

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4306595号  
(P4306595)

(45) 発行日 平成21年8月5日(2009.8.5)

(24) 登録日 平成21年5月15日(2009.5.15)

(51) Int. Cl. F I  
**GO 2 B 6/42 (2006.01)** GO 2 B 6/42  
**HO 1 S 5/022 (2006.01)** HO 1 S 5/022

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2004-337773 (P2004-337773)	(73) 特許権者	000002130
(22) 出願日	平成16年11月22日(2004.11.22)		住友電気工業株式会社
(65) 公開番号	特開2006-145987 (P2006-145987A)		大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(43) 公開日	平成18年6月8日(2006.6.8)	(74) 代理人	100088155
審査請求日	平成19年8月23日(2007.8.23)		弁理士 長谷川 芳樹
		(74) 代理人	100092657
			弁理士 寺崎 史朗
		(74) 代理人	100110582
			弁理士 柴田 昌聰
		(72) 発明者	古米 正樹
			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
		(72) 発明者	中西 裕美
			大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内
			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】

光レセプタクルと、前記光レセプタクルに固定された筐体とを備えた光モジュールにおいて、

前記光レセプタクルは、

光ファイバを有する外部コネクタプラグと嵌合するレセプタクル本体と、

前記光ファイバと接続され、前記光ファイバを伝搬する光を透過させる光透過部材と、

前記レセプタクル本体に配置され、前記光透過部材を保持する保持部材とを備え、

前記光透過部材は、実質的に均一な屈折率分布を有する材料で形成されており、

前記保持部材は、前記外部コネクタプラグと嵌合する側に形成され、前記光透過部材が収容された第1内孔部と、前記第1内孔部に連続して前記外部コネクタプラグと嵌合する側の反対側に向けて形成され、前記第1内孔部よりも径の大きい第2内孔部とを有し、

前記保持部材における前記外部コネクタプラグと嵌合する側の端面において、前記第1内孔部の径が前記光ファイバの外径と同等であり、

前記筐体は、前記光レセプタクルに対して前記外部コネクタプラグと嵌合する側の反対側に配置され、

前記筐体内には、前記光透過部材に向けて光を照射する発光素子と、前記発光素子からの光を集光させる集光レンズとが設けられ、

前記集光レンズにより集光された光が前記保持部材における前記外部コネクタプラグと嵌合する側の端面で結像するように構成されていることを特徴とする光モジュール。

10

20

## 【請求項 2】

前記保持部材は、ジルコニアまたは金属で形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の光モジュール。

## 【請求項 3】

前記光透過部材における前記光ファイバと接続される側の反対側の端面は、前記レセプタクル本体の径方向に対して所定角度で傾斜するように研磨加工されていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の光モジュール。

## 【請求項 4】

前記レセプタクル本体は、外スリーブと、前記外スリーブ内に配置され、一端側に前記保持部材の一部が挿入されるとともに他端側に前記外部コネクタプラグが嵌入される内スリーブと、前記外スリーブと前記保持部材との間に介在され、前記保持部材を前記外スリーブに固定するブッシュとを有することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項記載の光モジュール。

10

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、光情報通信分野などで使用される光モジュールに関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来の光レセプタクルの一種として、例えば特許文献 1 に記載されているように、光ファイバを保持した内蔵フェルールを備えるものが知られている。このような光レセプタクルに、やはり光ファイバを保持したプラグフェルールを嵌合すると、それぞれの光ファイバが接続されて光の伝送が行われる。

20

【特許文献 1】特開平 10 - 332988 号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0003】

しかしながら、上述の光レセプタクルでは、内蔵フェルール内の光の導波に光ファイバ（主にシングルモード光ファイバ）を用いているので、プラグフェルール側の光ファイバに対する光結合トレランスが狭くならざるを得ない。そのため、外部コネクタプラグの抜き差し回数に対する光出力変動特性、いわゆる挿抜特性が悪くなったり、外部コネクタプラグを差し込んだときに、光軸に垂直な方向（横方向）からの力に対する光出力変動が大きくなるという問題が生じていた。

30

## 【0004】

そこで、本発明の目的は、外部コネクタプラグを差し込んで光接続させるときの光出力変動を小さくすることが可能な光モジュールを提供することとする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

