

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4599687号  
(P4599687)

(45) 発行日 平成22年12月15日(2010.12.15)

(24) 登録日 平成22年10月8日(2010.10.8)

(51) Int.Cl.		F I	
<b>HO 1 S</b>	<b>5/065</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 1 S 5/065
<b>G 1 1 B</b>	<b>7/125</b>	<b>(2006.01)</b>	G 1 1 B 7/125 A
<b>G 1 1 B</b>	<b>7/22</b>	<b>(2006.01)</b>	G 1 1 B 7/22
<b>HO 1 S</b>	<b>5/22</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 1 S 5/22
			HO 1 S 5/22 6 1 0

請求項の数 14 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2000-240067 (P2000-240067)  
 (22) 出願日 平成12年8月8日(2000.8.8)  
 (65) 公開番号 特開2002-57404 (P2002-57404A)  
 (43) 公開日 平成14年2月22日(2002.2.22)  
 審査請求日 平成19年1月5日(2007.1.5)

(73) 特許権者 000002185  
 ソニー株式会社  
 東京都港区港南1丁目7番1号  
 (74) 代理人 100094053  
 弁理士 佐藤 隆久  
 (72) 発明者 阿部 博明  
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ  
 ニー株式会社内  
 審査官 山村 浩

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザダイオード、半導体発光装置および製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上に形成された第1導電型の第1クラッド層と、  
 上記第1クラッド層の上層に形成された活性層と、  
 上記活性層の上層に形成された第2導電型の第2クラッド層と、  
上記第2クラッド層上のストライプ領域において、上記第2クラッド層の上層に形成された第2導電型の第3クラッド層と、  
 上記第3クラッド層の上層に形成されたコンタクト層と、  
上記ストライプ領域を除く領域における上記第2クラッド層および上記コンタクト層に接するように形成された電極と  
 を有し、

上記電極への所定の電圧の印加により、上記電極から上記コンタクト層を介して第1電流が注入されて上記活性層近傍のレーザ光発振領域からレーザ光を出射する際に、上記レーザ光発振領域の端部の電流が拡散されて上記レーザ光発振領域の端部に可飽和吸収領域を形成して自励発振するように、上記ストライプ領域を除く領域において上記電極から上記第2クラッド層を介して上記第1電流よりも小さい第2電流が注入される

レーザダイオード。

【請求項2】

上記第2クラッド層がAlGaInP系材料からなる  
 請求項1に記載のレーザダイオード。

## 【請求項 3】

上記第 2 クラッド層に接する部分の上記電極の材料がチタンからなる  
請求項 1 または 2 に記載のレーザダイオード。

## 【請求項 4】

上記電極がチタン、プラチナおよび金の積層膜からなり、チタン側から上記第 2 クラッド層およびコンタクト層に接して形成されている  
請求項 3 に記載のレーザダイオード。

## 【請求項 5】

上記第 2 クラッド層と上記第 3 クラッド層の間にエッチングストップ層を有する  
請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載のレーザダイオード。

10

## 【請求項 6】

上記第 3 クラッド層の膜厚が  $0.1 \sim 0.7 \mu\text{m}$  の範囲にある  
請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載のレーザダイオード。

## 【請求項 7】

上記ストライプ領域の幅が  $1.5 \sim 5 \mu\text{m}$  の範囲にある  
請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載のレーザダイオード。

## 【請求項 8】

複数個のレーザダイオード素子を有する半導体発光装置であって、上記レーザダイオード素子の少なくとも 1 つが、

基板上に形成された第 1 導電型の第 1 クラッド層と、

上記第 1 クラッド層の上層に形成された活性層と、

上記活性層の上層に形成された第 2 導電型の第 2 クラッド層と、

上記第 2 クラッド層上のストライプ領域において、上記第 2 クラッド層の上層に形成された第 2 導電型の第 3 クラッド層と、

上記第 3 クラッド層の上層に形成されたコンタクト層と、

上記ストライプ領域を除く領域における上記第 2 クラッド層および上記コンタクト層に接するように形成された電極と

を有し、

上記電極への所定の電圧の印加により、上記電極から上記コンタクト層を介して第 1 電流が注入されて上記活性層近傍のレーザ光発振領域からレーザ光を出射する際に、上記レーザ光発振領域の端部の電流が拡散されて上記レーザ光発振領域の端部に可飽和吸収領域を形成して自励発振するように、上記ストライプ領域を除く領域において上記電極から上記第 2 クラッド層を介して上記第 1 電流よりも小さい第 2 電流が注入されるレーザダイオードである

20

30

半導体発光装置。

## 【請求項 9】

基板上に第 1 導電型の第 1 クラッド層を形成する工程と、

上記第 1 クラッド層の上層に活性層を形成する工程と、

上記活性層の上層に第 2 導電型の第 2 クラッド層を形成する工程と、

上記第 2 クラッド層の上層に第 2 導電型の第 3 クラッド層を形成する工程と、

上記第 3 クラッド層の上層にコンタクト層を形成する工程と、

上記コンタクト層上のストライプ領域を保護するマスク層を形成する工程と、

上記マスク層をマスクとして上記ストライプ領域部分を残しながら上記第 3 クラッド層および上記コンタクト層を除去する工程と、

上記ストライプ領域を除く領域における上記第 2 クラッド層および上記コンタクト層に接するように電極を形成する工程と

を有し、

上記電極への所定の電圧の印加により、上記電極から上記コンタクト層を介して第 1 電流が注入されて上記活性層近傍のレーザ光発振領域からレーザ光を出射する際に、上記レーザ光発振領域の端部の電流が拡散されて上記レーザ光発振領域の端部に可飽和吸収領域

40

50

を形成して自励発振するように、上記ストライプ領域を除く領域において上記電極から上記第2クラッド層を介して上記第1電流よりも小さい第2電流が注入されるレーザダイオードを製造する

レーザダイオードの製造方法。

【請求項10】

上記第2クラッド層を形成する工程と上記第3クラッド層を形成する工程の間に、上記第2クラッド層の上層にエッチングストップ層を形成する工程をさらに有し、

上記第3クラッド層を形成する工程においては、上記エッチングストップ層の上層に形成し、

上記第3クラッド層および上記コンタクト層を除去する工程においては、上記エッチングストップ層をエッチングストップとして上記第3クラッド層および上記コンタクト層を除去し、さらにエッチング条件を変更して上記エッチングストップ層を除去する

請求項9に記載のレーザダイオードの製造方法。

【請求項11】

上記電極を形成する工程において、上記第2クラッド層に接する部分の上記電極の材料としてチタンを用いる

請求項9または10に記載のレーザダイオードの製造方法。

【請求項12】

上記電極を形成する工程において、上記電極としてチタン、プラチナおよび金の積層膜を形成し、チタン側から上記第2クラッド層およびコンタクト層に接するように形成する

請求項11に記載のレーザダイオードの製造方法。

【請求項13】

上記第3クラッド層の膜厚を0.1～0.7μmの範囲で形成する

請求項9～12のいずれかに記載のレーザダイオードの製造方法。

【請求項14】

上記ストライプ領域の幅を1.5～5μmの範囲で形成する

請求項9～13のいずれかに記載のレーザダイオードの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、レーザダイオード、半導体発光装置および製造方法に関し、特に自励発振をするレーザダイオードおよびこのレーザダイオードを含む複数個のレーザダイオード素子を有する半導体発光装置、およびレーザダイオードの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

一般に、CD（コンパクトディスク）、DVD（デジタル多用途ディスク）あるいはMD（ミニディスク）などの光学的に情報を記録する光学記録媒体（以下、光ディスクとも称する）に記録された情報の読み取り（再生）、あるいはこれらに情報の書き込み（記録）を行う装置（以下、光ディスク装置とも称する）には、光学ピックアップ装置が内蔵されている。

【0003】

上記の光ディスク装置や光学ピックアップ装置における光源は、レーザダイオードが用いられている。

光源の波長は、光ディスクの種類（光ディスクシステム）が異なる場合には、波長の異なるレーザ光を用いられており、例えばCDの再生などには780nm帯の波長のレーザ光を、DVDの再生などには650nm帯の波長のレーザ光を用いる。

【0004】

近年、上記のDVD用の650nm帯のレーザダイオードにおいて、レーザ光の戻り光のノイズを低減するため、自励発振型（セルフパルセーションタイプ）のレーザダイオードが開発されている。

10

20

30

40

50

自励発振型では、従来行っていたレーザ駆動時に高周波重畳をかけることによる輻射ノイズを防止できる利点がある。

【0005】

上記の自励発振型のレーザダイオードの例として、可飽和吸収層を有する構造が開発されている（第47回応用物理学関係連合講演会講演予稿集、1147頁、講演29a-N-2参照）。

