

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5411440号
(P5411440)

(45) 発行日 平成26年2月12日(2014.2.12)

(24) 登録日 平成25年11月15日(2013.11.15)

(51) Int.Cl.

H01S 5/22 (2006.01)

F 1

H01S 5/22 610

請求項の数 15 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2008-80276 (P2008-80276)
 (22) 出願日 平成20年3月26日 (2008.3.26)
 (65) 公開番号 特開2009-238843 (P2009-238843A)
 (43) 公開日 平成21年10月15日 (2009.10.15)
 審査請求日 平成23年3月8日 (2011.3.8)
 審判番号 不服2013-3994 (P2013-3994/J1)
 審判請求日 平成25年3月1日 (2013.3.1)

(73) 特許権者 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
 (74) 代理人 100090387
 弁理士 布施 行夫
 (74) 代理人 100090398
 弁理士 大渕 美千栄
 (74) 代理人 100113066
 弁理士 永田 美佐
 (72) 発明者 今井 保貴
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 (72) 発明者 松土 達哉
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】発光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1クラッド層と、
 第2クラッド層と、
 前記第1クラッド層と前記第2クラッド層との間に位置する活性層と、
 を含み、

前記活性層は、電流が注入されて光を発生する利得領域を構成し、
 前記利得領域は、
 前記活性層および前記第2クラッド層の積層方向からの平面視にて、前記活性層の第1側面から当該第1側面とは反対側に位置する前記活性層の第2側面にわたって、前記第1側面の垂線に対して傾いた第1の方向に一定の幅で延在して設けられる第1利得領域と、
 前記積層方向からの平面視にて、前記第1側面から前記第2側面にわたって、前記第1の方向と異なり、かつ前記第1側面の垂線に対して傾いた第2の方向に前記一定の幅で延在して設けられる第2利得領域と、
 を有し、

前記第1利得領域の前記第1側面および前記第2利得領域の前記第1側面には、前記第1利得領域および前記第2利得領域にて発生する光を反射する反射部が設けられ、

前記積層方向からの平面視にて、前記第1利得領域と前記第2利得領域とは、前記第1側面の位置において重なって設けられ、

前記利得領域にて発生する光は、前記第1利得領域の前記第2側面および前記第2利得

10

20

領域の前記第2側面から出射される、発光装置。

【請求項2】

請求項1において、

前記第1利得領域にて発生する光の一部は、前記第1側面における前記第1利得領域と前記第2利得領域との重なり面において反射して、前記第2利得領域の前記第2側面から出射され、

前記第2利得領域にて発生する光の一部は、前記重なり面において反射して、前記第1利得領域の前記第2側面から出射される、発光装置。

【請求項3】

請求項1または2において、

10

前記積層方向からの平面視における前記第1利得領域の平面形状と、前記積層方向からの平面視における前記第2利得領域の平面形状とは、前記第1側面の垂線に対して線対称である、発光装置。

【請求項4】

請求項1乃至3のいずれかにおいて、

前記利得領域は、前記第1側面側からの平面視において、前記利得領域の前記第1側面と、前記利得領域の前記第2側面とは、重なっていない、発光装置。

【請求項5】

請求項1乃至4のいずれかにおいて、

20

前記積層方向からの平面視にて、前記第1側面の垂線に対する前記利得領域の外縁の傾き角 α 、前記利得領域の前記第1側面の幅 b 、および、前記第1側面と前記第2側面との間の距離 L は、下記式(1)を満たす、発光装置。

$$\tan \alpha > b / L \quad \dots (1)$$

【請求項6】

請求項1乃至5のいずれかにおいて、

前記積層方向からの平面視にて、前記利得領域の前記第2側面の幅は、前記第1側面の幅と同じである、発光装置。

【請求項7】

請求項1乃至6のいずれかにおいて、

前記利得領域に生じる光の波長帯において、前記反射部の反射率 R は、下記式(I)を満たす、発光装置。

30

$$R > (e^{GL/\cos \alpha} - 1) / (2e^{GL/\cos \alpha}) \quad \dots (I)$$

但し、 e は、自然対数の底であり、 G は、 $g - \alpha$ であり、 g は、利得定数であり、 α は、内部損失であり、 L は、前記積層方向からの平面視における、前記第1側面の垂線に対する前記利得領域の外縁の傾き角であり、 L は、前記第1側面と前記第2側面との間の距離である。

【請求項8】

請求項1乃至7のいずれかにおいて、

前記第1クラッド層に電気的に接続された第1電極と、

前記第2クラッド層に電気的に接続された第2電極と、
を含む、発光装置。

40

【請求項9】

請求項8において、

前記第1電極とオーミックコンタクトする第1層と、

前記第2電極とオーミックコンタクトする第2層と、

を含み、

前記第1電極と前記第1層との接触面、および、前記第2電極と前記第2層との接触面のうちの少なくとも一方は、前記積層方向からの平面視における前記利得領域と同じ平面形状を有する、発光装置。

【請求項10】

50

請求項 9 において、

前記第1クラッド層、前記第2クラッド層、前記活性層、を含んで柱状に形成された柱状部を含み、

前記第1層の前記接触面側の部分および前記第2層の前記接触面側の部分のうちの少なくとも一方は、前記柱状部の少なくとも一部を構成し、

前記柱状部は、前記利得領域と同じ平面形状を有し、

前記柱状部の側方には、絶縁部が設けられており、

前記絶縁部は、前記第1側面と前記第2側面との間において、前記柱状部の側面に接している、発光装置。

【請求項 1 1】

10

請求項 1 0 において、

前記第1側面と前記第2側面との間において、少なくとも前記活性層の側面は、前記絶縁部により覆われている、発光装置。

【請求項 1 2】

請求項 1 乃至 1 1 のいずれかにおいて、

前記第1利得領域および前記第2利得領域の前記積層方向から平面視における平面形状は、平行四辺形である、発光装置。

【請求項 1 3】

請求項 1 乃至 1 2 のいずれかにおいて、

前記第1利得領域の前記第2側面および前記第2利得領域の前記第2側面から出射される光は、レーザ光ではない光である、発光装置。

20

【請求項 1 4】

請求項 1 乃至 1 3 のいずれかにおいて、

前記利得領域は、複数配列されている、発光装置。

【請求項 1 5】

請求項 1 4 において、

複数の前記利得領域の第2側面は、互いに重なっていない、発光装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

30

本発明は、発光装置に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

近年、プロジェクタやディスプレイなどの表示装置の光源用の発光装置として、高輝度で色再現性に優れたレーザ装置が期待されている。しかしながら、スクリーン面での乱反射光が相互に干渉して発生するスペックルノイズが問題となることがある。この問題に対しては、例えば下記特許文献1では、スクリーンを揺動させてスペックルパターンを変化させることでスペックルノイズを低減させる方法が提案されている。

【特許文献1】特開平11-64789号公報

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 3】

しかしながら、上記特許文献1に開示された方法では、スクリーンが限定されてしまう、スクリーンを動かすためのモーター等の部材が必要になってしまい、モーター等から雑音が発生してしまう、などの新たな問題が発生する場合がある。

