(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4985100号
(P4985100)

(45)発行日　平成24年7月25日(2012.7.25)　(24)登録日　平成24年5月11日(2012.5.11)

| (51)Int.Cl. | | | F I | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H01S | 5/42 | (2006.01) | H01S | 5/42 | |
| H01S | 5/343 | (2006.01) | H01S | 5/343 | |
| G11B | 7/125 | (2012.01) | H01S | 5/343 | 610 |
| G11B | 7/135 | (2012.01) | G11B | 7/125 | A |
| | | | G11B | 7/135 | Z |

請求項の数 7　(全 27 頁)

(21)出願番号　特願2007-139968 (P2007-139968)
(22)出願日　平成19年5月28日 (2007.5.28)
(65)公開番号　特開2008-294322 (P2008-294322A)
(43)公開日　平成20年12月4日 (2008.12.4)
審査請求日　平成22年5月13日 (2010.5.13)

(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　100098785
弁理士　藤島　洋一郎
(74)代理人　100109656
弁理士　三反崎　泰司
(72)発明者　前田　修
東京都港区港南１丁目７番１号　ソニー株式会社内
(72)発明者　汐先　政貴
東京都港区港南１丁目７番１号　ソニー株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】多波長レーザ、光ピックアップ装置および光ディスク装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
ＧａＮ基板と、
前記ＧａＮ基板上での結晶成長により形成された第１のレーザ構造部と、
前記ＧａＮ基板とは異なる第１基板上での結晶成長により形成されると共に、前記ＧａＮ基板上に配設された１または複数の第２のレーザ構造部と
を備え、
前記第１および第２のレーザ構造部は、各第１および第２のレーザ構造部から射出されるレーザ光が他のレーザ構造部によって遮られないように、前記ＧａＮ基板の両面に互い違いに配置されており、
前記第１および第２のレーザ構造部のうち前記ＧａＮ基板の一方の面側のレーザ構造部は、前記ＧａＮ基板とは反対側に光を射出するように配置されており、
前記第１および第２のレーザ構造部のうち前記ＧａＮ基板の他方の面側のレーザ構造部は、前記ＧａＮ基板側に光を射出するように配置されている
多波長レーザ。
【請求項２】
前記第２のレーザ構造部は、ＧａＡｓ基板上での結晶成長により形成されたものである
請求項１に記載の多波長レーザ。
【請求項３】
前記ＧａＮ基板上に、絶縁層、接着層および金属層を前記ＧａＮ基板側から順に含む積

層構造を備え、
前記第２のレーザ構造部は、前記積層構造上に配設されている
請求項１または請求項２に記載の多波長レーザ。
【請求項４】
前記第１および第２のレーザ構造部は、第１ＤＢＲ層、第１スペーサ層、活性層、第２スペーサ層および第２ＤＢＲ層をこの順に含む積層構造を有し、
前記第１および第２のレーザ構造部のうち前記ＧａＮ基板の一方の面側のレーザ構造部は、前記積層構造との関係で、前記ＧａＮ基板とは反対側に第１環状電極層を有し、
前記第１および第２のレーザ構造部のうち前記ＧａＮ基板の他方の面側のレーザ構造部は、前記積層構造との関係で、前記ＧａＮ基板側に第２環状電極層を有する
請求項１ないし請求項３のいずれか一項に記載の多波長レーザ。
【請求項５】
前記第１基板を備え、
前記第１および第２のレーザ構造部のうち前記ＧａＮ基板の他方の面側のレーザ構造部は、前記第１基板上に形成された状態で、配置されている
請求項１ないし請求項４のいずれか一項に記載の多波長レーザ。
【請求項６】
光源と、
光ディスクの載置される領域と前記光源との間に設けられた光学系と
を備え、
前記光源は、請求項１ないし請求項５のいずれか一項に記載の多波長レーザを含んで構成される
光ピックアップ装置。
【請求項７】
光ピックアップ装置と、
入力された情報を前記光ピックアップ装置に送信し、または光ディスクに書き込まれた情報を前記光ピックアップ装置から受信する情報処理部と
を備え、
前記光ピックアップ装置は、請求項１ないし請求項５のいずれか一項に記載の多波長レーザを含んで構成された光源と、光ディスクの載置される領域と前記光源との間に設けられた光学系とを有する
光ディスク装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、複数のレーザ構造部を備えた多波長レーザならびにこの多波長レーザを備えた光ピックアップ装置および光ディスク装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、半導体レーザ（ＬＤ；laser diode ）の分野では、同一基板（または基体）上に発光波長が異なる複数のレーザ構造部を有する多波長レーザの開発が活発に行われている。例えば、特許文献１では、ＧａＡｓ（ガリウムヒ素）からなる同一基板上に、活性層上に設けられたスペーサ層の厚みが異なる複数のレーザ構造部を結晶成長により形成することにより、複数波長のレーザを得ることができるとしている。
【特許文献１】特開２００６－７３９６５号広報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００３】
しかし、特許文献１に記載の多波長レーザにおいて、各レーザ構造部は同一基板上に結晶成長により形成されたものであるので、各レーザ構造部の波長差をあまり大きくするこ

とができない。そのため、特許文献１に記載の多波長レーザを、波長差の極めて大きな複数のレーザ光を必要とする用途（例えば７００ｎｍ帯、６００ｎｍ帯および４００ｎｍ帯の３つのレーザ光を必要とする光ディスク装置）の光源に適用することができない。

【０００４】

そこで、各レーザ構造部の波長差を大きくするために、各レーザ構造部を別個の基板上にそれぞれ形成したレーザチップを支持基体（ヒートシンク）上に並設することが考えられる。しかし、この場合には、各レーザ構造部から射出されるレーザ光の光軸の間隔を、例えば数十μｍ程度に狭くすることが容易ではない。そのため、各レーザチップを単に支持基体上に並設した場合には、各レーザ構造部から射出されるレーザ光を他のデバイスに入力させる際に、各レーザチップごとに光学系を設けることが必要となるので、多波長レーザを搭載するデバイスが大型化してしまう。

【０００５】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、搭載されるデバイスの小型化を可能にする多波長レーザならびにこの多波長レーザを備えた光ピックアップ装置および光ディスク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】

本発明の多波長レーザは、ＧａＮ基板と、ＧａＮ基板上での結晶成長により形成された第１のレーザ構造部と、ＧａＮ基板とは異なる基板上での結晶成長により形成されると共にＧａＮ基板上に配設された１または複数の第２のレーザ構造部とを備えたものである。第１および第２のレーザ構造部は、各第１および第２のレーザ構造部から射出されるレーザ光が他のレーザ構造部によって遮られないように、ＧａＮ基板の両面に互い違いに配置されている。第１および第２のレーザ構造部のうちＧａＮ基板の一方の面側のレーザ構造部は、ＧａＮ基板とは反対側に光を射出するように配置されている。第１および第２のレーザ構造部のうちＧａＮ基板の他方の面側のレーザ構造部は、ＧａＮ基板側に光を射出するように配置されている。

【０００７】

本発明の光ピックアップ装置は、光源と、光ディスクの載置される領域と光源との間に設けられた光学系とを備えたものである。上記光源は、上記多波長レーザを含んで構成されている。

【０００８】

本発明の光ディスク装置は、上記光ピックアップ装置と、入力された情報を上記光ピックアップ装置に送信し、または光ディスクに書き込まれた情報を上記光ピックアップ装置から受信する情報処理部とを備えたものである。

【０００９】

本発明の多波長レーザ、光ピックアップ装置および光ディスク装置では、ＧａＮ基板上に、当該ＧａＮ基板上での結晶成長により形成された第１のレーザ構造部と、当該ＧａＮ基板とは異なる基板上での結晶成長により形成された１または複数の第２のレーザ構造部とが設けられている。つまり、少なくとも２つのレーザ構造部が互いに異なる基板上での結晶成長により形成されているので、各レーザ構造部の波長差を大きくすることができる。また、各レーザ構造部が共通のＧａＮ基板上に設けられているので、各レーザ構造部を別個の基板上にそれぞれ形成したレーザチップを支持基体などの上に並設した場合よりも、各レーザ構造部から射出されるレーザ光の光軸の間隔を十分に狭くすることができる。

【発明の効果】

【００１０】

本発明の多波長レーザ、光ピックアップ装置および光ディスク装置によれば、ＧａＮ基板上に、当該ＧａＮ基板上での結晶成長により形成された第１のレーザ構造部と、当該ＧａＮ基板とは異なる基板上での結晶成長により形成され１または複数の第２のレーザ構造部とを設けるようにしたので、各レーザ構造部の波長差を大きくすることができるだけでなく、各レーザ構造部から射出されるレーザ光の光軸の間隔を十分に狭くすることができ

る。これにより、各レーザ構造部から射出されるレーザ光を単一の光学系で伝播させることができるので、搭載されるデバイス（光ピックアップ装置および光ディスク装置）の小型化を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１１】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【００１２】

［第１の実施の形態］

図１は本発明の第１の実施の形態に係る面発光型の半導体レーザ１の上面図を、図２は図１の半導体レーザ１のＡ－Ａ矢視方向の断面構成をそれぞれ表すものである。なお、図１，図２は模式的に表したものであり、実際の寸法、形状とは異なっている。

【００１３】

この半導体レーザ１は、ＧａＮ基板１０の上に、４００ｎｍ前後の波長（例えば４０５ｎｍ）の光を積層方向に向けて射出可能なレーザ構造部ＬＤ１と、ＣＤ用の７００ｎｍ帯（例えば７８０ｎｍ）の光を積層方向に向けて射出可能なレーザ構造部ＬＤ２と、ＤＶＤ用の６００ｎｍ帯（例えば６５０ｎｍ）の光を積層方向に向けて射出可能なレーザ構造部ＬＤ３とを備えたものである。したがって、この半導体レーザ１は３波長レーザとしての機能を有する。

【００１４】

また、この半導体レーザ１では、各レーザ構造部ＬＤ１，ＬＤ２，ＬＤ３は、各レーザ構造部ＬＤ１，ＬＤ２，ＬＤ３から射出されるレーザ光の光軸間の距離が互いに極力近づくようにＧａＮ基板１０の一の面側に配置されている。例えば、各レーザ構造部ＬＤ１，ＬＤ２，ＬＤ３は、図１に示したように、各レーザ構造部ＬＤ１，ＬＤ２，ＬＤ３の積層面内方向における中心が三角形の頂点の位置に対応するように配置されている。なお、各レーザ構造部ＬＤ１，ＬＤ２，ＬＤ３の積層面内方向のスケールが比較的小さい場合には、各レーザ構造部ＬＤ１，ＬＤ２，ＬＤ３を、図１に示したような配置にする必要はなく、例えば、積層面内方向に一列に配置してもよい。

【００１５】

（レーザ構造部ＬＤ１）

レーザ構造部ＬＤ１は、ＧａＮ基板１０上での結晶成長により形成されたものであり、窒化物系ＩＩＩ－Ｖ族化合物半導体により構成されている。なお、窒化物系ＩＩＩ－Ｖ族化合物半導体とは、短周期型周期率表における３Ｂ族元素群のうちの少なくとも１種と、短周期型周期率表における５Ｂ族元素のうちの少なくともＮ（窒素）とを含むものを指しており、例えばＧａＮ，ＡｌＧａＮ（窒化アルミニウム・ガリウム），あるいはＡｌＧａＩｎＮ（窒化アルミニウム・ガリウム・インジウム）などを含むものである。なお、窒化物系ＩＩＩ－Ｖ族化合物半導体は、可視から赤外までの光に対して透明な材料である。

【００１６】

このレーザ構造部ＬＤ１は、例えば、ＧａＮ基板１０側から、下部ＤＢＲ層２０、下部スペーサ層２１、活性層２２、上部スペーサ層２３、上部ＤＢＲ層２４および上部コンタクト層２５をこの順に積層してなる積層構造となっている。

【００１７】

ここで、ＧａＮ基板１０は、例えばｎ型ＧａＮにより構成されている。下部ＤＢＲ層２０は、低屈折率層（図示せず）および高屈折率層（図示せず）を交互に積層して構成されたものである。低屈折率層は例えば光学厚さが$\lambda_1/4$（$\lambda_1$は発振波長）のｎ型$Al_{x1}Ga_{1-x1}N$（$0<x1<1$）からなり、高屈折率層は例えば光学厚さが$\lambda_1/4$のｎ型$Al_{x2}Ga_{1-x2}N$（$0\leqq x2<x1$）からなる。下部スペーサ層２１は、例えばｎ型$Al_{x3}Ga_{1-x3}N$（$0\leqq x3<1$）からなる。ＧａＮ基板１０、下部ＤＢＲ層２０および下部スペーサ層２１には、例えばケイ素（Ｓｉ）などのｎ型不純物が含まれている。

【００１８】

活性層２２は、例えば、アンドープの$In_{x4}Ga_{1-x4}N$（０＜ｘ４＜１）からなる井戸層（図示せず）およびアンドープの$In_{x5}Ga_{1-x5}N$（０＜ｘ５＜ｘ４）からなる障壁層（図示せず）を交互に積層してなる多重量子井戸構造となっている。なお、活性層３３のうち積層面内方向における中央部分が発光領域２２Ａとなる。

