

(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
2023年2月9日(09.02.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/013349 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 6/42 (2006.01) *H01S 5/02253* (2021.01)
G02B 6/32 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/026759

(22) 国際出願日: 2022年7月5日(05.07.2022)

(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 2021-128962 2021年8月5日(05.08.2021) JP

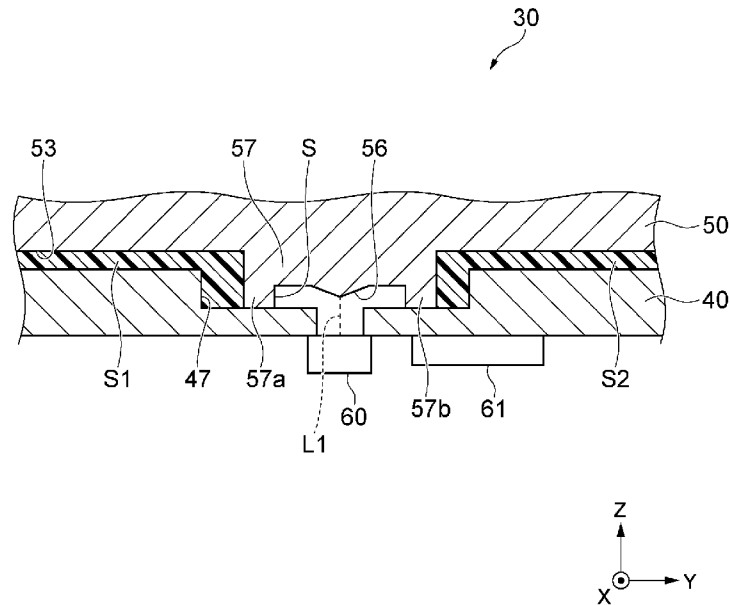
(71) 出願人: 住友電気工業株式会社
(SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.)

[JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 島田 健作 (SHIMADA Kensaku); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 井上 武 (INOUE Takeshi); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 石田 拓也 (ISHIDA Takuya); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 内藤 達彦 (NAITO Tatsuhiko); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).

(54) Title: OPTICAL MODULE AND OPTICAL CONNECTOR CABLE

(54) 発明の名称: 光モジュール及び光コネクタケーブル



(57) Abstract: An optical module (30) comprises a substrate (40), an optical element (60), and a lens module (50). The optical element (60) is mounted on the substrate (40). The lens module (50) has an outer surface (52) and an inner surface (53) facing each other, and a lens (56) provided to the inner surface so as to be optically coupled to the optical element (60), and an optical fiber (11) and the optical element (60) are optically coupled via a lens (56). The lens module (50) is mounted on the substrate (40) so that the inner surface (53) faces the substrate (40), and the lens module (50) is attached to the

(74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外 (HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 9階 創英国際特許法律事務所 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

substrate (40) by adhesives (S1, S2) which are introduced into a gap between the inner surface (53) and the substrate (40). Inflow prevention structures (47, 57) for preventing inflow of the adhesives (S1, S2) toward the optical axis of the lens (56) are provided between the substrate (40) and the lens module (50) and between the lens (56) and the adhesives (S1, S2).

(57) 要約: 光モジュール (30) は、基板 (40)、光素子 (60)、及び、レンズモジュール (50) を備える。光素子 (60) は、基板 (40) に搭載される。レンズモジュール (50) は、互いに対向する外表面 (52) 及び内面 (53) と、光素子 (60) に光学的に結合するように内面に設けられるレンズ (56) とを有し、レンズ (56) を介して光ファイバ (11) と光素子 (60) とを光学的に結合する。レンズモジュール (50) は、内面 (53) が基板 (40) に対向するように基板 (40) に搭載されると共に、内面 (53) と基板 (40) との隙間に導入された接着剤 (S1, S2) により基板 (40) に取り付けられる。光モジュール (30) には、基板 (40) とレンズモジュール (50) との間であって且つレンズ (56) と接着剤 (S1, S2) との間に、レンズ (56) の光軸への接着剤 (S1, S2) の流入を防止する流入防止構造 (47, 57) が設けられている。

明 細 書

発明の名称： 光モジュール及び光コネクタケーブル

技術分野

[0001] 本開示は、光モジュール及び光コネクタケーブルに関する。本出願は、2021年8月5日出願の日本出願第2021-128962号に基づく優先権を主張し、前記日本出願に記載された全ての記載内容を援用する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、基板に搭載された光電変換素子（光素子）に対して光ファイバを光学的に接続する光学部品（光モジュール）の一例が開示されている。この光学部品は、光ファイバから水平方向に出射された光をレンズ部品によって垂直方向に伝搬する光へと変換し、この光を基板に搭載された光電変換素子へと入射させる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2019-082508号公報

発明の概要

[0004] 本開示の光モジュールは、基板、光素子、及び、レンズモジュールを備える。光素子は、基板に搭載される。レンズモジュールは、互いに対向する外表面及び内面と、光素子に光学的に結合するように内面に設けられるレンズとを有し、レンズを介して光ファイバと光素子とを光学的に結合する。レンズモジュールは、内面が基板に対向するように基板に搭載されると共に、内面と基板との隙間に導入された接着剤により基板に取り付けられる。基板とレンズモジュールとの間であって且つレンズと接着剤との間に、レンズの光軸への接着剤の流入を防止する流入防止構造が設けられている。

[0005] 本開示の光コネクタケーブルは、上述の光モジュールと、光ファイバケーブルと、を備える。光ファイバケーブルは、少なくとも1つの光ファイバを有する。この光コネクタケーブルでは、光ファイバがレンズを介して光素子

と光学的に結合するように光ファイバケーブルが光モジュールに取り付けられる。

図面の簡単な説明

[0006] [図1]図 1 は、一実施形態に係る光コネクタケーブルを示す斜視図である。

[図2]図 2 は、保護部材を除去した光コネクタケーブルを示す斜視図である。

[図3]図 3 は、光モジュールを基板の第 1 面の上方から視認した平面図である。

。

[図4]図 4 は、光モジュールを基板の第 2 面の上方から視認した平面図である。

。

[図5]図 5 は、図 3 に示す V-V 線に沿って光モジュールを切断した際の断面図である。

[図6]図 6 は、図 5 に示す破線 A によって囲まれた部分の拡大図である。

[図7]図 7 は、図 3 に示す光モジュールに用いられる基板を示す斜視図である。

。

[図8]図 8 は、図 7 に示す破線 B によって囲まれた部分の拡大図である。

[図9]図 9 は、図 5 に示す破線 C によって囲まれた部分の拡大図である。

[図10]図 10 は、第 1 変形例に係る光モジュールの構成を示す一部断面の模式図である。

[図11]図 11 は、第 2 変形例に係る光モジュールの構成を示す一部断面の模式図である。

[図12]図 12 は、第 3 変形例に係る光モジュールの構成を示す一部断面の模式図である。

[図13A]図 13 A は、第 3 変形例に用いられるレンズモジュールの内面の例を示す平面図である。

[図13B]図 13 B は、第 3 変形例に用いられるレンズモジュールの内面の別の例を示す平面図である。

[図13C]図 13 C は、第 3 変形例に用いられるレンズモジュールの内面の更に別の例を示す平面図である。

発明を実施するための形態

[0007] [本開示が解決しようとする課題]

従来の光モジュールは、光ファイバと光素子とを光モジュールの内面に設けたレンズを介して光学的に接続している。このような光モジュールでは、基板に対してレンズモジュールを実装する際、基板とレンズモジュールとの間に接着剤を導入して両者を固定する。しかしながら、光モジュールの薄形化に伴い、基板とレンズモジュールとの隙間が微小になり、隙間に導入された接着剤の広がり制御することが難しくなっている。このため、接着剤の一部がレンズモジュール内面の内側に設けたレンズ付近まで流入し、光ファイバと光素子とを光結合するためのレンズの光路を阻害してしまう場合がある。

[0008] 本開示は、レンズ光路の阻害を防止して、光ファイバと光素子との光結合を安定的に行うことができる、光モジュール及び光コネクタケーブルを提供することを目的とする。

[0009] [本開示の効果]

本開示によれば、光ファイバと光素子との間の光結合を安定的に行うことができる。

[0010] [本開示の実施形態の説明]

最初に、本開示の実施形態の内容を列記して説明する。一実施形態に係る光モジュールは、基板、光素子、及び、レンズモジュールを備える。光素子は、基板に搭載される。レンズモジュールは、互いに対向する外表面及び内面と、光素子に光学的に結合するように内面に設けられたレンズとを有し、レンズを介して光ファイバと光素子とを光学的に結合する。レンズモジュールは、内面が基板に対向するように基板に搭載されると共に、内面と基板との隙間に導入された接着剤により基板に取り付けられる。基板とレンズモジュールとの間であって且つレンズと接着剤との間に、レンズの光軸への接着剤の流入を防止する流入防止構造が設けられている。

[0011] この光モジュールでは、基板とレンズモジュールとの間であって且つレン

ズと接着剤との間に、レンズの光軸への接着剤の流入を防止する流入防止構造が設けられている。この流入防止構造により、レンズモジュールと基板との隙間に導入された接着剤がレンズモジュールの内面に設けられたレンズまで流入することが防止され、光ファイバと光素子とを光結合するためのレンズの光路を接着剤が阻害することがない。よって、この光モジュールによれば、光ファイバと光素子との間の光結合を安定的に行うことができる。

[0012] 一実施形態として、流入防止構造は、基板のレンズモジュールに対向する面であってレンズに対向する領域付近に設けられた溝又は凹部を含んでもよい。この態様によれば、基板とレンズモジュールとの隙間に導入された接着剤がレンズの光軸まで流入してしまうことを簡易な構成によって防止することができる。よって、この光モジュールによれば、光ファイバと光素子との間の光結合を簡易な構成で安定的に行うことができる。なお、ここでいう領域付近とは、レンズに対向する領域だけでなく、この対向領域と接着剤との間の領域を含む趣旨である。また、流入防止構造である溝又は凹部は、基板の面方向において長手方向と交差する幅方向に沿って延在していてもよいし、幅方向の外側まで延在していてもよい。

[0013] 一実施形態として、流入防止構造は、レンズモジュールの内面であってレンズと接着剤との間に設けられた壁を含んでもよい。この態様によれば、基板とレンズモジュールとの隙間に導入された接着剤がレンズの光軸まで流入してしまうことを簡易な構成によって防止することができる。よって、この光モジュールによれば、光ファイバと光素子との間の光結合を簡易な構成で安定的に行うことができる。流入防止構造である壁は、レンズモジュールの面方向において長手方向と交差する幅方向に沿って延在していてもよいし、幅方向の外側まで延在していてもよい。また、この壁は、レンズモジュールが接着剤により基板に取り付けられた際に基板に当接してもよい。これにより、接着剤の流入をより確実に防止することができる。

[0014] 一実施形態として、流入防止構造は、レンズモジュールの内面であってレンズと接着剤との間に設けられた誘導溝を含んでもよい。この態様によれば

、基板とレンズモジュールとの隙間に導入された接着剤がレンズの光軸まで流入してしまうことを簡易な構成によって防止することができる。よって、この光モジュールによれば、光ファイバと光素子との間の光結合を簡易な構成で安定的に行うことができる。流入防止構造である誘導溝は、レンズモジュールの面方向において長手方向と交差する幅方向に沿って延在していてもよいし、幅方向の外側まで延在していてもよい。なお、流入防止構造としては、上述した溝又は凹部、壁、及び、誘導溝のいずれか2つ又は3つを組み合わせた構成であってもよい。

[0015] 一実施形態として、基板とレンズモジュールの内面との隙間の幅が1 mm以下であり、接着剤がこの隙間に導入されていてもよい。この態様によれば、基板とレンズモジュールとがより薄く取り付けられることになり、光モジュールを薄形化することができる。なお、このような微小な隙間に接着剤を導入すると接着剤が内部まで容易に到達してしまう虞があるが、本実施形態に係る光モジュールには流入防止構造が設けられているため、レンズの光軸に接着剤が付着することが防止されており、光ファイバと光素子との光結合を安定的に行うことが可能となる。

[0016] 一実施形態として、流入防止構造は、レンズの光軸から、その光軸に直交する面方向に5 mm以内の領域に設けられていてもよい。この態様によれば、基板とレンズモジュールとの間に導入される接着剤の量を十分に確保しつつ、基板に対してレンズモジュールをより確実に取り付けることができる。

[0017] 一実施形態として、流入防止構造は、第1流入防止構造と第2流入防止構造とを含んでもよく、第1流入防止構造はレンズに対して一方に配置され、第2流入防止構造はレンズに対して他方に配置されてもよい。この態様によれば、基板とレンズモジュールとの間においてレンズの一方及び他方に導入される接着剤の何れもレンズの光軸領域に流入してしまうことを防止することができる。よって、この光モジュールによれば、光ファイバと光素子とをより安定して光結合させることができる。

