

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5696866号  
(P5696866)

(45) 発行日 平成27年4月8日(2015.4.8)

(24) 登録日 平成27年2月20日(2015.2.20)

(51) Int. Cl. F I  
**G O 2 B 6/26 (2006.01)** G O 2 B 6/26 3 O 1  
**G O 2 B 6/38 (2006.01)** G O 2 B 6/38  
**G O 2 B 6/27 (2006.01)** G O 2 B 6/27 3 O 1

請求項の数 12 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2014-45651 (P2014-45651)	(73) 特許権者	000010087
(22) 出願日	平成26年3月7日(2014.3.7)		T O T O株式会社
(65) 公開番号	特開2015-28593 (P2015-28593A)		福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1号
(43) 公開日	平成27年2月12日(2015.2.12)	(74) 代理人	100108062
審査請求日	平成26年5月19日(2014.5.19)		弁理士 日向寺 雅彦
(31) 優先権主張番号	特願2013-136499 (P2013-136499)	(72) 発明者	近藤 祥
(32) 優先日	平成25年6月28日(2013.6.28)		福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1号 T O T O株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	我妻 弘嗣
早期審査対象出願			福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1号 T O T O株式会社内
		(72) 発明者	箱▲崎▼ 悟史
			福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1号 T O T O株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光レセプタクル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ファイバスタブであって、光を導通するコアを有する光ファイバと、前記光ファイバを固定する貫通孔を有するフェルールと、前記フェルールに固定された透光性部材と、前記光ファイバを前記フェルールに固定し前記透光性部材を前記フェルールに固定する弾性部材と、を有するファイバスタブと、

前記ファイバスタブを保持する保持具と、  
を備え、

前記貫通孔は、小径部と、前記小径部からみて前記ファイバスタブがプラグフェルールと光学接続する側とは反対側に設けられ前記小径部よりも大きい径を有する大径部と、を有し、

前記光ファイバの全体は、前記小径部に配設され、

前記透光性部材の少なくとも一部は、前記大径部に配設され、

前記弾性部材は、前記光ファイバと前記透光性部材との間に充填されたことを特徴とする光レセプタクル。

【請求項2】

前記弾性部材の屈折率は、前記コアの屈折率と略同じであることを特徴とする請求項1記載の光レセプタクル。

【請求項3】

前記透光性部材の屈折率は、前記コアの屈折率と略同じであることを特徴とする請求項

1または2に記載の光レセプタクル。

【請求項4】

前記透光性部材の第1の端面であって、前記ファイバスタブが前記プラグフェルールと光学接続する側とは反対側に設けられた第1の端面のうちの少なくとも一部は、平面を有することを特徴とする請求項1～3のいずれか1つに記載の光レセプタクル。

【請求項5】

前記平面は、前記フェルールの中心軸に対して垂直な面に対して所定の角度で傾斜したことを特徴とする請求項4に記載の光レセプタクル。

【請求項6】

前記第1の端面は、前記フェルールの第2の端面であって、前記ファイバスタブが前記プラグフェルールと光学接続する側とは反対側に設けられた第2の端面よりも前記大径部の外側に突出したことを特徴とする請求項4または5に記載の光レセプタクル。

10

【請求項7】

前記大径部の中心軸は、前記フェルールの中心軸に対して一定の角度で傾斜したことを特徴とする請求項1～6のいずれか1つに記載の光レセプタクル。

【請求項8】

前記大径部は、前記フェルールの中心軸を通り一定の幅を有するスリットを含むことを特徴とする請求項1～7のいずれか1つに記載の光レセプタクル。

【請求項9】

前記透光性部材の前記光ファイバ側の端面であって、前記ファイバスタブが前記プラグフェルールと光学接続する側に設けられた端面は、前記大径部の底面に固定されたことを特徴とする請求項1～8のいずれか1つに記載の光レセプタクル。

20

【請求項10】

前記弾性部材は、前記透光性部材と前記大径部の側面との間のうちの少なくとも一部にさらに充填されたことを特徴とする請求項1～9のいずれか1つに記載の光レセプタクル

。

【請求項11】

前記第1の端面は、四角形の形状を有することを特徴とする請求項4～6のいずれか1つに記載の光レセプタクル。

【請求項12】

前記透光性部材がアイソレータに置き換えられたことを特徴とする請求項1～11のいずれか1つに記載の光レセプタクル。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の態様は、一般に、光通信用の光トランシーバ・モジュールに係る、光レセプタクルに関する。

【背景技術】

【0002】

光レセプタクルは、光通信用トランシーバの光モジュールにおいて光ファイバコネクタを受光素子や発光素子等の光素子と光学的に接続させるための部品として用いられる（例えば、特許文献1参照。）。

40

【0003】

近年、IPトラフィックの増加に伴い光通信用トランシーバは高速化が要求されている。一般に、レセプタクル型光モジュールを採用するトランシーバ等の形状は規格化されており、光学素子の1つである半導体レーザーからの出射する光信号の変調速度を高速化すると、電気回路に必要なスペースが大きくなるため、光モジュールの小型化が求められている。

【0004】

光モジュールを小型化するための光レセプタクルとして、特許文献2にあるようなフェ

50

ルールの一部に筒状の凹部を設け、且つ光素子側に所定の幅を持った横溝を設ける方法が知られている。このような場合、光ファイバ端部を容易に加工するためにはフェルールの貫通孔から光ファイバが突き出した状態となっていることが必要となり、光ファイバに外力がかかった際に折れたり、光モジュールとして使用する際に光ファイバの突き出した部分が動くことで結合効率が低下するという課題があった。

