

(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2012-113094

(P2012-113094A)

(43) 公開日 平成24年6月14日(2012.6.14)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G02B 6/42 (2006.01)	G02B 6/42	2H137
G02B 6/34 (2006.01)	G02B 6/34	
G02B 6/32 (2006.01)	G02B 6/32	

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2010-261219 (P2010-261219)
 (22) 出願日 平成22年11月24日 (2010.11.24)

(71) 出願人 301005371
 日本オブネクスト株式会社
 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町2 1 6 番地
 (74) 代理人 110000154
 特許業務法人はるか国際特許事務所
 (72) 発明者 坂 卓磨
 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町2 1 6 番地
 日本オブネクスト株式会社内
 Fターム(参考) 2H137 AA01 AB05 AB06 AC04 BA01
 BA12 BB02 BB12 BC01 BC53
 BC55 BC80 CA19A CA19C CA19E
 CA19F CB06 CB32 CC01 CC03
 CC05 DA07 DA13 DA14 DA39
 DB09 EA02 HA10 HA13

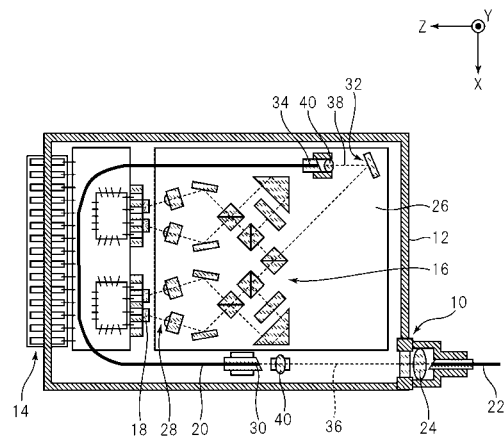
(54) 【発明の名称】 光モジュール

(57) 【要約】

【課題】小型化を達成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。

【解決手段】光モジュールは、空間に光路を有する光学系16と、光学系16の入口及び出口の一方である第1出入口28に光学的に接続された電気光学素子18と、柔軟性を有する光導波路20と、外部との光学的な接続を図るための光インターフェース10を備え、光学系16、電気光学素子18及び光導波路20を収納する筐体12と、を有し、光導波路20は、筐体12内で光インターフェース10に光学的に接続される第1接続部30と、光学系16の入口及び出口の他方である第2出入口32に光学的に接続される第2接続部34と、を有し、筐体12内で屈曲して配置され、光インターフェース10と第1接続部30の間を通る第1光軸36と、第2出入口32と第2接続部34の間を通る第2光軸38とは、ずれている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

空間に光路を有する光学系と、
前記光学系の入口及び出口の一方である第 1 出入口に光学的に接続された電気光学素子と、

柔軟性を有する光導波路と、

外部との光学的な接続を図るための光インターフェースを備え、前記光学系、前記電気光学素子及び前記光導波路を収納する筐体と、
を有し、

前記光導波路は、前記筐体内で前記光インターフェースに光学的に接続される第 1 接続部と、前記光学系の前記入口及び前記出口の他方である第 2 出入口に光学的に接続される第 2 接続部と、を有し、前記筐体内で屈曲して配置され、

前記光インターフェースと前記第 1 接続部の間を通る第 1 光軸と、前記第 2 出入口と前記第 2 接続部の間を通る第 2 光軸とは、ずれていることを特徴とする光モジュール。

【請求項 2】

請求項 1 に記載された光モジュールにおいて、

前記光学系の前記光路は、光の複数の進行方向を有することを特徴とする光モジュール

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載された光モジュールにおいて、

前記光学系は、光を分岐する光学部品、光を合波する光学部品、光を反射する光学部品及び光を屈折する光学部品の少なくとも 1 つを含むことを特徴とする光モジュール。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載された光モジュールにおいて、

前記筐体外で前記光インターフェースに光学的に接続される外部光ファイバをさらに有していることを特徴とする光モジュール。

【請求項 5】

請求項 4 に記載された光モジュールにおいて、前記光導波路は、前記外部光ファイバよりもコアとクラッドの屈折率差が大きい光ファイバであって、前記外部光ファイバに許容された曲げ半径よりも小さな曲げ半径で曲げられていることを特徴とする光モジュール。

【請求項 6】

請求項 4 または 5 に記載された光モジュールにおいて、

前記筐体と前記外部光ファイバとの間に配置されたレンズをさらに有することを特徴とする光モジュール。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載された光モジュールにおいて、

前記筐体内の前記第 1 光軸及び前記第 2 光軸の少なくとも一方上にレンズをさらに有することを特徴とする光モジュール。

【請求項 8】

請求項 6 又は 7 に記載された光モジュールにおいて、

前記レンズは、コリメートレンズであることを特徴とする光モジュール。

【請求項 9】

請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載された光モジュールにおいて、

前記筐体の内側に固定された基板をさらに有し、

前記基板に前記光学系が搭載されていることを特徴とする光モジュール。

【請求項 10】

請求項 9 に記載された光モジュールにおいて、

前記光導波路の第 2 接続部は、前記基板に固定されていることを特徴とする光モジュール。

【請求項 11】

請求項 10 に記載された光モジュールにおいて、
前記光導波路の第 1 接続部は、前記基板との固定を避けて配置されていることを特徴とする光モジュール。

【請求項 12】

請求項 10 に記載された光モジュールにおいて、
前記光導波路の第 1 接続部も、前記基板に固定されていることを特徴とする光モジュール。

【請求項 13】

請求項 11 又は 12 に記載された光モジュールにおいて、
前記光導波路の前記第 1 接続部及び前記第 2 接続部の少なくとも一方は、前記光導波路の長さ方向に対して斜めになった端面を有していることを特徴とする光モジュール。 10

【請求項 14】

請求項 13 に記載された光モジュールにおいて、
前記端面を通る法線は、前記基板の表面に平行であることを特徴とする光モジュール。

【請求項 15】

請求項 9 から 14 のいずれか 1 項に記載された光モジュールにおいて、
前記基板と前記筐体の間に、前記基板及び前記筐体のいずれよりも弾性係数の低い接着層が介在することを特徴とする光モジュール。

【請求項 16】

請求項 1 から 15 のいずれか 1 項に記載された光モジュールにおいて、
前記筐体は、外部との電気的な接続を図るための電気インターフェースを有し、
前記光インターフェースと前記電気インターフェースは、相互に、前記筐体の反対側に配置されていることを特徴とする光モジュール。 20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光モジュール、特に D Q P S K、D P S K、Q P S K、D P - Q P S K 等の光モジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

光通信網は、光信号を伝播するための媒体として光ファイバと、光信号を送受信するための光トランシーバによって構成されている。光トランシーバは、その筐体内に、電気信号を光信号に、光信号を電気信号に変換するための光モジュールと、制御のための電子素子や電気コネクタ等が搭載されたプリント基板とを内包している。 30

【0003】

一般的な光モジュールは、レーザ（発光素子）、フォトダイオード（受光素子）といった光電気変換を行う光素子をパッケージ内部に搭載し、パッケージは、金属やセラミック等によって構成されることが多い。パッケージの形状は、BOX 型の形状が頻繁に使用されるが、これは、搭載プロセスが簡易であるという利点を有する。BOX 型パッケージの蓋を取り付けない状態であれば、内部に基板、IC、レンズなどの光部品、受発光素子等を平面的に並べることが可能であり、内部の部品搭載後、蓋をすることでパッケージを構成できる。 40

【0004】

これまで、一般的な光モジュールでは、変調電気信号を、発光素子において、光強度変調信号とすることで光信号を伝播し、さらに、その光強度変化を受光素子が電気強度変化に光電気変換することですること、信号の伝送をしてきた。

