

(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
2015 年 7 月 2 日(02.07.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/098802 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 6/42 (2006.01) H01S 5/022 (2006.01)
H01L 31/0232 (2014.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/083846
- (22) 国際出願日: 2014 年 12 月 22 日(22.12.2014)
- (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 2013-265288 2013 年 12 月 24 日(24.12.2013) 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 3 0 番 1 号 Saitama (JP).
- (72) 発明者: 今 亜耶乃(KON, Ayano). 森岡 心平(MORIOKA, Shimpei).
- (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), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL MODULE

(54) 発明の名称: 光モジュール

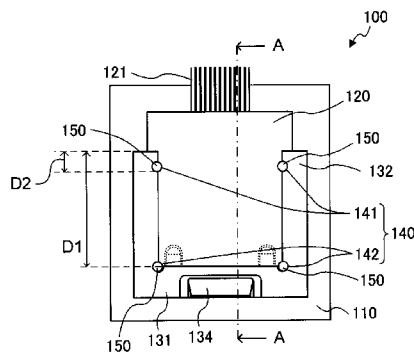


図 1A

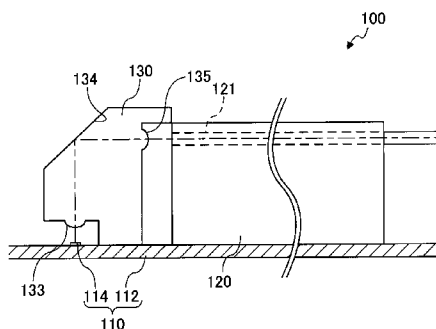


図 1B

(57) Abstract: This optical module comprises a substrate, light-emitting elements, a ferrule, an optical receptacle, through-holes and an adhesive. The optical receptacle includes two support units, and an optical receptacle body that has a first optical surface and a second optical surface. The through-holes include two first through-holes surrounded by the leading ends of the support units and the ferrule, and two second through-holes which are surrounded by the optical receptacle body, the support units and the ferrule. Thus, even using the adhesive to fix the optical receptacle and the ferrule to the substrate, it is possible to optically connect multiple optical transmission bodies with multiple light-emitting elements or multiple light-receiving elements in a suitable manner.

(57) 要約: 光モジュールは、基板、発光素子、フェルル、光レセプタクル、貫通孔および接着剤を有する。光レセプタクルは、第 1 光学面および第 2 光学面を含む光レセプタクル本体と、2つの支持部と、を含む。貫通孔は、支持部の先端部およびフェルルに囲われた2つの第 1 貫通孔と、光レセプタクル本体、支持部およびフェルルに囲われた2つの第 2 貫通孔と、を含む。これにより、接着剤を用いて光レセプタクルおよびフェルルを基板に固定しても、複数の発光素子または複数の受光素子と複数の光伝送体とを光学的に適切に接続させることができる。



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称：光モジュール

技術分野

[0001] 本発明は、光レセプタクル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] たとえば、特許文献1には、光コネクタと、発光素子を配置した基板と、を有する光モジュールが記載されている。光コネクタは光ファイバーおよびコネクタ部を有し、コネクタ部は複数の光ファイバーの先端部と発光素子との間に配置されたレンズアレイ（光レセプタクル）を有する。また、レンズアレイは、発光素子から出射された光を光ファイバーの先端部に向かって反射する反射ミラーと、反射ミラーで反射した光を光ファイバーの先端部に向けて集光する集光レンズと、を有する。

[0004] 特許文献1に記載の光モジュールでは、基板の所定の位置に光コネクタを位置決めして、レンズアレイの側面と基板との境界に熱硬化性のエポキシ樹脂接着剤を付けて熱硬化させることで、基板に対して光コネクタを固定している。

[0005] このように製造された光モジュールでは、発光素子から出射した光は、反射ミラーで光ファイバーの先端部に向かって反射され、集光レンズを介して光ファイバーの先端部に到達する。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2010-175942号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、特許文献 1 に記載の光モジュールでは、エポキシ樹脂接着剤を硬化させると、エポキシ樹脂接着剤の収縮により、レンズアレイ（集光レンズおよび反射ミラー）がエポキシ樹脂接着剤側（すなわち側方）に引っ張られるように変形する。そして、エポキシ樹脂接着剤は、レンズアレイを変形させた状態で硬化する。よって、レンズアレイは、基板に固定された後も変形したままになってしまい、発光素子から出射された光を光ファイバーの端面に適切に導くことができないことがある。このように、特許文献 1 に記載のレンズアレイ（光レセプタクル）には、接着剤を用いて固定した場合に変形してしまうという問題があった。

[0008] 本発明の目的は、接着剤を用いて固定しても変形しにくい光レセプタクルを有する光モジュールを提供することである。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の光モジュールは、基板と、前記基板の上に配列された複数の発光素子または配列された複数の受光素子と、前記複数の発光素子からの光をそれぞれ受光するか、または前記複数の受光素子に光をそれぞれ出射するための配列された複数の光伝送体を保持するフェルールと、前記基板上に配置されるとともに、前記フェルールを固定され、前記複数の発光素子または前記複数の受光素子と、前記複数の光伝送体とをそれぞれ光学的に接続するための光レセプタクルと、前記フェルールおよび前記光レセプタクルの境界に、前記基板に対して略垂直方向に形成された 4 つの貫通孔と、前記 4 つの貫通孔に充填された、前記基板に対して前記フェルールおよび前記光レセプタクルを接着する接着剤と、を有し、前記光レセプタクルは、前記複数の発光素子から出射された光をそれぞれ入射させるか、内部を通る光を前記複数の受光素子に向けてそれぞれ出射させるための配列された複数の第 1 光学面と、前記複数の第 1 光学面で入射した光を前記複数の光伝送体の端面に向けてそれぞれ出射させるか、前記複数の光伝送体からの光をそれぞれ入射させるた

めの配列された複数の第2光学面と、を含み、前記複数の第2光学面に前記複数の光伝送体が対向するように、背面に前記フェルールが固定された光レセプタクル本体と、前記フェルールの両側面側に配置され、基端が前記光レセプタクル本体に接続された2つの支持部と、を含み、前記4つの貫通孔は、前記支持部の先端部および前記フェルールに囲われた2つの第1貫通孔と、前記光レセプタクル本体、前記支持部および前記フェルールに囲われた2つの第2貫通孔と、を含む。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、接着剤を用いて光レセプタクルおよびフェルールを基板に固定しても、複数の発光素子または複数の受光素子と複数の光伝送体とを光学的に適切に接続させることができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図1 A, Bは、本発明の一実施の形態に係る光モジュールの構成を示す図である。

[図2]図2 A～Dは、フェルールの構成を示す図である。

[図3]図3 A～Eは、光レセプタクルの構成を示す図である。

[図4]図4 A, Bは、接着剤の硬化時における光モジュールの変形の方角を示す図である。

[図5]図5は、光モジュールの変形についてのシミュレーション結果である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明に係る実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

