

(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
2024年11月28日(28.11.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/241823 A1

(51) 国際特許分類:

G02B 6/122 (2006.01) G02B 6/30 (2006.01)

CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2448589 神奈川県横浜市
栄区田谷町1番地 Kanagawa (JP).

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2024/016114

(72) 発明者: 横山 直樹 (YOKOYAMA Naoki);
〒2448589 神奈川県横浜市栄区田谷町1番
地 住友電気オプティフロンティア株式会
社内 Kanagawa (JP). 荒生 肇 (ARAO Hajime);
〒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).
中西 哲也 (NAKANISHI Tetsuya); 〒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).

(22) 国際出願日:

2024年4月24日(24.04.2024)

(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:

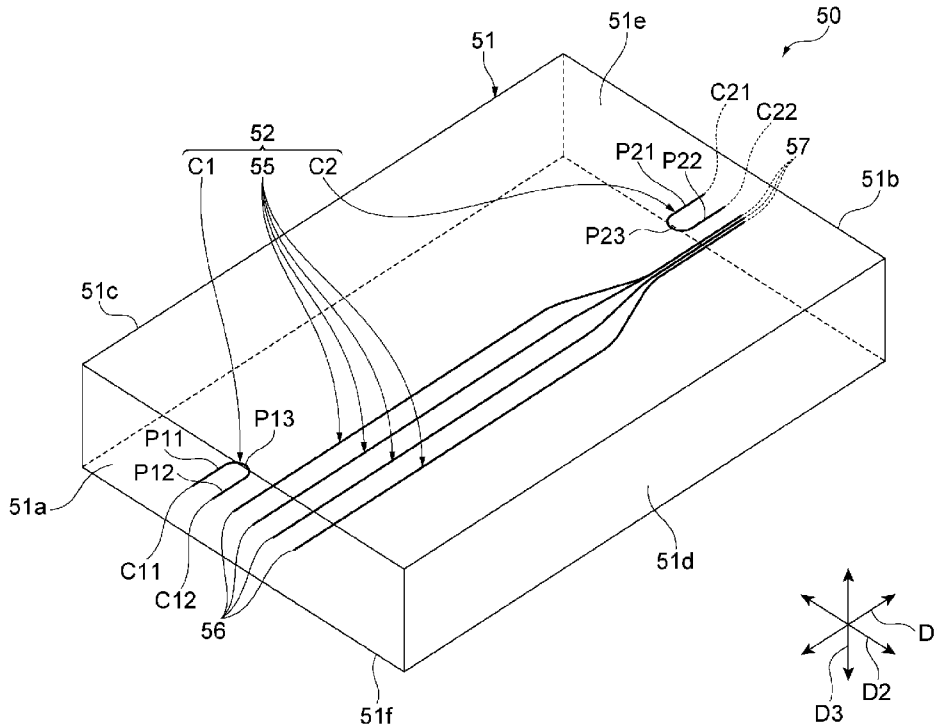
特願 2023-083999 2023年5月22日(22.05.2023) JP

(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). 住
友電気オプティフロンティア株式会
社 (SUMITOMO ELECTRIC OPTIFRONTIER

(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

(54) Title: OPTICAL WAVEGUIDE DEVICE, OPTICAL CONNECTION STRUCTURE, AND OPTICAL CONNEC-
TION METHOD

(54) 発明の名称: 光導波路デバイス、光接続構造、および光接続方法



(57) Abstract: An optical waveguide device according to the present disclosure comprises: a cladding that includes a first surface and a second surface different from the first surface; at least one first core that extends from the first surface to the second surface within the cladding; and a second core that is formed in a region excluding the first core within the cladding, and extends from the first surface so as to return to the first surface through the inside of the cladding.

[続葉有]



(明治安田生命ビル) 9階 創英国際特
許法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, 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: 本開示の光導波路デバイスは、第一面、および第一面とは異なる第二面を含むクラッドと、第一面から第二面までクラッドの内部を延びる少なくとも一つの第一コアと、クラッドのうち第一コアを除く領域に形成され、第一面からクラッドの内部を通して第一面に帰還するように延びる第二コアと、を備える。

明 細 書

発明の名称：光導波路デバイス、光接続構造、および光接続方法
技術分野

[0001] 本開示は、光導波路デバイス、光接続構造、および光接続方法に関する。
本出願は、2023年5月22日出願の日本出願第2023-08399
9号に基づく優先権を主張し、前記日本出願に記載された全ての記載内容を
援用する。

背景技術

[0002] 例えば、特許文献1は、クラッド、およびクラッドに取り囲まれた複数の
コアを備える光導波路デバイスを開示する。この光導波路デバイスでは、ク
ラッドの内部の各コア間のピッチが光の伝播方向に沿って変換されている。
このような光導波路デバイスは、例えば、互いにコアピッチが異なる2つの
ファイバアレイの間に配置され、これらファイバアレイを低損失で光接続す
ることを可能にする。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2018/135411号

発明の概要

[0004] 本開示の一実施形態に係る光導波路デバイスは、第一面、および第一面と
は異なる第二面を含むクラッドと、第一面から第二面までクラッドの内部を
延びる少なくとも一つの第一コアと、クラッドのうち第一コアを除く領域に
形成され、第一面からクラッドの内部を通して第一面に帰還するように延び
る第二コアと、を備える。

図面の簡単な説明

[0005] [図1]図1は、第一実施形態に係る光接続構造を示す斜視図である。

[図2]図2は、図1の光導波路デバイスを示す斜視図である。

[図3]図3は、図2の光導波路デバイスを示す側面図である。

[図4a]図4 aは、図2の光導波路デバイスを示す正面図である。

[図4b]図4 bは、図4 aの光導波路デバイスに直面する第一光ファイバアレイを示す正面図である。

[図5a]図5 aは、図2の光導波路デバイスを示す背面図である。

[図5b]図5 bは、図5 aの光導波路デバイスに直面する第二光ファイバアレイを示す正面図である。

[図6]図6は、第一実施形態に係る光接続方法の工程を示すフローチャートである。

[図7a]図7 aは、光導波路デバイスと第一光ファイバアレイとがアクティブ調心される様子を示す平面図である。

[図7b]図7 bは、光導波路デバイスと第二光ファイバアレイとがアクティブ調心される様子を示す平面図である。

[図8]図8は、第二実施形態に係る光接続構造を示す斜視図である。

[図9]図9は、図8の光導波路デバイスを示す斜視図である。

[図10]図10は、図9の光導波路デバイスを示す側面図である。

[図11a]図11 aは、図9の光導波路デバイスを示す正面図である。

[図11b]図11 bは、図11 aの光導波路デバイスに直面する第一光ファイバアレイを示す正面図である。

[図12a]図12 aは、図9の光導波路デバイスを示す背面図である。

[図12b]図12 bは、図12 aの光導波路デバイスに直面する第二光ファイバアレイを示す正面図である。

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]

上述した光導波路デバイスおよび2つのファイバアレイの三部材を光接続するために、これら三部材のコアの光軸が一致するように三部材の相対的な位置を調整する調心作業が行われる。そのような調心方法として、例えば、三部材に実際に試験光を導入して三部材間の光結合損失をモニタしながら三部材の配置を調整するアクティブ調心と、三部材或いはその周辺部品に形成

されたマーカ一等を目印として観察しながら三部材の配置を調整するパッシブ調心と、が挙げられる。パッシブ調心では、マーカ等の目印の位置の誤差、あるいは観察時のコアの検出位置の誤差等が起因して、三部材の高精度な調心が困難となり得る。一方、試験光をモニタしながら三部材の配置を調整するアクティブ調心では、パッシブ調心と比べて、三部材を高精度に調心することが可能である。

[0007] アクティブ調心では、例えば、第1のファイバアレイから試験光を入射し、光導波路デバイスを経て第2のファイバアレイから出射される試験光の強度がパワーメータ等の受光器にて測定される。そして、その試験光の強度が最大となるように、三部材の配置を相互に調整する三体調心が行われる。ここで、試験光のモニタが前提となるアクティブ調心では、三部材のコアに試験光が通るように或る程度の精度で三部材の配置を調整することが求められる。しかし、上述のように三部材を相互に移動させながら、試験光が通る三部材の配置を見つけることは容易ではないため、三部材のコアの光軸を一致させるまでの調心作業に必要以上に時間を要するおそれがある。従って、三部材の調心をより簡便に行うことが望まれる。

[0008] 本開示は、三部材の調心をより簡便に行うことができる光導波路デバイス、光接続構造、および光接続方法を提供する。

[0009] [本開示の効果]

本開示による光導波路デバイス、光接続構造、および光接続方法によれば、三部材の調心をより簡便に行うことができる。

[0010] [本開示の実施形態の説明]

最初に、本開示の実施形態の内容を列記して説明する。

[0011] (1) 本開示の一実施形態に係る光導波路デバイスは、第一面、および第一面とは異なる第二面を含むクラッドと、第一面から第二面までクラッドの内部を延びる少なくとも一つの第一コアと、クラッドのうち第一コアを除く領域に形成され、第一面からクラッドの内部を通して第一面に帰還するように延びる第二コアと、を備える。

[0012] 上記の光導波路デバイスは、例えば、2つの光ファイバアレイ同士を光接続するために用いられる。この場合、光導波路デバイスの第一面は、一方の光ファイバアレイ（以下、「第一光ファイバアレイ」と称する）に対面する。光導波路デバイスの第二面は、他方の光ファイバアレイ（以下、「第二光ファイバアレイ」と称する）に対面する。光導波路デバイスの第一コアは、第一面において第一光ファイバアレイと光接続され、第二面において第二光ファイバアレイと光接続される。従って、第一コアは、これら光ファイバアレイの間の通信に必要な通信光を伝送するための通信用のコアとして利用できる。上記の光導波路デバイスは、第一コアに加えて、第一面からクラッドの内部を通して第一面に帰還するように延びる第二コアを備える。第二コアは、光導波路デバイスおよび第一光ファイバアレイの二部材をアクティブ調心するための調心用のコアとして利用できる。これら二部材をアクティブ調心するための試験光は、第一光ファイバアレイから第一面に射出され、第二コアを通して第一面から再び第一光ファイバアレイに戻る。そこで、第一光ファイバアレイに戻った試験光をパワーメータ等にて測定すれば、試験光の強度が最大となるように、光導波路デバイスおよび第一光ファイバアレイの二部材の配置を調整する二体調心を行うことができる。

[0013] このように第一光ファイバアレイと光導波路デバイスとの二体調心が行われた後は、残りの第二光ファイバを調心済みの光導波路デバイスに対して二体調心を行えばよい。その結果、第一光ファイバアレイ、光導波路デバイス、および第二光ファイバアレイの三部材がアクティブ調心によって調心された状態になる。このように、上記の光導波路デバイスを用いれば、三部材の配置を相互に調整する三体調心が一度に行われるのではなく、二部材の配置を相互に調整する二体調心が二回に分けて行われる。この場合、三体調心が一度に行われる場合と比べて、試験光が通る三部材の配置をより容易に見つけることができるので、三部材をアクティブ調心する際の三部材の位置調整の難易度を低減することができる。更に、このようにアクティブ調心を用いれば、三部材の光軸位置を捉えながら三部材をより確実に調心できるので、

パッシブ調心のみが行われる場合と比べて、三部材の調心に要する時間を低減できる。従って、上記の光導波路デバイスによれば、三部材の調心をより簡便に行うことが可能となる。

[0014] (2) 上記(1)に記載の光導波路デバイスにおいて、第一コアは、第一面に露出するコア端面を含んでもよい。第二コアは、第一面においてコア端面とは異なる位置に露出する第一コア端面および第二コア端面を含んでもよい。この場合、第一光ファイバアレイから第一面に射出された試験光が第二コアを通して再び第一光ファイバアレイに戻る態様を好適に実現できる。

[0015] (3) 上記(2)に記載の光導波路デバイスにおいて、第一コア端面および第二コア端面は、第一面に沿った一方向においてコア端面と並んで配置されていてもよい。この場合、第一コアと同一の平面上に第二コアを形成することが可能となるので、第二コアをクラッドの内部に形成する作業が容易になる。

[0016] (4) 上記(3)に記載の光導波路デバイスにおいて、第一コア端面および第二コア端面は、一方向においてコア端面を挟んだ両側のうちの一方側に並んで配置されていてもよい。この場合、クラッドの内部において第一コアと交差しないように延びる第二コアを容易に形成できる。このように第一コアと第二コアとの交差を回避することによって、第一コアおよび第二コアを通る光信号の混信および損失が生じることを回避できる。

[0017] (5) 上記(4)に記載の光導波路デバイスにおいて、第二コアは、第一面に交差し且つ第一コア端面および第二コア端面を通る平面に沿って、クラッドの内部を延びていてもよい。この場合、第二コアを同一の平面上に形成されるので、第二コアをクラッドの内部に形成する作業が容易になる。

[0018] (6) 上記(3)に記載の光導波路デバイスにおいて、第一コア端面および第二コア端面は、一方向においてコア端面を挟んだ両側にそれぞれ配置されていてもよい。この場合、第一コア端面と第二コア端面とが隣り合って並ぶ場合と比べて、第一コア端面と第二コア端面との距離を遠くすることができるので、第一コア端面と第二コア端面との距離を大きく維持できる。その

結果、調心用の試験光を用いて光導波路デバイスに第一光ファイバアレイをアクティブ調心する際に、試験光が入射または出射される第一コア端面の位置と、試験光が出射または入射される第二コア端面の位置と、の間の回転方向のずれが生じるリスクを低減できる。これにより、光導波路デバイスと第一光ファイバアレイとをより確実に調心することが可能となる。更に、このように第一コア端面と第二コア端面との距離を大きく維持できれば、第一コア端面と第二コア端面とが隣り合って並ぶ場合と比べて、第一コア端面から第二コア端面までの第二コアの経路に形成され得る曲線部分の曲率半径を大きく維持できる。これにより、調心時に第二コアに導入される試験光の伝搬損失を低減することが可能となる。

[0019] (7) 上記(6)に記載の光導波路デバイスにおいて、第二コアは、第一面に交差し且つ第一コア端面および第二コア端面を通る平面に沿って延びる第一部分と、平面から離れた領域に形成され、平面の法線方向に沿って見たときに第一コアと交差するように延びる第二部分と、を含んでもよい。この場合、クラッドの内部において第一コアと交差しないように第二コアの経路を三次元的に変化させることができる。このように第一コアと第二コアとの交差を回避することによって、第一コアおよび第二コアを通る光信号の混信および損失が生じることを回避できる。

[0020] (8) 上記(3)から(7)のいずれかに記載の光導波路デバイスは、複数の第一コアを備えてもよい。複数の第一コアのコア端面は、第一コア端面および第二コア端面の一方と一方向に隣り合う第一隣接端面と、第一隣接端面と一方向に隣り合う第二隣接端面と、を含んでもよい。第一コア端面および第二コア端面の一方と第一隣接端面との間隔は、第一隣接端面と第一隣接端面との間隔と同一であってもよい。例えば、第一光ファイバアレイを光導波路デバイスに光接続する場合、第一光ファイバアレイが備える複数の光ファイバは、第一コアおよび第二コアに対応して並べられた状態でホルダに保持される。ホルダには、複数の光ファイバを保持するための複数の保持部(例えばV溝)が形成されている。このような保持部は、通常、複数の光ファ

