

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4984514号
(P4984514)

(45) 発行日 平成24年7月25日(2012.7.25)

(24) 登録日 平成24年5月11日(2012.5.11)

(51) Int.Cl. F I
 HO 1 L 33/20 (2010.01) HO 1 L 33/00 1 7 0
 HO 1 L 33/14 (2010.01) HO 1 L 33/00 1 5 0

請求項の数 5 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2005-360122 (P2005-360122)	(73) 特許権者	000226057
(22) 出願日	平成17年12月14日(2005.12.14)		日亜化学工業株式会社
(65) 公開番号	特開2007-165599 (P2007-165599A)		徳島県阿南市上中町岡491番地100
(43) 公開日	平成19年6月28日(2007.6.28)	(74) 代理人	100073184
審査請求日	平成20年7月14日(2008.7.14)		弁理士 柳田 征史
		(74) 代理人	100090468
			弁理士 佐久間 剛
		(72) 発明者	向井 厚史
			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	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
		審査官	岡田 吉美

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体発光素子および該半導体発光素子の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上に、下部クラッド層、活性層および上部クラッド層を含む複数の半導体層が積層されてなり、利得導波型および/または屈折率導波型の光導波路を有する半導体発光素子において、

前記複数の半導体層のうち、前記活性層よりも基板側の半導体層の積層面に前記基板の面に平行な面の面方位とは異なる面方位の斜面を有する凹部が形成されており、

該積層面より上に前記活性層および該活性層より上の層が積層されており、

前記光導波路が、前記凹部の少なくとも前記斜面を含む一部と平面視上で重なるように、かつ該平面視上で前記凹部と重なっていない部分を有するように配置されていることを特徴とする半導体発光素子。

10

【請求項2】

前記凹部がストライプ状であり、

前記光導波路が前記凹部と前記平面視上で交差する方向に延びるように配置されていることを特徴とする請求項1記載の半導体発光素子。

【請求項3】

スーパーluminescentダイオードであることを特徴とする請求項1または2記載の半導体発光素子。

【請求項4】

光増幅器であることを特徴とする請求項1または2記載の半導体発光素子。

20

【請求項5】

基板上に、下部クラッド層、活性層および上部クラッド層を含む複数の半導体層が積層されてなり、利得導波型および/または屈折率導波型の光導波路を有する半導体発光素子の製造方法であって、

前記基板上に、前記複数の半導体層のうち前記活性層より下層の半導体層を積層し、

該半導体層の積層面に前記基板の面に平行な面の面方位とは異なる面方位の斜面を有する凹部を形成し、

該凹部が形成された前記積層面より上に、前記活性層および該活性層より上の層を積層すると共に、前記凹部の少なくとも前記斜面を含む一部と平面視上で重なりを有するように、かつ該平面視上で前記凹部と重なっていない部分を有するように前記光導波路を形成することを特徴とする半導体発光素子の製造方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光ファイバ通信や計測・診断用光源に適する高出力スーパーluminescentダイオード(以下、「SLD」と称する)を含む半導体発光素子およびその製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、ファイバジャイロや高分解能OTDRなど光計測の分野で必要とされるインコヒーレント光源としてSLDが注目されている。SLDは半導体レーザ同様に注入キャリアの再結合により生じた自然放出光が、光出射端面方向に進む間に誘導放出による高い利得を受けて増幅され、光出射端面から放出される素子である。SLDは端面反射による共振器の形成を抑え、FP(ファブリ・ペロー)モード発振が生じないようにしている点が半導体レーザとは異なる。SLDは通常の発光ダイオード同様にインコヒーレント性を示し広い帯域なスペクトル形状を示すと共に、数十mW程度までの出力を得ることが可能である。

20

【0003】

このようなSLDにおいて、より広帯域な(広い波長範囲に亘る)スペクトル分布を得る方法として(1)光の導波方向の構造を用いる方法(例えば、特許文献1参照。)および(2)活性層の厚み方向の構造を用いる方法(例えば、非特許文献1参照。)が知られている。

30

【0004】

(2)の方法は、互いに異なるバンドギャップをもつ複数の層を活性層に用い、それぞれのバンドギャップにおいて発光する光スペクトルが重ね合わさり、出射される光スペクトルを広帯域化する方法である。しかし、この構造において、活性層の層数や層厚みなどを増すと、駆動電流密度が増加するため、複数の活性層を必要とする広帯域化素子に大きな負荷がおよび素子の寿命を向上することが難しかった。