【００１９】

上部スペーサ層２３は、例えばｐ型$Al_{x6}Ga_{1-x6}N$（０≦ｘ６＜１）からなる。上部ＤＢＲ層２４は、低屈折率層（図示せず）および高屈折率層（図示せず）を交互に積層して構成されたものである。低屈折率層は例えば光学厚さが$\lambda_1$／４のｐ型$Al_{x7}Ga_{1-x7}N$（０＜ｘ７＜１）からなり、高屈折率層は例えば光学厚さが$\lambda_1$／４のｐ型$Al_{x8}Ga_{1-x8}N$（０≦ｘ８＜ｘ７）からなる。上部コンタクト層２５は、例えばｐ型$Al_{x9}Ga_{1-x9}N$（０≦ｘ９＜１）からなる。上部スペーサ層２３、上部ＤＢＲ層２４および上部コンタクト層２５には、例えばマグネシウム（Ｍｇ）などのｐ型不純物が含まれている。

【００２０】

本実施の形態のレーザ構造部ＬＤ１には、上部コンタクト層２５の上面に環状の電極層２６が形成されている。この電極層２６は、例えば、例えばチタン（Ｔｉ）層，白金（Ｐｔ）層および金（Ａｕ）層をこの順に積層して構成されたものであり、上部コンタクト層２５と電気的に接続されている。

【００２１】

また、本実施の形態の半導体レーザ１では、ＧａＮ基板１０のレーザ構造部ＬＤ１側の表面のうちレーザ構造部ＬＤ１の形成されていない領域に、絶縁層１１、接着層１２および電極層１３がＧａＮ基板１０側から順に形成されている。また、ＧａＮ基板１０のレーザ構造部ＬＤ１側とは反対側の表面には、電極層１４が形成されている。

【００２２】

ここで、絶縁層１１は、例えば$SiO_2$（酸化けい素）やＳｉＮ（窒化けい素）などの絶縁性材料により構成されている。接着層１２は、例えば多結晶シリコン層またはアモルファスシリコン層などの半導体層からなり、絶縁層１１との間に高い親和性を持っている。これにより、接着層１２は、電極層１３と絶縁層１１との間に高い密着強度を持たせている。電極層１３は、例えば、金やパラジウムなどの導電性材料により構成されている。電極層１４は、例えばＡｕとＧｅ（ゲルマニウム）との合金，Ｎｉ（ニッケル）およびＡｕをＧａＮ基板１０側から順に積層した構造を有している。

【００２３】

（レーザ構造部ＬＤ２）

レーザ構造部ＬＤ２は、ＧａＮ基板１０とは異なる基板、例えばＧａＡｓ基板上での結晶成長により形成されたものであり、ＧａＡｓ系ＩＩＩ－Ｖ族化合物半導体により構成されている。なお、ＧａＡｓ系ＩＩＩ－Ｖ族化合物半導体とは、短周期型周期表における３Ｂ族元素のうちの少なくともＧａと、短周期型周期表における５Ｂ族元素のうちの少なくともＡｓ（ヒ素）とを含むものを指す。なお、ＧａＡｓ系ＩＩＩ－Ｖ族化合物半導体は、可視から赤外までの光に対して不透明な材料である。

【００２４】

このレーザ構造部ＬＤ２は、電極層１３上に形成されており、電極層１３側から、例えば、下部コンタクト層３０、下部ＤＢＲ層３１、下部スペーサ層３２、活性層３３、上部スペーサ層３４、電流狭窄層３５、上部ＤＢＲ層３６および上部コンタクト層３７をこの順に積層してなる積層構造となっている。

【００２５】

ここで、下部コンタクト層３０は、例えばｎ型$Al_{x10}Ga_{1-x10}As$（０≦ｘ１０＜１）からなる。下部ＤＢＲ層３１は、低屈折率層（図示せず）および高屈折率層（図示せず）を交互に積層して構成されたものである。低屈折率層は例えば光学厚さが$\lambda_2$／４（$\lambda_2$は発振波長）のｎ型$Al_{x11}Ga_{1-x11}As$（０＜ｘ１１＜１）からなり、高屈折率層は例えば光学厚さが$\lambda_2$／４のｎ型$Al_{x12}Ga_{1-x12}As$（０≦

ｘ１２＜ｘ１１）からなる。下部スペーサ層３２は、例えばｎ型$Al_{x13}Ga_{1-x13}As$（０≦ｘ１３＜１）からなる。下部コンタクト層３０、下部ＤＢＲ層３１および下部スペーサ層３２には、例えばケイ素（Ｓｉ）などのｎ型不純物が含まれている。

【００２６】

活性層３３は、例えば、アンドープの$In_{x14}Ga_{1-x14}As$（０＜ｘ１４＜１）からなる井戸層（図示せず）およびアンドープの$In_{x15}Ga_{1-x15}N$（０＜ｘ１５＜ｘ１４）からなる障壁層（図示せず）を交互に積層してなる多重量子井戸構造となっている。なお、活性層３３のうち電流注入領域３５Ａ（後述）との対向領域が発光領域３３Ａとなる。

【００２７】

上部スペーサ層３４は、例えばｐ型$Al_{x16}Ga_{1-x16}As$（０≦ｘ１６＜１）からなる。上部ＤＢＲ層３６は、低屈折率層（図示せず）および高屈折率層（図示せず）を交互に積層して構成されたものである。低屈折率層は例えば光学厚さが$\lambda_2/4$のｐ型$Al_{x17}Ga_{1-x17}As$（０＜ｘ１７＜１）からなり、高屈折率層は例えば光学厚さが$\lambda_2/4$のｐ型$Al_{x18}Ga_{1-x18}N$（０≦ｘ１８＜ｘ１７）からなる。上部コンタクト層３７は、例えばｐ型$Al_{x19}Ga_{1-x19}N$（０≦ｘ１９＜１）からなる。上部スペーサ層３４、上部ＤＢＲ層３６および上部コンタクト層３７には、例えばマグネシウム（Ｍｇ）などのｐ型不純物が含まれている。

【００２８】

電流狭窄層３５は、その外縁領域に電流狭窄領域３５Ｂを有し、その中央領域に電流注入領域３５Ａを有している。電流注入領域３５Ａは、例えばｐ型$Al_{x20}Ga_{1-x20}As$（０＜ｘ２０≦１）からなる。電流狭窄領域３５Ｂは、例えば、$Al_2O_3$（酸化アルミニウム）を含んで構成され、後述するように、側面から電流狭窄層３５Ｄに含まれる高濃度のＡｌを酸化することにより得られるものである。従って、電流狭窄層３５は電流を狭窄する機能を有している。

【００２９】

本実施の形態のレーザ構造部ＬＤ２には、上部コンタクト層３７の上面に環状の電極層３８が形成されている。この電極層３８は、例えば、例えばＴｉ層，Ｐｔ層およびＡｕ層をこの順に積層して構成されたものであり、上部コンタクト層３７と電気的に接続されている。

【００３０】

（レーザ構造部ＬＤ３）

レーザ構造部ＬＤ３は、ＧａＮ基板１０とは異なる基板、例えばＧａＡｓ基板上での結晶成長により形成されたものであり、ＧａＡｓ系ＩＩＩ－Ｖ族化合物半導体およびＧａＰ系ＩＩＩ－Ｖ族化合物半導体を含んで構成されている。なお、ＧａＰ系ＩＩＩ－Ｖ族化合物半導体とは、短周期型周期表における３Ｂ族元素のうちの少なくともＧａ（ガリウム）と、短周期型周期表における５Ｂ族元素のうちの少なくともＰ（リン）とを含むものを指す。なお、ＧａＰ系ＩＩＩ－Ｖ族化合物半導体は、可視から赤外までの光に対して不透明な材料である。

【００３１】

このレーザ構造部ＬＤ３は、電極層１３上に形成されており、電極層１３側から、例えば、下部コンタクト層４０、下部ＤＢＲ層４１、下部スペーサ層４２、活性層４３、上部スペーサ層４４、電流狭窄層４５、上部ＤＢＲ層４６および上部コンタクト層４７をこの順に積層してなる積層構造となっている。

【００３２】

ここで、下部コンタクト層４０は、例えばｎ型$Al_{x21}Ga_{1-x21}As$（０≦ｘ２１＜１）からなる。下部ＤＢＲ層４１は、低屈折率層（図示せず）および高屈折率層（図示せず）を交互に積層して構成されたものである。低屈折率層は例えば光学厚さが$\lambda_3/4$（$\lambda_3$は発振波長）のｎ型$Al_{x22}Ga_{1-x22}As$（０＜ｘ２２＜１）からなり、高屈折率層は例えば光学厚さが$\lambda_3/4$のｎ型$Al_{x23}Ga_{1-x23}As$（０≦

ｘ２３＜ｘ２２）からなる。下部スペーサ層４２は、例えばｎ型$Al_{x24}Ga_{1-x24}As$（０≦ｘ２４＜１）からなる。下部コンタクト層４０、下部ＤＢＲ層４１および下部スペーサ層４２には、例えばケイ素（Ｓｉ）などのｎ型不純物が含まれている。

【００３３】

活性層４３は、例えば、アンドープの$In_{x25}Ga_{1-x25}As$（０＜ｘ２５＜１）からなる井戸層（図示せず）およびアンドープの$In_{x26}Ga_{1-x26}N$（０＜ｘ２６＜ｘ２６）からなる障壁層（図示せず）を交互に積層してなる多重量子井戸構造となっている。なお、活性層４３のうち電流注入領域４５Ａ（後述）との対向領域が発光領域４３Ａとなる。

【００３４】

上部スペーサ層４４は、例えばｐ型$Al_{x27}Ga_{1-x27}As$（０≦ｘ２７＜１）からなる。上部ＤＢＲ層４６は、低屈折率層（図示せず）および高屈折率層（図示せず）を交互に積層して構成されたものである。低屈折率層は例えば光学厚さが$\lambda_3$／４のｐ型$Al_{x28}Ga_{1-x28}As$（０＜ｘ２８＜１）からなり、高屈折率層は例えば光学厚さが$\lambda_3$／４のｐ型$Al_{x29}Ga_{1-x29}N$（０≦ｘ２９＜ｘ２８）からなる。上部コンタクト層４７は、例えばｐ型$Al_{x30}Ga_{1-x30}N$（０≦ｘ３０＜１）からなる。上部スペーサ層４４、上部ＤＢＲ層４６および上部コンタクト層４７には、例えばマグネシウム（Ｍｇ）などのｐ型不純物が含まれている。

【００３５】

電流狭窄層４５は、その外縁領域に電流狭窄領域４５Ｂを有し、その中央領域に電流注入領域４５Ａを有している。電流注入領域４５Ａは、例えばｐ型$Al_{x31}Ga_{1-x31}As$（０＜ｘ３１≦１）からなる。電流狭窄領域４５Ｂは、例えば、$Al_2O_3$（酸化アルミニウム）を含んで構成され、後述するように、側面から電流狭窄層４５Ｄに含まれる高濃度のＡｌを酸化することにより得られるものである。従って、電流狭窄層４５は電流を狭窄する機能を有している。

【００３６】

本実施の形態のレーザ構造部ＬＤ３には、上部コンタクト層４７の上面に環状の電極層４８が形成されている。この電極層４８は、例えば、例えばＴｉ層，Ｐｔ層およびＡｕ層をこの順に積層して構成されたものであり、上部コンタクト層４７と電気的に接続されている。

【００３７】

また、レーザ構造部ＬＤ１，ＬＤ２，ＬＤ３および電極層２６，３８，４９の表面を含むＧａＮ基板１０のレーザ構造部ＬＤ１，ＬＤ２，ＬＤ３側の表面全体に渡って保護膜１５が形成されている。この保護膜１５は、例えば$SiO_2$（酸化けい素）やＳｉＮ（窒化けい素）などの絶縁性材料により構成されている。この保護膜１５のうちレーザ構造部ＬＤ１，ＬＤ２，ＬＤ３の形成されていない領域の一部に開口部が形成されており、この開口部から電極層１３の一部（電極パッド１３Ａ）が露出している。また、この保護膜１５のうち電極層２６，３８，４９との対向領域の一部にも開口部が形成されており、この開口部を介して、電極層２６と電気的に接続された電極パッド２７と、電極層３８と電気的に接続された電極パッド３９と、電極層４８と電気的に接続された電極パッド４９とが保護膜１５の表面に形成されている（図１参照）。

【００３８】

このような構成を有する半導体レーザ１は、例えば次のようにして製造することができる。

【００３９】

まず、レーザ構造部ＬＤ２を製造する。そのためには積層構造を、例えば、ＭＯＣＶＤ法により形成する。この際、ＧａＡｓ系ＩＩＩ－Ｖ族化合物半導体の原料としては、例えば、ＴＭＡ（トリメチルアルミニウム）、ＴＭＧ（トリメチルガリウム）、ＴＭＩｎ（トリメチルインジウム）、$AsH_3$（アルシン）を用いる。

