

(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
2014 年 4 月 3 日(03.04.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/050416 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 6/38 (2006.01) G02B 6/30 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/073037
- (22) 国際出願日: 2013 年 8 月 28 日(28.08.2013)
- (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 2012-215624 2012 年 9 月 28 日(28.09.2012) JP
特願 2013-085141 2013 年 4 月 15 日(15.04.2013) JP
- (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: 佐藤 賢一(SATO Kenichi); 〒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). 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). 田中 里

美(TANAKA Satomi); 〒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). 長瀬 亮(NAGASE Ryo); 〒2750016 千葉県習
志野市津田沼二丁目 1 7 番 1 号 学校法人千葉
工業大学内 Chiba (JP).

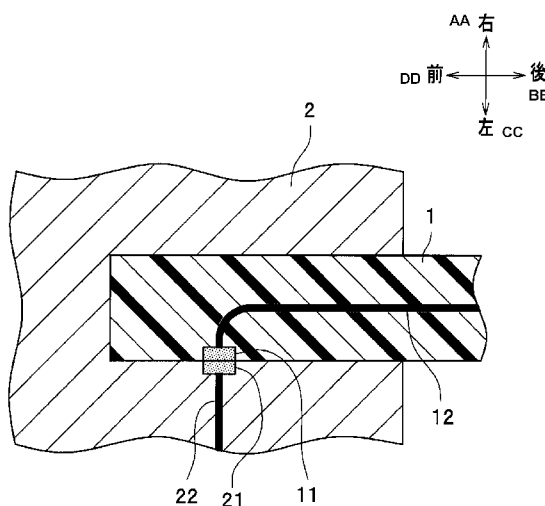
(74) 代理人: 磯野 道造(ISONO Michizo); 〒1020093 東
京都千代田区平河町 2 丁目 7 番 4 号 砂防会館
別館内 磯野国際特許商標事務所気付 Tokyo
(JP).

(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,
IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT,
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.

[続葉有]

(54) Title: PLUG FOR OPTICAL CONNECTOR, JACK FOR OPTICAL CONNECTOR, AND OPTICAL CONNECTOR

(54) 発明の名称: 光コネクタ用のプラグ、光コネクタ用のジャック、および光コネクタ



AA Right
BB Rear
CC Left
DD Front

(57) Abstract: The present invention is an optical connector that is provided with a plug (1) and a jack(2) for the optical connect-
or. A lens (11) (plug-side optically coupling section) for optically coupling light to a jack (2) is disposed on the side surface of the plug (1), said light having been transmitted inside of an opti-
cal fiber (12) held by the plug (1). A lens (21) (jack-side opti-
cally coupling section) for optically coupling light to the plug (1) is disposed on the inner surface side of the jack (2), said light having been transmitted inside of the optical fiber (22) held by the jack (2).

(57) 要約: 本発明は、光コネクタ用のプラグ (1) およびジャック (2) を備える光コネクタである。プラグ (1) が保持する光ファイバ (12) 内を伝送する光をジャック (2) に対して光結合させるレンズ (11) (プラグ側光結合部) は、プラグ (1) の側面に配置されている。そして、ジャック (2) が保持する光ファイバ (22) 内を伝送する光をプラグ (1) に対して光結合させるレンズ (21) (ジャック側光結合部) は、ジャック (2) の内側面に配置されている。



(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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

光コネクタ用のプラグ、光コネクタ用のジャック、および光コネクタ
技術分野

[0001] 本発明は、プラグジャック式の光コネクタの技術に関する。

背景技術

[0002] 近年、光ケーブルおよび光コネクタの技術開発が盛んに行われている。例えば、特許文献1は、光ジャック（ジャック）にプラグを挿入し、嵌合すると、プラグの先端部と、プラグを収容する光ジャックのボディ（プラグ収容部）の奥部に組み込まれた光素子とが対向する光コネクタについて開示している。つまり、特許文献1の光コネクタが行う光の伝送は、光ジャックのプラグ収容部の奥部と、そこにまで挿入されたプラグの先端部との間で行われる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平11-109189号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 光コネクタを使用すると、ごみ、埃、または塵などの異物が、ジャックのプラグ収容部に混入し、光コネクタが行う光の伝送に影響を及ぼす場合がある。ここで、特許文献1の構成では、プラグ収容部の奥部に位置する光素子の付近に異物が入り込んでしまい、プラグを挿入することでその異物を押し込んでしまう可能性がある。その結果、光の伝送の障害（光信号の遮断など）、光素子の損傷などの事態を引き起こすおそれがある。

[0005] 前記した影響を回避するために、光コネクタの当業者たちは、慣用的に、プラグの挿抜のたびにプラグおよびジャックをクリーニングする。また、光コネクタの未使用時にはプラグおよびジャックに保護キャップを被せたりも

する。しかし、光コネクタに関する基本的知識を持たない一般のユーザにとっては、これらの措置をとることは煩雑すぎるため、前記ユーザが屋内外で使用する携帯端末などに光コネクタを導入することは容易でない。

[0006] このような事情に鑑みて、本発明は、光コネクタが行う光の伝送に異物が影響を及ぼす可能性を大幅に低減することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上記目的を達成するため、本発明の光コネクタは、光コネクタ用のプラグおよびジャックを備える。

前記プラグが保持するプラグ側光導波手段内を伝送する光を前記ジャックに対して光結合させるプラグ側光結合部が、前記プラグの側面に配置されている。

前記ジャックが保持するジャック側光導波手段内を伝送する光を前記プラグに対して光結合させるジャック側光結合部が、前記ジャックの内側面に配置されている。

詳細は、後記する。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、光コネクタが行う光の伝送に異物が影響を及ぼす可能性を大幅に低減することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]未嵌合時におけるプラグおよびジャックを備える光コネクタの一例の全体斜視図である。

[図2]嵌合時におけるプラグおよびジャックを備える光コネクタの一例の全体斜視図である。

[図3]図2のA-A視断面図であって、嵌合時におけるプラグおよびジャックの一例を上方から見たときの断面を模式的に示した図である。

[図4]光結合部の一例の詳細を示す模式図である。

[図5]光結合部の他の例の詳細を示す模式図である。

[図6]光結合部の他の例の詳細を示す模式図である。

[図7]光結合部の機能を説明するための模式図である。

[図8]光結合部の他の例の詳細を示す模式図である。

[図9]光結合部の他の例の詳細を示す模式図である。

[図10]光結合部の他の例の詳細を示す模式図である。

[図11]嵌合時におけるプラグおよびジャックの一例を後方から見たときの模式図である。

[図12]嵌合時におけるプラグおよびジャックの他の例を後方から見たときの模式図である。

[図13]嵌合時におけるプラグおよびジャックが光ファイバおよび光結合部を複数保持しているときの一例を上方から見たときの模式図である。

[図14]図 1 3 に示す構造を有するプラグおよびジャックを後方から見たときの模式図である。

[図15]嵌合時におけるプラグおよびジャックが光ファイバおよび光結合部を複数保持しているときの他の例を上方から見たときの模式図である。

[図16]光路変換部を説明するための模式図であり、嵌合時におけるプラグおよびジャックを上方から見た図に対応する。

[図17]光路変換部の一例の詳細を示す模式図であり、嵌合時におけるプラグおよびジャックを上方から見た図に対応する。

[図18]光路変換部の他の例の詳細を示す模式図であり、嵌合時におけるプラグおよびジャックを上方から見た図に対応する。

[図19]光路変換部の他の例の詳細を示す模式図であり、嵌合時におけるプラグを上方から見た図に対応する。

[図20]光コネクタが電気信号の伝送も行うときの一例を示す模式図であり、嵌合時におけるプラグおよびジャックを上方から見た図に対応する。

[図21]ワイパの一例の詳細を示す模式図であり、嵌合時におけるプラグおよびジャックを上方から見た図に対応する。

[図22]ワイパの他の例の詳細を示す模式図であり、嵌合時におけるプラグおよびジャックを上方から見た図に対応する。

[図23]ワイパを有するプラグの一例を後方から見たときの模式図である。

[図24]ワイパを有するジャックの一例を後方から見たときの模式図である。

[図25]ワイパを有するプラグの他の例を後方から見たときの模式図である。

[図26]ワイパを有するジャックの他の例を後方から見たときの模式図である。
。

[図27]プラグが備えるシャッタの一例の詳細を示す模式図であり、(a)は、未挿入時におけるプラグおよびジャックを上方から見た図に対応し、(b)は、嵌合時におけるプラグおよびジャックを上方から見た図に対応し、(c)は、プラグを前方から見た図である。

[図28]プラグが備えるシャッタの他の例の図であり、(a)は前方から見た図、(b)は図28(a)のB-B視断面図である。

[図29A]ジャックが備えるシャッタの一例の詳細を示す模式図であり、未挿入時におけるプラグおよびジャックを左方から見た図に対応する。

[図29B]ジャックが備えるシャッタの一例の詳細を示す模式図であり、嵌合時におけるプラグおよびジャックを左方から見た図に対応する。

[図29C]ジャックが備えるシャッタの一例の詳細を示す模式図であり、図29BのD-D視断面図である。

[図29D]ジャックが備えるシャッタの一例の詳細を示す模式図であり、嵌合時におけるプラグおよびジャックを上方から見た図に対応する。

[図29E]ジャックが備えるシャッタの一例の詳細を示す模式図であり、図29DのE-E視断面図である。

[図29F]ジャックが備えるシャッタの一例の詳細を示す模式図であり、ジャックが備えるシャッタの斜視図である。

[図30]ジャックが備えるシャッタの他の例の説明図であり、図29AのC-C視断面図に相当する。

[図31]ジャックが備える気流発生機構の一例を示す模式図であり、(a)は、挿入後におけるプラグおよびジャックを上方から見た図に対応し、(b)は、図31(a)のプラグおよびジャックを後方から見たときの模式図であ

る。

[図32]プラグが備える気流発生機構の一例を示す模式図であり、(a)は、挿入後におけるプラグおよびジャックを上方から見た図に対応し、(b)は、図32(a)のプラグおよびジャックを後方から見たときの模式図であり、(c)は、図32(a)、(b)のプラグの他の例である。

[図33]プラグが備える気流発生機構の他の例を示す模式図であり、(a)は、挿入後におけるプラグおよびジャックを上方から見た図に対応し、(b)は、挿入後における図33(a)のプラグおよびジャックを後方から見たときの模式図であり、(c)は、図33(a)、(b)のプラグおよびジャックの他の例である。

[図34]プラグが備える気流発生機構およびジャックが備える気流発生機構を組み合わせた一例を示す模式図であり、(a)は、挿入後におけるプラグおよびジャックを上方から見た図に対応し、(b)は、嵌合時における図34(a)のプラグおよびジャックを後方から見たときの模式図である。

発明を実施するための形態

[0010] 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、プラグをジャックに挿入する方向を「前」または「奥」と呼び、プラグをジャックから抜く方向を「後」と呼ぶ場合があり、上下左右方向は各図に従う。また、「垂直」という語は、「略垂直」の意味を含み、「平行」という語は、「略平行」の意味を含む。

[0011] (全体構成)

図1を参照すると、本実施形態の光コネクタ100(以下、単に、「光コネクタ」と呼ぶ。)は、略円柱状の外形を有する樹脂製のプラグ1と、略直方体の外形を有するジャック2とを備える。プラグ1は、ジャック2の内部に挿入される先頭部と、支持部Sと、ケーブル保護部Uとを備える。プラグ1の先頭部の側面には、2つのレンズ(光結合部)11a(11)、11b(11)が備えられているとともに、抜け止め用溝Rが形成されている。レンズ11については後記する。また、支持部Sに対してキーKが形成されて

いる。一方、ジャック 2 には、嵌合するプラグ 1 を収容する穴となるプラグ収容部 C が形成されている。図 1 には、プラグ収容部 C の入口が図示されている。なお、ジャック 2 の左外側面には、光ファイバケーブル O C が接続されている。

[0012] 抜け止め用溝 R は、プラグ 1 の先端部近傍にて、周方向全体に沿って形成された溝（係合溝）である。抜け止め用溝 R に、ジャック 2 のプラグ収容部 C の奥部近傍に備えられる抜け止め係合部（図示せず）が嵌合時に係合すると、プラグ 1 の意図しない抜けを防止できる。なお、前記した抜け止め係合部は、例えば、プラグ収容部 C の周方向のほぼ全体に亘る板バネとして構成できる。

[0013] 支持部 S は、ユーザが把持する部材であり、プラグ 1 の本体（支持部 S 以外のプラグ 1 の構成要素）およびプラグ 1 から後方へ延びるケーブルを保持する。

ケーブル保護部 U は、ケーブルに固定されており、支持部 S が、後方に移動することを規制する。

[0014] キー K は、支持部 S の前端面に形成され、ジャック 2 のキー溝 H に係合する形状を有する。プラグ 1 がジャック 2 に嵌合し（図 2 参照）、キー溝 H にキー K が係合すると、ジャック 2 に対するプラグ 1 の挿抜方向（前後方向）の軸周りの位置が決まる。

[0015] （光結合部および光ファイバ）

図 3 を参照して、プラグ 1 が備えるレンズ 1 1（プラグ側光結合部）、光ファイバ 1 2（プラグ側光導波手段）およびジャック 2 が備えるレンズ 2 1（ジャック側光結合部）、光ファイバ 2 2（ジャック側光導波手段）について説明する。なお、説明の便宜上、図 3 において、プラグ 1 が備えるレンズ 1 1、プラグ 1 が保持する光ファイバ 1 2 は 1 つだけ図示されている。また、ジャック 2 が備えるレンズ 2 1、ジャック 2 が保持する光ファイバ 2 2 は 1 つだけ図示されている。なお、光ファイバ 1 2、2 2 は、それぞれプラグ 1 内部、ジャック 2 内部に形成された穴を通過しており、接着剤などを使用

してプラグ１およびジャック２に対して固定されている。

[0016] レンズ１１、２１は、光ファイバ１２内を伝送する光および光ファイバ２２内を伝送する光に対して互いに光結合を行う。本実施形態での「光結合」とは、嵌合したプラグの光結合部およびジャックの光結合部を介して光の伝送を行うことをいう。レンズ１１は、光ファイバ１２内を伝送する光をジャック２に効率的に光結合させ、レンズ２１は、光ファイバ２２内を伝送する光をプラグ１に効率的に光結合させる。光結合部にレンズを採用することで、光結合の機能を高めることができる。

[0017] レンズ１１、２１はそれぞれ、接着剤などを使用してプラグ１、ジャック２に対して固定されている。レンズ１１、２１は、伝送する光をコリメート光にできるものが好ましい。図３では、レンズ１１の外表面と、プラグ１の側面は、面一である。また、レンズ２１の外表面と、ジャック２の内側面（つまり、プラグ収容部Ｃの表面）は、面一である。

[0018] 光ファイバ１２の端部は、レンズ１１に接触していてもよいし、または光の伝送が効果的に実現されるようにレンズ１１と隙間を空けて配置してもよい。なお、図３では、略円柱状のプラグ１の内部で前後方向に沿って延びている光ファイバ１２を左方向に曲げて、光ファイバ１２の端部がレンズ１１に接触している。

[0019] 光ファイバ２２の端部は、レンズ２１に接触していてもよいし、または光の伝送が効果的に実現されるようにレンズ２１と隙間を空けて配置してもよい。なお、図３では、ジャック２の内部で光ファイバ２２は左右方向に直線状に配置されているが、図１３に示すように曲げた形態でも構わない。

[0020] レンズ１１は、プラグ１の側面（図３では左側面）に配置されている。また、レンズ２１は、ジャック２の内側面に配置されており、嵌合時ではキーＫとキー溝Ｈとにより、レンズ１１に対して軸周りの位置を一致させることができる。このように側面に配置される構成が、従来例には無い本発明の最大の特徴である。なお、レンズ１１とレンズ２１との軸方向（前後方向）の位置決めは、プラグ１の先端部をジャック２のプラグ収容部Ｃの奥部に突き

当てることで行われる。

[0021] 従来例では、プラグの先端部とジャックのプラグ収容部の奥部とで光結合を行う構成を採っていた。よって、ジャックのプラグ収容部に混入した異物の大部分は、プラグ収容部の奥部に蓄積されてしまい、光結合を阻害し、光の伝送に多大な影響を及ぼすことがあった。

[0022] 本実施形態の構成によれば、レンズ21は、ジャック2の奥部から離れた位置でかつジャック2の内側面に配置されている。このため、異物が蓄積されやすいジャック2の奥部から離れた配置になるとともに、異物の侵入方向となるプラグ挿抜方向（前後方向）とレンズ21の表面が直交する。したがって、従来例と比較して非嵌合時にレンズ表面に異物が蓄積・付着しづらい構成となっている。一方、嵌合時において、レンズ11はジャック2の奥部から離れた位置にあるため、奥部に蓄積されている異物とは所定の距離だけ離れることになる。また、プラグ1をジャック2に挿入するときは、プラグ1の先頭部の先端が、プラグ収容部Cの任意の場所に混入していた異物を奥へ押しやるため、前記異物は、レンズ11、21とは所定の距離だけ離れる。その結果、異物がレンズ11、21に近づく可能性は低く、光コネクタが行う光の伝送に異物が影響を及ぼす可能性を大幅に低減することができる。また、プラグ1をジャック2から抜くときも同様である。したがって、従来例のようにプラグ1の挿抜時に、光コネクタのクリーニングや保護キャップの着脱が不要になり、光コネクタに関する基本的知識を持たないユーザでも容易に取り扱えるようになる。よって、屋内外を問わず塵や埃などの異物が多く存在する環境下で使用される携帯端末などの機器に光コネクタを容易に導入できる。

[0023] 光結合部は、さまざまな形態をとることができる。例えば、図4に示すように、レンズ11の外表面がプラグ1の側面内側に位置して凹部を形成し、レンズ21の外表面がジャック2の内側面内側に位置して凹部を形成してもよい。光結合を十分に実現できるのであれば、レンズ11と、レンズ21との間に隙間を形成してもよい。

- [0024] また、図5に示すように、レンズ11の外表面がプラグ1の側面外側に位置して凸部を形成し、レンズ21の外表面がジャック2の内側面外側（プラグ収容部Cが占める側。図5において右側）に位置して凸部を形成してもよい。このようなレンズ11、21が突出する構成によれば、嵌合時にレンズ11、21同士を擦ることができ、レンズ11、21に付着した異物を確実に除去できる。
- [0025] また、図6に示すように、プラグ1の光結合部は、レンズ11を保護する保護部13（プラグ側保護部）を有し、ジャック2の光結合部は、レンズ21を保護する保護部23（ジャック側保護部）を有してもよい。保護部13、23によって、レンズ11、21の破損を確実に防止できる。保護部13、23はそれぞれ、接着剤などを使用してプラグ1、ジャック2に対して固定されている。保護部13、23は、光ファイバ12、22内を伝送する光を透過する材料でかつ好適にはレンズよりも硬い材料で作製できる。こうすることで、保護部13、23による光コネクタの光結合は阻害されない。
- [0026] 保護部13は、プラグ1の側面外側に位置して凸部を形成し、保護部23は、ジャック2の内側面外側に位置して凸部を形成してもよい。このような保護部13、23が突出する構成によれば、嵌合時に保護部13、23同士を擦ることができ、保護部13、23に付着した異物を確実に除去できる。
- [0027] 光結合部に光ファイバから出射した光の径を拡大する機能を持たせることは、おおいに有用である。図7には、プラグ1が備える光結合部としてのボールレンズ111が光ファイバ12の端部と隙間を空けて配置され、ジャック2が備える光結合部としてのボールレンズ211が光ファイバ22の端部と隙間を空けて配置されている構成が図示されている。
- [0028] ボールレンズ111は、光ファイバ12のコア121からの出射光の伝播光径をほぼレンズの径にまで拡大するとともに、コリメート光にする。拡大されたコリメート光は、ボールレンズ211によって、光ファイバ22のコア221に集光される。
- [0029] このような伝播光径の拡大により、光結合部同士の嵌合時の位置合わせ精

度を緩和できる。また、ボールレンズに異物が付着しても光の伝送がその異物によって遮断される可能性を低減できる。なお、光ファイバとレンズ（ボールレンズ）との距離、レンズの焦点距離、形状などは、光ファイバのNA(Numerical Aperture)を考慮した上で、所望の伝播光径を実現できるように設計される。なお、コリメート光を生成するレンズとしては、ボールレンズの他に対物レンズなどを使用しても構わない。

[0030] 一方、図8に示すように、レンズ11およびレンズ21を備えず、光ファイバ12の端部および光ファイバ22の端部だけで光結合部を構成することもできる。光ファイバ12の端部がプラグ1の側面内側に位置して凹部を形成し、光ファイバ22の端部がジャック2の内側面内側に位置して凹部を形成してもよい。このような構成すれば、光結合部の設計を単純化でき、かつ部品および実装点数の少なくともいずれかの削減を通じてコストの低減を図ることができる。なお、光ファイバ12の端部は、プラグ1の側面と面一であったり、プラグ1の側面から外側に突出したりしてもよく、プラグ1の側面近傍に位置してもよい。光ファイバ22の端部は、ジャック2の内側面と面一であったり、ジャック2の内側面から外側に突出したりしてもよく、ジャック2の内側面近傍に位置してもよい。

[0031] 図9は、光結合部の具体的構成の一例を示す。プラグ1の光結合部は、ボールレンズ111（図7参照）と、台座部14と、2つのスプリング15とを備える。ジャック2の光結合部は、ボールレンズ211（図7参照）と、台座部24と、2つのスプリング25とを備える。なお、図9では、光ファイバ12を保持し、プラグ1に固定されているフェルール16と、光ファイバ22を保持し、ジャック2に固定されているフェルール26とが図示されている。

[0032] 台座部14は、ボールレンズ111の回転が滑らかとなるように左方向（前後方向の垂直方向外側。プラグ1の径方向外側。）へボールレンズ111を支持する。台座部14の中心部には、左右方向（前後方向の垂直方向）に沿った孔14aが形成されており、光結合を阻害しない。