【0005】

しかし、近年では、光モジュールの伝送容量の高速化に伴って、P S K（Phase Shift Keying）と呼ばれる光の位相を変調した信号を伝播する方式が現れてきた。これは、D Q P S K（Differential Quadrature Phase Shift Keying）、D P S K（Differential Pha 50

se Shift Keying) , Q P S K (Quadrature Phase Shift Keying) , D P - Q P S K (Dual Polarization Quadrature Phase Shift Keying) , P M - Q P S K (Polarization Multiplexed Quadrature Phase Shift Keying) 等で知られ、近年、それぞれの方式に対応した光送信モジュール、光受信モジュール、トランシーバなどが学会等で報告されている。このような位相変調方式の光モジュールでは、複数の光素子を光モジュール筐体内に収め、光信号を合波・分波する光学部品を搭載する必要がある。特に、光受信モジュールでは、干渉光学系をモジュール筐体内で構成し、位相変調した光信号を干渉させ、光強度信号へ変換し、受光素子によって、光信号から電気信号へ変換する必要がある。

【 0 0 0 6 】

ところで、同時に、近年、光トランシーバに対する小型・低背化が必要になってきており、光送信モジュール、光受信モジュールの小型・低背化が検討されている。その方法として、近年の光モジュールでは、光素子、光信号を合波・分波するための光学部品をすべて一つの筐体内に搭載している。

10

【 0 0 0 7 】

このような光モジュールの一例として、特許文献 1 が開示されている。特許文献 1 の光モジュールは強度変調方式の光モジュールである。従来光モジュールでは、筐体に、発光素子（レーザダイオード）と受光素子（フォトダイオード）が複数取り付けられている。筐体内部に、全反射用波長フィルタや波長分離用フィルタを空間的に配置させ、光信号を反射・透過させることで、光信号の合波・分波を行っている。従来例では、一本の光ファイバにて、1つの送信光信号と、2つの受信光信号を伝送できるとしている。

20

【 0 0 0 8 】

また従来例によると、発光素子から出た光信号をレンズによって集光し、ファイバを内蔵するキャピラリに光信号を伝播し、キャピラリから出てきた光信号をコリメータレンズによってコリメータ光として、筐体内の空間を伝播させている。ここで、ファイバを内蔵したキャピラリを搭載することによって、発光素子の光が光軸に対してチルトしていても、キャピラリに内蔵されたファイバによって光軸が修正することが出来る。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 9 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 5 - 3 0 9 3 7 0 号 公 報

30

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 0 】

従来例では発光素子（レーザダイオード）からファイバコリメータまで、一直線上に配置する必要がある。すなわち、発光素子、集光レンズ、キャピラリ、コリメータレンズ、フィルタ、ファイバコリメータの光軸は一直線上に位置させる必要がある。しかしながら、上記の部品は、それぞれ形状と大きさが異なり、特に、ファイバコリメータは筐体の壁に、コリメータレンズやキャピラリは筐体底面に搭載されるため、すべての部品の光軸を一直線上にあわせようとした従来光送信モジュールでは、筐体の厚さが薄くならないという欠点があった。

40

【 0 0 1 1 】

同様に、従来例では発光素子（レーザダイオード）から反射機能を有する部材（全反射用波長フィルタ）まで、一直線上に配置される必要がある。すなわち、発光素子、集光レンズ、キャピラリ、コリメータ、全反射用波長フィルタは一直線上に位置させる必要がある。一方で、ファイバコリメータや波長分離フィルタの場所と向きは、決められているため、設計の自由度はほとんど無い。さらに、ファイバコリメータの取り付け位置は光トランシーバによって規定されてしまうため、従来例の空間光学系を実際に組むと大型化してしまうという欠点があった。空間光学系の大きさは、筐体の大きさと比例してしまう。そのため、従来光送信モジュールでは、筐体が大きいという欠点があった。

【 0 0 1 2 】

50

本発明は、高精度な部材位置合わせを妨げることなく、環境温度変化等による干渉効率の低下がなく、小型化を達成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。

【課題を解決するための手段】

【0013】

(1) 本発明に係る光モジュールは、空間に光路を有する光学系と、前記光学系の入口及び出口の一方である第1出入口に光学的に接続された電気光学素子と、柔軟性を有する光導波路と、外部との光学的な接続を図るための光インターフェースを備え、前記光学系、前記電気光学素子及び前記光導波路を収納する筐体と、を有し、前記光導波路は、前記筐体内で前記光インターフェースに光学的に接続される第1接続部と、前記光学系の前記入口及び前記出口の他方である第2出入口に光学的に接続される第2接続部と、を有し、前記筐体内で屈曲して配置され、前記光インターフェースと前記第1接続部の間を通る第1光軸と、前記第2出入口と前記第2接続部の間を通る第2光軸とは、ずれていることを特徴とする。本発明によれば、光導波路が柔軟性を有しているため、これを自由に屈曲させて、光学系の配置に対応させることができる。したがって、光学系の設計の自由度が増すので、高精度な部材位置合わせを妨げることなく、環境温度変化等による干渉効率の低下がなく、小型化を達成することができる。

10

【0014】

(2) (1)に記載された光モジュールにおいて、前記光学系の前記光路は、光の複数の進行方向を有することを特徴としてもよい。

20

【0015】

(3) (1)又は(2)に記載された光モジュールにおいて、前記光学系は、光を分岐する光学部品、光を合波する光学部品、光を反射する光学部品及び光を屈折する光学部品の少なくとも1つを含むことを特徴としてもよい。

【0016】

(4) (1)から(3)のいずれか1項に記載された光モジュールにおいて、前記筐体外で前記光インターフェースに光学的に接続される外部光ファイバをさらに有していることを特徴としてもよい。

【0017】

(5) (4)に記載された光モジュールにおいて、前記光導波路は、前記外部光ファイバよりもコアとクラッドの屈折率差が大きい光ファイバであって、前記外部光ファイバに許容された曲げ半径よりも小さな曲げ半径で曲げられていることを特徴としてもよい。

30

【0018】

(6) (4)または(5)に記載された光モジュールにおいて、前記筐体と前記外部光ファイバとの間に配置されたレンズをさらに有することを特徴としてもよい。

【0019】

(7) (1)から(6)のいずれか1項に記載された光モジュールにおいて、筐体内であって、前記第1光軸及び前記第2光軸の少なくとも一方上にレンズをさらに有することを特徴としてもよい。

40

【0020】

(8) (6)又は(7)に記載された光モジュールにおいて、前記レンズは、コリメートレンズであることを特徴としてもよい。

【0021】

(9) (1)から(8)のいずれか1項に記載された光モジュールにおいて、前記筐体の内側に固定された基板をさらに有し、前記基板に前記光学系が搭載されていることを特徴としてもよい。

【0022】

(10) (9)に記載された光モジュールにおいて、前記光導波路の第2接続部は、前記基板に固定されていることを特徴としてもよい。

【0023】

50

(11)(10)に記載された光モジュールにおいて、前記光導波路の第1接続部は、前記基板との固定を避けて配置されていることを特徴としてもよい。

【0024】

(12)(10)に記載された光モジュールにおいて、前記光導波路の第1接続部も、前記基板に固定されていることを特徴としてもよい。

【0025】

(13)(11)又は(12)に記載された光モジュールにおいて、前記光導波路の前記第1接続部及び前記第2接続部の少なくとも一方は、前記光導波路の長さ方向に対して斜めになった端面を有していることを特徴としてもよい。

【0026】

(14)(13)に記載された光モジュールにおいて、前記端面を通る法線は、前記基板の表面に平行であることを特徴としてもよい。

【0027】

(15)(9)から(14)のいずれか1項に記載された光モジュールにおいて、前記基板と前記筐体の間に、前記基板及び前記筐体のいずれよりも弾性係数の低い接着層が存在することを特徴としてもよい。

【0028】

(16)(1)から(15)のいずれか1項に記載された光モジュールにおいて、前記筐体は、外部との電気的な接続を図るための電気インターフェースを有し、前記光インターフェースと前記電気インターフェースは、相互に、前記筐体の反対側に配置されていることを特徴としてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明の実施形態に係る光モジュールの構成を示す平面図である。

