

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-207976

(P2019-207976A)

(43) 公開日 令和1年12月5日(2019.12.5)

(51) Int.Cl.

H01S 5/022 (2006.01)

F I

H01S 5/022

テーマコード (参考)

5 F 1 7 3

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2018-103696 (P2018-103696)
(22) 出願日 平成30年5月30日 (2018. 5. 30)(71) 出願人 000226057
日亜化学工業株式会社
徳島県阿南市上中町岡491番地100
(74) 代理人 100100158
弁理士 鮫島 睦
(74) 代理人 100138863
弁理士 言上 恵一
(74) 代理人 100131808
弁理士 柳橋 泰雄
(74) 代理人 100145104
弁理士 膝舘 祥治
(72) 発明者 宮田 忠明
徳島県阿南市上中町岡491番地100
日亜化学工業株式会社内

最終頁に続く

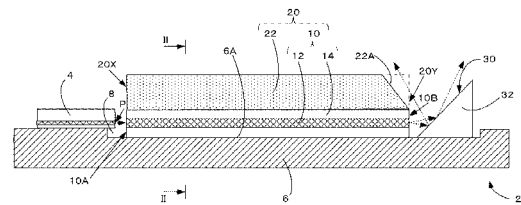
(54) 【発明の名称】 光源装置

(57) 【要約】

【課題】 導波路及び反射面が近接して配置されていても、反射面で反射された光が基板に入射することなく、高い発光効率でベース面に対して略垂直方向に光を出射可能なコンパクトな光源装置を提供する。

【解決手段】 サブマウント6と、サブマウント6にフリップチップ実装された半導体レーザ素子4と、基板22上に形成される導波路10を有する光部材であって、サブマウント6の上面6Aにフリップチップ実装された平面光波回路(PLC: Planar Light wave Circuit)20と、を備え、半導体レーザ素子4の発光点Pの位置及び導波路10のコア12の位置が略一致するように配置され、半導体レーザ素子4から出射され、平面光波回路20内を進んだ光を、光の進行方向に対して略直交方向に反射する反射面30が設けられ、少なくとも平面光波回路20の入射面20Xとは反対側の端部20Yから所定の範囲において、基板22が除去されている光源装置2を提供する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

サブマウントと、

前記サブマウントにフリップチップ実装された半導体レーザ素子と、

基板上に形成される導波路を有する光部材であって、前記サブマウントの上面にフリップチップ実装された平面光波回路 (PLC: Planar Lightwave Circuit) と、

を備え、

前記半導体レーザ素子の発光点の位置及び前記導波路のコアの位置が略一致するように配置され、

前記半導体レーザ素子から出射され、前記平面光波回路内を進んだ光を、光の進行方向に対して略直交方向に反射する反射面が設けられ、

少なくとも前記平面光波回路の入射面とは反対側の端部から所定の範囲において、前記基板が除去されていることを特徴とする光源装置。

【請求項 2】

前記平面光波回路の出射側に配置された立ち上げミラーにより、前記反射面が提供され、

前記平面光波回路の出射側端部において、前記基板が斜めに切り欠かれた傾斜面を有することを特徴とする請求項 1 に記載の光源装置。

【請求項 3】

前記基板はシリコン基板であり、前記傾斜面は結晶面であることを特徴とする請求項 2 に記載の光源装置。

【請求項 4】

前記平面光波回路の出射側端部において、前記導波路の一部が光の進行方向に対して傾斜した傾斜面を有し、該傾斜面に反射膜が形成されることにより、前記反射面が提供され、

前記反射面による反射光の広がり角に応じた前記所定の範囲において、前記基板が除去されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光源装置。

【請求項 5】

前記半導体レーザ素子の発光点高さ及び前記平面光波回路の導波路のコアの高さを一致させるため、前記サブマウントの上面の前記平面光波回路が載置される領域に凹部が形成されていることを特徴とする請求項 1 から 4 の何れか 1 項に記載の光源装置。

【請求項 6】

前記半導体レーザ素子の発光点の高さ及び前記平面光波回路の導波路のコアの高さを一致させるため、前記サブマウント及び前記半導体レーザ素子の間にスペーサ部材を備えることを特徴とする請求項 1 から 4 の何れか 1 項に記載の光源装置。

【請求項 7】

前記半導体レーザ素子の下面の出射側端部及びその反対側の端部から所定の領域において、前記半導体レーザ素子を前記サブマウント側に接合する接合部材が配置されていないことを特徴とする請求項 1 から 6 の何れか 1 項に記載の光源装置。

【請求項 8】

前記平面光波回路の下面の入射側端部及びその反対側の端部から所定の領域において、前記平面光波回路を前記サブマウント側に接合する接合部材が配置されていないことを特徴とする請求項 1 から 7 の何れか 1 項に記載の光源装置。

