

(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
2019年1月17日(17.01.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/012607 A1

(51) 国際特許分類:

G02B 6/42 (2006.01)

Akira); 〒1148515 東京都北区滝野川 7 丁目 5 番 1 1 号 株式会社ヨコオ内 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2017/025298

(22) 国際出願日:

2017年7月11日(11.07.2017)

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

(71) 出願人: 株式会社ヨコオ (**YOKOWO CO., LTD.**)
[JP/JP]; 〒1148515 東京都北区滝野川 7 丁目 5 番 1 1 号 Tokyo (JP).

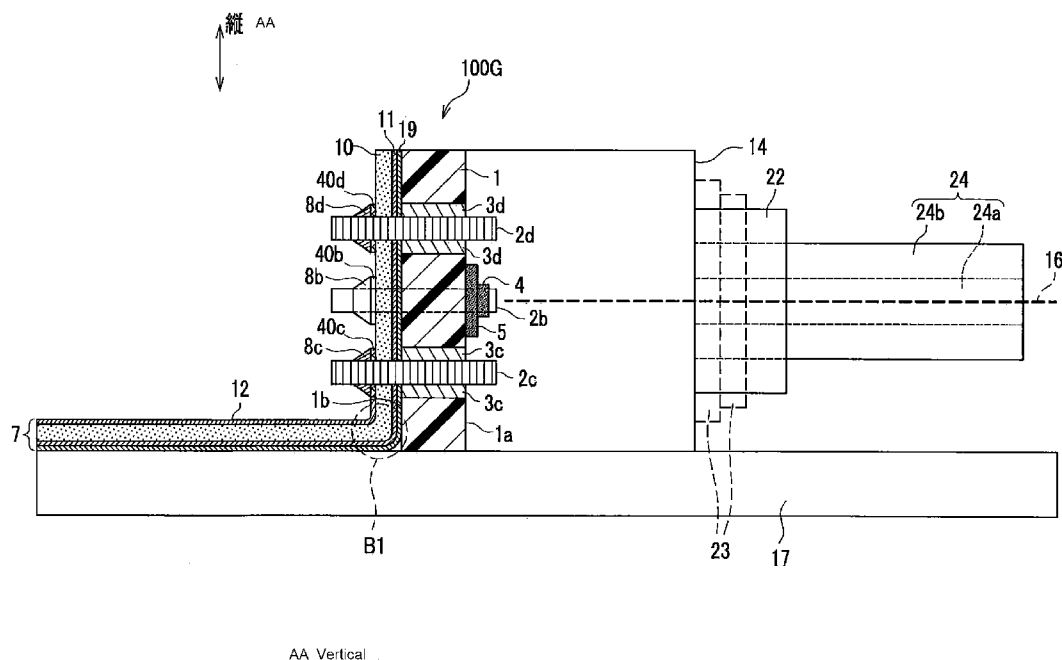
(72) 発明者: 上 綱 秀 樹 (**KAMITSUNA Hideki**);
〒1148515 東京都北区滝野川 7 丁目 5 番 1 1 号
株式会社ヨコオ内 Tokyo (JP). 大木 明(**OHKI**

(74) 代理人: 特許業務法人磯野国際特許商標事務所 (**ISONO INTERNATIONAL PATENT OFFICE, P.C.**); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目 1 番 1 8 号 ヒューリック虎ノ門ビル 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, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: OPTICAL MODULE

(54) 発明の名称: 光モジュール



(57) **Abstract:** This optical module (100G) is characterized by comprising: a stem (1); lead pins (2a-2d) passing through the stem (1); glass (3a-3d) that fills the space between the stem (1) and the lead pins (2a-2d); elements (photodiode (4), amplifier (5)) disposed on a first main surface of the stem (1), the elements being connected to the lead pins (2a-2d); an FPC (7) contacting a second main surface of the stem (1); a cap (14) mounted on the stem (1); and aligning securing parts (metal flange (22), Z-sleeve (23)) that align and secure an optical fiber stub (24) with respect to the cap (14).

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：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：本発明の光モジュール（100G）は、ステム（1）と、ステム（1）を貫通するリードピン（2a～2d）と、ステム（1）とリードピン（2a～2d）との間を埋めるガラス（3a～3d）と、ステム（1）の第1の主面に配置されており、リードピン（2a～2d）に接続している素子（フォトダイオード（4）、増幅器（5））と、ステム（1）の第2の主面に接しているFPC（7）と、ステム（1）に装着するキャップ（14）と、光ファイバスタブ（24）と、光ファイバスタブ（24）をキャップ（14）に調心固定させる調心固定部（金属製フランジ（22）、Z-スリーブ（23））と、を備える、ことを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：光モジュール

技術分野

[0001] 本発明は、光通信に用いる光モジュールに関する。

背景技術

[0002] 光通信の進展／普及に伴い、光信号の送受信を担う光モジュールに対して、伝送速度の高速化や低コスト化のみならず、小型／薄型機器や高密度実装機器に収容可能な小型化（特に低背化）が要求されている。光素子が搭載される光モジュールに対しては、光素子と光ファイバなどとの間でミクロンオーダーの位置合わせが要求される。これらの要求を満たす手法として、光素子をＴＯ（Transistor Outline）－ＣＡＮ型パッケージに搭載し、ＹＡＧ（Yttrium Aluminum Garnet）レーザ溶接により高精度な光軸合わせを行う手法がある。この手法は、最も低コストな手法として広く使用されている。

[0003] ＴＯ－ＣＡＮ型パッケージなどの光モジュールに関する技術内容は、例えば、特許文献１，２に開示されている。特許文献１には、「球状のレンズと、光電変換素子を含む電子回路とを有し、前記光電変換素子により光信号および電気信号の一方から他方への変換を行う光モジュールにおいて、前記光電変換素子を含む前記電子回路を支持するステムと、前記ステムに接合されると共に、前記レンズを前記光電変換素子と対向するように保持する筒状のキャップ部材と、前記キャップ部材に接合され、前記レンズと対向するように光ファイバを保持し得るスリーブ（レセプタクル）とを備え、前記キャップ部材が、前記レンズを保持するための開口を有しており、この開口の内径が、前記レンズの直径よりも小さいことを特徴とする光モジュール」が開示されている。

[0004] また、特許文献２には、「ステムと、前記ステムを貫通する信号ピンと、前記ステムと前記信号ピンとの間を埋める絶縁性ガラスと、前記ステムの主面に溶接されたグラウンドピンと、前記グラウンドピンの根本に存在し、前記グ

ランドピンよりも幅が大きい溶接部と、前記信号ピンが貫通する第１のスルーホールと、前記グランドピンが貫通する第２のスルーホールとを有し、前記ステムに取り付けられたフレキシブル基板と、前記フレキシブル基板の上面に設けられ、前記信号ピンに接続された配線パターンと、前記フレキシブル基板の下面に設けられ、前記ステムに接続された接地導体とを備え、前記フレキシブル基板の前記第２のスルーホールの周辺部分が前記溶接部に沿って褶曲され、前記信号ピンの周辺において前記フレキシブル基板の前記下面の前記接地導体が前記ステムの前記主面に密着していることを特徴とする光モジュール」が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献１：特開２００３－２４１０２９号公報

特許文献２：特開２０１２－２５６６９２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献１，２に示すように、光モジュールのステムの主面には、複数のピン（またはリードピン）を配置する必要がある。このため、ステムの主面の面積を相応に大きくする必要がある。しかし、そのように大きな面積を有するステムを備える光モジュールでは、先に述べた小型化の要求を満たすことは困難である。また、光ファイバを保持し得るスリーブ（レセプタクル）を備えざるを得ない従来の光モジュールでは、レセプタクルのサイズ以下に小型化することはできなかった。

[0007] このような事情に鑑みて、本発明は、光モジュールを小型化することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を達成するため、本発明は、
ステムと、

前記ステムを貫通するリードピンと、
前記ステムと前記リードピンとの間を埋める絶縁材と、
前記ステムの第１の主面に配置されており、前記リードピンに接続している素子と、
前記ステムの第２の主面に接している基板と、
前記ステムに装着するキャップと、
光ファイバスタブと、
前記光ファイバスタブを前記キャップに調心固定させる調心固定部と、を備える、
ことを特徴とする光モジュールである。
その他の発明については、実施形態で説明する。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、光モジュールを小型化することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]第１の実施形態の光モジュールの、（ａ）正面図、（ｂ）Ａ－Ａ視断面図、（ｃ）側面図である。

[図2]突起部の形状例（ａ）、（ｂ）である。

[図3]第２の実施形態の光モジュールの、（ａ）正面図、（ｂ）Ｂ－Ｂ視断面図、である。

[図4]第２の実施形態の光モジュールをマザーボードに実装したときの断面図である。

[図5]第３の実施形態の光モジュールの、（ａ）正面図、（ｂ）Ｃ－Ｃ視断面図、である。

[図6]第３の実施形態の光モジュールをマザーボードに実装したときの断面図である。

[図7]第４の実施形態の光モジュールの、（ａ）正面図、（ｂ）Ｄ－Ｄ視断面図、である。

[図8]第５の実施形態の光モジュールの、（ａ）正面図、（ｂ）Ｅ－Ｅ視断面

図、である。

[図9]第6の実施形態の光モジュールの、(a)正面図、(b)F-F視断面図、である。

[図10]比較例の光モジュールの、(a)正面図、(b)G-G視断面図である。

[図11]比較例の光モジュールのFPCの詳細図である。

[図12]比較例の光モジュールをマザーボードに実装したときの断面図である。

[図13]第7の実施形態の光モジュールをマザーボードに実装したときの断面図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の実施形態を、図面を参照して詳細に説明する。なお、説明の便宜上、「垂直」という語は、「略垂直」の意味を含む。「直交」という語は、「略直交」の意味を含む。「直線上」という語は、「略直線上」の意味を含む。「平行」という語は、「略平行」の意味を含む。

[0012] <比較例>

まず、本発明の比較例となる光モジュールについて説明する。図10(a)、(b)に示す比較例の光モジュール200は、従来の光受信用TO-CAN型パッケージを用いる光モジュールである。図10(a)、(b)に示すように、光モジュール200は、ステム1と、5本のリードピン2a~2eと、ガラス3a~3dと、フォトダイオード4と、増幅器5と、溶接部6と、FPC(Flexible Printed Circuit:フレキシブル基板)7と、を備える。

[0013] ステム1は、フォトダイオード4、増幅器5などの素子を支持する円板状体である。ステム1は、表主面1a(第1の主面)および裏主面1b(第2の主面)を有する。また、ステム1は、板厚方向に延在する貫通孔20a~20dを備える。

[0014] 第1のリードピン2aは、信号出力用のピン(信号用ピン)である。第2

のリードピン 2 b は、反転信号出力用のピン（信号用ピン）である。第 3 のリードピン 2 c は、増幅器 5 のバイアス用のピンである。第 4 のリードピン 2 d は、フォトダイオード 4 のバイアス用のピンである。リードピン 2 a ～ 2 d はそれぞれ、ステム 1 の貫通孔 2 0 a ～ 2 0 d の各々を貫通しており、ガラス 3 a ～ 3 d によって固定されている。

[0015] 第 5 のリードピン 2 e は、接地用のグランドピンである。第 5 のリードピン 2 e は、溶接によりステム 1 の裏主面 1 b に直接固定され、ステム 1 （の筐体）と同電位となっている。