【図2】本発明の実施例1の光モジュールの構成を示す平面図である。

【図3】本発明の実施例1の光受信モジュールの組み立てる際の一工程を示す平面図である。

【図4】本発明の実施例1の光受信モジュールの組み立てる際の一工程を示す平面図である。

【図5】本発明の実施例2の光モジュールの構成を示す平面図である。

【図6】本発明の実施例2の光モジュールの構成を示す断面図である。

【図7】本発明の実施例3の光モジュールの構成を示す平面図である。

【図8】本発明の実施例3の光モジュールの一部の光部品を示す平面図である。

【図9】本発明の実施例4の光モジュールの構成を示す平面図である。

【図10】本発明の実施例5の光モジュールの一部構成を示す平面図である。

【図11】本発明の実施例6の光モジュールの一部構成を示す平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

【0031】

図1は、本発明の実施形態に係る光モジュールを示す図である。光モジュールの筐体12は、外部との光学的な接続を図るための光インターフェース10を備えている。筐体12外で外部光ファイバ22が光インターフェース10に光学的に接続されている。筐体12と外部光ファイバ22との間にレンズ24が配置されている。レンズ24は、コリメートレンズである。

【0032】

筐体12は、外部との電気的な接続を図るための電気インターフェース14も備えている。光モジュールは、電気光学素子18(例えば受光素子又は発光素子)を有する。電気光学素子18は、電気インターフェース14に電気的に接続されている。

【0033】

10

20

30

40

50

筐体 12 には、光学系 16、電気光学素子 18 及び光導波路 20 が収納される。筐体 12 の内側に基板 26 が固定されている。光学系 16 は、空間に光路を有し、基板 26 に搭載されている。光学系 16 の光路は、光の複数の進行方向を有する。光学系 16 は、光を分岐する光学部品、光を合波する光学部品、光を反射する光学部品及び光を屈折する光学部品の少なくとも 1 つを含む。

【0034】

光学系 16 は、光信号の入り口及び出口の一方である第 1 出入口 28 と、他方である第 2 出入口 32 を有する。電気光学素子 18 は、第 1 出入口 28 に光学的に接続されている。

【0035】

光モジュールは、柔軟性を有する光導波路 20 を有する。光導波路 20 の第 1 接続部 30 は、筐体 12 内で光インターフェース 10 に光学的に接続されている。光導波路 20 の第 2 接続部 34 は、光学系 16 の第 2 出入口 32 に光学的に接続されている。

【0036】

光導波路 20 の第 2 接続部 34 は、基板 26 に固定されている。光導波路 20 の第 2 接続部 34 は、光導波路 20 の長さ方向に対して斜めになった端面を有している。端面を通る法線は、基板 26 の表面に平行である。光導波路 20 は、外部光ファイバ 22 よりもコアとクラッドの屈折率差が大きい光ファイバである。光導波路 20 は、筐体 12 内で屈曲して配置されている。光導波路 20 は、外部光ファイバ 22 に許容された曲げ半径よりも小さな曲げ半径で曲げられている。

【0037】

光インターフェース 10 と第 1 接続部 30 の間を通る第 1 光軸 36 と、第 2 出入口 32 と第 2 接続部 34 の間を通る第 2 光軸 38 とは、ずれている。第 1 光軸 36 及び第 2 光軸 38 の少なくとも一方上にレンズ 40 が配置されている。レンズ 40 は、コリメートレンズである。

【0038】

光インターフェース 10 と電気インターフェース 14 は、相互に、筐体 12 の反対側に配置されている。したがって、光学系 16 の第 1 出入口 28 と第 2 出入口 32 を一直線上に配置しようとする、光学部品の配置に制約を受ける。そこで、本実施形態では、柔軟性を有する光導波路 20 を使用し、これを屈曲させてある。そのため、光学系 16 の配置に光導波路 20 の形状を対応させることができるので、光学系 16 の第 1 出入口 28 と第 2 出入口 32 を一直線上に配置する必要がない。したがって、光学系 16 の設計の自由度が増すので、高精度な部材位置合わせを妨げることなく、環境温度変化等による干渉効率の低下がなく、小型化を達成することができる。

【実施例】

【0039】

以下、本発明の実施形態を具体的に示した実施例を説明する。

【0040】

[実施例 1]

図 2 は、本発明の実施例 1 の光受信モジュールの構成を示す平面図であり、具体的には 40 Gbps 程度の伝送容量を有する DQPSK 光受信モジュールが示されている。また、便宜的に座標軸を記載し、光受信モジュールに対する光信号の入出力方向を Z 軸とした。

【0041】

パッケージの筐体 103 は金属またはセラミックで構成されている。一般的には、筐体 103 を金属にて構成するほうが安価である。筐体 103 は形状が箱型になっており、リッド（図示せず）を搭載し、熔融金属などの無機材質によってリッドを固着することで、筐体 103 内部の部材の気密封止が保たれる。したがってリッド（図示せず）の搭載は、筐体 103 内に部材をすべて搭載固定した後になる。

【0042】

筐体 103 には光信号入力用として、第 1 光ファイバ 124 が備え付けられるようになっている。第 1 光ファイバ 124 の端はフェルール 125 によって固定され、フェルール 125 はホルダ 123 に固定されている。

【0043】

ホルダ 123 にはレンズ 126 が固定されており、第 1 光ファイバ 124 端より出射された光信号はレンズ 126 によって集光またはコリメート光を成すように調整されている。一般的にはワーキングディスタンスが 10 mm 以上のコリメート光が好ましい。ホルダ 123 は、筐体 103 に備え付けられたパイプ 127 と溶融金属等によって固着される。筐体 103 には、透光性基板 128 が備え付けられており、光信号はこの透光性基板 128 を通過する。一般的には、パイプ 127、透光性基板 128 や筐体 103 は、おのものが溶融ガラスや溶融金属といった無機材質からなり、相互に隙間無く固定されており、筐体 103 内の部材の気密封止が保たれている。ホルダ 123 を筐体 103 に対して固着することは、筐体 103 内に部材を搭載する前でも良い。しかし、一般的には、筐体 103 にリッドを固着した後、ホルダ 123 を、アクティブアライメント法（第 1 光ファイバ 124 に光信号を入力し、光強度に応じた電気信号を観測しながら、ホルダ 123 の位置決めをする方法）によって位置合わせをした後に溶融金属によって固定する。なお、フェルール 125 はジルコニアなどのセラミックや、金属などによって構成されている。また、フェルール 125 及び第 1 光ファイバ 124 の端面は斜め研磨されており、光信号が反射され、もとの光路を通って戻ることを防いでいる。

10

【0044】

図 2 で、光信号の光路 129 は破線にて示してある。透光性基板 128 を通った光信号は台座 130 上に載ったレンズ 131 によって集光され、フェルール 132 によって固定されている第 2 光ファイバ 139 内に入力される。

20

【0045】

第 2 光ファイバ 139 のもう一端にはフェルール 112 が設けられ、ホルダ 113 にフェルール 112 とレンズ 114 が固着され、光路 129 を通る光がコリメータ光を成している。

【0046】

光路 129 はミラー 115 によって曲げられ、ハーフビームスプリッタ 119 によって分岐される。ハーフビームスプリッタ 119 を境に X 軸正方向と X 軸負方向にある光部品は、ほぼ対象 Z 軸に対して線対象に構成されており、機能もほぼ同様である。そこで、ハーフビームスプリッタ 119 よりも X 軸負方向にある光部品を使って説明をする。光路 129 はハーフビームスプリッタ 118 によって 2 分岐される。2 分岐された光路 129 のうち一方は、プリズム 116 によって折り返されてから、ハーフビームスプリッタ 111 に導入されるが、もう一方の光路 129 は、直接ハーフビームスプリッタ 111 に導入される。この 2 つの光路 129 の長さの差は、40 Gbps のスループットを持つ DQPSK 受信器においては、15 mm 程度である。すなわちプリズム 116 を通る光信号の光路 129 の長さが 15 mm 長くなっており、1 ビット分遅延させられている。位相調整素子 117 は、光路 129 が通る面が研磨されたシリコン基板等が使われる。位相調整素子 117 は、波長の変化や、温度変化などが起きても常に位相補正する機能が付けられている。具体的には、位相調整素子 117 のシリコン基板にヒータが取り付けられ、温度によってシリコンの屈折率が調整されている。

