

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5647485号
(P5647485)

(45) 発行日 平成26年12月24日(2014.12.24)

(24) 登録日 平成26年11月14日(2014.11.14)

(51) Int.Cl. F I
G O 2 B 6/42 (2006.01) G O 2 B 6/42

請求項の数 2 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2010-238870 (P2010-238870)	(73) 特許権者	314012076
(22) 出願日	平成22年10月25日(2010.10.25)		パナソニックIPマネジメント株式会社
(65) 公開番号	特開2012-93450 (P2012-93450A)		大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
(43) 公開日	平成24年5月17日(2012.5.17)	(74) 代理人	100067828
審査請求日	平成25年8月5日(2013.8.5)		弁理士 小谷 悦司
		(74) 代理人	100115381
			弁理士 小谷 昌崇
		(74) 代理人	100097054
			弁理士 麻野 義夫
		(72) 発明者	朝日 信行
			大阪府門真市大字門真1048番地 パナソニック電工株式会社内
		(72) 発明者	新保 努武
			大阪府門真市大字門真1048番地 パナソニック電工株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光モジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

シリコン基板の表面に形成された第1溝内の先端部に形成された光路変換用のミラー部と、このミラー部と対向するようにシリコン基板の表面側に実装された光素子と、シリコン基板の表面に第1溝と連なって形成された略V字形状の第2溝内に設置され、前記ミラー部を介して前記光素子と光学的に結合されるファイバーコア部を有する光ファイバーを備え、前記光素子は、ミラー部を介して光ファイバーのファイバーコア部に光信号を発光し、若しくはミラー部を介して光ファイバーのファイバーコア部からの光信号を受光する光モジュールにおいて、

前記ミラー部と前記光ファイバーのファイバーコア部の先端との間に隙間があり、
この隙間からの漏れ光は、

前記光素子が発光素子であるときは、第2溝の側面である斜面で、前記シリコン基板の表面方向に反射若しくは拡散され、

前記光素子が受光素子であるときは、第1溝と第2溝との間の境界面である斜面で、前記シリコン基板の表面方向に反射若しくは拡散され、

前記シリコン基板の表面に、前記漏れ光を検出するフォトダイオードが実装されていることを特徴とする光モジュール。

【請求項2】

前記第1溝内に内部導波路が設けられ、この内部導波路のコア部と前記光ファイバーのファイバーコア部とが光学的に結合されていることを特徴とする請求項1に記載の光モジ

ユー。ル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光信号を送信あるいは受信する光モジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

図8に示す光モジュール50は、発光(送信)側光モジュール50Aと受光(受信)側光モジュール50Bの各第1基板51の表面に形成された溝内に設けられた内部導波路52と、この溝の先端部に形成された光路変換用のミラー部53とが設けられている。また、各第1基板51の表面に実装され、ミラー部53を介して内部導波路52のコア部に光信号を発光し、若しくはミラー部53を介して内部導波路52のコア部からの光信号を受光する発光素子(光素子)54Aと受光素子(光素子)54Bとが設けられている。さらに、発光素子54Aと受光素子54Bの各内部導波路52のコア部と光学的に結合される外部導波路(光ファイバー)55が設けられている(特許文献1参照)。なお、特許文献1では、外部導波路として、樹脂光導波路を薄型化したフレキシブルなフィルム状のものをを用いている。

10

【0003】

この特許文献1では、各第1基板51の表面に、発光素子54Aの発光面と受光素子54Bの受光面を実装面として、それぞれバンプでフリップチップ実装している。

20

【0004】

また、各第1基板51は、別の第2基板(インタポーザ基板)56の表面にそれぞれ設置されている。この各第2基板56の表面には、発光素子54Aに電気信号を送信するためのIC回路が形成されたIC基板57Aと、受光素子54Bからの電気信号を受信するためのIC回路が形成されたIC基板57Bがそれぞれ実装されている。

【0005】

そして、発光素子54Aと受光素子54Bと、各第2基板6のIC基板57A, 57Bとは、ワイヤーボンディング58でそれぞれ電氣的に接続されている。なお、59は、各IC基板57A, 57Bを他の回路装置に電氣的に接続するためのコネクタである。

【0006】

ところで、発光側光モジュール50Aと、受光側光モジュール50Bと、外部導波路(光ファイバー)55とが分離できるタイプで、光通信でビットエラー等の異常が発生したとする。この場合には、発光側光モジュール50Aの光出力検査、受光側光モジュール50Bの光受光強度の検査、外部導波路55の検査を個別にすることが可能であるため、異常箇所を特定して修理等を行うことができる。

30

【0007】

なお、光導波路の一部から光を分岐させて、モニタする方法が提案されている(特許文献2参照)。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0008】

【特許文献1】特開2009-260227号公報

【特許文献2】特開2006-208794号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、特許文献1のように、発光側光モジュール50Aと受光側光モジュール50Bと外部導波路(光ファイバー)55とが分離できないタイプで、光通信でビットエラー等の異常が発生したとする。この場合には、各光モジュール50A, 50Bと外部導波路(光ファイバー)55の検査を個別にすることは不可能であり、異常箇所を特定して

