(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3810315号
(P3810315)
(45)発行日　平成18年8月16日(2006.8.16)　(24)登録日　平成18年6月2日(2006.6.2)

(51)Int.Cl.　F I
G02B 6/42 (2006.01)　G02B 6/42

請求項の数 2 (全 10 頁)

(21)出願番号　特願2001-392931(P2001-392931)
(22)出願日　平成13年12月25日(2001.12.25)
(65)公開番号　特開2003-195123(P2003-195123A)
(43)公開日　平成15年7月9日(2003.7.9)
審査請求日　平成16年6月7日(2004.6.7)

(73)特許権者　000006633
京セラ株式会社
京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町６番地
(72)発明者　米田　竜司
京都府相楽郡精華町光台３丁目５番地３号
京セラ株式会社中央研究所内

審査官　吉田　英一

(56)参考文献　特開平０３－２６３００６（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－１２１８６３（ＪＰ，Ａ）
国際公開第００／０２８３６２（WO，Ａ１）
特開２００２－２４３９９０（ＪＰ，Ａ）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】光通信用光路変換体の実装構造及び光モジュール

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

高低差のある、低位置面及び高位置面が形成された基板と、

前記基板の前記低位置面に配設された、面発光を行わせる光半導体素子と、

前記基板の前記高位置面に配設された光通信用光路変換体であって、

柱状を成す単結晶シリコンから成る基体に、前記単結晶シリコンの異方性エッチングを用いて形成され、前記光半導体素子から、この光半導体素子の実装面に対し垂直方向に出射された光の光路を９０°の角度で光路変換させる傾斜反射面を設けるとともに、該傾斜反射面に、前記光半導体素子の光出射点と同一光軸上に配置され、周囲媒質より大きな屈折率を有する透光性媒質から成る半球体を設けた光通信用光路変換体と、を含み、

前記半球体の境界面頂点から、ｎ２／（ｎ１－ｎ２）×ｒ（ただしｎ１は半球体内部の屈折率，ｎ２は周囲媒質の屈折率、ｒは半球体の半径）離した位置に前記光半導体素子の出射点を配置させ、前記光半導体素子からの出射光を周囲媒質と前記半球体との前記境界面で平行光に変換させたことを特徴とする光通信用光路変換体の実装構造。

【請求項２】

請求項１に記載の光通信用光路変換体の実装構造と、

前記半球体の前記境界面により平行光に変換された前記光半導体素子からの出射光が、前記傾斜反射面で９０°光路変換され、再度前記半球体の前記境界面に達し、再び集光された結像点に光入射端が配設された光ファイバとを含むことを特徴とする光モジュール。

【発明の詳細な説明】

【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、光通信及び光情報処理分野等において使用される光路変換反射体の実装構造並びに光モジュールに関する。
【０００２】
【従来の技術】
近年、光通信システムや、光情報処理システムの実用化が進むにつれ、さらに大容量の光信号を処理する事ができ、かつ高機能を有するシステムが要求されるようになってきている。これらシステムの実現には光機能素子を集積した光集積回路が不可欠であり、盛んに研究されている。
【０００３】
特に、光半導体素子と光ファイバを接続する技術に関し、従来、光半導体素子と光ファイバ間の光接続は素子を発光させる、若しくは素子導波路一端に光を入射し、出射端に光ファイバを設置し、光ファイバ受光光量が最大になるように光ファイバ位置を微妙に調整することにより、光ファイバと光半導体素子との光学的接続を行う、いわゆるアクティブアラインメント方法が一般的であった。
【０００４】
このようにアクティブアラインメント方法は、素子自身を発光させる、若しくは、片端から光を入射させる必要が生じる。また、素子個々毎に対する光軸調芯には時間がかかりコスト上昇につながる等の不便さがあった。
【０００５】
上記問題を解決するために、光半導体素子と光ファイバとの相対位置を機械的に精度よく配置し、光学接続を達成する技術（パッシブアラインメント技術）が、近年盛んに研究されている。
【０００６】
パッシブアラインメント技術は、光半導体素子及び光ファイバ位置は機械的な精度のみで決まるため、光半導体素子を発光させる、若しくは光を入射させる必要がない。このように、パッシブアラインメント技術は、従来電気素子のマウント技術の延長線上にあるといえ、その量産効果は極めて絶大であり、光モジュールの低価格化には必須の技術となりつつある。また、パッシブアラインメント技術はこのような表面実装型光伝送モジュールを実現させ、光モジュールの高速化、小型低背化に必要不可欠の技術となっている。
【０００７】
一方、近年、面発光レーザ（Vertical Cavity Surface Emitting Laser、以下略してＶＣＳＥＬと記す）の応用展開が盛んに議論されている。面発光レーザは、端面共振器型の従来のファブリペローレーザと比較し、動作電流が小さく、温度特性にも優れる等の優れた特徴を有しているために、次世代の光通信用光源として注目されている。
【０００８】
【発明が解決しようとする課題】
以上のことから、前記パッシブアラインメント技術を前記ＶＣＳＥＬに応用展開しようとする流れは至極自然である。
【０００９】
しかしながら、ＶＣＳＥＬを表面実装した光モジュールを実現するためには、次の２つの大きな課題を解決する必要があった。
【００１０】
第1の課題とは、ＶＣＳＥＬ実装面とＶＣＳＥＬの光出射方向が互いに垂直な関係にあることにより、ＶＣＳＥＬと光ファイバを光学的に接続するには何らかの工夫が必要となることである。
【００１１】
ＶＣＳＥＬを表面実装するので、その光出射方向は実装基板に対し法線の方向となる。一般に、電流を供給する電極は実装基板表面に形成されるために、電極と実装基板上の電気