30

40

【0047】

ハーフビームスプリッタ 118 で分岐された光路 129 は、ハーフビームスプリッタ 111 において合波・分岐され、2 つのビームは互いに干渉する。干渉された光信号は、その後、レンズ 136 によって、サブマウント 108 上に搭載されたフォトダイオード 109 上に集光され、光信号から電気信号へと変換される。サブマウント 108 は XY 平面内に主平面を持ち、その主平面上にフォトダイオード 109 が搭載されている。サブマウント 108 の側面には配線パターン 138 が形成されており、フォトダイオード 109 用バイアスパターンと信号パターンが形成される。サブマウント 108 には 2 つのフォトダイ

50

オード109が搭載されているため、それぞれ2本のバイアスパターンと信号パターンが、合計4本形成されている。配線パターン138とアンブIC106上のパッドは、ワイヤ107によって導通接続されている。つまり、一つのアンブIC106には、2つのフォトダイオード109からの電気信号が入力されているが、これは2つのフォトダイオード109より出力される電気信号の大きさの差が、アンブIC106によって増幅され、出力されるためである。なお、サブマウント108はアルミナ、アルミナイトライド等のセラミック基板によって構成されていることが多い。

【0048】

アンブIC(Integrated Circuit)106には、入力された信号を一定振幅まで増幅するAGC(Automatic Gain Control)機能が備えられていることが多い。アンブIC106上のパッドは、セラミック基板105上の伝送線路パターン(記載せず)とワイヤ107によって接続されている。さらにセラミック基板105上の伝送線路パターンとセラミック基板101上の伝送線路パターン102はワイヤ104によって接続されている。ここでセラミック基板101は、筐体103に取り付けられており、筐体103内の気密封止を保ちながら、電気信号、電源、バイアス、調整用電気信号などを伝送する役割を担っている。

【0049】

図2に示した光受信モジュールでは、筐体103内に第2光ファイバ139が搭載されている。また、光受信モジュールには、複数のミラー115,135、ハーフビームスプリッタ111,118~120、プリズム116,122、レンズ136などが搭載され、光路129も分岐・合波されるため、第1光ファイバ124を保持したホルダ123と、ミラー115を同一直線上(ここではZ軸上)に配置することは困難であり、光モジュールの小型化の観点から好ましくない。

【0050】

本実施例に係る光受信モジュールでは、第1光ファイバ124から出力された光信号をレンズ126とレンズ131を用い、フェルール132に固定された第2光ファイバ139に導入している。そして第2光ファイバ139を、所定の位置まで筐体103内で引き回し、レンズ114を用いて、コリメート光にした後、ミラー115やハーフビームスプリッタ119などによって構成される干渉光学系に入力している。すなわち、第2光ファイバ139を、光受信モジュール内の干渉光学系の直前まで引き回すことが可能であるため、筐体103を小型に構成することができる。

【0051】

また、第2光ファイバ139の長さを調整することで、フェルール132に固定された第2光ファイバ139端と、フェルール125に固定された第1光ファイバ124端の距離を自在に近接することが可能となる。実際の光モジュールでは、ホルダ123が精度良く取り付けられていても、環境温度の変化により筐体103がひずむ。しかしながら、第1光ファイバ124端と第2光ファイバ139端は任意に近接することが可能であるため、光結合は環境温度の変化に影響されにくい。

【0052】

一方、フェルール112によって固定された第2光ファイバ139端は、ミラー115に近接することが可能となる。ホルダ113は接着剤等によって光学系搭載用の基板110に接着されることが多いが、接着剤は環境温度によって収縮などの変形を起こす。このような場合、第2光ファイバ139端とハーフビームスプリッタ119などによって構成される干渉系までの距離に比例して、干渉効率が悪化する。しかしながら、第2光ファイバ139端がミラー115に近接することが可能となるため、干渉効率の低下を防ぐことができる。

【0053】

一般的に、光受信モジュールの筐体103の外部に取り付けられている第1光ファイバ124の仕様は、光受信モジュールが内包される光トランシーバや、光トランシーバを内包する光伝送装置の仕様によって規定される。例えば、一般的に伝送装置等で使用されて

10

20

30

40

50

いる光ファイバは、コストの観点より、許容曲げ半径が30mm以上のものが使用されている。しかしながら、第2光ファイバ139は第1光ファイバ124と別体であるため、それぞれ別種にすることが可能である。具体的には、第2光ファイバ139のコア材とクラッド材の屈折率差を、第1光ファイバ124のそれより、大きくすることが可能である。屈折率差を大きくすることによって光ファイバの曲げ半径を小さくすることが可能となり、光モジュールの筐体103の幅や長さを小さくすることが可能となる。例えば、現在、光ファイバベンダより、許容曲げ半径5mmの光ファイバが発売されている。

【0054】

すなわち、本実施例には、光受信モジュールの筐体103内に第2光ファイバ139を内包することにより、光受信モジュール筐体103の小型化を図ることができるという利点がある。

10

【0055】

図2では、基板110上に、ミラー115, 135、プリズム116, 122、ハーフビームスプリッタ111, 118~120等の光学部材が搭載されている。これら光学部材はガラスで構成されているため、基板110は、ガラスに熱膨張係数の近い材質が使われる。具体的には、ガラスやセラミックのほか、コパールや42-ALLOYなどの金属が使われる。

【0056】

ガラスやセラミック等は、上面に薄膜パターンなどを形成することが出来るため、光学部材を所定の位置に搭載するための位置合わせマークなどをマーキングすることが可能である。

20

【0057】

また、ミラー115, 135、プリズム116, 122、ハーフビームスプリッタ111, 118~120等を、基板110に搭載固定する際には、接着剤等が使われるが、特に紫外硬化型接着剤は、加温せずに硬化させることが可能となるため、しばしば使われる。そして、その場合、基板110も透光性のあるガラスにしておくと、光学部材を基板110上に固定する際に、紫外光がガラス基板を介して、光学部材裏面にも一部照射され、紫外硬化型接着剤の硬化時間が早くなるという利点がある。

【0058】

基板110は、筐体103の底面に接着剤を用いて固着されている。ここで、接着剤硬化後、接着層の弾性係数は、基板110と筐体103の材質よりも小さい。この構造の利点について説明する。

30

【0059】

筐体103は、内部に光学部品を搭載した後、リッド(図示せず)が溶接によって取り付けられる。したがって、リッド接着工程では、パッケージ全体が高温になり、熱膨張によって変形する。そのため、リッドを接着後、室温中では、筐体103とリッドによって箱型となったパッケージに残留応力が残る。この残留応力により、環境温度が変化すると、筐体103にはひずみが生じる。さらに、筐体103には、熱膨張係数の違うセラミック基板101や透光性基板128が取り付けられているため、環境温度の変化によって筐体103には更なる変形が生じやすい。特に筐体103の底面が場所によって、Y軸方向に凹凸状に変化すると、搭載されている基板110もY軸方向に凹凸の変形を受けやすくなる。

40

【0060】

本実施例では、筐体103と基板110の間に図示しない接着層がある。接着層の弾性係数は筐体103や基板110の弾性係数よりも小さい。したがって、筐体103に変形が生じたとしても接着層が変形することで、基板110に及ぼす変形は小さくなるという利点を有する。

【0061】

そして、基板110上には、ミラー115, 135、プリズム116, 122、ハーフビームスプリッタ111, 118~120, 134といった光学部材のほか、第2光ファイ

50

イバ 1 3 9 がフェルール 1 1 2、ホルダ 1 1 3 を介して固定されている。この利点について説明する。

【 0 0 6 2 】

第 2 光ファイバ 1 3 9 の光信号出力側が、基板 1 1 0 に搭載されているため、出力された光信号の光軸は、同じ基板 1 1 0 に搭載されている光学系に対して、大幅にずれることはない。これにより、環境温度変化によっても、基板 1 1 0 上に搭載された干渉光学系の干渉効率が劣化しないという利点を得られる。

【 0 0 6 3 】

図 2 では、光導波路の一例である第 2 光ファイバ 1 3 2 の第 1 接続部（フェルール 1 3 2 が設けられた部分）は、基板 1 1 0 との固定を避けて配置されている。つまり、第 2 光ファイバ 1 3 9 がフェルール 1 3 2 と台座 1 3 3 を介して、筐体 1 0 3 の底面に搭載されている。台座 1 3 3 は基板 1 1 0 と比べ、小型であるため、環境温度の変化が生じると、台座 1 3 3 は筐体 1 0 3 の変形に追従する。そのため、筐体 1 0 3 外部に取り付けられた第 1 光ファイバ 1 2 4 との光結合が劣化しないという利点がある。

