

(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2005-234052  
(P2005-234052A)

(43) 公開日 平成17年9月2日(2005.9.2)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
GO2B 6/42	GO2B 6/42	2H037
HO1L 31/12	HO1L 31/12 H	5F073
HO1S 5/022	HO1S 5/022	5F089
HO1S 5/026	HO1S 5/026 612	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2004-40445 (P2004-40445)  
(22) 出願日 平成16年2月17日 (2004.2.17)

(71) 出願人 000236436  
浜松ホトニクス株式会社  
静岡県浜松市市野町1126番地の1  
(74) 代理人 100088155  
弁理士 長谷川 芳樹  
(74) 代理人 100092657  
弁理士 寺崎 史朗  
(74) 代理人 100124291  
弁理士 石田 悟  
(72) 発明者 粟科 禎久  
静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜  
松ホトニクス株式会社内  
(72) 発明者 星野 安司  
静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜  
松ホトニクス株式会社内

最終頁に続く

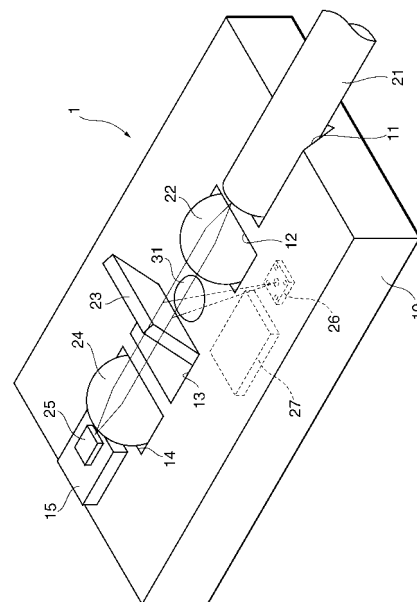
(54) 【発明の名称】 光送受信モジュール

(57) 【要約】

【課題】 ホトダイオードを設けるためのサブマウントを基板上に設ける必要がなく、スペース的な制約を小さくすることができる光送受信モジュールを提供する。

【解決手段】 光送受信モジュール1は、光透過性基板10を備えている。光透過性基板10の表面には、フィルタ用溝13が形成されており、フィルタ用溝13に誘電体多層膜フィルタ23が載置されている。この誘電体多層膜フィルタ23を挟んで対向する位置に、光ファイバ21およびレーザダイオード25が設けられている。また、光透過性基板10の裏面側には、ホトダイオード26が設けられている。ホトダイオード26は、光ファイバ21とレーザダイオード25とを繋ぐ線の直下に配置されている。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

第一波長の光を透過する光透過性基板と、  
前記光透過性基板上に載置され、前記第一波長とは異なる第二波長の光を出射するレーザダイオードと、

前記光透過性基板における前記レーザダイオードが設けられた面の裏面側に取り付けられたホトダイオードと、

第一波長の光を反射し、前記第二波長の光を透過する誘電体膜フィルタと、

前記レーザダイオードから出射する光を入射するとともに、前記ホトダイオードに対して光を出射する光入出射部と、

を備え、

前記誘電体膜フィルタが、前記光透過性基板に所定の傾斜角をもって形成された傾斜溝内に載置されることにより、前記ホトダイオードと前記光入出射部との間、および前記レーザダイオードと前記光入出射部との間の光路を一致させるように調整されていることを特徴とする光送受信モジュール。

10

**【請求項 2】**

前記光透過性基板がシリコン基板である請求項 1 に記載の光送受信モジュール。

**【請求項 3】**

前記傾斜溝が、異方性エッチングによって形成されている請求項 1 または請求項 2 に記載の光送受信モジュール。

20

**【請求項 4】**

前記ホトダイオードが、前記レーザダイオードと前記光入出射部とを繋ぐ線の直下に配置されている請求項 1 ~ 請求項 3 のうちのいずれか 1 項に記載の光送受信モジュール。

**【請求項 5】**

前記ホトダイオード、レーザダイオード、および誘電体膜フィルタが複数組配設されてアレイ状とされている請求項 4 に記載の光送受信モジュール。

**【請求項 6】**

前記誘電体膜フィルタと前記レーザダイオードとの間、および前記誘電体膜フィルタと前記光入出射部との間に、それぞれレンズが配設されている請求項 1 ~ 請求項 5 のうちのいずれか 1 項に記載の光送受信モジュール。

30

**【請求項 7】**

前記光透過性基板の表面に、前記ホトダイオードに対する光を集光する集光レンズが設けられている請求項 1 ~ 請求項 6 のうちのいずれか 1 項に記載の光送受信モジュール。

**【請求項 8】**

前記集光レンズが、イオンビームエッチングによって形成されている請求項 7 に記載の光送受信モジュール。

**【請求項 9】**

前記光入出射部が、光ファイバの先端部である請求項 1 ~ 請求項 8 のうちのいずれか 1 項に記載の光送受信モジュール。

**【請求項 10】**

前記光入出射部が、光導波路の先端部である請求項 1 ~ 請求項 8 のうちのいずれか 1 項に記載の光送受信モジュール。

40

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、光通信や光情報処理などに用いられ、光の送受信を行う光送受信モジュールに関する。

**【背景技術】****【0002】**

家庭と基地局とを光ファイバで繋いで光の送受信を行うにあたり、たとえば上りに 1 .

50

3 μm帯、下りに1.55 μm帯の光信号を用いた波長分割多重方式の光送受信モジュールが開発されている。このような光送受信モジュールとして、たとえば特開平11-68705号公報(特許文献1)に開示されたものがある。

【0003】

この光送受信モジュールは平面基板を有しており、平面基板には光分岐導波路が形成されている。光分岐導波路の分岐部には溝が設けられており、この溝には、入力光を波長に応じて透過方向と反射方向に分岐させる誘電体多層膜フィルタが配置されている。また、平面基板には、送信用レーザダイオードと受信用フォトダイオードとが設けられている。誘電体多層膜フィルタの透過波長は受信用フォトダイオードの受信波長に設定され、阻止波長が送信用レーザダイオードの発振波長に設定され、送信用レーザダイオードと受信用フォトダイオードとが誘電体多層膜フィルタを挟んで対向する位置に配置されているというものである。

10

【特許文献1】特開平11-68705号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、上記特許文献1に開示された光送受信モジュールでは、平面基板の表面に送信用レーザダイオード、誘電体多層膜フィルタ、および受信用フォトダイオードを設けている。このため、受信用フォトダイオードをたとえば平面基板の表面に立設したサブマウントに設ける必要があるため、実装誤差が大きく、位置合わせも困難になるという問題があった。

20

【0005】

また、基板上に送信用レーザダイオードと受信用フォトダイオードと誘電体多層膜フィルタとを設ける必要があるため、スペース的な制約が大きくなるものであった。あるいは、サブマウントを設けない態様とするためには、たとえば側面入射型のフォトダイオードなどを用いなければならないという問題があった。