図17は、上記のレーザダイオードの断面図である。

例えばGaAsからなるn型基板50上に、例えばInGaPからなるn型バッファ層51、例えばAlGaInPからなるn型クラッド層52、活性層（発振波長650nmの多重量子井戸構造）53、例えばAlGaInPからなるp型クラッド層54が積層している。

10

p型クラッド層54の上層には、高濃度ドーブ可飽和吸収層55が形成されている。さらにその上層に例えばAlGaInPからなるp型クラッド層56が電流注入ストライプ領域において凸になるように形成されており、電流注入ストライプ領域を除く領域において、AlInPからなるn型ブロック層57が形成されており、電流注入ストライプ領域のp型クラッド層56およびブロック層57の上層にGaAsからなるn型層58が形成されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記の従来の自励発振型のレーザダイオードは以下の問題点を有している。

20

1. 室温25℃、出力5mW時の動作電流が56mAであり、動作電流が大きい。
2. 動作電流が大きいことに伴い、素子レーザダイオードとしての長期信頼性（ライフ）が低下する。
3. 可飽和吸収層のドーブ量、層の厚さなどを高精度に制御する必要があり、自励発振の度合いのばらつき、およびキックの低下の問題があり、大量生産の場合に不良率が高くなってしまふ。
4. 製造工程においては、エピタキシャル成長工程が2～3回必要であるため、工程が複雑になる。

【0007】

30

また、近年においては、例えばDVD用の光ディスク装置でCDの再生を可能にするコンパチブル光学ピックアップ装置が開発されており、例えばCD用のレーザダイオード（発光波長780nm）とDVD用のレーザダイオード（発光波長650nm）を1チップ上に搭載する2波長モノリシックレーザダイオードが開発されており、このような2波長レーザの650nm側のレーザダイオード素子においても自励発振型とすることが望まれているが、上記の従来の自励発振型レーザダイオードを組み込もうとすると、780nm帯側と650nm帯側のレーザダイオードを合わせて3～4回のエピタキシャル成長工程が必要であるため、工程が長く、複雑になり、大量生産した場合不良率が高くなってしまふという問題がある。

【0008】

40

本発明は上述の状況に鑑みてなされたものであり、従って本発明は、動作電流を低減して長期信頼性を向上させ、エピタキシャル工程の回数を従来より減らし、製造歩留りを向上して製造可能な自励発振型レーザダイオード、および、このレーザダイオードを含む複数個のレーザダイオード素子を有する半導体発光装置を提供することを目的とする。さらに、上記のレーザダイオードの製造方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するため、本発明のレーザダイオードは、基板上に形成された第1導電型の第1クラッド層と、上記第1クラッド層の上層に形成された活性層と、上記活性層の上層に形成された第2導電型の第2クラッド層と、電流注入ストライプ領域において、上

50

記第2クラッド層の上層に形成された第2導電型の第3クラッド層と、上記第3クラッド層の上層に形成されたコンタクト層と、上記電流注入ストライプ領域を除く領域における上記第2クラッド層および上記コンタクト層に接続するように形成された電極とを有し、上記電極への所定の電圧の印加により、上記電極から上記コンタクト層を介して第1電流が注入されて上記活性層近傍のレーザ光発振領域からレーザ光を出射する際に、上記電流注入ストライプ領域を除く領域において上記電極から上記第2クラッド層を介して上記第1電流よりも小さい第2電流が注入され、上記レーザ光発振領域の端部の電流が制御されて自励発振する。

【0010】

上記の本発明のレーザダイオードは、好適には、上記レーザ光発振領域の端部に可飽和吸収領域を形成して自励発振する。

10

【0011】

上記の本発明のレーザダイオードは、好適には、上記第2クラッド層がAlGaInP系材料からなる。

【0012】

上記の本発明のレーザダイオードは、好適には、上記第2クラッド層に接する部分の上記電極の材料がチタンからなる。

さらに好適には、上記電極がチタン、プラチナおよび金の積層膜からなり、チタン側から上記第2クラッド層およびコンタクト層に接して形成されている。

【0013】

20

上記の本発明のレーザダイオードは、好適には、上記第2クラッド層と上記第3クラッド層の間にエッチングストップ層を有する。

【0014】

上記の本発明のレーザダイオードは、好適には、上記第3クラッド層の膜厚および上記電流注入ストライプ領域の幅により、自励発振の度合いを調整でき、好適には、上記第3クラッド層の膜厚が $0.1 \sim 0.7 \mu\text{m}$ の範囲にある、あるいは、上記電流注入ストライプ領域の幅が $1.5 \sim 5 \mu\text{m}$ の範囲にある。

【0015】

上記の本発明のレーザダイオードの構造において、電極への所定の電圧の印加により、電極から上記コンタクト層を介して第1電流が注入されて活性層近傍のレーザ光発振領域からレーザ光を出射する際に、電流注入ストライプ領域を除く領域において電極から第2クラッド層を介して第1電流よりも小さい第2電流が注入され、レーザ光発振領域の端部に電流が適度に拡散されて自励発振が発生することを見いだした。

30

さらに、自励発振の強さ、キンクおよび放射角特性を制御するレーザダイオードの構造および条件を見いだした。

上記の構造の自励発振型のレーザダイオードは、従来よりも動作電流を低減することができ、これにより長期信頼性を向上させることができる。また、その構造から必要なエピタキシャル工程は1回であり、エピタキシャル工程の回数を従来より減らし、製造歩留りを向上して製造することが可能である。

【0016】

40

また、上記の目的を達成するため、本発明の半導体発光装置は、複数個のレーザダイオード素子を有する半導体発光装置であって、上記レーザダイオード素子の少なくとも1つが、基板上に形成された第1導電型の第1クラッド層と、上記第1クラッド層の上層に形成された活性層と、上記活性層の上層に形成された第2導電型の第2クラッド層と、電流注入ストライプ領域において、上記第2クラッド層の上層に形成された第2導電型の第3クラッド層と、上記第3クラッド層の上層に形成されたコンタクト層と、上記電流注入ストライプ領域を除く領域における上記第2クラッド層および上記コンタクト層に接続するように形成された電極とを有し、上記電極への所定の電圧の印加により、上記電極から上記コンタクト層を介して第1電流が注入されて上記活性層近傍のレーザ光発振領域からレーザ光を出射する際に、上記電流注入ストライプ領域を除く領域において上記電極から上記

50

第2クラッド層を介して上記第1電流よりも小さい第2電流が注入され、上記レーザ光発振領域の端部の電流が制御されて自励発振するレーザダイオードである。

【0017】

上記の本発明の半導体発光装置は、例えばCD用のレーザダイオード（発光波長780nm）とDVD用のレーザダイオード（発光波長650nm）を1チップ上に搭載する2波長モノリシックレーザダイオードなどにおいて、ノイズ特性に優れた自励発振型であって、従来よりも動作電流を低減することができ、これにより長期信頼性を向上させることができるレーザダイオードを組み込むことができ、さらにエピタキシャル工程の回数を従来より減らし、製造歩留りを向上して製造することが可能である。

【0018】

また、上記の目的を達成するため、本発明のレーザダイオードの製造方法は、基板上に第1導電型の第1クラッド層を形成する工程と、上記第1クラッド層の上層に活性層を形成する工程と、上記活性層の上層に第2導電型の第2クラッド層を形成する工程と、上記第2クラッド層の上層に第2導電型の第3クラッド層を形成する工程と、上記第3クラッド層の上層にコンタクト層を形成する工程と、電流注入ストライプ領域を保護するマスク層を形成する工程と、上記マスク層をマスクとして電流注入ストライプ領域部分を残しながら上記第3クラッド層および上記コンタクト層を除去する工程と、上記電流注入ストライプ領域を除く領域における上記第2クラッド層および上記コンタクト層に接続するように電極を形成する工程とを有する。

【0019】

上記の本発明のレーザダイオードの製造方法は、好適には、上記第2クラッド層を形成する工程と上記第3クラッド層を形成する工程の間に、上記第2クラッド層の上層にエッチングストップ層を形成する工程をさらに有し、上記第3クラッド層を形成する工程においては、上記エッチングストップ層の上層に形成し、上記第3クラッド層および上記コンタクト層を除去する工程においては、上記エッチングストップ層をエッチングストップとして上記第3クラッド層および上記コンタクト層を除去し、さらにエッチング条件を変更して上記エッチングストップ層を除去する。

【0020】

上記の本発明のレーザダイオードの製造方法は、好適には、上記電極を形成する工程において、上記第2クラッド層に接する部分の上記電極の材料としてチタンを用いる。さらに好適には、上記電極を形成する工程において、上記電極としてチタン、プラチナおよび金の積層膜を形成し、チタン側から上記第2クラッド層およびコンタクト層に接するように形成する。