溶接部 6 は、第 5 のリードピン 2 e をステム 1 の裏主面 1 b に溶接されるビードである。溶接部 6 の径は、第 5 のリードピン 2 e の径よりも一回り大きい。

[0016] ガラス 3 a ～ 3 d は、貫通孔 2 0 a ～ 2 0 d の各々に充填されている。ガラス 3 a ～ 3 d は、ステム 1 とリードピン 2 a ～ 2 d の各々との間を埋める絶縁材であり、ステム 1 （の筐体）とリードピン 2 a ～ 2 d の各々とを電氣的に絶縁する。

[0017] フォトダイオード 4 は、光信号を受信して電気信号に変換する光素子である。フォトダイオード 4 は、ステム 1 の表主面 1 a に、かつ、ステム 1 の中心に配置されている。

増幅器 5 は、光信号から変換された電気信号を増幅する電気素子である。増幅器 5 は、ステム 1 の表主面 1 a に、かつ、ステム 1 の中心付近に配置されている。

[0018] フォトダイオード 4 の出力端子は、増幅器 5 の入力端子とワイヤ接続されている。フォトダイオード 4 のバイアス端子は、第 4 のリードピン 2 d にワイヤ接続されている。増幅器 5 のバイアス端子は、第 3 のリードピン 2 c にワイヤ接続されている。増幅器 5 の信号出力端子は、第 1 のリードピン 2 a にワイヤ接続されている。増幅器 5 の反転信号出力端子は、第 2 のリードピン 2 b にワイヤ接続されている。

上記のように構成することで、フォトダイオード 4 が受信した光信号が第

1のリードピン2aと第2のリードピン2bとの差動電気信号として出力される。この出力された差動電気信号は、光受信用TO-CAN型パッケージに取り付けられたFPC7を介して外部に取り出される。

[0019] FPC7は、折り曲げ可能な高速配線板であり、ステム1の裏主面1bに密着している。FPC7は、信号用の伝送線路と、伝送線路に沿って形成されるグランドとで構成される高速信号用の差動配線を備える。また、FPC7は、フォトダイオード4および増幅器5のバイアス供給用電源線も備える。図10(b)に示すように、FPC7は、例えば、厚さ50 μ m程度の誘電体10(例：ポリイミド)を上層配線12と下層グランド11とで挟んだ構成とすることができる。このような構成のFPC7によれば、信号用の伝送線路としてマイクロストリップ線路を形成することができ、柔軟で取り回しが容易な高速配線板とすることができる。

[0020] 図10(b)に示すように、FPC7は、保護層19を有する。保護層19は、リードピン2a~2eが通る領域を除いて下層グランド11を、ステム1が設けられている側から保護する。また、FPC7は、保護層19と同等の機能を具備した保護層(図示略)を、ステム1が設けられる面の対向面に有する。当該保護層は、ランド(図11のランド40a~40eを参照)の領域を除いて上層配線12を、ステム1が設けられている側の反対側から保護する。また、FPC7は、ステム1に接する保護層19の部分に対し、曲がりや反りを抑制してはんだ実装を容易にするための補強板(図示略)を有する。この補強板は、FPC7を屈曲したい箇所を除き、曲がり反りの抑制が効く任意の箇所に適宜設けることができ、保護層19と下層グランド11との間に設けてもよいし、ステム1と保護層19との間に設けてもよい。

図10(b)に示す符号40b, 40c, 40eはそれぞれ、リードピン2b, 2c, 2eの各々との電氣的な接続手段となるはんだ8b, 8c, 8eの各々のランドである。

[0021] 図11に示すように、FPC7は、リードピン2a~2eに対応する5つのスルーホール13a~13eを備える。また、FPC7は、スルーホール

13a～13eの各々の周囲にランド40a～40eを備える。リードピン2a～2eの各々をスルーホール13a～13eの各々に差しこみ、リードピン2a～2eの各々をランド40a～40eの各々とはんだ付けすることで電気的な接続を行う。

[0022] 図12に示すように、光モジュール200のステム1には、光入射用の窓またはレンズを備えるキャップ14を装着する。よって、光導波手段15からの光信号は、光導波手段（光接続部品）15の光軸16が通過するフォトダイオード4で受信される。FPC7は、マザーボード17との接続用のパッド（図示略）を備えており、マザーボード17との間で電気信号を送受信することができる。また、図12に示すように、光モジュール200は、光導波手段15の光軸16がマザーボード17と平行になるように、FPC7をステム1の端部で折り曲げてマザーボード17に装着することができる。このようにしてマザーボード17への搭載スペースの最小化（低背実装）を図ることが一般的である。なお、光導波手段（光接続部品）15は例えば光ファイバとそれを保持するスリーブ（レセプタクル）等で構成しても良いし、中空のパイプに1個もしくは2個の集光レンズを固定して構成しても良い。

[0023] 比較例の光モジュール200において、ステム1の円板の面積は、所要ピン数と搭載する素子のサイズとで概ね決定されてしまう。このため、比較例の光モジュール200では、ステム1の径を所定のサイズ（例えば、4mm）よりも小さくすることが困難である。

[0024] また、グランドピンとなる第5のリードピン2eをステム1に溶接した際に第5のリードピン2eの根元に幅広い溶接部6が形成される。この溶接部6が、ステム1とFPC7との密着を妨げてしまい、溶接部6の厚さ分FPC7をステム1から離さざるを得なくなる。その結果、反射減衰量の劣化や信号用ピンとしての第1のリードピン2aおよび第2のリードピン2bのインダクタンスの増大が生じ、高周波特性が劣化したり、伝送速度の高速化が阻害されたりしてしまう問題がある。この問題を解消するために、溶接部6

を收容するための穴をステム 1 に設けて高周波特性を改善する手法もあるが、結果としてステム 1 の加工コストの増大を招いてしまう。

[0025] また、光モジュール 200 の放熱は、ステム 1 に溶接されたグランドピンが大半を担うことになる。ここで、光モジュールの小型化を進展させると、発熱密度が必然的に増加するため、 $\phi 0.4$ 程度の細径のグランドピンに放熱が大きく依存する比較例の構造では十分な放熱性能を実現できない。その結果、光モジュール自体の信頼性の低下などを招き、光モジュールの小型化が阻害されてしまうという問題もある。

[0026] 上記の問題を解決する本発明の光モジュールについて、複数の実施形態を参照して説明する。説明の際、比較例で説明したり、他の実施形態で説明した部材と同一の部材に対しては同一の符号を用いる。また、比較例や他の実施形態の説明（発明特定事項の説明や効果の説明を含む）と重複する説明は適宜省略し、相違点を主に説明する。

[0027] <第 1 の実施形態>

図 1 (a) ~ (c) に示す光モジュール 100A は、本実施形態の光受信用 T O - C A N 型パッケージを用いる光モジュールである。図 1 (a) ~ (c) に示すように、光モジュール 100A は、ステム 1 と、4 本のリードピン 2 a ~ 2 d と、ガラス 3 a ~ 3 d と、フォトダイオード 4（素子：光素子）と、増幅器 5（素子：電気素子）と、F P C 7（基板：フレキシブル基板）と、を備える。フォトダイオード 4 および増幅器 5 は、互いに近傍に配置されている。

[0028] 本実施形態の光モジュール 100A と、比較例の光モジュール 200 との間の相違点は、主に、（1）光モジュール 200 が備えるグランドピンとしてのリードピン 2 e を備えないこと、（2）ステム 1 が突起部 9 を備えたこと、（3）F P C 7 にグランド接続用ランド 18 を備え、グランド接続用ランド 18 に対してはんだ付けを行いグランド接続をしていること、の 3 点である。

[0029] F P C 7 は、比較例の光モジュール 200 と同様、一方向に延在した帯状

を呈している。図1(a)～(c)に示すように、FPC7の表面の一部領域に、ステム1の裏主面1bが接している（例えば、密着している）。また、FPC7は、ステム1の突起部9に対向する部分を有している。

[0030] グランド接続用ランド18は、グランドを構成するランドである。グランド接続用ランド18は、FPC7のうち、突起部9に対向する位置に形成されている。グランド接続用ランド18は、例えば、グランド接続用ランド18の形成箇所において保護層19や補強板（図示略）を切り欠き、下層グランド11を露出させることで実現することができる。また、グランド接続用ランド18は、例えば、保護層19や補強板（図示略）にスルーホールを設けることで実現することもできる。はんだ8は、グランド接続用ランド18の形成箇所にてステム1とのグランド接続を実現させる。

[0031] 突起部9は、ステム1の側面に配置される。突起部9は、例えば、プレス加工によって、ステム1の円板と一体に形成することができる。図1(a)～(c)に示すように、グランド接続用ランド18との電気的な接続手段となるはんだ8は、突起部9に付着している。

なお、本実施形態の突起部9は、ステム1の板厚と同様の厚みを有しているが、これに限定されない。

[0032] 突起部9はさまざまな形状にすることができる。例えば、図1に示すように、突起部9は、矩形状（四角柱状）に成形することができる。また、図2(a)に示すように、突起部9を三角状（三角柱状）に成形してもよいし、図2(b)に示すように、突起部9とステム1の本体部との境界部に曲面を設けてもよい。

[0033] 図1(a)に示すように、グランド接続用ランド18は、図1の紙面上、ステム1の右側に配置されている。グランド接続用ランド18は、ステム1の周方向位置のいずれかに、かつ、ステム1よりも外側（例えば、外縁）に配置してもよい。外縁などステム1よりも外側に配置することで、ステム1とのはんだ付けが容易になる利点が生じる。このようなグランド接続用ランド18により、グランドピンとしての第5のリードピン2eを不要にできる

。よって、ステム1の裏主面1bにグランドピンを配置する領域が不要になり、ステム1の径を小さく設計することができる。その結果、光モジュール100A全体を小型化できる。

[0034] また、本実施形態の光モジュール100Aについて、グランドピンを不要にすることに伴い、グランドピンの根元に存在していた溶接部6（図10）も不要となる。よって、溶接部6が存在していた領域においても、FPC7をステム1の裏主面1bに密着させることができる。その結果、信号用ピンとしての第1のリードピン2aおよび第2のリードピン2bのインダクタンスの減少等を通じて高周波特性を改善させることができ、伝送速度の高速化を図ることができる。

[0035] また、図1（a）に示すように、ステム1の中心とグランド接続用ランド18の中心とを結ぶ線分（図1の紙面上左右方向の線分）は、FPC7がステム1から引き出されている方向（図1中の矢印参照。以下、「縦方向」と呼ぶ場合がある）と直交する。これにより、FPC7を屈曲させてマザーボード17に実装させたときに（図12参照）、グランド接続用ランド18が、図12の上下方向（ステム1の本体部よりマザーボード17側等）に突出することがないので、光モジュール100Aの縦方向の寸法を小さくすることができる（マザーボード17への低背実装）。

なお、図1に示すように、縦方向に直交する方向を「横方向」と呼ぶ場合がある。図1に示す縦方向および横方向の矢印は、他の図にも適宜描かれている。

[0036] また、本実施形態の光モジュール100Aは、ステム1の放熱性を向上させることができる。これは、グランドピンとして細径の第5のリードピン2eを用いる比較例と比べて、ステム1とFPC7とのグランド接続面積を大幅に増やすことができるためである。よって、小型化に伴う発熱密度の増加への対応も容易になり、結果として小型化した光モジュールの信頼性を向上できる。