50

修理等を行うことが困難である。

【0010】

そのため、特許文献2のような方法を採用することも考えられる。しかし、光通信に用いる光の一部を使用するために光効率が低下することから、光通信の安定のためにレーザ出力を増大させると、レーザ寿命が低下するという懸念がある。

【0011】

本発明は、前記問題を解消するためになされたもので、発光側光モジュールと受光側光モジュールと外部導波路とが分離できないタイプであっても、簡易に異常箇所を特定することができる光モジュールを提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

前記課題を解決するために、本発明は、シリコン基板の表面に形成された第1溝内の先端部に形成された光路変換用のミラー部と、このミラー部と対向するようにシリコン基板の表面側に実装された光素子と、シリコン基板の表面に第1溝と連なって形成された略V字形状の第2溝内に設置され、前記ミラー部を介して前記光素子と光学的に結合されるファイバーコア部を有する光ファイバーを備え、前記光素子は、ミラー部を介して光ファイバーのファイバーコア部に光信号を発光し、若しくはミラー部を介して光ファイバーのファイバーコア部からの光信号を受光する光モジュールにおいて、前記ミラー部と前記光ファイバーのファイバーコア部の先端との間に隙間があり、この隙間からの漏れ光は、前記光素子が発光素子であるときは、第2溝の側面である斜面で、前記シリコン基板の表面方向に反射若しくは拡散され、前記光素子が受光素子であるときは、第1溝と第2溝との間の境界面である斜面で、前記シリコン基板の表面方向に反射若しくは拡散され、前記シリコン基板の表面に、前記漏れ光を検出するフォトダイオードが実装されていることを特徴とする光モジュールを提供するものである。

【0015】

前記第1溝内に内部導波路が設けられ、この内部導波路のコア部と前記光ファイバーのファイバーコア部とが光学的に結合されている構成とすることができる。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、光素子と光ファイバーとの間の漏れ光を、基板の表面方向に反射若しくは拡散させ、この反射若しくは拡散された漏れ光を検出する。例えば、漏れ光を発光側光モジュールと光ファイバーとの間で検出できれば、発光側光モジュールは正常と判断でき、ついで光ファイバーと受光側光モジュールとの間で検出できれば、光ファイバーは正常と判断できる。このようにして、発光側光モジュール、受光側光モジュール、光ファイバーの異常箇所を、簡易に特定することができる。

【0017】

また、光通信に用いる光ではなく、その漏れ光を利用するだけであるから、光通信の安定のためにレーザ出力を増大させる必要もない。

【0018】

特に、発光素子は、発光面を下向きとして基板にフリップチップ実装している場合には、動作確認が困難である。そこで、発光素子と光ファイバーとの間の漏れ光を基板の表面方向に反射若しくは拡散させることにより、発光素子の動作確認が容易になる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明に係る光モジュールの側面図である。

【図2】図1の発光側光モジュールの第1基板であり、(a)は側面断面図、(b)は(a)のI-I線断面図、(c)は(a)のII-II線断面図である。

【図3】図2の第1基板であり、(a)は斜視図、(b)は内部導波路を形成した斜視図である。

【図4】第1基板であり、(a)は発光素子を実装した斜視図、(b)は光ファイバーを

10

20

30

40

50

挿入した斜視図である。

【図5】漏れ光を示す発光側光モジュールであり、(a)は概略側面断面図、(b)は第1基板の平面図、(c)は(b)のIII-III線断面図である。

【図6】漏れ光を示す受光側光モジュールの概略側面断面図である。

【図7】フォトダイオードを実装した第1基板であり、(a)は側面断面図、(b)は平面図である。

【図8】従来の光モジュールの側面断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明を実施するための形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。図1は本発明に係る光モジュール40の側面断面図である。図2は図1の発光側光モジュール40Aであり、(a)は側面断面図、(b)は(a)のI-I線断面図、(c)は(a)のII-II線断面図である。図3は第1基板1であり、(a)は斜視図、(b)は内部導波路16を形成した斜視図である。図4は第1基板1であり、(a)は発光素子12aを実装した斜視図、(b)は光ファイバー2を挿入した斜視図である。

10

【0021】

図1において、光モジュール40は、発光側光モジュール40Aと、受光側光モジュール40Bと、この発光側と受光側の光モジュール40A、40Bを光学的に結合する光ファイバー2とを備えている。

【0022】

20

発光側光モジュール40Aの第1基板(マウント基板)1と受光側光モジュール40Bの第1基板(マウント基板)1は、実装時の熱の影響や使用環境による応力の影響を避けるために、剛性が必要である。また、光伝送の場合は、発光素子から受光素子までの光結合効率が必要になるので、光素子を高精度に実装することや使用中の位置変動を極力抑制する必要がある。このため、第1基板1として、本実施形態ではシリコン(Si)基板が採用されている。

