

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6402029号
(P6402029)

(45) 発行日 平成30年10月10日 (2018. 10. 10)

(24) 登録日 平成30年9月14日 (2018. 9. 14)

(51) Int. Cl.		F I			
GO 1 B	11/26	(2006. 01)	GO 1 B	11/26	Z
GO 2 B	6/42	(2006. 01)	GO 2 B	6/42	
HO 1 L	31/0232	(2014. 01)	HO 1 L	31/02	C

請求項の数 5 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2014-263393 (P2014-263393)	(73) 特許権者	000208765
(22) 出願日	平成26年12月25日 (2014. 12. 25)		株式会社エンプラス
(65) 公開番号	特開2016-121973 (P2016-121973A)		埼玉県川口市並木2丁目30番1号
(43) 公開日	平成28年7月7日 (2016. 7. 7)	(74) 代理人	100105050
審査請求日	平成29年11月6日 (2017. 11. 6)		弁理士 鷲田 公一
		(72) 発明者	森岡 心平
			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
		(72) 発明者	斉藤 悠生
			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
		(72) 発明者	新見 忠信
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 測定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光レセプタクルにおける、設置平面に対する光学平面の傾斜角度を、レーザープローブを用いて非接触式で測定する方法であって、

設置平面と、光学平面と、前記設置平面に対するその傾斜角度が前記設置平面に対する前記光学平面の傾斜角度よりも小さい基準平面とを有する光レセプタクルを準備する工程と、

前記設置平面に対する前記基準平面の傾斜角度である第1傾斜角度を測定する工程と、前記基準平面に対する前記光学平面の傾斜角度である第2傾斜角度を測定する工程と、前記第1傾斜角度および前記第2傾斜角度を足して前記設置平面に対する前記光学平面の傾斜角度である第3傾斜角度を算出する工程と、

を有する、測定方法。

【請求項 2】

前記第1傾斜角度を測定する工程と前記第2傾斜角度を測定する工程との間に、前記光レセプタクルと前記レーザープローブから放出されるレーザー光の光軸とを相対的に回転させる工程をさらに有する、請求項1に記載の測定方法。

【請求項 3】

前記第3傾斜角度は、40°より大きい、請求項1または請求項2に記載の測定方法。

【請求項 4】

前記第3傾斜角度は、48°より大きい、請求項3に記載の測定方法。

【請求項 5】

前記第 1 傾斜角度および前記第 2 傾斜角度は、ともに 40°以下である、請求項 1～4 のいずれか一項に記載の測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光レセプタクルにおける、設置平面に対する光学平面の傾斜角度を測定する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、光ファイバーや光導波路などの光伝送体を用いた光通信には、面発光レーザー（例えば、VCSSEL: 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、発光素子から出射された通信情報を含む光を、光伝送体の端面に入射させる光レセプタクルを有する。

【0003】

また、光モジュールには、温度変化に対する発光素子の出力特性の安定化や光出力の調整を目的として、発光素子から出射された光の強度や光量を監視（モニター）するための検出素子を有するものがある（例えば、特許文献 1 参照）。

【0004】

特許文献 1 には、発光素子および検出素子（受光素子）を含む光電変換装置と、発光素子と光伝送体（光ファイバー）の端面とを光学的に接続させる光レセプタクルとを有する光モジュールが記載されている。また、特許文献 1 に記載の光レセプタクルは、発光素子から出射された光を入射させ、かつ受光素子に向けてモニター光を出射する第 1 の面と、発光素子から出射され、第 1 の面で入射した光を反射させる第 1 の反射面と、第 1 の反射面で反射された光を、第 1 の面に向かうモニター光と、光ファイバーの端面に結合すべき光（信号光）とに分離する光分離部と、光分離部によって分離された光を光ファイバーの端面に向けて出射する第 2 の面と、を有する。

【0005】

特許文献 1 に記載の光モジュールでは、発光素子から出射され、第 1 の面で入射した光は、第 1 の反射面で反射されて、光分離部に向かって進行する。光分離部に到達した光は、光分離部で信号光およびモニター光に分離される。モニター光は、受光素子の受光面に向けて第 1 の面から出射される。一方、信号光は、光ファイバーの受光面に向けて第 2 の面から出射される。

【0006】

光レセプタクルにおいて、光が透過または反射する光学平面は、光の送受信に影響を及ぼすため、その傾斜角度は、高精度に制御される必要があり、光学平面の傾斜角度は、高精度に測定される必要がある。光レセプタクルの光学平面の傾斜角度を高精度に測定できる方法として、測定対象物の形状を、レーザープローブを用いて非接触式で測定する方法が知られている（例えば、特許文献 2 参照）。

【0007】

特許文献 2 には、ステージ走査型レーザープローブ方式で測定対象物の形状を測定するための方法および装置が記載されている。特許文献 2 に記載の測定装置は、レーザー照射手段、対物レンズ、フォーカス手段、センサー、AF (Auto Focus) スケール、X ステージおよび Y ステージを有する。まず、測定対象物（測定ワーク）を Y ステージ上に配置された X ステージの上に配置する。次いで、レーザー照射手段により、対物レンズを介して測定対象物にレーザー光を照射させる。次いで、測定対象物で反射し、再び対物レンズを通過してきた反射光をセンサー上に結像させる。このとき、フォーカスが合っていなければ、フォーカス手段が対物レンズの Z 軸方向における位置をフォーカスポイントまで移動させる。このとき、AF スケールは、対物レンズの位置（移動量）を検出する。このように、検出された各ポイントの XYZ の座標値に基づいて、測定対象物の形状を測定する

