

(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
2020年6月18日(18.06.2020)



(10) 国際公開番号
WO 2020/121769 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 6/36 (2006.01) *G02B 6/32* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/045586
- (22) 国際出願日: 2019年11月21日(21.11.2019)
- (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 2018-233192 2018年12月13日(13.12.2018) JP
- (71) 出願人: ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 森田 寛(MORITA, Hiroshi); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 鳥羽 一彰(TOBA, Kazuaki); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 山本

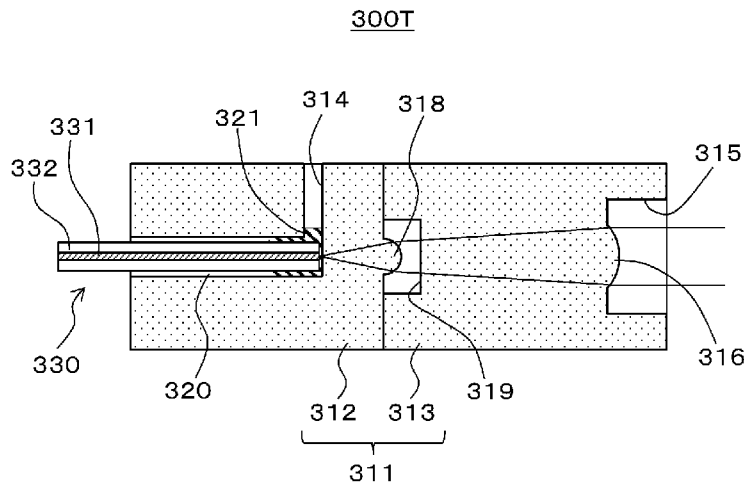
真也(YAMAMOTO, Masanari); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 尾山 雄介(OYAMA, Yusuke); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 宮田 正昭, 外(MIYATA, Masaaki et al.); 〒1040032 東京都中央区八丁堀三丁目25番9号 Daiwa八丁堀駅前ビル西館8階 特許業務法人 大同特許事務所 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, IR, IS, 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,

(54) Title: OPTICAL CONNECTOR, OPTICAL CABLE, AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 発明の名称: 光コネクタ、光ケーブルおよび電子機器



(57) Abstract: This optical connector favorably mitigates receiving-side optical power coupling loss due to transmission-side axial misalignment. The optical connector is provided with a connector body which holds a first lens and a second lens. The first lens converges light emitted from a light-emitting body. The second lens forms and emits the light converged by the first lens. The second lens forms the light emitted from the first lens into collimated light, for example. While suppressing increases in the distance from the light-emitting body to the second lens and restricting the diameter of the light from the light-emitting body to within the second lens diameter, it is possible to lengthen the focus distance of the second lens and to mitigate receiving-side optical power coupling loss due to axial misalignment on the transmission side.



WO 2020/121769 A1

QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 送信側での軸ずれに対する受信側での光パワーの結合ロスを良好に緩和する。第1のレンズと第2のレンズを持つコネクタ本体を備える。第1のレンズは、発光体から出射される光を収束する。第2のレンズは、第1のレンズで収束された光を成形して出射する。例えば、第2のレンズは、第1のレンズから出射される光をコリメート光に成形する。発光体から第2のレンズまでの距離が長くなることを抑制すると共に発光体からの光の径を第2のレンズ径内に収まるように規制しつつ、第2のレンズの焦点距離を長くでき、送信側での軸ずれに対する受信側での光パワーの結合ロスを緩和し得る。

明 細 書

発明の名称：光コネクタ、光ケーブルおよび電子機器

技術分野

[0001] 本技術は、光コネクタ、光ケーブルおよび電子機器に関する。詳しくは、軸ずれに対する光のパワーロスを緩和可能な光コネクタ等に関する。

背景技術

[0002] 従来、光結合方式による光コネクタ、いわゆる光結合コネクタが提案されている（例えば、特許文献1参照）。光結合コネクタは、各光ファイバの先に光軸を合わせてそれぞれレンズを装着し、光信号を対向するレンズ間で平行光として伝送する方式である。この光結合コネクタでは、光ファイバ同士が非接触の状態でも光結合されるため、光ファイバ間に侵入したゴミ等による伝送品質への悪影響も抑えられ、頻繁なかつ丁寧なクリーニングは不要になる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2017/056889号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 光結合方式の光コネクタにおいては、例えば、光ファイバのコア径がシングルモードのように非常に小さい場合、送信側におけるレンズ光軸と光ファイバ光路のずれ、いわゆる軸ずれが受信側での大きな光パワーの結合ロスに繋がるという問題があった。

[0005] 本技術の目的は、送信側での軸ずれに対する受信側での光パワーの結合ロスを良好に緩和することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本技術の概念は、
発光体から出射された光を収束する第1のレンズと該第1のレンズで収束

された光を成形して出射する第2のレンズを持つコネクタ本体を備える光コネクタにある。

- [0007] 本技術においては、第1のレンズと第2のレンズを持つコネクタ本体を備えるものである。ここで、第1のレンズでは、発光体から出射される光が収束される。また、第2のレンズでは、第1のレンズで収束された光が成形されて出射される。例えば、第1のレンズは1つまたは2つ以上のレンズからなる、ようにされてもよい。また、例えば、第2のレンズは、第1のレンズから出射される光をコリメート光に成形するためのレンズである、ようにされてもよい。
- [0008] このように本技術においては、発光体から出射された光を第1のレンズで収束し、この収束された光を第2のレンズで成形して出射するものである。そのため、発光体から第2のレンズまでの距離が長くなることを抑制すると共に発光体からの光の径を第2のレンズ径内に収まるように規制しつつ、第2のレンズの焦点距離を長くして、送信側での軸ずれに対する受信側での光パワーの結合ロスを緩和することが可能となる。
- [0009] なお、本技術において、例えば、コネクタ本体は密閉空間を有し、第1のレンズは密閉空間に位置する、ようにされてもよい。このように第1のレンズが密閉空間に位置するようにされることで、第1のレンズの表面への塵、埃などの付着を未然に防止できる。
- [0010] また、本技術において、例えば、コネクタ本体は、発光体から出射された光が入射される第1の光学部と、第2のレンズを持つ第2の光学部からなる、ようにされてもよい。この場合、例えば、第1のレンズは、第1の光学部および/または第2の光学部に含まれる、ようにされてもよい。このようにコネクタ本体が第1、第2の光学部からなるようにされることで、第1のレンズの製造などを容易に行うことができる。
- [0011] また、本技術において、例えば、発光体は光ファイバであり、コネクタ本体は、光ファイバを挿入する挿入孔を有する、ようにされてもよい。このようにコネクタ本体が発光体としての光ファイバを挿入する挿入孔を有するよ

うにされることで、光ファイバと第1のレンズとの光軸合わせを容易に行うことができる。

[0012] この場合、例えば、第1のレンズは、挿入孔の底部分に存在する、ようにされてもよい。このように第1のレンズが挿入孔の底部分に存在するようになると、光ファイバと第1のレンズとの光軸合わせの精度をより高めることが可能となる。そして、この場合、挿入孔は、光ファイバが挿入固定されたフェルールを挿入するための挿入孔である、ようにされてもよい。これにより、光ファイバと第1のレンズの間の光軸方向の距離を一定に保つことが容易となる。

[0013] また、この場合、例えば、コネクタ本体は、挿入孔の底部分に光路を変更するための光路変更部を持ち、光ファイバから出射された光は光路変更部で光路変更されて第1のレンズに入射される、ようにされてもよい。このように光路変更部が設けられることで、設計自由度を上げることができる。そして、この場合、挿入孔は、光ファイバが挿入固定されたフェルールを挿入するための挿入孔である、ようにされてもよい。これにより、光ファイバと光路変更部の間の光軸方向の距離を一定に保つことが容易となる。

[0014] また、本技術において、例えば、発光体は、電気信号を光信号に変換する発光素子である、ようにされてもよい。このように発光体が発光素子とされることで、発光素子からの光信号を伝送する際に、光ファイバが不要となり、コストの低減が可能となる。

[0015] この場合、例えば、発光素子はコネクタ本体に接続されており、発光素子から出射された光は光路変更されずに第1のレンズに入射される、ようにされてもよい。また、例えば、コネクタ本体は光路を変更するための光路変更部を持ち、発光素子は基板に固定されており、発光素子から出射された光は光路変更部で光路変更されて第1のレンズに入射される、ようにされてもよい。このように基板に固定された発光素子からの光を光路変更部で光路変更して第1のレンズに入射する構成とされることで、実装が容易となり、設計自由度を上げることができる。

- [0016] また、本技術において、例えば、コネクタ本体は、光透過性材料からなり、第1のレンズおよび第2のレンズを一体的に持つ、ようにされてもよい。この場合、コネクタ本体に対する第1のレンズおよび第2のレンズの位置精度を高めることが可能となる。
- [0017] また、本技術において、例えば、コネクタ本体は、第1のレンズと第2のレンズの組み合わせを複数持つ、ようにされてもよい。このようにコネクタ本体が第1のレンズと第2のレンズの組み合わせを複数持つような構成とされることで、多チャンネル化が容易に可能となる。
- [0018] また、本技術において、例えば、コネクタ本体は凹状の光出射部を持ち、第2のレンズは光出射部の底部分に位置する、ようにされてもよい。このように第2のレンズが光出射部の底部分に位置するようにされることで、第2のレンズの表面が相手側のコネクタ等に不用意に当たって傷つくことを防止できる。
- [0019] また、本技術において、例えば、コネクタ本体は、前面側に、接続相手側のコネクタとの位置合わせをするための凸状あるいは凹状の位置規制部を一体的に持つ、ようにされてもよい。これにより、相手側のコネクタとの接続時の光軸合わせが容易となる。
- [0020] また、本技術において、例えば、発光体をさらに備える、ようにされてもよい。このように発光体を備える構成とされることで、発光体を装着する手間を省くことが可能となる。
- [0021] また、本技術の他の概念は、
プラグとしての光コネクタを有する光ケーブルであって、
上記光コネクタは、
発光体から出射された光を収束する第1のレンズと該第1のレンズで収束された光を成形して出射する第2のレンズを持つコネクタ本体を備える
光ケーブルにある。
- [0022] また、本技術の他の概念は、
レセプタクルとしての光コネクタを有する電子機器であって、

上記光コネクタは、
発光体から出射された光を収束する第1のレンズと該第1のレンズで収束された光を成形して出射する第2のレンズを持つコネクタ本体を備える電子機器にある。

図面の簡単な説明

- [0023] [図1]光結合コネクタの概要を示す図である。
- [図2]送信側での光軸ずれに対する受信側での光パワーの結合ロスを減らす方法を説明するための図である。
- [図3]コリメート光を用いた光結合コネクタにおける、光軸ずれによる光パワーの結合ロスの発生とその低減方法を説明するための図である。
- [図4]実施の形態としての電子機器および光ケーブルの構成例を示す図である。
- [図5]光結合コネクタを構成する送信側光コネクタおよび受信側光コネクタの一例を示す斜視図である。
- [図6]光結合コネクタを構成する送信側光コネクタおよび受信側光コネクタの一例を示す斜視図である。
- [図7]コネクタ本体を構成する第1の光学部と第2の光学部を分離した状態を示す斜視図である。
- [図8]コネクタ本体を構成する第1の光学部と第2の光学部を分離した状態を示す斜視図である。
- [図9]送信側光コネクタの一例を示す断面図である。
- [図10]受信側光コネクタの一例を示す断面図である。
- [図11]送信側光コネクタおよび受信側光コネクタを接続した状態の一例を示す断面図である。
- [図12]光の結合効率のシミュレーションのための送信側光コネクタの構成の一例を示す図である。
- [図13]光の結合効率のシミュレーション結果の一例を示すグラフである。
- [図14]他の構成例1としての送信側光コネクタを示す断面図である。

[図15]他の構成例2としての送信側光コネクタを示す断面図である。
[図16]他の構成例3としての送信側光コネクタを示す断面図である。
[図17]他の構成例4としての送信側光コネクタを示す断面図である。
[図18]他の構成例5としての送信側光コネクタを示す断面図である。
[図19]他の構成例6としての送信側光コネクタを示す断面図である。
[図20]他の構成例7としての送信側光コネクタを示す断面図である。
[図21]他の構成例8としての送信側光コネクタを示す断面図である。
[図22]他の構成例9としての送信側光コネクタを示す断面図である。
[図23]他の構成例10としての送信側光コネクタを示す断面図である。
[図24]収束光（集光方向に曲げられた光）を用いた光結合コネクタにおける、光軸ずれによる光パワーの結合ロスの発生とその低減方法を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、発明を実施するための形態（以下、「実施の形態」とする）について説明する。なお、説明は以下の順序で行う。

1. 実施の形態
2. 変形例

[0025] <1. 実施の形態>

[本技術の基本説明]

まず、本技術に関する技術について説明をする。図1は、光結合方式の光コネクタ（以下、「光結合コネクタ」という）の概要を示している。この光結合コネクタは、送信側光コネクタ10と受信側光コネクタ20で構成されている。

[0026] 送信側光コネクタ10は、レンズ11を持つコネクタ本体12を有している。受信側光コネクタ20は、レンズ21を持つコネクタ本体22を有している。送信側光コネクタ10と受信側光コネクタ20の接続時には、図示のように、レンズ11とレンズ21が対向し、かつ、それぞれの光軸が一致した状態とされる。

- [0027] 送信側において、光ファイバ15は、その出射端がレンズ11の光軸上の焦点位置に位置するように、コネクタ本体12に取り付けられる。また、受信側において、光ファイバ25は、その入射端がレンズ21の光軸上の焦点位置に位置するように、コネクタ本体22に取り付けられる。
- [0028] 送信側の光ファイバ15から出射された光はコネクタ本体12を介してレンズ11に入射され、レンズ11からはコリメート光に成形された光が出射される。このようにコリメート光に成形された光はレンズ21に入射されて集光され、コネクタ本体22を介して受信側の光ファイバ25の入射端に入射される。これにより、送信側の光ファイバ15から受信側の光ファイバ25への光（光信号）の伝送が行われる。
- [0029] 図1に示すような光結合コネクタにおいて、光ファイバのコア径がシングルモードといった $8\mu\text{m}\phi$ 程度と非常に小さい場合、送信側でのレンズ光軸に対する光ファイバ光路のずれ（光軸ずれ）が、受信側での光パワーの結合ロスに大きく効いてくる。そのため、この光結合コネクタの場合、送信側での軸ずれを抑えるために、高い部品の精度が必要となり、コストアップとなる。
- [0030] 送信側での光軸ずれに対する受信側での光パワーの結合ロスを減らす方法として、送信側のレンズ11の焦点距離を長くして、このレンズ11から光源、つまり送信側の光ファイバ15の出射端までの距離を長くすることが考えられる。
- [0031] 送信側の光源Pから受信側の集光ポイントQに光を伝送するとして説明する。図2(a)は、送信側において、レンズ11から光源Pまでの距離を長くしていない状態を示している。この場合、送信側の光源Pの位置がP'までAだけずれたとき、受信側の集光ポイントQの位置はQ'までYだけずれる。
- [0032] 図2(b)は、送信側において、レンズ11の曲率を緩くして焦点距離を長くし、レンズ11から光源Pまでの距離を長くした状態を示している。この場合、送信側の光源Pの位置がP'までAだけずれたとき、受信側の集光

