

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5447794号
(P5447794)

(45) 発行日 平成26年3月19日(2014.3.19)

(24) 登録日 平成26年1月10日(2014.1.10)

(51) Int.Cl.

H01L 31/12 (2006.01)
H01L 33/02 (2010.01)

F 1

H01L 31/12 B
H01L 31/12 E
H01L 31/12 H
H01L 33/00 100

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2009-113492 (P2009-113492)
 (22) 出願日 平成21年5月8日 (2009.5.8)
 (65) 公開番号 特開2010-263109 (P2010-263109A)
 (43) 公開日 平成22年11月18日 (2010.11.18)
 審査請求日 平成24年5月2日 (2012.5.2)

(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
 審査官 堀部 修平

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】

同一基板上に設けられた発光部と受光部とを含み、
 前記発光部は、
 第1クラッド層および第2クラッド層に挟まれた活性層と、
 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、
 を有し、
 前記受光部は、光吸收層を有し、
 前記活性層の少なくとも一部は、前記第1電極と前記第2電極の間の電流経路に利得領域を構成し、
 前記利得領域は、平面的に見て、前記活性層の第1側面から前記第1側面と平行な第2側面まで、前記第1側面の垂線に対して傾いた方向に延在し、
 前記利得領域に生じる光は、前記利得領域の前記第1側面側の端面および前記第2側面側の端面の少なくとも一方において、外部に出射される光と、反射される光と、に分けられ、
 前記反射される光は、前記受光部において受光され、
 前記第1クラッド層、前記第2クラッド層および前記活性層を含む積層構造体が、平面的に見て、前記受光部の周囲を囲んで設けられ、
 前記受光部と前記積層構造体とを電気的に分離する分離溝が、平面的に見て、前記受光

部と前記積層構造体との間に、前記受光部の周囲を囲んで設けられる、発光装置。

【請求項 2】

請求項 1において、

前記受光部は、前記第 1 側面側と前記第 2 側面側とに設けられている、発光装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 において、

前記活性層と前記光吸收層は、連続した 1 つの層である、発光装置。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか一項において、

前記活性層の下面の位置は、前記光吸收層の下面の位置より上方であり、

10

前記活性層の上面の位置は、前記光吸收層の上面の位置より下方である、発光装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項において、

前記利得領域では、前記第 1 側面側から平面的に見て、前記第 1 側面側の端面と、前記第 2 側面側の端面とは、重なっていない、発光装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか一項において、

前記利得領域は、複数配列され、

複数の前記利得領域の各々に対応して、前記受光部が設けられている、発光装置。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光装置に関する。

【背景技術】

【0002】

光通信等で用いられる半導体発光デバイスにおいては、一般的に、装置の外部に半透過ミラーや回折素子を配置して出射した光の一部を取り出し、その光を受光素子によって検出することで、光量の調整等を行っている。

【0003】

例えば、特許文献 1 では、レーザーダイオードからの光を分光プリズム等で分岐させ、その分岐させた光を検出するモニター用フォトダイオードを有する光ピックアップ装置が提案されている。

30

【0004】

一方、近年、プロジェクター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も、高輝度で色再現性に優れたレーザー装置が期待されている。しかしながら、レーザーダイオードを表示装置に用いる場合には、複数のレーザーダイオードを用いなければ十分な輝度を得ることができない場合がある。このような表示装置においても、輝度むらを低減するためには、発光装置の光量を検出し、光量の調整を行うことが必要である。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0005】

【特許文献 1】特開平 10 - 3691 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記特許文献 1 に開示された方法では、発光素子と受光素子が個々に設けられているため、別途分光プリズム等の光学素子が必要となり、部品点数が多くなる、小型化が難しいといった問題がある。また、表示装置に用いるためには、複数のレーザーダイオードの光量を個々に検出する必要があるが、個別に受光素子を設けるのは困難であるといった問題がある。

50

【0007】

本発明の幾つかの態様に係る目的の1つは、発光部および受光部を同一基板上に集積することができ、個別に光量検出を行うことが可能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】

【0008】

本発明に係る発光装置は、
同一基板上に設けられた発光部と受光部とを含み、
前記発光部は、
第1クラッド層および第2クラッド層に挟まれた活性層と、
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、
を有し、
前記受光部は、光吸收層を有し、
前記活性層の少なくとも一部は、前記第1電極と前記第2電極の間の電流経路に利得領域を構成し、
前記利得領域は、平面的に見て、前記活性層の第1側面から前記第1側面と平行な第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、
前記利得領域に生じる光は、前記利得領域の前記第1側面側の端面および前記第2側面側の端面の少なくとも一方において、外部に出射される光と、反射される光と、に分けられ、
前記反射される光は、前記受光部において受光される。

