

(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
2025年1月9日(09.01.2025)



(10) 国際公開番号

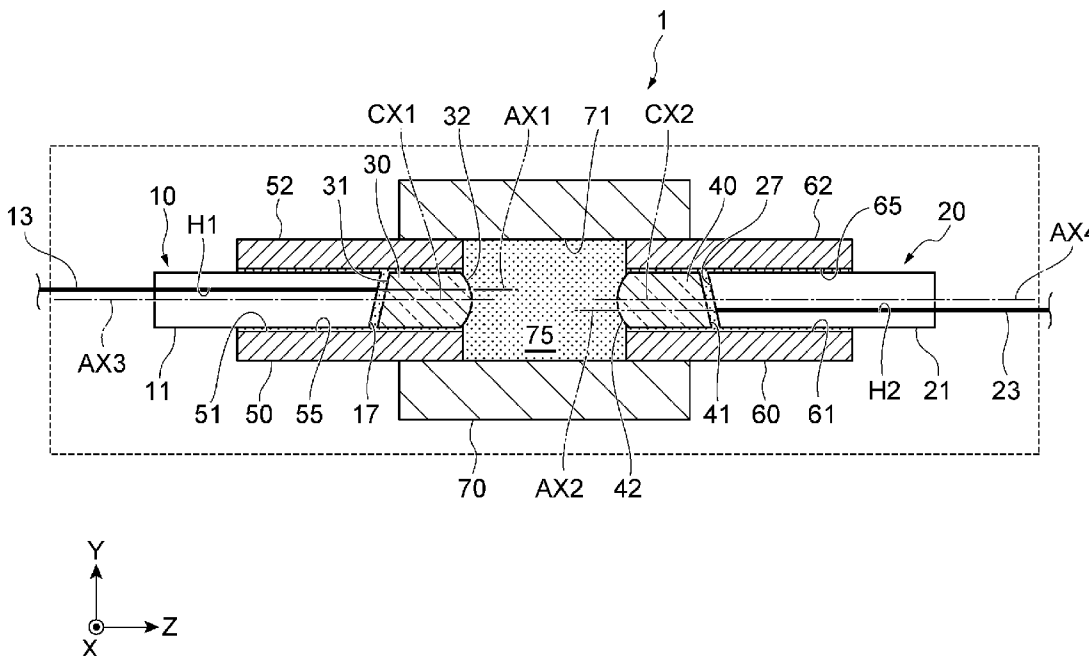
WO 2025/009508 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 6/32 (2006.01) G02B 6/02 (2006.01)
(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/023814
(22) 国際出願日: 2024年7月1日(01.07.2024)
(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 2023-109871 2023年7月4日(04.07.2023) JP
(71) 出願人: 住友電気工業株式会社
(SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.)
[JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜
四丁目5番33号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 田中正人 (TANAKA Masato);
〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5
番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).
島川修 (SHIMAKAWA Osamu); 〒5410041 大
阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 田澤
英久 (TAZAWA Hidehisa); 〒5410041 大阪府大
阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電
気工業株式会社内 Osaka (JP).
(74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外 (HASEGAWA Yoshiki
et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二
丁目1番1号 丸の内 M Y P L A Z A
(明治安田生命ビル) 9階 創英国際特
許法律事務所 Tokyo (JP).

(54) Title: OPTICAL CONNECTION STRUCTURE AND METHOD FOR MANUFACTURING OPTICAL CONNEC-
TION STRUCTURE

(54) 発明の名称: 光接続構造体、及び、光接続構造体の製造方法



(57) Abstract: In an optical connection structure 1, a first lens and a second lens are arranged in order from a first optical fiber assembly toward a second optical fiber assembly between the first optical fiber assembly and the second optical fiber assembly. At a first end surface, an axis passing through the center of gravity of at least one first fiber core is displaced in the vertical section direction of the at least one first fiber core with respect to the optical axis of the first lens.

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約: 光接続構造体1において、第1レンズと第2レンズとが、第1光ファイバアセンブリと第2光ファイバアセンブリとの間において、第1光ファイバアセンブリから第2光ファイバアセンブリに向かって順に配列されている。第1端面において、少なくとも1つの第1ファイバコアの重心を通る軸が、第1レンズの光軸に対して、少なくとも1つの第1ファイバコアの垂直断面方向にずれている。

明 細 書

発明の名称：光接続構造体、及び、光接続構造体の製造方法

技術分野

[0001] 本開示は、光接続構造体、及び、光接続構造体の製造方法に関するものである。本出願は、2023年7月4日に提出された日本出願の特願2023-109871に基づく優先権を主張し、前記日本出願に記載された全ての記載内容を援用する。

背景技術

[0002] 一対の光ファイバアセンブリを光結合する光接続構造体が知られている。光ファイバアセンブリは、光ファイバを含んでいる。例えば、特許文献1及び特許文献2は、一対の光ファイバアセンブリの間に一対のレンズを配列した光接続構造体が開示されている。一対の光ファイバアセンブリは、一対のレンズによって光結合されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2016-109887号公報

特許文献2：特開2013-065002号公報

発明の概要

[0004] 本開示の一側面に係る光接続構造体は、第1光ファイバアセンブリと、第2光ファイバアセンブリと、第1レンズ及び第2レンズと、を備えている。第1光ファイバアセンブリは、少なくとも1つの第1ファイバコアを含んでいる。第1光ファイバアセンブリは、第1端面を有している。第1端面は、少なくとも1つの第1ファイバコアが露出している。第2光ファイバアセンブリは、少なくとも1つの第2ファイバコアを含んでいる。第2光ファイバアセンブリは、第2端面を有している。第2端面は、少なくとも1つの第2ファイバコアが露出していると共に第1端面と光結合する。第1レンズと第2レンズとは、第1光ファイバアセンブリと第2光ファイバアセンブリとの

間において、第1光ファイバアセンブリから第2光ファイバアセンブリに向かって順に配列されている。第1端面において、少なくとも1つの第1ファイバコアの重心を通る軸が、第1レンズの光軸に対して、少なくとも1つの第1ファイバコアの垂直断面に沿った方向にずれている。

図面の簡単な説明

[0005] [図1] 図1は、実施形態における光接続構造体の光軸方向に沿った断面図である。

[図2] 図2は、光ファイバアセンブリの構造を示す概略図である。

[図3] 図3は、光ファイバの端面を示す図である。

[図4] 図4は、光接続構造体の構成を説明するための概略図である。

[図5] 図5は、光接続構造体の構成を説明するための概略図である。

[図6] 図6は、本実施形態の変形例における光接続構造体の光軸方向に沿った断面図である。

[図7] 図7は、本実施形態の変形例における光接続構造体の光軸方向に沿った断面図である。

[図8] 図8は、本実施形態の変形例における光ファイバアセンブリの構造を示す概略図である。

[図9] 図9(a)から図9(c)は、レンズにおける反射光を説明するための概略図である。

[図10] 図10(a)から図10(d)は、本実施形態の変形例における光接続構造体に含まれるレンズを示す概略図である。

[図11] 図11は、本実施形態の変形例における光接続構造体の光ファイバの断面図である。

発明を実施するための形態

[0006] [本開示が解決しようとする課題]

上述した光接続構造体においてレンズが用いられる場合、レンズの端面において反射された光の一部が戻り光として光ファイバの端面に入射するおそれがある。戻り光は、様々な不具合を引き起こすおそれがある。例えば、戻

り光は、光接続構造体の上流に配置された増幅器又はレーザの動作を不安定にし、それらの性能を劣化させる。戻り光が生じれば、双方向伝送において信号品質も劣化する。この結果、光伝送の品質が劣化するおそれがある。

[本開示の効果]

[0007] 本開示によれば、一对の光ファイバアセンブリを用いた光伝送の品質を向上する光接続構造体、及び、光接続構造体の製造方法を提供することができる。

[本開示の実施形態の説明]

[0008] 最初に本開示の実施形態を列記して説明する。

[0009] (1) 本開示の実施形態に係る光接続構造体は、第1光ファイバアセンブリと、第2光ファイバアセンブリと、第1レンズ及び第2レンズと、を備えている。第1光ファイバアセンブリは、少なくとも1つの第1ファイバコアを含んでいる。第1光ファイバアセンブリは、第1端面を有している。第1端面は、少なくとも1つの第1ファイバコアが露出している。第2光ファイバアセンブリは、少なくとも1つの第2ファイバコアを含んでいる。第2光ファイバアセンブリは、第2端面を有している。第2端面は、少なくとも1つの第2ファイバコアが露出していると共に第1端面と光結合する。第1レンズと第2レンズとは、第1光ファイバアセンブリと第2光ファイバアセンブリとの間において、第1光ファイバアセンブリから第2光ファイバアセンブリに向かって順に配列されている。第1端面において、少なくとも1つの第1ファイバコアの重心を通る軸が、第1レンズの光軸に対して少なくとも1つの第1ファイバコアの垂直断面に沿った方向にずれている。

[0010] この場合、第1レンズにおける反射光について、第1ファイバコアへの入射が抑制され得る。この結果、光伝送の品質が向上する。

[0011] (2) 上記(1)の光接続構造体において、第1光ファイバアセンブリは、少なくとも1つの第1ファイバコアとして、複数の第1ファイバコアを含んでおり、第1端面において、少なくとも1つの第1ファイバコアの重心を通る軸が、第1レンズの光軸に対して、第一端面において少なくとも1つの

第1ファイバコアのうちの2つが並ぶ方向に対して直交する方向にずれていてもよい。この場合、複数のファイバコアを有する一对の光ファイバアセンブリ間の光伝送の品質が向上する。

[0012] (3) 上記(2)の光接続構造体において、第1光ファイバアセンブリは、キャピラリと、マルチコアファイバとを含んでもよい。キャピラリは、第1光ファイバアセンブリの長尺方向に沿って延在する少なくとも1つの孔を有していてもよい。マルチコアファイバは、上記孔に設けられていてもよい。マルチコアファイバは、複数の第1ファイバコアを含んでもよい。この場合、マルチコアファイバがキャピラリによって位置決めされるため、第1レンズの光軸に対して、第1ファイバコアの重心を通る軸がずれた構成が容易に実現されると共に信頼性も向上し得る。

[0013] (4) 上記(2)の光接続構造体において、第1光ファイバアセンブリは、キャピラリと、複数のシングルコアファイバとを含んでもよい。キャピラリは、当該第1光ファイバアセンブリの長尺方向に沿って延在する複数の孔を有していてもよい。複数のシングルコアファイバは、複数の孔のそれぞれに設けられていてもよい。複数のシングルコアファイバの各々は、第1ファイバコアを含んでもよい。この場合、複数のシングルコアファイバがキャピラリによって位置決めされるため、第1レンズの光軸に対して、第1ファイバコアの重心を通る軸がずれた構成が容易に実現されると共に信頼性も向上し得る。

[0014] (5) 上記(2)から(4)のいずれか一つの光接続構造体において、複数の第1ファイバコアは3つ以上あって、第1端面において、3つ以上の第1ファイバコアは一行に配列されており、上記3つ以上の第1ファイバコアの重心を通る軸は、第1レンズの光軸に対して上記3つ以上の第1ファイバコアの配列方向と直交する方向にずれていてもよい。この場合、第1レンズにおける反射光について、第1ファイバコアへの入射がさらに抑制され得る。

[0015] (6) 上記(2)から(5)のいずれか一つの光接続構造体において、第

2端面において、少なくとも1つの第2ファイバコアの重心を通る軸が、第2レンズの光軸に対して、少なくとも1つの第2ファイバコアのうちの2つが並ぶ方向に対して直交する方向にずれていてもよい。この場合、第2レンズにおける反射光について、第2ファイバコアへの入射が抑制され得る。この結果、双方向光伝送の品質が向上する。

[0016] (7) 上記(2)から(6)のいずれか一つの光接続構造体において、第2光ファイバアセンブリは、少なくとも1つの第2ファイバコアとして、複数の第2ファイバコアを含んでおり、

[0017] $(P2/P1) \times 0.9 \leq f2/f1 \leq (P2/P1) \times 1.1$

[0018] なる関係が満たされていてもよい。第1レンズの焦点距離が“ $f1$ ”であり、第2レンズの焦点距離が“ $f2$ ”であり、第1端面における複数の第1ファイバコアのコアピッチが“ $P1$ ”であり、第2端面における複数の第2ファイバコアのコアピッチが“ $P2$ ”である。この場合、入射光の漏れがさらに抑制され、光ファイバの光損失がさらに抑制され得る。

[0019] (8) 上記(1)から(7)のいずれか一つの光接続構造体において、第1端面は、垂直断面に対して傾斜していてもよい。この場合、第1端面において反射した反射光について、第1ファイバコアにおける光結合が抑制され得る。

[0020] (9) 上記(1)から(8)のいずれか一つの光接続構造体において、第1レンズは、第1端面と対向する対向面を有していてもよい。対向面は、第1レンズの光軸に対して傾斜していてもよい。この場合、対向面において反射した反射光について、第1ファイバコアへの入射が抑制され得る。

[0021] (10) 上記(1)から(9)のいずれか一つの光接続構造体において、第1レンズの光軸方向から見た第1端面における少なくとも1つの第1ファイバコアの配列の形状と、第2レンズの光軸方向から見た第2端面における少なくとも1つの複数の第2ファイバコアの配列の形状とは、互いに相似形であってもよい。この場合、ファイバコア間において光損失が低減される。

[0022] (11) 上記(1)から(10)のいずれか一つの光接続構造体において

、少なくとも1つの第1ファイバコアは、第1端面において拡大されていてもよい。この場合、第1及び第2レンズによって、ビーム径が拡大されても、入射光の漏れがさらに抑制され、光ファイバの光損失がさらに抑制される。

[0023] (12) 本開示の実施形態に係る光接続構造体の製造方法は、第1光ファイバアセンブリと、第2光ファイバアセンブリと、第1レンズ及び第2レンズとを準備することと、第1レンズと第2レンズとが順に配列されることと、を有している。第1光ファイバアセンブリは、少なくとも1つの第1ファイバコアを含んでいる。第1光ファイバアセンブリは、少なくとも1つの第1ファイバコアが露出している第1端面を有している。第2光ファイバアセンブリは、少なくとも1つの第2ファイバコアを含んでいる。第2光ファイバアセンブリは、少なくとも1つの第2ファイバコアが露出していると共に第1端面と光結合する第2端面を有している。第1レンズ及び第2レンズは、第1光ファイバアセンブリと第2光ファイバアセンブリとの間において、第1光ファイバアセンブリから第2光ファイバアセンブリに向かって順に配列される。第1端面において、少なくとも1つの第1ファイバコアの重心を通る軸が、第1レンズの光軸に対して、少なくとも1つの第1ファイバコアの垂直断面に沿った方向にずらして配置される。