【0023】

特にシリコン基板であれば、シリコンの結晶方位を利用して表面に高精度のエッチング溝加工が可能(この溝を利用して高精度なミラー部15(後述)、溝内に内部導波路16(後述)を形成する。)となる。また、シリコン基板は、平坦性も良好である。

30

【0024】

第1基板1は、それよりもサイズが大きい第2基板(インタポーザ基板)6の表面(上面)にそれぞれ設置されている。各第2基板6の裏面(下面)には、他の回路装置に電氣的に接続するためのコネクタ7がそれぞれ取付けられている。

【0025】

第1基板1の表面(上面)には、電気信号を光信号に変換する発光素子12aが発光面を下向きとしてランプ12c(図2参照)でフリップチップ実装されている。また、第2基板6の表面には、この発光素子12aに電気信号を送信するためのIC回路が形成されたIC基板(信号処理部)4aが実装されている。

【0026】

40

発光素子12aとして、本実施形態では、半導体レーザである面発光レーザ(VCSEL(Vertical Cavity Surface Emitting Laser))が採用されている。この発光素子12aはLED等でもよい。

【0027】

IC基板4aは、前記VCSELを駆動させるドライバICであり、発光素子12aの近傍に配設されている。そして、発光素子12aおよびIC基板4aは、第1基板1の表面と第2基板6の表面に形成されたメタル回路(銅や金スパッタによるパターンニング回路)に接続されている。

【0028】

第1基板1の表面には、図3(a)に示すように、略台形状の第1溝(導波路形成用溝

50

) 1 a と、第 1 溝 1 a よりも深い略 V 字形状の第 2 溝 1 b が前後方向に連なって形成されている。なお、第 1 溝 1 a は、第 2 溝 1 b よりも浅い略 V 字形状の溝であってもよい。

【 0 0 2 9 】

第 1 溝 1 a の先端部には、発光素子 1 2 a の真下となる位置に、光路を 9 0 度屈曲させるための光路変換用のミラー部 1 5 が形成されている。

【 0 0 3 0 】

第 1 基板 1 の第 1 溝 1 a 内には、図 3 (b) に示すように、第 1 基板 1 の発光素子 1 2 a と光学的に結合する内部導波路 1 6 が設けられている。この内部導波路 1 6 は、ミラー部 1 5 から第 2 溝 1 b の方向に延在していて、第 1 溝 1 a の後端部 1 d と面一となっている。

10

【 0 0 3 1 】

内部導波路 1 6 は、光が伝播する屈折率の高い断面略正方形形状のコア部 1 7 と、それよりも屈折率の低いクラッド部 1 8 とから構成されている。図 2 (c) のように、コア部 1 7 の左右の両面は、クラッド部 1 8 で覆われている。なお、第 1 溝 1 a が第 2 溝 1 b よりも浅い略 V 字形状の溝である場合には、コア部 1 7 は、断面略正方形形状でなく、略 V 字形状の溝に沿った断面略五角形状に形成する。

【 0 0 3 2 】

図 4 (a) のように、内部導波路 1 6 が設けられた第 1 基板 1 の表面の所定位置には、発光素子 1 2 a が実装され、この発光素子 1 2 a とコア部 1 7 との間の空間には、図 2 (a) のように、光学透明樹脂 1 3 が充填されている。

20

【 0 0 3 3 】

図 1 に戻って、受光側光モジュール 4 0 B の第 1 基板 1 について説明する。この受光側光モジュール 4 0 B の第 1 基板 1 の基本的な構成は、発光側光モジュール 4 0 A の第 1 基板 1 と同様に構成されている。ただし、受光側光モジュール 4 0 B の第 1 基板 1 の表面 (上面) に、光信号を電気信号に変換する受光素子 1 2 b が受光面を下向きとしてパンプでフリップチップ実装されている。また、第 2 基板 6 の表面に、この受光素子 1 2 b に電気信号を送信するための IC 回路が形成された IC 基板 (信号処理部) 4 b が実装されている点で、発光側光モジュール 4 0 A の第 1 基板 1 と異なる。この受光素子 1 2 b としては、PD (Photo Diode) が採用されており、IC 基板 4 b は、電流・電圧の変換を行う TIA (Trans - impedance Amplifier) などの素子である。

30

【 0 0 3 4 】

次に、光ファイバー 2 を説明する。光ファイバー 2 は、図 1 および図 4 (b) に示すように、発光側光モジュール 4 0 A の第 1 基板 1 の内部導波路 1 6 のコア部 1 7 と、受光側光モジュール 4 0 B の第 1 基板 1 の内部導波路 1 6 のコア部 1 7 とを光学的に結合可能なファイバーコア部 2 1 を内部に有している。そして、このファイバーコア部 2 1 の外周を包囲するファイバークラッド部 2 2 と、このファイバークラッド部 2 2 の外周を被覆する被覆部 2 3 とで構成されるコードタイプである。このファイバーコア部 2 1 とファイバークラッド部 2 2 と被覆部 2 3 は円形状である。

【 0 0 3 5 】

40

光ファイバー 2 は、図 1 のように、第 1 基板 1 の第 2 溝 1 b の手前付近で被覆部 2 3 が剥がされて、ファイバークラッド部 2 2 が露出されている。