10

20

30

40

50

ことができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2013-24918号公報

【特許文献2】国際公開第2010/087391号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、前述のとおり、特許文献2に記載の測定方法では、測定対象物で反射した光が再び対物レンズを通り、センサー上に到達しなければ測定することができない。このため、光レセプタクルにおける光学平面の傾斜角度を測定する場合であって、光学平面の傾斜角度が所定の角度より大きいときには、光学平面で反射した光が適切にセンサーに戻らず、結果として、測定精度が低下してしまうか、または測定不能となってしまうことがある。

10

【0010】

そこで、本発明の目的は、光レセプタクルにおける、設置平面に対する光学平面の傾斜角度を、レーザープローブを用いて非接触式で測定する方法であって、設置平面に対する光学平面の傾斜角度が大きい場合であっても、光学平面の傾斜角度を高精度に測定できる測定方法を提供することである。また、本発明の別の目的は、当該測定方法で光学平面の傾斜角度を測定されうる光レセプタクルを提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明に係る測定方法は、光レセプタクルにおける、設置平面に対する光学平面の傾斜角度を、レーザープローブを用いて非接触式で測定する方法であって、設置平面と、光学平面と、前記設置平面に対するその傾斜角度が前記設置平面に対する前記光学平面の傾斜角度よりも小さい基準平面とを有する光レセプタクルを準備する工程と、前記設置平面に対する前記基準平面の傾斜角度である第1傾斜角度を測定する工程と、前記基準平面に対する前記光学平面の傾斜角度である第2傾斜角度を測定する工程と、前記第1傾斜角度および前記第2傾斜角度を足して前記設置平面に対する前記光学平面の傾斜角度である第3傾斜角度を算出する工程と、を有する。

30

【0012】

本発明に係る光レセプタクルは、基板および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を含む光電変換装置と、1または2以上の光伝送体との間に設置され、前記光電変換素子と前記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、前記光レセプタクルが前記光電変換装置の前記基板上に設置されたときに前記基板に接触する面である設置平面と、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、前記光レセプタクルの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光学面で入射した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光学面および前記第2光学面の間の光路上に配置され、前記第1光学面で入射した光の少なくとも一部を前記第2光学面に向けて透過または反射させ、あるいは前記第2光学面で入射した光の少なくとも一部を前記第1光学面に向けて透過または反射させる、前記設置平面に対して40°より大きい角度で傾斜している光学平面と、前記光レセプタクル内における光路上ではない位置に配置され、前記設置平面に対するその傾斜角度が前記設置平面に対する前記光学平面の傾斜角度よりも小さい基準平面と、を有する。

40

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、設置平面に対する光学平面の傾斜角度が大きい場合であっても、光学

50

平面の傾斜角度を高精度に測定することができる。したがって、本発明によれば、光レセプタクルの光学設計の自由度が広がり、より複雑な光学製品を高精度に設計および製造することができる。さらに、従来の測定装置を使用して、より高精度に光学平面の傾斜角度を測定することができるため、測定コストおよび製造コストの増加を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】図1A、Bは、光モジュールの断面図である。

【図2】図2A～Dは、本発明の実施の形態に係る光レセプタクルの構成を示す斜視図である。

10

【図3】図3は、光学平面の傾斜角度と、測定装置の標準偏差との関係を示すグラフである。

【図4】図4は、光学平面の傾斜角度の測定方法を説明するための部分拡大模式図である。

【図5】図5A～Cは、変形例に係る光レセプタクルの構成を示す斜視図である。

【図6】図6A～Dは、変形例に係る光レセプタクルの構成を示す斜視図である。

【図7】図7A～Dは、変形例に係る光レセプタクルの構成を示す斜視図である。

【図8】図8A～Eは、変形例に係る光レセプタクルの構成を示す斜視図である。

【図9】図9A～Cは、変形例に係る光レセプタクルの構成を示す斜視図である。

【図10】図10A～Dは、変形例に係る光レセプタクルの構成を示す斜視図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0015】

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。

【0016】

(光モジュールの構成)

図1は、光モジュール100の断面図である。図1Aには、発信用の光モジュール100における光路を示しており、図1Bには、受信用の光モジュール100における光路を示している。なお、図1Aおよび図1Bでは、光レセプタクル140内の光路を示すために光レセプタクル140の断面へのハッチングを省略している。

【0017】

30

図1Aおよび図1Bに示されるように、光モジュール100は、基板121および光電変換素子(発光素子122または受光素子123)を含む光電変換装置120と、光レセプタクル140と、を有する。光モジュール100は、光レセプタクル140に光伝送体150がフェルル152を介して接続された状態で使用される。

【0018】

光電変換装置120は、基板121と、発光素子122または受光素子123と、検出素子124と、を有する。送信用の光モジュール100では、光電変換素子として発光素子122が使用される。受信用の光モジュール100では、光電変換素子として受光素子123が使用される。基板121は、例えば、ガラスコンジット基板やガラスエポキシ基板、フレキシブル基板などである。基板121上には、発光素子122または受光素子123と、検出素子124(後述)とが配置されている。

40

【0019】

発光素子122は、基板121上に配置され、発光素子122が配置された基板121の設置部に対して垂直方向にレーザー光を出射する。発光素子122の数は、特に限定されない。本実施の形態では、発光素子122の数は、1個である。また、発光素子122の位置も特に限定されない。発光素子122は、例えば、垂直共振器面発光レーザー(VCSL)である。