- [0033] スプリング 1 5 は、フェルール 1 6 と台座部 1 4 との間に配置されており、左方向へ台座部 1 4 を弾性的に支持する。
- [0034] プラグ 1 の側面には、光ファイバ 1 2 用に形成した穴の内壁部端部からその穴の径方向内側に延びるフランジとなるストッパ（係止部）L 1 が形成されている。ストッパ L 1 は、左側（前後方向の垂直方向外側）からボールレンズ 1 1 1 を係止し、ボールレンズ 1 1 1 の飛び出しを防ぐ。プラグ 1 の未挿入時では、ボールレンズ 1 1 1 の一部がプラグ 1 の側面よりも外側に露出している。プラグ 1 の挿抜時には、スプリング 1 5 の付勢作用によりボールレンズ 1 1 1 の露出の程度が、プラグ 1 の側面とジャック 2 の内側面との間隔に応じて変化する。そして、ボールレンズ 1 1 1 の一部は、ジャック 2 の内側面上で擦れて回転する。ボールレンズ 1 1 1 の回転によって、ボールレンズ 1 1 1 に異物が付着していた場合においても、その異物はストッパ L 1 の位置に移動し、結果的に除去される。
- [0035] ボールレンズ 1 1 1 の回転により、ボールレンズ 1 1 1 に付着した異物のみならずプラグ収容部 C 内に存在した異物の除去も期待できる。これは、ボールレンズ 1 1 1 の回転に伴い、プラグ収容部 C 内に存在した異物がボールレンズ 1 1 1 に付着する場合に実現される。また、ボールレンズ 1 1 1 が擦れるときに生じ得るボールレンズ 1 1 1 表面上の傷が、ボールレンズ 1 1 1 の一箇所に集中せず分散する。その結果、光コネクタの光伝送特性の劣化を大幅に抑制できる。また、プラグ 1 の側面とジャック 2 の内側面との間隔が非常に小さい場合であっても、スプリング 1 5 は収縮するため、ボールレンズ 1 1 1 のジャック 2 との接触時の圧力は小さくなる。このため、プラグ 1 を勢いよく挿入するなどして大きな傷を与えかねないボールレンズ 1 1 1 の高圧力の擦れを回避できる。
- [0036] ストッパ L 1 の形状は、図 9 に示した形状に限定されず、例えばボールレンズ 1 1 1 の形状に対応する形状であってもよい。また、スプリング 1 5 は、1 個または 3 個以上であってもよい。

なお、ジャック 2 の光結合部を構成する台座部 2 4 およびその孔 2 4 a、

スプリング 25 は、プラグ 1 の光結合部の台座部 14、孔 14a、スプリング 15 と同様であり、ジャック 2 の光結合部は、プラグ 1 の光結合部と同様に機能する。また、ジャック 2 のストッパ L2 は、プラグ 1 のストッパ L1 と同様に機能する。このため、ジャック 2 に関する説明を省略する。

図 9 に例示したようにプラグ 1 とジャック 2 の両方に同一の構成を備える必要は必ずしもない。例えばジャック 2 のみに図 9 の光結合部を適用し、プラグ 1 には図 4、図 5、図 6、図 7 に例示した光結合部の構成を採用しても構わない。その逆に、プラグ 1 のみに図 9 の光結合部を適用し、ジャック 2 には図 4、図 5、図 6、図 7 に例示した光結合部の構成を採用しても構わない。このような構成とすることで、小型化、低コスト化の利点が生じる。

[0037] 図 10 は、図 9 に示す光結合部の他の構成例を示す。プラグ 1 の光結合部は、ボールレンズ 111 と、スプリング 15a とを備える。ジャック 2 の光結合部は、ボールレンズ 211 と、スプリング 25a とを備える。

[0038] 図 10 のスプリング 15a は、図 9 に示すスプリング 15 とは異なり、ボールレンズ 111 とは（台座部 14 の厚さよりも）大きな間隔を空けて、左方向へフェルール 16 を弾性的に支持する。具体的には、フェルール 16 と一体化したフランジとして機能するストッパ L1b と、プラグ 1 の本体を成形してフランジとして機能するストッパ 17 との間にスプリング 15a を配置して、フェルール 16 を弾性的に支持する。スプリング 15a の径は、フェルール 16 の径よりも大きく、スプリング 15a の内部にフェルール 16 の端部（破線表示）が挿入されている。

[0039] フェルール 16 の他の端部は、ボールレンズ 111 を左方向へ支持する。フェルール 16 の他の端部は、ボールレンズ 111 の回転を滑らかにする曲面を有するとともに、その中心部には穴が形成されている。その穴の奥部には、光ファイバ 12 の端部が存在する。

[0040] プラグ 1 の側面には、図 9 のストッパ L1 と同様に機能するストッパ L1a が形成されている。ストッパ L1a は、ボールレンズ 111 の回転を滑らかにする曲面を有する。

[0041] ボールレンズ 1 1 1 に対するスプリング 1 5 a の作用は、図 9 のスプリング 1 5 の作用と同様である。フェルール 1 6 がスプリング 1 5 a の内側にあるため、スプリング 1 5 a が収縮すると、フェルール 1 6 は、左右方向に安定的に移動することができる。ボールレンズ 1 1 1 に外部から圧力がかった場合、ストッパ L 1 b は、右方向（前後方向の垂直方向内側。プラグ 1 の径方向内側。）へ移動し、スプリング 1 5 a は縮む。その圧力から解放されると、スプリング 1 5 a の付勢作用により、ストッパ L 1 b、フェルール 1 6、およびボールレンズ 1 1 1 は、左方向へ移動し、ボールレンズ 1 1 1 の一部がプラグ 1 の側面よりも外側に露出する。

[0042] 図 1 0 の構成によれば、スプリング 1 5 a の収縮状態とは無関係に、ボールレンズ 1 1 1 と光ファイバ 1 2 の端部との距離を所定の距離に維持することができる。その結果、ボールレンズ 1 1 1 からの出射光を常時コリメート光にすることができ、光伝送特性を安定化できる。

[0043] ストッパ L 1 a の形状は、図 1 0 に示した形状に限定されず、係止機能を保つように任意の形状をとることができる。

なお、ジャック 2 のスプリング 2 5 a、ストッパ L 2 b、ストッパ 2 7、フェルール 2 6 は、プラグ 1 のスプリング 1 5 a、ストッパ L 1 b、ストッパ 1 7、フェルール 1 6 と同様であり、ジャック 2 の光結合部は、プラグ 1 の光結合部と同様に機能する。また、ジャック 2 のストッパ L 2 a は、プラグ 1 のストッパ L 1 a と同様に機能する。このため、ジャック 2 に関する説明を省略する。

図 1 0 に例示したようにプラグ 1 とジャック 2 の両方に同一の構成を備える必要は必ずしもない。例えばジャック 2 のみに図 1 0 の光結合部を適用し、プラグ 1 には図 4、図 5、図 6、図 7 に例示した光結合部の構成を採用しても構わない。その逆に、プラグ 1 のみに図 1 0 の光結合部を適用し、ジャック 2 には図 4、図 5、図 6、図 7 に例示した光結合部の構成を採用しても構わない。このような構成とすることで、小型化、低コスト化の利点が生じる。

[0044] (プラグの形状について)

本発明は、プラグ1の前後方向の軸周りの位置を一意的に決定できれば、プラグ1がどのような形状であっても適用することができる。例えば、図11に図示するように、これまでに説明した、キーK(図1参照)付きの円柱状のプラグ1の側面にレンズ11を配置し、ジャック2の内側面には、嵌合時にレンズ11と対向するレンズ21を配置することができる。

[0045] また、図12に図示するように、断面が台形の四角柱状のプラグ1の側面の一つにレンズ11を配置し、このプラグ1と嵌合可能なジャック2の内側面には、嵌合時にレンズ11と対向するレンズ21を配置することができる。プラグ1の形状が、断面が非点対称の柱状であった場合も同様である。プラグ1の形状が非点対称の柱状であれば、キーKとキー溝Hとからなるキー機構を用いなくても、プラグ1の前後方向の軸周りの位置を一意的に決定することができる。

[0046] (光伝送経路が複数の場合について)

本発明は、プラグおよびジャックが光ファイバおよび光結合部を複数保持しているときにも適用できる。図13を参照すると、プラグ1およびジャック2は、光ファイバおよび光結合部から構成される光伝送経路を2系統備えている。例えば、光伝送経路の一方(例えば、プラグ1のレンズ11a(11)および光ファイバ12a(12)、ジャック2のレンズ21a(21)および光ファイバ22a(22)からなる光伝送経路)をプラグ1からジャック2への伝送用、他方(例えば、プラグ1のレンズ11b(11)および光ファイバ12b(12)、ジャック2のレンズ21b(21)および光ファイバ22b(22)からなる光伝送経路)をジャック2からプラグ1への伝送用に使用できる。なお、プラグ1は、断面が非点対称の六角形となる六角柱状であるとする。また、プラグ1およびジャック2に導入される光伝送経路が1系統だけであったとしても(図3参照)、WDM(Wavelength Division Multiplexing)技術などを用いて一芯双方向光伝送を実現できる。

[0047] 図14を参照すると明らかであるが、レンズ11aはプラグ1の右側面に

配置されており、レンズ 1 1 b はプラグ 1 の左側面に配置されている。レンズ 1 1 b およびレンズ 2 1 b の各々は、レンズ 1 1 a およびレンズ 1 1 b に対向する位置に配置されている。このような配置により、プラグ 1 の上下方向の寸法を小さくしても 2 系統の光伝送経路を実現することが可能であるため、ジャック 2 の上下方向の寸法も小さくすることができ（低背化）、光コネクタの小型化を実現できる。

[0048] また、図 1 4 には、四角柱状のプラグ 1 の上側の 2 つの角を切欠いた六角形の形状が図示されており、ジャック 2 は、プラグ 1 のこの形状に対応している。このような切り欠きをプラグ 1 に設けることにより、ユーザがジャック 2 に対して上下逆さまなどの間違った向きにプラグ 1 を誤挿入することは無い。その結果、レンズ 1 1 a とレンズ 2 1 a との対向、およびレンズ 1 1 b とレンズ 2 1 b との対向を確実にすることができる。

[0049] 図 1 3 の場合とは対照的に、図 1 5 に示すように、2 系統の光伝送経路がプラグ 1 の左側面に配置されるように構成してもよい。このような構成によれば、ジャック 2 の外側から接続される光送受信装置はジャック 2 の片側（例えば、左側）だけに配置すればよく、反対側（例えば、右側）に配置する必要はない。その結果、光ファイバ 2 2 a および光ファイバ 2 2 b の先（左側）に備えられるべき光送受信装置（図示せず）の左右方向の占有領域をほぼ半分にすることができ、実装スペースの低減化を実現できる。

なお、図 1 3 ～図 1 5 を参照してプラグ 1 について例示した構成は、ジャック 2 に適用することもできる。

[0050] （光路変換部）

光ファイバから伝送される光の光路を変換する光路変換部について説明する。この説明では、プラグ 1 に光路変換部を備えた構成について説明するが、ジャック 2 に光路変換部を備えた構成についても同様に実現できる。

[0051] 図 1 6 を参照すると、プラグ 1 の内部には、レンズ 1 1 と、光ファイバ 1 2 の他に、光路変換部 1 8 が配置されている。光路変換部 1 8 は、光ファイバ 1 2 の端部と、レンズ 1 1 との間に配置され、光ファイバ 1 2 の端部から

伝送される光の光路を変換してレンズ 11 へ光を伝送する。あるいは、レンズ 11 から伝送される光の光路を変換して光ファイバ 12 の端部へ光を伝送する。

[0052] 光ファイバ 12 は前後方向に平行に延設されており、光ファイバ 12 の端部から前方へ伝送された光は、光路変換部 18 によって左方向に進み、レンズ 11 へ伝送される。レンズ 11 は、伝送された光に対して、レンズ 21 との光結合を行う。光路変換部 18 の具体的構成については、後記する。

[0053] 光路変換部 18 を備えることにより、図 3 に示すように光ファイバ 12 を曲げることなく、光路変換を行い、レンズ 11 とレンズ 21 との光結合を実現できる。一般的に光ファイバの光伝送特性を劣化させることなく、光ファイバの曲率半径を小さくすることとは困難である。よって、図 3 に示す構成と比較すると、光コネクタが行う光の伝送に異物が影響を及ぼす可能性を大幅に低減することができる利点を保ったまま、光ファイバの曲げに起因する光伝送特性の劣化を回避することができる。

[0054] さらに、光ファイバ 12 を曲げずに済むので、プラグ 1 全体を小型化できる。このことは、ジャック 2 に対してもあてはまるので、光コネクタ全体を小型化できる。

また、光がレンズ 11 に入射するときの角度が、レンズ 11 に対して垂直であるときに、光伝送の効率が最大となる。また、前記した角度が垂直となるような設計は、光コネクタの製造を簡易化する。よって、光伝送の効率が最大となるように光路変換部 18 を配置することが好ましい。ただし、光結合部での反射光の抑制を優先すべきである場合には、敢えて垂直にする必要はない。

[0055] 光路変換部は、さまざまな形態をとることができる。例えば、図 17 に示すように、ミラー 18a と、光ファイバ 18b とを用いて光路変換部 18 を構成することができる。

[0056] ミラー 18a は、前後方向に対して左側に 45° の角度をなして配置されている。よって、ミラー 18a は、前後方向に延設されている光ファイバ 1

2の端部から前方向に伝送される光を反射させ、左方向に伝送させる。

[0057] 光ファイバ18bは、例えば、光ファイバ12と同じ材料でできており、左右方向に延設されている。光ファイバ18bの一端は、レンズ11に接続されている。ミラー18aによって反射した光は、光ファイバ18bの他端内に伝送される。光ファイバ18bを伝送した光については、レンズ11とレンズ21とにより光結合が行われる。

[0058] 図17に示す構成によれば、光ファイバ12だけでなく、光ファイバ18bも曲げることは無いので、光ファイバの曲げに起因する光伝送特性の劣化はない。なお、ミラー18aの代わりにプリズムを用いても同様の効果を実現できる。

[0059] また、図18に示すように、光路変換部18として光導波路を採用しても、図17に示す構成が実現できる効果と同様の効果を実現できる。光導波路は、例えばULTEM（登録商標）などのプラスチック成形材料から形成できる。前記光導波路には、前後方向に対して左側に45°の角度をなす傾斜面18cが形成されている。この傾斜面18cには鏡面塗装（太線表示）が施されている。よって、傾斜面18cが、図17のミラー18aと同様に機能する。

[0060] 図18の構成によれば、図17の構成と比較して、光軸合わせの精度を向上できるとともに、プラグ1の組み立てコストを低減できる。なお、光コネクタの製造上の観点から図18の光路変換部18は、プラグ1の本体またはレンズ11と一体形成することが好ましい。

[0061] 図19には、光結合部の機能を兼ねた光路変換部が成形部品Fとして図示されている。成形部品Fは、ULTEMなどのプラスチック成形材料でできている。成形部品Fは、プラグ1の本体に設けられた穴に収容されている。図19を参照すれば明らかであるが、成形部品Fの表面の一部は、プラグ1の前記した穴の表面の一部と当接しているので、プラグ1の前記した穴に収容されている成形部品Fは回転できず、成形部品Fの位置決めが確実になっている。

[0062] 成形部品Fは、レンズF1と、レンズF2と、傾斜面F3とを備える。レンズF1は、光ファイバ12の端部と対向し、光ファイバ12から伝送された光を集光する。レンズF2は、ジャック2の光結合部（図示せず）と対向し、光結合を行う。傾斜面F3は、前後方向に対して左側に45°の角度をなしている。レンズF1を介して前方向に伝送された光は、傾斜面F3により左方向に反射し、レンズF2に到達する。

[0063] U L T E M製の成形部品Fの屈折率は、約1.6である。また、成形部品Fと、プラグ1の前記した穴との隙間は空気できている。このため、傾斜面F3による反射は、高反射材のコーティングがなくても全反射となる。なお、傾斜面F3に鏡面塗装を施してもよく、この場合にはより屈折率の小さい材料で成型部品を形成しても、90度光路変換（全反射）機能を実現することができる。

[0064] 図19の構成によれば、光路変換部が光結合部の機能を兼ねているので、プラグの製造に要する部品点数を削減し、光コネクタの製造工程を簡略化並びにコストの低減を図ることができる。

[0065] （光伝送と電気伝送との共用伝送）

本発明は、光コネクタが電気伝送を行う手段を備えた場合にも適用できる。例えば、図20に図示するように、プラグ1が電気信号配線E1を備え、ジャック2が電気端子E2を備える。嵌合時に電気信号配線E1と電気端子E2が接続することで光伝送とともに電気伝送もできる。電気伝送を行うことで、例えば光伝送が不得意な高効率な電力供給ラインを確保することができる。図20ではプラグ1の側面およびジャック2の内側面にて電気伝送を行うが、プラグ1の先端部で行ってもよい。

[0066] また、プラグ1およびジャック2の形状は、U S B（Universal Serial Bus）などの既存のコネクタと接続互換性を持たせるように設計できる。この場合、既存のコネクタまたは既存のケーブルに対して本発明の光コネクタを使用でき、ユーザの利便性が向上する。

[0067] （プラグおよびジャックが備えるワイパ）

図 2 1 を参照して、プラグ 1 が備えるワイパ 1 9（プラグ側ワイパ）およびジャック 2 が備えるワイパ 2 9（ジャック側ワイパ）について説明する。

[0068] ワイパ 1 9 は、プラグ 1 を挿抜するときにレンズ 2 1 の表面に接触し、プラグ 1 の挿抜中にレンズ 2 1 の表面を掃く。ワイパ 1 9 は、プラグ 1 の側面のうち、レンズ 1 1 よりも前方に配置されている。ただし、プラグ 1 の挿抜時にワイパ 1 9 がレンズ 2 1 と接触すれば、ワイパ 1 9 をプラグ 1 の周方向に関して任意の位置に配置することができる。ワイパ 1 9 を備えることで、プラグ 1 の挿抜時にレンズ 2 1 の表面を掃くので、レンズ 2 1 から異物を確実に除去するという効果を奏する。特に、レンズ 1 1 と、レンズ 2 1 とが擦れ合わない場合（図 4 参照）において、大きな効果を奏する。

[0069] ワイパ 1 9 は、例えば、不織布、ゴムまたはテフロン（登録商標）といった材料で作製することができる。このような材料を用いれば、プラグ 1 の側面に容易に取り付けることができるとともに、レンズ 2 1 の表面を傷つけずに掃くので、光コネクタ全体の耐久性を向上できる。

[0070] 一方、ワイパ 2 9 は、プラグ 1 を挿抜するときにレンズ 1 1 の表面に接触し、プラグ 1 の挿抜中にレンズ 1 1 の表面を掃く。ワイパ 2 9 は、ジャック 2 の内側面のうち、レンズ 2 1 よりも後方に配置されている。ただし、プラグ 1 の挿抜時にワイパ 2 9 がレンズ 1 1 と接触すれば、ワイパ 2 9 をプラグ収容部 C の周方向に関して任意の位置に配置することができる。なお、ワイパ 2 9 に関する効果は、ワイパ 1 9 と同様である。

なお、ワイパは、プラグ 1 およびジャック 2 の両方に備える必要は無く、いずれか一方にだけ備えてもよい。

[0071] 図 2 2 を参照すると、プラグ 1 およびジャック 2 が複数（図 2 2 では 2 系統）の光伝送経路を備えているときは、各レンズ（1 1 a、1 1 b、2 1 a、2 1 b）に対応するワイパ（1 9 a（1 9）、1 9 b（1 9）、2 9 a（2 9）、2 9 b（2 9））を備えることができる。図 2 2 に示す構成は、図 1 3 に示す構成に対して、4 つのワイパを備えたものに等しい。

[0072] ワイパ 1 9 a、1 9 b、2 9 a、2 9 b の各々は、プラグ 1 を挿抜すると

きにレンズ21a、21b、11a、11bの表面に接触し、プラグ1の挿抜中にこれらのレンズの表面を掃く。このような構成により、すべてのレンズから異物を確実に除去するという効果を奏する。

[0073] 図23に示すプラグ1の構成は、図22に示すプラグ1の構成に等しい。図24に示すジャック2の構成は、図22に示すジャック2の構成に等しい。図23、図24を参照すると、ワイパ19a、19b、29a、29bの上下方向の幅が、レンズ11a、11b、21a、21bの上下方向の幅よりも大きいことがわかる。よって、ワイパ19a、19b、29a、29bは、対応するレンズ21a、21b、11a、11bの表面全体を掃くという効果を奏する。なお、説明の便宜上、ワイパ19a、19b、29a、29bの各々の寸法は同一であり、レンズ21a、21b、11a、11bの各々の寸法は同一であるとするが、前記した効果を奏すれば、レンズおよびワイパの寸法は異なってもよい。

[0074] 図25、図26に示すように、ワイパは、円柱状のプラグ1およびそのプラグ1と嵌合するジャック2（図1参照）にも使用することができる。図25を参照すると、円柱状のプラグ1が備えるワイパ19cは、レンズ21を掃くことができるようにレンズ11よりも前方に配置され、かつ、周方向全体に亘って径方向外側に所定距離だけ延びている。また、図26を参照すると、円柱状のプラグ1と嵌合するジャック2が備えるワイパ29cは、レンズ11を掃くことができるようにレンズ21よりも後方に配置され、かつ周方向全体に亘って径方向外側に所定距離だけ延びている。このような構成により、レンズ11、21のみならずプラグ1全体から異物を確実に除去するという効果を奏する。

[0075] （プラグおよびジャックが備えるシャッタ）

図27～図30を参照して、プラグ1またはジャック2にシャッタ31またはシャッタ41を配置する実施形態について説明する。なお、本実施形態では、プラグ1は円柱状であり、ジャック2のプラグ収容部Cは、プラグ1の形状に対応している。