【 0 0 3 6 】

そして、図 2 (a) (c) および図 4 (b) のように、第 1 基板 1 の第 2 溝 1 b に光ファイバー 2 のファイバークラッド部 2 2 を設置して、第 1 溝 1 a との境部分の斜面 1 c でファイバークラッド部 2 2 の位置決めをする。このときに、第 1 基板 1 の内部導波路 1 6 のコア部 1 7 と光ファイバー 2 のファイバーコア部 2 1 の光軸が一致した位置決め状態で光学的に結合されるようになる。

【 0 0 3 7 】

第 1 基板 1 の内部導波路 1 6 のコア部 1 7 の端面と光ファイバー 2 のファイバーコア部

50

21の端面との間の隙間は、200 μm 以下となる。一般的には、光結合効率が100%となる、隙間0が好ましいが、本構成においては、第1基板1の溝幅とファイバークラッド部22の外径サイズの制約上、隙間は60 μm から100 μm となる。

【0038】

第1基板1の表面の位置において、図2(a)(b)のように、第2溝1b内には、光ファイバー2を第1基板1に固定するために、接着性の光学透明樹脂14が充填されている。

【0039】

そして、発光側光モジュール40Aでは、発光素子12aからミラー部15を介して光ファイバー2のファイバーコア部21に光信号を発光する。また、受光側光モジュール40Bでは、ミラー部15を介して光ファイバー2のファイバーコア部21からの光信号を受光素子12bで受光する。

10

【0040】

図5は、発光側光モジュール40Aであり、(a)は概略側面断面図、(b)は第1基板1の平面図、(c)は(b)のIII-III線断面図である。図5の発光側光モジュール40Aは、第1溝1a内に内部導波路16を設けていないタイプであり、このタイプにおける発光側光モジュール40Aでの漏れ光bについて説明する。

【0041】

図5(a)のように、発光素子12aからミラー部15を介して光ファイバー2のファイバーコア部21に光信号aが発光される。このとき、ミラー部15と光ファイバー2のファイバーコア部21の先端との間に隙間Sがあることから、図5(b)のように、光ファイバー2のファイバーコア部21の先端に至らない漏れ光bが発生する。

20

【0042】

この漏れ光bは、図5(c)のように、略V字形状の第2溝1bの側面である斜面(反射若しくは拡散させる部位...反射面若しくは拡散面)1eで、第1基板1の表面(上)方向に反射若しくは拡散されるようになる。また、光ファイバー2のファイバークラッド部22に入光した光もファイバークラッド部22を透過して斜面1eに到達し、同様に、反射若しくは拡散されるようになる。

【0043】

図6は、受光側光モジュール40Bの概略側面断面図である。図6の受光側光モジュール40Bは、図5の発光側光モジュール40Aと同様に、第1溝1a内に内部導波路16を設けていないタイプであり、このタイプにおける受光側光モジュール40Bでの漏れ光cについて説明する。

30

【0044】

図6のように、ミラー部15を介して光ファイバー2のファイバーコア部21からの光信号aが受光素子12bで受光される。このとき、ミラー部15と光ファイバー2のファイバーコア部21の先端との間に隙間Sがあることから、ミラー部15に至らない漏れ光cが発生する。

【0045】

この漏れ光cは、第1溝1aと第2溝1bとの間の境界面である斜面(反射若しくは拡散させる部位...反射面若しくは拡散面)1cで、第1基板1の表面(上)方向に反射若しくは拡散されるようになる。また、斜面1c以外に、略台形状(または略V字形状)の第1溝1aの斜面でも、同様に、反射若しくは拡散されるようになる。

40

【0046】

図5の発光側光モジュール40Aであれば、発光素子12aと光ファイバー2との間の漏れ光bを、斜面1eで第1基板1の表面方向に反射若しくは拡散させる。この反射若しくは拡散された漏れ光bを、第1基板1の表面側に配置した漏れ光検出手段(後述する。)で検出する。

【0047】

また、図6の受光側光モジュール40Bであれば、光ファイバー2と受光素子12bの

50

間の漏れ光 c を、斜面 1 c (前述のように、斜面 1 c 以外に、略台形状 (または略 V 字形状) の第 1 溝 1 a の斜面も含む。以下同様。) で第 1 基板 1 の表面方向に反射若しくは拡散させる。この反射若しくは拡散された漏れ光 c を、第 1 基板 1 の表面側に配置した漏れ光検出手段 (後述する。) で検出する。

【 0 0 4 8 】

例えば、漏れ光 b を発光側光モジュール 4 0 A と光ファイバー 2 との間で検出できれば、発光側光モジュール 4 0 A は正常と判断でき、ついで光ファイバー 2 と受光側光モジュール 4 0 B との間で漏れ光 c を検出できれば、光ファイバー 2 は正常と判断できる。このようにして、発光側光モジュール 4 0 A、受光側光モジュール 4 0 B、光ファイバー 2 の異常箇所を、簡易に特定することができる。また、光通信に用いる光ではなく、その漏れ光 b, c を利用するだけであるから、光通信の安定のためにレーザ出力を増大させる必要もない。