【0009】

このような発光装置によれば、発光部および受光部を同一基板上に集積することができ、個別に光量検出を行うことができる。

【0010】

なお、本発明に係る記載では、「上方」という文言を、例えば、「特定のもの（以下「A」という）の「上方」に他の特定のもの（以下「B」という）を形成する」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上に直接Bを形成するような場合と、A上に他のものを介してBを形成す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。

【0011】

本発明に係る発光装置において、
前記受光部は、前記第1側面側と前記第2側面側とに設けられていることができる。

【0012】

このような発光装置によれば、第1側面側の端面から出射される光と第2側面側の端面から出射される光の両方をモニターすることができる。

【0013】

本発明に係る発光装置において、
前記発光部と前記受光部とを電気的に分離する分離溝を有することができる。

【0014】

このような発光装置によれば、発光部と受光部を電気的に分離することができる。

【0015】

本発明に係る発光装置において、
前記分離溝は、平面的に見て、前記受光部の周囲を囲んでいることができる。

【0016】

このような発光装置によれば、発光部と受光部をより電気的に分離することができる。

【0017】

本発明に係る発光装置において、
前記活性層と前記光吸收層は、連続した1つの層であることができる。

【0018】

10

20

30

40

50

このような発光装置によれば、製造工程を簡略化することができる。

【0019】

本発明に係る発光装置において、

前記活性層の下面の位置は、前記光吸收層の下面の位置より上方であり、

前記活性層の上面の位置は、前記光吸收層の上面の位置より下方であることができる。

【0020】

このような発光装置によれば、受光部の検出効率を向上させることができる。

【0021】

本発明に係る発光装置において、

前記利得領域では、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。 10

【0022】

このような発光装置によれば、後述するように、利得領域に生じる光のレーザー発振をより抑制または防止することができる。

【0023】

本発明に係る発光装置において、

前記利得領域は、複数配列され、

複数の前記利得領域の各々に対応して、前記受光部が設けられていることができる。

【0024】

このような発光装置によれば、発光の高出力化を図ることができる。 20

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本実施形態に係る発光装置を模式的に示す平面図。

【図2】本実施形態に係る発光装置を模式的に示す断面図。

【図3】本実施形態に係る発光装置の活性層を第1側面側から平面的にみた図。

【図4】本実施形態に係る発光装置の製造工程を模式的に示す断面図。

【図5】本実施形態の第1の変形例に係る発光装置を模式的に示す平面図。

【図6】本実施形態の第1の変形例に係る発光装置を模式的に示す断面図。

【図7】本実施形態の第2の変形例に係る発光装置を模式的に示す断面図。

【図8】本実施形態の第3の変形例に係る発光装置を模式的に示す断面図。 30

【図9】本実施形態の第4の変形例に係る発光装置を模式的に示す平面図。

【発明を実施するための形態】

【0026】

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。

【0027】

1. 発光装置

まず、本実施形態に係る発光装置1000について説明する。

【0028】

図1は、本発明を適用した実施形態に係る発光装置1000を模式的に示す平面図である。図2は、発光装置1000を模式的に示す断面図であり、図1のII-II線断面図である。 40

【0029】

本実施形態に係る発光装置1000は、図1および図2に示すように、同一基板10上に設けられた発光部100と受光部200a, 200bとを含む。基板10は、例えば、第1導電型（例えばn型）のGaN基板などを用いることができる。

【0030】

以下、発光部100および受光部200a, 200bの構成、並びに発光装置1000の動作について説明する。

【0031】

(1) 発光部の構成

発光部 100 は、図 2 に示すように、第 1 クラッド層 104 および第 2 クラッド層 108 に挟まれた活性層 106 と、第 1 電極 120 と、第 2 電極 122 と、を有する。発光部 100 は、さらに、第 1 コンタクト層 109 を有することができる。

【0032】

第 1 クラッド層 104 は、基板 10 上に形成されている。第 1 クラッド層 104 は、例えば、第 1 導電型の半導体からなる。第 1 クラッド層 104 としては、例えば n 型 AlGaAs 層などを用いることができる。なお、図示はしないが、基板 10 と第 1 クラッド層 104 との間に、バッファー層が形成されていてもよい。バッファー層としては、例えば基板 10 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 層などを用いることができる。

