

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6494216号
(P6494216)

(45) 発行日 平成31年4月3日(2019.4.3)

(24) 登録日 平成31年3月15日(2019.3.15)

(51) Int. Cl. F I
GO 2 B 6/42 (2006.01) GO 2 B 6/42
HO 1 S 5/02 (2006.01) HO 1 S 5/02
HO 1 L 31/0232 (2014.01) HO 1 L 31/02 C

請求項の数 3 (全 13 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2014-172549 (P2014-172549) (22) 出願日 平成26年8月27日 (2014. 8. 27) (65) 公開番号 特開2016-48284 (P2016-48284A) (43) 公開日 平成28年4月7日 (2016. 4. 7) 審査請求日 平成29年7月5日 (2017. 7. 5)</p>	<p>(73) 特許権者 000208765 株式会社エンプラス 埼玉県川口市並木2丁目30番1号 (74) 代理人 100105050 弁理士 鷺田 公一 (72) 発明者 今 亜耶乃 埼玉県川口市並木2丁目30番1号 株式 会社エンプラス内 審査官 野口 晃一</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光レセプタクルおよび光モジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の光電変換素子と、複数の光伝送体との間に配置され、前記複数の光電変換素子と、前記複数の光伝送体の端面とを光学的に結合するための光レセプタクルであって、前記光電変換素子から出射された光を入射させるか、前記光伝送体の端面から出射され、内部を通る光を前記光電変換素子に向けて出射させる複数の第1光学面と、前記第1光学面で入射し、内部を通る光を前記光伝送体の端面に向けて出射させるか、前記光伝送体の端面から出射された光を入射させる複数の第2光学面と、前記第1光学面で入射した光を前記第2光学面に向けて反射させるか、前記第2光学面で入射した光を前記第1光学面に向けて反射させる反射面と、前記反射面に対して溝を挟んで対向するように配置された壁部と、を有し、前記溝は、その長さ方向において両端が外部に連通しており、前記複数の第1光学面は、前記光レセプタクルの底面側において、前記溝の長さ方向に沿って一列に配置されており、前記複数の第2光学面は、前記光レセプタクルの正面側において、前記溝の長さ方向に沿って一列に配置されており、前記光伝送体を直接支持するためのファイバー床を有しない、光レセプタクル。

【請求項 2】

前記溝の深さ方向において、前記第1光学面と、前記壁部の先端部との距離は、前記第1光学面と、前記第1光学面で入射した光が前記反射面に到達する点との距離よりも長い、請求項1に記載の光レセプタクル。

【請求項3】

基板と、

前記基板上に配置された複数の光電変換素子と、

前記複数の第1光学面が前記複数の光電変換素子と対向するように前記基板上に配置された請求項1または請求項2に記載の光レセプタクルと、
を有する、光モジュール。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光レセプタクルおよびこれを有する光モジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

以前から、光ファイバや光導波路などの光伝送体を用いた光通信には、面発光レーザ（例えば、垂直共振器面発光レーザ（VCSEL：Vertical Cavity Surface Emitting Laser））などの発光素子を備えた光モジュールが使用されている。光モジュールは、1または2以上の光電変換素子（発光素子または受光素子）と、送信用または受信用の光結合素子（以下、「光レセプタクル」ともいう）とを有する（例えば、特許文献1参照）。

20

【0003】

図1は、特許文献1に記載の光結合素子10の構成を示す図である。図1Aは、光結合素子10の平面図であり、図1Bは、底面図であり、図1Cは、正面図であり、図1Dは、右側面図である。光結合素子10は、不図示のVCSEL（発光素子）からの光を入射させる第1レンズ面11（入射面）と、第1レンズ面11で入射した光を反射する全反射面12と、全反射面12で反射された光を不図示の光ファイバの端面に向けて出射する第2レンズ面13（出射面）と、光ファイバを光結合素子10に対して位置決めするための位置決め用凸部14と、VCSELを光結合素子10に対して位置決めするための位置決め用凹部15とを有する。光結合素子10は、VCSELが配置された基板上に配置されるとともに、光ファイバが接続された状態で使用される。このように、光結合素子10は、VCSELおよび光ファイバの位置決めを簡単に行い、VCSELと光ファイバの端面との光学的な結合を適切に行うことができる。

30

【0004】

また、特許文献1に記載の光結合素子10は、熱可塑性の透明樹脂を用いた射出成形により一体成形されうる。具体的には、光結合素子10は、金型のキャビティーに熱可塑性の透明樹脂を流し込んで、冷却させて固化させた後、光結合素子10を離型することで製造される。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0005】

【特許文献1】特開2009-163212号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1に記載の光結合素子10（光レセプタクル）を射出成形により製造する場合、全反射面12が成形収縮によりわずかに変形してしまう。10Gbps程度までの伝送速度で使用する場合は、全反射面12の精度が大きな問題とはならないため、光結合素子10は、発光素子（光電変換素子）および光ファイバ（光伝送体）を光学的に適切に結合させることができる。しかし、近年、より速い伝送速度での使用が求めら