[0024] (13) 上記(12)の光接続構造体の製造方法は、第1光ファイバアセンブリは、少なくとも1つの第1ファイバコアとして複数の第1ファイバコアを含んでおり、第1端面において、少なくとも1つの第1ファイバコアの重心を通る軸を、第1レンズの光軸に対して、第1端面における少なくとも1つの第1ファイバコアのうちの2つが並ぶ方向に対して直交する方向にずらしてもよい。

[0025] (14) 上記(12)または(13)の光接続構造体の製造方法は、第1光ファイバアセンブリの準備において、少なくとも1つの第1ファイバコアが、第1端面において、加熱によって拡大される。この場合、第1及び第2レンズによって、ビーム径が拡大されても、入射光の漏れがさらに抑制され、

光ファイバの光損失がさらに抑制され得る。

[本開示の実施形態の詳細]

[0026] 本開示の実施形態の具体例を、以下に図面を参照しつつ説明する。本発明はこれらの例示に限定されるものではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。図面の説明においては同一要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。

[0027] まず、図1から図5を参照して、本実施形態における光接続構造体の一例を説明する。図1は、一実施形態における光接続構造体の光軸方向に沿った断面図である。

[0028] 光接続構造体1は、一对の光ファイバアセンブリ10、20と、一对のレンズ30、40と、一对のホルダー50、60と、スリーブ70とを備えている。光接続構造体1は、一对のレンズ30、40を介して、一对の光ファイバアセンブリ10、20を互いに光結合する。例えば、光ファイバアセンブリ10は第1光ファイバアセンブリに相当し、光ファイバアセンブリ20は第2光ファイバアセンブリに相当する。例えば、レンズ30は第1レンズに相当し、レンズ40は第2レンズに相当する。

[0029] 図2は、光ファイバアセンブリ10の構造を示す概略図である。本実施形態に示す例において、光ファイバアセンブリ20は、光ファイバアセンブリ10とZ軸方向において、対称な構造を有している。本明細書において、X軸方向、Y軸方向、及び、Z軸方向は、互いに直交している。光ファイバアセンブリ10、20は、それぞれ長尺形状を呈している。本実施形態に示す例において、光ファイバアセンブリ10、20は、円柱形状を呈している。光ファイバアセンブリ10、20は、Z軸方向に延在している。

[0030] 光ファイバアセンブリ10は、レンズ30に対向する端面17を有している。光ファイバアセンブリ20は、レンズ40に対向する端面27を有している。本実施形態に示す例において、光ファイバアセンブリ10は、キャピラリー11と1つの光ファイバ13とを含んでいる。光ファイバアセンブリ2

0は、キャピラリ21と1つの光ファイバ23とを含んでいる。

[0031] 図2に示されているように、キャピラリ11は、少なくとも1つの孔H1を有している。孔H1は、キャピラリ11を貫通しており、端面17において形成された開口に連通している。孔H1は、光ファイバアセンブリ10の長尺方向に沿って延在している。キャピラリ21は、少なくとも1つの孔H2を有している。孔H2は、キャピラリ21を貫通しており、端面27において形成された開口に連通している。孔H2は、光ファイバアセンブリ20の長尺方向に沿って延在している。本実施形態に示す例において、キャピラリ11, 21は、それぞれ、1つの孔H1, H2を有している。

[0032] 光ファイバ13は、少なくとも1つのファイバコア15とクラッド16とを含んでいる。光ファイバ13は、孔H1に設けられており、端面17から露出している。少なくとも1つのファイバコア15は、端面17から露出している。端面17は、少なくとも1つのファイバコア15の垂直断面に対して傾斜している。本明細書において、「ファイバコアの垂直断面」とは、ファイバコアの微小長さ方向に垂直な断面を意味している。「ファイバコアの微小長さ方向」とは、微視的に見たファイバコアの延在方向を意味する。端面17は、少なくとも1つのファイバコア15の重心を通る軸の垂直断面に対して傾斜している。端面17は、各ファイバコア15の中心軸に対する垂直断面に対して傾斜している。例えば、端面17は、光ファイバ13とキャピラリ11とが共に研磨されることによって形成される。本実施形態に示す例において、光ファイバ13は、複数のファイバコア15を含んでいるマルチコアファイバである。本実施形態に示す例において、少なくとも1つのファイバコア15の重心を通る軸と各ファイバコア15の中心軸とは、一致している。

[0033] ファイバコア15は、例えば、端面17において加熱によって拡大されている。ファイバコア15のモールドフィールド直径(MFD)は、加熱によって端面17付近において拡大されており、端面17に向かうに従って径が大きくなるテーパ形状部を含んでいる。光ファイバ13は、例えば、TEC

(Thermally Expanded Core) ファイバであり、TEC処理によってMFDが部分的に異なる形状が形成されている。例えば、TEC処理によって、上述したテーパ形状部が形成されていてもよい。

[0034] 光ファイバ23は、少なくとも1つのファイバコア25を含んでいる。光ファイバ23は、孔H2に設けられており、端面27から露出している。少なくとも1つのファイバコア25は、端面27から露出している。端面27は、少なくとも1つのファイバコア25の垂直断面に対して傾斜している。端面27は、少なくとも1つのファイバコア25の重心を通る軸の垂直断面に対して傾斜している。端面27は、各ファイバコア25の中心軸に対する垂直断面に対して傾斜している。例えば、端面27は、光ファイバ23とキャピラリ21とが共に研磨されることによって形成される。本実施形態に示す例において、光ファイバ23は、複数のファイバコア25を含んでいるマルチコアファイバである。

[0035] 端面27において露出している少なくとも1つのファイバコア25と、端面17において露出している少なくとも1つのファイバコア15とが、互いに光結合している。本実施形態に示されている例において、端面27において露出している複数のファイバコア25の各々が、端面17において露出している複数のファイバコア15のうち対応するファイバコア25に光結合されている。

[0036] 本実施形態に示す例において、図3に示されているように、複数のファイバコア15は、端面17においてX軸方向に一行に配列されている。図3は、光ファイバ13の端面を表す図であり、端面17をZ軸方向から見た図である。図3において、破線はMFDの境界部のイメージを示している。本実施形態に示す例において、光ファイバ23は、光ファイバ13と同様な構造を有している。複数のファイバコア25は、端面27において一行に配列されている。本実施形態に示す例において、光ファイバ13及び光ファイバ23において、5つのファイバコアがX軸方向に配列されている。

[0037] レンズ30及びレンズ40は、光ファイバアセンブリ10と光ファイバア

センブリ 20 との間において配列されている。レンズ 30 は、光ファイバアセンブリ 10 の端面 17 とレンズ 40 との間に介在している。レンズ 40 は、レンズ 30 と光ファイバアセンブリ 20 の端面 27 との間に介在している。レンズ 30 及びレンズ 40 は、光ファイバアセンブリ 10 の端面 17 から光ファイバアセンブリ 20 の端面 27 に向かって順に配列されている。

[0038] レンズ 30 は、例えば、光ファイバアセンブリ 10 の複数のファイバコア 15 のそれぞれから出射した複数の光 L をレンズ 30 に対して光ファイバアセンブリ 10 の反対側に集光する。レンズ 40 は、例えば、端面 27 の各ファイバコア 25 に光 L を集光する。レンズ 30 及びレンズ 40 は、例えば、C レンズである。例えば、レンズ 30 は、レンズ 40 側に球面を有し、光ファイバアセンブリ 10 側に平面を有し、光ファイバアセンブリ 10 と同一の外径を有するロッドレンズである。例えば、レンズ 40 は、レンズ 30 側に球面を有し、光ファイバアセンブリ 20 側に平面を有し、光ファイバアセンブリ 20 と同一の外径を有するロッドレンズである。

[0039] 図 4 及び図 5 を参照して、レンズ 30 及びレンズ 40 が有する特性の一例を説明する。図 4 及び図 5 は、光接続構造体 1 の構成を説明するための概略図である。図 4 及び図 5 において、光ファイバ 13、光ファイバ 23、レンズ 30、及びレンズ 40 の関係が示されている。図 4 は、X 軸方向から見た構成を示している。図 5 は、Y 軸方向から見た構成を示している。光 L1 と光 L2 とは、互いに異なるファイバコア 15 から出射された光 L である。図 4 及び図 5 において、平面 S1、S2、S3、S4、S5、S6 が示されている。

[0040] 平面 S1 は、ファイバコア 15 の中心軸と端面 17 の交点を含むと共にレンズ 30 の光軸 CX1 と直交する方向に延在する仮想面に相当する。平面 S2 及び平面 S3 は、それぞれ、レンズ 30 の一対の主面のうち互いに異なる主面を含んでいる。本明細書において、「主面」は、レンズの光軸に平行な光線を入射した場合に、任意の高さの入射光の光線の延長線と、当該入射光の光線に対応する出射光の光線の延長線とが互いに交わる点の集合からなる

面を意味する。平面S 2は、レンズ3 0の一对の主面のうち、光ファイバ1 3側の主面に相当する。平面S 3は、レンズ3 0の一对の主面のうち、レンズ4 0側の主面に相当する。平面S 4及び平面S 5は、それぞれ、レンズ4 0の一对の主面のうち互いに異なる主面を含んでいる。平面S 4は、レンズ4 0の一对の主面のうち、レンズ3 0側の主面に相当する。平面S 5は、レンズ4 0の一对の主面のうち、光ファイバ2 3側の主面に相当する。平面S 6は、ファイバコア2 5の中心軸と出射面との交点を含むと共にレンズ4 0の光軸C X 2と直交する方向に延在する仮想面に相当する。

[0041] レンズ3 0は、端面1 7と対向する対向面3 1と、レンズ4 0と対向する対向面3 2とを有している。レンズ4 0は、端面2 7と対向する対向面4 1と、レンズ3 0と対向する対向面4 2とを有している。図1に示されている例では、対向面3 1がレンズ3 0の光軸に対して傾斜しており、対向面4 1がレンズ4 0の光軸に対して傾斜している。

[0042] 光ファイバアセンブリ1 0の端面1 7において、光ファイバアセンブリ1 0の少なくとも1つのファイバコア1 5の重心を通る軸A X 1が、レンズ3 0の光軸C X 1に対して、少なくとも1つのファイバコア1 5の垂直断面に沿った方向にずれている。換言すれば、端面1 7において、軸A X 1が、レンズ3 0の光軸C X 1に対して、Y軸方向にずれている。光ファイバアセンブリ2 0の端面2 7において、光ファイバアセンブリ2 0の少なくとも1つのファイバコア2 5の重心を通る軸A X 2が、レンズ4 0の光軸C X 2に対して、少なくとも1つのファイバコア2 5の垂直断面に沿った方向にずれている。端面2 7において、軸A X 2が、レンズ4 0の光軸C X 2に対して、Y軸方向にずれている。

[0043] 本実施形態に示す例において、図2に示されているように、光ファイバアセンブリ1 0の端面1 7において、光ファイバアセンブリ1 0の少なくとも1つのファイバコア1 5の重心を通る軸A X 1は、光ファイバアセンブリ1 0の重心を通る軸A X 3に対して、少なくとも1つのファイバコア1 5の垂直断面に沿った方向にずれている。同様に、端面2 7において、少なくとも

1つのファイバコア25の重心を通る軸AX2は、光ファイバアセンブリ20の重心を通る軸AX4に対して、少なくとも1つのファイバコア35の垂直断面に沿った方向にずれている。

[0044] 軸AX1は、端面17においてキャピラリ11において少なくとも1つの孔H1の重心を通る軸に相当する。軸AX3は、端面17においてキャピラリ11の重心を通る軸に相当する。軸AX2は、端面27においてキャピラリ21において少なくとも1つの孔H2の重心を通る軸に相当する。軸AX4は、端面27においてキャピラリ21の重心を通る軸に相当する。

[0045] 本実施形態に示す例において、複数のファイバコア15は、端面17において、X軸方向に一系列に配列されており、軸AX1は、レンズ30の光軸CX1に対して、複数のファイバコア15の配列方向であるX軸方向と直交するY軸方向にずれている。端面17において、少なくとも1つのファイバコア15の重心を通る軸AX1が、レンズ30の光軸CX1に対して、端面17において複数のファイバコア15のうちの2つが並ぶ方向に対して直交する方向にずれている。複数のファイバコア15の配列方向は、キャピラリ11の孔H1に光ファイバ13が挿入される際に、光ファイバ13の回転によって調整される。同様に、複数のファイバコア25は、端面27において、X軸方向に一系列に配列されており、軸AX2は、レンズ40の光軸CX2に対して、複数のファイバコア25の配列方向であるX軸方向と直交するY方向にずれている。端面27において、少なくとも1つのファイバコア25の重心を通る軸AX2が、レンズ40の光軸CX2に対して、端面27において複数のファイバコア25のうちの2つが並ぶ方向に対して直交する方向にずれている。複数のファイバコア25の配列方向は、キャピラリ21の孔H2に光ファイバ23が挿入される際に、光ファイバ23の回転によって調整される。

[0046] 例えば、仮に、光接続構造体1が1つのファイバコア15と1つのファイバコア25とを含んでおり、光接続構造体1が、平面S2と平面S1との距離が焦点距離に等しく、かつ、平面S3と平面S4との距離がレンズ30の

焦点距離とレンズ40の焦点距離との和に等しくなるように構成されることを想定する。この場合、ファイバコア15とファイバコア25とが比較的低損失で光結合され得る。例えば、ファイバコア15とファイバコア25とが1dB未満の損失で光結合され得る。

