

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4914819号
(P4914819)

(45) 発行日 平成24年4月11日(2012.4.11)

(24) 登録日 平成24年1月27日(2012.1.27)

(51) Int. Cl. F 1
G 0 2 B 6/42 (2006.01) G 0 2 B 6/42

請求項の数 6 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2007-323173 (P2007-323173)	(73) 特許権者	000208765
(22) 出願日	平成19年12月14日(2007.12.14)		株式会社エンプラス
(65) 公開番号	特開2009-145656 (P2009-145656A)		埼玉県川口市並木2丁目30番1号
(43) 公開日	平成21年7月2日(2009.7.2)	(74) 代理人	100081282
審査請求日	平成22年7月16日(2010.7.16)		弁理士 中尾 俊輔
		(74) 代理人	100085084
			弁理士 伊藤 高英
		(74) 代理人	100095326
			弁理士 畑中 芳実
		(74) 代理人	100115314
			弁理士 大倉 奈緒子
		(74) 代理人	100117190
			弁理士 玉利 房枝
		(74) 代理人	100120385
			弁理士 鈴木 健之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光結合素子およびこれを備えた光モジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光の発光または受光を行う光電変換素子が形成された光電変換装置と、光ファイバとが取り付け可能とされ、前記光電変換素子と前記光ファイバの端面とを光学的に結合可能とされた光結合素子であって、

光結合素子本体の前記光電変換装置側の端面における前記光電変換装置の取り付けの際に前記光電変換素子に臨む第1の面部に形成され、前記光電変換素子と前記光ファイバの端面とを結ぶ光路を形成するための第1のレンズ面と、

前記光結合素子本体の前記光ファイバ側の端面における前記光ファイバの取り付けの際に前記光ファイバの端面に臨む第2の面部に形成され、前記光電変換素子と前記光ファイバの端面とを結ぶ光路を形成するための第2のレンズ面と

を備え、

前記光結合素子本体は、前記光電変換装置側の端面と前記光ファイバ側の端面とが互いに隣接し、かつ、前記第1の面部と前記第2の面部とが互いに直交するような形状に形成されているとともに、前記第1の面部および前記第2の面部の少なくとも一方の面法線方向から前記第1のレンズ面と前記第2のレンズ面との双方を同時に視認することが可能な形状に形成され、

前記光結合素子本体の前記光ファイバ側の端面は、

前記第2の面部の周辺位置に、前記第2の面部に対して前記第2の面部の面法線方向における前記光ファイバ側に高く形成された第3の面部と、

前記第2の面部と前記光結合素子本体の前記光電変換装置側の端面との双方に隣位する位置に、前記第2の面部と同一平面状または前記第2の面部に対して前記第2の面部の面法線方向における前記光ファイバから離間する側に低く形成された第4の面部と

を有し、

前記光結合素子本体は、

前記第4の面部によって、前記第1の面部の面法線方向から前記第2のレンズ面を前記第1のレンズ面と同時に視認することが可能に形成されていること

を特徴とする光結合素子。

【請求項2】

前記光電変換装置として、前記光電変換素子が複数整列形成されたものが取り付けられるように形成され、

前記光ファイバが、前記複数の光電変換素子に対応するように複数本取り付けられるように形成され、

前記第1のレンズ面および前記第2のレンズ面が、前記複数の光電変換素子および前記複数本の光ファイバに対応するようにそれぞれ複数整列形成され、

前記複数の第1のレンズ面の整列方向と前記複数の第2のレンズ面の整列方向とが互いに平行に形成されていること

を特徴とする請求項1に記載の光結合素子。

【請求項3】

前記第3の面部における少なくとも一部に、前記光ファイバの取り付けの際に前記光ファイバのコネクタが当接可能に形成されていること

を特徴とする請求項1または2に記載の光結合素子。

【請求項4】

前記光結合素子本体の前記光電変換装置側の端面は、

前記第1の面部の周辺位置に、前記第1の面部に対して前記第1の面部の面法線方向における前記光電変換装置側に高く形成された第5の面部と、

前記第1の面部と前記光結合素子本体の前記光ファイバ側の端面との双方に隣位する位置に、前記第1の面部と同一平面状または前記第1の面部に対して前記第1の面部の面法線方向における前記光電変換装置から離間する側に低く形成された第6の面部と

を有し、

前記光結合素子本体は、

前記第6の面部によって、前記第2の面部の面法線方向から前記第1のレンズ面を前記第2のレンズ面と同時に視認することが可能に形成されていること

を特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の光結合素子。

【請求項5】

前記第5の面部における少なくとも一部に、前記光電変換装置の取り付けの際に前記光電変換装置が当接可能に形成されていること

を特徴とする請求項4に記載の光結合素子。

【請求項6】

請求項1～5のいずれか1項に記載の光結合素子と、

この光結合素子に対応する光の発光または受光を行う請求項1に記載の光電変換素子が形成された請求項1または2に記載の光電変換装置と

を備えたことを特徴とする光モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光結合素子およびこれを備えた光モジュールに係り、特に、光電変換装置と光ファイバとを光学的に結合するのに好適な光結合素子およびこれを備えた光モジュールに関する。

【背景技術】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 2 】

近年、データ通信のさらなる高速化・大容量化にともなって、光ファイバを用いた光ファイバ通信技術の需要がさらに高まっている。

【 0 0 0 3 】

このような光ファイバ通信には、光ファイバと光電変換装置（例えば、半導体レーザやフォトディテクタ等）とが取り付けられる光結合素子が用いられており、この光結合素子は、光電変換装置の光電変換素子（発光部または受光部）に臨む光学面と、光ファイバの端面に臨む光学面とがレンズ面に形成されたものが多かった。

【 0 0 0 4 】

そして、この種の光結合素子においては、例えば、半導体レーザの発光部から出射された光を、レンズ面による光の透過および屈折を利用して光ファイバの端面に結合させることが行われていた。

【 0 0 0 5 】

また、光結合素子の中には、複数本の光ファイバ（多芯ファイバ等）に対応するために複数のレンズ面が整列されたレンズアレイ構造を有するものもあった。

【 0 0 0 6 】

図 8 は、このようなレンズアレイ構造を有する従来の光結合素子 1 の一例を示す正面図であり、また、図 9 は、図 8 の平面図、図 10 は、図 8 の右側面図である。