[0018] 一実施形態として、基板には、底部を有するように基板の第1面から基板

の第2面に向かって窪むキャビティが形成されてもよく、キャビティにはレンズモジュールの少なくとも一部が収容されてもよい。キャビティは、第1キャビティと、第1キャビティの第1底部よりも第2面の近くに位置している第2底部を有する第2キャビティとを有してもよい。レンズは、第2キャビティに収容されていてもよい。この場合、光モジュールをより確実に薄型化することができる。また、この実施形態において、流入防止構造は、第2キャビティに収容されていてもよい。

[0019] 一実施形態として、レンズモジュールは、外表面に搭載される光ファイバから出射された光が光素子へと入射するように、又は、光素子から出射された光が外表面に搭載された光ファイバへと入射するように光の伝搬方向を変換するミラーを有していてもよい。この態様によれば、基板に沿って位置する光ファイバと、光ファイバに対して基板を挟んで位置する光素子とをミラーを用いて光学的に結合することができる。

[0020] 一実施形態に係る光コネクタケーブルは、上述したいずれかの光モジュールと、光ファイバケーブルと、を備える。光ファイバケーブルは、少なくとも1つの光ファイバを有する。この光コネクタケーブルでは、光ファイバがレンズを介して光素子と光学的に結合するように光ファイバケーブルが光モジュールに取り付けられる。

[0021] この光コネクタケーブルでは、基板とレンズモジュールとの間であって且つレンズと接着剤との間に、レンズの光軸への接着剤の流入を防止する流入防止構造が設けられている。この態様によれば、基板とレンズモジュールとの隙間に導入された接着剤がレンズモジュールの内面に設けられたレンズまで流入してしまうことを防止することができる。よって、この光コネクタケーブルによれば、光ファイバと光素子との光結合を安定的に行うことができる。

[0022] [本開示の実施形態の詳細]

本開示に係る光モジュール及び光コネクタケーブルの具体例を、以下に図面を参照しつつ説明する。本発明はこれらの例示に限定されるものではなく

、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。図面の説明においては同一要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。

[0023] 図1及び図2を参照して、一実施形態に係る光コネクタケーブル1について説明する。図1は、一実施形態に係る光コネクタケーブル1を示す斜視図である。図2は、保護部材20を除去した光コネクタケーブル1を示す斜視図である。以下、説明のために、光コネクタケーブル1の端部の幅方向を方向Xとし、当該端部の延在方向を方向Yとし、当該端部の厚み方向を方向Zとする。本実施形態においては、方向X、方向Y及び方向Zは互いに直交している。

[0024] 光コネクタケーブル1は、例えばデバイス間において光信号を送受信する際に使用するケーブルである。図1及び図2に示すように、光コネクタケーブル1は、光ファイバケーブル10、保護部材20、及び光モジュール30を備えている。図1及び図2では、光ファイバケーブル10の一端を示しているが、光ファイバケーブル10の他端も同様の構成を有していてもよい。

[0025] 図2に示すように、光ファイバケーブル10は、複数の光ファイバ11及びケーブル外被12を有する。各光ファイバ11は、光信号を伝達するための部材である。各光ファイバ11は、その大部分がケーブル外被12の内部に收容され、先端部分がケーブル外被12の外部に露出している。複数の光ファイバ11は、方向Xに沿って一次元状に並んで配置されている。ケーブル外被12の内部では、全ての光ファイバ11が互いに密接してまとまって收容されている。一方、ケーブル外被12の外部においては、複数の光ファイバ11は数本（本実施形態においては4本から6本）の束に分岐し、それぞれの束の端部が各レンズモジュール50によって保持されている。各光ファイバ11は、例えば、コア及び当該コアを囲むクラッドからなるガラスファイバを、樹脂で被覆することにより形成されてもよい。各光ファイバ11は、シングルモード光ファイバ（SMF）又はマルチモード光ファイバ（MMF）であってもよい。

[0026] 図1に示すように、保護部材20は、方向X及び方向Yに沿って広がる扁平形状を呈する部材であり、内部に光モジュール30を収容可能となっている。保護部材20は、外部からの衝撃等から光モジュール30を保護する。保護部材20は、内側層21及び当該内側層21を覆う外側層22からなる積層構造を有する。内側層21の材料は、例えば金属であってもよい。また、外側層22の材料は、例えば樹脂であってもよい。光コネクタケーブル1の先端において、内側層21の一部は外側層22から露出している。この露出部分は、例えば、光コネクタケーブル1が接続されるデバイスに設けられた受け口へと挿入される。

[0027] 次に、光モジュール30について、図3から図6を参照して説明する。図3は、光モジュール30を基板40の第1面41の上方から視認した平面図である。図4は、光モジュール30を基板40の第2面42の上方から視認した平面図である。図5は、図3に示すV-V線に沿って光モジュール30を切断した際の断面図である。図6は、図5に示す破線Aによって囲まれた部分の拡大図である。光モジュール30は、基板40、複数のレンズモジュール50、複数の光素子60、及び複数のIC61を備える。

[0028] 基板40は、各種の光素子及び電子素子が搭載される板状部材である。基板40は、方向Yにおいて対向する第1端面40a及び第2端面40bを有しており、例えば厚さが0.2mm以上0.8mm以下の薄い基板であってもよい。基板40の内側には、ICや電子素子等を電氣的に接続するための各種配線（不図示）が設けられている。以下、方向Yにおいて、第1端面40aが位置する端部を光モジュール30の先端とし、第2端面40bが位置する端部を光モジュール30の基端とすることがある。また、基板40は、方向Zにおいて対向する第1面41及び第2面42を有している。以下、方向Zにおいて、第1面41が位置する面を光モジュール30の上面とし、第2面42が位置する面を光モジュール30の下面とする。

[0029] 図3に示すように、基板40の第1面41は、方向X及び方向Yに沿って延在する面であり、平面視において矩形状に形成されている。第1面41の

うち第1端面40a寄りの領域には、金属膜である複数のパターン41aが設けられている。一方、第1面41のうち第2端面40b寄りの領域には、複数のレンズモジュール50が方向Xに沿って並んで載置されている。

[0030] 図4に示すように、基板40の第2面42は、方向X及び方向Yに沿って延在する面であり、平面視において矩形状に形成されている。第2面42のうち第2端面40b寄りの領域には、複数の光素子60及び複数のIC61が搭載されている。本実施形態においては、説明の便宜上、各光素子60を破線で示している。各光素子60は、例えばPD (Photodiode) 等の受光素子である。各光素子60は、受光面がレンズモジュール50に向くように、基板40に設けられた各貫通孔48aと基板40の厚み方向(方向Z)において重なっている。これにより、光素子60は、基板40を挟んで対向するレンズモジュール50からの光を、貫通孔48aを介して受け取ることができる。なお、光素子60は、VCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting LASER) 等の発光素子であってもよい。光素子60を第2面42に配置するため、貫通孔48aの第2面42における開口面積は光素子60の表面積よりも小さくなるように形成されている。各IC61は、光素子60の動作を制御する集積回路である。各IC61は、例えば基板40内の配線又はボンディングワイヤ等を介して光素子60に接続されていてもよい。本実施形態においては、3つの光素子60に対して、1つのIC61が接続されている。IC61を、光素子60の近くに配置(例えば、隣接させて配置)することにより、IC61と光素子60との通信速度を高く維持することができる。

[0031] レンズモジュール50は、光ファイバ11と光素子60とを光学的に結合させる部品である。レンズモジュール50は、光ファイバ11から出射される光を透過する材料(例えば、ガラス又は光透過性樹脂)からなる。図5に示すように、レンズモジュール50は、光ファイバ11から方向Yに沿って出射される光Lを、内部に有するミラー55によって反射させ、光Lの伝搬方向を方向Zに沿う向きに変換する。例えば、ミラー55は、入射した光L

を入射方向に対して90度となる方向に反射する。ミラー55によって反射された光Lは、基板40に設けられた貫通孔48aを介して光素子60へと入射する。レンズモジュール50は、溝部51（外表面）、上面52（外表面）、下面53（内面）、突当面54、ミラー55及びレンズ56を有する。

[0032] 溝部51は、方向Yに沿って延びるV溝（XZ平面においてV字状をなす溝）であり、光ファイバ11の端部を保持する保持部である。溝部51は、レンズモジュール50に対する光ファイバ11の位置を規定し、方向Xにおける光ファイバ11の位置ずれを防止する。溝部51に載置された光ファイバ11の端部は、例えば接着剤によって溝部51に固定される。接着剤は、例えば紫外線硬化性接着剤であってもよいし、光ファイバ11から出射される光Lを透過する光透過性接着剤であってもよい。溝部51の形状は、V溝に限られず、例えば底部が丸みを帯びたU溝であってもよいし、方向X及び方向Yに沿って延在する底面を有する矩形溝であってもよい。なお、光ファイバ11の端部を保持する保持部（本実施形態においては溝部51）は、必ずしもレンズモジュール50に設けられていなくてもよい。例えば、レンズモジュール50とは異なる別部品に溝部51が設けられていてもよい。このとき、例えばレンズモジュール50が一对の凸部を有し、溝部51が設けられた別部品が一对の凹部を有し、レンズモジュール50の凸部が別部品の凹部に嵌ることにより部品同士が接続されてもよい。

[0033] 上面52は、レンズモジュール50の上部に位置する面であり、方向X及び方向Yに沿って延在している。上面52は、溝部51よりもレンズモジュール50の先端寄り（図5における右側）に位置している。また、上面52には、ミラー55を有する窪みが設けられている。下面53は、レンズモジュール50の下部に位置する面であり、方向X及び方向Yに沿って延在している。下面53の大部分は、方向Zにおいて、溝部51及び上面52と対向している。

[0034] 突当面54は、光ファイバ11の先端面が突き当たる面であり、方向X及

び方向Zに沿って延在している。突当面54は、溝部51の端部と上面52の端部とを接続するように設けられている。光ファイバ11から出射された光Lは、突当面54を通過してミラー55へと入射する。なお、突当面54と、光ファイバ11の先端面とは直接接触していなくともよく、光Lを透過する光透過性接着剤又は屈折率整合剤を介して互いに固定されていてもよい。

[0035] ミラー55は、光ファイバ11から出射された光Lの伝搬方向を変換する部材である。ミラー55は、XY平面及びXZ平面のそれぞれに対して傾斜して設けられている。ミラー55は、光ファイバ11から方向Yに沿って出射された光Lを受け、その光Lをレンズ56に向けて反射させる。光Lの入射光軸と反射光軸とは、例えば直角を成していてもよい。

[0036] レンズ56は、光素子60と光学的に結合する部材である。レンズ56は、レンズモジュール50のうち下側に突出した部分に設けられている。図6に示すように、レンズ56は、方向Zにおいて光素子60と対向しており、光素子60に向かって凸状に湾曲する表面を有する。レンズ56の焦点Fは、光素子60の表面よりも内部に位置している。レンズ56は、ミラー55によって反射された光Lを収束させ、光素子60へと入射させる。レンズ56の各種パラメータ（例えば、レンズ56の表面形状、大きさ、材質等）は、レンズ56の焦点Fが光素子60の内部に位置するように最適化されている。

[0037] 次に、図7及び図8を参照して、基板40の詳細な構成について説明する。図7は、基板40を示す斜視図である。図8は、図7に示す破線Bによって囲まれた部分の拡大図である。図7に示すように、基板40には、複数のキャビティ43が設けられている。各キャビティ43は、第1面41から第2面42に向かって凹む窪みであり、それぞれの内部にレンズモジュール50が収容される。複数のキャビティ43は、方向Xに沿って並んで設けられている。キャビティ43の数は、基板40に搭載されるレンズモジュール50の数と同数又はそれ以上であってもよい。本実施形態においては、レンズ

モジュール50の数と同数(4つ)のキャビティ43が設けられている。各キャビティ43は、例えばザグリ加工によって形成されてもよい。隣り合うキャビティ43同士の間には、方向Yに沿って基板40の内から外に延在する梁部43aが設けられている。梁部43aは、各キャビティ43の第1底部45から基板40の第1面41に向かって立ち上がる形状となっている。

[0038] 各キャビティ43は、第1キャビティ44及び第2キャビティ47を含む。第1キャビティ44は、キャビティ43の大部分を構成する窪みであり、第1底部45及び壁面46を有する。第1底部45は、レンズモジュール50が載置される部分であり、本実施形態においては、方向X及び方向Yに沿って延在する平坦な面である。第1底部45は、その外縁が方向Yに沿って延びる長辺を有する長方形状を呈しており、レンズモジュール50の全体を載置可能な大きさとなっている。なお、第1底部45にレンズモジュール50が載置されるとは、第1底部45にレンズモジュール50が直接接触するように載置される場合のみならず、接着剤等の部材を介して第1底部45にレンズモジュール50が載置される場合を含む。