【 0 0 6 4 】

図 3 及び図 4 に、本発明の実施例 1 の光受信モジュールの組み立てる際の、一工程を示す平面図を示す。

【 0 0 6 5 】

図 3 は、第 2 光ファイバ 1 3 9、フェルール 1 1 2、レンズ 1 1 4 があらかじめ固定されたホルダ 1 1 3 を、基板 1 1 0 に搭載する際の調整プロセスを示している。調整用の光信号をフェルール 1 3 2 に固定された第 2 光ファイバ 1 3 9 に入力する。このとき、フェルール 1 3 2 の形状が、SC / FC コネクタや LC コネクタ等で使われる 2 . 5 mm または 1 . 2 5 mm であると、FC、SC、LC コネクタ用のフェルールがついたパッチコードとアダプタを用意するだけで、調整用の光信号を外部から入れやすい。第 2 光ファイバ 1 3 9 及びフェルール 1 3 2 の先端は、PC 研磨、SPC 研磨であるが、又は、APC 研磨によって、垂直より（X 軸方向より）角度が数度ついた斜め研磨としている。

【 0 0 6 6 】

ホルダ 1 1 3 を固定する際には、出力される光信号の光路 1 4 3 が、基板 1 1 0 の主平面とおおよそ平行（XZ 平面とおおよそ平行）、すなわち Y 軸方向への曲がり小さい方がよい。そこで、2 つの同形状のブロック 1 4 0 を用意し、2 つのピンホール 1 4 1 に光信号が通るように調整する。ピンホール 1 4 1 を通過する光強度はモニタ 1 4 2 を用いて測定される。モニタ 1 4 2 へ入力される光強度が大きくなったときに、ホルダ 1 1 3 端から出力される光信号の光路 1 4 3 が、基板 1 1 0 の主平面とおおよそ平行であることが分かる。この際、L 1 の長さが短く、L 2 の長さを長く取ることで、より精度良く光路 1 4 3 の Y 軸方向調整が可能となる。

【 0 0 6 7 】

図 2 における光受信モジュールでは、一つの光学部品の大きさは数ミリ角程度が一般的である。したがって、第 2 光ファイバ 1 3 9 から出た光信号がフォトダイオード 1 0 9（図 2 参照）に到達するまでに光路は数十ミリにも及ぶ。したがって、L 2 の長さも数十ミリ程度は必要である。すなわちブロック 1 4 0 は基板 1 1 0 よりも外側に配置されるほうが好ましい。光路 1 4 3 を調整後、ホルダ 1 1 3 は、基板 1 1 0 に搭載固定される。固定には、紫外硬化接着剤等を用いて、紫外光は基板 1 1 0 の上方から照射しても良いし、基板 1 1 0 が透光性のあるガラス、セラミック等で構成されていれば、紫外光を裏面から照射することも可能であり、ホルダ 1 1 3 裏面と基板 1 1 0 の間にある紫外硬化接着剤が硬化しやすく、組み立て効率が向上するというメリットがある。

【 0 0 6 8 】

図 4 は、実施例 1 における光受信モジュールの組み立て時であって、基板 1 1 0 にミラー 1 1 5 とハーフビームスプリッタ 1 1 9 を搭載する際の工程を示している。ホルダ 1 1 3 は既に基板 1 1 0 に搭載固定されているものとする。

【 0 0 6 9 】

ミラー 115 を調整する際には、ピンホール 145 を設けたブロック 144 を 2 つ適正位置に配置する。ミラー 115 は、XZ 軸調整によって向きを調整するが、最も重要なのは、ミラー 115 のあおり角を調整することで、光軸の XZ 平面に対する光路 148 の平行度を調整することである。なぜならば、光路 148 の、XZ 平面に対する平行度がずれていた場合、光路 148 を分岐するハーフビームスプリッタ 119 において補正することは困難が伴う。特に干渉光学系においては、一度分岐した光信号が再び合波される必要があるが、光路 148 の XZ 平面に対する平行度が悪いと、合波される光信号ビームの重なりが悪化する。この光信号ビームの重なりは、干渉効率に比例する。したがって、ミラー 115 のあおり角は 0.01° 程度の精度にて調整される必要があり、ピンホール 145 も基板 110 外にあるほうが良い。ミラー 115 は、調整後、紫外硬化接着剤等によって硬化される。

10

【0070】

ハーフビームスプリッタ 119 を搭載固定する際には、ピンホール 145, 147 をそれぞれ設けたブロック 144, 146 を適正位置に配置し、モニタ 142, 150 に入力される光強度が最大になるように、ハーフビームスプリッタ 119 の位置と向きを調整する。やはりハーフビームスプリッタの位置と向きを精度良く調整するためには、ピンホール 145, 147 は遠くに配置されているほうが良く、ブロック 144, 146 は基板 110 の外側に配置される。これと同様に、図 2 に示すハーフビームスプリッタ 118, 111, 120, 134 やプリズム 116, 122 等も調整される。

【0071】

上述したように、一部の光部品を搭載する工程では、基板 110 外にピンホール 145, 147 やモニタ 142, 150 を設けて調整を行う必要がある。したがって、ミラー 115, 135、ハーフビームスプリッタ 111, 118 ~ 120, 134 等の光学部品やホルダ 113 は、筐体 103 外にて調整固定されるほうが良く、基板 110 を用意し、その上に部品を搭載する工程は、図 2 で示した光受信モジュールを作成しやすいという利点がある。特にフェルール 112 とフェルール 132 の間を、可撓性を有した第 2 光ファイバ 139 を配置させているため、フェルール 132 に光信号入力用のフェルール等を接続しても、ホルダ 113 が基板 110 より外れてしまうなどの故障が少ないというメリットがある。このように、筐体 103 内に、第 1 光ファイバ 124 とは別個に、第 2 光ファイバ 139 を搭載させる構造は、その製造上の観点から鑑みても、利点が多いことが分かる。

20

30

【0072】

[実施例 2]

図 5 は、本発明の実施例 2 の光受信モジュールの構成を示す平面図であり、DPSK 光受信モジュールの構造の一例を示している。図 6 は、図 5 に示した光受信モジュールの YZ 平面による断面図である。なお、便宜上、図 6 では、図 5 に示した光部品の一部しか図示せず、第 2 光ファイバ 207 も一部しか記載していない。

【0073】

図 5 に示した光受信モジュールは、DPSK 光受信モジュールであるため、干渉光学系が 1 対のみ内包されている。具体的には、ハーフビームスプリッタ 213 によって 2 分岐された光信号の一方が通るパスは、プリズム 214 を通るので、光路長の長いパスとなっている。2 分岐された光信号はハーフビームスプリッタ 228 において合波・干渉される。プリズム 214 は台座 215 上に固着されている。この台座 215 はアクチュエータ 216 によって可動であり、2 分岐された光信号の光路長を調整することが可能である。ハーフビームスプリッタ 228 上において、合波・干渉された光は、ミラー 229 によって光路の向きを変えられた後、レンズ 230 によってサブマウント 232 上に搭載されたフォトダイオード 238 上に集光される。

40

【0074】

筐体 241 底面には、半田 237 を介してプレート 205 が搭載されている。ここで、プレート 205 と筐体 241 の固定に半田 237 を用いたが、接着剤等でも構わない。プ

50

レート 205 の材質は、金属、ガラス、セラミック等が使われるが、基板 206 と筐体 241 の材質の熱膨張係数に近いほうがよく、出来れば、2つの部材の熱膨張係数の中間もしくは、どちらかと同じ方が好ましい。またプレート 205 上は、アンプ IC 233 から発熱する熱の、放熱経路となっている。そのため、プレート 205 は、金属やアルミナやアルミナイトライドなどのセラミックである方が好ましい。