【 0 0 0 7 】

図 8 に示す光結合素子 1 は、その前端面（図 8 における手前側の端面）2 に、光の発光または受光を行う光電変換素子が図 8 における横方向に沿って複数整列形成された光電変換装置を前方から取り付け可能とされているとともに、その上端面 3 に、図 8 における横方向に沿って整列された複数本の光ファイバを上方から取り付け可能とされている。なお、光電変換装置としては、例えば、垂直共振器面発光レーザ（VCSEL：Vertical Cavity Surface Emitting Laser）およびフォトディテクタの少なくとも一方として機能する基板実装型の光電変換装置が取り付けられることになる。また、複数本の光ファイバは、コネクタ内に収容された状態としてコネクタとともに取り付けられることになる。

【 0 0 0 8 】

図 8 に示すように、光結合素子 1 の前端面 2 のうち、中央部分に形成された横方向に長尺な平面略矩形形状の面部 2 a には、前方（図 8 における手前側）に向かって凸とされた複数の第 1 レンズ面 5 が、横方向に沿って互いに隣位するようにして整列形成されている。これら複数の第 1 レンズ面 5 は、光電変換装置の複数の光電変換素子のそれぞれと、複数本の光ファイバのそれぞれの端面とを結ぶ光路を形成することが可能とされている。

【 0 0 0 9 】

また、図 8 に示すように、光結合素子 1 の前端面 2 のうち、第 1 レンズ面 5 が形成された面部 2 a の外側の面部 2 b は、面部 2 a に対して面部 2 a の面法線方向における光電変換装置側（前方）に高くかつ平行に形成されている。この外側の面部 2 b には、光結合素子 1 への光電変換装置の取付の際に、光電変換装置の半導体基板が当接されるようになっている。

【 0 0 1 0 】

さらに、図 8 に示すように、第 1 レンズ面 5 が形成された面部 2 a に対する第 1 レンズ面 5 の整列方向の両外側近傍位置には、一对の円形の位置決め穴 7 がそれぞれ形成されており、これらの位置決め穴 7 は、光電変換装置を光結合素子 1 に取り付ける際の光電変換装置の位置決め用いられるようになっている。具体的には、光電変換装置の取り付けの際には、光電変換装置の半導体基板を貫く一对の位置決めピン（図示せず）を各位置決め穴 7 とそれぞれ嵌合させることによって、光電変換装置の位置決めが行われることになる。

【 0 0 1 1 】

一方、図 9 に示すように、光結合素子 1 の上端面 3 のうち、中央部分に形成された横方向に長尺な平面略矩形形状の面部 3 a には、図 9 における手前側（図 8 における上方）に向

10

20

30

40

50

かって凸とされた複数の第2レンズ面8が、横方向に沿って互いに隣位するようにして整列形成されている。これら複数の第2レンズ面8は、複数の第1レンズ面5とそれぞれ対をなしており、これら第1レンズ面5とともに、光電変換装置の複数の光電変換素子のそれぞれと複数本の光ファイバのそれぞれの端面とを結ぶ光路を形成することが可能とされている。なお、互いに隣位する第2レンズ面8同士を中心点間の距離は、互いに隣位する第1レンズ面5同士を中心点間の距離に一致するように形成されている。

【0012】

また、図9に示すように、光結合素子1の上端面3のうち、第2レンズ面8が形成された面部3aの外側の面部3bは、面部3aに対して面部3aの面法線方向における光ファイバ側(図9における手前側(図8における上方))に高くかつ平行に形成されている。この外側の面部3bには、光結合素子1への光ファイバの取り付けの際に、光ファイバのコネクタが当接されるようになっている。

10

【0013】

さらに、図9に示すように、第2レンズ面8が形成された面部3aにおける第2レンズ面8に対する第2レンズ面8の整列方向の両外側位置には、一对の円柱形の位置決めピン10が形成されており、これらの位置決めピン10は、光ファイバを光結合素子1に取り付ける際の光ファイバの位置決め用に用いられるようになっている。具体的には、光ファイバの取り付けの際に、位置決めピン10を光ファイバのコネクタに形成された位置決め穴(図示せず)に嵌合させることによって光ファイバの位置決めが行われることになる。

【0014】

20

さらに、図10に示すように、光結合素子1の後端面11には、反射面12が凹入形成されており、この反射面12は、第1レンズ面5における光軸 OA_1 および第2レンズ面8における光軸 OA_2 の双方に対してほぼ 45° の傾斜角を有している。この反射面12は、光の反射によって、第1レンズ面5における光軸 OA_1 上を進行する光の光路と、第2レンズ面8における光軸 OA_2 上を進行する光の光路とを互いに変換可能とされている。したがって、反射面12は、複数の第1レンズ面5および複数の第2レンズ面8とともに、光電変換装置の複数の光電変換素子のそれぞれと複数本の光ファイバのそれぞれの端面とを結ぶ光路を形成することが可能とされている。

【0015】

このような光結合素子1は、光電変換装置の半導体基板に対して光ファイバを平行に引き出すことができるので、小スペース化が可能であるといった利点を有している。

30

【0016】

ところで、このような光結合素子1において、第1レンズ面5および第2レンズ面8が所望の光路をなすためには、各レンズ面5、8が、狙った位置に極めて正確に形成されていることが重要である。

【0017】

しかしながら、光結合素子1を成形するための金型の寸法精度等の製造条件によっては、当初から各レンズ面5、8の位置精度を十分に出せるとは限らなかった。

【0018】

このため、従来から、光結合素子1の製造に際しては、製品検査の段階において、製品における各レンズ面5、8の位置を測定し、測定結果に応じて、金型の補正等の製造条件を適宜補正してレンズ面5、8の位置精度を確保することが行われていた。

40

【0019】

このようなレンズ面の位置精度を確保することが目的としたレンズ面の位置測定には、プローブによってレンズ面を撫でる接触式の測定方法や工具顕微鏡や画像測定装置を用いた非接触式の光学的な測定方法等の種々の測定方法が考えられるが、寸法が小さいレンズ面を傷つけずに位置測定を行う観点からは、光学的な測定方法が好ましかった。

【0020】

このような光学的なレンズ面の位置測定方法の一例について説明すると、まず、図11(a)に示すように、工具顕微鏡に、光結合素子1をその第1レンズ面5の平面形状を視

50

認可能な状態として設置する。このとき、第2レンズ面8については視認不可能となっている。

【0021】

そして、図11(a)の横方向に延びる上端面3の外形線を認識した上で、この外形線上に、互いに離間された2点 P_1 、 P_2 をとり、これら2点 P_1 、 P_2 を結ぶ直線を仮定し、この直線を、XY座標系(二次元直交座標系)におけるY軸と定義する。