50

れており、全反射面 1 2 のわずかな変形であっても、発光素子（または受光素子）と光伝送体とを光学的に適切に結合させることができないおそれがある。

【 0 0 0 7 】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、射出成形により製造したとしても成形収縮による反射面の変形が生じにくい光レセプタクルを提供することを目的とする。また、本発明は、この光レセプタクルを有する光モジュールを提供することも目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明に係る光レセプタクルは、1または2以上の光電変換素子と、1または2以上の光伝送体との間に配置され、前記1または2以上の光電変換素子と、前記1または2以上の光伝送体の端面とを光学的に結合するための光レセプタクルであって、前記光電変換素子から出射された光を入射させるか、前記光伝送体の端面から出射され、内部を通る光を前記光電変換素子に向けて出射させる1または2以上の第1光学面と、前記第1光学面で入射し、内部を通る光を前記光伝送体の端面に向けて出射させるか、前記光伝送体の端面から出射された光を入射させる1または2以上の第2光学面と、前記第1光学面で入射した光を前記第2光学面に向けて反射させるか、前記第2光学面で入射した光を前記第1光学面に向けて反射させる反射面と、前記反射面に対して溝を挟んで対向するように配置された壁部と、を有し、前記溝は、その長さ方向において両端が外部に連通している、構成を採る。

【 0 0 0 9 】

本発明に係る光モジュールは、基板と、前記基板上に配置された1または2以上の光電変換素子と、前記第1光学面が前記光電変換素子と対向するように前記基板上に配置された本発明に係る光レセプタクルと、を有する、構成を採る。

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、射出成形により製造しても成形収縮による反射面の変形が生じにくい光レセプタクルを提供することができる。本発明に係る光レセプタクルは、反射面の精度が高いため、速い伝送速度でも光電変換素子と光伝送体とを光学的に適切に結合させることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図1】図1 A ~ D は、特許文献 1 に係る光レセプタクルの構成を示す図である。

【図2】図2 は、実施の形態に係る光モジュールの断面図である。

【図3】図3 A、B は、実施の形態に係る光レセプタクルの斜視図である。

【図4】図4 A ~ E は、実施の形態に係る光レセプタクルの構成を示す図である。

【図5】図5 A、B は、比較例 1 に係る光レセプタクルの斜視図である。

【図6】図6 A ~ E は、比較例 1 に係る光レセプタクルの構成を示す図である。

【図7】図7 A、B は、比較例 2 に係る光レセプタクルの斜視図である。

【図8】図8 A ~ E は、比較例 2 に係る光レセプタクルの構成を示す図である。

【図9】図9 A、B は、実施の形態および比較例 1、2 に係る光レセプタクルの成形収縮による反射面の変位量を示すグラフである。

【図10】図10 A ~ C は、実施の形態および比較例 1、2 に係る光レセプタクルの成形収縮による歪みを説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

以下、本発明に係る一実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【 0 0 1 3 】

（光モジュールの構成）

図2 は、本発明の実施の形態に係る光モジュール 100 の断面図である。図2 では、光レセプタクル 130 内の光路を示すために光レセプタクル 130 の断面へのハッチングを

10

20

30

40

50

省略している。

【 0 0 1 4 】

図 2 に示されるように、光モジュール 1 0 0 は、基板 1 1 0 と、1 または 2 以上の光電変換素子 1 2 0 と、光レセプタクル 1 3 0 とを有する。光モジュール 1 0 0 は、光レセプタクル 1 3 0 に光伝送体 1 4 0 が接続されて使用される。

【 0 0 1 5 】

基板 1 1 0 には、1 または 2 以上の光電変換素子 1 2 0、および光レセプタクル 1 3 0 が配置される。基板 1 1 0 には、後述する光レセプタクル 1 3 0 の位置決め用凹部 1 3 6 に対応した凸部が形成されている。この凸部を位置決め用凹部 1 3 6 に嵌め込むことにより、光レセプタクル 1 3 0 を、基板 1 1 0 上に配置された光電変換素子 1 2 0 に対して所定の位置に固定することができる。基板 1 1 0 の材料は、特に限定されない。基板 1 1 0 は、例えばガラスコンポジット基板やガラスエポキシ基板などである。

【 0 0 1 6 】

光電変換素子 1 2 0 は、発光素子または受光素子であり、基板 1 1 0 上に配置されている。本実施の形態では、複数 (1 2 個) の光電変換素子 1 2 0 (発光素子および / または受光素子) が、基板 1 1 0 上に配置されている。送信用の光モジュール 1 0 0 では、光電変換素子 1 2 0 として発光素子が使用される。受信用の光モジュール 1 0 0 では、光電変換素子 1 2 0 として受光素子が使用される。発光素子は、例えば垂直共振器面発光レーザ (V C S E L) である。受光素子は、例えばフォトディテクタである。

【 0 0 1 7 】

光レセプタクル 1 3 0 は、後述する第 1 光学面 1 3 1 が光電変換素子 1 2 0 と対向するように基板 1 1 0 上に配置されている。光レセプタクル 1 3 0 は、光電変換素子 1 2 0 と光伝送体 1 4 0 との間に配置された状態で、光電変換素子 1 2 0 と光伝送体 1 4 0 の端面とを光学的に結合させる。送信用の光モジュール 1 0 0 では、光レセプタクル 1 3 0 は、光電変換素子 1 2 0 (発光素子) から出射された光を光伝送体 1 4 0 の端面に向けて出射する。受信用の光モジュール 1 0 0 では、光レセプタクル 1 3 0 は、光伝送体 1 4 0 の端面から出射された光を光電変換素子 1 2 0 (受光素子) に向けて出射する。なお、光電変換素子 1 2 0 として発光素子および受光素子の両方を有する光モジュール 1 0 0 は、送信用の光モジュールおよび受信用の光モジュールの両方として機能する。光レセプタクル 1 3 0 の構成については、別途詳細に説明する。