[0039] 図8に示すように、第1底部45は、一对の位置決め孔45aを有する。各位置決め孔45aは、第1底部45から第2面42(図4を参照)に向かって貫通する孔である。一对の位置決め孔45aは、キャビティ43に対するレンズモジュール50の位置決め機構として機能する。例えば、一对の位置決め孔45aに対応する一对の凸部がレンズモジュール50に設けられており、当該凸部が位置決め孔45aに嵌め込まれるようにレンズモジュール50を載置することで、レンズモジュール50が備えるレンズ56(図5を参照)と光素子60とが好適に光結合するようになっていてもよい。なお、位置決め孔45aの数は1つであってもよいが、2つ以上の位置決め孔45aが形成されていることで、レンズモジュール50の位置決めをより精度よく行うことができる。なお、各位置決め孔45aは、第1底部45から第2面42まで貫通している必要はなく、底面を有する非貫通孔であってもよい。

[0040] また、レンズモジュール50の位置決めに使用される位置決め機構の態様は、位置決め孔45aに限られない。例えば、第1底部45及びレンズモジュール50のそれぞれにマークを設け、当該マーク同士が重なる位置にレンズモジュール50を載置することで、レンズモジュール50のレンズ56と光素子60とが好適に光結合する態様であってもよい。このとき、レンズモジュール50を介して第1底部45に設けられたマークを視認可能とするために、レンズモジュール50の材料は、可視光を透過する材料（例えば、ガラス又は光透過性樹脂）であってもよい。

[0041] 図7に示すように、壁面46は、第1底部45の外縁から基板40の第1面41に向かって立ち上がる面である。壁面46は、第1壁面46a及び一対の第2壁面46bを有する。第1壁面46aは、第1キャビティ44のうち第1端面40a寄りの端部に設けられた壁面であり、方向X及び方向Zに沿って延在している。第1壁面46aは、キャビティ43に收容されるレンズモジュール50の先端面と対向する。なお、第1壁面46aは、キャビティ43に收容されるレンズモジュール50と接触しなくともよく、第1壁面46aとレンズモジュール50との間には隙間が設けられてもよい。第1壁面46aと第1底部45とが交わる角部は、R形状を有していてもよい。

[0042] 一対の第2壁面46bは、方向Xにおいて互いに対向する壁面であり、方向Y及び方向Zに沿って延在している。第2壁面46bは、キャビティ43に收容されるレンズモジュール50の側面と対向する。なお、第2壁面46bは、キャビティ43に收容されるレンズモジュール50と接触しなくともよく、第2壁面46bとレンズモジュール50との間には隙間が設けられてもよい。第2壁面46bと第1底部45とが交わる角部は、R形状を有していてもよい。また、第1キャビティ44のうち第2端面40b寄りの端部には、壁面が設けられていない。すなわち、キャビティ43は第2端面40bにおいて開口している。これにより、当該開口からキャビティ43の内部に向かってレンズモジュール50を收容可能となっている。また、レンズモジュール50をキャビティ43に收容した状態において、レンズモジュール50

0に接続された光ファイバ11を当該開口からキャビティ43の外側へと引き出し可能になっている。

[0043] 図8に示すように、第2キャビティ47は、第1キャビティ44の第1底部45に設けられた窪みである。第2キャビティ47は、方向Xに沿って延びるように形成されている。第2キャビティ47は、第1キャビティ44の第1底部45よりも第2面42寄りに第2底部48を有する。本実施形態においては、第2底部48は、方向X及び方向Yに沿って延在する平坦な面である。第2底部48には、レンズモジュール50の一部（方向Zに沿って下側に突出した部分）が載置される（図5を参照）。第2底部48には、複数の貫通孔48aが設けられている。1つの第2キャビティ47につき2つの丸孔と1つの長孔が貫通孔48aとして設けられている。貫通孔48aの数及び形状はこれに限定されず、第2面42に搭載される光素子60（図4を参照）の数又は形状に応じて適宜変更されてもよい。図6の断面図に示すように、貫通孔48aは、第2底部48から第2面42に向かって貫通している。レンズ56から光素子60に向かう光Lが貫通孔48aの内部を通過する。貫通孔48aは、第2底部48から第2面42に向かって内径が小さくなるテーパ形状を有している。貫通孔48aの内径及びテーパ角度は、レンズ56から光素子60に向かう光Lの進路を妨げない大きさに最適化されている。なお、貫通孔48aは、内径の大きさが一定であるストレート形状の貫通孔であってもよい。

[0044] 図5及び図9を参照して、レンズモジュール50の、基板40のキャビティ43への収容態様について説明する。図9は、図5に示す破線Cによって囲まれた部分の拡大図である。図5及び図9に示すように、レンズモジュール50は、その大部分が第1キャビティ44に収容され、レンズ56が設けられている突出部57（方向Zに沿って下側に突出した部分）が第2キャビティ47に収容される。本実施形態においては、レンズモジュール50の全体構成が基板40上に位置しているが、レンズモジュール50の基端部分（図5における左側の端部）が基板40の外側に突出していてもよい。レンズ

モジュール50の下面53と、第1キャビティ44の第1底部45との間には接着剤S1、S2が設けられ、レンズモジュール50が基板40のキャビティ43に対して固定される。接着剤S1、S2は、例えば紫外線硬化性接着剤であってもよい。

[0045] 突出部57は、基板40とレンズモジュール50との間であってレンズ56と接着剤S1、S2との間の領域に、第1壁57a（流入防止構造、第1流入防止構造）と第2壁57b（流入防止構造、第2流入防止構造）とを有している。第1壁57aの先端及び第2壁57bの先端のそれぞれは、凹部である第2キャビティ47（流入防止構造）の第2底部48に当接すると共に、第2キャビティ47内を方向Xに沿って幅方向に延在する。第1壁57a及び第2壁57bは、X方向に沿って第2キャビティ47の側面まで延在していてもよい。このような流入防止構造により、基板40とレンズモジュール50との間に導入された接着剤S1、S2がレンズ56の光軸L1へ流入せず、空隙Sが確保される。第1壁57a及び第2壁57bはレンズ56に近接して設けられており、例えば、レンズの光軸L1から方向Yに沿った第1壁57a及び第2壁57bの外壁までの距離が5mm以内であってもよい。なお、接着剤S1、S2が導入される基板40とレンズモジュール50との隙間のZ方向に沿った幅は1mm以下であってもよい。

[0046] 光ファイバ11のうち基板40上に位置する部分（取付け部分）は、基板40の第1面41に沿って延在しており、その中心軸がキャビティ43の内部に位置している。これにより、光ファイバ11の端部は、基板40の第2端面40bにおいて曲げが発生することなくストレートに延在している。

[0047] 第1キャビティ44の深さD1は、例えばレンズモジュール50の厚み等に応じて最適化される。ここで、第1キャビティ44の深さD1とは、基板40の厚み方向（方向Z）における第1面41から第1底部45までの距離である。本実施形態においては、第1キャビティ44の深さD1は、基板40の厚み（第1面41から第2面42までの距離）の半分以上の大きさである。例えば、基板40の厚みを10としたとき、第1キャビティ44の深さ

D 1 は、6 以上 8 以下であってもよい。

[0048] また、第 1 キャビティ 4 4 の深さ D 1 は、レンズモジュール 5 0 の厚み T の半分以上の大きさであってもよい。ここで、レンズモジュール 5 0 の厚み T とは、方向 Z における上面 5 2 から下面 5 3 までの距離である。第 1 キャビティ 4 4 の深さ D 1 が大きくなるほど、レンズモジュール 5 0 のより多くの部分がキャビティ 4 3 に収容されるので、光モジュール 3 0 が薄型化される。本実施形態においては、レンズモジュール 5 0 の上面 5 2 がキャビティ 4 3 の外部（基板 4 0 の第 1 面 4 1 よりも上側）に位置しているが、上面 5 2 がキャビティ 4 3 の内部（基板 4 0 の第 1 面 4 1 と面一又は第 1 面 4 1 よりも下側）に位置するように第 1 キャビティ 4 4 の深さ D 1 が更に大きくなっていてもよい。

[0049] 第 2 キャビティ 4 7 の深さ D 2 は、第 1 キャビティ 4 4 の深さ D 1 よりも大きい。ここで、第 2 キャビティ 4 7 の深さ D 2 とは、基板 4 0 の厚み方向における第 1 面 4 1 から第 2 底部 4 8 までの距離である。第 2 キャビティ 4 7 の深さ D 2 は、例えばレンズモジュール 5 0 の厚み等に応じて最適化されていてもよい。例えば、基板 4 0 の厚み T を 1 0 としたとき、第 2 キャビティ 4 7 の深さ D 2 は、例えば 7 以上 9 以下であってもよい。

[0050] 以上、本実施形態に係る光モジュール 3 0 及び光コネクタケーブル 1 では、基板 4 0 とレンズモジュール 5 0 との間であって且つレンズ 5 6 と接着剤 S 1, S 2 との間に、レンズ 5 6 の光軸 L 1 への接着剤 S 1, S 2 の流入を防止する流入防止構造である第 1 壁 5 7 a 及び第 2 壁 5 7 b が設けられている。この流入防止構造により、レンズモジュール 5 0 と基板 4 0 との隙間に導入された接着剤 S 1, S 2 がレンズモジュール 5 0 の内面に設けられたレンズ 5 6 まで流入することが防止され、光ファイバ 1 1 と光素子 6 0 とを光結合するためのレンズ 5 6 の光路を接着剤 S 1, S 2 が阻害することがない。よって、光モジュール 3 0 及び光コネクタケーブル 1 によれば、光ファイバ 1 1 と光素子 6 0 との間の光結合を安定的に行うことができる。なお、第 2 キャビティ 4 7 も流入防止構造として機能し、接着剤 S 1, S 2 の量が少

ない場合には単独で接着剤の流入を防止することができる。

[0051] 本実施形態に係る光モジュール30及び光コネクタケーブル1では、基板40とレンズモジュール50の下面53との隙間の幅が1mm以下であってもよく、接着剤S1、S2がこの隙間に導入されていてもよい。この場合、基板40とレンズモジュール50とがより薄く取り付けられることになり、光モジュール30等を薄形化することができる。なお、このような微小な隙間に接着剤を導入すると接着剤が内部まで容易に到達してしまう虞があるが、本実施形態に係る光モジュール30には上述した流入防止構造が設けられているため、レンズ56の光軸L1に接着剤が付着することが防止されており、光ファイバ11と光素子60との光結合を安定的に行うことが可能となる。

[0052] 本実施形態に係る光モジュール30及び光コネクタケーブル1では、流入防止構造である第1壁57a及び第2壁57bは、レンズ56の光軸L1から、光軸L1に直交するY方向に5mm以内の領域に設けられていてもよい。この場合、基板40とレンズモジュール50との間に導入される接着剤S1、S2の量を十分に確保して、基板40に対してレンズモジュール50をより確実に取り付けることができる。

[0053] また、本実施形態に係る光モジュール30及び光コネクタケーブル1では、基板40の厚み方向（方向Z）に窪むキャビティ43を設け、キャビティ43の内部にレンズモジュール50の少なくとも一部が収容される。これにより、光モジュール30では、キャビティ43に収容されるレンズモジュール50の分だけ厚みが抑えられ、薄型化される。これに伴い、光モジュール30を備える光コネクタケーブル1についても薄型化される。また、基板にキャビティ43が設けられていない従来の光モジュールでは、基板の平坦な表面上にレンズモジュールが載置される。この場合、基板の外側において延在する光ファイバの高さと、基板上に実装される光ファイバの端部の高さとのギャップが大きいため、光ファイバを大きく曲げる必要（曲率を大きくする必要）がある。一方、本実施形態に係る光モジュール30では、レンズモ

ジュール50が基板40のキャビティ43内に收容されるので、基板40上に実装される光ファイバ11の高さが低くなり、上記ギャップが小さくなる。これにより、さらに、従来の光モジュールにおいては、上述したように、基板上における光ファイバの実装位置が高い。そのため、光ファイバを緩やかに湾曲させて曲げを小さくしようとする場合、光ファイバの軸方向に沿う配置スペースが大きくなってしまう。一方、本実施形態に係る光モジュール30では、基板40上における光ファイバ11の実装位置が従来例と比べて低いので、光ファイバ11の軸方向に沿う配置スペースを小さくすることができる。これにより、光モジュール30の小型化を図ることができる。

[0054] 以上、本発明の実施形態について詳細に説明してきたが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく様々な実施形態に適用することができる。例えば、上記の実施形態では、レンズモジュール50が基板40に設けられたキャビティ43に載置される構成であったが、これに限定されない。即ち、以下の第1変形例、第2変形例2、及び、第3変形例3に示すように、基板の表面にレンズモジュール50をそのまま載置した構成に本発明を適用してもよい。

[0055] [第1変形例]