【0022】

次いで、2本の位置決めピン10のそれぞれの中心線 L_1 、 L_2 を求め、これら2本の中心線 L_1 、 L_2 から互いに等距離に位置する両中心線 L_1 、 L_2 に平行な直線を求め、この求められた直線を、XY座標系におけるX軸と定義する。

10

【0023】

そして、X軸とY軸との交点をXY座標系における原点(0,0)と定めた上で、各第1レンズ面5のそれぞれの中心点のX座標およびY座標を求めることによって、第1レンズ面5の位置測定を行う。

【0024】

次いで、図11(b)に示すように、工具顕微鏡に、光結合素子1をその第2レンズ面8の平面形状を視認可能な状態として設置する。このとき、第1レンズ面5については視認不可能となっている。

【0025】

そして、図11(b)の横方向に延びる上端面3の一部の外形線(図11(b)における下端辺)を認識した上で、この外形線上に、互いに離間された2点 P_1' 、 P_2' をとり、これら2点 P_1' 、 P_2' を結ぶ直線を仮定し、この直線を、XY座標系におけるY軸と定義する。

20

【0026】

次いで、2本の位置決めピン10のそれぞれの中心点 S_1 、 S_2 を求め、これら2点の中心点 S_1 、 S_2 をそれぞれ通りY軸に直交する直線 L_1' 、 L_2' を求めた上で、これら2本の直線 L_1' 、 L_2' から互いに等距離に位置する両直線 L_1' 、 L_2' に平行な直線を求め、この求められた直線を、XY座標系におけるX軸と定義する。

【0027】

そして、X軸とY軸との交点をXY座標系における原点(0,0)と定めた上で、各第2レンズ面8のそれぞれの中心点のX座標およびY座標を求めることによって、第2レンズ面8の位置測定を行う。

30

【0028】

このように、従来から、工具顕微鏡を用いたレンズ面5、8の位置測定は、光結合素子1における所定の部位(例えば、位置決めピン10)を基準としてXY座標系を定義することによって行うようになっていた。

【0029】

【特許文献1】特開2005-31556号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0030】

ところで、前述した光結合素子1において、任意の1つの第1レンズ面5と、これに対応する第2レンズ面8とが、1つの光路を適切に形成するためには、両レンズ面5、8の中心点のY座標が互いに一致することが必要とされていた。

【0031】

しかるに、従来は、第1レンズ面5の位置測定の際には、位置決めピン10の側面形状に基づいてXY座標系を定義し、第2レンズ面8の位置測定の際には、位置決めピン10の平面形状に基づいてXY座標系を定義していたため、たとえ同一の位置決めピン10をXY座標系の基準としたとしても、位置決めピン10の寸法精度によっては、レンズ面5、8高精度な位置測定に支障を来す虞があった。

50

【0032】

すなわち、位置決めピン10が正確な円柱形状に形成されていれば、図11(a)に示した位置決めピン10の側面形状における中心線 L_1 、 L_2 は、図11(b)に示した位置決めピン10の平面形状における中心点 S_1 、 S_2 を通ることになる。この場合には、図11(a)における中心線 L_1 、 L_2 と、図11(b)における中心点 S_1 、 S_2 を通る直線 L_1' 、 L_2' との間に、Y軸方向のずれは生じないことになり、図11(a)において定義されたXY座標系における原点のY座標と、図11(b)において定義されたXY座標系における原点のY座標とは互いに一致するものとなる。そして、このような場合には、図11(a)において定義されたXY座標系を用いて測定された任意の1つの第1レンズ面5のY座標が、図11(b)において定義されたXY座標系を用いて測定された任意の1つの第1レンズ面5に対応する1つの第2レンズ面8のY座標に一致すれば、両レンズ面5、8の位置が適正であると判断することができる。

10

【0033】

しかし、位置決めピン10が正確な円柱形状に形成されていなければ、図11(a)に示した中心線 L_1 、 L_2 は、図11(b)に示した中心点 S_1 、 S_2 を通らないことになる。この場合には、図11(a)における中心線 L_1 、 L_2 と、図11(b)における中心点 S_1 、 S_2 を通る直線 L_1' 、 L_2' との間に、Y軸方向のずれが生じることになり、図11(a)において定義されたXY座標系における原点のY座標と、図11(b)において定義されたXY座標系における原点のY座標とは互いに一致しないものとなる。このような場合には、図11(a)において定義されたXY座標系を用いて測定された任意の1つの第1レンズ面5のY座標が、図11(b)において定義されたXY座標系を用いて測定された任意の1つの第1レンズ面5に対応する1つの第2レンズ面8のY座標に一致したからといって両レンズ面5、8の位置が適正であると判断すれば、誤った判断になってしまう。

20

【0034】

さらに、従来は、第1レンズ面5の位置測定に用いるXY座標系と、第2レンズ面8の位置測定に用いるXY座標系とを、互いに同一の手順を踏んで個別に定義しなければならなかったため、レンズ面の位置測定を効率的に行うことができなかった。

【0035】

すなわち、従来は、レンズ面の位置測定を適切かつ効率的に行うことが困難であるといった問題が生じていた。

30

【0036】

そこで、本発明は、このような問題点に鑑みなされたものであり、光学面の位置測定を適切かつ効率的に行うことができ、ひいては、結合効率に優れた製品を安定的かつ安価に製造することができる光結合素子およびこれを備えた光モジュールを提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0037】

前述した目的を達成するため、本発明の請求項1に係る光結合素子の特徴は、光の発光または受光を行う光電変換素子が形成された光電変換装置と、光ファイバとが取り付け可能とされ、前記光電変換素子と前記光ファイバの端面とを光学的に結合可能とされた光結合素子であって、光結合素子本体の前記光電変換装置側の端面における前記光電変換装置の取り付けの際に前記光電変換素子に臨む第1の面部に形成され、前記光電変換素子と前記光ファイバの端面とを結ぶ光路を形成するための第1のレンズ面と、前記光結合素子本体の前記光ファイバ側の端面における前記光ファイバの取り付けの際に前記光ファイバの端面に臨む第2の面部に形成され、前記光電変換素子と前記光ファイバの端面とを結ぶ光路を形成するための第2のレンズ面とを備え、前記光結合素子本体は、前記光電変換装置側の端面と前記光ファイバ側の端面とが互いに隣接し、かつ、前記第1の面部と前記第2の面部とが互いに直交するような形状に形成されているとともに、前記第1の面部および前記第2の面部の少なくとも一方の面法線方向から前記第1のレンズ面と前記第2のレン