[0013] (光モジュールの構成)

図1 A, Bは、本発明の一実施の形態に係る光モジュール100の構成を示す図である。図1 Aは、光モジュール100の平面図であり、図1 Bは、図1 Aに示されるA-A線の断面図である。なお、図1 B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省略している。

[0014] 図1 A, Bに示されるように、光モジュール100は、基板112および発光素子114を含む基板実装型の光電変換装置110と、光伝送体121を保持するフェルール120と、光レセプタクル本体131および2つの支持部132を有し、発光素子114と光伝送体121の端面とを光学的に接続させる光レセプタクル130と、光電変換装置110の基板112に対してフェルール120および光レセプタクル130を固定するための貫通孔140と、貫通孔140に充填された接着剤150と、を有する。光モジュール100では、光電変換装置110（基板112）上に光レセプタクル130が接着剤150により固定（接着）されるとともに、光レセプタクル130に光伝送体121を保持したフェルール120が接着剤の硬化物150により固定される。これにより、光モジュール100は、発光素子114および光伝送体121が光学的に接続された状態で使用される。

[0015] 光電変換装置110は、基板112および複数の発光素子114を有する。基板112は、板状の部材である。基板112上には、複数の発光素子114が配列されている。また、基板112には、フェルール120および光レセプタクル130が接着剤により固定（接着）される。基板112上における発光素子114の配列態様は、特に限定されない。本実施の形態では、発光素子114は、基板112の表面に対して垂直方向にレーザー光を出射するように、基板112上に一列に配置されている。発光素子114は、例えば垂直共振器面発光レーザー（VCSEL）である。

[0016] 図2 A～Dは、フェルール120の構成を示す図である。図2 Aは、フェルール120の平面図であり、図2 Bは、正面図であり、図2 Cは、背面図であり、図2 Dは、右側面図である。図2 Aおよび図2 Dでは、一点鎖線で光伝送体121を示している。

[0017] 図2 A～Dに示されるように、フェルール120は、複数の光伝送体121を保持する。フェルール120は、所定の厚みを有する略矩形の部材であり、光レセプタクル130の背面側（光レセプタクル本体131の背面）に固定されている。フェルール120は、挿入口122、凹部123、2つの

第1切り欠き溝124および2つの第2切り欠き溝125を有する。フェルール120は、例えば、エポキシ樹脂などの熱硬化性樹脂やPPSTなどの熱可塑性樹脂を用いて射出成形（必要に応じてトランスファー成形）により成形されうる。

[0018] 挿入口122には、光伝送体121が挿入される。挿入口122の形状は、光レセプタクル130から出射される光を受光できるように光伝送体121を保持することができれば、特に限定されない。挿入口122は、貫通孔であってもよいし、有底の凹部であってもよい。本実施の形態では、挿入口122は、フェルール120の正面および背面に開口した、基板112の表面と平行な貫通孔である。また、挿入口122の数および配列態様も特に限定されない。本実施の形態では、挿入口122は、一列に光伝送体121の数（12個）と同じ数配置されている。

[0019] 凹部123は、光レセプタクル130に対してフェルール120を位置決めする。凹部123の形状は、光レセプタクル130に配置された突起136と相補的な形状である。また、凹部123の数は、突起136の数と同じである。本実施の形態では、凹部123は、配列された挿入口122を両端から挟むように、2つ配置されている。

[0020] 2つの第1切り欠き溝124は、支持部132の先端部側の両側面に配置されている。第1切り欠き溝124は、フェルール120を側面視した場合、挿入口122の軸方向に直交する方向に沿って配置されている（図2D参照）。第1切り欠き溝124の基板112の表面と平行な断面の形状は、1／2円（半円）である。第1切り欠き溝124は、光モジュール100において、後述の第3切り欠き溝137と対向するように配置される。第1切り欠き溝124は、光モジュール100において、第3切り欠き溝137とともに第1貫通孔141を構成する。

[0021] 2つの第2切り欠き溝125は、光レセプタクル本体131側（支持部132の基端部側）の側面の両端部に配置されている。第2切り欠き溝125は、フェルール120を側面視した場合、挿入口122の軸方向に直交する

方向に沿って配置されている（図2D参照）。第2切り欠き溝125の基板112の表面と平行な断面の形状は、1/4円（扇形）である。第2切り欠き溝125は、光モジュール100において、後述の第4切り欠き溝138と対向するように配置される。第2切り欠き溝125は、光モジュール100において、第4切り欠き溝138とともに第2貫通孔142を構成する。

[0022] 光伝送体121は、光レセプタクル130から出射される光を受光する。光伝送体121の端部は、フェルール120に保持される。これにより、光伝送体121は、光レセプタクル130から出射される光を受光可能な位置に配置される。光伝送体121の数および配列態様は、特に限定されない。本実施の形態では、光伝送体121は、光レセプタクル130から出射された光を受光するように、基板112の表面と平行に、一列に12個配置されている。光伝送体121の種類は、特に限定されず、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121は、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。

[0023] 図3は、一実施の形態に係る光レセプタクル130の構成を示す図である。図3Aは、光レセプタクルの平面図であり、図3Bは、底面図であり、図3Cは、正面図であり、図3Dは、背面図であり、図3Eは、右側面図である。

[0024] 図3A～Eに示されるように、光レセプタクル130は、平面視したときに角型のU字（コ字）形状の部材である。光レセプタクル130は、光レセプタクル本体131および2つの支持部132を有する。光レセプタクル本体131および支持部132は、第2光学面135から出射される光の光軸と平行な面を対称面として面对称の形状である。

[0025] 光レセプタクル本体131は、透光性を有し、発光素子114から出射された光を入射し、光伝送体121の端面に向けて出射する。光レセプタクル本体131は、略直方体の形状である。光レセプタクル本体131は、複数の第1光学面（入射面）133、第3光学面（反射面）134、複数の第2

光学面（出射面）１３５および２つの突起１３６を有する。光レセプタクル本体１３１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、光レセプタクル本体１３１は、例えば射出成形により製造されうる。

[0026] 第１光学面１３３は、発光素子１１４から出射されたレーザー光を屈折させて光レセプタクル本体１３１の内部に入射させる入射面である。第１光学面１３３の数および配列態様は、特に限定されない。複数の第１光学面１３３は、１列に配列されていてもよいし、２列以上に配列されていてもよい。本実施の形態では、第１光学面１３３は、光レセプタクル本体１３１の底面側に、発光素子１１４とそれぞれ対向するように一列に１２個配列されている。第１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１光学面１３３の形状は、発光素子１１４向かって凸状の凸レンズ面である。また、第１光学面１３３の平面視形状は、円形である。第１光学面１３３の中心軸は、発光素子１１４の発光面（および基板１１２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１３３の中心軸は、発光素子１１４から出射されたレーザー光の光軸と一致することが好ましい。第１光学面１３３（入射面）で入射した光は、第３光学面１３４（反射面）に向かって進行する。