【0020】

受光素子123は、基板121上に配置され、光伝送体150の端面151からの受信光Lrを受光する。受光素子123の数は、特に限定されない。本実施の形態では、受光

50

素子 1 2 3 の数は、1 個である。また、受光素子 1 2 3 の位置も特に限定されない。受光素子 1 2 3 は、例えば、フォトディテクターである。

【 0 0 2 1 】

検出素子 1 2 4 は、発光素子 1 2 2 から出射された出射光 L の出力（例えば、強度や光量）を監視するためのモニター光 L m を受光する。検出素子 1 2 4 は、例えば、フォトディテクターである。検出素子 1 2 4 の数は、特に限定されない。本実施の形態では、検出素子 1 2 4 の数は、1 個である。

【 0 0 2 2 】

光レセプタクル 1 4 0 は、光電変換装置 1 2 0 の基板 1 2 1 上に配置されている。光レセプタクル 1 4 0 は、光電変換装置 1 2 0 と光伝送体 1 5 0 との間に配置された状態で、
10

【 0 0 2 3 】

光伝送体 1 5 0 の種類は、特に限定されない。光伝送体 1 5 0 の例には、光ファイバー、光導波路などが含まれる。本実施の形態では、光伝送体 1 5 0 は、1 本の光ファイバーである。光ファイバーは、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 2 4 】

（光レセプタクルの構成）

図 2 A ~ D は、実施の形態 1 に係る光レセプタクル 1 4 0 の構成を示す図である。図 2 A は、光レセプタクル 1 4 0 の斜視図であり、図 2 B は、平面図であり、図 2 C は、底面図であり、図 2 D は、断面図である。以下、光レセプタクル 1 4 0 について、光伝送体 1 5 0 が接続される側の面を正面とし、光電変換装置 1 2 0 と対向する面を底面（裏面）として説明する。
20

【 0 0 2 5 】

図 1 A、B および図 2 A ~ D に示されるように、光レセプタクル 1 4 0 は、略直方体形状の部材と略円筒形状の部材とを接合した形状である。送信用の光モジュール 1 0 0 では、光レセプタクル 1 4 0 は、発光素子 1 2 2 の発光面 1 2 5 から出射された出射光 L を光伝送体 1 5 0 の端面 1 5 1 に向けて出射させる。受信用の光モジュール 1 0 0 では、光レセプタクル 1 4 0 は、光伝送体 1 5 0 からの受信光 L r を受光素子 1 2 3 の受光面 1 2 6 に向けて出射させる。光レセプタクル 1 4 0 は、設置平面 1 4 1、第 1 光学面 1 4 2、反射面 1 4 3、光分離部 1 4 4、第 2 光学面 1 4 5、第 3 光学面 1 4 6 および基準平面 1 4 7 を有する。光レセプタクル 1 4 0 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。そのような材料の例には、ポリエーテルイミド（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、例えば、光レセプタクル 1 4 0 は、射出成形により製造される。
30

【 0 0 2 6 】

設置平面 1 4 1 は、光レセプタクル 1 4 0 が光電変換装置 1 2 0 の基板上 1 2 1 に設置されたときに、光電変換装置 1 2 0（基板 1 2 1）に接触する面（底面）である。後述のとおり、本実施の形態では、設置平面 1 4 1 は、光レセプタクル 1 4 0 の光学平面の傾斜角度についての基準（0°）となる。光レセプタクル 1 4 0 が光電変換装置 1 2 0 の基板上 1 2 1 に設置されている場合、設置平面 1 4 1 は、基板 1 2 1 面と平行であり、反射面 1 4 3 と第 2 光学面 1 4 5 との間の出射光 L および受信光 L r の光軸に沿う。
40

【 0 0 2 7 】

第 1 光学面 1 4 2 は、発光素子 1 2 2 から出射された出射光 L を光レセプタクル 1 4 0 の内部に入射させるか、光伝送体 1 5 0 からの受信光 L r を光レセプタクル 1 4 0 から受光素子 1 2 3 に向けて出射させる光学面である。本実施の形態では、第 1 光学面 1 4 2 の形状は、光電変換装置 1 2 0 に向かって凸状の凸レンズ面である。第 1 光学面 1 4 2 は、発光素子 1 2 2 から出射された出射光 L をコリメート光に変換させる。また、本実施の形
50

態では、第1光学面142は、光レセプタクル140の裏側（設置平面141）に設けられた凹部の底面に、発光素子122の発光面125または受光素子123の受光面126とそれぞれ対向するように配置されている。また、第1光学面142の平面視形状は、円形である。第1光学面142の中心軸は、発光素子122の発光面125または受光素子123の受光面126に対して垂直であることが好ましい。また、第1光学面142の中心軸は、発光素子122から出射された光、または受光素子123に入射する光の光軸と一致することが好ましい。

【0028】

反射面143は、第1光学面142で入射した光を第2光学面145（後述）に向けて反射させるか、第2光学面145で光レセプタクル140の内部に入射した光を第1光学面142に向けて反射させる光学面（光学平面）である。反射面143は、第1光学面142および第2光学面145の間の光路上に配置されている。反射面143は、光レセプタクル140の底面側から天面側に向かうにつれて、光伝送体150（正面側）に近づくように傾斜している。本実施の形態では、設置平面141に対する反射面143の傾斜角度は、45°である。反射面143の形状は、特に限定されない。本実施の形態では、反射面143の形状は、平面である。反射面143には、第1光学面142または第2光学面145で入射した光が、臨界角より大きな入射角で入射する。