[0037] <第2の実施形態>

図3（a）、（b）に示す光モジュール100Bは、本実施形態の光受信用TO-CAN型パッケージを用いる光モジュールである。本実施形態の光モジュール100Bと、第1の実施形態の光モジュール100Aとの相違点は、主に、（1）フォトダイオード4を増幅器5上に配置したこと、（2）リードピン2a～2dを増幅器5を囲うような位置に変更していること、の2点である。ステム1の中心とグランド接続用ランド18（または突起部9）の中心とを結ぶ直線の方法は、横方向である。

[0038] フォトダイオード4が増幅器5上に配置されることで、ステム1の表主面1aにフォトダイオード4を配置する領域が事実上不要になる。その結果、部品搭載のための所要スペースを極小化することができ、ステム1の径を小さく設計することができる。なお、図3（a）に示すように、フォトダイオード4および増幅器5は、ステム1の表主面1aの中心に配置されている。

[0039] また、図3（a）に示すように、信号用の第1のリードピン2aおよび第2のリードピン2bは、増幅器5を搭載できる程度に横方向に離間して配置されている。また、バイアス用の第3のリードピン2cおよび第4のリードピン2dは、増幅器5を搭載できる程度に縦方向に離間して配置されている。なお、リードピン2a～2dは、ステム1の周方向の位置にかかわらず増幅器5の周囲に配置することができる。リードピン2a～2dをこのように配置することで、ステム1の径を極小化できる。

[0040] また、ステム1の径を小さくするほど、FPC7を屈曲させるときの屈曲位置を、ステム1の中心に近付けることができる。よって、図4に示すように、第3のリードピン2cの径方向外側近傍となる位置を、FPC7の屈曲位置とすることができる（図4中符号B1参照）。その結果、光モジュール100B全体を小型化、具体的には、縦方向に関して低背化できる。

また、突起部9は、ステム1の側面に配置されているので、FPC7を組み付ける際の目印となる。よって、光モジュール100Aの製造者は、突起部9を参照することで、ピン配置が図3のように中心対称になっている場合においても、ステム1とFPC7の端子を間違えなく接続することが容易に

なる。

[0041] <第3の実施形態>

図5 (a)、(b) に示す光モジュール100Cは、本実施形態の光受信用TO-CAN型パッケージを用いる光モジュールである。本実施形態の光モジュール100Cと、第2の実施形態の光モジュール100Bとの相違点は、主に、ステム1の外周部に平坦部を設けたことである。また、光モジュール100Cは、ステム1の中心を挟んで2つのグランド接続用ランド18と、2つの突起部9とを備え、グランド接続用ランド18の各々にはんだ8が設けられている点においても光モジュール100A、100Bとは相違している。なお、光モジュール100Cにおけるグランド接続用ランド18の個数、突起部9の個数、ステム1の周方向におけるグランド接続用ランド18の位置、突起部9の位置は、本実施形態に限らず、他の実施形態にも適用することができる。また、図5 (a) に示すように、FPC7の横方向の幅は、グランド接続用ランド18が存在する部分を除いて、ステム1の横方向の幅と同じにすることができる。このような形状も本実施形態に限らず、他の実施の形態にも適用できる。

[0042] 第2の実施形態で説明したように、バイアス用の第3のリードピン2cおよび第4のリードピン2dは、増幅器5を搭載できる程度に縦方向に離間して配置されている。よって、ステム1の縦方向の両端は、相当程度の空きスペースが形成されている。この空きスペースに他の素子やリードピンなどを配置しないのであれば、ステム1の縦方向の両端を平坦に成形することで、ステム1をさらに小型化することができる。換言すれば、ステム1の形状を、増幅器5を挟んで横方向に配置されている信号用の第1のリードピン2aおよび第2のリードピン2bを結ぶ直線に平行に切り欠かれた形状とし、グランド接続用ランド18、18と突起部9、9とを概ねこの直線上に配置する。このような配置により、光モジュールをより一層小型化することができる。

[0043] 信号用ピンとしての第1のリードピン2aおよび第2のリードピン2bの

特性インピーダンスは、増幅器 5 の出力インピーダンスに整合するようなインピーダンス（例：50Ω）に設定することが好ましい。一方、バイアス用の第 3 のリードピン 2 c 及び第 4 のリードピン 2 d は外部電源などに接続されることから低インピーダンス化することが好適である。このため、バイアス用の第 3 のリードピン 2 c および第 4 のリードピン 2 d を絶縁するガラス 3 c, 3 d は、信号用の第 1 のリードピン 2 a および第 2 のリードピン 2 b を絶縁するガラス 3 a, 3 b よりも径方向の寸法を小さくすることができる。

[0044] 上記の事情に鑑みて、図 5 (a) に示すように、信号用の第 1 のリードピン 2 a および第 2 のリードピン 2 b を増幅器 5 を挟んで横方向に配置し、バイアス用の第 3 のリードピン 2 c および第 4 のリードピン 2 d を増幅器 5 を挟んで縦方向に配置する。このように配置することで、ステム 1 の縦方向の端部にて大きな空きスペースを設けることができ、ステム 1 の縦方向の両端の切り欠き領域を大きくすることができる。つまり、信号用の第 1 のリードピン 2 a および第 2 のリードピン 2 b を結ぶ直線に平行にステム 1 を切り欠いた形状とすることで、ステム 1 の縦方向の寸法を大幅に小さくすることができる。加えて FPC 7 の形状もステム 1 の形状に合うように図 5 (a) の上側の部分を切り欠いた形状とすることにより光モジュール 100C を大幅に低背化することができる。

[0045] また、ステム 1 の縦方向両端の切り欠き領域が大きいほど、FPC 7 を屈曲させるときの屈曲位置を、ステム 1 の中心に近付けることができる。よって、図 6 に示すように、第 3 のリードピン 2 c の径方向外側近傍となる位置を、FPC 7 の屈曲位置とすることができる（図 6 中符号 C 1 参照）。符号 C 1 で示す屈曲位置は、第 2 の実施形態で示した屈曲位置（図 4 中符号 B 1 参照）よりもステム 1 の中心に近い。その結果、光モジュール 100C 全体をさらに低背化、具体的には図 12 に示した従来例（比較例）に対して 2/3 の低背化を図ることができる。

[0046] また、光モジュール 100C が 2 つのグランド接続用ランド 18 を有して

いと、ステム 1 と F P C 7 とのグランド接続面積を大きくできるので、ステム 1 の放熱性をさらに向上することができる。これにより、光モジュールの小型化に伴う発熱密度の増加への対応も容易になり、結果として小型光モジュールの信頼性をさらに向上できる。なお、グランド接続用ランド 1 8（及びそれを支持する円状ステム本体よりも外側に存在する F P C 部）の形状は、ステム 1 の突起部 9 とはんだ接続できればいかなる形状であっても構わない。矩形状（四角形状）に限らず、図 2 に例示した突起部 9 の形状の三角状（三角形状）などさまざまな形状にすることができる。

[0047] <第 4 の実施形態>

図 7（a）、（b）に示す光モジュール 1 0 0 D は、本実施形態の光送信用 T O - C A N 型パッケージを用いる光モジュールである。本実施形態の光モジュール 1 0 0 D と、第 1 の実施形態の光モジュール 1 0 0 A との相違点は、主に、（1）フォトダイオード 4 の代わりにレーザダイオードである V C S E L（Vertical Cavity Surface Emitting LASER）3 0（レーザダイオード：素子：光素子）を備えたこと、（2）増幅器 5 の代わりにドライバ 5 0（駆動回路：素子：電気素子）を備えたこと、（3）バイアス用のリードピンを 1 本のリードピン 2 c にし、信号入力用のリードピン 2 a と、反転信号入力用のリードピン 2 b の計 3 本のリードピンを備えたこと、の 3 点である。

[0048] V C S E L 3 0 は、ステム 1 の主面に対して垂直方向に光を共振させ、垂直方向に光信号を出射させる。

ドライバ 5 0 は、V C S E L 3 0 が光信号を出射するための駆動信号を出力する。

[0049] 光モジュール 1 0 0 D では、外部からの差動信号が入力されるように、ドライバ 5 0 の信号入力端子がリードピン 2 a にワイヤ接続されており、ドライバ 5 0 の反転信号入力端子がリードピン 2 b にワイヤ接続されている。また、ドライバ 5 0 の出力端子と V C S E L 3 0 の端子（アノード／カソード）がワイヤ接続されている。これにより、駆動信号が伝達され、光信号を出

射する。また、光出射用の窓またはレンズを具備するキャップ（図示せず）を光モジュール１００Ｄに装着することで、光信号の伝送が実現される。

[0050] 第１の実施形態で示した、光受信系として機能する光モジュール１００Ａが奏する効果は、本実施形態で示す、光送信系として機能する光モジュール１００Ｄにも適用される。つまり、光送信系であっても光モジュール全体を小型化することができる。

[0051] <第５の実施形態>

図８（ａ）、（ｂ）に示す光モジュール１００Ｅは、本実施形態の光送信用ＴＯ－ＣＡＮ型パッケージを用いる光モジュールである。本実施形態の光モジュール１００Ｅと、第４の実施形態の光モジュール１００Ｄとの相違点は、主に、（１）ＶＣＳＥＬ３０をドライバ５０の上に配置したこと、（２）リードピン２ａ～２ｃをドライバ５０を囲うような位置に変更していること、（３）ステム１の外周部に平坦部を設けたこと、の３点である。図８（ａ）に示すように、ＶＣＳＥＬ３０およびドライバ５０は、ステム１の表主面１ａの中心に配置されている。

[0052] 信号用の第１のリードピン２ａおよび第２のリードピン２ｂは、ドライバ５０を搭載できる程度に横方向に離間して配置されている。また、バイアス用の１本の第３のリードピン２ｃは、図８（ａ）の紙面上、ドライバ５０の下側に配置されている。換言すれば、リードピン２ａ～２ｃは、ドライバに近接配置されている。リードピン２ａ～２ｃをこのように配置することで、ステム１の径を極小化できる。

[0053] 図８（ａ）に示すように、信号用の第１のリードピン２ａおよび第２のリードピン２ｂはドライバ５０を挟んで横方向に配置されている。また、バイアス用の第３のリードピン２ｃは、図８（ａ）の紙面上、ドライバ５０の下側に配置されている。つまり、信号用の第１のリードピン２ａおよび第２のリードピン２ｂを結ぶ直線に平行にステム１を切り欠いた形状とすることで、ステム１の縦方向の寸法を大幅に小さくすることができる。加えてＦＰＣ７の形状もステム１の形状に合うように図８（ａ）の上側の部分を切り欠い

た形状とすることにより光モジュール１００Ｅを大幅に低背化できる。

[0054] 第５の実施形態の光モジュール１００Ｅは、光送信系を説明する第４の実施形態の光モジュール１００Ｄに、光受信系を説明する第１～第３の実施形態の特徴を導入したものに概ね等しい。よって、光送信系としての光モジュール１００Ｅは、第１～第３の実施形態の効果を一通り奏し、光モジュール１００Ｅの小型化、特に、縦方向の低背化を実現することができる。

[0055] <第６の実施形態>

図９（ａ）、（ｂ）に示す光モジュール１００Ｆは、本実施形態の光送信用ＴＯ－ＣＡＮ型パッケージを用いる光モジュールである。本実施形態の光モジュール１００Ｆと、第５の実施形態の光モジュール１００Ｅとの相違点は、主に、ドライバ５０の代わりにモニタ用フォトダイオード２１（素子：光素子）を備えることである。図８（ａ）に示すように、ＶＣＳＥＬ３０およびモニタ用フォトダイオード２１は、ステム１の表主面１ａの中心に配置されている。また、ＶＣＳＥＬ３０は、モニタ用フォトダイオード２１の上に配置されている。なお、ドライバはＦＰＣ７が接続されるマザーボードに搭載される（図示せず）。