【請求項 9】

サブマウントと、

同一の基板上に配置される半導体レーザ素子及び平面光波回路 (PLC: Planar Lightwave Circuit) の導波路と、
を備え、

前記平面光波回路は、前記サブマウントの上面にフリップチップ実装され、

10

20

30

40

50

前記半導体レーザ素子は、前記平面光波回路及び前記基板を介して前記サブマウントに固定され、

前記半導体レーザ素子の発光点の位置及び前記導波路のコアの位置が略一致するように配置され、

前記半導体レーザ素子から出射され、前記平面光波回路内を進んだ光を、光の進行方向に対して略直交方向に反射する反射面が設けられ、

少なくとも前記平面光波回路の入射面とは反対側の端部から所定の範囲において、前記基板が除去されていることを特徴とする光源装置。

【請求項 10】

赤色光域、緑色光域及び青色光域の光を出射する複数の前記半導体レーザ素子を備え、前記平面光波回路が、各々の波長の前記半導体レーザ素子に対応した前記コアを有し、前記平面光波回路により各々の波長の光が合波されることを特徴とする請求項 1 から 9 の何れか 1 項に記載の光源装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体レーザ及び導波路を備えた光源装置に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体レーザ及びこの半導体レーザと光学的に接続された導波路を備えた光源装置が、様々な産業分野で用いられている。その中には、基板上に形成された導波路に V 字溝を形成することにより、導波路の近傍に反射面となる傾斜面が設けられた光路変換素子が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。この光路変換素子では、反射面となる傾斜面により、導波路内を進んだ光を進行方向に対して略垂直な方向に反射することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 10 - 300961 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

光源及び導波路を備えた光源装置では、光源の発光点及び導波路のコアの高さ方向の位置を正確に合わせることが重要であり、その観点からは、光源及び導波路をフリップチップ実装することが有効である。しかし、仮に、引用文献 1 に記載の光路変換素子をフリップチップ実装したとき、反射面を形成する V 字溝が光路変換素子を載置する基板側に開口することになるので、傾斜面からの反射光がこの基板に入射して、光を適切に取り出すことができない。

【0005】

本開示は、上記問題に鑑みてなされたものであり、導波路及び反射面が近接して配置されていても、反射面で反射された光が基板に入射することなく、光を適切に取り出すことが可能な光源装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するため、本発明の一態様に係る光源装置では、サブマウントと、

前記サブマウントに実装された半導体レーザ素子と、

基板上に形成される導波路を有する光部材であって、前記サブマウントの上面にフリップチップ実装された平面光波回路（PLC：Planar Lightwave Circuit）と、

を備え、

10

20

30

40

50

前記半導体レーザ素子の発光点の位置及び前記導波路のコアの位置が略一致するように配置され、

前記半導体レーザ素子から出射され、前記平面光波回路内を進んだ光を、光の進行方向に対して略直交方向に反射する反射面が設けられ、

少なくとも前記平面光波回路の入射面とは反対側の端部から所定の範囲において、前記基板が除去されている。

【 0 0 0 7 】

本発明の他の態様に係る光源装置では、

サブマウントと、

同一の基板上に形成される半導体レーザ素子及び導波路を有する光部材である平面光波回路 (P L C : P l a n n a r L i g h t w a v e C i r c u i t) と、
を備え、

前記平面光波回路は、前記サブマウントの上面にフリップチップ実装され、

前記半導体レーザ素子は、前記平面光波回路及び前記基板を介して前記サブマウントに固定され、

前記半導体レーザ素子の発光点の位置及び前記導波路のコアの位置が略一致するように配置され、

前記半導体レーザ素子から出射され、前記平面光波回路内を進んだ光を、光の進行方向に対して略直交方向に反射する反射面が設けられ、

少なくとも前記平面光波回路の入射面とは反対側の端部から所定の範囲において、前記基板が除去されている。

【 発明の効果 】

【 0 0 0 8 】

以上のように本開示では、平面光波回路 (導波路) 及び反射面が近接して配置されていても、反射面で反射された光が基板に入射することなく、光を適切に取り出すことが可能な光源装置を提供することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 9 】

【 図 1 】 本発明の第 1 の実施形態に係る光源装置の構造を模式的に示す側面断面図である。

【 図 2 】 図 1 の I I - I I 断面を示す側面断面図である。

【 図 3 】 第 1 の実施形態に係る光源装置において、発光点の高さ及びコアの高さを一致させるためのその他の構造を模式的に示す側面断面図である。

【 図 4 A 】 接合部材を用いて半導体レーザ素子をサブマウント側に接合する場合の一例を模式的に示す側面断面図である。

【 図 4 B 】 接合部材を用いて半導体レーザ素子をサブマウント側に接合する場合のその他の例を模式的に示す側面断面図である。

【 図 4 C 】 接合部材を用いて半導体レーザ素子をサブマウント側に接合する場合のその他の例を模式的に示す側面断面図である。

【 図 5 】 接合部材を用いて平面光波回路をサブマウント側に接合する場合の一例を模式的に示す側面断面図である。

【 図 6 】 波長域の異なる複数の半導体レーザ素子、波長に対応したコア及び合波対応コアを有する平面光波回路を備えた光源装置を模式的に示す平面図である。

【 図 7 A 】 本発明の第 2 の実施形態に係る光源装置の構造を模式的に示す側面断面図である。

【 図 7 B 】 図 7 A の V I I - V I I 断面を示す平面断面図である。

【 図 8 】 第 2 の実施形態に係る光源装置において、半導体レーザ素子及び平面光波回路の配置におけるその他の構造を模式的に示す側面断面図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 0 】