接合部位を接続させると、実装基板表面に対し法線の方向に光線が出射される。すなわち、光線進行方向と実装面が垂直の位置関係となる。従来型の端面発光レーザにおいてはこのような配慮は不要である。端面発光レーザでは、通常、共振器は実装面に平行に形成されるので、光出射の方向は共振器の方向（つまり実装面と平行）に出射する。このため、共振器の片側端面に光ファイバを配置することにより、容易にレーザダイオードからの出射光を光ファイバに入射できる。

【００１２】

そこで、斜面形状に加工した光ファイバの先端面、或いは半透明反射面で、ＶＣＳＥＬからの出射光を反射させて、光路変換を行う方法が提案されている（例えば、米国特許６０８１６３８号公報を参照）。

【００１３】

しかし、この方法では、光ファイバ端面を斜めに研磨すること、また、光ファイバの円筒対称性を無くすことにより、光ファイバの光軸における回転方向の調整が必要になること等から、コストが増大するなどの問題がある。

【００１４】

また別の方法として、ＶＣＳＥＬからの出射光を光ファイバに入射させるために、実装基板の表層に斜め反射面を設け、この反射面で光路を曲げ、予め所望の位置に配置された光ファイバへ光入射させる方法が提案されている（例えば、特表平１１－５０２６３３号公報を参照）。しかし、この方法では以下の第２の課題を解決しなければならない。

【００１５】

第２の課題は、レーザダイオードの出射光が或る広がり角を持って空間を伝播していくという問題である。

【００１６】

これを解決する最も単純な方法は、レーザダイオードの光出射端と光ファイバの光入射端を近接させることである。端面発光型レーザを用いるならば、この方法を実施することは至極簡単である。。

【００１７】

しかし、ＶＣＳＥＬを用いる場合は、前記第１の課題で述べたように、光出射方向が実装面と垂直になるために、何らかの反射面で光路を変換する必要があり必ずしも容易ではない。また、ＶＣＳＥＬチップの外形寸法等による幾何的制限により、いくらかの光路長を確保しなければならない。このため、光ファイバに入射する出射光スポット径が大きくなり、その結果、光ファイバとの光学接続が効率的にできなくなる。

【００１８】

これら問題へのアプローチとして最も単純な方法は、チップキャリアと呼ばれる矩形体の一側面にＶＣＳＥＬを実装し、その後、チップキャリアの別の側面を実装面として、ＶＣＳＥＬ出射面と光ファイバ入射端面が相対向して近接されるように、チップキャリアを実装基板上に実装するという方法である。

【００１９】

しかし、この方法では、ＶＣＳＥＬをチップキャリア上に実装した後、チップキャリアを回転させ、実装基板上に配置する必要があり、工程上不便である。

また、現在、出射光の高速変調動作が要求されているので、チップキャリア自体の有するキャパシタンスが高速動作を阻害する要因ともなっており、チップキャリアを省くことが望ましい。