40

50

ズ面との双方を同時に視認することが可能な形状に形成され、前記光結合素子本体の前記光ファイバ側の端面は、前記第2の面部の周辺位置に、前記第2の面部に対して前記第2の面部の面法線方向における前記光ファイバ側に高く形成された第3の面部と、前記第2の面部と前記光結合素子本体の前記光電変換装置側の端面との双方に隣位する位置に、前記第2の面部と同一平面状または前記第2の面部に対して前記第2の面部の面法線方向における前記光ファイバから離間する側に低く形成された第4の面部とを有し、前記光結合素子本体は、前記第4の面部によって、前記第1の面部の面法線方向から前記第2のレンズ面を前記第1のレンズ面と同時に視認することが可能に形成されている点にある。

【0038】

そして、この請求項1に係る発明によれば、第1の面部および第2の面部の少なくとも一方の面法線方向から第1のレンズ面と第2のレンズ面との双方を同時に視認することが可能な形状に形成されていることによって、一方のレンズ面の位置測定の際に、このレンズ面の位置測定に用いる二次元座標系をそのまま用いて他方のレンズ面の所定の座標軸成分の座標を測定することができるので、一方のレンズ面と他方のレンズ面との相対的な位置関係を共通の二次元座標系を用いて一度にかつ正確に把握することができ、この結果、レンズ面の位置測定を適切かつ効率的に行うことができる。また、簡易な形状により、第1の面部の面法線方向から第2のレンズ面を第1のレンズ面と同時に視認することが可能となるので、コストをさらに削減することができる。

10

【0039】

また、請求項2に係る光結合素子の特徴は、請求項1において、前記光電変換装置として、前記光電変換素子が複数整列形成されたものが取り付けられるように形成され、前記光ファイバが、前記複数の光電変換素子に対応するように複数本取り付けられるように形成され、前記第1のレンズ面および前記第2のレンズ面が、前記複数の光電変換素子および前記複数本の光ファイバに対応するようにそれぞれ複数整列形成され、前記複数の第1のレンズ面の整列方向と前記複数の第2のレンズ面の整列方向とが互いに平行に形成されている点にある。

20

【0040】

そして、この請求項2に係る発明によれば、複数の第1のレンズ面とこれら第1のレンズ面にそれぞれ対応する複数の第2のレンズ面とのレンズ面整列方向の位置関係を共通の二次元座標系を用いて把握することができるので、複数の第1のレンズ面および複数の第2のレンズ面の位置測定を適切かつ効率的に行うことができる。

30

【0043】

さらにまた、請求項3に係る光結合素子の特徴は、請求項1または2において、前記第3の面部における少なくとも一部に、前記光ファイバの取り付けの際に前記光ファイバのコネクタが当接可能に形成されている点にある。

【0044】

そして、この請求項3に係る発明によれば、第3の面部によって、光ファイバの端面と第2のレンズ面との間に、焦点距離を適切に確保することができ、結合効率を良好に維持することができる。

40

【0045】

また、請求項4に係る光結合素子の特徴は、請求項1～3のいずれか1項において、前記光結合素子本体の前記光電変換装置側の端面は、前記第1の面部の周辺位置に、前記第1の面部に対して前記第1の面部の面法線方向における前記光電変換装置側に高く形成された第5の面部と、前記第1の面部と前記光結合素子本体の前記光ファイバ側の端面との双方に隣位する位置に、前記第1の面部と同一平面状または前記第1の面部に対して前記第1の面部の面法線方向における前記光電変換装置から離間する側に低く形成された第6の面部とを有し、前記光結合素子本体は、前記第6の面部によって、前記第2の面部の面法線方向から前記第1のレンズ面を前記第2のレンズ面と同時に視認することが可能に形成されている点にある。

【0046】

50

そして、この請求項 4 に係る発明によれば、簡易な形状により、第 2 の面部の面法線方向から第 1 のレンズ面を第 2 のレンズ面と同時に視認することが可能となるので、コストをさらに削減することができる。

【 0 0 4 7 】

さらに、請求項 5 に係る光結合素子の特徴は、請求項 4 において、前記第 5 の面部における少なくとも一部に、前記光電変換装置の取り付けの際に前記光電変換装置が当接可能に形成されている点にある。

【 0 0 4 8 】

そして、この請求項 5 に係る発明によれば、第 5 の面部によって、光電変換装置の光電変換素子と第 1 のレンズ面との間に、焦点距離を適切に確保することができる。

10

【 0 0 4 9 】

さらにまた、請求項 6 に係る光モジュールの特徴は、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の光結合素子と、この光結合素子に対応する光の発光または受光を行う請求項 1 に記載の光電変換素子が形成された請求項 1 または 2 に記載の光電変換装置とを備えた点にある。

【 0 0 5 0 】

そして、この請求項 6 に係る発明によれば、第 1 の面部および第 2 の面部の少なくとも一方の面法線方向から第 1 のレンズ面と第 2 のレンズ面との双方を同時に視認することが可能な形状に形成されていることによって、一方のレンズ面の位置測定の際に、このレンズ面の位置測定に用いる二次元座標系をそのまま用いて他方のレンズ面の所定の座標軸成分の座標を測定することができるので、一方のレンズ面と他方のレンズ面との相対的な位置関係を共通の二次元座標系を用いて一度にかつ正確に把握することができる。

20

【 発明の効果 】

【 0 0 5 1 】

本発明に係る光結合素子および光モジュールによれば、レンズ面等の光学面の位置測定を適切かつ効率的に行うことができ、ひいては、結合効率に優れた製品を安定的かつ安価に製造することができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 5 2 】

以下、本発明に係る光結合素子および光モジュールの実施形態について、図 1 ~ 図 7 を参照して説明する。

30

【 0 0 5 3 】

なお、従来と基本的構成が同一もしくはこれに類する箇所については、同一の符号を用いて説明する。

【 0 0 5 4 】

図 1 は、本実施形態における光結合素子 1 5 を示す正面図であり、また、図 2 は、図 1 の平面図、図 3 は、図 1 の背面図、図 4 は、図 1 の右側面図、図 5 は、図 1 の A - A 断面図である。さらに、図 6 は、本実施形態における光モジュール 1 6 の分解右側面図である。