10

20

30

40

50

以下、図面を参照しながら、本発明を実施するための実施形態や実施例を説明する。なお、以下に説明する光源装置は、本発明の技術思想を具体化するためのものであって、特定の記載がない限り、本発明を以下のものに限定しない。

各図面中、同一の機能を有する部材には、同一符号を付している場合がある。要点の説明または理解の容易性を考慮して、便宜上実施形態や実施例に分けて示す場合があるが、異なる実施形態や実施例で示した構成の部分的な置換または組み合わせは可能である。後述の実施形態や実施例では、前述と共通の事柄についての記述を省略し、異なる点についてのみ説明する。特に、同様の構成による同様の作用効果については、実施形態や実施例ごとには逐次言及しないものとする。各図面が示す部材の大きさや位置関係等は、説明を明確にするため、誇張して示している場合もある。また、各図において、光の進行を点線の矢印で模式的に示す。

10

【0011】

(第1の実施形態に係る光源装置)

はじめに、図1及び図2を参照しながら、本発明の第1の実施形態に係る光源装置の構造について説明する。図1は、本発明の第1の実施形態に係る光源装置の構造を模式的に示す側面断面図である。図2は、図1のII-II断面を示す側面断面図である。

【0012】

本実施形態に係る光源装置2は、サブマウント6と、サブマウント6の上面6Aにフリップチップ実装された半導体レーザ素子4と、サブマウント6の上面6Aにフリップチップ実装された平面光波回路(PLC: Planar Lightwave Circuit)20とを備える。光源装置2は、更に、サブマウント6の上面6Aに立ち上げミラー32を備える。立ち上げミラー32には、光の進行方向に対して略直交方向に反射する反射面30が設けられている。よって、本実施形態に係る光源装置2では、半導体レーザ素子4から出射された光が、平面光波回路20内を進んだ後、立ち上げミラー32により、ベース面に相当するサブマウント6の上面6Aに対して略直交方向に出射される。

20

【0013】

本実施形態では、半導体レーザ素子4として、発振波長が紫外領域または青色領域の窒化物半導体レーザが用いられているが、これに限られるものではなく、例えば、発振波長が緑色領域の窒化物半導体レーザを用いることもできるし、発振波長が赤色領域または赤外領域のGaAs系半導体レーザを用いることもできる。

30

【0014】

平面光波回路20は、基板22上に形成される導波路10を有する光部材であって、半導体レーザ素子4の発光点Pの位置及び導波路10のコア12の位置が略一致するように配置されている。半導体レーザ素子4はサブマウント6にフリップチップ実装されているので、図1及び図2においては基板22がサブマウント6と反対側の紙面上側に配置されている。

【0015】

図2を参照しながら、サブマウント6にフリップチップ実装された平面光波回路20について更に詳細に述べれば、シリコンからなる基板22上に、SiO₂からなるアンダークラッド層14Aが形成され、アンダークラッド層14Aの上にSiO₂からなるコア12が形成され、更に、その上にSiO₂からなるオーバークラッド層14Bが、コア12を囲むように形成されている。コア12は、クラッド14よりも大きな屈折率を有しており、これにより、導波路10の入射面10Aからコア12に入射した光は、コア12及びクラッド14の境界面で全反射して、コア12内を進むことができる。

40

【0016】

基板22は、シリコンの他にもヒ化ガリウム、窒化ガリウム、窒化アルミニウム、サファイア等の半導体基板に使用される材料や、ポリイミド等の透明材料を用いることもできる。なお、透明材料の場合は例えば光が基板22に入射してもそのまま透過するが、その表面での反射、内部での光吸収、表面及び内部での散乱により光が減衰する。

また、導波路10の材料としては、SiO₂の他にも、PMMA(ポリメチルメタクリ

50

レート)、ポリイミド系樹脂(ポリイミド樹脂、ポリエーテルイミド樹脂、ポリエーテルケトン樹脂、ポリエステルイミド樹脂等)、シリコン系樹脂、ポリスチレン系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、ポリアミド系樹脂、ポリエステル系樹脂、フェノール系樹脂、ポリキノリン系樹脂、ポリキノキサリン系樹脂、ポリベンゾオキサゾール系樹脂、ポリベンゾチアゾール系樹脂、ポリベンゾイミダゾール系樹脂、等を用いることができ、特にフッ素を含むポリイミド系樹脂は、光の透過性が高く、屈折率が低いため好ましい。

【0017】

立ち上げミラー32は、下面に対して略45度の角度で傾斜した傾斜面に反射膜が備えられた反射面30が形成されている。反射面30は、入射光の進行方向に対して略直交方向に光を反射し、この反射光が光源装置2の出射光となる。

10

サブマウント6は、光学部材が取り付けられるベースであり、サブマウント6が更にパッケージ基板等に取り付けられている場合もあり得るし、サブマウント自体が所定の強度を有する基板として機能する場合もあり得る。サブマウント6を形成する材料として、シリコン、SiC、ガラス、樹脂、セラミック、金属やそれらの複合体をはじめとする任意の材料で採用することができる。

【0018】

次に、本実施形態に係る光源装置2における光の進行を説明する。半導体レーザ素子4の発光点Pから出射された光は、導波路10の入射面10Aからコア12に入射し、コア12内を進んで、導波路10の導波路10の出射面10Bから外部へ出射される。導波路10の出射面10Bから出射された光は、立ち上げミラー32の反射面30により、進行方向に対して略直交方向、つまりベース面となるサブマウント6の上面6Aに対して略直交方向に反射する。よって、ベース面(サブマウント6の上面6A)に対して略垂直方向に光を取り出し可能な光源装置2を実現できる。