[0027] 第３光学面１３４は、第１光学面１３３で入射した光を第２光学面１３５に向けて反射させる反射面である。第３光学面１３４は、光レセプタクル本体１３１の底面から天面に向かうにつれて、光伝送体１２１に近づくように傾斜している。発光素子１１４から出射される光軸に対する第３光学面１３４の傾斜角度は、特に限定されない。本実施の形態では、第３光学面１３４の傾斜角度は、第１光学面１３３で入射した光の光軸に対して 45° である。第３光学面１３４の形状は、特に限定されない。本実施の形態では、第３光学面１３４の形状は、平面である。第３光学面１３４には、第１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。第３光学面１３

4は、入射した光を第2光学面135に向かって全反射させる。すなわち、第3光学面134（反射面）では、所定の光束径の光が入射して、所定の光束径の光が第2光学面135（出射面）に向かって出射する。

[0028] 第2光学面135は、第3光学面134で全反射した光を光伝送体121の端面に向けて出射させる出射面である。第2光学面135の数および配列態様は、特に限定されない。複数の第2光学面135は、1列に配列されていてもよいし、2列以上に配列されていてもよい。本実施の形態では、第2光学面135は、光レセプタクル本体131の背面に、光伝送体121の端面とそれぞれ対向するように一列に12個配置されている。第2光学面135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135の形状は、光伝送体121の端面に向かって凸状の凸レンズ面である。これにより、第3光学面134で反射した所定の光束径の光を光伝送体121の端面に効率良く接続させることができる。第2光学面135の中心軸は、光伝送体121の端面の中心軸と一致していることが好ましい。

[0029] 2つの突起136は、光レセプタクル本体131の背面に配置されている。2つの突起136は、それぞれ凹部123に対応する位置に配置されている。光レセプタクル本体131の2つの突起136に、光伝送体121を保持しているフェルール120の2つの凹部123をそれぞれ嵌合させることで、光レセプタクル本体131に対して光伝送体121を位置決めできる。

[0030] 支持部132は、略直方体であり、光レセプタクル本体131の背面に固定したフェルール120の両側に配置されている。支持部132の基端（正面）は、光レセプタクル本体131の両端部にそれぞれ接続されている。すなわち、支持部132は、第2光学面135から出射される光の光軸と同じ向きに配置されている。支持部132は、光レセプタクル本体131と同じ透光性の材料を用いて形成されてもよいし、光レセプタクル本体131と異なる非透光性の材料で形成されていてもよい。例えば、支持部132は、光レセプタクル130と同じ材料で、射出成形により一体として製造されうる。支持部132は、2つの第3切り欠き溝137および2つの第4切り欠き

溝 1 3 8 を有する。

[0031] 第3切り欠き溝 1 3 7 は、支持部 1 3 2 の先端部であって、支持部 1 3 2 のフェルール 1 2 0 側の側面に配置されている。具体的には、第3切り欠き溝 1 3 7 の位置は、第2光学面 1 3 5 から出射される光の光軸方向において、支持部 1 3 2 の先端から第1光学面 1 3 3 の中心までの距離のうち、支持部 1 3 2 の先端から 2 0 % の距離までに配置されていることが好ましい。第3切り欠き溝 1 3 7 の第2光学面 1 3 5 から出射される光と同じ方向の断面形状は、特に限定されない。本実施の形態では、第3切り欠き溝 1 3 7 の基板 1 1 2 の表面と平行な断面の形状は、1 / 2 円（半円）である。第3切り欠き溝 1 3 7 は、光モジュール 1 0 0 において、前述の第1切り欠き溝 1 2 4 と対向するように配置される。また、第3切り欠き溝 1 3 7 は、光モジュール 1 0 0 において、第1切り欠き溝 1 2 4 とともに第1貫通孔 1 4 1 を構成する。

[0032] 第4切り欠き溝 1 3 8 は、支持部 1 3 2 のフェルール 1 2 0 側の側面であって、光レセプタクル本体 1 3 1 および支持部 1 3 2 の接続部に配置されている。第4切り欠き溝 1 3 8 の第2光学面 1 3 5 から出射される光の光軸と同じ方向の断面形状は、特に限定されない。本実施の形態では、第4切り欠き溝 1 3 8 の基板 1 1 2 の表面と平行な断面の形状は、3 / 4 円（扇形）である。第4切り欠き溝 1 3 8 は、光モジュール 1 0 0 において、前述の第2切り欠き溝 1 2 5 と対向するように配置される。また、第4切り欠き溝 1 3 8 の内面は、光モジュール 1 0 0 において、第2切り欠き溝 1 2 5 とともに第2貫通孔 1 4 2 を構成する。

[0033] 光モジュール 1 0 0 の説明に戻る。貫通孔 1 4 0 は、フェルール 1 2 0 および光レセプタクル 1 3 0 を基板 1 1 2 に実装（固定）するために、接着剤を貯留される。このため、貫通孔 1 4 0 には、接着剤の硬化物 1 5 0 が充填されている。図 1 A に示されるように、貫通孔 1 4 0 は、2 つの第1貫通孔 1 4 1 および 2 つの第2貫通孔 1 4 2 を有する。光レセプタクル 1 3 0 に対してフェルール 1 2 0 を固定することで、第1切り欠き溝 1 2 4 および第3

切り欠き溝 1 3 7 が第 1 貫通孔 1 4 1 を構成し、第 2 切り欠き溝 1 2 5 および第 4 切り欠き溝 1 3 8 が第 2 貫通孔 1 4 2 を構成する。

[0034] 第 1 貫通孔 1 4 1 は、フェルール 1 2 0 および支持部 1 3 2 の境界に配置されている。第 1 貫通孔 1 4 1 の内面は、第 1 切り欠き溝 1 2 4 の内面および第 3 切り欠き溝 1 3 7 の内面を有する。第 1 貫通孔 1 4 1 のフェルール 1 2 0 側の内面が第 1 切り欠き溝 1 2 4 の内面であり、第 1 貫通孔 1 4 1 の支持部 1 3 2 側の内面が第 3 切り欠き溝 1 3 7 の内面である。第 1 貫通孔 1 4 1 は、支持部 1 3 2 の先端部に配置されている。具体的には、第 1 貫通孔 1 4 1 は、第 2 光学面 1 3 5 および複数の光伝送体 1 2 1 の間の光の光軸方向において、支持部 1 3 2 の先端から第 1 光学面 1 3 3 の中心までの距離 D_1 うち、支持部 1 3 2 の先端から 20% の距離 D_2 までに配置されていることが好ましい（図 1 A 参照）。第 1 貫通孔 1 4 1 の形状は、特に限定されない。本実施の形態では、第 1 貫通孔 1 4 1 の形状は、円柱形状である。第 1 貫通孔 1 4 1 の開口部の大きさは、特に限定されない。第 1 貫通孔 1 4 1 の開口部の大きさは、光レセプタクル 1 3 0 およびフェルール 1 2 0 の材料や大きさ、充填する接着剤の特性によって、適宜設定すればよい。また、接着剤は、光電変換装置 1 1 0（基板 1 1 2）上に光レセプタクル 1 3 0 を変形させないように、接着することができれば特に限定されない。たとえば、接着剤は、第 1 貫通孔 1 4 1 に充填される充填材や第 1 貫通孔 1 4 1 にシール材を詰め込むようにしたものであってもよい。また、公知の熱硬化性のエポキシ樹脂接着剤や紫外線硬化性の樹脂接着剤などを用いることもできる。