本発明は、光レセプタクルと、光レセプタクルに固定された筐体とを備えた光モジュールにおいて、光レセプタクルは、光ファイバを有する外部コネクタプラグと嵌合するレセプタクル本体と、光ファイバと接続され、光ファイバを伝搬する光を透過させる光透過部材と、レセプタクル本体内に配置され、光透過部材を保持する保持部材とを備え、光透過部材は、実質的に均一な屈折率分布を有する材料で形成されており、保持部材は、外部コネクタプラグと嵌合する側に形成され、光透過部材が収容された第 1 内孔部と、第 1 内孔部に連続して外部コネクタプラグと嵌合する側の反対側に向けて形成され、第 1 内孔部よりも径の大きい第 2 内孔部とを有し、保持部材における外部コネクタプラグと嵌合する側の端面において、第 1 内孔部の径が光ファイバの外径と同等であり、筐体は、光レセプタクルに対して外部コネクタプラグと嵌合する側の反対側に配置され、筐体内には、光透過部材に向けて光を照射する発光素子と、発光素子からの光を集光させる集光レンズとが設けられ、集光レンズにより集光された光が保持部材における外部コネクタプラグと嵌合す

40

50

る側の端面で結像するように構成されていることを特徴とするものである。

【0006】

このように本発明においては、光ファイバの代わりに、実質的に均一な屈折率分布を有する材料として、例えば外部コネクタプラグ側の光ファイバのコアと同一の材料で形成された光透過部材を用いることができる。光透過部材が、このような材料で形成され、かつ、光ファイバのコア径よりも大きい径を有する場合には、外部コネクタプラグの光ファイバに対する光結合トレランスは広くなる。したがって、外部コネクタプラグをレセプタクル本体内に差し込んで、光透過部材と光ファイバとを光接続させる場合に、外部コネクタプラグの挿抜繰り返しに対して良好な光出力変動特性（挿抜特性）が得られるとともに、レセプタクル本体の横方向からの力に対する光出力変動を小さくすることができる。したがって、発光素子から照射された光を、光透過部材を介して外部コネクタプラグの光ファイバに安定して伝搬することができる。また、保持部材の第1内孔部に光透過部材を収容することにより、光透過部材を樹脂等で直接レセプタクル本体に固定させなくて済む。したがって、光透過部材の外周面に損傷等が生じることが防止され、信頼性が向上する。

10

【0007】

また、光透過部材は、光ファイバと接続される部分のみが露出され、それ以外の部分は保持部材で覆われることになるので、外部コネクタプラグをレセプタクル本体に差し込んだときに、光透過部材の先端面（接続端面）に傷がつくのを防ぐことができる。

【0008】

また、本発明の光レセプタクルでは、保持部材は、ジルコニアまたは金属で形成されていることも好ましい。このように硬い材質のジルコニアまたは金属を用いれば、精度の良い保持部材を製造することができる。

20

【0009】

また、本発明の光レセプタクルでは、光透過部材における光ファイバと接続される側の反対側の端面は、レセプタクル本体の径方向に対して所定角度で傾斜するように研磨加工されていることも好ましい。このようにすれば、光が光透過部材の端面で反射して戻ることが抑制できる。

【0010】

また、本発明の光レセプタクルでは、レセプタクル本体は、外スリーブと、外スリーブ内に配置され、一端側に保持部材の一部が挿入されるとともに他端側に外部コネクタプラグが嵌入される内スリーブと、外スリーブと保持部材との間に介在され、保持部材を外スリーブに固定するブッシュとを有することも好ましい。これにより、例えば圧入を用いて、保持部材をレセプタクル本体に固定することができる。この場合には、光レセプタクルの組み立てを安価に行うことが可能となる。

30

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、外部コネクタプラグを光レセプタクルに差し込んで光接続させるときの光出力変動を小さくすることができる。これにより、接続損失の増大を抑えることが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【0016】

以下、本発明に係る光レセプタクル及び光モジュールの好適な実施形態について図面を参照して説明する。

【0017】

図1は本発明にかかる光レセプタクルの一実施形態を示す断面図である。図2は図1に示す光レセプタクルに外部コネクタプラグを嵌合させる様子を示す断面図である。図1及び図2に示すように、光レセプタクル1は、スタブ（保持部材）2と、光透過部材4と、レセプタクル本体6とを備えている。