【0021】

上記の本発明のレーザダイオードの製造方法は、好適には、上記第3クラッド層の膜厚を0.1~0.7 $\mu$ mの範囲で形成する。

また、好適には、上記電流注入ストライプ領域の幅を1.5~5 $\mu$ mの範囲で形成する。

【0022】

上記の本発明のレーザダイオードの製造方法は、基板上に第1導電型の第1クラッド層を形成し、第1クラッド層の上層に活性層を形成し、活性層の上層に第2導電型の第2クラッド層を形成し、第2クラッド層の上層に第2導電型の第3クラッド層を形成し、第3クラッド層の上層にコンタクト層を形成する。次に、電流注入ストライプ領域を保護するマスク層を形成し、マスク層をマスクとして電流注入ストライプ領域部分を残しながら第3クラッド層およびコンタクト層を除去する。次に、電流注入ストライプ領域を除く領域における第2クラッド層およびコンタクト層に接続するように電極を形成する。

【0023】

上記の本発明のレーザダイオードの製造方法によれば、ノイズ特性に優れた自励発振型であって、従来よりも動作電流を低減することができ、これにより長期信頼性を向上させることができるレーザダイオードを、エピタキシャル工程の回数を従来より減らし、製造歩留りを向上して製造することが可能である。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 4 】

【 発明の実施の形態 】

以下、本発明のレーザダイオードおよび半導体発光装置の実施の形態について図面を参照して説明する。

【 0 0 2 5 】

#### 第 1 実施形態

本実施形態に係るレーザダイオードは、発光波長 6 5 0 n m の D V D 用のレーザダイオード L D である。

図 1 ( a ) は上記のレーザダイオードの断面図であり、図 1 ( b ) は ( a ) 中の活性層よりも上層の領域を拡大した断面図である。

10

【 0 0 2 6 】

上記のレーザダイオード L D について説明する。

n 型基板 3 0 上に、例えば G a A s からなる n 型バッファ層 3 1、例えば I n G a P からなる n 型バッファ層 3 6、例えば A l G a I n P からなる n 型クラッド層 3 7、活性層 ( 発振波長 6 5 0 n m の多重量子井戸構造、バリア層およびガイド層を含む ) 3 8、例えば A l G a I n P からなる p 型クラッド層 3 9 が積層され、さらにその上層に電流注入ストライプ領域において、例えば G a I n P からなるエッチングストップ層 4 0、例えば A l G a I n P からなる p 型クラッド層 4 1、例えば G a I n P からなる中間層 4 2、例えば G a A s からなる p 型コンタクト層 4 3 が積層されて、積層体 S T が形成されている。p 型コンタクト層 4 3 表面からエッチングストップ層 4 0 までの層は、p 型クラッド層 3 9 の上層に凸に突出したリッジ形状 R D となるように加工されている。

20

【 0 0 2 7 】

電流注入ストライプ領域を除く領域である p 型クラッド層 3 9 と、p 型コンタクト層 4 3 を被覆して、p 電極 4 5 が形成されている。

p 電極は、例えば T i / P t / A u 積層体からなり、T i 側が半導体に接するように形成されている。

また、n 型基板 3 0 の下部には、例えば A u G e / N i / A u 積層体からなる n 電極 4 6 が接続して形成されている。

【 0 0 2 8 】

上記の本実施形態のレーザダイオードにおいて、p 電極および n 電極に所定の電圧を印加すると、p 電極 4 5 からコンタクト層を介して第 1 電流 I a が注入されて活性層 3 8 近傍のレーザ光発振領域 L O R からレーザ光を出射する際に、電流注入ストライプ領域を除く領域において p 電極 4 5 から p 型クラッド層 3 9 を介して第 1 電流 I a よりも小さい第 2 電流 I b が注入され、レーザ光発振領域 L O R の端部に電流が適度に拡散されて、可飽和吸収領域 S A を形成し、自励発振が発生する。

30

また、p 電極 4 5 の材料、p 型クラッド層 4 1 の膜厚 H および電流注入ストライプ領域の幅 S W などにより、自励発振の度合いを調整できる。

【 0 0 2 9 】

自励発振の度合いは、A l G a I n P からなる p 型クラッド層 / p 電極からレーザ光発振領域 L O R に拡散する電流量に依存する量であり、この拡散する電流量は p 電極を構成する金属材料の仕事関数により決定される。

40

本発明においては、上記の A l G a I n P からなる p 型クラッド層に接する金属材料は T i が好ましく、T i に接する金属材料は P t が好ましく、P t に接する金属材料は A u が好ましい、即ち、上記の T i / P t / A u 積層体を T i 側が半導体に接するように形成することが好ましい。

【 0 0 3 0 】

また、p 型クラッド層 4 1 の膜厚 H が小さい場合、キックが出現する光出力が低い ( キックが低い )。これは、p 型クラッド層 4 1 の膜厚 H が小さい場合、レーザ発振する領域の  $n$  ( 屈折率差 ) が小さく、発振領域の光が注入電流により偏りを持つためである。この偏りを防ぐため、p 型クラッド層 4 1 の膜厚 H をある程度以上の値とし、 $n$  を確保して

50

発振領域（光電界領域）の変化（移動）を防ぐ。

逆に、p型クラッド層41の膜厚Hが大きい場合、自励発振の度合いが弱まってしまう。自励発振の度合いは、可干渉性指数により表され、この値が低いと自励発振の度合いが強い良好な自励発振型レーザとなるが、p型クラッド層41の膜厚Hが大きい場合、上記のようにnが大きくなり、インデックスガイド（屈折率導波）型のレーザダイオードとなるためである。

さらにp型クラッド層41の膜厚Hが大きい場合、レーザ放射角特性である水平方向放射角 $\theta$ が小さくなる不具合を生じる。

上記諸条件について、光学ピックアップ装置に適用した場合に適した特性の範囲（キルク：7～9mW以上、 $\theta$ ：0.5、7deg /  $\theta$ ：11deg）とするため、p型クラッド層41の膜厚Hは0.1～0.7 $\mu$ mの範囲とすることが好ましい。

【0031】

また、電流注入ストライプ領域の幅SWが小さい場合、キルクが出現する光出力が低い（キルクが低い）。

逆に、電流注入ストライプ領域の幅SWが大きい場合、自励発振の度合いが弱まってしまう。電流注入ストライプ領域の幅SWが大きい場合、量子井戸層により形成される可飽和吸収領域とレーザ光発振領域（光電界領域）の重なりが小さくなり、導波ロスが小さくなるためである。

さらに電流注入ストライプ領域の幅SWが大きい場合、レーザ放射角特性である水平方向放射角 $\theta$ が小さくなる不具合を生じる。

上記諸条件について、光学ピックアップ装置に適用した場合に適した特性の範囲（キルク：7～9mW以上、 $\theta$ ：0.5、7deg /  $\theta$ ：11deg）とするため、電流注入ストライプ領域の幅SWは1.5～5 $\mu$ mの範囲にあることが好ましい。

【0032】

上記の構造の自励発振型のレーザダイオードLDは、従来よりも動作電流を低減することができ、これにより長期信頼性を向上させることができる。

また、その構造から、形成するのに必要なエピタキシャル工程は1回であり、エピタキシャル工程の回数を従来より減らし、製造歩留りを向上して製造することが可能である。

【0033】

上記のレーザダイオードLDの形成方法について説明する。

まず、図2(a)に示すように、例えば有機金属気相エピタキシャル成長法(MOVPE)などのエピタキシャル成長法により、例えばGaAsからなるn型基板30上に、例えばGaAsからなるn型バッファ層31、例えばInGaPからなるn型バッファ層36、例えばAlGaInPからなるn型クラッド層37、活性層（発振波長650nmの多重量子井戸構造、バリア層およびガイド層を含む）38、例えばAlGaInPからなるp型クラッド層39、例えばGaInPからなるエッチングストップ層40、例えばAlGaInPからなるp型クラッド層41、例えばGaInPからなる中間層42、例えばGaAsからなるp型コンタクト層43を順に積層させる。

【0034】

次に、図2(b)に示すように、フォトリソグラフィ工程により、電流注入領域を保護するマスク層MSを形成する。

次に、マスク層MSをマスクとし、電流注入ストライプ領域となる部分を保護しながら、エッチングストップ層40をエッチングストップとするエッチング処理ECを行い、p型コンタクト層43からp型クラッド層41までの電流注入ストライプ領域を除く領域を除去して、電流注入領域が凸に突出したリッジ形状RDに加工する。さらに、エッチング条件を変えてエッチングを行い、電流注入ストライプ領域を除く領域のエッチングストップ層40を除去する。

【0035】

次に、有機溶媒処理などによりマスク層MSを除去した後、p型コンタクト層43および電流注入ストライプ領域を除く部分に露出しているp型クラッド層39に接続するように

10

20

30

40

50

、Ti/Pt/Auなどのp電極45を形成し、一方、n型基板30に接続するように、AuGe/Ni/Auなどのn電極46を形成する。

【0036】

以降は、ペレタイズ工程を経て、図1に示すような所望の第1レーザダイオードLD1と第2レーザダイオードLD2を1チップ上に搭載するモノリシックレーザダイオード14aとすることができる。