【0075】

基板 206 と筐体 241 の間に、基板 206 及び筐体 241 のいずれよりも弾性係数の低い接着層 236 が介在する。詳しくは、プレート 205 上には、接着層 236 を介して基板 206 が搭載されている。一般的に、光受信モジュールが使われる環境温度は -5 ~ 85 程度と幅広い。そのため、温度変化によって筐体 241 は熱変形が起きる。特に筐体 241 の底面には数ミクロン程度の凸凹が生じる。従って、接着層 236 がプレート 205 と基板 206 の弾性係数よりも小さく、厚さが数十ミクロン程度あれば、環境温度変化によって、基板 206 が大きく変形することはない。なお、フェール 227 やハーフビームスプリッタ 213、228、レンズ 230 等は接着層 235 によって接着固定されているが、基板 206 上の、他の光部品も接着層 235 によって接着固定される。これら接着層 235 も環境温度変化によって、熱変形を生じる。その場合、接着層 235 によって固着された光部品も所定の位置より、ずれてしまう。このような光部品のずれは、干渉効率の劣化となる。このような現象を防ぐために、これら接着層 235 の厚さは、10ミクロン程度まで薄くされることが多い。

10

【0076】

レンズ 224 は台座 225 を介して、基板 206 上に搭載されており、フェール 227 も台座 226 を介して、基板 206 上に搭載されている。すなわち、光導波路の一例である第 2 光ファイバ 207 の端部（第 1 接続部）が、基板 206 に固定されている。したがって、環境温度の変化によって、第 1 光ファイバ 220 の光軸と第 2 光ファイバ 207 の光軸が適正位置からずれて、光結合損失を起こすとしても、レンズ 222、レンズ 224 により、透光性基板 218 を通る光路がコリメータ光となっているため、光結合損失が仕様範囲外まで悪化してしまうことは少ない。

20

【0077】

図 6 に示すように、プレート 205 上には、接着層 239 を介して、台座 240 が搭載されている。この接着層 239 の材質は、例えば半田等であっても構わない。台座 240 上には、接着層または半田（図示せず）を介してセラミック基板 204 が搭載されている。セラミック基板 204 上にアンプ IC 233 が搭載されているが、アンプ IC 233 は発熱体であるため、セラミック基板 204 に図示しないビアを設けて放熱性を高めてある。

30

【0078】

サブマウント 232 の上側面にパターンニングされた配線パターン 231、アンプ IC 233 上のパッド、セラミック基板 204 上のパッド、セラミック基板 201 上の伝送線路パターン 202 は、それぞれワイヤ 203 によって接続されている。また、サブマウント 232 の主平面上にはフォトダイオード 238 が導通固定されているが、この導通固定には金、錫、半田等が使われることが多い。

40

【0079】

筐体 241 の側壁にセラミック基板 201 が固定されており、筐体 241 内の光部品の気密封止を取るために、セラミック基板 201 は溶融金属等によって筐体 241 に固着されている。

【0080】

筐体 241 内に搭載される部材が適正位置に搭載固定され、ワイヤボンディングなどの工程を経たのち、筐体 241 にはリッド 234 が取り付けられる。

【0081】

[実施例 3]

図 7 は、本発明の実施例 3 の光受信モジュールの構成を示す平面図であり、DPSK 光

50

受信モジュールの構造の一例を示している。図 8 は、図 7 に示した光受信モジュールの光部品の一部を図示したものである。

【 0 0 8 2 】

光導波路の一例である第 2 光ファイバ 3 0 6 は、外部との光学的接続のための光インターフェースに光学的に接続している第 1 接続部（フェルール 3 2 8 に保持された部分）も、基板 3 0 7 に固定されている。第 2 光ファイバ 3 0 6 の第 1 接続部及び第 2 接続部（フェルール 3 0 9 に保持された部分）は、いずれも、第 2 光ファイバ 3 0 6 の長さ方向に対して斜めになった端面を有している。端面を通る法線は、基板 3 0 7 の表面に平行である。

【 0 0 8 3 】

第 2 光ファイバ 3 0 6 の一方の端部及びこれを固定したフェルール 3 2 8 は、光入力端が斜め研磨されている。これは、第 2 光ファイバ 3 0 6 端で反射された光信号が、第 1 光ファイバ 3 2 1 内に戻って行くのを防ぐためである。第 2 光ファイバ 3 0 6 の他方の端部及びこれを固定したフェルール 3 0 9 も、光出射端が斜め研磨されている。これは、例えば、レンズ 3 1 1 にて反射された光信号が、第 2 光ファイバ 3 0 6 に戻って行くのを防ぐためである。これら第 2 光ファイバ 3 0 6 の端部は、第 2 光ファイバ 3 0 6 に対して垂直よりも、1 度以上の斜め研磨が成されていれば、その役割を果たす。フェルール 3 0 9 とレンズ 3 1 1 は別の台座 3 0 8、3 1 0 に搭載されて、別個に基板 3 0 7 に搭載されているが、第 2 光ファイバ 3 0 6 から出力された光路 3 1 3 がコリメート光になるようにレンズ 3 1 1 の位置、形状は設計されている。

【 0 0 8 4 】

図 8 に示すように、第 2 光ファイバ 3 0 6 の端部及びこれを固定したフェルール 3 0 9 が斜め研磨され、研磨面の法線 3 3 7 が、おおよそ X Z 平面と平行になっている。これは、フェルール 3 0 9 に固定されているファイバ 3 0 6 が斜め研磨されているので、光ファイバ 3 0 6 より出射される光信号の光路 3 1 3 は、中心軸 3 3 6 よりも X 軸方向にぶれる。光信号は、レンズ 3 1 1 によってコリメート光となるが、その際、中心軸 3 3 6 よりも L 3 だけ X 軸方向に平行移動したコリメート光となる。

【 0 0 8 5 】

しかし、このように基板 3 0 7 に対して平行に、規定位置よりずれた光路 3 1 3 は、ミラー 3 1 2 やハーフビームスプリッタ 3 1 4 の位置や向きを調整することで、補正することが可能である。

【 0 0 8 6 】

もし、研磨面の法線 3 3 7 が Y 成分を有していると、レンズ 3 1 1 を通って、コリメート光となった光路 3 1 3 は、基板 3 0 7 に対して、Y 軸方向の高さが変化してしまう。このように光路の Y 軸方向の高さが異なってしまうと、ミラー 3 1 2 やハーフビームスプリッタ 3 1 4 では補正が難しくなってしまう。

【 0 0 8 7 】

したがって、図 7 及び図 8 で示すように、第 2 光ファイバ 3 0 6 の端部及びこれを固定したフェルール 3 0 9 を斜め研磨した場合、研磨面の法線 3 3 7 は、おおよそ X Z 平面と平行になるようにフェルール 3 0 9 を搭載したほうが利点がある。

【 0 0 8 8 】

以上は、斜め研磨されたフェルール 3 2 8 においても同様である。

【 0 0 8 9 】

[実施例 4]

図 9 は、本発明の実施例 4 の光受信モジュールの構成を示す平面図であり、D P - Q P S K 光受信モジュールの構造の一例を示している。

【 0 0 9 0 】

ここで、第 1 光ファイバ 4 3 3 は光信号入力用であり、第 3 ファイバ 4 3 4 は、リファレンス光入力用である。D P - Q P S K では、リファレンス光と光信号を干渉させて、データを読み出す。

10

20

30

40

50

【0091】

第1光ファイバ433と第2光ファイバ410を通過した光信号は、レンズ423によってコリメート光となる。このコリメート光はミラー417にて光路の向きを変えられた後、偏光ビームスプリッタ416に入力される。

【0092】

一方、リファレンス光は、第3ファイバ434を通ったのち、フェルール420に保持された第4光ファイバ421を通り、レンズ422においてコリメートされ、ミラー417により光路の向きが変えられた後、偏光ビームスプリッタ416に入力される。

【0093】

本実施例では、偏光ビームスプリッタ416の同一面から、信号光とリファレンス光を入力する必要がある。一般的に偏光ビームスプリッタ416のサイズは、コストの観点から数ミリ角と小さく、第1光ファイバ433と第3ファイバ434の光軸上に同時に偏光ビームスプリッタ416を配置することは出来ない。