- [0076] 図27に示す実施形態において、プラグ1は、シャッタ31（プラグ側シャッタ）と、スプリング32（プラグ側付勢部）とを備える。シャッタ31は、円筒状を呈しており、プラグ1が挿通しており、プラグ1の側面を摺動する。シャッタ31は、その後端部において、周方向全体に亘って径方向外側に延在するフランジ部31aを備える。シャッタ31の軸方向の長さは、プラグ1の未挿入時において、シャッタ31の内側面がレンズ11を覆うことができる長さである（図27（a）参照）。
- [0077] 図27（c）に示すように、シャッタ31の内径は、塵、埃などの異物の侵入を防ぐという観点から、プラグ1の先頭部の径に略等しい。また、シャッタ31の外径は、ジャック2の開口径（図27（c）において一点鎖線で図示）、つまり、プラグ収容部Cの入口部の径よりも大きい。
- [0078] スプリング32は、プラグ1に対して後方に移動したシャッタ31を前方向へ付勢する手段であり、プラグ1が挿通しており、略円筒状の支持部Sの内側に配置されている。スプリング32の前端部は常時、シャッタ31のフランジ部31aに当接している。スプリング32の後端部は常時、支持部Sの内側において径方向外側に延在するプラグ1の段差部に当接している。よって、スプリング32は常時、シャッタ31を前方向に付勢する。
- [0079] プラグ1の未挿入時において、シャッタ31は、スプリング32の付勢作用により、前方に力を受けている。しかしながら、シャッタ31のフランジ部31aが、支持部Sの前端部にて径方向内側に延在しているフランジ部に係止される。よって、シャッタ31は、所定の位置に定まり、シャッタ31がプラグ1から抜けることは無い。
- [0080] 図27（a）に示すように、プラグ1の未挿入時において、シャッタ31は、レンズ11を覆っている（シャッタ閉状態）。よって、シャッタ31は、プラグ1の未挿入時において、異物のレンズ11近辺への侵入を抑制できる、ユーザがレンズ11を直接手で触れることを回避できる、などのようにレンズ11を確実に保護できる。
- [0081] プラグ1がジャック2にある程度挿入されると、シャッタ31の前端部は

、ジャック 2 の後面部のうちプラグ収容部 C の入口部の周辺部分に当接する。プラグ 1 をさらに挿入すると、シャッタ 3 1 は、スプリング 3 2 を収縮させるとともにプラグ 1 に対して後方向（プラグ 1 の拔出方向）へ摺動する。その結果、シャッタ 3 1 がレンズ 1 1 の位置から離れ（シャッタ開状態）、レンズ 1 1 がシャッタ 3 1 から露出する。

[0082] 図 2 7（b）に示すように、プラグ 1 とジャック 2 との嵌合時には、シャッタ 3 1 は、プラグ 1 に対して可動する範囲で最も後方向へ摺動して支持部 S の内側に收容され、レンズ 1 1 は、レンズ 2 1 に対向する。また、プラグ 1 をジャック 2 から抜き出すと、スプリング 3 2 が伸張することで、シャッタ 3 1 は、プラグ 1 に対して前方向に摺動し、レンズ 1 1 を覆う。

[0083] すでに述べたように、本実施形態の光コネクタ 1 0 0 は、レンズ 1 1 をプラグ 1 の側面に配置しており、レンズ 2 1 をジャック 2 の内側面に配置する構成をとる。このため、プラグ 1 の挿抜方向とシャッタ 3 1 の摺動方向とを同一にすることができる。よって、プラグ 1 の挿抜というユーザの通常操作に連動してシャッタ 3 1 をプラグ 1 の挿抜方向に摺動させ、レンズ 1 1 に対してシャッタ 3 1 を開閉するという、従来に無い優れた特徴を実現できる。ユーザがプラグ 1 の挿抜という通常操作を行うだけで、未挿入時においてシャッタ 3 1 を閉じてレンズ 1 1 を保護することと、嵌合時においてシャッタ 3 1 を開いてレンズ 1 1、2 1 を光結合させることが両立される。その結果、光コネクタが行う光の伝送に異物が影響を及ぼす可能性を大幅に低減することができる。

[0084] 従来の光コネクタは、プラグの先端部とジャックのプラグ収容部の奥部とで光結合を行っていた。このため、シャッタを取り付けるのであれば、プラグの挿抜方向と直交する方向に摺動するシャッタを構成しなければならない。その結果、シャッタの開閉を実現する機構が複雑にならざるを得ず、コストの増大化および信頼性の低下を招いてしまう。本実施形態の光コネクタ 1 0 0 は、プラグ 1 の側面とジャック 2 の内側面とで光結合を行う構成を採用している。このため、上記のように所要部品点数の少ない極めて簡易な構造

で、プラグ１の挿抜というユーザの通常操作に連動したシャッタ３１の開閉動作を実現できる。

[0085] 図２８に示すように、シャッタ３１に関する実施形態の他の例として、シャッタ３１は、プラグ１の挿抜中にレンズ１１の表面に接触して掃くワイパ３３（プラグ側シャッタ用ワイパ）を備える。ワイパ３３は、円筒状のシャッタ３１と中心が一致する環状を呈しており、例えば、不織布であればよい。ワイパ３３は、例えば、接着剤を用いてシャッタ３１の前端部に貼設されている。ワイパ３３の内径は、シャッタ３１の内径よりも若干小さい。

[0086] プラグ１をジャック２に挿入すると、シャッタ３１がプラグ１に対して後方向へ摺動する。その際、ワイパ３３は、プラグ１の側面に沿って捲れるので、プラグ１の挿入を妨げることなく、シャッタ３１から露出することになるレンズ１１を掃くことができる。また、プラグ１をジャック２から抜き出すと、スプリング３２によってシャッタ３１がプラグ１に対して前方向へ摺動する。その際、ワイパ３３は、プラグ１の側面に沿って捲れるので、プラグ１の抜き出しを妨げることなく、シャッタ３１によって覆われることになるレンズ１１を掃くことができる。

[0087] したがって、プラグ１の挿抜というユーザの通常操作に連動したシャッタ３１の開閉動作によって、ワイパ３３がレンズ１１の表面を掃くので、レンズ１１から異物を確実に除去できる。

[0088] また、図２８に示すワイパ３３は、周方向全体に亘ってシャッタ３１の前端部に貼設されているので、プラグ１の挿抜によって、レンズ１１だけでなく、プラグ１の先頭部の側面全体を掃く。その結果、ジャック２に対するプラグ１の挿抜方向の軸周りの位置を固定する角度固定機構、例えば、プラグ１に備えたキーとジャック２に備えたキー溝とからなるキー機構を備えなくても、レンズ１１から異物を確実に除去できる。

なお、キー機構などの角度固定機構を備えていれば、レンズ１１の表面を含むプラグ１の側面の一部領域だけを掃くようにワイパ３３の形状を変更してもよい。

[0089] なお、プラグ1の形状は、円柱状に限定されず、楕円柱状でもよいし、四角柱状、台形柱状、その他の柱状としてもよい。ジャック2のプラグ収容部Cの形状は、プラグ1の形状に対応させればよい。

[0090] 図29A～図29Fに示す実施形態において、ジャック2は、シャッタ41（ジャック側シャッタ）と、スプリング42（ジャック側付勢部）とを備える。図29Fに示すように、シャッタ41は、略円柱状を呈しており、ジャック2の内側面を摺動する。シャッタ41は、その側面上端部および側面下端部において軸方向に関して一部に亘って上方向および下方向にそれぞれ延在する凸設部41aを備える。この凸設部41aは好適にはレンズ21と対向しない位置に形成する（図29A～図29Cでは周方向に90度ずれて設けられている）。シャッタ41の軸方向の長さは、プラグ1の未挿入時において、シャッタ41の側面がレンズ21を覆うことができる長さである（図29A参照）。なお、シャッタ41の軸方向の長さは、レンズ21を覆う必要最低限の長さであることが好ましい。

[0091] シャッタ41の径は、塵、埃などの異物の侵入を防ぐという観点から、ジャック2のプラグ収容部Cの穴径に略等しい。

[0092] ジャック2の内側面において、シャッタ41の凸設部41aと周方向に関して係合する凹状の凹設部2aが形成されている。凹設部2aは、軸方向に関して所定長さ分だけ形成されているので、凸設部41aは、凹設部2aの内部に入った状態で軸方向に移動可能であり、よって、シャッタ41は、ジャック2の内側面に対して軸方向に摺動することができる。

[0093] スプリング42は、ジャック2に対して前方に移動したシャッタ41を後方向へ付勢する手段であり、ジャック2のプラグ収容部Cに配置されている。スプリング42の前端部は常時、ジャック2のプラグ収容部Cの最深部に当接している。スプリング42の後端部は、シャッタ41の前端部に当接している。よって、スプリング42は常時、シャッタ41を後方向に付勢する。

[0094] プラグ1の未挿入時において、シャッタ41は、スプリング42の付勢作

用により、後方に力を受けている。しかしながら、シャッタ41の凸設部41aが、ジャック2の凹設部2aの後端部に係止される。よって、シャッタ41は、所定の位置に定まり、シャッタ41がジャック2から抜けることは無い。また、図29Eに示すように、凹設部2a（シャッタ41の凸設部41a）はレンズ21と軸方向に90度ずれた位置に配置されている。このような配置とすることで、シャッタ41の抜け止め機能と嵌合時のレンズ11とレンズ21との近接（対向面の最適な間隔での対向）の両立が可能になり、光コネクタの光結合効率を高めることができる。

[0095] 図29Aに示すように、プラグ1の未挿入時において、シャッタ41は、レンズ21を覆っている（シャッタ閉状態）。よって、シャッタ41は、プラグ1の未挿入時において、異物のレンズ21近辺への侵入を抑制できるなど、レンズ21を確実に保護できる。

[0096] プラグ1がジャック2にある程度挿入されると、プラグ1の先端部がシャッタ41の後端部に当接する。プラグ1をさらに挿入すると、シャッタ41は、スプリング42を収縮させるとともに前方向（ジャック奥部方向）へ摺動する。その結果、シャッタ41がレンズ21の位置から離れ（シャッタ開状態）、レンズ21がシャッタ41から露出する。

[0097] 図29Bに示すように、プラグ1とジャック2との嵌合時には、シャッタ41は、ジャック2に対してプラグ収容部Cの最深部の少し後方にまで摺動し、レンズ21は、レンズ11に対向する。また、プラグ1をジャック2から抜き出すと、スプリング42が伸張することで、シャッタ41は、ジャック2に対して後方向に摺動し、レンズ21を覆う。

[0098] すでに述べたように、本実施形態の光コネクタ100は、プラグ1の挿抜方向とシャッタ31の摺動方向とを同一にすることができるので、プラグ1の挿抜というユーザの通常操作に連動してシャッタ41をプラグ1の挿抜方向に摺動させ、レンズ21に対してシャッタ41を開閉するという、従来に無い優れた特徴を実現できる。ユーザがプラグ1の挿抜という通常操作を行うだけで、未挿入時においてシャッタ41を閉じてレンズ21を保護するこ

とと、嵌合時においてシャッタ４１を開いてレンズ１１、２１を光結合させることとが両立される。その結果、光コネクタが行う光の伝送に異物が影響を及ぼす可能性を大幅に低減することができる。

[0099] また、すでに述べた従来の光コネクタと異なり、本実施形態の光コネクタ１００によれば、上記のように所要部品点数の少ない極めて簡易な構造で、プラグ１の挿抜というユーザの通常操作に連動したシャッタ４１の開閉動作を実現できる。

[0100] 図３０に示すように、シャッタ４１に関する実施形態の他の例として、シャッタ４１は、プラグ１の挿抜中にレンズ２１の表面に接触して掃くワイパ４３（ジャック側シャッタ用ワイパ）を備える。ワイパ４３は、扇状を呈しており、ワイパ４３の頂点は、円柱状のシャッタ４１の中心と一致する。ワイパ４３は、例えば、不織布であればよい。ワイパ４３は、例えば、接着剤を用いてシャッタ３１の後端部に貼設されている。ワイパ４３の半径は、シャッタ４１の半径よりも若干大きい。

[0101] プラグ１をジャック２に挿入すると、シャッタ４１が前方向へ摺動する。その際、ワイパ４３は、ジャック２の内側面に沿って捲れ、プラグ１の挿入を妨げることなく、シャッタ４１から露出することになるレンズ２１を掃くことができる。また、プラグ１をジャック２から抜き出すと、スプリング４２によってシャッタ４１が後方向へ摺動する。その際、ワイパ４３は、ジャック２の内側面に沿って捲れるので、プラグ１の抜き出しを妨げることなく、シャッタ４１によって覆われることになるレンズ２１を掃くことができる。

[0102] したがって、プラグ１の挿抜というユーザの通常操作に連動したシャッタ４１の開閉動作によって、ワイパ４３がレンズ２１の表面を掃くので、レンズ２１から異物を確実に除去できる。

[0103] なお、プラグ１の形状は、円柱状に限定されず、楕円柱状でもよいし、四角柱状、台形柱状、その他の柱状としてもよい。ジャック２のプラグ収容部Ｃの形状は、プラグ１の形状に対応させればよい。

[0104] また、シャッタ 3 1 を備えるプラグ 1 と、シャッタ 4 1 を備えるジャック 2 とから構成される光コネクタを実現し、レンズ 1 1、2 1 の両方を保護することができる。

[0105] (プラグおよびジャックが備える気流発生機構)

図 3 1 ～図 3 4 を参照して、光結合部から異物をより確実に除去するための気流発生機構を備えるプラグ 1、ジャック 2 の実施形態について説明する。なお、本実施形態では、プラグ 1 が備える光結合部は、ボールレンズ 1 1 2 であり、ジャック 2 が備える光結合部は、ボールレンズ 2 1 2 である。

[0106] 図 3 1 に示す実施形態において、ジャック 2 は、ジャック 2 の内側面にて、ボールレンズ 2 1 2 の露出表面を通して軸方向へ延在している気流用溝 5 1 (ジャック側気流用溝) を形成している。気流用溝 5 1 は、プラグ収容部 C の入口部から最深部にまで延在している。しかしながら、後記する気流による異物除去が機能すれば、気流用溝 5 1 を最深部にまで延在させなくてもよい。なお、図 3 1 (a)、(b) に示すプラグ 1 は円柱状であり、ジャック 2 のプラグ収容部 C の形状は、プラグ 1 の形状に対応している。

[0107] 図 3 1 (b) に示すように、気流用溝 5 1 の深さ、つまり左右方向における長さを、ボールレンズ 2 1 2 の半径よりも少し大きな長さに設計することが好ましい。そして、ボールレンズ 2 1 2 の略右半分が気流用溝 5 1 内に露出するようにボールレンズ 2 1 2 を配置することが好ましい。また、気流用溝 5 1 の幅、つまり上下方向における長さを、ボールレンズ 2 1 2 の有効ビーム経路を考慮して、ボールレンズ 2 1 2 の直径の 80% ～ 100% の範囲に設計することが好ましい。

[0108] 図 3 1 (a) に示すように、プラグ 1 およびジャック 2 が嵌合する直前の位置までプラグ 1 がジャック 2 に挿入されると、プラグ 1 の挿入に起因する気流がジャック 2 のプラグ収容部 C 内に発生する。ここで、プラグ 1 の径とプラグ収容部 C の穴径とは略等しいので、気流用溝 5 1 が存在する領域を除いて、挿入後のプラグ 1 の側面とジャック 2 の内側面との間にある隙間はほとんど存在しない。必要であれば、例えばプラグ 1 の側面またはジャック 2

の内側面に周方向のほぼ全体に亘ってワイパ 33, 34 (図 28、図 30 参照) に類似する部材を設けて前記隙間を塞ぎ、気流用溝 51 以外に外部に通じる通気孔を無くすとよい。また、シャッタ 31 (図 27 参照) を備えることで同様の効果を得るようにしても構わない。

[0109] プラグ 1 の側面とジャック 2 の内側面との間に元からある隙間に対して、上記のように設計された気流用溝 51 内の空間は十分に大きい。よって、プラグ収容部 C 内に発生した気流は、気流用溝 51 のうちボールレンズ 212 よりも前側部分に集中する。前記集中した気流は、所定の圧力を以って気流用溝 51 内を後方向に向かって進み、ボールレンズ 212 の表面を通過して、プラグ収容部 C の入口部から外部に放出される (図 31 (a) に図示された矢印参照)。

[0110] したがって、プラグ 1 の挿入に起因して発生した気流は、ボールレンズ 212 に付着した異物を吹き飛ばして除去できる。その結果、光コネクタが行う光の伝送に異物が影響を及ぼす可能性を大幅に低減することができる。前記気流は、プラグ 1 の挿入というユーザの通常操作のみで生じるものであるため、ユーザに特別な操作を要求することはない。

[0111] また、異物除去が最も有用となる嵌合直前時というタイミングでジャック 2 内の異物除去を実現できる。つまり、一般ユーザにとってクリーニングが困難なジャック 2 の内側面に備えられた光結合部のクリーニングは、プラグ 1 の挿入という、プラグ 1 およびジャック 2 の嵌合に必要な操作そのもので、嵌合直前のたびに最も有効なタイミングで実行できる。

[0112] このように非常に簡易な気流通過用の溝を設けるだけで、光結合部のクリーニングを実現できるのは、プラグ 1 の側面およびジャック 2 の内側面に光結合部を備える本発明ならではの特徴である。プラグの先端部に光結合部を備える従来の光コネクタに関しては、このように簡易化された気流通過用の溝では気流方向を有効に制御できないので、気流によって光結合部の表面をクリーニングすることはできない。

[0113] ここで、気流用溝 51 内に存在するボールレンズ 212 の露出部分が、ジ

ジャック 2 の内側面内側（ジャック 2 が占める側。図 3 1 において左側）に配置されるように、ボールレンズ 2 1 2 を配置するとよい。換言すれば、ボールレンズ 2 1 2 の右側の頂点部が、ジャック 2 の内側面よりも所定距離だけ、ジャック 2 に挿入された円柱状のプラグ 1 の径方向外側に位置するように、気流用溝 5 1 内に存在するボールレンズ 2 1 2 の露出部分を配置するとよい（ボールレンズ 2 1 2 のプラグ 1 からの後退）。このような配置によれば、ボールレンズ 2 1 2 の右側の頂点部と、プラグ 1 の側面との間に気流の通り道を適切なサイズで確保できるので、プラグ 1 の挿入に起因して発生した気流は、ボールレンズ 2 1 2 に付着した異物をより効率よく吹き飛ばして除去できる。

[0114] また、ジャック 2 の光結合部にボールレンズ 2 1 2 を採用することで、ボールレンズ 2 1 2 の形状に応じて気流の通り道は狭小化する。このため、ボールレンズ 2 1 2 を通過する時の気流の流速は、ボールレンズ 2 1 2 を通過する前後の気流の流速に比べて増大する。よって、ボールレンズ 2 1 2 とプラグ 1 の側面との間を通過する気流は、ボールレンズ 2 1 2 に付着した異物をより勢いよく吹き飛ばして除去できる。

[0115] なお、プラグ 1 の形状は、円柱状に限定されず、楕円柱状でもよいし、四角柱状、台形柱状、その他の柱状としてもよい。ジャック 2 のプラグ収容部 C の形状は、プラグ 1 の形状に対応させればよい。

また、気流用溝 5 1 の形状は、前後方向に沿った直線状であることに限定されず、例えば、螺旋状など他の形状でもよい。

また、本実施形態に採用できる光結合部はボールレンズに限定されず、例えば、表面が平らなレンズも適用できる。

[0116] 図 3 2 に示す実施形態において、プラグ 1 は、プラグ 1 の側面にて、ボールレンズ 1 1 2 の露出表面を通して軸方向へ延在している気流用溝 5 2（プラグ側気流用溝）を形成している。気流用溝 5 2 は、プラグ 1 の先端部から支持部 S に到達するまで延在している。しかしながら、後記する気流による異物除去が機能すれば、支持部 S に到達するまで延在させなくてもよい。な

お、図 3 2 (a)、(b) に示すプラグ 1 は円柱状であり、ジャック 2 のプラグ収容部 C の形状は、プラグ 1 の形状に対応している。

[0117] 図 3 2 (b) に示すように、気流用溝 5 2 の深さ、つまり左右方向における長さを、ボールレンズ 1 1 2 の半径よりも少し大きな長さに設計することが好ましい。そして、ボールレンズ 1 1 2 の略左半分が気流用溝 5 2 内に露出するようにボールレンズ 1 1 2 を配置することが好ましい。また、気流用溝 5 2 の幅、つまり上下方向における長さを、ボールレンズ 1 1 2 の有効ビーム経路を考慮して、ボールレンズ 1 1 2 の直径の 80%~100% の範囲に設計することが好ましい。

[0118] 図 3 2 (a) に示すように、プラグ 1 およびジャック 2 が嵌合する直前の位置までプラグ 1 がジャック 2 に挿入されると、プラグ 1 の挿入に起因する気流がジャック 2 のプラグ収容部 C 内に発生する。ここで、図 3 1 に示す実施形態と同様、気流用溝 5 2 が存在する領域を除いて、挿入後のプラグ 1 の側面とジャック 2 の内側面との間にある隙間はほとんど存在しない。必要であれば、例えばプラグ 1 の側面またはジャック 2 の内側面に周方向のほぼ全体に亘ってワイパ 3 3, 3 4 (図 2 8、図 3 0 参照) に類似する部材を設けて前記隙間を塞ぎ、気流用溝 5 2 以外に外部に通じる通気孔を無くすとよい。また、シャッタ 3 1 (図 2 7 参照) を備えることで同様の効果を得るようにしても構わない。

[0119] プラグ 1 の側面とジャック 2 の内側面との間に元からある隙間に対して、上記のように設計された気流用溝 5 2 内の空間は十分に大きい。よって、プラグ収容部 C 内に発生した気流は、気流用溝 5 2 のうちボールレンズ 1 1 2 よりも前側部分に集中する。前記集中した気流は、所定の圧力を以って気流用溝 5 2 内を後方向に向かって進み、ボールレンズ 1 1 2 の表面を通過して、プラグ収容部 C の入口部から外部に放出される (図 3 2 (a) に図示された矢印参照)。

[0120] したがって、プラグ 1 の挿入に起因して発生した気流は、ボールレンズ 1 1 2 に付着した異物を吹き飛ばして除去できる。その結果、光コネクタが行

う光の伝送に異物が影響を及ぼす可能性を大幅に低減することができる。前記気流は、プラグ1の挿入というユーザの通常操作のみで生じるものであるため、ユーザに特別な操作を要求することはない。

[0121] また、異物除去が最も有用となる嵌合直前時というタイミングで、ジャック2内に挿入されたプラグ1の気流用溝52内の異物除去を実現できる。このように非常に簡易な気流通過用の溝を設けるだけで、光結合部のクリーニングを実現できるのは、プラグ1の側面およびジャック2の内側面に光結合部を備える本発明ならではの特徴である。プラグの先端部に光結合部を備える従来の光コネクタに関しては、このように簡易化された気流通過用の溝では気流を有効に制御できないので、気流によって光結合部の表面をクリーニングすることはできない。