【0037】

上記の本実施形態のレーザダイオードの製造方法によれば、自励発振型であって、従来よりも動作電流を低減することができ、これにより長期信頼性を向上させることができるレーザダイオードを形成するのに必要なエピタキシャル工程は1回であり、エピタキシャル工程の回数を従来より減らし、製造歩留りを向上して製造することが可能である。

【0038】

(実施例1)

上記構造のレーザダイオードにおいて、可干渉性指数、水平方向放射角 $\theta$  (deg)、およびキंकが出現するレベル(mW)のp型クラッド層41の膜厚H依存性について調べた。

得られた結果をプロットした図を図3に示す。図3中、それぞれ、(a)可干渉性指数、(b)水平方向放射角 $\theta$  (deg)、および(c)キंकが出現するレベル(mW)をp型クラッド層41の膜厚Hに対してプロットした図である。

p型クラッド層41の膜厚Hを0.1~0.7 $\mu$ mの範囲とすることで、上記諸条件について、光学ピックアップ装置に適用した場合に適した特性の範囲(キंक:7~9mW以上、 $\theta$ :0.5、7deg/11deg)とすることができることが確認された。

【0039】

(実施例2)

上記構造のレーザダイオードにおいて、可干渉性指数、水平方向放射角 $\theta$  (deg)、およびキंकが出現するレベル(mW)の電流注入ストライプ領域の幅SW依存性について調べた。

得られた結果をプロットした図を図4に示す。図4中、それぞれ、(a)可干渉性指数、(b)水平方向放射角 $\theta$  (deg)、および(c)キंकが出現するレベル(mW)を電流注入ストライプ領域の幅SWに対してプロットした図である。

電流注入ストライプ領域の幅SWを1.5~5 $\mu$ mの範囲とすることで、上記諸条件について、光学ピックアップ装置に適用した場合に適した特性の範囲(キंक:7~9mW以上、 $\theta$ :0.5、7deg/11deg)とすることができることが確認された。

【0040】

(実施例3)

上記の実施例1および実施例2において、p型クラッド層41の膜厚Hを0.1~0.7 $\mu$ mとし、電流注入ストライプ領域の幅SWを1.5~5 $\mu$ mの範囲として作成した自励発振型レーザダイオードは、室温25 $^{\circ}$ Cにおいて出力5mW時の動作電流が40~45mAであって、従来の自励発振型レーザダイオードよりも動作電流が低減でき、長期信頼性を向上させることができた。

【0041】

第2実施形態

本実施形態に係る半導体発光装置は、CD用のレーザダイオードLD1(発光波長780nm)とDVD用のレーザダイオードLD2(発光波長650nm)を1チップ上に搭載するモノリシックレーザダイオードであり、CDとDVDの再生を可能にするコンパチブル光学ピックアップ装置を構成するのに好適な半導体発光装置である。

図5(a)は上記のモノリシックレーザダイオードの断面図であり、図5(b)は第2レーザダイオードLD2の活性層よりも上層の領域を拡大した断面図である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 2 】

上記のモノリシックレーザダイオード14aについて説明する。

第1レーザダイオードLD1として、例えばGaAsからなるn型基板30上に、例えばGaAsからなるn型バッファ層31、例えばAlGaAsからなるn型クラッド層32、活性層(発振波長780nmの多重量子井戸構造)33、例えばAlGaAsからなるp型クラッド層34、例えばGaAsからなるp型キャップ層35が積層して、第1積層体ST1が形成されている。p型キャップ層35表面からp型クラッド層34の途中の深さまで絶縁化された領域44となって、ゲインガイド型の電流狭窄構造となるストライプが形成されている。

## 【 0 0 4 3 】

一方、第2レーザダイオードLD2として、n型基板30上に、例えばGaAsからなるn型バッファ層31、例えばInGaPからなるn型バッファ層36、例えばAlGaInPからなるn型クラッド層37、活性層(発振波長650nmの多重量子井戸構造、バリア層およびガイド層を含む)38、例えばAlGaInPからなるp型クラッド層39が積層され、さらにその上層に電流注入ストライプ領域において、例えばGaInPからなるエッチングストップ層40、例えばAlGaInPからなるp型クラッド層41、例えばGaInPからなる中間層42、例えばGaAsからなるp型コンタクト層43が積層されて、第2積層体ST2が形成されている。

p型コンタクト層43表面からエッチングストップ層40までの層は、p型クラッド層39の上層に凸に突出したリッジ形状RDとなるように加工されている。

## 【 0 0 4 4 】

第1積層体ST1において、p型キャップ層35に接続してp電極45が形成されている。

一方、第2積層体ST2において、電流注入ストライプ領域を除く領域であるp型クラッド層39と、p型コンタクト層43を被覆して、p電極45が形成されている。

p電極は、例えばTi/Pt/Au積層体からなり、Ti側が半導体に接するように形成されている。

また、n型基板30の下部には、例えばAuGe/Ni/Au積層体からなるn電極46が接続して形成されている。

## 【 0 0 4 5 】

上記の構造のモノリシックレーザダイオード14aは、第1レーザダイオードLD1のレーザ光出射部と第2レーザダイオードLD2のレーザ光出射部の間隔は例えば200 $\mu$ m以下程度の範囲(100 $\mu$ m程度)に設定される。各レーザ光出射部からは、例えば780nm帯の波長のレーザ光L1および650nm帯の波長のレーザ光L2が基板と平行であってほぼ同一の方向(ほぼ平行)に出射される。

上記の構造のレーザダイオード14aは、CDやDVDなどの波長の異なる光ディスクシステムの光学系ピックアップ装置などを構成するのに好適な、発光波長の異なる2種類のレーザダイオードを1チップ上に搭載するモノリシックレーザダイオードである。

## 【 0 0 4 6 】

上記の本実施形態のモノリシックレーザダイオードにおいて、650nm帯のレーザ光を出射する第2レーザダイオードLD2は、p電極およびn電極に所定の電圧を印加すると、p電極45からコンタクト層を介して第1電流Iaが注入されて活性層38近傍のレーザ光発振領域LORからレーザ光を出射する際に、電流注入ストライプ領域を除く領域においてp電極45からp型クラッド層39を介して第1電流Iaよりも小さい第2電流Ibが注入され、レーザ光発振領域LORの端部に電流が適度に拡散されて、可飽和吸収領域SAを形成し、自励発振が発生する。

また、上記の第2レーザダイオードLD2において、p電極45の材料、p型クラッド層41の膜厚Hおよび電流注入ストライプ領域の幅SWにより、自励発振の度合いを調整できる。

例えば、自励発振の強さ、キックおよび放射角特性などの特性を満足するために、第1実

10

20

30

40

50

施形態と同様に、p電極45の材料としては、金属の仕事関数から、上記のTi/Pt/Au積層体をTi側が半導体に接するように形成することが好ましく、また、p型クラッド層41の膜厚Hが0.1~0.7 $\mu$ mの範囲であり、電流注入ストライプ領域の幅SWが1.5~5 $\mu$ mの範囲にあることが好ましい。

【0047】

上記の構造の自励発振型の第2レーザダイオードLD2は、従来よりも動作電流を低減することができる。

また、その構造から第2レーザダイオードLD2部分を形成するのに必要なエピタキシャル工程は1回であり、エピタキシャル工程の回数を従来より減らし、製造歩留りを向上して製造することが可能である。

10

【0048】

上記の第1レーザダイオードLD1と第2レーザダイオードLD2を1チップ上に搭載するモノリシックレーザダイオード14aの形成方法について説明する。

まず、図6(a)に示すように、例えば有機金属気相エピタキシャル成長法(MOVPE)などのエピタキシャル成長法により、例えばGaAsからなるn型基板30上に、例えばGaAsからなるn型バッファ層31、例えばAlGaAsからなるn型クラッド層32、活性層(発振波長780nmの多重量子井戸構造)33、例えばAlGaAsからなるp型クラッド層34、例えばGaAsからなるp型キャップ層35を順に積層させる。

【0049】

次に、図6(b)に示すように、第1レーザダイオードLD1として残す領域を不図示のレジスト膜で保護して、硫酸系の無選択エッチング、および、フッ酸系のAlGaAs選択エッチングなどのウェットエッチング(EC1)により、第1レーザダイオードLD1領域以外の領域でn型クラッド層32までの上記の積層体を除去する。

20

【0050】

次に、図7(c)に示すように、例えば有機金属気相エピタキシャル成長法(MOVPE)などのエピタキシャル成長法により、n型バッファ層31上に、例えばInGaPからなるn型バッファ層36、例えばAlGaInPからなるn型クラッド層37、活性層(発振波長650nmの多重量子井戸構造、バリア層およびガイド層を含む)38、例えばAlGaInPからなるp型クラッド層39、例えばGaInPからなるエッチングストップ層40、例えばAlGaInPからなるp型クラッド層41、例えばGaInPからなる中間層42、例えばGaAsからなるp型コンタクト層43を順に積層させる。