【 0 0 1 8 】

光伝送体 1 4 0 の種類は、特に限定されない。光伝送体 1 4 0 の種類の例には、光ファイバや光導波路などが含まれる。特に図示しないが、光伝送体 1 4 0 は、フェルールを介して光レセプタクル 1 3 0 に接続される。フェルールには、後述する光レセプタクル 1 3 0 の位置決め用凸部 1 3 5 に対応した凹部が形成されている。この凹部に位置決め用凸部 1 3 5 を嵌め込むことにより、光伝送体 1 4 0 の端面を光レセプタクル 1 3 0 に対して所定の位置に固定することができる。本実施の形態では、光伝送体 1 4 0 は、光ファイバである。また、光ファイバは、シングルモード方式であってもよいし、マルチモード方式であってもよい。

【 0 0 1 9 】

(光レセプタクルの構成)

図 3 および図 4 は、実施の形態に係る光レセプタクル 1 3 0 の構成を示す図である。図 3 A は、本実施の形態に係る光レセプタクル 1 3 0 の上側 (天面側) からみた斜視図であり、図 3 B は、下側 (底面側) からみた斜視図である。図 4 A は、光レセプタクル 1 3 0 の平面図であり、図 4 B は、底面図であり、図 4 C は、正面図であり、図 4 D は、背面図であり、図 4 E は、右側面図である。

【 0 0 2 0 】

図 3 および図 4 に示されるように、光レセプタクル 1 3 0 は、略直方体形状の部材である。光レセプタクル 1 3 0 は、1 または 2 以上の第 1 光学面 1 3 1、反射面 1 3 2、1 または 2 以上の第 2 光学面 1 3 3、壁部 1 3 4、位置決め用凸部 1 3 5 および位置決め用凹

10

20

30

40

50

部 136 を有する。光レセプタクル 130 は、光通信に用いられる波長の光に対して透光性を有する材料を用いて形成される。光レセプタクル 130 の材料の例には、ポリイミド (PEI) や環状オレフィン樹脂などの透明な樹脂が含まれる。また、光レセプタクル 130 は、例えば射出成形により製造されうる。

【0021】

第 1 光学面 131 は、光電変換素子 120 (発光素子) から出射された光を光レセプタクル 130 の内部に入射させるか、第 2 光学面 133 (後述) で入射し、反射面 132 (後述) で反射された光を光電変換素子 120 (受光素子) に向けて出射させる光学面である。第 1 光学面 131 は、光レセプタクル 130 の裏側の面に、光電変換素子 120 と対向するように配置されている。本実施の形態では、光レセプタクル 130 の裏側に設けられた凹部の底面に、12 個の第 1 光学面 131 が長辺方向に沿って一列に配置されている。第 1 光学面 131 の形状は、特に限定されない。本実施の形態では、第 1 光学面 131 は、光電変換素子 120 に向かって凸状の凸レンズ面である。また、第 1 光学面 131 の平面視形状は、円形である。第 1 光学面 131 の中心軸は、光電変換素子 120 の発光面または受光面 (および基板 110 の表面) に対して垂直であることが好ましい。また、第 1 光学面 131 の中心軸は、光電変換素子 120 (発光素子) から出射された光、または光電変換素子 120 (受光素子) に入射する光の光軸と一致することが好ましい。なお、第 1 光学面 131 の数は、1 つであってもよい。

10

【0022】

反射面 132 は、第 1 光学面 131 で入射した光を第 2 光学面 133 に向けて反射させるか、第 2 光学面 133 (後述) で入射した光を第 1 光学面 131 に向けて反射させる光学面である。反射面 132 は、光レセプタクル 130 の底面から天面に向かうにつれて、光伝送体 140 (正面側) に近づくように傾斜している。反射面 132 の傾斜角度は、特に限定されない。本実施の形態では、反射面 132 の傾斜角度は、反射面 132 に入射する光の光軸に対して 45° である。反射面 132 の形状は、特に限定されない。本実施の形態では、反射面 132 の形状は、平面である。反射面 132 には、第 1 光学面 131 または第 2 光学面 133 で入射した光が、臨界角より大きな入射角で入射する。

20

【0023】

第 2 光学面 133 は、第 1 光学面 131 で入射し、反射面 132 で反射された光を光伝送体 140 の端面に向けて出射させるか、光伝送体 140 の端面から出射された光を光レセプタクル 130 の内部に入射させる光学面である。第 2 光学面 133 は、光レセプタクル 130 の正面側の面に、光伝送体 140 の端面と対向するように配置されている。本実施の形態では、光レセプタクル 130 の正面側に設けられた凹部の底面に、12 個の第 2 光学面 133 が長辺方向に沿って一列に配置されている。第 2 光学面 133 の形状は、特に限定されない。本実施の形態では、第 2 光学面 133 は、光伝送体 140 の端面に向かって凸状の凸レンズ面である。第 2 光学面 133 の中心軸は、光伝送体 140 の端面の中心軸と一致していることが好ましい。なお、第 2 光学面 133 の数は、1 つであってもよい。

30

【0024】

壁部 134 は、光レセプタクル 130 を射出成形で製造する場合に、成形収縮による反射面 132 の変形を抑制する。壁部 134 は、反射面 132 に対して溝 137 を挟んで対向するように光レセプタクル 130 の背面側に配置されている。壁部 134 は、光レセプタクル 130 と一体として形成される。壁部 134 の形状および大きさは、成形収縮に起因する反射面 132 の変形を防ぐことができれば特に限定されない。また、射出成形時における反射面 132 の変形を効果的に抑制する観点から、例えば、図 2 に示されるように、溝 137 の深さ方向において、第 1 光学面 131 と、壁部 134 の先端部 (天面側端部) との距離 (d_1) は、第 1 光学面 131 と、第 1 光学面 131 で入射した光が反射面 132 に到達する点との距離 (d_2) よりも長いことが好ましい。ここで、第 1 光学面 131 の基準位置は、特に限定されないが、例えば第 1 光学面 131 の中心である。なお、本実施の形態では、光レセプタクル 130 の底面から壁部 134 の先端部までの距離は、光