【００２０】

そこで本発明は、上記２つの大きな課題を同時に解決でき、しかもＶＣＳＥＬの表面実装を低背に実現するために簡便な構造を備えた、光通信用の光路変換体及びその実装構造並びにそれを用いた光モジュールを提供することを目的とする。

【００２１】

【課題を解決するための手段】

前述の課題を解決するために、本発明の光通信用光路変換体の実装構造は、高低差のあ

る、低位置面及び高位置面が形成された基板と、前記基板の前記低位置面に配設された、面発光を行わせる光半導体素子と、前記基板の前記高位置面に配設された光通信用光路変換体であって、柱状を成す単結晶シリコンから成る基体に、前記単結晶シリコンの異方性エッチングを用いて形成され、前記光半導体素子の実装面に対し垂直方向に出射された光の光路を９０°の角度で光路変換させる傾斜反射面を設けるとともに、該傾斜反射面に、前記光半導体素子の光出射点と同一光軸上に配置され、周囲媒質より大きな屈折率を有する透光性媒質から成る半球体を設けた光通信用光路変換体と、を含み、前記半球体の境界面頂点から、ｎ２／（ｎ１－ｎ２）×ｒ（ただしｎ１は半球体内部の屈折率，ｎ２は周囲媒質の屈折率、ｒは半球体の半径）離した位置に前記光半導体素子の出射点を配置させ、前記光半導体素子からの出射光を周囲媒質と前記半球体との前記境界面で平行光に変換させたことを特徴とする。

【００２２】

また、本発明の光モジュールは、上記の光通信用光路変換体の実装構造と、前記半球体の前記境界面により平行光に変換された前記光半導体素子からの出射光が、前記傾斜反射面で９０°光路変換され、再度前記半球体の前記境界面に達し、再び集光された結像点に光入射端が配設された光ファイバとを含むことを特徴とする。

【００２５】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施形態について模式的に図示した図面に基づき詳細に説明する。

【００２６】

本発明に係る光通信用光路変換体（以下、単に光路変換体という）の断面図を図１に示す。光路変換体Ｈは柱状を成す基体１１を備え、この基体１１には光路変換体Ｈの実装面１２に対し、実装面に対し所定角度（例えば、図示のように１３５°）を成す傾斜反射面である光反射面１３上に、透光性を有し周囲媒質より大きな屈折率を有する誘電体より成る半球体１４を配置する形態を特徴とする。このとき、半球体１４の中心Ｃは光反射面１３上にある。ＶＣＳＥＬ１５からの出射光は、前記半球体１４に入射し、周囲媒質と半球体１４の境界で平行光に変換される。平行光に変換された伝播光は、光反射面１３で９０度光路変換され、再度半球体１４の境界面に到達する。半球体１４の境界面で平行伝播光は再び集光され、光ファイバ１６に入射する。

【００２７】

ここで、次に半球体１４の光入射側について、図２に示す断面模式図を用いて説明する。図２において、点Ｃは半球体１４の境界面の中心、ｒは半球体１４の境界面の半径、点Ｆは焦点位置を、Ａは半球体１４の境界面の球面と直線ＣＦとの交点（以下、頂点）を表す。半球体１４内部の屈折率をｎ１、周囲媒質の屈折率をｎ２とすると、焦点距離ＡＦはｎ２／（ｎ１－ｎ２）×ｒの関係式で与えられる。例えば、ｎ１＝１．５、ｎ２＝１．０とし、ｒ＝１００μｍとすると、ＡＦ＝２００μｍとなり、半球体１４の境界面頂点Ａから２００μｍ離した位置にＶＣＳＥＬの出射点を配置すると、出射光は平行光に変換される。同様に光出射側についても説明できる。

【００２８】

図２に示す光学配置において、光学的結像倍率は１である。しかしながら、必ずしも、発光素子の発光点を半球体１４の焦点位置に配置する必要はない。図１に示す半球体１４と光反射面１３の構成は、球レンズを用いた結像光学系と等価である。すなわち、発光点と半球体中心、並びに半球体と結像像間の距離をそれぞれ、a、ｂとし、半球体の焦点距離をｆ（＝ＡＦ）としたとき１／ａ＋１／ｂ＝１／ｆの等式が成り立ち、結像倍率ｍはｍ＝ｂ／aとなる。