30

【0051】

次に、図7(d)に示すように、第2レーザダイオードLD2として残す領域を不図示のレジスト膜で保護して、硫酸系のキャップエッチング、リン酸塩酸系の4元選択エッチング、塩酸系の分離エッチングなどのウェットエッチング(EC2)により、第2レーザダイオードLD2領域以外の領域でn型バッファ層36までの上記の積層体を除去し、第1レーザダイオード用の第1積層体ST1と第2レーザダイオード用の第2積層体ST2を分離する。

【0052】

次に、図8(e)に示すように、レジスト膜を全面に塗布し、マスクパターンを合わせて露光し、露光された部分のレジスト膜を硬化させ、未露光部分のレジスト膜をアセトンなどの有機溶媒で除去するフォトリソグラフィ工程により、第1積層体ST1の電流注入領域を保護する第1マスク層MSa1および第2積層体ST2の電流注入領域を保護する第2マスク層MSa2を、第1積層体ST1および第2積層体ST2の上層にそれぞれ形成する。

40

【0053】

次に、図8(f)に示すように、CF<sub>4</sub>やモノクロロベンゼンなどの化学薬品により、または、ハードベーク処理により、表面を硬化された第1マスク層MS1および第2マスク層MS2とする。

【0054】

50

次に、図9(g)に示すように、上記と同様のフォトリソグラフィ工程により、第1積層体ST1の全体を保護し、第2積層体ST2を開口する第3マスク層MS3を形成する。

【0055】

次に、図9(h)に示すように、第2マスク層MS2および第3マスク層MS3をマスクとし、第2積層体ST2の電流注入ストライプ領域となる部分を保護しながら、エッチングストップ層40をエッチングストップとするエッチング処理EC3を行い、p型コンタクト層43からp型クラッド層41までの電流注入ストライプ領域を除く領域を除去して、電流注入領域が凸に突出したリッジ形状RDに加工する。さらに、エッチング条件を変えてエッチングを行い、電流注入ストライプ領域を除く領域のエッチングストップ層40を除去する。

10

【0056】

次に、図10(i)に示すように、有機溶媒処理などにより、第3マスク層MS3を除去する。このとき、第1マスク層MS1および第2マスク層MS2は除去しない処理とする。

第1マスク層および第2マスク層を表面を硬化処理したレジスト膜により形成しているので、以降の工程で第1レーザダイオードとなる第1積層体ST1の電流狭窄構造を形成するために、第1マスク層ST1を残して第3マスク層ST3を除去することが容易に可能である。

次に、第3マスク層の形成工程と同様のフォトリソグラフィ工程により、第2積層体ST2の全体を保護し、第1積層体ST1を開口する第4マスク層MS4を形成する。

20

【0057】

次に、図10(j)に示すように、第1マスク層MS1および第4マスク層MS4をマスクとして、第1積層体ST1の電流注入領域となる部分を除く領域に不純物D1をイオン注入などにより導入し、p型キャップ層35表面からp型クラッド層34の途中の深さまで絶縁化された領域44を形成し、ゲインガイド型の電流狭窄構造となるストライプとする。

【0058】

次に、図11(k)に示すように、有機溶媒処理およびアッシング処理などにより、第4マスク層MS4、第1マスク層MS1および第2マスク層MS2を除去する。

30

【0059】

次に、図11(l)に示すように、第1積層体ST1においては、p型キャップ層35に接続するように、第2積層体ST2においてはp型コンタクト層43および電流注入ストライプ領域を除く部分に露出しているp型クラッド層39に接続するように、Ti/Pt/Auなどのp電極45を形成する。

一方、n型基板30に接続するように、AuGe/Ni/Auなどのn電極46を形成する。

【0060】

以降は、ペレタイズ工程を経て、図5に示すような所望の第1レーザダイオードLD1と第2レーザダイオードLD2を1チップ上に搭載するモノリシックレーザダイオード14aとすることができる。

40

【0061】

上記の本実施形態のモノリシックレーザダイオードは、例えば、2個のレーザダイオードが分離して形成されるので、Al、Ga、In、PおよびAsなどからなる元素群からそれぞれのレーザダイオードに適した元素を選択して構成することができる。また、それら2個の半導体発光素子を搭載するn型基板30として、GaAs、GaAsP、GaPおよびInPからなる化合物群から選択される化合物を含む基板から適宜選択することができる。

【0062】

上記の本実施形態のモノリシックレーザダイオードの製造方法によれば、自励発振型であ

50

って、従来よりも動作電流を低減することができ、これにより長期信頼性を向上させることができる第2レーザダイオードLD2部分を形成するのに必要なエピタキシャル工程は1回であり、エピタキシャル工程の回数を従来より減らし、製造歩留りを向上して製造することが可能である。

#### 【0063】

上記のモノリシックレーザダイオード14aは、例えば図12に示すように、p電極45側から、半導体ブロック13上に形成された電極13aにハンダなどにより接続および固定されて使用される。

この場合、例えば、第1レーザダイオードLD1のp電極45を接続させる電極13aにはリード13bにより、第2レーザダイオードLD2のp電極45を接続させる電極13aにはリード13cにより、また、両レーザダイオード(LD1, LD2)に共通のn電極46にはリード46aにより、それぞれ電圧を印加する。

10

#### 【0064】

図13(a)は上記のモノリシックレーザダイオード14aをCANパッケージに搭載する場合の構成例を示す斜視図である。

例えば、円盤状の基台21に設けられた突起部21a上にモニター用の光検出素子としてのPINダイオード12が形成された半導体ブロック13が固着され、その上部に、第1および第2レーザダイオード(LD1, LD2)を1チップ上に搭載するモノリシックレーザダイオード14aが配置されている。

また、基台1を貫通して端子22が設けられており、リード23により上記の第1および第2レーザダイオード(LD1, LD2)、あるいはPINダイオード12に接続されて、それぞれのダイオードの駆動電源が供給される。

20

#### 【0065】

図13(b)は上記のCANパッケージ化されたレーザダイオードのレーザ光の出射方向と垂直な方向からの要部平面図である。

PINダイオード12が形成された半導体ブロック13の上部に第1レーザダイオードLD1と第2レーザダイオードLD2を1チップ上に有するレーザダイオード14aが配置されている。

PINダイオード12においては、第1および第2レーザダイオード(LD1, LD2)のリア側に射出されたレーザ光を感知し、その強度を測定して、レーザ光の強度が一定となるように第1および第2レーザダイオード(LD1, LD2)の駆動電流を制御するAPC(Automatic Power Control)制御が行われるように構成されている。

30

#### 【0066】

図14は、上記の第1レーザダイオードLD1および第2レーザダイオードLD2を1チップ上に搭載するモノリシックレーザダイオードをCANパッケージ化したレーザダイオードLDを用いて、CDやDVDなどの波長の異なる光ディスクシステムの光学系ピックアップ装置を構成したときの構成を示す模式図である。

#### 【0067】

光学ピックアップ装置1aは、それぞれ個々に、すなわちディスクリットに構成された光学系を有し、例えば780nm帯の波長のレーザ光を射出する第1レーザダイオードLD1と650nm帯の波長のレーザ光を射出する第2レーザダイオードLD2を1チップ上に搭載するモノリシックレーザダイオードLD、780nm帯用であって650nm帯に対しては素通しとなるグレーティングG、ビームスプリッタBS、コリメータC、ミラーM、CD用開口制限アパーチャR、対物レンズOL、マルチレンズML、および、フォトダイオードPDがそれぞれ所定の位置に配設されている。フォトダイオードPDには、例えば、780nm帯の光を受光する第1フォトダイオードと、650nm帯の光を受光する第2フォトダイオードが互いに隣接して並列に形成されている。

40

#### 【0068】

上記構成の光学ピックアップ装置1aにおいて、第1レーザダイオードLD1からの第1レーザ光L1は、グレーティングGを通過し、ビームスプリッタBSによって一部反射さ

50

れ、コリメータC、ミラーMおよびCD用開口制限アパーチャRをそれぞれ通過あるいは反射して、対物レンズOLにより光ディスクD上に集光される。

光ディスクDからの反射光は、対物レンズOL、CD用開口制限アパーチャR、ミラーM、コリメータCおよびビームスプリッタBSを介して、マルチレンズMLを通過し、フォトダイオードPD（第1フォトダイオード）上に投光され、この反射光の変化によりCDなどの光ディスクDの記録面上に記録された情報の読み出しがなされる。

【0069】

上記構成の光学ピックアップ装置1aにおいて、第2レーザダイオードLD2からの第2レーザ光L2も、上記と同じ経路を辿って光ディスクD上に集光され、その反射光はフォトダイオードPD（第2フォトダイオード）上に投光され、この反射光の変化によりDVDなどの光ディスクDの記録面上に記録された情報の読み出しがなされる。