イバが一定の間隔で並べられることを想定して、一定の間隔で並ぶように形成されている。上記の構成においても、複数の第一コアと第二コアとを一定の間隔で並べることができるので、それに応じて複数の光ファイバを一定の間隔で並べられた状態で保持する既存のホルダを使用できる。このように、上記の構成によれば、既存のホルダを変更することなくそのまま使用できるので、汎用性に優れている。

[0021] (9) 上記(1)から(8)のいずれかに記載の光導波路デバイスにおいて、第一面における第二コアのモードフィールド径は、第一面における第一コアのモードフィールド径と同一であってもよい。例えば、第一光ファイバアレイを光導波路デバイスに光接続する場合、第一光ファイバアレイが備える複数の光ファイバは、第一コアおよび第二コアに対応して並べられた状態でホルダに保持される。ホルダには、複数の光ファイバを保持するための複数の保持部(例えばV溝)が形成されている。このような保持部は、通常、汎用的な光ファイバが用いられることを想定して、同一の大きさおよび形状で形成されている。上記の構成においても、汎用的な光ファイバが第一コアおよび第二コアに光接続されることを想定して、第二コアのモードフィールド径は第一コアのモードフィールド径と同一に設定されている。従って、上記の構成によれば、汎用的な光ファイバを保持可能な既存のホルダをそのまま使用できるので、汎用性に優れている。

[0022] (10) 上記(1)から(9)に記載の光導波路デバイスは、クラッドのうち第一コア及び第二コアを除く領域に形成され、第二面からクラッドの内部を通して第二面に帰還するように延びる第三コアを更に備えてもよい。この場合、第三コアは、光導波路デバイスおよび第二光ファイバアレイの二部材をアクティブ調心するための調心用のコアとして利用できる。これら二部材をアクティブ調心するための試験光は、第二光ファイバアレイから第二面に出射され、第三コアを通して第二面から再び第二光ファイバアレイに戻る。そこで、第二光ファイバアレイに戻った試験光をパワーメータ等にて測定すれば、試験光の強度が最大となるように、光導波路デバイスおよび第二光

ファイバアレイの二部材の配置を調整する二体調心を行うことができる。このように、第一光ファイバアレイおよび光導波路デバイスの二体調心と、光導波路デバイスおよび第二光ファイバアレイの二体調心とをそれぞれ行うことにより、第一光ファイバアレイ、光導波路デバイス、および第二光ファイバアレイの三部材の調心をより簡便に行うことが可能となる。

[0023] (11) 本開示の一実施形態に係る光接続構造は、上記(1)から上記(10)のいずれかに記載の光導波路デバイスと、第一面と対面するように配置された光ファイバアレイと、を備える。光ファイバアレイは、第一面において第一コアに光接続された少なくとも一つの第一光ファイバと、第一面において第二コアの両端にそれぞれ光接続された一对の第二光ファイバと、を含む。この光接続構造は、上述したいずれかの光導波路デバイスを備えるので、上述したように、三部材の調心をより簡便に行うことが可能となる。

[0024] (12) 本開示の一実施形態に係る光接続方法は、上記(1)から上記(10)のいずれかに記載の光導波路デバイス、第一光ファイバアレイ、および第二光ファイバアレイを準備する工程と、第一光ファイバアレイが光導波路デバイスの第一面に対面するように配置された状態で、光導波路デバイスに第一光ファイバアレイが光接続されるように、光導波路デバイスと第一光ファイバアレイとのアクティブ調心を行う工程と、第二光ファイバアレイが光導波路デバイスの第二面に対面するように配置された状態で、アクティブ調心後の光導波路デバイスに第二光ファイバアレイが光接続されるように、光導波路デバイスと第二光ファイバアレイとのアクティブ調心を行う工程と、を備える。光導波路デバイスと第一光ファイバアレイとのアクティブ調心を行う工程では、第一光ファイバアレイの第一調心用光ファイバから調心用の試験光を第一面へ向けて出射し、第一面から第二コアを通して第一光ファイバアレイの第二調心用光ファイバに入射される試験光を測定し、試験光の強度が最大となるように、光導波路デバイスと第一光ファイバアレイとの配置を調整する。

[0025] 上記の光接続方法によれば、第一光ファイバアレイ、光導波路デバイス、

および第二光ファイバアレイの三部材のアクティブ調心が行われる際、三部材の配置を相互に調整する三体調心が一度に行われるのではなく、二部材の配置を相互に調整する二体調心が二回に分けて行われる。この場合、三体調心が一度に行われる場合と比べて、試験光が通る三部材の配置をより容易に見つけることができるので、三部材をアクティブ調心する際の三部材の位置調整の難易度を低減することができる。更に、このようにアクティブ調心を用いれば、三部材のコアの光軸位置を捉えながら三部材をより確実に調心できるので、パッシブ調心のみが行われる場合と比べて、三部材の調心に要する時間を低減できる。従って、上記の光接続方法によれば、三部材の調心をより簡便に行うことが可能となる。

[0026] (13) 本開示の一実施形態に係る光導波路デバイスは、第一光ファイバアレイと第二光ファイバアレイとの間に配置され、第一光ファイバアレイと第二光ファイバアレイとを光接続する。この光導波路デバイスは、第一光ファイバアレイに対面する第一面、および第二光ファイバアレイに対面する第二面を含むクラッドと、第一面から第二面までクラッドの内部を延び、第一光ファイバアレイと第二光ファイバアレイとの間の通信に必要な通信光を伝送可能な少なくとも一つの通信用コアと、クラッドのうち通信用コアを除く領域に形成され、第一面からクラッドの内部を通して第一面に帰還するように延び、第一光ファイバアレイと光導波路デバイスとをアクティブ調心するための試験光を伝送可能な調心用コアと、を備える。この構成によれば、上述したように、第一光ファイバアレイ、光導波路デバイス、および第二光ファイバアレイの三部材の調心をより簡便に行うことが可能となる。

[0027] [本開示の実施形態の詳細]

本開示に係る光導波路デバイス、光接続構造、および光接続方法の具体例を、以下で図面を参照しながら説明する。本開示は、以下の例示に限定されるものではなく、請求の範囲に示され、請求の範囲と均等の範囲における全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同一または相当する要素には同一の符号を付し、重複する説明を適宜省略する。図面は、理

解の容易化のため、一部を簡略化または誇張して描いている場合があり、寸法比率等は図面に記載のものに限定されない。

[0028] [第一実施形態]

図1は、第一実施形態に係る光接続構造1を示す斜視図である。図1に示されるように、光接続構造1は、例えば、第一光ファイバアレイ10と、第二光ファイバアレイ30と、光導波路デバイス50と、を備える。図1において、便宜上、後述する蓋17、37が破線で示されている。

[0029] 第一光ファイバアレイ10、光導波路デバイス50、および第二光ファイバアレイ30は、この順で第一方向D1に沿って並んでいる。従って、光導波路デバイス50は、第一光ファイバアレイ10と第二光ファイバアレイ30と第一方向D1の間に配置されている。光導波路デバイス50は、第一光ファイバアレイ10と第二光ファイバアレイ30とを光接続するために用いられる。光導波路デバイス50は、第一光ファイバアレイ10と第二光ファイバアレイ30との間において伝送すべき通信光（すなわち光信号）を伝送するように構成される。

[0030] 第一光ファイバアレイ10は、例えば、第一光ファイバ群11と、第一光ファイバ群11を保持する第一ホルダ15と、を含む。第一光ファイバ群11の先端部は、例えば、MTフェルールから光導波路デバイス50に向かって第一方向D1に延び出しており、光導波路デバイス50と第一方向D1に対面している。第一ホルダ15は、光導波路デバイス50と第一方向D1に対面する位置に配置され、第一光ファイバ群11の先端部を保持している。第一ホルダ15は、例えば、第一光ファイバ群11の先端部を支持する基体16と、第一光ファイバ群11の先端部を覆うように基体16上に配置される蓋17と、を含む。

[0031] 第一光ファイバ群11は、例えば、汎用の複数のシングルコアファイバ（以下、「SCF」と記す）12を含む。各SCF12は、例えば、その中心軸に沿って延びる単一のコアと、当該単一のコアを取り囲むクラッドと、を含む。各SCF12は、第一方向D1に沿って延びており、第一方向D1に

交差する第二方向D 2（「一方向」の一例）に沿って一列に並んでいる。各SCF 1 2は、例えば、第二方向D 2に沿って一定の間隔で並んでいる。

[0032] 第二光ファイバレイ 3 0は、第一方向D 1において光導波路デバイス 5 0を挟んで第一光ファイバレイ 1 0とは反対側に配置されている。第二光ファイバレイ 3 0は、例えば、第二光ファイバ群 3 1と、第二光ファイバ群 3 1を保持する第二ホルダ 3 5と、を含む。第二光ファイバ群 3 1の先端部は、例えば、MTフェルールから光導波路デバイス 5 0に向かって第一方向D 1に延び出しており、光導波路デバイス 5 0と第一方向D 1に対面している。第二ホルダ 3 5は、光導波路デバイス 5 0と第一方向D 1に対面する位置に配置され、第二光ファイバ群 3 1の先端部を保持している。第二ホルダ 3 5は、例えば、第二光ファイバ群 3 1の先端部を支持する基体 3 6と、第二光ファイバ群 3 1の先端部を覆うように基体 3 6上に配置される蓋 3 7と、を含む。

[0033] 第二光ファイバ群 3 1は、例えば、汎用のマルチコアファイバ（以下、「MCF」と記す） 3 2と、汎用の一对のSCF 4 1, 4 2と、を含む。MCF 3 2は、例えば、その中心軸を除く位置に配置される複数のコアと、当該複数のコアを取り囲むクラッドと、を含む。MCF 3 2は、第一方向D 1に沿って延びている。MCF 3 2の各コアは、第二方向D 2および第三方向D 3に沿った面内において一定の間隔で並んでいる。第三方向D 3は、第一方向D 1および第二方向D 2の双方に交差する方向としてよい。SCF 4 1, 4 2は、第一方向D 1に沿って延びており、第二方向D 2に沿ってMCF 3 2と一列に並んでいる。

[0034] 図2は、光導波路デバイス 5 0を示す斜視図である。図3は、光導波路デバイス 5 0を示す側面図である。図2および図3に示されるように、光導波路デバイス 5 0は、クラッド 5 1と、クラッド 5 1の内部に形成されたコア群 5 2と、を備える。各図において、便宜上、コア群 5 2が実線で示されている。

[0035] クラッド 5 1は、コア群 5 2の屈折率よりも小さな屈折率を有し、コア群

５２を囲んでいる。クラッド５１は、例えば、矩形板状の外観である。クラッド５１は、例えば、第一光ファイバレイ１０（図１参照）と第一方向Ｄ１に対面する第一端面５１ａ（「第一面」の一例）と、第二光ファイバレイ３０（図１参照）と第一方向Ｄ１に対面する第二端面５１ｂ（「第二面」の一例）と、を含む。第一端面５１ａおよび第二端面５１ｂのそれぞれは、第一方向Ｄ１に交差する平面に沿って延びており、第一方向Ｄ１に沿って並んで配置されている。

[0036] クラッド５１は、第一端面５１ａと第二端面５１ｂとの間を第一方向Ｄ１に延びる第一側面５１ｃ、第二側面５１ｄ、第三側面５１ｅ、および第四側面５１ｆを更に含む。第一側面５１ｃおよび第二側面５１ｄは、第二方向Ｄ２に交差する平面に沿って延びており、第二方向Ｄ２に沿って並んで配置されている。第三側面５１ｅおよび第四側面５１ｆは、第三方向Ｄ３に交差する平面に沿って延びており、第三方向Ｄ３に沿って並んで配置されている。

[0037] コア群５２は、第一光ファイバレイ１０と第二光ファイバレイ３０との間の通信光を伝送するための複数の通信用コア５５（「第一コア」の一例）を含む。複数の通信用コア５５は、第一端面５１ａから第二端面５１ｂまでクラッド５１の内部を第一方向Ｄ１に沿って延びており、第二方向Ｄ２に沿って並んで配置されている。各通信用コア５５は、第一方向Ｄ１に沿って延びると共に、第二方向Ｄ２および第三方向Ｄ３に曲げられている。その結果、各通信用コア５５は、例えば、第一端面５１ａにおいて第二方向に沿って一列に並ぶ状態から、第二端面５１ｂにおいて第二方向Ｄ２および第三方向Ｄ３の双方に並ぶ状態に変換される。このように、各通信用コア５５は、クラッド５１の内部において第一方向Ｄ１、第二方向Ｄ２、および第三方向Ｄ３に三次元的に変化するように延びる三次元光導波路を構成している。

[0038] 各通信用コア５５は、例えば、パルスレーザによるレーザ加工を用いてクラッド５１の内部に形成される。パルスレーザは、例えば、チタンサファイアフェムト秒レーザとしてよい。このパルスレーザから出力される光パルスの集光点がクラッド５１の内部に形成されると、その集光点においてクラッド

ド51の屈折率が変化する。この集光点が第一方向D1、第二方向D2および第三方向D3に移動することにより、三次元的に変化する複数の通信用コア55がクラッド51の内部に形成される。

[0039] 図4aは、光導波路デバイス50を示す正面図である。図4bは、第一光ファイバレイ10を示す正面図である。図5aは、光導波路デバイス50を示す背面図である。図5bは、第二光ファイバレイ30を示す正面図である。図4aに示されるように、複数の通信用コア55の第1のコア端面56は、第一端面51aにおいて露出している。各コア端面56は、第一光ファイバレイ10の各SCF12（図4b参照）の並びに対応するように、第一端面51aにおいて第二方向D2に沿って一列に並んでいる。一例として、4つのコア端面56が第二方向D2に沿って一定の間隔で並んでいる。

[0040] 図5aに示されるように、複数の通信用コア55の第2の端面57は、第二端面51bにおいて露出している。各通信用コア55の端面57は、第二光ファイバレイ30のMCF32の各コア32a（図5b参照）の並びに対応するように、第二端面51bにおいて第二方向D2および第三方向D3に沿って二次元状に並んでいる。一例として、4つの端面57が第二方向D2および第三方向D3に沿って一定の間隔で並んでいる。

[0041] 再び図2を参照する。本実施形態では、図2に示されるように、コア群52は、上述した複数の通信用コア55に加えて、第一光ファイバレイ10と光導波路デバイス50とをアクティブ調心するための調心用の試験光を伝送する第一調心用コアC1（「第二コア」の一例）と、光導波路デバイス50と第二光ファイバレイ30とをアクティブ調心するための調心用の試験光を伝送する第二調心用コアC2（「第三コア」の一例）と、を更に含む。第一調心用コアC1および第二調心用コアC2は、各通信用コア55と同様、例えば、パルスレーザによるレーザ加工を用いてクラッド51の内部に形成される。アクティブ調心に使用する試験光は、モニタに適した光信号であればよく、通信用コア55を導波する通信光とは入出力の向き或いは波長が異なる光信号であってよい。

