

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年6月30日(30.06.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/104302 A1

- (51) 国際特許分類:
G01B 11/26 (2006.01) H01L 31/0232 (2014.01)
G02B 6/42 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/085298
- (22) 国際出願日: 2015年12月17日(17.12.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-263393 2014年12月25日(25.12.2014) JP
- (71) 出願人: 株式会社エンプラス(ENPLAS CORPORATION) [JP/JP]; 〒3320034 埼玉県川口市並木2丁目30番1号 Saitama (JP).
- (72) 発明者: 森岡 心平(MORIOKA, Shimpei). 斉藤 悠生(SAITO, Yuki). 新見 忠信(NIIMI, Tadanobu).
- (74) 代理人: 鷺田 公一(WASHIDA, Kimihito); 〒1600023 東京都新宿区西新宿1-23-7 新宿ファーストウェスト8階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

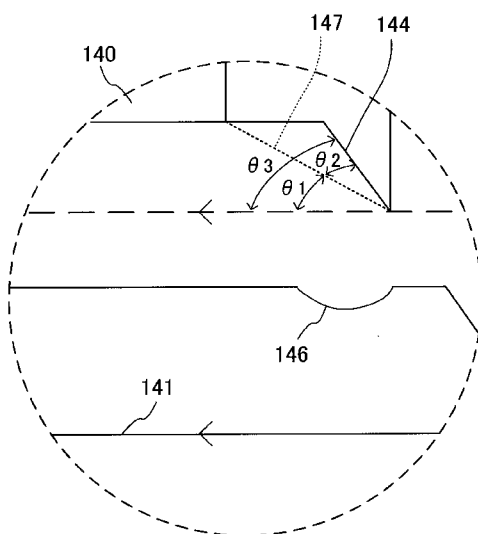
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: MEASUREMENT METHOD AND OPTICAL RECEPTACLE

(54) 発明の名称: 測定方法および光レセプタクル



(57) Abstract: Provided is an optical receptacle (140) having an installation plane (141), an optical plane, and a reference plane (147). An inclination angle of the reference plane (147) with respect to the installation plane (141) is smaller than an inclination angle of the optical plane with respect to the installation plane (141). Then, a first inclination angle $\theta 1$ that is the inclination angle of the reference plane (147) with respect to the installation plane (141) and a second inclination angle $\theta 2$ that is an inclination angle of the optical plane with respect to the reference plane (147) are measured. Then, the first inclination angle $\theta 1$ is added to the second inclination angle $\theta 2$ to calculate a third inclination angle $\theta 3$ that is the inclination angle of the optical plane with respect to the installation plane (141).

(57) 要約: 設置平面(141)と、光学平面と、基準平面(147)とを有する光レセプタクル(140)を準備する。設置平面(141)に対する基準平面(147)の傾斜角度は、設置平面(141)に対する光学平面の傾斜角度よりも小さい。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 $\theta 1$ と、基準平面(147)に対する光学平面の傾斜角度である第2傾斜角度 $\theta 2$ とを測定する。次いで、第1傾斜角度 $\theta 1$ および第2傾斜角度 $\theta 2$ を足して設置平面(141)に対する光学平面の傾斜角度である第3傾斜角度 $\theta 3$ を算出する。

明 細 書

発明の名称：測定方法および光レセプタクル

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、およびこの測定方法で光学平面の傾斜角度を測定される光レセプタクルに関する。

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、V C S E L : 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、レーザー光照射手段、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、レーザー光照射手段により、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いければ、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。

[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る光レセプタクルを提供することである。

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。

[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。

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1 A、Bは、光モジュールの断面図である。

[図2]図2 A～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。

[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5 A～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 6 A～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 7 A～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 8 A～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 9 A～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 10 A～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。

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 1 A には、送信用の光モジュール 100 における光路を示しており、図 1 B 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 1 A および図 1 B 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] 図 1 A および図 1 B 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 がフェルール 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、ガラスコンポ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 1 2 1 上には、発光素子 1 2 2 または受光素子 1 2 3 と、検出素子 1 2 4（後述）とが配置されている。

[0019] 発光素子 1 2 2 は、基板 1 2 1 上に配置され、発光素子 1 2 2 が配置された基板 1 2 1 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 1 2 2 の数は、特に限定されない。本実施の形態では、発光素子 1 2 2 の数は、1 個である。また、発光素子 1 2 2 の位置も特に限定されない。発光素子 1 2 2 は、例えば、垂直共振器面発光レーザー（VCSEL）である。

[0020] 受光素子 1 2 3 は、基板 1 2 1 上に配置され、光伝送体 1 5 0 の端面 1 5 1 からの受信光 L_r を受光する。受光素子 1 2 3 の数は、特に限定されない。本実施の形態では、受光素子 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。

[0021] 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。

[0022] 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、発光素子 1 2 2 の発光面 1 2 5 または受光素子 1 2 3 の受光面 1 2 6 と、光伝送体 1 5 0 の端面 1 5 1 とを光学的に接続させる。光レセプタクル 1 4 0 の構成については、別途詳細に説明する。