10

【0029】

光分離部144は、第1光学面142で入射した所定の光束径の出射光（コリメート光）Lを検出素子124に向かうモニター光L_mと、第2光学面（光伝送体150の端面151）に向かう信号光L_sとに分離させる。光分離部144は、第1光学面142で入射し、反射面143で反射された出射光Lの光軸に対する傾斜面である。本実施の形態では、光分離部144は、光レセプタクル140の天面側から底面側に向かうにつれて光伝送体150（正面側）に近づくように傾斜している。これにより、光分離部144は、第1光学面142で入射し、反射面143で反射された出射光Lの一部を第3光学面146に向けて反射させる。また、光分離部144の設置平面141に対する傾斜角度は、特に限定されない。本実施の形態では、光分離部144の設置平面141に対する傾斜角度は、60°である。

20

【0030】

図1Aに示されるように、光分離部144には、第1光学面142で光レセプタクル140の内部に入射し、反射面143で反射された出射光Lのうちの天面側の一部の光が、臨界角より大きな入射角で入射する。光分離部144は、入射した出射光Lを第3光学面146に向けて反射させて、モニター光L_mを生成する。一方、出射光Lのうちの底面側の一部の光は、光分離部144に入射することなく第2光学面145に向かって進行し、光伝送体150の端面151に向かう信号光L_sとなる。

30

【0031】

信号光L_sとモニター光L_mとの光量比は、所望の光量の信号光L_sを得つつ、発光素子122から出射された出射光Lの強度や光量を監視することができるモニター光L_mを得ることができれば、特に限定されない。信号光L_sとモニター光L_mとの光量比は、信号光L_s：モニター光L_m＝6：4～8：2であることが好ましく、信号光L_s：モニター光L_m＝7：3であることがさらに好ましい。光分離部144に入射する出射光Lの光量を調整することで、信号光L_sと、モニター光L_mとの光量比を調整することができる。

40

【0032】

第2光学面145は、信号光L_sを光伝送体150の端面151に向けて出射させるか、光伝送体150の端面151から出射された受信光L_rを屈折させて光レセプタクル140の内部に入射させる光学面である。本実施の形態では、複数の第2光学面145は、光レセプタクル140の正面側に、光伝送体150の端面151と対向するように配置されている。第2光学面145の形状は、光伝送体150の端面に向かって凸状の凸レンズ面である。これにより、光分離部144で分離された信号光L_sを集光させて、光伝送体

50

150の端面151に効率良く入射させることができる。また、光伝送体150から出射された受信光L_rも、収束させることで、光分離部144に進行を妨げられることなく、反射面143に到達させることができる。

【0033】

第3光学面146は、光レセプタクル140の底面側に、検出素子124と対向するように配置されている。本実施の形態では、第3光学面146は、検出素子124に向かって凸状の凸レンズ面である。第3光学面146は、光分離部144で分離されたモニター光L_mを収束させて検出素子124に向けて出射させる。これにより、モニター光L_mを検出素子124に効率良く入射させることができる。第3光学面146の中心軸は、検出素子124の受光面126（基板121）に対して垂直であることが好ましい。

10

【0034】

基準平面147は、光レセプタクル140内における光路上ではない位置に配置されている。詳細については後述するが、基準平面147は、設置平面141に対するその傾斜角度が、設置平面141に対する光学平面（例えば、反射面143または光分離部144）の傾斜角度よりも小さい。設置平面141に対する基準平面147の角度は、レーザープローブを用いた測定装置によって高精度に測定される範囲内であれば特に限定されない。基準平面147の設置平面141に対する傾斜角度は、例えば、40°以下である。本実施の形態では、設置平面141に対する基準平面147の傾斜角度は、30°である。

【0035】

以上、光レセプタクル140の構成について説明した。ここで、光モジュール100における光路について説明する。

20

【0036】

図1Aに示されるように、送信用の光モジュール100では、発光素子122から出射された出射光Lは、第1光学面142で光レセプタクル140の内部に入射する。このとき、入射光は、第1光学面142によってコリメート光に変換され、反射面143に向かって進行する。次いで、入射光は、反射面143で反射され、光分離部144に向かって進行する。光分離部144に到達した光束の一部は、反射面である光分離部144で反射され、第3光学面146で光レセプタクル140の外部に出射されて、モニター光L_mとして検出素子124に到達する。一方、光分離部144に到達しなかった光束の残部（光分離部144で反射されなかった光）は、信号光L_sとして光伝送体150の端面151に到達する。このとき、信号光L_sは、第2光学面145によって光伝送体150の端面の151中心に集光される。

30

【0037】

図1Bに示されるように、受信用の光モジュール100では、光伝送体150の端面151から出射された受信光L_rは、第2光学面145で光レセプタクル140の内部に入射する。受信光L_r（入射光）は、第2光学面145によって集光され、光分離部144に近づくにつれて光束径が小さくなる。これにより、受信光L_rは、光分離部144に進行を妨げられることなく、反射面143に到達する。このとき、受信光L_rは、反射面143に近づくにつれて光束径が大きくなる。次いで、反射面143で反射された光は、第1光学面141で光レセプタクル140の外部に出射され、受光素子123に到達する。このとき、受信光L_r（出射光）は、第1光学面141によって、受光素子123の受光面126の中心に集光される。

40

【0038】

（光学平面の傾斜角度の測定）

次に、本実施の形態に係る光レセプタクル140において、設置平面141に対する光学平面の傾斜角度を測定するための方法について説明する。本実施の形態では、光学平面として、設置平面141に対する光分離部144の傾斜角度（設計角度：60°）を測定する。本実施の形態に係る測定方法では、レーザープローブを用いて非接触形式で測定するための測定装置を用いる。そこで、先に測定装置の測定精度について説明し、その後