図10は、第1変形例に係る光モジュールを示す図である。図10に示すように、第1変形例に係る光モジュール130Aでは、レンズモジュール150Aが基板140Aの表面に載置されている。基板140Aには凹部141が設けられており、凹部141内に第1壁142a及び第2壁142b（流入防止構造）が設けられている。即ち、基板140Aとレンズモジュール150Aとの間であって且つレンズ56と接着剤S1、S2との間に、レンズ56の光軸L1への接着剤S1、S2の流入を防止する流入防止構造である第1壁142a及び第2壁142bが設けられている。第1壁142a及び第2壁142bはX方向に延在する。一方、レンズモジュール150Aは、レンズモジュール50と異なり、内面に壁を有していない。また、光素子60は、凹部141の底部であってレンズ56と対向する箇所に設けること

ができる。

[0056] この光モジュール130Aでは、上記の流入防止構造により、レンズモジュール150Aと基板140Aとの隙間に導入された接着剤S1、S2がレンズモジュール150Aの内面に設けられたレンズ56まで流入することが防止される。そして、光ファイバ11と光素子60とを光結合するためのレンズ56の光路を接着剤S1、S2が阻害することがない。よって、第1変形例に係る光モジュール130A及び光モジュール130Aを備える光コネクタケーブル1によれば、光ファイバ11と光素子60との間の光結合を安定的に行うことができる。なお、第1変形例では、凹部141と第1壁142a及び第2壁142bとによって、X方向に延在する溝が形成され、流入防止構造として機能する。

[0057] [第2変形例]

図11は、第2変形例に係る光モジュールを示す図である。図11に示すように、第2変形例に係る光モジュール130Bでは、レンズモジュール150Bが基板140Bの表面に載置されている。基板140Bには凹部等が設けられていない。一方、レンズモジュール150Bには、内面に第1壁151a及び第2壁151b（流入防止構造）が設けられている。即ち、基板140Bとレンズモジュール150Bとの間であって且つレンズ56と接着剤S1、S2との間に、レンズ56の光軸L1への接着剤S1、S2の流入を防止する流入防止構造である第1壁151a及び第2壁151bが設けられている。第1壁151a及び第2壁151bはX方向に延在する。なお、光素子60は、光モジュール30のように基板140Bの第2面に設けられてもよいが、レンズモジュール150Bに対向する第1面（内面）に設けられてもよい。

[0058] この光モジュール130Bでは、上記の流入防止構造により、レンズモジュール150Bと基板140Bとの隙間に導入された接着剤S1、S2がレンズモジュール150Bの内面に設けられたレンズ56まで流入することが防止される。そして、光ファイバ11と光素子60とを光結合するためのレ

レンズ56の光路を接着剤S1, S2が阻害することがない。よって、第2変形例に係る光モジュール130B及び光モジュール130Bを備える光コネクタケーブル1によれば、光ファイバ11と光素子60との間の光結合を安定的に行うことができる。

[0059] [第3変形例]

図12は、第3変形例に係る光モジュールを示す図である。図13Aは、第3変形例に用いられるレンズモジュールの内面の例を示す平面図である。図13Bは、第3変形例に用いられるレンズモジュールの内面の別の例を示す平面図である。図13Cは、第3変形例に用いられるレンズモジュールの内面の更に別の例を示す平面図である。図12及び図13Aに示すように、第3変形例に係る光モジュール130Cでは、レンズモジュール150Cが基板140Bの表面に載置されている。基板140Bには第2変形例と同様に凹部等が設けられていない。一方、レンズモジュール150Cには、内面に第1誘導溝152a及び第2誘導溝152b（流入防止構造）が設けられている。即ち、基板140Bとレンズモジュール150Cとの間であって且つレンズ56と接着剤S1, S2との間に、レンズ56の光軸L1への接着剤S1, S2の流入を防止する流入防止構造である第1誘導溝152a及び第2誘導溝152bが設けられている。第1誘導溝152a及び第2誘導溝152bはX方向に延在する。なお、光素子60は、光モジュール30のように基板140Bの第2面に設けられてもよいが、レンズモジュール150Cに対向する第1面（内面）に設けられてもよい。

[0060] この光モジュール130Cでは、上記の流入防止構造により、レンズモジュール150Cと基板140Bとの隙間に導入された接着剤S1, S2がレンズモジュール150Cの内面に設けられたレンズ56まで流入することが防止される。そして、光ファイバ11と光素子60とを光結合するためのレンズ56の光路を接着剤S1, S2が阻害することがない。よって、第3変形例に係る光モジュール130C及び光モジュール130Cを備える光コネクタケーブル1によれば、光ファイバ11と光素子60との間の光結合を安

定的に行うことができる。

[0061] 第3変形例に係る光モジュール130Cでは、レンズモジュールに設けられる誘導溝は、図13Aに示される構造に限定されず、図13Bや図13Cに示す構造であってもよい。即ち、図13Bに示すように、レンズモジュール150Dの誘導溝153は、三角形形状の2辺を構成するような形状であってもよい。また、図13Cに示すように、レンズモジュール150Eの誘導溝154は、凸曲面状であってもよい。

[0062] なお、上記実施形態及び第1変形例から第3変形例の何れか光モジュールは、光ファイバ11から出射された光Lを光素子60に入射させる構成であるが、光素子60から出射された光を光ファイバ11に入射させる構成であってもよい。このとき、光素子60は、VCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting LASER) 等の発光素子であってもよい。また、光素子60から出射された光は、レンズ56によってコリメート光（平行光）に変換され、ミラー55によって反射された後に光ファイバ11へと入射してもよい。

符号の説明

- [0063] 1…光コネクタケーブル
10…光ファイバケーブル
11…光ファイバ
12…ケーブル外被
20…保護部材
21…内側層
22…外側層
30, 130A, 130B, 130C…光モジュール
40, 140A, 140B…基板
40a…第1端面
40b…第2端面
41…第1面
41a…パターン

4 2 …第 2 面

4 3 …キャビティ

4 3 a …梁部

4 4 …第 1 キャビティ

4 5 …第 1 底部

4 5 a …位置決め孔

4 6 …壁面

4 6 a …第 1 壁面

4 6 b …第 2 壁面

4 7 …第 2 キャビティ

4 8 …第 2 底部

4 8 a …貫通孔

5 0, 1 5 0 A, 1 5 0 B, 1 5 0 C, 1 5 0 D, 1 5 0 E …レンズモジュール

5 1 …溝部

5 2 …上面

5 3 …下面

5 4 …突当面

5 5 …ミラー

5 6 …レンズ

5 7 …突出部

5 7 a, 1 4 2 a, 1 5 1 a …第 1 壁

5 7 b, 1 4 2 b, 1 5 1 b …第 2 壁

6 0 …光素子

6 1 …I C

1 4 1 …凹部

1 5 2 a …第 1 誘導溝

1 5 2 b …第 2 誘導溝

1 5 3, 1 5 4 …誘導溝

A, B, C …破線

D 1, D 2 …深さ

F …焦点

L …光

L 1 …光軸

S …空隙

S 1, S 2 …接着剤

T …厚み

X、Y、Z …方向

請求の範囲

- [請求項1] 基板と、
 前記基板に搭載される光素子と、
 互いに対向する外表面及び内面と、前記光素子に光学的に結合する
 ように前記内面に設けられるレンズとを有し、前記レンズを介して光
 ファイバと前記光素子とを光学的に結合するレンズモジュールと、
 を備え、
 前記レンズモジュールは、前記内面が前記基板に対向するように前
 記基板に搭載されると共に、前記内面と前記基板との隙間に導入され
 た接着剤により前記基板に取り付けられ、
 前記基板と前記レンズモジュールとの間であって且つ前記レンズと
 前記接着剤との間に、前記レンズの光軸への前記接着剤の流入を防止
 する流入防止構造が設けられている、光モジュール。
- [請求項2] 前記流入防止構造は、前記基板の前記レンズモジュールに対向する
 面であって前記レンズに対向する領域付近に設けられた溝又は凹部を
 含む、
 請求項1に記載の光モジュール。
- [請求項3] 前記流入防止構造は、前記レンズモジュールの前記内面であって前
 記レンズと前記接着剤との間に設けられた壁を含む、
 請求項1または請求項2に記載の光モジュール。
- [請求項4] 前記壁は、前記レンズモジュールが前記接着剤により前記基板に取り
 付けられた際に前記基板に当接する、
 請求項3に記載の光モジュール。
- [請求項5] 前記壁は、前記レンズモジュールの面方向において長手方向と交差
 する幅方向に沿って延在する、
 請求項3または請求項4に記載の光モジュール。
- [請求項6] 前記流入防止構造は、前記レンズモジュールの前記内面であって前
 記レンズと前記接着剤との間に設けられた誘導溝を含む、

請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の光モジュール。

[請求項7] 前記誘導溝は、前記レンズモジュールの面方向において長手方向と交差する幅方向に沿って延在する、
請求項 6 に記載の光モジュール。

[請求項8] 前記基板と前記レンズモジュールの前記内面との隙間の幅が 1 mm 以下であり、前記接着剤が前記隙間に導入されている、
請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の光モジュール。

[請求項9] 前記流入防止構造は、前記レンズの光軸から、前記光軸に直交する面方向に 5 mm 以内の領域に設けられている、
請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の光モジュール。

[請求項10] 前記流入防止構造は、第 1 流入防止構造と第 2 流入防止構造とを含み、

前記第 1 流入防止構造は前記レンズに対して一方に配置され、前記第 2 流入防止構造は前記レンズに対して他方に配置される、
請求項 1 から請求項 9 のいずれか 1 項に記載の光モジュール。

[請求項11] 前記基板には、底部を有するように前記基板の第 1 面から前記基板の第 2 面に向かって窪むキャビティが形成され、前記キャビティには前記レンズモジュールの少なくとも一部が収容され、

前記キャビティは、第 1 キャビティと、前記第 1 キャビティの第 1 底部よりも前記第 2 面の近くに位置している第 2 底部を有する第 2 キャビティとを有し、

前記レンズは、前記第 2 キャビティに収容されている、
請求項 1 から請求項 10 のいずれか 1 項に記載の光モジュール。

[請求項12] 前記流入防止構造は、前記第 2 キャビティに収容されている、
請求項 11 に記載の光モジュール。

[請求項13] 前記レンズモジュールは、前記外表面に搭載される前記光ファイバから出射された光が前記光素子へと入射するように、又は、前記光素子から出射された光が前記外表面に搭載される前記光ファイバへと入

射するように光の伝搬方向を変換するミラーを有する、
請求項 1 から請求項 1 2 のいずれか 1 項に記載の光モジュール。

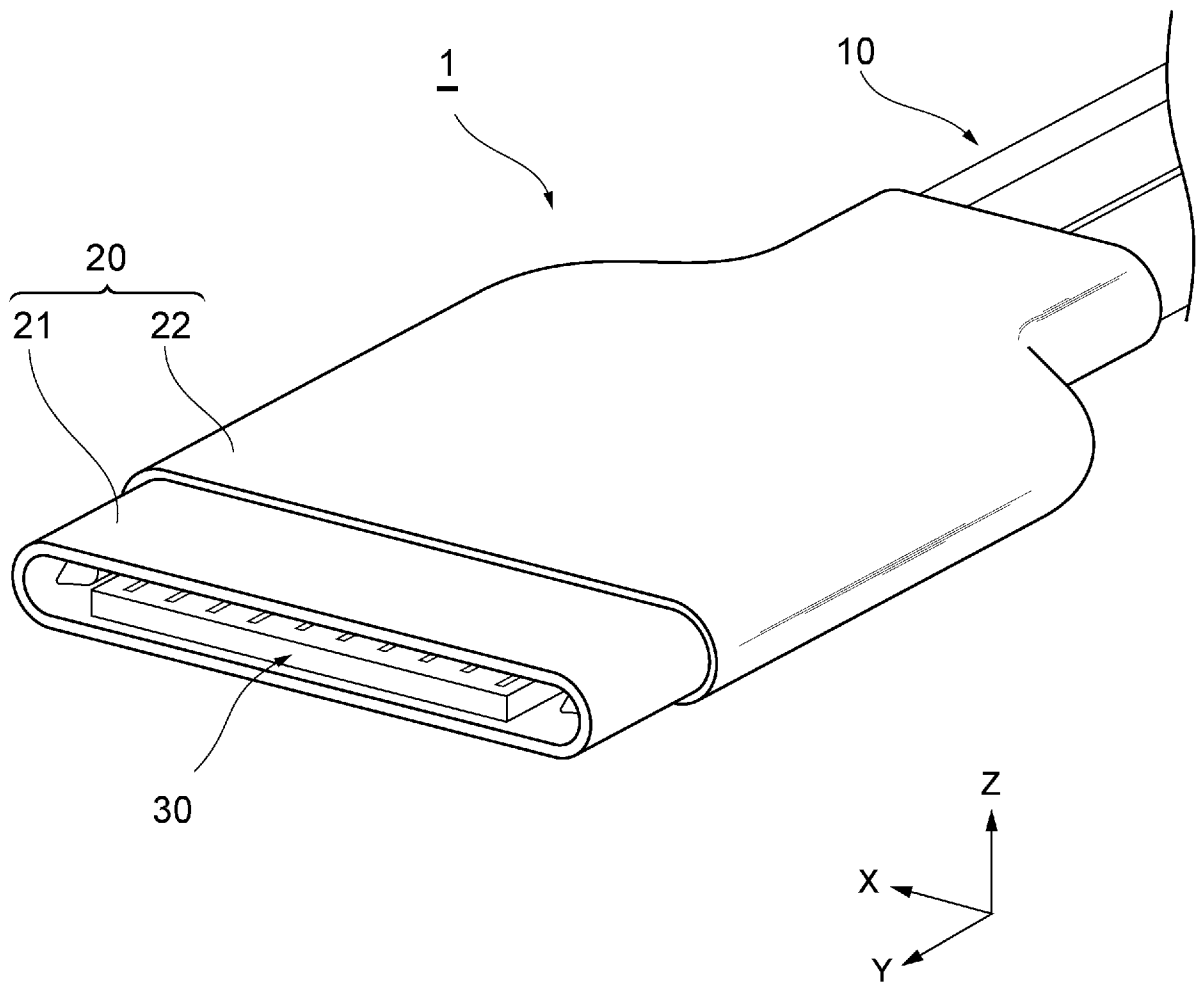
[請求項14]