ポイントQの位置はQ´までY´だけずれるが、Y´はYより小さくなる。

[0033] 以下の数式(1)は、光源Pと集光ポイントQの関係を一般的に表している。ここで、Aは光源Pの位置ずれ量、Bは光源Pからレンズ11までの距離、Xはレンズ21から集光ポイントQまでの距離、Yは集光ポイントQの位置ずれ量、である。この数式(1)から、Aが一定の場合、Bを長くすることでYを減らせることが分かる。例えば、BがB´と長くなると、YはY´と短くなる。

$$Y/A = X/B \quad \dots (1)$$

[0034] 図2(a), (b)で説明した理論を、コリメート光を用いた光結合コネクタで考えてみる。図3(a)のように、送信側の光ファイバ15から出射される光を光源とした場合、その光源の位置がずれると、受信側の集光ポイントも大きくずれる(破線参照)。これは、レンズ11でコリメートされるはずの光が崩れて光軸に対して平行光とならず、受信側では斜めにレンズ21に入力されて集光ポイントがずれるためである。

[0035] しかし、図3(b)に示すように、送信側の光源とレンズ11との間の距離が長い場合、光源の位置がずれても、図3(a)の場合に比べて、光ファイバ15からレンズ11への光の入射角度が緩く、またレンズ11の曲率も緩くなっているため、コリメート光の光軸に対する平行度が崩れにくくなり、その結果、受信側のレンズ21には光軸に対する平行度を保ったままコリメート光が入射され、集光ポイントはずれにくくなる(破線参照)。これにより、送信側での光軸ずれに対する受信側での光パワーの結合ロスを減らすことが可能となる。

[0036] 図3(b)に示すように送信側の光源とレンズ11との間の距離を長くする場合、光ファイバには固有のNA(Numerical Aperture: 開口数)が決まっており、コリメート光の径を一定に保とうとした場合は、光源からレンズ11までの最大距離はNAによって制限される。また、たとえNAが小さい光源であったとしても、光源からレンズ11までの距離が長くなると部品製造時に光源とレンズ11の中心を合わせる精度が低くなることで受信側での

光パワーの結合ロスの増加を招き、あるいは精度確保のためのさらなるコストアップを招き、あるいはコネクタ長が長くなることによるユーザビリティの低下等に繋がる。

[0037] [電子機器および光ケーブルの構成例]

図4は、実施の形態としての電子機器100および光ケーブル200A、200Bの構成例を示している。電子機器100は、光通信部101を備えている。光通信部101は、発光部102、光伝送路103、レセプタクルとしての送信側光コネクタ300T、レセプタクルとしての受信側光コネクタ300R、光伝送路104および受光部105を備えている。光伝送路103および光伝送路104は、それぞれ、光ファイバによって実現することができる。

[0038] 発光部102は、VCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting LASER) 等のレーザー素子、またはLED (light emitting diode) 等の発光素子を備えている。発光部102は、電子機器100の図示しない送信回路で発生される電気信号(送信信号)を光信号に変換する。発光部102で発光された光信号は、光伝送路103を介して、送信側光コネクタ300Tに送られる。ここで、発光部102、光伝送路103および送信側光コネクタ300Tにより、光送信器が構成されている。

[0039] 受信側光コネクタ300Rで受信された光信号は、光伝送路104を介して、受光部105に送られる。受光部105は、フォトダイオード等の受光素子を備えている。受光部105は、受信側光コネクタ300Rから送られてくる光信号を電気信号(受信信号)に変換し、電子機器100の図示しない受信回路に供給する。ここで、受信側光コネクタ300R、光伝送路104および受光部105により、光受信器が構成されている。

[0040] 光ケーブル200Aは、プラグとしての受信側光コネクタ300Rおよびケーブル本体201Aを備えている。光ケーブル200Aは、電子機器100からの光信号を他の電子機器に伝送する。ケーブル本体201Aは光ファイバによって実現することができる。

[0041] 光ケーブル200Aの一端は受信側光コネクタ300Rにより電子機器100の送信側光コネクタ300Tに接続され、その他端は図示しないが他の電子機器に接続されている。この場合、互いに接続される送信側光コネクタ300Tおよび受信側光コネクタ300Rにより、光結合コネクタが構成されている。

[0042] 光ケーブル200Bは、プラグとしての送信側光コネクタ300Tおよびケーブル本体201Bを備えている。光ケーブル200Bは、他の電子機器からの光信号を電子機器100に伝送する。ケーブル本体201Bは光ファイバによって実現することができる。

[0043] 光ケーブル200Bの一端は送信側光コネクタ300Tにより電子機器100の受信側光コネクタ300Rに接続され、その他端は図示しないが他の電子機器に接続されている。この場合、互いに接続される送信側光コネクタ300Tおよび受信側光コネクタ300Rにより、光結合コネクタが構成されている。

[0044] なお、電子機器100は、例えば、携帯電話、スマートフォン、PHS、PDA、タブレットPC、ラップトップコンピュータ、ビデオカメラ、ICレコーダ、携帯メディアプレーヤ、電子手帳、電子辞書、電卓、携帯ゲーム機等のモバイル電子機器や、デスクトップコンピュータ、ディスプレイ装置、テレビ受信機、ラジオ受信機、ビデオレコーダ、プリンタ、カーナビゲーションシステム、ゲーム機、ルータ、ハブ、光回線終端装置(ONU)等の他の電子機器であることができる。あるいは、電子機器100は、冷蔵庫、洗濯機、時計、インターホン、空調設備、加湿器、空気清浄器、照明器具、調理器具等の電気製品または後述するような車両の一部または全部を構成することができる。

[0045] [光コネクタの構成例]

図5は、光結合コネクタを構成する送信側光コネクタ300Tおよび受信側光コネクタ300Rの一例を示す斜視図である。図6も、送信側光コネクタ300Tおよび受信側光コネクタ300Rの一例を示す斜視図であるが、

図5とは逆の方向から見た図である。図示の例は、複数チャネルの光信号の並行伝送に対応したものである。なお、ここでは、複数チャネルの光信号の並行伝送に対応したものを示しているが、詳細説明は省略するが、1チャネルの光信号の伝送に対応するものも同様に構成できる。

[0046] 送信側光コネクタ300Tは、外観が略直方体状のコネクタ本体311を備えている。このコネクタ本体311は、第1の光学部312および第2の光学部313が接続されて構成されている。このようにコネクタ本体311が第1、第2の光学部312、313から構成されることで、図5、図6には図示されていないが、第1のレンズの製造などを容易に行うことができる。

[0047] 第1の光学部312の背面側には、各チャネルにそれぞれ対応した複数の光ファイバ330が水平方向に並んだ状態で接続されている。この場合、各光ファイバ330は、その先端側が光ファイバ挿入孔320に挿入されて固定されている。ここで、光ファイバ330は、発光体を構成している。また、第1の光学部312の上面側には長方形の開口部を持つ接着剤注入孔314が形成されている。この接着剤注入孔314から、光ファイバ330を第1の光学部312に固定するための接着剤が挿入される。

[0048] 第2の光学部313の前面側には、長方形の開口部を持つ凹状の光出射部（光伝達空間）315が形成されており、その光出射部315の底部分に、各チャネルにそれぞれ対応して複数の第2のレンズ（凸レンズ）316が水平方向に並んだ状態で形成されている。これにより、第2のレンズ316の表面が相手側のコネクタ等に不用意に当たって傷つくことが防止される。

[0049] また、第2の光学部313の前面側には、受信側光コネクタ300Rとの位置合わせをするための凸状または凹状、図示の例では凹状の位置規制部317が一体的に形成されている。これにより、受信側光コネクタ300Rとの接続時の光軸合わせを容易に行い得るようになる。

[0050] 図7および図8は、コネクタ本体311を構成する第1の光学部312と第2の光学部313を分離した状態を示す斜視図である。図7と図8は、そ

れぞれ反対方向から見た図である。第1の光学部312の前面側には、各チャンネルにそれぞれ対応して複数の第1のレンズ（凸レンズ）318が水平方向に並んだ状態で形成されている。また、第2の光学部313の背面側には、長方形の開口部を持つ凹状の空間319が形成されている。

[0051] 第1の光学部312と第2の光学部313が接続されてコネクタ本体311が構成される（図5、図6参照）。この場合、第2の光学部313の背面側に形成されている空間319は、第1の光学部312の前面側で密閉されて密閉空間となる。そして、第1の光学部312の前面側に形成されている第1のレンズ318は、この密閉空間319に位置した状態となる。このように第1のレンズ318が密閉空間319に位置するようにされることで、第1のレンズ318の表面への塵、埃などの付着を未然に防止できる。

[0052] 図5、図6に戻って、受信側光コネクタ300Rは、外観が略直方体状のコネクタ本体351を備えている。コネクタ本体351の背面側には、各チャンネルにそれぞれ対応した複数の光ファイバ370が接続されている。この場合、各光ファイバ370は、その先端側が光ファイバ挿入孔356に挿入されて固定されている。また、コネクタ本体351の上面側には長方形の開口部を持つ接着剤注入孔352が形成されている。この接着剤注入孔352から、光ファイバ370をコネクタ本体351に固定するための接着剤が挿入される。

[0053] コネクタ本体351の前面側には、長方形の開口部を持つ凹状の光入射部（光伝達空間）353が形成されており、その光入射部353の底部分に、各チャンネルにそれぞれ対応したレンズ354が位置するようにされている。これにより、レンズ354の表面が相手側のコネクタ等に不用意に当たって傷つくことが防止される。

[0054] また、コネクタ本体351の前面側には、送信側光コネクタ300Tとの位置合わせをするための凹状または凸状、図示の例では凸状の位置規制部355が一体的に形成されている。これにより、送信側光コネクタ300Tとの接続時の光軸合わせを容易に行い得るようになる。なお、この位置規制部

355は、コネクタ本体351に一体的に形成されるものに限定されるものではなく、ピンを用いても良いし、他の手法で行うものであってもよい。

[0055] 図9は、送信側光コネクタ300Tの一例を示す断面図である。図示の例では、位置規制部317（図5参照）の図示を省略している。この図9を参照して、送信側光コネクタ300Tについてさらに説明する。

[0056] 送信側光コネクタ300Tは、第1の光学部312と第2の光学部313が接続されて構成されたコネクタ本体311を備えている。第1の光学部312は、例えば合成樹脂またはガラスなどの光透過性材料、あるいは特定の波長を透過するシリコン等の材料からなり、レンズ付きフェルールの構成となっている。

[0057] このように第1の光学部312がレンズ付きフェールの構成とされることで、光ファイバ330と第1のレンズ318との光軸合わせを容易に行うことができる。また、このように第1の光学部312がレンズ付きフェールの構成とされることで、多チャネルの場合でも、光ファイバ330をフェールに挿入するだけで、多チャネル通信を容易に実現できる。

[0058] 第1の光学部312には、その前面側に、各チャネルに対応した複数の第1のレンズ318が水平方向に並んだ状態で一体的に形成されている。これにより、第1の光学部312に設置される光ファイバ330のコア331に対する第1のレンズ318の位置精度を、複数チャネルにおいて全部同時に高めることができる。また、第1の光学部312には、背面側から前方に延びる光ファイバ挿入孔320が、各チャネルの第1のレンズ318に合わせて、水平方向に並んだ状態で複数設けられている。光ファイバ330は、光路となる中心部のコア331と、その周囲を覆うクラッド332の二重構造となっている。

[0059] 各チャネルの光ファイバ挿入孔320は、そこに挿入される光ファイバ330のコア331と、それに対応する第1のレンズ318の光軸が一致するように、成形されている。また、各チャネルの光ファイバ挿入孔320は、その底位置、つまり光ファイバ330を挿入した際に、その先端（出射端）

の当接位置が第1のレンズ318の焦点位置と合致するように、成形されている。

[0060] また、第1の光学部312には、上面側から下方に延びる接着剤注入孔314が、水平方向に並んだ状態にある複数の光ファイバ挿入孔320の底位置付近に連通するように、形成されている。光ファイバ330が光ファイバ挿入孔320に挿入された後、接着剤注入孔314から接着剤321が光ファイバ330の周囲に注入されることで、光ファイバ330は第1の光学部312に固定される。

[0061] ここで、光ファイバ330の先端と光ファイバ挿入孔320の底位置との間に空気層が存在すると、光ファイバ330から出射された光はその底位置で反射し易くなり、信号品質の低下が発生する。そのため、接着剤321は、光透過剤であって、光ファイバ330の先端と光ファイバ挿入孔320の底位置との間に注入される方が望ましく、これにより反射を低減することができる。

[0062] 第2の光学部313は、例えば合成樹脂またはガラスなどの光透過性材料、あるいは特定の波長を透過するシリコン等の材料からなっている。この第2の光学部313は、第1の光学部312と接続されてコネクタ本体311を構成するものである。熱膨張係数を揃えた方が、熱が変化した際の2つの光学部での歪による光路ずれが抑えられるため、第2の光学部313の材料は第1の光学部312の材料と同一であることが好ましいが、別材料であってもよい。

[0063] 第2の光学部313には、その前面側に、凹状の光出射部（光伝達空間）315が形成されている。そして、この第2の光学部313には、この光出射部315の底部分に位置するように、各チャネルに対応した複数の第2のレンズ316が水平方向に並んだ状態で一体的に形成されている。これにより、第2の光学部313に対する第2のレンズ316の位置精度を高めることができる。

[0064] また、第2の光学部313の背面側には、凹状の空間319が形成されて

いる。この空間319は、第1の光学部312の前面側で密閉されて密閉空間とされる。この場合、第1の光学部312の前面側に形成されている各チャンネルの第1のレンズ318は、この密閉空間319に位置した状態となる。

[0065] 上述したように、第1の光学部312と第2の光学部313が接続されてコネクタ本体311が構成される。この接続方法として、ボスのような一方に凹部、もう一方に凸部を新に設けて嵌合する方法、あるいは画像処理システム等でレンズどうしの光軸位置を合わせて接着固定する方法等を探り得る。

[0066] 送信側光コネクタ300Tにおいて、第1のレンズ318は、発光体である光ファイバ330から出射された光を収束する機能を持つ。また、第2のレンズ316は、第1のレンズ318で収束された光をコリメート光に成形して出射する機能を持つ。これにより、光ファイバ330の出射端から所定のNAで出射された光は第1のレンズ318に入射されて収束され（角度が狭められ）、この収束された光は第2のレンズ316に入射されてコリメート光に成形されて出射される。

[0067] 図10は、受信側光コネクタ300Rの一例を示す断面図である。図示の例では、位置規制部355（図5、図6参照）の図示を省略している。この図10を参照して、受信側光コネクタ300Rについてさらに説明する。

[0068] 受信側光コネクタ300Rは、コネクタ本体351を備えている。コネクタ本体351は、例えば合成樹脂またはガラスなどの光透過性材料、あるいは特定の波長を透過するシリコン等の材料からなり、レンズ付きフェルールの構成となっている。