[0042] 第一調心用コアC 1 および第二調心用コアC 2 は、クラッド5 1 のうち複数の通信用コア5 5 を除く領域、すなわち複数の通信用コア5 5 と重ならない領域に形成されている。第一調心用コアC 1 は、第一端面5 1 a からクラッド5 1 の内部を通して第一端面5 1 a に帰還するように延びている。第二調心用コアC 2 は、クラッド5 1 のうち複数の通信用コア5 5 および第一調心用コアC 1 を除く領域、すなわち複数の通信用コア5 5 および第一調心用コアC 1 と重ならない領域において、第二端面5 1 b からクラッド5 1 の内部を通して第二端面5 1 b に帰還するように延びている。

[0043] 第一調心用コアC 1 の構成について具体的に説明する。図2に示されるように、第一調心用コアC 1 の第1のコア端面C 1 1（「第一コア端面」の一例）および第2のコア端面C 1 2（「第二コア端面」の一例）は共に、第一端面5 1 a において露出している。第一調心用コアC 1 は、コア端面C 1 1 からクラッド5 1 の内部を通してコア端面C 1 2 に至るように曲げられている。第一調心用コアC 1 は、第三方向D 3 に沿って見た場合に、例えば、第一端面5 1 a に開口端を有するU字状である。第一調心用コアC 1 は、例えば、コア端面C 1 1、C 1 2 からそれぞれ第一方向D 1 に延びる一对の直線部分P 1 1、P 1 2 と、クラッド5 1 の内部において直線部分P 1 1、P 1 2 の先端同士を結んで湾曲する曲線部分P 1 3 と、を含む。

[0044] 直線部分P 1 1、P 1 2 および曲線部分P 1 3 は、第三方向D 3 を高さ方向として見た場合に、クラッド5 1 の内部における同一の高さに形成される。言い換えると、直線部分P 1 1、P 1 2 および曲線部分P 1 3 は、クラッド5 1 の内部において第一方向D 1 および第二方向D 2 に沿った同一の平面P L（図3参照）に沿うように延びている。平面P L は、例えば、第一端面5 1 a に垂直であり且つコア端面C 1 1、C 1 2 のそれぞれにおける第一調心用コアC 1 の光軸を通る仮想平面としてよい。平面P L の法線方向は、例えば、第三方向D 3 に沿った方向としてよい。このように、第一調心用コアC 1 は、第三方向D 3 には曲げられずに、第一方向D 1 および第二方向D 2 に沿った平面P L において曲げられる二次元導波路を構成している。

[0045] 図4 aに示されるように、コア端面C 1 1, C 1 2は、第二方向D 2に沿って複数の通信用コア5 5のコア端面5 6と一列に並んでいる。本実施形態では、コア端面C 1 1, C 1 2は、第二方向D 2において複数の通信用コア5 5のコア端面5 6を挟んだ両側の領域のうちの一方側の領域に配置されている。コア端面C 1 2は、例えば、第二方向D 2において複数のコア端面5 6のうち最も外側に位置するコア端面5 6 A（「第一隣接端面」の一例）と隣り合う位置に配置されている。コア端面C 1 1は、例えば、第二方向D 2においてコア端面C 1 2を挟んでコア端面5 6 Aとは反対側に配置されており、コア端面C 1 2と隣り合って並んでいる。コア端面C 1 1, C 1 2のそれぞれにおける第一調心用コアC 1のモードフィールド径は、例えば、各コア端面5 6における通信用コア5 5のモードフィールド径と同一であってよい。モードフィールド径は、光強度に基づいて定義される値であり、コア径を示す指標である。

[0046] 複数のコア端面5 6は、上述したように、第二方向D 2に沿って一定の間隔で並んでいる。コア端面C 1 1, C 1 2も同様に、複数のコア端面5 6の並び間隔と同一の間隔で並んでいる。従って、複数のコア端面5 6のうちのコア端面5 6 Aと、コア端面5 6 Aに隣り合うコア端面5 6 B（「第二隣接端面」の一例）との間隔をW 1とし、コア端面C 1 2とコア端面5 6 Aとの間隔をW 2とし、コア端面C 1 1とコア端面C 1 2との間隔をW 3とすると、間隔W 2および間隔W 3はそれぞれ間隔W 1に等しい。このように、各コア端面5 6、コア端面C 1 1、およびコア端面C 1 2は、第二方向D 2に沿って等間隔に並んでいる。

[0047] コア端面5 6 Aとコア端面5 6 Bとの間隔W 1は、例えば、コア端面5 6 Aにおける通信用コア5 5の光軸（すなわち中心軸）と、コア端面5 6 Bにおける通信用コア5 5の光軸（すなわち中心軸）との距離としてよい。コア端面C 1 2とコア端面5 6 Aとの間隔W 2は、例えば、コア端面C 1 2における第一調心用コアC 1の光軸（すなわち中心軸）と、コア端面5 6 Aにおける通信用コア5 5の光軸（すなわち中心軸）との距離としてよい。コア端

面C 1 1とコア端面C 1 2との間隔W 3は、例えば、コア端面C 1 1における第一調心用コアC 1の光軸（すなわち中心軸）と、コア端面C 1 2における第一調心用コアC 1の光軸（すなわち中心軸）との距離としてよい。

[0048] 図4 bに示されるように、第一光ファイバアレイ1 0の複数のSCF 1 2は、通信光を伝送するための複数の通信用SCF 1 3（「第一光ファイバ」の一例）に加えて、調心用の試験光を伝送するための一对の調心用SCF 2 1, 2 2（「第二光ファイバ」の一例）を含む。複数の通信用SCF 1 3は、第一方向D 1に沿って延びており、第二方向D 2に沿って一列に並んでいる。調心用SCF 2 1, 2 2は、第一方向D 1に沿って延びており、第二方向D 2に沿って複数の通信用SCF 1 3と一列に並んでいる。調心用SCF 2 1, 2 2は、例えば、第二方向D 2において複数の通信用SCF 1 3を挟んだ両側の領域のうち的一方側の領域に配置されている。複数の通信用SCF 1 3および調心用SCF 2 1, 2 2は、例えば、第二方向D 2に沿って一定の間隔で一列に並んでいる。

[0049] 複数の通信用SCF 1 3および調心用SCF 2 1, 2 2は、第一ホルダ1 5の基体1 6に形成された複数のV溝1 8にそれぞれ載置される。複数のV溝1 8は、複数の通信用SCF 1 3および調心用SCF 2 1, 2 2の並びに対応して、第一方向D 1に沿って延びると共に第二方向D 2に沿って一定の間隔で並んでいる。各通信用SCF 1 3は、第一端面5 1 aにおいて各通信用コア5 5のコア端面5 6（図4 a参照）に対面するように配置される。各通信用SCF 1 3のコア1 3 aは、第一端面5 1 aにおいて各通信用コア5 5に光接続される。各調心用SCF 2 1, 2 2は、第一端面5 1 aにおいて第一調心用コアC 1の各コア端面C 1 1, C 1 2（図4 a参照）に対面するように配置される。調心用SCF 2 1, 2 2の各コア2 1 a, 2 2 aは、第一端面5 1 aにおいて第一調心用コアC 1に光接続される。

[0050] 調心用SCF 2 1, 2 2および第一調心用コアC 1は、第一光ファイバアレイ1 0と光導波路デバイス5 0とをアクティブ調心するために用いられる。調心用SCF 2 1, 2 2および第一調心用コアC 1は、アクティブ調心用

の試験光を伝送するための光導波路を構成する。例えば、調心用SCF21から試験光が出射されると、その試験光は、コア端面C11から第一調心用コアC1に入射してコア端面C12から出射され、調心用SCF22に入射される。このように、第一調心用コアC1は、第一光ファイバアレイ10から出射された試験光を、同じ第一光ファイバアレイ10に戻すループバック構造を有する。そして、第一光ファイバアレイ10に戻った試験光の強度をモニタしながら、当該強度が最大となるように、第一光ファイバアレイ10と光導波路デバイス50との配置を調整することにより、第一光ファイバアレイ10と光導波路デバイス50とをアクティブ調心することができる。

[0051] 次に、第二調心用コアC2の構成について具体的に説明する。図2に示されるように、第二調心用コアC2の両端、すなわち第1のコア端面C21および第2のコア端面C22は共に、第二端面51bにおいて露出している。第二調心用コアC2は、コア端面C21からクラッド51の内部を通してコア端面C22に至るように曲げられている。第二調心用コアC2は、第三方向D3に沿って見た場合に、例えば、第二端面51bに開口端を有するU字状である。第二調心用コアC2は、例えば、コア端面C21、C22からそれぞれ第一方向D1に延びる一对の直線部分P21、P22と、クラッド51の内部において直線部分P21、P22の先端同士を結んで湾曲する曲線部分P23と、を含む。直線部分P21、P22および曲線部分P23は、第一調心用コアC1と同様、同一の平面PL（図3参照）に沿うように延びている。従って、第二調心用コアC2は、第一調心用コアC1と同様、第三方向D3には曲げられずに、第一方向D1および第二方向D2に沿った平面PLにおいて曲げられる二次元導波路を構成している。

[0052] 図5aに示されるように、コア端面C21、C22は、第二方向D2において複数の通信用コア55の端面57を挟んだ両側の領域のうちの一方側の領域に配置されている。例えば、コア端面C22は、第二方向D2において複数の通信用コア55の端面57と隣り合う位置に配置され、コア端面C21は、第二方向D2においてコア端面C22を挟んで複数の通信用コア55

の端面 5 7 とは反対側に配置されている。コア端面 C 2 1, C 2 2 のそれぞれにおける第二調心用コア C 2 のモードフィールド径は、例えば、各端面 5 7 における通信用コア 5 5 のモードフィールド径と同一であってよい。

[0053] 図 5 b に示されるように、第二光ファイバレイ 3 0 は、通信光を伝送するための通信用の M C F 3 2 に加えて、調心用の試験光を伝送するための調心用の一对の S C F 4 1, 4 2 (以下、これらを「調心用 S C F 4 1, 4 2」と称する)を含む。M C F 3 2、および調心用 S C F 4 1, 4 2 は、例えば、第二方向 D 2 に沿って一定の間隔で一列に並んでいる。調心用 S C F 4 1, 4 2 は、例えば、第二方向 D 2 において M C F 3 2 を挟んだ両側の領域のうちの一方側の領域に配置されている。

[0054] M C F 3 2 および調心用 S C F 4 1, 4 2 は、第二ホルダ 3 5 の基体 3 6 に形成された複数の V 溝 3 8 にそれぞれ載置される。複数の V 溝 3 8 は、M C F 3 2 および調心用 S C F 4 1, 4 2 の並びに対応して、第一方向 D 1 に沿って延びると共に第二方向 D 2 に沿って一定の間隔で並んでいる。M C F 3 2 は、第二端面 5 1 b において各通信用コア 5 5 の端面 5 7 (図 5 a 参照)に対面するように配置される。M C F 3 2 の各コア 3 2 a は、第二端面 5 1 b において各通信用コア 5 5 に光接続される。各調心用 S C F 4 1, 4 2 は、第二端面 5 1 b において第二調心用コア C 2 の各コア端面 C 2 1, C 2 2 (図 5 a 参照)に対面するように配置される。調心用 S C F 4 1, 4 2 の各コア 4 1 a, 4 2 a は、第二端面 5 1 b において第二調心用コア C 2 に光接続される。

[0055] 調心用 S C F 4 1, 4 2 および第二調心用コア C 2 は、第二光ファイバレイ 3 0 と光導波路デバイス 5 0 とをアクティブ調心するために用いられる。調心用 S C F 4 1, 4 2 および第二調心用コア C 2 は、アクティブ調心用の試験光を伝送するための光導波路を構成する。例えば、調心用 S C F 2 1 から試験光が出射されると、その試験光は、コア端面 C 2 1 から第二調心用コア C 2 に入射してコア端面 C 2 2 から出射され、調心用 S C F 2 2 に入射される。このように、第二調心用コア C 2 は、第二光ファイバレイ 3 0 か

ら出射された試験光を、同じ第二光ファイバレイ 30 に戻すループバック構造を有する。そして、第二光ファイバレイ 30 に戻った試験光の強度をモニタしながら、当該強度が最大となるように、第二光ファイバレイ 30 と光導波路デバイス 50 との配置を調整することにより、第二光ファイバレイ 30 と光導波路デバイス 50 とをアクティブ調心することができる。

[0056] 続いて、上述した光導波路デバイス 50 を用いた光接続方法について説明する。図 6 は、本実施形態に係る光接続方法の工程を示すフローチャートである。

[0057] まず、上述した第一光ファイバレイ 10、光導波路デバイス 50、および第二光ファイバレイ 30 が準備される（工程 P 11）。次に、第一光ファイバレイ 10 と光導波路デバイス 50 とがアクティブ調心される（工程 P 12）。これらがアクティブ調心されるためには、或る程度の精度で、第一光ファイバレイ 10 と光導波路デバイス 50 との位置調整が行われることが望ましい。そこで、アクティブ調心の前に、第一光ファイバレイ 10 と光導波路デバイス 50 とがパッシブ調心されてもよい。この場合、例えば、各部材の搭載基板上に識別可能な溝或いはマーカ等が形成され、それらを目印として第一光ファイバレイ 10 と光導波路デバイス 50 とが位置決めされる。そして、このように或る程度の精度で第一光ファイバレイ 10 と光導波路デバイス 50 との位置が調整された状態で、第一光ファイバレイ 10 と光導波路デバイス 50 とのアクティブ調心が行われてもよい。

[0058] 図 7 a は、光導波路デバイス 50 と第一光ファイバレイ 10 とがアクティブ調心される様子を示す平面図である。第一光ファイバレイ 10 と光導波路デバイス 50 とがアクティブ調心される際には、図 7 a に示されるように、第一光ファイバレイ 10 が光導波路デバイス 50 の第一端面 51 a に対面するように配置された状態で、第一光ファイバレイ 10 の調心用 S C F 21 から第一調心用コア C1 のコア端面 C11 に向けて試験光 L1 が出射される。調心用 S C F 21 から出射された試験光 L1 は、第一調心用コア C1 を通ってコア端面 C12 から第一光ファイバレイ 10 の調心用 S C F 2

2に向けて出射される。そして、調心用SCF22に入射した試験光L1の強度がパワーメータ等の受光器によって測定される。

[0059] その後、試験光L1の強度をモニタしながら、試験光L1の強度が最大となるように、すなわち、第一光ファイバアレイ10と光導波路デバイス50との伝送損失が最小となるように、第二方向D2および第三方向D3に沿った面内において第一光ファイバアレイ10が光導波路デバイス50に対して移動する。このように第一光ファイバアレイ10と光導波路デバイス50との相対的な位置を調整する二体調心が行われることにより、調心用SCF21, 22の光軸と第一調心用コアC1の光軸とが一致する。これにより、第一光ファイバアレイ10と光導波路デバイス50との二部材が調心される。