10

【 0 0 4 9 】

特に、発光素子 1 2 a (受光素子 1 2 b も同様。) は、発光面を下向きとして第 1 基板 1 にフリップチップ実装されているから、このままでは動作 (発光) 確認が困難である。そこで、発光素子 1 2 a と光ファイバー 2 との間の漏れ光 b を第 1 基板 1 の表面方向に反射若しくは拡散させることにより、発光素子 1 2 a の動作確認が容易になる。

【 0 0 5 0 】

ここで、漏れ光 b, c を、第 1 基板 1 の表面方向に反射等させる部位として、発光側光モジュール 4 0 A では、第 2 溝 1 b の側面である斜面 1 e とし、受光側光モジュール 4 0 B では、第 1 溝 1 a と第 2 溝 1 b との間の境界面である斜面 1 c としている。

20

【 0 0 5 1 】

すなわち、第 1 基板 1 がシリコン基板であれば、シリコン基板の結晶方位を利用して、エッチング等により、ミラー部 1 5 と第 1 溝 1 a と第 2 溝 2 b とを同時に形成する際に、各斜面 1 e, 1 c も一度のエッチングプロセスで同時に形成することも可能である。このようにして形成された斜面 1 e, 1 c は、光学反射面としての平滑性が確保されている。

【 0 0 5 2 】

このように、シリコン基板 (第 1 基板 1) にエッチング等で第 1 溝 1 a と第 2 溝 1 b を形成する際に、斜面 (反射面若しくは拡散面) 1 e, 1 c を高精度で同時に形成することができる。これにより、漏れ光 b, c を効率的に反射若しくは拡散することができる。また、反射面若しくは拡散面は、第 1 溝 1 a と第 2 溝 1 b の斜面 1 e, 1 c をそのまま利用できるので、反射面若しくは拡散面の形成用のスペースも不要になる。

30

【 0 0 5 3 】

ここで、シリコン基板は、近赤外線を透過するために、斜面 1 e, 1 c の表面には、Au、Al、Ag 等の金属薄膜 (数十 nm 以上) を形成して、反射面となるようにすることが好ましい。この金属薄膜の形成としてスパッタリング等の手法が有効である。また、発光素子 1 2 a または受光素子 1 2 b の回路パターン形成時に、同一の金属メッキ等を形成してもよい。

【 0 0 5 4 】

つぎに、漏れ光検出手段を説明する。一般的な光通信に用いられる波長は、850 nm、1310 nm、1550 nm 等の近赤外線であるため、目視で漏れ光 b, c の検出はできない。そのため、通信波長に対応した感度のある赤外線カメラを漏れ光検出手段として用いれば、漏れ光 b, c の検出が可能となる。

40

【 0 0 5 5 】

ただし、第 1 基板 1 の斜面 1 e, 1 c に、通信波長に対応して蛍光発光 (可視光に変換) する蛍光材を漏れ光検出手段として配置 (塗布) すると、赤外線カメラを用いなくても、漏れ光 b, c の検出が目視で可能となる。

【 0 0 5 6 】

しかし、前記のような漏れ光検出手段では、発光強度の検出には、精度を欠く懸念がある。そこで、図 7 に示すように、第 1 基板 1 の表面 (上) 方向に反射若しくは拡散される

50

漏れ光 b に対応して、第 1 基板 1 の表面に、漏れ光検出手段としてのフォトダイオード 25 を実装する。

【 0 0 5 7 】

このように、漏れ光検出手段がフォトダイオード 25 であれば、より高精度に通信状態を検知することができる。また、フォトダイオード 25 では、正常動作時から漏れ光を検知することができるために、異常動作をいち早く検知することが可能となる。

【 0 0 5 8 】

図 5 ~ 図 7 の実施形態は、発光側と受光側光モジュール 40A, 40B のいずれにも、第 1 溝 1a 内に内部導波路 16 を設けていないタイプであった。これに対して、図 1 ~ 図 4 に示した実施形態のように、発光側と受光側光モジュール 40A, 40B のいずれにも、第 1 溝 1a 内に内部導波路 16 を設けて、そのコア部 17 と光ファイバー 2 のファイバーコア部 21 とを光学的に結合させることもできる。

【 0 0 5 9 】

すなわち、発光素子 12a または受光素子 12b の直下に光ファイバー 2 を配置すると、その実装工程で、発光素子 12a または受光素子 12b と光ファイバー 2 とが接触するおそれがある。そのため、図 5 (a) のように、発光素子 12a (または受光素子 12b) と光ファイバー 2 との間に距離 [図 5 (a) の隙間 S に相当] を隔てることが望ましい。

【 0 0 6 0 】

しかし、半導体レーザ等の発光素子 12a から出射される光は、10 度 ~ 30 度ほどの広がり角度を持つため、発光素子 12a と光ファイバー 2 との距離が離れると、光ファイバー 2 に入光する効率が悪くなる。同様に、受光素子 12b 側でも、光ファイバー 2 から出射される光は、光ファイバー 2 の開口数 (NA) に依存した広がり角度をもって出射されるため、受光素子 12b に入光する効率が悪くなる。