[0069] コネクタ本体351には、その前面側に、凹状の光入射部（光伝達空間）353が形成されている。そして、このコネクタ本体351には、この光入射部353の底部分に位置するように、各チャンネルに対応した複数のレンズ（凸レンズ）354が水平方向に並んだ状態で一体的に形成されている。

[0070] また、コネクタ本体351には、背面側から前方に延びる光ファイバ挿入

孔356が、各チャネルのレンズ354に合わせて、水平方向に並んだ状態で複数設けられている。光ファイバ370は、光路となる中心部のコア371と、その周囲を覆うクラッド372の二重構造となっている。

[0071] 各チャネルの光ファイバ挿入孔356は、そこに挿入される光ファイバ370のコア371と対応するレンズ354の光軸が一致するように、成形されている。また、各チャネルの光ファイバ挿入孔356は、その底位置、つまり光ファイバ370を挿入した際に、その先端（入射端）の当接位置がレンズ354の焦点位置と合致するように、成形されている。

[0072] また、コネクタ本体351には、上面側から下方に延びる接着剤注入孔352が、水平方向に並んだ状態にある複数の光ファイバ挿入孔356の底位置付近に連通するように、形成されている。光ファイバ370が光ファイバ挿入孔356に挿入された後、接着剤注入孔352から接着剤357が光ファイバ370の周囲に注入されることで、光ファイバ370はコネクタ本体351に固定される。

[0073] 受信側光コネクタ300Rにおいて、レンズ354は、入射されるコリメート光を集光する機能を持つ。この場合、コリメート光がレンズ354に入射されて集光され、この集光された光は、受光体である光ファイバ370の入射端に所定のNAで入射される。

[0074] 図11は、光結合コネクタを構成する送信側光コネクタ300Tおよび受信側光コネクタ300Rの断面図を示している。図示の例では、送信側光コネクタ300Tと受信側光コネクタ300Rが接続された状態を示している。

[0075] 送信側光コネクタ300Tにおいて、光ファイバ330を通じて送られてくる光はこの光ファイバ330の出射端から所定のNAで出射される。この出射された光は第1のレンズ318に入射されて収束される。そして、この収束された光は、第2のレンズ316に入射されてコリメート光に成形され、受信側光コネクタ300Rに向かって出射される。

[0076] また、受信側光コネクタ300Rにおいて、送信側光コネクタ300Tか

ら出射された光は、レンズ354に入射されて集光される。そして、この集光された光は、光ファイバ370の入射端に入射され、光ファイバ370を通じて送られていく。

[0077] 上述したように構成される光結合コネクタにおいて、送信側光コネクタ300Tは、発光体としての光ファイバ330から出射された光を第1のレンズ318で収束し、この収束された光を第2のレンズ316でコリメート光に成形して出射するものである。そのため、光ファイバ330から第2のレンズ316までの距離が長くなることを抑制すると共に光ファイバ330からの光の径を第2のレンズ316の径内に収まるように規制しつつ、第2のレンズ316の焦点距離を長くして、送信側での軸ずれに対する受信側での光パワーの結合ロスを緩和することが可能となる。ここで、第2のレンズ316の焦点距離を長くすることで、この第2のレンズ316に入射される光の角度が緩くなり、またこの第2のレンズ316の曲率も緩くなり、送信側での軸ずれに対する受信側の集光ポイントのずれが抑制される。

[0078] 本技術による効果のシミュレーション結果について説明する。ここでは、光ファイバのモードフィールド径 (MFD : Mode Field Diameter) は $8\ \mu\text{m}$ とし、光ファイバのNAが0.15、コリメート口径が $180\ \mu\text{m}$ の光学系を用いている。図12(a)は、通常を送信側光コネクタの構成例を示している。図12(b)は本技術による送信側光コネクタの構成例を示している。なお、受信側光コネクタの構成は、図12(a)に示す従来の送信側光コネクタの構成と同じ構成を用いている。

[0079] 図13のグラフは、受信側の光ファイバへ入力される光の結合効率のシミュレーション結果を示している。横軸は軸ずれ量で、光軸に対して垂直方向に光源がずれた場合のずれ量を示し、縦軸は受信側での光の結合効率を示している。実線(a)は、図12(a)に示す通常を送信側光コネクタを用いた場合の軸ずれ量と結合効率の関係を示している。実線(b)は、図12(b)に示す本技術による送信側光コネクタを用いた場合の軸ずれ量と結合効率の関係を示している。

[0080] 光ファイバのMFDが $8\mu\text{m}$ であるため、例えば、軸ずれ量が $5\mu\text{m}$ になると、図12(a)に示す通常の送信側光コネクタを用いた場合には実線(a)から7.5割程度のパワーロスが発生する。しかし、図12(b)に示す本技術による送信側光コネクタを用いた場合には実線(b)からパワーロスは1割程度となり、パワーロスが大幅に減少されている。

[0081] なお、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、また付加的な効果があってもよい。

[0082] [送信側光コネクタの他の構成例]

送信側光コネクタの構成としては、上述した送信側光コネクタ300T(図9参照)の他にも種々の構成が考えられる。

[0083] 「他の構成例1」

図14は、他の構成例1としての送信側光コネクタ300T-1を示す断面図である。この図14において、図9と対応する部分には同一符号を付し、適宜、その詳細説明は省略する。送信側光コネクタ300T-1においては、第1のレンズ318は、第1の光学部312の前面側ではなく、第2の光学部313の背面側に形成された空間319の底部分に形成される。

[0084] この場合、第1の光学部312と第2の光学部313が接続される際に、第2の光学部313の背面側に形成されている空間319は第1の光学部312の前面側で密閉されて密閉空間となる。そのため、この送信側光コネクタ300T-1においても、図9の送信側光コネクタ300Tと同様に、第1のレンズ318は、その密閉空間319に位置した状態となり、その表面への塵、埃などの付着を未然に防止できる。

[0085] 「他の構成例2」

図15は、他の構成例2としての送信側光コネクタ300T-2を示す断面図である。この図15において、図9と対応する部分には同一符号を付し、適宜、その詳細説明は省略する。送信側光コネクタ300T-2においては、第2の光学部313の背面側に形成された空間319の底部分に2つ目の第1のレンズ(凸レンズ)322が形成される。

[0086] この送信側光コネクタ300T-2においては、光ファイバ330の出射端から所定のNAで出射された光は第1のレンズ318に入射されて収束され（角度が狭められ）、この収束された光は2つ目の第1のレンズ322に入射されてさらに収束され（角度が狭められ）、この収束された光は第2のレンズ316に入射されてコリメート光に成形されて出射される。

[0087] 送信側光コネクタ300T-2の場合、2つの第1のレンズ318、322で連続的に角度を狭めることになるため、2つの第1のレンズ318、322のそれぞれの球面高さを低くでき、レンズの成形容易性を上げることができる。また、この送信側光コネクタ300T-2においても、図9の送信側光コネクタ300Tと同様に、2つの第1のレンズ318、322は、密閉空間319に位置した状態となり、その表面への塵、埃などの付着を未然に防止できる。

[0088] なお、上述では2つの第1のレンズ318、322を持つ例を示した。詳細説明は省略するが、第1のレンズとして、さらに多くのレンズを光軸上に配置することも考えられる。

[0089] 「他の構成例3」

図16は、他の構成例3としての送信側光コネクタ300T-3を示す断面図である。この図16において、図9と対応する部分には同一符号を付し、適宜、その詳細説明は省略する。送信側光コネクタ300T-3においては、第1のレンズ318は、第1の光学部312の前面側ではなく、光ファイバ挿入孔320の最奥である底部分に形成される。このように第1のレンズ318を光ファイバ挿入孔320の底部分に形成することで、光ファイバ330と第1のレンズ318との光軸合わせの精度をより高めることが可能となる。

[0090] この場合、ファイバ挿入孔320に挿入される光ファイバ330については、その先端をファイバ挿入孔320の底部分に突き当てずに、この底部分から一定距離を保った状態で、つまり第1のレンズ318の焦点位置に位置した状態で固定する必要がある。

[0091] また、この場合、光ファイバ330を第1の光学部312に接着固定する際に、接着剤321が光ファイバ330の先端と第1のレンズ318との間に入り込むと光学特性が変わってしまうので、接着剤321を注入するための接着剤注入孔314の形成位置は、光ファイバ330の先端部を避け、接着剤321が光ファイバ330の先端と第1のレンズ318との間に入り込まないようにする必要がある。

[0092] 「他の構成例4」

図17は、他の構成例4としての送信側光コネクタ300T-4を示す断面図である。この図17において、図9、図16と対応する部分には同一符号を付し、適宜、その詳細説明は省略する。送信側光コネクタ300T-4においては、コネクタ本体311を1つの光学部で構成したものである。これは、第1のレンズ318を光ファイバ挿入孔320の底部分に形成することで、光学部内に空間319を作る必要がなくなったことから、可能となる。

[0093] 「他の構成例5」

図18は、他の構成例5としての送信側光コネクタ300T-5を示す断面図である。この図18において、図9、図16と対応する部分には同一符号を付し、適宜、その詳細説明は省略する。送信側光コネクタ300T-5においては、第1の光学部312に形成される光ファイバ挿入孔320の径が大きくされる。そして、この光ファイバ挿入孔320に、光ファイバ330が予め突き当てで固定されたフェルール323が挿入され、接着剤321によって固定されている。このような構成とすることで、光ファイバ330の先端を第1のレンズ318から一定距離を保つことが容易となる。

[0094] 「他の構成例6」

図19は、他の構成例6としての送信側光コネクタ300T-6を示す断面図である。この図19において、図9、図16、図18と対応する部分には同一符号を付し、適宜、その詳細説明は省略する。送信側光コネクタ300T-6においては、コネクタ本体311を1つの光学部で構成したものである。その他は、図18の送信側光コネクタ300T-5と同様に構成されている。

。

[0095] 「他の構成例 7」

図 20 は、他の構成例 7 としての送信側光コネクタ 300 T-7 を示す断面図である。この図 20 において、図 9 と対応する部分には同一符号を付し、適宜、その詳細説明は省略する。送信側光コネクタ 300 T-7 においては、第 1 の光学部 312 に固定される発光体は、光ファイバ 330 ではなく、V C S E L (Vertical Cavity Surface Emitting LASER : 垂直共振器面発光レーザー) などの発光素子 340 である。

[0096] この場合、発光素子 340 は、第 1 の光学部 312 の背面側に、各チャンネルの第 1 のレンズ 318 に合わせて、水平方向に並んだ状態で複数固定される。そして、この場合、各チャンネルの発光素子 340 は、その出射部が対応する第 1 のレンズ 318 の光軸に一致するように、固定される。また、この場合、各チャンネルの発光素子 340 の出射部がそれぞれ対応する第 1 のレンズ 318 の焦点位置と合致するように、第 1 の光学部 312 の光軸方向の厚み等が設定されている。

[0097] この送信側光コネクタ 300 T-7 においては、発光素子 340 の出射部から所定の NA で出射された光は第 1 のレンズ 318 に入射されて収束され (角度が狭められ)、この収束された光は第 2 のレンズ 316 に入射されてコリメート光に成形されて出射される。

[0098] このように第 1 の光学部 312 に発光素子 340 が固定されることで、発光素子 340 からの光信号を伝送する際に、光ファイバが不要となり、コストの低減が可能となる。

[0099] 「他の構成例 8」

図 21 は、他の構成例 8 としての送信側光コネクタ 300 T-8 を示す断面図である。この図 21 において、図 9、図 20 と対応する部分には同一符号を付し、適宜、その詳細説明は省略する。送信側光コネクタ 300 T-8 においては、コネクタ本体 311 の下面側に、発光素子 340 が載置された基板 341 が固定される。この場合、基板 341 には、発光素子 340 が、各チ

チャネルの第1のレンズ318に合わせて、水平方向に並んだ状態で複数載置されている。

[0100] 第1の光学部312には、下面側から上方に延びる発光素子配置用孔324が形成されている。そして、各チャネルの発光素子340からの光の光路を対応する第1のレンズ318の方向に変更するために、発光素子配置用孔324の底部分は傾斜面とされ、この傾斜面にミラー342が配置されている。なお、ミラー342に関しては、別個に生成されたものを傾斜面に固定するだけでなく、傾斜面に蒸着等で形成することも考えられる。

[0101] ここで、基板341は、各チャネルの発光素子340の出射部がそれぞれ対応する第1のレンズ318の光軸に一致するように、位置が調整されて固定される。また、この場合、各チャネルの発光素子340の出射部がそれぞれ対応する第1のレンズ318の焦点位置と合致するように、第1のレンズ318の形成位置、発光素子配置用孔324の形成位置・長さ等が設定されている。

[0102] この送信側光コネクタ300T-8においては、発光素子340の出射部から所定のNAで出射された光はミラー342で光路変更された後に第1のレンズ318に入射されて収束され（角度が狭められ）、この収束された光は第2のレンズ316に入射されてコリメート光に成形されて出射される。

[0103] このようにコネクタ本体311に発光素子340が載置された基板341が固定されることで、発光素子340からの光信号を伝送する際に、光ファイバが不要となり、コストの低減が可能となる。また、基板341に載置された発光素子340からの光をミラー342で光路変更して第1のレンズ318に入射する構成とされることで、実装が容易となり、設計自由度を上げることができる。

[0104] 「他の構成例9」

図22は、他の構成例9としての送信側光コネクタ300T-9を示す断面図である。この図22において、図9、図21と対応する部分には同一符号を付し、適宜、その詳細説明は省略する。送信側光コネクタ300T-9にお

いては、第1の光学部312には、下面側から上方に延びる光ファイバ挿入孔325が、各チャンネルの第1のレンズ318に合わせて、水平方向に並んだ状態で複数形成されている。

[0105] 各光ファイバ挿入孔325に挿入される光ファイバ330からの光の光路を対応する第1のレンズ318の方向に変更するために、各光ファイバ挿入孔325の底部分は傾斜面とされ、この傾斜面にミラー342が配置されている。また、各光ファイバ挿入孔325は、そこに挿入される光ファイバ330のコア331と、それに対応する第1のレンズ318の光軸が一致するように、成形されている。

[0106] 各光ファイバ挿入孔325には、それぞれ対応するチャンネルの光ファイバ330が挿入され、例えば図示しない接着剤が光ファイバ330の周囲に注入されることで固定される。この場合、光ファイバ330は、その先端（出射端）が対応する第1のレンズ318の焦点位置と合致するように、従って、その先端（出射端）がミラー342から一定距離に位置するように、その挿入位置が設定される。

[0107] この送信側光コネクタ300T-9においては、光ファイバ330の出射端から所定のNAで出射された光はミラー342で光路変更された後に第1のレンズ318に入射されて収束され（角度が狭められ）、この収束された光は第2のレンズ316に入射されてコリメート光に成形されて出射される。

[0108] この構成例の場合、第1の光学部312がレンズ付きフェルール構成とされているので、光ファイバ330と第1のレンズ318との光軸合わせを容易に行うことができる。また、この構成例の場合、光ファイバ330からの光の光路をミラー342で変更する構成であることから、実装が容易となり、設計自由度を上げることができる。