10

【0070】

上記の光学ピックアップ装置1aによれば、CD用のレーザダイオードとDVD用のレーザダイオードを搭載し、共通の光学系によりその反射光をCD用のフォトダイオードとDVD用のフォトダイオードに結合させ、CDとDVDの再生を可能にしている。

【0071】

また、本実施形態に係る第1レーザダイオードLD1および第2レーザダイオードLD2を1チップ上に搭載するモノリシックレーザダイオードを用いて、CDおよびDVDなどの光学記録媒体に対して光照射により記録、再生を行う光学ピックアップ装置に好適なレーザカプラを構成することも可能である。

20

図15(a)は、上記のレーザカプラ1bの概略構成を示す説明図である。レーザカプラ1bは、第1パッケージ部材2の凹部に装填され、ガラスなどの透明な第2パッケージ部材3により封止されている。

【0072】

図15(b)は上記のレーザカプラ1bの要部斜視図である。

例えば、シリコンの単結晶を切り出した基板である集積回路基板11上に、モニター用の光検出素子としてのPINダイオード12が形成された半導体ブロック13が配置され、さらに、この半導体ブロック13上に、発光素子として第1レーザダイオードLD1および第2レーザダイオードLD2を1チップ上に搭載するモノリシックレーザダイオード14aが配置されている。

30

【0073】

一方、集積回路基板11には、例えば第1フォトダイオード(16, 17)および第2フォトダイオード(18, 19)が形成され、この第1および第2フォトダイオード(16, 17, 18, 19)上に、第1および第2レーザダイオード(LD1, LD2)と所定間隔をおいて、プリズム20が搭載されている。

【0074】

第1レーザダイオードLD1から出射されたレーザ光L1は、プリズム20の分光面20aで一部反射して進行方向を屈曲し、第2パッケージ部材3に形成された出射窓から出射方向に出射し、不図示の反射ミラーや対物レンズなどを介して光ディスク(CD)などの被照射対象物に照射される。

40

上記の被照射対象物からの反射光は、被照射対象物への入射方向と反対方向に進み、レーザカプラ1bからの出射方向からプリズム20の分光面20aに入射する。このプリズム20の上面で焦点を結びながら、プリズム20の下面となる集積回路基板11上に形成された前部第1フォトダイオード16および後部第1フォトダイオード17に入射する。

【0075】

一方、第2レーザダイオードLD2から出射されたレーザ光L2は、上記と同様に、プリズム20の分光面20aで一部反射して進行方向を屈曲し、第2パッケージに形成された出射窓から出射方向に出射し、不図示の反射ミラーや対物レンズなどを介して光ディスク(DVD)などの被照射対象物に照射される。

上記の被照射対象物からの反射光は、被照射対象物への入射方向と反対方向に進み、レー

50

ザカプラ1bからの出射方向からプリズム20の分光面20aに入射する。このプリズム20の上面で焦点を結びながら、プリズム20の下面となる集積回路基板11上に形成された前部第2フォトダイオード18および後部第2フォトダイオード19に入射する。

【0076】

また、半導体ブロック13上に形成されたPINダイオード12は、例えば2つに分割された領域を有し、第1および第2レーザダイオード(LD1, LD2)のそれぞれについて、リア側に出射されたレーザ光を感知し、レーザ光の強度を測定して、レーザ光の強度が一定となるように第1および第2レーザダイオード(LD1, LD2)の駆動電流を制御するAPC制御が行われる。

【0077】

上記の第1レーザダイオードLD1のレーザ光出射部と第2レーザダイオードLD2のレーザ光出射部の間隔は例えば200 $\mu$ m以下程度の範囲(100 $\mu$ m程度)に設定される。各レーザ光出射部(活性層)からは、例えば780nm帯の波長のレーザ光L1および650nm帯の波長のレーザ光L2がほぼ同一の方向(ほぼ平行)に出射される。

【0078】

上記のレーザカプラを用いて光学ピックアップ装置を構成した時の例を図16に示す。レーザカプラ1bに内蔵される第1および第2レーザダイオードからの出射レーザ光(L1, L2)をコリメータC、ミラーM、CD用開口制限アパーチャRおよび対物レンズOLを介して、CDあるいはDVDなどの光ディスクDに入射する。

光ディスクDからの反射光は、入射光と同一の経路をたどってレーザカプラに戻り、レーザカプラに内蔵される第1および第2フォトダイオードにより受光される。

上記のように、本実施形態のモノリシックレーザダイオードを用いることにより、CDやDVDなどの波長の異なる光ディスクシステムの光学系ピックアップ装置を、部品点数を減らして光学系の構成を簡素化し、容易に組み立て可能で小型化および低コストで構成することができる。

【0079】

以上、本発明を2形態の実施形態により説明したが、本発明はこれらの実施形態に何ら限定されるものではない。

例えば、上記レーザダイオードを構成する半導体材料や金属材料およびそれらの膜厚などは適宜選択することが可能である。

また、第2実施形態においてモノリシックに搭載される複数個のレーザダイオードとしては、発光波長が異なるレーザダイオード素子の他、発光波長が同じでも発光強度が異なるなどの素子特性の異なるレーザダイオード素子でもよく、さらに複数個の発光素子を有していれば素子特性が同一のレーザダイオード素子にも適用可能である。また、第1および第2レーザダイオードの発光波長は、780nm帯と650nm帯に限定されるものではなく、その他の光ディスクシステムに採用されている波長とすることができる。すなわち、CDとDVDの他の組み合わせの光ディスクシステムを採用することができる。また、複数個のレーザダイオードの内の自励発振型としないレーザダイオードは、ゲインガイド型はインデックスガイド型など、様々な特性の他のレーザに適用することも可能である。その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更を行うことが可能である。

【0080】

また、本発明を適用可能な複数個のレーザダイオード素子を有する半導体発光素子は、3個以上のレーザダイオード素子を有する半導体発光装置にも適用可能である。

【0081】

【発明の効果】

本発明のレーザダイオードによれば、従来よりも動作電流を低減することができ、これにより長期信頼性を向上させることができる。また、その構造から必要なエピタキシャル工程は1回であり、エピタキシャル工程の回数を従来より減らし、製造歩留りを向上して製造することが可能である。

【0082】

10

20

30

40

50

本発明の半導体発光装置によれば、例えばCD用のレーザダイオード（発光波長780nm）とDVD用のレーザダイオード（発光波長650nm）を1チップ上に搭載する2波長モノリシックレーザダイオードなどにおいて、ノイズ特性に優れた自励発振型であって、従来よりも動作電流を低減することができ、これにより長期信頼性を向上させることができるレーザダイオードを組み込むことができ、さらにエピタキシャル工程の回数を従来より減らし、製造歩留りを向上して製造することが可能である。

【0083】

本発明のレーザダイオードの製造方法によれば、ノイズ特性に優れた自励発振型であって、従来よりも動作電流を低減することができ、これにより長期信頼性を向上させることができるレーザダイオードを、エピタキシャル工程の回数を従来より減らし、製造歩留りを向上して製造することが可能である。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】図1(a)は第1実施形態に係るレーザダイオードの断面図であり、図1(b)は(a)中の活性層よりも上層の領域を拡大した断面図である。

【図2】図2は第1実施形態に係るレーザダイオードの製造方法の製造工程を示す断面図であり、(a)は半導体積層体の形成工程まで、(b)は電流注入ストライプの形成工程まで、(c)はn型およびp電極の形成工程までを示す。

【図3】図3は、実施例1において、(a)可干渉性指数、(b)水平方向放射角 $\theta$  / (deg)、および(c)キックが出現するレベル(mW)をp型クラッド層の膜厚Hに対してプロットした図である。

20

【図4】図4は、実施例2において、(a)可干渉性指数、(b)水平方向放射角 $\theta$  / (deg)、および(c)キックが出現するレベル(mW)を電流注入ストライプ領域の幅SWに対してプロットした図である。

【図5】図5(a)は第2実施形態に係るレーザダイオードの断面図であり、図5(b)は(a)中の活性層よりも上層の領域を拡大した断面図である。

【図6】図6は第2実施形態に係るレーザダイオードの製造方法の製造工程を示す断面図であり、(a)は第1レーザダイオードとなる第1積層体の形成工程まで、(b)は第1レーザダイオード領域を残して上記第1積層体をエッチング除去する工程までを示す。

【図7】図7は図6の続きの工程を示し、(c)は第2レーザダイオードとなる第2積層体の形成工程まで、(d)は第2レーザダイオード領域を残して上記第2積層体をエッチング除去する工程までを示す。

30

【図8】図8は図7の続きの工程を示し、(e)は電流注入ストライプ形成のためにマスクとなる第1マスク層および第2マスク層の形成工程まで、(f)は第1マスク層および第2マスク層の表面の硬化処理工程までを示す。