10

【0033】

活性層 106 は、第 1 クラッド層 104 上に形成されている。活性層 106 は、例えば、GaAs ウェル層と AlGaAs 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。

【0034】

活性層 106 の一部は、利得領域を構成している。活性層 106 の形状は、例えば直方体（立方体である場合を含む）などであることができる。活性層 106 は、図 1 に示すように、第 1 側面 105 と、第 1 側面 105 に平行な第 2 側面 107 とを有する。利得領域 140 は、第 1 側面 105 に設けられた第 1 端面 151 と、第 2 側面 107 に設けられた第 2 端面 152 と、を有する。第 1 端面 151 および第 2 端面 152 には、例えば、反射防止膜 110 が設けられていることにより、低い反射率を得ることができる。反射防止膜 110 は、第 1 側面 105 および第 2 側面 107 の全面に設けられることができる。反射防止膜 110 としては、例えば Al₂O₃ 単層、または、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。反射防止膜 110 は、膜厚および層数等を調整することにより、第 1 端面 151 および第 2 端面 152 の反射率を制御することができる。利得領域 140 の平面形状は、例えば図 1 に示すような平行四辺形などである。利得領域 140 は、図 1 に示すように平面的に見て、第 1 側面 105 から第 2 側面 107 まで、直線状に第 1 側面 105 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 140 に生じる光のレーザー発振を抑制または防止することができる。

20

【0035】

図 3 は、活性層 106 を第 1 側面 105 側から平面的に見た図である。利得領域 140 では、図 3 に示すように第 1 側面 105 側から平面的に見て、第 1 端面 151 と第 2 端面 152 とが重なっていない。これにより、利得領域 140 に生じる光を、第 1 端面 151 と第 2 端面 152 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 140 に生じる光のレーザー発振をより確実に抑制または防止することができる。したがって、発光装置 1000 は、レーザー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 3 に示すように、例えば利得領域 140 において、第 1 端面 151 と第 2 端面 152 とのずれ幅 x は、正の値であればよい。

30

【0036】

第 2 クラッド層 108 は、活性層 106 上に形成されている。第 2 クラッド層 108 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 108 としては、例えば p 型 AlGaAs 層などを用いることができる。

40

【0037】

例えば、p 型の第 2 クラッド層 108、不純物がドーピングされていない活性層 106、および n 型の第 1 クラッド層 104 により、pin ダイオードが構成される。第 1 クラッド層 104 および第 2 クラッド層 108 の各々は、活性層 106 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 106 は、光を增幅する機能を有する。第 1 クラッド層 104 および第 2 クラッド層 108 は、活性層 106 を挟んで、注入キャリア（電子

50

および正孔)並びに光を閉じ込める機能を有する。

【0038】

第1コンタクト層109は、第2クラッド層108上に形成されている。第1コンタクト層109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。第1コンタクト層109は、例えば第2導電型の半導体からなる。第1コンタクト層109としては、例えばp型GaAs層などを用いることができる。

【0039】

第1電極120は、基板10の下に形成されていることができる。図2の例では、第1電極120は、基板10の下の全面に形成されている。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10)と接していることができる。第1電極120は、基板10を介して、第1クラッド層104と電気的に接続されている。第1電極120は、発光装置1000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10側からCr層、AuGe層、Ni層、Au層の順番で積層したものなどを用いることができる。第1電極120は、第3電極210と共に通の電極であることができる。

【0040】

第2電極122は、第1コンタクト層109上に形成されている。第2電極122は、第1コンタクト層109を介して、第2クラッド層108と電気的に接続されている。第2電極122は、発光装置1000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、第1コンタクト層109側からCr層、AuZn層、Au層の順番で積層したものなどを用いることができる。第2電極122の下面は、図1に示すように、利得領域140と同様の平面形状を有している。言い換えるならば、図示の例では、第2電極122の下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、活性層106の利得領域140の平面形状が決定されるのである。あるいは、第1コンタクト層109上に絶縁層(図示せず)を形成した後に、利得領域140と同様の平面形状となるように該絶縁層を除去して第1コンタクト層109を露出させ、第2電極122を少なくとも露出した第1コンタクト層109と接触している形状となるように形成されていてもよい。