【0005】

また、フェルールの貫通孔に大径部を設け、ファイバの周囲に透過性を有する樹脂を充填する方法も知られている（例えば、特許文献3参照。）。しかし、この場合は光ファイバとその周囲に充填した樹脂の熱膨張係数の違いにより、温度変化が起こった際に光ファイバに応力がかかり折れたり、ファイバ先端が動いてしまうという課題があった。これらの問題は特に光ファイバがフェルールの貫通孔の大径部の中心から外側に位置した際に起こりやすい。また、光ファイバの端面の加工が必要なため経済的な生産が難しいという課題があった。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2001-66468号公報

【特許文献2】特許第4119872号

【特許文献3】特開2004-133299号公報

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の態様は、上記問題を解決するためになされたもので、光レセプタクルの小型化に際して、光ファイバが外力や温度変化によって折れたりクラックが発生することを防止し、且つ経済的な生産を可能とする光レセプタク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】

【0012】

第1の発明は、ファイバスタブであって、光を導通するコアを有する光ファイバと、前記光ファイバを固定する貫通孔を有するフェルールと、前記フェルールに固定された透光性部材と、前記光ファイバを前記フェルールに固定し前記透光性部材を前記フェルールに固定する弾性部材と、を有するファイバスタブと、前記ファイバスタブを保持する保持具と、を備え、前記貫通孔は、小径部と、前記小径部からみて前記ファイバスタブがプラグフェルールと光学接続する側とは反対側に設けられ前記小径部よりも大きい径を有する大径部と、を有し、前記光ファイバの全体は、前記小径部に配設され、前記透光性部材の少なくとも一部は、前記大径部に配設され、前記弾性部材は、前記光ファイバと前記透光性部材との間に充填されたことを特徴とする光レセプタクルである。

30

【0013】

この光レセプタクルによれば、光ファイバの全体がフェルールの貫通孔の小径部に配設されているため、光ファイバに直接大きな外力がかかることを防止し、光ファイバの折れやクラック、且つ結合効率の低下を防ぐことができる。また、弾性部材が光ファイバと透光性部材との間に充填されているため、光ファイバと透光性部材との間の境界面における光の反射による結合効率の低下を防ぐことができる。また、光ファイバの端面の研磨を不要とすることで経済的な生産を可能とした。

40

【0014】

第2の発明は、第1の発明において、前記弾性部材の屈折率は、前記コアの屈折率と略同じであることを特徴とする光レセプタクルである。

【0015】

この光レセプタクルによれば、弾性部材と光ファイバのコアとの間の境界面における光の反射を抑制し、結合効率の低下を防ぐことができる。

【0016】

50

第3の発明は、第1または2の発明において、前記透光性部材の屈折率は、前記コアの屈折率と略同じであることを特徴とする光レセプタクルである。

【0017】

この光レセプタクルによれば、透光性部材と光ファイバのコアとの間、および透光性部材と弾性部材との間の境界面における光の反射を抑制し、結合効率の低下を防ぐことができる。

【0018】

第4の発明は、第1～3のいずれか1つの発明において、前記透光性部材の第1の端面であって、前記ファイバスタブが前記プラグフェルールと光学接続する側とは反対側に設けられた第1の端面のうちの少なくとも一部は、平面を有することを特徴とする光レセプタクルである。

10

【0019】

この光レセプタクルによれば、透光性部材の第1の端面において光の反射を抑制し、結合効率の低下を防ぐことができる。

【0020】

第5の発明は、第4の発明において、前記平面は、前記フェルールの中心軸に対して垂直な面に対して所定の角度で傾斜したことを特徴とする光レセプタクルである。

【0021】

この光レセプタクルによれば、透光性部材の第1の端面において反射した光が発光素子に戻ることを防ぐことにより、発光素子を安定的に動作させることができる。

20

【0022】

第6の発明は、第4または5の発明において、前記第1の端面は、前記フェルールの第2の端面であって、前記ファイバスタブが前記プラグフェルールと光学接続する側とは反対側に設けられた第2の端面よりも前記大径部の外側に突出したことを特徴とする光レセプタクルである。

【0023】

この光レセプタクルによれば、透光性部材の端面の一部を平面に形成する際に、端面がフェルールの端面よりも突出していることにより研磨等により容易に平面を形成することができる。

【0024】

30

第7の発明は、第1～6のいずれか1つの発明において、前記大径部の中心軸は、前記フェルールの中心軸に対して一定の角度で傾斜したことを特徴とする光レセプタクルである。

【0025】

この光レセプタクルによれば、透光性部材をフェルールの大径部に配設することにより、透光性部材の端面で光を反射する方向を高精度に決めることが可能となる。透光性部材の端面において反射した光が発光素子に戻ることを防ぎ、発光素子を安定的に動作させることができる。

【0026】

第8の発明は、第1～7のいずれか1つの発明において、前記大径部は、前記フェルールの中心軸を通り一定の幅を有するスリットを含むことを特徴とする光レセプタクルである。

40

【0027】

この光レセプタクルによれば、フェルールの貫通孔の大径部を容易に形成できる。また大径部の底面をフェルールの中心軸に対し一定の角度を持つように形成する場合には、大径部の底面の傾き方向を容易に視認することができるため、光モジュールを精度よく組み立てることができる。

第9の発明は、第1～8のいずれか1つの発明において、前記透光性部材の前記光ファイバ側の端面であって、前記ファイバスタブが前記プラグフェルールと光学接続する側に設けられた端面は、前記大径部の底面に固定されたことを特徴とする光レセプタクルであ