40

50

レセプタクル130の底面から天面までの距離と同じである。

【0025】

溝137は、反射面132と壁部134との間に位置するように光レセプタクル130の天面側に形成されており、反射面132と、壁部134の正面側の面とを含む。溝137は、その長さ方向において、両端（左側面側端部および右側面側端部）が外部に連通している。前述のとおり、反射面132は、光レセプタクル130の底面から天面に向かうにつれて、正面側に傾斜している。したがって、本実施の形態では、溝137の形状は、略三角柱形状である。

【0026】

位置決め用凸部135は、光伝送体140を保持するフェルールに形成された凹部に嵌め込まれることで、光伝送体140の端面を第2光学面133に対して適切な位置に位置決めする。位置決め用凸部135の形状および大きさは、特に限定されず、フェールの形状などに応じて適宜設定される。本実施の形態では、位置決め用凸部135は、略円柱形状の凸部である。

10

【0027】

位置決め用凹部136は、基板110に形成された凸部が嵌め込まれることで、光レセプタクル130の第1光学面131を光電変換素子120に対して適切な位置に位置決めする。位置決め用凹部136の形状および大きさは、特に限定されず、基板110の形状などに応じて適宜設定される。本実施の形態では、位置決め用凹部136は、略円柱形状の凹部である。

20

【0028】

以上、光レセプタクル130の構成について説明した。ここで、本実施の形態に係る光モジュール100における光路について説明する。

【0029】

送信用の光モジュール100では、光電変換素子120（発光素子）から出射された光は、第1光学面131で光レセプタクル130の内部に入射する。このとき、入射光は、第1光学面131によってコリメート光に変換され、反射面132に向かって進行する。次いで、入射光は、反射面132で反射され、第2光学面133に向かって進行する。反射面132で反射された光は、第2光学面133で光レセプタクル130の外部に出射され、光伝送体140の端面に到達する。このとき、出射光は、第2光学面133によって光伝送体140の端面の中心に集光される。

30

【0030】

一方、受信用の光モジュール100では、光伝送体140の端面から出射された光は、第2光学面133で光レセプタクル130の内部に入射する。このとき、光レセプタクル130に入射した光は、第2光学面133によってコリメート光に変換され、反射面132に向かって進行する。次いで、入射光は、反射面132で反射され、第1光学面131に向かって進行する。反射面132で反射された光は、第1光学面131で光レセプタクル130の外部に出射され、光電変換素子120（受光素子）に到達する。このとき、出射光は、第1光学面131によって光電変換素子120（受光素子）の受光面の中心に集光される。

40

【0031】

このように、本実施の形態に係る光レセプタクル130は、光電変換素子120と光伝送体140の端面とを光学的に適切に結合させることができる。前述のとおり、光レセプタクル130は、例えば射出成形により製造されうる。光レセプタクル130が射出成形により製造された場合、成形収縮による反射面132の変形が生じやすい。前述のとおり、反射面132は、光レセプタクル130の内部に入射した光を反射する光学面であり、反射面132の歪み（変形）は、光レセプタクル130における光の進行方向に影響を及ぼすおそれがある。また、前述のとおり、本実施の形態に係る光レセプタクル130では、複数（12個）の第1光学面131および複数（12個）の第2光学面133は、それぞれ一定間隔で一列に配置されている。したがって、反射面132の歪みがある程度大き

50

い場合、一部の第1光学面131と第2光学面133との間を適切に光学的に結合することができなくなるおそれがある。反射面132の歪みによる影響は、光モジュール100をより高速な伝送速度で使用する場合により顕著になる。このため、成形収縮による反射面132の変形を抑制し、反射面132の精度を上げることは、極めて重要である。

【0032】

(反射面の歪みのシミュレーション)

本実施の形態に係る光レセプタクル130の成形収縮による反射面132の歪みについてシミュレーションを行った。また、比較のため、溝137の両端がその長さ方向において外部に連通していない光レセプタクル130' (以下、「比較例1に係る光レセプタクル」ともいう)、および壁部134を有しない光レセプタクル130" (以下、「比較例2に係る光レセプタクル」ともいう)についても、シミュレーションを行った。なお、本シミュレーションでは、各光レセプタクルの材料は、ポリエーテルイミド(PEI)としてパラメータを設定した。また、図3Aに示されるように、本実施の形態に係る光レセプタクル130の奥行き方向の長さ(x)は、2.5mm、長辺方向の長さ(y)は、6.5mm、高さ方向の長さ(z)は、2.0mmと設定した。特に図示しないが、比較例1に係る光レセプタクル130'および比較例2に係る光レセプタクル130"の各方向の長さも、光レセプタクル130の各方向の長さそれぞれ同じである。

【0033】

図5および図6は、比較例1に係る光レセプタクル130'の構成を示す図である。図5Aは、比較例1に係る光レセプタクル130'の上側(天面側)からみた斜視図であり、図5Bは、下側(底面側)からみた斜視図である。図6Aは、比較例1に係る光レセプタクル130'の平面図であり、図6Bは、底面図であり、図6Cは、正面図であり、図6Dは、背面図であり、図6Eは、右側面図である。図5および図6に示されるように、比較例1に係る光レセプタクル130'では、溝137'の両端がその長さ方向(光レセプタクル130'の長辺方向)において外部に連通していない。

【0034】

図7および図8は、比較例2に係る光レセプタクル130"の構成を示す図である。図7Aは、比較例2に係る光レセプタクル130"の上側(天面側)からみた斜視図であり、図7Bは、下側(底面側)からみた斜視図である。図8Aは、比較例2に係る光レセプタクル130"の平面図であり、図8Bは、底面図であり、図8Cは、正面図であり、図8Dは、背面図であり、図8Eは、右側面図である。図7および図8に示されるように、比較例2に係る光レセプタクル130"は、壁部134を有していない。