[0109] 「他の構成例10」

図23は、他の構成例10としての送信側光コネクタ300T-10を示す断面図である。この図23において、図9、図18、図22と対応する部分には同一符号を付し、適宜、その詳細説明は省略する。送信側光コネクタ30

OT-10においては、第1の光学部312に形成される光ファイバ挿入孔325の径が大きくなる。そして、この光ファイバ挿入孔325に、光ファイバ330が予め突き当てで固定されたフェルール323が挿入され、例えば図示しない接着剤によって固定されている。このような構成とすることで、光ファイバ330の先端位置をミラー342から一定距離に保つことが容易となる。

[0110] <2. 変形例>

なお、上述の実施の形態においては、シングルモードの光ファイバを用いる例で説明したが、本技術はマルチモードの光ファイバを用いる場合にも同様に適用でき、また、特定のNAに限定されない。また、上述実施の形態におけるミラーは、その他の光路変更部で実現することも考えられる。例えば、屈折率差を利用した全反射による光路変更部も考えられる。

[0111] また、上述実施の形態においては、送信側の第2のレンズ316がコリメート光に成形する例で説明したが、これに限定されない。図24は、コリメート光ではなく、収束光（集光方向に曲げられた光）を用いた光結合コネクタについて示している。この図24において、図3と対応する部分については同一符号を付して示している。

[0112] 図24(a)のように、送信側の光ファイバ15から出射される光を光源とした場合、その光源の位置がずれると、受信側の集光ポイントも大きくずれる（破線参照）。これは、レンズ11における収束光が崩れて、受信側では斜めにレンズ21に入力され、集光ポイントがずれるためである。

[0113] しかし、図24(b)に示すように、送信側の光源とレンズ11との間の距離が長い場合、光源の位置がずれても、図24(a)の場合に比べて、光ファイバ15からレンズ11への光の入射角度が緩く、またレンズ11の曲率も緩くなっているため、収束光の崩れが抑制され、集光ポイントはずれにくくなる（破線参照）。これにより、レンズ11でコリメート光に成形する場合でなくても、送信側の光源とレンズ11との間の距離が長くすることで、送信側での光軸ずれに対する受信側での光パワーの結合ロスを減らすこと

が可能となる。

[0114] 以上、添付図面を参照しながら本開示の好適な実施形態について詳細に説明したが、本開示の技術的範囲はかかる例に限定されない。本開示の技術分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。

[0115] また、本明細書に記載された効果は、あくまで説明的または例示的なものであって限定的ではない。つまり、本開示に係る技術は、上記の効果とともに、または上記の効果に代えて、本明細書の記載から当業者には明らかな他の効果を奏し得る。

[0116] なお、本技術は、以下のような構成もとることができる。

(1) 発光体から出射された光を収束する第1のレンズと該第1のレンズで収束された光を成形して出射する第2のレンズを持つコネクタ本体を備える

光コネクタ。

(2) 上記コネクタ本体は密閉空間を有し、
上記第1のレンズは上記密閉空間に位置する
前記(1)に記載の光コネクタ。

(3) 上記第1のレンズは1つまたは2つ以上のレンズからなる
前記(1)または(2)に記載の光コネクタ。

(4) 上記コネクタ本体は、上記発光体から出射された光が入射される第1の光学部と、上記第2のレンズを持つ第2の光学部からなる
前記(1)から(3)のいずれかに記載の光コネクタ。

(5) 上記第1のレンズは、上記第1の光学部および/または上記第2の光学部に含まれる

前記(4)に記載の光コネクタ。

(6) 上記発光体は光ファイバであり、

上記コネクタ本体は、上記光ファイバを挿入する挿入孔を有する
前記（１）から（５）のいずれかに記載の光コネクタ。

（７）上記第１のレンズは、上記挿入孔の底部分に存在する
前記（６）に記載の光コネクタ。

（８）上記挿入孔は、上記光ファイバが挿入固定されたフェルールを挿入
するための挿入孔である

前記（７）に記載の光コネクタ。

（９）上記コネクタ本体は、上記挿入孔の底部分に光路を変更するための
光路変更部を持ち、上記光ファイバから出射された光は上記光路変更部で光
路変更されて上記第１のレンズに入射される

前記（６）から（８）のいずれかに記載の光コネクタ。

（１０）上記発光体は、電気信号を光信号に変換する発光素子である
前記（１）から（５）のいずれかに記載の光コネクタ。

（１１）上記発光素子は上記コネクタ本体に接続されており、
上記発光素子から出射された光は光路変更されずに上記第１のレンズに入
射される

前記（１０）に記載の光コネクタ。

（１２）上記コネクタ本体は光路を変更するための光路変更部を持ち、
上記発光素子は基板に固定されており、
上記発光素子から出射された光は上記光路変更部で光路変更されて上記第
１のレンズに入射される

前記（１０）に記載の光コネクタ。

（１３）上記第２のレンズは、上記第１のレンズから出射される光をコリ
メート光に成形するためのレンズである

前記（１）から（１２）のいずれかに記載の光コネクタ。

（１４）上記コネクタ本体は、
光透過性材料からなり、
上記第１のレンズおよび上記第２のレンズを一体的に持つ

前記（１）から（１３）のいずれかに記載の光コネクタ。

（１５）上記コネクタ本体は、上記第１のレンズと上記第２のレンズの組み合わせを複数持つ

前記（１）から（１４）のいずれかに記載の光コネクタ。

（１６）上記コネクタ本体は凹状の光出射部を持ち、
上記第２のレンズは上記光出射部の底部分に位置する

前記（１）から（１５）のいずれかに記載の光コネクタ。

（１７）上記コネクタ本体は、前面側に、接続相手側のコネクタとの位置合わせをするための凸状あるいは凹状の位置規制部を一体的に持つ

前記（１）から（１６）のいずれかに記載の光コネクタ。

（１８）上記発光体をさらに備える

前記（１）から（１７）のいずれかに記載の光コネクタ。

（１９）プラグとしての光コネクタを有する光ケーブルであって、
上記光コネクタは、

発光体から出射された光を収束する第１のレンズと該第１のレンズで収束された光を成形して出射する第２のレンズを持つコネクタ本体を備える
光ケーブル。

（２０）レセプタクルとしての光コネクタを有する電子機器であって、
上記光コネクタは、

発光体から出射された光を収束する第１のレンズと該第１のレンズで収束された光を成形して出射する第２のレンズを持つコネクタ本体を備える
電子機器。

符号の説明

- [0117] 100・・・電子機器
101・・・光通信部
102・・・発光部
103, 104・・・光伝送路
105・・・受光部

200A, 200B . . . 光ケーブル
201A, 201B . . . ケーブル本体
300T, 300T-1~300T-10 . . . 送信側光コネクタ
300R . . . 受信側光コネクタ
311 . . . コネクタ本体
312 . . . 第1の光学部
313 . . . 第2の光学部
314 . . . 接着剤注入孔
315 . . . 光出射部
316 . . . 第2のレンズ
317 . . . 位置規制部
318 . . . 第1のレンズ
319 . . . 空間（密閉空間）
320 . . . 光ファイバ挿入孔
321 . . . 接着剤
322 . . . 第1のレンズ
323 . . . フェルール
324 . . . 発光素子配置用孔
325 . . . 光ファイバ挿入孔
330 . . . 光ファイバ
331 . . . コア
340 . . . 発光素子
341 . . . 基板
342 . . . ミラー
332 . . . クラッド
351 . . . コネクタ本体
352 . . . 接着剤挿入孔
353 . . . 光入射部

- 354 . . . レンズ
- 355 . . . 位置規制部
- 356 . . . 光ファイバ挿入孔
- 357 . . . 接着剤
- 370 . . . 光ファイバ
- 371 . . . コア
- 372 . . . クラッド

請求の範囲

- [請求項1] 発光体から出射された光を収束する第1のレンズと該第1のレンズで収束された光を成形して出射する第2のレンズを持つコネクタ本体を備える
光コネクタ。
- [請求項2] 上記コネクタ本体は密閉空間を有し、
上記第1のレンズは上記密閉空間に位置する
請求項1に記載の光コネクタ。
- [請求項3] 上記第1のレンズは1つまたは2つ以上のレンズからなる
請求項1に記載の光コネクタ。
- [請求項4] 上記コネクタ本体は、上記発光体から出射された光が入射される第1の光学部と、上記第2のレンズを持つ第2の光学部からなる
請求項1に記載の光コネクタ。
- [請求項5] 上記第1のレンズは、上記第1の光学部および/または上記第2の光学部に含まれる
請求項4に記載の光コネクタ。
- [請求項6] 上記発光体は光ファイバであり、
上記コネクタ本体は、上記光ファイバを挿入する挿入孔を有する
請求項1に記載の光コネクタ。
- [請求項7] 上記第1のレンズは、上記挿入孔の底部分に存在する
請求項6に記載の光コネクタ。
- [請求項8] 上記挿入孔は、上記光ファイバが挿入固定されたフェルールを挿入するための挿入孔である
請求項7に記載の光コネクタ。
- [請求項9] 上記コネクタ本体は、上記挿入孔の底部分に光路を変更するための光路変更部を持ち、上記光ファイバから出射された光は上記光路変更部で光路変更されて上記第1のレンズに入射される
請求項6に記載の光コネクタ。

- [請求項10] 上記発光体は、電気信号を光信号に変換する発光素子である
請求項1に記載の光コネクタ。
- [請求項11] 上記発光素子は上記コネクタ本体に接続されており、
上記発光素子から出射された光は光路変更されずに上記第1のレンズに入射される
請求項10に記載の光コネクタ。
- [請求項12] 上記コネクタ本体は光路を変更するための光路変更部を持ち、
上記発光素子は基板に固定されており、
上記発光素子から出射された光は上記光路変更部で光路変更されて
上記第1のレンズに入射される
請求項10に記載の光コネクタ。
- [請求項13] 上記第2のレンズは、上記第1のレンズから出射される光をコリメ
ート光に成形するためのレンズである
請求項1に記載の光コネクタ。
- [請求項14] 上記コネクタ本体は、
光透過性材料からなり、
上記第1のレンズおよび上記第2のレンズを一体的に持つ
請求項1に記載の光コネクタ。
- [請求項15] 上記コネクタ本体は、上記第1のレンズと上記第2のレンズの組み
合わせを複数持つ
請求項1に記載の光コネクタ。
- [請求項16] 上記コネクタ本体は凹状の光出射部を持ち、
上記第2のレンズは上記光出射部の底部分に位置する
請求項1に記載の光コネクタ。
- [請求項17] 上記コネクタ本体は、前面側に、接続相手側のコネクタとの位置合
わせをするための凸状あるいは凹状の位置規制部を一体的に持つ
請求項1に記載の光コネクタ。
- [請求項18] 上記発光体をさらに備える

請求項 1 に記載の光コネクタ。

[請求項19]

プラグとしての光コネクタを有する光ケーブルであって、

上記光コネクタは、

発光体から出射された光を収束する第 1 のレンズと該第 1 のレンズで収束された光を成形して出射する第 2 のレンズを持つコネクタ本体を備える

光ケーブル。

[請求項20]

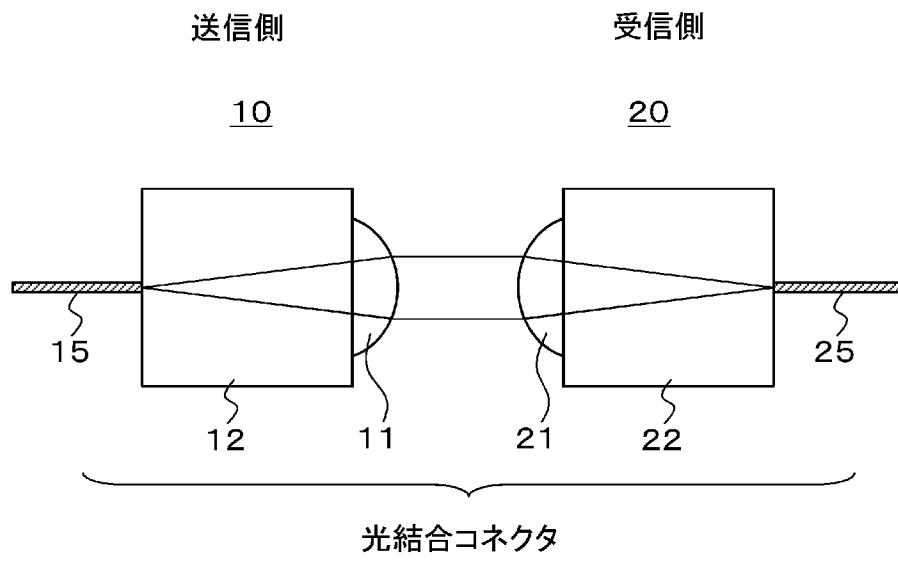
レセプタクルとしての光コネクタを有する電子機器であって、

上記光コネクタは、

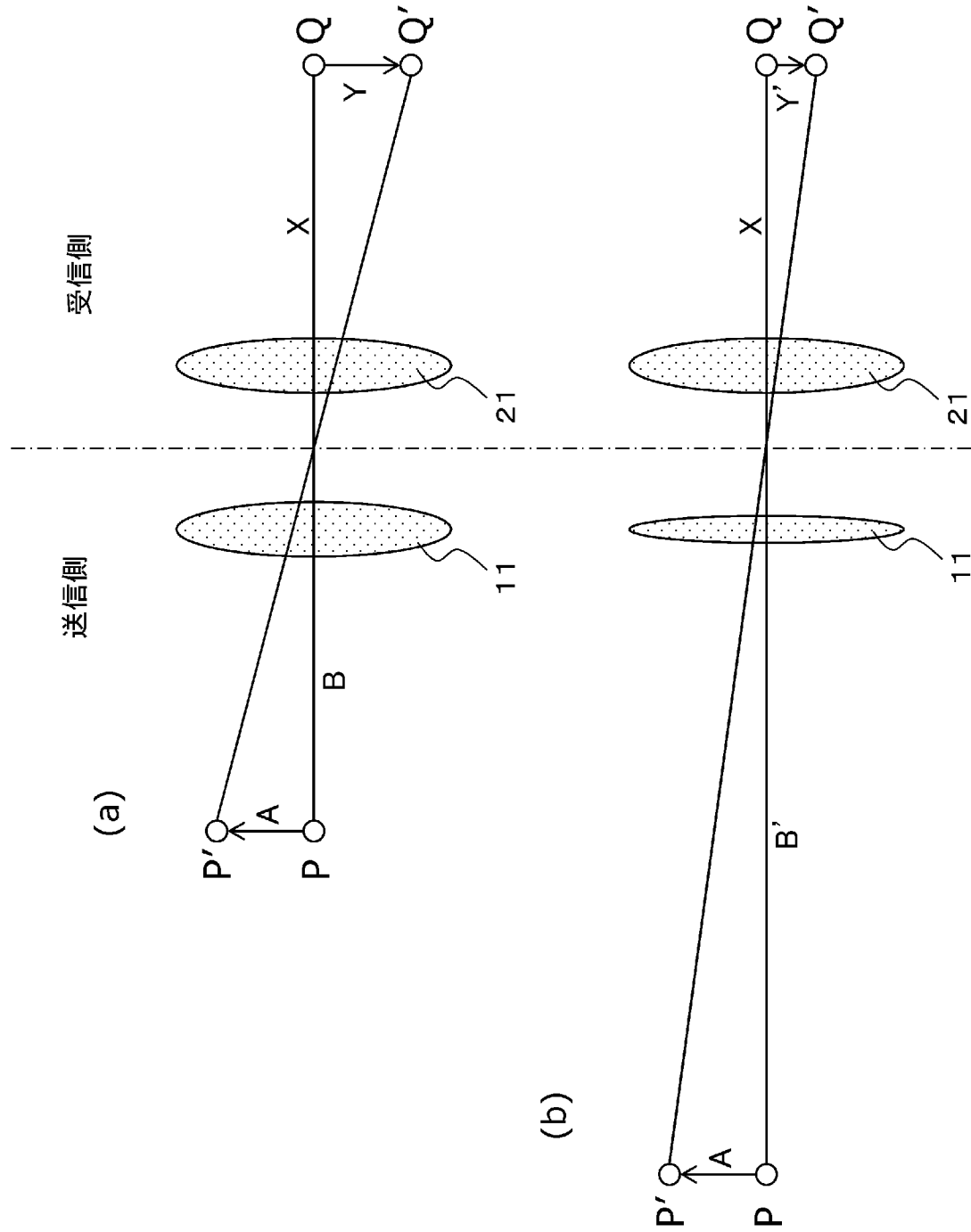
発光体から出射された光を収束する第 1 のレンズと該第 1 のレンズで収束された光を成形して出射する第 2 のレンズを持つコネクタ本体を備える