[0047] 次に、光接続構造体1が複数のファイバコア15と複数のファイバコア25とを含んでおり、光接続構造体1が、以下の式(1)が成り立つように構成されることを想定する。

$$[0048] \quad D_1/D_2 = P_1/P_2 = f_1/f_2 \quad \cdots (1)$$

[0049] ファイバコア15において形成されるMFDが“ D_1 ”である。ファイバコア25において形成されるMFDが“ D_2 ”である。端面17におけるファイバコア15のコアピッチが“ P_1 ”である。端面27におけるファイバコア25のコアピッチが“ P_2 ”である。レンズ30の焦点距離が“ f_1 ”である。レンズ40の焦点距離が“ f_2 ”である。本明細書において、「コアピッチ」とは、XY平面におけるファイバコアの中心間の距離に相当する。

[0050] この場合、レンズ30の光軸CX1の方向から見た端面17における複数のファイバコア15の配列の形状と、レンズ40の光軸方向から見た端面27における複数のファイバコア25の配列の形状とは、互いに相似形である。光ファイバ13の端面17で形成される光分布と、光ファイバ23の端面27で形成される光分布とは、レンズ30及びレンズ40の焦点距離 f_1 、 f_2 の比率に応じた相似形となる。端面17におけるファイバコア15のMFDと、端面27におけるファイバコア25のMFDとの比率は、レンズ30及びレンズ40の焦点距離 f_1 、 f_2 の比率に一致する。この場合も、ファイバコア15とファイバコア25とが比較的低損失で光結合され得る。例えば、ファイバコア15とファイバコア25とが1dB未満の損失で光結合され得る。

[0051] 本実施形態に示す例において、光接続構造体1は、以下の関係式(2)及び(3)が満たされるように構成される。

$$[0052] \quad (P_2/P_1) \times 0.9 \leq f_2/f_1 \leq (P_2/P_1) \times 1.1$$

... (2)

$$[0053] \quad (P2/P1) \times 0.9 \leq D2/D1 \leq (P2/P1) \times 1.1$$

... (3)

[0054] ホルダー50は、光ファイバアセンブリ10とレンズ30とを保持している。ホルダー50は、筒状を呈している。ホルダー50は、内周面51と外周面52とを有している。内周面51は、ホルダー50の延在方向にホルダー50を貫通する貫通孔55を形成している。光ファイバアセンブリ10の一部及びレンズ30の一部は、貫通孔55に收容されている。ホルダー50は、貫通孔55を形成する内周面51において、光ファイバアセンブリ10とレンズ30とを保持している。ホルダー50は、内周面51において、キャピラリ11とレンズ30とを固定している。ホルダー50によって、ファイバコア15の重心を通る軸AX1とレンズ30の光軸CX1とが平行に位置するように、レンズ30と光ファイバアセンブリ10とが固定されている。

[0055] これによって、光ファイバアセンブリ10の端面17とレンズ30の対向面31と近接して配置される。光ファイバアセンブリ10の端面17から出射光は、レンズ30を介して、平行光となる。すなわち、光ファイバアセンブリ10とレンズ30によって、コリメータが形成されている。ホルダー50は、コリメータホルダである。

[0056] ホルダー60は、光ファイバアセンブリ20とレンズ40とを保持している。ホルダー60は、筒状を呈している。ホルダー60は、内周面61と外周面62とを有している。内周面61は、ホルダー60の延在方向にホルダー60を貫通する貫通孔65を形成している。光ファイバアセンブリ20の一部及びレンズ40の一部は、貫通孔65に收容されている。ホルダー60は、貫通孔65を形成する内周面61において、光ファイバアセンブリ20とレンズ40とを保持している。ホルダー60は、内周面61において、キャピラリ21とレンズ40とを固定している。ホルダー60によって、ファイバコア25の重心を通る軸AX2とレンズ40の光軸CX2とが平行に位

置するように、レンズ40と光ファイバアセンブリ20とが固定されている。

[0057] これによって、光ファイバアセンブリ20の端面27とレンズ40の対向面41と近接して配置される。光ファイバアセンブリ20の端面27から出射光は、レンズ40を介して、平行光となる。すなわち、光ファイバアセンブリ20とレンズ40によって、コリメータが形成されている。ホルダー60は、コリメータホルダである。

[0058] スリーブ70は、ホルダー50とホルダー60とを保持している。スリーブ70は、筒状を呈している。スリーブ70は、内周面71を有している。内周面71は、スリーブ70の延在方向にスリーブ70を貫通する貫通孔75を形成している。ホルダー50の一部とホルダー60の一部とは、貫通孔75に收容されている。スリーブ70は、貫通孔75を形成する内周面71において、ホルダー50とホルダー60とを保持している。スリーブ70によって、レンズ30の光軸C X 1とレンズ40の光軸C X 2とが平行に位置するように、ホルダー50とホルダー60とが固定されている。

[0059] 本実施形態に示される例において、端面17において複数のファイバコア15の重心を通る軸がレンズ30の光軸C X 1に対してY軸方向にずれたずれ量は、端面17において、複数の孔H1の重心を通る軸がキャピラリ11の重心を通る軸に対してY軸方向にずれたずれ量に相当する。上記ずれ量は、端面17において複数のファイバコア15の重心を通る軸がレンズ30の光軸C X 1に対してずれたY軸方向成分のずれ量は、端面17において、複数の孔H1の重心を通る軸がキャピラリ11の重心を通る軸に対してずれたY軸方向成分のずれ量に相当する。したがって、スリーブ70に対するホルダー50及びホルダー60の固定において、上記ずれ量を調整する特殊な手法は必要なく、ホルダー50とホルダー60との位置関係を調整するだけの既知の手法によって上記ずれ量が設定され得る。

[0060] 次に、光接続構造体1の製造方法の一例を示す。まず、光ファイバアセンブリ10と光ファイバアセンブリ20とレンズ30とレンズ40とが準備さ

れる。光ファイバアセンブリ 10 の準備において、必要に応じ、少なくとも 1 つのファイバコア 15 が、端面 17 において、加熱によって拡大されてもよい。ファイバコア 15 は、例えば、TEC 処理によって拡大処理されてもよい。

[0061] 次に、ホルダー 50 の貫通孔 55 に、光ファイバアセンブリ 10 とレンズ 30 とが配置される。例えば、光ファイバアセンブリ 10 とレンズ 30 とは、接着剤によって内周面 51 に固定される。ホルダー 60 の貫通孔 65 に、光ファイバアセンブリ 20 とレンズ 40 とが配置される。例えば、光ファイバアセンブリ 20 とレンズ 40 とは、接着剤によって内周面 61 に固定される。

[0062] 次に、スリーブ 70 の貫通孔 75 に、ホルダー 50 とホルダー 60 とが配置される。例えば、ホルダー 50 の外周面 52 とホルダー 60 の外周面 62 とが、接着剤によって内周面 71 に固定される。スリーブ 70 にホルダー 50 とホルダー 60 とが固定される際、ファイバコア 15 とファイバコア 25 とが比較的低損失で光結合されるように、調心される。次に、例えば、ホルダー 50 とホルダー 60 とスリーブ 70 とは、全体が円筒状のハウジングに収容されて封止される。

[0063] 以上によって、レンズ 30 とレンズ 40 とが、光ファイバアセンブリ 10 と光ファイバアセンブリ 20 との間において、光ファイバアセンブリ 10 から光ファイバアセンブリ 20 に向かって順に配列される。端面 17 において少なくとも 1 つのファイバコア 15 の重心を通る軸 AX1 は、レンズ 30 の光軸 CX1 に対してずらして配置される。端面 27 において少なくとも 1 つのファイバコア 25 の重心を通る軸 AX2 は、レンズ 40 の光軸 CX2 に対してずらして配置される。

[0064] 次に、図 6 を参照して、本実施形態の変形例における光接続構造体について説明する。図 6 は、本変形例における光接続構造体の光軸方向に沿った断面図である。本変形例は、概ね、上述した実施形態と類似又は同じである。本変形例は、レンズと光ファイバアセンブリとを固定する構成、光ファイバ

アセンブリの構成、及び、レンズの種別に関して、上述した実施形態と相違する。以下、上述した実施形態と変形例との相違点を主として説明する。

[0065] 光接続構造体 1 A は、マルチコアファイバとファイバアレイとを光結合する。光接続構造体 1 A は、一对の光ファイバアセンブリ 10、20 A と、一对のレンズ 30、40 A と、一对のホルダー 50、60 A、80 A と、スリブ 90 A とを備えている。光接続構造体 1 は、一对のレンズ 30、40 A を介して、一对の光ファイバアセンブリ 10、20 A を互いに光結合する。例えば、光ファイバアセンブリ 10 は第 1 光ファイバアセンブリに相当し、光ファイバアセンブリ 20 A は第 2 光ファイバアセンブリに相当する。例えば、レンズ 30 は第 1 レンズに相当し、レンズ 40 A は第 2 レンズに相当する。

[0066] 光ファイバアセンブリ 20 A は、キャピラリ 21 A と複数の光ファイバ 23 A とを含んでいる。光ファイバアセンブリ 20 A は、複数の光ファイバ 23 A を含んでいるファイバアレイである。光ファイバアセンブリ 20 A は、レンズ 40 A に対向する端面 27 A を有している。複数の光ファイバ 23 A は、端面 27 A において一例に配列されている。端面 27 A は、レンズ 40 A の光軸 C X 2 に対して傾斜している。端面 27 A は、ファイバコア 25 の中心軸に対する垂直断面に対して傾斜している。

[0067] 各光ファイバ 23 A は、それぞれ 1 つのファイバコア 25 を含んでいるシングルコアファイバである。キャピラリ 21 A は、複数の孔 H 2 を有している。複数の孔 H 2 は、互いに離隔していてもよいし、X 軸方向において連結されていてもよい。複数の光ファイバ 23 A は、それぞれ対応する孔 H 2 に設けられており、端面 27 A から露出している。複数のファイバコア 25 は、端面 27 A から露出している。端面 27 A において、複数のファイバコア 25 の重心を通る軸 A X 2 は、光ファイバアセンブリ 20 A の重心を通る軸 A X 4 に対してずれている。

[0068] 端面 27 A と端面 17 とは、互いに光結合している。換言すれば、端面 27 A において露出している複数のファイバコア 25 と、端面 17 において露

出している複数のファイバコア 15 とが、互いに光結合している。光ファイバアセンブリ 20 A の複数のファイバコア 25 は、例えば、端面 27 A において加熱によって拡大されている。光ファイバアセンブリ 20 A のファイバコア 25 の MFD は、加熱によって端面 27 A 付近において拡大されており、端面 27 A に向かうに従って径が大きくなるテーパ形状部を含んでいる。光ファイバ 23 A は、例えば、TEC ファイバであり、TEC 処理によって MFD が部分的に異なる形状が形成されている。例えば、TEC 処理によって、上述したテーパ形状部が形成されていてもよい。

[0069] レンズ 30 及びレンズ 40 A は、光ファイバアセンブリ 10 と光ファイバアセンブリ 20 A との間において配列されている。レンズ 40 A は、レンズ 30 と光ファイバアセンブリ 20 の端面 27 A との間に介在している。レンズ 30 及びレンズ 40 A は、光ファイバアセンブリ 10 の端面 17 から光ファイバアセンブリ 20 A の端面 27 A に向かって順に配列されている。レンズ 40 A は、例えば、平凸レンズである。例えば、レンズ 40 A は、レンズ 30 側に凸面を有し、光ファイバアセンブリ 20 A 側に平面を有している。

[0070] ホルダー 60 A は、光ファイバアセンブリ 20 A を保持している。ホルダー 60 A は、筒状を呈している。ホルダー 60 A は、内周面 61 を有している。光ファイバアセンブリ 20 A の一部は、貫通孔 65 に収容されている。ホルダー 60 A は、貫通孔 65 を形成する内周面 61 において、光ファイバアセンブリ 20 A を保持している。ホルダー 60 A は、内周面 61 において、キャピラリ 21 A を固定している。

[0071] ホルダー 80 A は、レンズ 40 A を保持している。ホルダー 80 A は、筒状を呈している。ホルダー 80 A は、内周面 81 A と外周面 82 A とを有している。内周面 81 A は、ホルダー 80 A の延在方向にホルダー 80 A を貫通する貫通孔 85 を形成している。レンズ 40 A は、貫通孔 85 A に収容されている。ホルダー 80 A は、貫通孔 85 A を形成する内周面 81 A において、レンズ 40 A を保持している。ホルダー 80 A は、内周面 81 A において、レンズ 40 A を固定している。ホルダー 80 A の貫通孔 85 A とホルダ

ー５０Ａの貫通孔５５とは、ホルダー８０Ａの側面８３Ａとホルダー５０Ａの側面５３とにおいて連通している。ホルダー８０Ａの側面８３Ａとホルダー５０Ａの側面５３とは、レンズ３０の光軸Ｃ×１とレンズ４０の光軸Ｃ×２とが平行に位置するように、互いに接続されている。側面８３Ａと側面５３は、それぞれ、円環状を呈している。

[0072] スリーブ９０Ａは、ホルダー６０Ａとホルダー８０Ａとを保持している。スリーブ９０Ａは、筒状を呈している。スリーブ９０Ａは、内周面９１Ａと側面９３Ａとを有している。内周面９１Ａは、スリーブ９０Ａの延在方向にスリーブ９０Ａを貫通する貫通孔９５Ａを形成している。側面９３Ａは、円環状を呈している。ホルダー８０Ａの一部は、貫通孔９５Ａに収容されている。スリーブ９０Ａは、貫通孔９５Ａを形成する内周面９１Ａにおいて、ホルダー８０Ａを保持している。スリーブ９０Ａの貫通孔９５Ａとホルダー８０Ａの貫通孔８５Ａとは、貫通孔９５Ａ内において連通している。スリーブ９０Ａの貫通孔９５Ａとホルダー６０Ａの貫通孔６５とは、スリーブ９０Ａの側面９３Ａとホルダー６０Ａの側面６３とにおいて連通している。スリーブ９０Ａの側面９３Ａとホルダー６０Ａの側面６３とは、レンズ４０Ａの光軸Ｃ×２と複数のファイバコア２５の重心を通る軸Ａ×２とが平行に位置するように、互いに接続されている。

[0073] 次に、光接続構造体１Ａの製造方法の一例を示す。まず、光ファイバアセンブリ１０と光ファイバアセンブリ２０Ａとレンズ３０とレンズ４０Ａとが準備される。光ファイバアセンブリ２０Ａの準備において、例えば、ファイバコア２５が、端面２７Ａにおいて、加熱によって拡大される。ファイバコア２５は、例えば、ＴＥＣ処理によって拡大される。