50

る。

第10の発明は、第1～9のいずれか1つの発明において、前記弾性部材は、前記透光性部材と前記大径部の側面との間のうちの少なくとも一部にさらに充填されたことを特徴とする光レセプタクルである。

第11の発明は、第4～6のいずれか1つの発明において、前記第1の端面は、四角形の形状を有することを特徴とする光レセプタクルである。

第12の発明は、第1～11のいずれか1つの発明において、前記透光性部材がアイソレータに置き換えられたことを特徴とする光レセプタクルである。

【発明の効果】

【0028】

光ファイバを全域に渡ってフェルールの貫通孔の小径部に配設することで光ファイバの折れと結合効率の低下を防ぎ、さらにフェルールの貫通孔内に充填された弾性部材の端面を平面とすることでファイバ端面の加工を行わなくても、反射による結合効率の低下を防ぎ、且つ経済的な生産を可能とする光レセプタクルが提供される。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明の第1の実施形態を示す光レセプタクルの模式断面図である。

【図2】本発明の第1の実施形態におけるファイバスタブの模式断面図である。

【図3】本発明の第2の実施形態を示す光レセプタクルの模式断面図である。

【図4】本発明の第3の実施形態を示す光レセプタクルの模式断面図である。

【図5】図4(b)に表した矢印A1の方向にみたときの大径部を表す模式平面図である。

【図6】本発明の第4の実施形態を示す光レセプタクルの模式断面図である。

【図7】本発明の第5の実施形態を示す光レセプタクルの模式断面図である。

【図8】本発明の第6の実施形態を示す光レセプタクルの模式断面図である。

【図9】本発明の第7の実施形態を示す光レセプタクルの模式図である。

【図10】本実施形態のファイバスタブを表す模式斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、図面を参照しつつ、本発明の実施形態について例示をする。尚、各図面中、同様の構成要素には同一の符号を付して詳細な説明は適宜省略する。

【0031】

図1は、本発明の第1の実施形態を示す光レセプタクルの模式断面図である。

光レセプタクル1は、光を導通するための光ファイバ2、光ファイバ2が固定される貫通孔3bを有するフェルール3、フェルール3の貫通孔3bに光ファイバ2と共に充填される弾性部材4からなるファイバスタブ5と、ファイバスタブ5を保持する保持具6と、ファイバスタブ5の先端を一端で保持し、他端で光レセプタクル1に挿入されるプラグフェルールを保持可能なスリーブ7からなり、光ファイバ2はコアとクラッドとを有しフェルールの貫通孔3b内に弾性部材4を用いて接着固定されている。なお、光レセプタクル1に挿入されるプラグフェルールは図示されていない。

【0032】

図2は、本発明の第1の実施形態を示すファイバスタブの模式断面図である。

フェルール3の貫通孔3bは、プラグフェルールと光学的接続する側に光ファイバ2を固定するための小径部4bと、プラグフェルールと光学的接続する側とは反対側に弾性部材4を充填するための大径部4aを有している。光ファイバ2は全域に渡ってフェルール3の小径部4b内に配設されている。光ファイバ2とフェルール3の貫通孔3bの隙間、およびフェルール3の大径部4aには、弾性部材4が充填されており、光ファイバ2のプラグフェルールと光学的接続する側とは反対側の端面2aと、弾性部材4は密着している。なお、ここでは指示部を分かりやすくするため、弾性部材4は図示していない。

【0033】

10

20

30

40

50

フェルール 3 に適する材質はセラミックス、ガラス等が挙げられるが、本実施形態ではジルコニアセラミックスを用い、その中心にある貫通孔 3 b に光ファイバ 2 を接着固定し、プラグフェルールを光学的接続される一端を凸球面に研磨して形成した。また、光レセプタクル 1 の組立てにおいて、ファイバスタブ 5 は保持具 6 に圧入固定されている。

【 0 0 3 4 】

スリーブ 7 に適する材質は樹脂、金属、セラミックス等が挙げられるが、本実施形態では全長方向にスリットを有するジルコニアセラミックス製の割りスリーブを用いた。スリーブ 7 は一端でファイバスタブ 5 の凸球面に研磨された先端部を保持し、他端で光レセプタクル 1 に挿入されるプラグフェルールを保持するようになっている。

【 0 0 3 5 】

フェルール 3 の貫通孔 3 b は、この大径部 4 a は円筒状をしていても、ファイバスタブ 5 (フェルール 3) のプラグフェルールと光学的接続される側とは反対側の端面 3 a に向かって徐々に拡径する形状をしていても良い。図 1、および図 2 では、端面 3 a に向かって徐々に拡径する形状とした。

【 0 0 3 6 】

発光素子から発射され光ファイバ 2 に入射する光、または光ファイバ 2 から出射され受光素子に入射する光が、拡径部の形状によらずフェルール 3 と干渉することを避けるため、拡径部の最大径部の直径は 0.6 mm 以上であることが望ましい。

【 0 0 3 7 】

光ファイバ 2 は全域に渡って、フェルール 3 の貫通孔 3 b の小径部 4 b に接着固定されている。ここで言う小径部 4 b とは、フェルール 3 の貫通孔 3 b の内径が光ファイバ 2 の外径の 2 倍以下となるような内径を有する部分のことである。

【 0 0 3 8 】

光ファイバ 2 のプラグフェルールと光学的接続される側とは反対側の端面 2 a は、光レセプタクル 1 の中心軸 C 1 に対し略垂直となる平面とすることができる。ここで、略垂直とは、光レセプタクル 1 の中心軸 C 1 に対し 85 ~ 95 度となるような角度を示す。これによれば、結合効率をさらに向上させることができる。

