

(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2017-167476

(P2017-167476A)

(43) 公開日 平成29年9月21日 (2017.9.21)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>G02B 6/32 (2006.01)</b>	G02B 6/32	2H036
<b>G02B 6/36 (2006.01)</b>	G02B 6/36	2H137

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2016-55262 (P2016-55262)  
 (22) 出願日 平成28年3月18日 (2016.3.18)

(71) 出願人 000005957  
 三菱鉛筆株式会社  
 東京都品川区大井一丁目28番1号  
 (74) 代理人 100121083  
 弁理士 青木 宏義  
 (74) 代理人 100138391  
 弁理士 天田 昌行  
 (74) 代理人 100132067  
 弁理士 岡田 喜雅  
 (74) 代理人 100121049  
 弁理士 三輪 正義  
 (72) 発明者 三井 章仁  
 神奈川県横浜市神奈川区入江2丁目5番1  
 2号 三菱鉛筆株式会社 横浜事業所内

最終頁に続く

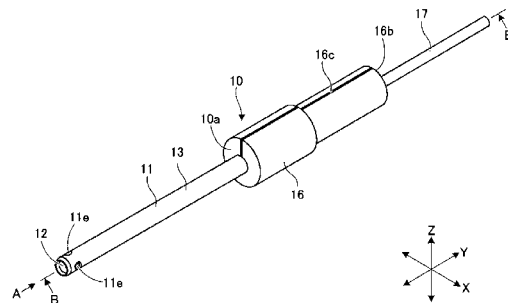
(54) 【発明の名称】 光結合部材及びこれを備えた光コネクタ

(57) 【要約】

【課題】長距離の情報伝送を行う場合であっても、伝送損失を抑制することができる光結合部材及びこれを備えた光コネクタを提供すること。

【解決手段】一端にボールレンズ(12)を収容する収容部が形成され、他端に光ファイバ(13)が挿入される挿入孔が形成されるホルダ(11)と前記挿入孔に挿入された光ファイバとしてのプラスチック光ファイバ(13)と、一端側でホルダに保持されたプラスチック光ファイバを支持する一方、他端側でガラスファイバ(17)を支持し、各ファイバとを接続する割スリーブ(16)と、を具備し、割スリーブは、プラスチック光ファイバの端面に、ガラスファイバの端面が突き当てられた状態で、プラスチック光ファイバとガラスファイバとを支持する構成とした。

【選択図】図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

一端にレンズを収容する収容部が形成され、他端に光ファイバが挿入される挿入孔が形成された保持部材と、

前記挿入孔に挿入された前記光ファイバとしてのプラスチック光ファイバと、

一端側で前記保持部材に保持された前記プラスチック光ファイバを支持する一方、他端側でガラスファイバを支持し、前記プラスチック光ファイバと前記ガラスファイバとを接続する接続部材と、を具備し、

前記接続部材は、前記プラスチック光ファイバの端面に、前記ガラスファイバの端面が突き当てられた状態で、前記プラスチック光ファイバと前記ガラスファイバとを支持することを特徴とする光結合部材。

10

**【請求項 2】**

前記接続部材は、前記保持部材の他端から露出した前記プラスチック光ファイバの一部を支持することを特徴とする請求項 1 記載の光結合部材。

**【請求項 3】**

前記接続部材は、割スリーブであることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の光結合部材。

**【請求項 4】**

請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の光結合部材を備えたことを特徴とする光コネクタ。

20

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、発光素子からの光を集光して光ファイバに入射したり、光ファイバから出射する光を受光素子に集光したりする場合に使用される光結合部材及びこれを備えた光コネクタに関する。

**【背景技術】****【0002】**

光結合部材は、光源から出射される光を光ファイバ内で伝搬させ、必要に応じて空中に出射させる際、或いは、空中を伝搬する光を光ファイバ内に入射させる際に使用される。このような光結合部材として、ソケットの一端にレンズを保持する一方、ソケットの他端からプラスチック光ファイバを挿入し、レンズと光ファイバの端面とを対向して配置させたものが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

30

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特開昭 61 - 70817 号公報

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】**

40

**【0004】**

ところで、プラスチック光ファイバは、ガラス光ファイバに比べ、取扱いが容易であり、家庭向けのデジタル通信などの用途での利用が期待されている。特に、プラスチック光ファイバは、マルチモード光ファイバに好適に利用することができ、その活用方法の展開が期待されている。一方で、プラスチック光ファイバは、ガラス光ファイバに比べ、伝送損失が大きい点が指摘される。特に、情報伝送路が長距離化した場合に伝送損失の課題が顕著になる。光ファイバを利用した情報通信が普及する状況下において、プラスチック光ファイバのメリットを生かしつつ、伝送損失を抑制することができる光結合部材が要請されている。

**【0005】**

50

本発明は、このような実情に鑑みてなされたものであり、長距離の情報伝送を行う場合であっても、伝送損失を抑制することができる光結合部材及びこれを備えた光コネクタ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】

本発明の光結合部材は、一端にレンズを収容する収容部が形成され、他端に光ファイバが挿入される挿入孔が形成された保持部材と、前記挿入孔に挿入された前記光ファイバとしてのプラスチック光ファイバと、一端側で前記保持部材に保持された前記プラスチック光ファイバを支持する一方、他端側でガラスファイバを支持し、前記プラスチック光ファイバと前記ガラスファイバとを接続する接続部材と、を具備し、前記接続部材は、前記プラスチック光ファイバの端面に、前記ガラスファイバの端面が突き当てられた状態で、前記プラスチック光ファイバと前記ガラスファイバとを支持することを特徴とする。

10

【0007】

このように、本発明では、プラスチック光ファイバを用いた光結合部材において、プラスチック光ファイバを一端側に、ガラスファイバを他端側にて接続し、プラスチック光ファイバの端面とガラスファイバの端面とを支持する接続部材を設けている。これにより、プラスチック光ファイバとガラスファイバとの間での光漏れを抑制でき、長距離の情報伝送を行う場合であっても、伝送損失を抑制することができる。

【0008】

また、上記光結合部材において、前記接続部材は、前記保持部材の他端から露出した前記プラスチック光ファイバの一部を支持することが好ましい。これにより、ガラスファイバに対し、接続部材内部で突き当てられるプラスチック光ファイバ側の端面には、保持部材の厚みを含まないようにできる。このため、プラスチック光ファイバとガラスファイバとの間の位置合わせをより高精度に行うことができる。

20

【0009】

また、上記光結合部材において、前記接続部材は、割スリーブであることが好ましい。これにより、割スリーブに、プラスチック光ファイバ及びガラスファイバを挿入することで、簡単且つ位置合わせ精度よく、両者を接続することができる。

【0010】

また、本発明の光コネクタは、上記に記載の光結合部材を備えたことを特徴とする。これにより、長距離の情報伝送が可能で、デバイスとの間での光通信の信頼性が高い光コネクタとすることができる。

30

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、プラスチック光ファイバを用いた光結合部材において、長距離の情報伝送を行う場合であっても、伝送損失を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本実施の形態に係る光結合部材の斜視図である。

【図2】図1に示す光結合部材の正面図（図1のA矢視図）である。

40

【図3】図1に示す光結合部材のB - B矢視の断面図である。

【図4】図3に示す2点鎖線C内の拡大図である。

【図5】図3に示す1点鎖線D内の拡大図である。

【図6】図2とは別の接続部材を示す背面図である。

【図7】本実施の形態に係る光コネクタの斜視図である。

【図8】図7に示す光コネクタの正面図（図7のE矢視図）である。

【図9】図8に示す光コネクタのF - F矢視の断面図である。

【図10】光コネクタ内部の構成部品を分解した分解斜視図である。

【図11】図10に示す光結合部材の説明図であり、図10に示すG - G矢視の部分断面図である。

50

【図12】図10に示すカバー部材を光結合部材が配置されたガイド部材に取り付けた状態におけるガイド部材、光結合部材及びカバー部材のH-H矢視の断面図である。

【図13】本実施の形態に係る光結合部材の結合作業の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の実施の形態について添付図面を参照して詳細に説明する。図1は、本実施の形態に係る光結合部材の斜視図である。図2は、図1に示す光結合部材の正面図（図1のA矢視図）である。図3は、図1に示す光結合部材のB-B矢視の断面図である。説明の便宜上、光結合部材10に対して、相手側（結合対象側）の光結合部材20（図9参照）との接続側を前方側（一端側）と呼び、前記接続側と反対側を後方側（他端側）と呼ぶものとする。図1、図4、図5、図7、図10では、紙面左方側が前方側であり、紙面右方側が後方側である。また、図3、図9、図11は、紙面下方側が前方側であり、紙面上方側が後方側である。また、図面上、X方向とY方向とは水平面内にて直交する2方向を指し、X方向は、光コネクタに配置される複数の光結合部材の並び方向であり、Y方向は、光結合部材の延出方向である。また、Z方向は、X方向及びY方向に直交する高さ方向を指す。X方向、Y方向、及びZ方向の関係は他の図面においても同様である。