【0006】

特に、誘電体多層膜フィルタの透過と反射という特性を利用することから、送信用レーザダイオードと受信用フォトダイオードと誘電体多層膜フィルタとを直線上に配置することができないため、2次元的なスペースの制約が大きくなる。したがって、たとえばこれらをアレイ状に配置しようとする、平面基板の面積を非常に大きくしなければならないという問題もあった。

30

【0007】

そこで、本発明の課題は、フォトダイオードを設けるためのサブマウントを基板上に設ける必要がなく、スペース的な制約を小さくすることができる光送受信モジュールを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決した本発明に係る光送受信モジュールは、第一波長の光を透過する光透過性基板と、光透過性基板上に載置され、第一波長とは異なる第二波長の光を出射するレーザダイオードと、光透過性基板におけるレーザダイオードが設けられた面の裏面側に取り付けられたフォトダイオードと、第一波長の光を反射し、第二波長の光を透過する誘電体多層膜フィルタと、レーザダイオードから出射する光を入射するとともに、フォトダイオードに対して光を出射する光入出射部と、を備え、誘電体多層膜フィルタが、光透過性基板に所定の傾斜角をもって形成された傾斜溝内に載置されることにより、フォトダイオードと光入出射部との間、およびレーザダイオードと光入出射部との間の光路を一致させるように調整されているものである。

40

【0009】

本発明に係る光送受信モジュールでは、基板として光透過性基板が用いられており、この透明基板の裏面側にフォトダイオードが設けられている。光入出射部から出射する光は、

50

所定の角度に調整された傾斜溝に載置された誘電体膜フィルタで反射することにより、確実にホトダイオードに到達させることができる。このため、誘電体膜フィルタによって反射した光は光透過性基板を透過してホトダイオードに入射する。したがって、ホトダイオードを設けるためのサブマウントを別途設ける必要がなくなるので、実装誤差を少なくすることができる。また、光透過性基板上での素子の配置はすべて半導体プロセスによって位置決めすることができるので、位置精度も高いものとするすることができる。さらに、ホトダイオードが裏面側に設けられることから、その分光透過性基板上のスペースの制約も緩和される。

**【0010】**

ここで、光透過性基板がシリコン基板である態様とすることができる。

10

**【0011】**

光透過性基板としては、光透過性を有するシリコン基板を好適に用いることができる。

**【0012】**

また、傾斜溝が、異方性エッチングによって形成されている態様とすることができる。

**【0013】**

光透過性基板において、異方性エッチングによって傾斜溝を形成することにより、高い精度で傾斜溝を形成することができる。

**【0014】**

さらに、ホトダイオードが、レーザダイオードと光入射部とを繋ぐ線の直下に配置されている態様とすることができる。

20

**【0015】**

このように、ホトダイオードがレーザダイオードと光入射部とを繋ぐ線の直下に配置されていることにより、光透過性基板の面方向へのスペース的な制約を緩和することができる。

**【0016】**

また、ホトダイオード、レーザダイオード、および誘電体膜フィルタが複数組配設されてアレイ状とされている態様とすることができる。

**【0017】**

このように、ホトダイオード、レーザダイオード、および誘電体膜フィルタが複数組配設されてアレイ状とされている態様の際、ホトダイオードがレーザダイオードと光入射部とを繋ぐ線の直下に配置されていることにより、全体として非常にコンパクトなものとするすることができる。

30

**【0018】**

さらに、誘電体膜フィルタとレーザダイオードとの間、および誘電体膜フィルタと光入射部との間に、それぞれ平行レンズが配設されている態様とすることができる。

**【0019】**

平行レンズが設けられていることにより、レーザダイオードと光入射部、ホトダイオードと光入射部の間の光を拡散させることなく、確実に伝達することができる。

**【0020】**

また、光透過性基板の表面に、ホトダイオードに対する光を集光する集光レンズが設けられている態様とすることができる。

40

**【0021】**

集光レンズが設けられていることにより、ホトダイオードに対する光を確実に集光させることができる。

**【0022】**

この集光レンズが、イオンビームエッチングによって形成されている態様とすることができる。

**【0023】**

集光レンズをイオンビームエッチングで形成することにより、集光レンズを位置精度よく形成することができる。

50

## 【0024】

さらに、光入出射部が、光ファイバの先端部である態様とすることができ、光入出射部が、光導波路の先端部である態様とすることもできる。

## 【0025】

このように、光入出射部としては、光ファイバの先端部や光導波路の入出射部とすることができる。

## 【発明の効果】

## 【0026】

本発明によれば、ホトダイオードを設けるためのサブマウントを基板上に設ける必要がなく、スペース的な制約を小さくすることができる光送受信モジュールを提供することができる

10

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0027】

以下、図面を参照して、本発明の好適な実施形態について説明する。なお、各実施形態において、同一の機能を有する部分については同一の符号を付し、重複する説明は省略することができる。

## 【0028】

図1は、本発明の第一の実施形態に係る光送受信モジュールの斜視図、図2はその断面図である。

## 【0029】

20

図1および図2に示すように、本実施形態に係る光送受信モジュール1は、たとえば家庭と基地局とを光ファイバで接続して光通信を行う際の家庭用として用いられるものであり、光透過性基板10を備えている。光透過性基板10は、シリコン基板であり、下り通信で使用される $1.55\mu\text{m}$ 帯の波長の光を透過する。この光透過性基板10の表面には、V溝11、第一レンズ用溝12、本発明の傾斜溝であるフィルタ用溝13、および第二レンズ用溝14が形成され、それぞれ一直線上に配置されている。

## 【0030】

V溝11は、光透過性基板10の端辺からその直交方向に延在するようにして形成されている。このV溝11の中心線の延長線上に、第一レンズ用溝12の中心点が位置するように第一レンズ用溝12が形成されている。さらにその延長線上に、フィルタ用溝13の中心点が位置するようにフィルタ用溝13が形成され、さらにその延長線上に第二レンズ用溝14の中心点が位置するように第二レンズ用溝14が形成されている。

30

## 【0031】

V溝11には、本発明の光入出射部となる光ファイバ21の先端部が載置されている。光ファイバ21は、石英ガラスを主成分とし、V溝11に載置されることにより、その中心線がV溝11の中心線と一致するようになっている。また、光ファイバの他端部は、図示しない基地局に設けられた光送受信モジュールに接続されている。

## 【0032】

また、第一レンズ用溝12には、本発明の平行レンズである第一ボールレンズ22が載置され接着剤で接着されている。第一ボールレンズ22は、球形のホウケイ酸ガラスからなり、第一レンズ用溝12に載置されることにより、第一ボールレンズ22の中心が光ファイバ21の先端部から入出射する光の光軸上に位置するようにされている。この第一ボールレンズ22は、光ファイバ21から出射する光を平行光化している。また、接着剤としては、エポキシ系またはアクリル系のものを好適に用いることができる。

40

## 【0033】

さらに、フィルタ用溝13には、本発明の誘電体膜フィルタ(波長合分波器)である誘電体多層膜フィルタ23が載置され接着剤によって接着されている。誘電体多層膜フィルタ23は、波長選択性を有しており、第一波長、本実施形態では $1.3\mu\text{m}$ 帯の波長の光を透過し、第一波長と異なる第二波長、本実施形態では $1.55\mu\text{m}$ 帯の波長の光を反射する。なお、誘電体膜フィルタとしては、誘電体を単層膜で形成したものを好適に用いることも