【 0 0 3 9 】

光ファイバ 2 とフェルール 3 の貫通孔 3 b の間には、弾性部材 4 が隙間無く充填されている。これにより光ファイバ 2 の周囲に充填される弾性部材 4 の偏りが小さくなり、光レセプタクル 1 が温度変化に晒された際に、弾性部材 4 と光ファイバ 2 における熱膨張係数差により光ファイバ 2 の折れやクラックの発生を防止できる。さらに、光ファイバ端面 2 a のフェルール 3 の貫通孔 3 b 内における直径方向の変動量が小さくなるため、発光素子や受光素子と光ファイバ端面 2 a を位置合わせする際の時間が短縮される。ここで、弾性部材 4 は小径部 4 b と大径部 4 a で異なるものを使用しても良い。

【 0 0 4 0 】

フェルール 3 の貫通孔 3 b 内には、透過性を有する弾性部材 4 が充填されている。弾性部材 4 は光ファイバ 2 のコアと近い屈折率を有している。ここで言う近い屈折率とは 1.4 ~ 1.6 程度であることが望ましい。また弾性部材 4 は、光ファイバ 2 をフェルール 3 の貫通孔 3 b に固定するものと同じであることができる。

【 0 0 4 1 】

また、弾性部材 4 は、フェルール 3 の材料として用いられるセラミックスや光ファイバ 2 の材料として用いられる石英ガラスに比べて低い弾性率を有する。たとえば、エポキシ系樹脂、アクリル系樹脂、シリコン系樹脂等が例示される。

【 0 0 4 2 】

ここで弾性部材 4 は、光ファイバ 2 のプラグフェルールと光学的接続される側とは反対側の端面 2 a において隙間無く密着している。このことにより、光ファイバ 2 の端面 2 a と、弾性部材 4 の境界面において、光ファイバ 2 に入射される、または、光ファイバ 2 から出射される光の反射を減少させることができ、光モジュールの結合効率が向上することができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 3 】

また、従来の光レセプタクルでは、前述の反射を減少させるため、光ファイバ2の端面2aを平面加工することが一般的であったが、本発明の態様によれば、光ファイバ2の端面2aを平面研磨をすることが不要となるため、効率的且つ経済的に生産することができる。

## 【 0 0 4 4 】

弾性部材4の、フェルール3の端面3a側の端面は、フェルール3の中心軸C2に対して略垂直または、フェルール3の中心軸C2に対して一定の角度を持つ平面となるように研磨されている。これにより、弾性部材4と空気の境界面において、光ファイバ2に入射する、または光ファイバ2から出射される光の反射を減少させることができ、結合効率が向上するという効果がある。ここで言う略垂直とは、フェルール3の中心軸C2に対して85度~95度程度であることが望ましい。また、一定の角度とはフェルール3の中心軸C2に対して90度の角度からみて例えば4度~10度のことである。

10

## 【 0 0 4 5 】

また、従来の光レセプタクルでは、前述の反射を減少させるために光ファイバ2とフェルール3の端面をほぼ同一平面上に配置し、両者を同時に研磨することで光ファイバ2の端面2aに平面を形成することが一般的であったが、弾性部材4は通常、光ファイバ2およびフェルール3よりも柔らかいため、従来よりも容易に平面を形成することが可能となり、効率的且つ経済的に生産することができる。

弾性部材4の端面に平面を形成する方法としては、ダイヤモンド粒を持つ研磨フィルム等による方法がある。また、平面の面粗さは、光の反射量をできるだけ小さくするため、算術平均粗さ0.1マイクロメートル以下となることが望ましい。

20

## 【 0 0 4 6 】

図3は、本発明の第2の実施形態を示す光レセプタクルの模式断面図である。

光レセプタクル1を構成する部材は第1の実施形態と同様であり、ファイバスタブ5のプラグフェルールと光学的接続される端面とは反対側において、弾性部材4の端面が、フェルール3の端面よりも突き出している。

## 【 0 0 4 7 】

従来の光レセプタクルでは、前述のように、光ファイバ2の端面2aに効率的に平面を形成するためには、光ファイバ2とフェルール3の端面を同じ平面上に配置し、同時に研磨をすることが一般的であった。本発明の態様によれば、弾性部材4の、ファイバスタブ5がプラグフェルールと光学的接続される端面とは反対側に平面を形成する際、弾性部材4のみを研磨すれば良い事になり、弾性部材4は通常、光ファイバ2やフェルール3よりも柔らかいため容易に研磨することができ、効率的且つ経済的に平面を形成することができる。

30

## 【 0 0 4 8 】

図4は、本発明の第3の実施形態を示す光レセプタクルの模式断面図である。

図5は、図4(b)に表した矢印A1の方向にみたときの大径部を表す模式平面図である。

図4(a)は、本実施形態にかかる光レセプタクルを表す模式断面図である。図4(b)は、本実施形態のファイバスタブを表す模式断面図である。

40

## 【 0 0 4 9 】

図4(a)に表した光レセプタクル10は、ファイバスタブ5と、保持具6と、スリーブ7と、を備える。ファイバスタブ5は、光ファイバ2と、透光性部材8と、フェルール3と、弾性部材4と、を有する。光ファイバ2は、コアとクラッドとを有し、光を導通する。透光性部材8は、光を透過させる。フェルール3は、光ファイバ2および透光性部材8を固定するための貫通孔3bを有する。弾性部材4は、光ファイバ2と、透光性部材8と、の間に充填されている。保持具6は、ファイバスタブ5を保持する。スリーブ7は、ファイバスタブ5の先端を一端で保持し、他端で光レセプタクル10に挿入されるプラグフェルールを保持可能である。光ファイバ2および透光性部材8は、フェルール3の貫通