[0056] モニタ用フォトダイオード２１は、光モジュール１００Ｆに装着されるキャップ（図示せず）からの光反射信号を受信し、ＶＣＳＥＬ３０からの光送信パワーに応じた電流を発生する。この電流は、ＦＰＣ７を介してマザーボードに送信され、ＶＣＳＥＬ３０のＡＰＣ（Auto Power Control）などに使用され、光送信信号の安定化を図ることができる。

[0057] 第６の実施形態の光モジュール１００Ｆは、第５の実施形態の光モジュール１００Ｅとは異なる光送信系を構成するものであり、バイアス用の第３のリードピン２ｃおよび第４のリードピン２ｄを備え、計４本のリードピン２ａ～２ｄを備える。第１のリードピン２ａおよび第２のリードピン２ｂの各々は、ＶＣＳＥＬ３０のための信号入力用および反転信号入力用であり、ＶＣＳＥＬ３０のアノードとカソードとにそれぞれワイヤ接続されている。また、第３のリードピン２ｃおよび第４のリードピン２ｄは、それぞれ、モニ

タ用フォトダイオード21のアノードとカソードとにワイヤ接続されている。外部からの駆動信号が伝達されると、VCSEL30は光信号を垂直方向に出射する。また、バイアス用の第3のリードピン2cおよび第4のリードピン2dは、モニタ用フォトダイオード21を搭載できる程度に縦方向に離間して配置されている。

[0058] 第6の実施形態の光モジュール100Fは、第5の実施形態の光モジュール100Eとは異なる光送信系を構成するが、第5の実施形態の効果を一通り奏することができる。つまり、光送信系としての第6の実施形態の光モジュール100Fは、第1～第3の実施形態の効果を一通り奏し、光モジュール100Eの小型化、特に、縦方向の低背化を実現する。

[0059] <第7の実施形態>

図13に示す光モジュール100Gは、本実施形態の光受信用TO-CAN型パッケージを用いる光モジュールである。本実施形態の光モジュール100Gと、第2の実施形態の光モジュール100Bとの相違点は、光入射用の窓またはレンズを備えるキャップ14をステム1に装着し、さらに光接続部品15（図4参照）として光ファイバスタブ24と呼ばれる部品を用い、これをキャップ14上に調心固定していることである。光ファイバスタブ24は、光ファイバ素線24aと円筒型セラミック24bから構成される部品である。好適には、光ファイバスタブ24は、機械的強度に優れる円筒型セラミック24bの中心に光ファイバ素線24aとほぼ同径の穴を開け、その穴の中に光ファイバ素線24aを貫通させた後に両端を光学研磨した部品とすることができる。

[0060] 本実施形態においては、光ファイバスタブ24の調心固定にYAG（Yttrium Aluminum Garnet）レーザー溶接を用いている。そのため、光ファイバスタブ24に円筒型の金属製フランジ22（調心固定部）を予め固定して一体化した部品をX-Y2軸ステージ（図示せず）に保持する。金属製フランジ22は、光ファイバスタブ24をキャップ14に調心固定させる部材である。X-Y2軸ステージとは、縦方向（X）および横方向（Y）に関して、金

属製フランジ22によって、光ファイバスタブ24をキャップ14に調心固定させるための治具である。X-Y2軸ステージを用いて、水平面（X-Y面）内でキャップ14からの出射光のピーク調心を行い、ピーク位置で金属製フランジ22とキャップ14とをYAGレーザー溶接して固定する。なお、金属製フランジ22の光ファイバスタブ24への固定は、例えば、エポキシ系接着剤を用いても良いし、金属製フランジ22を加締めても良い。上記の工程によって、光ファイバスタブ24におけるX-Y2軸調心を実現する。

[0061] より高効率な光結合を目指す場合には、図13に示すように、金属製フランジ22の外周側に、Zスリーブ23（調心固定部）と呼ばれる円筒型の金属部品を追加して配置することで、X-Y-Z3軸調心も可能となる。「Z」は、X-Y面に垂直な方向であり、光軸16の方向と同じである。Zスリーブ23は、金属製フランジ22に固定して、光ファイバスタブ24をキャップ14に調心固定させる部材である。Zスリーブ23の金属製フランジ22への固定は、例えば、エポキシ系接着剤を用いても良いし、Zスリーブ23を加締めても良い。

[0062] X-Y-Z3軸調心は、光ファイバスタブ24をX-Y-Z3軸ステージ（図示せず）に保持することで実現できる。X-Y-Z3軸ステージとは、縦方向（X）、横方向（Y）、および垂直方向（Z）に関して、金属製フランジ22およびZスリーブ23によって、光ファイバスタブ24をキャップ14に調心固定させるための治具である。X-Y-Z3軸ステージを用いて、キャップ14からの出射光のピーク調心を行い、ピーク位置で金属製フランジ22とキャップ14とをYAGレーザー溶接して固定する。

[0063] さらに、光ファイバスタブ24をX-Yステージに保持したまま、キャップ14が固定済みのステム1をZステージ（図示せず）に保持して、2つのステージを連動することでもX-Y-Z3軸調心を実現することができ、どちらの調心方法でも良い。Zステージとは、光軸16の方向（Z）に関して、光ファイバスタブ24をキャップ14に調心固定するための治具である。

よって、光ファイバスタブ24から入力された光信号は、光ファイバスタブ24の光軸16が通過するフォトダイオード4で極めて高い光結合率で受信される。

[0064] FPC7は、マザーボード17との接続用のパッド（図示略）を備えており、マザーボード17との間で電気信号を送受信することができる。なお、本実施形態の光モジュール100Gの光IF（Interface）は、光ファイバスタブ24となるため、相手側の装置等にレセプタクルを備えることが必要となる。これは、本実施形態の光モジュール100Gの構成が、特許文献1に開示された光モジュールとは逆の構成となることを意味する。しかし、本実施形態の光モジュール100Gの構成によれば、光モジュール100G自体にレセプタクルを備えることが無いため、光モジュール100Gの小型化および低背化を実現することができる。その結果、本実施形態の光モジュール100Gは、レセプタクルのサイズ以下に小型化することができる。

[0065] 光モジュール100Gが光接続される相手側の装置等にはレセプタクルを備える必要があるが、パッシブ部品のみで構成される相手側の装置等は設計の自由度が大きく、総合的にみれば小型化および低背化を図ることが容易である。光モジュール100Gを複数使用するアレー構成などにおいては、小型化の効果がより一層顕著になる。

[0066] 《変形例》

本発明は、上記実施形態に限定されることなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、変更実施が可能であり、例えば、以下の（a）～（i）がある。

（a）本実施形態では、ステム1に突起部9が備えられた場合について説明したが、突起部9を備えていない形態のステムとし、FPC7のグランド接続用ランド18とステム本体部の側面とをはんだ付け（グランド接続）しても構わない。

（b）本実施形態で用いるレーザダイオードは、VCSEL30に限定されず、DFB（Distributed FeedBack）レーザやその他のレーザダイオードであってもよい。また、発光ダイオードであっても構わない。

(c) 本実施形態では、基板としてFPC7を適用した場合について説明したが、FPC7に限らず、リジッドな基板であっても本発明を適用することができる。

[0067] (d) ステム1は、円板状体に限定されず、矩形状体、楕円状体などでもよい。また、ステム1は、孤の部分の有する形状を呈していてもよい。また、この孤の部分が、第1のリードピン2a、第2のリードピン2bを結ぶ直線に平行に切り欠かれた形状を呈していてもよい。

(e) グランド接続用ランド18とステム1の突起部9との電気的な接続手段は、はんだに限定されず、導電性樹脂などでもよい。

[0068] (f) 第5の実施形態にて、第3のリードピン2cを、図8(a)の紙面上、ドライバ50の下側に近接配置したが、これにより、図8(a)の紙面上、ドライバ50の上側に相当大きな空きスペースが形成されている。よって、ステム1の形状を、この空きスペースの大部分を切り欠いた形状とすることで、ステム1の縦方向の寸法を大幅に小さくすることができる。

(g) 第5の実施形態にて、第3のリードピン2cを、ドライバ50の下側に配置したが、第3のリードピン2cを、ドライバ50の上側に配置してもよい。これにより、ドライバ50の下側に相当大きな空きスペースが形成される。よって、ステム1の形状を、この空きスペースの大部分を切り欠いた形状とすることで、ステム1の縦方向の寸法を大幅に小さくすることができる。さらに、ステム1を密着させたFPC7を屈曲させてマザーボード17に実装させる際、FPC7の屈曲位置をステム1の中心により近付けることができる。その結果、光モジュール100E全体を小型化、具体的には、縦方向に関して低背化することができる。

[0069] (h) 第7の実施形態では、光ファイバスタブ24として、光ファイバ素線24aと円筒型セラミック24bから構成される一体化した部品を適用した場合について説明したが、円筒型セラミック24bの形状は円筒に限定されることなく角型やその他の形状であって構わない。また、材質もセラミックに限定されず、金属やプラスチックであっても構わない。また、第7の実

施形態で説明した光モジュール１００Ｇの小型化は、第１～第６の実施形態で説明した、ステム１の径を小さく設計することによる小型化とは独立して行うことができる。よって、第７の実施形態の小型化と、第１～第６の実施形態の小型化とを組み合わせることもできる。

[0070] (i) 本実施形態では、ステム１の中心とグランド接続用ランド１８の中心とを結ぶ線分の方が、ＦＰＣ７がステム１から引き出されている方向と直交するように、グランド接続用ランド１８を配置した。しかし、グランド接続用ランド１８の位置はこれに限らず、例えば、ステム１の縦方向の両端を超えない範囲内において任意の位置に配置してもよい。このような配置でも、グランド接続用ランド１８が、ステム１の本体部よりマザーボード１７側に突出することがないので、マザーボード１７への低背実装が可能となる。

[0071] なお、上記実施形態において、ステム１とグランド接続用ランド１８とを接続する接続部として突起部９を備える構成としたが、上記変形例（ａ）のように、接続部としてステム１とグランド接続用ランド１８とを直接接続する構成としてもよい。

また、グランド接続用ランド１８は、接続部の周辺に設けられればよく、ステム１の外縁や外側に限定されない。

[0072] また、本実施形態で説明した種々の技術を適宜組み合わせた技術を実現することもできる。

その他、本発明の構成要素の形状、材質、機能などについて、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更が可能である。

符号の説明

- [0073] １００Ａ～１００Ｇ 光モジュール
- １ ステム
 - １ a 表主面（第１の主面）
 - １ b 裏主面（第２の主面）
 - ２ a, ２ b リードピン（信号用ピン）
 - ２ c, ２ d リードピン（バイアス用ピン）