[0035] 第 2 貫通孔 1 4 2 は、フェルール 1 2 0、支持部 1 3 2 および光レセプタクル本体 1 3 1 の境界に配置されている。第 2 貫通孔 1 4 2 の内面は、第 2 切り欠き溝 1 2 5 の内面および第 4 切り欠き溝 1 3 8 の内面を有する。第 2 貫通孔 1 4 2 のフェルール 1 2 0 側の内面が第 2 切り欠き溝 1 2 5 の内面であり、第 2 貫通孔 1 4 2 の支持部 1 3 2 側の内面が第 4 切り欠き溝 1 3 8 の内面である。第 2 貫通孔 1 4 2 の形状は、特に限定されない。本実施の形態では、第 2 貫通孔 1 4 2 の形状は、円柱形状である。第 2 貫通孔 1 4 2 の開

口部の大きさは、特に限定されない。第2貫通孔142の開口部の大きさは、光レセプタクル130およびフェルール120の材料や大きさ、充填する接着剤の特性によって、適宜設定すればよい。また、第2貫通孔142に充填される接着剤としては、第1貫通孔141に充填される接着剤と同じものを用いることができる。

[0036] フェルール120および光レセプタクル130は、基板112に対して位置決めした後、貫通孔140（2つの第1貫通孔141および2つの第2貫通孔142）に接着剤を充填し、硬化させることにより、基板112に対して固定される。

[0037] より具体的には、各第1光学面133の中心軸と発光素子114から出射されるレーザー光の光軸が一致するように、基板112に対して光レセプタクル130を位置決めする。次に、各第2光学面135の中心軸と光伝送体121の受光面の中心軸が一致するように、光レセプタクル130に対してフェルール120を位置決めする。そして、第1貫通孔141および第2貫通孔142の内周面の全周ならびに基板112に接するように、第1貫通孔141および第2貫通孔142に接着剤を充填した後、接着剤を硬化させる。たとえば、熱硬化性のエポキシ樹脂接着剤を用いる場合は、接着剤を加熱する。これらの工程により、基板112に対して光レセプタクル130およびフェルール120が固定される。なお、光レセプタクル130にフェルールを位置決めした後に、基板112に対してフェルール120および光レセプタクル130を位置決めしてもよい。

[0038] 図4A、Bは、接着剤の硬化時における光モジュール100（光レセプタクル130およびフェルール120）の変形の方法を示す図である。図4Aは、貫通孔140を有さず、光レセプタクル130'の外側に接着剤を付けた場合における光モジュール100'の変形の方法を示した模式図である。図4Bは、本発明に係る光モジュール100の変形の方法を示した模式図である。なお、図4A、Bでは、光伝送体121を省略している。

[0039] 図4Aの実線矢印に示されるように、貫通孔140を有さない光レセプタ

クル１３０'を含む光モジュール１００'において、支持部１３２'の外側の側面において接着剤で固定した場合、支持部１３２'は、外側（接着剤の硬化物１５０側）に向かって引っ張られるように変形してしまう。このとき、支持部１３２'は、光レセプタクル本体１３１'が基端部に接続されているため、基端側より先端側の方が大きく変形してしまう。また、支持部１３２'が外側に向かって変形することに伴い、光レセプタクル本体１３１'がフェルール１２０'側に凸となるように変形してしまう。

[0040] 一方、図４Ｂに示されるように、本実施の形態に係る光モジュール１００では、硬化に伴う接着剤の収縮により、接着剤の硬化物１５０に接しているフェルール１２０（第１切り欠き溝１２４の内面；破線矢印参照）および支持部１３２（第３切り欠き溝１３７の内面；実線矢印参照）は、第１貫通孔１４１の中心に向かって引っ張られる。また、図４Ｂに示されるように、硬化に伴う接着剤の収縮により、接着剤に接しているフェルール１２０（第２切り欠き溝１２５の内面；破線矢印参照）および光レセプタクル本体１３１および支持部１３２（第４切り欠き溝１３８の内面；実線矢印参照）は、第２貫通孔１４２の中心に向かって引っ張られる。本実施の形態では、接着剤は、貫通孔１４０の内周面に接している。このため、フェルール１２０および光レセプタクル１３０に作用して変形させる、接着剤の収縮に由来する平面方向の力は、互いに相殺される。したがって、フェルール１２０側への光レセプタクル本体１３１の変形を抑制することにより、第１光学面１３３、第２光学面１３５および第３光学面１３４の変形が少なくなり、光モジュール１００の変形を抑制できることがわかる。

[0041] （シミュレーション）

次に、フェルール側への光レセプタクル本体の変形について調べた。本発明に係る光モジュール１００について、熱硬化性のエポキシ樹脂接着剤で固定した時の（加熱した後の）第１光学面１３３の移動距離（光レセプタクル１３０の変形量）についてシミュレーションを行った。加熱による各第１光学面１３３の平面方向（Ｘ軸方向）の移動距離は、有限要素法により解析し

た。また、比較のため、図4 Aに示される、貫通孔140を有さないモジュール100'についても、シミュレーションを行った。シミュレーションのために設定した各パラメータを表1に示す。シミュレーションにおける熱硬化性のエポキシ樹脂接着剤の硬化温度は100℃とし、硬化時間は1時間とした。また、第1貫通孔141は、支持部132の先端から第1光学面133中心までの距離のうち、支持部132の先端から14%までの距離に配置した。なお、光レセプタクルは、対称面に対して面对称の形状であるため、右半分に対してのみシミュレーションを行った。また、第1光学面133は、最も左側の第1光学面133を1番として、各第1光学面133に12番まで番号を付した。したがって、本シミュレーションでは、第7番～12番の第1光学面133の移動距離についてシミュレーションを行った。

[0042] [表1]

	基板	光レセプタクル	フェルルール	接着剤
材料	ガラスエポキシ	ポリエーテル イミド	エポキシ樹脂	熱硬化性エポキシ 樹脂接着剤
ヤング率 (GPa)	24.6	3.4	22	8.8
ポアソン比	0.2	0.4	0.3	0.3
線膨張係数 (1/℃)	1.1×10^{-5}	5.6×10^{-5}	1.1×10^{-5}	4.0×10^{-5}