【 0 0 5 5 】

40

本実施形態における光結合素子 1 5 は、従来と同様に、光の発光または受光を行う光電変換素子が複数整列形成された光電変換装置の複数の光電変換素子のそれぞれと、これら複数の光電変換素子に対応する複数（例えば、光電変換素子と同数）本の光ファイバのそれぞれの端面とを光学的に結合することが可能に形成されている。

【 0 0 5 6 】

すなわち、図 6 に示すように、本実施形態における光結合素子 1 5 は、その光電変換装置側の端面としての前端面（図 6 における左端面）2 に、複数の光電変換素子 1 7 が半導体基板 2 0 上に整列形成された光電変換装置 1 8 を取り付け可能とされている。なお、図 6 は、光電変換装置 1 8 をその複数の光電変換素子 1 7 の整列方向から見た状態の図であるため、図 6 には、光電変換素子 1 7 が 1 個だけしか示されていない。しかし、実際には

50

、複数の光電変換素子 17 が、図 6 における紙面垂直方向に沿って整列されている。このような光電変換装置 18 は、その光電変換素子 17 を光結合素子 15 の前端面 2 側に向けてるようにして光結合素子 15 に取り付けられるようになっている。この取り付けの際に、光電変換装置 18 は、半導体基板 20 を貫く一対の位置決めピン 23 を光結合素子 15 の一対の位置決め穴 7 にそれぞれ嵌合させることによって位置決めされた上で、位置決めされた位置に、圧入等の固定手段によって固定されるようになっている。また、このような光電変換装置 18 においては、光電変換素子 17 として、光の発光を行う発光部と、光の受光を行う受光部との双方を配置するようになれば、双方向通信に適用することができる。

【 0 0 5 7 】

また、図 6 に示すように、本実施形態における光結合素子 15 は、その光ファイバ側の端面としての前端面 2 に隣位する上端面 3 に、複数本の光ファイバ 19 がコネクタ 21 とともに取り付け可能とされている。なお、図 6 は、複数本の光ファイバ 19 をその整列方向から見た状態の図であるため、図 6 には、光ファイバ 19 が 1 本だけしか示されていない。しかし、実際には、複数本の光ファイバ 19 が、図 6 における紙面垂直方向に沿って整列されている。このような光ファイバ 19 は、その端面 19 a を光結合素子 15 の上端面 3 に向けてるようにして光結合素子 15 に取り付けられるようになっている。この取り付けの際に、光ファイバ 19 は、コネクタ 21 に形成された一対の位置決め穴 24 を光ファイバ 15 の一対の位置決めピン 10 にそれぞれ嵌合させることによって位置決めされた上で、位置決めされた位置に、圧入等の固定手段によって固定されるようになっている。

【 0 0 5 8 】

さらに、図 1、図 4 および図 5 に示すように、光結合素子 15 の前端面 2 における中央部分に形成された図 1 における横方向に長尺な平面略矩形形状の領域は、第 1 の面部 2 a とされており、この第 1 の面部 2 a には、第 1 のレンズ面としての図 8 と同様の第 1 レンズ面 5 が、図 1 における横方向に沿って複数（例えば、光電変換素子 17 と同数）整列形成されている。これら第 1 の面部 2 a および第 1 レンズ面 5 は、光結合素子 15 への光電変換装置 18 の取り付けの際に、光電変換装置 18 の複数の光電変換素子 17 に臨むようになっている。そして、これら複数の第 1 レンズ面 5 は、複数の光電変換素子 17 のそれぞれと複数本の光ファイバ 19 のそれぞれの端面 19 a とを結ぶ光路を形成することが可能とされている。

【 0 0 5 9 】

また、図 1、図 4 および図 5 に示すように、光結合素子 15 の前端面 2 のうち、第 1 の面部 2 a に隣位する外側位置には、第 1 の面部 2 a に対して第 1 の面部 2 a の面法線方向における光電変換装置 18 側（前方）に高くかつ平行な面部 2 5 が、第 1 の面部 2 a の全周を包囲するように形成されている。この面部 2 5 内における横方向の両端部近傍には、図 8 と同様の一対の位置決め穴 7 がそれぞれ形成されている。この面部 2 5 は、第 1 の面部 2 a 内（例えば、面部 2 a の外周端部等）に形成されたバリが後述する第 5 の面部 2 6 よりも光電変換装置 18 側に突出することを回避するためのバリ逃げ用の面部 2 5 とされている。

【 0 0 6 0 】

そして、第 1 の面部 2 a の周辺位置であって、バリ逃げ用の面部 2 5 に隣位する外側位置には、第 5 の面部 2 6 が、第 1 の面部 2 a およびバリ逃げ用の面部 2 5 に対して第 1 の面部 2 a の面法線方向における光電変換装置 18 側に高くかつ平行に形成されている。この第 5 の面部 2 6 には、光結合素子 15 への光電変換装置 18 の取り付けの際に、光電変換装置 18 の半導体基板 20 が当接されるようになっている。この第 5 の面部 2 6 への半導体基板 20 の当接によって、光電変換素子 17 と第 1 レンズ面 5 との間に、焦点距離に相当する一定の間隔を確保することができるようになっている。この一定の間隔の確保は、第 1 の面部 2 a 内にバリが発生したとしてもそのバリの第 5 の面部 2 6 からの突出がバリ逃げ用の面部 2 5 により未然に回避されていることによってさらに適切に行うことができるようになっている。

【 0 0 6 1 】

一方、図 2、図 4 および図 5 に示すように、光結合素子 1 5 の上端面 3 における中央部分に形成された図 2 における横方向に長尺な平面略矩形状の領域は、第 2 の面部 3 a とされており、この第 2 の面部 3 a には、第 2 のレンズ面としての図 9 と同様の第 2 レンズ面 8 が、図 2 における横方向に沿って複数（第 1 レンズ面 5 と同数）整列形成されている。これら第 2 の面部 3 a および第 2 レンズ面 8 は、光結合素子 1 5 への光ファイバ 1 9 の取り付けの際に、光ファイバ 1 9 の端面 1 9 a に臨むようになっている。そして、これら複数の第 2 レンズ面 8 は、複数の第 1 レンズ面 5 とともに、光電変換装置 1 8 の複数の光電変換素子 1 7 のそれぞれと複数本の光ファイバ 1 9 のそれぞれの端面 1 9 a とを結ぶ光路を形成することが可能とされている。