【0035】

図9および図10は、3種類の光レセプタクル130、130'、130"の成形収縮による反射面132の歪みを説明するための図である。以下の説明では、図10Aに示されるように、光レセプタクル130、130'、130"の奥行き方向をx軸方向、長辺方向をy軸方向、高さ方向をz軸方向ともいう。

【0036】

図9は、光レセプタクル130、130'、130"の反射面132の変位量を示すグラフ(シミュレーション結果)である。図9では、第1光学面131の位置番号と、当該第1光学面131を通過する光の光軸および反射面132の交点における反射面132の変位量との関係を示している。図9Aは、z軸方向における反射面132の変位量 h_z を示しており、図9Bは、x軸方向における反射面132の変位量 h_x を示している。図9A、Bにおいて、横軸は、第1光学面131の並び方向において正面からみた場合に左側から番号を付けたときの第1光学面131の位置番号を示している。縦軸は、No.1の第1光学面131に対応する点の反射面132の位置を基準としたときの、各第1光学面131に対応する点の反射面132の位置の変位量 h_z 、 h_x を示している。図9A、Bにおいて、比較例1に係る光レセプタクル130'についての結果は、黒丸(●)で示し、比較例2に係る光レセプタクル130"についての結果は、黒三角(▲)で示し、本実施の形態に係る光レセプタクル130についての結果は、黒四角(■)で示している。

【 0 0 3 7 】

また、図 1 0 A は、図 6 A における A - A 線の断面図であり、成形収縮時において比較例 1 に係る光レセプタクル 1 3 0 ' にかかる応力を示している。図 1 0 B は、図 8 A における B - B 線の断面図であり、成形収縮時において比較例 2 に係る光レセプタクル 1 3 0 " にかかる応力を示している。図 1 0 C は、図 4 A における C - C 線の断面図であり、成形収縮時において本実施の形態に係る光レセプタクル 1 3 0 にかかる応力を示している。なお、図 1 0 では、光レセプタクル 1 3 0、1 3 0 '、1 3 0 " にかかる応力を示すために光レセプタクル 1 3 0、1 3 0 '、1 3 0 " の断面へのハッチングを省略している。

【 0 0 3 8 】

まず、比較例 1 に係る光レセプタクル 1 3 0 ' について説明する。図 9 の黒丸に示されるように、反射面 1 3 2 は、z 軸方向および x 軸方向において、外側に歪曲していることがわかった。図 1 0 A に示されるように、光レセプタクル 1 3 0 ' の溝 1 3 7 ' の外側の部分には、成形収縮によって外側に引っ張る応力が働く（図 1 0 A の細い実線矢印参照）。また、光レセプタクル 1 3 0 ' の反射面 1 3 2 より底面側の部分には、内側に向かってより大きな応力が働く（図 1 0 A の太い実線矢印参照）。さらに、反射面 1 3 2 のより底部側かつ正面側の部分には、外側に引っ張る小さな応力が働く（図 1 0 A の細い破線矢印参照）。溝 1 3 7 ' の外側の部分に働く外側に向かう応力は、反射面 1 3 2 のより底部側かつ正面側の部分に働く外側に向かう応力よりも大きい。これらの 3 種類の応力が、成形収縮時に光レセプタクル 1 3 0 ' に同時にかかる。結果として、反射面 1 3 2 には、全体として外側に歪曲するような応力がかかり、大きく歪んでしまったと考えられる。

【 0 0 3 9 】

次に、比較例 2 に係る光レセプタクル 1 3 0 " について説明する。図 9 の黒三角に示されるように、反射面 1 3 2 は、z 軸方向および x 軸方向において、内側に歪曲していることがわかった。図 1 0 B に示されるように、光レセプタクル 1 3 0 " の反射面 1 3 2 より底面側の部分には、成形収縮によって内側に向かって応力が働く（図 1 0 B の実線矢印参照）。成形収縮による応力は、樹脂が肉厚な程大きくなる。このとき、比較例 2 に係る光レセプタクル 1 3 0 " は、比較例 1 に係る光レセプタクル 1 3 0 ' よりも肉薄であるため、内側に向かう応力は、比較例 1 に係る光レセプタクル 1 3 0 ' における応力よりも小さい。また、反射面 1 3 2 のより底部側かつ正面側の部分には、外側に引っ張る小さな応力が働く（図 1 0 B の細い破線矢印参照）。一方で、比較例 2 に係る光レセプタクル 1 3 0 " では、比較例 1 に係る光レセプタクル 1 3 0 ' における溝 1 3 7 ' の外側の部分に働く応力に相当する応力は、働かない。したがって、前述した 2 種類の応力が、成形収縮時に光レセプタクル 1 3 0 " に同時にかかる。この結果として、反射面 1 3 2 には、全体として内側に歪曲するように応力がかかり、大きく歪んでしまったと考えられる。