10

【0014】

図1から図3に示すように、光結合部材10は、概して円筒形状を有する保持部材としてのホルダ11と、このホルダ11の一端部に保持されるボールレンズ12と、ホルダ11の前端側（一端側）から挿入して支持された光ファイバとしてのプラスチック光ファイバ13（図3参照）と、接続部材としての割スリーブ16と、を有して構成される。なお、図1では、光結合部材10の後端側（他端側）に、ガラスファイバ17が挿入され支持された状態を示している。

20

【0015】

<ホルダ>

ホルダ11は、例えば、ステンレス等の金属材料で形成される。特に、加工性の点から、ホルダ11は、オーステナイト系ステンレスで形成されることが好ましい。図3に示すように、ホルダ11における後端部には、プラスチック光ファイバ13が挿入される挿入孔11aが設けられている。一方、ホルダ11における前端部（ボールレンズ12側の端部）には、開口部11bが設けられている。この開口部11bの内側には、ボールレンズ12を収容する収容部11cが設けられている。この収容部11cは、ボールレンズ12の表面の損傷を防止するために、ボールレンズ12全体をその内側に収容可能な寸法に設けられ、ボールレンズ12が圧入可能に構成されている。

30

【0016】

ホルダ11の内部には、プラスチック光ファイバ13の外径寸法よりも僅かに大径の貫通孔11dが設けられている。この貫通孔11dは、挿入孔11aに連通すると共に、収容部11cに連通して設けられている。さらに、ホルダ11には、その外周部から工具等により押圧加工を施すことで形成される複数の陥没部11eが設けられている。これらの陥没部11eは、収容部11cと貫通孔11dとの間に設けられ、詳細について後述するように、ボールレンズ12及びプラスチック光ファイバ13の位置決めに利用される。

40

【0017】

<ボールレンズ>

ボールレンズ12は、例えば、ガラス材料で形成され、球形状を有する。図3に示すように、ボールレンズ12は、その前端部が、ホルダ11の前端部と略同一の位置に配置されるように収容部11cに収容される。また、ボールレンズ12は、収容部11c内に収容された状態において、貫通孔11dに挿入されたプラスチック光ファイバ13の先端部に臨むように配置されている。すなわち、ホルダ11に陥没部11eを設けることで形成される内壁面に位置決めされた状態において、ボールレンズ12とプラスチック光ファイバ13とは、一定の位置関係を有する位置に位置決めされる。このとき、ボールレンズ12は、プラスチック光ファイバ13の先端面（前端面）に対向して配置された状態となっ

50

ている。ボールレンズ12は、プラスチック光ファイバ13から入射される光を平行状態に調整するコリメートレンズで構成することができる。

【0018】

<プラスチック光ファイバ>

プラスチック光ファイバ13は、例えば、その中心を貫通して設けられるコア13aと、このコア13aを被覆するクラッド13bと、を有して構成される。なお、プラスチック光ファイバ13は、更に、クラッド13bを被覆して補強する補強層を有することが好ましい。補強層は、図3には図示していないが、図4には、符号13cとして図示した。プラスチック光ファイバ13のボールレンズ12に対向する端面においては、コア13a、及びクラッド13b（補強層を有する場合は、補強層を含む）が、同一平面上に配置されている。すなわち、ボールレンズ12に対向する端面において、コア13a、及びクラッド13b（補強層を有する場合は、補強層を含む）が揃って配置されている。

10

【0019】

プラスチック光ファイバ13は、ホルダ11の後端に位置する挿入孔11aを介して貫通孔11dに挿入され、その先端部がボールレンズ12の近傍でその球面に対向するように配置した状態で固定されている。例えば、プラスチック光ファイバ13は、ホルダ11の内周面に塗布された接着剤により固定される。なお、ホルダ11の一部を变形させることでプラスチック光ファイバ13を固定するようにしてもよい。

【0020】

本実施の形態に係る光結合部材10において、プラスチック光ファイバ13は、例えば、グレーデッドインデックス(GI)型光ファイバで構成され、ファイバ軸に垂直な断面で屈折率が連続的に変化するように構成されている。また、コア13a及びクラッド13bは、例えば、C-H結合のHをFに置換した全フッ素置換光学樹脂で構成されている。このように、プラスチック光ファイバ13を全フッ素置換光学樹脂で構成すると共に、GI型光ファイバで構成することにより、高速かつ大容量通信を実現することができる。

20

【0021】

光結合部材10においては、コストの上昇を抑制しつつ、簡易にボールレンズ12とプラスチック光ファイバ13との位置決めを行うためにホルダ11に設けた陥没部11eを利用する。具体的には、ホルダ11に陥没部11eを設けることで形成される当接面（傾斜面）に、ボールレンズ12及びプラスチック光ファイバ13の一部を当接させて位置決めを行うことにより、これらの位置決め用のスペーサなどの構成を不要とし、コストの上昇を抑制しつつ、簡易にボールレンズ12とプラスチック光ファイバ13との位置決めを可能とする。

30

【0022】

ここで、ホルダ11におけるボールレンズ12及びプラスチック光ファイバ13の位置決め方法について図4を用いて説明する。図4は、図3に示す2点鎖線C内の拡大図である。図4に示すように、陥没部11eを設けることで形成される傾斜面のうち、ボールレンズ12に対向する部分には、ボールレンズ12の一部が当接する一方、プラスチック光ファイバ13に対向する部分には、プラスチック光ファイバ13を構成するコア13a以外のクラッド13b又は補強層13c、或いはクラッド13b及び補強層13cの一部が当接する。このように当接した状態でボールレンズ12及びプラスチック光ファイバ13がそれぞれホルダ11の所定位置に位置決めされる。

40

【0023】

図4に示すように、陥没部11eは、プラスチック光ファイバ13の挿入方向と直交する平面（例えば、図4に示すプラスチック光ファイバ13の端面と平行に配置され、陥没部11eの中心を通過する平面I）に対して、ボールレンズ12に対向する部分の角度と、プラスチック光ファイバ13に対向する部分の角度とが異なる角度に設けられている。このような陥没部11eは、例えば、先端部の形状が異なる先細の工具を用いて押圧加工を施すことにより設けられる。このような工具で押圧加工することにより、陥没部11eは、その押圧加工時における中心軸を基準として、ボールレンズ12に対向する部分の角

50

度と、プラスチック光ファイバ 13 に対向する部分の角度とを異なる角度とすることで、形状の異なるボールレンズ 12 とプラスチック光ファイバ 13 とを効果的に位置決めすることが可能となる。

【0024】

また、ホルダ 11 においては、このような陥没部 11e がホルダ 11 の同一周上に複数（本実施の形態においては、3つ。そのうちの2つが図1に見えている）設けられている。同一周上への陥没部 11e の形成は、例えば、上述した先端形状の異なる工具によりホルダ 11 の外周から同時に押圧加工を施すことが考えられる。このように、同一周上に複数の陥没部 11e を設けることにより、ボールレンズ 12 及びプラスチック光ファイバ 13 をそれぞれ複数の位置で当接させることができるので、より高精度にボールレンズ 12 及びプラスチック光ファイバ 13 の位置決めを行うことが可能となる。

10

【0025】

陥没部 11e におけるボールレンズ 12 に対向する部分は、傾斜面 11e<sub>1</sub> を構成する。この傾斜面 11e<sub>1</sub> は、図4に矢印で示すプラスチック光ファイバ 13 の挿入方向と直交する平面（例えば、図4に示すプラスチック光ファイバ 13 の端面と平行に配置され、陥没部 11e の基端部を通過する平面 J）に対する角度  $\theta_1$  が 0° 以上 45° 以下となるように設けられている。このようにボールレンズ 12 側の傾斜面 11e<sub>1</sub> の角度  $\theta_1$  をプラスチック光ファイバ 13 の挿入方向と直交する平面 J に対して 0° 以上 45° 以下に設定することにより、ボールレンズ 12 におけるプラスチック光ファイバ 13 側の一部を支持した状態で位置決めすることができるので、ボールレンズ 12 の位置精度を高めることができる。