[0074] 次に、ホルダー５０の貫通孔５５に、光ファイバアセンブリ１０とレンズ３０とが配置される。例えば、光ファイバアセンブリ１０とレンズ３０とは、接着剤によって内周面５１に固定される。ホルダー６０Ａの貫通孔６５に、光ファイバアセンブリ２０Ａが配置される。例えば、光ファイバアセンブリ２０Ａは、接着剤によって内周面６１に固定される。ホルダー８０Ａの貫

通孔 85 A に、レンズ 40 A が配置される。例えば、レンズ 40 A は、接着剤によって内周面 81 A に固定される。

[0075] 次に、スリーブ 90 A の貫通孔 95 A に、ホルダー 80 A が配置される。次に、スリーブ 90 A の側面 93 A とホルダー 60 A の側面 63 とが接した状態、かつ、ホルダー 50 A の側面 53 とホルダー 80 A の側面 83 A とが接した状態で、ファイバコア 15 とファイバコア 25 とが比較的低損失で光結合されるように調心して固定される。スリーブ 90 A とホルダー 80 A とが互いに固定され、スリーブ 90 A とホルダー 60 A とが互いに固定され、ホルダー 50 とホルダー 80 A とが互いに固定される。これらは、例えば接着剤により固定される。

[0076] 光ファイバ 13 の複数のファイバコア 15 の重心を通る軸 A X 1 はレンズ 30 の光軸 C X 1 に対してずれているため、キャピラリ 11 の複数の孔 H 1 の重心を通る軸はキャピラリ 11 の重心を通る軸からずれている。複数のファイバコア 15 の配列は、光ファイバ 13 の回転によって調整されている。上述した調心と光ファイバ 13 の回転とによって、複数のファイバコア 25 を含むキャピラリ 21 A の重心を通る軸は、レンズ 40 A の光軸 C X 2 に対して、複数の光ファイバ 23 A の配列方向と直交する方向にずれて位置する。

[0077] 本変形例では、レンズ 30、40 A、ホルダー 50、60 A、80 A、及びスリーブ 90 A の各々の軸が互いに平行となった状態で、調心が可能である。したがって、軸の傾きに起因する隙間が生じないため、固定において樹脂の充填量が低減される。この結果、信頼性が向上する。

[0078] 次に、図 7 及び図 8 を参照して、本実施形態の変形例における光接続構造体について説明する。図 7 は、本変形例における光接続構造体の光軸方向に沿った断面図である。本変形例は、概ね、上述した実施形態と類似又は同じである。本変形例は、レンズと光ファイバアセンブリとを固定する構成、光ファイバアセンブリの構成、及び、レンズの種別に関して、上述した実施形態と相違する。以下、上述した実施形態と変形例との相違点を主として説明

する。

[0079] 光接続構造体 1 B は、一対のファイバアレイ同士を光結合する。光接続構造体 1 B は、一対の光ファイバアセンブリ 10 B、20 B と、一対のレンズ 30 B、40 A と、一対のホルダー 50 B、60 B、160 B と、一対のスリーブ 170 B、180 B と、を備えている。光接続構造体 1 B は、一対のレンズ 30 B、40 A を介して、一対の光ファイバアセンブリ 10 B、20 B を互いに光結合する。例えば、光ファイバアセンブリ 10 B は第 1 光ファイバアセンブリに相当し、光ファイバアセンブリ 20 B は第 2 光ファイバアセンブリに相当する。

[0080] 光ファイバアセンブリ 10 B、20 B は、それぞれ長尺形状を呈している。本変形例において、光ファイバアセンブリ 10 B、20 B は、円柱形状を呈している。光ファイバアセンブリ 10 B、20 B は、Z 軸方向に延在している。

[0081] 光ファイバアセンブリ 10 B は、キャピラリ 11 B と複数の光ファイバ 13 B とを含んでいる。光ファイバアセンブリ 10 B は、複数の光ファイバ 13 B を含んでいるファイバアレイである。光ファイバアセンブリ 10 B は、レンズ 30 B に対向する端面 17 B を有している。複数の光ファイバ 13 B は、端面 17 B において一例に配列されている。端面 17 B は、レンズ 30 B の光軸 C X 1 に対して傾斜している。端面 17 B は、複数のファイバコア 25 の中心軸に直交する垂直断面に対して傾斜している。

[0082] 各光ファイバ 13 B は、1 つのファイバコア 15 を含んでいるシングルコアファイバである。キャピラリ 11 B は、複数の孔 H 1 を有している。複数の孔 H 1 は、互いに離隔していてもよいし、X 軸方向において連結されていてもよい。複数の光ファイバ 13 B は、それぞれ対応する孔 H 1 に設けられており、端面 17 B から露出している。

[0083] 複数のファイバコア 15 は、端面 17 B から露出している。例えば、ファイバコア 15 は、端面 17 B において加熱によって拡大されている。ファイバコア 15 は、加熱によって端面 17 B 付近において拡大されており、端面

17Bに向かって径が大きくなるテーパ形状部を含んでいる。

[0084] 光ファイバアセンブリ20Bは、キャピラリ21Bと複数の光ファイバ23Bとを含んでいる。光ファイバアセンブリ20Bは、複数の光ファイバ23Bを含んでいるファイバレイである。光ファイバアセンブリ20Bは、レンズ40Bに対向する端面27Bを有している。複数の光ファイバ23Bは、端面27Bにおいて一例に配列されている。端面27Bは、レンズ40Bの光軸CX2に対して傾斜している。端面27Bは、複数のファイバコア25の中心軸に直交する垂直断面に対して傾斜している。

[0085] 複数の光ファイバ23Bは、それぞれ1つのファイバコア25を含んでいる。キャピラリ21Bは、複数の孔H2を有している。複数の孔H2は、互いに離隔していてもよいし、X軸方向において連結されていてもよい。複数の光ファイバ23Bは、それぞれ対応する孔H2に設けられており、端面27Bから露出している。複数のファイバコア25は、端面27Bから露出している。

[0086] 端面27Bと端面17Bとは、互いに光結合している。換言すれば、端面27Bにおいて露出している複数のファイバコア25と、端面17Bにおいて露出している複数のファイバコア15とが、互いに光結合している。

[0087] キャピラリ11Bは、複数の孔H1を有している。複数の孔H1は、それぞれ、端面17Bにおいて形成された複数の開口に連通している。複数の孔H1は、それぞれ、光ファイバアセンブリ10Bの長尺方向に沿って延在している。端面17Bにおいて、複数の孔H1の重心を通る軸AX2は、レンズ30Bの光軸CX1に対してずれている。

[0088] キャピラリ21Bは、複数の孔H2を有している。複数の孔H2は、端面27Bにおいて形成された開口に連通している。複数の孔H2は、それぞれ、光ファイバアセンブリ20Bの長尺方向に沿って延在している。端面27Bにおいて、複数の孔H2の重心を通る軸AX4は、レンズ40Aの光軸CX2に対してずれている。

[0089] 本変形例において、図8に示されているように、端面17Bにおいて、複

数のファイバコア15の重心を通る軸AX1は、光ファイバアセンブリ10Bの重心を通る軸AX3と一致している。端面27Bにおいて、複数のファイバコア25の重心を通る軸AX2は、光ファイバアセンブリ20Bの重心を通る軸AX4と一致している。

[0090] レンズ30B及びレンズ40Aは、光ファイバアセンブリ10Bと光ファイバアセンブリ20Bとの間において配列されている。レンズ30Bは、レンズ40Aと光ファイバアセンブリ10Bの端面17Bとの間に介在している。レンズ30B及びレンズ40Aは、光ファイバアセンブリ10Bの端面17Bから光ファイバアセンブリ20Bの端面27Bに向かって順に配列されている。レンズ30Bは、例えば、平凸レンズである。例えば、レンズ30Bは、レンズ40A側に凸面を有し、光ファイバアセンブリ10B側に平面を有している。

[0091] ホルダー160Bは、レンズ30Bとレンズ40Aとを保持している。ホルダー160Bは、筒状を呈している。ホルダー160Bは、内周面161Bと外周面162Bとを有している。内周面161Bは、ホルダー160Bの延在方向にホルダー160Bを貫通する貫通孔165Bを形成している。レンズ30Bとレンズ40Aは、貫通孔165Bに収容されている。ホルダー160Bは、貫通孔165Bを形成する内周面161Bにおいて、レンズ30B及びレンズ40Aを保持している。ホルダー160Bは、内周面161Bにおいて、レンズ30B及びレンズ40Aを固定している。

[0092] スリーブ170Bは、ホルダー160Bを保持している。スリーブ170Bは、筒状を呈している。スリーブ170Bは、内周面171Bと側面173Bとを有している。内周面171Bは、スリーブ170Bの延在方向にスリーブ170Bを貫通する貫通孔175Bを形成している。ホルダー160Bの一部は、貫通孔175Bに収容されている。スリーブ170Bは、貫通孔175Bを形成する内周面171Bにおいて、ホルダー160Bを保持している。スリーブ170Bは、内周面171Bにおいて、ホルダー160Bを固定している。

- [0093] スリーブ170Bの貫通孔175Bとホルダー50Bの貫通孔55とは、スリーブ170Bの側面173Bとホルダー50Bの側面53とにおいて連通している。スリーブ170Bの側面173Bとホルダー50Bの側面53とは、レンズ30Bの光軸CX1と光ファイバアセンブリ10Bの軸AX3とが平行に位置するように、互いに接続されている。側面173Bと側面53は、それぞれ、円環状を呈している。
- [0094] スリーブ180Bは、ホルダー160Bを保持している。スリーブ180Bは、筒状を呈している。スリーブ180Bは、内周面181Bと側面183Bとを有している。内周面181Bは、スリーブ180Bの延在方向にスリーブ180Bを貫通する貫通孔185Bを形成している。スリーブ180Bの一部は、貫通孔185Bに收容されている。スリーブ180Bは、貫通孔185Bを形成する内周面181Bにおいて、ホルダー160Bを保持している。スリーブ180Bは、内周面181Bにおいて、ホルダー160Bを固定している。
- [0095] スリーブ180Bの貫通孔185Bとホルダー60Bの貫通孔65とは、スリーブ180Bの側面183Bとホルダー60Bの側面63とにおいて連通している。スリーブ180Bの側面183Bとホルダー60Bの側面63とは、レンズ40Bの光軸CX2と光ファイバアセンブリ20Bの軸AX4とが平行に位置するように、互いに接続されている。側面183Bと側面63は、それぞれ、円環状を呈している。
- [0096] 次に、光接続構造体1Bの製造方法の一例を示す。まず、光ファイバアセンブリ10Bと光ファイバアセンブリ20Bとレンズ30Bとレンズ40Aとが準備される。光ファイバアセンブリ10Bの準備において、例えば、ファイバコア15が、端面17Bにおいて、加熱によって拡大される。ファイバコア15は、例えば、TEC処理によって拡大される。
- [0097] 次に、ホルダー50Bの貫通孔55に、光ファイバアセンブリ10Bが配置される。例えば、光ファイバアセンブリ10Bとレンズ30Bとは、接着剤によって内周面51に固定される。ホルダー60Bの貫通孔65に、光フ

ファイバアセンブリ 20B が配置される。例えば、光ファイバアセンブリ 20B は、接着剤によって内周面 61 に固定される。ホルダー 160B の貫通孔 165B に、レンズ 30B とレンズ 40A が配置される。例えば、レンズ 30B とレンズ 40A は、接着剤によって内周面 161B に固定される。

[0098] 次に、ホルダー 160B の外周面 162B が内周面 171B と内周面 181B とに接し、スリーブ 170B の側面 173B とホルダー 50B の側面 53 とが接し、かつ、スリーブ 170B の側面 173B とホルダー 50B の側面 53 とが接した状態で、ファイバコア 15 とファイバコア 25 とが比較的低損失で光結合されるように調心される。調心された状態で、ホルダー 160B とスリーブ 170B 及びスリーブ 180B とが互いに固定され、スリーブ 170B とホルダー 50B とが互いに固定され、かつ、スリーブ 180B とホルダー 60B とが互いに固定される。

[0099] 複数のファイバコア 15 の配列は、光ファイバ 13B の回転によって調整される。複数のファイバコア 15 を含むキャピラリ 11B の重心を通る軸が、レンズ 30B の光軸 C X 2 に対して、複数の光ファイバ 23B の配列方向と直交する方向にずれ、且つ、複数のファイバコア 25 を含むキャピラリ 21B の重心を通る軸が、レンズ 40B の光軸 C X 2 に対して、複数の光ファイバ 23B の配列方向と直交する方向にずれるように、調心が実行される。本変形例では、上記ずれ量が精密に調整される。この結果、各光ファイバ 13B 及び光ファイバ 23B への戻り光の影響が抑制されやすい。

[0100] 次に、実施形態に係る光接続構造体から得られる作用効果について説明する。光接続構造体にレンズが用いられる場合、レンズの表面において反射が発生する。図 9 (a) から図 9 (c) において、例として、レンズ 230 における反射光 L_R が示されている。レンズ 230 は、平凸レンズである。図 9 (a) は、ファイバコア 15 から出射された光の一部がレンズ 230 の後方端面 231 で反射された反射光 L_R がファイバコア 15 に戻る様子を示している。図 9 (b) は、ファイバコア 15 から出射された光の一部がレンズ 230 の前方端面 232 で反射された反射光 L_R がファイバコア 15 に戻る様子を

示している。

[0101] レンズ230における反射光 L_R は、出射した元のファイバコア15及び隣接したファイバコア15に入射し、その一部がファイバコア15内で結合する。同じファイバコア15に入射した反射光 L_R は、上流に配置された機器の動作を不安定にさせるおそれがある。双方向伝送のように出射元のファイバコア15と隣接するファイバコア15の光の伝搬方向が逆になっている場合は、異なるファイバコア15に入射した反射光 L_R は元々伝搬している光信号に対して雑音となる。この結果、信号品質を劣化させるおそれがある。