【 0 0 6 1 】

そのため、発光素子 12a または受光素子 12b と光ファイバー 2 との間に内部導波路 16 を形成すると、発光素子 12a または受光素子 12b と光ファイバー 2 との光結合効率が向上する。その結果、光モジュール全体の光利用効率 (発光素子 12a から受光素子 12b に到達する光量の割合) が高まって、光通信の信頼性が向上するようになる。

【 0 0 6 2 】

以上のように、本発明に係る光モジュールは、基板の表面に形成された第 1 溝内の先端部に形成された光路変換用のミラー部と、このミラー部と対向するように基板の表面側に実装された光素子と、基板の表面に第 1 溝と連なって形成された第 2 溝内に設置され、前記ミラー部を介して前記光素子と光学的に結合されるファイバーコア部を有する光ファイバーを備え、前記光素子は、ミラー部を介して光ファイバーのファイバーコア部に光信号を発光し、若しくはミラー部を介して光ファイバーのファイバーコア部からの光信号を受光する光モジュールにおいて、前記基板に、前記光素子と前記光ファイバーとの間の漏れ光を、基板の表面方向に反射若しくは拡散させる部位が形成され、前記基板の表面側に、前記漏れ光を検出する手段が配置されていることを特徴とするものである。

【 0 0 6 3 】

これによれば、光素子と光ファイバーとの間の漏れ光を、基板の表面方向に反射若しくは拡散させ、この反射若しくは拡散された漏れ光を検出する。例えば、漏れ光を発光側光モジュールと光ファイバーとの間で検出できれば、発光側光モジュールは正常と判断でき、ついで光ファイバーと受光側光モジュールとの間で検出できれば、光ファイバーは正常と判断できる。このようにして、発光側光モジュール、受光側光モジュール、光ファイバーの異常箇所を、簡易に特定することができる。また、光通信に用いる光ではなく、その漏れ光を利用するだけであるから、光通信の安定のためにレーザ出力を増大させる必要もない。特に、発光素子は、発光面を下向きとして基板にフリップチップ実装している場合には、動作確認が困難である。そこで、発光素子と光ファイバーとの間の漏れ光を基板の表面方向に反射若しくは拡散させることにより、発光素子の動作確認が容易になる。

【 0 0 6 4 】

前記漏れ光を検出する手段は、基板の表面に実装されたフォトダイオードである構成とすることができる。

【 0 0 6 5 】

これによれば、漏れ光を検出する手段がフォトダイオードであれば、より高精度に通信状態を検知することができる。また、フォトダイオードでは、正常動作時から漏れ光を検知することができるために、異常動作をいち早く検知することが可能となる。

【 0 0 6 6 】

前記基板はシリコン基板であり、前記漏れ光を基板の表面方向に反射若しくは拡散させる部位は、シリコン基板の第 1 溝と第 2 溝に形成された反射面若しくは拡散面である構成とすることができる。

10

【 0 0 6 7 】

これによれば、シリコン基板にエッチング等で第 1 溝と第 2 溝を形成する際に、反射面若しくは拡散面を高精度で同時に形成することができる。これにより、漏れ光を効率的に反射若しくは拡散することができる。また、反射面若しくは拡散面は、第 1 溝と第 2 溝の斜面をそのまま利用できるため、形成用のスペースも不要になる。

【 0 0 6 8 】

前記第 1 溝内に内部導波路が設けられ、この内部導波路のコア部と前記光ファイバーのコア部とが光学的に結合されている構成とすることができる。

【 0 0 6 9 】

これによれば、第 1 溝内に内部導波路を設けることで、光モジュール全体の光利用効率（発光素子から受光素子に到達する光量の割合）が高まって、光通信の信頼性が向上するようになる。