50

測定方法について説明する。

【 0 0 3 9 】

(1) 測定装置の測定精度

光レセプタクルの光学平面の傾斜角度を測定するための測定装置について、光学平面の傾斜角度と、測定装置の測定精度との関係について調べた。なお、本実験では、設置平面に対する光学平面の傾斜角度が 35°、40°、45°、46°、47°、48°または 49°である場合について測定を行った。光レセプタクルとしては、設置平面に対する傾斜角度が 45°である光学平面を有する光レセプタクルを使用した。そして、設置平面に対する光学平面の傾斜角度が 45°以外である場合について測定するときは、元の位置（回転前の位置）の設置平面に対して光学平面の傾斜角度が 35°、40°、46°、47°、48°または 49°となるように、高精度で角度調整可能なステージを用いて光レセプタクルを回転させた。このとき、元の位置（回転前の位置）の設置平面の傾斜角度を基準（0°）として光学平面の傾斜角度を測定した。光レセプタクルは、ポリエーテルイミド（PEI）を材料として、射出成形により製造した。測定装置として、レーザーフォーカス三次元測定機（三鷹光器株式会社製 NH-3）を使用し、ポイントオートフォーカス法（ISO 25178-605:2014）により設置平面に対する光学平面の傾斜角度を測定した。このとき、測定範囲の直径を 0.8mm、データ点数を 800 点として、光学平面の 3 次元形状を測定し、当該形状に基づいて設置平面に対する光学平面の傾斜角度を測定した。各傾斜角度について、上記の測定を 5 回ずつ行った。

10

【 0 0 4 0 】

図 3 は、光学平面の傾斜角度と、測定結果の標準偏差との関係を示すグラフである。図 3 において、横軸は、設置平面に対する光学平面の傾斜角度（°）を示し、縦軸は、5 回の測定結果の標準偏差を示す。なお、傾斜角度が 49°の光学平面については、装置の測定限界により測定できなかったため、測定結果を示していない。この結果から、この測定装置では、傾斜角度が 40°を超えると、測定結果の標準偏差が増加し、測定精度が低下することがわかった。また、測定可能な限界の傾斜角度が 48°であることもわかった。したがって、高精度な測定を行う観点から、設置平面に対する光学平面の傾斜角度は、40°以下であることが好ましい。

20

【 0 0 4 1 】

本実施の形態に係る光レセプタクル 140 では、設置平面 141 に対する反射面 143 の傾斜角度は 45°であり、設置平面 141 に対する光分離部 144 の傾斜角度は 60°である。このため、この測定装置では、設置平面 141 に対する反射面 143 および光分離部 144 の傾斜角度を高精度に測定することは困難である。

30

【 0 0 4 2 】

(2) 光学平面の傾斜角度の測定方法

次に、本実施の形態に係る光学平面の傾斜角度の測定方法について説明する。図 4 は、光学平面の傾斜角度の測定方法を説明するための部分拡大模式図である。図 4 は、図 2 D において破線で示される領域の部分拡大模式図である。図 4 において、破線は、設置平面 141 に沿う平行線を示している。したがって、設置平面 141 に対する傾斜角度は、当該平行線に対する傾斜角度に等しい。また、本実施の形態に係る光学平面の傾斜角度の測定方法では、設置平面 141 に対する光学平面（光分離部 144）の傾斜角度を 2 回に分けて測定する。

40

【 0 0 4 3 】

まず、光レセプタクル 140 を準備して測定装置に設置する。このとき、測定装置が高精度に傾斜角度を測定できる角度範囲（例えば、装置における基準面（0°）に対して 0°～±40°の範囲）内に、設置平面 141 の傾斜角度および基準平面 147 の傾斜角度が収まるように、光レセプタクル 140 を設置する。

【 0 0 4 4 】

次いで、設置平面 141 に対する基準平面 147 の傾斜角度である第 1 傾斜角度 1 を測定する。具体的には、測定装置により、装置における基準面に対する設置平面 141 の

50

傾斜角度および基準平面 147 の傾斜角度を測定し、これらの差分値を算出して第 1 傾斜角度 1 を測定する。

【0045】

次いで、光レセプタクル 140 と、レーザープロープから放出されるレーザー光の光軸とを相対的に回転させる。このとき、測定装置が高精度に傾斜角度を測定できる角度範囲（例えば、装置における基準面（0°）に対して 0 ~ ±40° の範囲）内に、基準平面 147 の傾斜角度および光分離部 144 の傾斜角度が収まるように、光レセプタクル 140 を回転させる。

【0046】

次いで、基準平面 147 に対する光分離部 144 の傾斜角度である第 2 傾斜角度 2 を測定する。具体的には、測定装置により、装置における基準面に対する基準平面 147 の傾斜角度および光分離部 144 の傾斜角度を測定し、これらの差分値を算出して第 2 傾斜角度 2 を測定する。

10

【0047】

最後に、測定した第 1 傾斜角度 1 および第 2 傾斜角度 2 を足し合わせて、設置平面 141 に対する光分離部 144 の傾斜角度である第 3 傾斜角度 3 を算出する。