電子機器。

[図1]



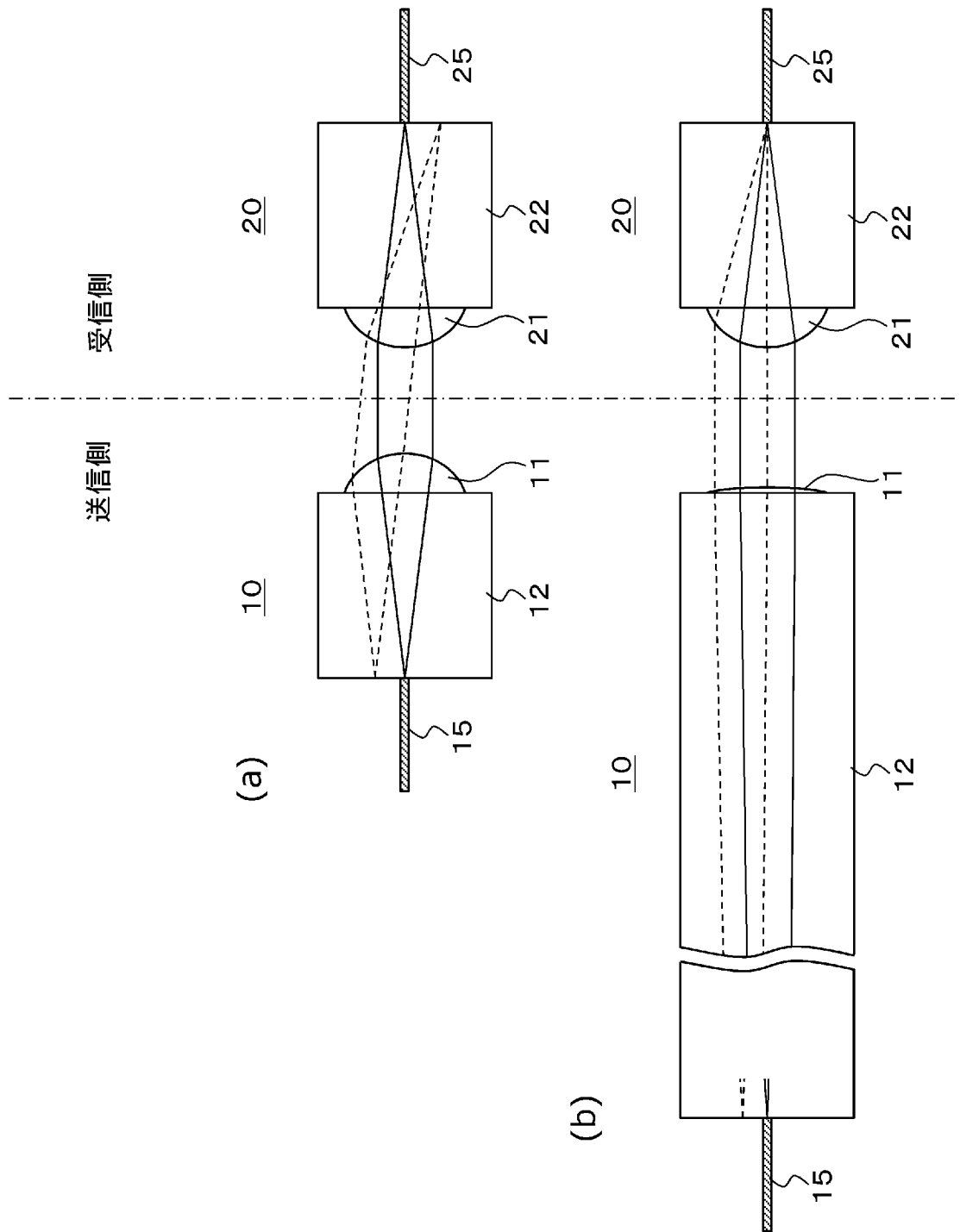
[図2]



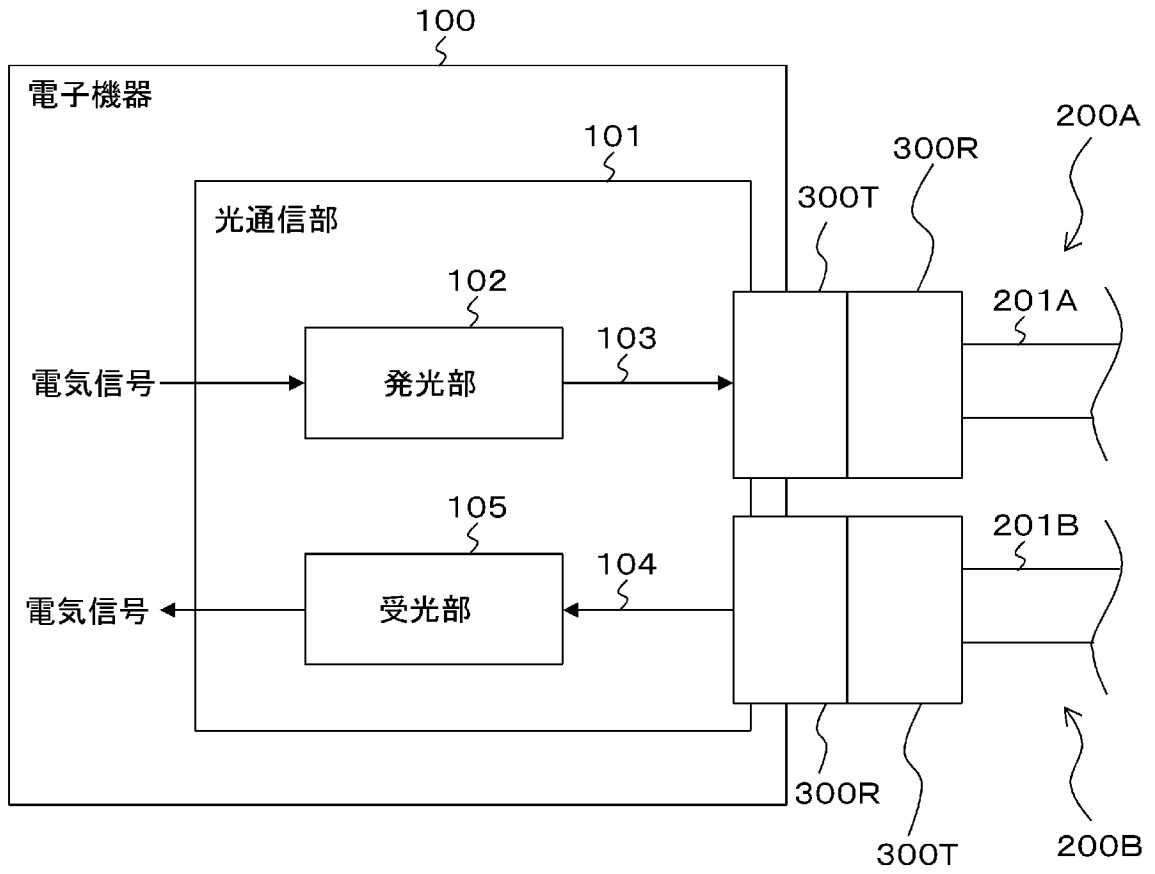
$$Y/A = X/B$$

(Bを大きくするとYは減る)

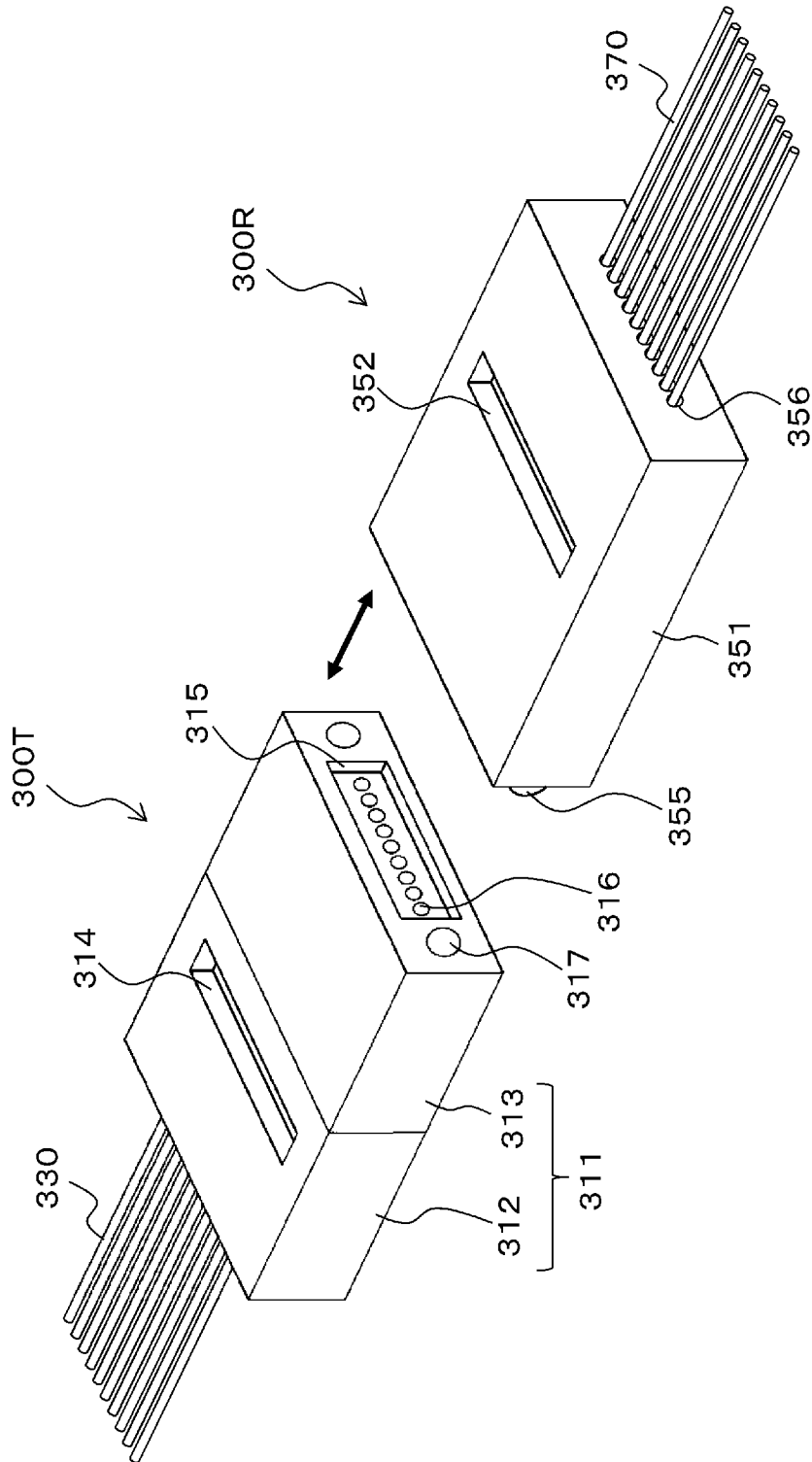
[図3]



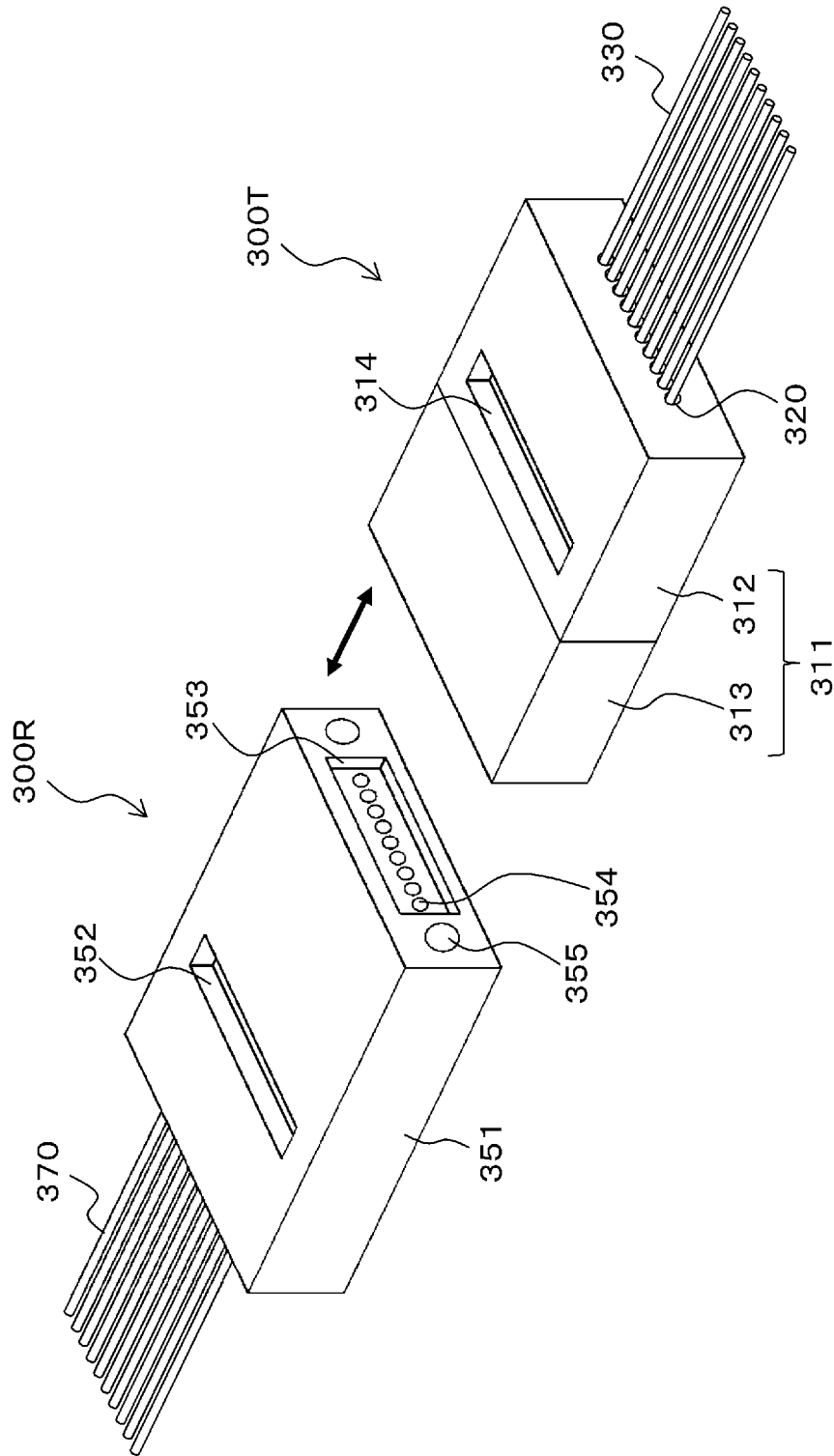
[図4]