20

【0026】

一方、陥没部 11e におけるプラスチック光ファイバ 13 に対向する部分は、傾斜面 11e<sub>2</sub> を構成する。傾斜面 11e<sub>2</sub> は、プラスチック光ファイバ 13 の挿入方向と直交する平面（例えば、図4に示すプラスチック光ファイバ 13 の端面と平行に配置される平面 K）に対する角度  $\theta_2$  が 20° 以下となるように設けられている。このように傾斜面 11e<sub>2</sub> の角度を平面 K に対して 20° 以下に設けることにより、プラスチック光ファイバ 13 が、コア 13a、及びクラッド 13b、或いは、コア 13a、クラッド 13b 及び補強層 13c が同一平面上に配置される光ファイバで構成される場合に、当該プラスチック光ファイバ 13 の端面を陥没部 11e に当接させることにより、これらの位置精度を確保し易くすることができる。

30

【0027】

このように、光結合部材 10 においては、ホルダ 11 に設けた陥没部 11e にボールレンズ 12 の一部及びプラスチック光ファイバ 13 の一部を当接させて位置決めすることから、陥没部 11e を基準としてボールレンズ 12 及びプラスチック光ファイバ 13 を位置決めできるので、別部品をホルダ 11 に挿入する場合と比べて、作業効率を向上させることができ、コストの上昇を抑制しつつ、簡単にボールレンズ 12 とプラスチック光ファイバ 13 との位置決めを行うことが可能となる。

【0028】

< 割スリーブ >

図1、図3に示す接続部材としての割スリーブ 16 は、前端面 16a から後端面 16b にかけての長手方向に延びるスリット 16c を有する中空の管状部材であり、ジルコニア等のセラミック等で形成される。

40

【0029】

図3に示すように、割スリーブ 16 には、前端面 16a の中央から後端面 16b の中央にかけて貫通する貫通孔 18 が形成されている。そして、この貫通孔 18 に連通し、割スリーブ 16 の外周面にまで通じるスリット 16c が1つ設けられている。

【0030】

貫通孔 18 には、割スリーブ 16 の前端面 16a から後端面 16b の途中までにかけて径の大きい大径孔 18a が形成されている。また、大径孔 18a の後端から割スリーブ 1

50

6の後端面16bにかけて、大径孔18aよりも径の小さい小径孔18bが形成されている。図3に示すように、大径孔18aと小径孔18bとの接続部分には、段差19が形成されている。大径孔18aと小径孔18bは、連通している。大径孔18aは、プラスチック光ファイバ13と略同径で形成されている。本実施の形態では、プラスチック光ファイバ13が、割スリーブ16の前端面16a側から大径孔18a内に圧入されて支持される。このとき、圧入の際の、プラスチック光ファイバ13に掛かる荷重を、スリット16cを設けたことで緩和することができ、適度な圧入力にて、プラスチック光ファイバ13を、大径孔18a内に挿入することができる。

【0031】

図5は、図3に示す1点鎖線D内の拡大図である。図5に示すように、大径孔18a内に挿入されたプラスチック光ファイバ13の後端面13dは、大径孔18aと小径孔18bとの間に形成された段差19に突き当てられる。

10

【0032】

また、図3、図5に示すように、割スリーブ16の後端面16b側から小径孔18b内に、ガラスファイバ17が挿入され支持される。このとき、ガラスファイバ17の外周の被覆層(バッファ/ジャケット)を除去した状態にして、ガラスファイバ17を小径孔18bに圧入する。圧入の際、ガラスファイバ17に掛かる荷重を、スリット16cを設けたことで緩和することができ、適度な圧入力にて、ガラスファイバ17を、小径孔18b内に挿入することができる。

【0033】

20

図5に示すように、小径孔18bに挿入されたガラスファイバ17の前端面17cは、プラスチック光ファイバ13の後端面13dに突き当てられ、プラスチック光ファイバ13とガラスファイバ17とが、位置合わせされる。なお、プラスチック光ファイバ13の後端面13dとガラスファイバ17の前端面17cとの間には、例えば、屈折率整合剤(マッチングジェル)を介在させることができる。

【0034】

図5に示すように、大径孔18aの中心 $O_1$ と、小径孔18bの中心 $O_2$ とはY方向に向けての同一直線上に一致するように、大径孔18aと小径孔18bとが、割スリーブ16内にて高精度に形成されている。このため、大径孔18aに挿入されたプラスチック光ファイバ13のコア13aの中心と、小径孔18bに挿入されたガラスファイバ17のコア17aの中心とを各端面13d、17cの位置にて、一致させることができる。このとき、プラスチック光ファイバ13のクラッド13bの内側に位置するコア13aが多少、中心位置からずれていても、プラスチック光ファイバ13のコア13aの径内に、ガラスファイバ17のコア17aを突き当てることができる。同様に、ガラスファイバ17のクラッド17bの内側に位置するコア17aが多少、中心位置からずれていても、プラスチック光ファイバ13のコア13aの径内に、ガラスファイバ17のコア17aを突き当てることができる。

30

【0035】

本実施の形態では、図3、図5に示すように、プラスチック光ファイバ13の後方部分13eは、ホルダ11の後端から後方に突き出して露出した状態とされる。そして、露出したプラスチック光ファイバ13の後方部分13eが、割スリーブ16の大径孔18a内に挿入される。このように、割スリーブ16の大径孔18a内に、ホルダ11が介在しないように、ホルダ11の後端を、割スリーブ16の前端面16aの前方に位置させている。これにより、割スリーブ16内部では、ホルダ11の厚みが、プラスチック光ファイバ13のコア中心の位置ずれに関与しないため、プラスチック光ファイバ13のコア13aの中心と、ガラスファイバ17のコア17aの中心とを、より高精度に位置合わせすることができる。ただし、本実施の形態において、ホルダ11も含めて、割スリーブ16の大径孔18a内にて支持する構成を除外するものではない。

40

【0036】

本実施の形態では、接続部材として割スリーブ16を用い、この割スリーブ16に、プ

50

プラスチック光ファイバ 13 とガラスファイバ 17 とを挿入することで、簡単且つ高い位置合わせ精度にて、両者を接続することができる。ただし、本実施の形態では、接続部材として割スリーブ 16 に限定されるものではない。例えば、図 6 に示す一对の分割スリーブであってもよい。なお、図 6 は、ガラスファイバ 17 側から見た背面図である。

#### 【0037】

図 6 に示すように、各分割スリーブ 30、31 の対向面 30a、31a には、夫々、大小の相似形の V 溝 32、33 が形成されている。図 6 に示す小 V 溝 32 と大 V 溝 33 は、連通して形成されている。プラスチック光ファイバ 13 を大 V 溝 33 に、ガラスファイバ 17 を小 V 溝 32 に夫々設置し、このとき、プラスチック光ファイバ 13 とガラスファイバ 17 の端面同士を突き当てた状態にて、一对の分割スリーブ 30、31 で挟み込む。これにより、プラスチック光ファイバ 13 とガラスファイバ 17 とを突き当てた状態にて、両者を接続することができる。また、このとき、プラスチック光ファイバ 13 のコア 13a の中心と、ガラスファイバ 17 のコア 17a の中心とを精度よく位置合わせすることができる。

10

#### 【0038】

以上のように、本実施の形態では、プラスチック光ファイバ 13 を備える光結合部材 10 において、プラスチック光ファイバ 13 の後端側に、ガラスファイバ 17 を突き当てた状態で適切に接続することができる。このとき、プラスチック光ファイバ 13 とガラスファイバ 17 との各コア 13a、17a を、精度よく位置合わせすることができる。また本実施の形態では、プラスチック光ファイバ 13 とボールレンズ 12 とを高精度に位置合わせした状態にて、両者を、ホルダ 11 にて保持することができる。以上により、プラスチック光ファイバ 13 を備える光結合部材 10 において、長距離の情報伝送を行う場合であっても、伝送損失を抑制することができ、加えて、デバイスとの間の光通信の信頼性を向上させることができる。

20

#### 【0039】

本実施の形態では、曲げやすいプラスチック光ファイバ 13 を用いたことで、図 3 に示すように、直線状に、プラスチック光ファイバ 13 を配置する構成に限定されない。プラスチック光ファイバ 13 とガラスファイバ 17 との接続形態はそのままに、例えば、プラスチック光ファイバ 13 を、図 3 の下方に曲げた状態にて、割スリーブ 16 の下面からプラスチック光ファイバ 13 を突出させて保持してもよい。

30

#### 【0040】

##### <光コネクタ>

次に、本実施の形態の光結合部材 10 を用いた光コネクタ 1 について説明する。図 7 は、本実施の形態に係る光コネクタの斜視図である。また、図 8 は、図 7 に示す光コネクタの正面図（図 7 の E 矢視図）である。また、図 9 は、図 8 に示す光コネクタの F - F 矢視の断面図である。また、図 10 は、光コネクタ内部の構成部品を分解した分解斜視図である。また、図 11 は、図 10 に示す光結合部材の説明図であり、図 10 に示す G - G 矢視の部分断面図である。