20

【 符号の説明 】

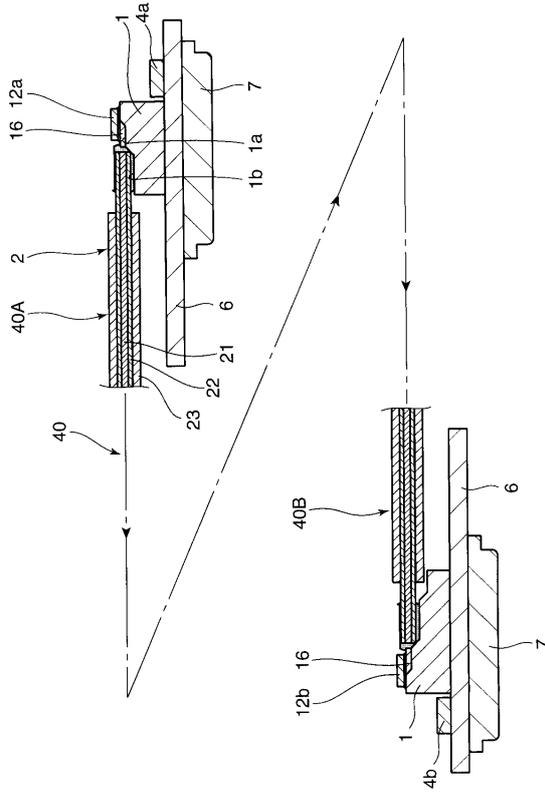
【 0 0 7 0 】

- 1 第 1 基板
- 1 a 第 1 溝
- 1 b 第 2 溝
- 1 c , 1 e 斜面（漏れ光を反射若しくは拡散させる部位）
- 2 光ファイバー
- 1 2 a 発光素子（光素子）
- 1 2 b 受光素子（光素子）
- 1 5 ミラー部
- 1 6 内部導波路
- 1 7 コア部
- 2 1 ファイバーコア部
- 2 5 フォトダイオード（漏れ光検出手段）
- 4 0 光モジュール
- 4 0 A 発光側光モジュール
- 4 0 B 受光側光モジュール
- b , c 漏れ光