[0060] 次に、第二光ファイバアレイ30と光導波路デバイス50とがアクティブ調心される（工程P13）。これらがアクティブ調心されるためには、或る程度の精度で、第二光ファイバアレイ30と光導波路デバイス50との位置調整が行われることが望ましい。そこで、アクティブ調心の前に、第二光ファイバアレイ30と光導波路デバイス50とがパッシブ調心されてもよい。この場合、例えば、各部材の搭載基板上に識別可能な溝或いはマーカー等が形成され、それらを目印として第二光ファイバアレイ30と光導波路デバイス50とが位置決めされる。そして、このように或る程度の精度で第二光ファイバアレイ30と光導波路デバイス50とが位置調整された状態で、第二光ファイバアレイ30と光導波路デバイス50とのアクティブ調心が行われてもよい。

[0061] 図7bは、光導波路デバイス50と第二光ファイバアレイ30とがアクティブ調心される様子を示す平面図である。第二光ファイバアレイ30と光導波路デバイス50とがアクティブ調心される際には、図7bに示されるように、第二光ファイバアレイ30が光導波路デバイス50の第二端面51bに対面するように配置された状態で、第二光ファイバアレイ30の調心用SCF41から第二調心用コアC2のコア端面C21に向けて試験光L2が出射される。調心用SCF41から出射された試験光L2は、第二調心用コアC

2 を通ってコア端面 C 2 2 から第二光ファイバアレイ 3 0 の調心用 S C F 4 2 に向けて出射される。そして、調心用 S C F 4 2 に入射した試験光 L 2 の強度がパワーメータ等の受光器によって測定される。

[0062] その後、試験光 L 2 の強度をモニタしながら、試験光 L 2 の強度が最大となるように、すなわち、第二光ファイバアレイ 3 0 と光導波路デバイス 5 0 との伝送損失が最小となるように、第二方向 D 2 および第三方向 D 3 に沿った面内において第二光ファイバアレイ 3 0 が光導波路デバイス 5 0 に対して移動する。このように第二光ファイバアレイ 3 0 と光導波路デバイス 5 0 との相対的な位置を調整する二体調心が行われることにより、調心用 S C F 4 1, 2 2 の光軸と第二調心用コア C 2 の光軸とが一致する。これにより、第二光ファイバアレイ 3 0 と光導波路デバイス 5 0 との二部材が調心される。

[0063] このように、試験光 L 1 の強度をモニタしながら第一光ファイバアレイ 1 0 と光導波路デバイス 5 0 とを位置調整する二体調心と、試験光 L 2 の強度をモニタしながら第一光ファイバアレイ 1 0 と光導波路デバイス 5 0 とを位置調整する二体調心とがそれぞれ行われることにより、第一光ファイバアレイ 1 0、光導波路デバイス 5 0、および第二光ファイバアレイ 3 0 の三部材が調心される。この状態でこれら三部材が固定されることにより、第一光ファイバアレイ 1 0 と光導波路デバイス 5 0 と第二光ファイバアレイ 3 0 とが互いに接続された光接続構造 1 を得ることができる。光導波路デバイス 5 0 を用いた接続方法の工程順序は、上記の工程 P 1 1 から工程 P 1 3 を順次実施する方法に限定されない。例えば、工程 P 1 3 が行われた後に工程 P 1 2 が行われる等、実施する工程の順序が適宜変更されてもよい。

[0064] これら三部材をより高精度に調心する観点から、上述したアクティブ調心の後に（すなわち工程 P 1 3 の後に）、三部材に対して従来のアクティブ調心が行われてもよい。この場合、第一光ファイバアレイ 1 0 に試験光が入射し、光導波路デバイス 5 0 を通って、第二光ファイバアレイ 3 0 から出射される試験光が測定されてもよい。第二光ファイバアレイ 3 0 に試験光が入射し、光導波路デバイス 5 0 を通って、第一光ファイバアレイ 1 0 から出射さ

れる試験光が測定されてもよい。そして、その試験光をモニタしながら、第一光ファイバレイ 10、光導波路デバイス 50、および第二光ファイバレイ 30の三部材の配置を相互に調整する三体調心が行われてもよい。

[0065] 以上に説明した、本実施形態に係る光導波路デバイス 50、光接続構造 1、および光接続方法によって得られる効果を説明する。

[0066] 本実施形態に係る光導波路デバイス 50は、通信光を伝送するための複数の通信用コア 55に加えて、光導波路デバイス 50および第一光ファイバレイ 10の二部材をアクティブ調心するための試験光 L1を伝送するための第一調心用コア C1を備える。試験光 L1は、第一光ファイバレイ 10から第一端面 51aに出射され、第一調心用コア C1を通過して第一端面 51aから再び第一光ファイバレイ 10に戻る。そこで、第一光ファイバレイ 10に戻った試験光 L1をパワーメータにて測定すれば、試験光 L1の強度が最大となるように、光導波路デバイス 50および第一光ファイバレイ 10の二部材の配置を調整する二体調心を行うことができる。そして、第一光ファイバレイ 10との調心が行われた光導波路デバイス 50と、残りの第二光ファイバレイ 30との二部材にも同様に試験光 L2を導入することにより、これら二部材に対しても二体調心を行うことができる。その結果、第一光ファイバレイ 10、光導波路デバイス 50、および第二光ファイバレイ 30の三部材がアクティブ調心された状態となる。

[0067] このように、光導波路デバイス 50を用いれば、三部材の配置を相互に調整する三体調心が一度に行われるのではなく、二部材の配置を相互に調整する二体調心が二回に分けて行われる。この場合、三体調心が一度に行われる場合と比べて、試験光が通る三部材の配置をより容易に見つけることができるので、三部材をアクティブ調心する際の三部材の位置調整の難易度を低減することができる。更に、このようにアクティブ調心を用いれば、三部材のコアの光軸位置を捉えながら三部材をより確実に調心できるので、パッシブ調心のみが行われる場合と比べて、三部材の調心に要する時間を低減できる。従って、本実施形態によれば、三部材の調心をより簡便に行うことが可能

となる。

- [0068] 本実施形態のように、第一調心用コアC 1のコア端面C 1 1, C 1 2は、通信用コア5 5のコア端面5 6とは異なる位置に露出してもよい。この場合、第一光ファイバレイ1 0から第一端面5 1 aに出射された試験光L 1が第一調心用コアC 1を通して再び第一光ファイバレイ1 0に戻る態様を好適に実現できる。
- [0069] 本実施形態のように、第一調心用コアC 1のコア端面C 1 1, C 1 2は、第二方向D 2においてコア端面5 6と並んで配置されていてもよい。この場合、通信用コア5 5と同一の平面P L上に第一調心用コアC 1を形成することが可能となるので、第一調心用コアC 1をクラッド5 1の内部に形成する作業が容易になる。
- [0070] 本実施形態のように、第一調心用コアC 1のコア端面C 1 1, C 1 2は、第二方向D 2においてコア端面5 6を挟んだ両側のうちの一方側に配置されていてもよい。この場合、クラッド5 1の内部において通信用コア5 5と交差しないように延びる第一調心用コアC 1を容易に形成できる。このように通信用コア5 5と第一調心用コアC 1との交差を回避することによって、通信用コア5 5および第一調心用コアC 1を通る光信号の混信および損失が生じることを回避できる。
- [0071] 本実施形態のように、第一調心用コアC 1は、平面P Lに沿ってクラッド5 1の内部を延びていてもよい。この場合、第一調心用コアC 1を同一の平面P L上に形成される。そのため、第一調心用コアC 1をクラッド5 1の内部に形成する際に、クラッド5 1の内部においてパルスレーザの集光点を高さ方向（第三方向D 3）に移動させなくて済むので、第一調心用コアC 1の形成作業が容易になる。
- [0072] 本実施形態のように、第一調心用コアC 1のコア端面C 1 2と通信用コア5 5のコア端面5 6 Aとの間隔W 2は、通信用コア5 5のコア端面5 6 Aと通信用コア5 5のコア端面5 6 Bとの間隔W 1と同一であってよい。例えば、第一光ファイバレイ1 0を光導波路デバイス5 0に光接続する場合、複

数のSCF12は、通信用コア55および第一調心用コアC1に対応して並べられた状態で第一ホルダ15に保持される。第一ホルダ15には、複数のSCF12を保持するための複数のV溝18が形成されている。このようなV溝は、通常、複数の光ファイバが一定の間隔で並べられることを想定して、一定の間隔で並ぶように形成されている。上記の構成においても、複数の通信用コア55と第一調心用コアC1とを一定の間隔で並べることができるので、それに応じて複数のSCF12を一定の間隔で並べられた状態で保持する既存のホルダ（第一ホルダ15）を使用できる。このように、上記の構成によれば、既存のホルダを変更することなくそのまま使用できるので、汎用性に優れている。

[0073] 本実施形態のように、第一端面51aにおける第一調心用コアC1のモードフィールド径は、第一端面51aにおける通信用コア55のモードフィールド径と同一であってもよい。上述したように、複数のSCF12は第一ホルダ15の複数のV溝18によってそれぞれ保持される。このようなV溝は、通常、汎用的な光ファイバが用いられることを想定して、同一の大きさおよび形状で形成されている。上記の構成においても、汎用的なSCF12が通信用コア55および第一調心用コアC1に光接続されることを想定して、第一調心用コアC1のモードフィールド径は通信用コア55のモードフィールド径と同一に設定されている。従って、上記の構成によれば、汎用的なSCF12を保持可能な既存のホルダ（第一ホルダ15）をそのまま使用できるので、汎用性に優れている。

[0074] 本実施形態のように、光導波路デバイス50は、第二調心用コアC2を備えてもよい。この場合、第二調心用コアC2は、光導波路デバイス50および第二光ファイバアレイ30の二部材をアクティブ調心するための調心用のコアとして利用できる。これら二部材をアクティブ調心するための試験光L2は、第二光ファイバアレイ30から第二端面51bに出射され、第二調心用コアC2を通して第二端面51bから再び第二光ファイバアレイ30に戻る。そこで、第二光ファイバアレイ30に戻った試験光L2をパワーメータ

等にて測定すれば、試験光L2の強度が最大となるように、光導波路デバイス50および第二光ファイバレイ30の二部材の配置を調整する二体調心を行うことができる。従って、上記の構成では、第一光ファイバレイ10および光導波路デバイス50の二体調心と、光導波路デバイス50および第二光ファイバレイ30の二体調心とをそれぞれ行うことにより、第一光ファイバレイ10、光導波路デバイス50、および第二光ファイバレイ30の三部材の調心をより簡便に行うことが可能となる。

[0075] [第二実施形態]

続いて、第二実施形態に係る光接続構造1Aを説明する。図8は、光接続構造1Aを示す斜視図である。図8に示されるように、光接続構造1Aは、第一光ファイバレイ10Aと、光導波路デバイス50Aと、第二光ファイバレイ30Aと、を備える。第二実施形態に係る光接続構造1Aと第一実施形態に係る光接続構造1との主な相違点は、光導波路デバイスに形成されるコア群の構成である。以下、光接続構造1Aと光接続構造1との相違点を中心に説明する。

[0076] 図9は、光導波路デバイス50Aを示す斜視図である。図10は、光導波路デバイス50Aを示す側面図である。図9および図10に示されるように、光導波路デバイス50Aのコア群52Aは、光導波路デバイス50の第一調心用コアC1および第二調心用コアC2に代えて、第一調心用コアC1Aおよび第二調心用コアC2Aを備える。第一調心用コアC1Aは、クラッド51の内部において、第一端面51aから複数の通信用コア55を跨るように延びて第一端面51aに帰還するように形成されている。第二調心用コアC2Aは、クラッド51の内部において、第二端面51bから複数の通信用コア55を跨るように延びて第二端面51bに帰還するように形成されている。

[0077] 図9に示されるように、第一調心用コアC1Aは、第三方向D3に沿って見た場合に、例えば、第一端面51aに開口端を有するU字状である。第一調心用コアC1Aは、例えば、コア端面C11、C12からそれぞれ第一方

向D 1 に延びる一对の第一直線部分P 3 1, P 3 2 (「第一部分」の一例)と、一对の第一直線部分P 3 1, P 3 2の先端から更に延びる一对の第二直線部分P 3 3, P 3 4 (「第二部分」の一例)と、クラッド5 1の内部において一对の第二直線部分P 3 3, P 3 4の先端同士を結んで湾曲する曲線部分P 3 5 (「第二部分」の一例)と、を含む。

[0078] 図1 0に示されるように、第一直線部分P 3 1, P 3 2は、クラッド5 1の内部において第一方向D 1および第二方向D 2に沿った同一の平面P Lに沿って延びている。一方、第二直線部分P 3 3, P 3 4および曲線部分P 3 5は、平面P L 1から離れた領域を延びている。例えば、第二直線部分P 3 3, P 3 4は、第一直線部分P 3 1, P 3 2の先端から第三方向D 3の第四側面5 1 f側に折り曲げられた方向に延びている。つまり、第二直線部分P 3 3, P 3 4は、第二方向D 2に沿って見た場合に、第一方向D 1および第三方向D 3の双方に傾斜した方向に延びている。平面P L 1は、例えば、第一端面5 1 aに垂直であり且つコア端面C 1 1, C 1 2のそれぞれにおける第一調心用コアC 1 Aの光軸を通る仮想平面としてよい。

[0079] 曲線部分P 3 5は、平面P L 1から第三方向D 3の第四側面5 1 f側にずれた平面P L 2に沿って延びている。図9に示されるように、曲線部分P 3 5は、第三方向D 3に沿って見た場合に、複数の通信用コア5 5に交差するように延びている。第一直線部分P 3 1, P 3 2、第二直線部分P 3 3, P 3 4および曲線部分P 3 5を含む第一調心用コアC 1 Aは、第一方向D 1、第二方向D 2および第三方向D 3に曲げられる三次元導波路を構成している。

[0080] 図1 1 aは、光導波路デバイス5 0 Aを示す正面図である。図1 1 bは、第一光ファイバアレイ1 0 Aを示す正面図である。図1 1 aに示されるように、コア端面C 1 1, C 1 2は、第二方向D 2に沿って複数の通信用コア5 5のコア端面5 6と一列に並んでいる。本実施形態では、コア端面C 1 1, C 1 2は、第二方向D 2において複数の通信用コア5 5のコア端面5 6を挟んだ両側の領域にそれぞれ配置されている。コア端面C 1 1は、例えば、第

二方向D 2において複数のコア端面5 6のうち最も外側に位置するコア端面5 6 A（「第一隣接端面」の一例）と隣り合う位置に配置されている。コア端面C 1 2は、例えば、第二方向D 2において複数のコア端面5 6を挟んでコア端面C 1 1とは反対側に配置されている。コア端面C 1 1，C 1 2のそれぞれにおける第一調心用コアC 1 Aのモードフィールド径は、例えば、各コア端面5 6における通信用コア5 5のモードフィールド径と同一であってよい。

[0081] 複数のコア端面5 6のうちのコア端面5 6 Aと、コア端面5 6 Aに隣り合うコア端面5 6 B（「第二隣接端面」の一例）との間隔をW 4とし、コア端面C 1 1とコア端面5 6 Aとの間隔をW 5とし、コア端面C 1 2とコア端面C 1 2に隣り合うコア端面5 6との間隔をW 6とすると、間隔W 5および間隔W 6はそれぞれ間隔W 4に等しい。このように、各コア端面5 6、コア端面C 1 1、およびコア端面C 1 2は、第二方向D 2に沿って等間隔に並んでいる。