10

【0094】

したがって、信号光とリファレンス光を、偏光ビームスプリッタ416の同一面から入力するために、第2光ファイバ410及び第4光ファイバ421は、それぞれ、端がフェルール413、425によって固定されるものの、中間は可撓性に富んだファイバ線であるため、自由な位置に、フェルール425、フェルール436、レンズ422、423とミラー417を固定することができる。第2光ファイバ410及び第4光ファイバ421は、おおよそ125 μ m径から1mm径のものが使われ、一部、有機物によって被服されていることがある。

20

【0095】

偏光ビームスプリッタ416を通過する光と反射する光は、それぞれ、横偏光と縦変更に分けられる。それらの信号光とリファレンス光はハーフビームスプリッタ411、426によって分岐された後、ハーフビームスプリッタ429上において干渉される。干渉された光は、ミラー430、レンズ431を通り、フォトダイオード408にて光電気変換される。

【0096】

[実施例5]

図10は、本発明の実施例5の光受信モジュールの一部の構成を示す平面図である。この光送受信モジュールは、位相変調光受信モジュールである。図10には、第1光ファイバ501及び第2光ファイバ508並びにハーフビームスプリッタ515までの光部品配置が示されている。図面を簡素化するために、筐体、基板、ホルダ等の部品は省略してある。

30

【0097】

第1光ファイバ501とレンズ503は、筐体(図示せず)の外側に取り付けられており、レンズ503はコリメートレンズである。光路505はミラー504によって曲げられており、レンズ506で集光され、第2光ファイバ508に光信号は入力される。このように、第1光ファイバ501と第2光ファイバ508の間に光路を変換する光部品(ミラー504)を配置しても良い。第2光ファイバ508より出力された光路514はミラー513によって光路の向きを変えられた後、ハーフビームスプリッタ515にて分岐される。分岐後の光路および光部品は図示していない。

40

【0098】

このように、第1光ファイバ501の取り付け位置によらず、第2光ファイバ508を配置することで、筐体内の光部品を自由に配置することが可能であり、空間を引き回す光路の長さを短くすることが出来るため、温度変化などによって光軸ずれが生じにくく、干渉効率が高い。

【0099】

[実施例6]

図11は、本発明の実施例6の光受信モジュールの一部の構成を示す平面図である。こ

50

の光送受信モジュールは、位相変調光受信モジュールである。図 11 には、第 1 光ファイバ 601 及び第 2 光ファイバ 608 並びにハーフビームスプリッタ 615 までの光部品配置が示されている。図面を簡素化するために、筐体、基板、ホルダ等の部品は省略してある。

【0100】

第 1 光ファイバ 601 より出力された光軸 605 は、レンズ 603 によって集光され、光信号は第 2 光ファイバ 608 に入力される。ここで、レンズ 603 の搭載位置は、筐体の内部でも外部でも良い。第 2 光ファイバ 608 は一周しており、フェルール 609 とともに斜め研磨された先端より光信号は出力され、レンズ 612 によってコリメート光とされる。第 2 光ファイバ 608 は、中央部が可撓性に富んだファイバが延在しているため、第 1 光ファイバ 601 の出力端と、第 2 光ファイバ 608 の出力端の Y 軸方向高さを変換することが可能である。

10

【0101】

本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく種々の変形が可能である。また上記実施形態で説明した構成は、実質的に同一の構成、同一の作用効果を奏する構成または同一の目的を達成することができる構成で置き換えることができる。

【符号の説明】

【0102】

10 光インターフェース、12 筐体、14 電気インターフェース、16 光学系、18 電気光学素子、20 光導波路、22 外部光ファイバ、24 レンズ、26 基板、28 第 1 出入口、30 第 1 接続部、32 第 2 出入口、34 第 2 接続部、36 第 1 光軸、38 第 2 光軸、40 レンズ、101 セラミック基板、102 伝送線路パターン、103 筐体、104 ワイヤ、105 セラミック基板、106 ワイヤ、107 ワイヤ、108 サブマウント、109 フォトダイオード、110 基板、111 ハーフビームスプリッタ、112 フェルール、113 ホルダ、114 レンズ、115 ミラー、116 プリズム、117 位相調整素子、118 ハーフビームスプリッタ、119 ハーフビームスプリッタ、120 ハーフビームスプリッタ、121 位相調整素子、122 プリズム、123 ホルダ、124 第 1 光ファイバ、125 フェルール、126 レンズ、127 パイプ、128 透光性基板、129 光路、130 台座、131 レンズ、132 フェルール、133 台座、135 ミラー、136 レンズ、138 配線パターン、139 第 2 光ファイバ、140 ブロック、141 ピンホール、142 モニタ、143 光路、144 ブロック、145 ピンホール、146 ブロック、147 ピンホール、148 光路、150 モニタ、201 セラミック基板、202 伝送線路パターン、203 ワイヤ、204 セラミック基板、205 プレート、206 基板、207 第 2 光ファイバ、213 ハーフビームスプリッタ、214 プリズム、215 台座、216 アクチュエータ、218 透光性基板、220 第 1 光ファイバ、222 レンズ、224 レンズ、225 台座、226 台座、227 フェルール、228 ハーフビームスプリッタ、229 ミラー、230 レンズ、231 配線パターン、232 サブマウント、233 アンブ IC、234 リッド、235 接着層、236 接着層、237 半田、238 フォトダイオード、239 の接着層、240 台座、241 筐体、306 第 2 光ファイバ、307 基板、308 台座、309 フェルール、310 台座、311 レンズ、312 ミラー、313 光路、314 ハーフビームスプリッタ、321 第 1 光ファイバ、328 フェルール、336 中心軸、337 法線、408 フォトダイオード、410 第 2 光ファイバ、411 ハーフビームスプリッタ、413 フェルール、416 偏光ビームスプリッタ、417 ミラー、420 フェルール、421 第 4 光ファイバ、422 レンズ、423 レンズ、425 フェルール、426 ハーフビームスプリッタ、429 ハーフビームスプリッタ、430 ミラー、431 レンズ、433 第 1 光ファイバ、434 第 3 ファイバ、436 フェルール、501 第 1 光ファイバ、503 レンズ、504 ミラー、505 光路、506 レンズ、508 第

20

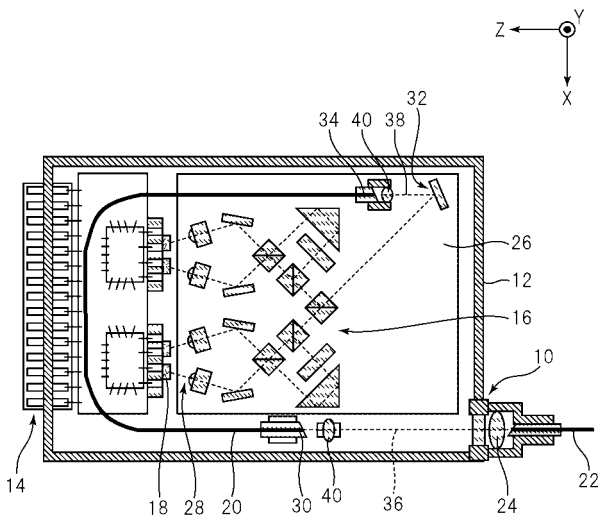
30

40

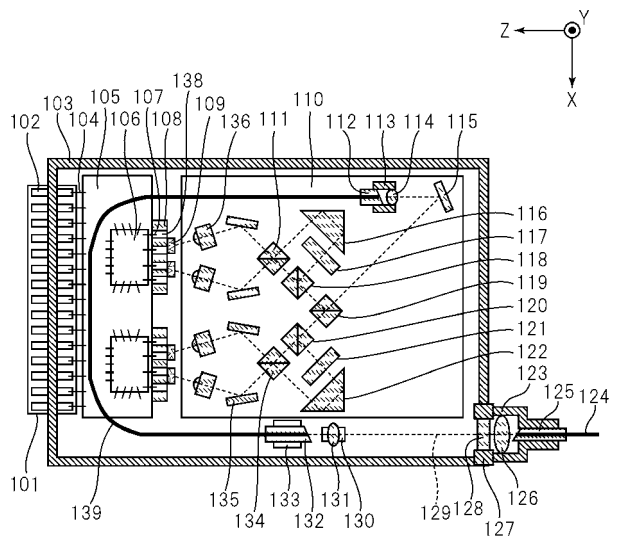
50

2 光ファイバ、 5 1 3 ミラー、 5 1 4 光路、 5 1 5 ハーフビームスプリッタ、 6 0 1 第 1 光ファイバ、 6 0 3 レンズ、 6 0 5 光軸、 6 0 8 第 2 光ファイバ、 6 0 9 フェルルール、 6 1 2 レンズ、 6 1 5 ハーフビームスプリッタ。