【００４０】

具体的には、ＧａＡｓ基板１３０上に、酸化剥離層１３１Ｄ、下部コンタクト層３０、下部ＤＢＲ層３１、下部スペーサ層３２、活性層３３、上部スペーサ層３４、電流狭窄層３５Ｄ、上部ＤＢＲ層３６および上部コンタクト層３７をこの順に積層する（図３（Ａ））。

【００４１】

ここで、上記した電流狭窄層３５Ｄは、電流注入領域３５Ａと同一の材料により構成されており、後述の酸化処理により電流狭窄層３５となるものである。また、酸化剥離層１３１Ｄは、電流注入領域３５Ａと同様、酸化され易い材料により構成されており、電流狭窄層３５Ｄよりも積層面内方向の酸化速度が速くなるように、例えば、流狭窄層３５Ｄの厚みよりも厚くなっている。このときの酸化剥離層１３１Ｄの厚みは、後述の酸化処理において、酸化剥離層１３１Ｄがほとんど全て酸化されたときに、流狭窄層３５Ｄのうち未酸化領域の径が所望の値となるように設定されている。

【００４２】

なお、酸化剥離層１３１Ｄは、上記したように、流狭窄層３５Ｄよりも厚くなっていることが好ましいが、流狭窄層３５Ｄとほぼ同一の厚さとなっていてもよい。ただし、この場合には、酸化剥離層１３１Ｄは、電流狭窄層３５Ｄよりも酸化され易い材料により構成されていることが必要となる。

【００４３】

次に、例えばドライエッチング法により、上部コンタクト層３７からＧａＡｓ基板１３０の一部までを選択的にエッチングして、メサ形状を形成する（図３（Ｂ））。これにより、酸化剥離層１３１Ｄがメサの側面に露出する。

【００４４】

次に、水蒸気雰囲気中において、高温で酸化処理を行い、メサの側面から電流狭窄層３５Ｄと、酸化剥離層１３１Ｄとを選択的に酸化する。このとき、酸化剥離層１３１Ｄのほとんど全てが酸化され、電流狭窄層３５Ｄの未酸化領域の径が所望の値となるまで、酸化処理を行う。これにより、酸化剥離層１３１Ｄのほとんど全てが絶縁層（酸化アルミニウム）となり、酸化剥離層１３１が形成される（図４（Ａ））。また、酸化狭窄層３５Ｄの外縁領域が絶縁層（酸化アルミニウム）となるので、外縁領域に電流狭窄領域３５Ｂが形成され、その中央領域が電流注入領域３５Ａとなる。このようにして、ＧａＡｓ基板１３０上にレーザ構造部ＬＤ２が形成される（図４（Ａ））。

【００４５】

次に、例えば真空吸着や光硬化性粘着シートなどを用いて、レーザ構造部ＬＤ２をＧａＡｓ基板１３０から剥離する（図４（Ｂ））。このとき、レーザ構造部ＬＤ２を構成する各層の界面のうち、酸化剥離層１３１と下部コンタクト層３０との界面において、酸化剥離層１３１と下部コンタクト層３０とが互いにグレーデッドに接していない。つまり、酸化剥離層１３１と下部コンタクト層３０との界面には、双方の材料が混じり合った中間層が存在していないか、または存在しているとしても他の界面における中間層の厚さと比べると無視できるくらいわずかしか存在していない。そのため、酸化剥離層１３１と下部コンタクト層３０との界面には、酸化によって生じたストレスが加わっているので、この剥離工程により、酸化剥離層１３１と下部コンタクト層３０との境界において比較的簡単にレーザ構造部ＬＤ２を剥離することができる。

【００４６】

なお、剥離工程の前に、３００℃～４００℃程度で加熱（アロイ）してもよい。このようにした場合には、酸化剥離層１３１と下部コンタクト層３０との境界におけるストレスが更に大きくなるので、より簡単にレーザ構造部ＬＤ２を剥離することができる。また、レーザ構造部ＬＤ２側に酸化剥離層１３１が残留している場合には、ウエットエッチングなどにより、レーザ構造部ＬＤ２側に残留している酸化剥離層１３１を除去する。

【００４７】

次に、レーザ構造部ＬＤ３を製造する。そのためには積層構造を、例えば、ＭＯＣＶＤ法により形成する。この際、ＧａＡｓ系ＩＩＩ－Ｖ族化合物半導体の原料としては、上記

したものと同様のものを用い、ＧａＰ系ＩＩＩ－Ｖ族化合物半導体の原料としては、例えば、ＴＭＡ（トリメチルアルミニウム）、ＴＭＧ（トリメチルガリウム）、ＴＭＩｎ（トリメチルインジウム）、$PH_3$（フォスフィン）を用いる。

【００４８】

具体的には、ＧａＡｓ基板１３０上に、酸化剥離層１４１Ｄ、下部コンタクト層４０、下部ＤＢＲ層４１、下部スペーサ層４２、活性層４３、上部スペーサ層４４、電流狭窄層４５Ｄ、上部ＤＢＲ層４６および上部コンタクト層４７をこの順に積層する（図５（Ａ））。

【００４９】

ここで、上記した電流狭窄層４５Ｄは、電流注入領域４５Ａと同一の材料により構成されており、後述の酸化処理により電流狭窄層４５となるものである。また、酸化剥離層１４１Ｄは、電流注入領域４５Ａと同様、酸化され易い材料により構成されており、電流狭窄層４５Ｄよりも積層面内方向の酸化速度が速くなるように、例えば、流狭窄層４５Ｄの厚みよりも厚くなっている。このときの酸化剥離層１４１Ｄの厚みは、後述の酸化処理において、酸化剥離層１４１Ｄがほとんど全て酸化されたときに、流狭窄層４５Ｄのうち未酸化領域の径が所望の値となるように設定されている。

【００５０】

なお、酸化剥離層１４１Ｄは、上記したように、流狭窄層４５Ｄよりも厚くなっていることが好ましいが、流狭窄層４５Ｄとほぼ同一の厚さとなっていてもよい。ただし、この場合には、酸化剥離層１４１Ｄは、電流狭窄層４５Ｄよりも酸化され易い材料により構成されていることが必要となる。

【００５１】

次に、例えばドライエッチング法により、上部コンタクト層４７からＧａＡｓ基板１３０の一部までを選択的にエッチングして、メサ形状を形成する（図５（Ｂ））。これにより、酸化剥離層１４１Ｄがメサの側面に露出する。

【００５２】

次に、水蒸気雰囲気中において、高温で酸化処理を行い、メサの側面から電流狭窄層４５Ｄと、酸化剥離層１４１Ｄとを選択的に酸化する。このとき、酸化剥離層１４１Ｄのほとんど全てが酸化され、電流狭窄層４５Ｄの未酸化領域の径が所望の値となるまで、酸化処理を行う。これにより、酸化剥離層１４１Ｄのほとんど全てが絶縁層（酸化アルミニウム）となり、酸化剥離層１４１が形成される（図６（Ａ））。また、酸化狭窄層４５Ｄの外縁領域が絶縁層（酸化アルミニウム）となるので、外縁領域に電流狭窄領域４５Ｂが形成され、その中央領域が電流注入領域４５Ａとなる。このようにして、ＧａＡｓ基板１３０上にレーザ構造部ＬＤ３が形成される（図６（Ａ））。

【００５３】

次に、例えば真空吸着や光硬化性粘着シートなどを用いて、レーザ構造部ＬＤ３をＧａＡｓ基板１３０から剥離する（図６（Ｂ））。このとき、レーザ構造部ＬＤ３を構成する各層の界面のうち、酸化剥離層１４１と下部コンタクト層４０との界面において、酸化剥離層１４１と下部コンタクト層４０とが互いにグレーデッドに接していない。つまり、酸化剥離層１４１と下部コンタクト層４０との界面には、双方の材料が混じり合った中間層が存在していないか、または存在しているとしても他の界面における中間層の厚さと比べると無視できるくらいわずかしか存在していない。そのため、酸化剥離層１４１と下部コンタクト層４０との界面には、酸化によって生じたストレスが加わっているので、この剥離工程により、酸化剥離層１４１と下部コンタクト層４０との境界において比較的簡単にレーザ構造部ＬＤ３を剥離することができる。

【００５４】

なお、剥離工程の前に、３００℃～４００℃程度で加熱（アロイ）してもよい。このようにした場合には、酸化剥離層１４１と下部コンタクト層４０との境界におけるストレスが更に大きくなるので、より簡単にレーザ構造部ＬＤ３を剥離することができる。また、レーザ構造部ＬＤ３側に酸化剥離層１４１が残留している場合には、ウエットエッチング

などにより、レーザ構造部ＬＤ３側に残留している酸化剥離層１４１を除去する。

【００５５】

次に、レーザ構造部ＬＤ１を製造する。そのためには積層構造を、例えば、ＭＯＣＶＤ法により形成する。この際、窒化物系ＩＩＩ－Ｖ族化合物半導体の原料としては、例えば、ＴＭＡ（トリメチルアルミニウム）、ＴＭＧ（トリメチルガリウム）、ＴＭＩｎ（トリメチルインジウム）、アンモニア（ＮＨ3)を用いる。

【００５６】

具体的には、大型のＧａＮ基板１０上に、下部ＤＢＲ層２０、下部スペーサ層２１、活性層２２、上部スペーサ層２３、上部ＤＢＲ層２４および上部コンタクト層２５をこの順に積層する（図７）。その後、例えばドライエッチング法により、上部コンタクト層２５から下部ＤＢＲ層２０までを選択的にエッチングして、メサ形状を形成する（図８）。これにより、レーザ構造部ＬＤ１が形成される（図８）。

【００５７】

次に、ＧａＮ基板１０のレーザ構造部ＬＤ１側の表面のうちレーザ構造部ＬＤ１の形成されていない領域に、絶縁層１１、接着層１２および電極層１３をＧａＮ基板１０側から順に形成する（図９）。続いて、電極層１３上に、レーザ構造部ＬＤ２，ＬＤ３を、下部コンタクト層３０，４０側を下にして配設する（図１０）。

【００５８】

次に、レーザ構造部ＬＤ１，ＬＤ２，ＬＤ３の上面に、電極層２６，３８，４９を形成する。続いて、レーザ構造部ＬＤ１，ＬＤ２，ＬＤ３および電極層２６，３８，４９の表面を含むＧａＮ基板１０のレーザ構造部ＬＤ１，ＬＤ２，ＬＤ３側の表面全体に渡って保護膜１５を形成したのち、レーザ構造部ＬＤ１，ＬＤ２，ＬＤ３の形成されていない領域の一部に開口部を形成して、電極層１３の一部（電極パッド１３Ａ）を露出させると共に、この保護膜１５のうち電極層２６，３８，４９との対向領域の一部にも開口部（図示せず）を形成し、保護膜１５のうち電極層２６，３８，４９との対向領域の一部に形成された開口部および保護膜１５の表面上に、電極パッド２７，３９，４９を形成する。このようにして、本実施の形態の半導体レーザ１が製造される。

【００５９】

本実施の形態の半導体レーザ１では、電極層２６に電気的に接続された接続パッド２７と、電極層１４との間に所定の電圧が印加されると、活性層２２に電流が注入され、電子－正孔再結合によって発光が生じ、素子内で誘導放出が繰り返される結果、所定の波長$\lambda_1$でレーザ発振が生じ、波長$\lambda_1$（４００ｎｍ前後の波長（例えば４０５ｎｍ））のレーザ光が電極層２６の開口部から外部に出力される。また、電極層３８に電気的に接続された接続パッド３９と、電極層１３との間に所定の電圧が印加されると、活性層３３に電流が注入され、電子－正孔再結合によって発光が生じ、素子内で誘導放出が繰り返される結果、所定の波長$\lambda_2$でレーザ発振が生じ、波長$\lambda_2$（７００ｎｍ帯（例えば、７８０ｎｍ））のレーザ光が電極層３８の開口部から外部に出力される。また、電極層４８に電気的に接続された接続パッド４９と、電極層１３との間に所定の電圧が印加されると、活性層４３に電流が注入され、電子－正孔再結合によって発光が生じ、素子内で誘導放出が繰り返される結果、所定の波長$\lambda_3$でレーザ発振が生じ、波長$\lambda_3$（６００ｎｍ帯（例えば、６５０ｎｍ））のレーザ光が電極層４８の開口部から外部に出力される。

【００６０】

ところで、本実施の形態では、ＧａＮ基板１０上に、ＧａＮ基板１０上での結晶成長により形成されたレーザ構造部ＬＤ１と、ＧａＮ基板１０とは異なる基板（ＧａＡｓ基板１３０）上での結晶成長により形成されたレーザ構造部ＬＤ２，ＬＤ３とが設けられている。つまり、レーザ構造部ＬＤ１と、レーザ構造部ＬＤ２，ＬＤ３とは互いに異なる基板上での結晶成長により形成されているので、レーザ構造部ＬＤ１と、レーザ構造部ＬＤ２，ＬＤ３との波長差を大きくすることができる。これにより、例えば、レーザ構造部ＬＤ１から４００ｎｍ帯のレーザ光を射出し、レーザ構造部ＬＤ２から７００ｎｍ帯のレーザ光を射出し、レーザ構造部ＬＤ３から６００ｎｍ帯のレーザ光を独立に射出することができ