[0122] ここで、気流用溝52内に存在するボールレンズ112の露出部分が、プラグ1の側面内側に配置されるように、ボールレンズ112を配置するとよい。換言すれば、ボールレンズ112の左側の頂点部が、プラグ1の側面よりも所定距離だけ、円柱状のプラグ1の径方向内側に位置するように、気流用溝52内に存在するボールレンズ112の露出部分を配置するとよい（ボールレンズ112のジャック2からの後退）。このような配置によれば、ボールレンズ112の左側の頂点部と、ジャック2の内側面との間に気流の通り道を適切なサイズで確保できるので、プラグ1の挿入に起因して発生した気流は、ボールレンズ112に付着した異物をより効率よく吹き飛ばして除去できる。

[0123] また、プラグ1の光結合部にボールレンズ112を採用することで、ボールレンズ112の形状に応じて気流の通り道は狭小化する。このため、ボールレンズ112を通過する時の気流の流速は、ボールレンズ112を通過する前後の気流の流速に比べて増大する。よって、ボールレンズ112とジャック2の内側面との間を通過する気流は、ボールレンズ112に付着した異物をより勢いよく吹き飛ばして除去できる。

[0124] なお、プラグ1の形状は、円柱状に限定されず、楕円柱状でもよいし、四

角柱状、台形柱状、その他の柱状としてもよい。ジャック 2 のプラグ收容部 C の形状は、プラグ 1 の形状に対応させればよい。

また、気流用溝 5 2 の形状は、前後方向に沿った直線状であることに限定されず、例えば、螺旋状など他の形状でもよい。また、図 3 2 (c) に示すように、円柱状のプラグ 1 の一部を前後方向に沿って切欠いて、ボールレンズ 1 1 2 の一部を露出させ、気流用溝 5 2 a からなる気流の通り道を確認してもよい。

また、本実施形態に採用できる光結合部はボールレンズに限定されず、例えば、表面が平らなレンズにも適用できる。

[0125] 図 3 3 に示す実施形態において、気流用溝 5 2 を有しているプラグ 1 は、図 3 2 に示すプラグ 1 の変形例であり、円柱状ではなく、台形柱状を呈する（図 3 3 (b) 参照）。ジャック 2 のプラグ收容部 C の形状は、図 3 3 のプラグ 1 が呈する台形柱状に対応する形状になっている。よって、図 3 3 のプラグ 1 およびジャック 2 からなる光コネクタ 1 0 0 は、ジャック 2 に対するプラグ 1 の挿抜方向の軸周りの位置を固定する角度固定機構を実現できる。プラグ 1 の形状およびジャック 2 の形状によれば、プラグ 1 の挿入開始時から嵌合時までの間、ジャック 2 に対するプラグ 1 の挿抜方向の軸周りの位置は決定される。つまり、前記角度固定機構によって、プラグ 1 の周方向の挿入角度を一定に保つことができる。

[0126] 図 3 2 に示す実施形態の場合と同様にして、気流用溝 5 2 内に存在するボールレンズ 1 1 2 の露出部分は、プラグ 1 の側面内側に配置されるように、ボールレンズ 1 1 2 を配置するとよい。換言すれば、ボールレンズ 1 1 2 の左側の頂点部が、プラグ 1 の側面よりも所定距離だけ、台形柱状のプラグ 1 の内部側に位置するように、気流用溝 5 2 内に存在するボールレンズ 1 1 2 の露出部分を配置するとよい。

[0127] 図 3 3 (a) に示すように、プラグ 1 およびジャック 2 が嵌合する直前の位置までプラグ 1 がジャック 2 に挿入されると、プラグ 1 の挿入に起因する気流がジャック 2 のプラグ收容部 C 内に発生する。図 3 2 に示す実施形態の

場合と同様にして、プラグ１の挿入に起因して発生した気流は、ボールレンズ１１２に付着した異物を吹き飛ばして除去できる。

[0128] さらに、図３３によれば、光コネクタ１００の角度固定機構によって、プラグ１の挿入後に、ジャック２のボールレンズ２１２が気流用溝５２内の空間に対して開放されている。よって、プラグ１の挿入に起因して発生した気流は、ボールレンズ１１２の表面だけでなく、ボールレンズ２１２の表面も通過して、プラグ収容部Ｃの入口部から外部に放出される（図３３（ａ）に図示された矢印参照）。したがって、プラグ１の挿入に起因して発生した気流は、ボールレンズ１１２に付着した異物だけでなく、ボールレンズ２１２に付着した異物も吹き飛ばして除去できる。その結果、光コネクタが行う光の伝送に異物が影響を及ぼす可能性を大幅に低減することができる。

[0129] 換言すれば、プラグ１に気流用溝５２という１つの溝を備えるだけの構成で、一般ユーザにとってクリーニングが困難なジャック２の内側面に備えられた光結合部のクリーニングと、プラグ１の側面に備えられた光結合部のクリーニングとを、プラグ１の挿入といった、プラグ１およびジャック２の嵌合に必要な操作そのもので、嵌合直前のたびに実行できる。

[0130] なお、図３３（ｃ）に示すように、光コネクタ１００の角度固定機構として、周方向の右側にて径方向外側に延在しているキー５３をプラグ１に備え、キー５３に対応するキー溝５４をジャック２に備えるキー機構を採用してもよい。キー５３は、プラグ１の側面上で、プラグ１の先端部から支持部Ｓに到達するまで形成されている。キー溝５４は、嵌合時には、キー５３全体を受容できる。前記キー機構を採用し、プラグ１をジャック２に挿入すると、図３３（ａ）および（ｂ）に示す構成と同様にして、プラグ１の挿入に起因して発生した気流は、ボールレンズ１１２に付着した異物だけでなく、ボールレンズ２１２に付着した異物を吹き飛ばして除去できる。

[0131] なお、図３１に示した、ジャック２に気流用溝５１を備えた実施形態に対して、前記角度固定機構をプラグ１およびジャック２に備えるように構成してもよい。これにより、プラグ１の挿入に起因して発生した気流は、ボール

レンズ 2 1 2 に付着した異物だけでなく、ボールレンズ 1 1 2 に付着した異物を吹き飛ばして除去できる。よって、ジャック 2 の内側面に備えられた光結合部のクリーニングと、プラグ 1 の側面に備えられた光結合部のクリーニングとをまとめて実現できる。

[0132] 図 3 4 に示す実施形態において、プラグ 1 は、図 3 1 の実施形態で説明した気流用溝 5 1 を有しており、ジャック 2 は、図 3 2 に示す実施形態で説明した気流用溝 5 2 を有している。また、図 3 3 (c) に示す実施形態と同様に、プラグ 1 は、プラグ 1 の先端部から支持部 S に到達するまで形成されているキー 5 3 を備え、ジャック 2 は、キー 5 3 に対応するキー溝 5 4 を備えることで、光コネクタ 1 0 0 の角度固定機構を実現する。

[0133] 図 3 4 (a) に示すように、プラグ 1 およびジャック 2 が嵌合する直前の位置までプラグ 1 がジャック 2 に挿入されると、プラグ 1 の挿入に起因する気流がジャック 2 のプラグ収容部 C 内に発生する。ここで、キー 5 3 およびキー溝 5 4 によって、ジャック 2 に挿入されるプラグ 1 の軸方向の位置が決まっている。このため、プラグ 1 の挿入後において、気流用溝 5 1 と気流用溝 5 2 とを常時対向させることができ、したがって、気流用溝 5 1 および気流用溝 5 2 が一体化した空間部を形成することができる。

[0134] プラグ 1 の側面とジャック 2 の内側面との間に元からある隙間に対して、上記のように設計された前記空間部は十分に大きい。よって、プラグ収容部 C 内に発生した気流は、気流用溝 5 1 のうちボールレンズ 2 1 2 よりも前側部分に集中する。前記集中した気流は、所定の圧力を以って前記空間部内を後方向に向かって進み、ボールレンズ 1 1 2、2 1 2 の表面を通過して、プラグ収容部 C の入口部から外部に放出される（図 3 4 (a) に図示された矢印参照）。

[0135] したがって、プラグ 1 の挿入に起因して発生した気流は、ボールレンズ 1 1 2 に付着した異物だけでなく、ボールレンズ 2 1 2 に付着した異物を吹き飛ばして除去できる。その結果、光コネクタが行う光の伝送に異物が影響を及ぼす可能性を大幅に低減することができる。

[0136] ここで、図34に示す実施形態では、図34（b）に示すように、気流用溝52内に存在するボールレンズ112の露出部分と、気流用溝51内に存在するボールレンズ212の露出部分とが嵌合時にて微小距離内に近づくように、ボールレンズ112をプラグ1の内部に配置し、ボールレンズ212をジャック2の内部に配置できる。具体的には、ボールレンズ112の左側の頂点部がプラグ1の外径よりもわずかに内側に位置するようにボールレンズ112をプラグ1の内部に配置できる。また、ボールレンズ212の右側の頂点部がジャック2の内側面よりもわずかに内側（ジャック2が占める側）に位置するようにボールレンズ212をジャック2の内部に配置できる。

[0137] 上記のようにボールレンズ112が配置され、プラグ1の気流用溝52をほとんど塞いでしまう場合であっても、プラグ1の挿入中は気流用溝52と部分的に対向している、ジャック2に設けた気流用溝51が気流の通り道として機能する（図34（a）参照）。このため、プラグ1の挿入に起因して発生した気流は、ボールレンズ112に付着した異物を吹き飛ばして除去できる。

同様にして、上記のようにボールレンズ212が配置され、ジャック2の気流用溝51をほとんど塞いでしまう場合であっても、プラグ1の挿入中は気流用溝51と部分的に対向している、プラグ1に設けた気流用溝52が気流の通り道として機能する（図34（a）参照）。このため、プラグ1の挿入に起因して発生した気流は、ボールレンズ212に付着した異物を吹き飛ばして除去できる。

[0138] さらに、図31～図33に示すような、プラグ1またはジャック2のいずれかに気流用溝を設ける場合と比較して、プラグ1およびジャック2の両方に気流用溝51、52を設ける図34に示す実施形態では、嵌合時にはボールレンズ112、212同士を近接させることができる。一般的に、光結合の効率は、嵌合時における2つの光結合部間の距離が小さいほど向上する。よって、図34に示す実施形態によれば、ボールレンズ112、212間の光結合の効率をより向上させることができる。

[0139] ボールレンズ 1 1 2、2 1 2 に付着した異物を除去するクリーニング作用は、ボールレンズ 1 1 2、2 1 2 同士が対向する直前まで、つまり、プラグ 1 とジャック 2 とが嵌合する直前まで機能する。このため、異物除去が最も有用となる嵌合直前時というタイミングに至るまでボールレンズ 1 1 2、2 1 2 に付着した異物を除去できる。

[0140] なお、ジャック 2 の気流用溝 5 1 が気流の通り道として十分機能しなくなる場合であっても、プラグ 1 の気流用溝 5 2 が気流の通り道として機能でき、異物除去のクリーニング作用は維持される。よって、図 3 4 に示すように、気流用溝 5 1 がプラグ収容部 C の最深部にまで延在している必要はない。さらに、図 3 1 ～図 3 3 に示す実施形態と比較して、プラグ収容部 C の入口部から前方向に延在する気流用溝 5 1 の距離をさらに短くすることができる。より具体的には、気流用溝 5 1 は、ボールレンズ 2 1 2 よりも少し前方まで延在していればよい。

[0141] 《その他》

プラグ 1 内の光ファイバ 1 2 は、光伝送特性のことを考慮すれば直線状に配置することが好ましいが、レンズ 1 1 などの光結合部に光を伝送することができれば、光ファイバ 1 2 を任意の形状に曲げてプラグ 1 内に配置できる。二芯式の光コネクタの場合、一体化した 2 本のプラグ内にある 2 本の光ファイバを交差させて対応するプラグの側面上の光結合部に向かって延びるように配置することができる。このような配置にすれば、光ファイバをそれほど曲げる必要がないため、光伝送特性の劣化を抑制できる。なお、ジャック 2 内の光ファイバ 2 2 についても同様のことがあてはまる。

[0142] プラグ 1 内を伝送する光がレンズ 1 1 などの光結合部に向かって伝送する場合、レンズ 1 1 に向かう光がレンズ 1 1 の側面に対して垂直からだけでなく斜めから入射するようになっていてもよい。つまり、レンズ 1 1 の側面に光を斜めから入射するように光ファイバ 1 2 または光路変換部 1 8 を配置することができる。このような構成であっても、レンズ 1 1 とジャック 2 のレンズ 2 1 との光結合を実現できる。このような構成とすることにより、光結

合部での反射光の影響を低減することができる。なお、ジャック 2 のレンズ 2 1 などの光結合部についても同様のことがあてはまる。

[0143] 図 2 7 に示す実施形態において、プラグ 1 が備えるスプリング 3 2 を磁石（プラグ側付勢部）に置き換えることができる。これにより、スプリング 3 2 の付勢作用ではなく、磁石の付勢作用により、プラグ 1 のシャッタ 3 1 を前後方向に摺動させることができる。また、スプリング 3 2 と前記磁石とを併用してもよい。

また、図 2 9 A ～ 図 2 9 F に示す実施形態において、ジャック 2 が備えるスプリング 4 2 を磁石（ジャック側付勢部）に置き換えることができる。これにより、スプリング 4 2 の付勢作用ではなく、磁石の付勢作用により、プラグ 1 のシャッタ 4 1 を前後方向に摺動させることができる。また、スプリング 4 2 と前記磁石とを併用してもよい。

[0144] また、図 2 7 ～ 図 3 0 に示す実施形態で説明したシャッタと、図 3 1 ～ 図 3 4 に示す実施形態で説明した気流用溝を両方組み込んだ光コネクタを実現できる。

[0145] 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。

[0146] 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

[0147]	1 0 0	光コネクタ
	1	プラグ（光コネクタ用のプラグ）
	2	ジャック（光コネクタ用のジャック）
	1 1	レンズ（プラグ側光結合部）
	1 2	光ファイバ（プラグ側光導波手段）
	1 3	保護部（プラグ側保護部）
	1 5	スプリング
	1 8	光路変換部

1 9	ワイパ（プラグ側ワイパ）
2 1	レンズ（ジャック側光結合部）
2 2	光ファイバ（ジャック側光導波手段）
2 3	保護部（ジャック側保護部）
2 5	スプリング
2 9	ワイパ（ジャック側ワイパ）
3 1	シャッタ（プラグ側シャッタ）
3 2	スプリング（プラグ側付勢部）
3 3	ワイパ（プラグ側シャッタ用ワイパ）
4 1	シャッタ（ジャック側シャッタ）
4 2	スプリング（ジャック側付勢部）
4 3	ワイパ（ジャック側シャッタ用ワイパ）
5 1	気流用溝（ジャック側気流用溝）
5 2	気流用溝（プラグ側気流用溝）
1 1 1	ボールレンズ
2 1 1	ボールレンズ

請求の範囲

- [請求項1] 光コネクタ用のプラグであって、
前記プラグは、プラグ側光導波手段を保持しており、
前記プラグ側光導波手段内を伝送する光をジャックに対して光結合させるプラグ側光結合部が、前記プラグの側面に配置されている
ことを特徴とする光コネクタ用のプラグ。
- [請求項2] 前記プラグ側光結合部の表面は、前記プラグの側面から前記プラグの側面外側に突出している
ことを特徴とする請求項1に記載の光コネクタ用のプラグ。
- [請求項3] 前記プラグ側光結合部は、前記プラグの側面近傍に配置されている
前記プラグ側光導波手段の端部を有して構成されている
ことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の光コネクタ用のプラグ。
- [請求項4] 前記プラグ側光結合部は、前記プラグの側面に配置され、前記プラグ側光導波手段内を伝送する光を前記ジャックに対して光結合させるレンズを有して構成されている
ことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の光コネクタ用のプラグ。
- [請求項5] 前記プラグ側光結合部は、前記プラグの側面に配置され、前記プラグ側光導波手段内を伝送する光を透過するプラグ側保護部を有して構成されている
ことを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか一項に記載の光コネクタ用のプラグ。
- [請求項6] 前記プラグ側光結合部は、
前記プラグ側光導波手段内を伝送する光を前記ジャックに対して光結合させるボールレンズと、
前記ボールレンズを、前記プラグの挿抜方向の垂直方向外側に付勢するスプリングと、を有し、

前記プラグの側面には、前記プラグの挿抜方向の垂直方向外側から前記ボールレンズに係止する係止部が形成されており、

前記スプリングによって前記プラグの挿抜方向の垂直方向外側に付勢された前記ボールレンズが前記係止部によって係止されるとともに、前記ボールレンズの一部は前記プラグの側面に露出する

ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の光コネクタ用のプラグ。

[請求項7] 前記プラグ側光導波手段の端部と、前記プラグ側光結合部との間に配置され、前記プラグ側光導波手段の端部から伝送される光の光路を変換して前記プラグ側光結合部へ光を伝送し、または、前記プラグ側光結合部から伝送される光の光路を変換して前記プラグ側光導波手段の端部へ光を伝送する光路変換部、を備える

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の光コネクタ用のプラグ。

[請求項8] 前記光路変換部は、
前記プラグ側光導波手段の端部から出射され、前記プラグの挿抜方向に平行な光の光路を、前記プラグの挿抜方向に垂直な方向に変換する

ことを特徴とする請求項 7 に記載の光コネクタ用のプラグ。

[請求項9] 前記プラグの側面のうち、前記プラグ側光結合部よりも前記プラグの挿抜方向に関して前方に配置され、前記プラグを挿抜するときに前記ジャックが備えるジャック側光結合部の表面に接触するプラグ側ワイパ、を備える

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項に記載の光コネクタ用のプラグ。

[請求項10] 前記プラグが挿通しており、前記プラグの側面を摺動するプラグ側シャッタと、

前記プラグ側シャッタを前記プラグの挿入方向に付勢するプラグ側

付勢部と、を備え、

前記プラグの未挿入時において、前記プラグ側シャッタは、前記プラグ側付勢部に付勢されて、前記プラグ側光結合部を覆う位置にあり

、

前記プラグの挿入時において、前記プラグ側シャッタは、前記ジャックのプラグ収容部の入口部の周辺に当接することで前記プラグの拔出方向に摺動して前記プラグ側光結合部を露出させる位置に移動することを特徴とする請求項 1 から請求項 9 のいずれか一項に記載の光コネクタ用のプラグ。

[請求項11] 前記プラグ側シャッタは、前記プラグの側面を摺動することで前記プラグ側光結合部の表面に接触するプラグ側シャッタ用ワイパを備える

ことを特徴とする請求項 10 に記載の光コネクタ用のプラグ。

[請求項12] 前記プラグの側面にて、前記プラグの先端部から、前記プラグ側光結合部の露出表面を通り、前記プラグの拔出方向側へ延在しているプラグ側気流用溝を有しており、

前記プラグを前記ジャックに挿入することに起因して前記ジャックのプラグ収容部内で発生した気流が前記プラグ側気流用溝内を通過する

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 11 のいずれか一項に記載の光コネクタ用のプラグ。

[請求項13] 光コネクタ用のジャックであって、

前記ジャックは、ジャック側光導波手段を保持しており、

前記ジャック側光導波手段内を伝送する光をプラグに対して光結合させるジャック側光結合部が、前記ジャックの内側面に配置されている

ことを特徴とする光コネクタ用のジャック。

[請求項14] 前記ジャック側光結合部の表面は、前記ジャックの内側面から前記

ジャックの内側面外側に突出している

ことを特徴とする請求項 1 3 に記載の光コネクタ用のジャック。

[請求項15] 前記ジャック側光結合部は、前記ジャックの内側面近傍に配置されている前記ジャック側光導波手段の端部を有して構成されている

ことを特徴とする請求項 1 3 または請求項 1 4 に記載の光コネクタ用のジャック。

[請求項16] 前記ジャック側光結合部は、前記ジャックの内側面に配置され、前記ジャック側光導波手段内を伝送する光を前記プラグに対して光結合させるレンズを有して構成されている

ことを特徴とする請求項 1 3 または請求項 1 4 に記載の光コネクタ用のジャック。

[請求項17] 前記ジャック側光結合部は、前記ジャックの内側面に配置され、前記ジャック側光導波手段内を伝送する光を透過するジャック側保護部を有して構成されている

ことを特徴とする請求項 1 3 から請求項 1 6 のいずれか一項に記載の光コネクタ用のジャック。

[請求項18] 前記ジャック側光結合部は、
前記ジャック側光導波手段内を伝送する光を前記プラグに対して光結合させるボールレンズと、

前記ボールレンズを、前記ジャックの内側面外側に付勢するスプリングと、を有し、

前記ジャックの内側面には、前記ジャックの内側面外側から前記ボールレンズに係止する係止部が形成されており、

前記スプリングによって前記ジャックの内側面外側に付勢された前記ボールレンズが前記係止部によって係止されるとともに、前記ボールレンズの一部は前記ジャックの内側面に露出する

ことを特徴とする請求項 1 3 または請求項 1 4 に記載の光コネクタ用のジャック。

[請求項19] 前記ジャックの内側面のうち、前記ジャック側光結合部よりも前記プラグの挿抜方向に関して後方に配置され、前記プラグを挿抜するときに前記プラグが備えるプラグ側光結合部の表面に接触するジャック側ワイパ、を備える

ことを特徴とする請求項13から請求項18のいずれか一項に記載の光コネクタ用のジャック。

[請求項20] 前記ジャックのプラグ収容部内に配置されており、前記ジャックの内側面を摺動するジャック側シャッタと、

前記ジャック側シャッタに対して前記プラグの抜き出し方向に付勢するジャック側付勢部と、を備え、

前記プラグの未挿入時にて、前記ジャック側シャッタは、前記ジャック側付勢部によって付勢されて前記ジャック側光結合部を覆う位置にあり、

前記プラグの挿入時にて、前記ジャック側シャッタは、挿入された前記プラグと当接することで前記プラグの挿入方向に摺動して前記ジャック側光結合部を露出させる位置に移動する

ことを特徴とする請求項13から請求項19のいずれか一項に記載の光コネクタ用のジャック。

[請求項21] 前記ジャック側シャッタは、前記ジャックの内側面を摺動することで前記ジャック側光結合部の表面に接触するジャック側シャッタ用ワイパを備える

ことを特徴とする請求項20に記載の光コネクタ用のジャック。

[請求項22] 前記ジャックの内側面にて、前記ジャックのプラグ収容部の入口部から、前記ジャック側光結合部の露出表面を通り、前記プラグの挿入方向側へ延在しているジャック側気流用溝を有しており、