【００２９】

次に、光路変換体Ｈの基体１１の作製方法について説明する。

【００３０】

光路変換体Ｈの基体１１は異方性エッチングが可能な単結晶シリコン等のウエハから作製される。図３に示すように、例えば単結晶シリコンウエハ２１は、面方位が（１００）面

またはそれに等価な面から（５４．７－４５）°傾いたウエハとする。ここで５４．７°はシリコンウエハ２１の主面は（１００）面またはそれに等価な面を異方性エッチングした際に形成される傾斜角である。

【００３１】

光路を９０°変換するためには前記傾斜角が図示のように４５°でなければならないから、そのときのシリコンウエハ２１の面方位傾きは９．７°となる。

【００３２】

図４（a）に示すシリコンウエハ２１に形成されたＶ溝２２は、図３に示す単結晶シリコンの［１１０］方向またはそれに等価な方向に沿って直線的に形成される。Ｖ溝２２の形成はフォトリソグラフィー技術、単結晶シリコンの異方性エッチング技術を用いて行われる。

【００３３】

溝２２を形成後、光反射膜（不図示）を形成すべく金属薄膜をＶ溝２２斜面上に形成する。金属薄膜の最上層には反射率の高いＡｕが最適であるが、金属光沢を有する別の金属であってもよい。金属薄膜は複数の異なった材質の多層薄膜とし、最上層金属膜をシリコン基体上に有効に形成させるために、最上層金属薄膜とシリコン基体間に下地金属多層膜及びシリコン酸化膜（ＳｉＯ２）層が設けられる。例えば、Ａｕが最上層膜である場合、下地金属多層膜としてはＰｔ／Ｎｉ、Ｃｒ、Ｎｉ／Ｔｉ等が有効である。光反射膜は下地金属も含め数１０００オングストロームから数μｍ程度が適当である。本光反射膜は半球体１４と反射面の重なる部分に最低限設ければよく、必ずしもＶ溝２２斜面全体に設ける必要はない。

【００３４】

また、ここで半球体１４について説明する。半球体１４は、例えばクラウンガラス、硼珪クラウンガラス、重クラウンガラス、軽フリントガラス、重フリントガラス、シリカガラス、サファイヤ、セレン化亜鉛等の一般的なガラス材料で作製してもよい。光路変換体Ｈの基体１１の光反射面には透光性の樹脂接着材等で接合させればよい。また、予め光反射面に光透光性の樹脂材料に対し濡れ性のよい表面を円形状に設け、一方で濡れ性の良い表面の周りは塗れ性の悪い材料を配設するなどし、濡れ性の良い表面上に適切な量の前記光透光性樹脂材料を滴下させ、その表面張力で半球体を形成する方法等も考えられる。

【００３５】

次に、本発明の光路変換体の実装形態とそれを用いた光モジュール実施形態について説明する。

【００３６】

図５（a）に光路変換体Ｈを素子実装用基板（以下、単に基板という）３１に配設する様子を分解斜視図にて示し、図５（ｂ）に光路変換体Ｈの実装構造（または光モジュール）を斜視図にて示す。図５に示すように、高低差のある基板３１の低位置面３２ｂに、活性層領域がＧａＡｓ系、ＡｌＧａＡｓ系、ＩｎＧａＡｓＰ系等の半導体材料で構成されたＶＣＳＥＬ等の光半導体素子であるＶＣＳＥＬ３３（及び／又はフォトダイオード等の光半導体素子である面受光素子：以下、ＶＣＳＥＬという）を配設するとともに、高位置面３２aに光路変換体Ｈを配設している。

【００３７】

光モジュールは、光路変換体Ｈの光出射光結像点に光ファイバ１６の光入射端１６ａを配置させたものである。また、高低差のある低位置面３２ｂ及び高位置面３２ａは図示のように凹部ではない段差でもよい。

【００３８】

具体的な本発明の光路変換体の実装工程について説明する。図５において、ＶＣＳＥＬ３３を実装する基板３１は、高低差のある低位置面３２ｂ及び高位置面３２ａが形成されており、低位置面３２ｂを異方性エッチングで容易に作製可能な例えば単結晶シリコンを用いる。また、凹部内に形成された低位置面３２ｂの周囲の高位置面３２ａに、薄膜パターンである接合用半田で接合部３４が形成されている。ＶＣＳＥＬ３３は、例えば基板３