【0041】

(2)受光部の構成

受光部200a, 200bは、図1および図2に示すように、光吸収層206を含む。受光部200a, 200bは、さらに、例えば、第3クラッド層204と、第4クラッド層208と、第2コンタクト層209と、第3電極210と、第4電極212と、を有することができる。

【0042】

受光部200a, 200bは、図1に示すように、活性層106の第1側面105側の第1受光部200aと、活性層106の第2側面107側の第2受光部200bとを有することができる。なお、受光部200a, 200bは、活性層106のいずれか一方の側面側にのみ設けられていてもよい。第1受光部200aは、利得領域140の第1端面151で反射された第1反射光2bの光路上に配置されている。第2受光部200bは、利得領域140の第2端面152で反射された第2反射光4bの光路上に配置されている。第1受光部200aは、第1端面151の近傍に設けられることが望ましい。第2受光部200bについても同様に、第2端面152の近傍に設けられることが望ましい。これにより、反射光2b、4bが、受光部200a, 200b以外の領域で吸収されることを抑制することができる。

【0043】

第3クラッド層204は、基板10上に形成されている。第3クラッド層204は、例えば、第1導電型の半導体からなる。第3クラッド層204としては、例えばn型AlGaAs層などを用いることができる。第3クラッド層204と第1クラッド層104とは、連続する一つの層からなることができる。

10

20

30

40

50

【0044】

光吸收層206は、第3クラッド層204上に形成されている。光吸收層206としては、例えば、不純物がドーピングされていないGaAs層などを用いることができる。光吸收層206は、後述するように、利得領域140に生じる光の一部を、吸収することができる。光吸收層206と活性層106とは、連続する一つの層からなることができる。

【0045】

第4クラッド層208は、光吸收層206上に形成されている。第4クラッド層208は、例えば第2導電型（例えばp型）の半導体からなる。第4クラッド層208としては、例えばp型AlGaAs層などを用いることができる。第4クラッド層208と第2クラッド層108とは、連続する一つの層からなることができる。

10

【0046】

p型の第4クラッド層208、不純物がドーピングされていない光吸收層206、およびn型の第3クラッド層204により、pinダイオードが構成されることができる。第3クラッド層204および第4クラッド層208の各々は、光吸收層206よりも禁制帯幅が大きく、屈折率が小さい層である。光吸收層206は、光を吸収する機能を有する。第3クラッド層204および第4クラッド層208は、光吸收層206を挟んで、光を閉じ込める機能を有する。

【0047】

第2コンタクト層209は、第4クラッド層208上に形成されている。第2コンタクト層209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。第2コンタクト層209は、例えば第2導電型の半導体からなる。第2コンタクト層209としては、例えばp型GaAs層などを用いることができる。第2コンタクト層209と、第1コンタクト層109とは、連続する一つの層からなることができる。

20

【0048】

図2に示すように、受光部200a, 200bの第3電極210から第4電極212までの層構造は、発光部100の第1電極120から第2電極122までの層構造と同じであることができる。

【0049】

第3電極210は、基板10の下に形成されている。第3電極210は、図示の例では、第1電極120と共に電極である。第3電極210は、受光部を駆動するための一方の電極である。第3電極210は、基板10を介して、第3クラッド層204と電気的に接続されている。第3電極210としては、第1電極120と同様の材料を用いることができる。

30

【0050】

第4電極212は、第2コンタクト層209上に形成されている。第4電極212は、受光部を駆動するための他方の電極である。第4電極212は、第2コンタクト層209を介して、第4クラッド層208と電気的に接続されている。第4電極212としては、第2電極122と同様の材料を用いることができる。

【0051】

(3) 発光装置の動作

40

発光装置1000の発光部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106の利得領域140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140内で光の強度が増幅される。例えば、図1に示すように、利得領域140に生じる光のうち、第1端面151に向かう光2は、利得領域140内で増幅された後、第1端面151から第1出射光2aとして出射される。同様に、利得領域140に生じる光のうち、第2端面152に向かう光4は、利得領域140内で増幅された後、第2端面152から第2出射光4aとして出射される。ここで、第1端面151に向かう光2および第2端面152に向かう光4の一部は、第1端面151および第2端面152で反射され、第1反射光2bおよび第2反射光4bとして発光