20

【0019】

図1の点線の矢印で模式的に示すように、反射面30により反射された光は所定の広がり角がある。よって、想像線(一点鎖線)に示すように、もし、平面光波回路20の入射面側の端部20Xとは反対側の端部20Yにおいて、基板22が導波路10の出射面10Bと同一面である垂直面を有する場合、反射光の少なくとも一部が基板22に入射する可能性がある。その場合には、光源装置2の発光効率が低下する。

【0020】

30

本実施形態では、平面光波回路20の入射面側の端部20Xとは反対側の端部20Yにおいて、基板22が斜めに切り欠かれた傾斜面22Aを有するので、反射面30で反射された光が基板22に入射することを防ぐことができる。これにより、高い発光効率でベース面(サブマウント6の上面6A)に対して略垂直方向に光を出射可能なコンパクトな光源装置2を実現できる。

【0021】

特に、本実施形態の基板22の傾斜面22Aは、シリコンの結晶面で構成されている。よって、シリコンのエッチングにより、正確な傾斜角を有する傾斜面を容易に形成することができる。結晶面である傾斜面22Aの傾斜角として、例えば、54.7度を挙げることができるが、これに限られるものではない。

40

【0022】

半導体レーザ素子4及び平面光波回路20を、そのまま同一の面(例えば、サブマウント6の上面6A)にフリップチップ実装した場合には、一般的に、平面光波回路20の導波路10のコア12の高さが、半導体レーザ素子4の発光点Pの高さよりも高くなる。本実施形態では、図1に示すように、半導体レーザ素子4の発光点Pの高さ及び平面光波回路20の導波路10のコア12の高さを一致させるため、サブマウント6の上面6Aの平面光波回路20が載置される領域に凹部8が形成されている。

これにより、確実に、半導体レーザ素子4の発光点Pの高さ及び平面光波回路20の導波路10のコア12の高さを一致させることができる。

【0023】

50

< 発光点高さ及びコアの高さを一致させるためのその他の構造 >

次に、図 3 を参照しながら、半導体レーザ素子 4 の発光点 P の高さ及び平面光波回路 20 の導波路 10 のコア 12 の高さを一致させるためのその他の構造を説明する。図 3 は、第 1 の実施形態に係る光源装置において、発光点高さ及びコアの高さを一致させるためのその他の構造を模式的に示す側面断面図である。

【0024】

図 3 に示すその他の構造では、サブマウント 6 は凹部を有さず、平坦な上面 6A を有している。そして、半導体レーザ素子 4 の発光点 P の高さ及び平面光波回路 20 の導波路 10 のコア 12 の高さを一致させるため、サブマウント 6 及び半導体レーザ素子 4 の間にスペーサ部材 16 を備えている。

10

このような構造により、確実に、半導体レーザ素子 4 の発光点 P の高さ及び平面光波回路 20 の導波路 10 のコア 12 の高さを一致させることができる。

【0025】

< 接合部材を用いて半導体レーザ素子をサブマウント側に接合する構造 >

次に、図 4A を参照しながら、接合部材を用いて半導体レーザ素子をサブマウント側に接合する構造の一例の説明を行う。図 4A は、接合部材を用いて半導体レーザ素子をサブマウント側に接合する場合の一例を模式的に示す側面断面図である。

【0026】

半導体レーザ素子 4 が、接合部材 42 により、サブマウント 6 側に接合されている。接合部材 42 として、金スズ (AuSn)、金 (Au)、銀 (Ag)、銅 (Cu)、ハンダ、金属ナノ材料等を例示できる。

20

半導体レーザ素子 4 の出射面 4X 及び反対側の端面 4Y には、反射防止膜として機能する誘電体膜からなるコーティング 40 が備えられている。コーティング 40 を出射面 4X 及び反対側の端面 4Y の全面に施す必要があるので、必然的に、半導体レーザ素子 4 の下面 4Z の所定範囲において、コーティング 40 の回り込み部分 40A が存在する。所定の範囲としては、下面 4Z の端部から 5 ~ 50 μm 程度を例示できる。

【0027】

このため、仮に、接合部材 42 が半導体レーザ素子 4 の下面 4Z の端部にまで存在する場合、固層接合においては、接合部材 42 が回り込み部分 40A に乗り上げて、接合部材 42 及び半導体レーザ素子 4 の下面 4Z の接合に不具合が生じる。更に、半導体レーザ素子 4 の発光点 P の高さを平面光波回路 20 の導波路 10 のコア 12 の高さに一致させることが困難になる。

30

また、液相接合の場合であっても、回り込み部分 40A では接合されないので、接合部材 42 及び半導体レーザ素子 4 の下面 4Z の接合に不具合が生じる。

【0028】

本実施例では、半導体レーザ素子 4 の下面 4Z の出射側端部及びその反対側の端部から所定の領域において、半導体レーザ素子 4 をサブマウント 6 側に接合する接合部材 42 が配置されないようになっている。所定の領域は、コーティング 40 の回り込み部分 40A よりも大きな領域とする必要があり、回り込み部分 40A の大きさに応じて、例えば、半導体レーザ素子 4 の下面 4Z の端部から 10 ~ 100 μm の領域を例示することができる。