[0082] 図1 1 bに示されるように、第一光ファイバレイ1 0 Aの調心用SCF 2 1，2 2は、例えば、第二方向D 2において複数の通信用SCF 1 3を挟んだ両側の領域にそれぞれ配置されている。複数の通信用SCF 1 3および調心用SCF 2 1，2 2は、例えば、第二方向D 2に沿って一定の間隔で一列に並んでいる。各調心用SCF 2 1，2 2は、第一端面5 1 aにおいて第一調心用コアC 1 Aの各コア端面C 1 1，C 1 2（図1 1 a参照）に対面するように配置される。調心用SCF 2 1，2 2の各コア2 1 a，2 2 aは、第一端面5 1 aにおいて第一調心用コアC 1 Aに光接続される。

[0083] 図9に示されるように、第二調心用コアC 2 Aは、第三方向D 3に沿って見た場合に、例えば、第二端面5 1 bに開口端を有するU字状である。第二調心用コアC 2 Aは、例えば、コア端面C 2 1，C 2 2からそれぞれ第一方向D 1に延びる一对の第一直線部分P 4 1，P 4 2と、一对の第一直線部分P 4 1，P 4 2の先端から更に延びる一对の第二直線部分P 4 3，P 4 4と、クラッド5 1の内部において一对の第二直線部分P 4 3，P 4 4の先端同

士を結んで湾曲する曲線部分 P 4 5 と、を含む。

[0084] 図 1 0 に示されるように、第一直線部分 P 4 1, P 4 2 は、クラッド 5 1 の内部において同一の平面 P L に沿って延びている。一方、第二直線部分 P 4 3, P 4 4 および曲線部分 P 4 5 は、平面 P L 1 から離れた領域を延びている。例えば、第二直線部分 P 4 3, P 4 4 は、第一直線部分 P 4 1, P 4 2 の先端から第三方向 D 3 の第四側面 5 1 f 側に折り曲げられた方向に延びている。つまり、第二直線部分 P 4 3, P 4 4 は、第二方向 D 2 に沿って見た場合に、第一方向 D 1 および第三方向 D 3 の双方に傾斜した方向に延びている。

[0085] 曲線部分 P 4 5 は、平面 P L 1 から第三方向 D 3 の第四側面 5 1 f 側にずれた平面 P L 2 に沿って延びている。図 9 に示されるように、曲線部分 P 4 5 は、第三方向 D 3 に沿って見た場合に、複数の通信用コア 5 5 に交差するように延びている。第一直線部分 P 4 1, P 4 2、第二直線部分 P 4 3, P 4 4 および曲線部分 P 4 5 を含む第二調心用コア C 2 A は、第一方向 D 1、第二方向 D 2 および第三方向 D 3 に曲げられる三次元導波路を構成している。

[0086] 図 1 2 a は、光導波路デバイス 5 0 A を示す背面図である。図 1 2 b は、第二光ファイバレイ 3 0 A を示す正面図である。図 1 2 a に示されるように、第二調心用コア C 2 A のコア端面 C 2 1, C 2 2 は、第二方向 D 2 において複数の通信用コア 5 5 の端面 5 7 を挟んだ両側の領域にそれぞれ配置されている。例えば、コア端面 C 2 2 は、第二方向 D 2 において複数の通信用コア 5 5 の端面 5 7 と隣り合う位置に配置されている。コア端面 C 2 1 は、第二方向 D 2 において複数の通信用コア 5 5 の端面 5 7 を挟んでコア端面 C 2 2 とは反対側に配置されている。コア端面 C 2 1, C 2 2 のそれぞれにおける第二調心用コア C 2 A のモードフィールド径は、例えば、各端面 5 7 における通信用コア 5 5 のモードフィールド径と同一であってよい。

[0087] 図 1 2 b に示されるように、第二光ファイバレイ 3 0 A の調心用 S C F 4 1, 4 2 は、例えば、第二方向 D 2 に沿って一定の間隔で一列に並んでい

る。調心用SCF41, 42は、例えば、第二方向D2においてMCF32を挟んだ両側の領域のうちの一方側の領域に配置されている。各調心用SCF41, 42は、第二端面51bにおいて第二調心用コアC2Aの各コア端面C21, C22（図12a参照）に対面するように配置される。調心用SCF41, 42の各コア41a, 42aは、第二端面51bにおいて第二調心用コアC2Aに光接続される。

[0088] 以上に説明した光接続構造1Aによれば、光接続構造1と同様、試験光L1の強度をモニタしながら第一光ファイバレイ10Aと光導波路デバイス50Aとを位置調整する二体調心と、試験光L2の強度をモニタしながら第一光ファイバレイ10Aと光導波路デバイス50Aとを位置調整する二体調心とをそれぞれ行うことができるので、第一光ファイバレイ10A、光導波路デバイス50A、および第二光ファイバレイ30Aの三部材の調心をより簡便に行うことが可能となる。

[0089] 本実施形態のように、第一調心用コアC1Aのコア端面C11, C12は、第二方向D2においてコア端面56を挟んだ両側の領域にそれぞれ配置されていてもよい。この場合、コア端面C11, C12が互いに隣り合って並ぶ場合と比べて、コア端面C11, C12の距離を遠くすることができるので、コア端面C11, C12の間の距離を大きく維持できる。その結果、調心用の試験光L1を用いて光導波路デバイス50Aに第一光ファイバレイ10Aをアクティブ調心する際に、試験光L1が入射または出射されるコア端面C11の位置と、試験光L1が出射または入射されるコア端面C12の位置と、の間の回転方向のずれが生じるリスクを低減できる。これにより、光導波路デバイス50Aと第一光ファイバレイ10Aとをより確実に調心することが可能となる。更に、このようにコア端面C11, C12の間の距離を大きく維持できれば、コア端面C11, C12が互いに隣り合って並ぶ場合と比べて、コア端面C11からコア端面C12までの第一調心用コアC1Aの曲線部分P35の曲率半径を大きく維持できる。これにより、調心時に第一調心用コアC1Aに導入される試験光L1の伝搬損失を低減すること

が可能となる。

[0090] 本実施形態のように、第一調心用コアC 1 Aの曲線部分P 3 5は、平面P Lから離れた領域に形成され、第三方向D 3に沿って見たときに複数の通信用コア5 5と交差するように延びてもよい。この場合、クラッド5 1の内部において複数の通信用コア5 5と交差しないように第一調心用コアC 1 Aを三次元的に変化させることができる。このように通信用コア5 5と第一調心用コアC 1 Aとの交差を回避することによって、通信用コア5 5および第一調心用コアC 1 Aを通る光信号の混信および損失が生じることを回避できる。

[0091] 以上、各実施形態について説明したが、本開示は前述した実施形態に限定されるものではなく、請求の範囲に記載した要旨を変更しない範囲において様々な変更が可能である。例えば、光導波路デバイスのコアの数および配置態様は上記の要旨を変更しない範囲において変更可能である。例えば、第一光ファイバアレイ1 0および第二光ファイバアレイ3 0がそれぞれ対面するクラッド5 1の二つの面は、第一端面5 1 aおよび第二端面5 1 bに限らず、例えば第一端面5 1 aおよび第一側面5 1 cといった、互いに異なる任意の二面であってよい。

[0092] 第一端面5 1 aにおける第一調心用コアC 1のモードフィールド径は、第一端面5 1 aにおける通信用コア5 5のモードフィールド径よりも大きく設定されてもよい。この場合、これらのモードフィールド径の違いを利用して通信用コア5 5と第一調心用コアC 1とを容易に見分けることができる。その結果、調心用の試験光L 1を誤って通信用コア5 5に導入することを防止できるので、第一調心用コアC 1を利用した光導波路デバイス5 0と第一光ファイバアレイ1 0との調心をより確実に行うことができる。同様に、第二端面5 1 bにおける第二調心用コアC 2のモードフィールド径は、第二端面5 1 bにおける通信用コア5 5のモードフィールド径よりも大きく設定されてもよい。

[0093] 第一端面5 1 aにおける通信用コア5 5と第一調心用コアC 1との間隔は

、第一端面における互いに隣り合う通信用コア 5 5 同士の間隔よりも大きくてもよい。この場合、これらの間隔の違いを利用して通信用コア 5 5 と第一調心用コア C 1 とを容易に見分けることができる。その結果、調心用の試験光 L 1 を誤って通信用コア 5 5 に導入することを防止できるので、第一調心用コア C 1 を利用した光導波路デバイス 5 0 と第一光ファイバアレイ 1 0 との調心をより確実に行うことができる。

符号の説明

- [0094] 1, 1 A … 光接続構造
1 0, 1 0 A … 第一光ファイバアレイ
1 1 … 第一光ファイバ群
1 2 … S C F
1 3 … 通信用 S C F (「第一光ファイバ」の一例)
1 3 a, 2 1 a, 2 2 a, 3 2 a, 4 1 a, 4 2 a … コア
1 5 … 第一ホルダ
1 6, 3 6 … 基体
1 7, 3 7 … 蓋
1 8, 3 8 … V 溝
2 1, 2 2 … 調心用 S C F (「第二光ファイバ」の一例)
3 0, 3 0 A … 第二光ファイバアレイ
3 1 … 第二光ファイバ群
3 2 … M C F
3 5 … 第二ホルダ
4 1, 4 2 … 調心用 S C F
5 0, 5 0 A … 光導波路デバイス
5 1 … クラッド
5 1 a … 第一端面 (「第一面」の一例)
5 1 b … 第二端面 (「第二面」の一例)
5 1 c … 第一側面

5 1 d …第二側面

5 1 e …第三側面

5 1 f …第四側面

5 2, 5 2 A …コア群

5 5 …通信用コア（「第一コア」の一例）

5 6 …コア端面

5 6 A …コア端面（「第一隣接端面」の一例）

5 6 B …コア端面（「第二隣接端面」の一例）

5 7 …端面

C 1, C 1 A …第一調心用コア（「第二コア」の一例）

C 2, C 2 A …第二調心用コア（「第三コア」の一例）

C 1 1 …コア端面（「第一コア端面」の一例）

C 1 2 …コア端面（「第二コア端面」の一例）

D 1 …第一方向

D 2 …第二方向（「一方向」の一例）

D 3 …第三方向

P 1 1, P 1 2, P 2 1, P 2 2 …直線部分

P 3 1, P 3 2, P 4 1, P 4 2 …第一直線部分（「第一部分」の一例）

P 3 3, P 3 4, P 4 3, P 4 4 …第二直線部分（「第二部分」の一例）

P 1 3, P 2 3 …曲線部分

P 3 5, P 4 5 …曲線部分（「第二部分」の一例）

L 1, L 2 …試験光

P L, P L 1, P L 2 …平面

W 1, W 2, W 3, W 4, W 5 …間隔

請求の範囲

- [請求項1] 第一面、および前記第一面とは異なる第二面を含むクラッドと、
前記第一面から前記第二面まで前記クラッドの内部を延びる少なくとも一つの第一コアと、
前記クラッドのうち前記第一コアを除く領域に形成され、前記第一面から前記クラッドの内部を通して前記第一面に帰還するように延びる第二コアと、
を備える、光導波路デバイス。
- [請求項2] 前記第一コアは、前記第一面に露出するコア端面を含み、
前記第二コアは、前記第一面において前記コア端面とは異なる位置に露出する第一コア端面および第二コア端面を含む、
請求項1に記載の光導波路デバイス。
- [請求項3] 前記第一コア端面および前記第二コア端面は、前記第一面に沿った一方向において前記コア端面と並んで配置されている、
請求項2に記載の光導波路デバイス。
- [請求項4] 前記第一コア端面および前記第二コア端面は、前記一方向において前記コア端面を挟んだ両側のうちの一方側に配置されている、
請求項3に記載の光導波路デバイス。
- [請求項5] 前記第二コアは、前記第一面に交差し且つ前記第一コア端面および前記第二コア端面を通る平面に沿って、前記クラッドの内部を延びている、
請求項4に記載の光導波路デバイス。
- [請求項6] 前記第一コア端面および前記第二コア端面は、前記一方向において前記コア端面を挟んだ両側にそれぞれ配置されている、
請求項3に記載の光導波路デバイス。
- [請求項7] 前記第二コアは、
前記第一面に交差し且つ前記第一コア端面および前記第二コア端面を通る平面に沿って延びる第一部分と、

前記平面から離れた領域に形成され、前記平面の法線方向に沿って見たときに前記第一コアと交差するように延びる第二部分と、を含む、

請求項 6 に記載の光導波路デバイス。

[請求項8]

複数の前記第一コアを備え、

前記複数の前記第一コアの前記コア端面は、

前記第一コア端面および前記第二コア端面の一方と前記一方向に隣り合う第一隣接端面と、

前記第一隣接端面と前記一方向に隣り合う第二隣接端面と、
を含み、

前記第一コア端面および前記第二コア端面の前記一方と前記第一隣接端面との間隔は、前記第一隣接端面と前記第一隣接端面との間隔と同一である、

請求項 3 から請求項 7 のいずれか一項に記載の光導波路デバイス。

[請求項9]

前記第一面における前記第二コアのモードフィールド径は、前記第一面における前記第一コアのモードフィールド径と同一である、

請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項に記載の光導波路デバイス。

[請求項10]

前記クラッドのうち前記第一コア及び前記第二コアを除く領域に形成され、前記第二面から前記クラッドの内部を通して前記第二面に帰還するように延びる第三コアを更に備える、

請求項 1 から請求項 9 のいずれか一項に記載の光導波路デバイス。

[請求項11]

請求項 1 から請求項 10 のいずれか一項に記載の前記光導波路デバイスと、

前記第一面と対面するように配置された光ファイバアレイと、
を備え、

前記光ファイバアレイは、

前記第一面において前記第一コアに光接続された少なくとも一つの第一光ファイバと、

前記第一面において前記第二コアの両端にそれぞれ光接続された一対の第二光ファイバと、
を含む、光接続構造。

[請求項12]

請求項1から請求項10のいずれか一項に記載の前記光導波路デバイス、第一光ファイバアレイ、および第二光ファイバアレイを準備する工程と、

前記第一光ファイバアレイが前記光導波路デバイスの前記第一面に対面するように配置された状態で、前記光導波路デバイスに前記第一光ファイバアレイが光接続されるように、前記光導波路デバイスと前記第一光ファイバアレイとのアクティブ調心を行う工程と、

前記第二光ファイバアレイが前記光導波路デバイスの前記第二面に対面するように配置された状態で、前記アクティブ調心後の前記光導波路デバイスに前記第二光ファイバアレイが光接続されるように、前記光導波路デバイスと前記第二光ファイバアレイとのアクティブ調心を行う工程と、

を備え、

前記光導波路デバイスと前記第一光ファイバアレイとの前記アクティブ調心を行う工程では、

前記第一光ファイバアレイの第一調心用光ファイバから調心用の試験光を前記第一面へ向けて出射し、前記第一面から前記第二コアを通して前記第一光ファイバアレイの第二調心用光ファイバに入射される前記試験光を測定し、前記試験光の強度が最大となるように、前記光導波路デバイスと前記第一光ファイバアレイとの配置を調整する、光接続方法。

