

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5397209号  
(P5397209)

(45) 発行日 平成26年1月22日(2014.1.22)

(24) 登録日 平成25年11月1日(2013.11.1)

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

請求項の数 3 (全 9 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2009-287792 (P2009-287792)                  (22) 出願日 平成21年12月18日(2009.12.18)                  (65) 公開番号 特開2010-181867 (P2010-181867A)                  (43) 公開日 平成22年8月19日(2010.8.19)                          審査請求日 平成24年12月13日(2012.12.13)                  (31) 優先権主張番号 特願2009-2488 (P2009-2488)                  (32) 優先日 平成21年1月8日(2009.1.8)                  (33) 優先権主張国 日本国(JP)</p>	<p>(73) 特許権者 000002130                          住友電気工業株式会社                          大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号                  (74) 代理人 100153110                          弁理士 岡田 宏之                  (74) 代理人 100099069                          弁理士 佐野 健一郎                  (72) 発明者 佐藤 俊介                          神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電                          気工業株式会社 横浜製作所内                           審査官 岡田 吉美</p>
---	---

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】

光電変換素子を実装され金属キャップで気密封止されたパッケージと、光コネクタのフェルールが挿入される光レセプタクルを備えた光モジュールであって、

前記光レセプタクルは、フェルールが挿入される電気絶縁性のスリーブ、該スリーブの基端部が嵌合される電気絶縁性のファイバスタブ、該ファイバスタブを嵌合して保持する金属製のスタブホルダ、該スタブホルダの外側に嵌合される電気絶縁性のリング、該リングの外側に嵌合されて前記スリーブを覆う金属製のスリーブシェルを有し、前記スタブホルダと前記スリーブシェルは前記リングにより電氣的に絶縁されており、前記スタブホルダと前記リングの嵌合部分と前記リングと前記スリーブシェルの嵌合部分は光軸方向に沿って重なり部分を有していることを特徴とする光モジュール。

【請求項2】

前記ファイバスタブと前記スタブホルダ、前記スタブホルダと前記リング、前記リングと前記スリーブシェルは、圧入嵌合により固定されていることを特徴とする請求項1に記載の光モジュール。

【請求項3】

前記パッケージと前記光レセプタクルは、金属製のジョイントスリーブを介して結合されていることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の光モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

## 【 0 0 0 1 】

本発明は、光電変換素子が実装されたパッケージと光コネクタのフェルールが挿入される光レセプタクルを備えた光モジュールに関する。

## 【 背景技術 】

## 【 0 0 0 2 】

光通信に用いられる光トランシーバ等に搭載される光モジュールは、発光素子あるいは受光素子等の光電変換素子が搭載され、これら光電変換素子を気密封止したパッケージ部分と、光ファイバケーブルに接続された光コネクタのフェルールを位置決めして光電変換素子との光結合を形成する光レセプタクル部分を備えている。

## 【 0 0 0 3 】

例えば、同軸型（CAN型）のパッケージにおいては、光電変換素子等の電子部品を搭載する領域と電気信号を伝送するリード端子を有するステムと、気密空間を確保するためのキャップシェルとからなる。光電変換素子等の電子部品は、ステム上に電氣的に絶縁されて半田材などを用いて実装される。キャップシェルは、例えば、窒素雰囲気下でステムに抵抗溶接等で溶接され、ステム上に搭載される電子部品の収納空間を気密状態で封止し、電子部品に対する信頼性を高めている。また、キャップシェルには、伝搬される光を集光する光学レンズが、低融点ガラスなどで取付け固定されている。

## 【 0 0 0 4 】

光レセプタクル部分は、パッケージ部分に対して、光学レンズにより集光される光が高効率で結合される位置になるように調芯して、YAG溶接等により固定される。光レセプタクル部分の位置決めには、ジョイントスリーブを用いて行なう場合もあるが、用いずに行う場合もある。

上記のような構造の光モジュールは、光トランシーバ等に搭載する場合に、光レセプタクル部分を光トランシーバ等の光コネクタの挿入部分に位置決めして取付固定される。

## 【 0 0 0 5 】

光トランシーバの使用周波数が高くなると、光電変換素子を搭載したパッケージ部分から放射される電氣的ノイズやパッケージの後段の回路基板から放射される電氣的ノイズ、また、光トランシーバに外部から伝搬されて侵入する電氣的ノイズが問題となる。