50

装置 1000 内を進行するものもある。すなわち、利得領域 140 に生じる光のうち、第 1 端面 151 に向かう光 2 は、第 1 端面 151 において、第 1 出射光 2a と、第 1 反射光 2b とに分けられる。第 2 端面 152 に向かう光 4 についても同様に、第 2 端面 152 において、第 2 出射光 4a と、第 2 反射光 4b とに分けられる。第 1 反射光 2b は、発光装置 1000 内を進行して第 1 受光部 200a に至る。第 2 反射光 4b も同様に、発光装置 1000 内を進行して第 2 受光部 200b に至る。なお、図 1 の例では、第 1 端面 151 および第 2 端面 152 の両方から光が出射される場合について説明したが、いずれか一方の端面から光が出射されてもよい。

【0052】

発光装置 1000 の受光部 200a, 200b では、第 3 電極 210 と第 4 電極 212 との間に、pin ダイオードの逆バイアス電圧を印加すると、反射光 2b, 4b によって光吸收層 206 に生成された電子 - 正孔対が加速され電流として取り出すことができる。これにより、受光部 200a, 200b は、発光部 100 に生じた光の光出力をモニターすることができる。さらに、第 3 クラッド層 204 および第 4 クラッド層 208 によって、光吸收層 206 から光が漏れることを抑制または防止することができる。

【0053】

本実施形態に係る発光装置 1000 の一例として、GaAs 系の場合について説明したが、発光装置 1000 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、InGaAlP 系、AlGaN 系、InGaN 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。

【0054】

本実施形態に係る発光装置 1000 は、例えば、プロジェクター、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。

【0055】

発光装置 1000 は、例えば、以下の特徴を有する。

【0056】

本実施形態に係る発光装置 1000 では、発光部 100 と受光部 200a, 200b を同一基板 10 上に形成することができる。これにより、後述するように発光装置 のアレイ化を、容易に行うことができる。また、例えば、別途、受光素子を設置する場合と比較して、部品点数の削減および製造コストの削減が可能となる。

【0057】

本実施形態に係る発光装置 1000 では、発光部 100 に生じた光の光出力を、受光部 200a, 200b においてモニターすることができる。したがって、モニターされた光出力に基づいて、発光部 100 に印加する電圧値を調整することができる。これにより、輝度むらを低減し、また、明るさを自動調整することができる発光装置 を提供することができる。発光部 100 に生じた光の光出力を、発光部 100 に印加する電圧値にフィードバックする制御は、例えば、外部電子回路（図示しない）を用いて行うことができる。

【0058】

発光装置 1000 では、利得領域 140 の端面 151, 152 で反射された反射光 2b, 4b を受光部 200a, 200b で受光することができる。したがって、発光部 100 から出射された光を直接モニターする場合と比較して、受光部 200a, 200b に至る光の光量が少ないため、発光部 100 の光出力を大きくすることができる。また、反射防止膜 110 によって、利得領域 140 の端面 151, 152 の反射率を制御することができるため、受光部 200a, 200b に至る反射光 2b, 4b の光量を制御することができる。

【0059】

発光装置 1000 では、利得領域 140 は、第 1 側面 105 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とができる。さらに、利得領域 140 では、第 1 側面 105 側から平面的にみて、第 1 端面 151 と第 2 端面 152 とは、重なっていないことがで

10

20

30

40

50

きる。これにより、上述したとおり、利得領域 140 に生じる光のレーザー発振を抑制または防止することができる。したがって、スペックルノイズを低減させることができる。さらに、発光装置 1000では、利得領域 140 に生じる光は、利得領域 140 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。したがって、従来の一般的な LED (Light Emitting Diode) よりも高い出力を得ることができる。以上のように、発光装置 1000では、スペックルノイズを低減でき、かつ高出力化を図ることができる。

【0060】

2. 発光装置の製造方法

次に、発光装置 1000の製造方法の一例について、図面を参照しながら説明する。

10

【0061】

図 4 は、発光装置 1000の製造工程を模式的に示す断面図であり、図 2 に示す断面図に対応している。

【0062】

図 4 に示すように、例えば、基板 10 上に、第 1 クラッド層 104 および第 3 クラッド層 204 を構成する層、活性層 106 および光吸収層 206 を構成する層、第 2 クラッド層 108 および第 4 クラッド層 208 を構成する層、および第 1 コンタクト層 109 および第 2 コンタクト層 209 を構成する層を、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。

20

【0063】

図 2 に示すように、例えば、第 1 コンタクト層 109 上に第 2 電極 122 および第 4 電極 212 を形成する。第 2 電極 122 および第 4 電極 212 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ティ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 および第 4 電極 212 は、例えば、真空蒸着法およびリフトオフ法の組み合わせなどにより、所望の形状に形成されることもできる。