【0005】

一方、(1)の方法は、幅の異なるマスクを作製した後に活性層を成膜することで、活性層の導波方向に厚み分布と組成分布を持たせ、導波方向にバンドギャップを連続的、あるいは不連続的に変化させることで、広帯域化する方法であり、広帯域化によって駆動電流増加などの負荷が発生することはない。これは、活性層の厚みや組成が異なることにより利得波長が異なることを利用するものである。

40

【0006】

従来、(1)のように導波方向に厚み分布および組成分布を持たせる方法としては、活性層成膜前にSiO₂やSiNなどの絶縁膜で選択成長マスクを作製し、その選択成長マスクを用いて活性層を選択成長させる方法が用いられる。具体的には、積層面上に2つのストライプ状のSiO₂マスクを互いに一定間隔を開けて平行に形成し、且つマスク幅を変えることでマスクに挟まれた領域に成長した活性層の膜厚・組成を共振器軸方向に変化させる方法が知られている。

50

【特許文献1】特開平6 - 196809号公報

【非特許文献1】Ching-Fuh Lin and Bor-Lin Lee著、アプライド・フィジックス・レターズ(Applied Physics Letters)1997年発行71巻12号1598頁

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記(1)の方法を用いて作製した、導波方向に異なる利得波長の光を生じる構造を備えたSLDは通常の単一の利得波長の光のみを生じる構造のSLDと比較して広い帯域のスペクトル分布を得ることができる。

【0008】

一方、この方法はマスク部分表面の原料が活性層やその他のマスク外へマイグレーションすることを利用したものであるため、さらなる広帯域化を行うためには、マスク幅の変化量を大きくする必要がある。マスク幅の変化量を大きくするためには、全体としてのマスク面積を大きくする必要があるが、一般的にMOCVDの選択成長において、マスク面積が大きくなると、選択成長後のエッチング工程などによって除去することができない多結晶がマスク面上に析出しやすくなるという問題があり、マスク面積が制限される。従って、素子の広帯域化にも限界があった。

【0009】

本発明は上記事情に鑑みて、SLDなどの半導体発光素子において、利得波長の広帯域化を図ることができる新規な構造の半導体発光素子およびその製造方法を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の半導体発光素子は、基板上に、下部クラッド層、活性層および上部クラッド層を含む複数の半導体層が積層されてなり、利得導波型および/または屈折率導波型の光導波路を有する半導体発光素子において、

前記複数の半導体層のうち、前記活性層よりも基板側の半導体層の積層面に凹部が形成されており、

該積層面より上に前記活性層および該活性層より上の層が積層されており、

前記光導波路が、前記凹部の少なくとも一部と平面視上で重なるように配置されていることを特徴とするものである。

【0011】

凹部の形状はいかなる形状であってもよいが、前記積層面には凹部が形成されることにより基板と平行な面と異なる面方位の面が露出され、その異なる面方位の面が露出して複数の異なる面方位の面を有する積層面上に、該積層面を有する半導体層より上層の半導体層が積層されているものとする。なお、凹部はエッチングにより形成されたものであることが望ましい。

【0012】

凹部がストライプ状である場合、光導波路が凹部と前記平面視上で交差する方向に延びるように配置されていてもよいし、光導波路と凹部とが同一方向に延びるように配置されていてもよい。

【0013】

本発明の半導体発光素子は、スーパーluminescentダイオードとして用いてもよいし、光増幅器として用いてもよい。

【0014】

本発明の半導体発光素子の製造方法は、基板上に、下部クラッド層、活性層および上部クラッド層を含む複数の半導体層が積層されてなり、利得導波型および/または屈折率導波型の光導波路を有する半導体発光素子の製造方法であって、

前記基板上に、前記複数の半導体層のうち前記活性層より下層の半導体層を積層し、

該半導体層の積層面に凹部を形成し、

10

20

30

40

50

該凹部が形成された前記積層面より上に、前記活性層および該活性層より上の層を積層すると共に、前記凹部の少なくとも一部と平面視上で重なりを有するように前記光導波路を形成することを特徴とする。