るので、半導体レーザ１を光ディスク装置の光源に適用することが可能である。

【００６１】

また、本実施の形態では、各レーザ構造部ＬＤ２，ＬＤ３が共通のＧａＮ基板１０の上に設けられているので、各レーザ構造部ＬＤ１，ＬＤ２，ＬＤ３を別個の基板上にそれぞれ形成したレーザチップを支持基体などの上に並設した場合よりも、各レーザ構造部ＬＤ１，ＬＤ２，ＬＤ３から射出されるレーザ光の光軸の間隔を十分に狭くすることができる。これにより、各レーザ構造部ＬＤ１，ＬＤ２，ＬＤ３から射出されるレーザ光を単一の光学系で伝播させることができるので、搭載されるデバイス（光ピックアップ装置および光ディスク装置）の小型化を実現することができる。

【００６２】

［第１の実施の形態の変形例］

なお、上記実施形態において、下部コンタクト層３０，４０と酸化剥離層１３１，１４１との界面の性質を利用してレーザ構造部ＬＤ２，ＬＤ３からＧａＡｓ基板１３０を剥離していたが、下部コンタクト層３０，４０および酸化剥離層１３１，１４１を用いずに、ＧａＡｓ基板１３０をラッピングすることによりレーザ構造部ＬＤ２，ＬＤ３からＧａＡｓ基板１３０を除去または薄くするようにしてもよい。このような方法により得られたレーザ構造部ＬＤ２，ＬＤ３を半導体レーザ１に適用すると、例えば、図１１に示したように、レーザ構造部ＬＤ２，ＬＤ３の底部に若干、ＧａＡｓ基板１３０が残っており、このＧａＡｓ基板１３０が電極層１３と電気的に接することになる。また、図１２に示したように、図１１のレーザ構造部ＬＤ２，ＬＤ３を共通のＧａＡｓ基板１３０上で形成し、その共通のＧａＡｓ基板１３０を残した状態で、電極層１３上に配設するようにしてもよい。

【００６３】

［第２の実施の形態］

図１３は本発明の第２の実施の形態に係る面発光型の半導体レーザ２の上面図を表すものである。図１４は図１３の半導体レーザ２のＡ－Ａ矢視方向の断面構成を、図１５は図１３の半導体レーザ２のＢ－Ｂ矢視方向の断面構成をそれぞれ表すものである。なお、図１３～図１５は模式的に表したものであり、実際の寸法、形状とは異なっている。

【００６４】

この半導体レーザ２は、上記第１の実施の形態のレーザ構造部ＬＤ２がＧａＮ基板１０の裏側（ＧａＮ基板１０のレーザ構造部ＬＤ１，３とは反対側の表面）に配設されたものであり、その点で主に上記実施形態の半導体レーザ１の構成と相違する。そこで、以下では、上記実施形態と共通する構成、作用、効果についての記載を適宜省略し、上記実施形態との相違点について主に説明する。

【００６５】

本実施の形態の半導体レーザ２では、各レーザ構造部ＬＤ１，ＬＤ２，ＬＤ３は、各レーザ構造部ＬＤ１，ＬＤ２，ＬＤ３から射出されるレーザ光の光軸間の距離が互いに極力近づくようにＧａＮ基板１０の両面に配置されている。例えば、レーザ構造部ＬＤ１，ＬＤ３は、電極層１４，４８をＧａＮ基板１０とは反対側に向けてＧａＮ基板１０の一方の面側に配置されており、レーザ構造部ＬＤ２は、電極層３８をＧａＮ基板１０側に向けてＧａＮ基板１０の他方の面側に配置されており、さらに、各レーザ構造部ＬＤ１，ＬＤ２，ＬＤ３を積層面内方向に一列に配置されている。つまり、レーザ構造部ＬＤ１，ＬＤ３の光射出方向と、レーザ構造部ＬＤ２の光射出方向とが互いに同じ方を向くように、各レーザ構造部ＬＤ１，ＬＤ２，ＬＤ３がＧａＮ基板１０上に一列に配置されている。さらに、各レーザ構造部ＬＤ１，ＬＤ２，ＬＤ３は、各レーザ構造部ＬＤ１，ＬＤ２，ＬＤ３から射出されるレーザ光が他のレーザ構造部ＬＤ１，ＬＤ２，ＬＤ３によって遮られないように、ＧａＮ基板１０の両面に互い違いに配置されている。

【００６６】

ここで、レーザ構造部ＬＤ２は、第１の実施の形態の場合とは異なり、ＧａＡｓ基板１３０を剥離したり、ラッピングにより薄くしたものではなく、ＧａＡｓ基板１３０上に形

成した状態でＧａＮ基板１０の裏面に接着層５３を介して貼り合わされている。また、レーザ構造部ＬＤ２の形成されたＧａＡｓ基板１３０は、ＧａＮ基板１０よりも大きく、後述する電極パッド５６，５７へのワイヤボンディングがＧａＮ基板１０によって遮られることがないようになっている。

【００６７】

また、図１３，図１４に示したように、レーザ構造部ＬＤ２の側面およびＧａＡｓ基板１３０のうちレーザ構造部ＬＤ２の形成されていない部分の表面には、絶縁層５１が形成されている。また、絶縁層５１のうちレーザ構造部ＬＤ２の形成されていない部分の表面には、引出電極５４と、引出電極５４に電気的に接続された電極パッド５６とが形成されている。さらに、この引出電極５４上に、ＧａＮ基板１０の裏面に形成された電極層１４と当接したバンプ５５が形成されている。これにより、電極層１４は、バンプ５５、引出電極５４および電極パッド５６によってＧａＡｓ基板１３０上のレーザ構造部ＬＤ２側の表面に引き出されている。なお、バンプ５５は、レーザ構造部ＬＤ２の光軸の向きを安定化させるための支持部材としての機能も有している。

【００６８】

また、図１３，図１５に示したように、絶縁層５１のうちレーザ構造部ＬＤ２の形成されていない部分の表面には、レーザ構造部ＬＤ２上の電極層３８に電気的に接続された電極パッド５７が形成されている。従って、各電極パッド１３Ａ，２７，４９，５６，５７は、各レーザ構造部ＬＤ１，ＬＤ２，ＬＤ３のレーザ光が射出される側の表面に形成されている。

【００６９】

本実施の形態の半導体レーザ２では、レーザ構造部ＬＤ２が駆動されると、レーザ構造部ＬＤ２からのレーザ光はＧａＮ基板１０を透過して、ＧａＮ基板１０のレーザ構造部ＬＤ１，ＬＤ３側の表面から射出する。このとき、レーザ構造部ＬＤ２はレーザ構造部ＬＤ１，ＬＤ３とは異なる面に配設されているので、レーザ構造部ＬＤ１と、レーザ構造部ＬＤ３との間隙を上記実施形態の場合よりも詰めて、各レーザ構造部ＬＤ１，ＬＤ２，ＬＤ３の光軸の間隔を上記実施形態の場合よりも狭くすることが可能である。その結果、例えば、３つのレーザ構造部ＬＤ１，ＬＤ２，ＬＤ３を一画素とする画像表示パネルを構築することも可能となる。

【００７０】

上記各実施の形態では、本発明を面発光型の半導体レーザに対して適用した場合ついて説明したが、以下では、本発明を端面発光型の半導体レーザに対して適用した場合ついて説明する。

【００７１】

［第３の実施の形態］

図１６は本発明の第３の実施の形態に係る端面発光型の半導体レーザ３の上面図を、図１７は図１６の半導体レーザ３のＡ－Ａ矢視方向の断面構成をそれぞれ表すものである。なお、図１６，１７は模式的に表したものであり、実際の寸法、形状とは異なっている。

【００７２】

この半導体レーザ３は、ＧａＮ基板１０の上に、４００ｎｍ前後の波長（例えば４０５ｎｍ）の光を積層面内方向に向けて射出可能なレーザ構造部ＬＤ４と、ＣＤ用の７００ｎｍ帯（例えば７８０ｎｍ）の光を積層面内方向に向けて射出可能なレーザ構造部ＬＤ５と、ＤＶＤ用の６００ｎｍ帯（例えば６５０ｎｍ）の光を積層面内方向に向けて射出可能なレーザ構造部ＬＤ６とを備えたものである。したがって、この半導体レーザ３は３波長レーザとしての機能を有する。

【００７３】

また、この半導体レーザ３では、各レーザ構造部ＬＤ４，ＬＤ５，ＬＤ６は、各レーザ構造部ＬＤ４，ＬＤ５，ＬＤ６から射出されるレーザ光の光軸間の距離が互いに極力近づくようにＧａＮ基板１０の一の面側に並列に配置されている。

【００７４】

（レーザ構造部ＬＤ４）
レーザ構造部ＬＤ４は、ＧａＮ基板１０上での結晶成長により形成されたものであり、窒化物系ＩＩＩ－Ｖ族化合物半導体により構成されている。このレーザ構造部ＬＤ４は、例えば、ＧａＮ基板１０側から、下部クラッド層６０、活性層６１、上部クラッド層６２および上部コンタクト層６３をこの順に積層してなる積層構造となっており、この積層構造の上部（具体的には、クラッド層６２の上部および上部コンタクト層６３）に積層面内方向であって、かつ、へき開面である前側端面９１および後側端面９２の対向方向に延在する帯状のリッジ部６５を有している。なお、活性層６１のうちリッジ部６５の底部と対応する部分が発光領域６１Ａとなる。

【００７５】
ここで、下部クラッド層６０は、例えばｎ型ＡｌＧａＮからなる。活性層６１は例えばアンドープのＧａＩｎＮ多重量子井戸構造となっている。上部クラッド層６２は例えばｐ型ＡｌＧａＮからなる。上部コンタクト層６３は例えばｐ型ＧａＮからなる。なお、図示していないが、下部クラッド層６０と活性層６１との間に例えばｎ型ＧａＮからなる下部ガイド層を設けると共に、上部クラッド層６２と活性層６１との間に例えばｐ型ＧａＮからなる下部ガイドを設けてもよい。

【００７６】
また、リッジ部６５の両側面、ならびに下部クラッド層６０、活性層６１および上部クラッド層６２の側面は絶縁膜１５により覆われている。なお、絶縁膜１５は、後述するように、この他にレーザ構造部ＬＤ５，ＬＤ６の側面も覆っている。

【００７７】
また、リッジ部６５の上面には、リッジ部６５の延在方向に延在する帯状の電極層６４が形成されている。また、電極層６４には、レーザ構造部ＬＤ５，ＬＤ６の上を横切るように延在する連結部６４Ａが形成されており、この連結部６４Ａが、絶縁膜１５の表面のうちレーザ構造部ＬＤ４，ＬＤ５，ＬＤ６の形成されていない部分に対応して形成されている電極パッド６６に電気的に接続されている。また、電極層７５，８５の表面のうち連結部６４Ａとの対向部分には、絶縁層７７，８７が形成されており、電極層７５，８５と、連結部６４Ａとが互いに短絡するのを防止している。ここで、電極層６４および電極パッド６６は、例えばパラジウム（Ｐｄ）層および白金（Ｐｔ）層をこの順に積層することにより構成されている。絶縁層７７，８７は、例えば$SiO_2$（酸化けい素）やＳｉＮ（窒化けい素）などの絶縁性材料により構成されている。

【００７８】
また、本実施の形態では、ＧａＮ基板１０のレーザ構造部ＬＤ４側の表面のうちレーザ構造部ＬＤ４の形成されていない領域に、絶縁層１１、接着層１２および電極層１３がＧａＮ基板１０側から順に形成されている。また、ＧａＮ基板１０のレーザ構造部ＬＤ４側とは反対側の表面には、電極層１４が形成されている。

【００７９】
（レーザ構造部ＬＤ５）
レーザ構造部ＬＤ５は、ＧａＮ基板１０とは異なる基板、例えばＧａＡｓ基板上での結晶成長により形成されたものであり、ＧａＡｓ系ＩＩＩ－Ｖ族化合物半導体により構成されている。このレーザ構造部ＬＤ５は、電極層１３上に形成されており、電極層１３側から、例えば、下部コンタクト層７０、下部クラッド層７１、活性層７２、上部クラッド層７３および上部コンタクト層７４をこの順に積層してなる積層構造となっており、この積層構造の上部（具体的には、クラッド層７３の上部および上部コンタクト層７４）に積層面内方向であって、かつ、へき開面である前側端面９１および後側端面９２の対向方向に延在する帯状のリッジ部７６を有している。なお、活性層７２のうちリッジ部７６の底部と対応する部分が発光領域７６Ａとなる。

【００８０】
ここで、下部コンタクト層７０は、例えばｎ型ＧａＡｓからなる。下部クラッド層７１は、例えばｎ型ＡｌＧａＡｓからなる。活性層７２は例えば互いに組成比の異なるアンド