通常、これらの電氣的ノイズを抑制するために、光トランシーバの光コネクタの挿入部分（光モジュールの光レセプタクル部分）は、電氣的ノイズの放射や侵入を抑制するため、金属材料もしくは金属コーティングでシールドされた構造とされている。

## 【 0 0 0 6 】

この金属材料によるシールドは、通信機器の筐体等を介して接地（フレームグランドと呼ばれている）され、電氣的ノイズの抑制以外に静電気による影響も抑制されるように設計されている。

他方、光モジュールの光電変換素子等を制御駆動する信号回路の接地（シグナルグランドと呼ばれている）は、パッケージ部分のグランドピン等を介して回路基板に設けたグランド導体等に接続されるように設計されている。

## 【 0 0 0 7 】

上記のフレームグランドとシグナルグランドが、電氣的に接続されていると、機器筐体と回路基板との間での電氣的ノイズの伝搬が生じやすくなり、機器の動作に悪影響を与える恐れがある。また、機器筐体からの静電気が回路基板側に伝搬されやすくなって、回路部をサージ破壊する要因にもなる。したがって、光モジュールにおいて、フレームグランドとシグナルグランドが電氣的に分離される構造が必要とされている。

## 【 0 0 0 8 】

例えば、特許文献1には、図4(A)に示すような、電子部品素子（半導体レーザ等）を搭載した光ユニット（パッケージ）1と、光コネクタが接続される光レセプタクル2からなる光モジュールが記載されている。パッケージ1は、金属ステム4にヒートシンク5を介して半導体レーザ3が搭載され、レンズ6が固定された金属製のレンズホルダ7を金属ステム4に抵抗溶接して構成されている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 9 】

光レセプタクル 2 は、金属製のスタブホルダ 8、金属製のスリーブカバー 9、ファイバスタブ 10、スペーサ 11、スリーブ 12 からなっている。スタブホルダ 8 の貫通孔 8 a にはファイバスタブ 10 が圧入で保持され、ザグリ部 8 b にはスペーサ 11 が圧入で保持される。スリーブ 12 は、ジルコニア等のセラミック材で径方向に伸縮可能な割スリーブで形成され、ファイバスタブ 10 の前部側に嵌合保持される。スリーブカバー 9 は、スタブホルダ 8 からは離間してスリーブ 12 を保護するように、スペーサ 11 の外側に圧入嵌合するようにして取付け保持される。

## 【 0 0 1 0 】

ファイバスタブ 10 は、ジルコニアやアルミナ等のセラミック材から形成され、また、  
スペーサ 11 も電氣的に絶縁性のセラミックで形成されている。金属製のスタブホルダ 8  
と金属製のスリーブカバー 9 は、スペーサ 11 により電氣的に絶縁される。この構成により、  
金属製のスタブホルダ 8 は、電子部品素子が搭載されるパッケージ 1 と電氣的には導  
通されるが、光コネクタが接触する金属製のスリーブカバー 9 からは電氣的に絶縁される  
。

10

## 【 0 0 1 1 】

また、特許文献 2 には、図 4 ( B ) に示すような、光素子 ( 半導体レーザ等 ) を搭載した  
パッケージ 1 と光コネクタが接続される光レセプタクル 2 とを、ジョイントスリーブ 1  
3 で結合した光モジュールが記載されている。パッケージ 1 は、リード端子をガラス封止  
した金属ステム 4 に光素子 ( 半導体レーザ等 ) 3 が搭載され、レンズ 6 が固定された金属  
製のレンズホルダ 7 を金属ステム 4 に抵抗溶接して構成されている。

20

## 【 0 0 1 2 】

光レセプタクル 2 は、金属製のスタブホルダ 8、ハウジング ( スリーブカバー ) 9、フ  
ァイバスタブ 10、スリーブ 12 からなっている。スタブホルダ 8 には、ファイバスタブ  
10 を嵌入させて保持し、ファイバスタブ 10 には、ジルコニア製のスリーブ 12 が嵌合  
保持される。ハウジング 9 は、スリーブ 12 を保護するようにしてスタブホルダ 8 に嵌合  
して取付け保持される。