【図9】図9は図8の続きの工程を示し、(g)は第1積層体の全体を保護する第3マスク層の形成工程まで、(h)は第2積層体における電流注入ストライプの形成工程までを示す。

【図10】図10は図9の続きの工程を示し、(i)は第2積層体の全体を保護する第4マスク層の形成工程まで、(j)は第1積層体における電流狭窄構造となるストライプの形成工程までを示す。

40

【図11】図11は図10の続きの工程を示し、(k)は各マスク層の除去工程まで、(l)はn型およびp電極の形成工程までを示す。

【図12】図12は第2実施形態に係るレーザダイオードの使用例を示す断面図である。

【図13】図13(a)は第2実施形態に係るレーザダイオードをCANパッケージに搭載する場合の構成を示す斜視図であり、図13(b)はその要部平面図である。

【図14】図14は、図13のCANパッケージ化されたレーザダイオードを用いた光学ピックアップ装置の構成を示す模式図である。

【図15】図15(a)は第2実施形態に係るレーザダイオードをレーザカプラに搭載する場合の構成を示す斜視図であり、図15(b)はその要部斜視図である。

【図16】図16は、図15のレーザカプラ化されたレーザダイオードを用いた光学ピッ

50

クアップ装置の構成を示す模式図である。

【図17】図17は従来例に係るレーザダイオードの断面図である。

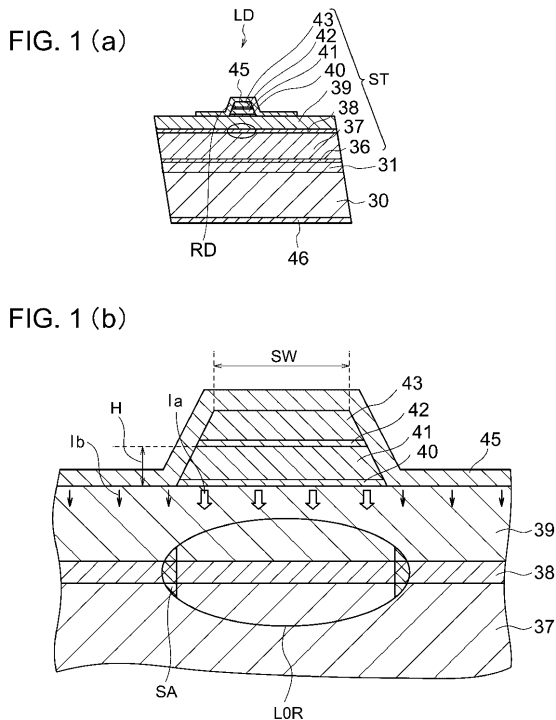
【符号の説明】

1 a ... 光学ピックアップ装置、1 b ... レーザカプラ、2 ... 第1パッケージ部材、3 ... 第2パッケージ部材、11 ... 集積回路基板、12 ... PINダイオード、13 ... 半導体ブロック、14 a ... モノリシックレーザダイオード、LD ... レーザダイオード、LD1 ... 第1レーザダイオード、LD2 ... 第2レーザダイオード、16 ... 前部第1フォトダイオード、17 ... 後部第1フォトダイオード、18 ... 前部第2フォトダイオード、19 ... 後部第2フォトダイオード、20 ... プリズム、20 a ... 分光面、21 ... 基台、21 a ... 突起部、22 ... 端子、23, 13 b, 13 c, 46 a ... リード、30 ... n型基板、31, 36 ... n型バッファ層、32, 37 ... n型クラッド層、33, 38 ... 活性層、34, 39, 41 ... p型クラッド層、35 ... p型キャップ層、40 ... エッチングストップ層、42 ... 中間層、43 ... p型コンタクト層、44 ... 絶縁化領域、45 ... p電極、46 ... n電極、MS ... マスク層、MS1 ... 第1マスク層、MS2 ... 第2マスク層、MS3 ... 第3マスク層、MS4 ... 第4マスク層、RD ... リッジ形状、ST ... 半導体積層体、ST1 ... 第1積層体、ST2 ... 第2積層体、BS ... ビームスプリッタ、C ... コリメータ、D ... 光ディスク、EC ... エッチング、G ... グレーティング、H ... p型クラッド層の膜厚、I a, I b ... 電流、L1 ... 第1レーザ光、L2 ... 第2レーザ光、LOR ... レーザ光発振領域、M ... ミラー、ML ... マルチレンズ、OL ... 対物レンズ、PD ... フォトダイオード、R ... C D用開口制限アパーチャ、SA ... 可飽和吸収領域、SW ... 電流注入ストライプの幅。

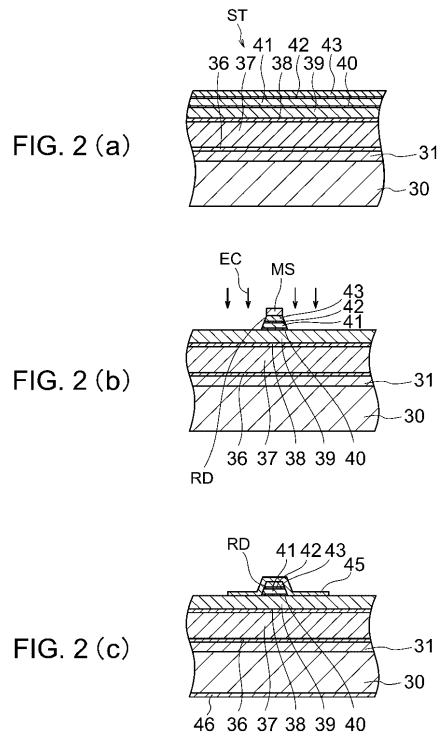
10

20

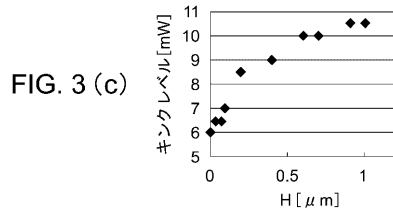
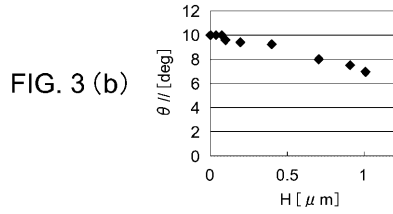
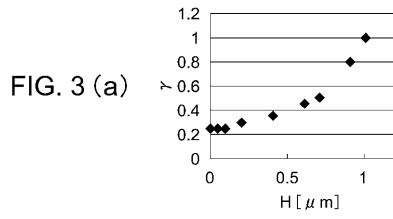
【図1】



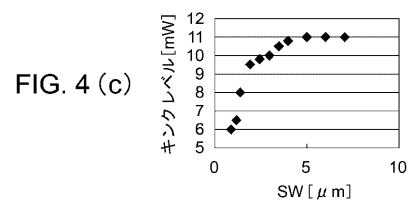
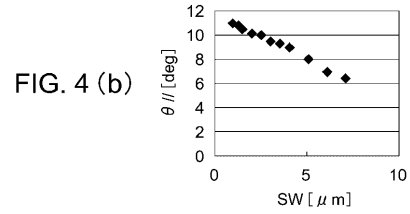
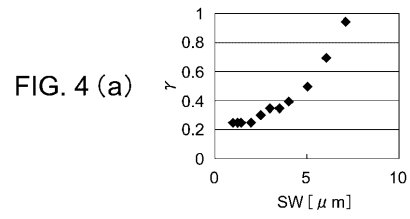
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

FIG. 5 (a)

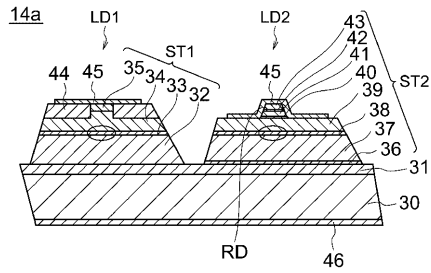
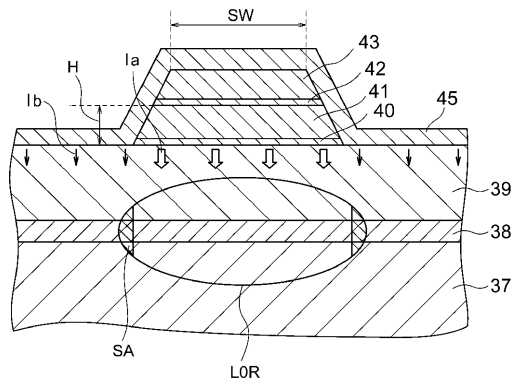


FIG. 5 (b)



【 図 6 】

FIG. 6 (a)