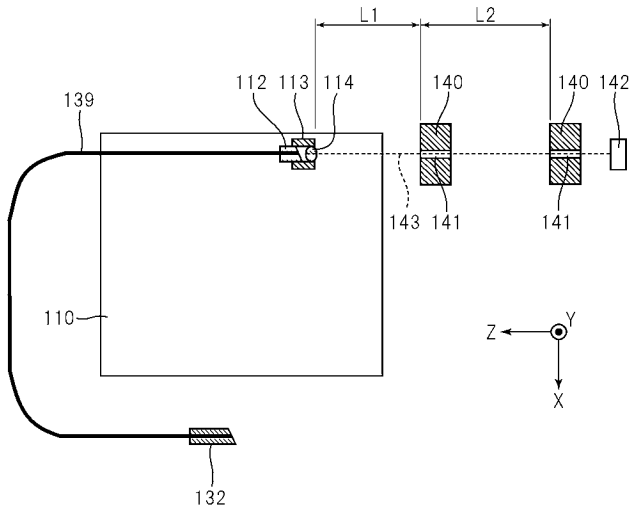
【 図 1 】



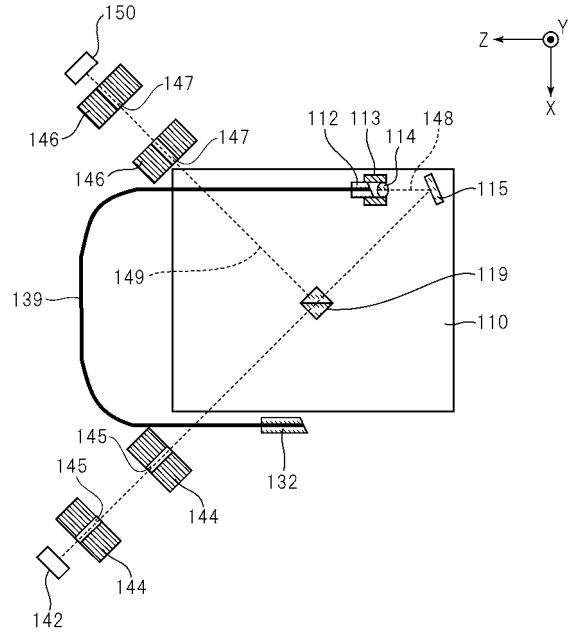
【 図 2 】



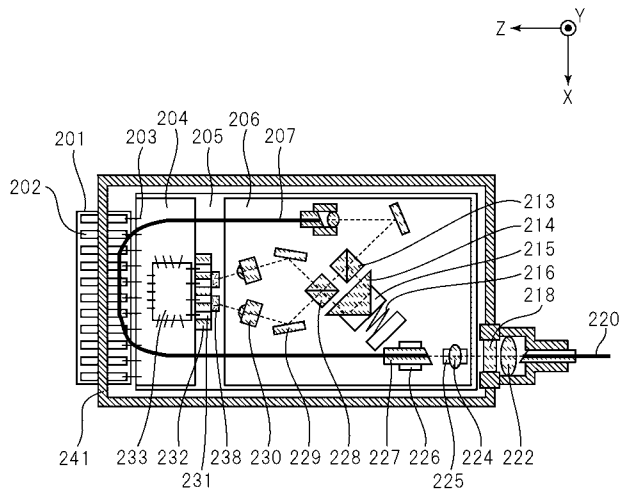
【 図 3 】



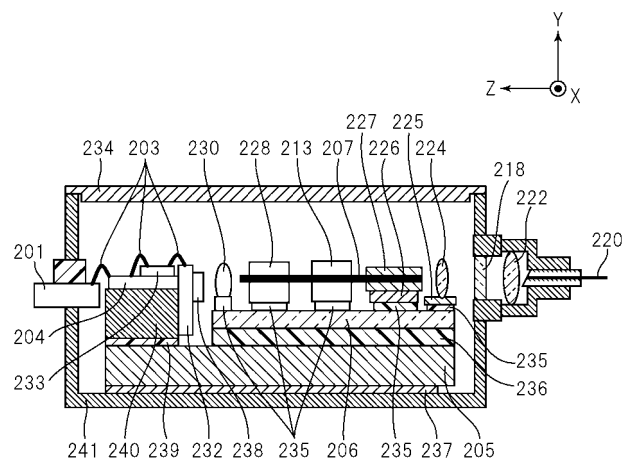
【 図 4 】



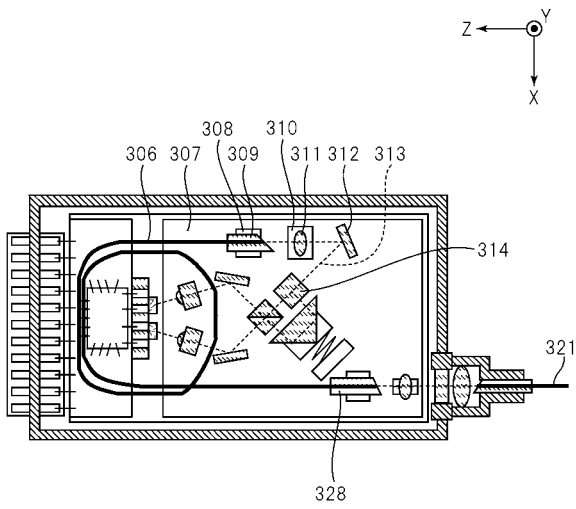
【 図 5 】



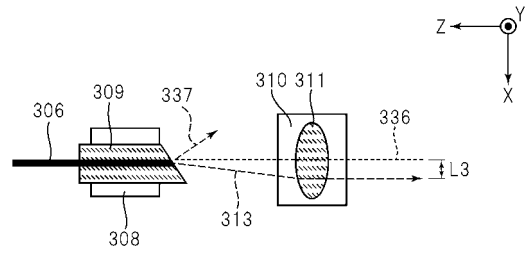
【 図 6 】



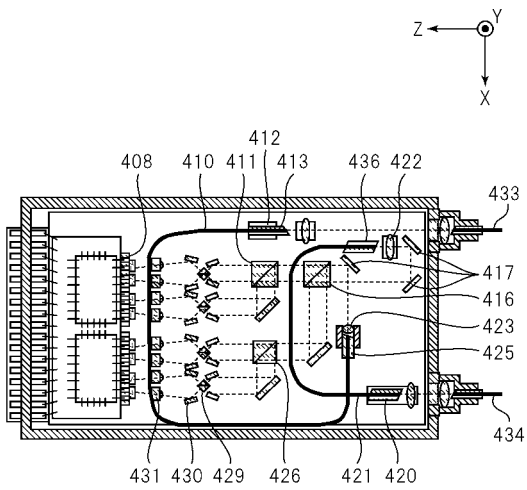
【 図 7 】



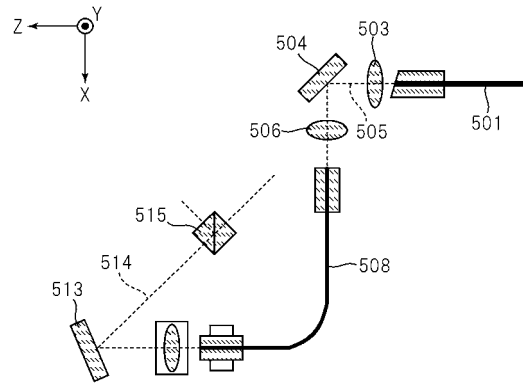
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 1 1 】