- 2 e リードピン（接地用のグラウンドピン）
- 3 a～3 d ガラス（絶縁材）
- 4 フォトダイオード（素子：光素子）
- 5 増幅器（素子：電気素子）
- 7 F P C（基板：フレキシブル基板）
- 8, 8 a～8 d はんだ
- 9 突起部
- 1 0 誘電体
- 1 1 下層グラウンド
- 1 2 上層配線
- 1 4 キャップ
- 1 5 光導波手段（光接続部品）
- 1 6 光軸
- 1 7 マザーボード
- 1 8 グラウンド接続用ランド
- 1 9 保護層
- 2 0 a～2 0 d 貫通孔
- 2 1 モニタ用フォトダイオード（素子：光素子）
- 2 2 （Y A G溶接用）金属製フランジ（調心固定部）
- 2 3 Zースリーブ（調心固定部）
- 2 4 光ファイバスタブ
- 2 4 a 光ファイバ素線
- 2 4 b 円筒型セラミック
- 3 0 V C S E L（レーザダイオード：素子：光素子）
- 4 0 a～4 0 e ランド
- 5 0 ドライバ（駆動回路：素子：電気素子）

請求の範囲

- [請求項1] ステムと、
前記ステムを貫通するリードピンと、
前記ステムと前記リードピンとの間を埋める絶縁材と、
前記ステムの第1の主面に配置されており、前記リードピンに接続している素子と、
前記ステムの第2の主面に接している基板と、
前記ステムに装着するキャップと、
光ファイバスタブと、
前記光ファイバスタブを前記キャップに調心固定させる調心固定部と、を備える、
ことを特徴とする光モジュール。
- [請求項2] 前記基板は、前記ステムと直接接続されるグランド接続用ランドを備える、
ことを特徴とする請求項1に記載の光モジュール。
- [請求項3] 前記素子としての光素子が、前記素子としての電気素子の上に配置されている、
ことを特徴とする請求項2に記載の光モジュール。
- [請求項4] 前記基板が、フレキシブル基板であり、
前記ステムの中心から前記グランド接続用ランドの中心を結ぶ線分が、前記フレキシブル基板が前記ステムから引き出されている方向と略直交している、
ことを特徴とする請求項2又は請求項3に記載の光モジュール。
- [請求項5] 前記リードピンは、2本の信号用ピンを含んでおり、
前記2本の信号用ピンは、前記ステムの中心と前記グランド接続用ランドの中心とを結ぶ略直線上に、かつ、前記ステムの中心を対称にして配置されている、
ことを特徴とする請求項2から請求項4のいずれか1項に記載の光

モジュール。

[請求項6] 前記ステムは、孤の部分の有する形状であり、前記孤の部分が、前記2本の信号用ピンを結ぶ直線に略平行に切り欠かれた形状を呈している、

ことを特徴とする請求項5に記載の光モジュール。

[請求項7] 前記ステムは、前記グランド接続用ランドに対向する突起部を備える、

ことを特徴とする請求項2から請求項6のいずれか1項に記載の光モジュール。

[請求項8] 前記グランド接続用ランドおよび前記グランド接続用ランドに対応する前記突起部が2以上であることを特徴とする請求項7に記載の光モジュール。

[請求項9] 前記素子としての光素子はフォトダイオードであり、前記素子としての電気素子は増幅器である、

ことを特徴とする請求項2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] 前記素子としての光素子はレーザダイオードまたは発光ダイオードであり、前記素子としての電気素子はドライバである、

ことを特徴とする請求項2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11] 前記グランド接続用ランドが2以上であることを特徴とする請求項2から請求項10のいずれか1項に記載の光モジュール。

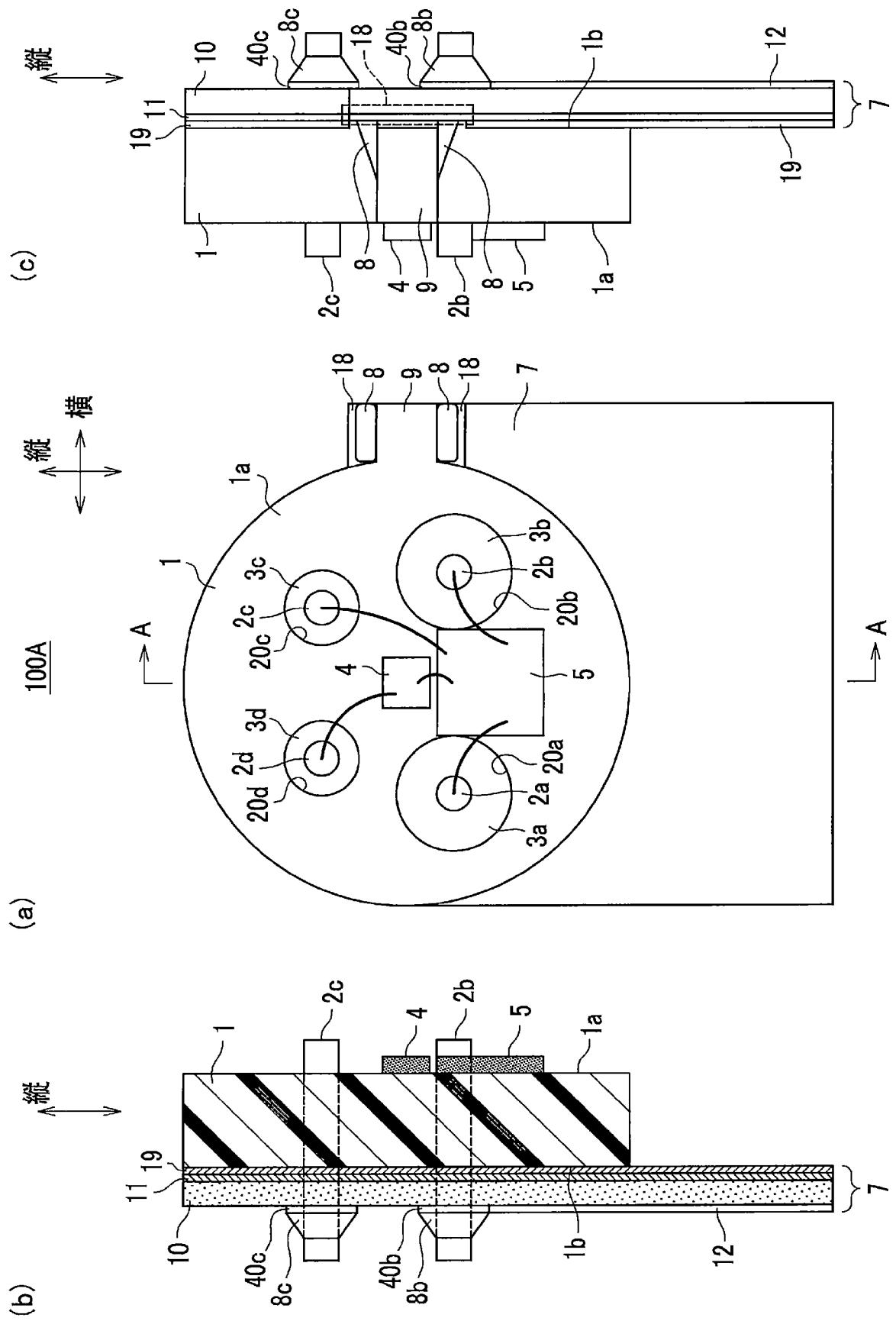
[請求項12] 前記素子が互いに近傍に配置されていることを特徴とする請求項2から請求項11のいずれか1項に記載の光モジュール。

[請求項13] 前記グランド接続用ランドは、前記ステムよりも外側で、前記ステムと直接接続される、

ことを特徴とする請求項2から請求項12のいずれか1項に記載の光モジュール。

[請求項14] ステムと、
前記ステムを貫通するリードピンと、
前記ステムと前記リードピンとの間を埋める絶縁材と、
前記ステムの第1の主面に配置されており、前記リードピンに接続している素子と、
前記ステムの第2の主面に接している基板と、を備え、
前記基板は、前記ステムと直接接続されるグランド接続用ランドを備える、
ことを特徴とする光モジュール。

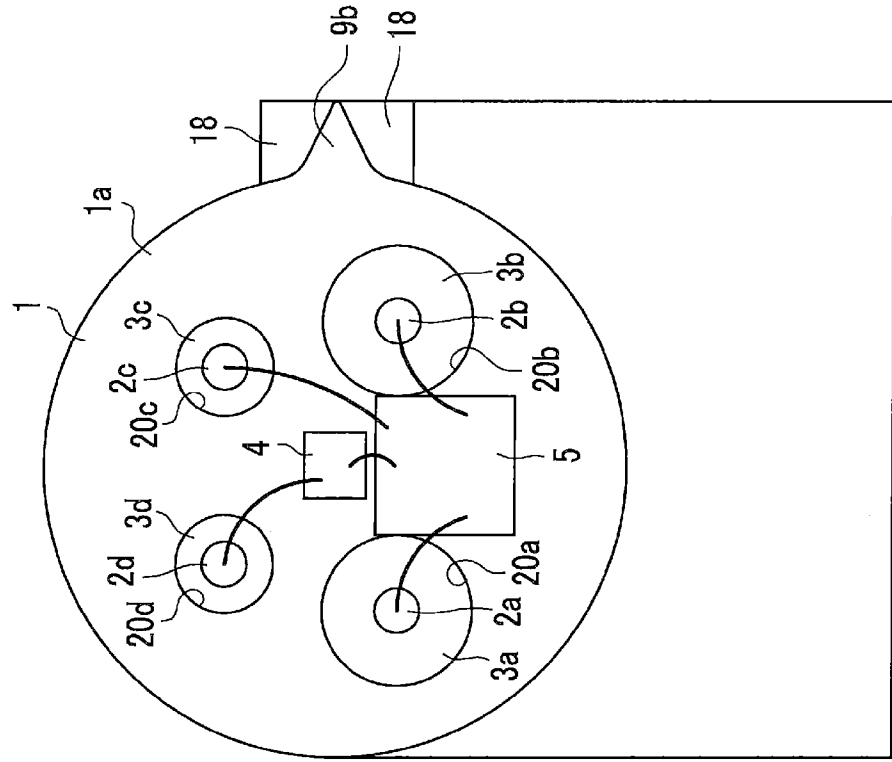
[図1]



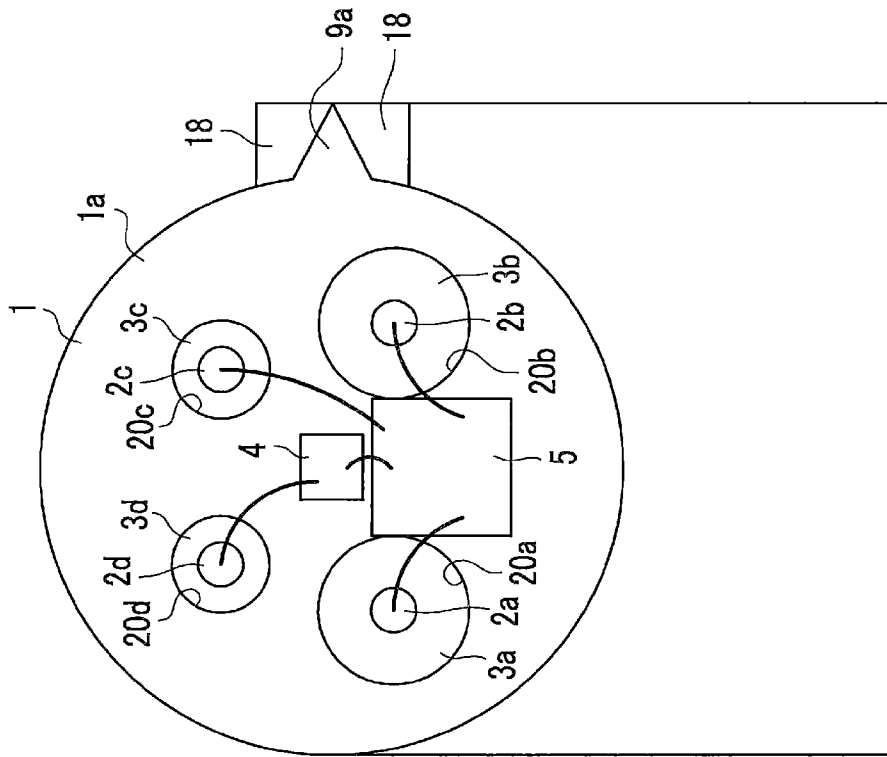
[図2]