【0 0 0 4】

また、スペックルノイズを低減させるために、光源用の発光装置として、一般的なLED (Light Emitting Diode) を用いることも考えられる。しかしながら、LEDでは、十分な光出力を得られないことがある。

【0 0 0 5】

50

本発明の目的の1つは、スペックルノイズを低減でき、かつ高出力である新規な発光装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係る発光装置は、
第1クラッド層と、
前記第1クラッド層の上方に形成された活性層と、
前記活性層の上方に形成された第2クラッド層と、
を含み、

前記活性層のうちの少なくとも一部は、複数の利得領域を構成し、 10

前記複数の利得領域に生じる光の波長帯において、前記活性層の第1側面の反射率は、該第1側面に平行な前記活性層の第2側面の反射率よりも高く、

前記複数の利得領域の各々は、平面的に見て、前記第1側面から前記第2側面まで、前記第1側面の垂線に対して傾いた方向に向かって設けられ、

前記複数の利得領域は、少なくとも1つの前記利得領域の対を成し、 10

前記利得領域の対の一方の第1利得領域は、一の方向に向かって設けられ、

前記利得領域の対の他方の第2利得領域は、前記一の方向とは異なる他の方向に向かって設けられ、

前記第1利得領域の前記第1側面側の端面のうちの少なくとも一部と、前記第2利得領域の前記第1側面側の端面のうちの少なくとも一部とは、重なっている。 20

【0007】

本発明に係る発光装置では、後述するように、前記利得領域に生じる光のレーザ発振を抑制または防止することができる。従って、スペックルノイズを低減させることができる。さらに、本発明に係る発光装置では、前記利得領域に生じる光は、該利得領域内において利得を受けながら進行して、外部に出射することができる。従って、従来の一般的なLEDよりも高い出力を得ることができる。以上のように、本発明によれば、スペックルノイズを低減でき、かつ高出力である新規な発光装置を提供することができる。

【0008】

なお、本発明に係る記載では、「上方」という文言を、例えば、「特定の部材（以下「A部材」という）の「上方」に形成された他の特定の部材（以下「B部材」という）」などと用いている。本発明に係る記載では、この例のような場合に、A部材上に直接B部材が形成されているような場合と、A部材上に他の部材を介してB部材が形成されているような場合とが含まれるものとして、「上方」という文言を用いている。 30

【0009】

本発明に係る発光装置において、
前記第1利得領域の前記第1側面側の端面のうちの少なくとも一部と、前記第2利得領域の前記第1側面側の端面のうちの少なくとも一部とは、重なり面において重なっており、

前記第1利得領域に生じる光の一部は、前記重なり面において反射して、前記第2利得領域の前記第2側面側の端面から出射され、 40

前記第2利得領域に生じる光の一部は、前記重なり面において反射して、前記第1利得領域の前記第2側面側の端面から出射されることができる。

【0010】

本発明に係る発光装置において、
前記第1利得領域の平面形状と、前記第2利得領域の平面形状とは、前記第1利得領域または前記第2利得領域の前記第1側面側の前記端面内の垂線に対して線対称であることができる。

【0011】

本発明に係る発光装置において、
前記複数の利得領域の各々では、前記第1側面側から平面的に見て、前記第1側面側の 50

端面と、前記第2側面側の端面とは、重なっていないことができる。

【0012】

本発明に係る発光装置において、

平面的に見て、前記第1側面側の前記端面の外側の端点における垂線に対する前記複数の利得領域の各々の外縁の傾き角、前記複数の利得領域の各々の前記第1側面側の端面の幅b、および、前記第1側面と前記第2側面との間の距離Lは、下記式(1)を満たすことができる。

【0013】

$$\tan > b / L \dots (1)$$

本発明に係る発光装置において、

10

平面的に見て、前記複数の利得領域のうちの少なくとも1つの前記第2側面側の端面の幅は、前記第1側面側の端面の幅と同じであることができる。

【0014】

本発明に係る発光装置において、

前記複数の利得領域に生じる光の波長帯において、前記第1側面の前記反射率Rは、下記式(I)を満たすことができる。

【0015】

$$R > (e^{GL} / \cos - 1) / (2e^{GL} / \cos) \dots (I)$$

但し、eは、自然対数の底であり、Gは、g-であり、gは、利得定数であり、-は、内部損失であり、-は、平面的に見て、前記第1側面の垂線に対する前記複数の利得領域の各々の傾き角であり、Lは、前記第1側面と前記第2側面との間の距離である。

20

【0016】

本発明に係る発光装置において、

前記第1クラッド層に電気的に接続された第1電極と、

前記第2クラッド層に電気的に接続された第2電極と、

を含むことができる。

【0017】

なお、本発明に係る記載では、「電気的に接続」という文言を、例えば、「特定の部材(以下「C部材」という)に「電気的に接続」された他の特定の部材(以下「D部材」という)」などと用いている。本発明に係る記載では、この例のような場合に、C部材とD部材とが、直接接して電気的に接続されているような場合と、C部材とD部材とが、他の部材を介して電気的に接続されているような場合とが含まれるものとして、「電気的に接続」という文言を用いている。

30

【0018】

本発明に係る発光装置において、

前記第1電極は、オーミックコンタクトする第1層と接してあり、

前記第2電極は、オーミックコンタクトする第2層と接してあり、

前記第1電極と前記第1層との接触面、および、前記第2電極と前記第2層との接触面のうちの少なくとも一方は、前記複数の利得領域と同じ平面形状を有することができる。

40

【0019】

本発明に係る発光装置において、

前記第1層の前記接触面側の部分および前記第2層の前記接触面側の部分のうちの少なくとも一方は、柱状部の少なくとも一部を構成し、

前記柱状部は、前記複数の利得領域と同じ平面形状を有し、

前記柱状部の側方には、絶縁部が設けられており、

前記絶縁部は、平面的に見て、前記第1側面と前記第2側面との間ににおいて、前記柱状部の側面に接していることができる。

【0020】

本発明に係る発光装置において、

前記第1側面と前記第2側面との間ににおいて、少なくとも前記活性層の側面は、前記絶

50

縁部により覆われていることができる。

【0021】

本発明に係る発光装置において、

前記複数の利得領域の各々の平面形状は、平行四辺形であることができる。

【0022】

本発明に係る発光装置において、

レーザ光ではない光を発することができる。

【0023】

本発明に係る発光装置において、

前記利得領域の対は、複数配列されていることができる。

10

【0024】

本発明に係る発光装置において、

前記複数の利得領域の第2側面側の端面は、互いに重なっていないことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下、本発明の好適な実施形態について、図面を参照しながら説明する。

【0026】

1. 第1の実施形態

1.1. まず、第1の実施形態に係る発光装置100について説明する。

20

【0027】

図1は、発光装置100を概略的に示す斜視図であり、図2は、発光装置100を概略的に示す平面図であり、図3は、図2のIII-III線断面図である。なお、図1では、活性層108及び反射部130以外の部材については、便宜上、その図示を省略している。また、ここでは、発光装置100がInGaAlP系(赤色)の半導体発光装置である場合について説明する。