１に形成されたアラインメントマーカ（不図示）等によって正確に位置決めされ、低位置面３２ｂに設けられた接合用半田（不図示）によって実装固定される。

【００３９】

ＶＣＳＥＬ３３の実装後、光路変換体ＨがＶＣＳＥＬ３３と同様にＶＣＳＥＬ３３の上部に実装固定される。光路変換体Ｈの基板３１と相対向させる面（この実施形態では実装面１２）には予め接合用金属パターンで接合部位３５が形成されており、基板３１側の接合部３４との加熱圧着により接合される。このとき、ＶＣＳＥＬ３３の光出射点と半球体１４は同一光軸上に配置されるように正確に位置決め実装されている。

【００４０】

ＶＣＳＥＬ３３及び光路変換体Ｈを基板３１上へ実装後、光ファイバ１６を位置決めするための光ファイバ実装用基板３６を基板３１上へ配置し、次いで、光ファイバ１６を光ファイバ実装用基板３６上へ配置する。このとき、光ファイバ１６の光軸と半球体１４の光軸が一致するように正確に位置決めされる。

【００４１】

接合部３４、或いは３５は、下地金属として、例えば、上層／下層でＡｕ／Ｃｒあるいは Ａｕ／Ｐｔ／Ｔｉ等の積層体で形成し、この積層体上に金錫、鉛錫等の半田材料を配設して構成されている。なお、このような下地金属の下部には例えばＳｉＯ２膜等の絶縁膜が形成されている。ＶＣＳＥＬ３３への電力供給線路（不図示）は、前記絶縁膜を最下層に設け、最下層の絶縁膜上に面発光素子１１への電力供給線路を形成し、その上にＳｉＯ２、ＺｒＯ２、ＴｉＯ２、Ａｌ２Ｏ３等の絶縁膜を形成した後、前記下地金属を形成する構造としてもよい。

【００４２】

かくして、本実施形態によれば、面発光素子の実装面に対し垂直方向に出射した光の光路を容易に９０°変換することができ、効率よく且つ効果的に光ファイバに光入射させることができ、低背化を実現した光モジュールとすることができる。

【００４３】

また、本発明の光路変換体によれば、反射面は入射光に対し９０°の角度で光路変換させるように形成されていて且つ、前記反射面上に透光性を有する誘電体材料で半球体が形成されていることで、簡単な構成で光半導体素子と光ファイバとの光結合が効率良く実現される。

【００４４】

また、本発明の光路変換体基体及び反射面は、シリコン異方性エッチングを用いて傾斜面を形成し、前記傾斜面は例えば（１１１）面及びそれと等価な面からなり且つ、前記反射面は入射光に対し９０°の角度で光路変換させるように形成されていることで、作製コストの削減ができる。

【００４５】

また、高低差のある低位置面及び高位置面を形成した基板に低位置面に、光半導体素子を配設するとともに、高位置面に光路変換体を配設する実装構造により、低背化を実現させることができる。

【００４６】

また、本発明の光路変換体の実装構造を備えるとともに、前記光路変換体を用いて、前記光半導体素子と光ファイバの光学的接続を行う光モジュール構造により、高出力で低背な光モジュールを実現させることができる。

【００４７】

なお、本発明の光路変換体を用いた光モジュールは、ＶＣＳＥＬ等の面発光素子を用いた光送受信モジュールを想定したが、相反性より、面発光素子を受光素子として用いて、光受信用モジュールに応用したり、面発光素子と受光素子とを設けて光受発信用モジュールに適用できることは当然である。

【００４８】

また、本発明の光路変換体、及びそれを用いた光モジュールの実施形態について、単独の

発光／受光素子と単独の光ファイバ間の結合を考えて説明を行ったが、本発明の光路変換体に複数の半球体を配置することは至極簡単であり、すなわち、たとえばアレイ型発光素子列と光ファイバ列間の光結合についても応用できることは至極自然である。