(b)

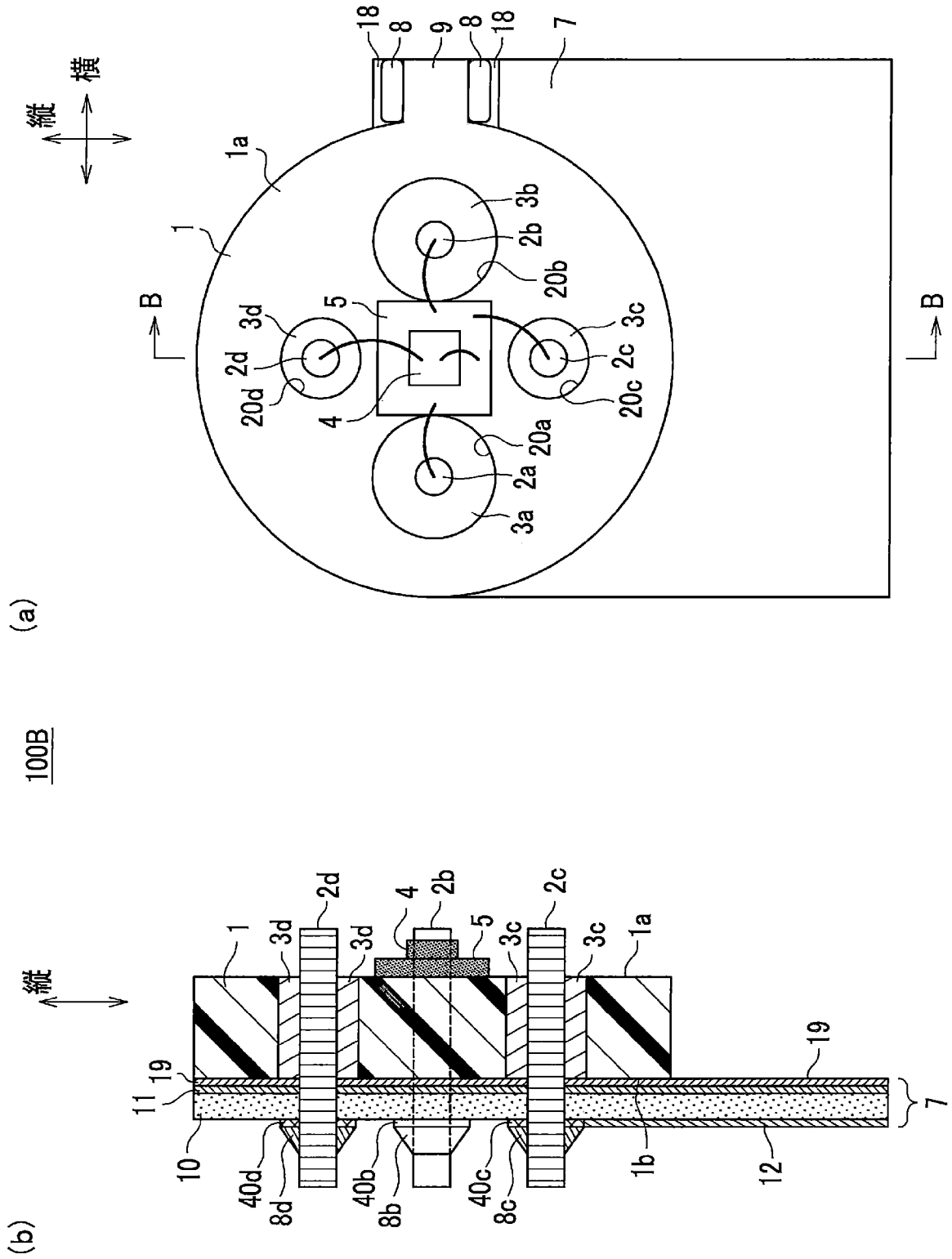
100A



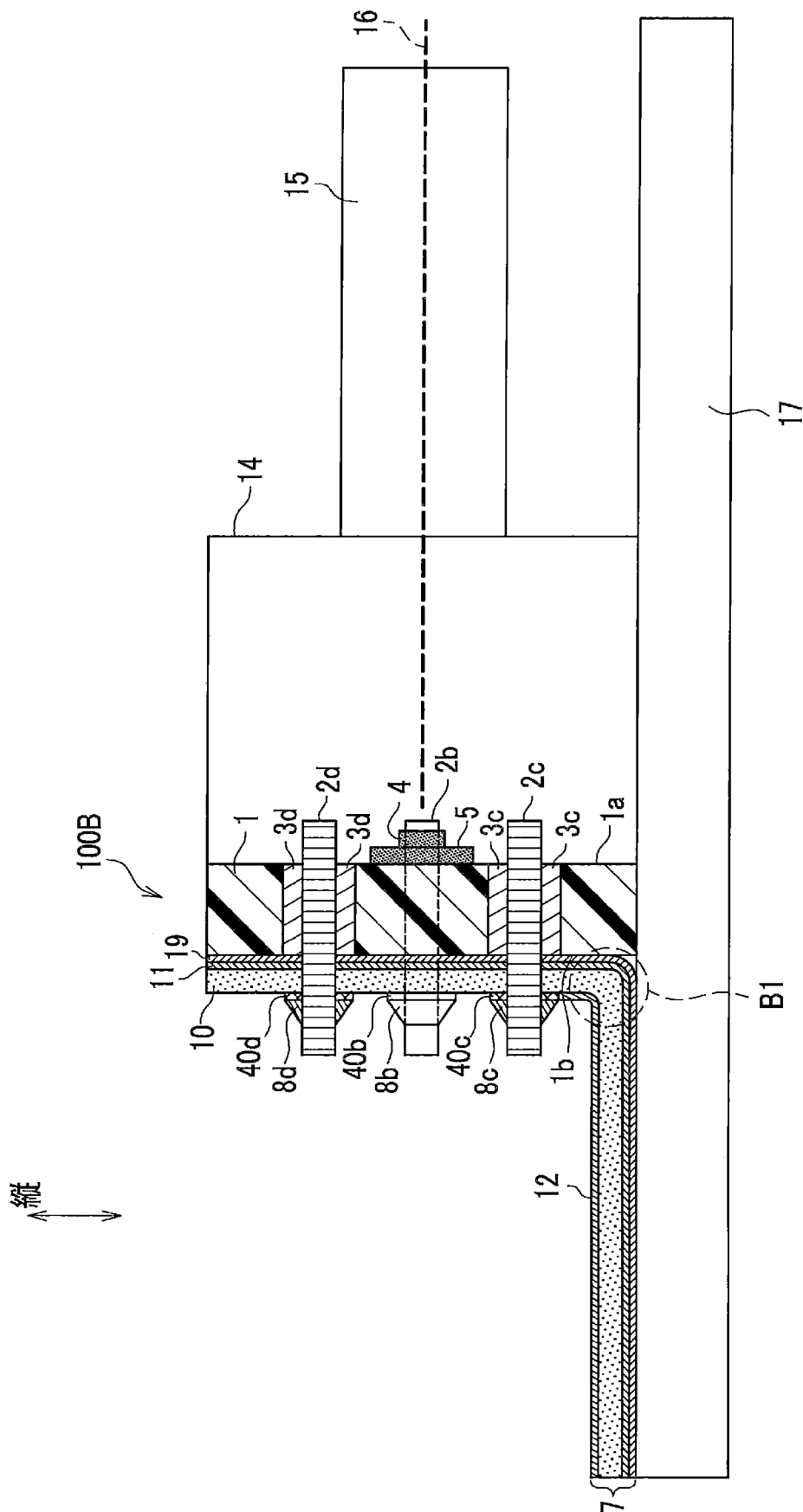
(a)



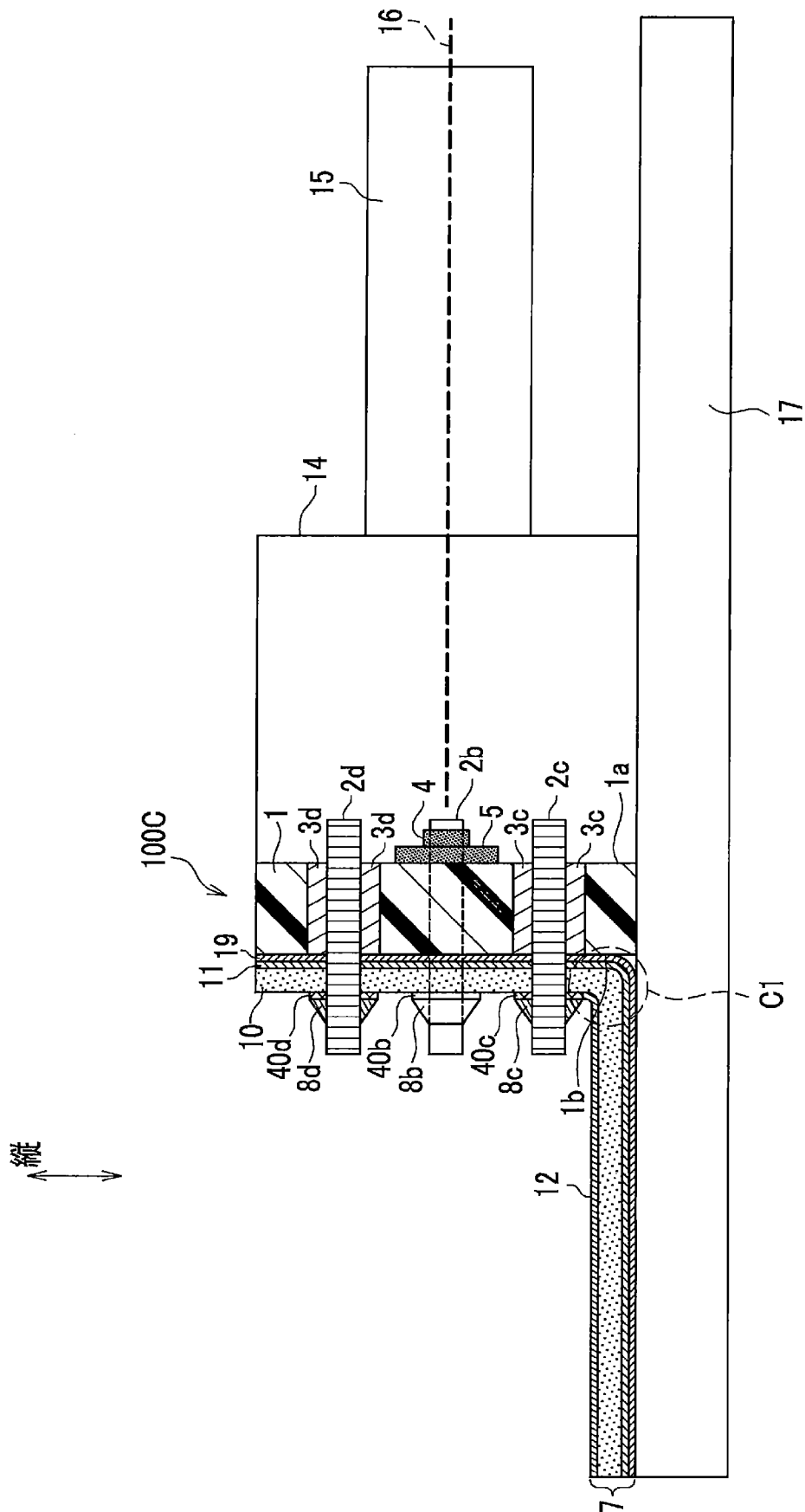
[図3]



