

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5872790号
(P5872790)

(45) 発行日 平成28年3月1日(2016.3.1)

(24) 登録日 平成28年1月22日(2016.1.22)

(51) Int.Cl.

H01S 5/22 (2006.01)

F 1

H01S 5/22

請求項の数 5 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2011-100480 (P2011-100480)
 (22) 出願日 平成23年4月28日 (2011.4.28)
 (65) 公開番号 特開2012-234862 (P2012-234862A)
 (43) 公開日 平成24年11月29日 (2012.11.29)
 審査請求日 平成26年3月17日 (2014.3.17)

(73) 特許権者 514278625
 ウシオオプトセミコンダクター株式会社
 東京都千代田区大手町二丁目6番1号
 (74) 代理人 110000154
 特許業務法人はるか国際特許事務所
 (72) 発明者 萩元 将人
 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地
 日本オプネクスト株式会社内
 (72) 発明者 深井 春紀
 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地
 日本オプネクスト株式会社内
 (72) 発明者 反町 進
 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地
 日本オプネクスト株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】半導体レーザ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体基板の主面上に少なくともn型クラッド層、活性層、p型第1クラッド層およびp型第2クラッド層が積層され、前記p型第2クラッド層の一部に凸形の断面形状を有するストライプ状のリッジ部が形成された半導体レーザ装置であって、

前記リッジ部の両側壁、および前記リッジ部の両側の前記p型第2クラッド層の上面には、第1パッシベーション膜が形成されており、

前記リッジ部の側壁上部を除く前記リッジ部の側壁下部、および前記リッジ部の側壁近傍の前記p型第2クラッド層の上面には、前記第1パッシベーション膜の少なくとも一部を覆うように第2パッシベーション膜が形成され、

前記第2パッシベーション膜のうち前記リッジ部の側壁近傍に設けられる部分は、前記p型第2クラッド層の積層方向に厚みを有することを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 2】

前記第1パッシベーション膜の膜厚は100nm以下であり、前記リッジ部の側壁底部における前記第1および第2パッシベーション膜の合計の膜厚は、150nm~600nmであることを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ装置。

【請求項 3】

前記第1パッシベーション膜は第1絶縁膜からなり、前記第2パッシベーション膜は、前記第1パッシベーション膜とはエッチング選択比が異なる第2絶縁膜からなることを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ装置。

【請求項 4】

半導体基板の主面上に少なくともn型クラッド層、活性層、p型第1クラッド層およびp型第2クラッド層が積層され、前記p型第2クラッド層の一部に凸形の断面形状を有するストライプ状のリッジ部が形成された半導体レーザ装置であって、

前記リッジ部の両側壁、および前記リッジ部の両側の前記p型第2クラッド層の上面には、第1パッシベーション膜が形成されており、

前記リッジ部の側壁下部、および前記リッジ部の側壁近傍の前記p型第2クラッド層の上面には、前記第1パッシベーション膜を覆うように第2パッシベーション膜が形成され、

前記第1パッシベーション膜と前記第2パッシベーション膜は、同一の絶縁材料からなることを特徴とする半導体レーザ装置。 10

【請求項 5】

半導体基板の主面上に少なくともn型クラッド層、活性層、p型第1クラッド層およびp型第2クラッド層が積層され、前記p型第2クラッド層の一部に凸形の断面形状を有するストライプ状のリッジ部が形成された半導体レーザ装置であって、

前記リッジ部の両側壁、および前記リッジ部の両側の前記p型第2クラッド層の上面には、第1パッシベーション膜が形成されており、

前記リッジ部の側壁下部、および前記リッジ部の側壁近傍の前記p型第2クラッド層の上面には、前記第1パッシベーション膜を覆うように第2パッシベーション膜が形成され、 20

前記第1パッシベーション膜は第1絶縁膜からなり、前記第2パッシベーション膜は、第1導電膜からなることを特徴とする半導体レーザ装置。

【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し、特に、半導体レーザ装置の高温・高出力特性の改善に適用して有効な技術に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