基板と、
前記基板に搭載される複数の光素子と、
互いに対向する外表面及び内面と前記内面に設けられるレンズとを
それぞれが有する複数のレンズモジュールであって、前記レンズを介
して光ファイバと前記複数の光素子のそれぞれとを光学的に結合する
、複数のレンズモジュールと、
を備え、
前記複数のレンズモジュールのそれぞれは、前記内面が前記基板に
対向するように前記基板に搭載されると共に、前記内面と前記基板と
の隙間に導入された接着剤により前記基板に取り付けられ、
前記基板と前記複数のレンズモジュールそれぞれとの間であって且
つ前記レンズと前記接着剤との間に、前記レンズの光軸への前記接着
剤の流入を防止する流入防止構造が設けられている、光モジュール。

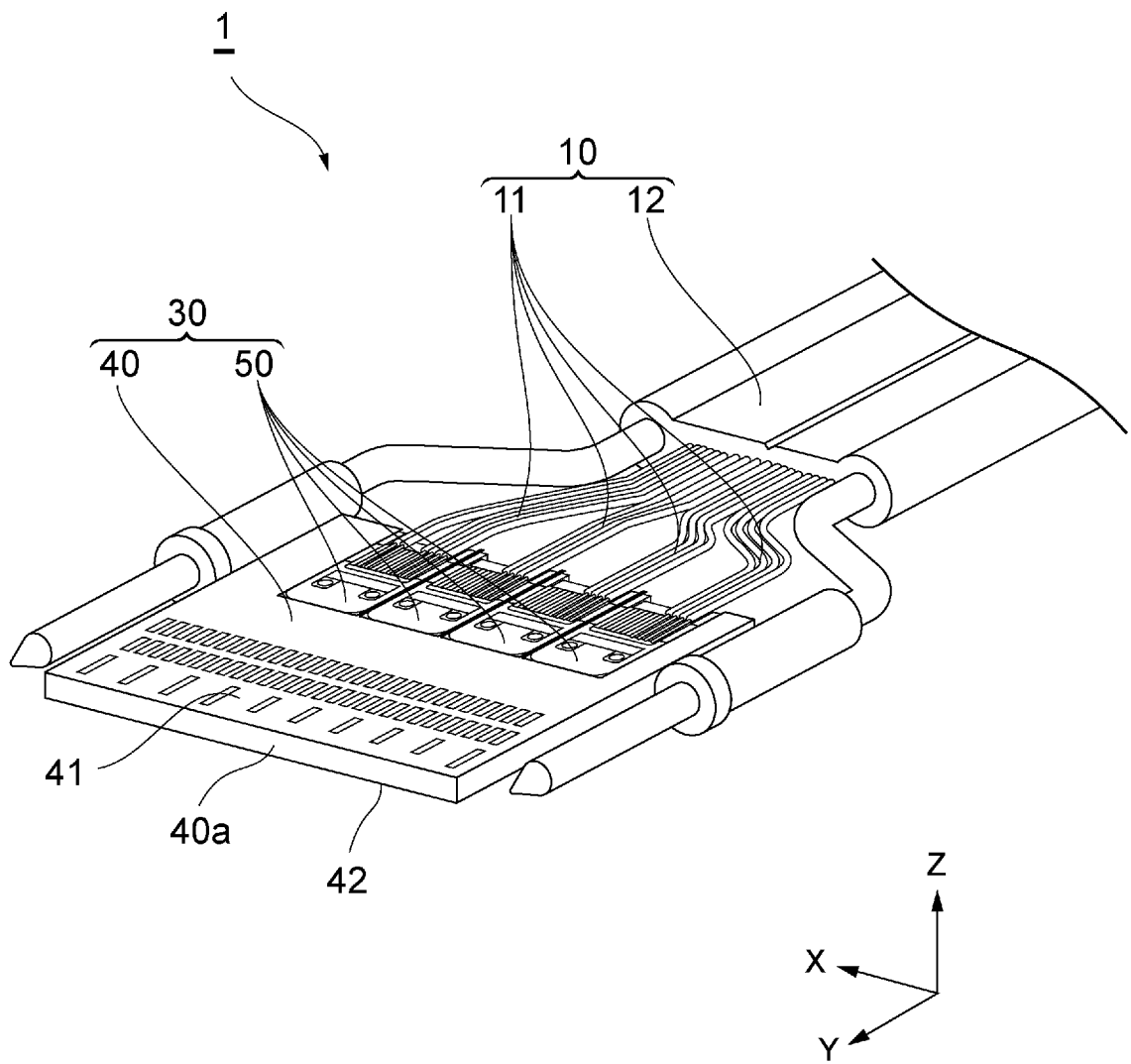
[請求項15]

請求項 1 から請求項 1 4 のいずれか 1 項に記載の光モジュールと、
少なくとも 1 つの光ファイバを有する光ファイバケーブルと、
を備え、
前記光ファイバが前記レンズを介して前記光素子と光学的に結合す
るように前記光ファイバケーブルが前記光モジュールに取り付けられ
る、光コネクタケーブル。

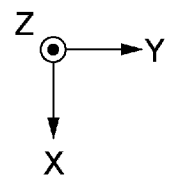
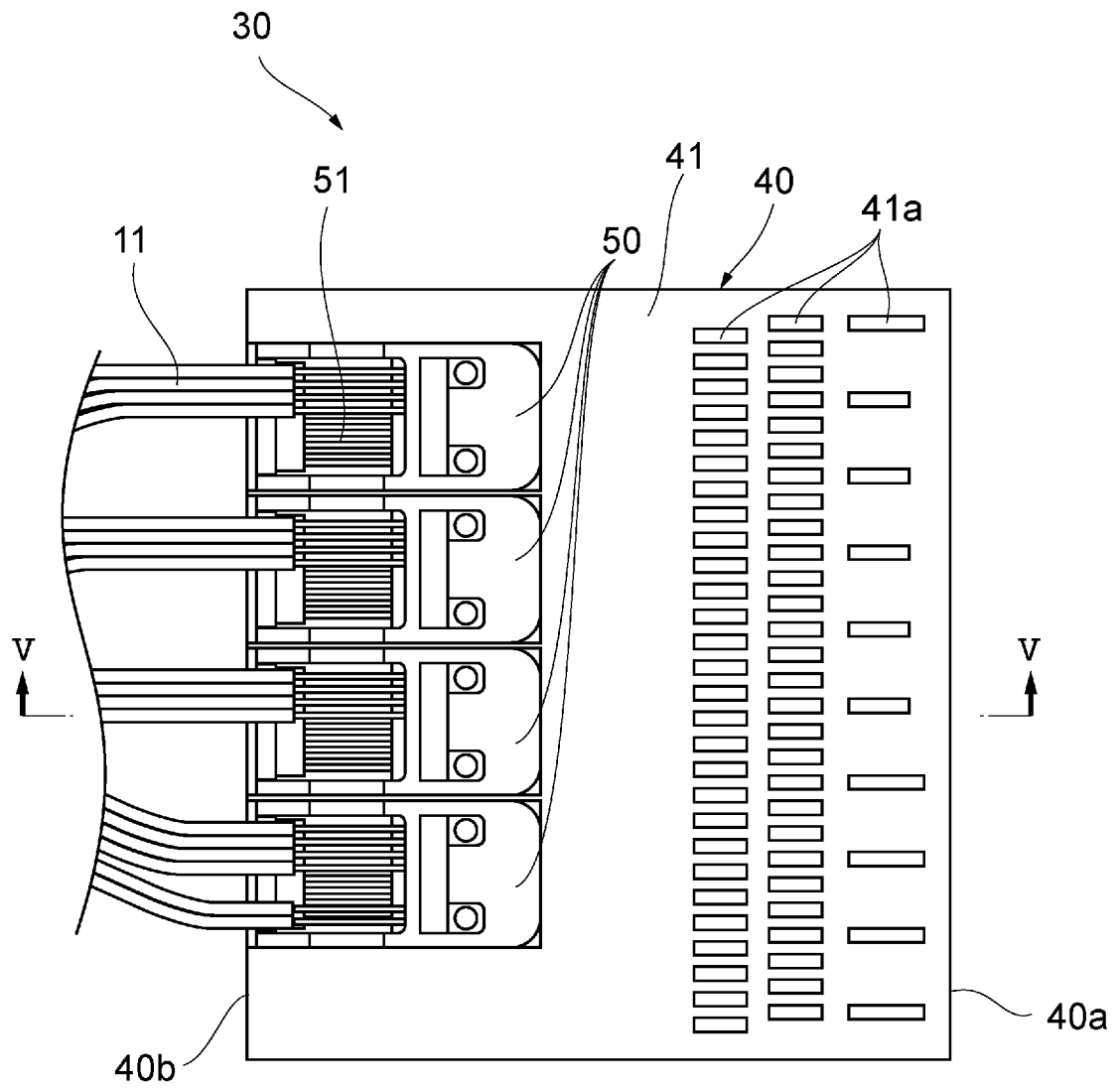
[図1]



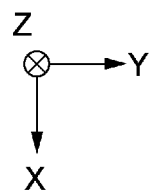
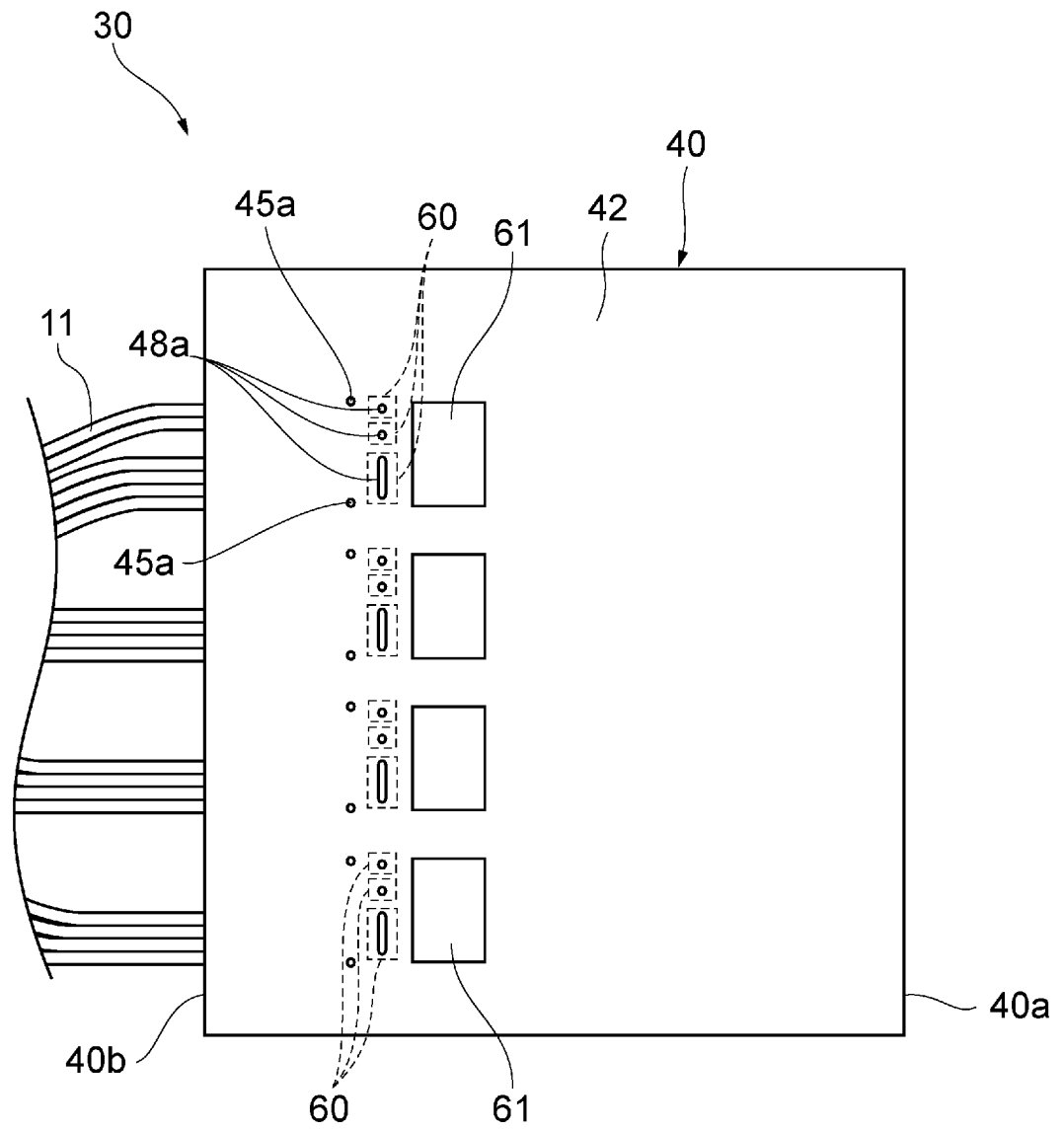
[図2]