【0018】

スタブ2は、後述する光透過部材4を保持する部材である。スタブ2は、光透過部材4

50

の外周面を覆うように形成される。より具体的には、スタブ2は、所定軸X方向（レセプタクル本体6の軸方向）に延びる筒状をなしており、ジルコニアまたは金属といった硬い材料からなっている。このような材料を用いることによって、スタブ2の寸法精度を十分に出すことができる。なお、スタブ2をジルコニアで形成する場合には、スタブ2は例えば射出成形などの成形技術によって製造される。スタブ2は、例えば、3mm程度の全長L2を有しており、1.25mm程度の外径D2を有している。スタブ2の全長L2は、外部コネクタプラグ40（図2参照）が嵌合された時でもレセプタクル本体6に確実に保持される最適な長さとして予め決まっているものである。

**【0019】**

スタブ2は、第1内孔部3及び第2内孔部5を有している。第1内孔部3は、光透過部材4を保持する部分であり、スタブ2の一端面（前端面）2aからスタブ2の内面2bに向かって延びている。スタブ2の前端面2aには、第1内孔部3によって形成される開口部が設けられている。この開口部を含む第1内孔部3の径D3は、スタブ2と突き合わされる外部コネクタプラグ40（図2参照）に設けられた光ファイバ42のクラッド径（0.125mm）と同等の大きさである。第1内孔部3は、例えば、0.5～1.0mm程度の全長L3を有している。

10

**【0020】**

第2内孔部5は、第1内孔部3に連続してスタブ2の内面2bからスタブ2の後端面2dに向かって延びている。第2内孔部5の径D5は、第1内孔部3の径D3よりも大きい。第2内孔部5は空洞であって、空気や窒素が充填される。そのため、光の伝搬に悪影響を及ぼすことがない。第2内孔部5は、例えば、0.75mm程度の径D5を有している。

20

**【0021】**

光透過部材4は、図2に示すように、外部コネクタプラグ40の光ファイバ42を伝搬する波長の光を透過させる透明な部材であり、当該光ファイバ42と接続可能となるように所定軸X方向に延在している。光透過部材4は、実質的に均一な屈折率分布を有する材料で形成される。本実施形態では、このような材料として光ファイバ42のコアと同じ屈折率を有するガラス（石英ガラス）を用いる。これにより、光ファイバ42と光結合させたときの反射ロスを抑えることができる。そして、かかるガラスを溶融させた状態で第1内孔部3に充填することにより、スタブ2に保持された光透過部材4を形成する。なお、線引きにより製造した光透過部材4を第1内孔部3に挿入し、光透過部材4及びスタブ2の長さを調整することによって、スタブ2に保持された光透過部材4を形成するとしてもよい。また、透明な光透過部材4は、光ファイバ42に材料に応じてプラスチック等であってもよい。

30

**【0022】**

光透過部材4は、第1内孔部3に対応した形状を有している。すなわち、光透過部材4は、外部コネクタプラグ40の光ファイバ42のクラッド径と同等となるような外径を有している。

**【0023】**

このような光透過部材4を保持したスタブ2の前端面2aは、光透過部材4の先端面と一緒にPC（フィジカル・コンタクト）研磨されている。これにより、外部コネクタプラグ42をスタブ2に突き合わせたときに、光ファイバ42と光透過部材4とを物理的に十分に接触させることができ、光ファイバ42との接続点での反射を防ぐことができる。また、スタブ2の内面2bは、光透過部材4の基端面と一緒にスタブ2の径方向に対して所定角度で傾斜するように斜め加工されている。ここで、所定角度とは、所定軸X方向への反射戻り光を抑制するのに好適な角度であり、例えば4度以上といった角度である。なお、光の反射戻り対策としては、斜め加工の他に、1パーセント以下のARコートといった反射防止膜をスタブ2の内面2bに施してもよい。