[0102] これに対して、図9(c)に示されているように、ファイバコア15の重心を通る軸 $A \times 1$ が、レンズ230の光軸 $C \times 1$ に対して平行であり、かつ、光軸 $C \times 1$ に対してファイバコア15の配列方向と直交する方向にずれている。図9(c)に示されている構成において、レンズ230の前方端面232での反射方向は、図9(a)及び図9(b)に示されている構成の場合と異なる。図9(c)に示されている構成において、レンズ230の前方端面232における反射光 L_R は、各ファイバコア15から反れ、各ファイバコア15への入射が抑制される。このため、反射光が出射元のファイバコア15又は隣接するファイバコア15への結合することによって、動作不安定及び信号品質劣化の影響が低減され得る。

[0103] 光接続構造体1において、端面17において、少なくとも1つのファイバコア15の重心を通る軸 $A \times 1$ が、レンズ30の光軸 $C \times 1$ に対して少なくとも1つのファイバコアの15垂直断面に沿った方向にずれている。この場合、レンズ30において反射した反射光 L_R について、ファイバコア15への入射が抑制され得る。この結果、光伝送の品質が向上する。光接続構造体1A、1Bにおいても、同様の作用効果が奏される。

[0104] 光接続構造体1において、光ファイバアセンブリ10は、少なくとも1つのファイバコア14として、複数のファイバコア15を含んでいる。光ファイバアセンブリ10は、端面17において、少なくとも1つのファイバコア15の重心を通る軸 $A \times 1$ が、レンズ30の光軸 $C \times 1$ に対して、端面17

において少なくとも1つのファイバコア15のうちの2つが並ぶ方向に対して直交する方向にずれていてもよい。この場合、複数のファイバコア15を有する光ファイバアセンブリ10と、複数のファイバコア25を有する光ファイバアセンブリ20との間において、光伝送の品質が向上する。光接続構造体1A, 1Bにおいても、同様の作用効果が奏される。

[0105] 光接続構造体1において、光ファイバアセンブリ10は、キャピラリ11と、マルチコアファイバとを含んでいてもよい。キャピラリ11は、少なくとも1つの孔H1を有している。孔H1は、光ファイバアセンブリ10の長尺方向に沿って延在している。マルチコアファイバは、上記孔H1に設けられていてもよい。この場合、マルチコアファイバがキャピラリ11, 21によって位置決めされるため、レンズ30の光軸CX1に対して、ファイバコア15の重心を通る軸AX1が容易に実現されると共に信頼性も向上し得る。光接続構造体1Aにおいても、同様の作用効果が奏される。

[0106] 光接続構造体1Bにおいて、光ファイバアセンブリ10Bは、キャピラリ11Bと、複数のシングルコアファイバとを含んでいてもよい。キャピラリ11Bは、光ファイバアセンブリ10Bの長尺方向に沿って延在する複数の孔H1を有していてもよい。複数のシングルコアファイバは、複数の孔H1のそれぞれに設けられていてもよい。複数のシングルコアファイバの各々は、ファイバコア15を含んでいてもよい。この場合、複数のシングルコアファイバがキャピラリ11Bによって位置決めされるため、レンズ30の光軸CX1に対して、ファイバコア15の重心を通る軸AX1が容易に実現されると共に信頼性も向上し得る。光接続構造体1Aの光ファイバアセンブリ20Aにおいても、同様の作用効果が奏される。

[0107] 光接続構造体1において、複数のファイバコア15は、端面17において、少なくとも1つのファイバコア15の重心を通る軸AX1がレンズ30の光軸CX1に対してずれている方向と直交する方向に、一列に配列されていてもよい。この場合、レンズ30における反射光について、ファイバコア15への入射がさらに抑制され得る。複数のファイバコア15は3つ以上あ

て、端面 17 において、3 つ以上のファイバコア 15 は一列に配列されており、上記 3 つ以上のファイバコア 15 の重心を通る軸 A X 1 は、レンズ 30 の光軸 C X 1 に対して上記 3 つ以上のファイバコア 15 の配列方向と直交する方向にずれていてもよい。この場合、レンズ 30 における反射光について、ファイバコア 15 への入射がさらに抑制され得る。光接続構造体 1 A, 1 B においても、同様の作用効果が奏される。

[0108] 光接続構造体 1 において、端面 17 は、少なくとも 1 つのファイバコア 15 の中心軸に対する垂直断面に対して傾斜していてもよい。この場合、端面 17 において反射した反射光について、ファイバコア 15 における光結合が抑制され得る。光接続構造体 1 A, 1 B においても、同様の作用効果が奏される。

[0109] 例えば、光接続構造体 1 において、光ファイバ 13 の端面 17 が光ファイバ 13 の重心を通る軸 A X 1 に対して直交する場合は、端面 17 で -15 dB 程度のフレネル反射が発生する。端面 17 が傾斜している場合、端面 17 で反射した光が再度光ファイバ 13 に結合することが抑制される。端面 17 に反射防止膜が蒸着されれば、反射はほぼ無視できるレベルに抑えられる。

[0110] 例えば、波長 1550 nm の光において MFD 10 μm の光ファイバ 13 に対して 8 度研磨すると、同波長における端面 17 での反射率は反射防止膜（AR 膜）がない状態でも -65 dB まで低減され得る。同ファイバに対して 4 度研磨した場合は、反射率の低下は -35 dB にとどまるが、さらに反射率 0.25% の AR 膜が蒸着されれば、-61 dB まで低減され得る。

[0111] 光接続構造体 1 において、レンズ 30 は、端面 17 と対向する対向面 31 を有している。対向面 31 は、レンズ 30 の光軸 C X 1 に対して傾斜していてもよい。この場合、対向面 31 において反射した反射光について、ファイバコア 15 への入射が抑制され得る。光接続構造体 1 A においても、同様の作用効果が奏される。

[0112] 光接続構造体 1 において、端面 27 において、少なくとも 1 つのファイバコア 25 の重心を通る軸 A X 2 が、レンズ 40 の光軸 C X 2 に対して、少な

くとも1つのファイバコア25の少なくとも1つのファイバコア25のうちの2つが並ぶ方向に対して直交する垂直断面にずれていてもよい。この場合、レンズ40における反射光について、ファイバコア25への入射が抑制され得る。この結果、双方向光伝送の品質が向上する。光接続構造体1A, 1Bにおいても、同様の作用効果が奏される。

[0113] 光接続構造体1において、レンズ30の光軸方向から見た端面17における少なくとも1つのファイバコア15の配列の形状と、レンズ40の光軸方向から見た端面27における少なくとも1つのファイバコア25の配列の形状とは、互いに相似形であってもよい。この場合、ファイバコア間において光損失が低減される。光接続構造体1A, 1Bにおいても、同様の作用効果が奏される。

[0114] 光接続構造体1において、

[0115] $(P2/P1) \times 0.9 \leq f2/f1 \leq (P2/P1) \times 1.1$

[0116] なる関係が満たされていてもよい。レンズ30の焦点距離が“f1”であり、レンズ40の焦点距離が“f2”であり、端面17における複数のファイバコア15のコアピッチが“P1”であり、端面27における複数のファイバコア25のコアピッチが“P2”である。この場合、入射光の漏れがさらに抑制され、光ファイバの光損失がさらに抑制され得る。光接続構造体1A, 1Bにおいても、同様の作用効果が奏される。

[0117] 光接続構造体1において、少なくとも1つのファイバコア15は、端面17において拡大されていてもよい。この場合、レンズ30, 40によって、ビーム径が拡大されても、入射光の漏れがさらに抑制され、光ファイバの光損失がさらに抑制され得る。光接続構造体1A, 1Bにおいても、同様の作用効果が奏される。

[0118] 以上、本開示の実施形態について詳細に説明してきたが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、様々な実施形態に適用することができる。例えば、光接続構造体1, 1A, 1Bの構成は、組み合わせられてもよい。例えば、ファイババンドル側の構成と、MCF側の構成とが、光接続構造体

1, 1 A, 1 Bなどによって示した例のうち、互いに異なる例の構成を有していてもよい。

[0119] 例えば、光ファイバアセンブリ10と光ファイバアセンブリ20との間に配列される複数のレンズが、光接続構造体1, 1 Aに用いられているCレンズ、及び、光接続構造体1 A, 1 Bに用いられている凸レンズ以外の種類のレンズを含んでいてもよい。例えば、図10(a)から図10(d)に示される各種レンズが用いられてもよい。図10(a)から図10(d)は、各種のレンズ30D, 30E, 30F, 30Gと各レンズ30D, 30E, 30F, 30Gに入射される光Lを示している。

[0120] 図10(a)において、レンズ30Dは、両凸レンズであり、凸面からなる一对の端面31D, 32Dを含んでいる。例えば、端面31D, 32Dは、非球面である。レンズ30Dは、単一材料によって形成されている。図10(b)において、レンズ30Eは、アクロマティックレンズであり、複数の板の張り合わせによって形成されている。レンズ30Eの複数の板は、それぞれ曲面を有すると共に互いに異なる材料からなる。例えば、端面31E, 32Eは、非球面である。図10(c)において、レンズ30Fは、球レンズである。レンズ30Fは、単一材料の球体からなる。図10(d)において、レンズ30Gは、GRINレンズである。レンズ30Gは、平面からなる一对の端面31G, 32Gを含んでいる。レンズ30Gは、径方向において屈折率分布が異なる円柱体からなる。

[0121] 光接続構造体1は、複数種のレンズを組み合わせた構成であってもよい。例えば、光接続構造体1は、両凸レンズ、アクロマティックレンズ、球レンズ、Cレンズ、GRINレンズなどから選択された2つ以上を組み合わせた構成であってもよい。この場合、例えば、両端に位置するレンズが、それぞれ第1レンズと第2レンズに相当する。

[0122] 上述した例では、ファイバコア15, 25が、それぞれ5つずつ一例に配列されている場合を示した。しかし、ファイバコアの数及び配置はこれらに限定されない。例えば、ファイバコア15, 25が、それぞれ4つずつであ

ってもよいし、7つずつであってもよい。ファイバコア15、25の数が、互いに異なってもよい。図11は、変形例として、光ファイバ13Jの断面図を示している。光ファイバ13Jは、光ファイバ13とファイバコア15の数及び配置のみ異なる。光ファイバ13Jにおいて、7つのファイバコア15が設けられている。7つのファイバコア15は、XY平面において、光学的に機能するように、最密構造を有している。

[0123] 上述した例において、接着剤によって固定すると説明された箇所は、溶接によって固定されてもよい。

符号の説明

[0124] 1, 1A, 1B…光接続構造体

10, 10B, 20, 20A, 20B…光ファイバアセンブリ

11, 11B, 21, 21A, 21B…キャピラリ

13, 13J, 23, 23A, 23B…光ファイバ

15, 25…ファイバコア

16…クラッド

17, 17B, 27, 27A, 27B, 31D, 31G, 32D, 32G…

端面

30, 30B, 30D, 30E, 30F, 30G, 40, 40A, 40B,

230…レンズ

31, 32, 41, 42…対向面

50, 50A, 50B, 60, 60A, 60B, 80A, 160B…ホルダ

ー

51, 61, 71, 81A, 91A, 161B, 171B, 181B…内周

面

52, 62, 82A, 162B…外周面

53, 63, 83A, 93A, 173B, 183B…側面

55, 65, 75, 85A, 95A, 165B, 175B, 185B…貫通

孔

70, 90A, 170B, 180B…スリーブ

AX1, AX2, AX3, AX4…軸

CX1, CX2…光軸

f1, f2…焦点距離

H1, H2…孔

L…光

S1, S2, S3, S4, S5, S6…平面。

請求の範囲

- [請求項1] 少なくとも1つの第1ファイバコアを含んでおり、前記少なくとも1つの第1ファイバコアが露出している第1端面を有している第1光ファイバアセンブリと、
- 少なくとも1つの第2ファイバコアを含んでおり、前記少なくとも1つの第2ファイバコアが露出していると共に前記第1端面と光結合する第2端面を有している第2光ファイバアセンブリと、
- 前記第1光ファイバアセンブリと前記第2光ファイバアセンブリとの間において、前記第1光ファイバアセンブリから前記第2光ファイバアセンブリに向かって順に配列された第1レンズ及び第2レンズと、を備えており、
- 前記第1端面において、前記少なくとも1つの第1ファイバコアの重心を通る軸が、前記第1レンズの光軸に対して、前記少なくとも1つの第1ファイバコアの垂直断面に沿った方向にずれている、光接続構造体。
- [請求項2] 前記第1光ファイバアセンブリは、前記少なくとも1つの第1ファイバコアとして、複数の第1ファイバコアを含んでおり、
- 前記第1端面において、前記少なくとも1つの第1ファイバコアの重心を通る軸が、前記第1レンズの光軸に対して、前記第1端面において前記複数の第1ファイバコアのうちの2つが並ぶ方向に対して直交する方向にずれている、請求項1に記載の光接続構造体。
- [請求項3] 前記第1光ファイバアセンブリは、当該第1光ファイバアセンブリの長尺方向に沿って延在する少なくとも1つの孔を有するキャピラリと、前記孔に設けられているマルチコアファイバと、を含んでおり、
- 前記第1光ファイバアセンブリの前記マルチコアファイバは、前記複数の第1ファイバコアを含んでいる、請求項2に記載の光接続構造体。
- [請求項4] 前記第1光ファイバアセンブリは、当該第1光ファイバアセンブリ

の長尺方向に沿って延在する複数の孔を有するキャピラリと、前記複数の孔のそれぞれに設けられていると共に各々が前記第 1 ファイバコアを含んでいる複数のシングルコアファイバと、を含んでいる、請求項 2 に記載の光接続構造体。

[請求項5] 前記複数の第 1 ファイバコアは 3 つ以上あって、前記第 1 端面において、前記 3 つ以上の第 1 ファイバコアは一行に配列されており、前記 3 つ以上の第 1 ファイバコアの重心を通る軸は、前記第 1 レンズの光軸に対して前記 3 つ以上の第 1 ファイバコアの配列方向と直交する方向にずれている、請求項 2 から請求項 4 のいずれか一項に記載の光接続構造体。

[請求項6] 前記第 2 端面において、前記少なくとも 1 つの第 2 ファイバコアの重心を通る軸が、前記第 2 レンズの光軸に対して、前記少なくとも 1 つの第 2 ファイバコアのうちの 2 つが並ぶ方向に対して直交する方向にずれている、請求項 2 から請求項 5 のいずれか一項に記載の光接続構造体。