【0028】

発光装置100は、図1～図3に示すように、第1クラッド層106と、活性層108と、第2クラッド層110と、第1電極120と、第2電極122と、を含む。発光装置100は、さらに、例えば、基板102と、バッファ層104と、コンタクト層112と、を含むことができる。

30

【0029】

基板102としては、例えば、第1導電型(例えばn型)のGaAs基板などを用いることができる。

【0030】

バッファ層104は、例えば図3に示すように、基板102上に形成されていることができる。バッファ層104は、例えば、その上方に形成される層の結晶性を向上させることができる。バッファ層104としては、例えば、基板102よりも結晶性の良好な(例えば欠陥密度の低い)第1導電型(n型)のGaAs層、InGaP層などを用いることができる。

【0031】

第1クラッド層106は、バッファ層104上に形成されている。第1クラッド層106は、例えば、第1導電型の半導体からなる。第1クラッド層106としては、例えばn型AlGaP層などを用いることができる。

40

【0032】

活性層108は、第1クラッド層106上に形成されている。活性層108は、例えば、InGaPウェル層とInGaAlPバリア層とから構成される量子井戸構造を3つ重ねた多重量子井戸(MQW)構造を有する。

【0033】

活性層108の一部は、複数の利得領域を構成している。複数の利得領域の各々は、対を成している。例えば図示の例では、活性層108は、2つの利得領域(第1利得領域1

50

80及び第2利得領域182)を有し、これらが利得領域対183を構成している。

【0034】

利得領域180, 182には、光を生じさせることができ、この光は、利得領域180, 182内で利得を受けることができる。活性層108の形状は、例えば直方体(立方体である場合を含む)などである。活性層108は、図1及び図2に示すように、第1側面107及び第2側面109を有する。第1側面107と第2側面109とは、平行である。利得領域180, 182に生じる光の波長帯において、第1側面107の反射率は、第2側面109の反射率よりも高い。例えば、図1及び図2に示すように、第1側面107を反射部130によって覆うことにより、高い反射率を得ることができる。反射部130は、例えば誘電体多層膜ミラーなどである。具体的には、反射部130としては、例えば、第1側面107側からAl₂O₃層、TiO₂層の順序で4ペア積層したミラーなどを用いることができる。この場合の第1側面107の反射率は、例えば90%である。第1側面107の反射率は、100%、あるいはそれに近いことが望ましい。これに対し、第2側面109の反射率は、0%、あるいはそれに近いことが望ましい。例えば、第2側面109を反射防止部(図示せず)によって覆うことにより、低い反射率を得ることができる。反射防止部としては、例えばAl₂O₃単層などを用いることができる。なお、反射部130及び反射防止部としては、上述した例に限定されるわけではなく、例えば、SiO₂層、SiN層、Ta₂O₅層や、これらの多層膜などを用いることができる。

【0035】

利得領域180, 182の各々は、平面的に見て(図2参照)、第1側面107から第2側面109まで、第1側面107の垂線Pに対して傾いた方向に向かって設けられている。これにより、利得領域180, 182に生じる光のレーザ発振を抑制または防止することができる。第1利得領域180と第2利得領域182とは、異なる方向に向かって設けられている。図示の例では、第1利得領域180は、垂線Pに対して一方の側に傾いており、角度θの傾きを有する一の方向(以下「第1方向」ともいう)Aに向かって設けられている。また、第2利得領域182は、垂線Pに対して他方の側(上記一方の側の反対側)に傾いており、角度θの傾きを有する他の方向(以下「第2方向」ともいう)Bに向かって設けられている。なお、第1利得領域180が一の方向に向かって設けられている場合とは、当該一の方向が、平面的に見て、第1利得領域180の第1側面107側の第1端面170の中心と、第2側面109側の第2端面172の中心とを結ぶ方向に一致する場合をいう。このことは、他の利得領域についても同様である。

【0036】

図示の例では、第1端面170と、第2利得領域182の第1側面107側の第3端面174とは、重なり面178において完全に重なっている。第1利得領域180の平面形状と、第2利得領域182の平面形状とは、例えば、第1端面170または第3端面174内の垂線Pに対して線対称である。第1利得領域180の平面形状と、第2利得領域182の平面形状とは、例えば、重なり面178の垂直二等分線Pに対して線対称である。第1利得領域180及び第2利得領域182の各々の平面形状は、例えば図2に示すような平行四辺形などである。

【0037】

図4は、図1～図3の例における活性層108を第1側面107側から平面的に見た図である。図4に示すように、第1利得領域180及び第2利得領域182の各々では、第1側面107側の端面170, 174と、第2側面109側の端面172, 176とは、重なっていない。これにより、利得領域180, 182に生じる光を、第1側面107側の端面170, 174と、第2側面109側の端面172, 176との間で、直接的に多重反射させないことができる。その結果、直接的な共振器を構成させないため、利得領域180, 182に生じる光のレーザ発振をより確実に抑制または防止することができる。従って、発光装置100は、レーザ光ではない光を発することができる。なお、この場合には、図4に示すように、例えば第1利得領域180において、第1端面170と、第2端面172とのずれ幅xが正の値であれば良い。ずれ幅xは、下記式(a)

10

20

30

40

50

で表されるから、図2に示す傾き角 α 、幅 b 、距離 L は、下記式(1)を満たすことができる。このことは、他の利得領域についても同様である。

【0038】

$$x = L \tan \alpha - b \quad \dots (a)$$

$$\tan \alpha > b / L \quad \dots (1)$$

なお、傾き角 α は、平面的に見て、第1端面170の垂線であって、外側(第1利得領域180の傾いている側と反対側)の端点Qにおける垂線Sに対する第1利得領域180の外縁181の傾き角である。また、幅 b は、平面的に見て、第1端面170の幅である。また、距離 L は、第1側面107と第2側面109との間の最短の長さである。また、図示の例では、平面的に見て(図2参照)、第1利得領域180及び第2利得領域182の各々の第2側面109側の端面172, 176の幅 a は、第1側面107側の端面170, 174の幅 b と同じである。

【0039】

第2クラッド層110は、活性層108上に形成されている。第2クラッド層110は、例えば第2導電型(例えばp型)の半導体からなる。第2クラッド層110としては、例えばp型AlGaP層などを用いることができる。

【0040】

例えば、p型の第2クラッド層110、不純物がドーピングされていない活性層108、及びn型の第1クラッド層106により、pinダイオードが構成される。第1クラッド層106及び第2クラッド層110の各々は、活性層108よりも禁制帯幅が大きく、屈折率が小さい層である。活性層108は、光を増幅する機能を有する。第1クラッド層106及び第2クラッド層110は、活性層108を挟んで、注入キャリア(電子および正孔)並びに光を閉じ込める機能を有する。