【0015】

なおここで、凹部は積層面に基板と平行な面とは異なる面方位の面を露出するために形成されるものであり、形状はいかなるものであってもよい。凹部の形成には例えば、エッチング法を用いることができる。また、選択成長法を用いて凹部を形成してもよい。

【発明の効果】

【0016】

本発明の半導体発光素子は、活性層よりも基板側の半導体層の積層面に凹部が形成されて、該凹部が形成されて積層面に異なる面方位が露出した上に活性層などの他の層が積層されているので、該積層面より上の層の厚みは凹部に沿った領域と、他の領域とで異なる厚みで成長したものとなっており、光導波路が凹部の少なくとも一部と平面視上で重なるように配置されているので、光導波路内の活性層の厚みも凹部と重なる部分と他の部分とで異なるものとなっている。従って、活性層の厚みの変化により、利得波長に幅が生じるために広帯域化された光出力を得ることができる。

10

【0017】

本発明の半導体発光素子は広帯域な光出力を得ることができるので、スーパーluminescentダイオードとして、OTDRなどの光計測の光源に好適に用いることができる。

【0018】

20

本発明の半導体発光素子の製造方法によれば、積層面に凹部を形成することにより、積層面に異なる面方位となる面を露出させることができ、面方位が異なると、その上に成長される半導体層の成長レートが異なることから、該積層面より上に積層させる活性層はその凹部に沿った領域と、他の領域とで異なる厚みで成長されたものとなる。光導波路をこの凹部の一部と平面視上で重なりを有するように形成するので、その光導波路内の活性層の厚みを、凹部と重なる部分と他の部分とで異なるものとすることができる。活性層の厚みが増加すると利得波長が変化することから本製造方法で製造された半導体発光素子は活性層の厚み変化による利得波長の幅を有し、広帯域な光出力を得ることができるものとなる。

【0019】

30

活性層の厚みに変化を持たせる方法として従来のような選択成長マスクを用いないのでマスク上に多結晶が析出するという問題も生じることなく、広帯域化を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、本発明の実施の形態について説明する。

【0021】

図1は、本発明の第1の実施形態の半導体発光素子の断面図であり、図2は図1に示した半導体発光素子中の凹部と光導波路との関係を模式的に表した平面図である。

【0022】

40

本実施形態の半導体発光素子は、基板1上に、下部クラッド層3、活性層5および上部クラッド層7、9を含む複数の半導体層が積層されてなり、メサストライプ型リッジ構造25による光導波路を有する半導体発光素子である。複数の半導体層のうち、活性層5よりも基板1側の下部クラッド層3の積層面に凹部20が形成されており、該積層面より上に活性層5および該活性層5より上の層が積層されており、光導波路27が、凹部20の少なくとも一部と平面視上で重なるように配置されている。なお、光導波路27はメサストライプ型リッジ構造25により規定されるものであり、メサストライプの平面視上における形状および配置は光導波路27とほぼ一致している。

【0023】

なお、本素子は図2に示すように光導波路が端面18,19の法線方向に傾きを有するよう

50

に配置されており、両端面18、19にAR膜コーティングを施されているので共振器構造は形成されずSLDとして発光する。

【0024】

図3A～3Eは図1および図2に示す半導体発光素子の製造工程を示す斜視図である。本実施形態の半導体発光素子は、赤外発光を示すSLDである。図3A～3Eを参照して半導体発光素子の具体的な層構成および作製方法を説明する。

【0025】

半導体層の積層は、有機金属気相成長(MOCVD)法を用いて結晶成長を行う。原料にはTEG(トリエチルガリウム)、TMA(トリメチルアルミニウム)、TMI(トリメチルインジウム)、AsH₃(アルシン)、PH₃(ホスフィン)、ドーパントとしてSiH₄(シラン)、DEZ(ジエチル亜鉛)を用いる。

10

【0026】

n型GaAs基板1の(100)面上に、MOCVD法により成長温度600～700℃、成長圧10.3kPaの条件下にてn型GaAsバッファ層(0.2μm厚、キャリア濃度 $5.0 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$)2、n型In_{0.49}Ga_{0.51}P下部クラッド層(2.0μm厚、キャリア濃度 $5.0 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$)3を成長する(図3A参照)。