40

**【0024】**

レセプタクル本体6は、外部コネクタプラグ40と嵌合する部分であり、所定軸X方向

50

に延びる筒状をなしている。レセプタクル本体 6 は、外スリーブ 8 と、内スリーブ 10 と、ブッシュ 12 とを有している。

【 0 0 2 5 】

外スリーブ 8 は、その前端面（外部コネクタプラグ 40 と嵌合する側の端面）から後端面に向かってに順に設けられたプラグ挿入部 8 a、小内径部 8 b、及び大内径部 8 c を有している。大内径部 8 c は、小内径部 8 b より径の大きい内孔を有している。プラグ挿入部 8 a の開口部は、外部コネクタプラグ 40 を挿入し易くするために、外スリーブ 8 の前端に向かうにしたがって広がるテーパ状に加工されている。外スリーブ 8 は、例えば、S U S 3 0 3 等の金属によって構成される。なお、外スリーブ 8 の材料は、他のモジュール部品（後述）との組み立てに金属溶接法を用いる場合には、エポキシ系樹脂等であって

10

【 0 0 2 6 】

内スリーブ 10 は、外スリーブ 8 における小内径部 8 b に配置された弾性を有する割りスリーブである。内スリーブ 10 の前端面 10 a 側には外部コネクタプラグ 40 が嵌入されるとともに、内スリーブ 10 の後端面 10 b 側には、スタブ 2 の前端面 2 a 側の部分が挿入される。内スリーブ 10 は、ジルコニアやアルミナといったセラミック材料、リン青銅といった金属材料、プラスチック材料等により形成されている。例えば、内スリーブ 10 の長さ L 10 は 5 mm 程度であり、外径 D 10 は 1 . 3 mm 程度である。なお、内スリーブ 10 は図 1 及び 2 のような割りスリーブに限らず、精密スリーブであってもよい。

【 0 0 2 7 】

ブッシュ 12 は、外スリーブ 8 における大内径部 8 c に内スリーブ 10 と隣接するように配置されている。ブッシュ 12 は、外スリーブ 8 とスタブ 2 との間に介在され、スタブ 2 を外スリーブ 8 に対して固定する。ブッシュ 12 は、S U S 3 0 3 等といった金属により形成される。例えば、ブッシュ 12 の長さ L 12 は 1 mm 程度である。

20

【 0 0 2 8 】

このような光レセプタクル 1 は、以下のようにして組み立てられる。まず、光透過部材 4 を保持した状態のスタブ 2 の後端面 2 d 側の部分をブッシュ 12 に圧入固定する。そして、例えばスタブ 2 の前端面 2 a 側の部分を内スリーブ 10 内に挿入した状態で、内スリーブ 10 とブッシュ 12 に固定されたスタブ 2 とを外スリーブ 8 内に挿入し、外スリーブ 8 にブッシュ 12 を圧入固定する。

30

【 0 0 2 9 】

以上のように構成した光レセプタクル 1 では、外部コネクタプラグ 40 がレセプタクル本体 6 の内スリーブ 10 内に嵌入されることで、外部コネクタプラグ 40 がスタブ 2 に突き合わされ、外部コネクタプラグ 40 の光ファイバ 4 2 は光透過部材 4 と光接続される。このとき、光透過部材 4 は、均一な屈折率分布を有する透明ガラス等で形成され、しかも光ファイバ 4 2 のコア径よりも大きな径を有しているため、外部コネクタプラグ 40 の光ファイバ 4 2 に対する光結合トレランスが広がる。よって、外部コネクタプラグ 40 の抜き差しを繰り返すことに対する光出力変動が小さくなり、良好な挿抜特性を得られる。また、外部コネクタプラグ 40 を差し込んだときに光レセプタクル 1 の径方向に力が加かって多少ずれ動いても、そのときに生じる光出力変動が小さくなる。したがって、光レセ

40

【 0 0 3 0 】

また、光透過部材 4 の外周面はスタブ 2 で覆われているので、光透過部材 4 を直接樹脂等でレセプタクル本体 6 に固定した場合と異なり、光透過部材 4 が傷ついたり、割れたりすることはない。更に、光透過部材 4 の先端面の径は光ファイバ 4 2 の径と同等であるため、光透過部材 4 の先端部の大部分がスタブ 2 に保護されることになる。したがって、外部コネクタプラグ 40 を差し込んだときに、光透過部材 4 の先端面に傷がつくことが防止されるため、傷による性能低下を抑えることができる。また、第 2 内孔部 5 は空洞を有しているため、光の伝搬に悪影響を及ぼすことなく、保持部材にかかる材料コストを減らすことが可能となる。