前記プラグを前記ジャックに挿入することに起因して前記ジャックのプラグ収容部内で発生した気流が前記ジャック側気流用溝内を通過する

ことを特徴とする請求項 1 3 から請求項 2 1 のいずれか一項に記載の光コネクタ用のジャック。

[請求項23] 光コネクタ用のプラグおよびジャックを備える光コネクタであって、

前記プラグが保持するプラグ側光導波手段内を伝送する光を前記ジャックに対して光結合させるプラグ側光結合部が、前記プラグの側面に配置されており、

前記ジャックが保持するジャック側光導波手段内を伝送する光を前記プラグに対して光結合させるジャック側光結合部が、前記ジャックの内側面に配置されている

ことを特徴とする光コネクタ。

[請求項24] 前記プラグ側光結合部は、前記プラグの側面に配置され、前記プラグ側光導波手段内を伝送する光を透過するプラグ側保護部を有して構成されており、

前記ジャック側光結合部は、前記ジャックの内側面に配置され、前記ジャック側光導波手段内を伝送する光を透過するジャック側保護部を有して構成されている

ことを特徴とする請求項 2 3 に記載の光コネクタ。

[請求項25] 前記プラグは、

前記プラグの側面のうち、前記プラグ側光結合部よりも前記プラグの挿抜方向に関して前方に配置され、前記プラグを挿抜するときに前記ジャック側光結合部の表面に接触するプラグ側ワイパ、を備え、

前記ジャックは、

前記ジャックの内側面のうち、前記ジャック側光結合部よりも前記プラグの挿抜方向に関して後方に配置され、前記プラグを挿抜するときに前記プラグ側光結合部の表面に接触するジャック側ワイパ、を備える

ことを特徴とする請求項 2 3 または請求項 2 4 に記載の光コネクタ

。

[請求項26]

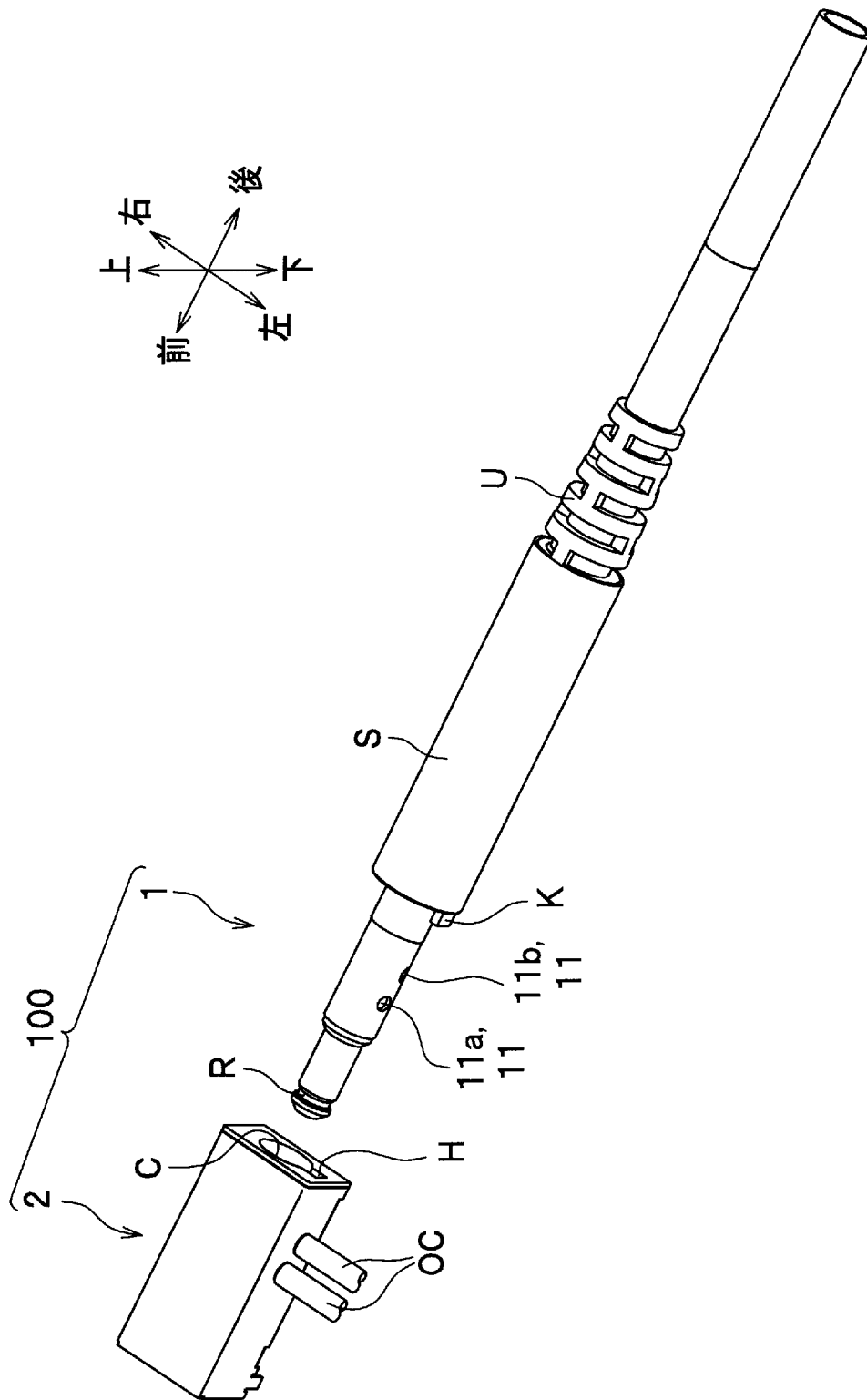
前記光コネクタは、前記ジャックに対する前記プラグの挿抜方向の軸周りの位置を固定する角度固定機構を備えており、

前記プラグが、前記プラグの側面にて、前記プラグの先端部から、前記プラグ側光結合部の表面を通り、前記プラグの拔出方向側へ延在しているプラグ側気流用溝を有する構成と、前記ジャックが、前記ジャックの内側面にて、前記ジャックのプラグ収容部の入口部から、前記ジャック側光結合部の表面を通り、前記プラグの挿入方向側へ延在しているジャック側気流用溝を有する構成と、の少なくともいずれかの構成を、前記光コネクタは備えており、

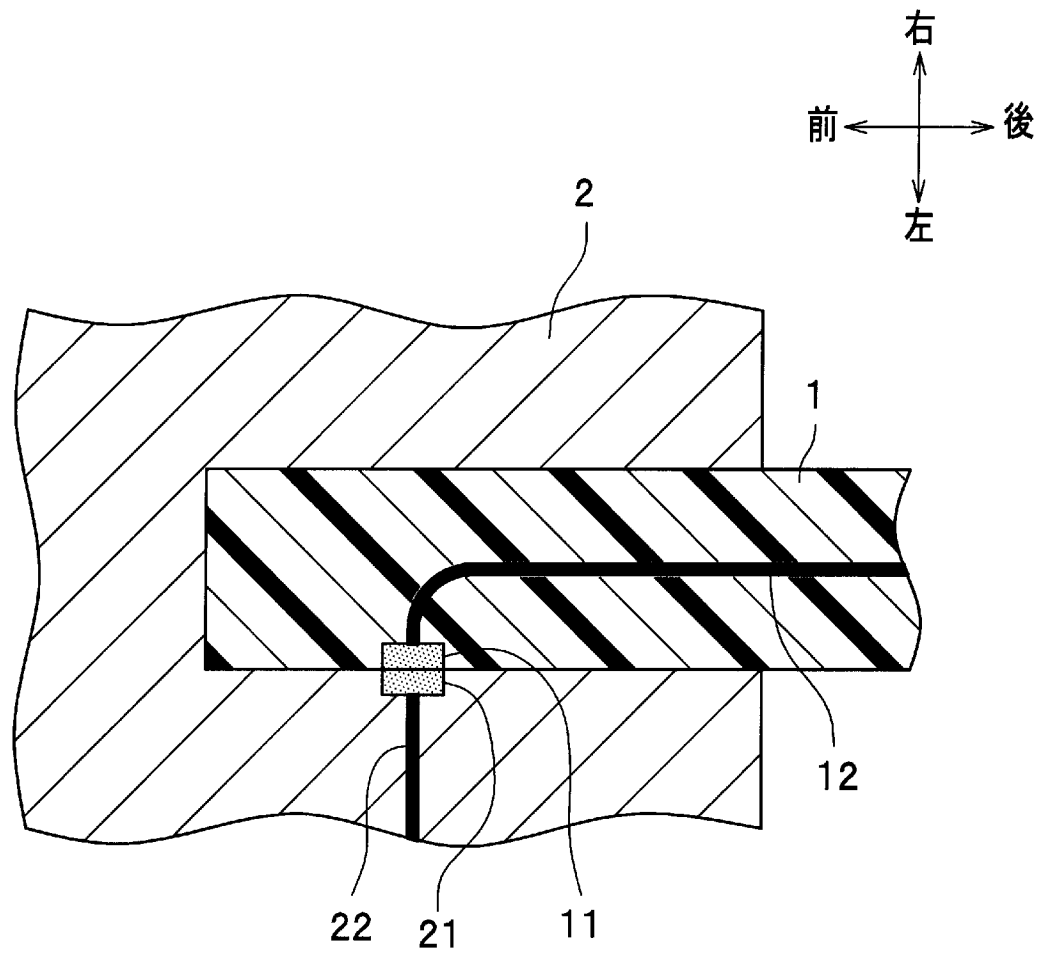
前記プラグを前記ジャックに挿入することに起因して前記ジャックのプラグ収容部内で発生した気流が、前記プラグ側気流用溝および前記ジャック側気流用溝の少なくともいずれかの内部を通過する

ことを特徴とする請求項23から請求項25のいずれか一項に記載の光コネクタ。

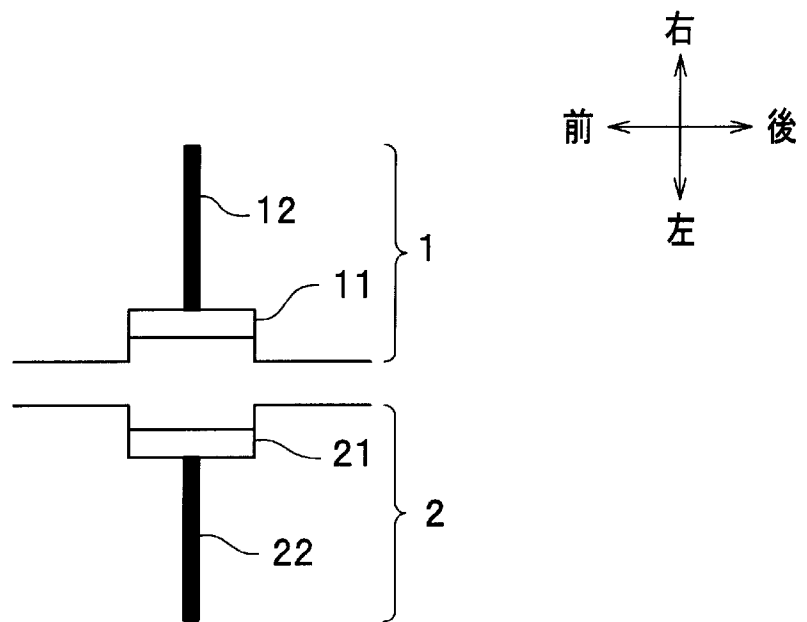
[図1]



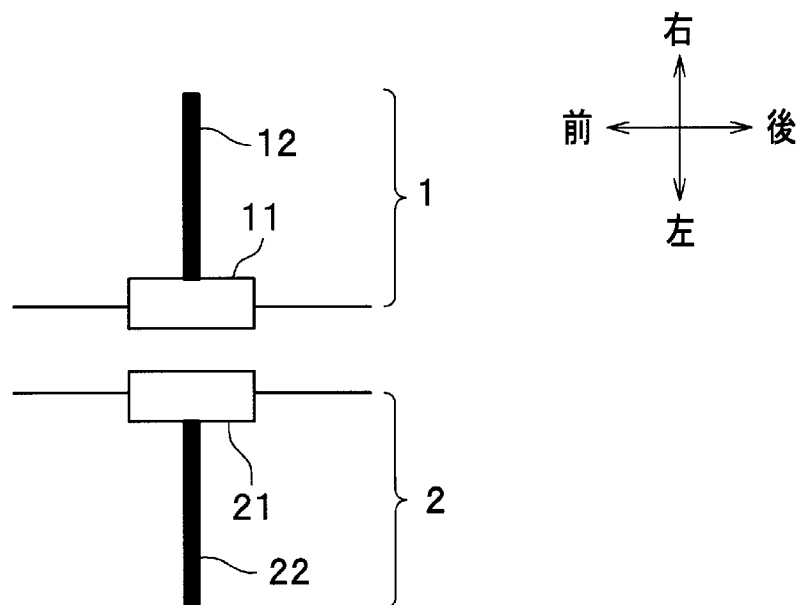
[図3]



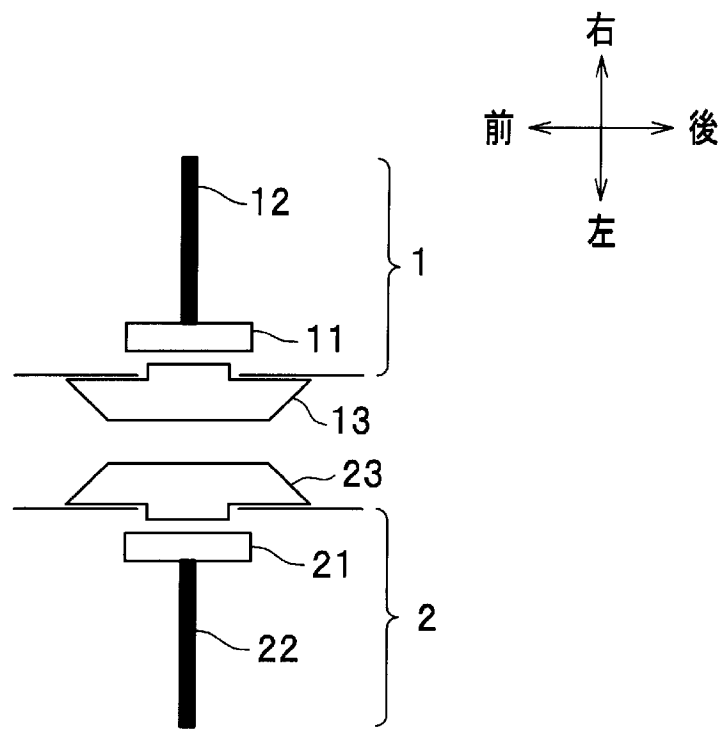
[図4]



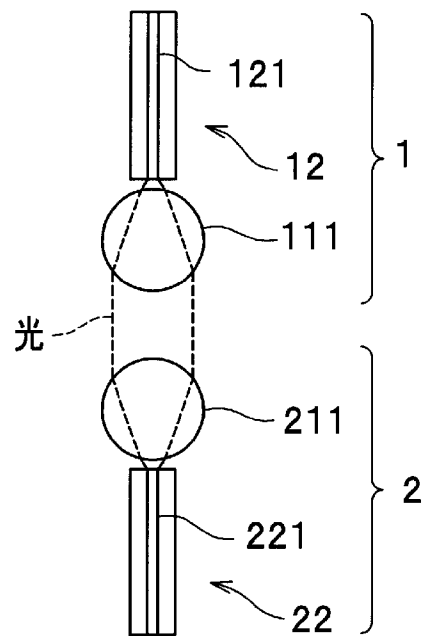
[図5]



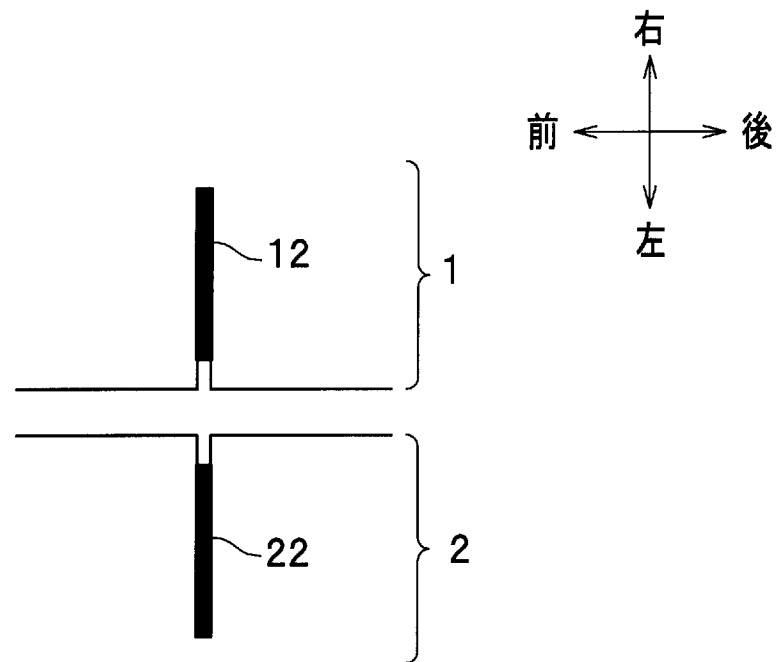
[図6]



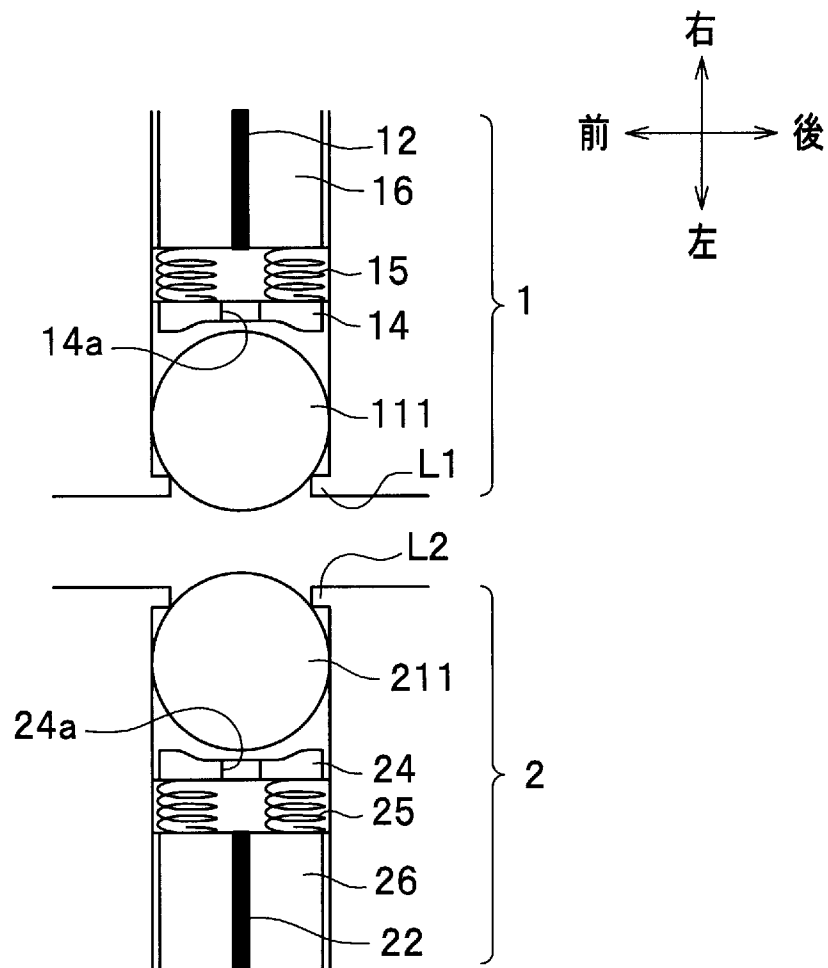
[図7]



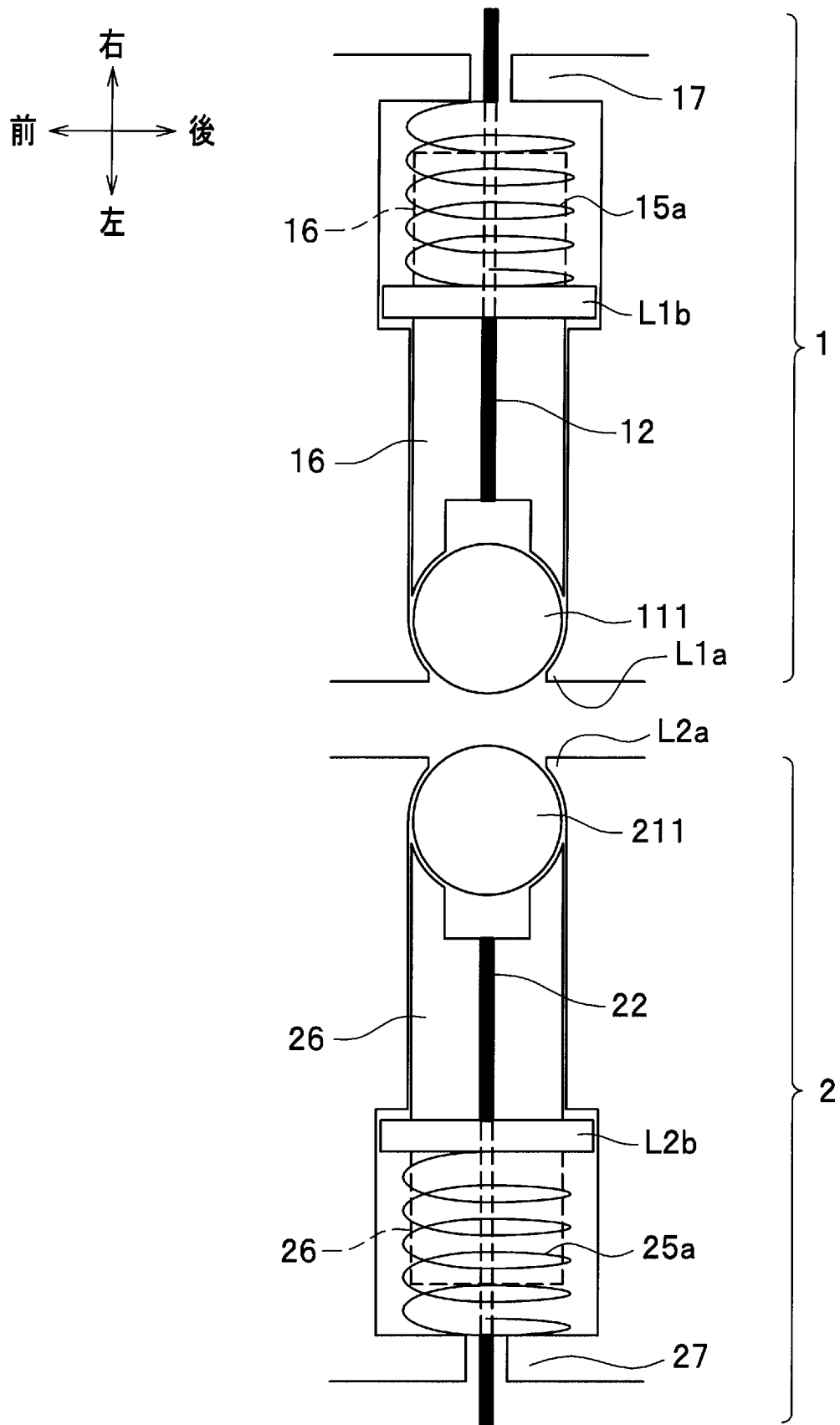
[図8]