【0048】

前述のとおり、本実施の形態に係る光レセプタクル 140 では、設置平面 141 に対する光分離部 144 の傾斜角度（第 3 傾斜角度 3）は、60°であり、上記の測定装置の測定限界より大きい。しかしながら、設置平面 141 に対する基準平面 147 の傾斜角度（第 1 傾斜角度 1）と、基準平面 147 に対する光分離部 144 の傾斜角度（第 2 傾斜角度 2）とは、ともに 30°であり、上記の測定装置により高精度に測定できる範囲内の大きさである。したがって、上記の手順により、測定装置の測定限界より大きい傾斜角度であったとしても、光レセプタクル 140 における、設置平面 141 に対する光分離部 144 の傾斜角度を高精度で測定することができる。

20

【0049】

（効果）

以上のように、本実施の形態に係る測定方法では、設置平面 141 に対する基準平面 147 の傾斜角度を測定し、当該基準平面 147 を基準として光学平面の傾斜角度を測定する。このように、高精度で測定することができる角度範囲内で、複数回に分けて光学平面の傾斜角度の測定を行う。結果として、1回の測定では、レーザープロープ方式の測定装置を使用して適切に測定することができない傾斜角度の光学平面であっても、高精度で傾斜角度を測定することができる。

30

【0050】

また、傾斜角度の基準となる基準平面 147 は、光レセプタクル 140 と一体化として、形成することができるため、簡単かつ高精度で光学平面の傾斜角度を測定することができる。

【0051】

なお、本実施の形態に係る測定方法では、光学平面の傾斜角度を 2 回に分けて測定する場合について説明したが、本発明に係る測定方法では、3 回以上に分けて測定してもよい。

40

【0052】

また、本実施の形態に係る測定方法では、光学平面として光分離部 144 の傾斜角度を測定する場合について説明したが、本発明に係る測定方法では、測定対象となる光学平面は光分離部 144 に限定されない。測定対象となる光学平面は、第 1 光学面 142 および第 2 光学面 145 の間の光路上に配置され、第 1 光学面 142 で入射した光の少なくとも一部を第 2 光学面 145 に向けて透過または反射させ、あるいは第 2 光学面 145 で入射した光の少なくとも一部を第 1 光学面 142 に向けて透過または反射させる、設置平面 141 に対して 40°より大きい角度で傾斜している光学平面であればよい。たとえば、設置平面 141 に対する反射面 143 の傾斜角度を測定してもよい。

50

【0053】

また、本実施の形態では、2つの基準平面147を有する光レセプタクル140について説明したが、基準平面147の数は、これに限定されない。たとえば、基準平面147の数は、1つであってもよいし、3つ以上であってもよい。傾斜角度を高精度で測定する観点から、傾斜角度の測定時において、基準平面147と、光学平面とは、隣接していることが好ましい。

【0054】

(変形例)

本実施の形態では、図2Aに示されるように、2つの基準平面147が光分離部144の両側に隣接するように配置されている光レセプタクル140について説明したが、基準平面の位置は、これに限定されない。図5A~C、図6A~Dは、変形例に係る光レセプタクル140a~140gの構成を示す斜視図である。

10

【0055】

図5A~Cに示されるように、基準平面147a~cは、光分離部144より光レセプタクル140aの天面側に配置されていてもよい。このとき、基準平面147a~cを含む凹部は、光分離部144を含む凹部に開口していてもよいし(図5A)、側面に開口していてもよいし(図5B)、両方に開口していてもよい(図5C)。

【0056】

また、図6A~Dに示されるように、基準平面147d~gは、分離部144より光レセプタクル140dの背面側に配置されていてもよい。このとき、基準平面147d~gを含む凹部は、光分離部144を含む凹部に開口していてもよいし(図6A)、側面に開口していてもよいし(図6B)、両方に開口していてもよいし(図6C)、両方に開口していてもよい(図6D)。

20

【0057】

さらに、本実施の形態では、1つの発光素子122の発光面125または1つの受光素子123の受光面126と、1つの光伝送体150の端面151とを光学的に接続させる光レセプタクル140について説明したが、本発明に係る光レセプタクル140は、この態様に限定されない。たとえば、図7A~D、図8A~E、図9A~C、図10A~Dに示されるように、本発明に係る光レセプタクルは、複数の発光素子の発光面または複数の受光素子の受光面と、複数の光伝送体の端面とをそれぞれ光学的に接続させてもよい。

30

【0058】

特に図示しないが、複数の光電変換素子と、複数の光伝送体の端面とをそれぞれ光学的に接続させる光レセプタクル(レンズアレイともいう)140h~140wでは、複数の第1光学面142と、複数の第2光学面142とが、光レセプタクル140h~140wの裏側に設けられた凹部の底面に長辺方向に沿って一列に配置され、複数の第3光学面146が、光レセプタクル140h~140wの正面側に設けられた凹部の底面に長辺方向に沿って一列に配置されている。このため、光レセプタクル140h~140wでは、本実施の形態に係る光レセプタクル140の反射面143および光分離部144と比較して、反射面143'および光分離部144'の面積が、より大きい。また、光レセプタクルの光分離部は、特開2012-194372号公報に記載されているレンズアレイ(光レセプタクル)の反射/透過部のような構成であってもよい。このような複数の光電変換素子と、複数の光伝送体とをそれぞれ光学的に接続させる光レセプタクルであっても、基準平面の位置は、特に限定されない。図7A~D、図8A~E、図9A~C、図10A~Dは、変形例に係る光レセプタクル140h~140wの構成を示す斜視図である。

40

【0059】

図7A~Dに示されるように、基準平面147h~kは、光分離部144'の近傍に配置されていてもよい。このとき、基準平面147h~kを含む凹部は、光分離部144'を含む凹部の両側において、光分離部144'を含む凹部に開口していてもよいし(図7A)、側面に開口していてもよいし(図7B)、両方に開口していてもよいし(図7C)、光分離部144'を含む凹部の内側に配置されていてもよい(図7D)。