ープのＡｌＧａＡｓ多重量子井戸構造となっている。上部クラッド層７３は例えばｐ型ＡｌＧａＡｓからなる。上部コンタクト層７４は例えばｐ型ＧａＡｓからなる。

【００８１】

また、リッジ部７６の両側面、ならびに下部コンタクト層７０、下部クラッド層７１、活性層７２および上部クラッド層７３の側面は絶縁膜１５により覆われている。また、リッジ部７６の上面には、リッジ部７６の延在方向に延在する帯状の電極層７５が形成されている。また、電極層７５には、レーザ構造部ＬＤ６の上を横切るように延在する連結部７５Ａが形成されており、この連結部７５Ａが、絶縁膜１５の表面のうちレーザ構造部ＬＤ４，ＬＤ５，ＬＤ６の形成されていない部分に対応して形成されている電極パッド７８に電気的に接続されている。また、電極層８５の表面のうち連結部７５Ａとの対向部分には、絶縁層８７が形成されており、電極層８５と、連結部７５Ａとが互いに短絡するのを防止している。ここで、電極層７５および電極パッド７８は、例えばＰｄ層およびＰｔ層をこの順に積層することにより構成されている。

【００８２】

（レーザ構造部ＬＤ６）

レーザ構造部ＬＤ６は、ＧａＮ基板１０とは異なる基板、例えばＧａＡｓ基板上での結晶成長により形成されたものであり、ＧａＡｓ系ＩＩＩ－Ｖ族化合物半導体により構成されている。このレーザ構造部ＬＤ６は、電極層１３上に形成されており、電極層１３側から、例えば、下部コンタクト層８０、下部クラッド層８１、活性層８２、上部クラッド層８３および上部コンタクト層８４をこの順に積層してなる積層構造となっており、この積層構造の上部（具体的には、クラッド層８３の上部および上部コンタクト層８４）に積層面内方向であって、かつ、へき開面である前側端面９１および後側端面９２の対向方向に延在する帯状のリッジ部８６を有している。なお、活性層８２のうちリッジ部８６の底部と対応する部分が発光領域８６Ａとなる。

【００８３】

ここで、下部コンタクト層８０は、例えばｎ型ＧａＡｓからなる。下部クラッド層７１は、例えばｎ型ＡｌＧａＩｎＰからなる。活性層７２は例えば互いに組成比の異なるアンドープのＡｌＧａＩｎＰ多重量子井戸構造となっている。上部クラッド層７３は例えばｐ型ＡｌＧａＩｎＰからなる。上部コンタクト層７４は例えばｐ型ＧａＡｓからなる。

【００８４】

また、リッジ部８６の両側面、ならびに下部コンタクト層８０、下部クラッド層８１、活性層８２および上部クラッド層８３の側面は絶縁膜１５により覆われている。また、リッジ部８６の上面には、リッジ部８６の延在方向に延在する帯状の電極層８５が形成されている。また、電極層８５には、レーザ構造部ＬＤ６の延在方向と交差する方向に延在する連結部８５Ａが形成されており、この連結部８５Ａが、絶縁膜１５の表面のうちレーザ構造部ＬＤ４，ＬＤ５，ＬＤ６の形成されていない部分に対応して形成されている電極パッド８８に電気的に接続されている。ここで、電極層８５および電極パッド８８は、例えばＰｄ層およびＰｔ層をこの順に積層することにより構成されている。

【００８５】

このような構成を有する半導体レーザ３は、例えば次のようにして製造することができる。

【００８６】

まず、レーザ構造部ＬＤ５を、例えばＭＯＣＶＤ法により製造する。具体的には、ＧａＡｓ基板１３０上に、酸化剥離層１７１Ｄ、下部コンタクト層７０、下部クラッド層７１、活性層７２、上部クラッド層７３および上部コンタクト層７４をこの順に積層する（図１８（Ａ））。なお、酸化剥離層１７１Ｄは酸化され易い材料により構成されている。

【００８７】

次に、例えばドライエッチング法により、上部コンタクト層７４から下部クラッド層７１の一部までを選択的にエッチングしてリッジ部７６を形成し、さらにＧａＡｓ基板１３０の一部までを選択的にエッチングしてメサ形状を形成する（図１８（Ｂ））。これによ

り、酸化剥離層１７１Ｄがメサの側面に露出する。

【００８８】

次に、水蒸気雰囲気中において、高温で酸化処理を行い、メサの側面から酸化剥離層１７１Ｄを選択的に酸化する。このとき、酸化剥離層１７１Ｄのほとんど全てが酸化されるまで、酸化処理を行う。これにより、酸化剥離層１７１Ｄのほとんど全てが絶縁層（酸化アルミニウム）となり、酸化剥離層１７１が形成される（図１９（Ａ））。このようにして、ＧａＡｓ基板１３０上にレーザ構造部ＬＤ５が形成される。

【００８９】

次に、例えば真空吸着や光硬化性粘着シートなどを用いて、レーザ構造部ＬＤ５をＧａＡｓ基板１３０から剥離する（図１９（Ｂ））。このとき、レーザ構造部ＬＤ５を構成する各層の界面のうち、酸化剥離層１７１と下部コンタクト層７０との界面において、酸化剥離層１７１と下部コンタクト層７０とが互いにグレーデッドに接していない。つまり、酸化剥離層１７１と下部コンタクト層７０との界面には、双方の材料が混じり合った中間層が存在していないか、または存在しているとしても他の界面における中間層の厚さと比べると無視できるくらいわずかしか存在していない。そのため、酸化剥離層１７１と下部コンタクト層７０との界面には、酸化によって生じたストレスが加わっているので、この剥離工程により、酸化剥離層１７１と下部コンタクト層７０との境界において比較的簡単にレーザ構造部ＬＤ５を剥離することができる。

【００９０】

なお、剥離工程の前に、３００℃～４００℃程度で加熱（アロイ）してもよい。このようにした場合には、酸化剥離層１７１と下部コンタクト層７０との境界におけるストレスが更に大きくなるので、より簡単にレーザ構造部ＬＤ５を剥離することができる。また、レーザ構造部ＬＤ５側に酸化剥離層１７１が残留している場合には、ウエットエッチングなどにより、レーザ構造部ＬＤ５側に残留している酸化剥離層１７１を除去する。

【００９１】

次に、レーザ構造部ＬＤ６を、例えばＭＯＣＶＤ法により製造する。具体的には、ＧａＡｓ基板１３０上に、酸化剥離層１８１Ｄ、下部コンタクト層８０、下部クラッド層８１、活性層８２、上部クラッド層８３および上部コンタクト層８４をこの順に積層する（図２０（Ａ））。なお、酸化剥離層１８１Ｄは酸化され易い材料により構成されている。

【００９２】

次に、例えばドライエッチング法により、上部コンタクト層８４から下部クラッド層８１の一部までを選択的にエッチングしてリッジ部８６を形成し、さらにＧａＡｓ基板１３０の一部までを選択的にエッチングしてメサ形状を形成する（図２０（Ｂ））。これにより、酸化剥離層１８１Ｄがメサの側面に露出する。

【００９３】

次に、水蒸気雰囲気中において、高温で酸化処理を行い、メサの側面から酸化剥離層１８１Ｄを選択的に酸化する。このとき、酸化剥離層１８１Ｄのほとんど全てが酸化されるまで、酸化処理を行う。これにより、酸化剥離層１８１Ｄのほとんど全てが絶縁層（酸化アルミニウム）となり、酸化剥離層１８１が形成される（図２１（Ａ））。このようにして、ＧａＡｓ基板１３０上にレーザ構造部ＬＤ６が形成される。

【００９４】

次に、例えば真空吸着や光硬化性粘着シートなどを用いて、レーザ構造部ＬＤ６をＧａＡｓ基板１３０から剥離する（図２１（Ｂ））。このとき、レーザ構造部ＬＤ６を構成する各層の界面のうち、酸化剥離層１８１と下部コンタクト層８０との界面において、酸化剥離層１８１と下部コンタクト層８０とが互いにグレーデッドに接していない。つまり、酸化剥離層１８１と下部コンタクト層８０との界面には、双方の材料が混じり合った中間層が存在していないか、または存在しているとしても他の界面における中間層の厚さと比べると無視できるくらいわずかしか存在していない。そのため、酸化剥離層１８１と下部コンタクト層８０との界面には、酸化によって生じたストレスが加わっているので、この剥離工程により、酸化剥離層１８１と下部コンタクト層７０との境界において比較的簡単

にレーザ構造部ＬＤ６を剥離することができる。

【００９５】

なお、剥離工程の前に、３００℃～４００℃程度で加熱（アロイ）してもよい。このようにした場合には、酸化剥離層１８１と下部コンタクト層８０との境界におけるストレスが更に大きくなるので、より簡単にレーザ構造部ＬＤ６を剥離することができる。また、レーザ構造部ＬＤ６側に酸化剥離層１８１が残留している場合には、ウエットエッチングなどにより、レーザ構造部ＬＤ６側に残留している酸化剥離層１８１を除去する。

【００９６】

次に、レーザ構造部ＬＤ４を、例えばＭＯＣＶＤ法により製造する。具体的には、大型のＧａＮ基板１０上に、下部クラッド層６０、活性層６１、上部クラッド層６２および上部コンタクト層６３をこの順に積層する（図２２）。その後、例えばドライエッチング法により、上部コンタクト層６３から下部クラッド層６０までを選択的にエッチングして、メサ形状を形成する（図２３）。続いて、上部コンタクト層６３と、上部クラッド層６２の一部とを選択的にエッチングしてリッジ部６５を形成する（図２４）。これにより、レーザ構造部ＬＤ４が形成される。

【００９７】

次に、ＧａＮ基板１０のレーザ構造部ＬＤ４側の表面のうちレーザ構造部ＬＤ４の形成されていない領域に、絶縁層１１、接着層１２および電極層１３をＧａＮ基板１０側から順に形成する（図２５）。続いて、電極層１３上に、レーザ構造部ＬＤ５，ＬＤ６を、下部コンタクト層７０，８０側を下にして配設する（図２６）。

【００９８】

次に、レーザ構造部ＬＤ４，ＬＤ５，ＬＤ６側の表面全体に渡って保護膜１５を形成したのち、レーザ構造部ＬＤ４，ＬＤ５，ＬＤ６の形成されていない領域の一部に開口部を形成して、電極層１３の一部（電極パッド１３Ａ）を露出させると共に、この保護膜１５のうちリッジ部６５，７６，８６の上部（上部コンタクト層６３，７４，８４）との対向領域にも開口部を形成する（図２７）。

【００９９】

次に、リッジ部６５，７６，８６上に電極層６４，７５，８５を形成すると共に、保護膜１５の表面のうちレーザ構造部ＬＤ４，ＬＤ５，ＬＤ６の形成されていない領域に電極パッド６６，７８，８８を形成する。このようにして、本実施の形態の半導体レーザ３が製造される。

【０１００】

本実施の形態の半導体レーザ３では、電極層６４に電気的に接続された接続パッド６６と、電極層１４との間に所定の電圧が印加されると、活性層６１に電流が注入され、電子－正孔再結合によって発光が生じ、素子内で誘導放出が繰り返される結果、所定の波長$\lambda_4$でレーザ発振が生じ、波長$\lambda_4$（４００ｎｍ前後の波長（例えば４０５ｎｍ））のレーザ光が前側端面９１から外部に出力される。また、電極層７５に電気的に接続された接続パッド７８と、電極層１３との間に所定の電圧が印加されると、活性層７２に電流が注入され、電子－正孔再結合によって発光が生じ、素子内で誘導放出が繰り返される結果、所定の波長$\lambda_5$でレーザ発振が生じ、波長$\lambda_5$（７００ｎｍ帯（例えば、７８０ｎｍ））のレーザ光が前側端面９１から外部に出力される。また、電極層８５に電気的に接続された接続パッド８８と、電極層１３との間に所定の電圧が印加されると、活性層８２に電流が注入され、電子－正孔再結合によって発光が生じ、素子内で誘導放出が繰り返される結果、所定の波長$\lambda_6$でレーザ発振が生じ、波長$\lambda_6$（６００ｎｍ帯（例えば、６５０ｎｍ））のレーザ光が前側端面９１から外部に出力される。

【０１０１】

ところで、本実施の形態では、ＧａＮ基板１０上に、ＧａＮ基板１０上での結晶成長により形成されたレーザ構造部ＬＤ４と、ＧａＮ基板１０とは異なる基板（ＧａＡｓ基板１３０）上での結晶成長により形成されたレーザ構造部ＬＤ５，ＬＤ６とが設けられている。つまり、レーザ構造部ＬＤ４と、レーザ構造部ＬＤ５，ＬＤ６とは互いに異なる基板上

での結晶成長により形成されているので、レーザ構造部ＬＤ４と、レーザ構造部ＬＤ５，ＬＤ６との波長差を大きくすることができる。これにより、例えば、レーザ構造部ＬＤ４から４００ｎｍ帯のレーザ光を射出し、レーザ構造部ＬＤ５から７００ｎｍ帯のレーザ光を射出し、レーザ構造部ＬＤ６から６００ｎｍ帯のレーザ光を独立に射出することができるので、半導体レーザ３を光ディスク装置の光源に適用することが可能である。