## 【 0 0 1 3 】

ジョイントスリーブ 13 は、上金属蓋 14、ジルコニア等のセラミック製の絶縁リング  
15、下金属リング 16 を互いに圧入によって組み合わせられて形成されている。下金属リ  
ング 16 は、パッケージ 1 のレンズホルダ 7 に嵌合して溶接され、上金属蓋 14 の上面に  
はスタブホルダ 8 が載せられ溶接され、パッケージ 1 と光レセプタクル 2 とが、調芯され  
て組み付けられる。この構成により、パッケージ 1 側と光レセプタクル 2 側とは、絶縁リ  
ング 15 により電氣的に絶縁される。

30

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 1 4 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 6 - 1 1 9 5 7 7 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 6 - 8 4 6 8 3 号公報

## 【 発明の概要 】

40

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 1 5 】

特許文献 1 , 2 には、光電変換素子が搭載されたパッケージ部分と光コネクタが接続さ  
れる光レセプタクル部分を電氣的に絶縁することが開示されている。これにより、電氣的  
ノイズの伝搬や静電気によるサージ破壊を防止することが可能となり、また、光レセプタ  
クル部の金属部分がアンテナとして作用するのを抑制することが可能とされている。

## 【 0 0 1 6 】

しかしながら、特許文献 1 では、パッケージ 1 と光レセプタクル 2 とを電氣的に絶縁す  
る中空円筒状のスペーサ 11 に、スタブホルダ 8 とスリーブカバー 9 を、共に外周部から  
圧入嵌合する構造となる。このため、スペーサ 11 には圧縮応力が定常的にかかる形態と

50

なり、その応力に耐えるに十分な構造が必要となり、コスト高となる。また、特許文献2では、パッケージ1と光レセプタクル2とを電氣的に絶縁する絶縁リング15を、上金属蓋14と下金属リング16で圧入で組み付ける構造で、ジョイントスリーブの構造が複雑になりコスト高となる。また、径方向の寸法制約により、絶縁リング15の厚みを厚くすることができないので、電氣的絶縁が十分でなく、クラックが生じる恐れがある。

【0017】

本発明は、上述した実情に鑑みてなされたもので、パッケージ部分と光レセプタクル部分を電氣的に絶縁して、電氣的ノイズの伝搬や静電気によるサージ破壊等を防止すると共に、電気絶縁のための絶縁リングを厚くすることなく、安価で組立てが簡単な光モジュールの提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0018】

本発明による光モジュールは、光電変換素子が実装され金属キャップで気密封止されたパッケージと、光コネクタのフェルールが挿入される光レセプタクルを備えた光モジュールで、光レセプタクルは、フェルールが挿入される電気絶縁性のスリーブ、該スリーブの基端部が嵌合される電気絶縁性のファイバスタブ、該ファイバスタブを嵌合して保持する金属製のスタブホルダ、該スタブホルダの外側に嵌合される電気絶縁性のリング、該リングの外側に嵌合されて前記のスリーブを覆う金属製のスリーブシェルを有しており、スタブホルダとリングの嵌合部分とリングとスリーブシェルの嵌合部分は光軸方向に沿って重なり部分を有していることを特徴とする。

【0019】

前記のファイバスタブとスタブホルダ、スタブホルダとリング、リングとスリーブシェルは、それぞれ圧入嵌合により固定される。また、パッケージとレセプタクルは、金属製のジョイントスリーブを介して結合してもよい。

【発明の効果】

【0020】

本発明の光モジュールによれば、セラミックのような電気絶縁材で形成されるリングを、互いの応力が均衡するように組立てることができ、セラミック部品の割れや破断を少なくし、品質の信頼性を向上させることができる。また、リングは、厚みを厚くする必要がなく安価に形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明による光モジュールの一例を説明する図である。