【0064】

次に、基板 10 の下面下に第 1 電極 120 および第 3 電極 210 を形成する。第 1 電極 120 および第 3 電極 210 は、例えば、上述した第 2 電極 122 の製法と同じ製法で形成される。

30

【0065】

以上の工程により、発光装置 1000が得られる。

【0066】

発光装置 1000の製造方法によれば、発光部 100 を構成する層と受光部 200a, 200b を構成する層を同一工程で成膜することができる。したがって、発光部 100 を構成する層と受光部 200a, 200b を構成する層を別々に成膜する場合と比較して、製造工程を簡略化することができる。

【0067】

発光装置 1000の製造方法によれば、発光部および受光部を同一基板 10 上に集積することができる発光装置 1000を形成することができる。

40

【0068】

3. 変形例

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 2 に示す発光装置 1000の例と異なる点について説明し、同様の点については同一の符号を付し説明を省略する。

【0069】

(1) 第 1 の変形例

まず、第 1 の変形例について説明する。

【0070】

50

図5は、本変形例に係る発光装置2000を模式的に示す平面図である。図6は、図5のV-I-VI線断面図であり、図2に対応している。

【0071】

本変形例に係る発光装置2000では、発光部100と受光部200a, 200bとを電気的に分離する分離溝220を有する。

【0072】

分離溝220は、図5に示すように、平面的に見て、第1受光部200aおよび第2受光部200bの各々の周囲を囲むように設けられている。図示はしないが、例えば、分離溝220は、平面的に見て、活性層106の第1側面105側から第2側面107側まで、発光部100と第1受光部200aとの間および発光部100と第2受光部200bとの間に直線状に設けられていてもよい。図6に示すように、分離溝220の底面の位置は、活性層106および光吸收層206の底面の位置より下であることができる。分離溝220の内部は、空隙(空気)であることができる。

10

【0073】

本変形例に係る発光装置2000では、発光部100と受光部200a, 200bとを電気的に分離する分離溝220を有することができる。これにより、発光部100と受光部200a, 200bとの間で電流拡散が起こりにくくなるため、発光部100と受光部200a, 200bとの間の干渉を抑制することができる。また、分離溝220で発光部100と受光部200a, 200bを電気的に分離できるため、図示はしないが、例えば、基板10として半絶縁性のGaaS基板等を用いた場合、発光部100と受光部200a, 200bを独立駆動させることができる4端子構造を得ることができる。

20

【0074】

(2) 第2の変形例

次に、第2の変形例について説明する。

【0075】

図7は、本変形例に係る発光装置3000を模式的に示す断面図であり、図2に対応している。

【0076】

発光装置1000の例では、発光部100と受光部200a, 200bとが、同じ層構造を有している場合について説明した。これに対し、本変形例では、発光部100と受光部200a, 200bとが異なる層構造を有していることができる。

30

【0077】

図7に示すように、活性層106の膜厚は、例えば、光吸收層206の膜厚よりも薄い。より具体的には、活性層106の下面の位置は、光吸收層206の下面の位置より上方であり、活性層106の上面の位置は、光吸收層206の上面の位置より下方であることができる。これにより、本変形例に係る発光装置3000では、受光部200a, 200bの光検出効率を向上させることができる。光吸收層206の膜厚は、例えば、活性層106の膜厚の2倍以上であることが望ましい。なお、受光部200a, 200bの層構造は、特に限定されない。

【0078】

40

発光装置3000の製造方法は、まず、基板10上の全面に、第1クラッド層104、活性層106、第2クラッド層108、および第1コンタクト層109層を、この順でエピタキシャル成長させる。次に、基板10上の各層104, 106, 108, 109をパターニングして、受光部200a, 200bを設けられる領域の基板10を露出させる。その後、露出された基板10上および第2コンタクト層209上に、第3クラッド層204、光吸收層206、第4クラッド層208、および第2コンタクト層209層を、この順で成膜する。第1コンタクト層109上の各層は、エッチバックする。以後の工程は、発光装置1000の例と同様のため省略する。以上の工程により、発光装置3000が得られる。

【0079】

50

(3) 第3の変形例

次に、第3の変形例について説明する。

【0080】

図8は、本変形例に係る発光装置4000を模式的に示す断面図であり、図2に対応している。

【0081】

発光装置1000の例では、利得領域がそのまま導波領域となる利得導波型について説明した。それに対して、本変形例では、屈折率差を設けて光を閉じ込める屈折率導波型を用いることができる。