【0041】

発光装置100では、第1電極120と第2電極122との間に、pinダイオードの順バイアス電圧を印加すると、活性層108の利得領域180, 182において電子と正孔との再結合が起こる。この再結合により発光が生じる。この生じた光を起点として、連鎖的に誘導放出が起こり、利得領域180, 182内で光の強度が増幅される。例えば、図1に示すように、第1利得領域180に生じる光の一部は、重なり面178において反射して、第2利得領域182の第2側面109側の第4端面176から出射光133として出射されるが、その間に光強度が増幅される。同様に、第2利得領域182に生じる光の一部は、重なり面178において反射して、第2端面172から出射光135として出射されるが、その間に光強度が増幅される。なお、第1利得領域180に生じる光には、直接、第2端面172から出射光135として出射されるものもある。同様に、第2利得領域182に生じる光には、直接、第4端面176から出射光133として出射されるものもある。また、第2端面172や第4端面176においても、光は反射されることがあるが、この反射光14, 16は、利得領域180, 182以外の領域において吸収されることができる。

【0042】

利得領域180, 182に生じる光の波長帯において、第1側面107の反射率 R は、例えば下記式(I)を満たすことができる。

【0043】

$$R > (e^{GL} / \cos \alpha - 1) / (2e^{GL} / \cos \alpha) \quad \dots (I)$$

但し、 e は、自然対数の底であり、 G は、 $g - \alpha$ であり、 g は、利得定数であり、 α は、内部損失である。上記式(I)は、以下のようにして導かれる。

【0044】

図5及び図6は、上記式(I)を説明するための発光装置の概略的な平面図である。例えば、図5に示すように、第1利得領域180内の微小領域 d_z から生じる自然放出光は、増幅されながら第2端面172に達し、出射されることができる。このときの光出力 I_z は、下記式(II)のように表される。

10

20

30

40

50

【0045】

$$I_z = I_{sp} e^{(g - \dots)(L / \cos \theta - z)} dz = I_{sp} e^{GL / \cos \theta - z} dz \dots (II)$$

但し、 I_{sp} は、単位長さ当たりの自然放出光の出力であり、 z は、垂線 P に対して角度 θ の傾きを有する第 1 方向 A における第 1 側面 107 から第 2 側面 109 までの位置を示す変数である。

【0046】

従って、例えば、第 1 利得領域 180 に生じ、第 2 利得領域 182 を介して、第 4 端面 176 から出射される光を考えると、第 2 利得領域 182 の端面 174, 176 間から発生する光出力 I_{46} は、以下のように表される。

10

【0047】

【数 1】

$$I_{46} = \int_0^{L/\cos\theta} I_z = \frac{I_{sp}}{G} (e^{GL/\cos\theta} - 1)$$

また、第 1 利得領域 180 の端面 172, 170 間から発生する光出力 I_{20} は、以下のように表される。

【0048】

【数 2】

$$I_{20} = Re^{GL/\cos\theta} \int_0^{L/\cos\theta} I_z = \frac{RI_{sp}}{G} (e^{2GL/\cos\theta} - e^{GL/\cos\theta})$$

20

従って、本実施形態に係る発光装置 100 の出射光 133, 135 (図 1 参照) の光量の合計 I_1 は、 I_{46} と I_{20} の和の 2 倍になるため、以下のように表される。

【0049】

$$I_1 = 2 \times (I_{sp} / G) (1 + Re^{GL / \cos \theta}) (e^{GL / \cos \theta} - 1)$$

これに対し、比較例として、例えば、2 倍の長さを有する第 1 利得領域 180 のみを考える (図 6 参照)。この場合における片側の第 2 端面 172 からの出射光の光量 I_0 は、以下のように表される。

【0050】

$$I_0 = (I_{sp} / G) (e^{2GL / \cos \theta} - 1)$$

従って、 I_0 に対する I_1 の割合 は、以下のように表される。

30

【0051】

$$= I_1 / I_0 = 2 \times (Re^{GL / \cos \theta} + 1) / (e^{GL / \cos \theta} + 1)$$

この 1 よりも大きくすることにより、本実施形態の発光装置 100 では、比較例に比べ、第 2 側面 109 側の出射光量を大きくすることができる。このことは、以下のように表される。

【0052】

$$= 2 \times (Re^{GL / \cos \theta} + 1) / (e^{GL / \cos \theta} + 1) > 1$$

この式を変形することにより、

$$R > (e^{GL / \cos \theta} - 1) / (2e^{GL / \cos \theta}) \dots (I)$$

40

となる。以上のようにして、上記式 (I) を導くことができる。

【0053】

コンタクト層 112 は、例えば図 3 に示すように、第 2 クラッド層 110 上に形成されていることができる。コンタクト層 112 としては、第 2 電極 122 とオーミックコンタクトする層を用いることができる。コンタクト層 112 は、例えば第 2 導電型の半導体からなる。コンタクト層 112 としては、例えば p 型 GaAs 層などを用いることができる。

【0054】

第 1 電極 120 は、例えば図 3 に示すように、基板 102 の下の全面に形成されている

50

。第1電極120は、該第1電極120とオーミックコンタクトする層(図示の例では基板102)と接していることができる。第1電極120は、基板102及びバッファ層104を介して、第1クラッド層106と電気的に接続されている。第1電極120は、発光装置100を駆動するための一方の電極である。第1電極120としては、例えば、基板102側からCr層、AuGe層、Ni層、Au層の順序で積層したものなどを用いることができる。なお、第1クラッド層106とバッファ層104との間に、第2コンタクト層(図示せず)を設け、ドライエッチングなどにより該第2コンタクト層を露出させ、第1電極120を第2コンタクト層上に設けることもできる。これにより、片面電極構造を得ることができる。この形態は、基板102が絶縁性である場合に特に有効である。絶縁性の基板102としては、例えば、半絶縁性GaAs基板などが挙げられる。第2コンタクト層としては、例えばn型GaAs層などを用いることができる。また、図示しないが、例えば、エピタキシャルリフトオフ(ELO)法、レーザリフトオフ法などを用いて、基板102とその上に設けられた部材とを切り離すことができる。即ち、発光装置100は、基板102を有しないこともできる。この場合には、例えばバッファ層104の直接下に第1電極120を形成することができる。この形態も、基板102が絶縁性である場合に特に有効である。

【0055】

第2電極122は、コンタクト層112上に形成されている。第2電極122は、コンタクト層112を介して、第2クラッド層110と電気的に接続されている。第2電極122は、発光装置100を駆動するための他方の電極である。第2電極122としては、例えば、コンタクト層112側からCr層、AuZn層、Au層の順序で積層したものなどを用いることができる。第2電極122の下面是、図2に示すように、利得領域180, 182と同様の平面形状を有している。図示の例では、第2電極122とコンタクト層112との接触面の平面形状によって、電極120, 122間の電流経路が決定され、その結果、利得領域180, 182の平面形状が決定されることができる。なお、図示しないが、例えば、第1電極120と基板102との接触面が、利得領域180, 182と同じ平面形状を有していても良い。

【0056】

本実施形態に係る発光装置100は、例えば、プロジェクタ、ディスプレイ、照明装置、計測装置などの光源に適用されることができる。このことは、後述する実施形態についても同様である。

【0057】

1.2. 次に、第1の実施形態に係る発光装置100の製造方法について、図面を参照しながら説明する。

【0058】

図7は、発光装置100の製造工程を概略的に示す断面図であり、図3に示す断面図に対応している。

【0059】

(1) まず、例えば、図7に示すように、基板102上に、バッファ層104、第1クラッド層106、活性層108、第2クラッド層110、及びコンタクト層112を、この順でエピタキシャル成長させる。エピタキシャル成長させる方法としては、例えば、MOCVD(Metal-Organic Chemical Vapor Deposition)法、MBE(Molecular Beam Epitaxy)法などを用いることができる。