50

【0060】

また、図8A～Eに示されるように、基準平面147l～pは、光分離部144'より光レセプタクル140lの天面側に配置されていてもよい。このとき、基準平面147l～pを含む凹部は、光分離部144'を含む凹部の両側において、光分離部144'を含む凹部に開口していてもよいし(図8A)、側面に開口していてもよいし(図8B)、両方に開口していてもよいし(図8C)、両方に開口していなくてもよいし(図8D)、光分離部144'を含む凹部の内側に配置されていてもよい(図8E)。

【0061】

また、図9A～Cに示されるように、基準平面147q～sは、光分離部144'より光レセプタクル140qの背面側に配置されていてもよい。このとき、基準平面147q～sを含む凹部は、側面および背面の両方に開口していてもよいし(図9A)、背面のみに開口していてもよいし(図9Bおよび図9C)。また、図9Cに示されるように、基準平面147sは、1つであってもよい。

10

【0062】

また、図10A～Dに示されるように、基準平面147t～wを含む凹部は、設置平面141と平行な底面を有していなくてもよい。このとき、基準平面147t～wを含む凹部は、光分離部144'を含む凹部の両側において、光分離部144'を含む凹部に開口していてもよいし(図10A)、側面に開口していてもよいし(図10B)、両方に開口していてもよいし(図10C)、光分離部144'を含む凹部の内側に配置されていてもよい(図10D)。

20

【産業上の利用可能性】

【0063】

本発明に係る測定方法は、例えば、光レセプタクルを製造する際の品質管理などに有用である。

【符号の説明】

【0064】

- 100 光モジュール
- 120 光電変換装置
- 121 基板
- 122 発光素子
- 123 受光素子
- 124 検出素子
- 125 発光面
- 126 受光面
- 140、140a～w 光レセプタクル
- 141 設置平面
- 142 第1光学面
- 143、143' 反射面
- 144、144' 光分離部
- 145 第2光学面
- 146 第3光学面
- 147、147a～w 基準平面
- 150 光伝送体
- 151 端面
- 152 フェルール
- L 出射光
- Lm モニター光
- LS 信号光
- Lr 受信光
- 1 第1傾斜角度

30

40

50

- 2 第2傾斜角度
- 3 第3傾斜角度

【図1】

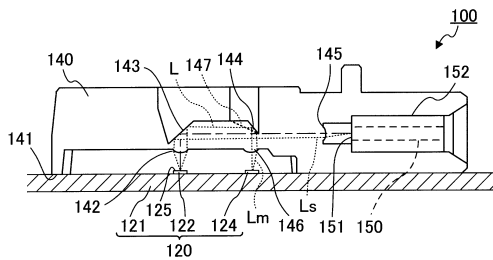


図1A

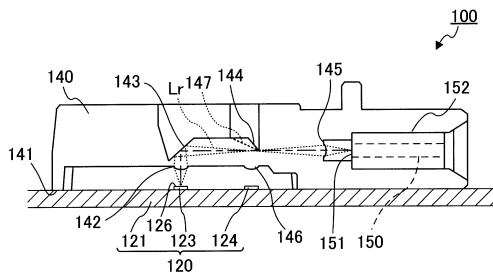


図1B

【図2】

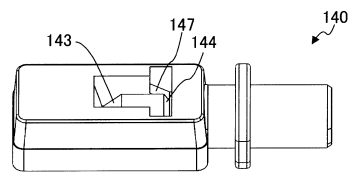


図2A

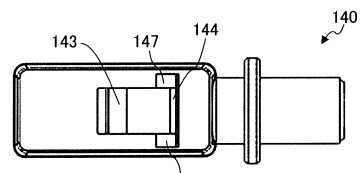


図2B

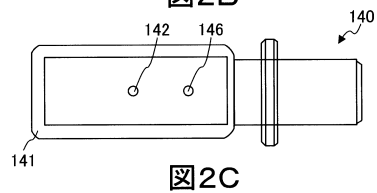


図2C

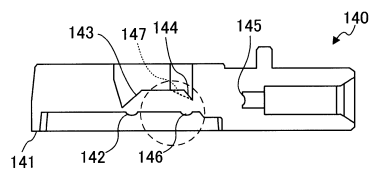
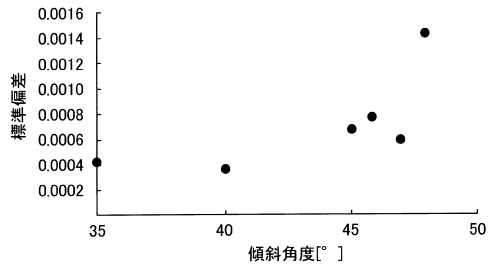
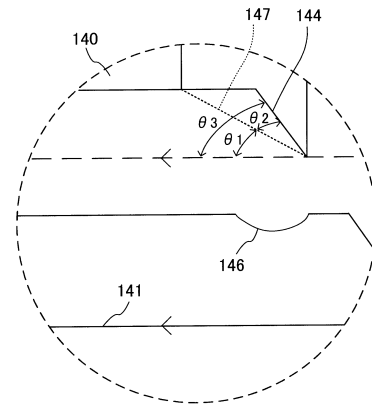