50

できる。

【0034】

また、第二レンズ用溝14には、本発明の平行レンズである第二ボールレンズ24が載置され接着剤によって接着されている。第二ボールレンズ24は、第一ボールレンズ22と同様ホウケイ酸ガラスからなり、第二レンズ用溝14に載置されていることにより、第二ボールレンズ24の中心が光ファイバから入出射し、誘電体多層膜フィルタ23を透過する光の光軸上に位置するようにされている。

【0035】

さらに、光透過性基板10には、マウント15が搭載されており、マウント15の上には、レーザダイオード25が搭載されている。こうして、誘電体多層膜フィルタ23を挟んで対向する位置に、光ファイバ21およびレーザダイオード25が設けられている。レーザダイオード25は、1.3 $\mu$ m帯の波長の光を出射する。レーザダイオード25から出射した光は、第二ボールレンズ24、誘電体多層膜フィルタ23、および第一ボールレンズ22を介して光ファイバ21に入射する。第二ボールレンズ24は、レーザダイオード25から出射する光を平行光化している。

【0036】

光透過性基板10の表面におけるV溝11、第一レンズ用溝12、フィルタ用溝13、および第二レンズ用溝14は、いずれも異方性エッチングによって所定の角度および深さに形成されている。具体的には、V溝11、第一レンズ用溝12、フィルタ用溝13、および第二レンズ用溝14にそれぞれ光ファイバ21、第一ボールレンズ22、誘電体多層膜フィルタ23、および第二ボールレンズ24を落とし込むのみで、これらの各素子を通過する光の光軸が一致する角度および深さとされている。

【0037】

また、光透過性基板10の裏面側には、ホトダイオード26が設けられている。ホトダイオード26は、いわゆる裏面入射型のホトダイオードであり、その光検出面が光透過性基板10の裏面に面して配置されている。このホトダイオード26は、光ファイバ21から出射し、誘電体多層膜フィルタ23で反射した1.55 $\mu$ m帯の波長の光が到達する位置に配置されている。また、ホトダイオード26は、光ファイバ21とレーザダイオード25とを繋ぐ線の直下、換言すれば、この線を含み光透過性基板10の厚さ方向に延在する面上に配置されている。

【0038】

誘電体多層膜フィルタ23が載置されるフィルタ用溝13における図2に示す傾斜角度が、所定の角度に調整されて光透過性基板10に形成されている。具体的に、この傾斜角度は、光ファイバ21から出射した光が誘電体多層膜フィルタ23に反射し、その反射した先にホトダイオード26が位置するような角度に調整されている。本実施形態では傾斜角度は54.7度とされている。このフィルタ用溝13に誘電体多層膜フィルタ23が載置されていることにより、レーザダイオード25と光ファイバ21との間、およびホトダイオード26と光ファイバ21との間の光軸が一致している。

【0039】

さらに、光透過性基板10の裏面側には、図示しないパッドを介してアンプ27および配線基板28が設けられている。このうち、アンプ27は、ホトダイオード26と同様、光ファイバ21とレーザダイオード25とを繋ぐ線の直下に配置されている。また、配線基板28は、セラミック製であり、光透過性基板10の裏面のうち、ホトダイオード26およびアンプ27を除いたほぼ全域を覆うようにして形成されている。

【0040】

ホトダイオード26は、図2に示すように、ボンディングワイヤ29を介してアンプ27および配線基板28に設けられた図示しないメタライズパターンに接続されている。ホトダイオード26は、光検出面で光を受けることにより光から電気に変換した信号をアンプ27に出力する。アンプ27は、ホトダイオード26から出力された電気信号を増幅して配線基板28に出力する。また、配線基板28におけるメタライズパターンには、図示

しないピアおよびボンディングワイヤ30などを介してレーザダイオード25に接続されているものがある。

【0041】

また、光透過性基板10の表面における誘電体多層膜フィルタ23から反射した光が通過する位置に、本発明の集光レンズである凸レンズ31が形成されている。凸レンズ31は、光ファイバ21から出射され、誘電体多層膜フィルタ23で反射した光をホットダイオード26の光検出面に向けて集光している。この凸レンズ31は、イオンビームエッチングによって形成されている。

【0042】

以上の構成を有する本実施形態に係る光送受信モジュール1の作用について説明する。

10

【0043】

本実施形態に係る光送受信モジュール1においては、図示しない駆動回路からの電気信号に基づいて、レーザダイオード25から1.3 $\mu$ m帯の波長の光が出射する。レーザダイオード25から出射した光は、第二ボールレンズ24で平行光化され、誘電体多層膜フィルタ23に到達する。誘電体多層膜フィルタ23では、1.3 $\mu$ m帯の波長の光は透過するので、レーザダイオード25から出射した光は、第一ボールレンズ22に到達する。第一ボールレンズ22では、光ファイバ21の先端部に向けて平行光を集光する。そして、集光された1.3 $\mu$ m帯の波長の光が光ファイバ21に入射し、図示しない基地局に設けられた光送受信モジュールへ光信号として伝達される。

【0044】

20

一方、基地局における光送受信モジュールからは、1.55 $\mu$ m帯の波長の光からなる光信号が家庭用の光送受信モジュール1に向けて光ファイバ21を介して伝達される。この光信号となる光は、光ファイバ21の先端部から出射する。光ファイバ21の先端部から出射した光は、第一ボールレンズ22に到達する。光ファイバ21から出射した光は、第一ボールレンズ22で平行光化されて誘電体多層膜フィルタ23に到達する。

【0045】

誘電体多層膜フィルタ23では、1.55 $\mu$ m帯の波長の光を反射するので、光ファイバ21から出射した光は反射する。ここで、誘電体多層膜フィルタ23は、所定の傾斜角をもって形成されたフィルタ用溝13に載置されている。このため、誘電体多層膜フィルタ23で反射した光は、高い精度をもって光透過性基板10に形成された凸レンズ31の方向に向かう。凸レンズ31では、誘電体多層膜フィルタ23で反射した平行光を集光する。集光された光は、高い精度をもってホットダイオード26の光検出面に向かう。

30

【0046】

ホットダイオード26では、凸レンズ31で集光した光を光検出面で受けることにより、所定の電気信号をアンプ27に出力する。アンプ27では、ホットダイオード26から出力された電気信号を増幅して、配線基板28に出力する。

【0047】

このように、本実施形態に係る光送受信モジュール1では、異なる波長の光信号を送受信する。このとき、本実施形態に係る光送受信モジュール1では、光信号を出射するレーザダイオード25と光信号が入射するホットダイオード26とを有しているが、ホットダイオード26は、光透過性基板10の裏面側に設けられている。このため、ホットダイオード26を設けるためのサブマウントなどを別途設ける必要がないので、その分スペース上の制約が少ないものとなる。また、側面入射型のホットダイオードなどを用いる必要もなくなる。