【図2】本発明による光レセプタクル部分の構成例を説明する図である。

【図3】本発明による光レセプタクル部分の他の構成例を説明する図である。

【図4】従来技術を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

図により本発明の実施の形態を説明する。図1は本発明による光モジュールの一例を説明する図、図2および図3は光レセプタクルの詳細を説明する図である。図中、21はパッケージ、22は光レセプタクル、23はジョイントスリーブ、23aは蓋部、23bは嵌合部、24は発光素子、25は受光素子、26はWDMフィルタ、27はリード端子、28はステム、29はレンズ、30はレンズホルダ、31はスリーブ、32はファイバスタブ、33はスタブホルダ、33aは円筒部、33bはフランジ部、33cは貫通孔、33dは外周面、34は電気絶縁性のリング、35はスリーブシェル、35aは挿入口、35bは貫通孔、35cは嵌合穴、35dはフランジ部、36は光ファイバ素子を示す。

【0023】

本発明の光モジュールは、図1に一例として示すようなパッケージ21と光レセプタクル22からなる構成のものを対象とし、また、パッケージ21と光レセプタクル22とは、ジョイントスリーブ23により結合させる構成のものを含めることができる。パッケージ

10

20

30

40

50

21は、例えば、送信用の発光素子24および受信用の受光素子25等の光電変換素子を搭載し、波長合分波フィルタ(WDMフィルタ)26を介して送受信する双方向型のパッケージとすることができる。この他、送信用の発光素子24のみを搭載した送信用のパッケージ、あるいは、受信用の受光素子25のみを搭載した受信用のパッケージとして構成することもできる。

#### 【0024】

発光素子24としては、レーザダイオードを用いることができ、受光素子25としては、フォトダイオードを用いることができる。WDMフィルタ26は、波長の異なる送信光と受信光が交差する光学経路上で、選択的に反射または透過させて分離する。この他、必要に応じて放熱のための電子冷却器やインピーダンス整合の回路部品等を搭載することができる。

10

#### 【0025】

これら光電変換素子等の電子部品は、金属製で円盤状のステム28にキャリア部材(図示せず)等を介して位置決めされ、電気的に絶縁されて搭載される。ステム28には、信号用あるいは電源用のリード端子27をガラス封止により配設し、ステム28自体はグラウンド電位として、回路基板(図示せず)と電気的に接続される。また、ステム28上に搭載された電子部品は、レンズ29を固定した金属製のレンズホルダ30により封止される。

#### 【0026】

パッケージ21は、例えば、同軸型(CAN型)で形成され、その金属製のレンズホルダ30は、ステム28に窒素雰囲気下において抵抗溶接し、搭載電子部品を気密性が確保された空間におき、経年変化による劣化を抑制し信頼性を高めている。なお、レンズホルダ30は、レンズ29をレンズ機能を有しない透光ガラスで置き換えられることもあり、キャップシェルと呼ぶ場合もある。

20

#### 【0027】

光レセプタクル22は、光コネクタのフェルール(図示せず)が挿入され、該フェルールに保持固定された光ファイバとパッケージ21の光電変換素子とを光学的に結合させるものである。本発明における光レセプタクル22は、フェルールが挿入されるスリーブ31、該スリーブ31の基端部が嵌合されるファイバスタブ32、該ファイバスタブを嵌合して保持する金属製のスタブホルダ33、該スタブホルダの外側に嵌合される電気絶縁性のリング34、該リングの外側に嵌合されてスリーブ31を覆う金属製のスリーブシェル35からなっている。すなわち、光レセプタクルを組立てる嵌合部分において、ファイバスタブ32、スタブホルダ33、リング34、スリーブシェル35の順で、嵌合部分の径が順次大きくなるようする。

30

#### 【0028】

ジョイントスリーブ23は金属製で、蓋部23aと嵌合部23bからなり、蓋部23aには光を通す孔が設けられている。このジョイントスリーブ23は、パッケージ21と光レセプタクル22とを調芯して結合するもので、光軸方向に対しては、嵌合部23bとパッケージのレンズホルダ30との嵌合位置を調整し、径方向に対しては、蓋部23aと光レセプタクルのスタブホルダ33との相対位置を調整して行なわれる。位置調整後に、YAGレーザ等により溶接して一体化される。