特許文献1（特開2009-212521号公報、実施形態2、図5B）は、リッジ導波路を有する窒化ガリウム系半導体レーザにおいて、良好な光閉じ込めと良好な放熱特性とを両立させるために、リッジ部の両側壁およびリッジ部の両側の平坦部（エッチングされた領域）を熱伝導率の高い第1の絶縁膜（例えば窒化アルミニウム）で覆うと共に、リッジ部の側壁の一部（下部）を屈折率の低い第2の絶縁膜（例えば酸化シリコン膜）で覆う技術を開示している。 30

【0003】

特許文献2（特開2009-295761号公報）は、リッジストライプの出射端面の近傍において、リッジ部の側壁および上面と、リッジ部の側壁近傍のp型クラッド層上面とをGaN基板との屈折率差が大きい第1誘電体膜（例えば酸化シリコン膜）で覆うと共に、リッジ部上面以外の第1誘電体膜上に第2誘電体膜（例えば酸化ジルコニア）を積層することにより、低アスペクト比や低端面破壊レベルを維持しながら、FFP（Far Field Pattern:遠視野像）形状の乱れの抑制やキンクレベルの向上を図る技術を開示している。 40

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献1】特開2009-212521号公報

【特許文献2】特開2009-295761号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】**

10

20

30

40

50

【0005】

近年、赤色半導体レーザは、小型プロジェクタ用赤色光源などへの応用が進められている。赤色半導体レーザをプロジェクタ用光源として用いる場合には、プロジェクタの高輝度化に対応した高出力動作、あるいは短波長化による視感度の向上が要求される。また、赤色半導体レーザに対しては、従来より携帯機器用途や車載用途に向けた高温動作対応の要求もある。

【0006】

しかしながら、半導体レーザは、高温・高出力動作時に活性層近傍の温度が上昇し、活性層からp型クラッド層への電子のオーバーフローの影響が顕著になることから、良好な高温・高出力特性を実現することが困難であるという課題がある。

10

【0007】

高温・高出力動作時に活性層近傍の温度上昇が大きくなる一因として、凸状のリッジ部の側壁を覆っているパッシベーション膜の熱伝導率が低いため、リッジ部からの放熱が良好になされないことが挙げられる。そして、このような放熱特性の悪化は、キンクレベル（光出力・動作電流特性における非直線性）の低下、信頼性の低下を引き起こす要因となる。

【0008】

他方、リッジ部からの放熱性を改善するために、リッジ部の側壁を覆っているパッシベーション膜の膜厚を薄くすると、電極に光が吸収されるため、スロープ効率（=しきい値以上の電流における[光出力の増加量 / 電流の増加量]）が低下して高出力動作が困難になるという問題が発生する。従って、従来の半導体レーザは、高い放熱性と高いスロープ効率を両立させることが困難である。

20

【0009】

また、半導体レーザ装置の高温・高出力特性を改善する一般的な方法として、レーザ素子のサイズを大きくする方法がある。しかし、レーザ素子のサイズを大きくすると、1枚のウエハから取得されるチップ数が減少し、コストの増加を引き起こす。また、レーザ素子のサイズを大きくすると、消費電力が増加するという不具合も生じる。

【0010】

本発明の目的は、半導体レーザ装置の高温・高出力特性を改善する技術を提供することにある。

30

【0011】

本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

【課題を解決するための手段】**【0012】**

本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、次のとおりである。

【0013】

本願発明の好ましい一態様は、半導体基板の主面上に少なくともn型クラッド層、活性層、p型第1クラッド層およびp型第2クラッド層が積層され、前記p型第2クラッド層の一部に凸形の断面形状を有するストライプ状のリッジ部が形成された半導体レーザ装置であって、前記リッジ部の両側壁、および前記リッジ部の両側の前記p型第2クラッド層の上面には、第1パッシベーション膜が形成されており、前記リッジ部の側壁下部、および前記リッジ部の側壁近傍の前記p型第2クラッド層の上面には、前記第1パッシベーション膜を覆うように第2パッシベーション膜が形成されているものである。

40

【発明の効果】**【0014】**

本願において開示される発明のうち、代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば以下のとおりである。

【0015】

50

高い放熱性と高いスロープ効率を両立させることができるので、半導体レーザ装置の高温・高出力特性を改善することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の実施の形態1である半導体レーザ装置の主要部の構成を示す断面図である。