40

【0029】

本実施例では、半導体レーザ素子 4 の下面 4Z の出射側端部及びその反対側の端部から所定の領域において、接合部材 42 が配置されていないので、半導体レーザ素子 4 をサブマウント 6 側に確実に接合するとともに、半導体レーザ素子 4 の発光点 P の高さを平面光波回路 20 の導波路 10 のコア 12 の高さに正確に一致させることができる。

なお、当該構成は、固相接合の場合だけでなく、圧力をかけながら溶融、半溶融状態の接合部材を用いて接合する場合にも有効である。

【0030】

半導体レーザ素子 4 の両端から所定の領域で接合部材 42 が配置されていない構造につ

50

いては、図 4 A に示す例だけで無く、図 4 B や図 4 C に示すような例もあり得る。図 4 B 及び図 4 C は、接合部材を用いて半導体レーザ素子をサブマウント側に接合する場合のその他の例を模式的に示す側面断面図である。

【0031】

図 4 B に示す例では、半導体レーザ素子 4 の下面 4 Z の接合部材 4 2 が配置されていない領域において、サブマウント 6 に凹部 6 B が設けられている。この凹部 6 B で余剰の接合部材を収容することができるので、半導体レーザ素子 4 をサブマウント 6 側に干渉無く接合することができる。

図 4 C に示す例では、サブマウント 6 の接合部材 4 2 と接する領域にメッキ 6 C が設けられている。このメッキ 6 により、半導体レーザ素子 4 の設置高さをかさ上げすることができるので、半導体レーザ素子 4 をサブマウント 6 側に干渉無く接合することができる。

【0032】

< 接合部材を用いて平面光波回路をサブマウント側に接合する構造 >

次に、図 5 を参照しながら、接合部材を用いて平面光波回路をサブマウント側に接合する構造の一例の説明を行う。図 5 は、接合部材を用いて平面光波回路をサブマウント側に接合する場合の一例を模式的に示す側面断面図である。

【0033】

平面光波回路 2 0 の場合も、上記の半導体レーザ素子 4 の場合とほぼ同様である。平面光波回路 2 0 が、接合部材 4 2 により、個層接合でサブマウント 6 側に接合されている。平面光波回路 2 0 の入射面側の端部 2 0 X 及びその反対側の端部（出射面側の端部）2 0 Y には、反射防止膜として機能する誘電体膜からなるコーティング 4 0 が備えられている。コーティング 4 0 は、平面光波回路 2 0 の下面 2 0 Z の所定範囲、例えば、下面の端部から 5 ~ 5 0 μm 程度の範囲で、コーティング 4 0 の回り込み部分 4 0 A が存在する。

【0034】

本実施例では、平面光波回路 2 0 の下面 2 0 Z の入射側端部及びその反対側の端部から所定の領域において、平面光波回路 2 0 をサブマウント 6 側に接合する接合部材 4 2 が配置されていないようになっている。所定の領域は、コーティング 4 0 の回り込み部分 4 0 A よりも大きな領域であり、回り込み部分 4 0 A の大きさに応じて、例えば、下面の端部から 1 0 ~ 1 0 0 μm を例示することができる。

【0035】

本実施例においても、平面光波回路 2 0 の下面 2 0 Z の入射側端部及びその反対側の端部から所定の領域において、接合部材 4 2 が配置されていないので、平面光波回路 2 0 をサブマウント 6 側に確実に接合するとともに、平面光波回路 2 0 の導波路 1 0 のコア 1 2 高さを半導体レーザ素子 4 の発光点 P の高さに正確に一致させることができる。

なお、当該構成は、固相接合の場合だけでなく、圧力をかけながら熔融、半熔融状態の接合部材を用いて接合する場合にも有効である。

【0036】

< 複数の半導体レーザ素子を備えた光源装置 >

次に、図 6 を参照しながら、複数の半導体レーザ素子を備えた光源装置の説明を行う。図 6 は、発振波長域の異なる複数の半導体レーザ素子、各波長に対応したコア及び合波した光を伝搬するコアを有する平面光波回路を備えた光源装置を模式的に示す平面図である。

【0037】

本実施形態に係る光源装置 2 では、緑色光域の光を出射する緑色半導体レーザ素子 4 G、青色光域の光を出射する青色半導体レーザ素子 4 B 及び赤色光域の光を出射する赤色半導体レーザ素子 4 R を備える。これに対応して、平面光波回路 2 0 が、各々の波長の半導体レーザ素子に対応したコア 1 2 を有する。

更に詳細に述べれば、平面光波回路 2 0 が、緑色半導体レーザ素子 4 G に対応する緑色対応コア 1 2 G、青色半導体レーザ素子 4 B に対応する青色対応コア 1 2 B、及び赤色半導体レーザ素子 4 R に対応する赤色対応コア 1 2 R を備える。図 6 に示すように、平面視