40

#### 【0029】

図2に光レセプタクル22を拡大して示すように、スリーブ31は、例えば、ジルコニア等のセラミック材で、スリ割を入れて径方向に伸縮可能な割スリーブで形成される。このスリーブ31は、フェールの位置決めを行い、その着脱を容易にする機能を備えている。スリーブ31は、中心に短尺の光ファイバ素子36を有するファイバスタブ32に、その基端部を弾性的に嵌合させて保持される。

#### 【0030】

また、スリーブ31は内径の精度を高めてフェールとのクリアランスを小さくし、フェールとファイバスタブ32を高精度で位置決めする精密スリーブで形成されても良い

50

。ファイバスタブ32は、スリーブ31と同じくジルコニア等のセラミック材で形成することができ、その内端面(下端面)は反射防止のために傾斜面で形成することができる。また、内端面(下端面)を平面として反射防止のコーティングを施してもよい。

【0031】

ファイバスタブ32は、その下部側をスタブホルダ33に圧入することにより固定支持される。スタブホルダ33は、円筒部33aとジョイントスリーブ23の蓋部23aに接合されるフランジ部33bからなり、円筒部33aの貫通孔33cにファイバスタブ32が圧入される。ファイバスタブ32は、その圧入嵌合部分の長さが(D1)で内径方向の圧縮力を受けて固定される。

【0032】

スタブホルダ33の円筒部33aの外周面33dには、電気絶縁性のリング34が圧入嵌合により固定される。リング34は、ファイバスタブ32と同様なジルコニア等のセラミック材で形成することができ、円筒部33aの外周面33dの軸方向長さより大きい長さで形成される。リング34は、スタブホルダ33のフランジ部33bに当接するまで嵌合することにより位置決めされて固定される。リング34とスタブホルダ33とは、その圧入嵌合部分の長さが円筒部33aの外周面33dの軸方向長さに等しい長さ(D2)で、リング34を外径方向に広げようとする力によって円周方向に引張応力が生じる。

【0033】

リング34の外側上部には、スリーブシェル35が圧入嵌合されて取り付けられる。スリーブシェル35は、光コネクタのフェールが挿入される挿入口35a、スリーブ31が多少動き得る程度の間隙をあけて収容する貫通孔35b、リング34に嵌合させるための嵌合穴35c、光トランシーバ等への取り付けの位置決めをするためのフランジ部35dを有している。スリーブシェル35は、リング34の上端が嵌合穴35cの段部に当接するまで嵌合することにより位置決めされて固定される。スリーブシェル35とリング34とは、その圧入嵌合部分の長さが嵌合穴35cの軸方向長さに等しい長さ(D3)で、これにより、リング34は内径方向に縮めようとする力によって円周方向に圧縮応力が生じる。

【0034】

リング34とスタブホルダ33、リング34の上端と嵌合穴35cとが、上記のように当接するまで嵌合する設計以外に、それぞれ当接しないようクリアランスを設けた設計としても良い。圧入を用いた部品の組立において、圧入時の組立強度を管理することで製造安定性を評価することがある。当接しないようクリアランスを設けることで、組立時の最大強度が圧入時の組立強度に対応するため、製造管理においては有効となる。

【0035】

セラミック等の電気絶縁材で形成されたリング34は、金属材料により形成されるスタブホルダ33やスリーブシェル35に比べて割れやすい。しかし、リング34とスタブホルダ33との圧入嵌合部分による引張応力、リング34とスリーブシェル35との圧入嵌合部分による圧縮応力を受けるが、この応力を受ける部分に光軸方向に対して重なり部分(Y)を持たせることにより、圧縮と引張の応力を均衡させることができる。この結果、リング34の厚さを特に厚くしなくても、強度を持たせることが可能となる。

【0036】

なお、ファイバスタブ32とスタブホルダ33との圧入嵌合部分によるファイバスタブ32に生じる圧縮応力は、ファイバスタブ32自身が中実構造であることから、応力への耐性が高く問題はない。また、図2で示す構造以外に、図3に示すように重なり部分(Y)を最大とするよう、D1とD2とD3を完全に重ね合わせた構造を採用しても良い。また、少なくともD2とD3が重ね合わさるように設計すると、リング34にかかる応力をより均衡させることができ、リング34の割れなどを防ぐことができる。