[0023] 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。

[0024] （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2Aは、光レセプタクル140の斜視図であり、図2Bは、平面図であり、図2Cは、底面図であり、図2Dは、断面図である。以下、光レセプタクル140について、光伝送体150が接続される側の面を正面とし、光電変換装置120と対向する面を底面（裏面）として説明する。

[0025] 図1A、Bおよび図2A～Dに示されるように、光レセプタクル140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100では、光レセプタクル140は、発光素子122の発光面125から出射された出射光Lを光伝送体150の端面151に向けて出射させる。受信用の光モジュール100では、光レセプタクル140は、光伝送体150からの受信光L_rを受光素子123の受光面126に向けて出射させる。光レセプタクル140は、設置平面141、第1光学面142、反射面143、光分離部144、第2光学面145、第3光学面146および基準平面147を有する。光レセプタクル140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140は、射出成形により製造される。

[0026] 設置平面141は、光レセプタクル140が光電変換装置120の基板上121に設置されたときに、光電変換装置120（基板121）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141は、光レセプタクル140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140が光電変換装置120の基板121上に設置されている場合、設置平面141は、基板121面と平行であり、反射面143と第2光学面145との間の出射光Lおよび受信光L_rの光軸に沿う。

[0027] 第1光学面142は、発光素子122から出射された出射光Lを光レセプタクル140の内部に入射させるか、光伝送体150からの受信光L_rを光レセプタクル140から受光素子123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142の形状は、光電変換素子120に向か

って凸状の凸レンズ面である。第1光学面142は、発光素子122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。

[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。

[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。

[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。

[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。

[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う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。

[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 151 の中心に集光される。

[0037] 図 1 B 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 142 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 142 によって、受光素子 123 の受光面 126 の中心に集光される。

[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、その後に測定方法について説明する。

[0039] (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 0.8 mm 、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。

[0040] 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（ $^{\circ}$ ）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。

[0041] 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。

[0042] （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2D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。

[0043] 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 $0 \sim \pm 40^\circ$ 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。

[0044] 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 θ_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 θ_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。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 $0 \sim \pm 40^\circ$ 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 θ_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 θ_2 を測定する。

[0047] 最後に、測定した第1傾斜角度 θ_1 および第2傾斜角度 θ_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 θ_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 θ_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 θ_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 θ_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。

[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、レーザープローブ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。

[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。

[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14

5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。

[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。

[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）、両方に開口していなくてもよい（図6D）。

[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。

[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145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。

[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 7 D）。

[0060] また、図 8 A～E に示されるように、基準平面 1 4 7 l～p は、光分離部 1 4 4' より光レセプタクル 1 4 0 l の天面側に配置されていてもよい。このとき、基準平面 1 4 7 l～p を含む凹部は、光分離部 1 4 4' を含む凹部の両側において、光分離部 1 4 4' を含む凹部に開口していてもよいし（図 8 A）、側面に開口していてもよいし（図 8 B）、両方に開口していてもよいし（図 8 C）、両方に開口していなくてもよいし（図 8 D）、光分離部 1 4 4' を含む凹部の内側に配置されていてもよい（図 8 E）。

[0061] また、図 9 A～C に示されるように、基準平面 1 4 7 q～s は、光分離部 1 4 4' より光レセプタクル 1 4 0 q の背面側に配置されていてもよい。このとき、基準平面 1 4 7 q～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 9 A）、背面のみに開口していてもよいし（図 9 B および図 9 C）。また、図 9 C に示されるように、基準平面 1 4 7 s は、1 つであってもよい。

[0062] また、図 1 0 A～D に示されるように、基準平面 1 4 7 t～w を含む凹部は、設置平面 1 4 1 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 1 4 7 t～w を含む凹部は、光分離部 1 4 4' を含む凹部の両側において、光分離部 1 4 4' を含む凹部に開口していてもよいし（図 1 0 A）、側面に開口していてもよいし（図 1 0 B）、両方に開口していてもよいし（図 1 0 C）、光分離部 1 4 4' を含む凹部の内側に配置されていてもよい（図 1 0 D）。

[0063] 本出願は、2 0 1 4 年 1 2 月 2 5 日出願の特願 2 0 1 4 - 2 6 3 3 9 3 に基づく優先権を主張する。当該出願明細書および図面に記載された内容は、すべて本願明細書に援用される。

産業上の利用可能性

[0064] 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

- [0065] 1 0 0 光モジュール
- 1 2 0 光電変換装置
- 1 2 1 基板
- 1 2 2 発光素子
- 1 2 3 受光素子
- 1 2 4 検出素子
- 1 2 5 発光面
- 1 2 6 受光面
- 1 4 0、1 4 0 a ~ w 光レセプタクル
- 1 4 1 設置平面
- 1 4 2 第1光学面
- 1 4 3、1 4 3' 反射面
- 1 4 4、1 4 4' 光分離部
- 1 4 5 第2光学面
- 1 4 6 第3光学面
- 1 4 7、1 4 7 a ~ w 基準平面
- 1 5 0 光伝送体
- 1 5 1 端面
- 1 5 2 フェルール
- L 出射光
- L m モニター光
- L s 信号光
- L r 受信光
- θ 1 第1傾斜角度
- θ 2 第2傾斜角度
- θ 3 第3傾斜角度