10

【 0 0 6 2 】

また、図 2 に示すように、光結合素子 1 5 の上端面 3 のうち、第 2 の面部 3 a に隣位する外側位置には、第 2 の面部 3 a に対して第 2 の面部 3 a の面法線方向における光ファイバ 1 9 側に高くかつ平行な面部 2 8 が、第 2 の面部 3 a を部分的に包囲（主として後方（図 2 における上方）、左方および右方の三方から包囲）するように形成されている。この面部 2 8 内における横方向の両端部近傍には、図 9 と同様の一对の位置決めピン 1 0 が形成されている。この面部 2 8 は、第 2 の面部 3 a 内（例えば、面部 3 a の外周端部等）に形成されたバリや、位置決めピン 1 0 の基端部外周に形成されたバリが、後述する第 3 の面部 2 9 よりも光ファイバ 1 9 側に突出することを回避するためのバリ逃げ用の面部 2 8 として機能するようになっている。

20

【 0 0 6 3 】

そして、第 2 の面部 3 a の周辺位置であって、バリ逃げ用の面部 2 8 に隣位する外側位置には、第 3 の面部 2 9 が、面部 2 8 の外周を包囲するようにして第 2 の面部 3 a に対して第 2 の面部 3 a の面法線方向における光ファイバ 1 9 側に高くかつ平行に形成されている。この第 3 の面部 2 9 には、光結合素子 1 5 への光ファイバ 1 9 の取り付けの際に、コネクタ 2 1 が当接されるようになっている。この第 3 の面部 2 9 へのコネクタ 2 1 の当接によって、光ファイバ 1 9 の端面 1 9 a と第 2 レンズ面 8 との間に、焦点距離に相当する一定の距離を確保することができるようになっている。この一定の間隔の確保は、第 2 の面部 3 a 内にバリが発生したとしてもそのバリの第 3 の面部 2 9 からの突出がバリ逃げ用の面部 2 8 により未然に回避されていることによってさらに適切に行うことができるようになっている。

30

【 0 0 6 4 】

そして、図 1、図 2、図 4 および図 5 に示すように、本実施形態における光結合素子 1 5 は、上端面 3 における第 2 レンズ形成面部 3 a と前端面 2 における第 5 の面部 2 6 との双方に隣位する上端面 3 上の位置に、第 2 の面部 3 a と同一平面状に形成された第 4 の面部 3 0 を有している。

【 0 0 6 5 】

図 2 に示すように、第 4 の面部 3 0 は、第 2 の面部 3 a に沿って第 2 の面部 3 a よりもわずかに図 2 における横方向の寸法が小さく形成されているとともに、複数の第 2 レンズ面 8 における整列方向の両端に位置する一对の第 2 レンズ面 8 よりも整列方向における外側に至る位置まで形成されている。

40

【 0 0 6 6 】

そして、本実施形態においては、このような第 4 の面部 3 0 によって、図 1 に示すように、第 1 の面部 2 a の面法線方向から第 2 レンズ面 8 の側面形状を第 1 レンズ面 5 の平面形状と同時に視認することが可能とされている。

【 0 0 6 7 】

また、図 3 ~ 図 6 に示すように、光結合素子 1 5 の後端面 1 1 には、図 1 0 と同様に、第 1 レンズ面 5 における光軸 $O A_1$ （図 6 参照）および第 2 レンズ面 8 における光軸 $O A_2$ （図 6 参照）の双方に対してほぼ 45° の傾斜角を有する反射面 1 2 が凹入形成されており、この反射面 1 2 は、第 1 レンズ面 5 および第 2 レンズ面 8 とともに、光電変換装置

50

18の複数の光電変換素子17のそれぞれと複数本の光ファイバ19のそれぞれの端面19aとを結ぶ複数の光路を形成するようになっている。

【0068】

反射面12の図3～図6における上端には、後端面11の面法線方向よりもわずかに上方に傾いた上側傾斜面32が接続されている。また、反射面12の図3～図6における下端には、後端面11の面法線方向に直交する直交面33が接続されている。さらに、直交面33の図3～6における下端には、後端面11の面法線方向よりもわずかに下方に傾いた下側傾斜面34が接続されている。

【0069】

ここで、製品検査工程において、反射面12の傾斜角度を測定する場合には、例えば、非接触型三次元測定器等の測定器により、光結合素子15の後方(図4～6における右方)から反射面12の上下両端部に向けて測定用のレーザ光線を照射し、その反射光を受光することによって、反射面12の上下両端部を適切に認識してそれら上下両端部の位置を正確に把握することが重要となる。この場合に、測定機器の受光部と発光部との取り付け位置は、図4～6における上下方向にずれているため、反射面12の測定の際には、後端面11の面法線方向に対して斜めにレーザ光線の入射または反射光の反射がなされることを余儀なくされる。しかしながら、図3～6のように各傾斜面32、34が形成されていれば、反射面12の上下両端部へのレーザ光線の照射および上下両端部からの反射光の受光とをいずれも適切に行うことができる。また、このとき、反射面12と上側傾斜面32との境界線と、反射面12と直交面33との境界線をそれぞれ認識することができるので、反射面12の上下両端部の位置を確実に把握することができる。これにより、反射面12の傾斜角度の測定を高精度に行うことができる。

【0070】

次に、本実施形態の作用について説明する。

【0071】

本実施形態における光結合素子15に対して第1レンズ面5および第2レンズ面8の位置測定を行う場合には、まず、図7(a)に示すように、工具顕微鏡に、光結合素子15をその第1レンズ面5の平面形状を視認可能な状態として設置する。

【0072】

このとき、本実施形態においては、第4の面部30が形成されていることにより、第1レンズ面5の平面形状とともに第2レンズ面8の側面形状を視認することができる。

【0073】

そして、このような状態において、図7(a)の横方向に延びる上端面3の外形線を認識した上で、この外形線上に、互いに離間された2点 P_1 、 P_2 をとり、これら2点 P_1 、 P_2 を結ぶ直線を仮定し、この直線を、XY座標系(二次元直交座標系)におけるY軸と定義する。

【0074】

次いで、2本の位置決めピン10のそれぞれの中心線 L_1 、 L_2 を求め、これら2本の中心線 L_1 、 L_2 から互いに等距離に位置する両中心線 L_1 、 L_2 に平行な直線を求め、この求められた直線を、XY座標系におけるX軸と定義する。