#### 【0041】

本実施の形態では、光コネクタ 1 は、光結合部材 10 と、移動規制部材の一例であるガイド部材 2 と、光結合部材 10 及びガイド部材 2 を収納するケース 4 と、ケース 4 の後端側を塞ぐキャップ 5 と、を有して構成される。光結合部材 10 については、図 1、図 3 に示す構成に、以下の部分を追加している。

40

#### 【0042】

図 9、図 10、図 11 に示すように、ホルダ 11 における前端部（ボールレンズ 12 側の端部）の外周に、第 1 の磁石 14 が設けられている。例えば、第 1 の磁石 14 は、概して円筒形状を有している。第 1 の磁石 14 は、その内部にホルダ 11 の一部を収容した状態でホルダ 11 に固定されている。例えば、第 1 の磁石 14 は、ホルダ 11 の外周面に塗布された接着剤や圧入により固定される。なお、溶接等によりホルダ 11 の外周面に第 1 の磁石 14 を固定するようにしてもよい。

50

## 【 0 0 4 3 】

第1の磁石14は、図9、図11に示すように、その前端面14sが平面形状を有している。図11に示すように、第1の磁石14の前端面14sは、ホルダ11の前端部よりも若干前方の位置に配置されるようにホルダ11に固定される。上述したように、収容部11cに収容されたボールレンズ12の前端部は、ホルダ11の前端部と同一の位置に配置される。したがって、第1の磁石14の前端面14sは、ボールレンズ12の前端部の位置よりも若干前方に配置されている。

## 【 0 0 4 4 】

また、詳細について後述するように、第1の磁石14は、結合対象側の光結合部材20の第1の磁石24と互いに吸着し、ボールレンズ12の中心を、光結合部材20のボールレンズ22の中心に位置合わせする役割を果たす。

10

## 【 0 0 4 5 】

図9、図11に示すように、ホルダ11には、ガイド部材2よりも後方位置に、ストッパ部材6が設けられている。ストッパ部材6は、光結合部材10が必要以上に前方に突出するのを防止する機能を有する。ストッパ部材6は、例えば、ホルダ11の外周面に接着固定されている。ストッパ部材6は、図10に示すように、貫通孔を備えた円筒形状（リング形状）で形成され、光結合部材10のホルダ11の部分が、ストッパ部材6の貫通孔に挿入されている。ただし、本実施の形態では、ストッパ部材6の形状を限定するものではない。ストッパ部材6は、ホルダ11の外周面に部分的に設けられてもよいし、複数のストッパ部材6が、ホルダ11の外周面に間欠的に設けられてもよい。ストッパ部材6の材質は、樹脂や金属等で形成され、材質を特に限定するものでない。

20

## 【 0 0 4 6 】

図9から図11に示すように、ストッパ部材6の前端面6aには付勢部材としてのコイルばね7が設けられている。コイルばね7は、引張コイルばねで構成されている。図10に示すように、コイルばね7は、次に説明するガイド部材2の後端面2cに接続されている。すなわち、コイルばね7は、ガイド部材2の後端面2cと、ガイド部材2の後端側にて、光結合部材10に取り付けられたストッパ部材6の前端面6aとの間を繋いでいる。

## 【 0 0 4 7 】

< ガイド部材 >

次に、移動規制部材としてのガイド部材2について説明する。限定されるものではないが、ガイド部材2は、例えば、樹脂等の電気絶縁材料で形成されたブロック状である。そして、ガイド部材2の上面2aには、前端面（一端面）2bから後端面（他端面）2cにかけて直線状に伸びる有底凹状のガイド溝8、8が形成されている。そして、各光結合部材10のホルダ11が個別に各ガイド溝8、8に配置される。なお、図10に示すように、各光結合部材10のホルダ11の部分が各ガイド溝8内に配置され、第1の磁石14の部分は、ガイド部材2の前端面2bの前方に突出している。

30

## 【 0 0 4 8 】

図12は、図10に示すカバー部材を光結合部材が配置されたガイド部材に取り付けた状態におけるガイド部材、光結合部材及びカバー部材のH-H矢視の断面図である。図12に示すように、各ガイド溝8は、底面8aと底面8aのX方向の両側に位置する壁面8bとを備えている。図12に示すように、ガイド溝8の幅寸法、すなわち両側の壁面8b、8b間の間隔（X方向の間隔）は、T1である。幅寸法T1は、ガイド溝8内に配置される光結合部材10（図12ではホルダ11が、外周表面として位置する部分の直径M1）よりも大きく形成されている。したがって、ガイド溝8と光結合部材10の間には、X方向にT1-M1にて求められるクリアランス（間隙）が発生している。一方、ガイド溝8の幅寸法T1は、第1の磁石14が配置された部分の光結合部材10の幅寸法（図12では第1の磁石14を点線で示す。なお、第1の磁石14が外周表面として位置する部分の光結合部材10の幅寸法は直径M2で示される）M2よりも小さい。したがって、第1の磁石14の部分は、ガイド溝8内に入り込まず、ガイド部材2の前端面2bに突出した状態で保持される。

40

50

## 【 0 0 4 9 】

また、図 1 2 に示すように、各ガイド溝 8 の高さ寸法、すなわち、壁面 8 b の Z 方向の高さ寸法は、T 2 である。高さ寸法 T 2 は、ガイド溝 8 内に配置される光結合部材 1 0 の直径 M 1 よりも大きく形成されている。図 1 2 に示すように、ガイド溝 8 の上方がカバー部材 3 で塞がれることで、ガイド溝 8 内に配置された光結合部材 1 0 の上下方向（Z 方向）へのクリアランス（隙間）が、T 2 - M 1 とされている。また、ガイド溝 8 の高さ寸法 T 2 は、第 1 の磁石 1 4 を備えた部分の光結合部材 1 0 の直径 M 2 よりも小さい。なお、ガイド溝 8 の幅寸法 T 1 及び高さ寸法 T 2 が、第 1 の磁石 1 4 を備えた部分の光結合部材 1 0 の幅寸法あるいは高さ寸法の少なくとも一方より小さい寸法関係にあれば足りる。

## 【 0 0 5 0 】

上述したように、ガイド部材 2 の後端側では、光結合部材 1 0 のストッパ部材 6 の前端面 6 a とガイド部材 2 の後端面 2 c との間にコイルばね 7 が繋がれている（図 1 0 参照）。コイルばね 7 は、引張コイルばねであり、第 1 の磁石 1 4 をガイド部材 2 の前端面 2 b 側に付勢する付勢力が作用している。このため、図 1 0 のように各ガイド溝 8 内に配置された光結合部材 1 0 にはガイド部材 2 の後端方向への付勢力が作用し、各第 1 の磁石 1 4 の後端面が、ガイド部材 2 の前端面 2 b に当接した状態で保持されている。

## 【 0 0 5 1 】

図 1 0 に示すように、ガイド部材 2 の両側の側面 2 d には、例えば、Y 方向に長尺状の突起 2 e が形成されている。なお、図 1 0 では、図面上見える一方の側面 2 d にのみ突起 2 e が図示されている。

## 【 0 0 5 2 】

図 1 0 に示すように、カバー部材 3 は、平板状の天井部 3 a と天井部 3 a の X 方向の両側にて下方且つ垂直に折れ曲がる外壁部 3 b、3 b とを有して構成される。カバー部材 3 は、樹脂や非磁性金属等で形成される。例えば、カバー部材 3 を樹脂で形成した場合は、天井部 3 a と外壁部 3 b から成るカバー部材 3 を射出成形等により形成できる。あるいは、カバー部材 3 が非磁性金属材料で形成される場合は、金属板を折り曲げて天井部 3 a 及び外壁部 3 b を構成することができる。図 1 0 に示すようにカバー部材 3 の X 方向の両側に設けられた外壁部 3 b には、Y 方向に長尺状の長穴 3 c が形成されている。なお、図 1 0 では、図面上見える一方の外壁部 3 b にのみ長穴 3 c が図示されている。長穴 3 c の大きさは、ガイド部材 2 に設けられた突起 2 e の大きさと略同一とされている。そして、光コネクタ 1 の組立工程の際、カバー部材 3 がガイド部材 2 の上方から組み込まれることで、ガイド部材 2 の突起 2 e がカバー部材 3 の長穴 3 c に入り込み、カバー部材 3 がガイド部材 2 に固定される。

## 【 0 0 5 3 】

< ケース >

次に、ケース 4 について説明する。ケース 4 は、金属や樹脂等で形成される。図 9 に示すように、ケース 4 は、結合対象と対向する側の前端側から後端側にかけて貫通する収容空間 4 a を備える。そして、図 1 0 に示すガイド部材 2、カバー部材 3、及び、光結合部材 1 0 が、収容空間 4 a 内に収容される。なお、カバー部材 3 は、図 9 に示す図面には示されていない。