【0060】

(2) 次に、例えば、図1及び図2に示すように、第1側面107側の全面に反射部130を形成し、第2側面109側の全面に反射防止部(図示せず)を形成することができる。反射部130及び反射防止部は、例えば、CVD(Chemical Vapor Deposition)法、スパッタ法、イオンアシスト蒸着(Ion Assisted Deposition)法などにより形成される。なお、反射部130及び反射防止部の形成順序は、特に限定されない。

【0061】

(3) 次に、例えば、図3に示すように、コンタクト層112上に第2電極122を形成する。第2電極122は、例えば、真空蒸着法により全面に導電層を形成した後、該導電層をフォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を用いてパターニングすることにより形成される。また、第2電極122は、例えば、真空蒸着法およびリフトオフ法の組み合わせ等により、所望の形状に形成されることもできる。

【0062】

次に、例えば、図3に示すように、基板102の下面下に第1電極120を形成する。第1電極120の製法は、例えば、上述した第2電極122の製法の例示と同じである。なお、第1電極120及び第2電極122の形成順序は、特に限定されない。

【0063】

(4) 以上の工程により、図1～図3に示すように、本実施形態の発光装置100が得られる。

【0064】

1.3. 本実施形態に係る発光装置100では、上述したように、利得領域180, 182に生じる光のレーザ発振を抑制または防止することができる。従って、スペックルノイズを低減させることができる。さらに、本実施形態に係る発光装置100では、利得領域180, 182に生じる光は、利得領域180, 182内において利得を受けながら進行して、外部に出射されることができる。従って、従来の一般的なLEDよりも高い出力を得ることができる。以上のように、本実施形態によれば、スペックルノイズを低減でき、かつ高出力である新規な発光装置を提供することができる。

【0065】

また、本実施形態に係る発光装置100では、第1利得領域180に生じる光の一部10は、重なり面178において反射して、第2利得領域182内においても、利得を受けながら進行することができる。また、第2利得領域182に生じる光の一部に関しても同様である。従って、本実施形態の発光装置100によれば、例えば、重なり面178において積極的に反射させないような場合に比べ、光強度の增幅距離が長くなるため、高い光出力を得ることができる。

【0066】

1.4. 次に、本実施形態に係る発光装置の変形例について説明する。なお、上述した図1～図3に示す発光装置100の例と異なる点について説明し、同様の点については説明を省略する。

【0067】

(1) まず、第1の変形例について説明する。

【0068】

図8は、本変形例に係る発光装置200を概略的に示す断面図である。なお、図8に示す断面図は、発光装置100の例における図3に示す断面図に対応している。

【0069】

発光装置100の例では、図2及び図3に示すように、第2電極122の上面も下面も、利得領域180, 182と同じ平面形状を有する場合について説明した。これに対し、本変形例では、例えば、図8に示すように、第2電極122の上面は、利得領域180, 182と異なる平面形状を有することができる。本変形例では、コンタクト層112上に、開口部を有する絶縁層202を形成し、該開口部を埋め込む第2電極122を形成することができる。第2電極122は、開口部内および絶縁層(開口部含む)202上に形成されている。本変形例では、第2電極122の下面是、利得領域180, 182と同じ平面形状を有し、第2電極122の上面は、絶縁層202上の全面である。

【0070】

絶縁層202としては、例えば、SiN層、SiO₂層、ポリイミド層などを用いることができる。絶縁層202は、例えば、CVD法、塗布法などにより成膜される。

【0071】

本変形例によれば、発光装置100の例に比べ、第2電極122の体積が増えるため、

10

20

30

40

50

放熱性に優れた発光装置 200 を提供することができる。

【0072】

(2) 次に、第2の変形例について説明する。

【0073】

図9及び図10の各々は、本変形例に係る発光装置300, 350を概略的に示す平面図である。

【0074】

発光装置100の例では、平面的に見て(図2参照)、第1利得領域180及び第2利得領域182の各々の第2側面109側の端面172, 176の幅aは、第1側面107側の端面170, 174の幅bと同じである場合について説明した。これに対し、本変形例では、利得領域180, 182の各々の第2側面109側の端面172, 176の幅aを、第1側面107側の端面170, 174の幅bと異ならせることができる。例えば、図9に示すように、利得領域180, 182の各々の第2側面109側の端面172, 176の幅aを、第1側面107側の端面170, 174の幅bよりも大きくすることができる。また、例えば、図10に示すように、利得領域180, 182の各々の第2側面109側の端面172, 176の幅aを、第1側面107側の端面170, 174の幅bよりも小さくすることもできる。なお、これらのこととは、第1利得領域180及び第2利得領域182のいずれか一方に対して行われることも可能である。

【0075】

(3) 次に、第3の変形例について説明する。

【0076】

図11及び図12の各々は、本変形例に係る発光装置400, 450を概略的に示す平面図である。

【0077】

発光装置100の例では、図2に示すように、第1端面170と、第3端面174とが、完全に重なっている場合について説明した。これに対し、本変形例では、第1端面170と、第3端面174とが、一部で重なっていることができる。例えば、図11に示すように、第1端面170のうちの第4端面176側の一部と、第3端面174のうちの第2端面172側の一部とが、完全に重なっていることができる。また、例えば、図12に示すように、第1端面170のうちの第2端面172側の一部と、第3端面174のうちの第4端面176側の一部とが、完全に重なっていることができる。

【0078】

(4) 次に、第4の変形例について説明する。

【0079】

図13は、本変形例に係る発光装置500を概略的に示す平面図である。

【0080】

発光装置100の例では、図1及び図2に示すように、利得領域180, 182の対(利得領域対183)が1つ設けられている場合について説明した。これに対し、本変形例では、利得領域対183は、複数(例えば図13の例では2つ)配列されていることができる。図示の例では、4つの光の出射面(2つの第2端面172及び2つの第4端面176)は、すべて第2側面109側に設けられている。複数の利得領域対183の各々の第1利得領域180の向かうーの方向(第1方向)Aは、利得領域対183ごとに同じ方向(図示の例)であっても良いし、異なる方向であっても良い。同様に、複数の利得領域対183の各々の第2利得領域182の向かう他の方向(第2方向)Bは、利得領域対183ごとに同じ方向(図示の例)であっても良いし、異なる方向であっても良い。また、本変形例では、例えば、図13に示すように、発光装置500におけるすべての第2端面172と第4端面176とを、互いに重ならせないことができる。

【0081】

本変形例によれば、発光装置100の例に比べ、発光装置全体の高出力化を図ることができる。

10

20

30

40

50

【0082】

(5) 次に、第5の変形例について説明する。

【0083】

発光装置100の例では、利得領域180, 182の平面形状は、図2に示すように、直線状である場合について説明したが、本変形例では、図示しないが、例えば、利得領域180, 182の平面形状は、曲線状や、直線状と曲線状の組み合わせなどであることができる。