50

孔 3 b 内に弾性部材 4 を用いて接着固定されている。なお、光レセプタクル 1 0 に挿入されるプラグフェルールは図示されていない。

【 0 0 5 0 】

図 4 ( b ) に表したように、フェルール 3 の貫通孔 3 b は、プラグフェルールと光学的接続する側に光ファイバ 2 を固定するための小径部 4 b と、プラグフェルールと光学接続する側とは反対側に透光性部材 8 の少なくとも一部を配設するための大径部 4 a と、を有している。光ファイバ 2 と、フェルール 3 の貫通孔 3 b の小径部 4 b と、間の隙間には、弾性部材 4 が充填されている。透光性部材 8 と、光ファイバ 2 と、の間の隙間には、弾性部材 4 が充填されている。透光性部材 8 と、フェルール 3 の貫通孔 3 b の大径部 4 a と、の間のうちの少なくとも一部には、弾性部材 4 が充填されている。光ファイバ 2 のプラグフェルールと光学接続する側とは反対側の端面 2 a は、弾性部材 4 と密着している。透光性部材 8 の光ファイバ 2 側の端面 8 a は、弾性部材 4 と密着している。

10

【 0 0 5 1 】

フェルール 3 の貫通孔 3 b の大径部 4 a は、円筒状をしていても、ファイバスタブ 5 のプラグフェルールと光学的接続される側とは反対側の端面に向かって徐々に拡径する形状をしていても良い。図 5 に表したように、本実施形態では、大径部 4 a は、円筒状の形状を有する。大径部 4 a の径は、小径部 4 b の径よりも大きい。

【 0 0 5 2 】

光ファイバ 2 に入射する、または光ファイバ 2 から出射する光が確実に透光性部材 8 内を通過させるためには、透光性部材 8 の光ファイバ 2 と反対側の端面 ( 第 1 の端面 ) 8 b の直径は、 0 . 3 ミリメートル ( mm ) 以上であることが望ましい。例えば、図 5 に表したように、透光性部材 8 の端面 8 b が四角形の形状を有する場合には、端面 8 b の中心 C 3 を中心とする円の有効径 ( 直径 ) D 1 が約 0 . 2 mm 以上 0 . 5 mm 以下であることが望ましい。なお、端面 8 b の中心 C 3 は、四角形の対角線の交点である。

20

【 0 0 5 3 】

光ファイバ 2 は、全域に渡ってフェルール 3 の貫通孔 3 b の小径部 4 b に接着固定されている。つまり、光ファイバ 2 の全体は、フェルール 3 の貫通孔 3 b の小径部 4 b に配設されている。より具体的には、光ファイバ 2 の端面 2 a は、大径部 4 a ではなく小径部 4 b の内部に存在する。これにより、光ファイバ 2 の強度を確保することができる。図 4 ( b ) に表したように、小径部 4 b と大径部 4 a との接続部には、小径部 4 b から大径部 4 a に向かって拡径したテーパ部 4 c が設けられている。テーパ部 4 c は、小径部 4 b のうちの一部である。そのため、光ファイバ 2 の端面 2 a は、テーパ部 4 c の内部に存在していてもよい。

30

【 0 0 5 4 】

図 4 ( a ) ~ 図 5 に表したように、透光性部材 8 は、略直方体 ( 略立方体を含む ) の形状を有する。大径部 4 a の底面 4 1 a は、光レセプタクル 1 0 の中心軸 C 1 に対し略垂直である。大径部 4 a の側面 4 2 a は、光レセプタクル 1 0 の中心軸 C 1 に対し略平行である。

【 0 0 5 5 】

透光性部材 8 の光ファイバ 2 とは反対側の端面 8 b のうちの少なくとも一部は、光レセプタクル 1 0 の中心軸 C 1 に対し略垂直となる平面を有している。ここで、略垂直とは、光レセプタクル 1 0 の中心軸 C 1 に対して約 8 5 度以上、 9 5 度以下の角度である。

40

【 0 0 5 6 】

透光性部材 8 の端面 8 b に平面を形成する方法としては、ダイヤモンド粒を持つ研磨フィルム等による方法がある。また、透光性部材 8 の端面 8 b の面粗さは、光の反射量をできるだけ小さくするため、算術平均粗さ 0 . 1 マイクロメートル以下となることが望ましい。

【 0 0 5 7 】

光ファイバ 2 と、フェルール 3 の貫通孔 3 b の小径部 4 b と、の間には、弾性部材 4 が隙間無く充填されている。これにより、光ファイバ 2 の周囲に充填される弾性部材 4 の偏

50



りが小さくなり、光レセプタクル10が温度変化に晒された際に、弾性部材4の熱膨張係数と、光ファイバ2の熱膨張係数と、の間の差により光ファイバ2の折れやクラックが発生することを防止することができる。さらに、光ファイバ2のプラグフェルールと光学接続する側と反対側の端面2aのフェルール3の貫通孔3b内における直径方向の変動量が小さくなるため、発光素子や受光素子と光ファイバ2の端面とを位置合わせする際の時間が短縮される。ここで、小径部4bにおける弾性部材4の材料は、大径部4aにおける弾性部材4の材料と異なってもよい。