50

## 【0031】

次に、本発明にかかる光モジュールの一実施形態について説明する。図3は、上記の光レセプタクル1を備えた光モジュールとして、光送信モジュールを一部破断して示す断面図である。図3に示すように、光モジュール20は、上記の光レセプタクル1と、この光レセプタクル1の後側（外部コネクタプラグ40と嵌合する側の反対側）に配置された筐体22とを備えている。

## 【0032】

筐体22は、光レセプタクル1の外スリーブ8に固定されている。より具体的には、筐体22は、パッケージ22a、キャップ22b、及び光軸調整用スリーブ22cを有している。パッケージ22aには、複数本のリードピン24が固定される。また、パッケージ22aには、光透過部材4に向けてレーザ光を照射する発光素子26と、この発光素子26からの出力光をモニタするためのモニタ用受光素子28とが搭載される。

10

## 【0033】

発光素子26及びモニタ用受光素子28は、リードピン24と電氣的に接続されている。なお、発光素子26は、例えばInP系FP-LDやDFB-LDといったレーザダイオードであり、モニタ用受光素子28は、例えばInGaAs系PIN-PDといったフォトダイオードである。

## 【0034】

キャップ22bは開口部22dを有し、この開口部22dには、発光素子26からの光を集光させる集光レンズ29が配置されている。集光レンズ29は、図3に示す通り球面レンズであってもよいし、非球面レンズであってもよい。

20

## 【0035】

光軸調整用スリーブ22cは、キャップ22bの外径と同等の内径を有する筒状嵌合部22eを一端側に有し、この筒状嵌合部22eには、キャップ22bが嵌入されている。光軸調整用スリーブ22cの他端側の面は、光レセプタクル1の外スリーブ8の後端面8dと接合している。

## 【0036】

このような光モジュール20において、光レセプタクル1の第1内孔部3及び第2内孔部5の寸法の具体例について説明する。図4(a)は、上述した発光素子26からの光を、集光レンズ29を介して外部コネクタプラグ40の光ファイバ42（スタブ2の前端面2a）の位置で結像させる時の様子を示す図である。図4(b)は、図4(a)に示すスタブ2の前端面2aからの距離Bと、集光レンズ29により集光された光のビーム径Cとの関係を示すグラフである。

30

## 【0037】

図4(b)に示すグラフから、スタブ2の内面2bにおいて光のビーム径Cを0.125mm程度にするためには、スタブ2の前端面2aからの距離Bを0.665mm程度にする必要があることが読み取れる。したがって、集光レンズ29により集光された光を、スタブ2の前端面2aで結像させ、かつ光ファイバ42のクラッド径(0.125mm)と同等の大きさの径を有する第1内孔部3に確実に導入させるには、第1内孔部3の全長L3を0.665mm以下にすればよいことがわかる。また、図4(b)に示すグラフから、スタブ2の前端面2aからの距離Bが例えば3mm程度であるとき、ビーム径Cは0.565mm程度であることが読み取れる。したがって、スタブ2の全長L2が3mm程度であるとき、集光レンズ29により集光された光をスタブ2の前端面2aで結像させ、かつ第2内孔部5に確実に導入させるためには、第2内孔部5の径D5を0.565mm以上にすればよいことがわかる。このようにして、第1内孔部3及び第2内孔部5の適切な寸法を算出することができる。

40

## 【0038】

かかる構成を有する光モジュール20は、発光素子26を備えているので、発光素子26から出射された光を、光レセプタクル1の光透過部材4を介して外部コネクタプラグ40の光ファイバ42に伝搬することができる。また、光透過部材4は十分な大きな径（第

50

2内孔部5の径D5に相当)を有するので、発光素子26から出射されて集光レンズ29を透過した光は、確実に光透過部材4で集光されて効率よく光透過部材4を通り、光ファイバ42に入射されることとなる。

【0039】

図5は、本発明にかかる光モジュールの他の実施形態として、光受信モジュールを一部破断して示す断面図である。図中、上述した実施形態と同一または同等の部材には同じ符号を付し、その説明を省略する。図4に示すように、光モジュール30は、上記の光レセプタクル1と、この光レセプタクル1の後側に配置されるとともに光レセプタクル1の外スリーブ8に固定された筐体32とを備えている。なお、スタブ2の内面2bが斜め加工されているので、発光素子26から出射された光が、スタブ2の内面2bで反射されて発光素子26に戻る光(反射戻り光)を抑制することができる。