【図2】本発明の実施の形態1である半導体レーザ装置の製造方法を示す断面図である。

【図3】図2に続く半導体レーザ装置の製造方法を示す断面図である。

【図4】図3に続く半導体レーザ装置の製造方法を示す断面図である。

【図5】図4に続く半導体レーザ装置の製造方法を示す断面図である。

10

【図6】図5に続く半導体レーザ装置の製造方法を示す断面図である。

【図7】図6に続く半導体レーザ装置の製造方法を示す断面図である。

【図8】図7に続く半導体レーザ装置の製造方法を示す断面図である。

【図9】図8に続く半導体レーザ装置の製造方法を示す断面図である。

【図10】図9に続く半導体レーザ装置の製造方法を示す断面図である。

【図11】図10に続く半導体レーザ装置の製造方法を示す断面図である。

【図12】本発明の他の実施の形態である半導体レーザ装置の主要部の構成を示す断面図である。

【図13】本発明の他の実施の形態である半導体レーザ装置の主要部の構成を示す断面図である。

20

【図14】本発明の他の実施の形態である半導体レーザ装置の主要部の構成を示す断面図である。

【図15】本発明の他の実施の形態である半導体レーザ装置の主要部の構成を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、実施の形態を説明するための全図において、同一の部材には原則として同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。また、以下の実施の形態では、特に必要なときを除き、同一または同様な部分の説明を原則として繰り返さない。

30

【0018】

(実施の形態1)

本実施の形態は、635 nmの発振波長を有する赤色半導体レーザ装置に適用したものであり、図1は、この半導体レーザ装置の主要部の構成を示す断面図である。

【0019】

例えばGaAsからなる基板1の主面上には、下層から順にn型クラッド層2、活性層3、p型第1クラッド層4およびp型第2クラッド層5が積層されている。また、p型第2クラッド層5の一部には凸形の断面形状を有し、図1の紙面に垂直な方向に沿ってストライプ状に延在するリッジ部(リッジ導波路)5Aが形成されており、このリッジ部5Aの上面にはp型コンタクト層6が形成されている。

40

【0020】

これらの半導体層のうち、n型クラッド層2は、例えばAlGaInPで構成されており、活性層3は、例えばノンドープAlGaInPからなる障壁層とノンドープGaInPからなる井戸層とを交互に5層程度積層した多重量子井戸(Multi Quantum Well: MQW)構造で構成されている。また、p型第1クラッド層4は、例えばAlGaInPで構成されており、リッジ部5Aが形成されたp型第2クラッド層5は、例えばAlGaInP層で構成されている。さらに、p型コンタクト層6は、例えばGaAsで構成されている。そして、これらの半導体層と基板1とを合わせた合計の厚さは、例えば70~130 μmである。

【0021】

50

上記リッジ部 5 A の両側壁およびリッジ部 5 A の両側の平坦部 (p 型第 2 クラッド層 5 の上面) には、例えば酸化シリコンからなる第 1 パッシベーション膜 8 が形成されている。この第 1 パッシベーション膜 8 は、動作時に活性層 3 の近傍で発生する熱をリッジ部 5 A から良好に放熱させるために、 100 nm 以下の薄い膜厚で形成されている。

【 0022 】

また、上記リッジ部 5 A の側壁下部から、リッジ部 5 A の側壁近傍の p 型第 2 クラッド層 5 の上面に亘り、上記第 1 パッシベーション膜 8 を覆うように第 2 パッシベーション膜 9 が連続的に形成されている。すなわち、リッジ部 5 A の側壁上部は、薄いパッシベーション膜 (第 1 パッシベーション膜 8) で覆われているのに対し、リッジ部 5 A の側壁の下部と、リッジ部 5 A に隣接する p 型第 2 クラッド層 5 の上面は、厚いパッシベーション膜 (第 1 パッシベーション膜 8 および第 2 パッシベーション膜 9) で覆われている。
10

【 0023 】

上記第 2 パッシベーション膜 9 は、例えば窒化シリコン膜や酸化シリコン膜のように、第 1 パッシベーション膜 8 を構成する酸化シリコン膜とはエッチング選択比が異なる絶縁膜によって構成されている。また、リッジ部 5 A の側壁底部における 2 層のパッシベーション膜 (第 1 パッシベーション膜 8 および第 2 パッシベーション膜 9) の合計の膜厚 (図 1 に示す p 型第 2 クラッド層 6 の表面から = 45 ° 方向の膜厚) は、 150 nm ~ 600 nm である。