【0075】

そして、X軸とY軸との交点をXY座標系における原点(0, 0)と定めた上で、各第1レンズ面5のそれぞれの中心点のX座標およびY座標を求めることによって、第1レンズ面5の位置測定を行う。

【0076】

さらに、このとき、第2レンズ面8が視認されていることにより、図7(a)のXY座標系をそのまま用いて第2レンズ面8の中心点のY座標を測定することができる。ここで、第2レンズ面8の中心点のY座標は、例えば、第2レンズ面8の面頂点を通り、X軸に平行な直線を求めた上で、この直線とY軸との交点のY座標として求めればよい。

【0077】

10

20

30

40

50

これにより、第1レンズ面5と第2レンズ面8との相対的な位置関係、すなわち、第1レンズ面5の中心点のY座標と第2レンズ面8の中心点のY座標とが互いに一致しているか否かを、共通のXY座標系を用いて一度にかつ正確に把握することができる。

【0078】

なお、このとき、第2レンズ面8の側面形状が視認されていることを利用して、第2レンズ面8の面頂点のX座標を測定し、複数の第2レンズ面8の面頂点がすべて同じ高さに揃っているか否かを判断するようにしてもよい。

【0079】

次いで、図7(b)に示すように、工具顕微鏡に、光結合素子15をその第2レンズ面8の平面形状を視認可能な状態として設置する。このとき、第1レンズ面5については視認不可能となっている。

10

【0080】

そして、7(b)の横方向に延びる上端面3の一部の外形線(図7(b)における下端面)を認識した上で、この外形線上に、互いに離間された2点 P_1' 、 P_2' をとり、これら2点 P_1' 、 P_2' を結ぶ直線を仮定し、この直線を、XY座標系におけるY軸と定義する。

【0081】

なお、本実施形態において、X軸については、図7(a)において定義したものをそのまま用いる。

【0082】

20

そして、図7(b)に示すように、X軸とY軸との交点をXY座標系における原点(0,0)と定めた上で、各第2レンズ面8のそれぞれの中心点のX座標を求めることによって、第2レンズ面8の位置測定を行う。このとき、第2レンズ面8の中心点のY座標については、図7(a)の段階で既に測定しているので、測定を要しない。

【0083】

以上述べたように、本実施形態によれば、簡易な形状の第4の面部30により、第1の面部2aの面法線方向から第2レンズ面8を第1レンズ面5と同時に視認することが可能となるので、第1レンズ面5と第2レンズ面8との相対的な位置関係を共通のXY座標系を用いて一度にかつ正確に把握することができる。この結果、レンズ面の位置測定を適切、効率的かつ安価に行うことができる。

30

【0084】

なお、本発明は、前述した実施の形態に限定されるものではなく、必要に応じて種々の変更が可能である。

【0085】

例えば、前述した実施形態においては、第4の面部30が、第2の面部3aと同一平面状に形成されていたが、本発明は、このような構成に限定されるものではなく、例えば、第4の面部30を第2の面部3aに対して第2の面部3aの面法線方向における光ファイバ19から離間する側に低く形成してもよい。この場合においても、第1の面部2aの面法線方向から第2レンズ面8を第1レンズ面5と同時に視認することができるので、前述した実施形態と同様の効果を奏することができる。

40

【0086】

また、第4の面部30の代りに、あるいは、第4の面部30に加えて、光結合素子15における第1の面部2aと上端面3との双方に隣位する前端面2上の位置に、第1の面部2aと同一平面状または第1の面部2aに対して第1の面部2aの面法線方向における光電変換装置18から離間する側に低く形成された第6の面部を有するように構成してもよい。

【0087】

この場合には、第6の面部によって、第2の面部3aの面法線方向から、第2レンズ面8の平面形状と第1レンズ面5の側面形状とを同時に視認することができるので、前述した実施形態と同様に、第1レンズ面5と第2レンズ面8との相対的な位置関係を、第2レ

50

レンズ面 8 の平面形状を視認する際に設定した共通の X Y 座標系によって一度にかつ正確に把握することができ、レンズ面 5、8 の位置測定を、適切かつ効率的に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0088】

【図1】本発明に係る光結合素子の実施形態を示す正面図

【図2】図1の平面図

【図3】図1の背面図

【図4】図1の右側面図

【図5】図1の A - A 断面図

10

【図6】本発明に係る光モジュールの実施形態を示す分解右側面図

【図7】本発明に係る光結合素子の実施形態において、(a)は、第1レンズ面と第2レンズ面との相対的な位置関係を把握することが可能なレンズ面の位置測定状態をこの位置測定の際に用いる X Y 座標系とともに示した図、(b)は、第2レンズ面のみの位置測定状態をこの位置測定の際に用いる X Y 座標系とともに示した図

【図8】従来の光結合素子の一例を示す正面図

【図9】図8の平面図

【図10】図8の右側面図

【図11】従来のレンズ面の位置測定方法において、(a)は、第1レンズ面のみの位置測定状態をこの位置測定の際に用いる X Y 座標系とともに示した図、(b)は、第2レンズ面のみの位置測定状態をこの位置測定の際に用いる X Y 座標系とともに示した図