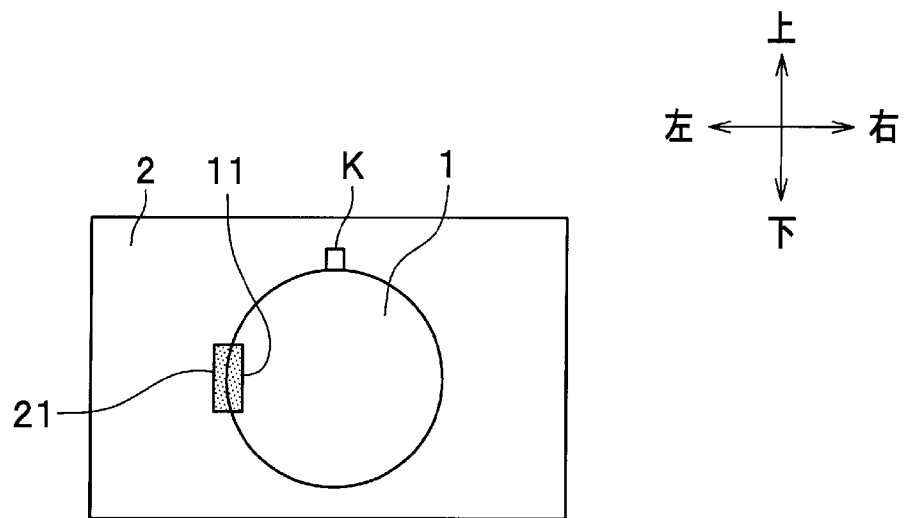
[図9]



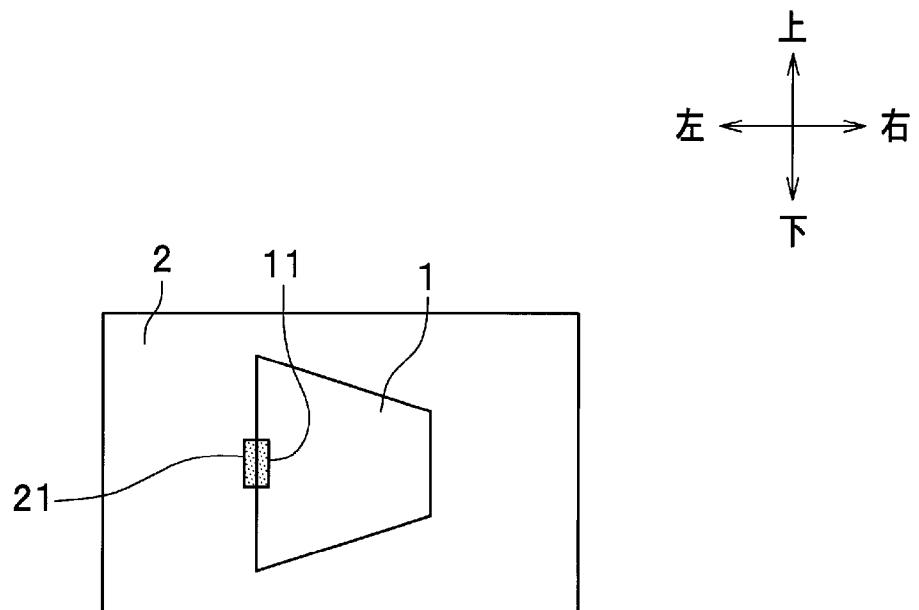
[図10]



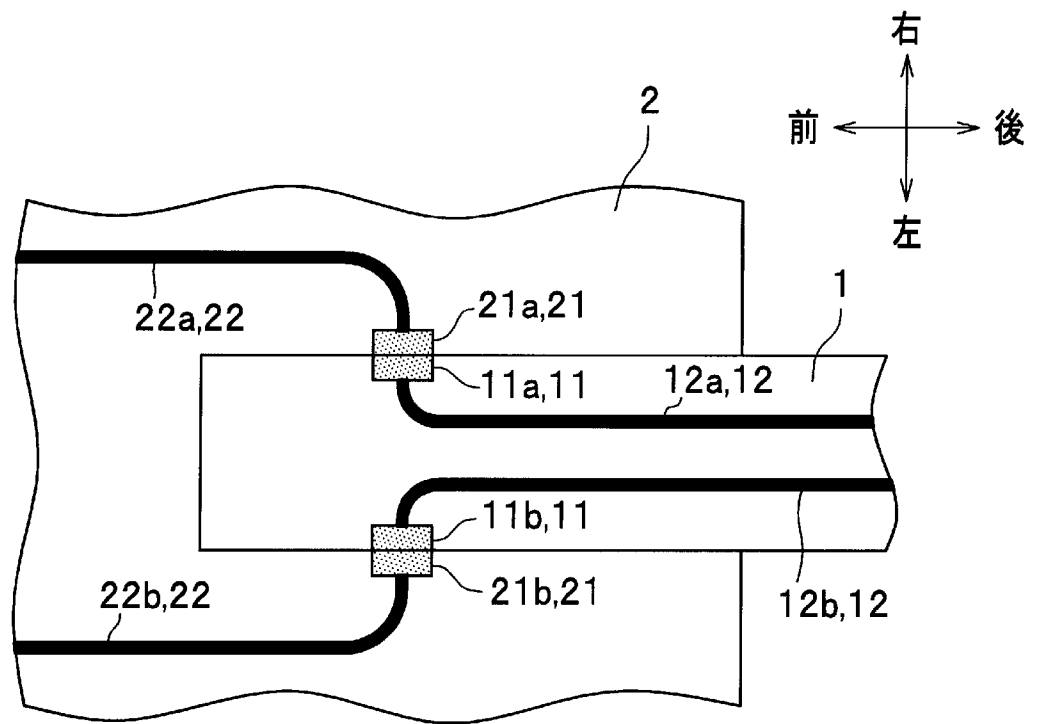
[図11]



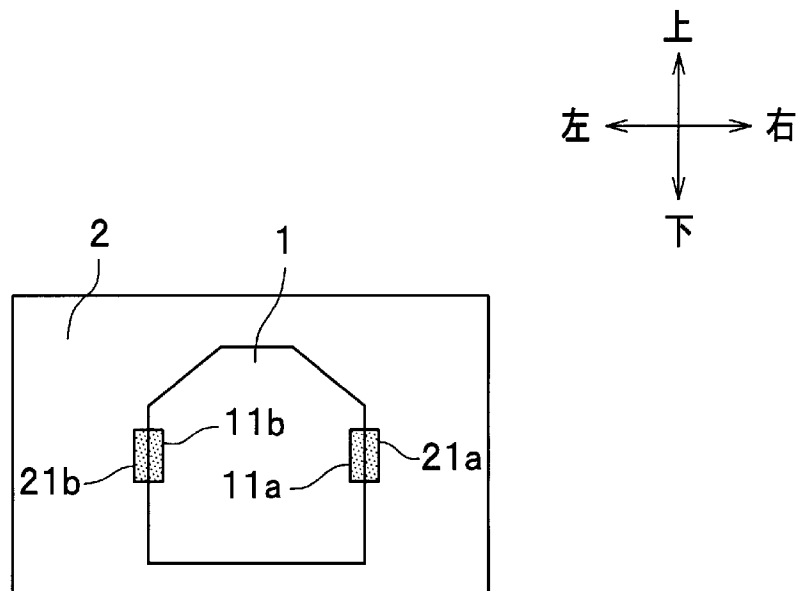
[図12]



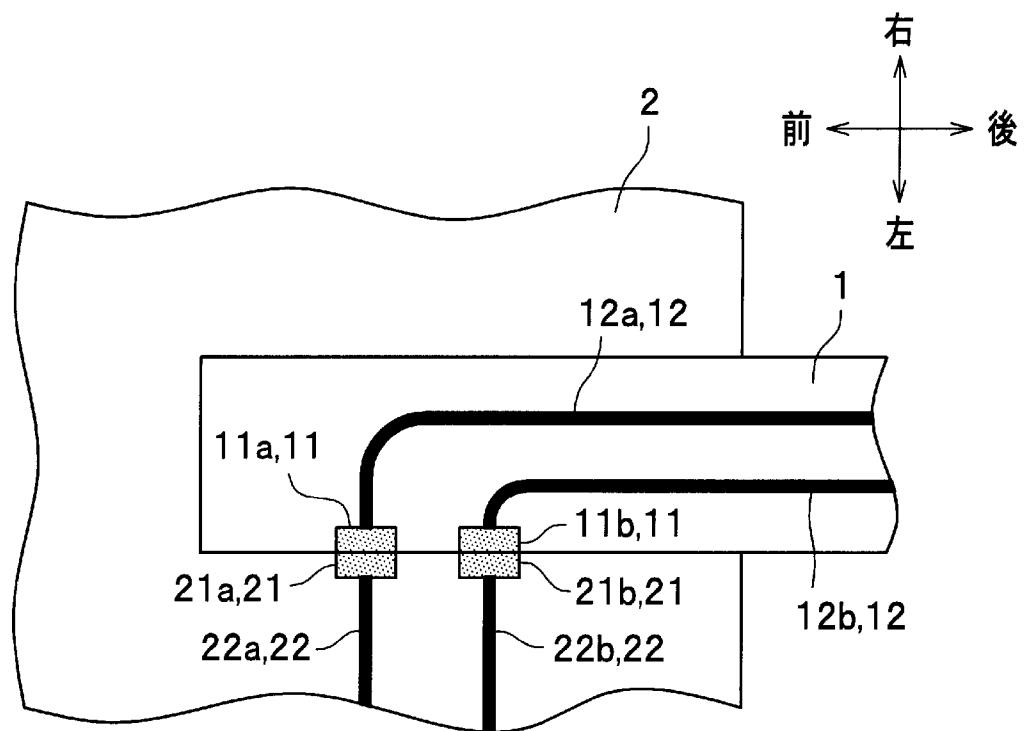
[図13]



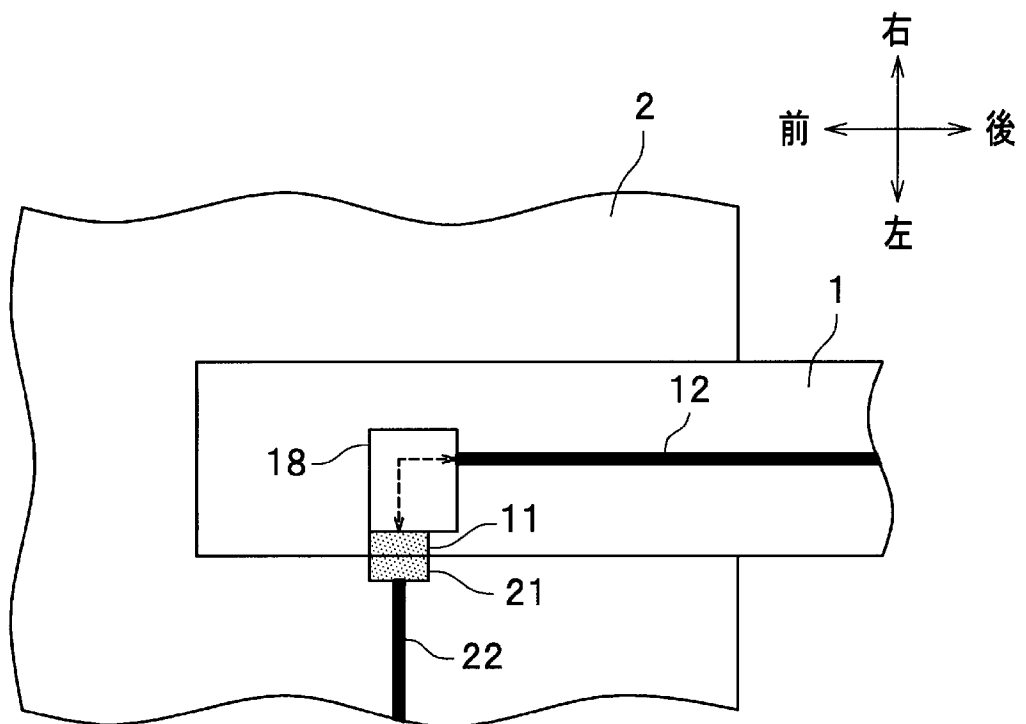
[図14]



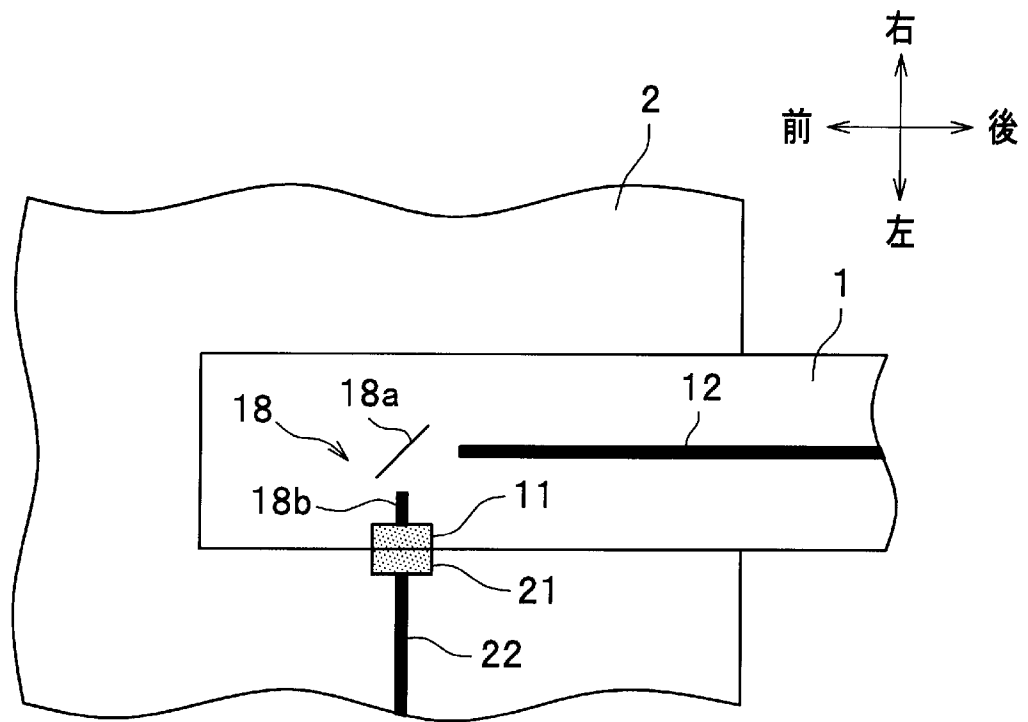
[図15]



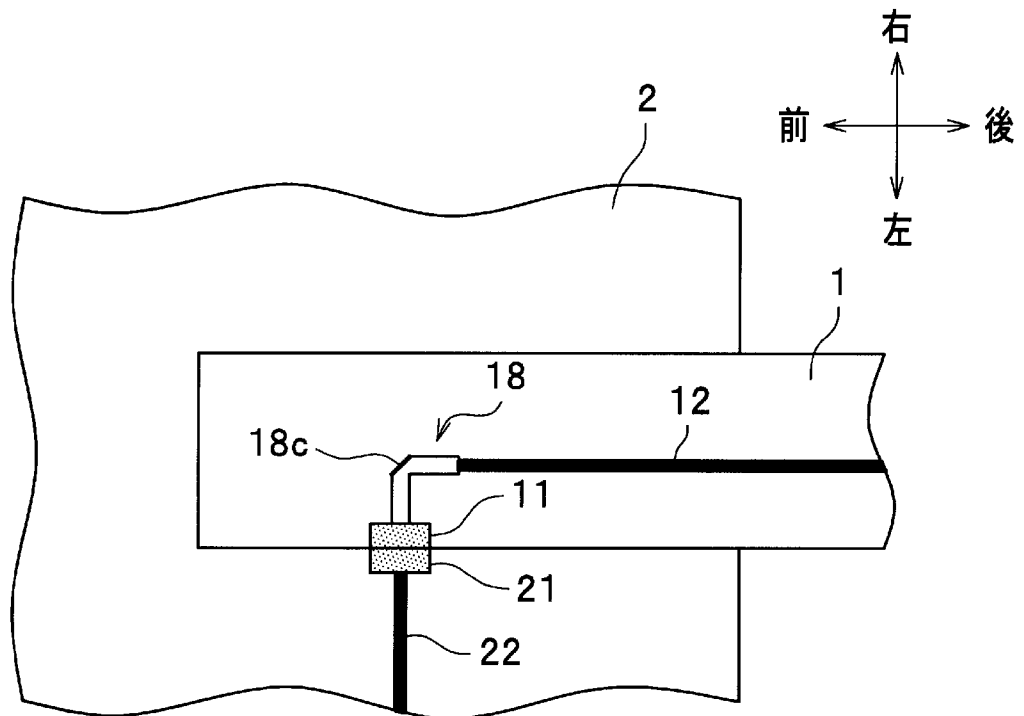
[図16]



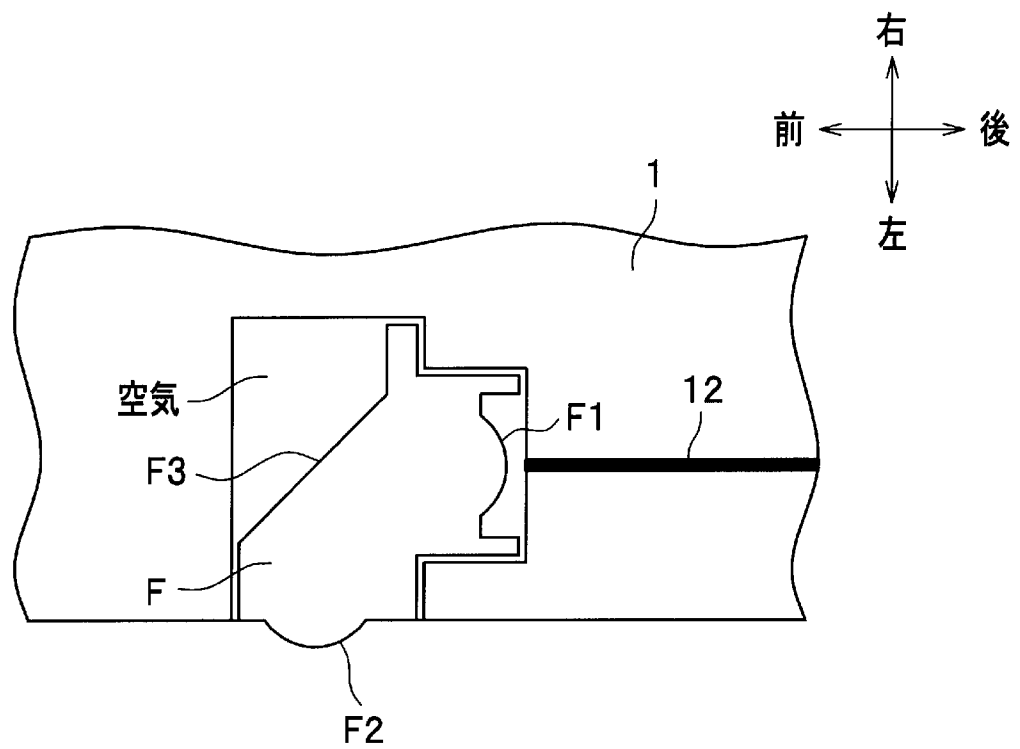
[図17]



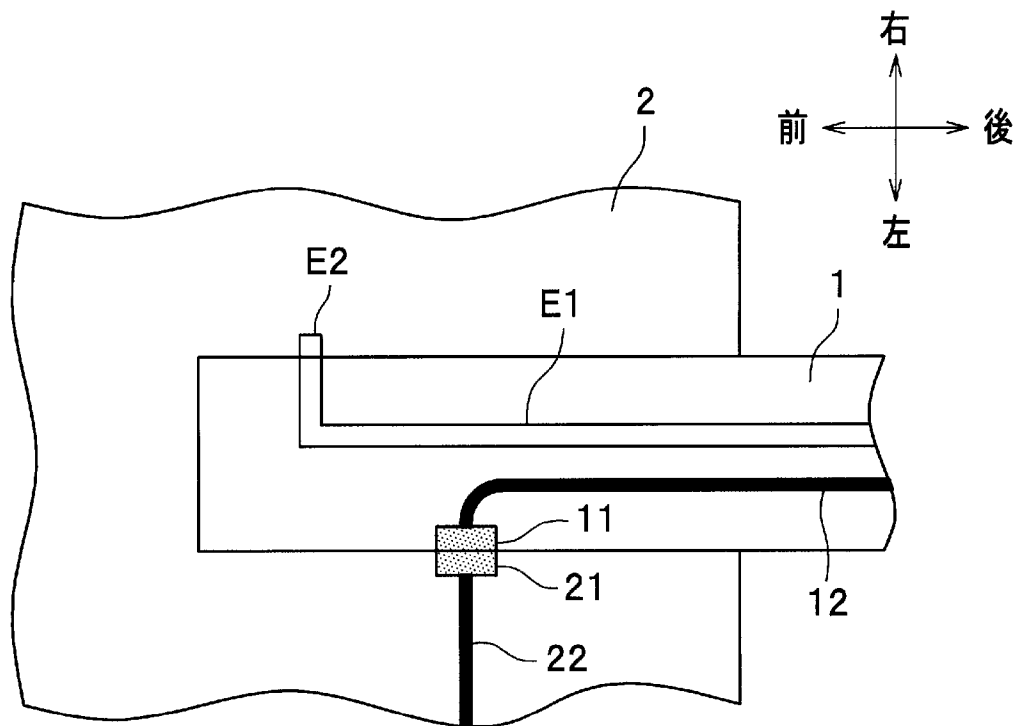
[図18]