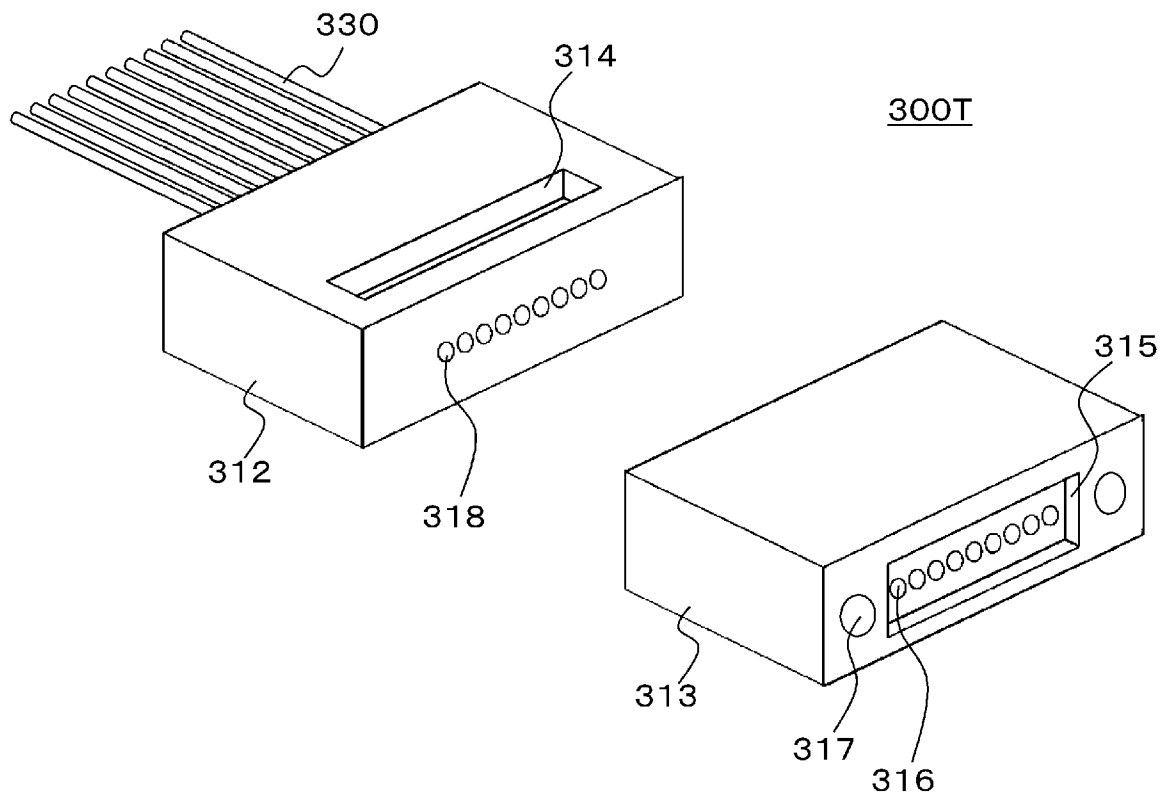
[図5]



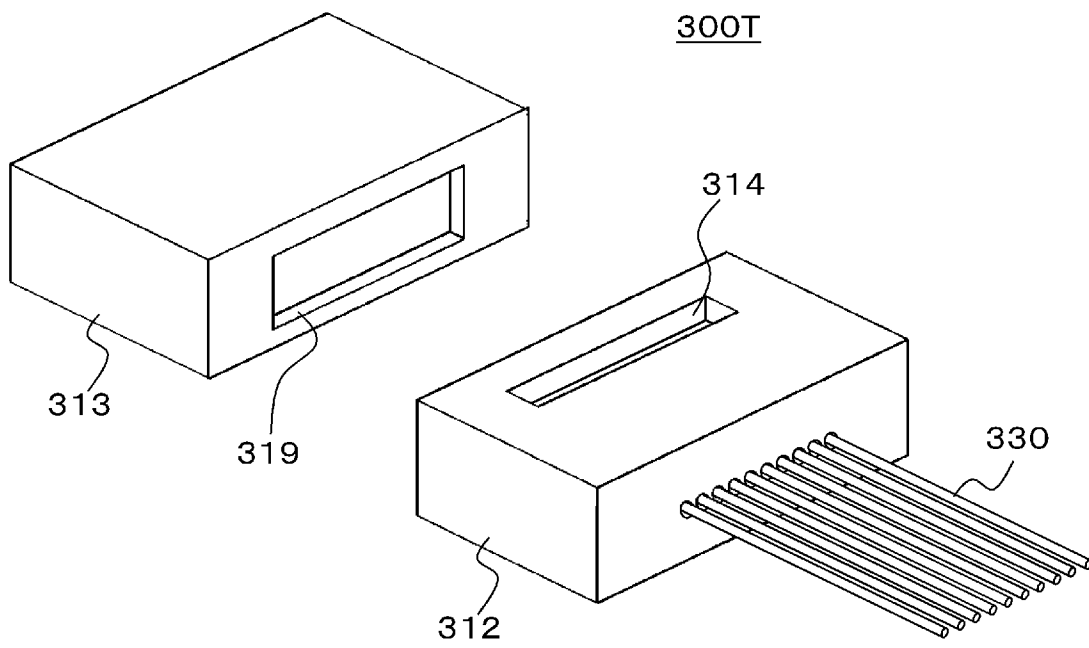
[図6]



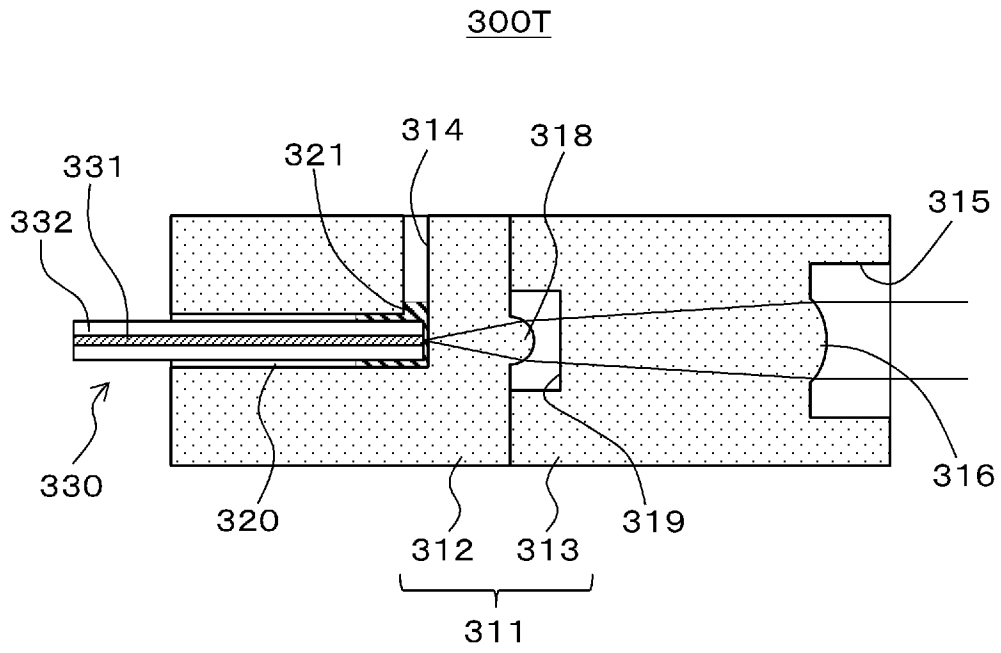
[図7]



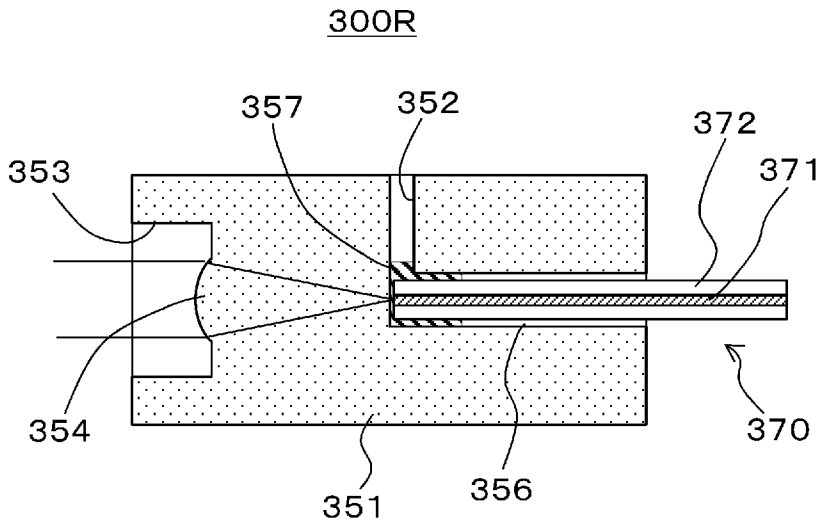
[図8]



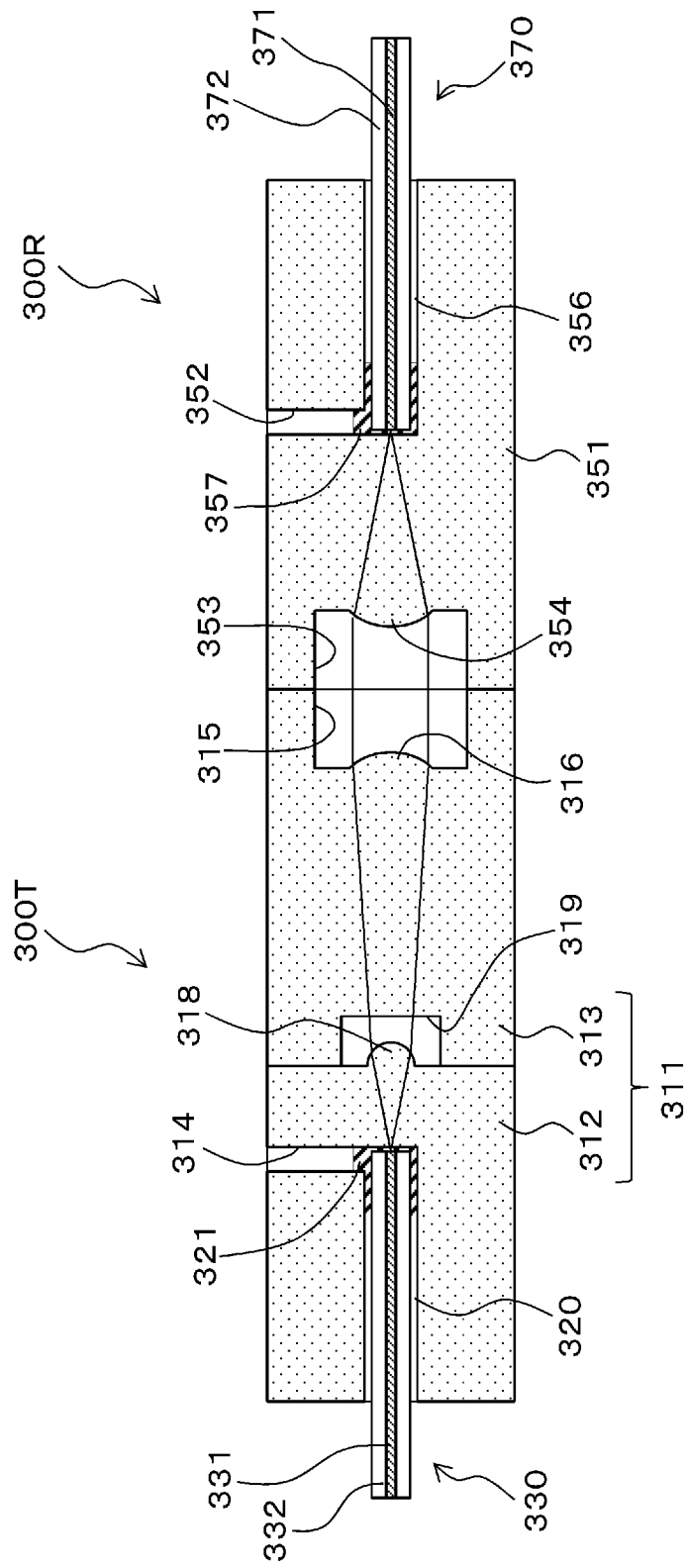
[図9]