## 【 0 0 5 4 】

図 9 に示すように、収容空間 4 a の前端側は開口（以下、開口 4 b とする）しており、開口 4 b から、光結合部材 1 0 のボールレンズ 1 2 及びリング状の第 1 の磁石 1 4 が見えている。なお、図 8 に示すように、2 つの光結合部材 1 0 の各ボールレンズ 1 2 の中心が X 方向に一直線に並んだ状態であるが、ボールレンズ 1 2 同士が多少、上下方向（Z 方向）にずれている状態も許容される。後で詳述するように、本実施の形態における光結合部材 1 0 は、浮動構造（フローティング構造；floating configuration）にて支持されており、ガイド部材 2 により結合対象との間の X 方向、Y 方向及び Z 方向への位置合わせ動作が許容されている。したがって、ボールレンズ 1 2 の中心位置が、X 方向から若干上下方向にずれていても、光結合部材 1 0 の浮動動作により結合対象と

10

20

30

40

50

適切に位置合わせを行うことが可能である。

【 0 0 5 5 】

図 7 から図 9 に示すように、開口 4 b の外周に位置し、結合対象側に向くケース 4 の前端面 4 c には、第 2 の吸着部材としての第 2 の磁石 1 5 が 2 個設けられている。ケース 4 の前端面 4 c は、結合対象側であるデバイス側の光コネクタ 1 0 0 の前端面 1 0 4 c ( 図 9 等参照 ) と対向する面である。

【 0 0 5 6 】

図 9 に示すように、ケース 4 の収容空間 4 a は、開口 4 b 側でやや幅が狭くなっており、ケース 4 には、開口 4 b の周囲に、後方のガイド部材 2 と一部対向する枠体 2 7 が設けられている。よって、ガイド部材 2 は、枠体 2 7 により外側に抜け出ないように規制されている。また、収容空間 4 a には、ガイド部材 2 の前後方向 ( Y 方向 ) への移動を許容する間隔 T 3 が設けられている。なお、ガイド部材 2 とケース 4 の内壁との間には、多少のクリアランスが設けられている。このように、ガイド部材 2 は、収容空間 4 a にて、所定範囲内での移動が許容されている。

10

【 0 0 5 7 】

第 2 の磁石 1 5 は、ケース 4 の前端面 4 c に設けられた凹部内に配置されている。第 2 の磁石 1 5 の外面は、ケース 4 の前端面 4 c と略同一平面で形成されている。

【 0 0 5 8 】

図 7、図 8 に示す実施の形態では、第 2 の磁石 1 5 は、開口 4 b の左右両側に、夫々、1 個ずつ配置されているが、第 2 の磁石 1 5 の個数や配置を特に制限するものではない。ただし、第 2 の磁石 1 5 は、複数個設けられることが、位置合わせ精度を向上させるうえで好適である。また、第 2 の磁石 1 5 を図 7、図 8 に示すように、開口 4 b の左右両側に 1 個ずつ配置した場合、光結合部材 1 0 に配置された第 1 の磁石 1 4 と、第 2 の磁石 1 5 とが同一直線上に配置されることが好ましい。このように直線上に配置すると、結合対象に接続された状態では、左右均等な吸着力が作用し、安定した接続状態を得ることができる。なお、第 2 の磁石 1 5 については、結合対象との逆付け防止が可能な配置とすることができる。

20

【 0 0 5 9 】

図 7、図 8 では、第 2 の磁石 1 5 の形状は円形であるが、形状を限定するものではない。例えば、第 2 の磁石 1 5 は、多角形状、リング状、楕円状、及び、扇形等であってもよい。

30

【 0 0 6 0 】

< キャップ >

図 9 に示すように、ケース 4 の後端側はキャップ 5 により塞がれている。キャップ 5 は、金属や樹脂等で形成される。図 9 に示すように、キャップ 5 は、中央に凹部を有する突出部 5 a と、突出部 5 a の後端に段差を介して設けられる後方部 5 b とを有して構成される。突出部 5 a は、ケース 4 の収容空間 4 a に圧入、ねじ止め、接着等とされている。また、図 9 に示すように、キャップ 5 の内部には、後方部 5 b を貫通する、ガラスファイバ 1 7 を通すための挿通口 5 c が設けられている。図 9 に示すように、ガラスファイバ 1 7 は、挿通口 5 c に挿通され、キャップ 5 の後方に延出している。

40

【 0 0 6 1 】

なお、本実施の形態では、光結合部材 1 0 及びガイド部材 2 を収容するためのケース 4 と、ケース 4 の後方を塞ぐキャップ 5 とを別々に構成していたが、一体化してもよい。

【 0 0 6 2 】

< 結合対象との接続 >

続いて、結合対象との接続について説明する。図 9 に示す紙面右側の光コネクタ 1 は、図 7 に示す光コネクタ 1 である。一方、図 9 に示す紙面左側は、デバイス側の光コネクタ 1 0 0 を示している。なお、この実施形態では、光コネクタ 1 0 0 は、固定された構成として説明するが、光コネクタ 1 と同様に作業者が手に取って動かすことが可能な非固定の構成であってもよい。また、結合対象としての光コネクタ 1 0 0 は、本実施の形態の光コ

50

ネクタ 1 とほぼ同様の内部構造で構成されている。ただし、内部構造は、光コネクタ 1、100 で異なってもよい。なお、説明の便宜上、結合対象としての光コネクタ 100 では、光結合部材 20、ホルダ 21、ボールレンズ 22、光ファイバ 23、第 1 の磁石 24、第 2 の磁石 25、及び、ガイド部材 26 とし、光コネクタ 1 とは符号を変えて説明する。

#### 【0063】

図 9 に示す光コネクタ 1 に設けられた第 1 の磁石 14 を、光コネクタ 100 に設けられた第 1 の磁石 24 に接近させると、互いに吸着するように、一方が N 極に、他方が S 極に着磁されている。同様に、光コネクタ 1 に設けられた第 2 の磁石 15 を、光コネクタ 100 に設けられた第 2 の磁石 25 に接近させると、互いに吸着するように、一方が N 極に、他方が S 極に着磁されている。

10

#### 【0064】

光コネクタ 1 を、光コネクタ 100 に対して所定距離以上に接近させると、光コネクタ 1 に設けられた光結合部材 10 の第 1 の磁石 14 と、光コネクタ 100 に設けられた光結合部材 20 の第 1 の磁石 24 との間で、磁力（吸着力）が生じる。このときの磁力は、各光結合部材 10 に設けられたコイルばね 7 の付勢力に勝る。このため、光結合部材 10 が、光結合部材 20 に近づくように、光結合部材 10 及びガイド部材 2 が前方に移動する。すなわち、ガイド部材 2 は、間隔 T3 だけ前方に移動可能であり、このとき、第 1 の磁石 14 は、ケース 4 の開口 4b から前方に突出し、やがて、第 1 の磁石 14、24 同士が接触する。なお、ガイド部材 2 の前方への移動は、ケース 4 の開口 4b 側の枠体 27 で規制されるため、光コネクタ 1 が、光コネクタ 100 に所定距離以上に接近したときにのみ、第 1 の磁石 14、24 同士が接近・吸着する。

20

#### 【0065】

本実施の形態では、コイルばね 7 の付勢力を、第 1 の磁石 14、24 の間で作用する磁力よりも弱く設定している。これにより、光結合部材 10 の第 1 の磁石 14 は、初期位置から、光結合部材 10 を、第 1 の磁石 14、24 間で作用する磁力によって前方に移動させることができる。なお、この実施の形態では、結合対象としての光コネクタ 100 も同様の機構を備えており、光結合部材 20 及びガイド部材 26 が前方に移動し、第 1 の磁石 14、24 同士が吸着する。

#### 【0066】

以下、光コネクタ 1、100 を接続した際の光結合部材 10、20 同士の結合作業について説明する。図 13 は、本実施の形態に係る光結合部材 10、20 の結合作業の説明図である。図 13 に示すように、光結合部材 20 は、第 1 の磁石 24 の着磁形態のみにおいて光結合部材 10 と相違する。例えば、光結合部材 10 の第 1 の磁石 14 は、ボールレンズ 12 側の先端部近傍が N 極に着磁され、反対側の端部近傍が S 極に着磁されている。一方、光結合部材 20 の第 1 の磁石 24 は、光結合部材 10 の第 1 の磁石 14 と異なり、ボールレンズ 22 側の先端部近傍が S 極に着磁され、反対側の端部近傍が N 極に着磁されている。