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。
- [請求項6] 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、光レセプタクル。

[請求項7] 前記設置平面に対する前記光学平面の傾斜角度は、 48° 以上である、請求項6に記載の光レセプタクル。

[請求項8] 前記設置平面に対する前記基準平面の傾斜角度と、前記基準平面に対する前記光学平面に対する傾斜角度とは、 40° 以下である、請求項6または請求項7に記載の光レセプタクル。

図 1 B

[図2]

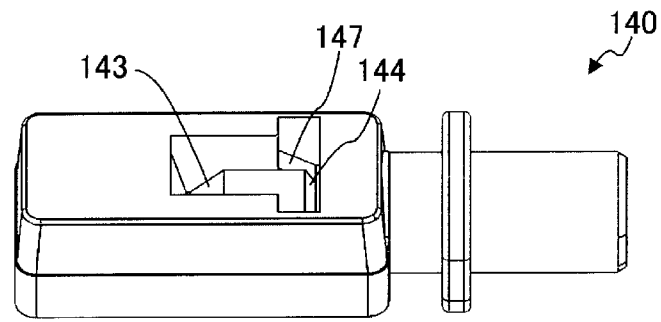


図2A

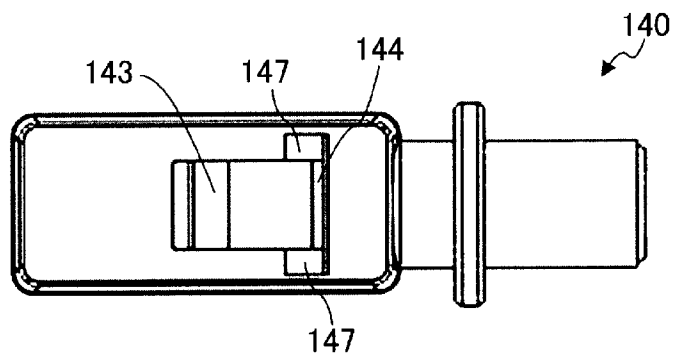


図2B

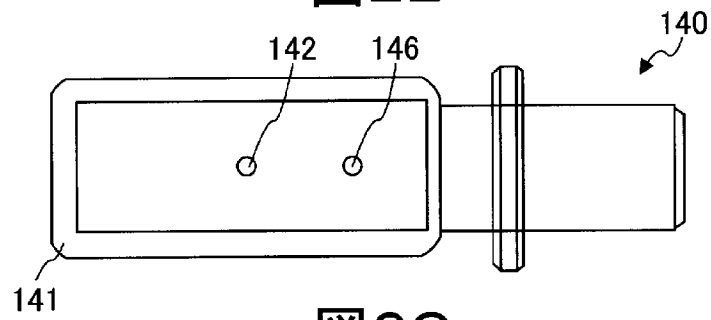


図2C

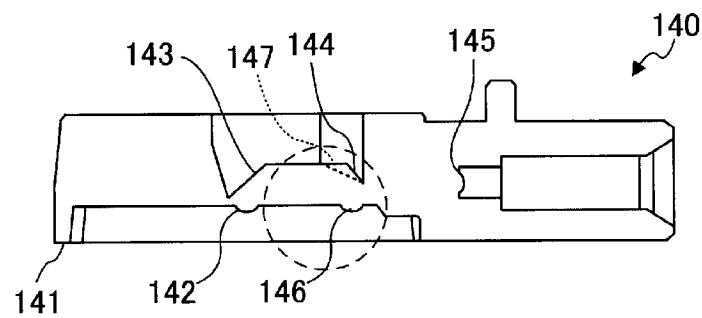
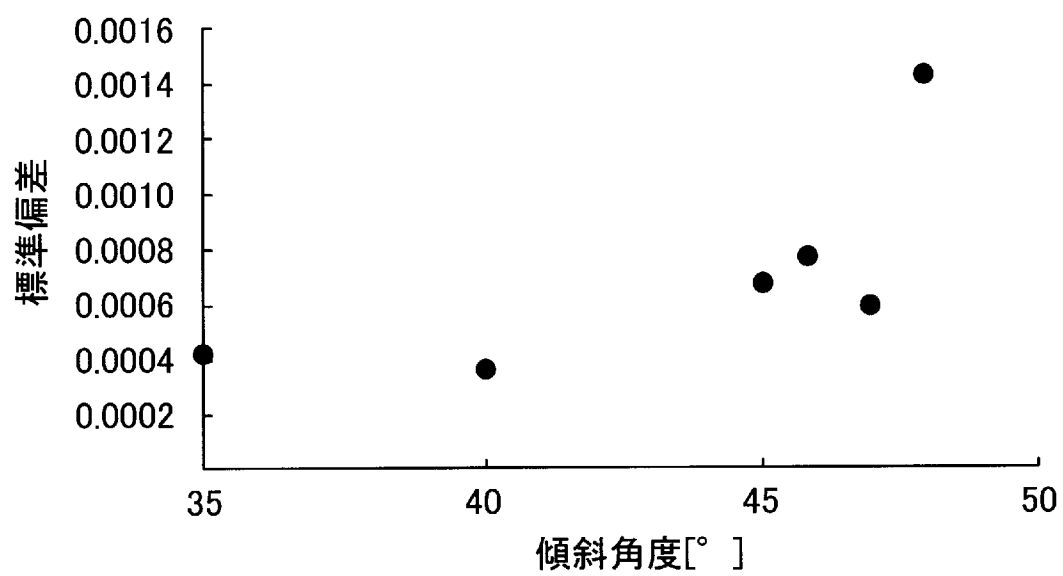
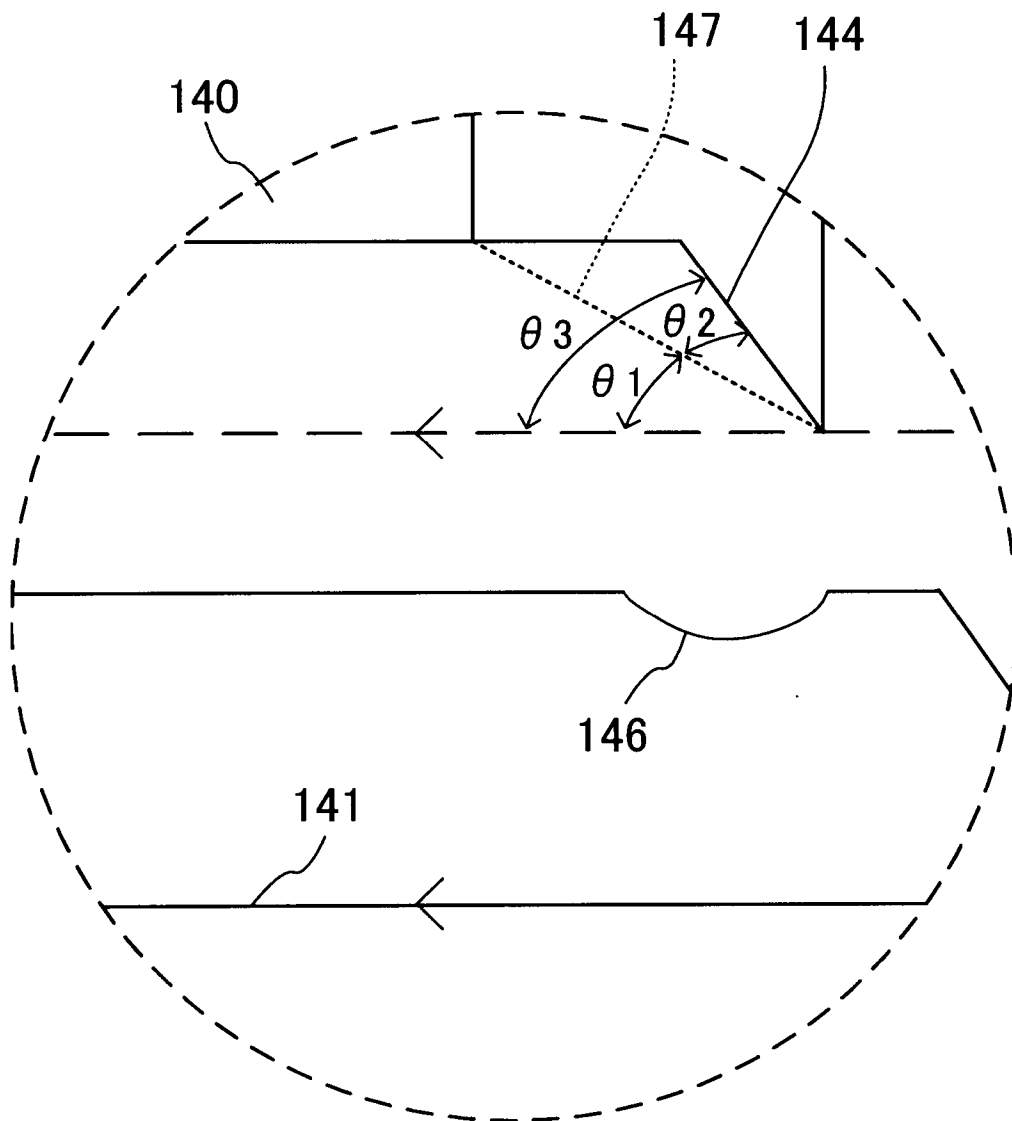


図2D

[図3]



[図4]



[図5]