10

【0040】

筐体32は、図3に示す実施形態におけるパッケージ22aに変えて、パッケージ32aを有している。パッケージ32a上には、光透過部材4からの光を受光する受光素子34が配置されている。受光素子34は、例えばInGaAs系PIN-PDといったフォトダイオードである。このような受光素子34を備えれば、外部コネクタプラグ40の光ファイバ42から出射された光を、光レセプタクル1の光透過部材4及び集光レンズ29を介して受光することができる。

【0041】

なお、本発明は上記した実施形態に限定されることなく、種々の変形が可能である。

20

【0042】

例えば、上記実施形態においては、スタブ2の第1内孔部3は全体的に一定の径を有する円柱状をなしているが、スタブ2の第1内孔部3をスタブ2の前端面2aに向けて径が小さくなるように構成し、これに応じて光透過部材4の形状を先細り形状としてもよい。また、スタブ2の第2内孔部5をスタブ2の内面2bに向けて径が小さくなるように構成してもよい。

【0043】

また、本発明の光レセプタクルは、上記実施形態のような光送信モジュールや光受信モジュールの他に、光送信部と光受信部とが併設された光送受信モジュール等にも適用可能である。

30

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】本発明にかかる光レセプタクルの一実施形態を示す断面図である。

【図2】図1に示す光レセプタクルに外部コネクタプラグを嵌合させる様子を示す断面図である。

【図3】本発明にかかる光レセプタクルを備えた光モジュールの一実施形態として、光送信モジュールを一部破断して示す断面図である。

【図4】光レセプタクルの第1内孔部及び第2内孔部の寸法の具体例についての図である。

【図5】本発明にかかる光レセプタクルを備えた光モジュールの一実施形態として、光受信モジュールを一部破断して示す断面図である。

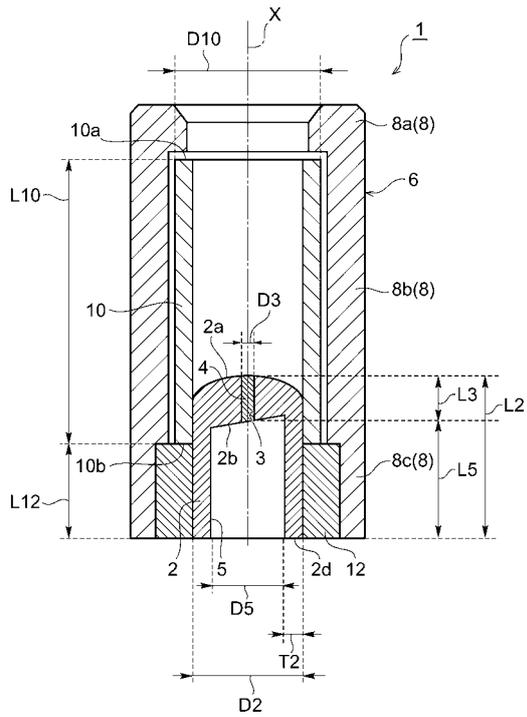
40

【符号の説明】

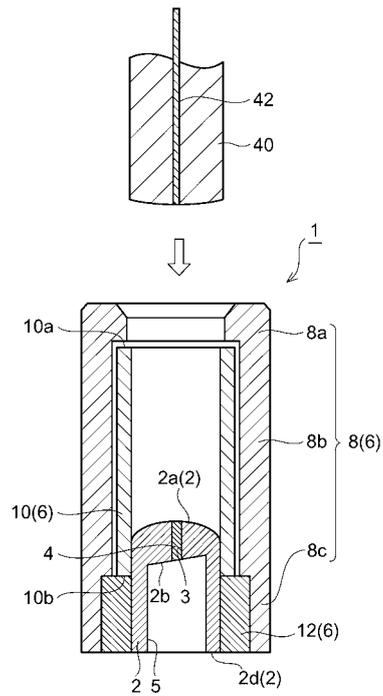
【0045】

1...光レセプタクル、2...スタブ、3...第1内孔部、4...光透過部材、5...第2内孔部、6...レセプタクル本体、8...外スリーブ、10...内スリーブ、12...ブッシュ、20...光モジュール、22...筐体、26...発光素子、29...集光レンズ、30...光モジュール、32...筐体、34...受光素子、40...外部コネクタプラグ、42...光ファイバ。