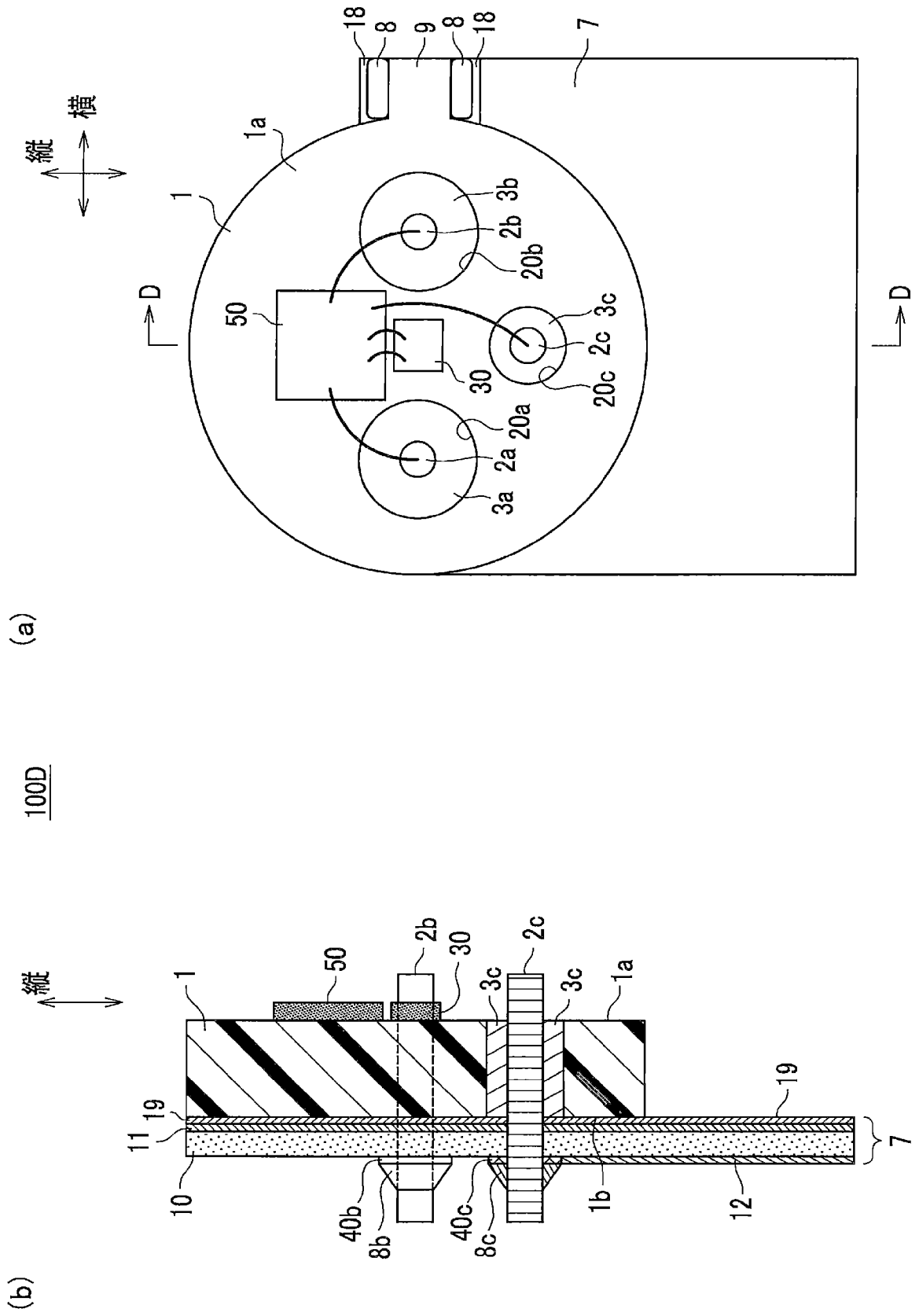
[図4]



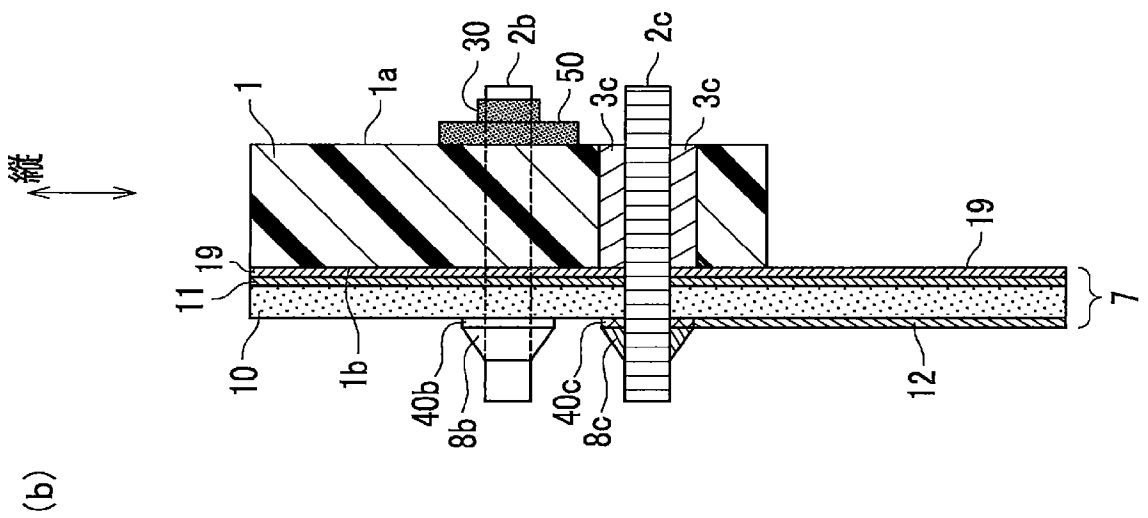
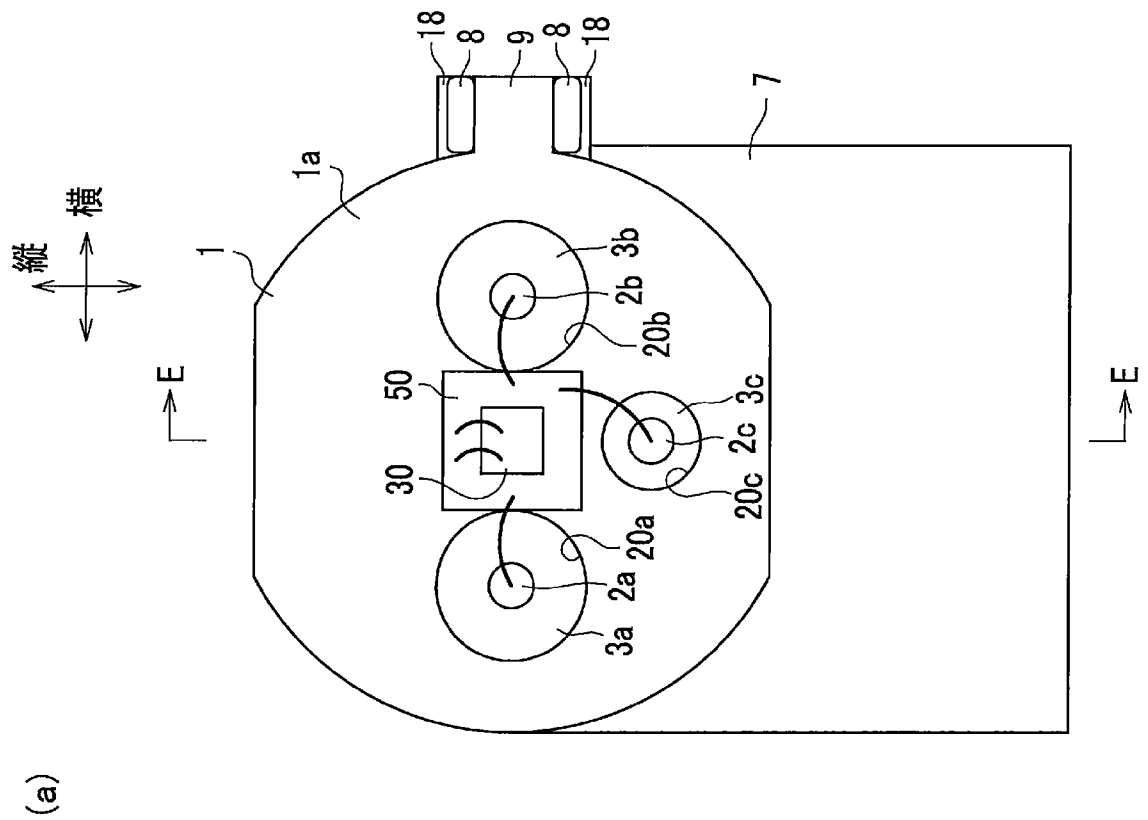
[図6]



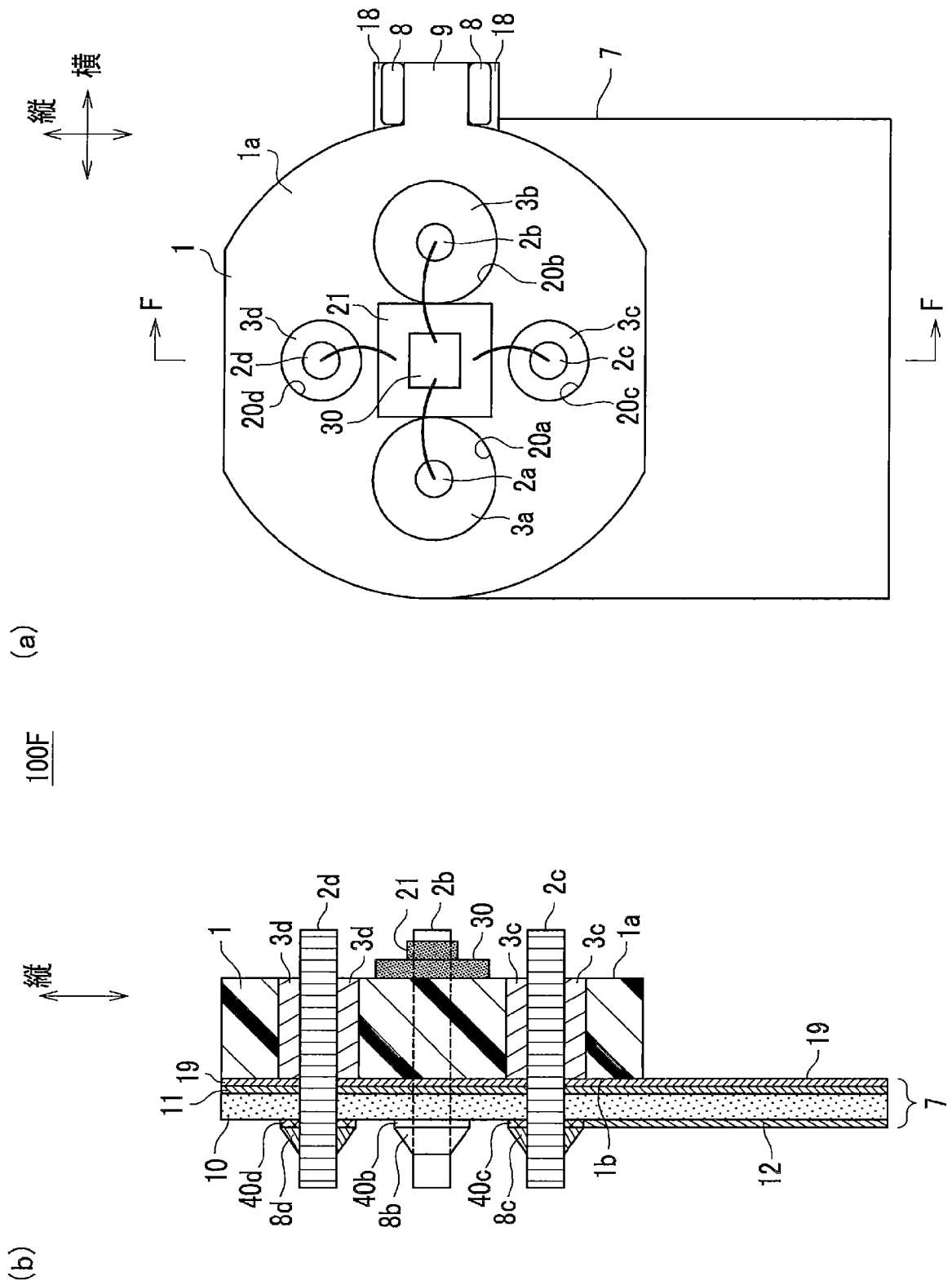
[図7]