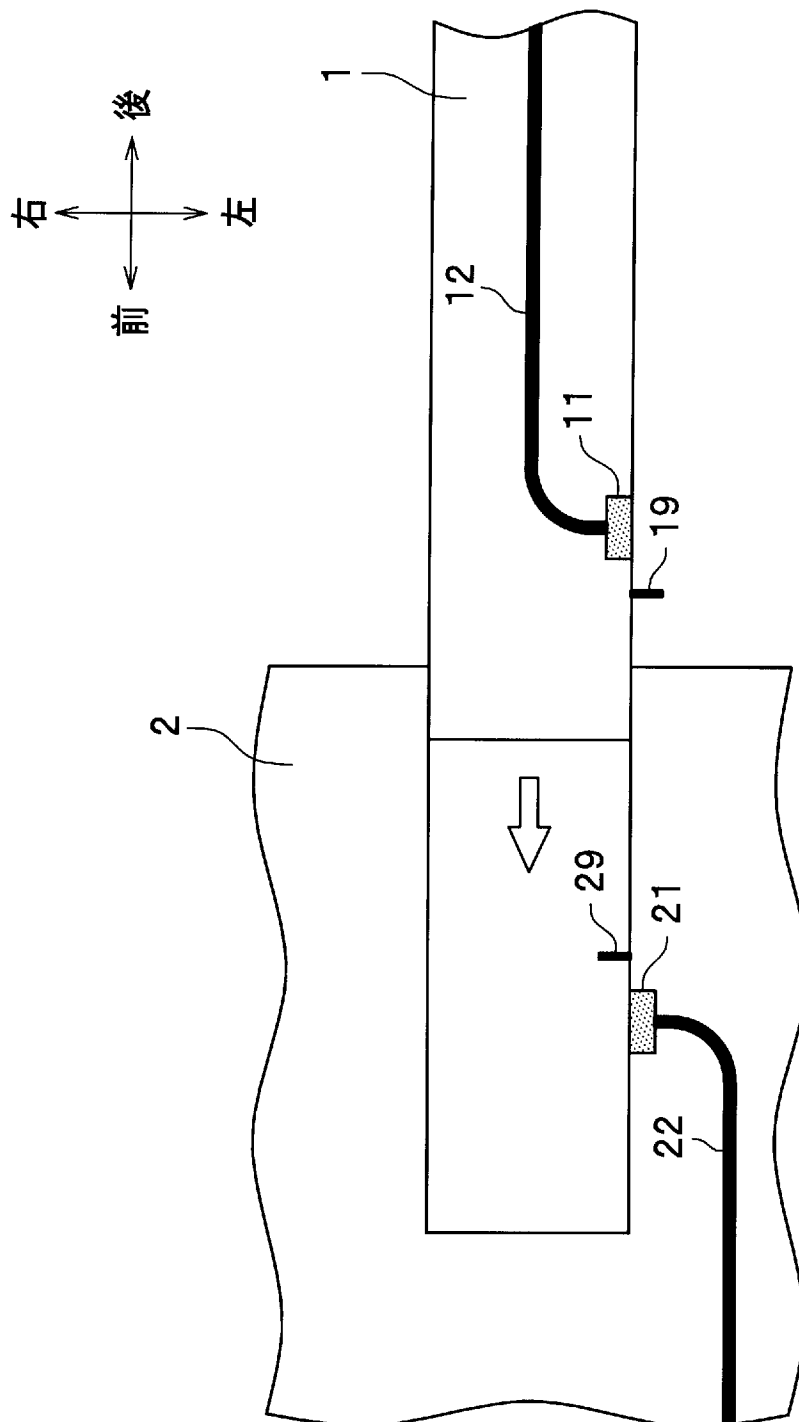
[図19]



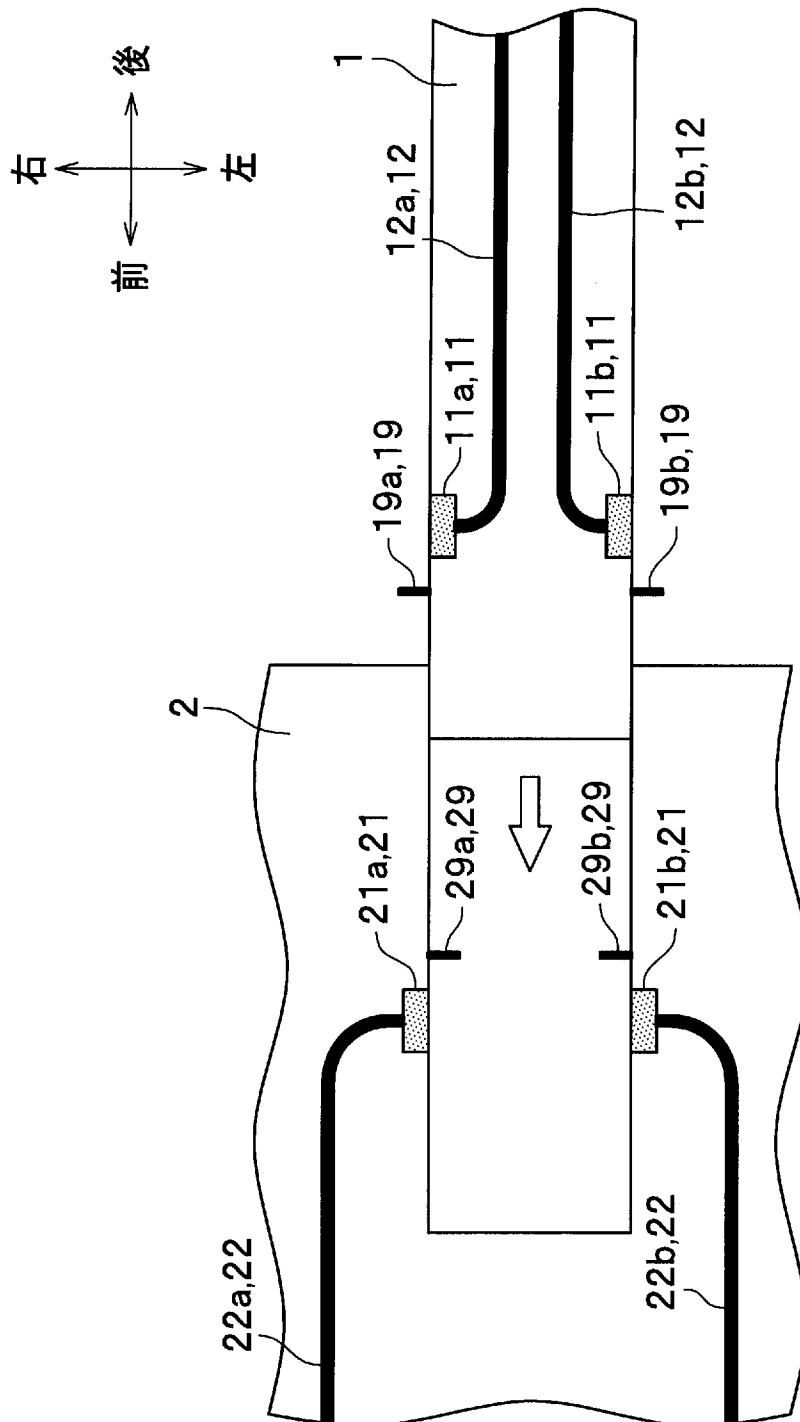
[図20]



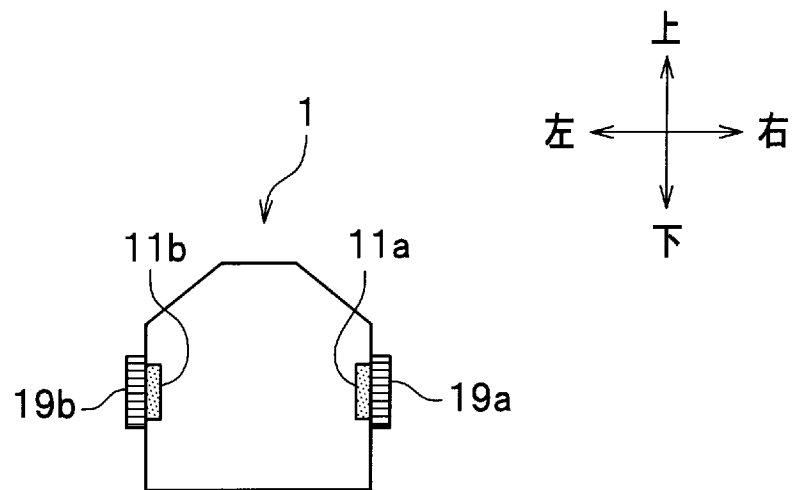
[図21]



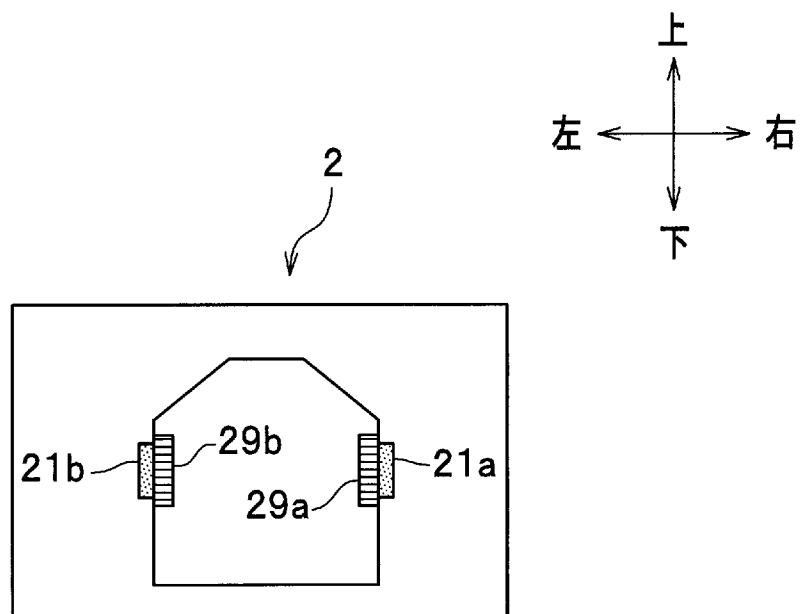
[図22]



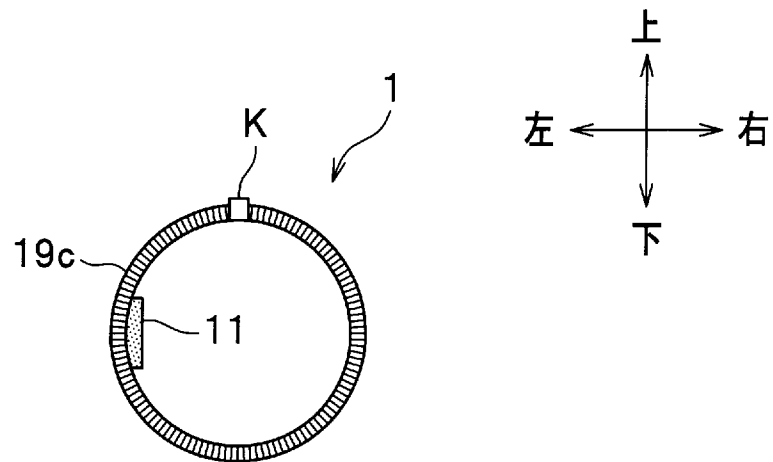
[図23]



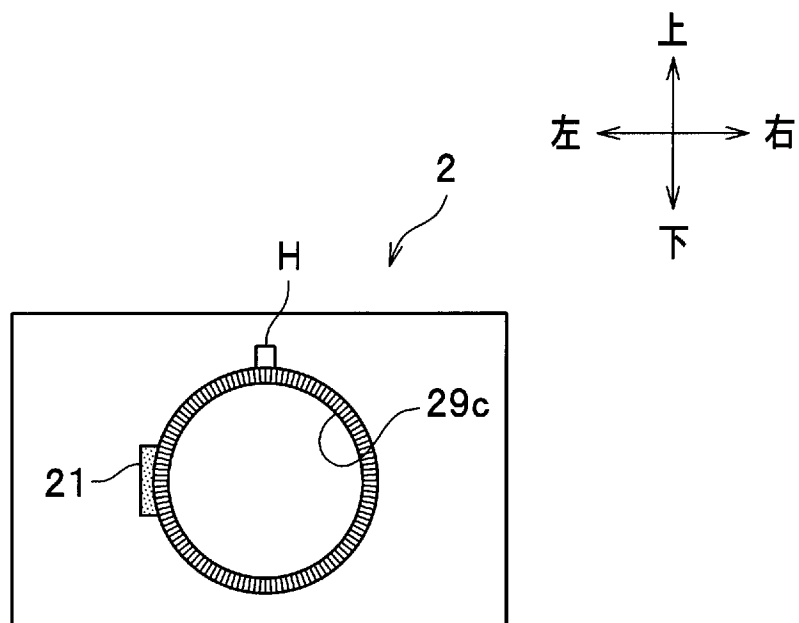
[図24]



[図25]

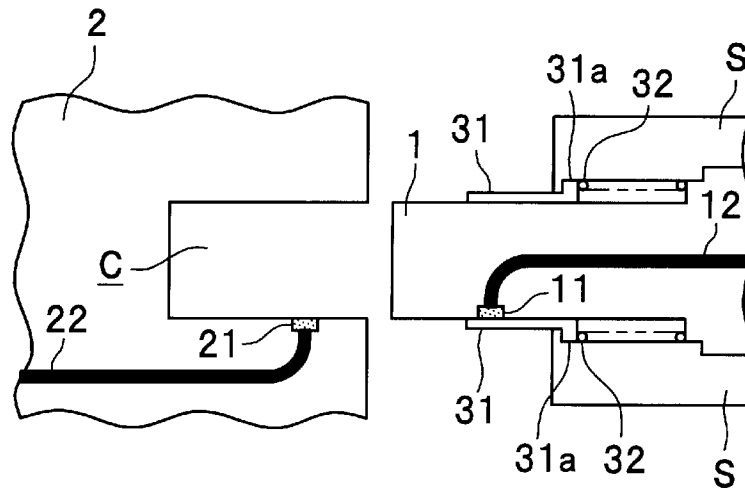


[図26]

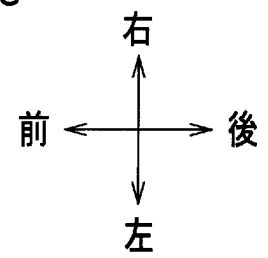
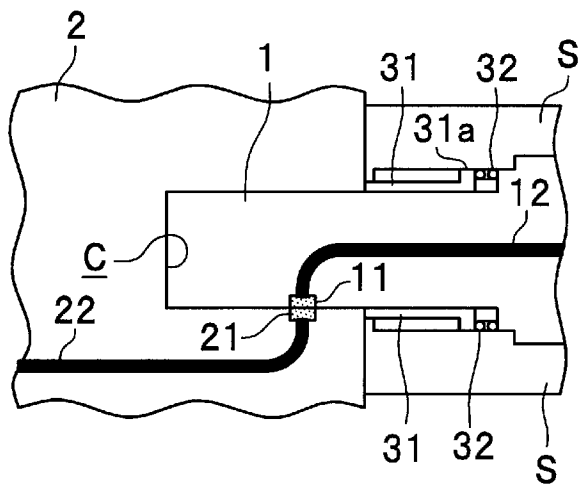


[図27]

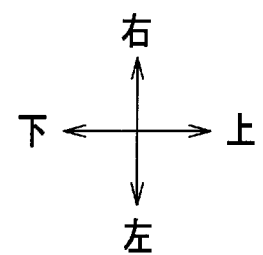
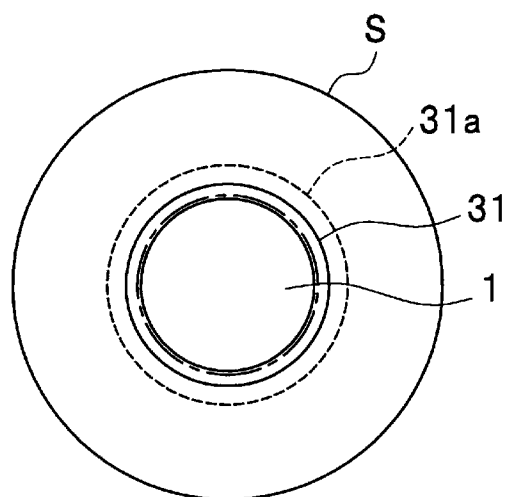
(a)



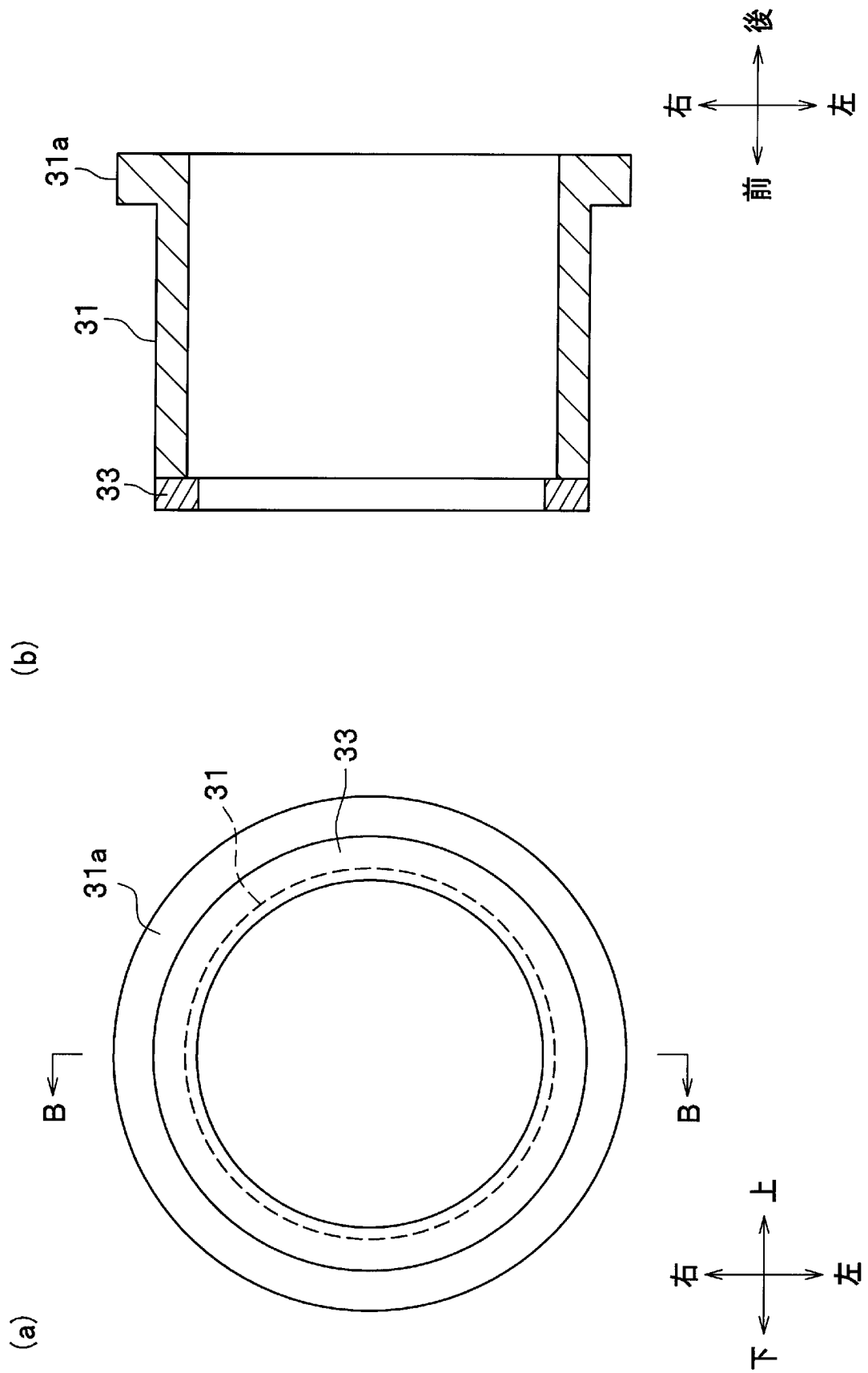
(b)



(c)



[図28]



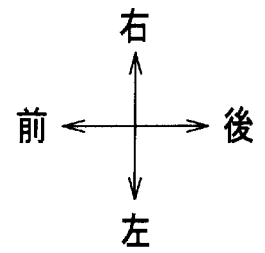


FIG. 1 is a schematic diagram of a circular component 41 mounted on a substrate 2. The component 41 has a central rectangular feature 21. Two small rectangular features 41a are positioned on opposite sides of the component 41, connected to the substrate 2.