10

20

30

40

50

において、各々の半導体レーザ素子 4 G、4 B、4 R の発光点 P_g、P_b、P_r の位置及び導波路 10 の各コア 12 G、12 B、12 R の位置が略一致するように配置されている。導波路 10 の入射面 10 A から、出射側に延びた各コア 12 G、12 B、12 R は、合流点 Q で互いに合流し、合流した光を伝搬するコア 12 M が導波路 10 の出射面 10 B にまで延びている。

【0038】

以上のように、本実施形態に係る光源装置では、緑色光域、青色光域及び赤色光域の光を出射する複数の半導体レーザ素子 4 G、4 B、4 R を備え、平面光波回路 20 が、各々の波長の半導体レーザ素子 4 G、4 B、4 R に対応したコア 12 G、12 B、12 R、及びこれらのコアが合流した合流した光を伝搬するコア 12 M を有する導波路 10 を備える。よって、平面光波回路 20 により、各々の波長の光を合流することができる。このような構成により、所望の発光色、例えば白色光を高い発光効率で出射可能なコンパクトな光源装置 2 を提供できる。

【0039】

(第2の実施形態に係る光源装置)

次に、図 7 A 及び図 7 B を参照しながら、本発明の第 2 の実施形態に係る光源装置の構造について説明する。図 7 A は、本発明の第 2 の実施形態に係る光源装置の構造を模式的に示す側面断面図である。図 7 B は、図 7 A の V I I - V I I 断面を示す平面断面図である。

【0040】

本実施形態に係る光源装置 102 も、上記の第 1 の実施形態に係る光源装置 2 と同様に、サブマウント 106 と、サブマウント 106 の上面 106 A にフリップチップ実装された半導体レーザ素子 104 と、サブマウント 106 の上面 106 A にフリップチップ実装された平面光波回路 120 とを備える。本実施形態に係る光源装置 102 では、立ち上げミラーを備えず、その代わりに、平面光波回路 120 の出射側端部において、コア 112 およびクラッド 114 を有する導波路 110 の一部分が、光の進行方向に対して傾斜した傾斜面を有する。この傾斜面に反射膜 134 が備えられ、これにより、反射面 130 が形成されている。

傾斜面は、平面光波回路 120 の下面 120 Z に対して略 45 度の角度で傾斜しており、これにより、導波路 110 内を進んだ光は、進行方向に対して略直交方向に反射される。

【0041】

導波路 110 には、凹部 118 が設けられており、凹部 118 により形成された空間内に、半導体レーザ素子 104 が配置されている。よって、サブマウント 106 の上面 106 A にフリップチップ実装された半導体レーザ素子 104 は、サブマウント 106、導波路 110 及び基板 122 に囲まれた閉鎖空間内に配置されており、外気からの影響を受けないようになっている。

【0042】

本実施形態では、サブマウント 106 は凹部を有さず、平坦な上面 106 A を有している。そして、半導体レーザ素子 104 の発光点 P の高さ及び平面光波回路 120 の導波路 110 のコア 112 の高さを一致させるため、サブマウント 106 及び半導体レーザ素子 104 の間にスペーサ部材 116 を備えている。ただし、これに限られるものではなく、発光点 P の高さ及びコア 112 の高さを一致させるため、サブマウント 106 の上面 106 A に凹部を設けることもできる。

【0043】

次に、本実施形態に係る光源装置 2 における光の進行を説明する。半導体レーザ素子 104 の発光点 P から出射された光は、導波路 110 の入射面 110 A からコア 112 に入射し、コア 112 内を進んで、導波路 110 の反対側の反射面 130 に達する。この反射面 130 により、コア 112 内を進んできた光は、進行方向に対して略直交方向、つまりベース面に相当するサブマウント 106 の上面 106 A に対して略直交方向に反射される

。つまり、反射膜 134 を有する傾斜面により、立ち上げミラーと同様な機能を果たすことができる。

【0044】

図 7A の点線の矢印で模式的に示すように、反射面 130 から反射光には所定の広がり角がある。よって、仮に、基板 122 が、平面光波回路 120 のレーザ素子側の端部 120X と反対側の端部 120Y まで存在する場合には、反射面 130 からの反射光が基板 122 に入射する可能性がある。その場合には、光源装置 2 の発光効率が低下する。

【0045】

本実施形態に係る光源装置 102 では、反射面 130 による反射光の広がり角に応じた所定の範囲において、基板 122 が除去されている。よって、反射面 130 で反射された光が基板 122 に入射することを確実に防ぐことができる。

10

なお、所定の範囲については、反射光の広がり角に応じて任意に定めることができる。平面光波回路 120 のレーザ素子側の端部 X とは反対側の端部 120Y から所定の距離だけ、基板 122 が除去されている場合だけでなく、全ての基板 122 が除去されている場合もあり得る。例えば、基板 122 を除去するためのエッチングの時間を長く設定することにより、実現することができる。また、第 1 の実施形態と同様に、基板 122 が斜めに切り欠かかれている場合もあり得る。

その他の構成については、上記の第 1 の実施形態に係る光源装置と同様なので、更に詳細な説明は省略する。

【0046】

20

<半導体レーザ素子及び平面光波回路の配置におけるその他の構造>

次に、図 8 を参照しながら、半導体レーザ素子及び平面光波回路の配置におけるその他の構造の説明を行う。図 8 は、第 2 の実施形態に係る光源装置において、半導体レーザ素子及び平面光波回路の配置におけるその他の構造を模式的に示す側面断面図である。