[0043] 図5は、各第1光学面（入射面）の番号と、接着剤の硬化による第1光学面の移動距離との関係を示すグラフである。ここで、「X軸方向」とは、第2光学面の中心軸に沿う方向（図3 A, Bにおける上下方向）を意味する。このグラフにおいて、横軸は、上記した方法により付した第1光学面133の番号である。縦軸は、接着剤の硬化前の第1光学面133の位置からの接着剤の硬化後の第1光学面133の移動距離を示している。黒丸のシンボルは、図4 Aに示される比較例の光モジュール100'を用いた場合のシミュレーション結果を示しており、白丸のシンボルは、図1に示される本発明に係る光モジュール100を用いたシミュレーション結果を示している。

[0044] 図5に示されるように、貫通孔140を有さない比較例の光モジュール100'では、接着剤の硬化により、第1光学面133がX軸方向に大きく移動したことがわかる。一方、貫通孔140を有する光モジュール100では

、第1光学面133の移動が抑制されていることがわかる。なお、第1貫通孔141の中心の位置は、支持部132の先端から第1光学面133中心までの距離のうち、支持部132の先端から20%までの位置であれば、X軸方向の移動距離に大きな差異は見られなかった。

[0045] (効果)

以上のように、本発明に係る光モジュール100は、支持部132の先端部に配置され、内面が支持部132およびフェルール120に囲まれた2つの第1貫通孔141と、内面が支持部132、フェルール120および光レセプタクル本体131に囲まれた2つの第2貫通孔142とを有する。これにより、フェルール120および光レセプタクル130に作用して変形させる、接着剤の収縮に由来する平面方向の力は、互いに相殺される。よって、本発明に係る光モジュール100は、接着剤を用いて基板112に光レセプタクル130およびフェルール120を固定するときにも、変形を抑制することができる。

[0046] なお、複数の第1光学面133は、光レセプタクル本体131の正面側に配置され、複数の第2光学面135は、第1光学面133と対向するように光レセプタクル本体131の背面側に配置されていてもよい。この場合、反射面は不要である。また、第1貫通孔141は、支持部132の先端部に配置されている。

[0047] また、上記実施の形態に係る光モジュール100は、発光素子114から出射されたレーザー光の出力（例えば、強度や光量）を監視してもよい。特に図示しないが、この場合、光モジュール100の光電変換装置110は、基板112と、発光素子114と、基板112に配置された受光素子と、受光素子によって受光されたモニター光の強度や光量に基づいて、発光素子114から出射するレーザー光の出力を制御する制御部とを有する。また、光レセプタクル130は、第1光学面で入射した光を、光伝送体121に向かう信号光と、受光素子に向かうモニター光とに分離する、分離部を有する。

[0048] また、上記各実施の形態に係る光レセプタクルでは、第1光学面133お

よび第2光学面135が凸レンズ面である場合を示したが、第1光学面133および第2光学面135は平面であってもよい。具体的には、第1光学面133のみが平面であってもよいし、第2光学面135のみが平面であってもよい。第1光学面133が平面に形成されている場合、例えば、第3光学面134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133や第3光学面134などにより、第2光学面135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135が平面に形成されていてもよい。

[0049] また、上記各実施の形態に係る光レセプタクルは、受信側の光モジュールにも使用することができる。この場合、受信用の光モジュールは、複数の発光素子114の代わりに光を受光するための複数の受光素子を有する。複数の受光素子は、それぞれ発光素子と同じ位置に配列される。受信用の光モジュールでは、第2光学面135が入射面となり、第1光学面133が出射面となる。光伝送体121の端面から出射された光は、第2光学面135から光レセプタクル内に入射する。そして、光レセプタクルに入射した光は、第3光学面134で反射して第1光学面133から受光素子に向かって出射される。また、反射面を有さない光モジュールでは、光レセプタクルに入射した光は、第1光学面133から受光素子に向かって出射される。

[0050] 本出願は、2013年12月24日出願の特願2013-265288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

[0051] 本発明に係る光モジュールは、光伝送体を用いた光通信に有用である。

符号の説明

[0052] 100, 100' 光モジュール
110 光電変換装置
112 基板
114 発光素子

- 1 2 0, 1 2 0' フェルール
- 1 2 1 光伝送体
- 1 2 2 挿入口
- 1 2 3 凹部
- 1 2 4 第1切り欠き溝
- 1 2 5 第2切り欠き溝
- 1 3 0, 1 3 0' 光レセプタクル
- 1 3 1, 1 3 1' 光レセプタクル本体
- 1 3 2, 1 3 2' 支持部
- 1 3 3 第1光学面
- 1 3 4 第3光学面
- 1 3 5 第2光学面
- 1 3 6 突起
- 1 3 7 第3切り欠き溝
- 1 3 8 第4切り欠き溝
- 1 4 0 貫通孔
- 1 4 1 第1貫通孔
- 1 4 2 第2貫通孔
- 1 5 0 接着剤の硬化物（接着剤）

請求の範囲

[請求項1]

基板と、

前記基板の上に配列された複数の発光素子または配列された複数の受光素子と、

前記複数の発光素子からの光をそれぞれ受光するか、または前記複数の受光素子に光をそれぞれ出射するための配列された複数の光伝送体を保持するフェルールと、

前記基板上に配置されるとともに、前記フェルールを固定され、前記複数の発光素子または前記複数の受光素子と、前記複数の光伝送体とをそれぞれ光学的に接続するための光レセプタクルと、

前記フェルールおよび前記光レセプタクルの境界に、前記基板に対して略垂直方向に形成された4つの貫通孔と、

前記4つの貫通孔に充填された、前記基板に対して前記フェルールおよび前記光レセプタクルを接着する接着剤と、

を有し、

前記光レセプタクルは、

前記複数の発光素子から出射された光をそれぞれ入射させるか、内部を通る光を前記複数の受光素子に向けてそれぞれ出射させるための配列された複数の第1光学面と、前記複数の第1光学面で入射した光を前記複数の光伝送体の端面に向けてそれぞれ出射させるか、前記複数の光伝送体からの光をそれぞれ入射させるための配列された複数の第2光学面と、を含み、前記複数の第2光学面に前記複数の光伝送体に対向するように、背面に前記フェルールが固定された光レセプタクル本体と、

前記フェルールの両側面側に配置され、基端が前記光レセプタクル本体に接続された2つの支持部と、

を含み、

前記4つの貫通孔は、

前記支持部の先端部および前記フェルールに囲われた２つの第１貫通孔と、

前記光レセプタクル本体、前記支持部および前記フェルールに囲われた２つの第２貫通孔と、

を含む、

光モジュール。

[請求項２] 前記光レセプタクル本体は、前記複数の第１光学面で入射した光を前記複数の第２光学面に向かって反射させるか、前記複数の第２光学面で入射した光を前記複数の第１光学面に向かって反射させるための反射面をさらに有する、請求項１に記載の光モジュール。

[請求項３] 前記複数の第１光学面は、前記光レセプタクル本体の底面側に配置され、

前記複数の第２光学面は、前記光レセプタクル本体の背面側に配置され、

前記第１貫通孔は、前記複数の第２光学面および前記複数の光伝送体の間の光の光軸方向において、前記支持部の先端から前記第１光学面の中心までの距離のうち、前記支持部の先端から２０％の距離までに配置されている、