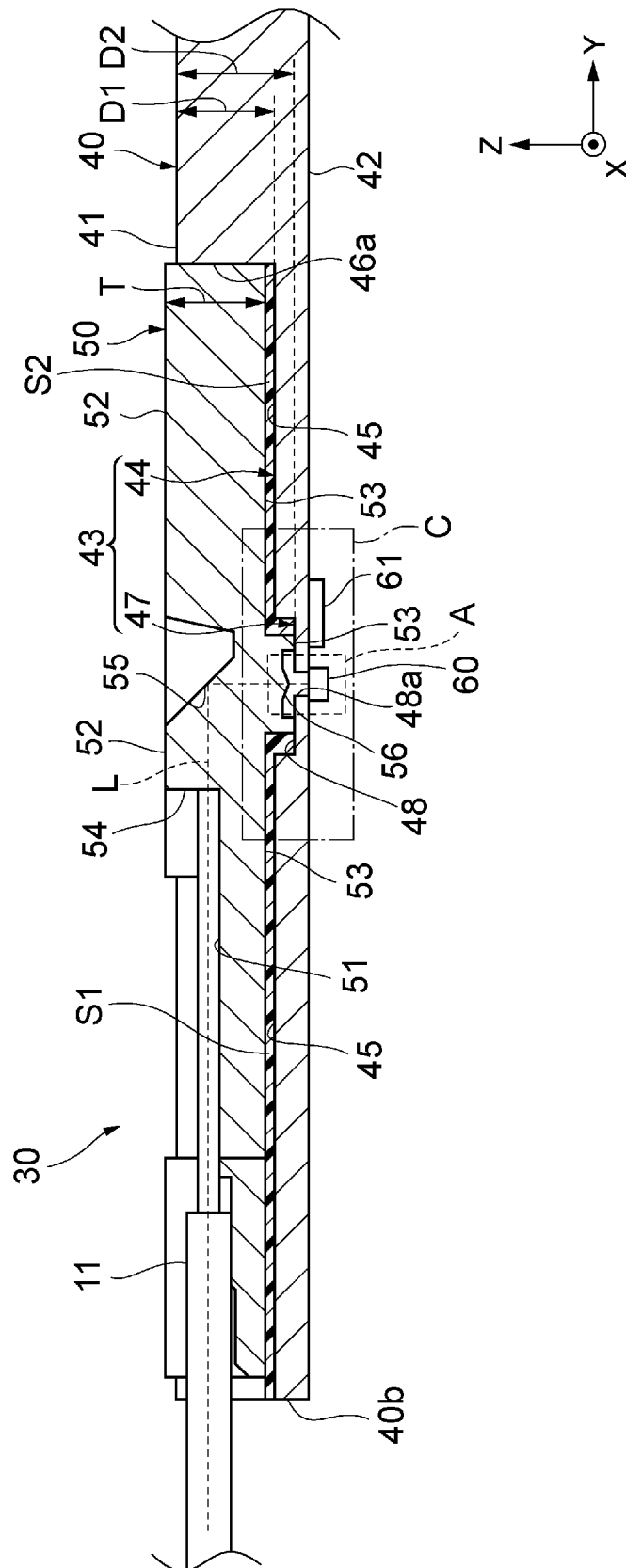
[図3]



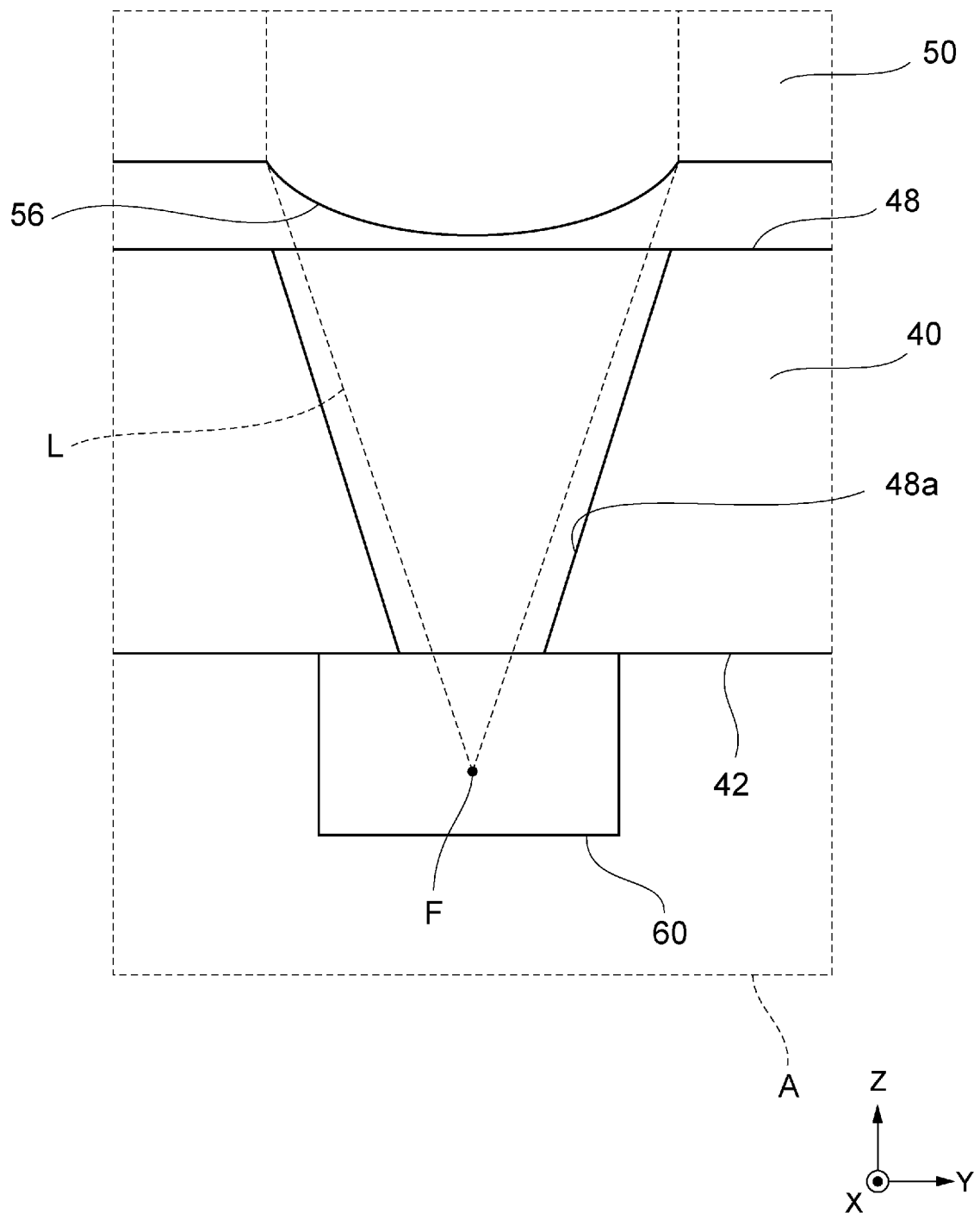
[図4]



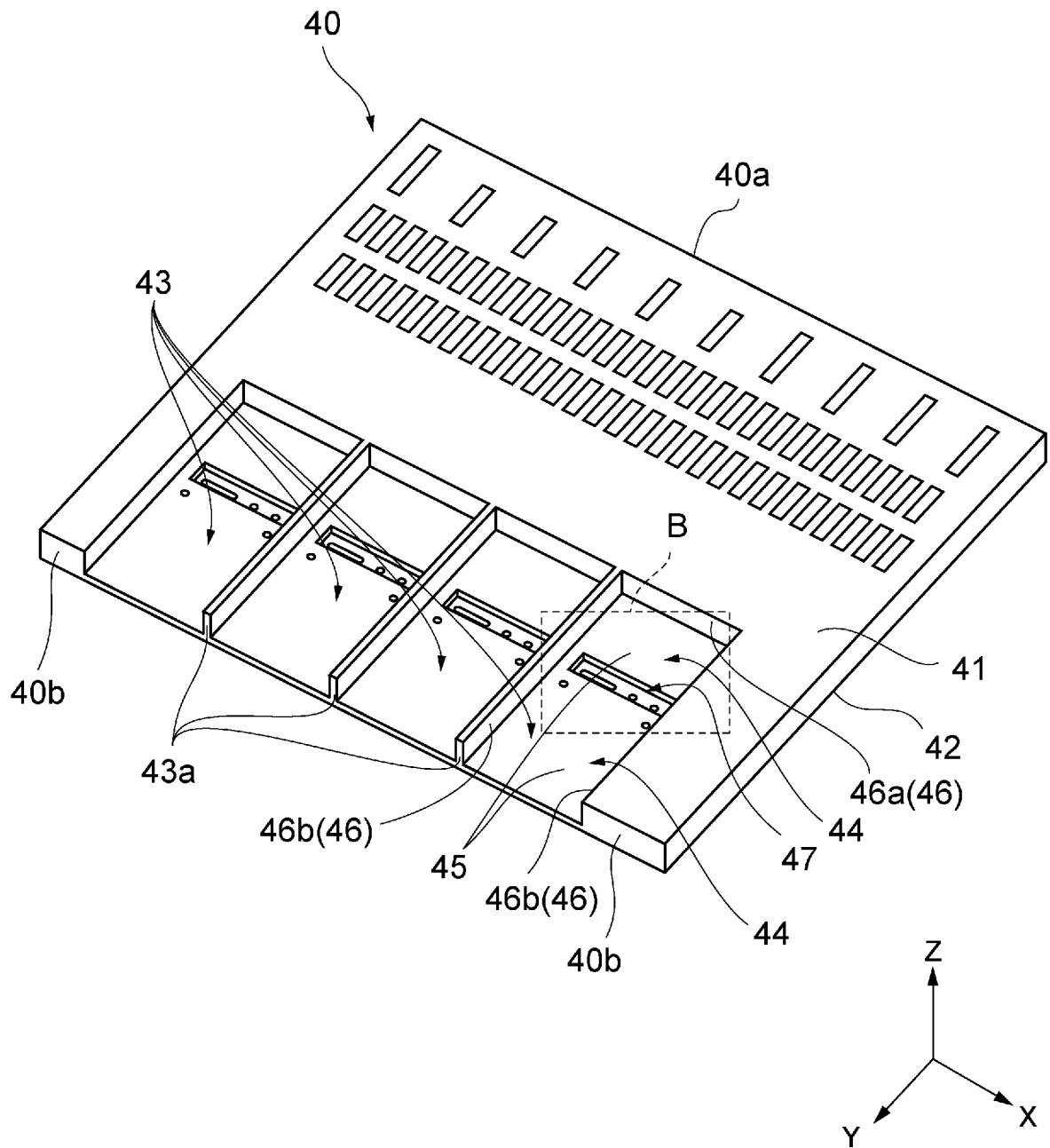
[図5]