30

#### 【0067】

図 13 A に示すように、第 1 の磁石 14 を、第 1 の磁石 24 へ一定距離まで接近させると、第 1 の磁石 14、24 間に作用する磁力によって、初期位置から第 1 の磁石 14、24 同士が引き寄せられ、やがて、第 1 の磁石 14、24 同士は、接触した状態となる（図 13 B 参照）。

40

#### 【0068】

そして、図 13 B に示す接触状態から、さらに第 1 の磁石 14、24 の磁力によって、第 1 の磁石 24 の光結合部材 10 側の前端面 24s と、第 1 の磁石 14 の光結合部材 20 側の前端面 14s とが対向して配置するように、第 1 の磁石 14、24 同士が移動する。ここでは、第 1 の磁石 24 が上方側に移動し、第 1 の磁石 14 が下方側に移動する。これにより、図 13 C に示すように、第 1 の磁石 24 の光結合部材 10 側の前端面 24s と、第 1 の磁石 14 の光結合部材 20 側の前端面 14s とが密着した状態となる。

50

## 【 0 0 6 9 】

このように、各第1の磁石14、24の前端面14s、24sが互いに、密着した状態となることにより、ボールレンズ12、22の中心同士が一致した状態となる。なお、少なくとも、各第1の磁石14、24の前端面14s、24sにめっきが施されていると、滑りがよくなり、各第1の磁石14、24の表面を滑らせながら移動させることができる。よって、より高精度な位置合わせを行うことができる。

## 【 0 0 7 0 】

なお、本実施の形態では、各光コネクタ1、100に複数の光結合部材10、20が配置されている。したがって、接続される光結合部材10、20は複数組ある。使用用途にもよるが、各組の結合タイミングを略同時とすることができ、あるいは、結合タイミング

10

## 【 0 0 7 1 】

図13に説明した結合作業において本実施の形態では、ガイド部材2が用いられ、光結合部材10の結合対象である光結合部材20への位置合わせ動作を許容しながら、それ以上の移動はできないように規制されている。以下、光結合部材10に対する移動規制について説明する。なお、説明は省略するが、光結合部材20についても同様である。本実施の形態における光結合部材10は、浮動構造（フローティング構造）にて支持されている。すなわち、光結合部材10が左右方向（X方向）、前後方向（Y方向）及び上下方向（Z方向）の3軸方向のいずれにも移動可能に支持されている。しかしながら、光結合部材10の3軸方向への自由な移動を許容し移動規制をしないと、例えば、複数の光結合部材10を並設した場合、各光結合部材間で生じる反発力や吸着力により各光結合部材10の初期位置が安定しない。また、光結合部材10を1つだけ配置した場合でも、光結合部材10を光コネクタ1内に組み込む際の位置決め精度が低下しやすく、また、光コネクタ1に強い衝撃等が加わった場合に、光結合部材10がケース部分に激しく衝突する等してボールレンズ12等の破損を招く恐れがある。このように、光結合部材10の初期位置が安定しないと、結合対象と高い位置合わせ精度により結合することができず、あるいは、結合対象との結合そのものできない恐れがある。したがって、本実施の形態では、光結合部材10の結合対象への位置合わせ動作を許容しながら、光結合部材10の移動を規制する移動規制部材を設けている。

20

30

## 【 0 0 7 2 】

具体的には、本実施の形態では、移動規制部材としてガイド部材2を用いている。ガイド部材2には、前端から後端にかけてガイド溝8が形成されており、光結合部材10は、第1の磁石14がガイド部材2の前端側から突出した状態で、ホルダ11がガイド溝8に配置されている。そして、図12に示す通り、ガイド溝8の幅寸法T1及び高さ寸法T2は、ガイド溝8に配置される部分の光結合部材10の直径（幅寸法）M1よりも大きい。これにより、光コネクタ1、100が所定距離に近づくと、第1の磁石14、24との間で磁力が発生し、各光結合部材10、20が相手側との結合方向へ適切に移動できる。また、ガイド溝8の幅寸法T1及び高さ寸法T2は、ガイド溝8に配置される部分の光結合部材10、20の直径よりも大きいため、ホルダ11とガイド溝8との間にクリアランスが生じている。したがって、光結合部材10、20は、ガイド溝8の延出方向（前後方向；Y方向）と交差する方向の左右方向（X方向）及び高さ方向（Z方向）に形成されたクリアランス範囲にて適切に移動できる。したがって、各光結合部材10、20は、相手側との位置合わせ動作が3軸方向に許容され、適切に、各光結合部材10、20のボールレンズ12、22の中心を合わせる位置合わせ動作が可能である。加えて、ガイド溝8の底面8a及び壁面8b、及びガイド溝8の上面を塞ぐカバー部材3の天井部面は、各光結合部材10、20が必要以上に移動するのを抑制する規制面を構成する。さらに、ガイド溝8の幅寸法T1及び高さ寸法T2は、第1の磁石14、24を備えた部分の光結合部材10、20の直径M2よりも小さいため、第1の磁石14、24が、ガイド部材2のガイド溝8内に入り込まず、光結合部材10、20が必要以上に後端方向へ移動することを規制

40

50

できる。これにより適切に、各光結合部材 10、20 の相手側との位置合わせ動作を許容しながら、各光結合部材 10、20 の移動を規制することができる。

#### 【0073】

加えて、本実施の形態では、ガイド部材 2 も浮動構造（フローティング構造）にて支持されている。すなわち、収容空間 4a 内にて、光結合部材 10 と、ガイド部材 2 の双方が、浮動構造（フローティング構造）とされている。例えば、ガイド部材 2 が収容空間 4a 内にて固定されている場合、ガイド部材 2 と光結合部材 10 との間が、光結合部材 10 の可動範囲として制限されてしまい、それ以上に光コネクタ間の嵌合公差が大きいと適切に光結合部材同士を結合させることができず、コネクタとして適切に機能しなくなる。そこで、ガイド部材 2 も、浮動構造（フローティング構造）にて支持することで、光コネクタの寸法公差が大きい場合でもガイド部材 2 が動くことで、公差を吸収できる。そして、最終的に、第 2 の磁石 15、25 が微小な位置合わせをすることで、第 1 の磁石 14、24 と第 2 の磁石 15、25 による、2 段階の位置合わせにより大きな公差を吸収し、しかも精密な位置合わせが簡単に実現できる。

10

#### 【0074】

本実施の形態では、先に各光コネクタ 1、100 の第 1 の磁石 14、24 同士が接続された後、第 2 の磁石 15、25 同士が接続する構成とすることができる。例えば、先に、第 2 の磁石 15、25 が接続され、続いて、第 1 の磁石 14、24 が接続される構成、あるいは、同時に接続される構成では、第 1 の磁石 14、24 同士の接続の際に位置ずれが生じる場合がある。すなわち、第 2 の磁石 15、25 の接続によって第 1 の磁石 14、24 の移動が拘束されてしまうため、例えば、第 2 の磁石 15、24 の接続がややずれてしまった場合、第 1 の磁石 14、24 同士もずれた状態に対向してしまう。そして、移動が拘束された状態では、第 1 の磁石 14、24 の間で位置ずれが生じて接続されやすくなる。よって、先に、第 1 の磁石 14、24 同士を接続させ、後で第 2 の磁石 15、25 同士を接続させる構成が、位置合わせ精度を向上させるうえで好ましい。このように、第 2 の磁石 15、25 を、各光コネクタ 1、100 の位置合わせの際に補助的に用いることで、第 2 の磁石 15、25 による位置合わせ精度を、第 1 の磁石 14、24 による位置合わせ精度より低くすることができる。よって、第 1 の磁石 14、24 をレンズ 12、22 に対して互いに高精度に形成し、第 1 の磁石 14、24 の接続を主体として、レンズ中心の位置合わせを実行する。一方、第 2 の磁石 15、25 は補助的に用いることができ、第 1 の磁石 14、24 に比べて多少ラフな構成であってもよい。例えば、第 2 の磁石 15、25 の表面粗さは、第 1 の磁石 14、24 よりも大きく、各ケース 4、104 同士がぴったりと密着せず、ケース 4、104 の前端面 4c、104c 間に多少の隙間が生じていてもよい。

20

30

#### 【0075】

また、第 1 の磁石 14、24 の磁力は、第 2 の磁石 15、25 の磁力よりも強いことが好ましい。これにより、結合対象との位置合わせにおいて、第 1 の磁石 14、24 を主体とし、第 2 の磁石 15、25 を補助的に用いることができる。よって、第 1 の磁石 14、24 同士が先に接続し、続いて、第 2 の磁石 15、25 が接続するように構成しやすい。

#### 【0076】

また、既に記載したように、第 1 の磁石 14、24 の表面はめっきが施されて滑りを良くした構成であることが好ましいが、同様に、第 2 の磁石 15、25 の表面にもめっきを施して、滑りを良くすることが可能である。