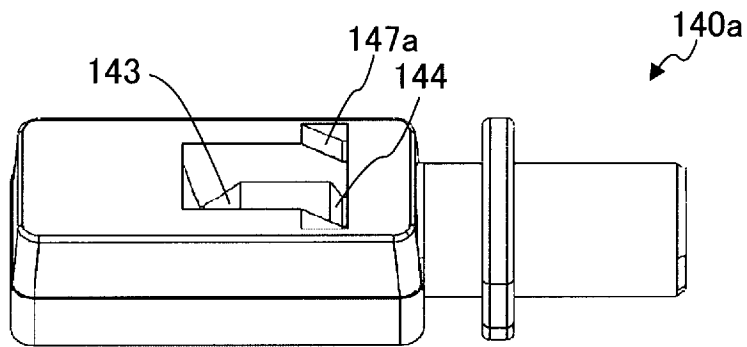


図5A

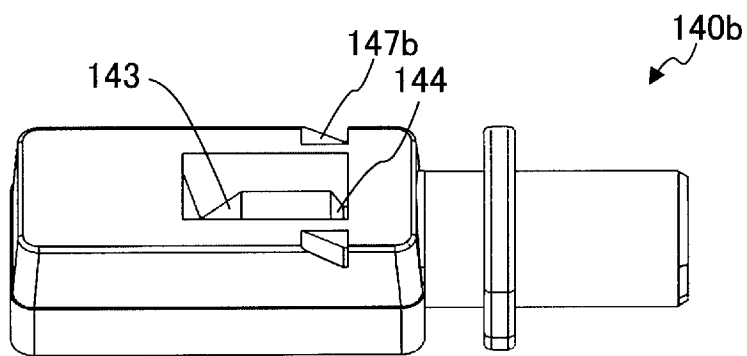


図5B

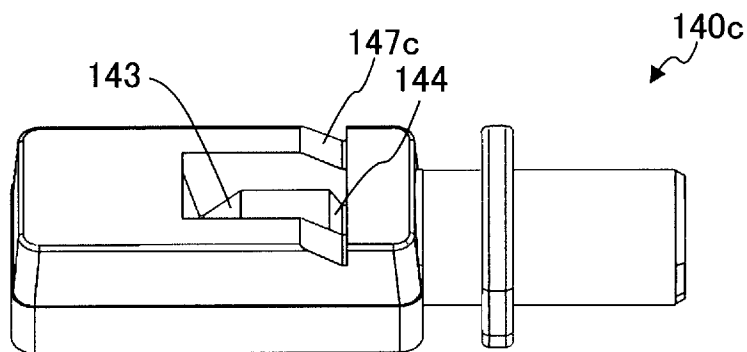


図5C

[図6]

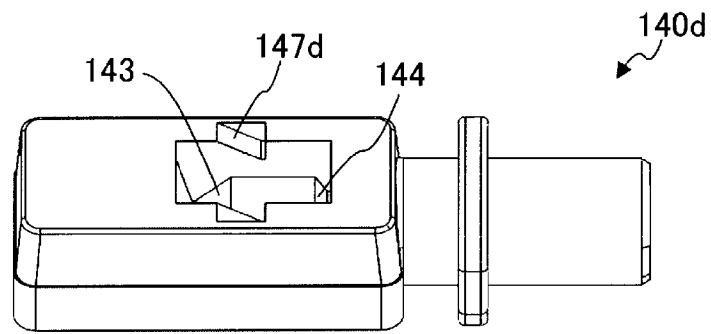


図6A

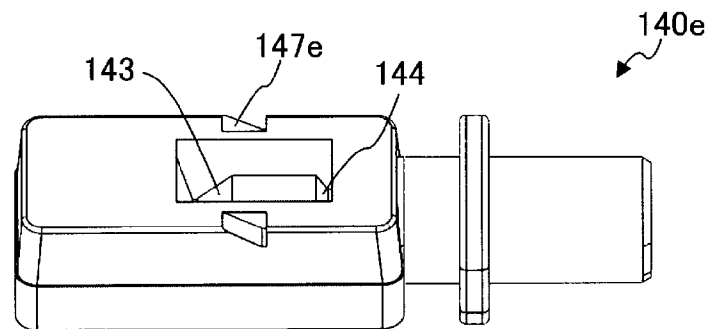


図6B

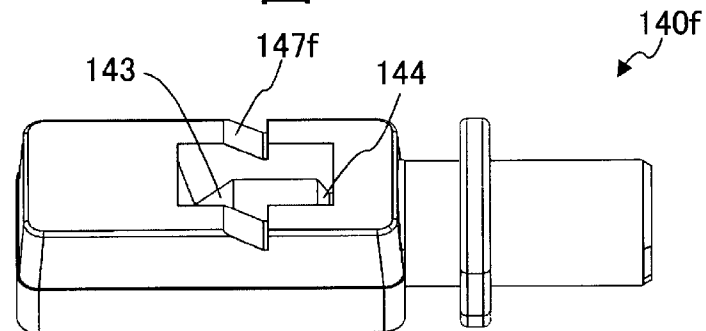


図6C

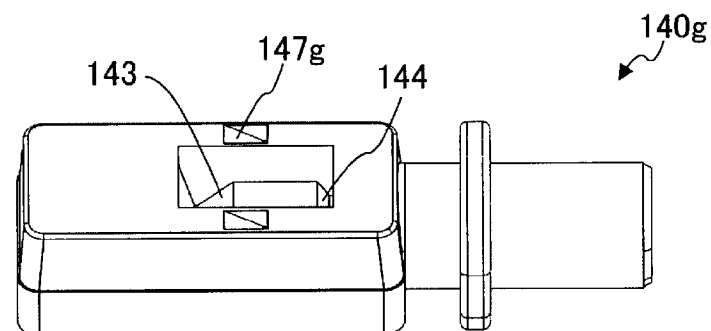


図6D

[図7]