【0084】

(6) 次に、第6の変形例について説明する。

【0085】

発光装置100の例では、InGaAlP系の場合について説明したが、本変形例では、発光利得領域が形成可能なあらゆる材料系を用いることができる。半導体材料であれば、例えば、AlGaN系、InGaN系、GaAs系、InGaAs系、GaInNAs系、ZnCdSe系などの半導体材料を用いることができる。本変形例では、基板102として、例えばGaN基板などを用いることができる。また、本変形例では、例えば有機材料などを用いることもできる。

【0086】

(7) なお、上述した変形例は一例であって、これらに限定されるわけではない。例えば、各変形例を適宜組み合わせることも可能である。また、必要に応じて、後述する実施形態にもこれらの変形例を適用できる。

【0087】

2. 第2の実施形態

2.1. 次に、第2の実施形態に係る発光装置600について説明する。

【0088】

図14は、発光装置600を概略的に示す平面図であり、図15は、図14のXV-XV線断面図である。なお、第2の実施形態に係る発光装置600において、上述した第1の実施形態に係る発光装置100の構成部材と同様の機能を有する部材については同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【0089】

発光装置600は、図14及び図15に示すように、第1クラッド層106と、活性層108と、第2クラッド層110と、第1電極120と、第2電極122と、絶縁部602と、を含む。発光装置600は、さらに、例えば、基板102と、バッファ層104と、コンタクト層112と、を含むことができる。

【0090】

活性層108の全部は、第1利得領域180及び第2利得領域182を構成している。少なくとも活性層108は、図14及び図15に示すように、第1利得領域180及び第2利得領域182と同じ平面形状を有している。例えば、第1クラッド層106、活性層108、第2クラッド層110、コンタクト層112、及び第2電極122は、第1利得領域180及び第2利得領域182と同じ平面形状を有している。例えば、第1クラッド層106、活性層108、第2クラッド層110、及びコンタクト層112は、柱状の半導体堆積体（以下「柱状部」という）610を構成することができる。

【0091】

絶縁部602は、図15に示すように、柱状部610の側方に設けられている。絶縁部602は、例えば、柱状部610の第2電極122側とは反対側に接する層（図示の例ではバッファ層104）の上に形成されている。絶縁部602は、例えば、活性層108の側面のうち、第1～第4端面170, 172, 174, 176以外の側面を覆うことができる。絶縁部602は、例えば、活性層108の第1側面107と第2側面109との間ににおいて、少なくとも活性層108の側面を覆うことができる。例えば、柱状部610の側面のうち、第1側面107側および第2側面109側以外の側面は、絶縁部602により覆われている。絶縁部602は、図14及び図15に示すように、第1側面107と第

10

20

30

40

50

2側面 109との間において、柱状部 610の側面に接している。電極 120, 122間の電流は、絶縁部 602を避けて、該絶縁部 602に挟まれた柱状部 610を流れることができる。活性層 108の側面が絶縁部 602により覆われていることにより、第1利得領域 180と第2利得領域 182のクロストークを防ぎ易くすることができる。

【0092】

絶縁部 602は、例えば、活性層 108の屈折率よりも低い屈折率を有することができる。これにより、活性層 108内に効率良く光を閉じ込めることができる。本実施形態に係る発光装置 600では、利得領域 180, 182において発生した光は、屈折率差によって形成された、利得領域 180, 182の軸方向（第1方向 A、第2方向 B）に伝搬する伝搬モードに結合する。そのため、利得領域 180, 182の軸方向と異なる方向へ伝搬するような光はほとんど存在しない。例えば、第1利得領域 180において対向する第1端面 170と第2端面 172とが、第1側面 107側から平面的に見て重なっている場合に、その重なり部分において第1端面 170と第2端面 172とを垂直に結ぶ方向は、第1利得領域 180の軸方向とは異なる。そのため、この第1端面 170と第2端面 172とを垂直に結ぶ方向へ伝搬するような光はほとんど存在しない。このことは、第2利得領域 182においても同様である。従って、利得領域 180, 182の各々を第1側面 107の垂線 Pに対して傾いた方向に向かって設け、光の多重反射を抑制または防止することにより、レーザ光ではない光を発する発光装置 600を得ることができる。絶縁部 602としては、例えば、SiN層、SiO₂層、ポリイミド層などを用いることができる。

【0093】

2.2. 次に、第2の実施形態に係る発光装置 600の製造方法について、図面を参照しながら説明する。なお、上述した第1の実施形態に係る発光装置 100の製造方法と異なる点について説明し、同様の点については詳細な説明を省略する。

【0094】

図 16 は、図 14 及び図 15 に示す発光装置 600 の製造工程を概略的に示す断面図であり、図 15 に示す断面図に対応している。

【0095】

(1) まず、基板 102上に、バッファ層 104、第1クラッド層 106、活性層 108、第2クラッド層 110、及びコンタクト層 112を形成する。

【0096】

(2) 次に、図 16 に示すように、例えば、第1クラッド層 106、活性層 108、第2クラッド層 110、及びコンタクト層 112をパターニングすることができる。パターニングによる開口は、例えば、少なくとも第1クラッド層 106の上面に達する深さまで行われることができる。パターニングは、例えば、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術などを用いて行われる。本工程により、柱状部 610を形成することができる。

【0097】

(3) 次に、図 14 及び図 15 に示すように、柱状部 610の側面を覆うように絶縁部 602を形成することができる。具体的には、まず、例えば、CVD法、塗布法などにより、バッファ層 104の上方（コンタクト層 112上を含む）の全面に絶縁層（図示せず）を成膜する。次に、例えば、エッチング技術などを用いて、コンタクト層 112の上面を露出させる。以上の工程により、絶縁部 602を得ることができる。

【0098】

(4) 次に、例えば、反射部 130、反射防止部、第1電極 120、及び第2電極 122を形成する。

【0099】

(5) 以上の工程により、図 14 及び図 15 に示すように、本実施形態の発光装置 600が得られる。

【0100】

2.3. 本実施形態によれば、上述した第1の実施形態と同様に、スペックルノイズを低減でき、かつ高出力である新規な発光装置を提供することができる。

10

20

30

40

50

【0101】

2.4. 次に、本実施形態に係る発光装置の変形例について説明する。なお、上述した図14及び図15に示す発光装置600の例と異なる点について説明し、同様の点については説明を省略する。

【0102】

(1)まず、第1の変形例について説明する。

【0103】

図17は、本変形例に係る発光装置700の製造工程を概略的に示す断面図である。図18は、本変形例に係る発光装置700を概略的に示す断面図である。なお、図17及び図18に示す断面図は、発光装置600の例における図15に示す断面図に対応している。また、便宜上、図18には、後述する第2の変形例の特徴も併せて示してある。10