【0047】

その他の構造では、半導体レーザ素子 104 及び導波路 110 が同一の基板 122 上に形成されている。つまり、平面光波回路 120 の基板 122 上に半導体レーザ素子 104 を実装することにより、半導体レーザ素子 104 及び導波路 110 を形成することができる。よって、基板 122 の上面 122A 及び半導体レーザ素子 104 の発光点 P の間の距離、及び基板 122 の上面 122A 及び導波路 110 のコア 12 の間の距離を精度高く形成することができる。これにより、半導体レーザ素子 104 の発光点 P の高さ及び平面光波回路 120 の導波路 110 のコア 112 の高さを正確に一致させることができる。

30

【0048】

平面光波回路 120 は、サブマウント 106 の上面 106A にフリップチップ実装され、半導体レーザ素子 104 は、平面光波回路 120 と共用する基板 122 に取り付けられている。よって、半導体レーザ素子 104 は、紙面上方向を接合面とする配置でサブマウント 106 に固定されている。つまり、半導体レーザ素子 104 は、平面光波回路 120 及び基板 122 を介してサブマウント 106 に固定されている。

なお、図 8 では、平面光波回路 120 の出射側端部において、光の進行方向に対して傾斜した傾斜面により反射面 130 が形成されているが、これに限られるものではない。例えば、図 1 に示すように、平面光波回路 120 の出射側端部が反射面になっておらず、別に設けた立ち上げミラーにより、平面光波回路 120 からの光を反射される場合もあり得る。

40

【0049】

(全般)

以上のように、上記の実施形態や実施例に係る光源装置 2 は、サブマウント 6 (106) と、サブマウント 6 (106) に固定された半導体レーザ素子 4 (104) と、基板 22 (122) 上に形成される導波路 10 (110) を有する光部材であって、サブマウント 6 (106) の上面 6A (106A) にフリップチップ実装された平面光波回路 20 (120) と、を備え、半導体レーザ素子 4 (104) の発光点 P の位置及び導波路 10 (

50

１１０）のコア１２（１１２）の位置が略一致するように配置され、半導体レーザ素子４（１０４）から出射され、平面光波回路２０（１２０）内を進んだ光を、光の進行方向に対して略直交方向に反射する反射面３０（１３０）が設けられ、少なくとも平面光波回路２０（１２０）の入射面側（レーザ素子側）の端部２０Ｘ（１２０Ｘ）とは反対側の端部２０Ｙ（１２０Ｙ）から所定の範囲において、基板２２（１２２）が除去されている。

【００５０】

半導体レーザ素子４（１０４）及び平面光波回路２０（１２０）をサブマウント６（１０６）の上面６Ａ（１０６Ａ）にフリップチップ実装する、または同一の基板上に形成することにより、確実に、発光点Ｐの位置がコア１２（１１２）の位置と一致するように配置することができる。更に、少なくとも平面光波回路２０（１２０）の入射面側（レーザ素子側）の端部２０Ｘ（１２０Ｘ）とは反対側の端部２０Ｙ（１２０Ｙ）から所定の範囲において、シリコン基板２２（１２２）が除去されているので、反射面３０（１３０）及び平面光波回路２０（１２０）が近接して配置されていても、反射面３０（１３０）で反射された光がシリコン基板２２（１２２）に入射することを防ぐことができる。

以上のように、本発明においては、高い発光効率でベース面（サブマウント６（１０６）の上面６Ａ（１０６Ａ））に対して略垂直方向に光を出射可能なコンパクトな光源装置２を提供することができる。

【００５１】

本発明の実施の形態、実施の態様を説明したが、開示内容は構成の細部において変化してもよく、実施の形態、実施の態様における要素の組合せや順序の変化等は請求された本発明の範囲および思想を逸脱することなく実現し得るものである。

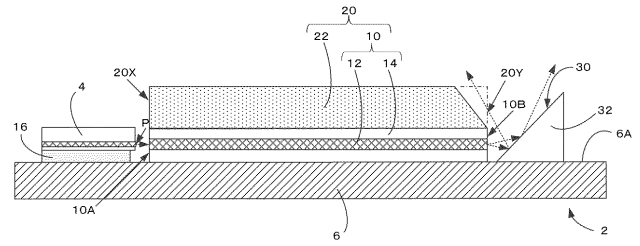
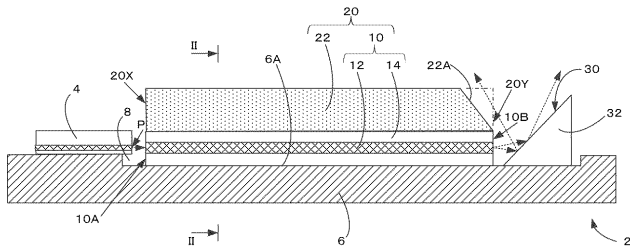
【符号の説明】