【 0 0 4 0 】

次に、本実施の形態に係る光レセプタクル 1 3 0 について説明する。図 9 の黒四角に示されるように、反射面 1 3 2 の変形は、z 軸方向および x 軸方向の両方において、顕著に抑制されていた。本実施の形態に係る光レセプタクル 1 3 0 は、溝 1 3 7 の両端が、その長辺方向において外部に連通しているとともに、壁部 1 3 4 を有する。溝 1 3 7 の両端が、その長さ方向において外部に連通していることによって、本実施の形態に係る光レセプタクル 1 3 0 では、比較例 1 に係る光レセプタクル 1 3 0 ' における溝 1 3 7 ' の外側の部分に働く応力に相当する応力は、働かない。一方、本実施の形態に係る光レセプタクル 1 3 0 では、反射面 1 3 2 の底部側かつ正面側の部分にも、外側に引っ張る小さな応力が働く（図 1 0 C の細い破線矢印参照）。しかし、本実施の形態に係る光レセプタクル 1 3 0 は、壁部 1 3 4 を有することによって、比較例 2 に係る光レセプタクル 1 3 0 " に比べて肉厚となる。このため、光レセプタクル 1 3 0 の反射面 1 3 2 より底面側の部分には、比較例 2 に係る光レセプタクル 1 3 0 " における内側に向かって働く応力より、より大きな内側に向かう応力が働く（図 1 0 C の太い実線矢印参照）。また、この応力は、わずかに壁部 1 3 4 が存在する方向（x 方向）に向いて働く。これらの 2 種類の応力が、成形収縮時に光レセプタクル 1 3 0 に同時にかかる。結果として、反射面 1 3 2 には、全体とし

10

20

30

40

50

て、外側に歪曲するような応力が少ししか働かず、反射面 1 3 2 の変形が抑制されたと考えられる。

【 0 0 4 1 】

より具体的には、本実施の形態の光レセプタクル 1 3 0 では、比較例 1 に係る光レセプタクル 1 3 0 ' と比較して、z 軸方向における反射面 1 3 2 の最大変位量 h_z は、50% 低減していた。また、x 軸方向における反射面 1 3 2 の最大変位量 h_x は、35% 低減していた。この結果として、反射面 1 3 2 の法線方向における反射面 1 3 2 の最大変位量は、40% 低減していた。このことから、溝 1 3 7 の両端がその長さ方向において外部に連通することは、反射面 1 3 2 の外側への変形を抑制することに寄与していることがわかった。

10

【 0 0 4 2 】

一方、比較例 2 に係る光レセプタクル 1 3 0 " も本実施の形態に係る光レセプタクル 1 3 0 の溝 1 3 7 に相当する部分は、y 軸方向において外部に連通している。しかし、前述のとおり、比較例 2 に係る光レセプタクル 1 3 0 " の反射面 1 3 2 は、成形収縮による応力で内側に大きく変形していた。本実施の形態に係る光レセプタクル 1 3 0 と、比較例 2 に係る光レセプタクル 1 3 0 " との比較から、壁部 1 3 4 は、反射面 1 3 2 の内側への変形を抑制することに寄与していることがわかった。

【 0 0 4 3 】

(効果)

本実施の形態に係る光レセプタクル 1 3 0 は、反射面 1 3 2 に対して溝 1 3 7 を挟んで対向するように配置された壁部 1 3 4 を有する。また、本実施の形態に係る光レセプタクル 1 3 0 は、溝 1 3 7 の両端がその長さ方向において外部に連通している。このため、射出成形により光レセプタクル 1 3 0 を製造する場合にも、成形収縮による反射面 1 3 2 の変形(歪み)を抑制することができる。したがって、本実施の形態に係る光モジュール 1 0 0 は、射出成形により製造しても成形収縮による反射面 1 3 2 の変形が生じにくく、かつ速い伝送速度での使用でも光電変換素子 1 2 0 と光伝送体 1 4 0 とを光学的に適切に結合させることができる。

20

【 0 0 4 4 】

なお、上記実施の形態に係る光レセプタクル 1 3 0 では、第 1 光学面 1 3 1 および第 2 光学面 1 3 3 が凸レンズ面である場合を示したが、第 1 光学面 1 3 1 および第 2 光学面 1 3 3 は平面であってもよい。具体的には、第 1 光学面 1 3 1 のみが平面であってもよいし、第 2 光学面 1 3 3 のみが平面であってもよい。第 1 光学面 1 3 1 が平面に形成されている場合、例えば、反射面 1 3 2 は、凹面鏡として機能できるように形成される。また、第 1 光学面 1 3 1 や反射面 1 3 2 などにより、第 2 光学面 1 3 3 に到達する直前の光が効果的に収束されている場合は、第 2 光学面 1 3 3 が平面に形成されていてもよい。なお、この場合、第 1 光学面 1 3 1 の基準位置は、特に限定されない。

30

【 0 0 4 5 】

また、上記の実施の形態では、光レセプタクル 1 3 0 を送信用または受信用の光モジュール 1 0 0 で使用する場合について説明したが、本発明に係る光モジュールは、送受信用の光モジュールでも使用されうる。この場合、光モジュールは、複数の光電変換素子として発光素子および受光素子を含む。