40

#### 【0077】

また、本実施の形態では、図 9 に示すように、光コネクタ 1、100 同士をケース 4、104 の前端面 4c、104c にて吸着力を用いて、面接続する構成に適している。このため、例えば、ピンを用いて挿抜するコネクタの構成とは違って、挿抜回数の規制がなく、ピンを用いた場合のように破損が生じることもない。したがって、より効果的に、長期間に亘って繰り返しの着脱が可能である。

#### 【0078】

50

また、光コネクタ 1、100 に配置される各第 1 の磁石 14、24 の前端面 14s、24s の形状は同一に構成されている。このため、これらの第 1 の磁石 14、24 の吸着力により前端面 14s、24s 同士を密着させることができる。これにより、光結合部材 20 に対して安定して光結合部材 10 を結合させることが可能となる。

【0079】

特に、光コネクタ 1 に配置される第 1 の磁石 14 は、結合対象である光結合部材 20 の前端面 14s の外形形状が、ボールレンズ 12 の中心を中心点とした真円形状に構成されている。このため、光結合部材 20 の磁石 24 と吸着する際に第 1 の磁石 14 が回転することがない。このため、第 1 の磁石 14 が設けられるホルダ 11 の回転を防止できるので、ホルダ 11 に保持されるプラスチック光ファイバ 13 が捻じれる事態を防止することが可能となる。

10

【0080】

なお、上記実施の形態に係る光結合部材 10、20 においては、第 1 の磁石 14、24 が発生する吸着力によって光結合部材 10 と光結合部材 20 とを結合する場合について説明している。しかしながら、光結合部材 10 の構成については、これに限定されるものではない。光結合部材 10 と光結合部材 20 との結合を強固にしたり、光結合部材 10 と光結合部材 20 とを結合し易くしたりすることは実施の形態として好ましい。

【0081】

また、本実施の形態では、図 9 等に示すように、ガイド部材 2 の前端側に突出した第 1 の磁石 14 をガイド部材 2 の前端面 2b 方向に付勢する付勢部材としてのコイルばね 7 が設けられている。具体的には、コイルばね 7 は、ガイド部材 2 の後端面 2c と、ガイド部材 2 の後端面 2c よりも後方にて光結合部材 10 に設けられたストッパ部材 6 の前端面 6a との間を接続する引張コイルばねである。また、コイルばね 7 の付勢力は、第 1 の磁石 14 の結合対象である第 1 の磁石 24 との間で作用する磁力（吸着力）よりも弱く設定されている。これにより、光結合部材 10 の第 1 の磁石 14 は、ガイド部材 2 の前端面 2b に当接した初期位置から、光コネクタ 1、100 同士の接続によって第 1 の磁石 14、24 間で作用する磁力により、前方に移動して光結合部材 10、20 同士が適切に結合される。また、光コネクタ 1、100 の接続状態から光コネクタ 1、100 を引き離すと、第 1 の磁石 14、24 同士が離れ、このとき、コイルばね 7 の付勢力により、光結合部材 10 の第 1 の磁石 14 がガイド部材 2 の前端面 2b に当接する初期位置に適切に戻される。

20

30

【0082】

上記実施の形態では、光結合部材 10、20 との結合状態の解除により、光結合部材 10 を初期位置に戻す付勢部材として、コイルばね 7 が用いられたが、弾性体としてコイルばね 7 以外にゴム等が用いられてもよい。このように、付勢部材として弾性体が用いられることで、簡単な構成で、光結合部材 10 に対して付勢力を付加することができる。

【0083】

また、上記実施の形態では、コイルばね 7 がガイド部材 2 の後端面 2c とストッパ部材 6 の前端面 6a との間に設けられていたが、コイルばね 7 等の弾性体をガイド部材 2 の前端面 2b と第 1 の磁石 14 の後端面との間に接続してもよい。

【0084】

ただし、付勢部材は、ガイド部材 2 の後端側に配置されていることが好ましい。ガイド部材 2 の後端側は前端側に比較して広いスペースがあるため、無理なく付勢部材を配置することができる。また、第 1 の磁石 14 の初期位置としてガイド部材 2 の前端面 2b に当接した状態を得ることができる。

40

【0085】

なお、本発明は上記実施の形態に限定されず、種々変更して実施することが可能である。上記実施の形態において、添付図面に図示されている大きさや形状などについては、これに限定されず、本発明の効果を発揮する範囲内で適宜変更することが可能である。その他、本発明の目的の範囲を逸脱しない限りにおいて適宜変更して実施することが可能である。

50

## 【0086】

例えば、上記実施の形態においては、光結合部材10が備えるレンズがボールレンズ12で構成される場合について説明している。しかしながら、光結合部材10に適用されるレンズについてはボールレンズ12に限定されるものではなく適宜変更が可能である。例えば、結合対象との間で適切に伝搬される光を結合可能であることを前提として、凸レンズや凹レンズ等の任意のレンズを適用することができる。

## 【0087】

また、上記実施の形態においては、光結合部材10が第1の吸着部材として第1の磁石14を備える場合について説明している。しかしながら、光結合部材10が備える第1の吸着部材については、これに限定されるものではなく適宜変更が可能である。例えば、第1の吸着部材として、結合対象に設けられた磁石に吸着する磁性体を光結合部材10に備えるようにしてもよい。このように変更する場合にも、上記実施の形態と同様に、複雑な結合作業を必要とすることなく、プラスチック光ファイバ13内の光の伝搬効率を向上させることが可能となる。

10

## 【0088】

さらに、上記実施の形態においては、光結合部材10が備える第1の磁石14が円筒形状を有する場合について説明している。しかしながら、光結合部材10が備える第1の磁石14の形状については、これに限定されるものではなく適宜変更が可能である。例えば、結合対象に設けられる磁石との関係において、ボールレンズ12の中心を結合対象側の光学要素の中心と位置合わせできることを前提として任意の形状とすることができる。例えば、第1の磁石14は、断面形状が多角形の筒状体で構成するようにしてもよい。また、第1の磁石14は、ホルダ11の前端部の周囲全体に囲む形状でなく、その一部に配置される形状であってもよい。さらに、第1の磁石14は、前端部の断面が平面形状ではなく凹凸形状を有するようにしてもよい。

20

## 【0089】

さらに、上記実施の形態においては、光結合部材10の結合対象として同一の構成を有する光結合部材20と結合する場合を例に説明している。しかしながら、光結合部材10の結合対象については、これに限定されるものではなく適宜変更が可能である。例えば、光結合部材10は、光学要素としてレンズを含まない結合対象、異なる断面形状を有する第1の磁石24を備えた結合対象や、第1の磁石24の代わりに磁性体を備えた結合対象と結合することができる。また、結合対象側の光コネクタは、固定されていても非固定であってもどちらでもよい。また本実施の形態では、光コネクタ同士を面で接続することができるが、例えば、オス型、及び、メス型を構成するコネクタに本実施の形態を適用することも可能である。

30

## 【0090】

また、本実施の形態では、光結合部材に対する移動規制部材としてガイド部材2を提示したが、ガイド部材2に限定されるものでない。例えば、エラストマー等の柔軟性のある樹脂層で光結合部材のホルダ11の周囲を覆い、樹脂層の前端側に第1の磁石14が突出した状態とする。樹脂層は、光結合部材の結合対象への位置合わせ動作を阻害しない柔軟性を有している。したがって、樹脂層を、光結合部材の結合対象への位置合わせ動作を許容はするが、光結合部材がそれ以上移動できないように規制する移動規制部材として機能させることができる。これによっても、複雑な結合作業を必要とすることなく、光ファイバ内の光の伝搬効率を向上させることが可能となる。ただし、ガイド溝を有するガイド部材を移動規制部材として用い、ガイド溝に光結合部材のホルダを配置した構成とすることで、光結合部材の結合対象への位置合わせ動作範囲を精度よく規制でき、さらに、光結合部材のホルダをガイド部材のガイド溝に配置するだけで光結合部材の光コネクタ内の位置合わせを行うことができ、光結合部材の組み立て作業を容易にできる。

40

## 【0091】

また、本実施の形態における光コネクタの構成は、好ましい形態の一例であって、第1の磁石14及び第2の磁石24の一方、或いは両方を設けない構成とすることも可能であ

50

るし、ガイド部材 2（移動規制部材）を配置しない構成とすることも可能である。

【0092】

なお、本実施の形態における光コネクタは、USB（Universal Serial Bus）規格に対応した電気コネクタ、HDMI（High-Definition Multimedia Interface）規格（HDMIは登録商標）に対応した電気コネクタ、サンダーボルト（登録商標）（Thunderbolt）規格に対応した電気コネクタ、イーサネット（Ethernet）規格（イーサネット及びEthernetは登録商標）に対応した電気コネクタ等に用いることができる。また、給電用コネクタとしても用いることが可能である。給電用コネクタでは、まず、グランド用の光結合部材が結合対象のグランド用光結合部材と結合した後、遅れて残りの光結合部材同士が結合する構成とされる。例えば、各光結合部材に取りつけられる付勢部材としてのコイルばね等の付勢力を、各光結合部材毎に変えたり、磁石の磁力を変えたりすることで、結合タイミングを同時でなくずらすことができる。