**【0058】**

光ファイバ2と透光性部材8の端面8aとの間には、弾性部材4が隙間なく充填されている。ここで、弾性部材4および透光性部材8のそれぞれは、光ファイバ2のコアの屈折率と略同じ屈折率を有していることが望ましい。ここでいう略同じ屈折率とは、1.4以上1.6以下程度である。光ファイバ2のコアの屈折率は、例えば約1.46以上、1.47以下程度である。弾性部材4の屈折率は、例えば約1.4以上、1.5以下程度である。透光性部材8の屈折率は、例えば約1.4以上、1.6以下程度である。これにより、透光性部材8と弾性部材4との間の境界面、および弾性部材4と光ファイバ2との間の境界面における光の反射を減少させることができ、光モジュールの結合効率が向上する。

10

**【0059】**

弾性部材4は、フェルールの材料として用いられるセラミックスや光ファイバの材料として用いられる石英ガラスに比べて低い弾性率を有する。例えば、エポキシ系樹脂、アクリル系樹脂、シリコン系樹脂等が例示される。

20

**【0060】**

従来の光レセプタクルでは、前述の反射を減少させるため、光ファイバ2の端面2aを鏡面状の平面となるように研磨加工を施すことが一般的であるが、本発明の態様によれば、光ファイバ2の端面2aを同様に研磨加工を施さなくても、端面2aにおける光の反射を減少させることができる。また、透光性部材8の固定強度を確保することができる。さらに、光レセプタクル10の小型化を図ることができる。

**【0061】**

なお、各部材の材料等、および光レセプタクル10の他の構造は、図1および図2に関して前述した通りである。

**【0062】**

図6は、本発明の第4の実施形態を示す光レセプタクルの模式断面図である。

30

図6に表した光レセプタクル10aが備える部材は、第3の実施形態と同様である。大径部4aの底面4a1は、光レセプタクル10の中心軸C1に対し略垂直である。透光性部材81の光ファイバ2と反対側の端面(第1の端面)81bのうちの少なくとも一部は、フェルール3の中心軸C2に対して一定の角度を持つ平面となるように研磨されている。これにより、透光性部材81と空気との間の境界面において光の反射を減少させることができ、結合効率が向上するという効果がある。また、発光素子から出射され、透光性部材81の端面81bにおいて反射した光が発光素子に戻ることを防止でき、発光素子を安定して動作させることができる。また、光ファイバ2の端面2aを斜めに加工しなくとも、光の反射を減少させることができる。ここでいう一定の角度とは、フェルール3の中心軸C2に対して90度の角度からみて例えば約4度以上、12度以下である。光レセプタクル10aの他の構造は、第3の実施形態と同様である。

40

**【0063】**

透光性部材81の光ファイバ2と反対側の端面81bは、ファイバスタブ5(フェルール3)のプラグフェルールと光学的接続される側とは反対側の端面(第2の端面)3aより突き出している。より具体的には、透光性部材81の端面81bは、フェルール3の端面3aよりも大径部4aの外側に突出している。これにより、透光性部材81の端面81aに研磨加工を施す際には透光性部材81のみを研磨することができ、効率的に光レセプタクル10aを生産することができる。

**【0064】**

50

図7は、本発明の第5の実施形態を示す光レセプタクルの模式断面図である。

図7に表した光レセプタクル10bが備える部材は、第3の実施形態と同様である。フェルール3に形成された貫通孔3bの大径部4aが、フェルール3の中心軸C2に対して一定の角度を持つように形成されている。つまり、大径部4aの中心軸C4は、フェルール3の中心軸C2に対して一定の角度で傾斜している。より具体的には、大径部4aの底面41aおよび大径部4aの側面42aは、フェルール3の中心軸C2に対して一定の角度を持つように形成されている。透光性部材8は、略直方体（略立方体を含む）の形状を有する。

【0065】

これにより、フェルール3の貫通孔3bの大径部4a内に透光性部材8を配設する際に、予め光ファイバ2と反対側の端面8bのうちの少なくとも一部を平面となるように加工した透光性部材8を貫通孔3bの大径部4aにならうように配設するだけで、透光性部材8の端面8bをフェルール3の中心軸C2に対して所定の角度を持つように配置することができ、光レセプタクル10bを効率よく生産することができる。また、光ファイバ2の端面2aおよび透光性部材8の端面8bを斜めに加工しなくとも、光の反射を減少させることができる。ここでいう所定の角度とは、フェルール3の中心軸C2に対して90度の角度からみて例えば約4度以上、12度以下である。

【0066】

図8は、本発明の第6の実施形態を示す光レセプタクルの模式断面図である。

図8に表した光レセプタクル10cは、図7に関して前述した光レセプタクル10bの透光性部材8がアイソレータ82に置き換えられた構造を有する。光レセプタクル10cの他の構造は、第5の実施形態と同様である。

【0067】

アイソレータ82は、第1の偏光子82cと、第2の偏光子82dと、ファラデー回転子82eと、を有する。ファラデー回転子82eは、第1の偏光子82cと第2の偏光子82dとの間に設けられている。ファラデー回転子82eは、例えばガーネットなどの材料を含む。これにより、発光素子から発射され光ファイバ2に入射する光、または光ファイバ2から出射され受光素子に入射する光を一方向にだけ通過させることができる。

【0068】

アイソレータ82の光ファイバ2と反対側の端面82bには、AR（anti-reflective）コーティングが施されている。アイソレータ82の端面82bは、フェルール3の中心軸C2に対して所定の角度を持つように配置されている。これにより、アイソレータ82の端面82bにおいて光が反射することを抑え、あるいは反射した光が発光素子に戻ることを防止し、発光素子を安定して動作させることができる。