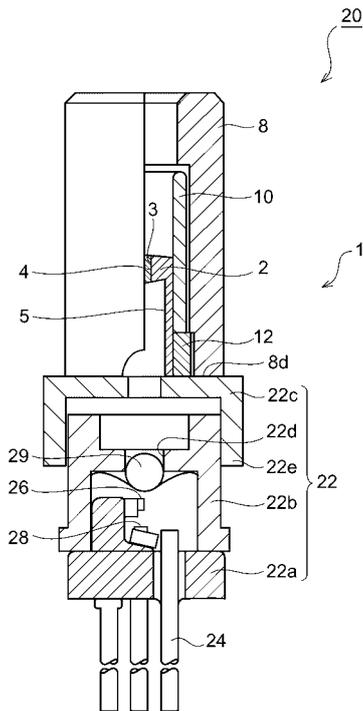
【図1】



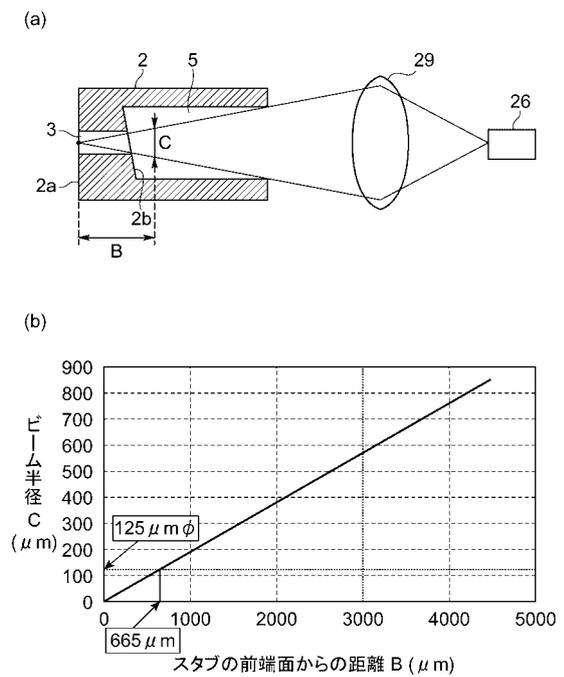
【図2】



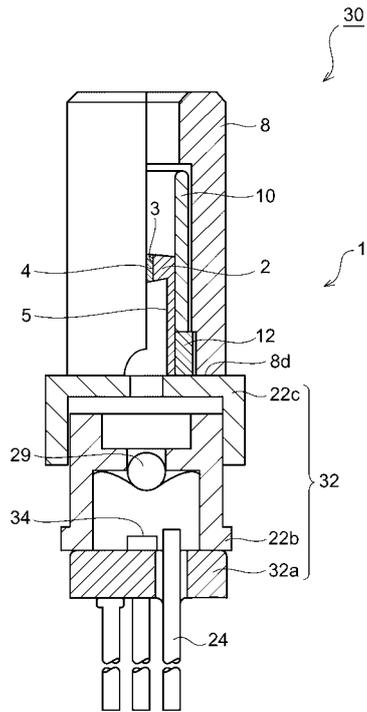
【図3】



【図4】



【図5】



---

フロントページの続き

審査官 井口 猶二

- (56)参考文献 特開平04 - 175707 (JP, A)  
特開2004 - 133299 (JP, A)  
特開2003 - 222763 (JP, A)  
特開平09 - 152524 (JP, A)  
特開平09 - 033759 (JP, A)  
特開2004 - 117915 (JP, A)  
特開2001 - 066468 (JP, A)  
実開昭63 - 128748 (JP, U)  
登録実用新案第3099551 (JP, U)  
特開2004 - 093696 (JP, A)  
特開平10 - 332988 (JP, A)  
特開2006 - 053183 (JP, A)  
特開2006 - 030381 (JP, A)  
特表2005 - 526994 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/42  
H01L 31/0232  
H01S 5/022