【0082】

第1コンタクト層109と、第2クラッド層108の一部とは、図8に示すように、柱状部160を構成することができる。柱状部160の平面形状は、例えば利得領域140と同じである。すなわち、例えば、柱状部160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140の平面形状が決定される。なお、図示はしないが、柱状部160は、例えば、第1コンタクト層109、第2クラッド層108、および活性層106から構成されていてもよいし、さらに、第1クラッド層104をも含んで構成されていてもよい。また、柱状部160の側面を傾斜させることもできる。

【0083】

絶縁部162は、図8に示すように、第2クラッド層108上であって、柱状部160の側方に形成されている。絶縁部162は、柱状部160の側面に接していることができる。絶縁部162の上面は、例えば、第1コンタクト層109の上面と連続している。絶縁部162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。絶縁部162としてこれらの材料を用いた場合、電極120, 122間の電流は、絶縁部162を避けて、該絶縁部162に挟まれた柱状部160を流れることができる。絶縁部162は、活性層106の屈折率よりも小さい屈折率を有することができる。この場合、絶縁部162を形成した部分の垂直断面の有効屈折率は、絶縁部162を形成しない部分、すなわち、柱状部160が形成された部分の垂直断面の有効屈折率よりも小さくなる。これにより、平面方向において、利得領域140内に効率良く光を閉じ込めることができる。なお、図示はしないが、絶縁部162を設けず、絶縁部162が空気であると解釈してもよい。

【0084】

第2電極122は、第1コンタクト層109(柱状部160)上および絶縁部162上に形成されている。第2電極122と第1コンタクト層109との接触面は、利得領域140と同じの平面形状を有している。図示はしないが、第2電極122は、第1コンタクト層109上にのみ形成されていてもよい。

【0085】

本変形例によれば、上述した発光装置1000の例と同様に、発光部100と受光部200a, 200bを同一基板上に形成した発光装置を得ることができる。

【0086】

(4) 第4の変形例

次に、第4の変形例について説明する。

【0087】

図9は、本変形例に係る発光装置5000を模式的に示す平面図である。

【0088】

発光装置5000では、図9に示すように、複数の利得領域140が配列されている。複数の利得領域140の各々に対応して、受光部200a, 200bが設けられている。図示はしないが、発光装置5000は、複数の利得領域140の各々を電気的に分離する分離溝を有していてもよい。

【0089】

10

20

30

40

50

発光装置 5000 によれば、発光装置 1000 の場合と比較して、発光の高出力化を図ることができる。

【0090】

また、発光装置 5000 では、複数の利得領域 140 の各々に対応して、受光部 200a, 200b が設けられていることができる。したがって、複数の利得領域 140 の各々の光出力をモニターすることができる。すなわち、複数の利得領域 140 の各々に対して、個別に光量検出を行うことができる。

【0091】

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、各実施形態および各変形例を適宜組み合わせることも可能である。

10

【0092】

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。

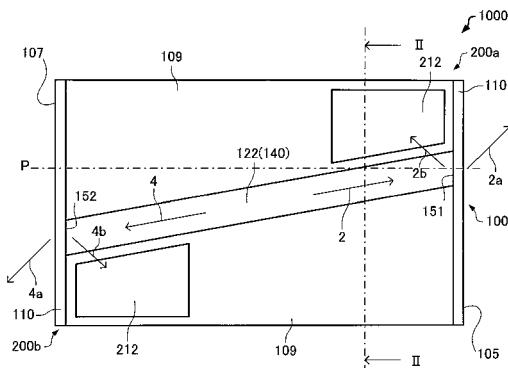
【符号の説明】

【0093】

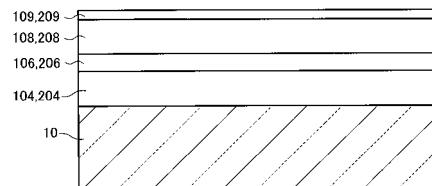
100 基板、1000 発光部、104 第1クラッド層、105 第1側面、106 活性層、107 第2側面、108 第2クラッド層、109 第1コンタクト層、110 反射防止膜、120 第1電極、122 第2電極、140 利得領域、151 第1端面、152 第2端面、160 柱状部、162 絶縁部、200a, 200b 受光部、204 第3クラッド層、206 光吸收層、208 第4クラッド層、209 第2コンタクト層、210 第3電極、212 第4電極、220 分離溝、1000, 2000, 3000, 4000, 5000 発光装置