[請求項7] 前記第 2 光ファイバアセンブリは、前記少なくとも 1 つの第 2 ファイバコアとして、複数の第 2 ファイバコアを含んでおり、

前記第 1 レンズの焦点距離が “f 1” であり、前記第 2 レンズの焦点距離が “f 2” であり、前記第 1 端面における前記複数の第 1 ファイバコアのコアピッチが “P 1” であり、前記第 2 端面における前記複数の第 2 ファイバコアのコアピッチが “P 2” である場合、

$$(P 2 / P 1) \times 0.9 \leq f 2 / f 1 \leq (P 2 / P 1) \times 1.1$$

なる関係が満たされている、請求項 2 から請求項 6 のいずれか一項に記載の光接続構造体。

[請求項8] 前記第 1 端面は、前記垂直断面に対して傾斜している、請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の光接続構造体。

[請求項9] 前記第 1 レンズは、前記第 1 端面と対向する対向面を有しており、

前記対向面は、前記第1レンズの光軸に対して傾斜している、請求項1から請求項8のいずれか一項に記載の光接続構造体。

[請求項10] 前記第1レンズの光軸方向から見た前記第1端面における前記少なくとも1つの第1ファイバコアの配列の形状と、前記第2レンズの光軸方向から見た前記第2端面における前記少なくとも1つの第2ファイバコアの配列の形状とは、互いに相似形である、請求項1から請求項9のいずれか一項に記載の光接続構造体。

[請求項11] 前記少なくとも1つの第1ファイバコアは、前記第1端面において拡大されている、請求項1から請求項10のいずれか一項に記載の光接続構造体。

[請求項12] 少なくとも1つの第1ファイバコアを含んでおり、前記少なくとも1つの第1ファイバコアが露出している第1端面を有している第1光ファイバアセンブリと、少なくとも1つの第2ファイバコアを含んでおり、前記少なくとも1つの第2ファイバコアが露出していると共に前記第1端面と光結合する第2端面を有している第2光ファイバアセンブリと、第1レンズ及び第2レンズと、を準備することと、

前記第1光ファイバアセンブリと前記第2光ファイバアセンブリとの間において、前記第1光ファイバアセンブリから前記第2光ファイバアセンブリに向かって前記第1レンズと前記第2レンズとが順に配列されることと、

前記第1端面において、前記少なくとも1つの第1ファイバコアの重心を通る軸を、前記第1レンズの光軸に対して、前記少なくとも1つの第1ファイバコアの垂直断面に沿った方向にずらして配置することと、を有している、光接続構造体の製造方法。

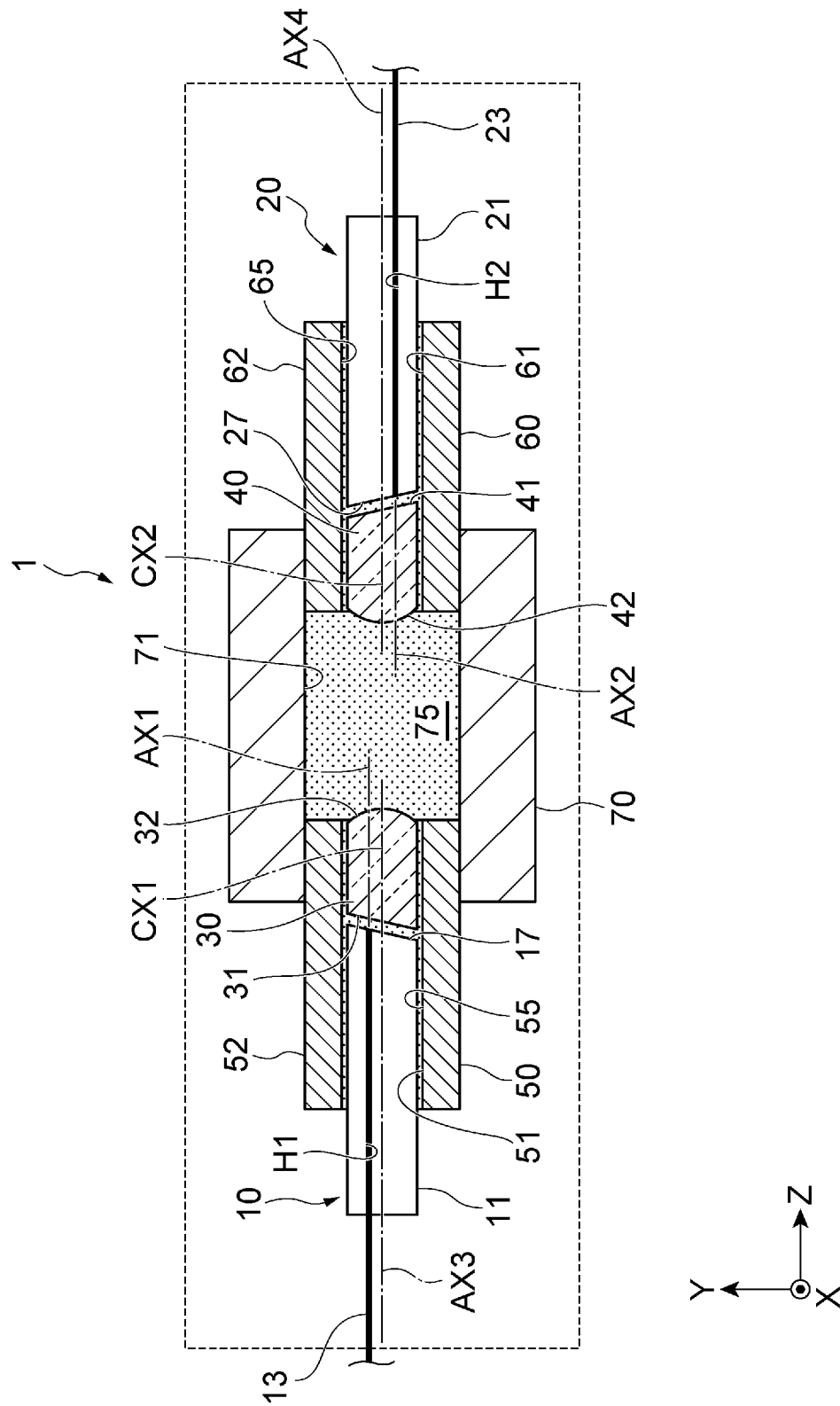
[請求項13] 前記第1光ファイバアセンブリは、前記少なくとも1つの第1ファイバコアとして複数の第1ファイバコアを含んでおり、

前記第1端面において、前記少なくとも1つの第1ファイバコアの重心を通る軸を、前記第1レンズの光軸に対して、前記第1端面にお

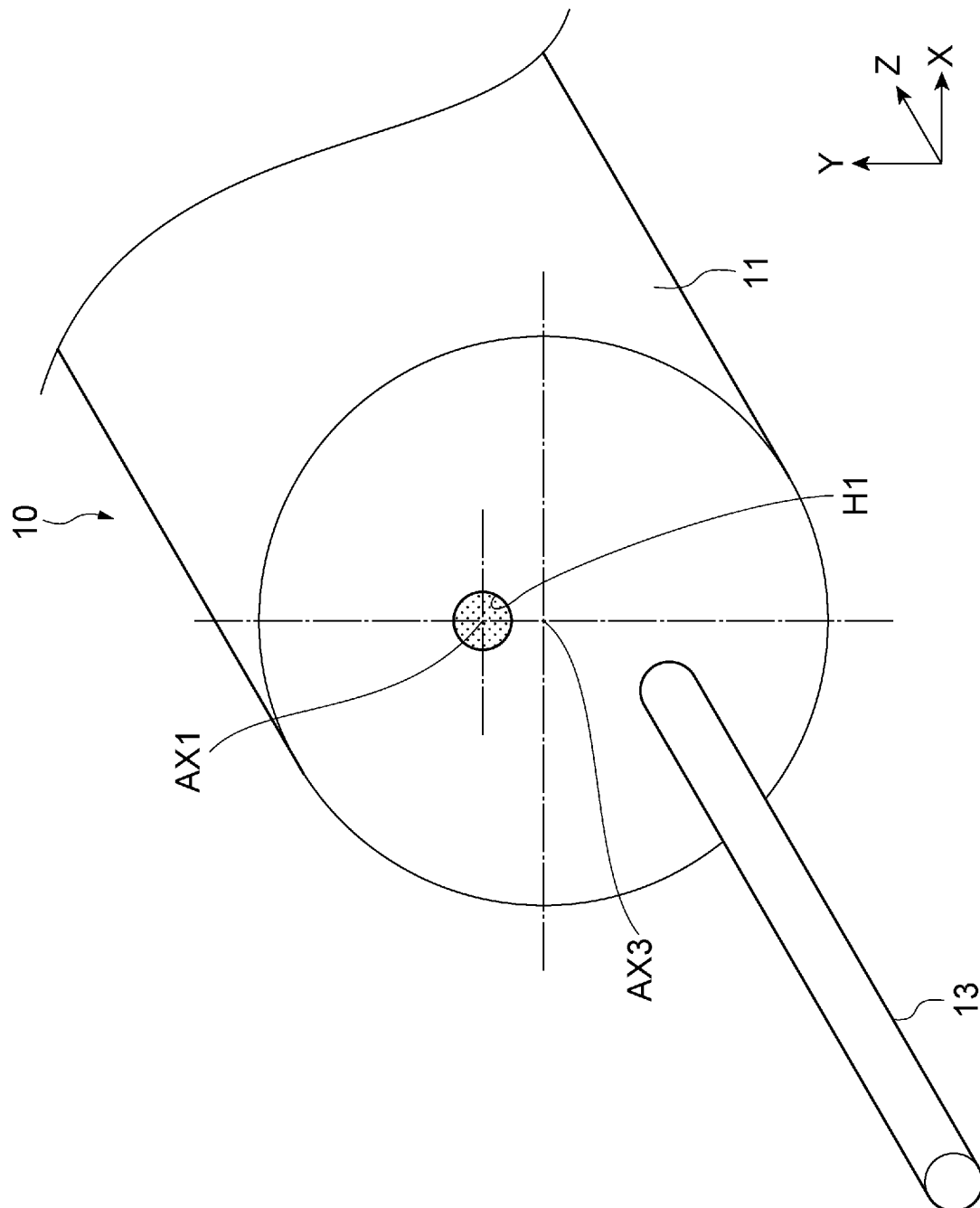
ける前記少なくとも1つの第1ファイバコアのうちの2つが並ぶ方向に対して直交する方向にずらす、請求項12に記載の光接続構造体の製造方法。

[請求項14] 前記第1光ファイバアセンブリの準備において、前記少なくとも1つの第1ファイバコアが、前記第1端面において、加熱によって拡大される、請求項12または請求項13に記載の光接続構造体の製造方法。

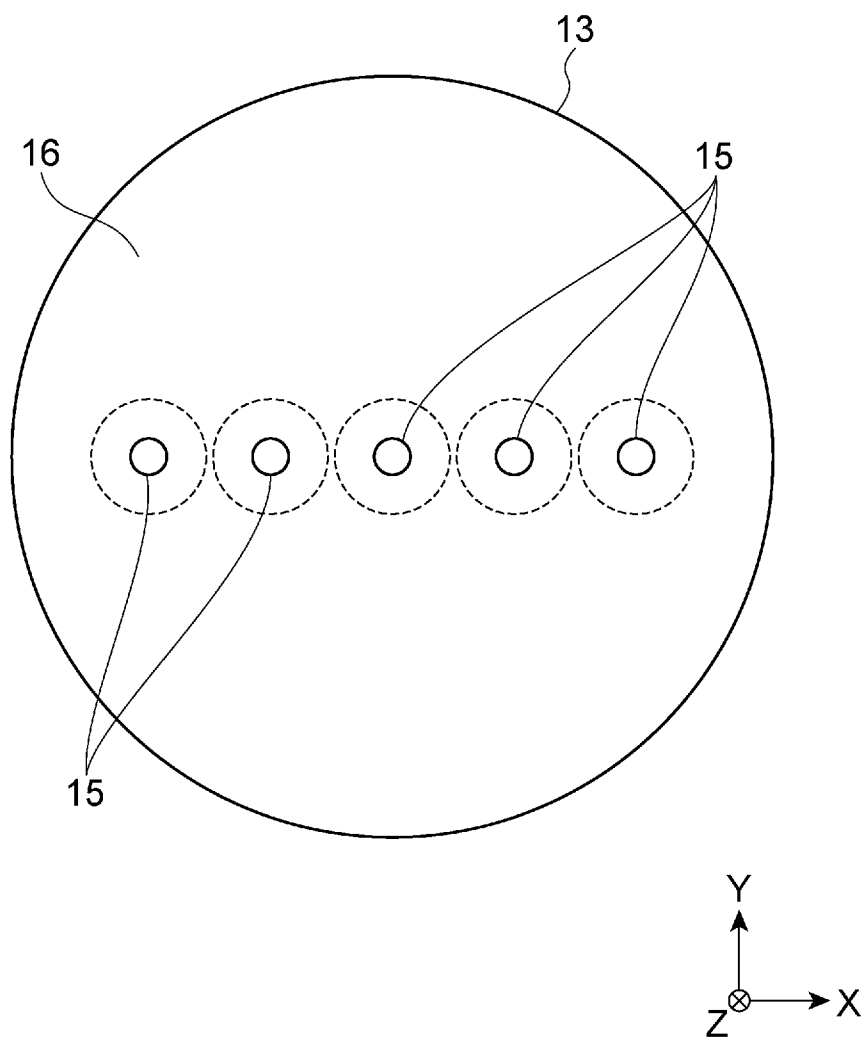
[図1]