【0037】

本発明における光レセプタクル22は、金属材料で形成されるスタブホルダ33(シグナルグランド電位)とスリーブシェル35(フレームグランド電位)とを、電気絶縁材から

10

20

30

40

50

なるリング 3 4 で、電氣的に絶縁分離した形態となる。これにより、機器筐体やフレーム部分と回路基板間の電氣的ノイズの伝搬を抑えると共に、外部からの静電気が回路基板に伝搬されて機器に損傷を与えるのを抑制することができる。また、応力を受ける部分に重なり ( Y ) を持たせることにより、金属材からなるスタブホルダ 3 3 とスリーブシェル 3 5 が互いに重なるように同軸配置されるので、電氣的ノイズに対するシールドも十分確保することができる。

【 0 0 3 8 】

上記の光レセプタクルにおいて、ファイバスタブ 3 2 の外径は、LCコネクタが用いられる場合は、その径が 1.25 mm 程度となる。また、光トランシーバ等に、光モジュールを 2 個並べて (例えば、送信用と受信用の光モジュール) 配置する場合は、光モジュールの外径を 6.0 mm 以下とする必要 (標準規格) があるが、上記の構造によれば、構成部品の厚さを十分確保することができる。

10

【 0 0 3 9 】

また、本発明における各構成部品で、金属材を用いる部品はステンレス材料を用い、非金属材料を用いる部品は、ジルコニア (セラミック) を用いることが望ましく、さらには、ステンレス材料のうちでも線膨張係数がジルコニアに近い物性をもつステンレス材料を選定することが望ましい。例えば、11 ppm / deg C の線膨張係数をもつステンレス材料を用いることで、これと近似する線膨張係数をもつジルコニアと物性を合わせることができる。圧入固定部分においては、材料同士の線膨張係数差により、高温もしくは低温において圧入状態が確保できなくなることがあるが、線膨張係数が近似したものをを用いることで、全温度範囲において安定した圧入固定状態を実現することができる。

20

【 0 0 4 0 】

上述したパッケージ 2 1 と光レセプタクル 2 2 とは、図 4 ( A ) のように、スタブホルダ 3 3 をパッケージのレンズホルダ 3 0 に対して径方向の調芯を行なった後、直接溶接して結合するようにしてもよいが、図 1 に示したように、ジョイントスリーブ 2 3 を介して結合するようによい。この場合、ジョイントスリーブ 2 3 とパッケージ 2 1 のレンズホルダ 3 0 との軸方向の嵌合位置を調整して、パッケージ 2 1 と光レセプタクル 2 2 の軸方向の調芯を行なうことができる。