20

【符号の説明】

【0089】

2 前端面

2 a 第1の面部

3 上端面

3 a 第2の面部

5 第1レンズ面

8 第2レンズ面

15 光結合素子

16 光モジュール

17 光電変換素子

18 光電変換装置

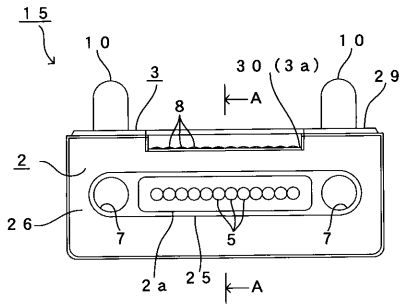
19 光ファイバ

19 a 端面

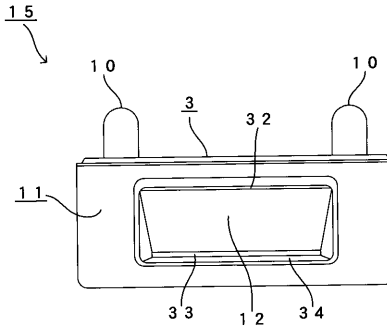
30 第4の面部 30

30

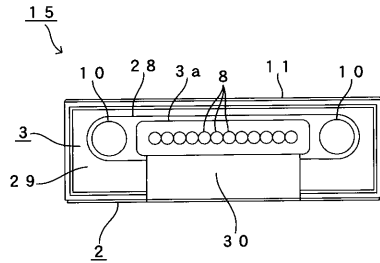
【図1】



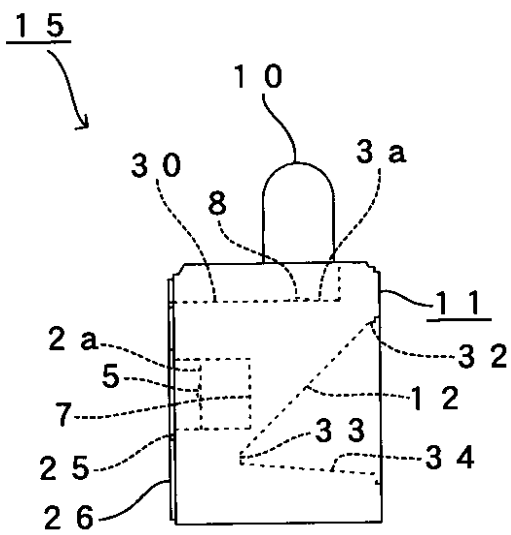
【図3】



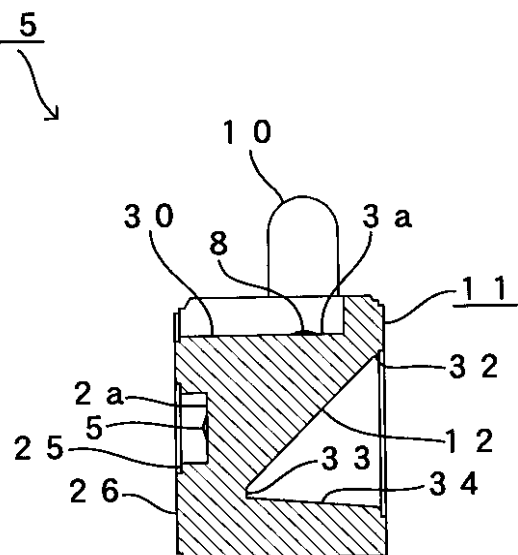
【図2】



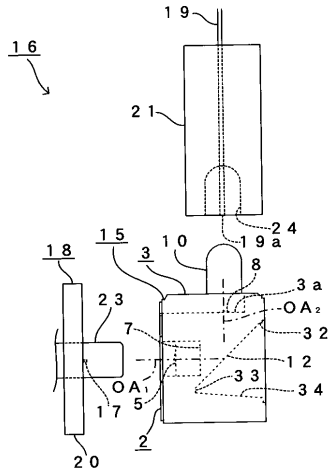
【図4】



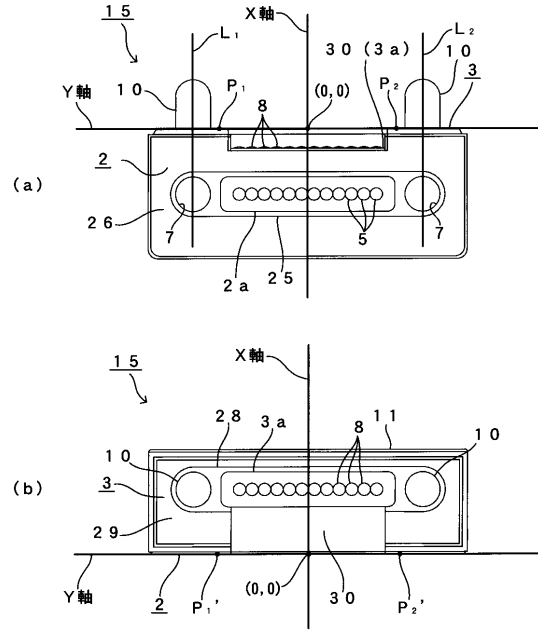
【図5】



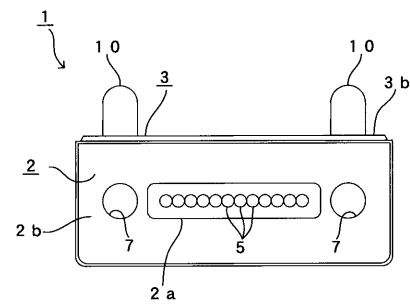
【図6】



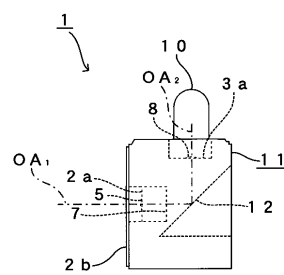
【図7】



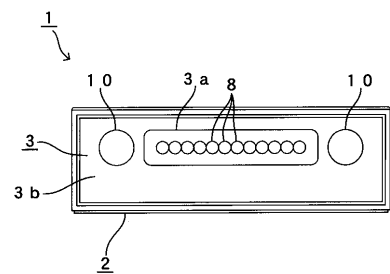
【図8】



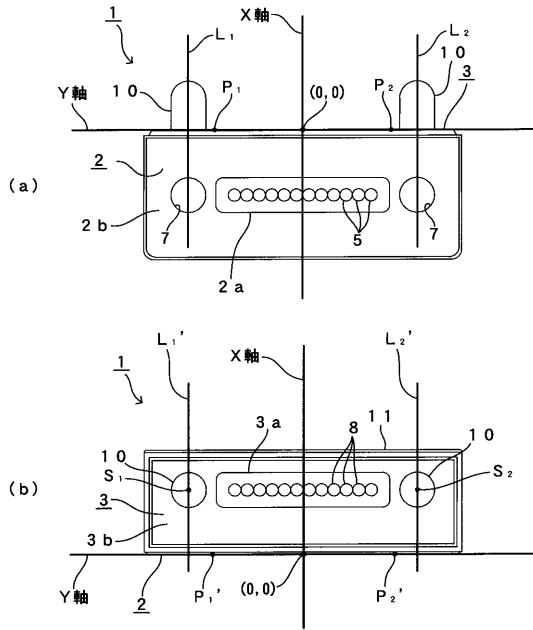
【図10】



【図9】



【図 11】



フロントページの続き

(74)代理人 100123858

弁理士 磯田 志郎

(74)代理人 100148068

弁理士 高橋 洋平

(72)発明者 野口 幸二

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 多田 春奈

(56)参考文献 特開2005-031556(JP,A)

特開2003-014987(JP,A)

特開平09-127375(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/26、 6/30 - 6/34、 6/42、

H01S 5/00 - 5/50