40

【0048】

また、本実施形態に係る光送受信モジュール1では、フィルタ用溝13に誘電体多層膜フィルタ23を載置しているが、このフィルタ用溝13は、異方性エッチングによって形成されている。したがって、正確な傾斜角度でフィルタ用溝13を形成することができるので、光ファイバ21から出射した光をホットダイオード26に精度よく案内することができる。

50

## 【0049】

さらに、本実施形態に係る光送受信モジュール1では、光ファイバ21が載置されるV溝11、ボールレンズ22, 24がそれぞれ載置されるレンズ用溝12, 14も異方性エッチングで所定の深さとなるようにして形成されている。したがって、これらの各溝に光ファイバ21、ボールレンズ22, 24、誘電体多層膜フィルタ23、レーザダイオード25、ホトダイオード26といった各素子を落とし込むのみで、各素子を精度よく位置合わせすることができる。

## 【0050】

また、本実施形態に係る光送受信モジュール1では、イオンビームエッチングによって光透過性基板10の表面に凸レンズ31を直接形成している。このため、光透過性基板10の表面または裏面などに、集光レンズを別途設ける必要がなくなる。さらに、本実施形態に係る光送受信モジュール1では、ホトダイオード26が光ファイバ21とレーザダイオード25とを繋ぐ線の直下に設けられている。このため、光透過性基板10の面方向へのスペース的な制約をも緩和することができる。

10

## 【0051】

次に、本発明の第二の実施形態について説明する。本実施形態に係る光送受信モジュールは、複数、本実施形態では3本の光ファイバが配置されたいわゆるアレイ状のものである。図3は、本発明の第二の実施形態に係る光送受信モジュールの斜視図である。

## 【0052】

図3に示すように、本実施形態に係る光送受信モジュール2には、1.55 $\mu$ m帯の光を透過するシリコン基板からなる光透過性基板40を有している。光透過性基板40の表面には、上記第一の実施形態と同様の左V溝11Aが形成されており、この左V溝11Aには、左光ファイバ21Aが載置されている。左V溝11Aの延長線上には、左第一レンズ用溝12Aが形成され、その延長線上には、フィルタ用溝41が形成されている。このフィルタ用溝41は、左V溝11Aが延在する方向に対して直交する方向に向けて延在するようにして形成されている。フィルタ用溝41を超えた左V溝11Aの延長線上には、左第二レンズ用溝14Aが形成されている。これらの各溝11A, 12A, 41, 14Aは、いずれも異方性エッチングによって所定の深さ、角度になるように調整されている。

20

## 【0053】

また、左V溝11Aには、左光ファイバ21Aが載置されており、左第一レンズ用溝12Aには左第一ボールレンズ22Aが載置されている。さらに、フィルタ用溝41には、誘電体多層膜フィルタ42が載置されており、左第二レンズ用溝14Aには、左第二ボールレンズ24Aが載置されている。

30

## 【0054】

さらに、左V溝11Aの延長線上であって、左第二レンズ用溝14Aが形成された位置の先における光透過性基板40の表面には、マウント43が設けられている。マウント43は、左V溝11Aが延在する方向に対して直交する方向に向けて延在するようにして形成されており、マウント43上における左V溝11Aの延長線上には、左レーザダイオード25Aが搭載されている。

## 【0055】

また、光透過性基板40における裏面側には、左ホトダイオード26Aが取り付けられている。この左ホトダイオード26Aは、左光ファイバ21Aと左レーザダイオード25Aとを繋ぐ線の直下に配置されている。そして、左ホトダイオード26Aに隣接する位置に左アンプ27Aが設けられている。この左アンプ27Aも、左ホトダイオード26Aと同様、左光ファイバ21Aと左レーザダイオード25Aとを繋ぐ線の直下に配置されている。

40

## 【0056】

さらに、本実施形態に係る光透過性基板40には、左V溝11Aと同様の中V溝11Bおよび右V溝11Cが形成されており、これらの3つのV溝11A, 11B, 11Cは、光透過性基板40の端辺方向に等間隔で離間して配置されている。中V溝11Bの延長線

50



上には、中第一レンズ用溝 1 2 B および中第二レンズ用溝 1 4 B が形成されている。また、右 V 溝 1 1 C の延長線上には、右第一レンズ用溝 1 2 C および右第二レンズ用溝 1 4 C が形成されている。

【 0 0 5 7 】

また、中 V 溝 1 1 B には中光ファイバ 2 1 B が載置され、右 V 溝 1 1 C には右光ファイバ 2 1 C が載置されている。中第一レンズ用溝 1 2 B には、中第一ボールレンズ 2 2 B が載置され、右第一レンズ用溝 1 2 C には、右第一ボールレンズ 2 2 C が載置されている。また、中第二レンズ用溝 1 4 B には、中第二ボールレンズ 2 4 B が載置され、右第二レンズ用溝 1 4 C には、右第二ボールレンズ 2 4 C が載置されている。

【 0 0 5 8 】

フィルタ用溝 4 1 およびマウント 4 3 は、いずれも左 V 溝 1 1 A の延長線上から、右 V 溝 1 1 C の延長線上に至るまでの間の位置を含むようにして延在している。マウント 4 3 上における中 V 溝 1 1 B の延長線上には、中レーザダイオード 2 5 B が搭載されており、マウント 4 3 上における右 V 溝 1 1 C の延長線上には、右レーザダイオード 2 5 C が搭載されている。また、フィルタ用溝 4 1 における誘電体多層膜フィルタ 4 2 は、左 V 溝 1 1 A の延長線上から、右 V 溝 1 1 C の延長線上にまで延在する位置に配置されている。

【 0 0 5 9 】

さらに、光透過性基板 4 0 における裏面側には、中ホトダイオード 2 6 B および右ホトダイオード 2 6 C が取り付けられている。中ホトダイオード 2 6 B は、中光ファイバ 2 1 B と中レーザダイオード 2 5 B とを繋ぐ線の直下に配置されている。中アンプは、中ホトダイオード 2 6 B に隣接する位置に設けられている（図示せず）。この中アンプも、中ホトダイオード 2 6 B と同様、中光ファイバ 2 1 B と中レーザダイオード 2 5 B とを繋ぐ線の直下に配置されている。

【 0 0 6 0 】

右ホトダイオード 2 6 C は、右光ファイバ 2 1 C と右レーザダイオード 2 5 C とを繋ぐ線の直下に配置されている。右アンプは、右ホトダイオード 2 6 C に隣接する位置に設けられている（図示せず）。この右アンプも、右ホトダイオード 2 6 C と同様、右光ファイバ 2 1 C と右レーザダイオード 2 5 C とを繋ぐ線の直下に配置されている。