[請求項13]

第一光ファイバアレイと第二光ファイバアレイとの間に配置され、前記第一光ファイバアレイと前記第二光ファイバアレイとを光接続する光導波路デバイスであって、

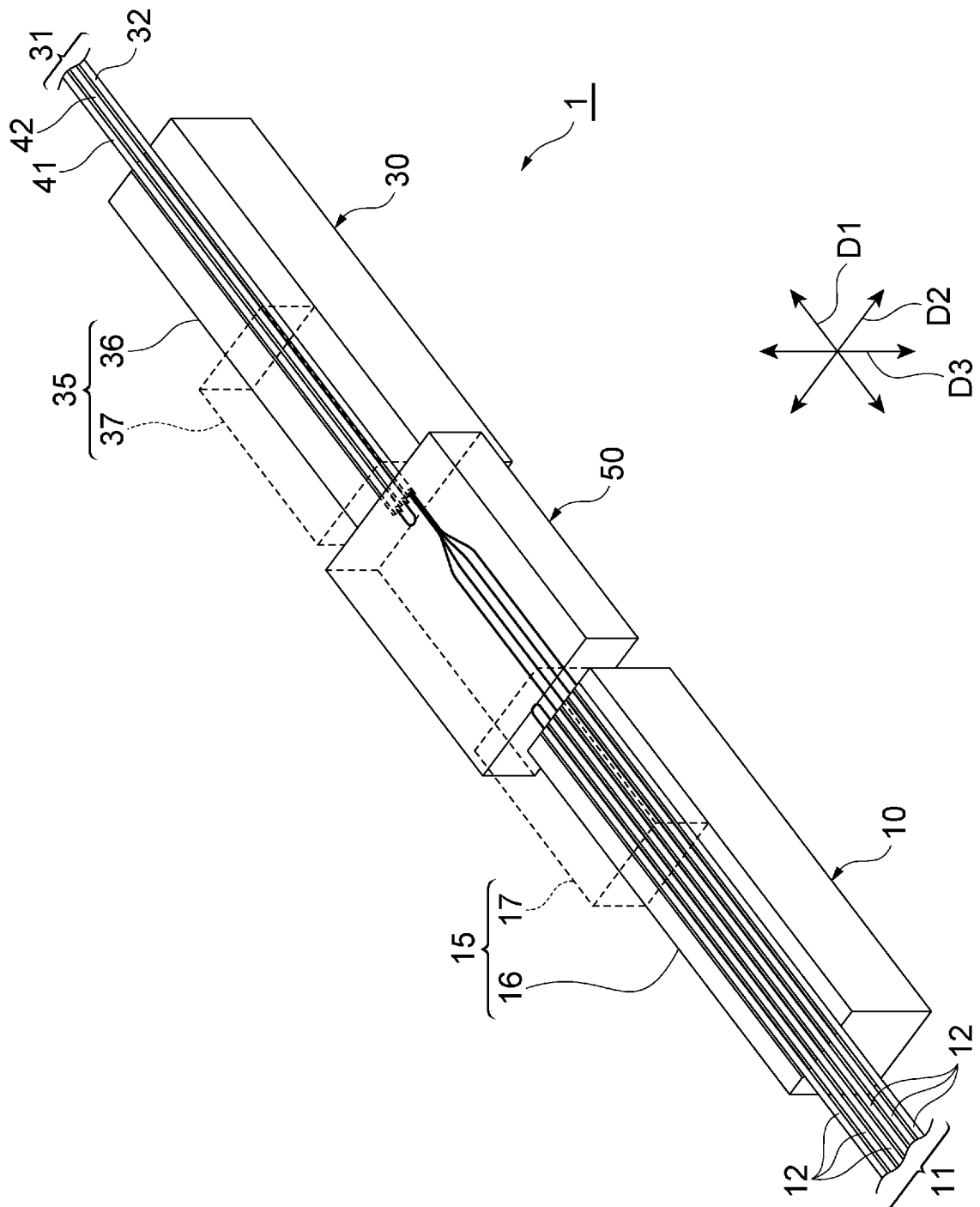
前記第一光ファイバアレイに対面する第一面、および前記第二光フ

ファイバアレイに対面する第二面を含むクラッドと、

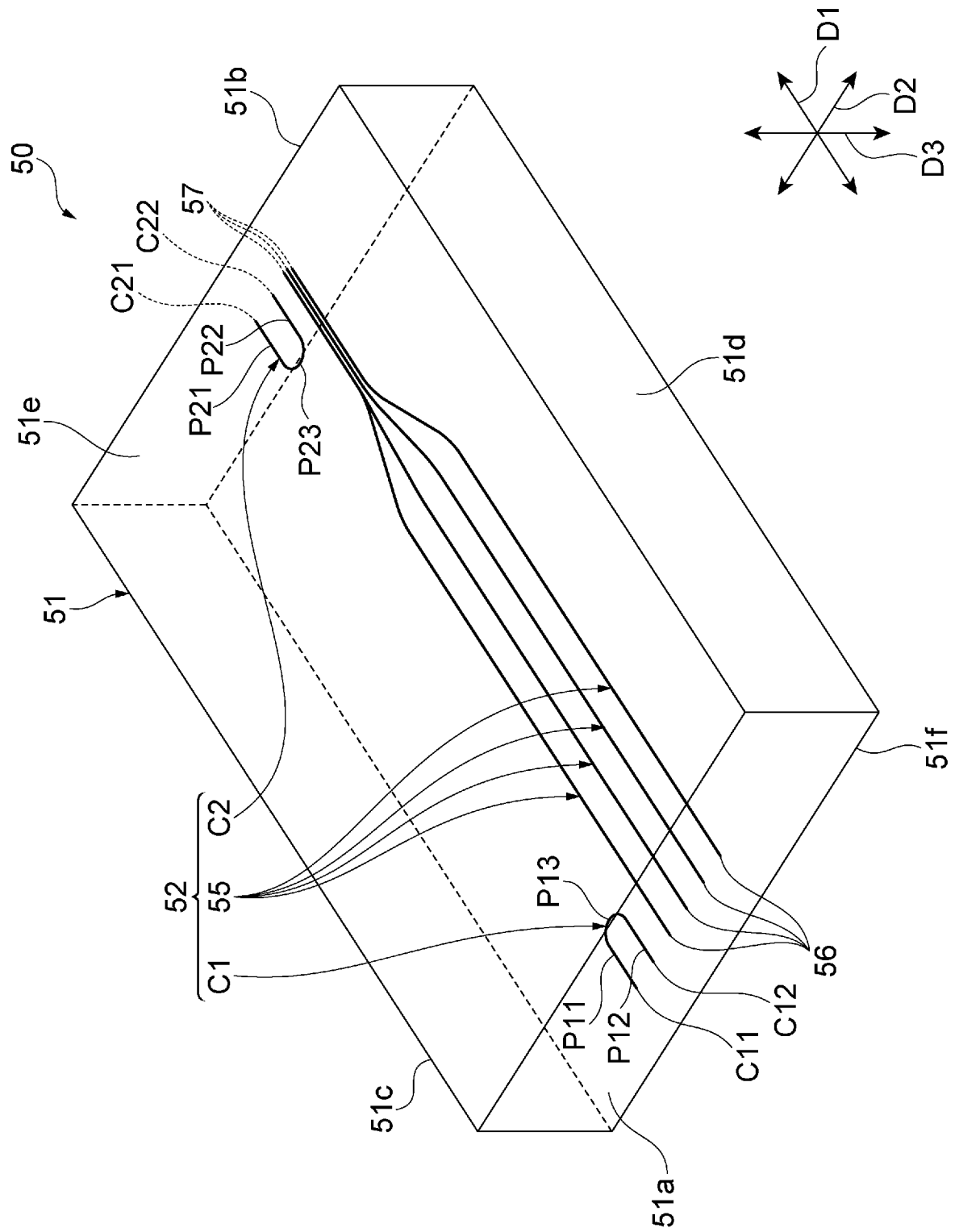
前記第一面から前記第二面まで前記クラッドの内部を延び、前記第一光ファイバアレイと前記第二光ファイバアレイとの間の通信に必要な通信光を伝送可能な少なくとも一つの通信用コアと、

前記クラッドのうち前記通信用コアを除く領域に形成され、前記第一面から前記クラッドの内部を通して前記第一面に帰還するように延び、前記第一光ファイバアレイと前記光導波路デバイスとをアクティブ調心するための試験光を伝送可能な調心用コアと、
を備える、光導波路デバイス。

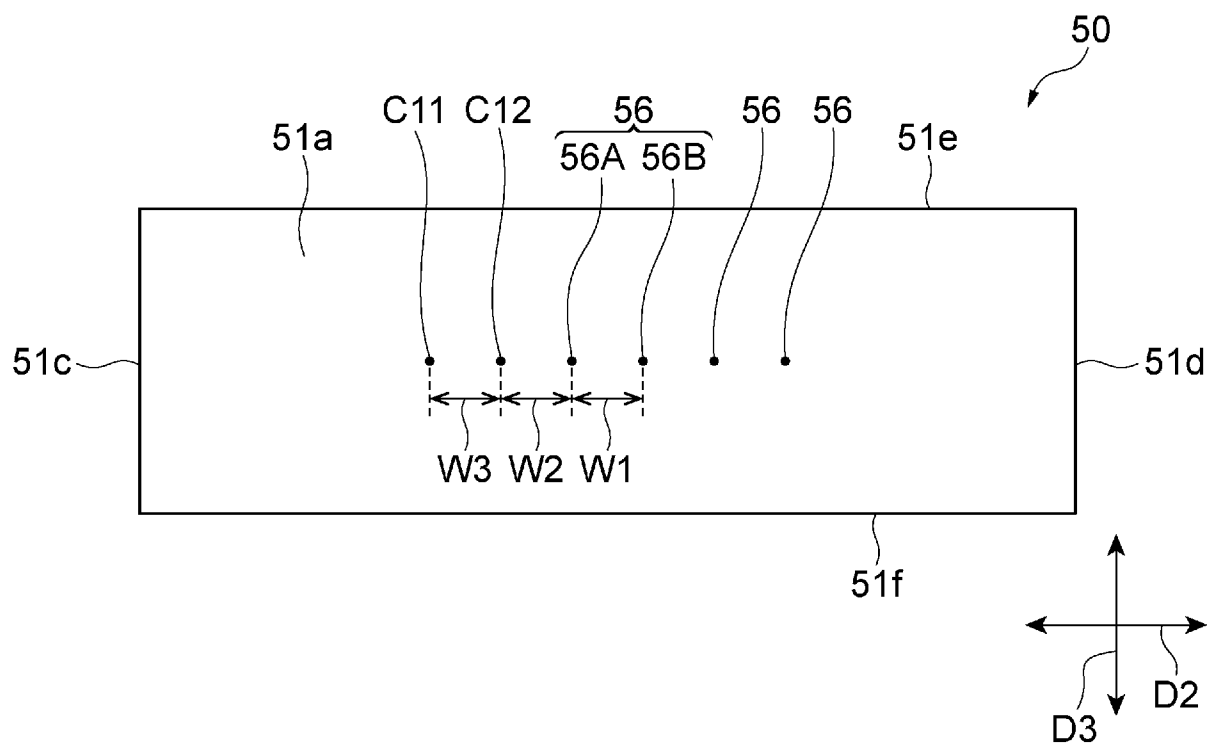
[図1]



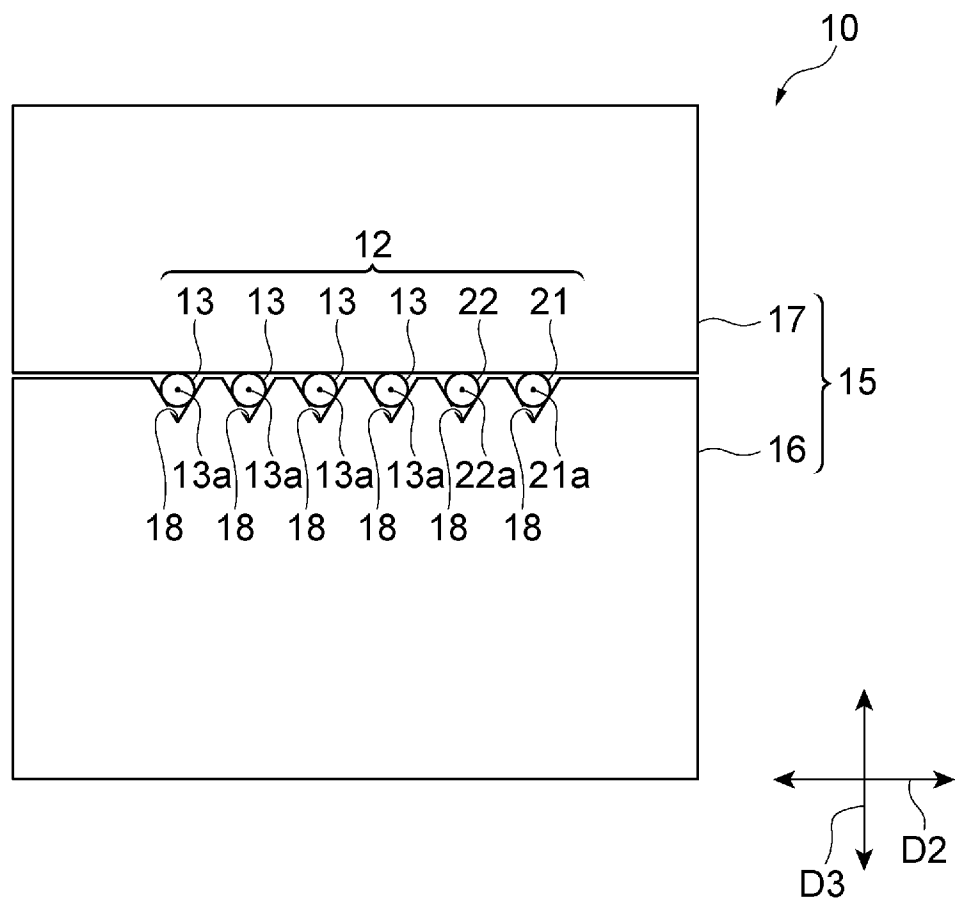
[図2]