図2D

【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

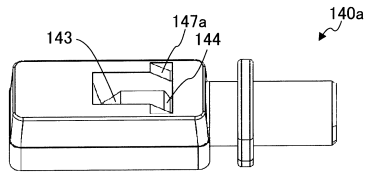


図5A

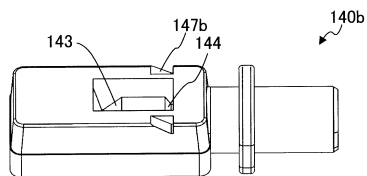


図5B

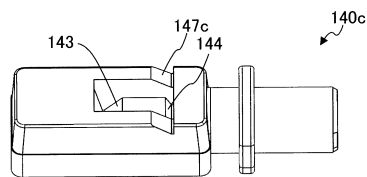


図5C

【 図 6 】

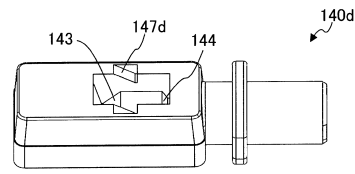


図6A

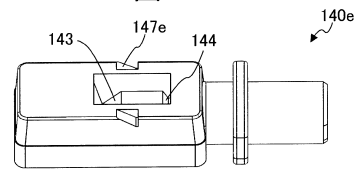


図6B

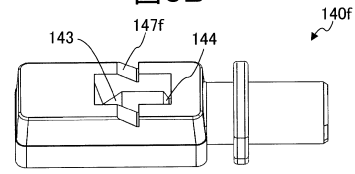


図6C

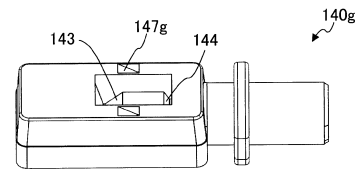


図6D

【 図 7 】

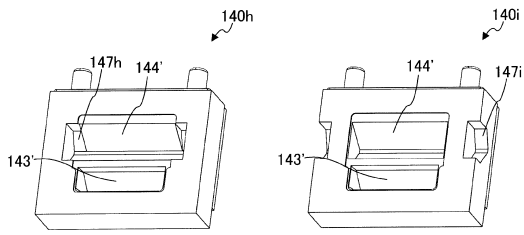


図7A

図7B

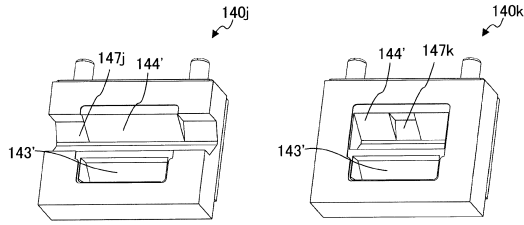


図7C

図7D

【 図 8 】

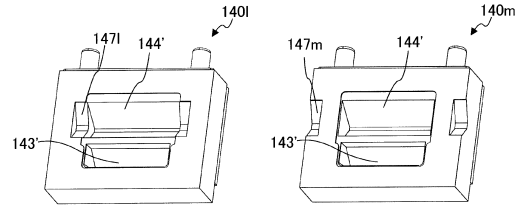


図8A

図8B

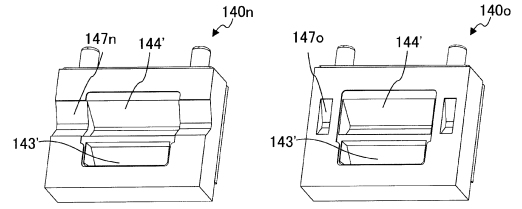


図8C

図8D

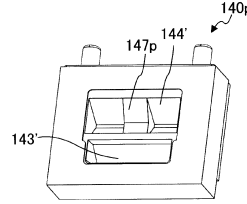


図8E

【 図 9 】

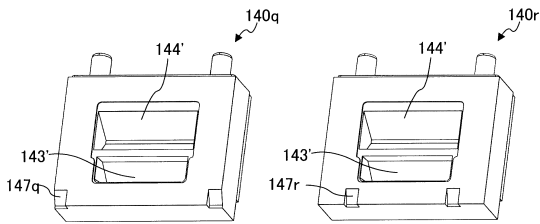


図9A

図9B

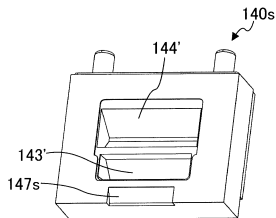


図9C

【 図 10 】

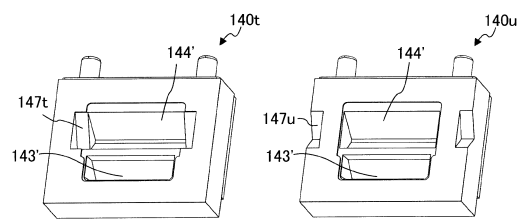


図10A

図10B

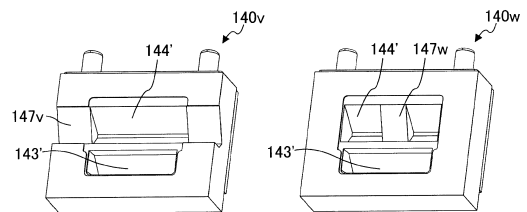


図10C

図10D

フロントページの続き

審査官 佐々木 祐

(56)参考文献 米国特許出願公開第2005/0147353 (US, A1)
特開平07-004932 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 1 B	1 1 / 0 0	-	1 1 / 3 0
G 0 2 B	6 / 2 4	-	6 / 2 7
G 0 2 B	6 / 3 0	-	6 / 3 4
G 0 2 B	6 / 3 6	-	6 / 4 3
H 0 1 L	3 1 / 0 0	-	3 1 / 0 2