【 0 0 6 1 】

さらに、光透過性基板 4 0 の表面における左 V 溝 1 1 A の延長線上であって、左第一レンズ用溝 1 2 A とフィルタ用溝 4 1 との間には、左凸レンズ 3 1 A が形成されている。同様に、中 V 溝 1 1 B の延長線上であって、中第一レンズ用溝 1 2 B とフィルタ用溝 4 1 との間には中凸レンズ 3 1 B が形成され、右 V 溝 1 1 C の延長線上であって、右第一レンズ用溝 1 2 C とフィルタ用溝 4 1 との間には右凸レンズ 3 1 C が形成されている。これらの凸レンズ 3 1 A ~ 3 1 C は、いずれもイオンビームエッチングによって形成されている。

【 0 0 6 2 】

左光ファイバ 2 1 A から出射した光は、誘電体多層膜フィルタ 4 2 で反射され、左凸レンズ 3 1 A で集光されて、左ホトダイオード 2 6 A の光検出面に入射する。また、中光ファイバ 2 1 B から出射した光は、誘電体多層膜フィルタ 4 2 で反射され、中凸レンズ 3 1 B で集光されて、中ホトダイオード 2 6 B の光検出面に入射する。さらに、右光ファイバ 2 1 C から出射した光は、誘電体多層膜フィルタ 4 2 で反射され、右凸レンズ 3 1 C で集光されて、右ホトダイオード 2 6 C の光検出面に入射する。

【 0 0 6 3 】

以上の構成を有する本実施形態に係る光送受信モジュール 2 においては、上記第一の実施形態と同様、光信号を出射するレーザダイオード 2 5 A ~ 2 5 C と光信号が入射するホトダイオード 2 6 A ~ 2 6 C とを有しているが、ホトダイオード 2 6 A ~ 2 6 C は、光透過性基板 4 0 の裏面側に設けられている。このため、ホトダイオード 2 6 A ~ 2 6 C を設けるためのサブマウントなどを別途設ける必要がないので、その分スペース上の制約が少ないものとなる。また、側面入射型のホトダイオードなどを用いる必要もなくなる。

【 0 0 6 4 】

10

20

30

40

50

しかも、本実施形態に係る光送受信モジュール2では、複数の光ファイバ21A~21Cが接続され、それぞれに対応するレーザダイオード25A~25Cおよびホトダイオード26A~26Cが設けられる。このため、スペースの制約が少なくなる点で非常に有利なものとなる。さらに、本実施形態に係る光送受信モジュール2では、ホトダイオード26A~26Cは、いずれも光ファイバ21A~21Cとレーザダイオード25A~25Cとを繋ぐ線の直下に設けられている。このため、光透過性基板40の面方向へのスペース的な制約が緩和され、小さい面積の光透過性基板40で多くの光ファイバを接続する態様とすることができる。

#### 【0065】

また、上記第一の実施形態と同様、フィルタ用溝41は、異方性エッチングによって形成されているため、正確な傾斜角度でフィルタ用溝41を形成することができる。したがって、光ファイバ21A~21Cから出射した光をホトダイオード26A~26Cに精度よく案内することができる。さらに、V溝11A~11C、レンズ用溝12A~12C、14A~14Cも異方性エッチングで所定の深さとなるようにして形成されている。したがって、光ファイバ21A~21C、ボールレンズ22A~22C、24A~24Cといった各素子を容易に精度よく位置合わせすることができる。

#### 【0066】

続いて、本発明の第三の実施形態について説明する。本実施形態に係る光送受信モジュールは、光透過性基板がパッケージに組み込まれて形成されたものである。図4は、本発明の第三の実施形態に係る光送受信モジュールを示す図であり、(a)は平面図、(b)は側面図である。(a)においては、キャップの描写を省略している。

#### 【0067】

図4に示すように、本実施形態に係る光送受信モジュール3は、光透過性基板50を備えている。光透過性基板50は、上記第一の実施形態と同様、シリコン基板からなり、1.55 $\mu$ m帯の波長の光を透過する。光透過性基板50の表面には、上記第一の実施形態と比較して大きい点で異なるV溝51が形成されており、V溝51上には、ファイバフェルール60が載置されている。ファイバフェルール60には、メタライズファイバ61を介して被覆付ファイバ62が接続されている。また、光透過性基板50の表面には、第一レンズ用溝52、フィルタ用溝53、および第二レンズ用溝54が形成されている。第一レンズ用溝52には、上記第一の実施形態と比較して、径が大きい点でのみ異なる第一ボールレンズ22が載置されている。

#### 【0068】

また、フィルタ用溝53には、上記第一の実施形態と同様の誘電体多層膜フィルタ23が載置されている。さらに、第二レンズ用溝54には、上記第一の実施形態における第二ボールレンズと比較して、径のみが小さい点で異なる第二ボールレンズ24が載置されている。

#### 【0069】

さらに、光透過性基板50の表面におけるファイバフェルール60の延長線上には、メタライズパターン55が貼り付けられており、メタライズパターン55の上にレーザダイオード25が載置されている。本実施形態に係る光送受信モジュール3では、レーザダイオード25の光出射部は、第二ボールレンズ24の中心とほぼ同じ高さ位置となるレーザダイオード25および第二ボールレンズ24が用いられている。

#### 【0070】

光透過性基板50の裏面側には、ホトダイオード26およびアンプ27が図示しないパッドを介して取り付けられている。アンプ27は、ホトダイオード26に隣接する位置に取り付けられている。また、これらホトダイオード26およびアンプ27は、ファイバフェルール60とレーザダイオード25とを繋ぐ線の直下に配置されている。また、光透過性基板50の表面における誘電体多層膜フィルタ23から反射した光が通過する位置に、凸レンズがイオンビームエッチングによって形成されている。

#### 【0071】

10

20

30

40

50

光透過性基板 50 の裏面側には、セラミック製の配線基板 56 が設けられている。配線基板 56 は、平面視した大きさが、光透過性基板 50 よりも大きくされており、ホットダイオード 26 とアンブ 27 とを避けるようにした貫通孔が形成されている。配線基板 56 の表面における光透過性基板から外れた位置には、図 4 ( a ) に示す複数の出力用ボンディングパッド 57 および入力用ボンディングパッド 58 が設けられている。

【 0 0 7 2 】

また、配線基板 56 には、ホットダイオード 26 やアンブ 27 の電源およびこれらからの出力を取り出せるようにした図示しないメタライズパターンがパターンニングされている。光透過性基板 50 の裏面側に設けられたホットダイオード 26 は、ボンディングワイヤ 29 を介して配線基板 56 に設けられたメタライズパターンおよびアンブ 27 に接続されている。

10

【 0 0 7 3 】

配線基板 56 の裏面に設けられたメタライズパターンは、図示しないビアを介して、配線基板 56 の表面端部に設けられた出力用ボンディングパッド 57 に接続されている。また、入力用ボンディングパッド 58 は、ボンディングワイヤ 59 を介して、メタライズパターン 55 およびレーザダイオード 25 に接続されている。

【 0 0 7 4 】

さらに、光透過性基板 50 は、中央に凹部が形成されたセラミックパッケージ 63 の凹部に収容されている。セラミックパッケージ 63 の端部表面には、入出力用パッド 64 が設けられている。これらの入出力用パッド 64 は、ボンディングワイヤ 65 を介して出力用ボンディングパッド 57 または入力用ボンディングパッド 58 にそれぞれ接続されている。入出力用パッド 64 には、電気入出力端子 66 がそれぞれ取り付けられている。