【００４９】

【実施例】

以下に、本発明をより具体化した実施例について説明する。

【００５０】

図１において、光路変換体Ｈの基体１１は単結晶シリコンを用い、フォトリソグラフィー技術並びにアルカリ水溶液を用いた異方性エッチング技術等を用いて正確に作製した。光反射面１３は光路変換体Ｈの接合面に対し４５°の傾斜をもって形成され、半球体１４の半径は１００μｍとした。光反射面は金属蒸着法を用いて作製し、反射部のみを半球体の半径と一致させ円形状に形成した。光反射面上には硼珪クラウンガラスより成る半球体１４を配置し、光路変換体Ｈの基体１１と半球体１４は透光性のエポキシ系樹脂接着剤で接合した。その他、アクリル系、シリコン系、ポリイミド系等の樹脂を用いてもよい。

【００５１】

図５に示す光モジュールにおいて、基板３１として単結晶シリコンを用い、ＶＣＳＥＬ３３を配設した低位置面３２ｂはフォトリソグラフィー技術並びにアルカリ水溶液を用いた異方性エッチング技術等を用いて正確に作製した。この低位置面３２ｂの深さは４００μｍとした。これは、半球体１４の焦点距離、並びにＶＣＳＥＬ３３の素子厚みにより決定したからである（焦点距離及びＶＣＳＥＬ３３の素子厚みを２００μｍ程度とした）。また、低位置面３２ｂの幅は、光路変換体Ｈのサイズより決まるが、光路変換体Ｈの接合面を１ｍｍ×１ｍｍとしたので、これより少し小さめのサイズとした。ＶＣＳＥＬ３３の実装基板である基板３１上に、低位置面３２ｂも含めて、最下層としてＳｉＯ２から成る絶縁膜を熱酸化法により形成した。

【００５２】

最下層のＳｉＯ２上に、ＶＣＳＥＬ３３へ電力を供給する電気配線を、フォトリソグラフィー法及び金属蒸着法等により形成し、その上に前記金属配線の電気接続部（電極パット）を除き、上部絶縁層としてＳｉＯ２をスパッタ法で形成した。上部絶縁層上に接続用薄膜半田パターンから成る接合部３４を設けた。半田薄膜材料として金錫半田を用いた。半田パターンの下地金属層としては上層／下層でＡｕ／Ｐｔ／Ｔｉの積層構造とした。本実施例の半田薄膜パターンは不図示としているが、ＶＣＳＥＬ３３の実装部にも同時に設けた。

【００５３】

ＶＣＳＥＬ３３、光路変換体Ｈ、及び光ファイバ１６の実装工程について以下に説明する。

【００５４】

最初に、ＶＣＳＥＬ３３を基板３１上の低位置面３２ｂに位置決めマーカ（不図示）を用いて正確に配置され、不図示の薄膜半田を用いてＶＣＳＥＬ３３を実装した。その後、基板３１と光路変換体Ｈを、位置決めマーカ（不図示）を用いて位置あわせした後、基板３１側の接合部３４及び光路変換体Ｈ側の接合部３５を圧着加熱することにより、基板３１上に光路変換体Ｈを実装した。

【００５５】

次に、光ファイバ実装用基板３６を正確に基板３１上へ実装し、最後に光ファイバ１６を光ファイバ実装用基板３６上に設けられたＶ溝へ配置固定することで、本発明の光路変換体Ｈを備えた光モジュールを完成させた。

【００５６】

かくして、本実施例により、面発光素子の実装面に対し垂直方向に出射した光の光路を容易に９０°変換することができ、効率よく且つ効果的に光ファイバに光入射させることができ、低背化を実現した光モジュールとすることができた。

【００５７】

【発明の効果】

以上、説明したように、光通信用光路変換体によれば、傾斜反射面は入射光に対し９０°の角度で光路変換させるように形成されていて且つ、傾斜反射面上に透光性を有する誘電体材料で半球体が形成されていることで、簡単な構成で光半導体素子と光ファイバとの光結合が効率良く実現される。

【００５８】

また、光路変換体の傾斜反射面は、単結晶シリコンの異方性エッチングを用いて形成することで、光路変換体をきわめて容易にかつ多量に作製することができる。

【００５９】

また、請求項１の光通信用光路変換体の実装構造によれば、高低差のある、低位置面及び高位置面が形成された基板に低位置面に、光半導体素子が配設されるとともに、高位置面に上記光通信用光路変換体が配設されるようにしたので、低背化を容易に実現させることができる。