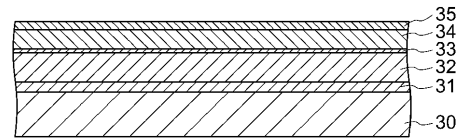
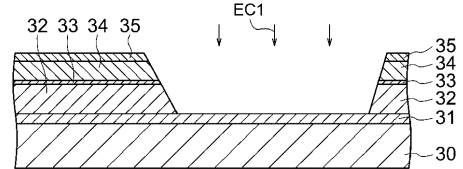


FIG. 6 (b)



【 図 7 】

FIG. 7 (c)

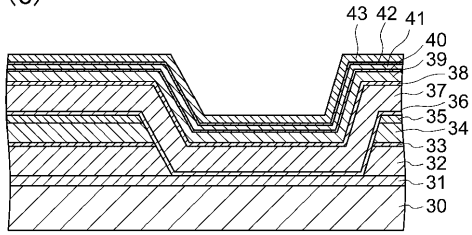
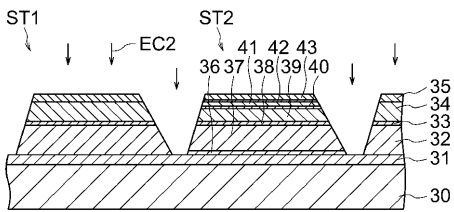


FIG. 7 (d)



【 図 8 】

FIG. 8 (e)

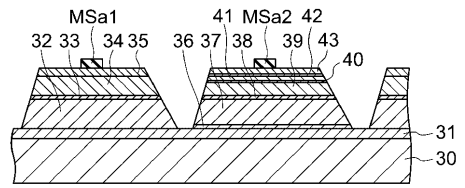
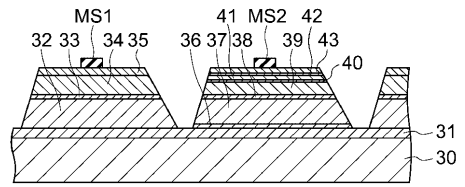


FIG. 8 (f)



【 図 9 】

FIG. 9 (g)

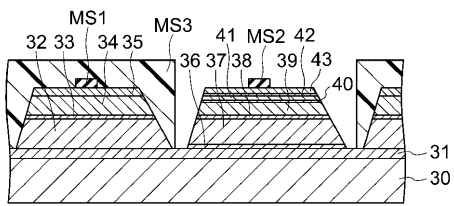
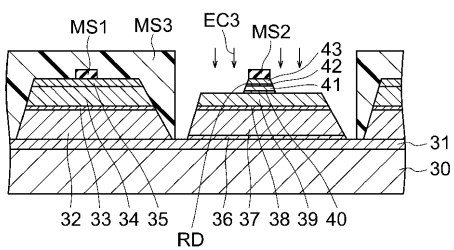


FIG. 9 (h)



【 図 10 】

FIG. 10 (i)

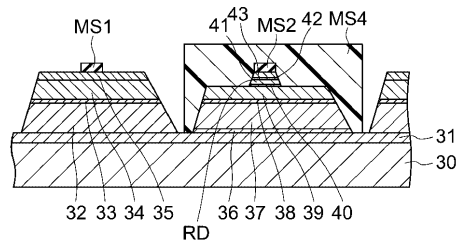
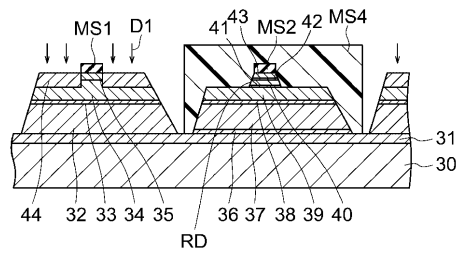


FIG. 10 (j)



【 図 1 1 】

FIG. 11 (k)

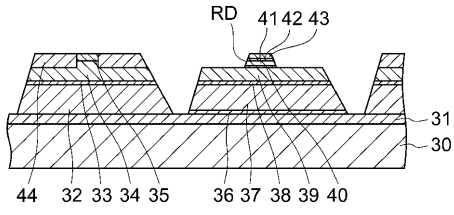
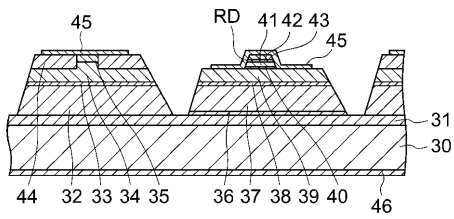
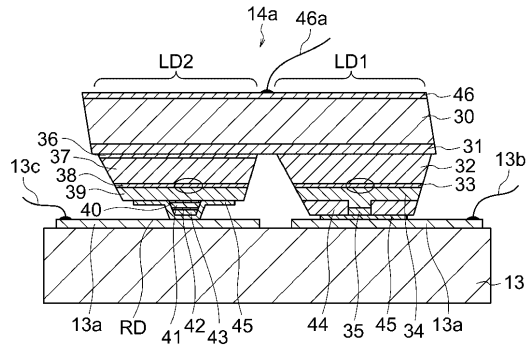


FIG. 11 (l)



【 図 1 2 】

FIG. 12



【 図 1 3 】

FIG. 13 (a)

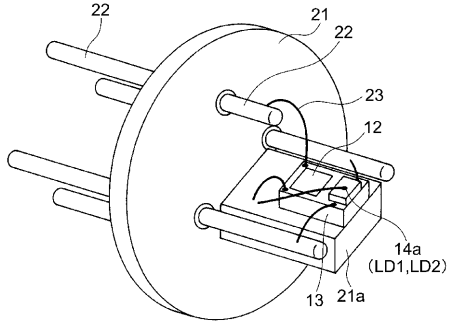
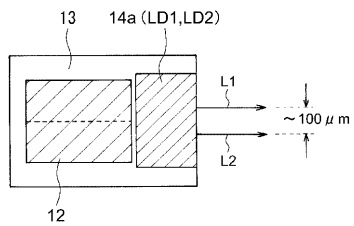
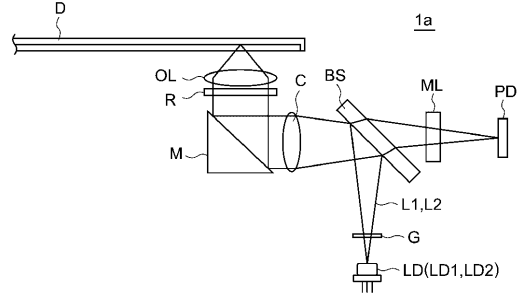


FIG. 13 (b)



【 図 1 4 】

FIG. 14



【 図 1 5 】

FIG. 15 (a)

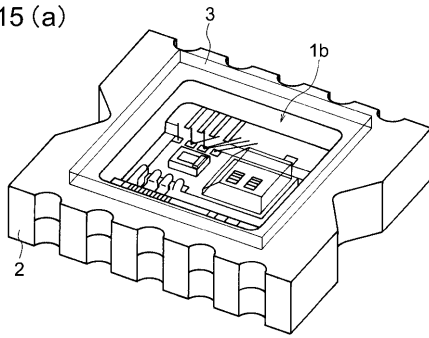
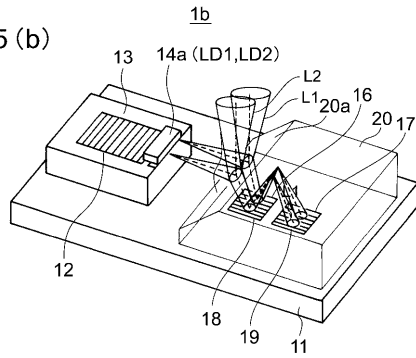
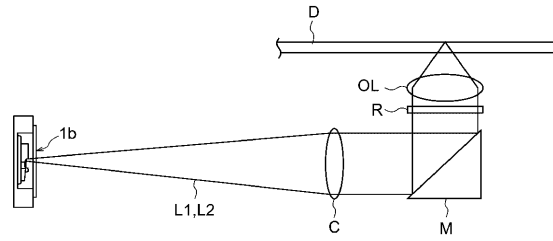


FIG. 15 (b)



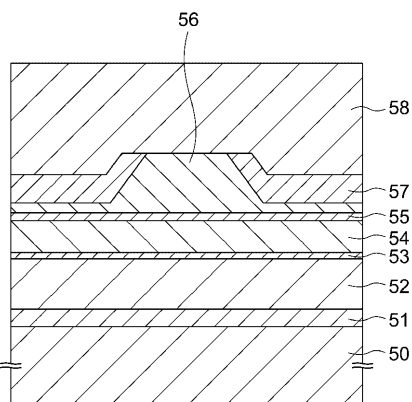
【 図 1 6 】

FIG. 16



【 図 1 7 】

FIG. 17



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平03-156988(JP,A)  
特開昭63-254785(JP,A)  
特開昭50-071281(JP,A)  
特開平02-281785(JP,A)  
特開2000-011417(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01S 5/065  
G11B 7/125  
G11B 7/22  
H01S 5/22