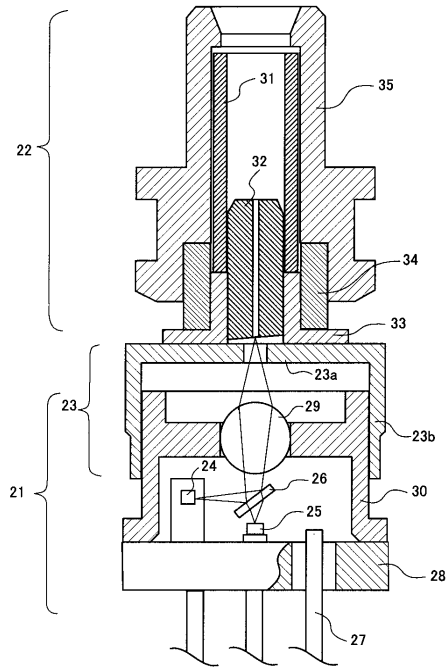
【 符号の説明 】

【 0 0 4 1 】

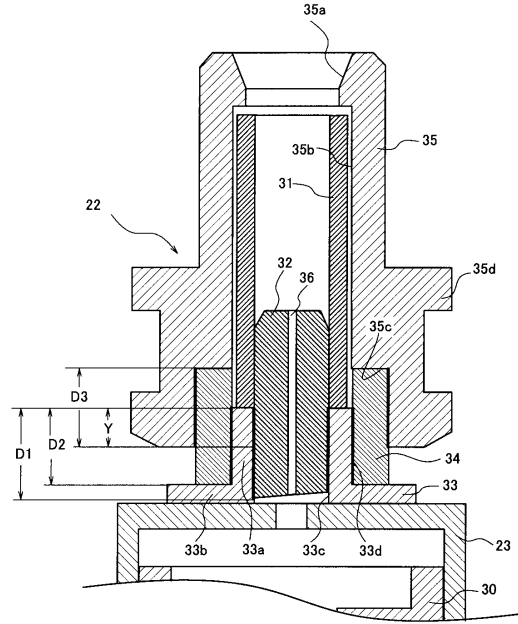
2 1 ... パッケージ、2 2 ... 光レセプタクル、2 3 ... ジョイントスリーブ、2 3 a ... 蓋部、2 3 b ... 嵌合部、2 4 ... 発光素子、2 5 ... 受光素子、2 6 ... WDM フィルタ、2 7 ... リード端子、2 8 ... ステム、2 9 ... レンズ、3 0 ... レンズホルダ、3 1 ... スリーブ、3 2 ... ファイバスタブ、3 3 ... スタブホルダ、3 3 a ... 円筒部、3 3 b ... フランジ部、3 3 c ... 貫通孔、3 3 d ... 外周面、3 4 ... 電気絶縁性のリング、3 5 ... スリーブシェル、3 5 a ... 挿入口、3 5 b ... 貫通孔、3 5 c ... 嵌合穴、3 5 d ... フランジ部、3 6 ... 光ファイバ素子。

30

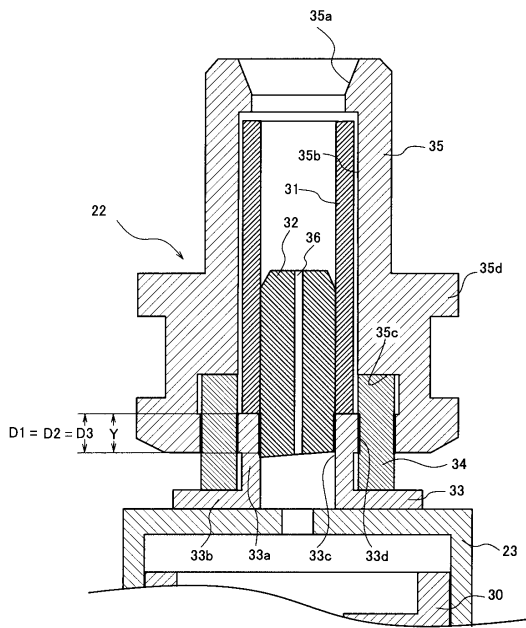
【図1】



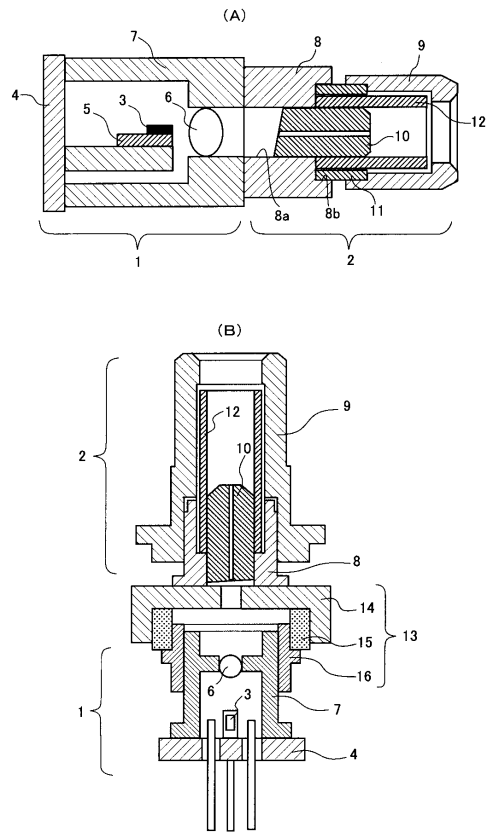
【図2】



【図3】



【図4】





---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-084683(JP,A)  
特開2006-119577(JP,A)  
特開2007-286370(JP,A)  
国際公開第03/052479(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/42 - 6/43