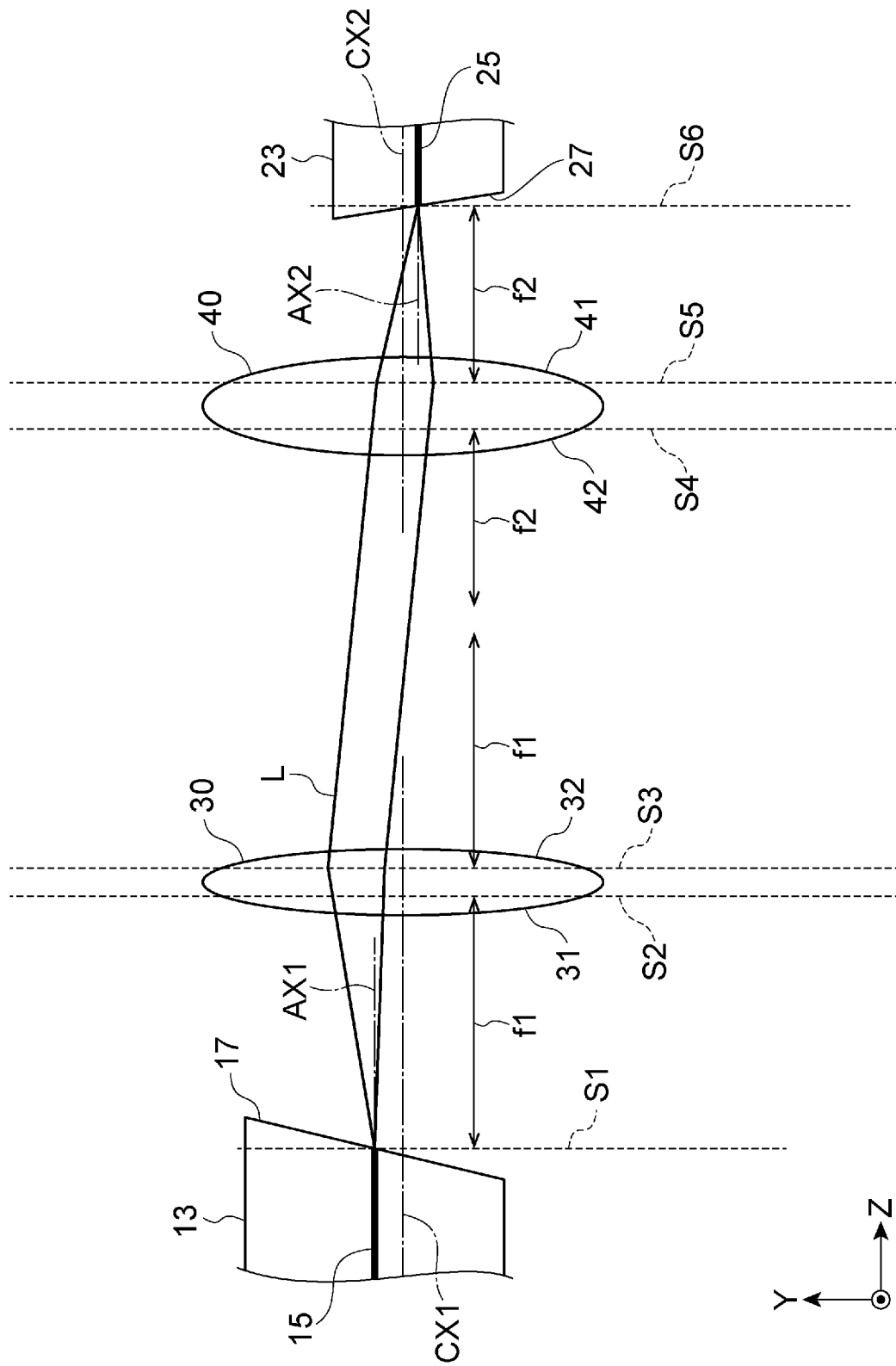
[図2]



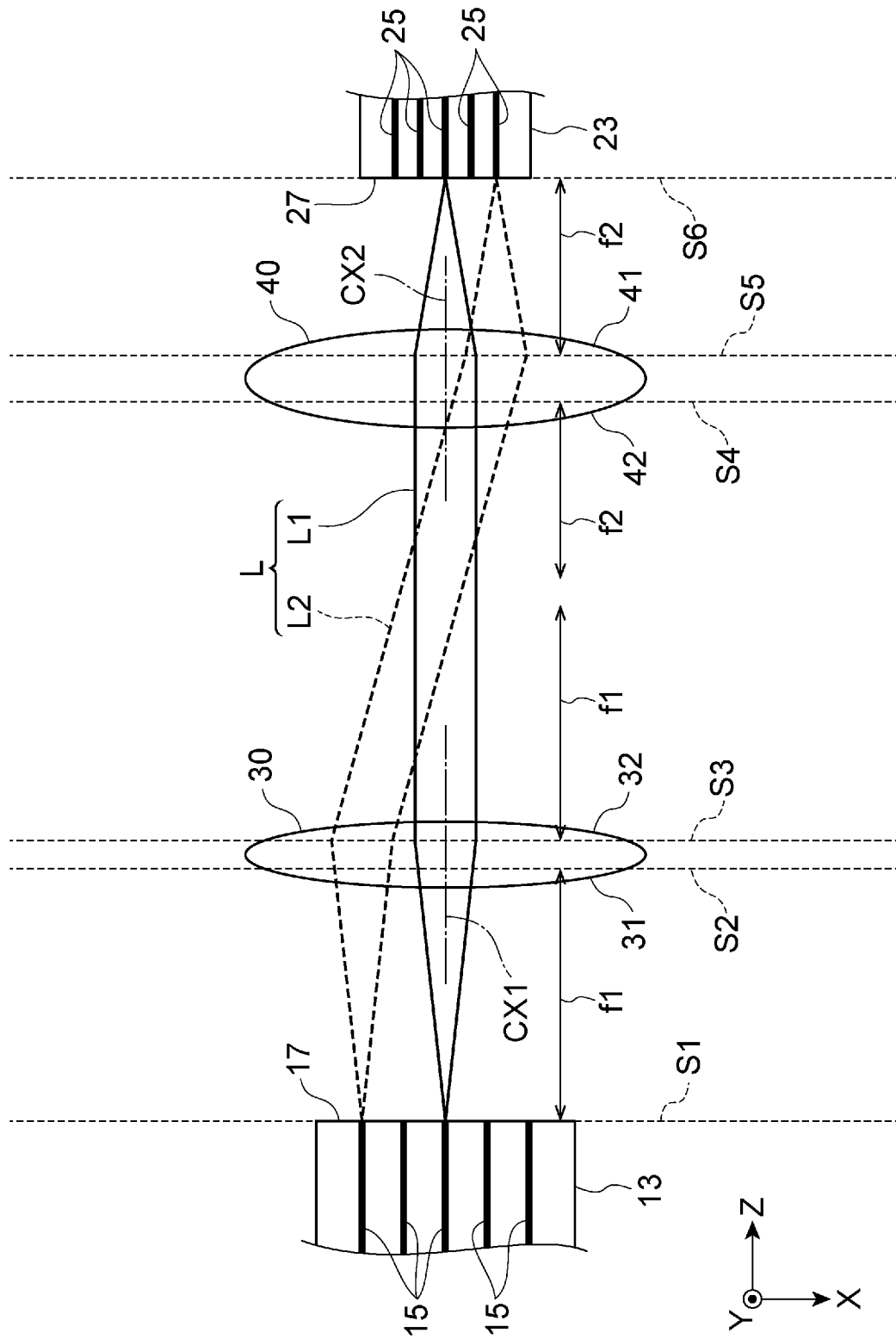
[図3]



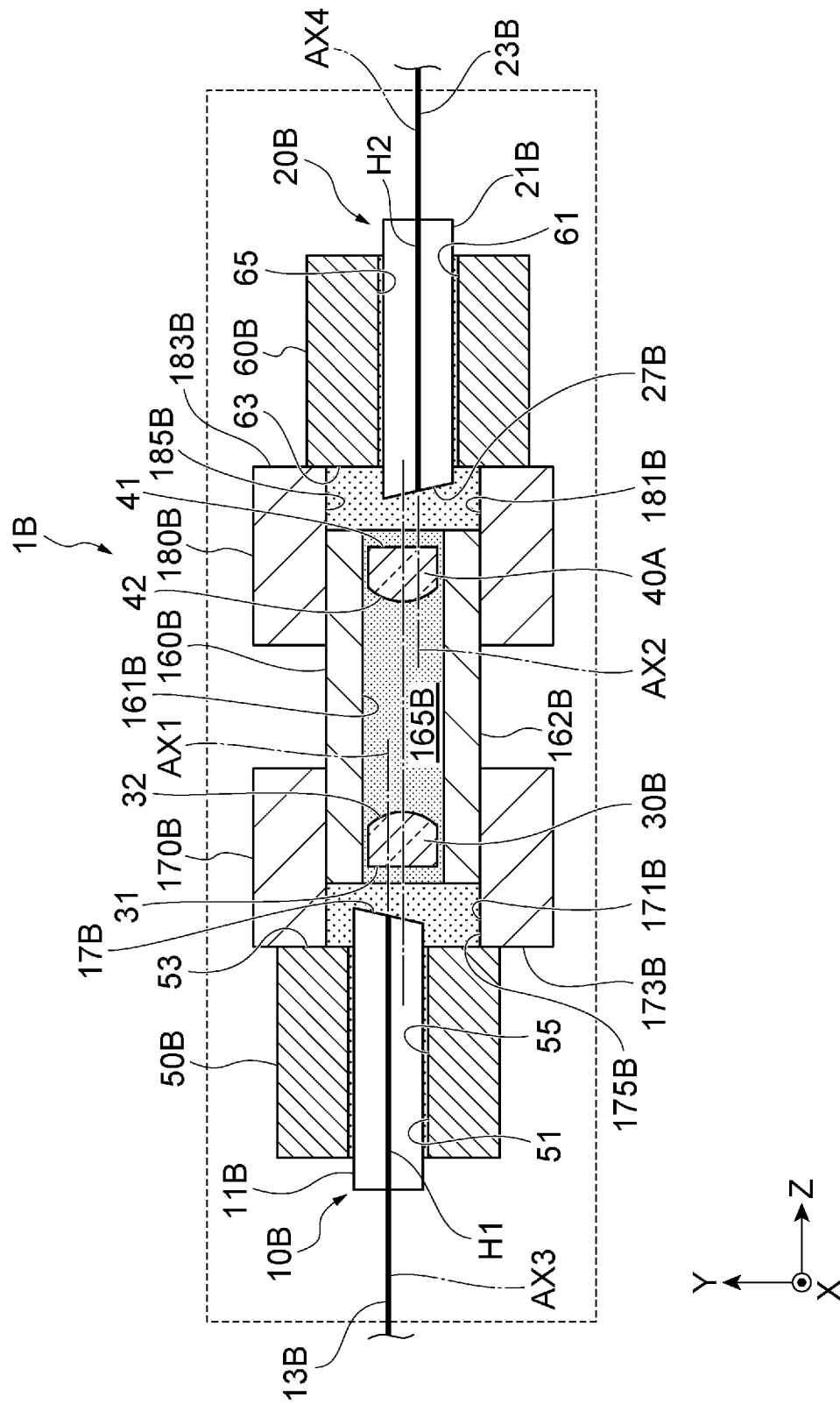
[図4]



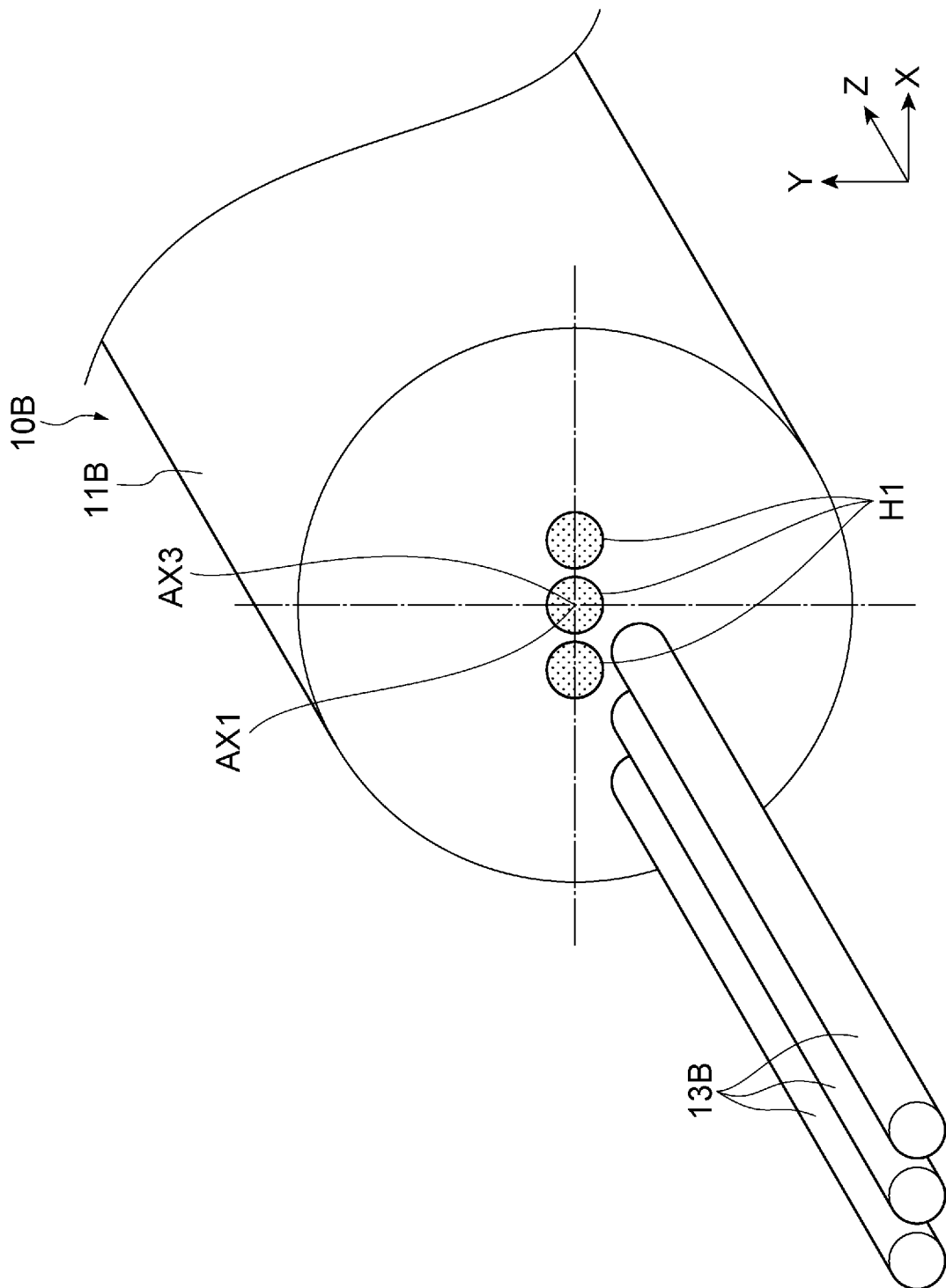
[図5]