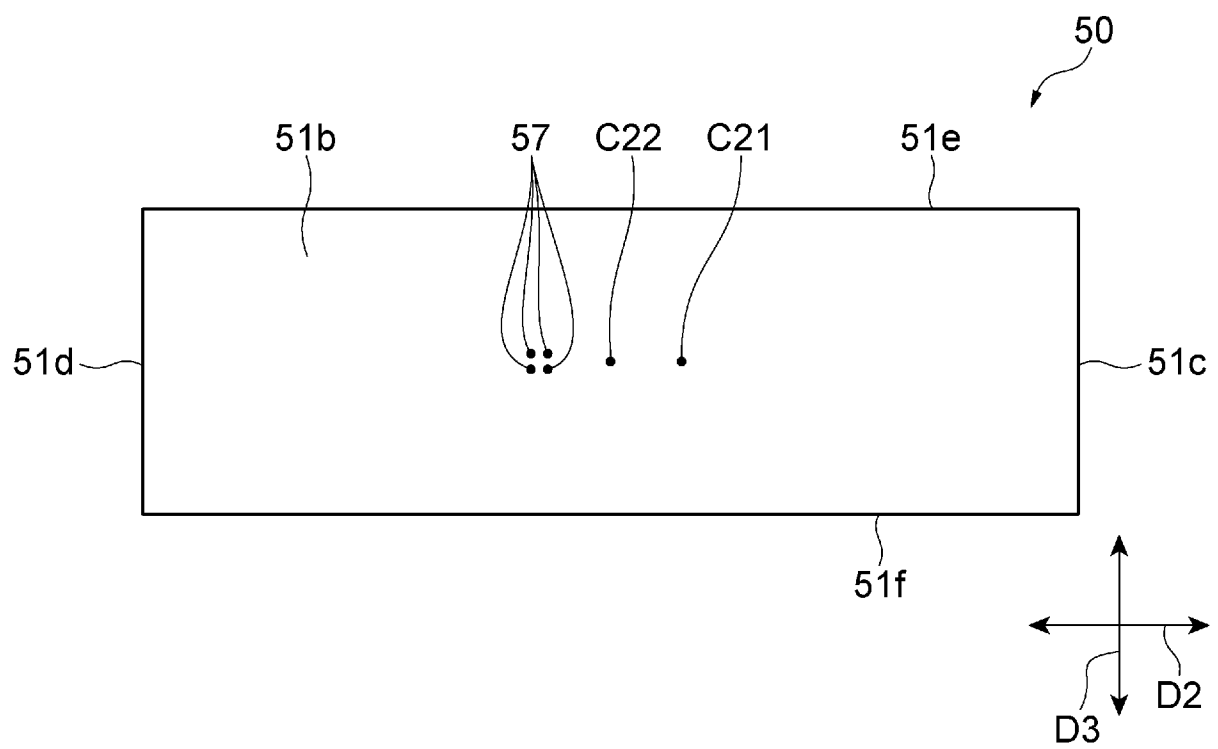
[図4a]



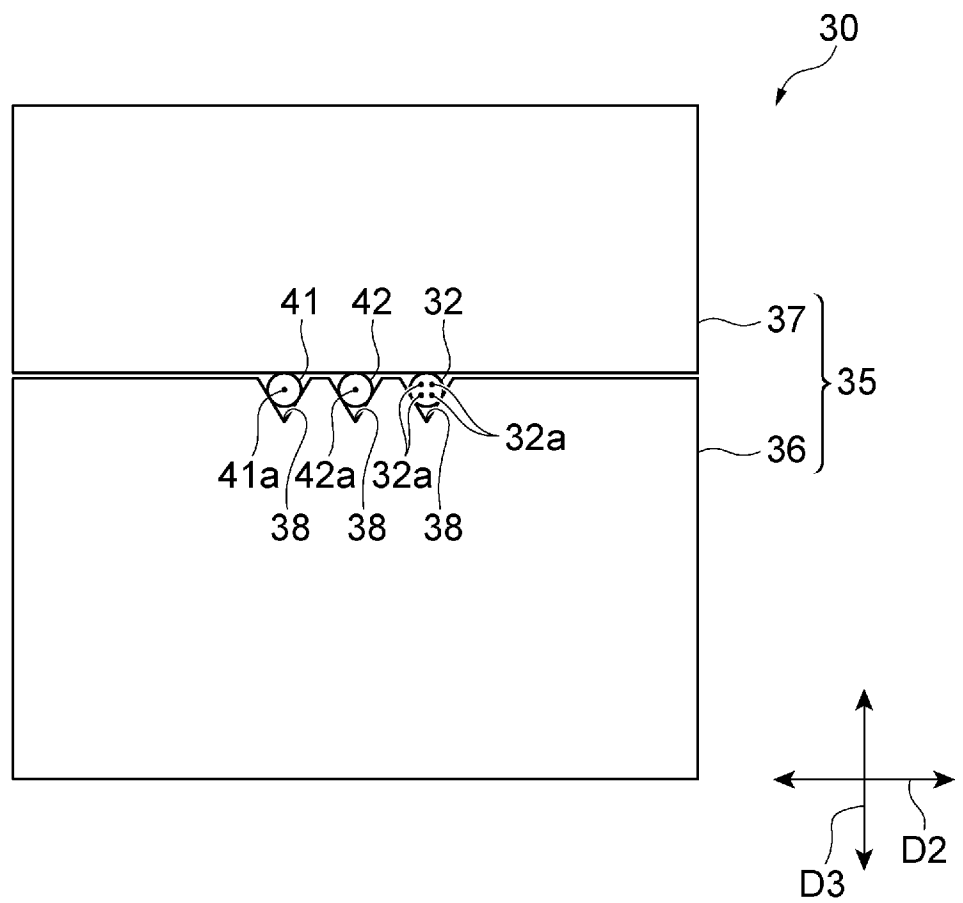
[図4b]



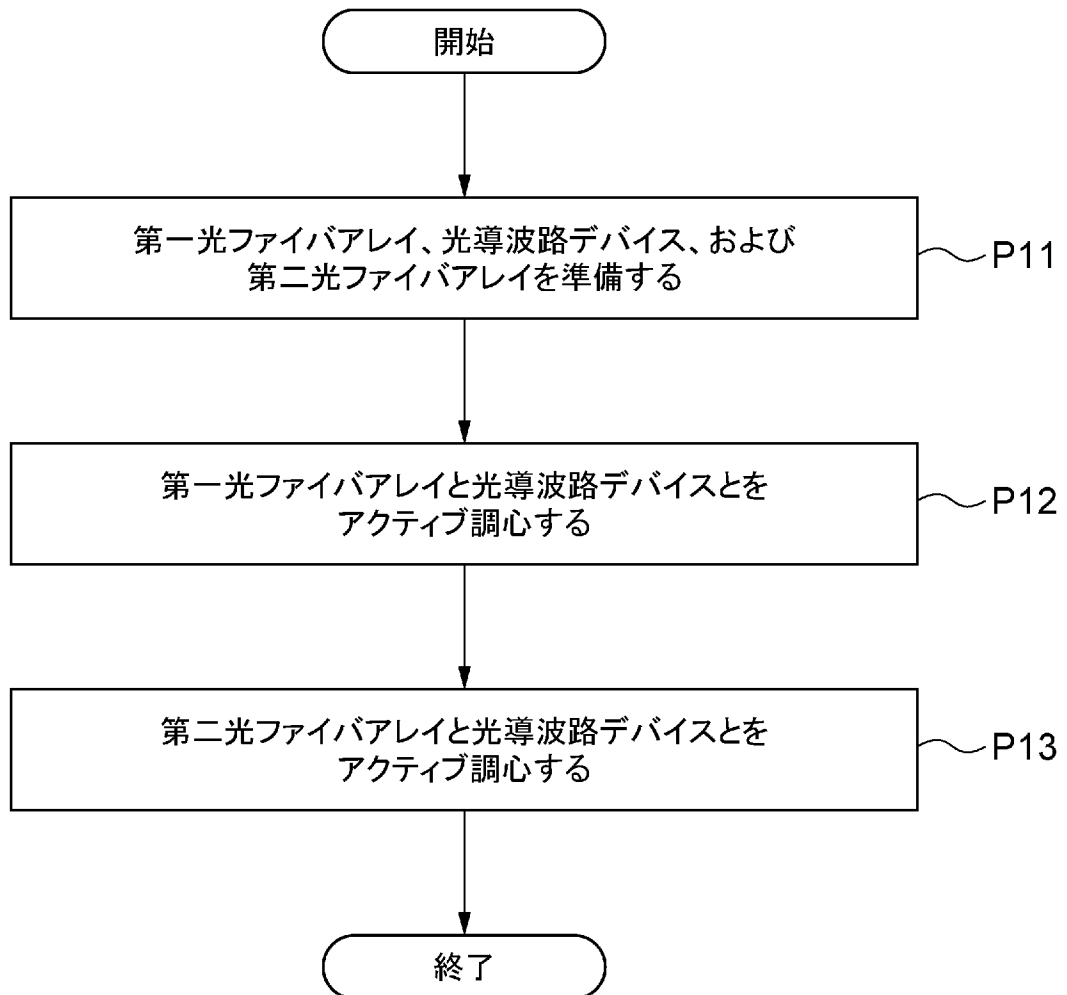
[図5a]



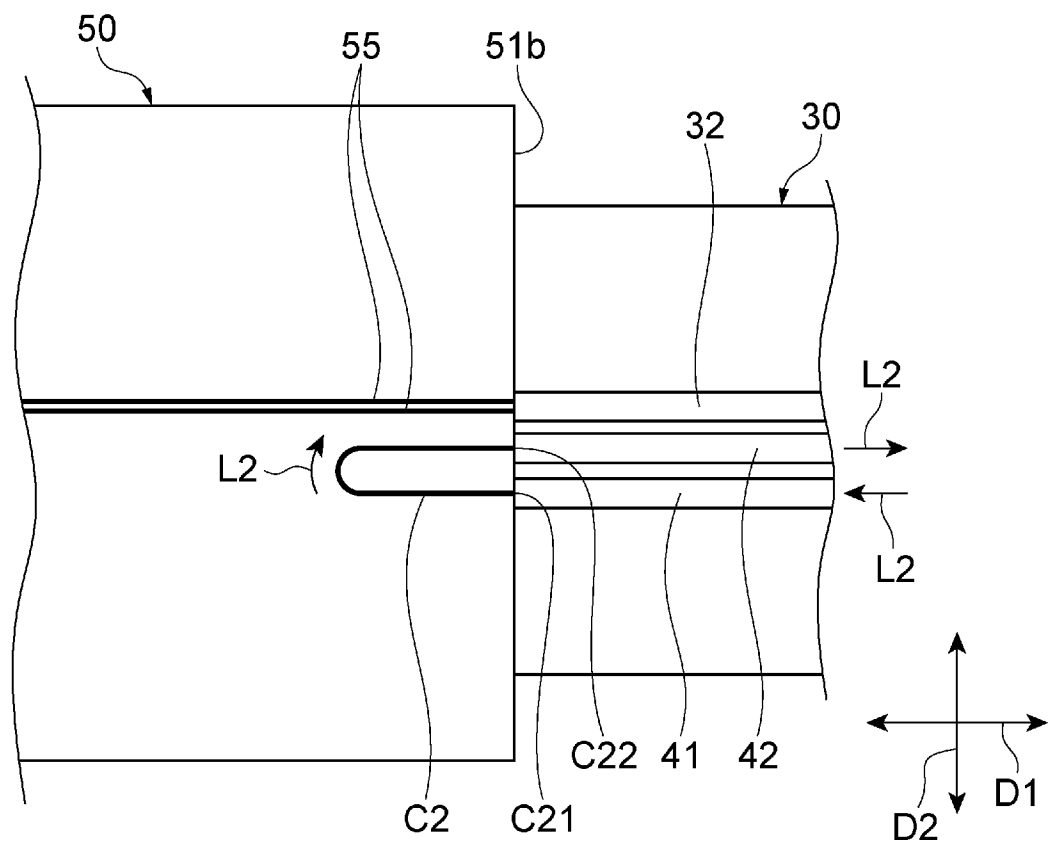
[図5b]



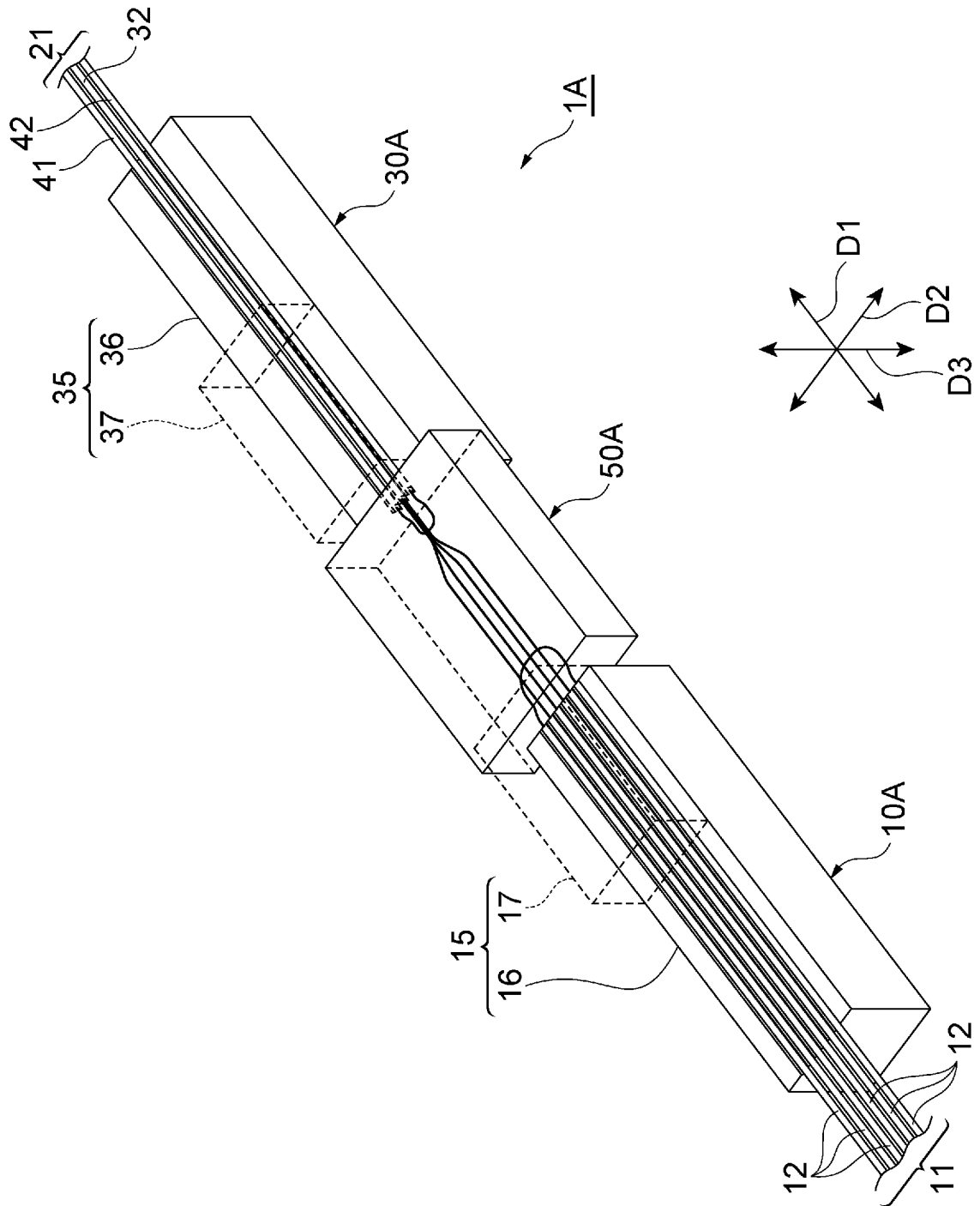
[図6]