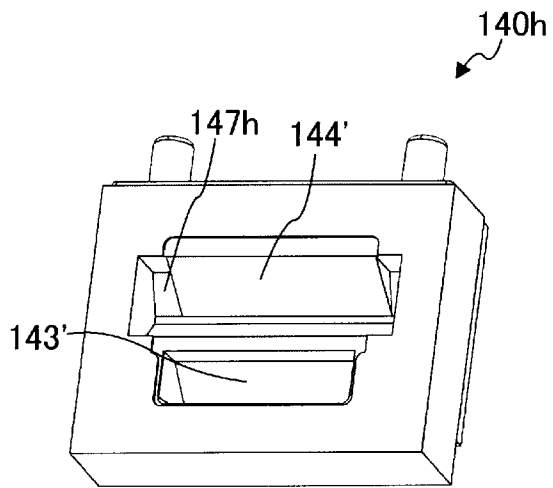


図7A

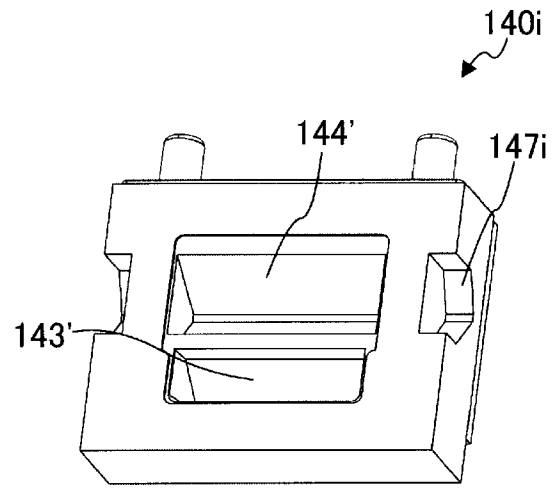


図7B

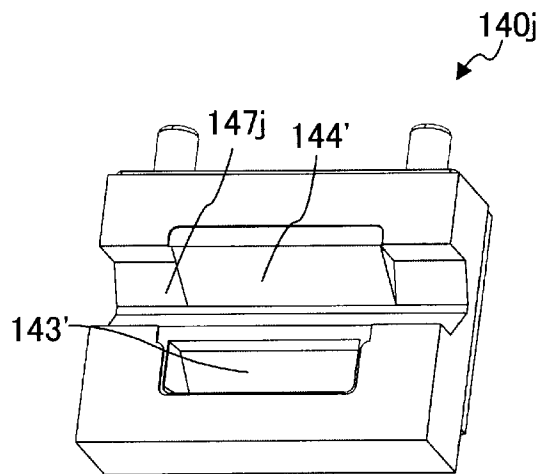


図7C

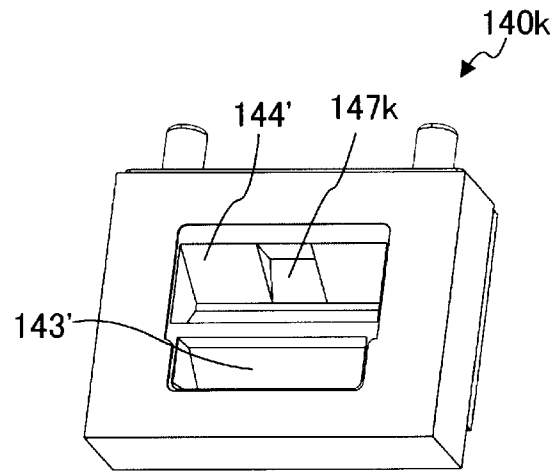


図7D

[図8]

