

【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 クラッド層に電氣的に接続された第 1 電極と、
前記第 2 クラッド層に電氣的に接続された第 2 電極と、
を有し、
前記受光部は、光吸収層を有し、
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、受発光装置。

【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、受発光装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 において、
前記発光部と前記受光部とを電氣的に分離する分離溝を有する、受発光装置。

【請求項 4】

請求項 3 において、
前記分離溝は、平面的に見て、前記受光部を周囲を囲んでいる、受発光装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項において、
前記活性層と前記光吸収層は、連続した 1 つの層である、受発光装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか一項において、
前記活性層の下面の位置は、前記光吸収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、前記光吸収層の上面の位置より下方である、受発光装置。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 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 8】

請求項 1 乃至 7 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、受発光装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、受発光装置に関する。

【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。

10

20

30

40

50

【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。

【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。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【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。

20

【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受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】

本発明に係る受発光装置は、
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クラッド層に電氣的に接続された第1電極と、
前記第2クラッド層に電氣的に接続された第2電極と、
を有し、
前記受光部は、光吸収層を有し、
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。

30

40

【0009】

このような受発光装置によれば、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

50

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】

本発明に係る受発光装置において、
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】

このような受発光装置によれば、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】

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

10

【0014】

このような受発光装置によれば、発光部と受光部を電氣的に分離することができる。

【0015】

本発明に係る受発光装置において、
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】

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

【0017】

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

20

【0018】

このような受発光装置によれば、製造工程を簡略化することができる。

【0019】

本発明に係る受発光装置において、
前記活性層の下面の位置は、前記光吸収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、前記光吸収層の上面の位置より下方であることができる。

【0020】

このような受発光装置によれば、受光部の検出効率を向上させることができる。

30

【0021】

本発明に係る受発光装置において、
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。

【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】

本発明に係る受発光装置において、
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。

40

【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。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本実施形態に係る受発光装置を模式的に示す平面図。

【図2】本実施形態に係る受発光装置を模式的に示す断面図。

【図3】本実施形態に係る受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】本実施形態に係る受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の変形例に係る受発光装置を模式的に示す平面図。

50

【図6】本実施形態の第1の変形例に係る受発光装置を模式的に示す断面図。

【図7】本実施形態の第2の変形例に係る受発光装置を模式的に示す断面図。

【図8】本実施形態の第3の変形例に係る受発光装置を模式的に示す断面図。

【図9】本実施形態の第4の変形例に係る受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. 受発光装置

まず、本実施形態に係る受発光装置1000について説明する。

10

【0028】

図1は、本発明を適用した実施形態に係る受発光装置1000を模式的に示す平面図である。図2は、受発光装置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。

【0029】

本実施形態に係る受発光装置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GaAs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、並びに受発光装置1000の動作について説明する。

20

【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、バッファ層が形成されていてもよい。バッファ層としては、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。

30

【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

40

50

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。

【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ことができるため、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、受発光装置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。

10

【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。

【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、光を増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（電子および正孔）並びに光を閉じ込める機能を有する。

20

【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と電氣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と共通の電極であることができる。

30

【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と電氣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

40

50

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。

10

【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。

20

【0044】

光吸収層206は、第3クラッド層204上に形成されている。光吸収層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。光吸収層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。光吸収層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、光吸収層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。

30

【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収層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、光吸収層206よりも禁制帯幅が大きく、屈折率が小さい層である。光吸収層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、光吸収層206を挟んで、光を閉じ込める機能を有する。

40

【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。

【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。

50

【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と共通の電極である。第3電極210は、受光装置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と電氣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。

【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、受光装置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と電氣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。

10

【0051】

(3) 受発光装置の動作

受発光装置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として受発光装置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、受発光装置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、受発光装置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。

20

30

【0052】

受発光装置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によって光吸収層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、光吸収層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】

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

40

【0054】

本実施形態に係る受発光装置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】

受発光装置1000は、例えば、以下の特徴を有する。

【0056】

50

本実施形態に係る受発光装置 1000 では、発光部 100 と受光部 200 a, 200 b を同一基板 10 上に形成することができる。これにより、後述するように受発光装置のレイ化を、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】

本実施形態に係る受発光装置 1000 では、発光部 100 に生じた光の光出力を、受光部 200 a, 200 b 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受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。

10

【0058】

受発光装置 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 200 a, 200 b 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 200 a, 200 b 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 200 a, 200 b に至る反射光 2b, 4b の光量を制御することができる。

20

【0059】

受発光装置 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ckルノイズを低減させることができる。さらに、受発光装置 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、受発光装置 1000 では、スペckルノイズを低減でき、かつ高出力化を図ることができる。

30

【0060】

2. 受発光装置の製造方法

次に、受発光装置 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。

【0061】

図 4 は、受発光装置 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。

40

【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チング技術を用いてパターン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

50

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。

【0065】

以上の工程により、受発光装置1000が得られる。

【0066】

受発光装置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。

10

【0067】

受発光装置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受発光装置1000を形成することができる。

【0068】

3. 変形例

次に本実施形態に係る受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に示す受発光装置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。

20

【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】

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

【0071】

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

【0072】

30

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および光吸収層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。

【0073】

本変形例に係る受発光装置2000では、発光部100と受光部200a, 200bとを電氣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を電氣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。

40

【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、本変形例に係る受発光装置3000を模式的に示す断面図であり、図2に対応

50

している。

【0076】

受発光装置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。

【0077】

図7に示すように、活性層106の膜厚は、例えば、光吸収層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、光吸収層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、光吸収層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、本変形例に係る受発光装置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。光吸収層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。

10

【0078】

受発光装置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、光吸収層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、受発光装置1000の例と同様のため省略する。以上の工程により、受発光装置3000が得られる。