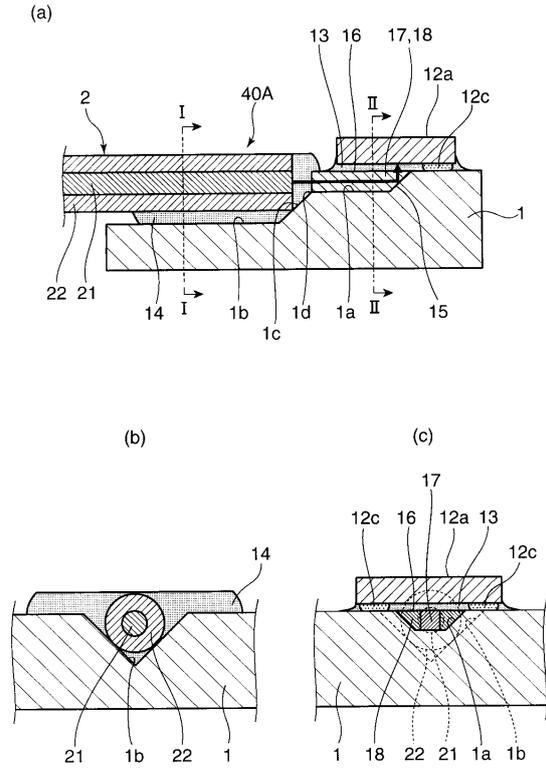
30

40

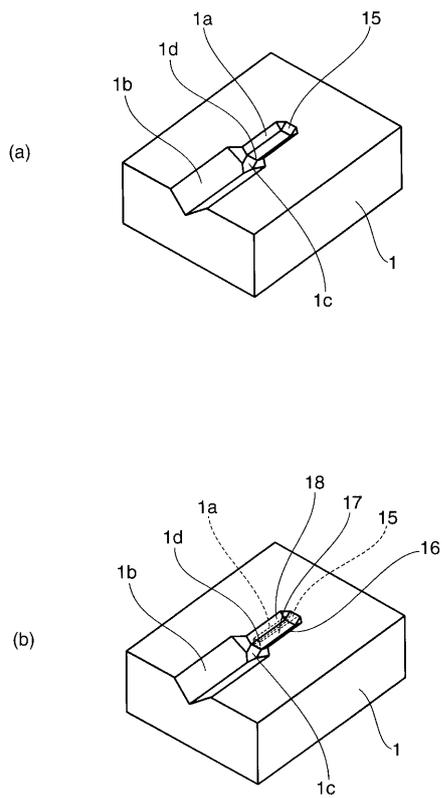
【 図 1 】



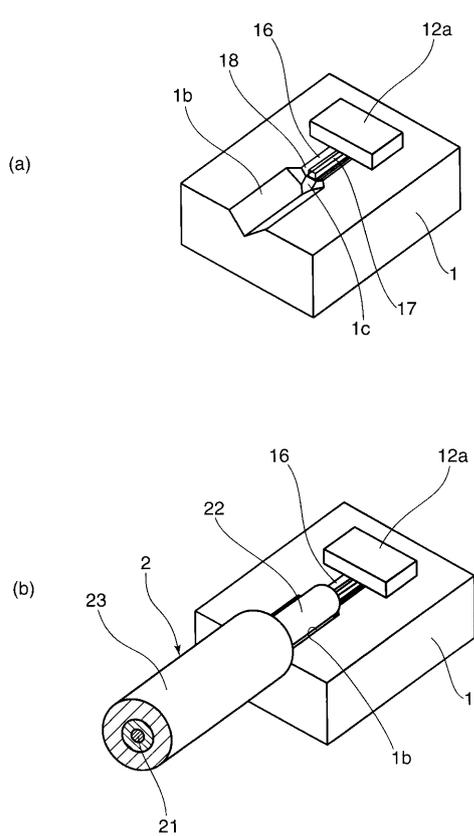
【 図 2 】



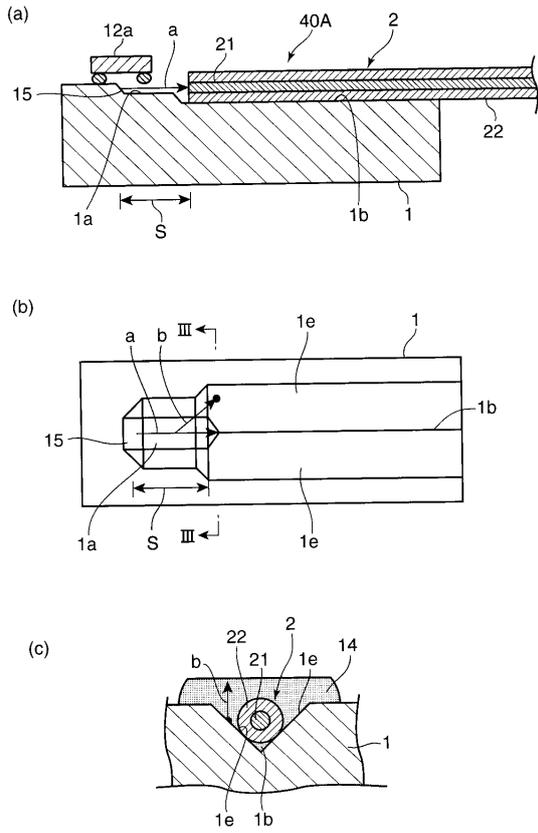
【 図 3 】



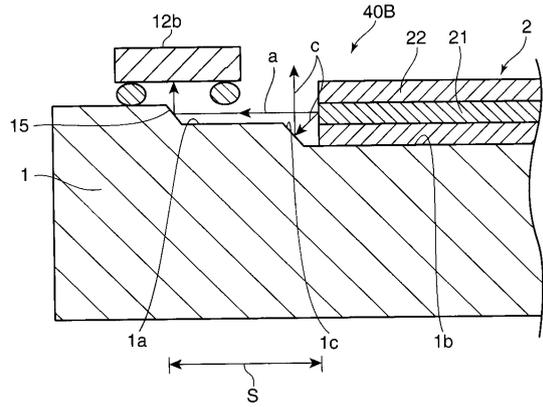
【 図 4 】



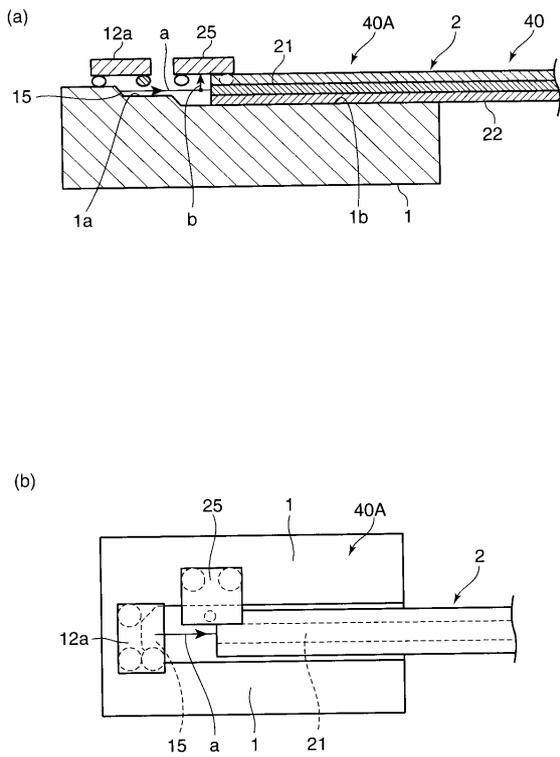
【図5】



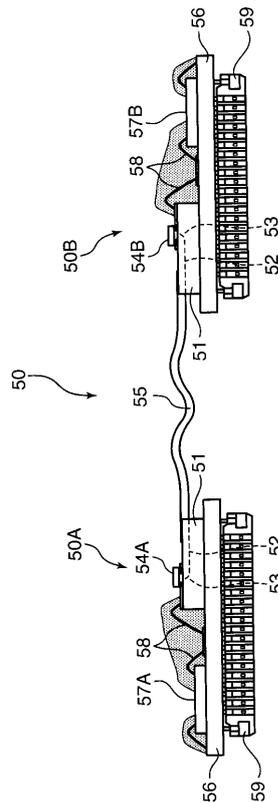
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

審査官 高 芳徳

- (56)参考文献 特開2000-098192(JP,A)
特開2008-129385(JP,A)
特開2003-207691(JP,A)
特開2006-084889(JP,A)
特開2004-361435(JP,A)
特開2004-361434(JP,A)
特開2009-008769(JP,A)
特開平06-018740(JP,A)
特開2009-198803(JP,A)
特開2002-243989(JP,A)
特開2002-252418(JP,A)
特開2003-222761(JP,A)
特開2004-317630(JP,A)
特開2001-185753(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/26 - 6/27
G02B 6/30 - 6/35
G02B 6/42 - 6/43