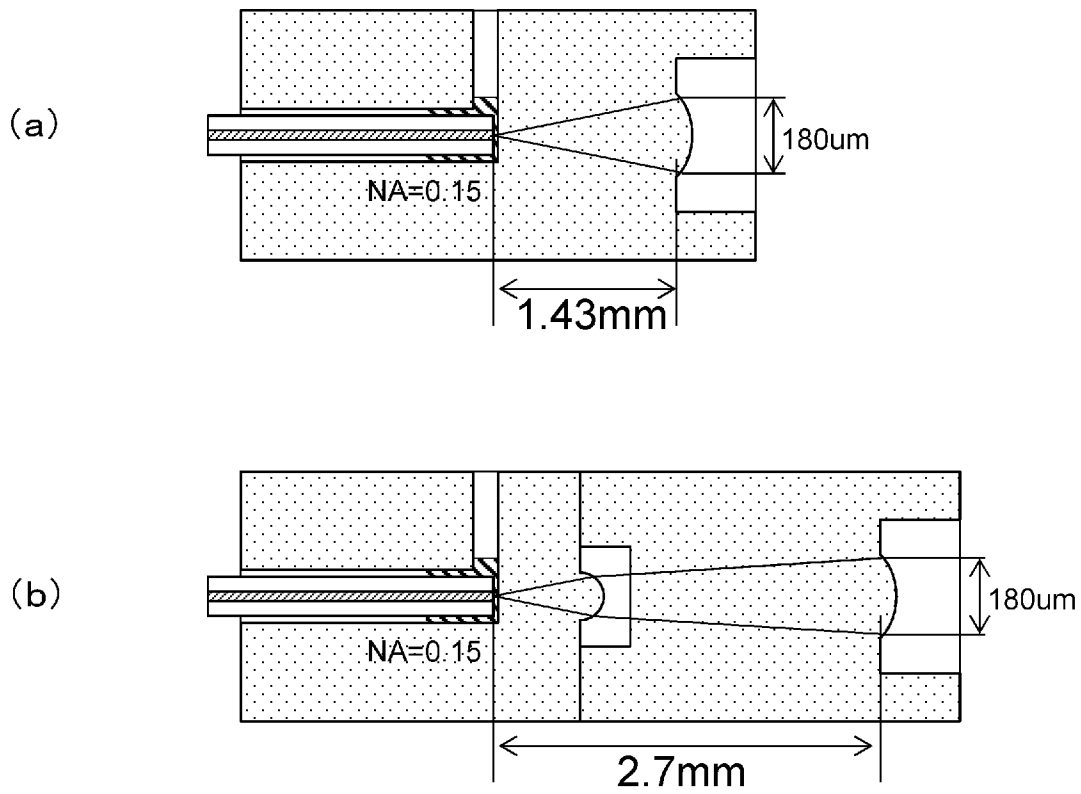
[図10]



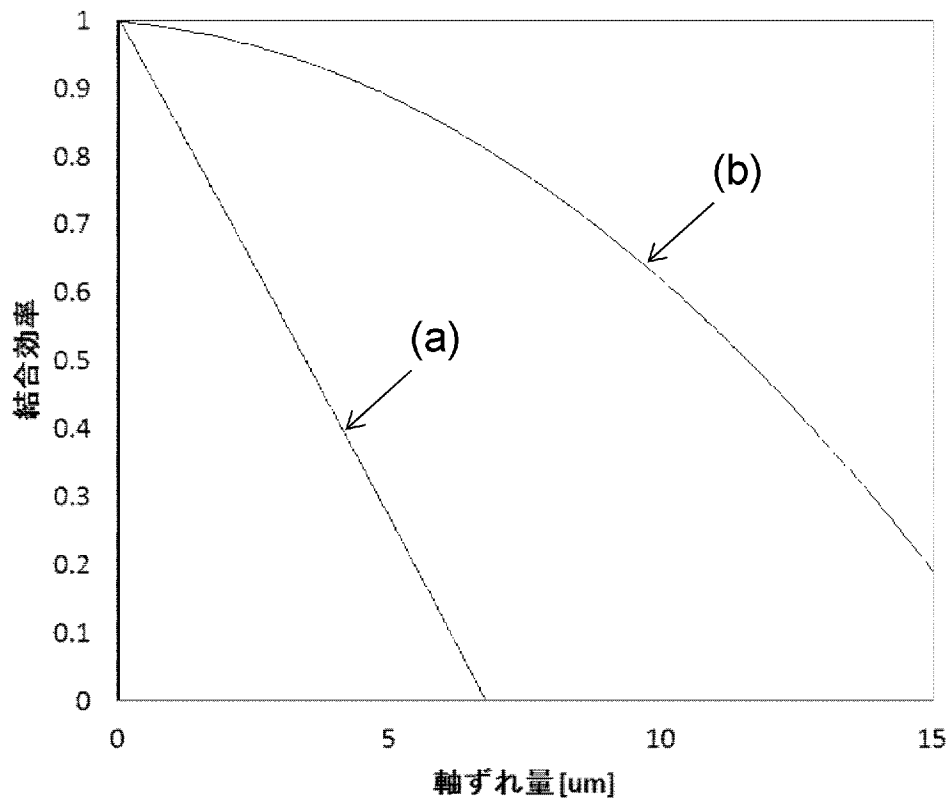
[図11]



[図12]

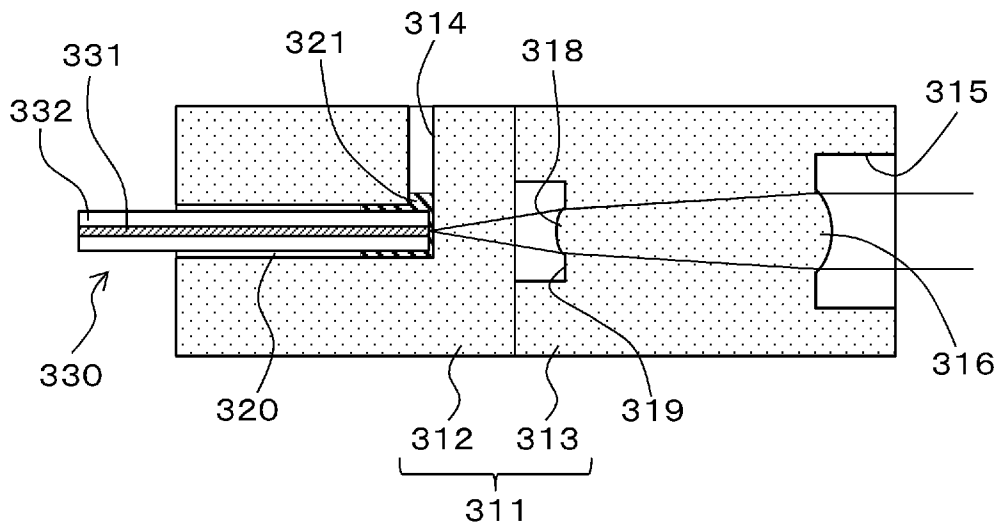


[図13]



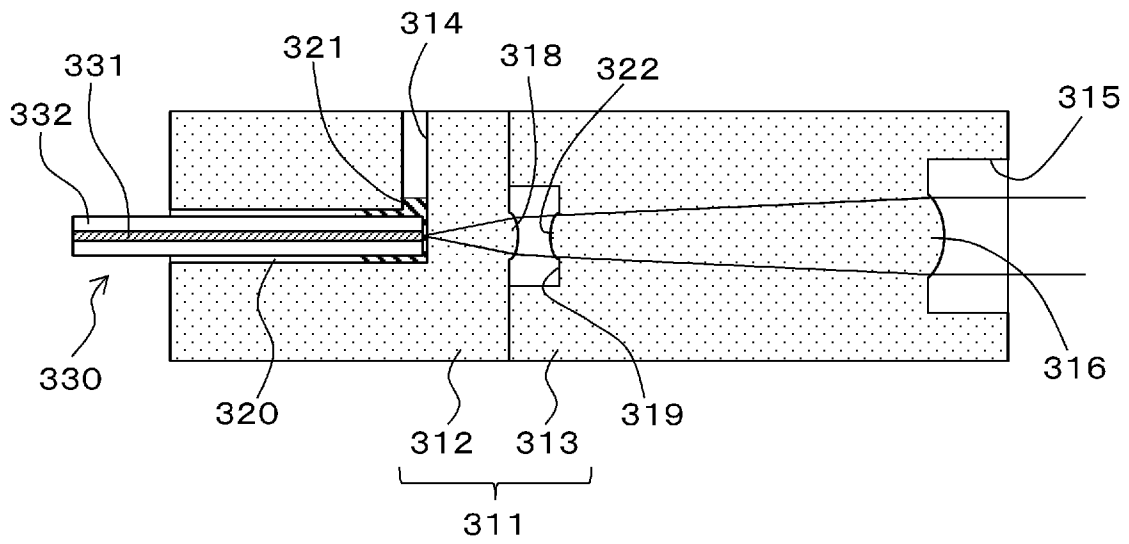
[図14]

300T-1



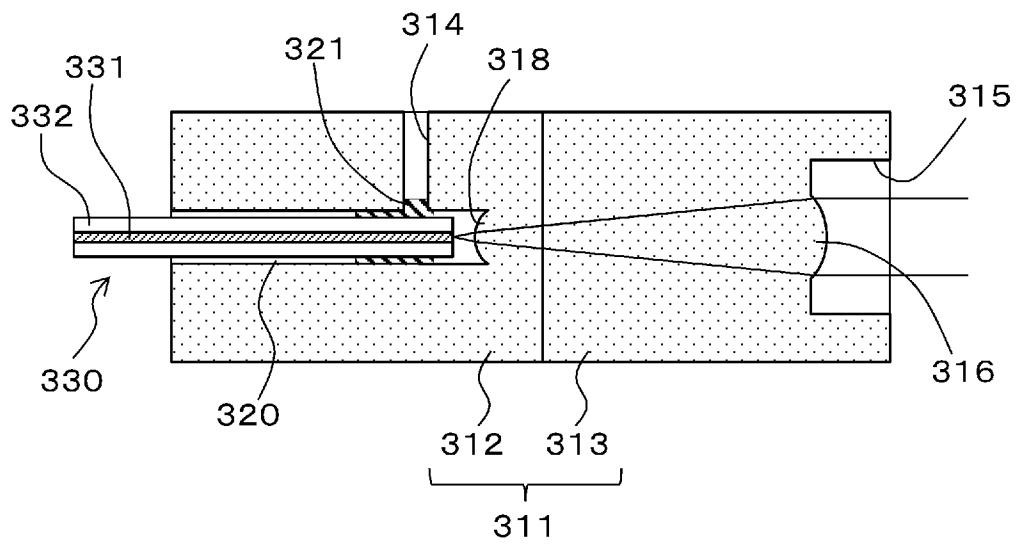
[図15]

300T-2



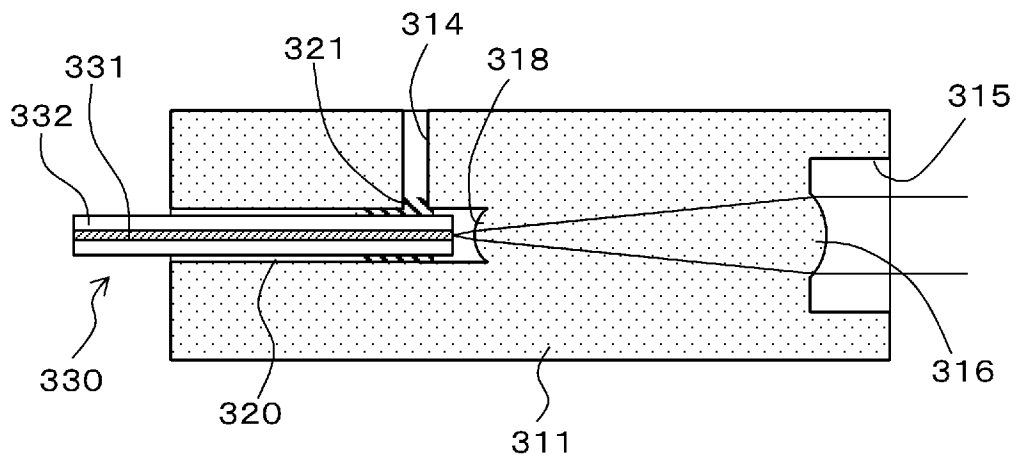
[図16]

300T-3



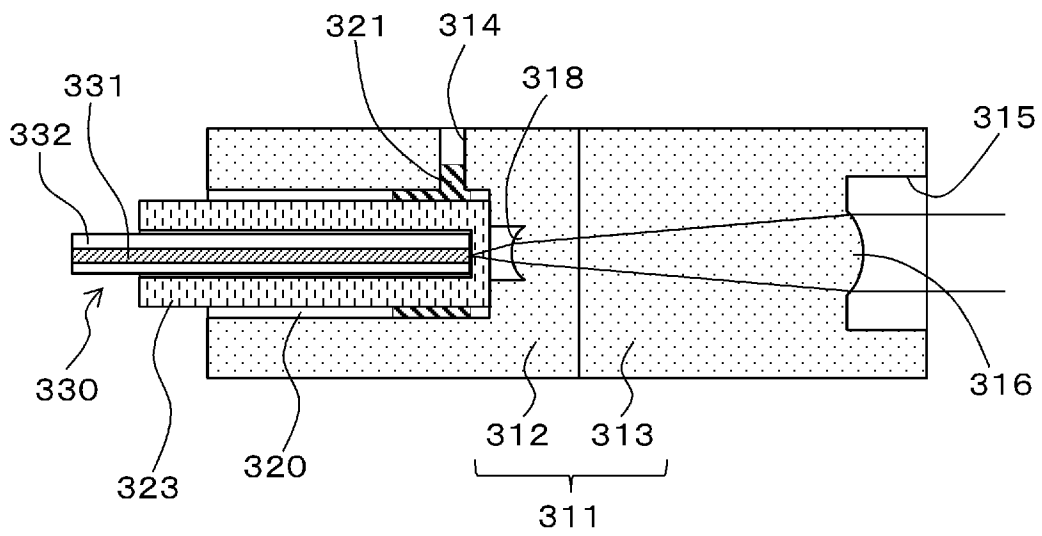
[図17]

300T-4



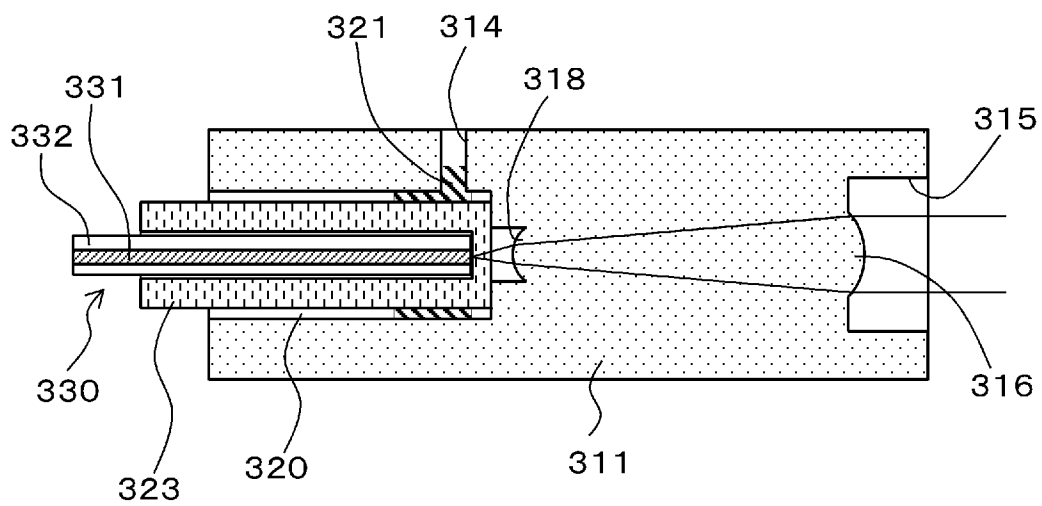
[図18]