【０１０２】

また、本実施の形態では、各レーザ構造部ＬＤ５，ＬＤ６が共通のＧａＮ基板１０の上に設けられているので、各レーザ構造部ＬＤ４，ＬＤ５，ＬＤ６を別個の基板上にそれぞれ形成したレーザチップを支持基体などの上に並設した場合よりも、各レーザ構造部ＬＤ４，ＬＤ５，ＬＤ６から射出されるレーザ光の光軸の間隔を十分に狭くすることができる。これにより、各レーザ構造部ＬＤ４，ＬＤ５，ＬＤ６から射出されるレーザ光を単一の光学系で伝播させることができるので、搭載されるデバイス（光ピックアップ装置および光ディスク装置）の小型化を実現することができる。

【０１０３】

［第３の実施の形態の変形例］

なお、上記第３の実施形態において、下部コンタクト層７０，８０と酸化剥離層１７１，１８１との界面の性質を利用してレーザ構造部ＬＤ５，ＬＤ６からＧａＡｓ基板１３０を剥離していたが、下部コンタクト層７０，８０および酸化剥離層１７１，１８１を用いずに、ＧａＡｓ基板１３０をラッピングすることによりレーザ構造部ＬＤ５，ＬＤ６からＧａＡｓ基板１３０を除去または薄くするようにしてもよい。このような方法により得られたレーザ構造部ＬＤ５，ＬＤ６を半導体レーザ３に適用すると、例えば、図２８に示したように、レーザ構造部ＬＤ５，ＬＤ６の底部に若干、ＧａＡｓ基板１３０が残っており、このＧａＡｓ基板１３０が電極層１３と電気的に接することになる。また、図２９に示したように、図２８のレーザ構造部ＬＤ５，ＬＤ６を共通のＧａＡｓ基板１３０上で形成し、その共通のＧａＡｓ基板１３０を残した状態で、電極層１３上に配設するようにしてもよい。

【０１０４】

［適用例］

上記各実施の形態およびこれらの変形例に係る半導体レーザＬＤは、記録媒体（光ディスク）に記録された情報を再生する情報再生装置、記録媒体に情報を記録する情報記録装置、これら両機能を備えた情報記録再生装置、または通信装置などのデバイスに種々適用可能であり、以下、その一例について説明する。

【０１０５】

図３０は、本適用例に係る情報記録再生装置１００の概略構成の一例を表すものであり、光装置１１０と、情報処理部１２０とを備えている。

【０１０６】

情報処理部１２０は、記録媒体１０１に記録された情報を光装置１００から取得したり、入力された情報を光装置１１０に送信するようになっている。他方、光装置１００は、例えばＤＶＤ等による高密度記録再生用の光ピックアップ装置として用いられるものであり、光源としての半導体レーザＬＤと、ＤＶＤ等の記録媒体１０１の載置される領域と半導体レーザＬＤとの間に設けられた光学系とを備えている。記録媒体１０１の表面には、例えば数μｍの大きさの多数のピット（突起）が形成されている。光学系は、半導体レーザＬＤから記録媒体１０１への光路中に配設され、例えば、グレーティング（ＧＲＴ）１１１、偏光ビームスプリッタ（ＰＢＳ）１１２、平行化レンズ（ＣＬ）１１３、４分の１波長板（λ／４板）１１４、対物レンズ（ＯＬ）１１５を有している。また、この光学系は、偏光ビームスプリッタ（ＰＢＳ）１１２で分離された光路上に、円柱レンズ（ＣｙＬ）１１６、フォトダイオードなどの受光素子（ＰＤ）１１７を有している。

【０１０７】

この光装置１００では、光源（半導体レーザＬＤ）からの光は、ＧＲＴ１１１、ＰＢＳ１１２、ＣＬ１１３、λ／４板１１４およびＯＬ１１５を通って記録媒体１０１に焦点を

結び、記録媒体１０１の表面のピットで反射される。反射された光は、ＯＬ１１５，λ／４板１１４，ＣＬ１１３，ＰＢＳ１１２，ＣｙＬ１１６を通ってＰＤ１１７に入り、ピット信号、トラッキング信号およびフォーカス信号の読取りが行われる。

【０１０８】

このように本実施の形態の光装置１００では、光源として半導体レーザＬＤを用いるようにしたので、半導体レーザＬＤから射出される各レーザ光を単一の光学系で伝播させることができる。これにより、半導体レーザＬＤから射出されるレーザ光の種類ごとに光学系を設けた場合と比べて、光装置１００を小型化することができる。

【０１０９】

以上、実施の形態および変形例を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく種々変形可能である。

【図面の簡単な説明】

【０１１０】

【図１】本発明の第１の実施の形態に係る半導体レーザの上面図である。
【図２】図１の半導体レーザのＡ－Ａ矢視方向の断面図である。
【図３】図１の半導体レーザの製造方法について説明するための断面図である。
【図４】図３に続く工程について説明するための断面図である。
【図５】図４に続く工程について説明するための断面図である。
【図６】図５に続く工程について説明するための断面図である。
【図７】図６に続く工程について説明するための断面図である。
【図８】図７に続く工程について説明するための断面図である。
【図９】図８に続く工程について説明するための断面図である。
【図１０】図９に続く工程について説明するための断面図である。
【図１１】図１の半導体レーザの一変形例を表す断面図である。
【図１２】図１の半導体レーザの他の変形例を表す断面図である。
【図１３】本発明の第２の実施の形態に係る半導体レーザの上面図である。
【図１４】図１３の半導体レーザのＡ－Ａ矢視方向の断面図である。
【図１５】図１３の半導体レーザのＢ－Ｂ矢視方向の断面図である。
【図１６】本発明の第３の実施の形態に係る半導体レーザの上面図である。
【図１７】図１６の半導体レーザのＡ－Ａ矢視方向の断面図である。
【図１８】図１６の半導体レーザの製造方法について説明するための断面図である。
【図１９】図１８に続く工程について説明するための断面図である。
【図２０】図１９に続く工程について説明するための断面図である。
【図２１】図２０に続く工程について説明するための断面図である。
【図２２】図２１に続く工程について説明するための断面図である。
【図２３】図２２に続く工程について説明するための断面図である。
【図２４】図２３に続く工程について説明するための断面図である。
【図２５】図２４に続く工程について説明するための断面図である。
【図２６】図２５に続く工程について説明するための断面図である。
【図２７】図２６に続く工程について説明するための断面図である。
【図２８】図１６の半導体レーザの一変形例を表す断面図である。
【図２９】図１６の半導体レーザの他の変形例を表す断面図である。
【図３０】一適用例に係る光装置の概略構成図である。

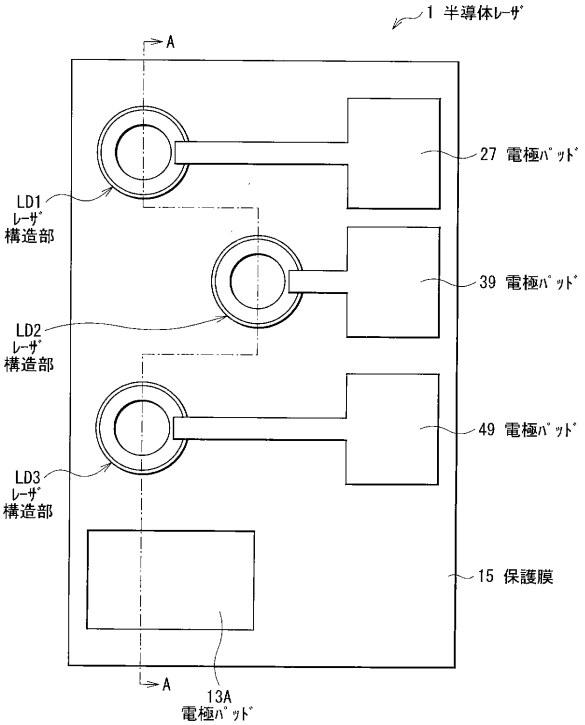
【符号の説明】

【０１１１】

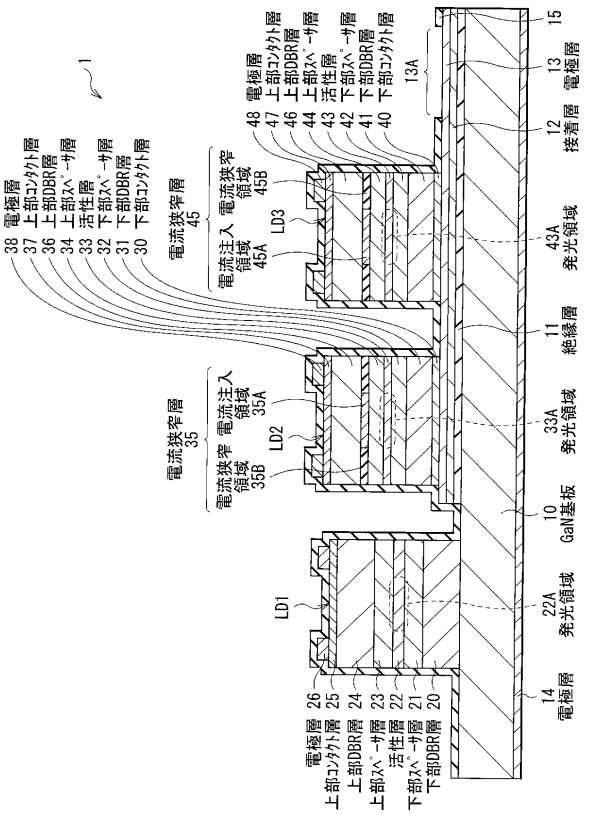
１～３…半導体レーザ、１０…ＧａＮ基板、１１，５１…絶縁層、１２，５３…接着層、１３，１４，２６，３８，４８，５２，６４，７５，８５…電極層、１３Ａ，２７，３９，４９，５６，５７，６６，７８，８８…電極パッド、１５…保護膜、２０，３１，４１…下部ＤＢＲ層、２１，３２，４２…下部スペーサ層、２２，３３，４３，６１，７２，８２…活性層、２２Ａ，３３Ａ，４３Ａ，６１Ａ，７２Ａ，８２Ａ…発光領域、２３，

３４，４４…上部スペーサ層、２４，３５，４５…電流狭窄層、３５Ａ，４５Ａ…電流注入領域、３５Ｂ，４５Ｂ…電流狭窄領域、２４，３６，４６…上部ＤＢＲ層、２５，３７，４７，６３，７４，８４…上部コンタクト層、１３０…ＧａＡｓ基板、５４…引出電極、５５…バンプ、６０，７１，８１…下部クラッド層、６２，７３，８３…上部クラッド層、６５，７６，８６…リッジ部、９１…前側端面、９２…後側端面、１００…情報再生記録装置、１０１…記録媒体、１１０…光装置、１１１…ＧＲＴ、１１２…ＰＢＳ、１１３…ＣＬ、１１４…λ／４板、１１５…ＯＬ、１１６…ＣｙＬ、１１７…ＰＤ、１２０…情報処理部、１３１，１３１Ｄ，１４１，１４１Ｄ，１７１，１７１Ｄ，１８１，１８１Ｄ…酸化剥離層、ＬＤ…半導体レーザ、ＬＤ１～ＬＤ６…レーザ構造部。

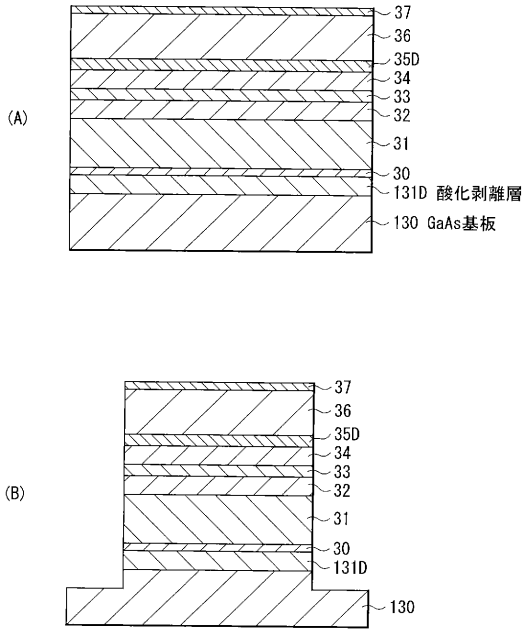
【図１】



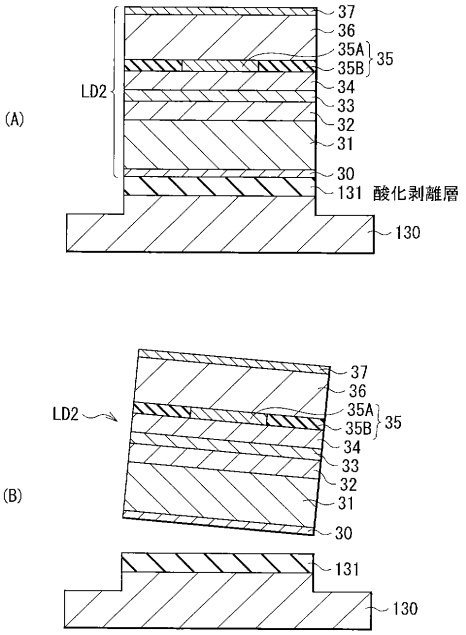

【図２】



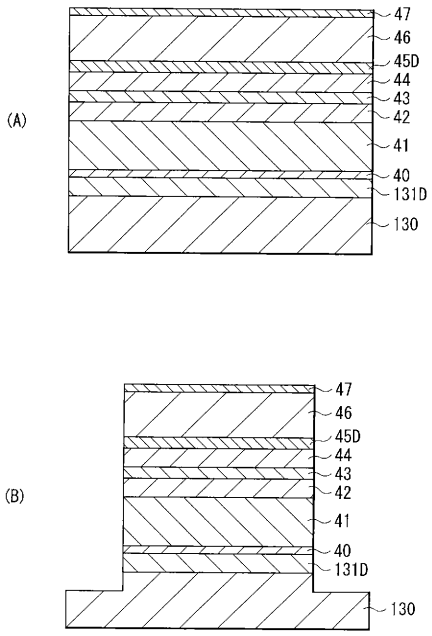
【図３】


(A)
37
36
35D
34
33
32
31
30
131D 酸化剥離層
130 GaAs基板
(B)
37
36
35D
34
33
32
31
30
131D
130