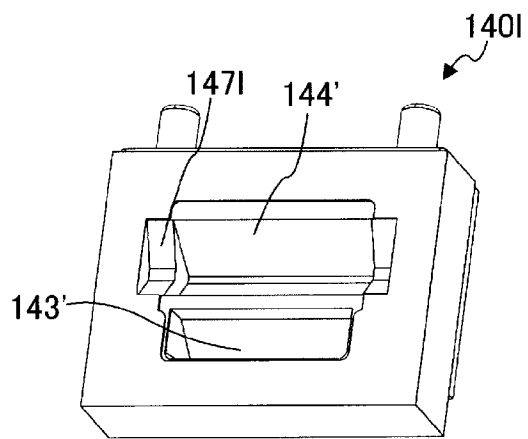


図8A

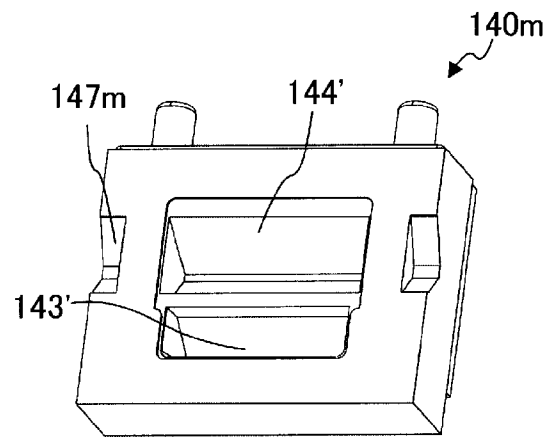


図8B

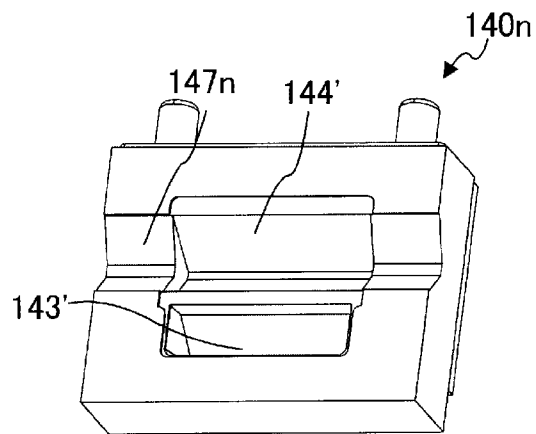


図8C

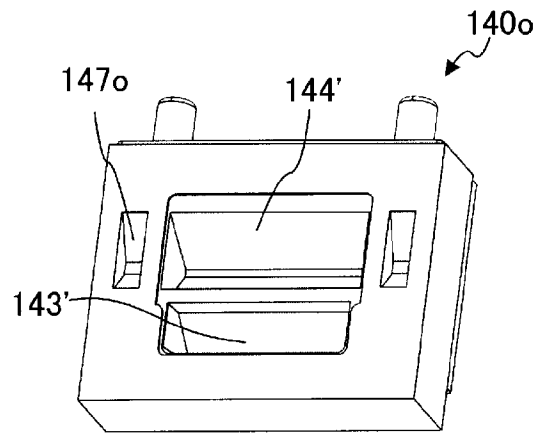


図8D

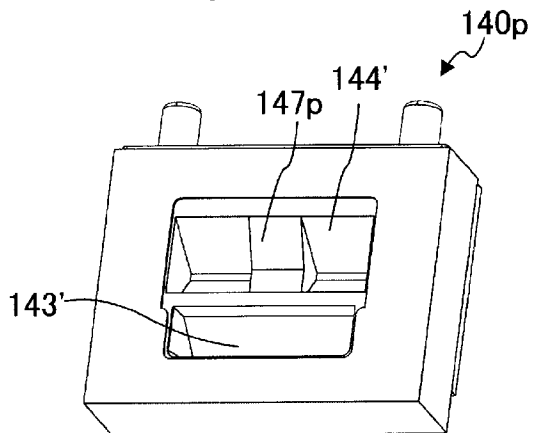


図8E

[図9]

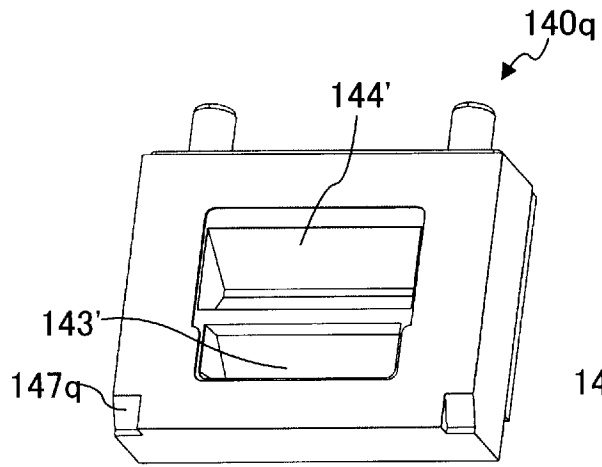


図9A

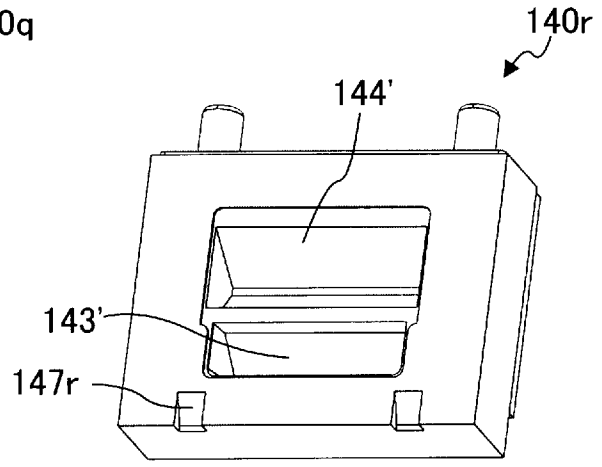


図9B

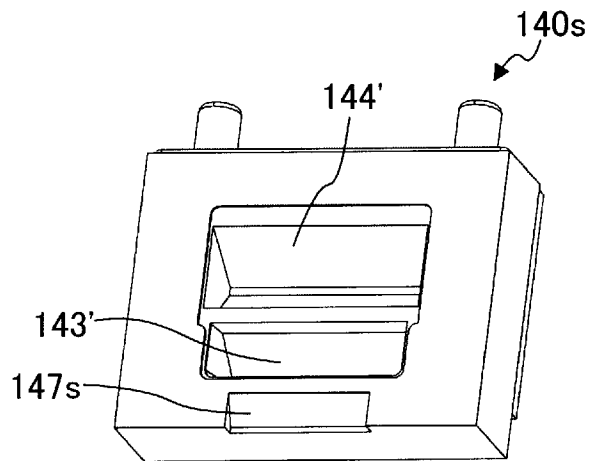


図9C

[図10]