請求項２に記載の光モジュール。

[請求項４] 前記複数の第１光学面は、前記光レセプタクル本体の正面側に配置され、

前記複数の第２光学面は、前記光レセプタクル本体の背面側に配置され、

前記第１貫通孔は、前記複数の第２光学面および前記複数の光伝送体の間の光の光軸方向において、前記支持部の先端から前記第１光学面の中心までの距離のうち、前記支持部の先端から２０％の距離までに配置されている、

請求項１に記載の光モジュール。

[図1]

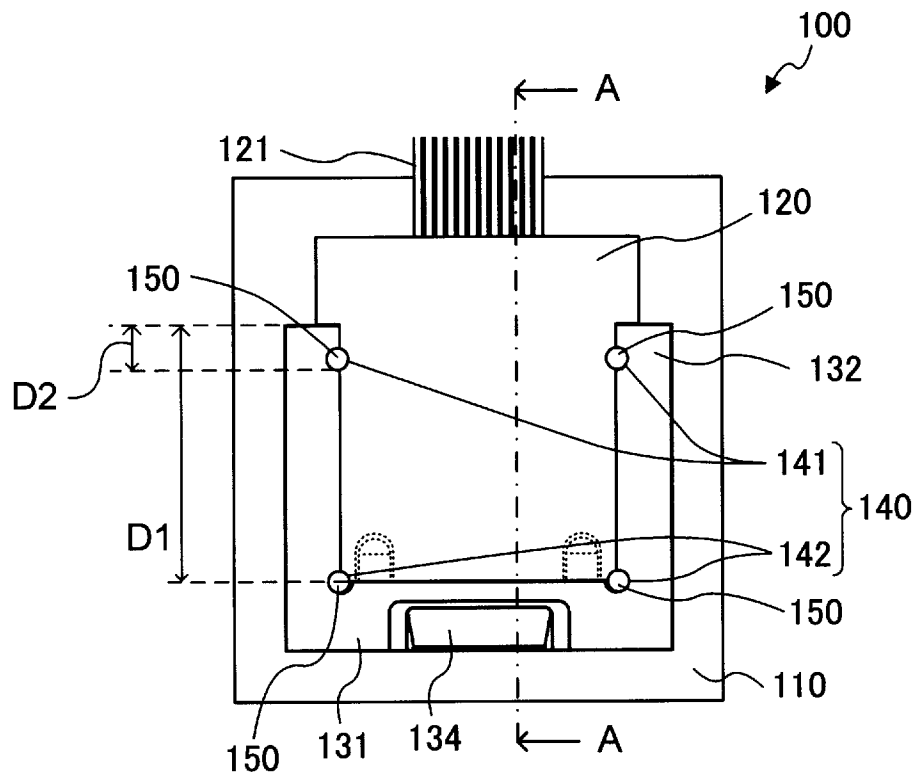


図1A

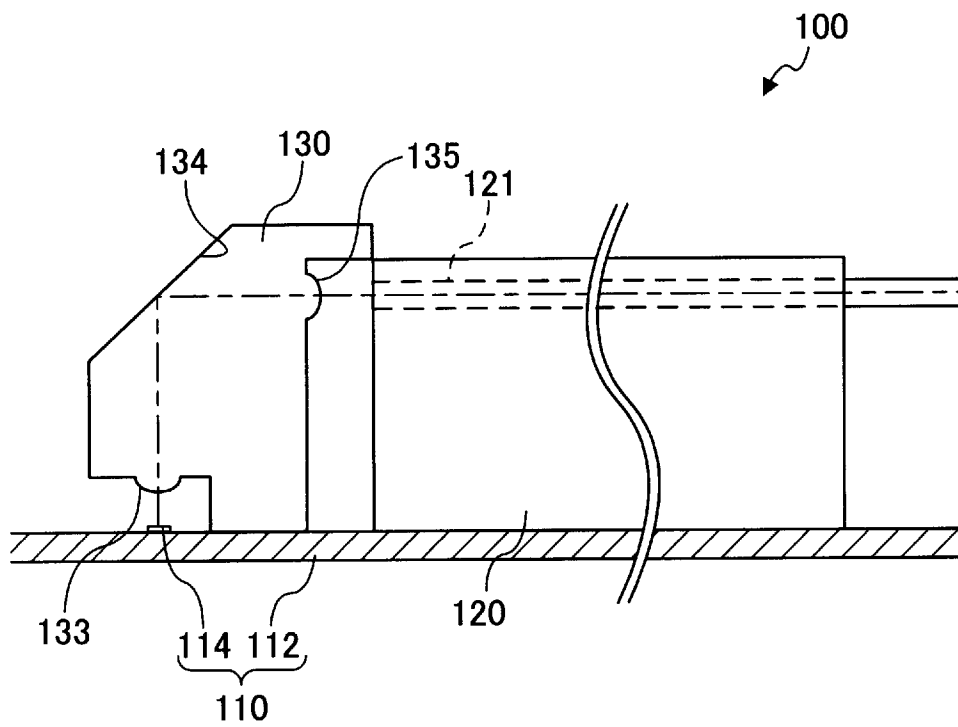


図1B

[図2]

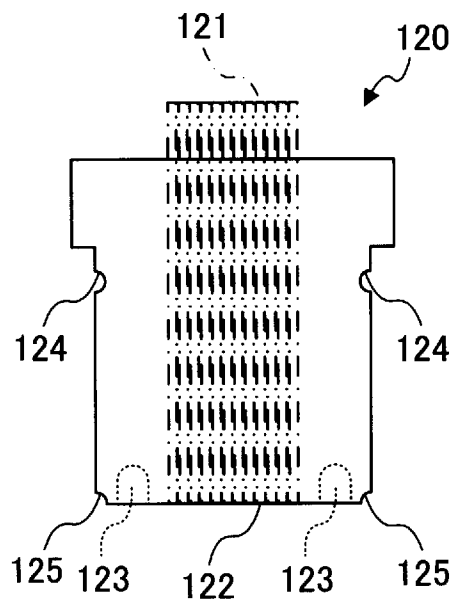


図2A

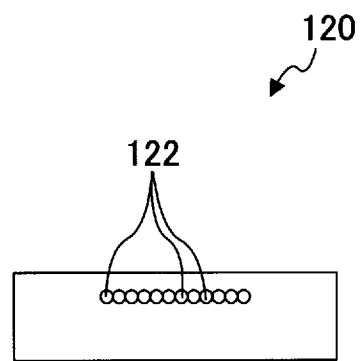


図2C

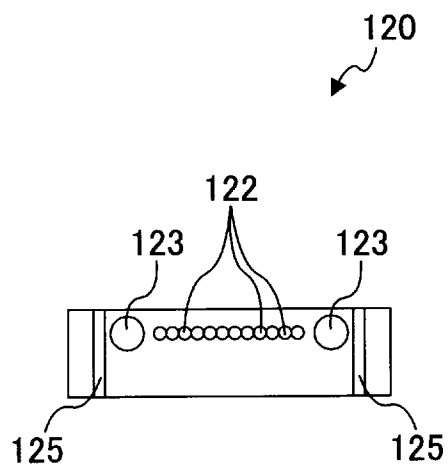


図2B

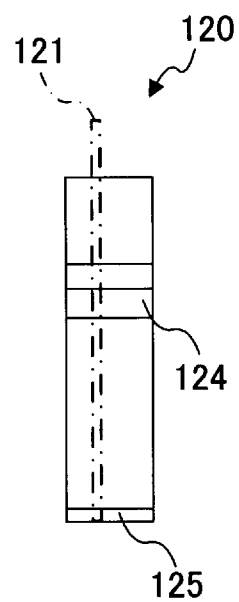


図2D

[図3]