【0069】

図9は、本発明の第7の実施形態を示す光レセプタクルの模式図である。

図10は、本実施形態のファイバスタブを表す模式斜視図である。

図9(a)は、本実施形態にかかる光レセプタクルを示す模式断面図である。図9(b)は、図9(a)に表した矢印A2の方向にみたときの大径部を表す模式平面図である。

【0070】

図9(a)に表した光レセプタクル10dが備える部材は、第3の実施形態と同様である。フェルール3に形成された貫通孔3bの大径部4aは、フェルール3の中心軸C2を通り、一定の幅を持ったスリットを含む。大径部4a（本実施形態ではスリット）の底面41aは、フェルール3の中心軸C2に対して一定の角度を持つように形成されている。ここでいう一定の角度とは、フェルール3の中心軸C2に対して90度の角度からみて例えば約4度以上、12度以下である。透光性部材8は、略直方体（略立方体を含む）の形状を有する。

【0071】

これにより、フェルール3の貫通孔3bの大径部4aを容易に形成できるだけでなく、大径部4aの底面41aをフェルール3の中心軸C2に対し一定の角度を持つように形成

10

20

30

40

50

した際、その傾き方向を容易に視認することができるため、光レセプタクル10dと、発  
光素子または受光素子と、を精度よく組み立てることができる。

【0072】

以上、本発明の実施の形態について説明した。しかし、本発明はこれらの記述に限定さ  
れるものではない。前述の実施の形態に関して、当業者が適宜設計変更を加えたものも、  
本発明の特徴を備えている限り、本発明の範囲に包含される。例えば、ファイバスタブ5  
などが備える各要素の形状、寸法、材質、配置などやフェルール3および光ファイバ2の  
設置形態などは、例示したものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。

また、前述した各実施の形態が備える各要素は、技術的に可能な限りにおいて組み合わ  
せることができ、これらを組み合わせたものも本発明の特徴を含む限り本発明の範囲に包  
含される。

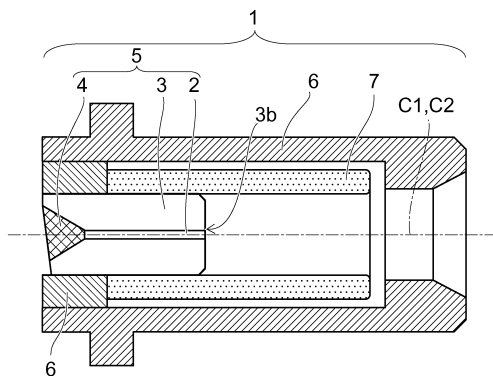
10

【符号の説明】

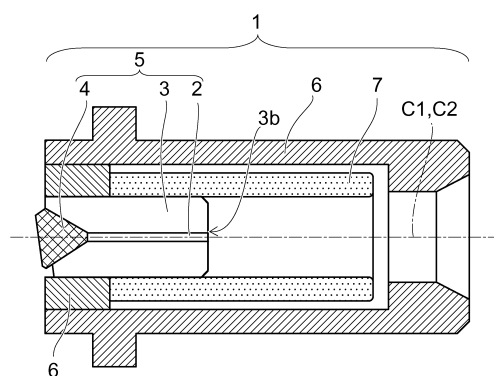
【0073】

1 光レセプタクル、 2 光ファイバ、 2 a 端面、 3 フェルール、 3 a 端面  
、 3 b 貫通孔、 4 弾性部材、 4 a 大径部、 4 b 小径部、 4 c テーパー部、  
5 ファイバスタブ、 6 保持具、 7 スリーブ、 8 透光性部材、 8 a、8 b  
端面、 10、10 a、10 b、10 c、10 d 光レセプタクル、 41 a、42 a 側  
面、 81 透光性部材、 81 a、81 b 端面、 82 アイソレータ、 82 b 端面  
、 82 c 第1の偏光子、 82 d 第2の偏光子、 82 e ファラデー回転子

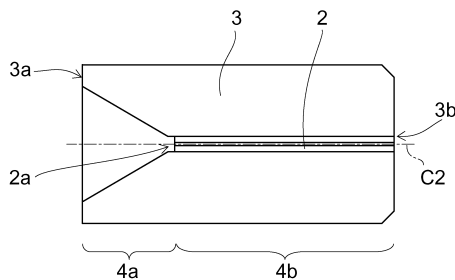
【図1】



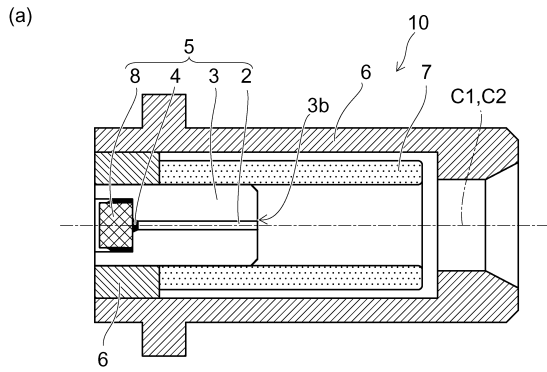
【図3】



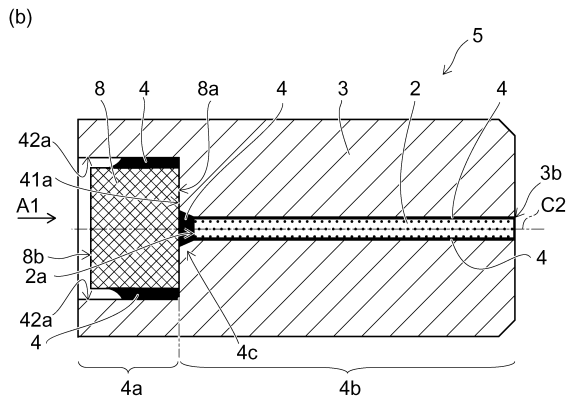
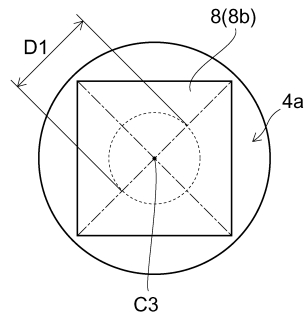
【図2】