【 0024 】

リッジ部 5 A の側壁底部におけるパッシベーション膜の膜厚が 150 nm 未満になると、電極に光が吸収されるため、スロープ効率が低下して高出力動作が困難になる。他方、リッジ部 5 A の側壁底部におけるパッシベーション膜の膜厚が 600 nm を超えると、リッジ部 5 A からの放熱特性が悪化し、キンクレベルが低下する。従って、リッジ部 5 A の側壁底部におけるパッシベーション膜 (第 1 パッシベーション膜 8 および第 2 パッシベーション膜 9) の合計の膜厚は、 150 nm ~ 600 nm の範囲とすることが望ましい。
20

【 0025 】

p 型コンタクト層 6 の上部には p 型電極 10 が形成されており、基板 1 の裏面には n 型電極 11 が形成されている。p 型電極 10 および n 型電極 11 は、例えば Ti 膜の上部に Pt 膜および Au 膜を順次積層した金属膜からなる。

【 0026 】

次に、図 2 ~ 図 12 を参照しながら、本実施の形態の半導体レーザ装置の製造方法の一例を説明する。
30

【 0027 】

まず、図 2 に示すように、MOCVD 法 (Metal Organic Chemical Vapor Deposition : 有機金属成長法) を用いて基板 1 の主面上に n 型クラッド層 2 、活性層 3 、 p 型第 1 クラッド層 4 、 p 型第 2 クラッド層 5 および p 型コンタクト層 6 を順次堆積した後、 CVD 法を用いて続いて p 型コンタクト層 6 の上部に酸化シリコン膜 12 を堆積する。

【 0028 】

次に、図 3 に示すように、図示しないフォトレジスト膜をマスクにしたドライエッチングで酸化シリコン膜 10 の一部を除去した後、酸化シリコン膜 12 の上部のフォトレジスト膜をアッティングにより除去する。
40

【 0029 】

次に、図 4 に示すように、酸化シリコン膜 12 をマスクにしたウェットエッチングで p 型コンタクト層 6 と p 型第 2 クラッド層 5 の一部とを除去することにより、 p 型第 2 クラッド層 5 にリッジ部 5 A を形成する。

【 0030 】

次に、フッ酸 (HF) 系エッチング液を用いたウェットエッチングで酸化シリコン膜 12 を除去した後、図 5 に示すように、 CVD 法を用いて基板 1 の主面上に酸化シリコンからなる第 1 パッシベーション膜 8 および窒化シリコン膜 (または酸化シリコン膜) からなる第 2 パッシベーション膜 9 を順次堆積する。前述したように、第 1 パッシベーション膜
50

8は、100nm以下の薄い膜厚で堆積する。

【0031】

次に、図6に示すように、基板1の主面上にフォトレジスト膜13を塗布した後、その一部を選択的に露光・現像することにより、フォトレジスト膜13の上面をリッジ部5Aの上部に堆積された第2パッシベーション膜9の上面よりも下方に後退させる。

【0032】

次に、図7に示すように、フォトレジスト膜13をマスクにしたドライエッチングでリッジ部5Aの上部と側壁上部の第2パッシベーション膜9を除去する。

【0033】

次に、図8に示すように、フォトレジスト膜13をマスクにしたドライエッチングでリッジ部5Aの上部の第1パッシベーション膜8を除去し、p型コンタクト層6の表面を露出させる。
10

【0034】

次に、フォトレジスト膜13を除去した後、図9に示すように、基板1の主面上にフォトレジスト膜14を塗布し、その一部を選択的に露光・現像することにより、リッジ部5Aの上部およびリッジ部5Aの側壁近傍の上部にフォトレジスト膜14を残す。

【0035】

次に、図10に示すように、フォトレジスト膜14をマスクにしたドライエッチングで第2パッシベーション膜9の一部を除去し、リッジ部5Aの側壁下部およびリッジ部5Aの側壁近傍に第2パッシベーション膜9を残す。
20