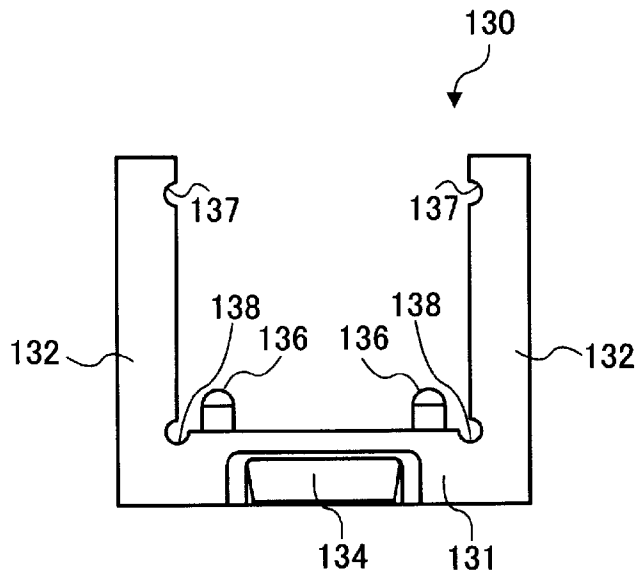


図3A

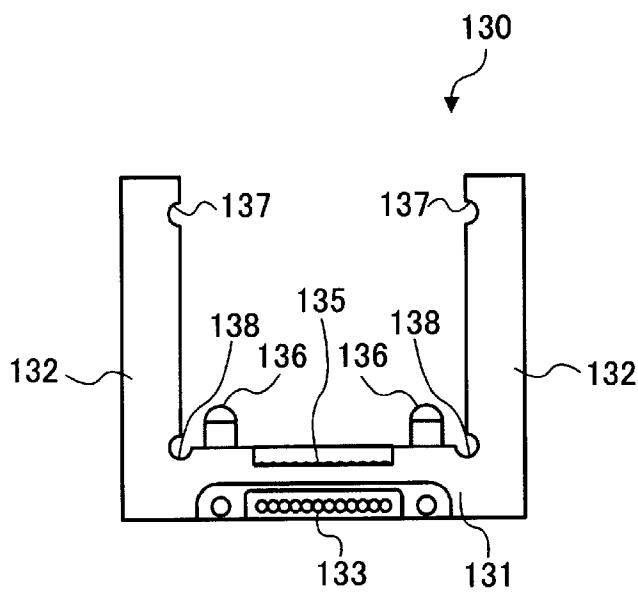


図3B

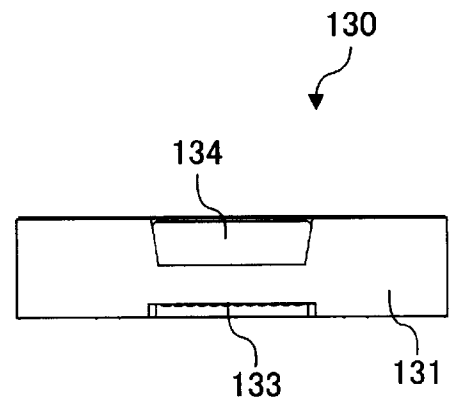


図3C

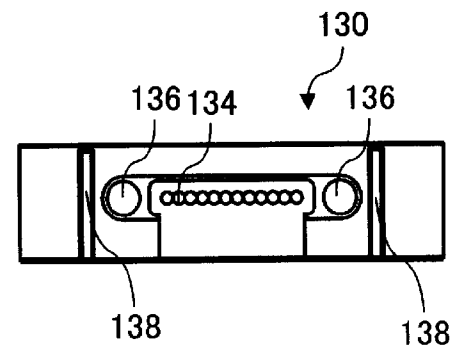


図3D

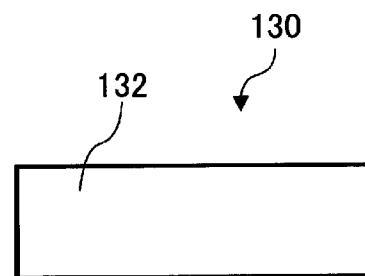


図3E

[図4]