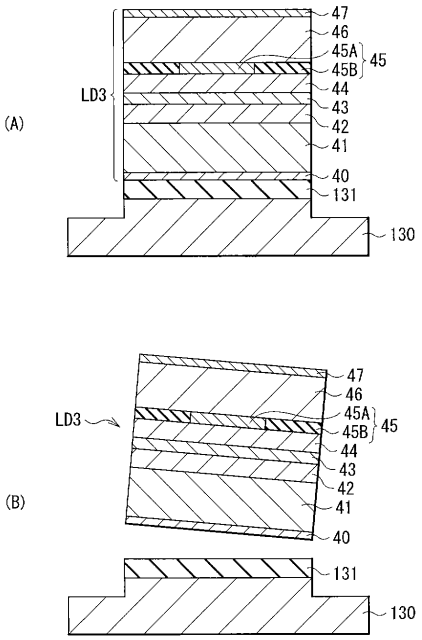
【図４】


(A)
LD2
37
36
35A
35B
35
34
33
32
31
30
131 酸化剥離層
130
(B)
LD2
37
36
35A
35B
35
34
33
32
31
30
131
130

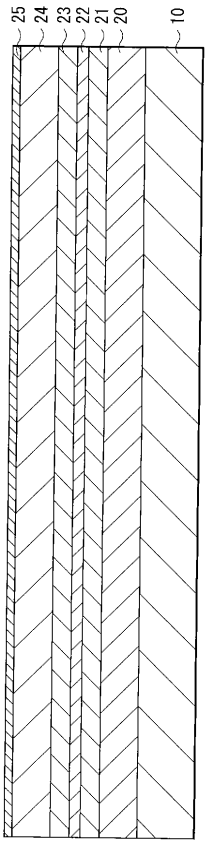
【図５】


(A)
47
46
45D
44
43
42
41
40
131D
130
(B)
47
46
45D
44
43
42
41
40
131D
130

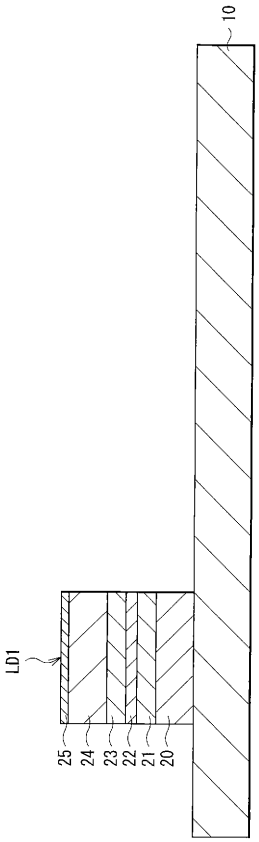
【図６】


(A)
LD3
47
46
45A
45B
45
44
43
42
41
40
131
130
(B)
LD3
47
46
45A
45B
45
44
43
42
41
40
131
130

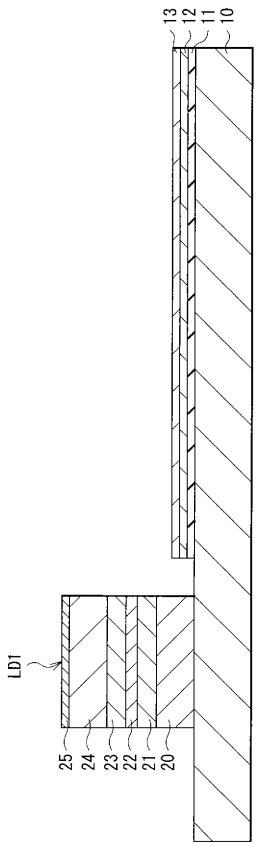
【図７】


25
24
23
22
21
20
10

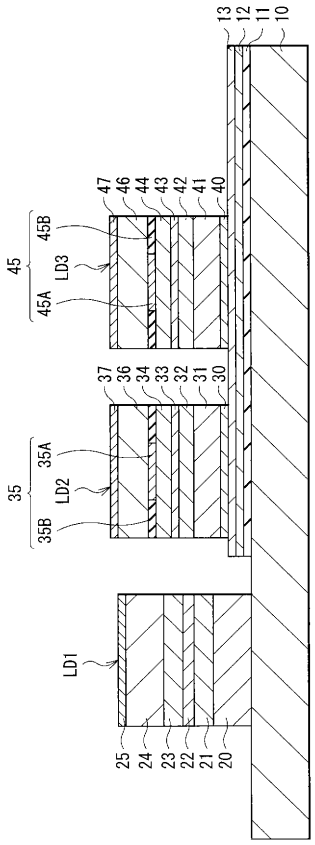
【図８】


10
LD1
25
24
23
22
21
20

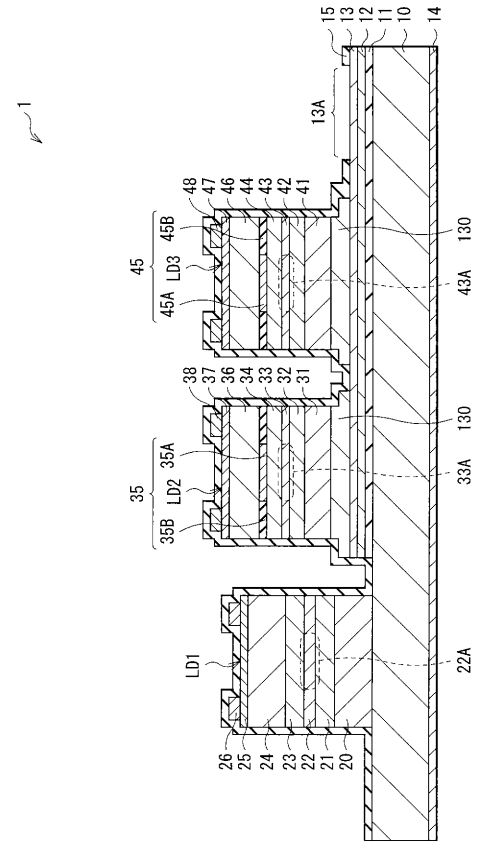
【図９】


13
12
11
10
LD1
25
24
23
22
21
20

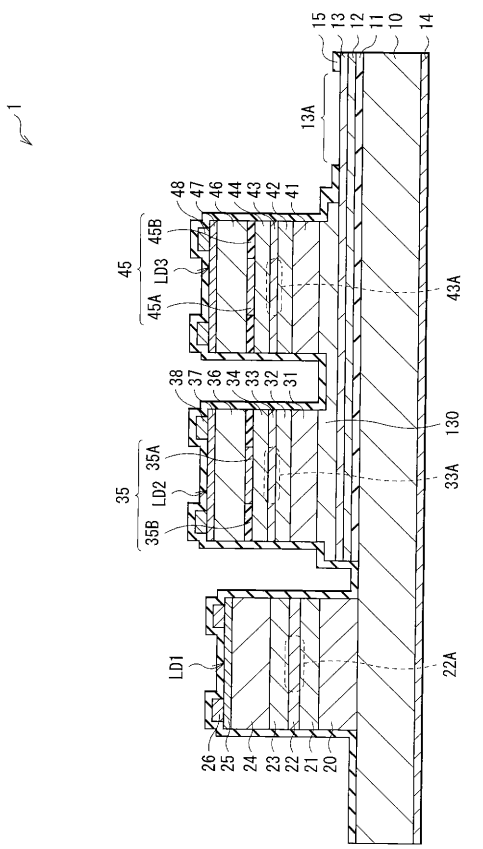
【図１０】


13
12
11
10
47
46
44
43
42
41
40
45
45B
LD3
45A
37
36
34
33
32
31
30
35
35A
LD2
35B
LD1
25
24
23
22
21
20

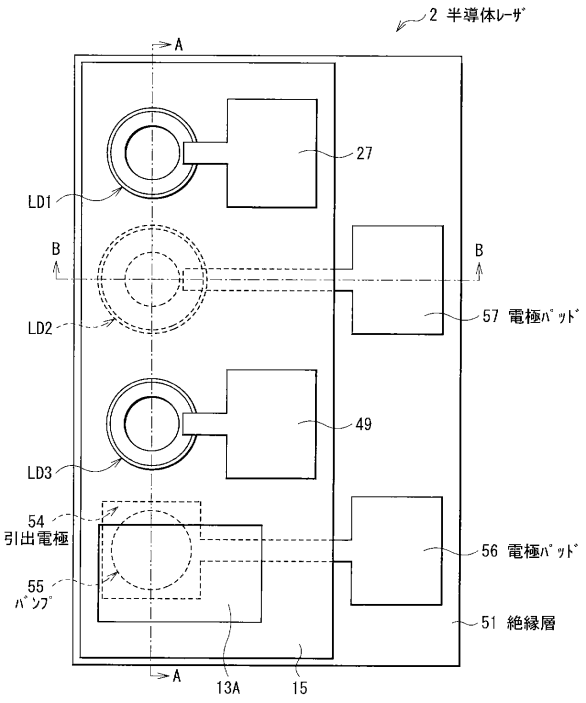
【図１１】



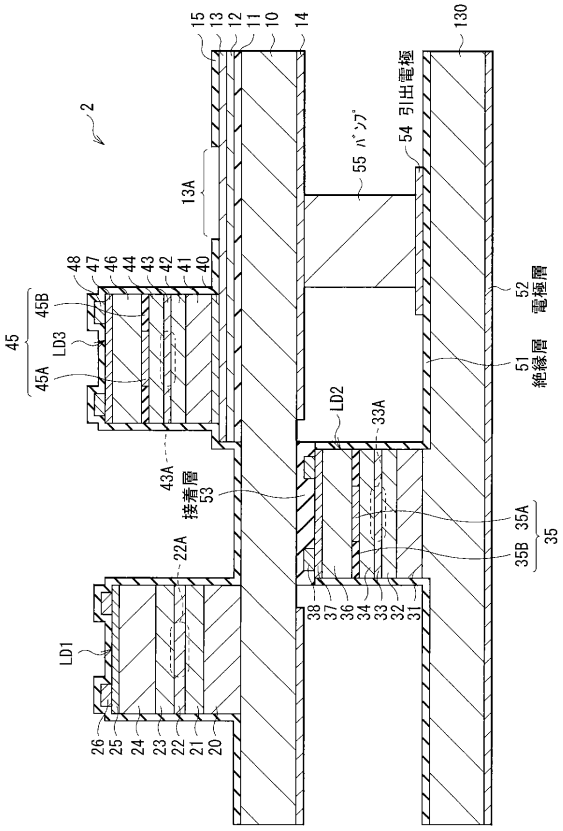

【図１２】



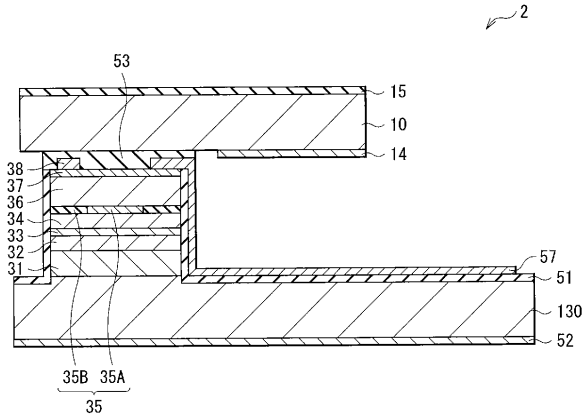

【図１３】



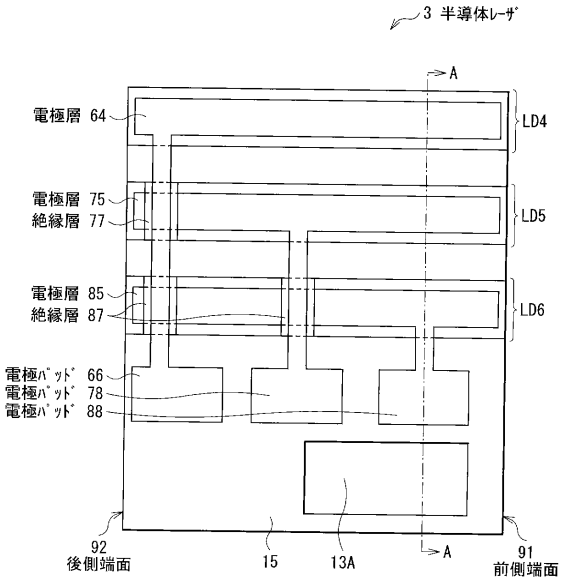

【図１４】



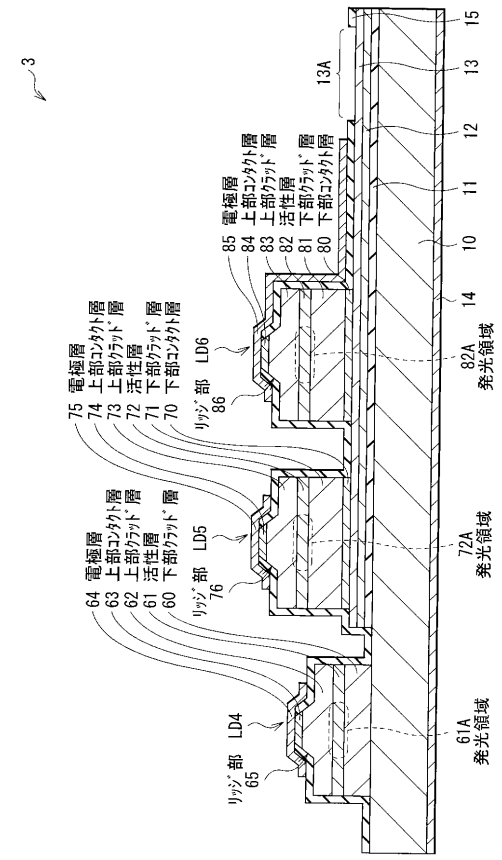