【0036】

次に、フォトレジスト膜14を除去した後、図11に示すように、真空蒸着法を用いて基板1の主面上にTi膜、Pt膜およびAu膜を順次堆積し、続いてこれらの金属膜をエッチングすることによって、p型コンタクト層6の上部にp型電極10を形成する。

【0037】

次に、基板1の裏面を研削して基板1の厚さを100μm程度まで薄くした後、真空蒸着法を用いて基板1の裏面にTi膜、Pt膜およびAu膜を順次堆積し、続いてこれらの金属膜をエッチングすることによって、n型電極11を形成する。これにより、図1に示す本実施の形態の半導体レーザ装置が完成する。

【0038】

本実施の形態によれば、高い放熱性と高いスロープ効率を両立させることが可能となるので、半導体レーザ装置の高温・高出力特性を改善することができる。
30

【0039】

(実施の形態2)

前記実施の形態1では、リッジ部5Aの側壁下部およびリッジ部5Aの側壁近傍に第2パッシベーション膜9を形成したが、例えば図12に示すように、リッジ部5Aの両側のp型第2クラッド層5の上面全体に第2パッシベーション膜9を形成してもよい。このような形状の第2パッシベーション膜9は、前記実施の形態1の図9および図10に示す工程を省略することによって形成することができる。

【0040】

また、図13に示すように、前記実施の形態1の図7に示す工程でリッジ部5Aの上部と側壁上部の第2パッシベーション膜9を除去する際、リッジ部5Aの側壁下部に残す第2パッシベーション膜9の膜厚を、p型第2クラッド層5の上面に形成された第2パッシベーション膜9の膜厚と同程度にしてもよい。この場合も、図14に示すように、リッジ部5Aの両側のp型第2クラッド層5の上面全体に第2パッシベーション膜9を形成してもよい。
40

【0041】

また、前記実施の形態1では、第1パッシベーション膜8を酸化シリコン膜で構成し、第2パッシベーション膜9を窒化シリコン膜（または酸化シリコン膜）で構成したが、第1パッシベーション膜8および第2パッシベーション膜9の材料はこれらに限定されるも
50

のではない。

【0042】

例えば図15に示すように、基板1の主面上にスピンドルコート法でポリイミド樹脂を塗布した後、このポリイミド樹脂をウェットエッチングすることによって、リッジ部5Aの側壁下部およびリッジ部5Aの側壁近傍に第2パッシベーション膜9を形成することができる。この方法によれば、前記実施の形態1に比べて製造工程を大幅に短縮することができる。

【0043】

また、第1パッシベーション膜8および第2パッシベーション膜9は、同一の絶縁材料で構成することもできる。この場合は、第1パッシベーション膜8と第2パッシベーション膜9を異なる成膜方法で堆積し、エッチング選択比を変えることにより、前記実施の形態1と同様の製造方法を適用することが好ましい。また、一層の絶縁材料を第1パッシベーション膜8および第2パッシベーション膜9の合計の膜厚に相当する厚さに連続して形成した後、フォトリソグラフィプロセスとドライエッチングあるいはウェットエッチングとを駆使し、リッジ部5Aの側壁上部およびリッジ部5Aから離れた平坦部のパッシベーション膜の膜厚を、第1パッシベーション膜8に相当する厚さに薄くすることによっても本発明を実施できることはいうまでもない。