【００６０】

また、請求項２の光モジュールによれば、上記実装構造を備えているので、高出力で低背な光モジュールを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明に用いる光通信用光路変換体の実施形態を模式的に説明する断面図である。

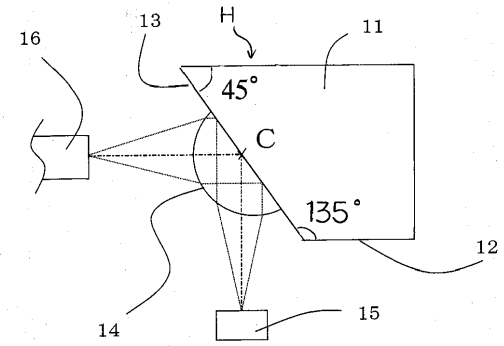
【図２】本発明に用いる光通信用光路変換体に設ける半球体の光学的位置関係を模式的に説明する断面図である。

【図３】本発明に用いる光通信用光路変換体の基体を作製する単結晶シリコン基板を模式的に説明する斜視図である。

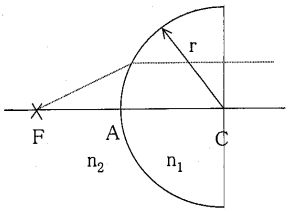
【図４】本発明に用いる光通信用光路変換体の基体を作製する方法を模式的に説明する図であり、（ａ）は切断前のシリコンウエハの平面図、（ｂ）は（ａ）の断面図、（ｃ）は（ａ）のシリコンウエハを切断してできた光路変換体基体の斜視図である。

【図５】本発明に係る光通信用光路変換体の実装構造（または光モジュール）を模式的に説明する図であり、（a）は光通信用光路変換体を実装基板上に配設する際の分解斜視図、（ｂ）は光通信用光路変換体の実装構造（または光モジュール）の斜視図である。

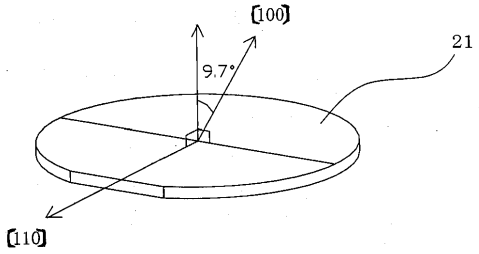
【図１】


16
13
H
11
45°
C
135°
12
14
15

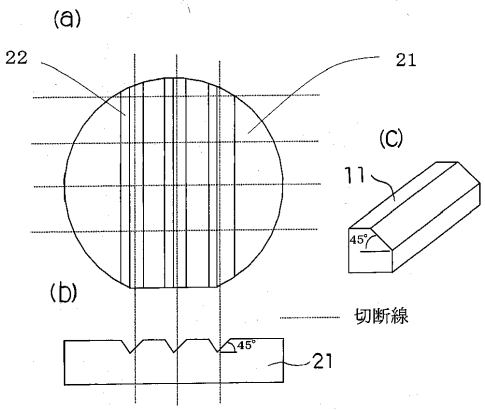
【図２】


r
F
A
C
n2
n1

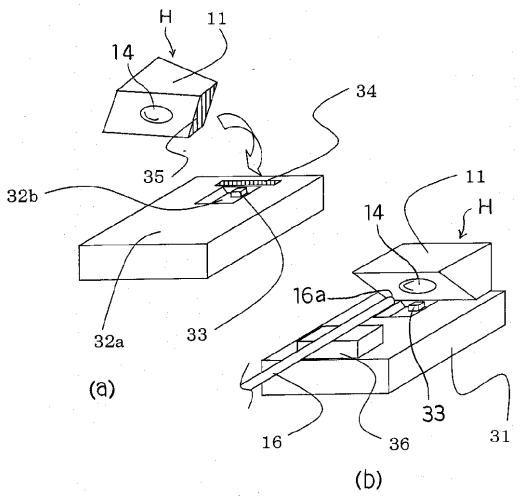
【図３】


[100]
9.7°
21
[110]

【図４】


(a)
22
21
(C)
11
45°
(b)
切断線
45°
21

【図５】


H
11
14
34
35
32b
11
14
H
16a
32a
33
(a)
33
16
36
31
(b)

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
G02B 6/42