【図１５】



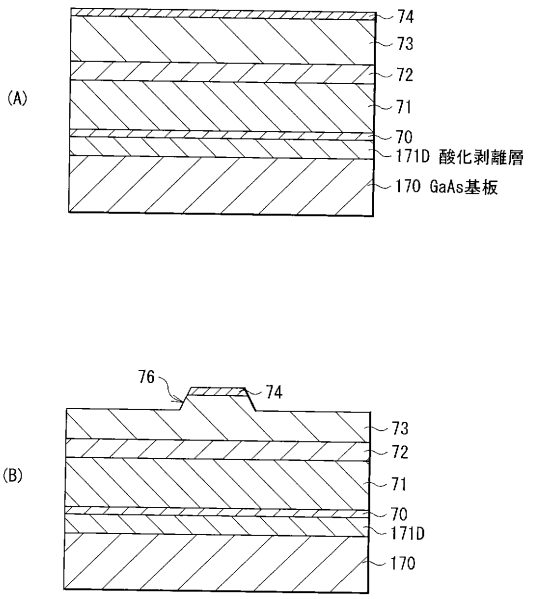

【図１６】



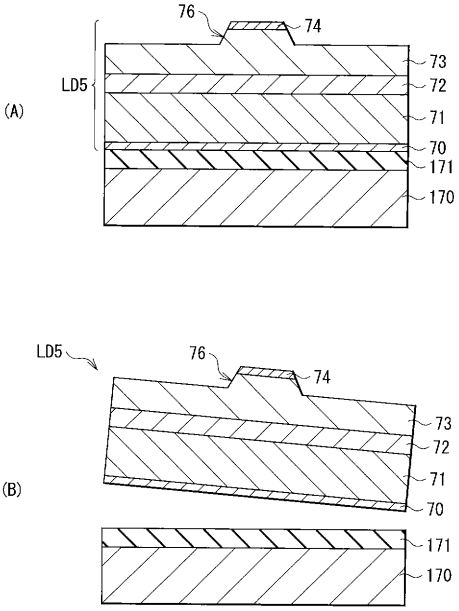

【図１７】



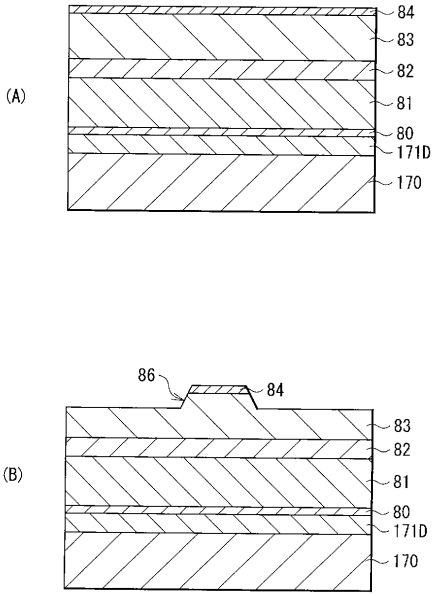

【図１８】



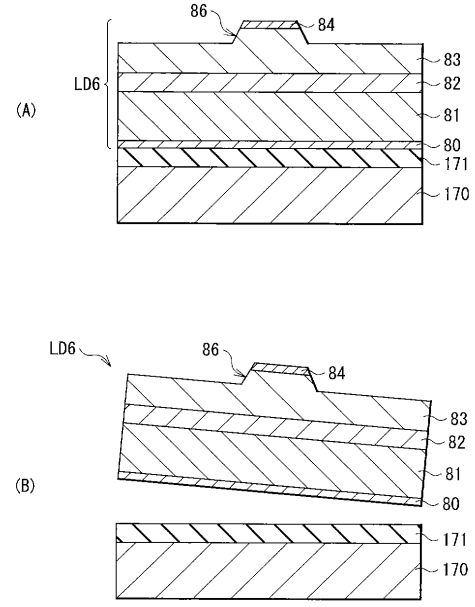
【図１９】



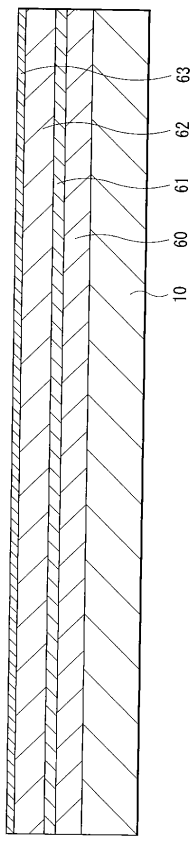

【図２０】



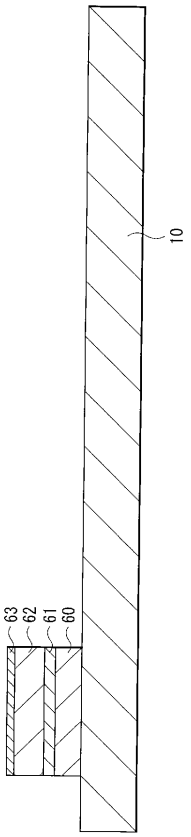

【図２１】



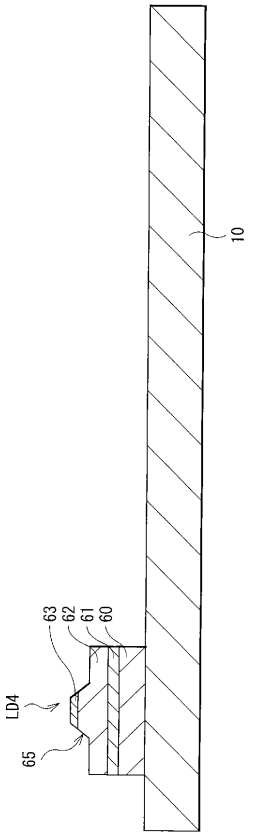

【図２２】



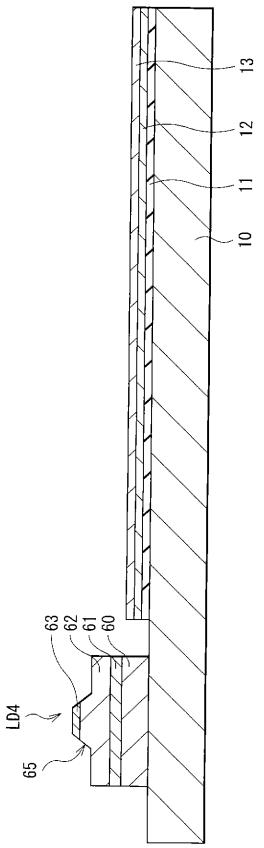
【図２３】



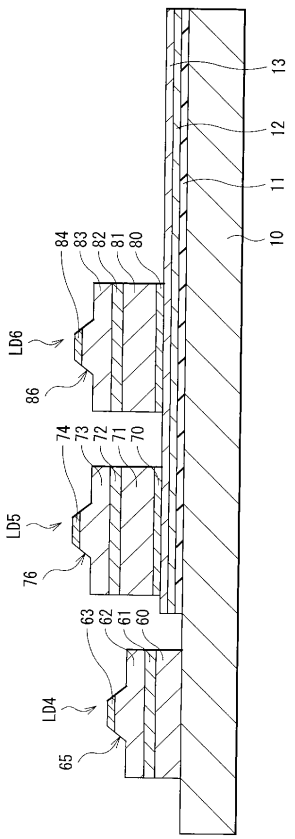

【図２４】



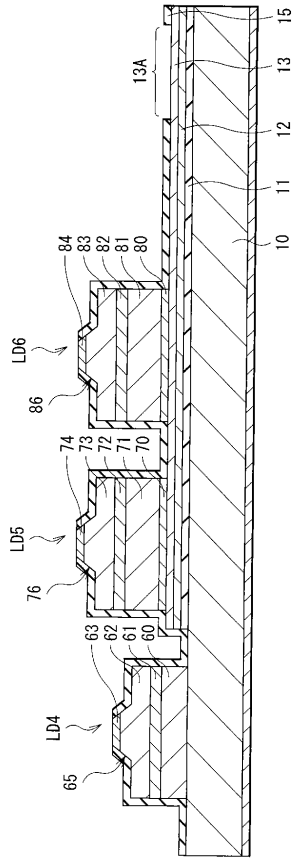

【図２５】



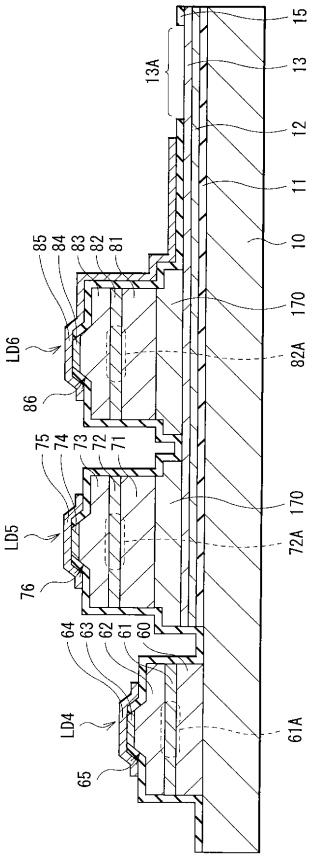

【図２６】



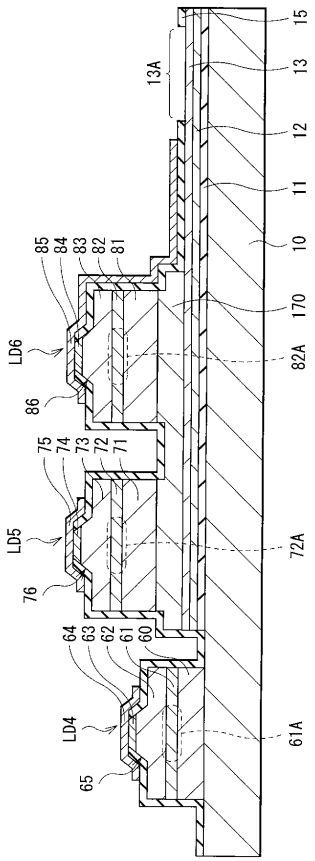
【図２７】



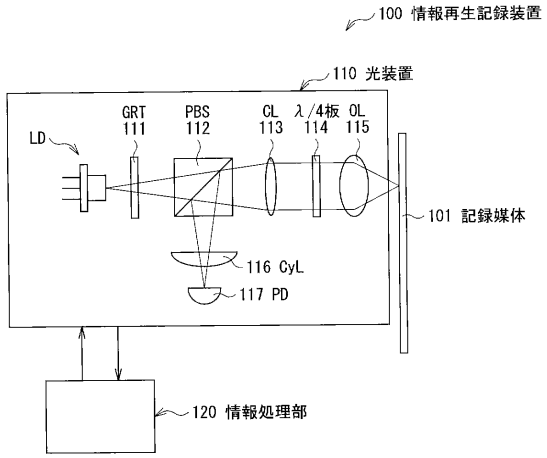

【図２８】




【図２９】




【図３０】



フロントページの続き

(72)発明者　荒木田　孝博
東京都港区港南１丁目７番１号　ソニー株式会社内

審査官　角地　雅信

(56)参考文献　特開２００６－１２８６０２（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－０４３６９３（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－２３０５０２（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－２６９９８７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｓ　　５／００－５／５０