【0027】

下部クラッド層3の積層面上に、リソグラフィプロセスにより、幅5μmのストライプ状開口部を端面の法線方向に作製し、図3Bに示すように下部クラッド層3をストライプ状に100nmエッチングしてストライプ状の凹部20を形成する。

20

【0028】

レジストを除去した後に、MOCVD法によりノンドーパGaAs下部光ガイド層(0.034nm厚)4、InGaAs多重量子井戸活性層(1.1μm厚)5、ノンドーパGaAs上部光ガイド層(0.034nm厚)6、p型In_{0.49}Ga_{0.51}P上部第1クラッド層(0.2μm厚、キャリア濃度 $7.0 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$)7、p型GaAsエッチングストップ層(100nm厚、キャリア濃度 $7.0 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$)8、p型In_{0.49}Ga_{0.51}P上部第2クラッド層(0.5μm厚、キャリア濃度 $7.0 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$)9およびp型GaAsキャップ層(0.2μm厚、キャリア濃度 $7.0 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$)10を順に積層配置する(図3C参照)。

【0029】

キャップ層10の上に誘電体マスクとなるSiO₂選択成長マスクを形成(図示せず)してp-GaAsキャップ層10、p型In_{0.49}Ga_{0.51}P上部第2クラッド層9をエッチングして、メサストライプ状のリッジ構造25を形成する(図3D参照)。ここでメサストライプ状リッジ構造25により形成される光導波路は光出射端面18、19に対して傾きを有するようにし、かつ下部クラッド層3に作製したストライプ状の凹部20と7°の角度をなすようにして交差させる。

30

【0030】

その後SiO₂マスクを用いた選択成長法により、p-GaAsエッチングストップ層8の上、メサストライプ状リッジ25を除く領域にn-In_{0.49}(Al_{0.12}Ga_{0.88})_{0.51}P電流ブロック層(0.5μm厚、キャリア濃度 $1.0 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$)11を3回目の結晶成長により形成する。さらに、SiO₂マスクを除去した後に、メサストライプ状リッジ25および電流ブロック層11の全面に対してp型Al_{0.58}Ga_{0.42}As上部第3クラッド層(1.3μm厚、キャリア濃度 $7.0 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$)12、p-GaAsコンタクト層(2.0μm厚、キャリア濃度 $1.0 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$)13を4回目の結晶成長により形成する(図3E参照)。

40

【0031】

その後全体の厚みが100μm程度になるまで基板の研磨を行い、最後にn側電極14を基板裏面に、p側電極15をコンタクト層13上に蒸着および熱処理により形成する。このウエハから端面18、19間長さ0.50～2.0mm程度のSLDパッドを劈開により切り出し、端面18、19に素子の発光波長に対して0.5%以下の反射率のAR膜コーティングを行う。その後劈開によりチップ化を行いSLD素子が形成される。チップは、放熱効果を高めるため発光部のあるpn接合部を下にしてヒートシンクに実装を行うことが望ましい。

50

【0032】

一般に、薄膜を結晶成長させる場合、積層面の結晶の面方位によって異なる成長レートで成長することが知られている。従って、上記のような凹部上に結晶成長させる場合、凹部の基板に平行な(100)面(図3B中符号21で示す面)上とエッチングによって生じた傾斜面(図3B中符号22で示す面)上とでは成長レートが異なるため同一結晶成長時間で成長させた場合にそれぞれの面上に成長する膜の膜厚が異なる。例えば、活性層のInGaAsのIn組成の割合が5%のとき、成長温度750で、基板に平行な(100)面と斜面(011)の成長レートの比は8:5である。従って、活性層の膜厚を(100)面に成長される結晶で80に設定した場合、斜面では50になる。したがって、光導波路が凹部と交差するように形成されている場合、その光導波路中の活性層は厚みが50-80の間で変化した部分を含むこととなる。

10

【0033】

さて一方、図4は、InGaAsのIn組成の割合毎(0%、5%、10%、20%、30%、40%、50%)の活性層の厚みと利得波長(遷移波長)との関係を示すものである。図4に示すように、活性層の厚みが変わると利得波長が変化する。上述のように、InGaAsのIn組成の割合が5%で活性層厚が50-80で変化している素子では、利得波長が約30nmの幅で変化するため、活性層厚が一定である素子と比較して広帯域なスペクトルが得られる。