【0044】

さらに、第2パッシベーション膜9は、絶縁材料に限定されるものではなく、当該レーザの発振波長帯で光吸収が小さい透明導電材料で構成することもできる。

【0045】

以上、本発明者によってなされた発明を実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

【産業上の利用可能性】

【0046】

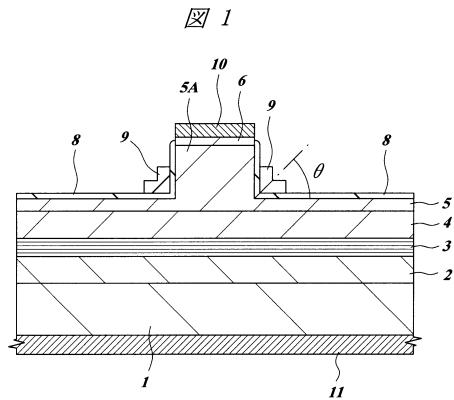
本発明は、半導体レーザ装置の高温・高出力特性の改善に適用することができる。

【符号の説明】

【0047】

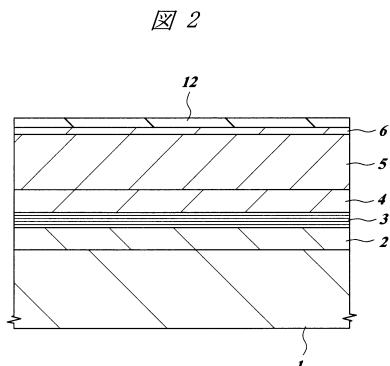
- | | | |
|-------|-------------|----|
| 1 | 基板(半導体基板) | 30 |
| 2 | n型クラッド層 | |
| 3 | 活性層 | |
| 4 | p型第1クラッド層 | |
| 5 | p型第2クラッド層 | |
| 5A | リッジ部 | |
| 6 | p型コンタクト層 | |
| 8 | 第1パッシベーション膜 | |
| 9 | 第2パッシベーション膜 | |
| 10 | p型電極 | |
| 11 | n型電極 | 40 |
| 12 | 酸化シリコン膜 | |
| 13、14 | フォトレジスト膜 | |