10

【0093】

特に、本実施の形態では、プラスチック光ファイバとガラスファイバとを繋ぎ合わせ、長距離の情報伝送を可能としたので、飛行機や、電車、ビルの複数階に跨るように、また、海底中継路のように、伝送距離が長い用途に好ましく適用できる。

【符号の説明】

【0094】

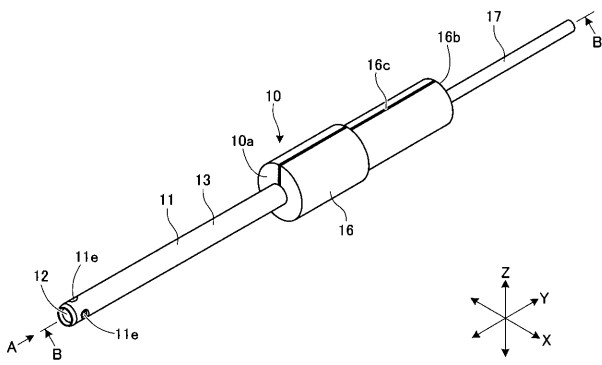
- 1、100 光コネクタ
- 2 ガイド部材
- 3 カバー部材
- 4、104 ケース
- 4a 収容空間
- 4b 開口
- 5 キャップ
- 7 コイルばね
- 8、26 ガイド溝
- 10、20 光結合部材
- 11、21 ホルダ
- 12、22 ボールレンズ
- 13 プラスチック光ファイバ
- 13a, 17a コア
- 14、24 第1の磁石
- 15、25 第2の磁石
- 16 割スリーブ
- 17 ガラスファイバ
- 18 貫通孔
- 18a 大径孔
- 18b 小径孔
- 30、31 分割スリーブ
- 32 小V溝
- 33 大V溝

20

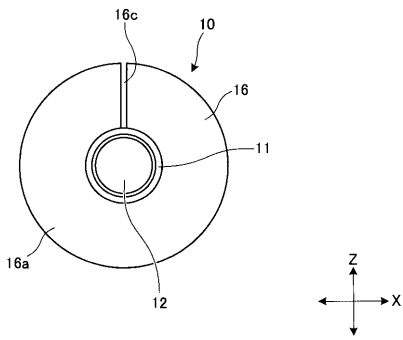
30

40

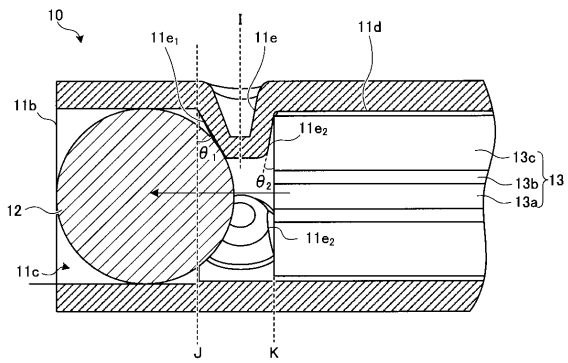
【 図 1 】



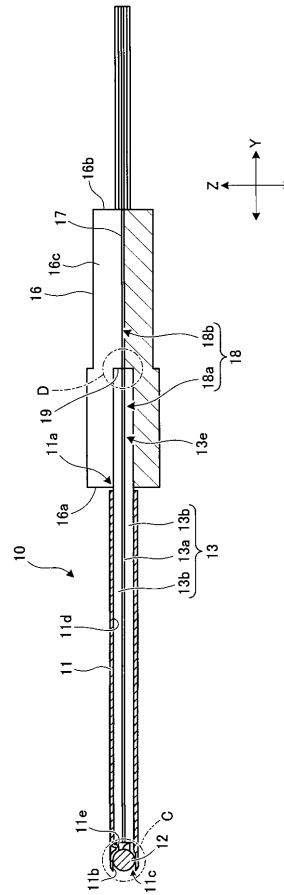
【 図 2 】



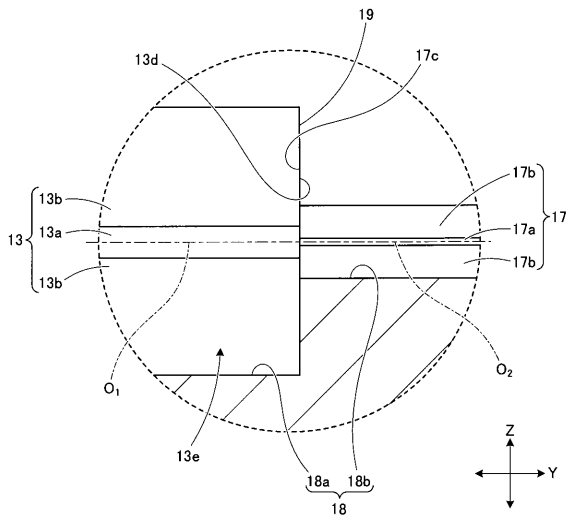
【 図 4 】



【 図 3 】

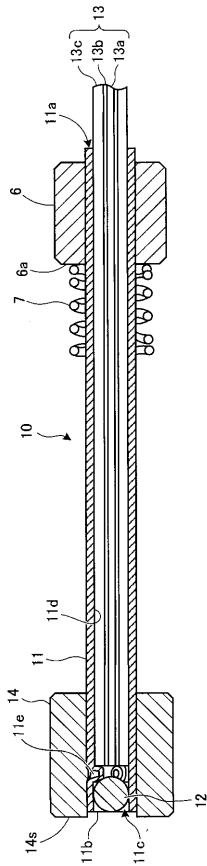


【 図 5 】

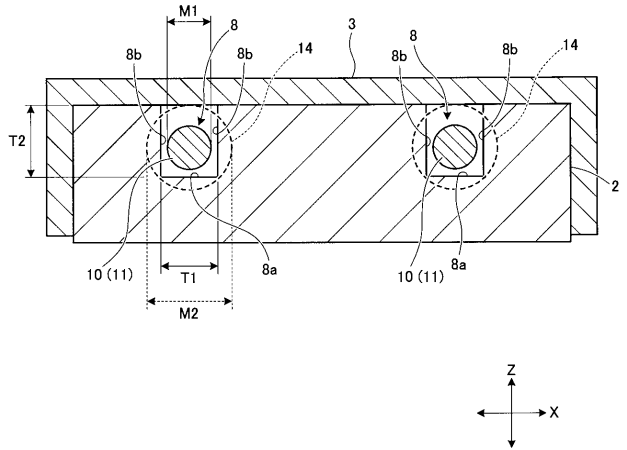




【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】

図 13A

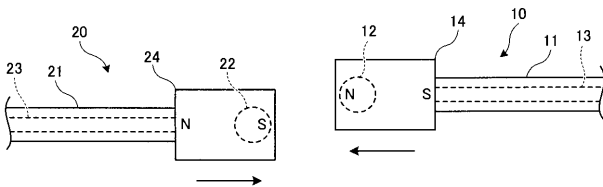


図 13B

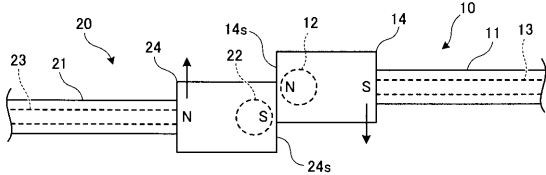
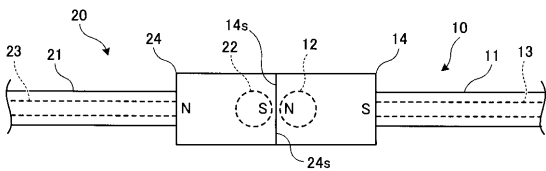


図 13C



---

フロントページの続き

(72)発明者 チアゴ バッハ

神奈川県横浜市神奈川区入江2丁目5番12号 三菱鉛筆株式会社 横浜事業所内

Fターム(参考) 2H036 JA05 LA03 LA07 LA08 NA15 QA03 QA13 QA19 QA56

2H137 BA02 BA04 BA06 BA12 BA13 BC02 CA13A CA15A CA16C CA26A

CA36 CA45 CA62 CA77 CA78 CC27 CD28 CD45 CD47