【0034】

なお、Inの組成を大きくしていった場合は、In組成の面方位依存性が存在し、異なる面方位の面に成長させることにより組成比も変化すると思われる、さらなる広帯域化が期待できる。また、成長温度を変えると(100)面と斜面の成長レートの比が変化する場合もあるため、成長温度によって、帯域を広げること可能である。

20

【0035】

なお、それぞれの組成における成長温度と、各面方位における成長レートなどは材料によって異なるため、成長温度と各面方位毎の成長レート(あるいは成長レートの比)が未知である場合には、予めそれらを調べた上で組成、活性層厚と波長との関係と照らし合わせ、所望の波長幅を得ることができる活性層厚幅を求めて成長時の温度、時間などを設定する必要がある。

【0036】

上記実施形態において光ガイド層の材料組成および層厚、電流ブロック層の材料組成および層厚、クラッド層の材料組成および層厚は発光波長が単一モードで発光する条件の1例を示したものであり、本発明は前述の材料組成、層厚に限定されるものではない。またここでは屈折率導波型と利得導波型を組み合わせた埋込型リッジストライプ構造による光導波路を備えたSLD素子を挙げたが、屈折率導波型の内部ストライプ構造によるものなど他の構造による光導波路を備えた素子であってもよい。

30

【0037】

また、上記実施形態においては、活性層より基板側の半導体層の積層面に設けられる凹部として1本のストライプ状凹部を形成するものとしたが、凹部は、基板に平行な面とは異なる面方位の面を露出させるために設けるものであり、その形状はストライプ形状である必要はなく任意の形状とすることができ、凹部の数は単数であっても複数であってもよい。また、ストライプ状凹部の場合も1本に限らず複数本であってもよい。さらには、テーパ状に幅が変化する凹部であってもよい。なお、光導波路に垂直な複数のストライプ状凹部を設ける場合、周期的なストライプ状凹部により共振器構造が形成されることを避けるため、ストライプ状凹部の形成周期が発光スペクトル波長の1/2波長の整数倍にならないように設定する必要があり、光導波路に垂直な周期的なストライプ状凹部は形成しないことが望ましい。

40

【0038】

なお、導波路を形成するリッジと凹部の関係を任意に設定することで、任意のスペクトル形状を得ることができる。例えば、長波長側のスペクトル強度の大きなスペクトル形状を得たい場合、該長波長の光を発光する領域(例えば活性層厚み80の領域)と重なる面

50

積が大きくなるように、凹部もしくはメサストライブリッジに曲率を持たせ、長波長領域の重なり部が短波長領域の重なり部に対して大きくなるような構造にすればよい。

【0039】

また、上記実施形態においては、凹部を下部クラッド層の上面に形成するものとしたが、活性層よりも基板側の層であればどの層でもよい。例えば、バッファ層の上面あるいは、下部クラッド層を2層構造とし、基板側の下部クラッド層の上面に凹部を設けてもよい。

【0040】

以下、凹部と光導波路との配置が異なる他の例について説明する。層構成および製造方法は上述の実施形態と同様のものを採用することができる。図5から図7は第2から第4の実施形態の半導体発光素子の平面図であり、素子内部に形成されている凹部と光導波路がそれぞれ破線で示されている。

10

【0041】

図5に示す第2の実施形態の半導体発光素子は、素子の前方端面18から後方端面19に向けて幅が徐々に広がったテーパ状の凹部31を備え、光導波路32が後方側で凹部31と重なるように配置されているものである。

【0042】

図6に示す第3の実施形態の半導体発光素子は、素子の端面18、19に平行な方向に延びるストライプ状の凹部34と、端面の法線方向に延び、凹部34と直交するように配置された光導波路35とを備えている。

20

【0043】

図7に示す第4の実施形態の半導体発光素子は、素子の端面18、19の法線方向に延びるストライプ状の凹部36と該凹部36の幅より広い幅を有し、該凹部36と平行に配置された光導波路37とを備えている。なお、図7の半導体発光素子のように、光導波路37が凹部36の全域と重なる場合には、凹部36の幅は光導波路37の幅と同程度以下であることが望ましい。