【００５２】

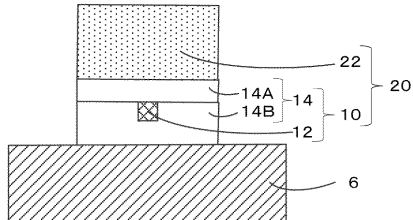
２	光源装置	
４	半導体レーザ素子	
４Ｂ	青色半導体レーザ素子	
４Ｇ	緑色半導体レーザ素子	
４Ｒ	赤色半導体レーザ素子	
４Ｘ	出射面	
４Ｙ	反対側の端面	30
４Ｚ	下面	
６	サブマウント	
６Ａ	上面	
６Ｂ	凹部	
６Ｃ	メッキ	
８	凹部	
１０	導波路	
１０Ａ	入射面	
１０Ｂ	出射面	
１２	コア	40
１２Ｂ	青色対応コア	
１２Ｇ	緑色対応コア	
１２Ｒ	赤色対応コア	
１２Ｍ	合波した光を伝搬するコア	
１４	クラッド	
１４Ａ	アンダークラッド層	
１４Ｂ	オーバークラッド層	
１６	スペーサ	
２０	平面光波回路（ＰＬＣ）	
２０Ｘ	入射面側の端部	50

2 0 Y	反対側の端部	
2 0 Z	下面	
2 2	基板	
2 2 A	傾斜面	
3 0	反射面	
3 2	立ち上げミラー	
4 0	コーティング	
4 0 A	回り込み部分	
4 2	接合材	
1 0 2	光源装置	10
1 0 4	半導体レーザ素子	
1 0 6	サブマウント	
1 1 0	導波路	
1 1 0 A	入射面	
1 1 2	コア	
1 1 4	クラッド	
1 1 8	凹部	
1 2 0	平面光波回路 (P L C)	
1 2 0 X	レーザ素子側の端部	
1 2 0 Y	反対側の端部	20
1 2 0 Z	下面	
1 2 2	基板	
1 2 2 A	上面	
1 3 0	反射面	
1 3 4	反射膜	
P	発光点	

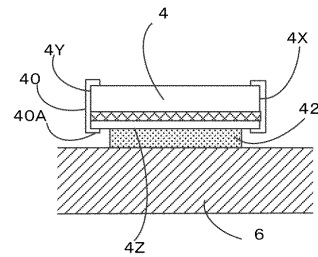
【 図 3 】



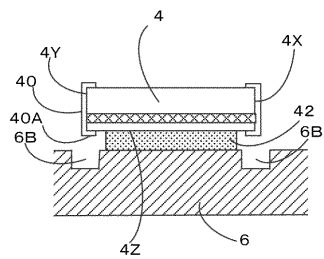
【 図 2 】



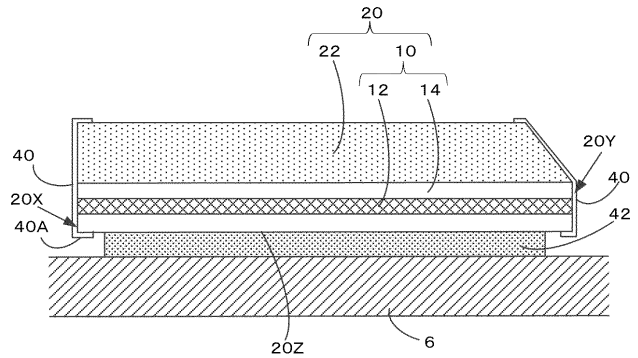
【 図 4 A 】



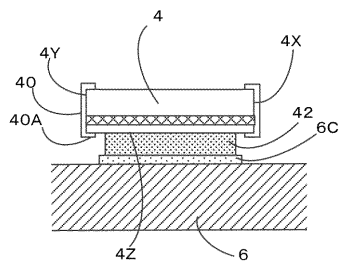
【 図 4 B 】



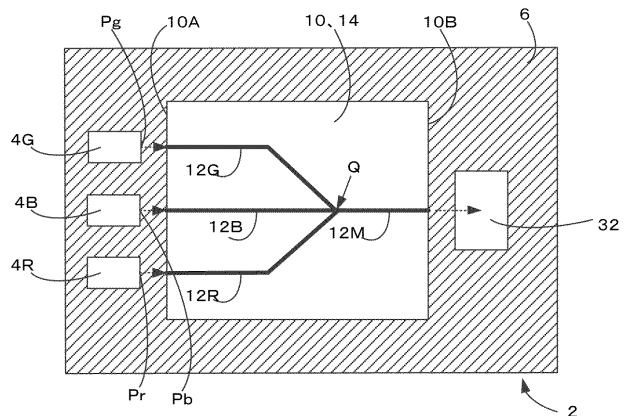
【 図 5 】



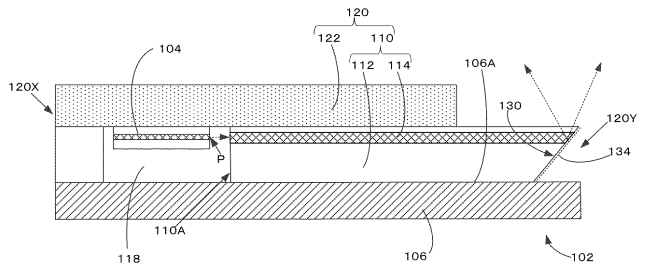
【 図 4 C 】



【 図 6 】



【 図 8 】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5F173 AL03 MB03 MC01 MC15 MD03 MD13 MD14 MD63 MD64 MD82
MD84 ME44 MF03 MF25 MF26 MF28