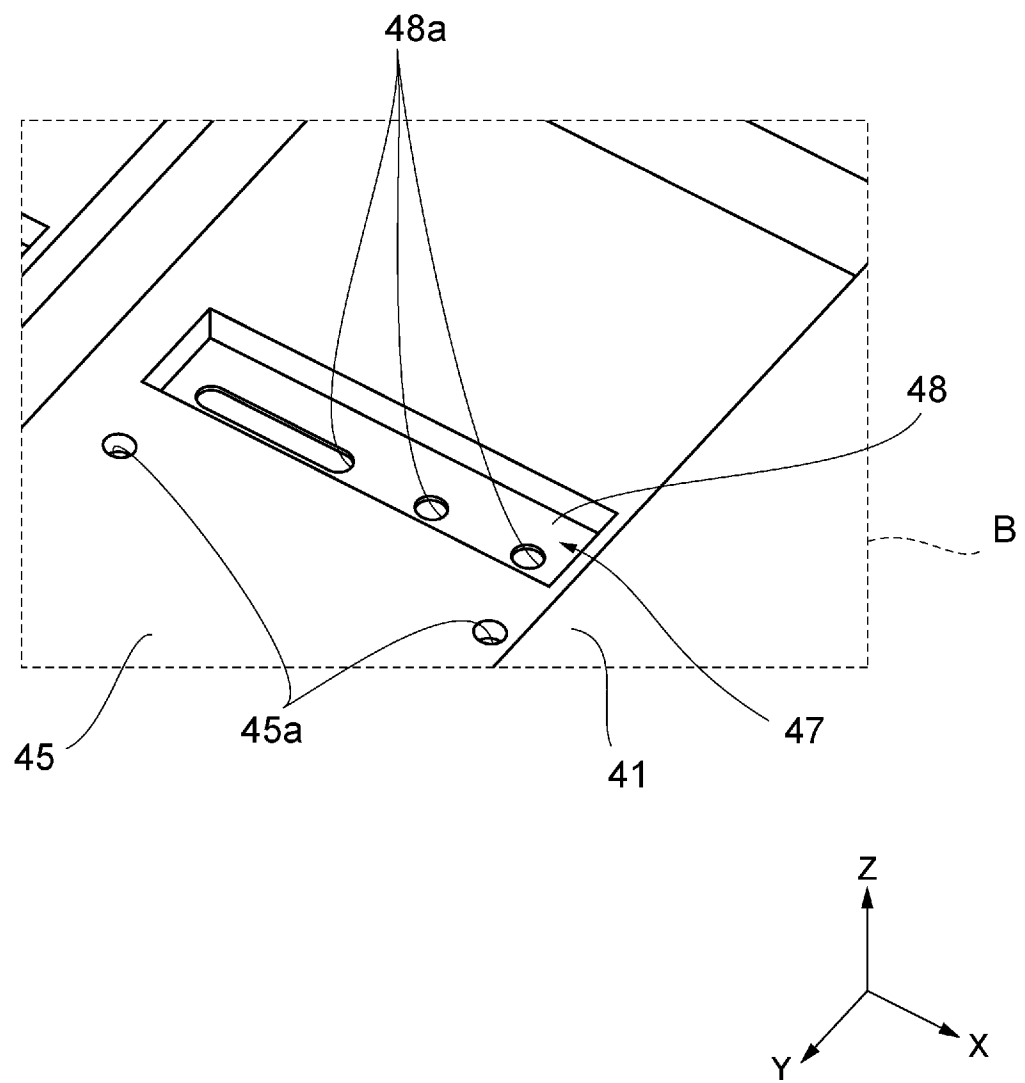
[図6]



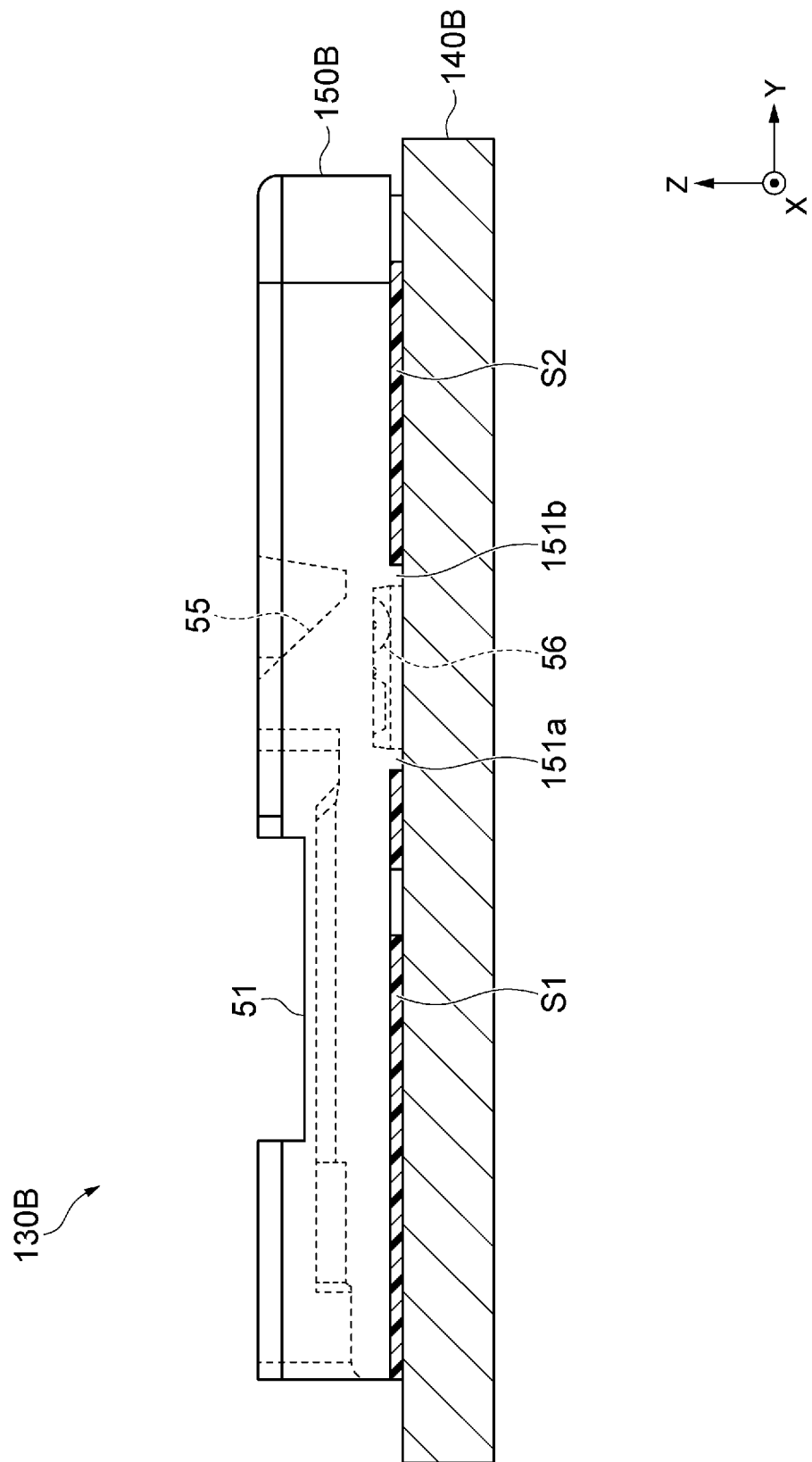
[図7]



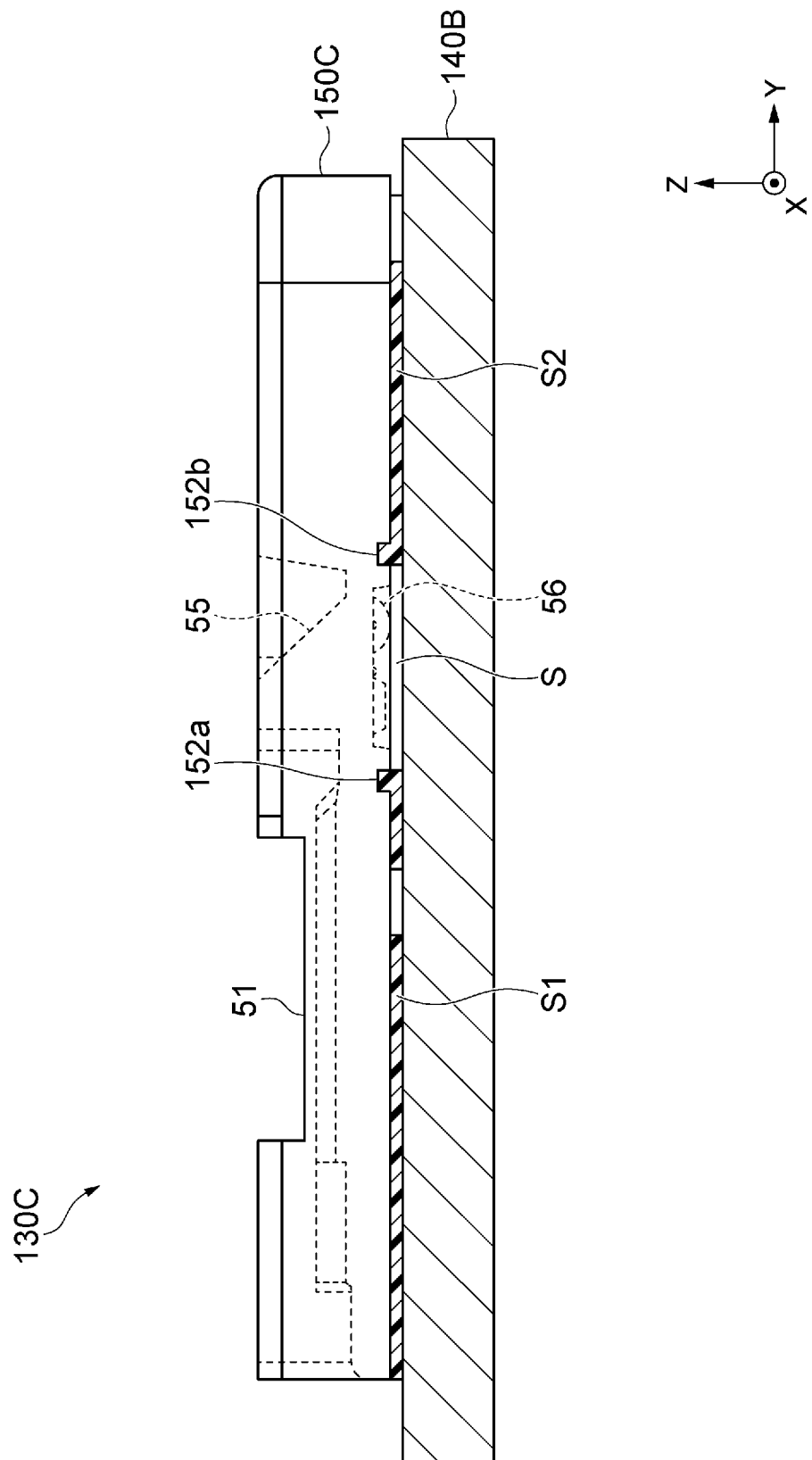
[図8]



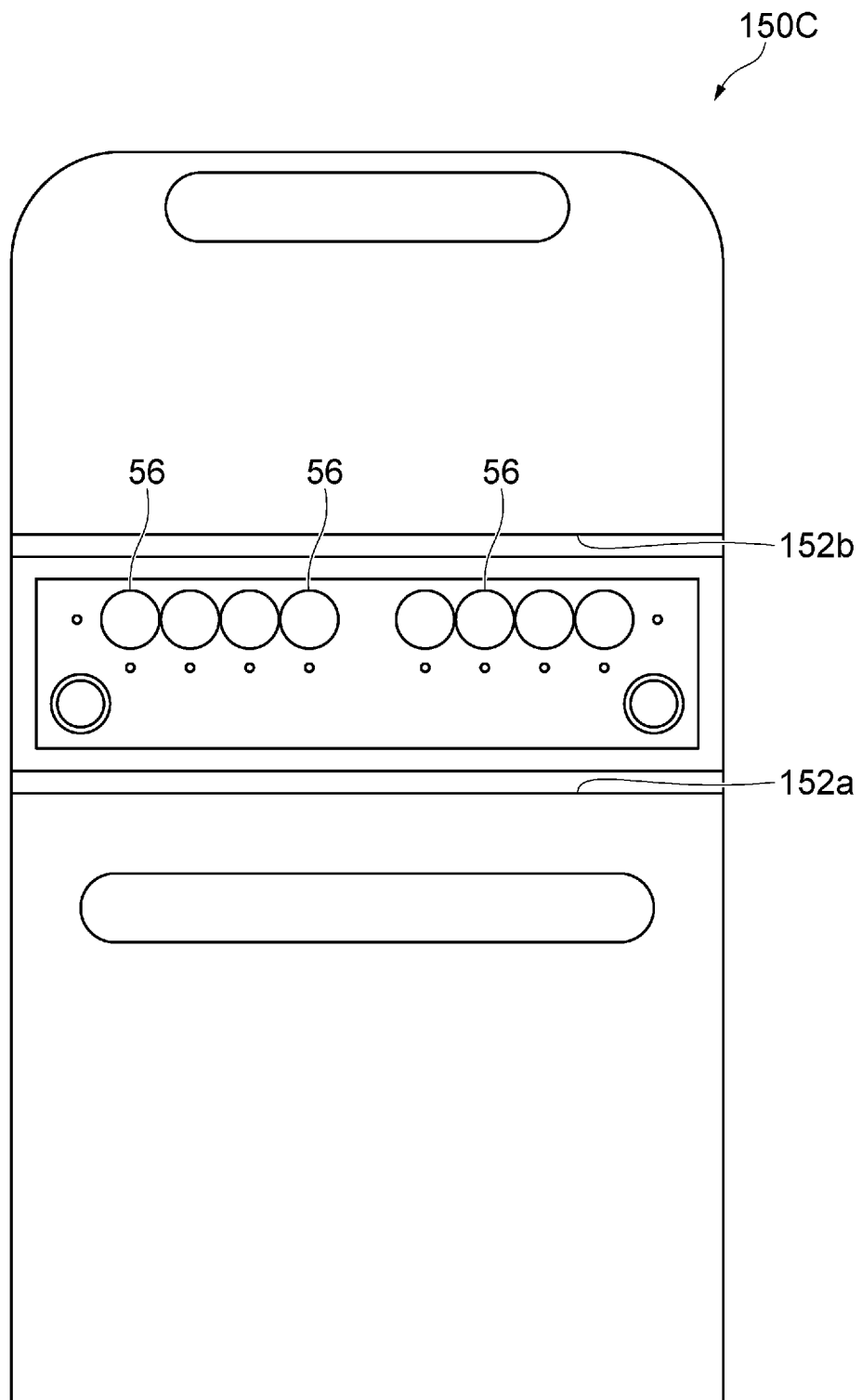
[図11]