20

【0079】

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

【0081】

受発光装置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。

30

【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。

40

【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

50

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。

10

【0085】

本変形例によれば、上述した受発光装置 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受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、本変形例に係る受発光装置 5000 を模式的に示す平面図である。

【0088】

受発光装置 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、受発光装置 5000 は、複数の利得領域 140 の各々を電氣的に分離する分離溝を有していてもよい。

20

【0089】

受発光装置 5000 によれば、受発光装置 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、受発光装置 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。

30

【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。

【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。

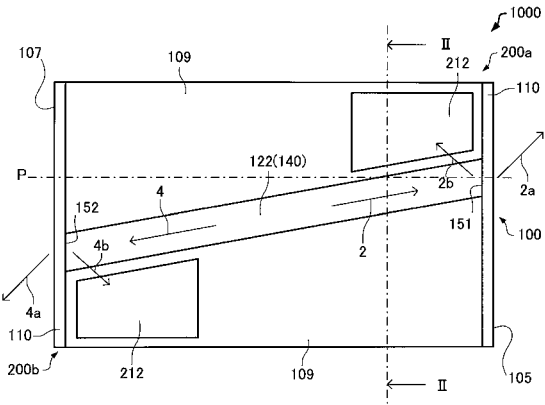
【符号の説明】

【0093】

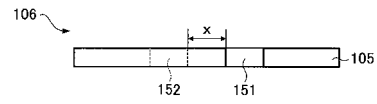
10 基板、100 発光部、104 第1クラッド層、105 第1側面、106 活性層、107 第2側面、108 第2クラッド層、109 第1コンタクト層、110 反射防止膜、120 第1電極、122 第2電極、140 利得領域、151 第1端面、152 第2端面、160 柱状部、162 絶縁部、200a, 200b 受光部、204 第3クラッド層、206 光吸収層、208 第4クラッド層、209 第2コンタクト層、210 第3電極、212 第4電極、220 分離溝、1000, 2000, 3000, 4000, 5000 受発光装置

40

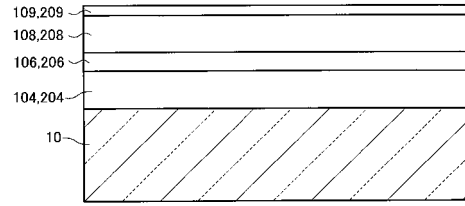
【 図 1 】



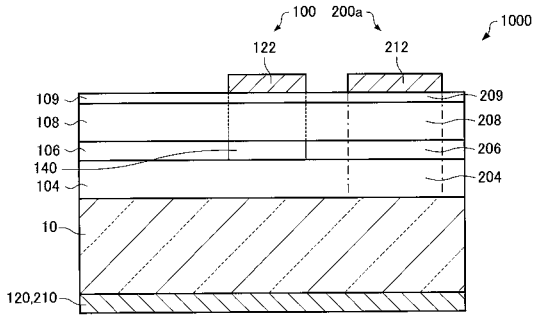
【 図 3 】



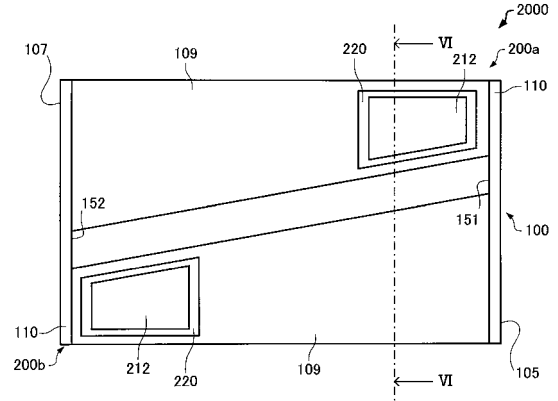
【 図 4 】



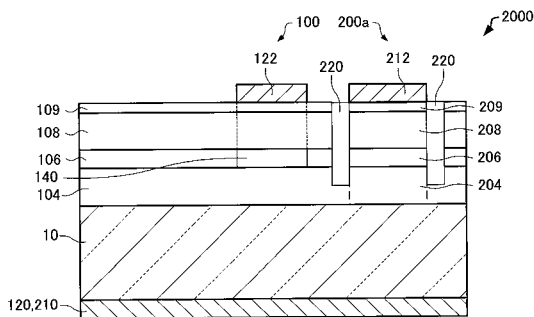
【 図 2 】



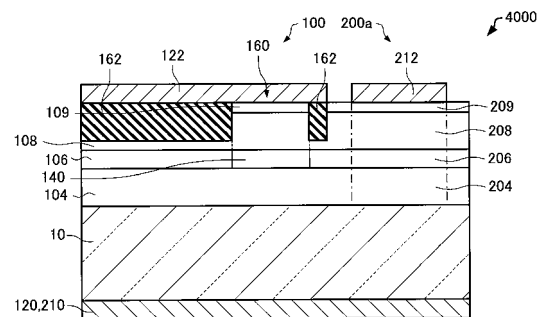
【 図 5 】



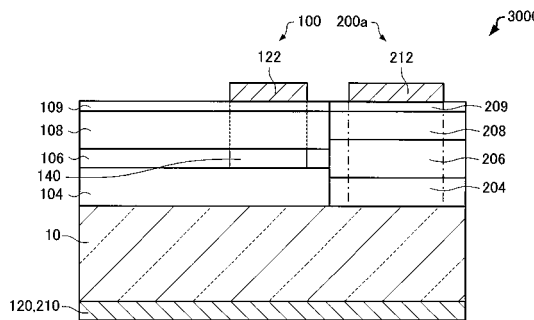
【 図 6 】



【 図 8 】



【 図 7 】



【 図 9 】