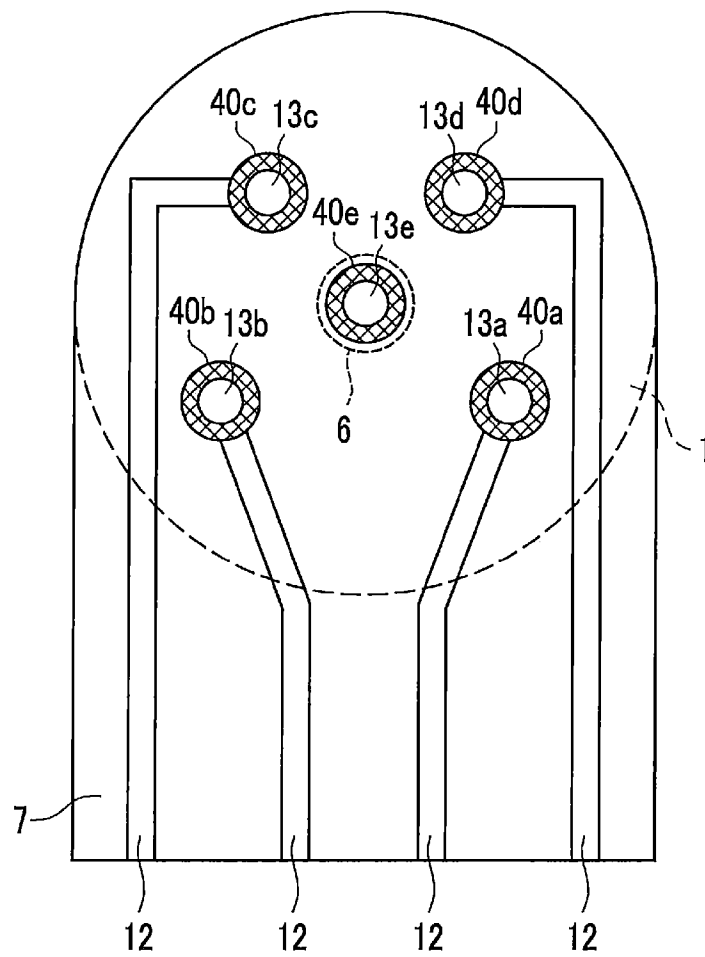
[図8]



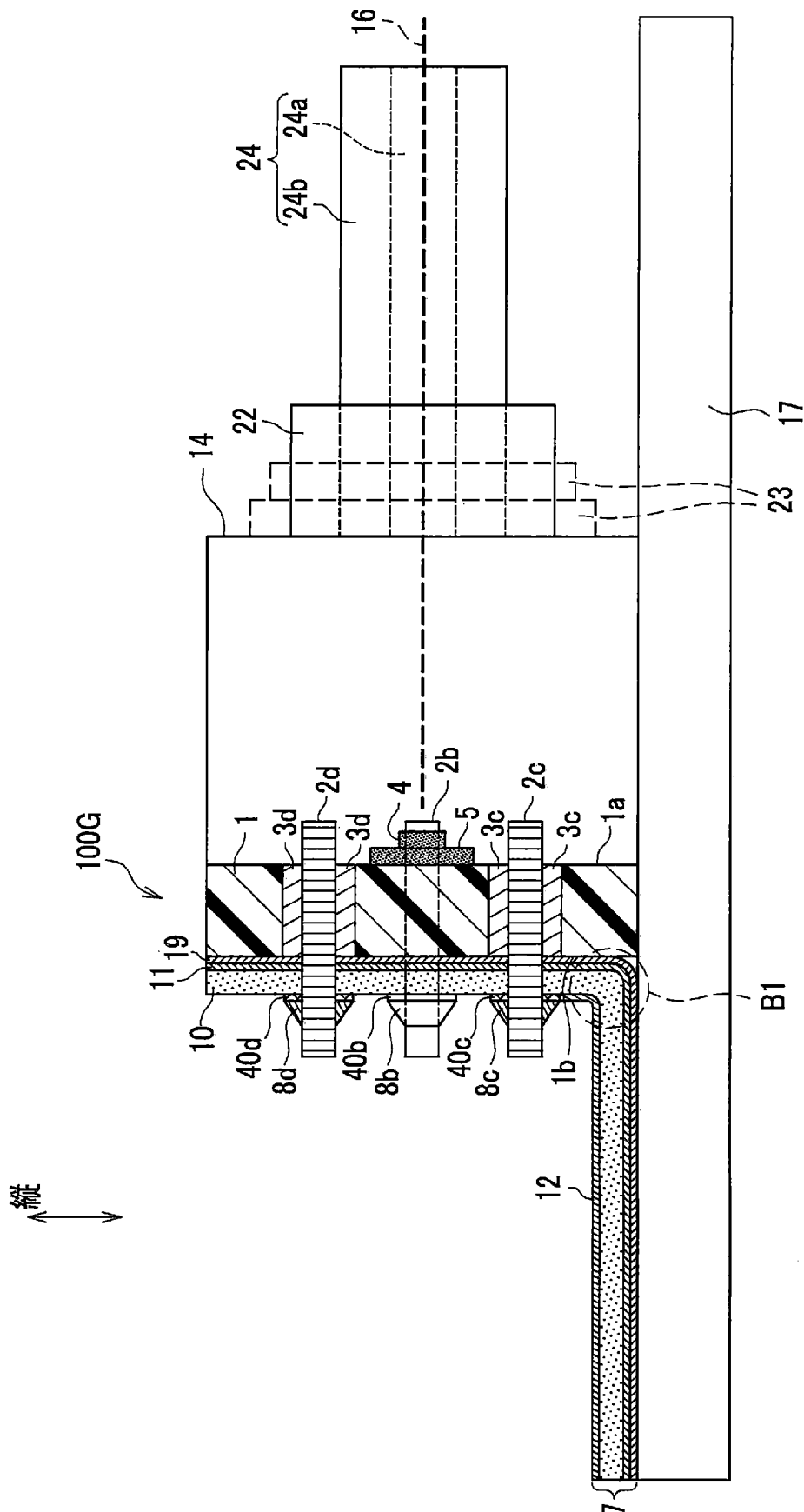
[図9]



[図11]

200

[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/025298

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B6/42(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-G02B6/43, H01L33/48-H01L33/64, H01L31/02

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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	JP 2007-123739 A (Sony Corp.), 17 May 2007 (17.05.2007), paragraphs [0020] to [0035], [0044], [0046], [0072] to [0074]; fig. 1 (Family: none)	1-2, 4-5, 10-14 3, 6, 9 7-8
Y	JP 2005-294429 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 20 October 2005 (20.10.2005), paragraphs [0047] to [0049]; fig. 4 (Family: none)	3, 9
Y	JP 2001-284700 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 12 October 2001 (12.10.2001), paragraph [0061]; fig. 7(b) & US 2002/0031150 A1 paragraph [0070]; fig. 7B	6

☒ 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
25 September 2017 (25.09.17)

Date of mailing of the international search report
03 October 2017 (03.10.17)

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/JP2017/025298

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 2016-018969 A (Oclaro Japan, Inc.), 01 February 2016 (01.02.2016), paragraphs [0019] to [0024]; fig. 1 (Family: none)	1-14
A	JP 2011-129546 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 30 June 2011 (30.06.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-14
A	JP 2017-108064 A (Oclaro Japan, Inc.), 15 June 2017 (15.06.2017), entire text; all drawings & US 2017/0168255 A1 entire text; all drawings & CN 106887471 A	1-14
A	JP 2009-253064 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 29 October 2009 (29.10.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-14
A	JP 2009-302438 A (Opnext Inc.), 24 December 2009 (24.12.2009), entire text; all drawings & US 2010/0006863 A1 entire text; all drawings	1-14
A	US 2012/0207437 A1 (KANG, Sae-Kyoung), 16 August 2012 (16.08.2012), entire text; all drawings & KR 10-2012-0091994 A	1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G02B6/42 (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（IPC））

Int.Cl. G02B6/42-G02B6/43, H01L33/48-H01L33/64, H01L31/02

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 Y A	JP 2007-123739 A（ソニー株式会社）2007.05.17, 段落 [0020] - [0035]、[0044]、[0046]、[0072] - [0074]、[図1]（ファミリーなし）	1-2, 4-5, 10-14 3, 6, 9 7-8
Y	JP 2005-294429 A（株式会社村田製作所）2005.10.20, 段落 [0047] - [0049]、[図4]（ファミリーなし）	3, 9
Y	JP 2001-284700 A（古河電気工業株式会社）2001.10.12, 段落 [0	6

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

25.09.2017

国際調査報告の発送日

03.10.2017

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）

下村 一石

2 L

3 8 1 0

電話番号 03-3581-1101 内線 3295

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
	0 6 1]、[図 7] (b) & US 2002/0031150 A1, 段落[0070]、第 7B 図	
A	JP 2016-018969 A (日本オクラロ株式会社) 2016.02.01, 段落 [0 0 1 9] - [0 0 2 4]、[図 1] (ファミリーなし)	1-14
A	JP 2011-129546 A (日本電信電話株式会社) 2011.06.30, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 2017-108064 A (日本オクラロ株式会社) 2017.06.15, 全文、全図 & US 2017/0168255 A1, 全文、全図 & CN 106887471 A	1-14
A	JP 2009-253064 A (住友電気工業株式会社) 2009.10.29, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 2009-302438 A (日本オプネクスト株式会社) 2009.12.24, 全文、全図 & US 2010/0006863 A1, 全文、全図	1-14
A	US 2012/0207437 A1 (KANG, Sae-Kyoung) 2012.08.16, 全文、全図 & KR 10-2012-0091994 A	1-14