40

【産業上の利用可能性】

【 0 0 4 6 】

本発明に係る光レセプタクルおよび光モジュールは、光伝送体を用いた光通信に有用である。

【符号の説明】

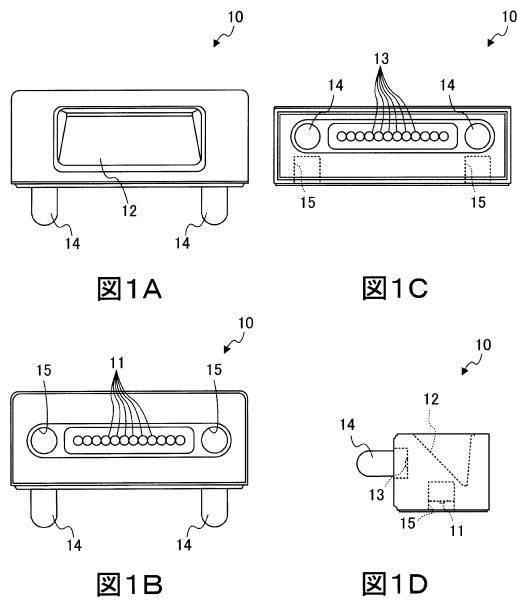
【 0 0 4 7 】

- 1 0 光結合素子
- 1 1 第 1 レンズ面(入射面)
- 1 2 全反射面

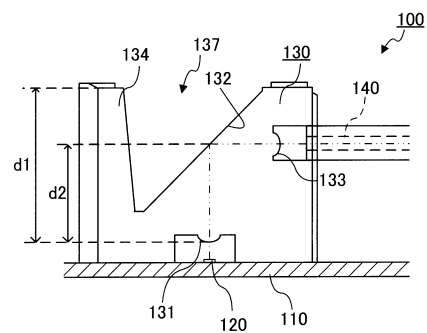
50

- 1 3 第 2 レンズ面 (出射面)
- 1 4 位置決め用凸部
- 1 5 位置決め用凹部
- 1 0 0 光モジュール
- 1 1 0 基板
- 1 2 0 光電変換素子
- 1 3 0、1 3 0'、1 3 0'' 光レセプタクル
- 1 3 1 第 1 光学面
- 1 3 2 反射面
- 1 3 3 第 2 光学面
- 1 3 4 壁部
- 1 3 5 位置決め用凸部
- 1 3 6 位置決め用凹部
- 1 3 7、1 3 7' 溝
- 1 4 0 光伝送体