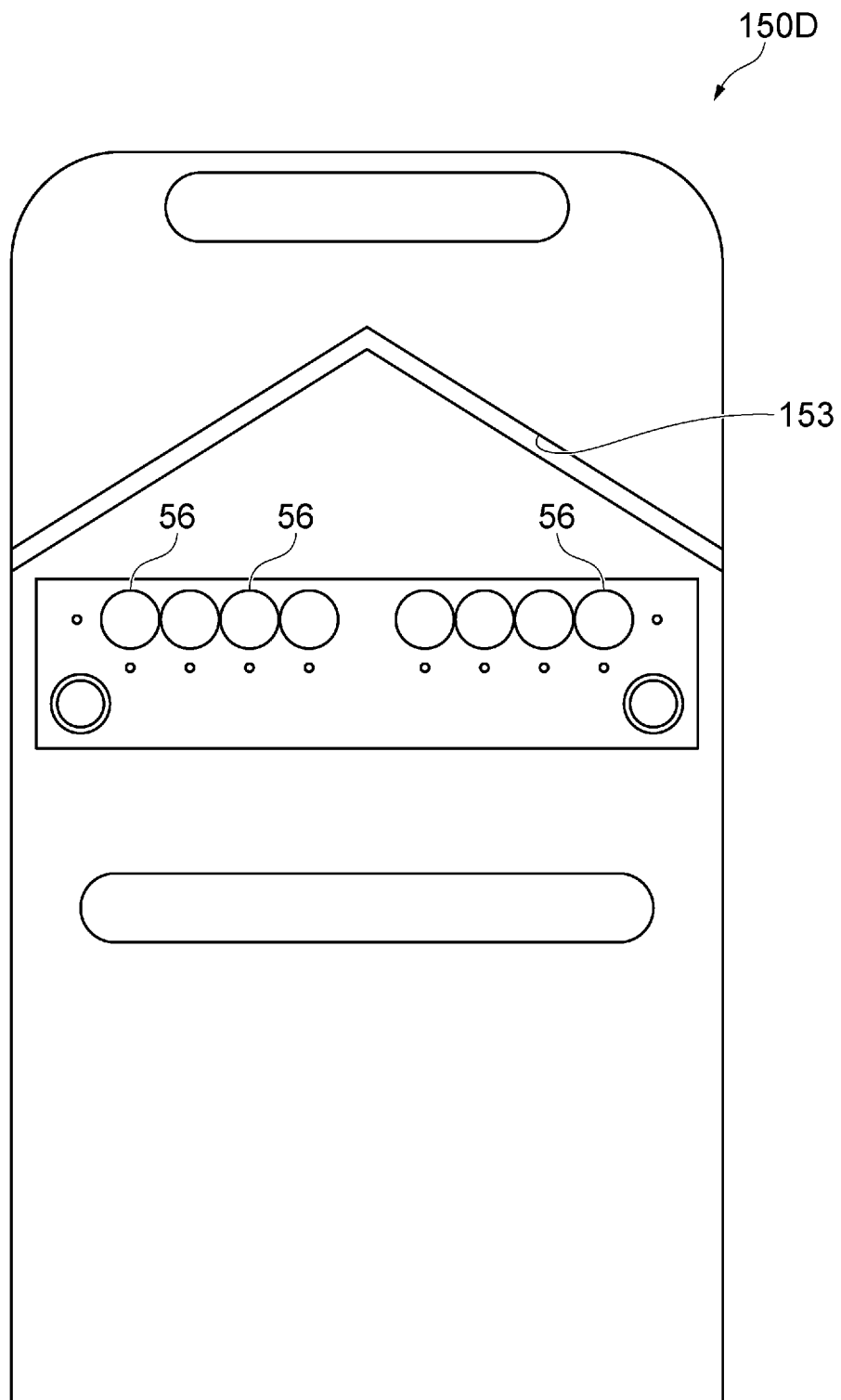
[図12]



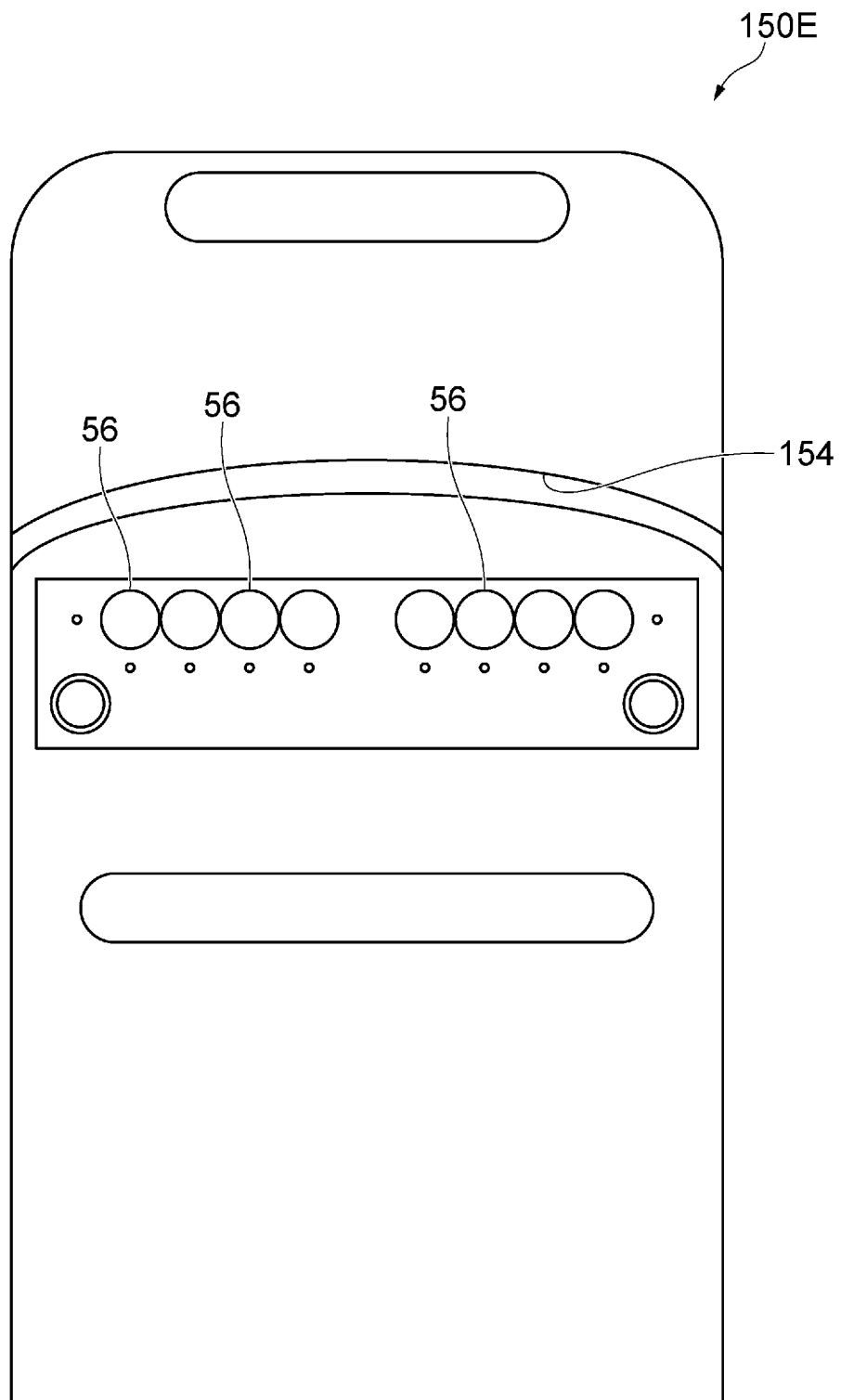
[図13A]



[図13B]



[図13C]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/026759

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G02B 6/42**(2006.01)i; **G02B 6/32**(2006.01)i; **H01S 5/02253**(2021.01)i

FI: G02B6/42; G02B6/32; H01S5/02253

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; G02B6/32; H01S5/02253

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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.
Y	JP 2010-271444 A (PANASONIC ELECTRIC WORKS CO., LTD.) 02 December 2010 (2010-12-02) paragraphs [0010], [0047]-[0052], [0055], [0056], fig. 6-8	1-15
Y	CN 104133271 A (HONGFUJIN PRECISION INDUSTRY (SHENZHEN) CO., LTD.) 05 November 2014 (2014-11-05) paragraphs [0012]-[0016], fig. 1-5	1-15
Y	WO 2020/149278 A1 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 23 July 2020 (2020-07-23) paragraphs [0038], [0039], fig. 6(a)	10-12
Y	JP 2010-122311 A (HITACHI CABLE LTD.) 03 June 2010 (2010-06-03) paragraphs [0052]-[0055], fig. 5	11-12
A	JP 2014-102399 A (FUJITSU LTD.) 05 June 2014 (2014-06-05) paragraphs [0091]-[0093], fig. 20	1-15
A	JP 2020-8813 A (FUJITSU COMPONENT LTD.) 16 January 2020 (2020-01-16) paragraph [0024], fig. 9	1-15



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

26 August 2022

Date of mailing of the international search report

20 September 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/026759

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6526204 B1 (SHIPLEY COMPANY LLC) 25 February 2003 (2003-02-25) fig. 3	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/026759

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2010-271444	A	02 December 2010	(Family: none)	
CN	104133271	A	05 November 2014	(Family: none)	
WO	2020/149278	A1	23 July 2020	US 2022/0091339 A1 paragraphs [0049], [0050], fig. 6(a)	
JP	2010-122311	A	03 June 2010	(Family: none)	
JP	2014-102399	A	05 June 2014	US 2014/0140657 A1 paragraphs [0114]-[0116], fig. 20 EP 2733512 A2 CN 103837946 A	
JP	2020-8813	A	16 January 2020	US 2020/0018911 A1 paragraph [0047], fig. 9	
US	6526204	B1	25 February 2003	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G02B 6/42(2006.01)i; G02B 6/32(2006.01)i; H01S 5/02253(2021.01)i FI: G02B6/42; G02B6/32; H01S5/02253		
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）） G02B6/42; G02B6/32; H01S5/02253		
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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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
Y	JP 2010-271444 A (パナソニック電気株式会社) 02.12.2010 (2010 - 12 - 02) 段落[0010], [0047]-[0052], [0055]-[0056], 図6-8	1-15
Y	CN 104133271 A (HONGFUJIN PRECISION INDUSTRY (SHENZHEN) CO., LTD.) 05.11.2014 (2014 - 11 - 05) 段落[0012]-[0016], 図1-5	1-15
Y	WO 2020/149278 A1 (日本電信電話株式会社) 23.07.2020 (2020 - 07 - 23) 段落[0038]-[0039], 図6(a)	10-12
Y	JP 2010-122311 A (日立電線株式会社) 03.06.2010 (2010 - 06 - 03) 段落[0052]-[0055], 図5	11-12
A	JP 2014-102399 A (富士通株式会社) 05.06.2014 (2014 - 06 - 05) 段落[0091]-[0093], 図20	1-15
A	JP 2020-8813 A (富士通コンポーネント株式会社) 16.01.2020 (2020 - 01 - 16) 段落[0024], 図9	1-15
A	US 6526204 B1 (SHIPLEY COMPANY LLC) 25.02.2003 (2003 - 02 - 25) 図3	1-15
☐ 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、一般的な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抵触するものではなく、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 26.08.2022		国際調査報告の発送日 20.09.2022
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 野口 晃一 2L 5708 電話番号 03-3581-1101 内線 3295

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/026759

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2010-271444	A	02.12.2010	(ファミリーなし)	
CN	104133271	A	05.11.2014	(ファミリーなし)	
WO	2020/149278	A1	23.07.2020	US 2022/0091339 A1	
				段落[0049]-[0050], 図6(a)	
JP	2010-122311	A	03.06.2010	(ファミリーなし)	
JP	2014-102399	A	05.06.2014	US 2014/0140657 A1	
				段落[0114]-[0116], 図20	
				EP 2733512 A2	
				CN 103837946 A	
JP	2020-8813	A	16.01.2020	US 2020/0018911 A1	
				段落[0047], 図9	
US	6526204	B1	25.02.2003	(ファミリーなし)	