20

【 0 0 7 5 】

また、セラミックパッケージ 63 の凹部の上方における開口部は、キャップ 67 によって覆われている。キャップ 67 は金属製であり、キャップ 67 の外側に被覆付ファイバ 62 が配置されている。被覆付ファイバ 62 と、キャップ 67 の内部に設けられたファイバフェルル 60 とを接続するメタライズファイバ 61 がキャップ 67 とセラミックパッケージ 63 との間に介在する。この位置において、キャップ 67 とメタライズファイバ 61 とが半田付けされることにより、セラミックパッケージ 63 内が気密状態にされている。

【 0 0 7 6 】

以上の構成を有する本実施形態に係る光送受信モジュール 3 の製造手順について説明する。

30

【 0 0 7 7 】

光透過性基板 50 の表面には、V 溝 51、レンズ用溝 52、54、およびフィルタ用溝 53 を異方性エッチングによって形成する。また、メタライズパターン 55 を設ける。続いて、光透過性基板 50 の裏面に、表面の V 溝 51 と位置合わせされた半導体プロセスでメタライズマークを設け、このメタライズマークにホットダイオード 26 を精度よくダイボンドする。

【 0 0 7 8 】

次に、ホットダイオード 26 に隣接する位置にアンブ 27 をダイボンドし、配線基板 56 を光透過性基板 50 の裏面にダイボンドする。続いて、ホットダイオード 26 とアンブ 27 のパッドと配線基板 56 とをボンディングワイヤ 29 によって接続する。

40

【 0 0 7 9 】

続いて、光透過性基板 50 の表面におけるダイボンドを行う。表面のダイボンドは、まず、レーザダイオード 25 をメタライズパターン 55 上に正確にダイボンドする。次に、ボールレンズ 22、24 および誘電体多層膜フィルタ 23 を、それぞれレンズ用溝 52、54 およびフィルタ用溝 53 に載置する。このとき、各溝をガイドとして、各素子を載置する。それから、エポキシ系またはアクリル系の接着剤によってボールレンズ 22、24 および誘電体多層膜フィルタ 23 を、それぞれレンズ用溝 52、54 およびフィルタ用溝 53 に接着する。

50

## 【0080】

次に、光透過性基板50を配線基板56ごとセラミックパッケージ63にダイボンドする。それから、レーザダイオード25の端子を配線基板56に設けられた入力用ボンディングパッド58に、また、配線基板56上の各パッド57, 58をセラミックパッケージ63上の入出力用パッド64にそれぞれボンディングワイヤ59, 65で接続する。

## 【0081】

その後、先端にファイバフェルール60を取り付けたメタライズファイバ61を、ファイバフェルール60がV溝51上に嵌まるように取り付け、エポキシ系またはアクリル系などの紫外線硬化樹脂で固定する。それから、メタライズファイバ61をセラミックパッケージ63に半田付けし同時にキャップ67にも半田付けすることにより、セラミックパッケージ63内を気密封じする。このようにして、光送受信モジュール3が製造される。

## 【0082】

このような光送受信モジュール3は、光透過性基板がパッケージに組み込まれたものであるが、上記第一の実施形態と同様、光信号を出射するレーザダイオード25と光信号が入射するホトダイオード26とを有しているが、ホトダイオード26は、光透過性基板50の裏面側に設けられている。このため、ホトダイオード26を設けるためのサブマウントなどを別途設ける必要がないので、その分スペース上の制約が少ないものとなる。また、側面入射型のホトダイオードなどを用いる必要もなくなる。

## 【0083】

また、上記第一の実施形態と同様、フィルタ用溝53は、異方性エッチングによって形成されているため、正確な傾斜角度でフィルタ用溝53を形成することができる。したがって、ファイバフェルール60から出射した光をホトダイオード26に精度よく案内することができる。さらに、V溝51、レンズ用溝52, 54も異方性エッチングで所定の深さとなるようにして形成されている。したがって、ファイバフェルール60、ボールレンズ22, 24といった各素子を容易に精度よく位置合わせすることができる。

## 【0084】

さらに、本発明の第四の実施形態について説明する。本実施形態に係る光送受信モジュールは、上記第一の実施形態と比較して、光ファイバに代えて光導波路が形成されている点が主に異なる。図5は、本発明の第四の実施形態に係る光送受信モジュールの断面図である。

## 【0085】

図5に示すように、本実施形態に係る光送受信モジュール4は、シリコン基板からなり光を透過する光透過性基板70を備えている。光透過性基板70の表面には、第一レンズ用溝12、フィルタ用溝13、および第二レンズ用溝14が直線上に配置されている。これらの溝12~14は、上記第三の実施形態で説明したものと同じ大きさとされている。

## 【0086】

第一レンズ用溝12には、第一ボールレンズ22が載置され、フィルタ用溝13には、誘電体多層膜フィルタ23が載置され、第二レンズ用溝14には、第二ボールレンズ24が載置されている。また、光透過性基板70上における第一レンズ用溝12から第二レンズ用溝14に向けた直線の延長線上に、レーザダイオード25が設けられている。また、光透過性基板70における第二レンズ用溝14から第一レンズ用溝12に向けた直線の反対方向には、その直線に沿って光導波路71が形成されている。光導波路71は、光透過性基板70の上にポリイミドなどを用いることによって形成されている。このとき、ポリイミドの厚さを調整することにより、第一ボールレンズ22を通過する光の光軸の高さに光導波路71のコア部の高さを合わせることができる。

## 【0087】

さらに、光透過性基板70の裏面側には、上記第一の実施形態と同様のホトダイオード26、アンプ27、および配線基板28が同様の位置関係をもって配置されている。また、さらに、光透過性基板70における誘電体多層膜フィルタ23から反射した光が通過する位置に、凸レンズ31が形成されている。その他の点については、上記第一の実施形態

10

20

30

40

50

と同様の構成を有している。

【0088】

以上の構成を有する本実施形態に係る光送受信モジュール4においては、光ファイバに代えて、光導波路71を形成したものであるが、上記第一の実施形態と同様、光信号を出射するレーザダイオード25と光信号が入射するホトダイオード26とを有している。ここで、ホトダイオード26は、光透過性基板70の裏面側に設けられている。このため、ホトダイオード26を設けるためのサブマウントなどを別途設ける必要がないので、その分スペース上の制約が少ないものとなる。また、側面入射型のホトダイオードなどを用いる必要もなくなる。

【0089】

また、上記第一の実施形態と同様、フィルタ用溝13は、異方性エッチングによって形成されているため、正確な傾斜角度でフィルタ用溝13を形成することができる。したがって、光導波路71から出射した光をホトダイオード26に精度よく案内することができる。さらに、レンズ用溝12, 14も異方性エッチングで所定の深さとなるようにして形成されている。したがって、ボールレンズ22, 24などの素子を容易に精度よく位置合わせすることができる。