【0044】

いずれの実施形態の素子についても光導波路が凹部と平面視上で重なるように形成されて、光導波路内の活性層の層厚が部分的に変化していることから、利得波長に幅が生じ、広帯域なスペクトルの光出力を得ることができる。従って、光計測のための装置の光源として好適に用いることができる。

30

【0045】

なお、上記各実施形態の半導体発光素子はSLDとしてのみならず光増幅器として用いることもできる。

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】本発明の一実施形態の半導体発光素子の断面図

【図2】図1に示す半導体発光素子中の凹部と光導波路を模式的に表した平面図

【図3A】半導体発光素子の製造工程を示す斜視図(その1)

【図3B】半導体発光素子の製造工程を示す斜視図(その2)

40

【図3C】半導体発光素子の製造工程を示す斜視図(その3)

【図3D】半導体発光素子の製造工程を示す斜視図(その4)

【図3E】半導体発光素子の製造工程を示す斜視図(その5)

【図4】InGaAs活性層の厚みと利得波長(遷移波長)との関係を示す図

【図5】第2の実施形態の半導体発光素子中の凹部と光導波路を模式的に表した平面図

【図6】第3の実施形態の半導体発光素子中の凹部と光導波路を模式的に表した平面図

【図7】第4の実施形態の半導体発光素子中の凹部と光導波路を模式的に表した平面図

【符号の説明】

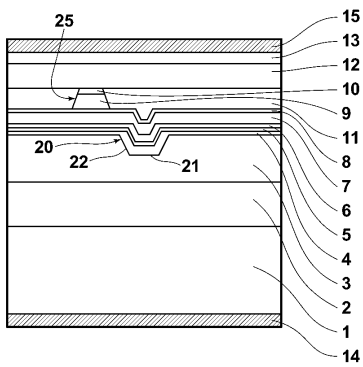
【0047】

1 n型GaAs基板

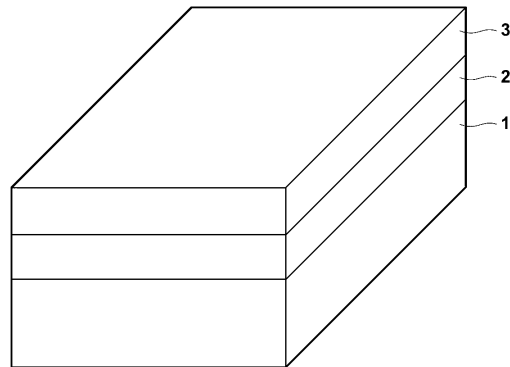
50

- 2 n型GaAsバッファ層
- 3 n型 $\text{In}_{0.49}\text{Ga}_{0.51}\text{P}$ 下部クラッド層
- 4 ノンドープGaAs下部光ガイド層
- 5 InGaAs多重量子井戸活性層
- 6 ノンドープGaAs上部光ガイド層
- 7 p型 $\text{In}_{0.49}\text{Ga}_{0.51}\text{P}$ 上部第1クラッド層
- 8 p型GaAsエッチングストップ層
- 9 p型 $\text{In}_{0.49}\text{Ga}_{0.51}\text{P}$ 上部第2クラッド層
- 10 p型GaAsキャップ層
- 11 n- $\text{In}_{0.49}(\text{Al}_{0.12}\text{Ga}_{0.88})_{0.51}\text{P}$ 電流ブロック層
- 12 p型 $\text{Al}_{0.58}\text{Ga}_{0.42}\text{As}$ 上部第3クラッド層
- 13 p-GaAsコンタクト層
- 14 n側電極
- 15 p側電極
- 18、19 端面
- 20 凹部
- 25 メサストライプ状リッジ