【0104】

発光装置600の例では、図16に示すように柱状部610を形成した後、絶縁層(図示せず)を成膜し、その後、コンタクト層112を露出させることにより、絶縁部602を形成する場合について説明した。これに対し、本変形例では、まず、例えば、図17に示すように、コンタクト層112上であって、第1利得領域180及び第2利得領域182の上方の領域を、フォトレジスト等のマスク層704で覆う。次に、例えばプロトン等のイオン706を、マスク層704をマスクとして、少なくとも第1クラッド層106の上面に達する深さまで注入する。以上の工程により、例えば図18に示すように、本変形例に係る発光装置700の絶縁部602を形成することができる。なお、図示の例では、絶縁部602の下面の位置は、第1クラッド層106の上面の位置よりも下であって、第1クラッド層106の下面の位置よりも上である。20

【0105】

(2)次に、第2の変形例について説明する。

【0106】

図18は、本変形例に係る発光装置700を概略的に示す断面図である。

【0107】

本変形例では、図18に示すように、第2電極122を、柱状部610及び絶縁部602の上の全面に形成することができる。絶縁部602は、例えば、柱状部610の側方であって、柱状部610の第2電極122側とは反対側に接する層(図示の例では第1クラッド層106のうちの下層)と、第2電極122との間に形成されている。30

【0108】

本変形例によれば、発光装置600の例に比べ、第2電極122の体積が増えるため、放熱性に優れた発光装置700を提供することができる。また、第2電極122は、平坦な面上の全面に成膜すれば良いため、第2電極122の断線リスクを低減することができる。また、第2電極122のパターニング工程が不要となるため、製造工程を簡素化することができる。

【0109】

(3)次に、第3の変形例について説明する。

【0110】

図19は、本変形例に係る発光装置800を概略的に示す断面図である。40

【0111】

発光装置600の例では、図15に示すように、絶縁部602は、第1側面107と第2側面109との間ににおいて、少なくとも活性層108の側面を覆う場合について説明した。これに対し、本変形例では、図19に示すように、絶縁部602は、活性層108の側面を覆わないことができる。本変形例では、例えば、少なくともコンタクト層112のうちの第2電極122との接触面側の部分(コンタクト層112の上部)が、柱状部610を構成することができる。例えば、柱状部610は、図示のように、第2クラッド層110の上部およびコンタクト層112から構成されることができる。絶縁部602は、例えば、第2クラッド層110の上面の一部、第2クラッド層110の側面の一部、及びコ50

ンタクト層 112 の側面を覆っている。絶縁部 602 の下面の位置は、例えば、活性層 108 の上面の位置よりも上である。図示の例では、上述した第 2 の変形例と同様に、第 2 電極 122 は、柱状部 610 及び絶縁部 602 の上の全面に形成されている。なお、図示しないが、柱状部 610 及び絶縁部 602 は、基板 102 側に形成されることもできる。

【0112】

本変形例においても、電極 120, 122 間の電流は、絶縁部 602 に挟まれた柱状部 610 を流れることができる。本変形例では、この柱状部 610 の平面形状によって、電極 120, 122 間の電流経路が決定され、その結果、利得領域 180, 182 の平面形状が決定されることがある。

【0113】

(4) なお、上述した変形例は一例であって、これらに限定されるわけではない。例えば、各変形例を適宜組み合わせることも可能である。また、必要に応じて、上述した実施形態にもこれらの変形例を適用できる。

【0114】

3. 上記のように、本発明の実施形態について詳細に説明したが、本発明の新規事項および効果から実体的に逸脱しない多くの変形が可能であることは当業者には容易に理解できよう。従って、このような変形例はすべて本発明の範囲に含まれるものとする。

【図面の簡単な説明】

【0115】

【図 1】第 1 実施形態の発光装置を概略的に示す斜視図。

20

【図 2】第 1 実施形態の発光装置を概略的に示す平面図。

【図 3】第 1 実施形態の発光装置を概略的に示す断面図。

【図 4】第 1 実施形態の活性層を第 1 側面側から平面的に見た図。

【図 5】式 (I) を説明するための発光装置の概略的な平面図。

【図 6】式 (I) を説明するための発光装置の概略的な平面図。

【図 7】第 1 実施形態の発光装置の製造工程を概略的に示す断面図。

【図 8】第 1 実施形態の発光装置の第 1 変形例を概略的に示す断面図。

【図 9】第 1 実施形態の発光装置の第 2 変形例を概略的に示す平面図。

【図 10】第 1 実施形態の発光装置の第 2 変形例を概略的に示す平面図。

【図 11】第 1 実施形態の発光装置の第 3 変形例を概略的に示す平面図。

30

【図 12】第 1 実施形態の発光装置の第 3 変形例を概略的に示す平面図。

【図 13】第 1 実施形態の発光装置の第 4 変形例を概略的に示す平面図。

【図 14】第 2 実施形態の発光装置を概略的に示す平面図。

【図 15】第 2 実施形態の発光装置を概略的に示す断面図。

【図 16】第 2 実施形態の発光装置の製造工程を概略的に示す断面図。

【図 17】第 2 実施形態の発光装置の第 1 変形例の製造工程を概略的に示す断面図。

【図 18】第 2 実施形態の発光装置の第 1 及び第 2 変形例を概略的に示す断面図。

【図 19】第 2 実施形態の発光装置の第 3 変形例を概略的に示す断面図。

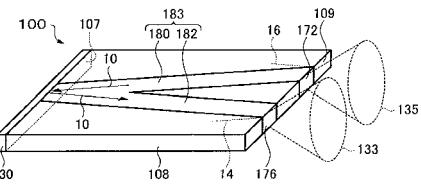
【符号の説明】

【0116】

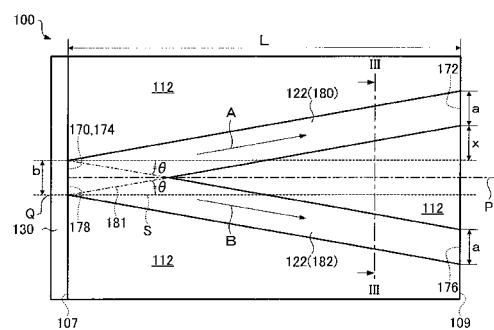
100 発光装置、102 基板、104 バッファ層、106 第 1 クラッド層、107 第 1 側面、108 活性層、109 第 2 側面、110 第 2 クラッド層、112 コンタクト層、120 第 1 電極、122 第 2 電極、130 反射部、133, 135 出射光、170 第 1 端面、172 第 2 端面、174 第 3 端面、176 第 4 端面、178 重なり面、180 第 1 利得領域、182 第 2 利得領域、183 利得領域対、200 発光装置、202 絶縁層、500, 600 発光装置、602 絶縁部、610 柱状部、700 発光装置、704 マスク層、706 イオン