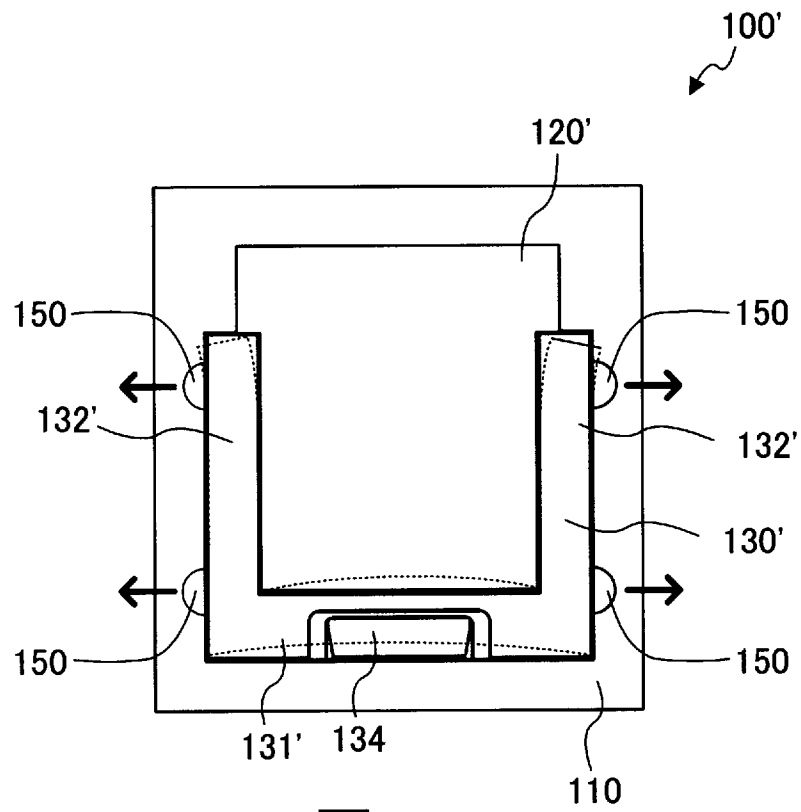


図4A

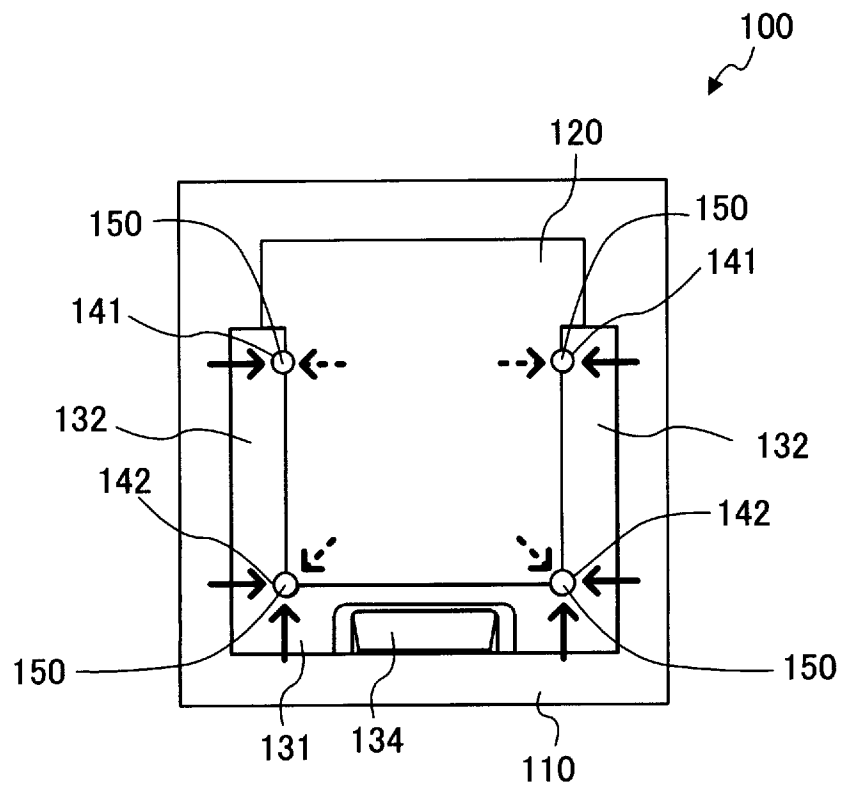
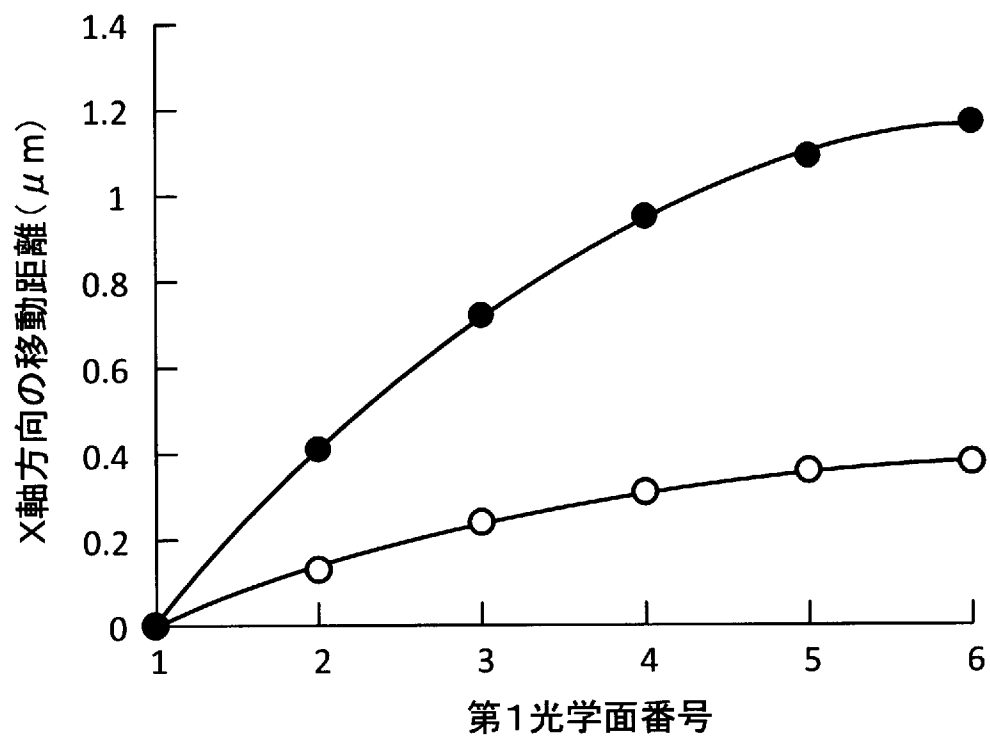


図4B

[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/083846

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B6/42(2006.01)i, H01L31/0232(2014.01)i, H01S5/022(2006.01)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)

G02B6/42, H01L31/0232, H01S5/022

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
A	JP 2012-108443 A (Enplas Corp.), 07 June 2012 (07.06.2012), entire text; all drawings & US 2013/0266260 A1 & EP 2657738 A1 & WO 2012/086429 A1 & TW 201237488 A & CN 103430069 A	1-4
A	WO 2013/183273 A1 (Enplas Corp.), 12 December 2013 (12.12.2013), entire text; all drawings & TW 201400903 A & CN 104335094 A	1-4
A	JP 2005-189257 A (Hirose Electric Co., Ltd.), 14 July 2005 (14.07.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-4

☒ 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
19 March 2015 (19.03.15)

Date of mailing of the international search report
31 March 2015 (31.03.15)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/083846

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-317658 A (Mitsubishi Electric Corp.), 10 November 2005 (10.11.2005), paragraphs [0029] to [0031]; fig. 6 (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B6/42(2006.01)i, H01L31/0232(2014.01)i, H01S5/022(2006.01)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（I P C））

Int.Cl. G02B6/42, H01L31/0232, H01S5/022

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
A	JP 2012-108443 A（株式会社エンプラス） 2012.06.07, 全文, 全図 & US 2013/0266260 A1 & EP 2657738 A1 & WO 2012/086429 A1 & TW 201237488 A & CN 103430069 A	1-4
A	WO 2013/183273 A1（株式会社エンプラス） 2013.12.12, 全文, 全図 & TW 201400903 A & CN 104335094 A	1-4

☒ 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

1 9 . 0 3 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

3 1 . 0 3 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

古田 敦浩

2 X

5 2 6 3

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 4

C (続き) . 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
A	JP 2005-189257 A (ヒロセ電機株式会社) 2005.07.14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2005-317658 A (三菱電機株式会社) 2005.11.10, 段落【0029】 - 【0031】, 図6 (ファミリーなし)	1-4