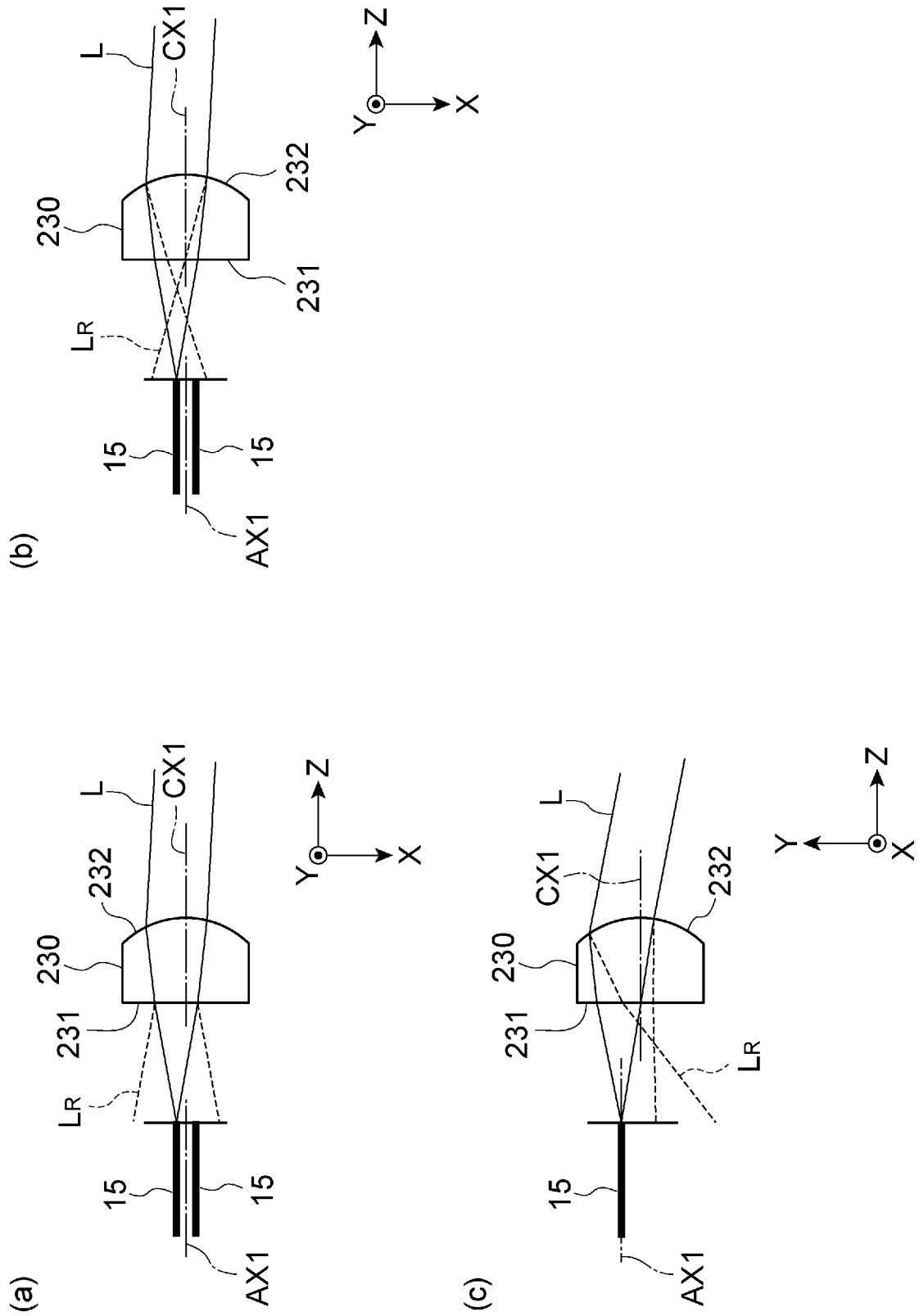
[図7]



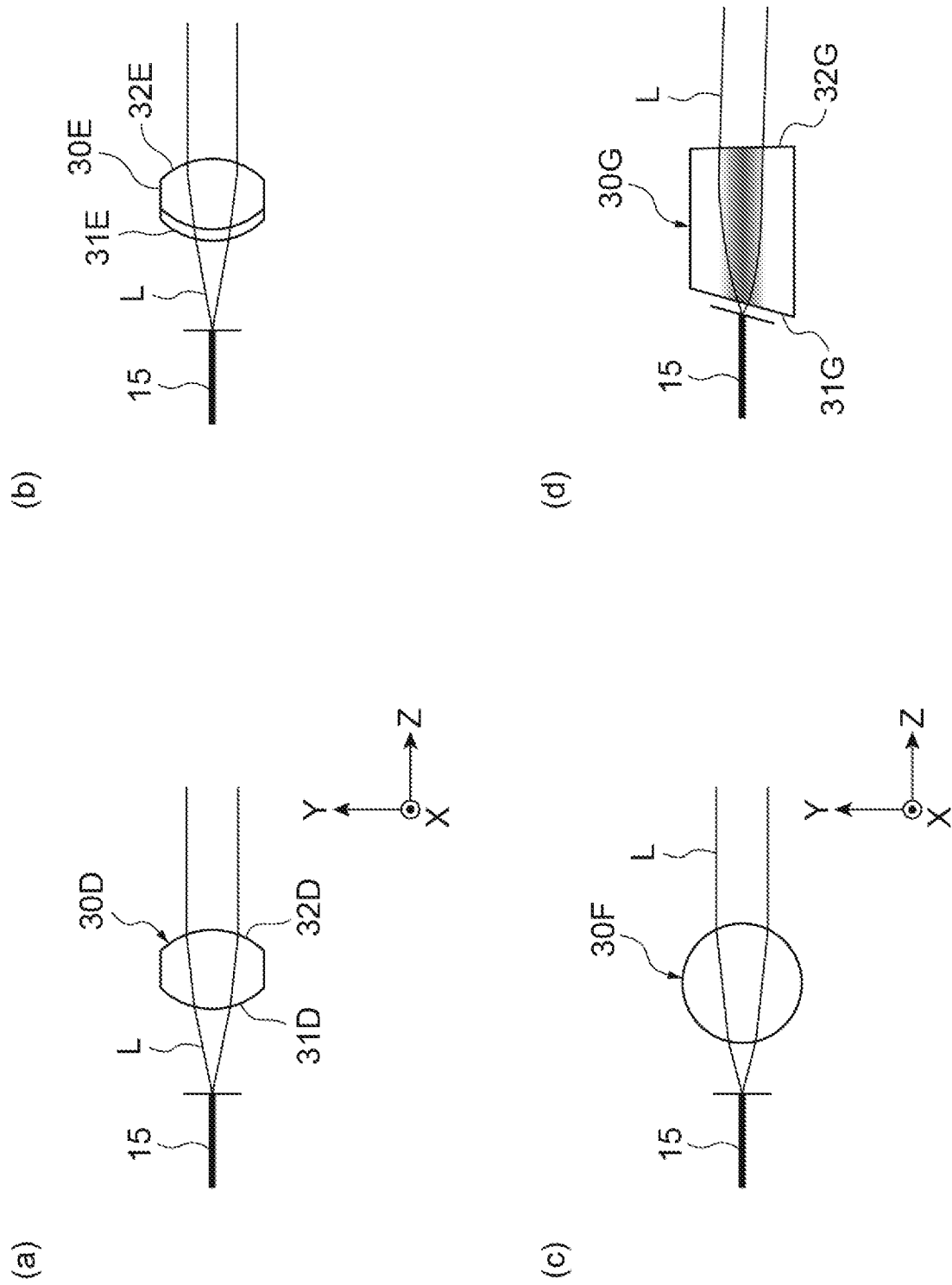
[図8]



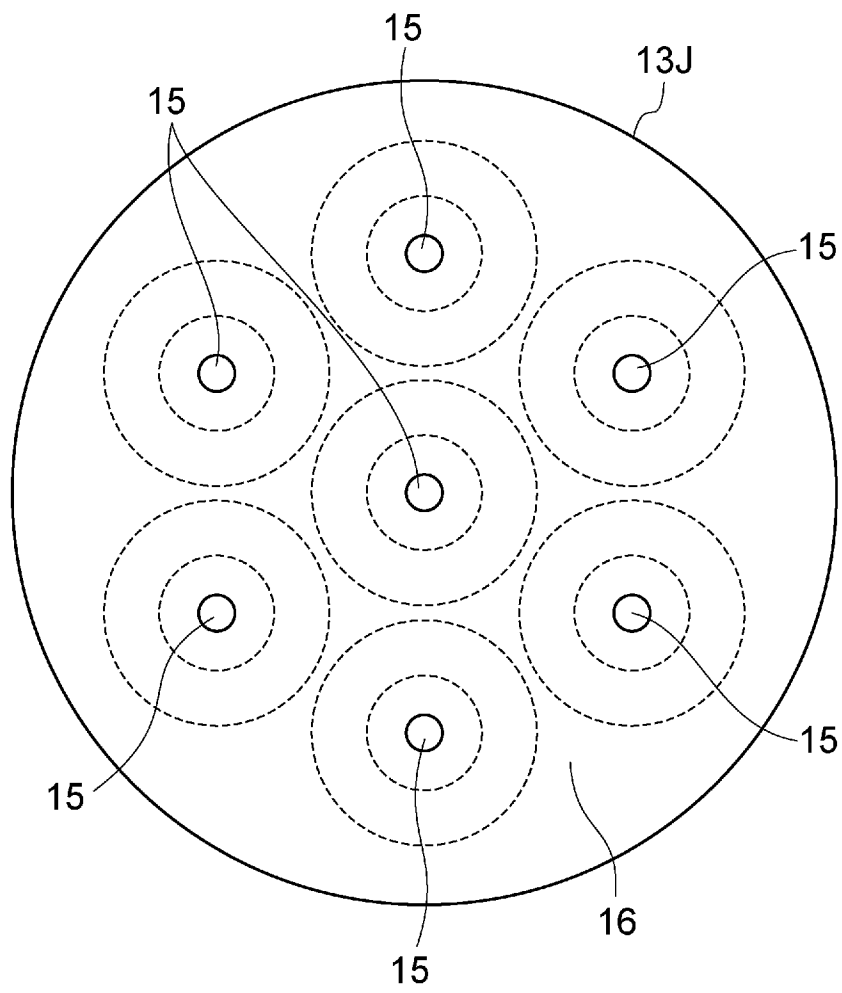
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/023814

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G02B 6/32 (2006.01)i; G02B 6/02 (2006.01)i FI: G02B6/32; G02B6/02 461; G02B6/02 421 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) G02B6/26-6/27; G02B6/30-6/34; G02B6/42-6/43 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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 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	WO 2022/004220 A1 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 06 January 2022 (2022-01-06) paragraphs [0028]-[0049], fig. 1-8	1-14
X	JP 2022-104211 A (KOHOKU KOGYO CO., LTD.) 08 July 2022 (2022-07-08) paragraphs [0015]-[0041], [0121]-[0124], fig. 1-8, 31	1-3, 6-8, 10, 12-13
A	JP 2004-45646 A (THE FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 12 February 2004 (2004-02-12) entire text, all drawings	1-14
A	WO 2022/019019 A1 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 27 January 2022 (2022-01-27) entire text, all drawings	1-14
A	US 2011/0228404 A1 (WEBB, P. et al.) 22 September 2011 (2011-09-22) entire text, all drawings	1-14
☐ 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 “D” document cited by the applicant in the international application “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 06 September 2024		Date of mailing of the international search report 17 September 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/023814

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)
WO	2022/004220	A1	06 January 2022	US	2023/0228950	A1
				paragraphs [0052]-[0074], fig. 1-8		
				CN	115698796	A

JP	2022-104211	A	08 July 2022	US	2024/0061204	A1
				paragraphs [0068]-[0094], [0177]-[0180], fig. 1-8, 31		
				WO	2022/145308	A1
				EP	4270073	A1
				CN	116888516	A

JP	2004-45646	A	12 February 2004	US	2003/0179993	A1

WO	2022/019019	A1	27 January 2022	US	2023/0275390	A1
				CN	116134685	A

US	2011/0228404	A1	22 September 2011	EP	2369381	A2

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

G02B 6/32(2006.01)i; G02B 6/02(2006.01)i
FI: G02B6/32; G02B6/02 461; G02B6/02 421

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

G02B6/26-6/27; G02B6/30-6/34; G02B6/42-6/43

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 1971-2024年
日本国実用新案登録公報 1996-2024年
日本国登録実用新案公報 1994-2024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	WO 2022/004220 A1（住友電気工業株式会社）06.01.2022（2022-01-06） 段落 [0028] - [0049] , 第1-8図	1-14
X	JP 2022-104211 A（湖北工業株式会社）08.07.2022（2022-07-08） 段落 [0015] - [0041] , [0121] - [0124] , 第1-8, 31図	1-3, 6-8, 10, 12-13
A	JP 2004-45646 A（古河電気工業株式会社）12.02.2004（2004-02-12） 全文, 全図	1-14
A	WO 2022/019019 A1（住友電気工業株式会社）27.01.2022（2022-01-27） 全文, 全図	1-14
A	US 2011/0228404 A1（WEBB, P. et al.）22.09.2011（2011-09-22） 全文, 全図	1-14

☐ 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、一般的技术水準を示すもの
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
06.09.2024

国際調査報告の発送日
17.09.2024

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

権限のある職員（特許庁審査官）

山本 元彦 2L 3914

電話番号 03-3581-1101 内線 3295

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/023814

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2022/004220	A1	06.01.2022	US	2023/0228950	A1	
				段落 [0052] - [0074] , 第 1-8図			
				CN	115698796	A	

JP	2022-104211	A	08.07.2022	US	2024/0061204	A1	
				段落 [0068] - [0094] , [0177] - [0180] , 第1-8, 31図			
				WO	2022/145308	A1	
				EP	4270073	A1	
				CN	116888516	A	

JP	2004-45646	A	12.02.2004	US	2003/0179993	A1	

WO	2022/019019	A1	27.01.2022	US	2023/0275390	A1	
				CN	116134685	A	

US	2011/0228404	A1	22.09.2011	EP	2369381	A2	