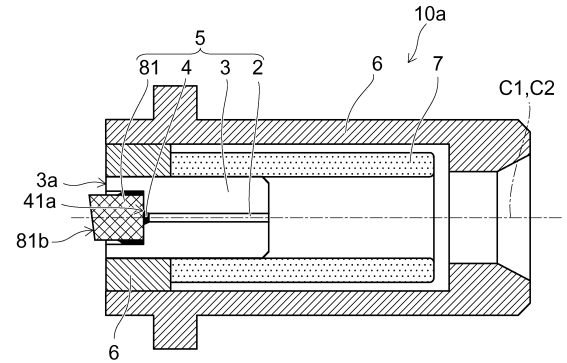
【 図 4 】



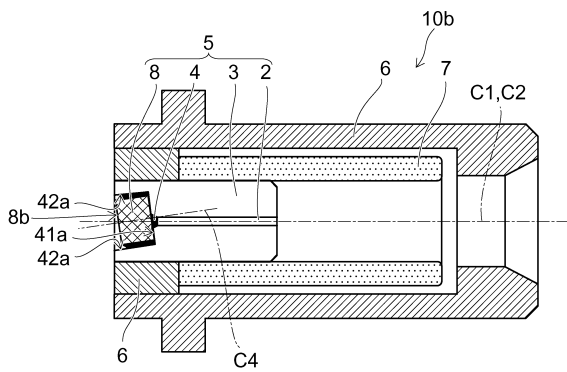
【 図 5 】



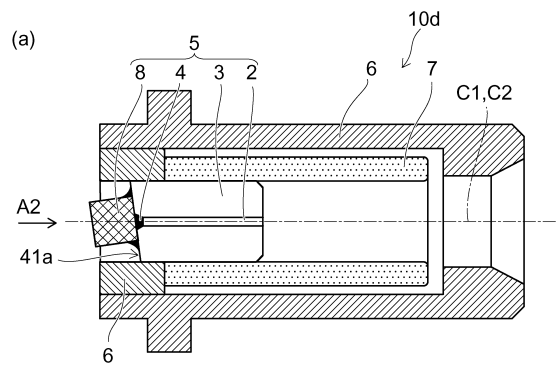
【 図 6 】



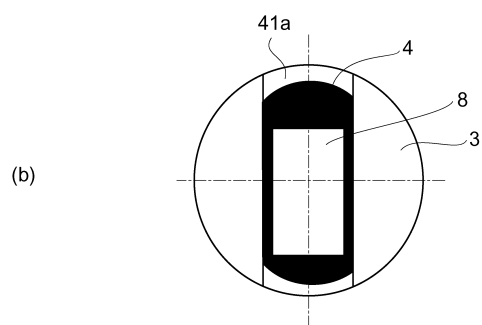
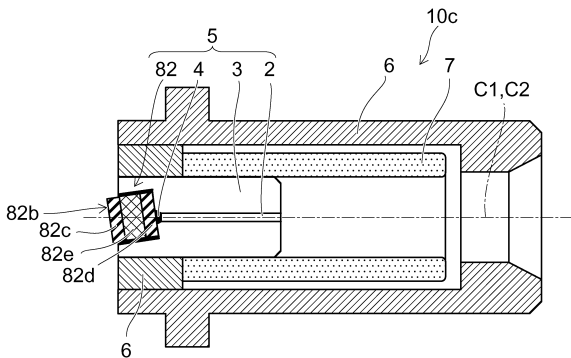
【 図 7 】



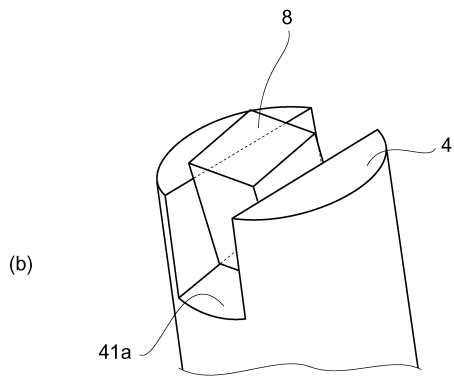
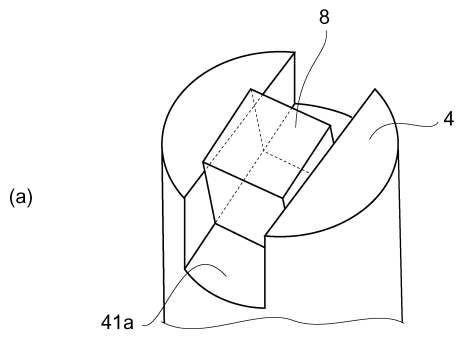
【 図 9 】



【 図 8 】



【 図 10 】



---

フロントページの続き

審査官 林 祥恵

- (56)参考文献 特開2005-157147(JP,A)  
特開2003-075679(JP,A)  
特開2006-030381(JP,A)  
米国特許出願公開第2007/0183723(US,A1)  
特開2006-119633(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/42  
G02B 6/26 - 6/27  
G02B 6/30 - 6/40