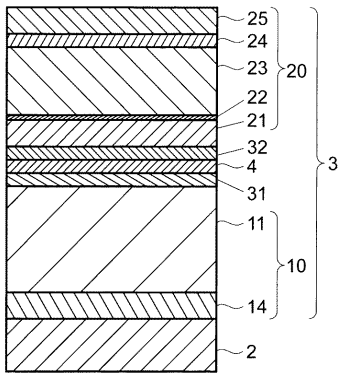
【図 8】



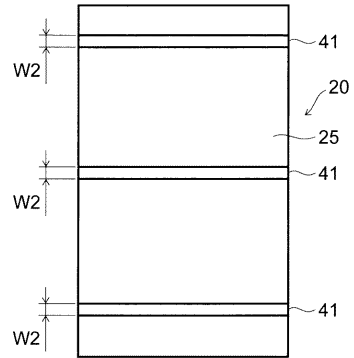
【図 9】



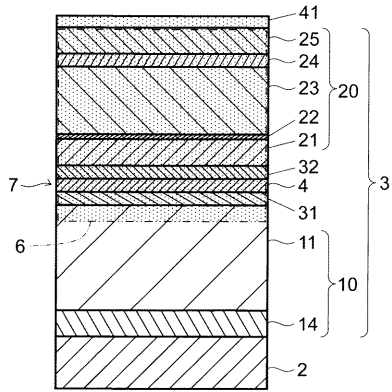
【図 10】



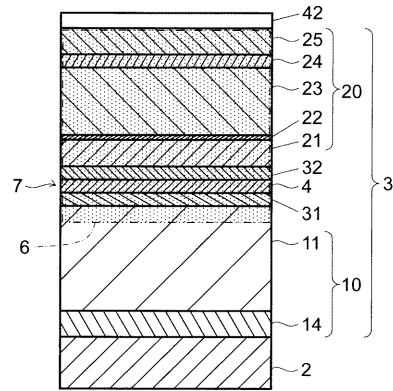
【図 11】



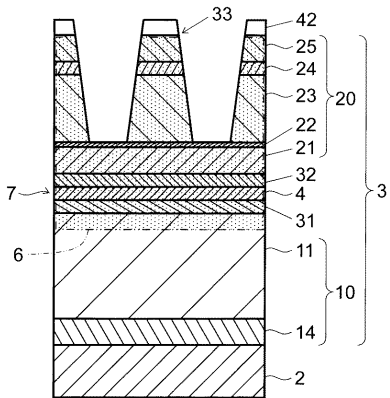
【図 1 2】



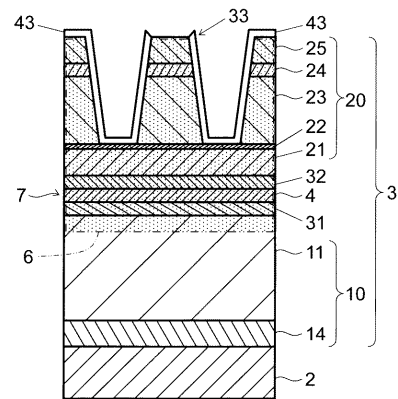
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



【図 16】