【0090】

次に、本発明の第五の実施形態について説明する。本実施形態に係る光送受信モジュールは、上記第三の実施形態と比較して、光ファイバが分離したタイプである点において主に異なっている。図6は、本発明の第五の実施形態に係る光送受信モジュールを示す図

であり、(a)は平面図、(b)は側断面図である。

【0091】

図6に示すように、本実施形態に係る光送受信モジュール5は、シリコン基板からなり、光を透過する光透過性基板80を備えている。光透過性基板80の表面には、フィルタ用溝53および第二レンズ用溝54が形成されている。フィルタ用溝53には、誘電体多層膜フィルタ23が載置され、第二レンズ用溝54には第二ボールレンズ24が載置されている。

【0092】

また、光透過性基板80の裏面側には、ホトダイオード26、アンプ27、および配線基板56が設けられている。さらに、光透過性基板80は、セラミックパッケージ81に

収容されている。セラミックパッケージ81の内部は、平板状のキャップ82によって気密封じされている。

【0093】

セラミックパッケージ81における側壁部には、レンズホルダ83がYAG溶接によって取り付けられている。このYAG溶接は、調芯作業が行われた後に実施される。レンズホルダ83内には、第一ボールレンズ84が収容されているとともに、レンズホルダ83にはファイバフェルール85が挿入されている。ファイバフェルール85には、被覆付ファイバ87が接続されている。

【0094】

さらに、セラミックパッケージ81の側壁部には、貫通孔が形成されており、この貫通孔を塞ぐ透明窓88が設けられている。ファイバフェルール85から出射する光は、第一ボールレンズ84を介してセラミックパッケージ81内の誘電体多層膜フィルタ23に到達する。また、誘電体多層膜フィルタ23を透過したレーザダイオード25の光は、透明窓88および第一ボールレンズ84を介してファイバフェルール85に到達する。その他の点については、上記第三の実施形態と同様の構成を有している。

40

【0095】

以上の構成を有する本実施形態に係る光送受信モジュール5においては、ファイバフェルール85と第一ボールレンズ84とを、いずれもレンズホルダ83内に収容し、レンズホルダ83をセラミックパッケージ81の側壁部に固定している。かかる態様の光送受信モジュール5においても、上記第三の実施形態と同様、ホトダイオード26は、光透過性

50

基板 80 の裏面側に設けられている。このため、ホットダイオード 26 を設けるためのサブマウントなどを別途設ける必要がないので、その分スペース上の制約が少ないものとなる。また、側面入射型のホットダイオードなどを用いる必要もなくなる。

【0096】

また、フィルタ用溝 53 は、異方性エッチングによって形成されているため、正確な傾斜角度でフィルタ用溝 53 を形成することができる。したがって、透明窓 88 を通して出射した光をホットダイオード 26 に精度よく案内することができる。さらに、レンズ用溝 54 も異方性エッチングで所定の深さとなるようにして形成されている。したがって、第二ボールレンズ 24 などの素子を容易に精度よく位置合わせすることができる。

【0097】

さらに、本実施形態に係る光送受信モジュール 5 では、上記第三の実施形態で示した光送受信モジュールのようなメタライズファイバを用いていないので、その分コストの低減を図ることができる。

【0098】

ところで、本実施形態に係る光送受信モジュール 5 では、ファイバフェルール 85 および第一ボールレンズ 83 が光透過性基板 80 上に載置されてないので、調芯を別途行う必要がある。ただし、第一ボールレンズ 84 はファイバフェルール 85 を圧入したレンズホルダ 83 の先端に形成されたテーパ部により固定されている。このためファイバフェルール 85 の中心と第一ボールレンズ 84 の中心とを精度よく合わせることができる。しかも、第一ボールレンズ 84 から出射する光は平行光となるので、光軸方向の調芯は不要である。さらに、ホットダイオード 26、レーザダイオード 25、第二ボールレンズ 24、および誘電体多層膜フィルタ 23 の位置関係は高精度で一致している。このため、調芯作業は光軸に垂直な方向に対して、位置合わせをレーザ光に対してのみ実施すれば済む。

【0099】

以上、本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は上記の各実施形態に限定されるものではない。たとえば、上記各実施形態では、家庭用の光送受信モジュールについて説明したが、本発明の光送受信モジュールは、基地局用の光送受信モジュールに用いることもできる。この場合、レーザダイオードが  $1.55 \mu\text{m}$  帯の光を出射し、誘電体膜フィルタは  $1.55 \mu\text{m}$  帯の波長の光を透過し、 $1.3 \mu\text{m}$  帯の波長の光を反射する。また、上記各実施形態としては、ホットダイオードとして裏面入射型のホットダイオードを用いているが、表面入射型のホットダイオードを用いることもできる。さらに、上記実施形態では、光透過性基板としてシリコン基板を用いているが、たとえば光を透過するガラス基板などを用いることもできる。ガラス基板を用いる際には、各溝は、たとえば NC 加工によって形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【0100】

【図 1】本発明の第一の実施形態に係る光送受信モジュールの斜視図である。

【図 2】本発明の第一の実施形態に係る光送受信モジュールの断面図である。

【図 3】本発明の第二の実施形態に係る光送受信モジュールの斜視図である。

【図 4】本発明の第三の実施形態に係る光送受信モジュールを示す図であり、(a) は平面図、(b) は側面図である。

【図 5】本発明の第四の実施形態に係る光送受信モジュールの側断面図である。

【図 6】本発明の第五の実施形態に係る光送受信モジュールを示す図であり、(a) は平面図、(b) は側断面図である。

【符号の説明】

【0101】

1 ~ 5 ... 光送受信モジュール、10, 40, 50, 70, 80 ... 光透過性基板、11, 51 ... V 溝、12, 52 ... 第一レンズ用溝、13, 41, 53 ... フィルタ用溝、14, 54 ... 第二レンズ用溝、15, 43 ... マウント、21 ... 光ファイバ、22, 84 ... 第一ボールレンズ、23, 32, 42 ... 誘電体多層膜フィルタ、24 ... 第二ボールレンズ、25 ...