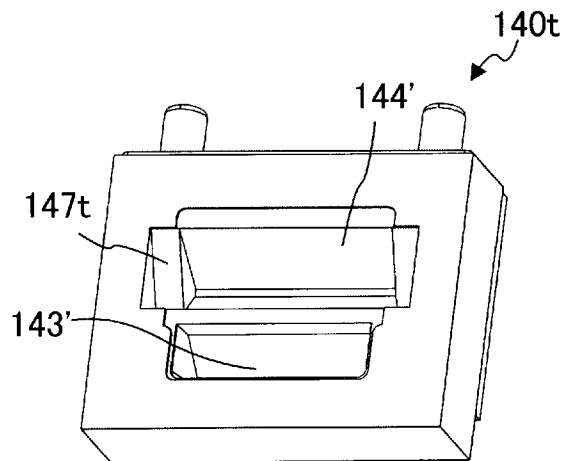


図10A

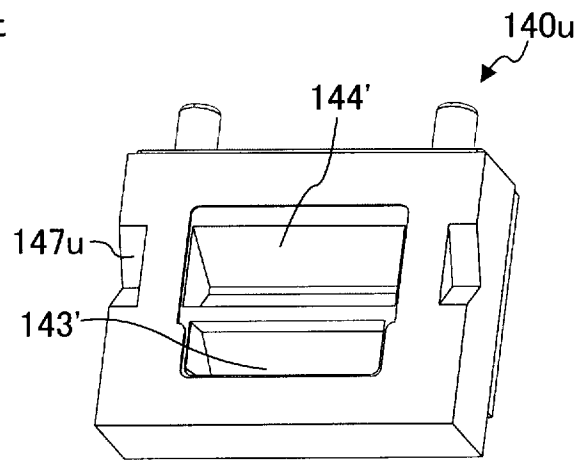


図10B

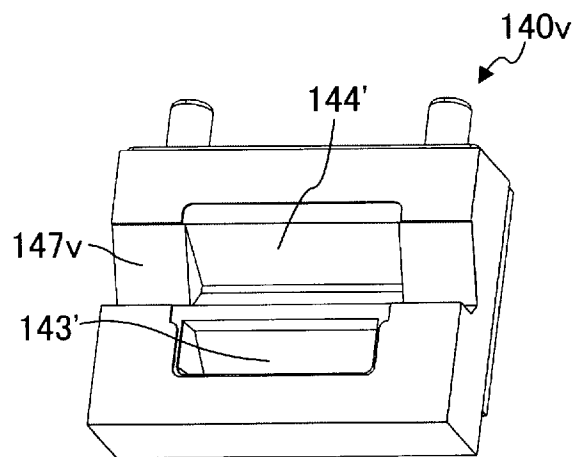


図10C

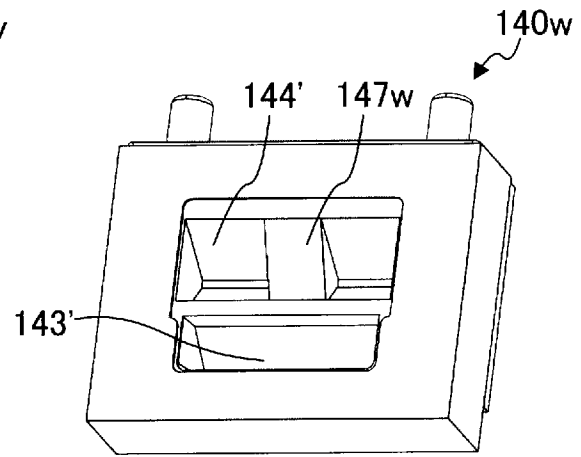


図10D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/085298

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B11/26(2006.01)i, G02B6/42(2006.01)i, H01L31/0232(2014.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01B11/00-11/30, G02B6/24-6/27, 6/30-6/34, 6/36-6/43, H01L31/00-31/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 2005/0147353 A1 (VANCOILL, Eric), 07 July 2005 (07.07.2005), paragraphs [0030] to [0039], [0044]; fig. 8 (Family: none)	6-8 1-5
A	JP 7-4932 A (Mazda Motor Corp.), 10 January 1995 (10.01.1995), entire text; all drawings (Family: none)	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
05 February 2016 (05.02.16)

Date of mailing of the international search report
16 February 2016 (16.02.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01B11/26(2006.01)i, G02B6/42(2006.01)i, H01L31/0232(2014.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01B11/00-11/30, G02B6/24-6/27 6/30-6/34, 6/36-6/43, H01L31/00-31/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	US 2005/0147353 A1 (VANCOILL, Eric) 2005.07.07, [0030]-[0039], [0044], 図8（ファミリーなし）	6-8 1-5
A	JP 7-4932 A（マツダ株式会社）1995.01.10, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-5

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

05.02.2016

国際調査報告の発送日

16.02.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

岸 智史

2S

6200

電話番号 03-3581-1101 内線 3258