300T-5



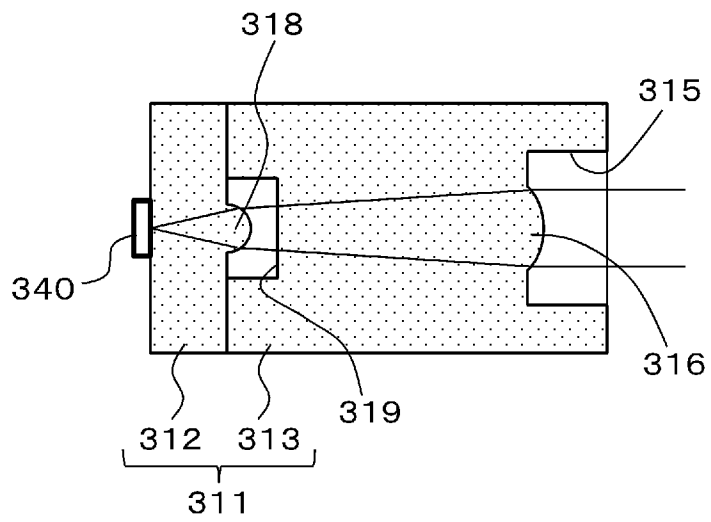
[図19]

300T-6



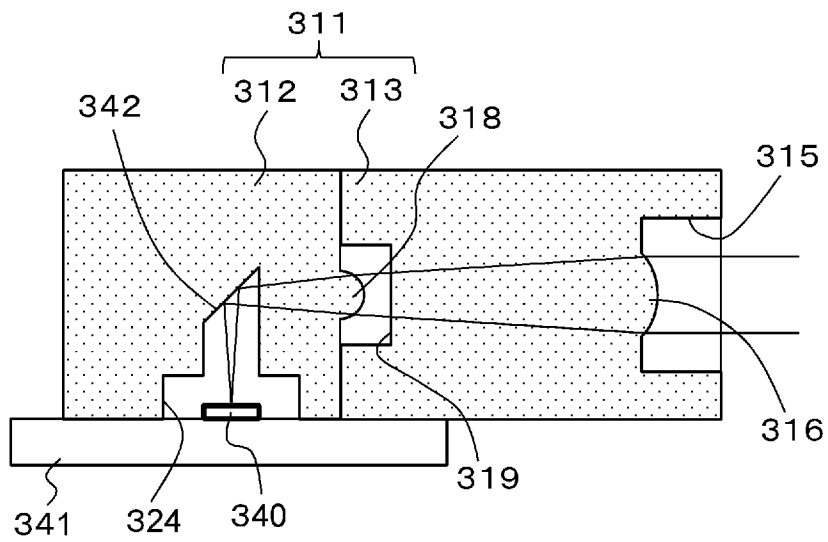
[図20]

300T-7

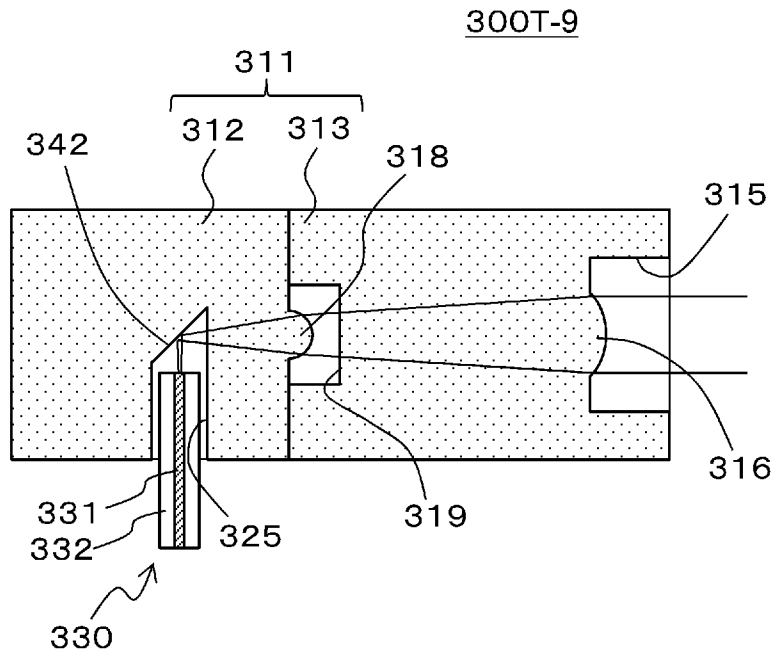


[図21]

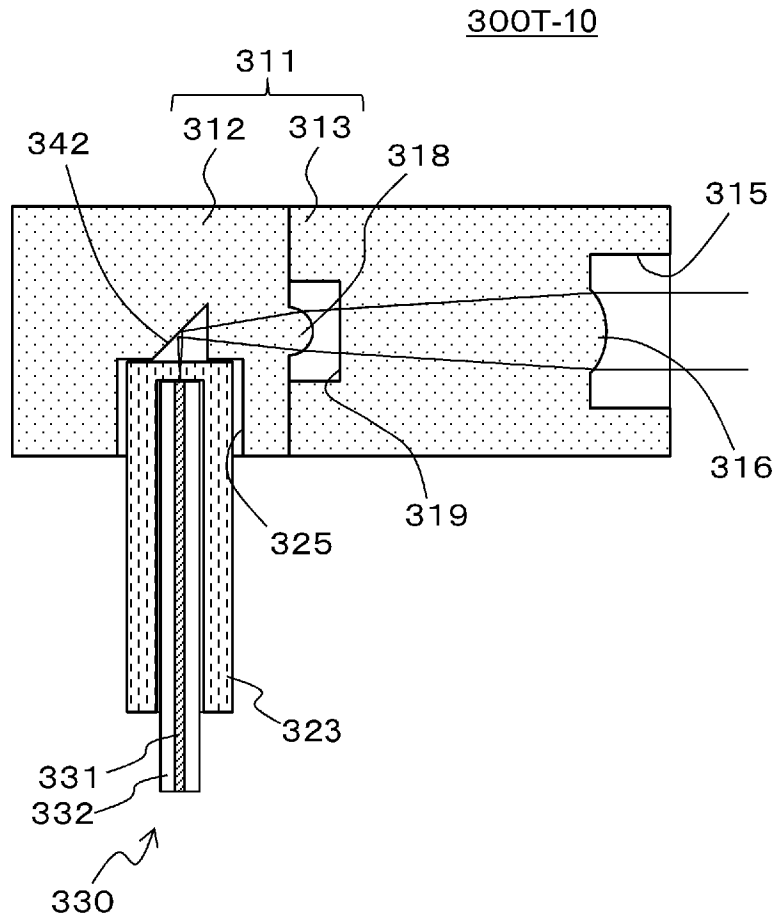
300T-8



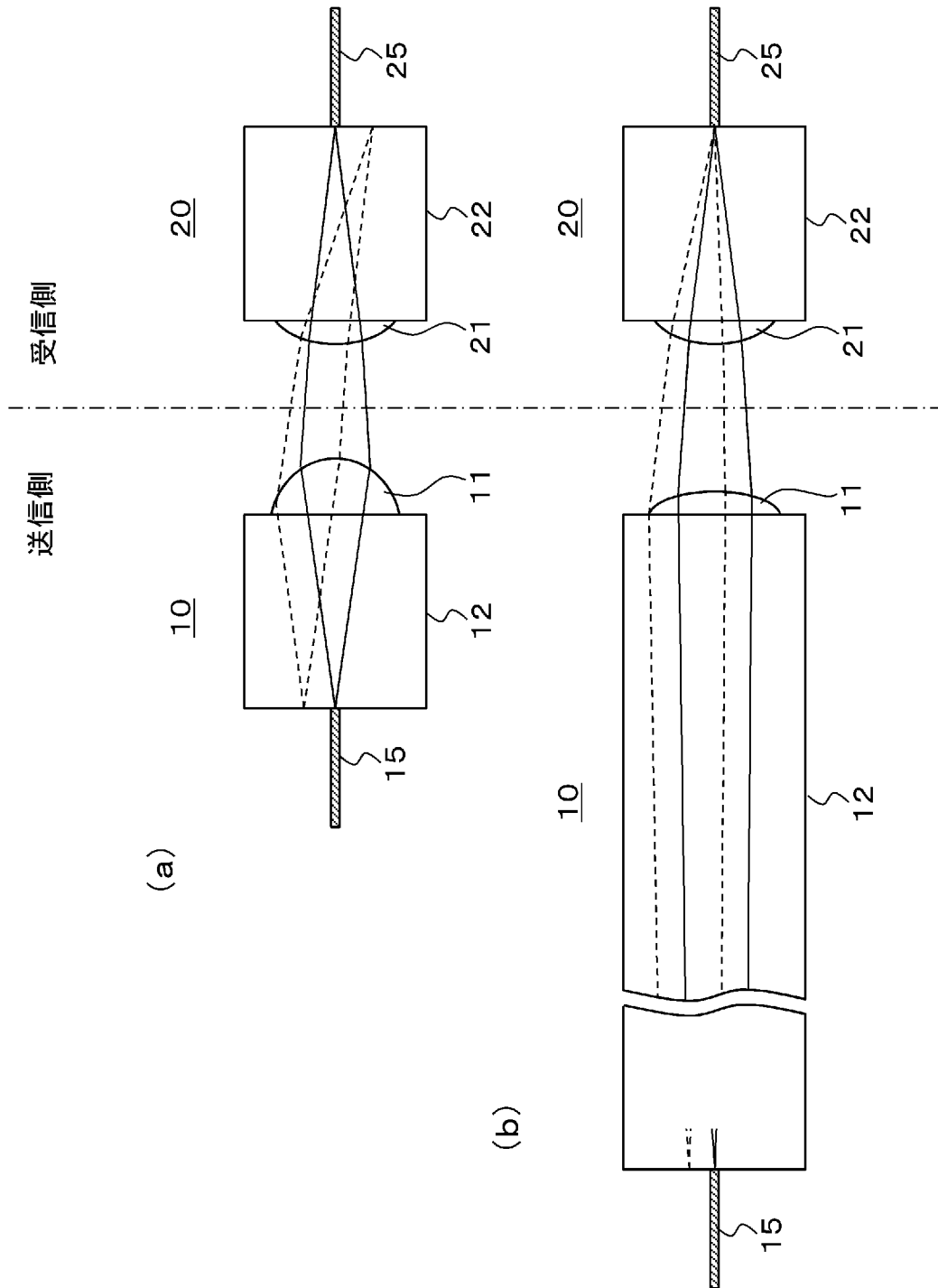
[図22]



[図23]



[図24]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/045586

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G02B6/36 (2006.01) i, G02B6/32 (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)

Int. Cl. G02B6/24, G02B6/255-6/27, G02B6/30-6/34, G02B6/36-6/43

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 1971-2019
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2019
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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	JP 2003-098317 A (RICOH CO., LTD.) 03 April 2003, paragraphs [0021]-[0024], [0048], fig. 1-4, 12 (Family: none)	1-7, 13-15, 18 2, 6-9, 13, 16, 20
X Y	JP 6401888 B1 (KYOCERA CORP.) 14 September 2018, paragraphs [0018]-[0079], fig. 1-17 & WO 2018/229992 A1	1, 3-7, 13-19 2, 6-9, 13, 16, 20
X Y	JP 2015-031818 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 16 February 2015, paragraphs [0030]-[0047], [0055], [0056], [0074], [0075], fig. 1-3, 6 (a) (Family: none)	1, 3-6, 9-12, 14-16, 18-19 2, 6-8, 10, 12-13, 16, 20

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" 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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 13.12.2019	Date of mailing of the international search report 24.12.2019
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/JP2019/045586

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2017-049613 A (ENPLAS CORP.) 09 March 2017, paragraphs [0026]-[0042], [0120], fig. 1-4	1-5, 10-11, 14-19
Y	(Family: none)	6-8, 10, 12, 16, 20
X	JP 2014-145987 A (AUTONETWORKS TECHNOLOGIES, LTD.) 14 August 2014, paragraphs [0019]-[0046], fig. 1-6 & WO 2014/119353 A1	1-7, 9, 14-19
Y		6-8, 10, 12, 16, 20
X	JP 2015-018039 A (AUTONETWORKS TECHNOLOGIES, LTD.) 29 January 2015, paragraphs [0013]-[0019], [0025], fig. 1 (Family: none)	1, 3-8, 10, 12, 14-16, 18-20
Y		2, 6-8, 10, 12, 16, 20
Y	JP 2012-032727 A (YAZAKI CORP.) 16 February 2012, paragraphs [0053]-[0055], fig. 4, 8, 9 (Family: none)	6-8
Y	JP 2012-003245 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 05 January 2012, paragraphs [0020], [0021], fig. 2, 4 & US 2011/0280522 A1, paragraph [0027], fig. 1, 2 & CN 102253460 A & KR 10-2011-0126552 A	9
Y	CN 104570234 A (HON HAI PRECISION INDUSTRY CO., LTD.) 29 April 2015, fig. 1-4 (Family: none)	16

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B6/36(2006.01)i, G02B6/32(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. G02B6/24, G02B6/255-6/27, G02B6/30-6/34, G02B6/36-6/43

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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	JP 2003-098317 A (株式会社リコー) 2003.04.03, [0021]-[0024], [0048], 図 1-4, 12 (ファミリーなし)	1-7, 13-15, 18 2, 6-9, 13, 16, 20
X Y	JP 6401888 B1 (京セラ株式会社) 2018.09.14, [0018]-[0079], 図 1-17 & WO 2018/229992 A1	1, 3-7, 13-19 2, 6-9, 13, 16, 20

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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

13.12.2019

国際調査報告の発送日

24.12.2019

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)

奥村 政人

2 L

4 7 5 2

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
X Y	JP 2015-031818 A (住友電気工業株式会社) 2015. 02. 16, [0030]-[0047], [0055]-[0056], [0074]-[0075], 図 1-3, 6(a) (ファミ リーなし)	1, 3-6, 9-12, 14-16, 18-19 2, 6-8, 10, 12-13, 16, 20
X Y	JP 2017-049613 A (株式会社エンプラス) 2017. 03. 09, [0026]-[0042], [0120], 図 1-4 (ファミリーなし)	1-5, 10-11, 14-19 6-8, 10, 12, 16, 20
X Y	JP 2014-145987 A (株式会社オートネットワーク技術研究所) 2014. 08. 14, [0019]-[0046], 図 1-6 & WO 2014/119353 A1	1-7, 9, 14-19 6-8, 10, 12, 16, 20
X Y	JP 2015-018039 A (株式会社オートネットワーク技術研究所) 2015. 01. 29, [0013]-[0019], [0025], 図 1 (ファミリーなし)	1, 3-8, 10, 12, 14-16, 18-20 2, 6-8, 10, 12, 16, 20
Y	JP 2012-032727 A (矢崎総業株式会社) 2012. 02. 16, [0053]-[0055], 図 4, 8-9 (ファミリーなし)	6-8
Y	JP 2012-003245 A (住友電気工業株式会社) 2012. 01. 05, [0020]-[0021], 図 2, 4 & US 2011/0280522 A1, [0027], 図 1-2 & CN 102253460 A & KR 10-2011-0126552 A	9
Y	CN 104570234 A (HON HAI PRECISION INDUSTRY CO., LTD.) 2015. 04. 29, 図 1-4 (ファミリーなし)	16