10

20

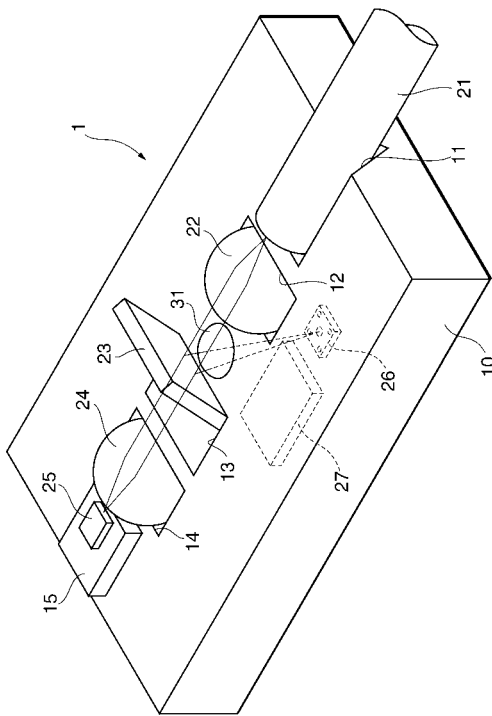
30

40

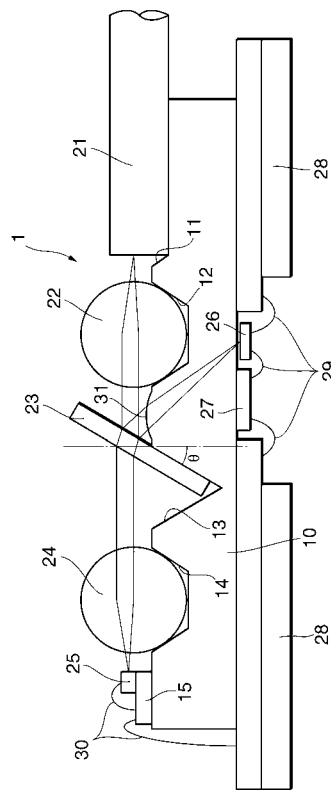
50

レーザダイオード、26...ホットダイオード、27...アンプ、28, 56...配線基板、29, 59, 65...ボンディングワイヤ、31...凸レンズ、57...出力用ボンディングパッド、58...入力用ボンディングパッド、60, 85...ファイバフェール、61...メタライズファイバ、62, 87...被覆付ファイバ、63, 81...セラミックパッケージ、64...入出力用パッド、66...電気入出力端子、67, 82...キャップ、71...光導波路、83...レンズホルダ、88...透明窓。

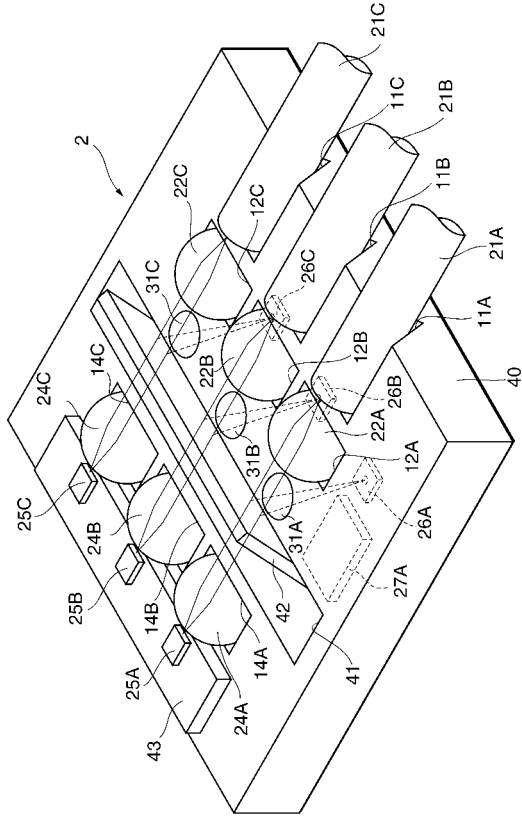
【図1】



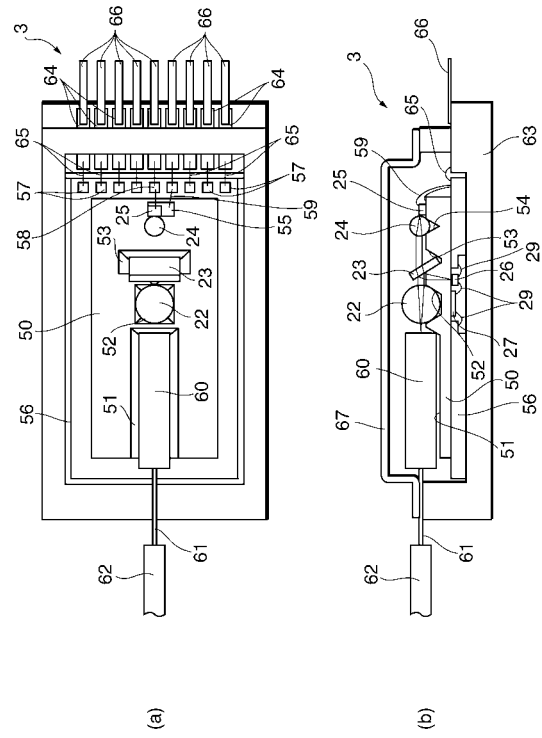
【図2】



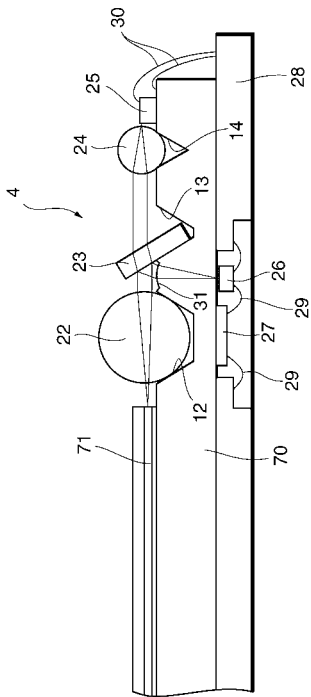
【 図 3 】



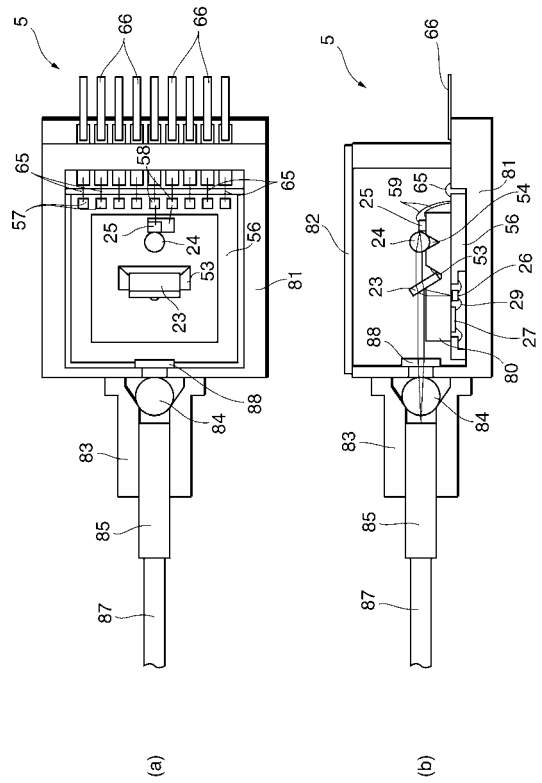
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】





---

フロントページの続き

(72)発明者 竹山 創

静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

(72)発明者 武藤 雅昭

静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

Fターム(参考) 2H037 AA01 BA03 BA05 BA12 BA14 CA14 CA37 DA02 DA03 DA04  
DA05 DA12  
5F073 AB13 AB27 AB28 BA01 EA29 FA04 FA07 FA08 FA13 FA15  
FA23 FA27 FA28  
5F089 AA01 AC10 AC15 AC17 AC19 AC20 CA20