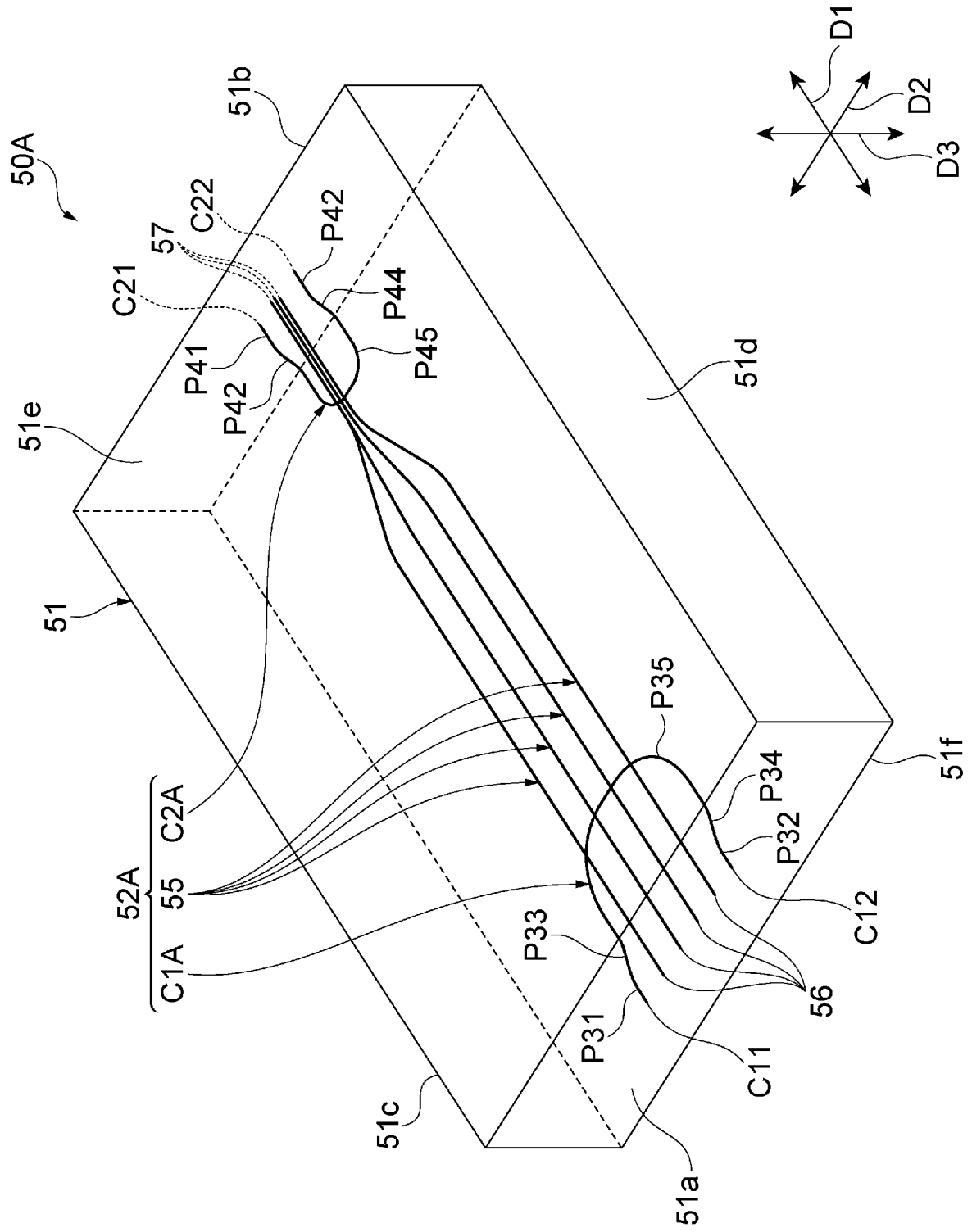
[図7b]



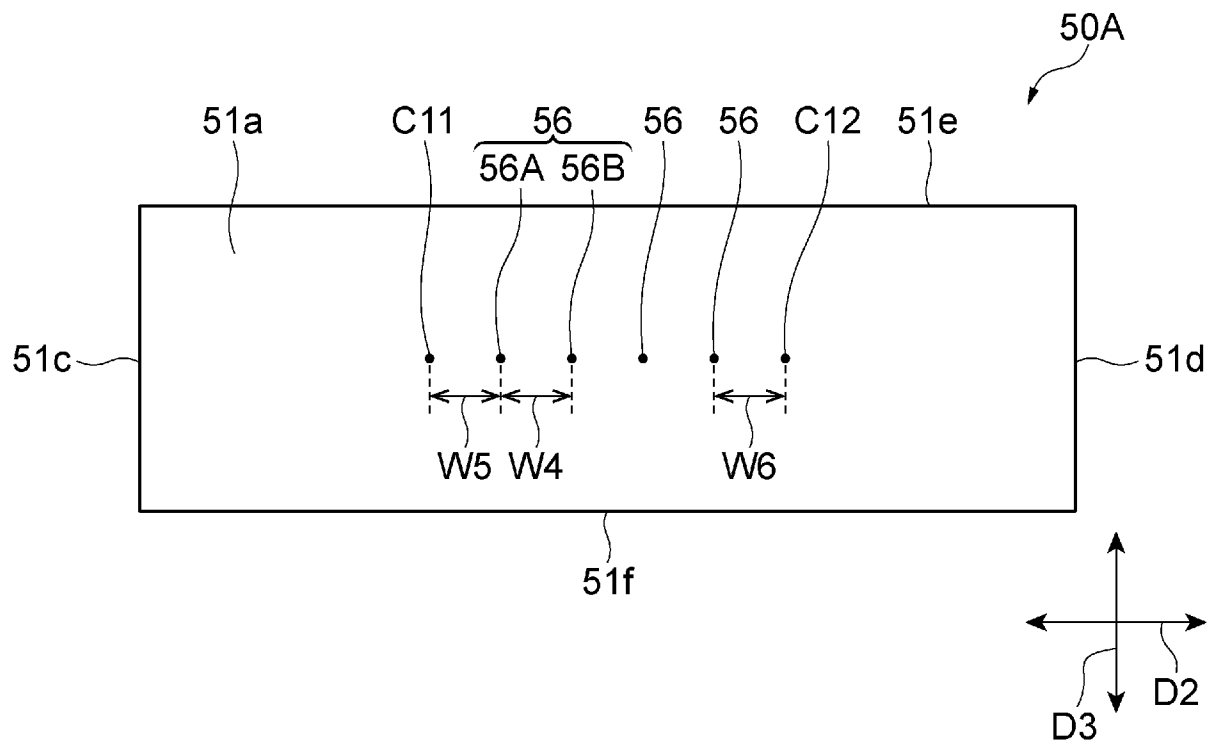
[図8]



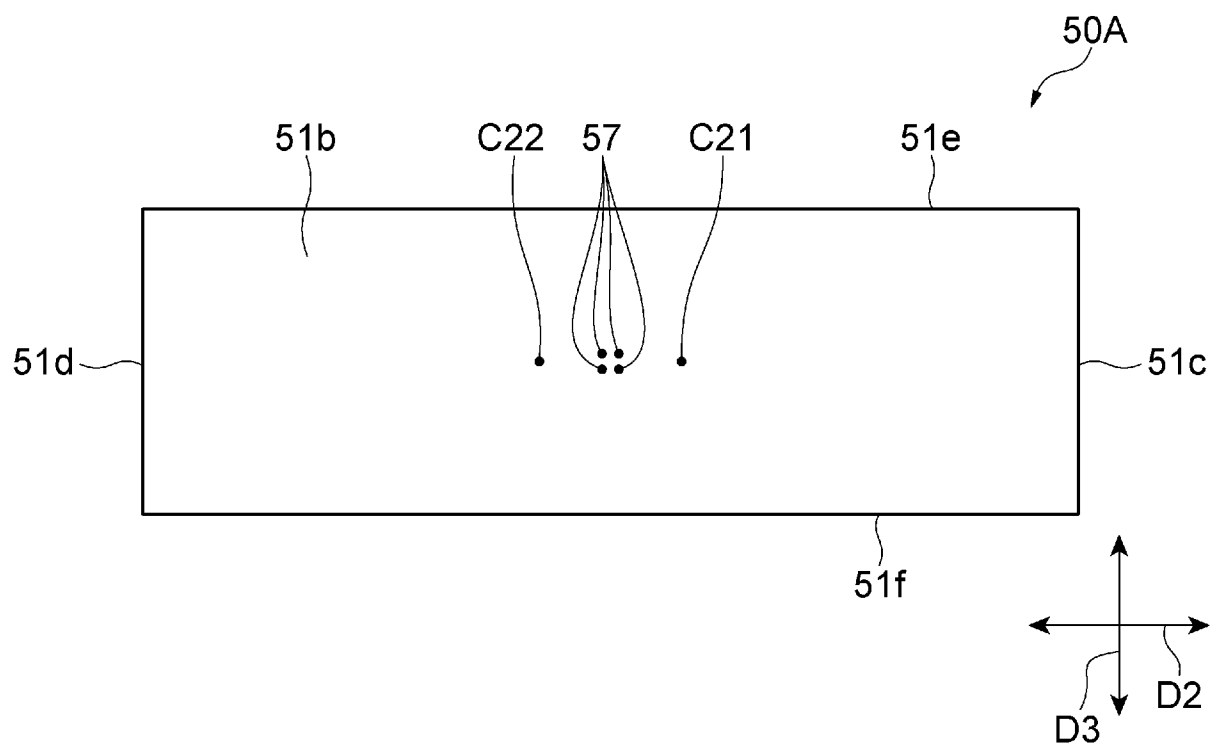
[図9]



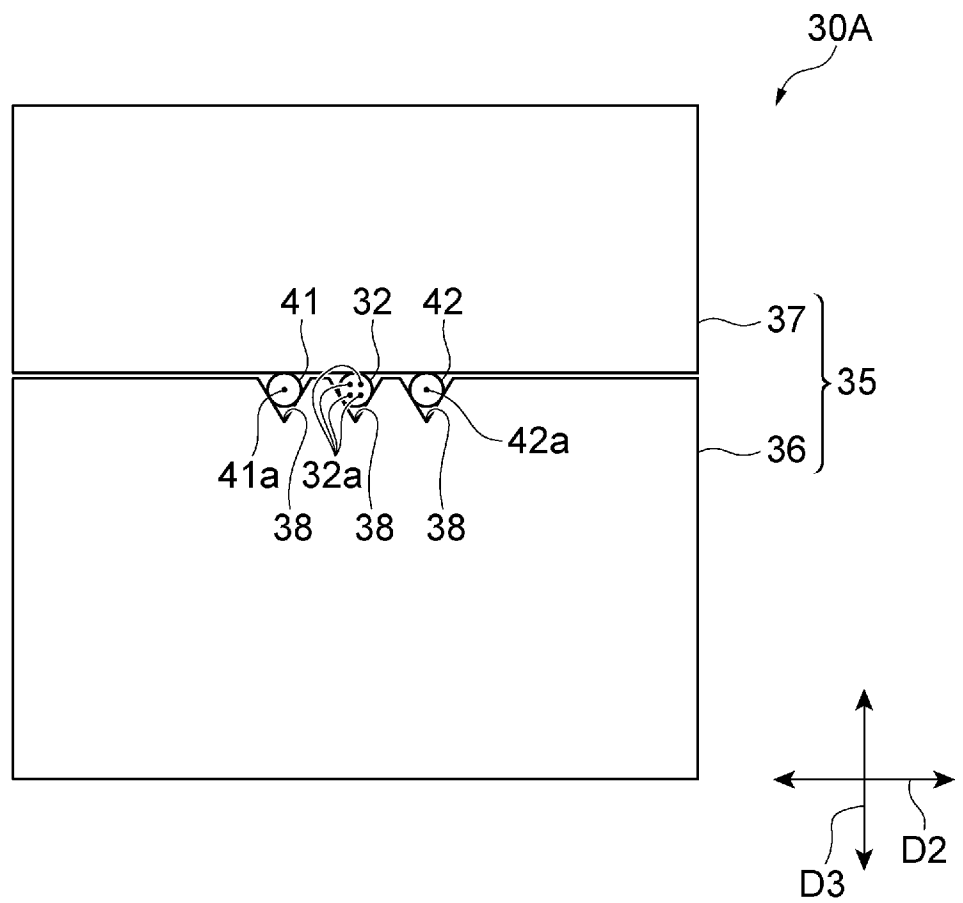
[図11a]



[図12a]



[図12b]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/016114

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G02B 6/122 (2006.01)i; G02B 6/30 (2006.01)i FI: G02B6/122; G02B6/30 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) G02B6/12-6/14; 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	JP 2016-24439 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 08 February 2016 (2016-02-08) paragraphs [0031]-[0050], [0063], fig. 1-4	1-3, 6-9, 11
X	US 6654523 B1 (LIGHTWAVE MICROSYSTEMS CORPORATION) 25 November 2003 (2003-11-25) column 5, line 40 to column 6, line 47, fig. 2	1-5, 8-13
A	JP 2000-162469 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 16 June 2000 (2000-06-16) entire text, all drawings	1-13
A	JP 2019-152804 A (FUJIKURA LTD.) 12 September 2019 (2019-09-12) entire text, all drawings	1-13
A	US 2021/0011233 A1 (AYAR LABS, INC.) 14 January 2021 (2021-01-14) entire text, all drawings	1-13
☐ 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 18 June 2024		Date of mailing of the international search report 09 July 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/JP2024/016114

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2016-24439	A	08 February 2016	(Family: none)	
US	6654523	B1	25 November 2003	(Family: none)	
JP	2000-162469	A	16 June 2000	(Family: none)	
JP	2019-152804	A	12 September 2019	(Family: none)	
US	2021/0011233	A1	14 January 2021	WO	2021/011424 A1
				EP	3997494 A1
				CN	114375412 A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

G02B 6/122(2006.01)i; G02B 6/30(2006.01)i

FI: G02B6/122; G02B6/30

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））

G02B6/12-6/14; 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	JP 2016-24439 A（日本電信電話株式会社）08.02.2016（2016 - 02 - 08） 段落 [0031] - [0050] , [0063] , 第1-4図	1-3, 6-9, 11
X	US 6654523 B1（LIGHTWAVE MICROSYSTEMS CORPORATION）25.11.2003（2003 - 11 - 25） 第5欄第40行-第6欄第47行, 第2図	1-5, 8-13
A	JP 2000-162469 A（住友電気工業株式会社）16.06.2000（2000 - 06 - 16） 全文, 全図	1-13
A	JP 2019-152804 A（株式会社フジクラ）12.09.2019（2019 - 09 - 12） 全文, 全図	1-13
A	US 2021/0011233 A1（AYAR LABS, INC.）14.01.2021（2021 - 01 - 14） 全文, 全図	1-13

☐ 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

“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

18. 06. 2024

国際調査報告の発送日

09. 07. 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/JP2024/016114

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2016-24439	A	08.02.2016	(ファミリーなし)			
US	6654523	B1	25.11.2003	(ファミリーなし)			
JP	2000-162469	A	16.06.2000	(ファミリーなし)			
JP	2019-152804	A	12.09.2019	(ファミリーなし)			
US	2021/0011233	A1	14.01.2021	WO	2021/011424	A1	
				EP	3997494	A1	
				CN	114375412	A	