【図1】

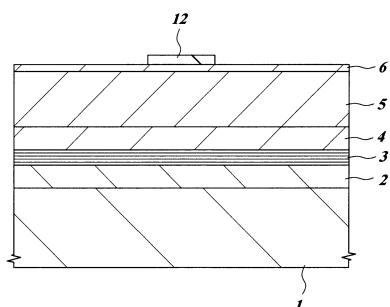


5 : p型第2クラッディング層
5A : リッジ部
8 : 第1パッシベーション膜
9 : 第2パッシベーション膜

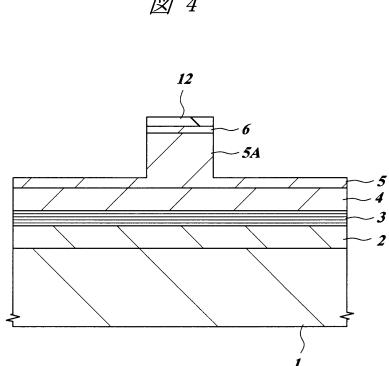
【図2】



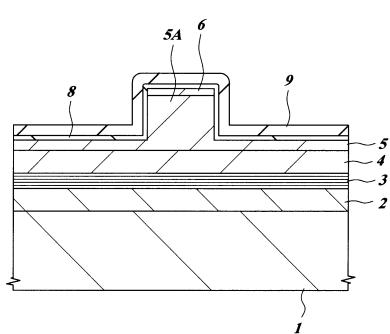
【図3】



【図4】

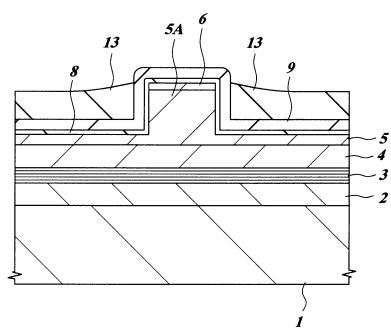


【図5】



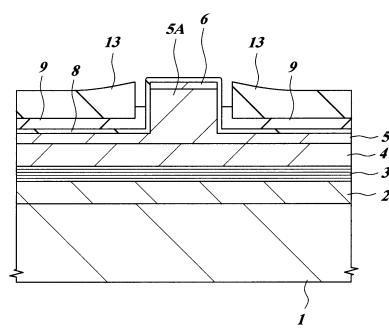
【図6】

図6



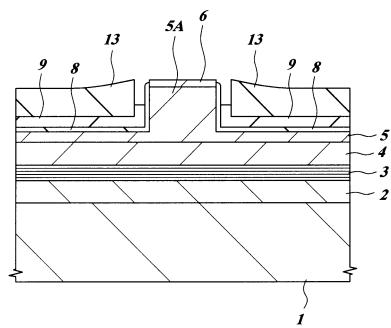
【図7】

図7



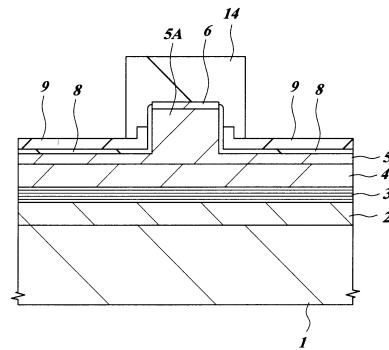
【図8】

図8



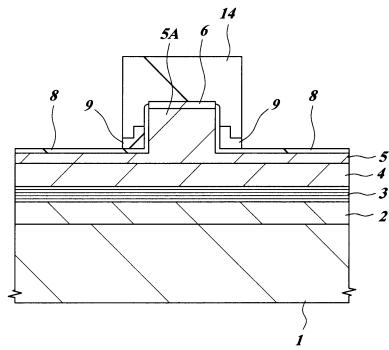
【図9】

図9



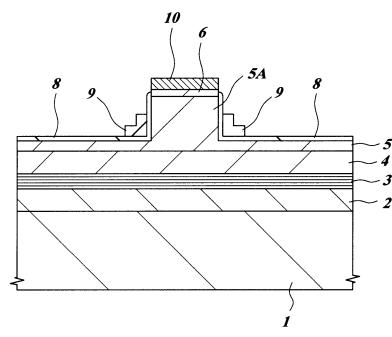
【図10】

図10



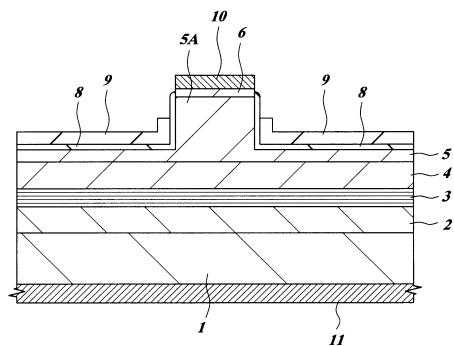
【図11】

図11



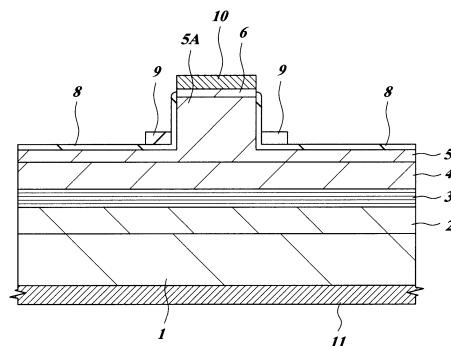
【図12】

図12

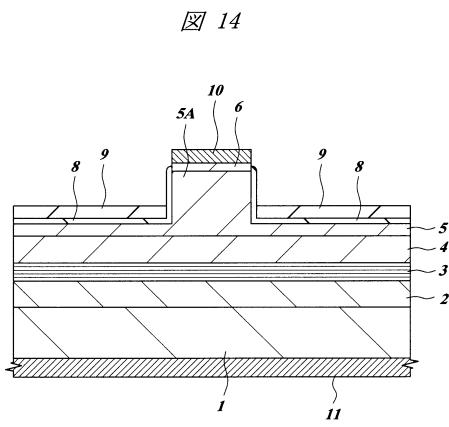


【図13】

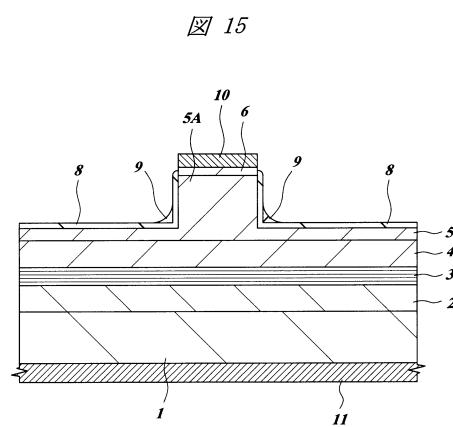
図13



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 川中 敏
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 日本オプネクスト株式会社内

審査官 金高 敏康

(56)参考文献 特開2007-311682(JP,A)
特開2006-012899(JP,A)
特開2008-182202(JP,A)
特開2007-150269(JP,A)
特開2010-258363(JP,A)
特開2003-060319(JP,A)
特開2009-212521(JP,A)
特開2007-134445(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01S 5/00 - 5/50