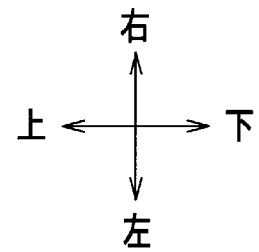
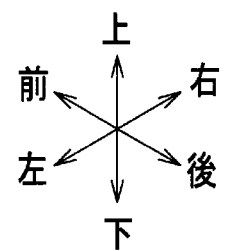
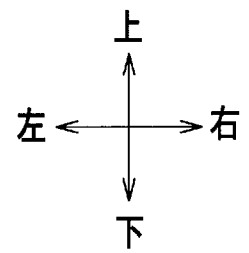
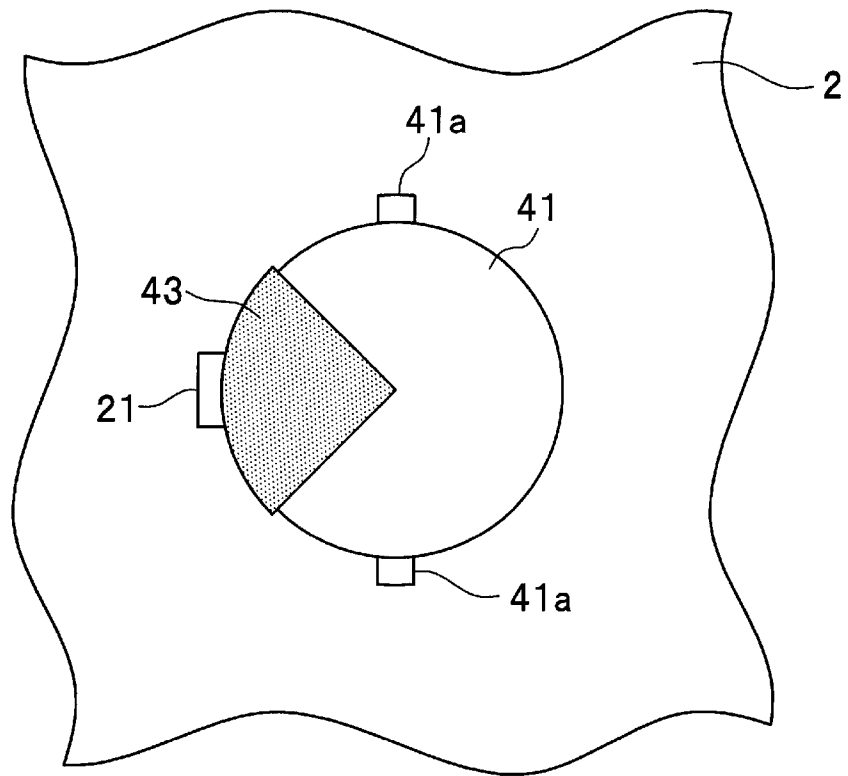


Figure 1 is a perspective view of a cylindrical container 41. A rectangular block 41a is positioned on the top surface of the container. A dashed line indicates the block's position on the opposite side of the cylinder, showing its internal structure or a second position.

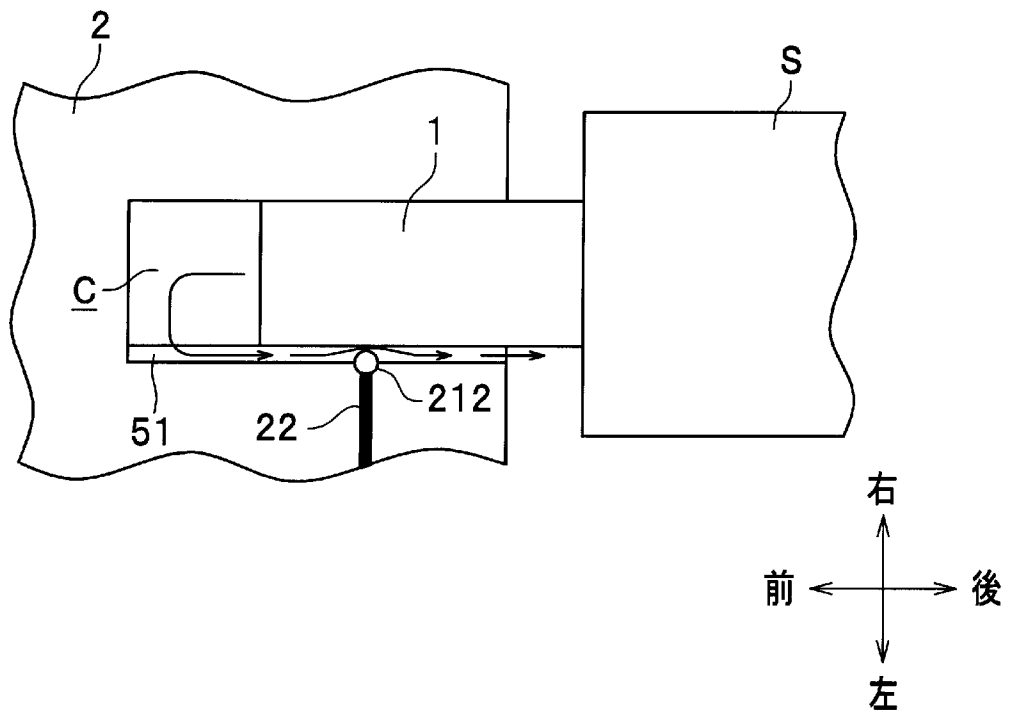


[図30]

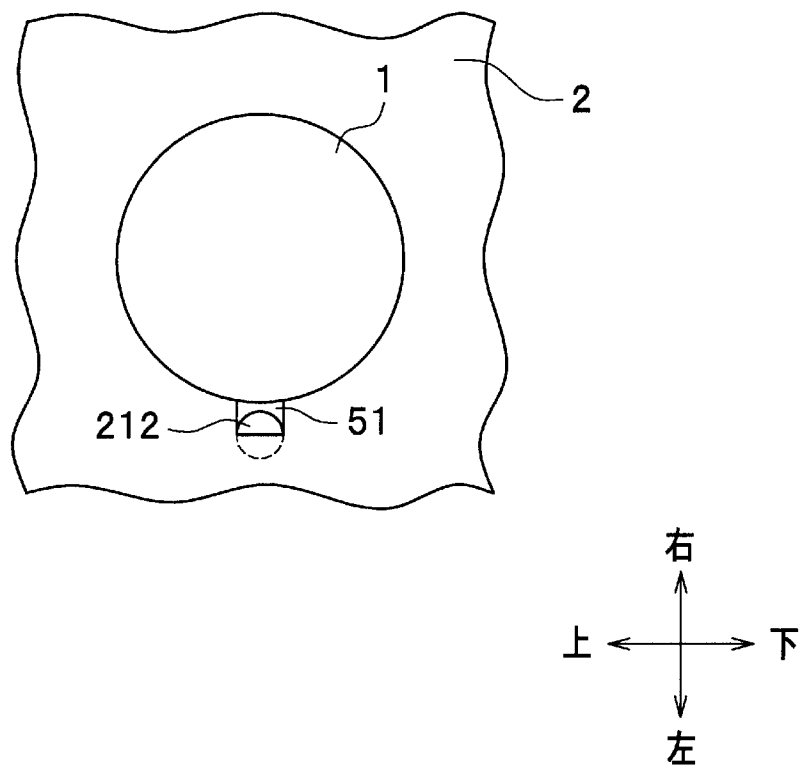


[図31]

(a)

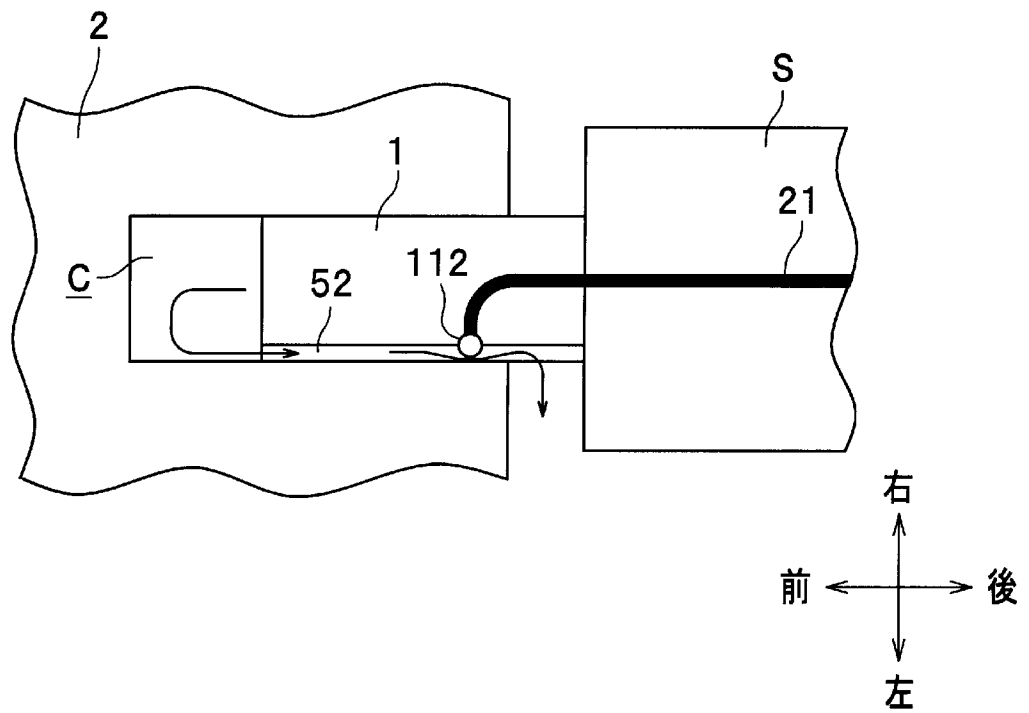


(b)



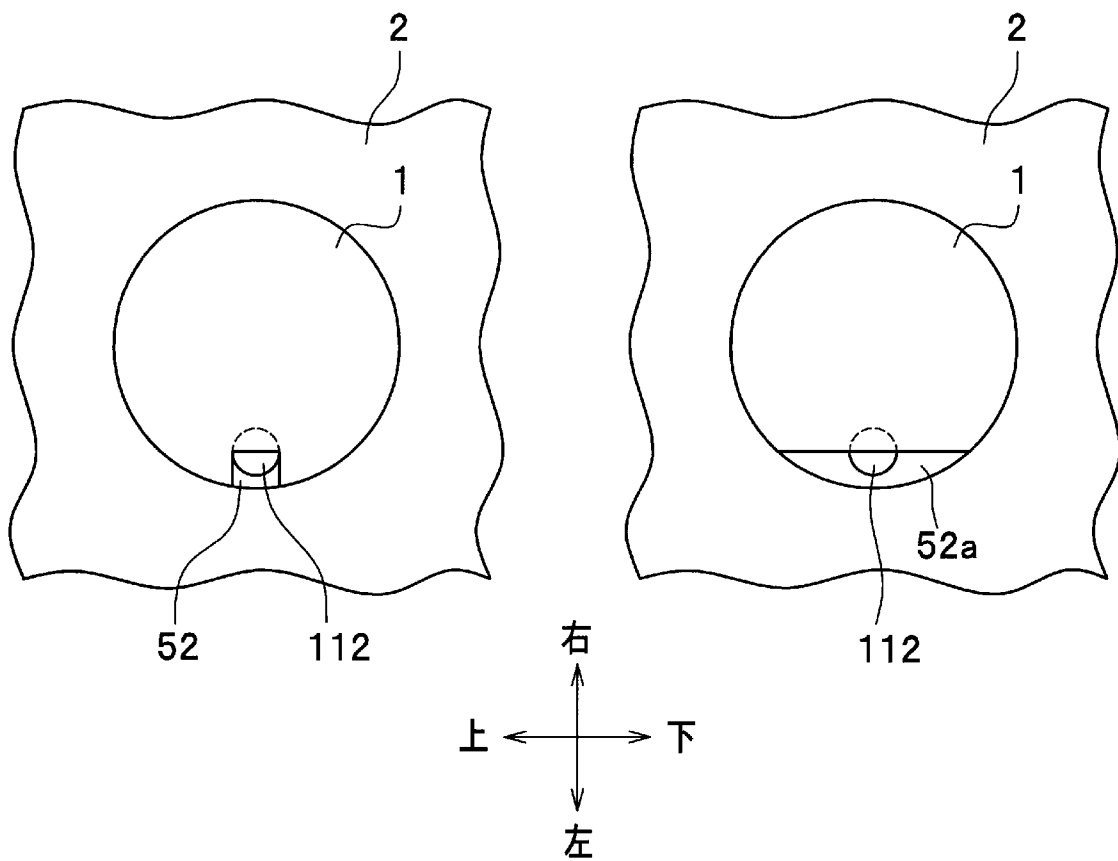
[図32]

(a)

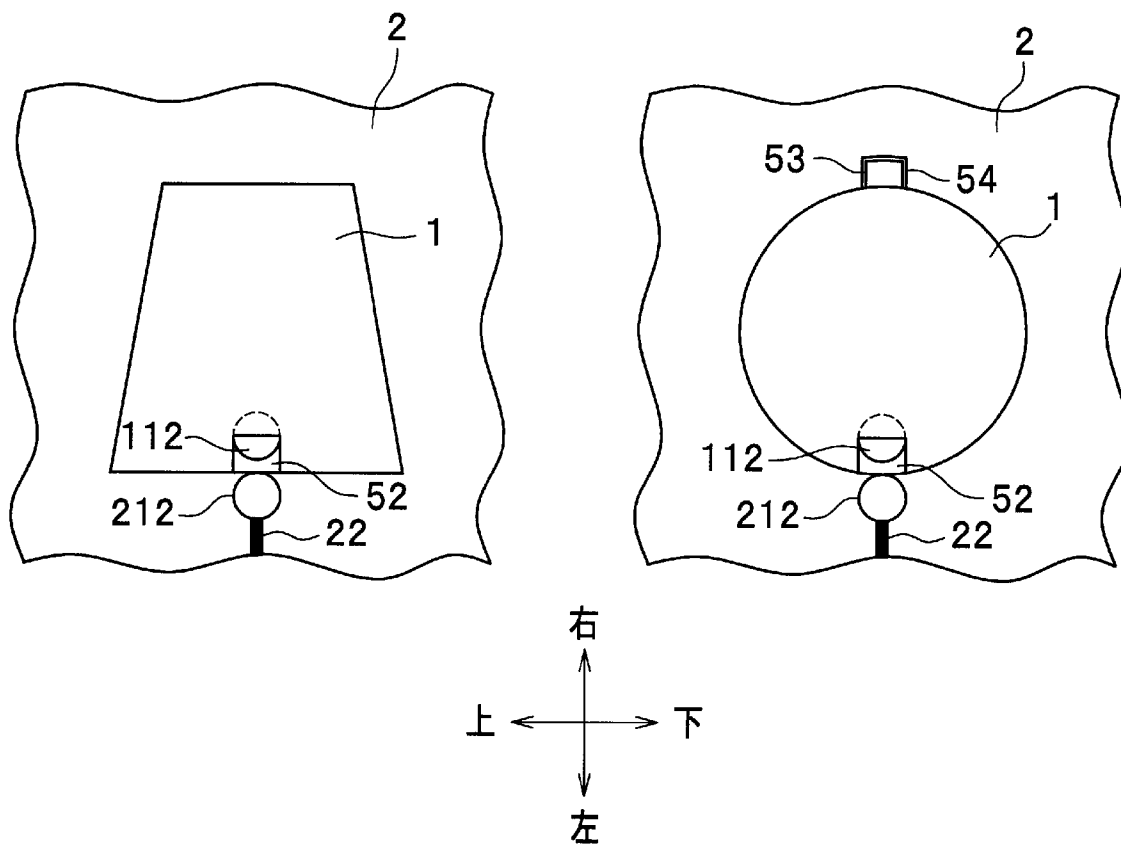


(b)

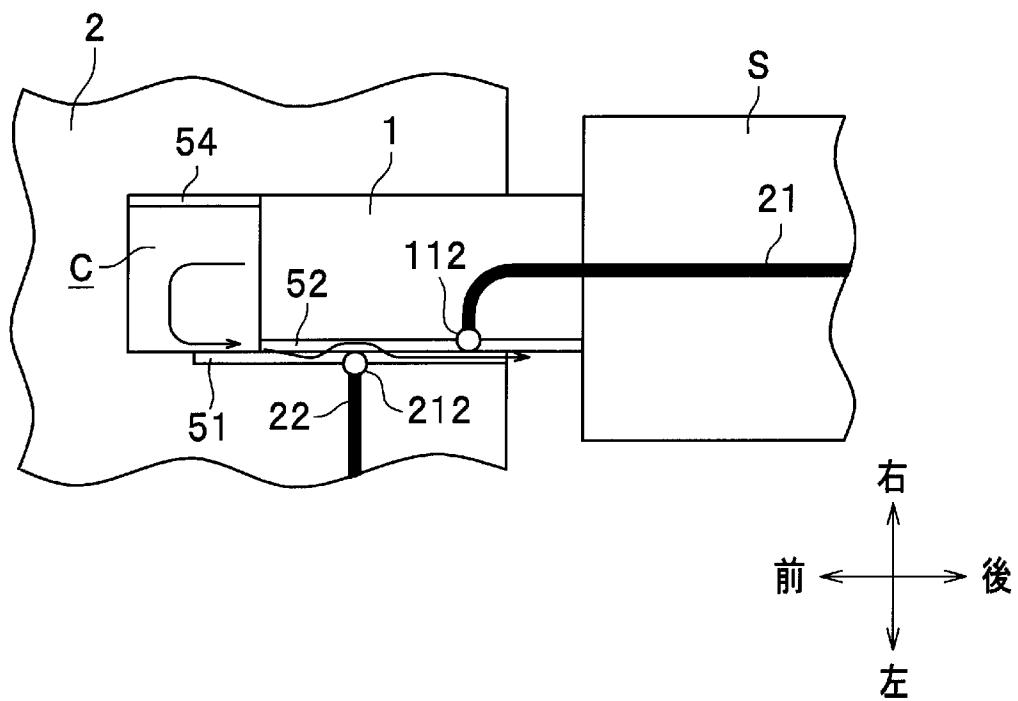
(c)



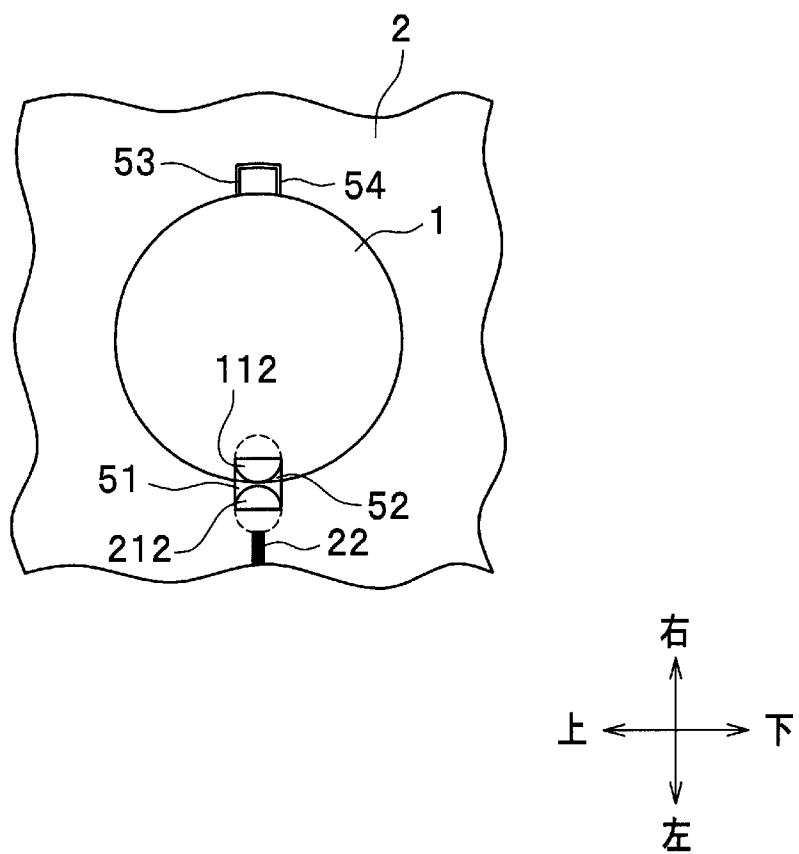
(a)



(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/073037

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B6/38(2006.01)i, G02B6/30(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)

G02B6/00-6/54

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 1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

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 Y A	JP 2012-068535 A (Fujitsu Ltd.), 05 April 2012 (05.04.2012), paragraphs [0069] to [0081]; fig. 8, 9 (Family: none)	1-5, 7, 8, 13-17, 23, 24 6, 18 9-12, 19-22, 25, 26
X Y A	JP 2001-024590 A (Sankosha Corp.), 26 January 2001 (26.01.2001), paragraphs [0007] to [0012]; fig. 1, 2 (Family: none)	1, 7, 8, 13, 15, 23 16-18 2-6, 9-12, 14, 19-22, 24-26
X Y A	JP 2009-276668 A (Tomoegawa Paper Co., Ltd.), 26 November 2009 (26.11.2009), paragraphs [0010] to [0011]; fig. 1 (Family: none)	1-3, 5, 7, 8 4, 6 9-26

☒ 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
07 October, 2013 (07.10.13)

Date of mailing of the international search report
15 October, 2013 (15.10.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/073037

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2004-348123 A (Fujikura Ltd., NEC Corp.), 09 December 2004 (09.12.2004), paragraphs [0009] to [0027]; fig. 1 to 6 & US 2006/0210225 A1 & WO 2004/097481 A1 & CN 1781043 A	1, 7, 8 4, 6 2, 3, 5, 9-26
Y	JP 07-502836 A (ITT Industries Ltd.), 23 March 1995 (23.03.1995), page 3, lower left column, line 15 to page 4, lower left column, line 23; fig. 1 & US 5459805 A & GB 2263557 A & WO 1993/014431 A1	6-8, 18

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G02B6/38(2006.01)i, G02B6/30(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. G02B6/00-6/54			
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 3 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 3 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 3 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 2012-068535 A (富士通株式会社) 2012.04.05, 【0069】 - 【0081】, 図 8, 9 (ファミリーなし)		1-5, 7, 8, 13-17, 23, 24 6, 18 9-12, 19-22, 25, 26
☒ 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 0 7 . 1 0 . 2 0 1 3		国際調査報告の発送日 1 5 . 1 0 . 2 0 1 3	
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） 奥村 政人 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 4	2 X 4 7 5 2

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
X Y A	JP 2001-024590 A (株式会社サンコーシヤ) 2001. 01. 26, 【0007】 - 【0012】 , 図 1, 2 (ファミリーなし)	1, 7, 8, 13, 15, 23 16-18 2-6, 9-12, 14, 19-22, 24-26
X Y A	JP 2009-276668 A (株式会社巴川製紙所) 2009. 11. 26, 【0010】 - 【0011】 , 図 1 (ファミリーなし)	1-3, 5, 7, 8 4, 6 9-26
X Y A	JP 2004-348123 A (株式会社フジクラ, 日本電気株式会社) 2004. 12. 09, 【0009】 - 【0027】 , 図 1-6 & US 2006/0210225 A1 & WO 2004/097481 A1 & CN 1781043 A	1, 7, 8 4, 6 2, 3, 5, 9-26
Y	JP 07-502836 A (アイティーティー・インダストリーズ・リミテッ ド) 1995. 03. 23, 第 3 頁左下欄第 15 行-第 4 頁左下欄第 23 行, 図 1 & US 5459805 A & GB 2263557 A & WO 1993/014431 A1	6-8, 18