20

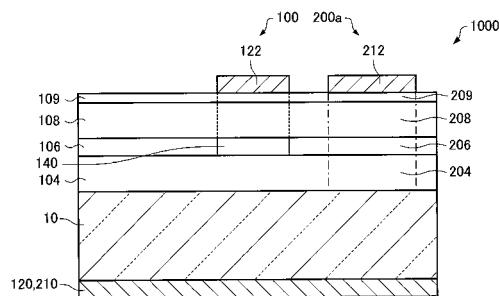
【図1】



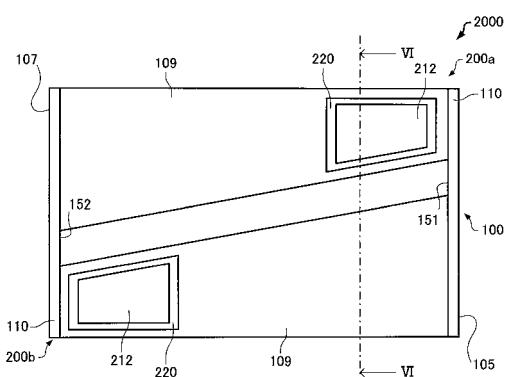
【図4】



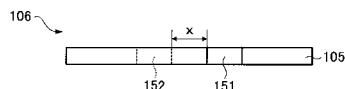
【図2】



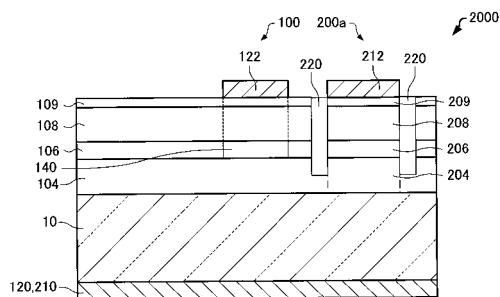
【図5】



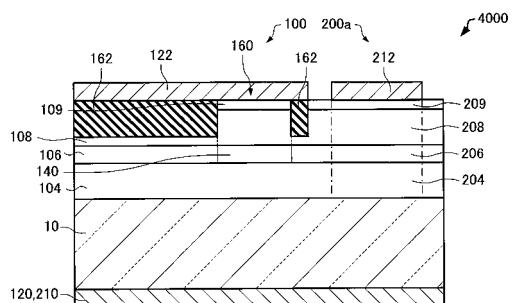
【図3】



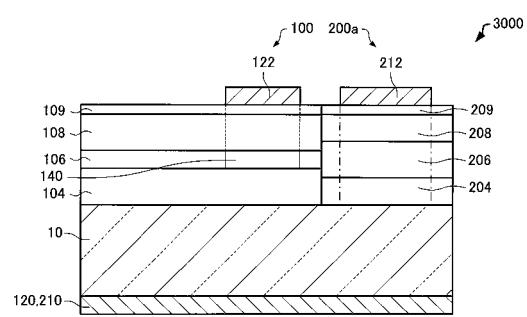
【図6】



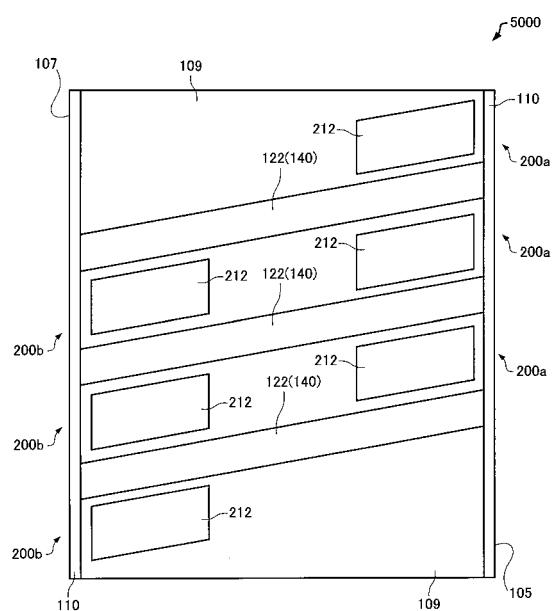
【図8】



【図7】



【図9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-216954(JP, A)
特開平04-026159(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 01 L	3 1 / 1 2	-	3 1 / 1 7 3
H 01 L	3 3 / 0 0	-	3 3 / 6 4