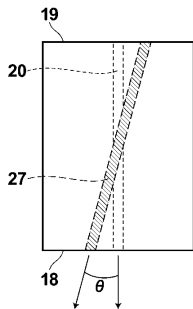
【図1】



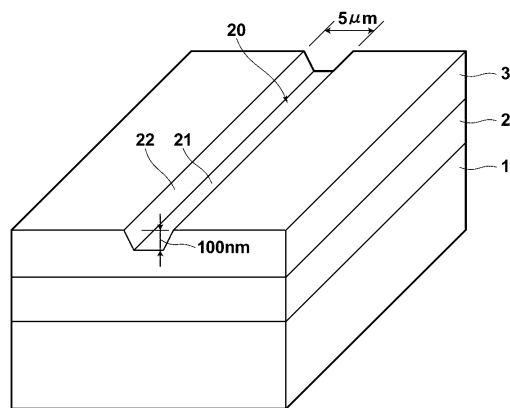
【図3A】



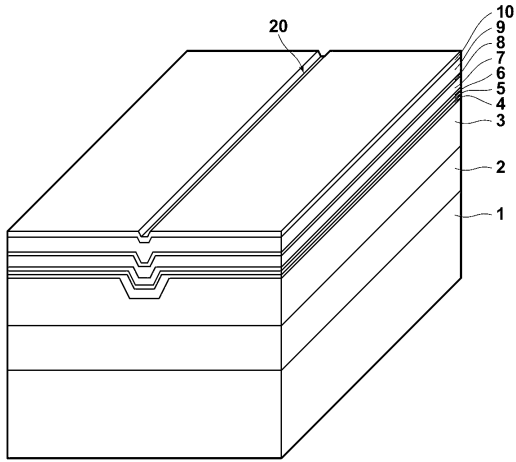
【図2】



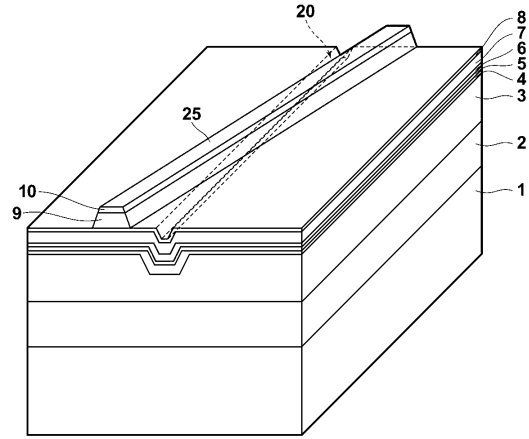
【図3B】



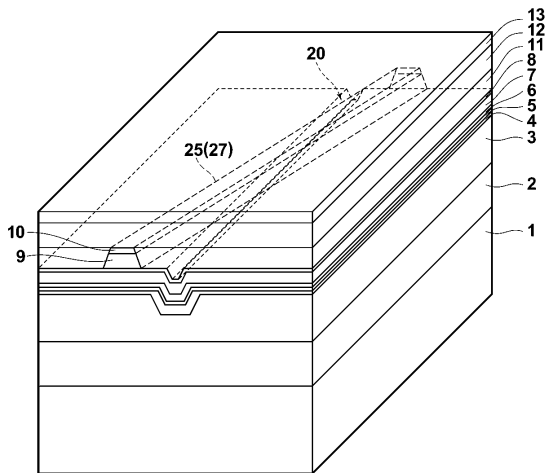
【図3C】



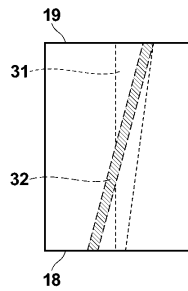
【図3D】



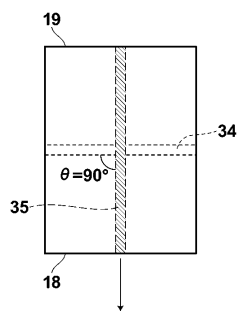
【図3E】



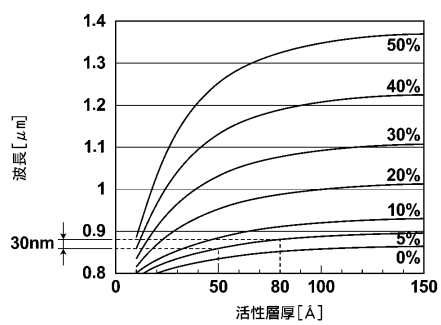
【図5】



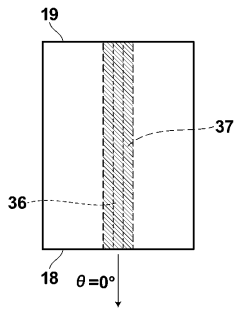
【図6】



【図4】



【 7 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平03-163891(JP,A)
特開平04-373182(JP,A)
特開平02-246181(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L	33/00	-	33/64
H01S	5/00	-	5/50