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】

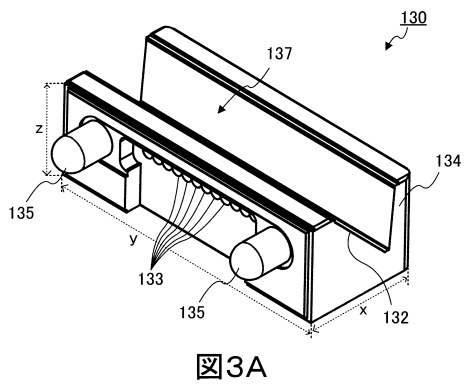


図3A

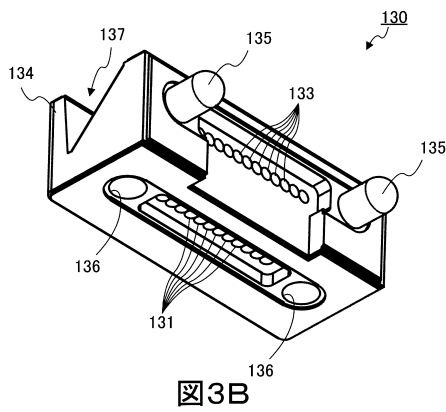


図3B

【 図 4 】

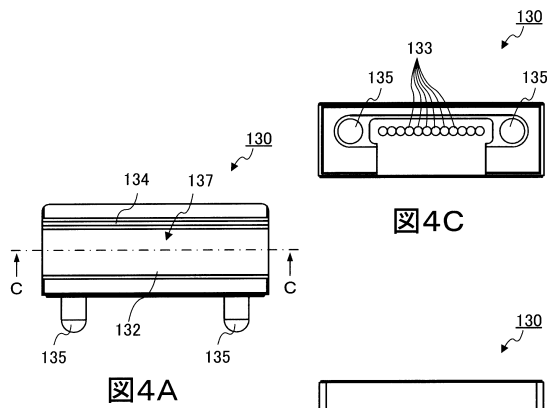


図4A

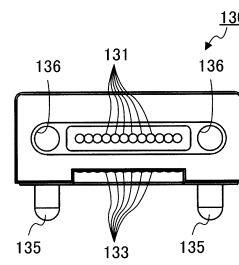


図4B

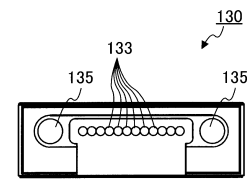


図4C

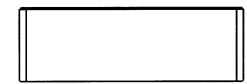


図4D

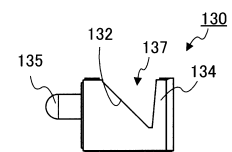


図4E

【 図 5 】

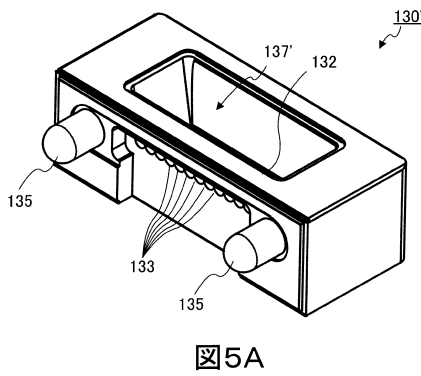


図5A

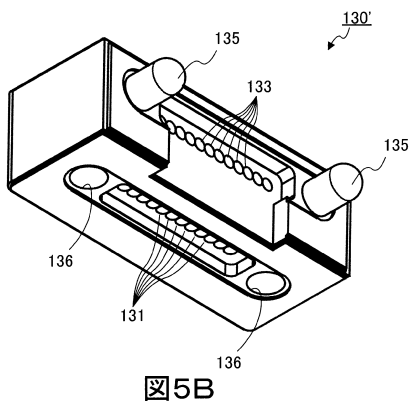


図5B

【 図 6 】

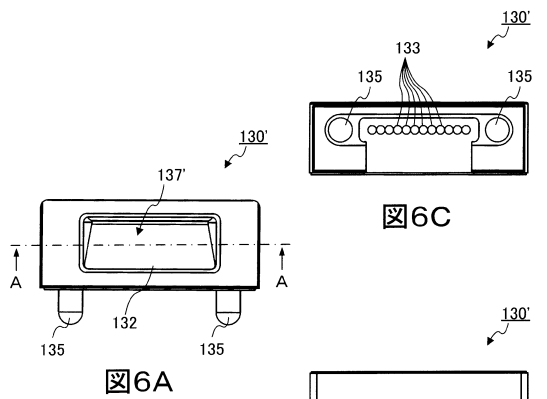


図6A

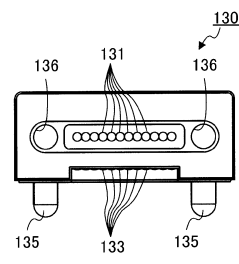


図6B

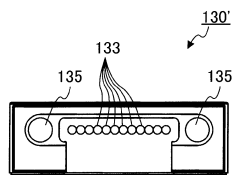


図6C

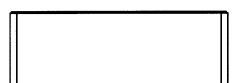


図6D

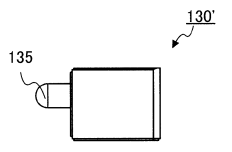


図6E

【 図 7 】

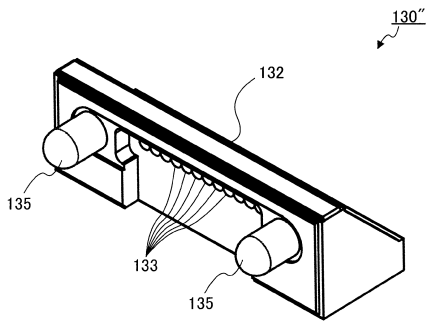


図7A

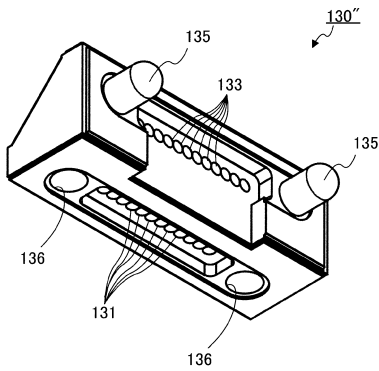


図7B

【 図 8 】

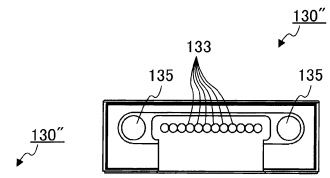


図8C

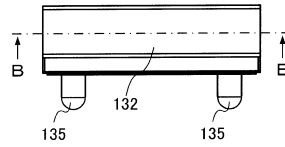


図8A

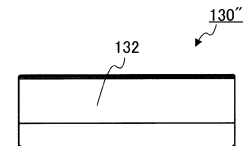


図8D

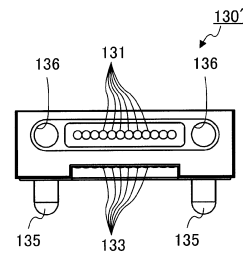


図8B

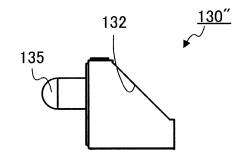


図8E

【 図 9 】

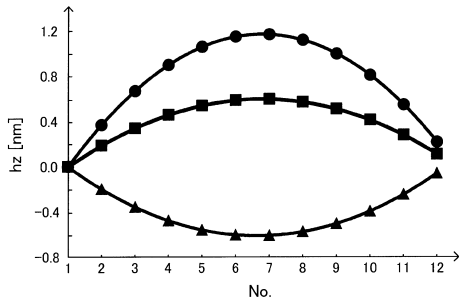


図9A

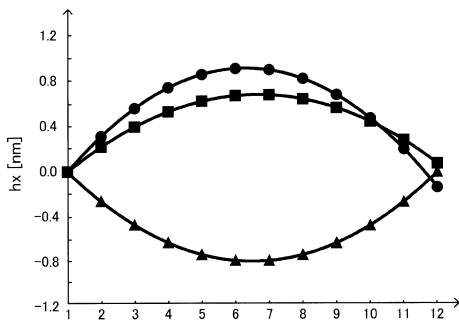


図9B

【 図 10 】

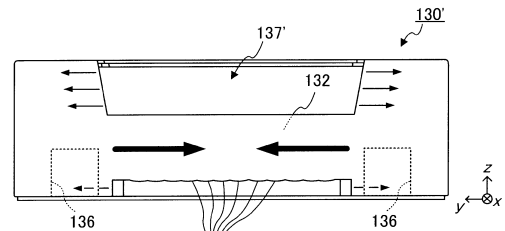


図10A

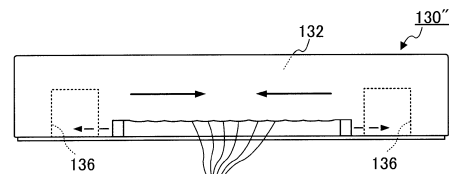


図10B

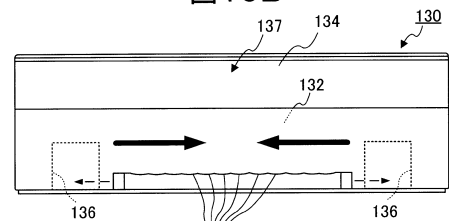


図10C

フロントページの続き

- (56)参考文献 特表2006-506657(JP,A)
特開2002-243994(JP,A)
米国特許出願公開第2008/0166136(US,A1)
中国特許出願公開第103901560(CN,A)
米国特許出願公開第2013/0259419(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/00
6/02
6/245 - 6/25
6/42
H01L 31/0232
H01S 5/022