40

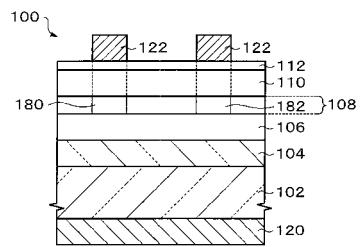
【図1】



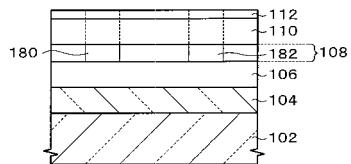
【図2】



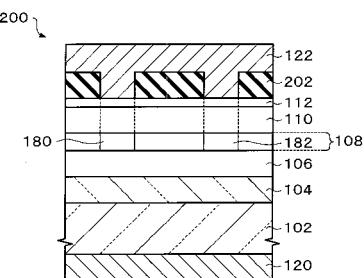
【図3】



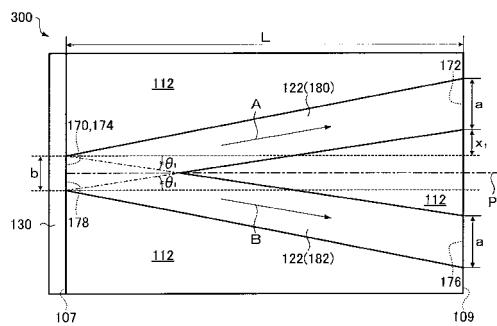
【図7】



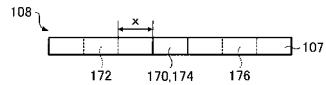
【図8】



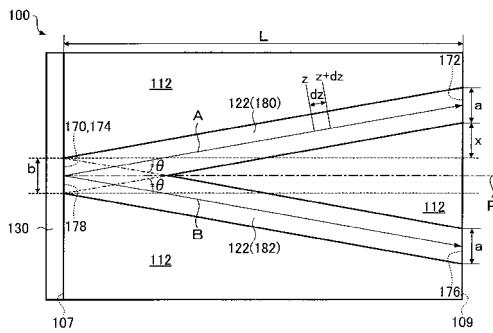
【図9】



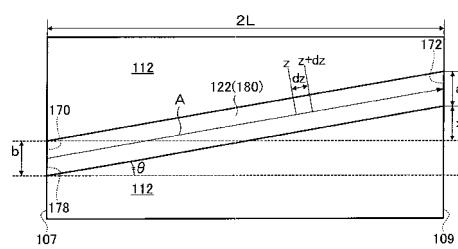
【図4】



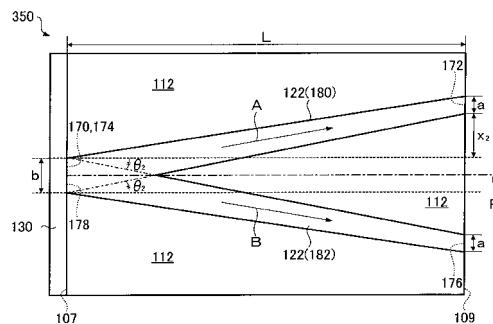
【図5】



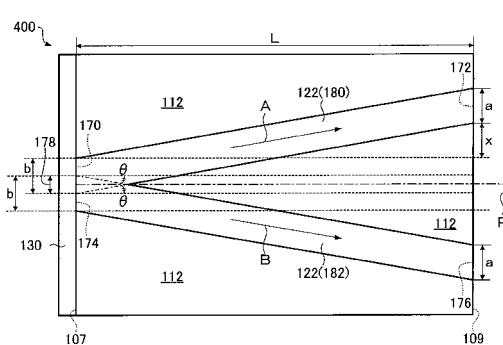
【図6】



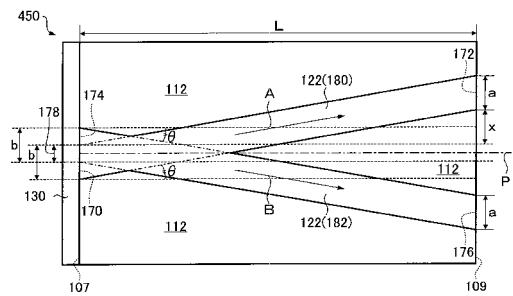
【図10】



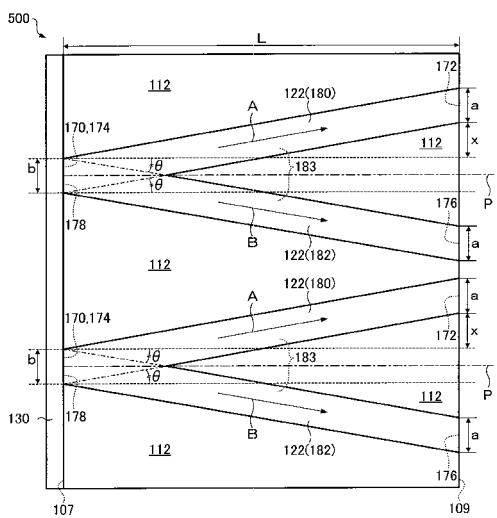
【図11】



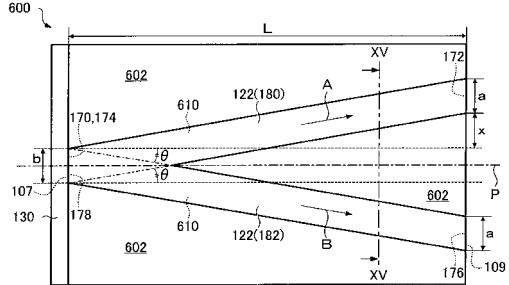
【図12】



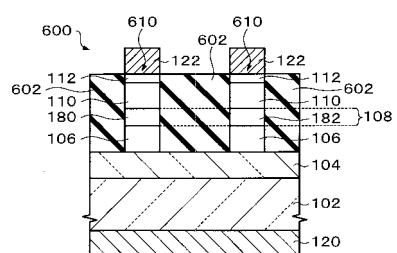
【図13】



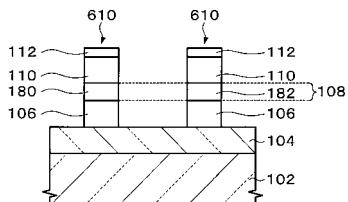
【図14】



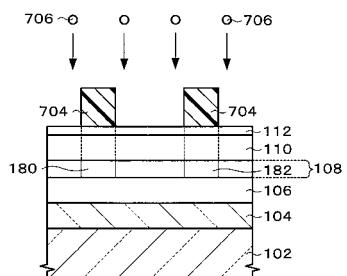
【図15】



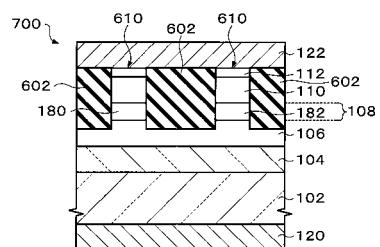
【図16】



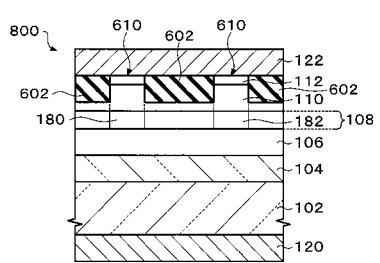
【図 17】



【 図 1 8 】



【 図 1 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 金子 剛
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72)発明者 木村 正一
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72)発明者 名川 優郁
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72)発明者 中山 人司
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

合議体

審判長 小松 徹三
審判官 畑井 順一
審判官 服部 秀男

(56)参考文献 特開2007-165689 (JP, A)
特開2007-273690 (JP, A)
特開昭63-73572 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L33/00 - 33/64