

(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9月6日(06.09.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/180735 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 6/28 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/007637

(22) 国際出願日: 2023年3月1日(01.03.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 納戸 一貴 (NOTO Kazutaka); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 植松 卓威 (UEMATSU Takui); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 NTT知的財産センタ

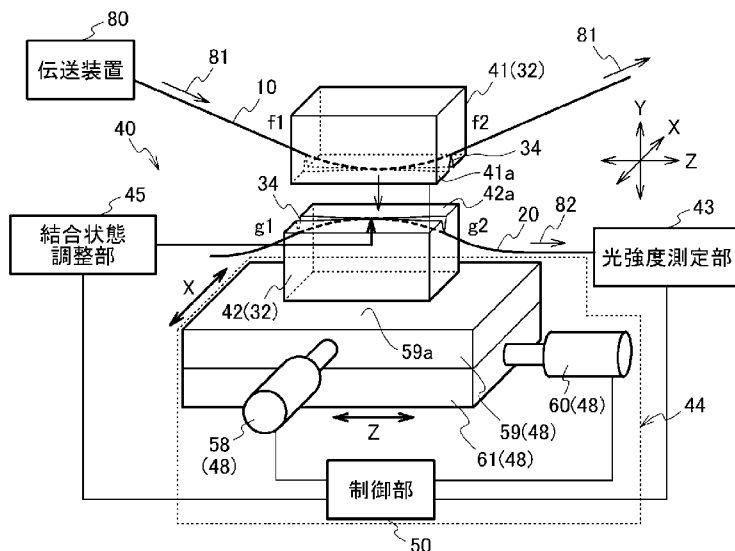
内 Tokyo (JP). 大串 幾太郎 (OGUSHI Ikutaro); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 三好 秀和, 外 (MIYOSHI Hidekazu et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門1丁目2番8号 虎ノ門琴平タワー 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, 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,

(54) Title: LIGHT BRANCHING RATIO ADJUSTMENT METHOD AND LIGHT BRANCHING RATIO ADJUSTMENT DEVICE FOR MULTIPLEXING/DEMULTIPLEXING COUPLER USING SIDE-POLISHED OPTICAL FIBER

(54) 発明の名称: 側面研磨光ファイバを用いた合分波カプラの光分岐比調整方法及び光分岐比調整装置



43 Light intensity measurement unit
45 Coupling state adjustment unit
50 Control unit
80 Transmission device

(57) Abstract: In this light branching ratio adjustment method of a multiplexing/demultiplexing coupler (1), a first polished surface (14) formed on a side surface (15) of a first optical fiber (10) and a second polished surface (24) formed on a side surface (25) of a second optical fiber (20) are mutually aligned, and as a result thereof, the first optical fiber (10) and the second optical fiber (20) are optically coupled. While the optical fibers are in an optically coupled state, changes in intensity of light from the second optical coupler (20) is monitored, and consequently the optically coupling state based on the difference in propagation constant between the first optical fiber (10) and the second optical fiber (20) is adjusted.

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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 合分波カプラ (1) の光分岐比調整方法は、第1光ファイバ (10) の側面 (15) に形成された第1研磨面 (14) と第2光ファイバ (20) の側面 (25) に形成された第2研磨面 (24) の互いの面合わせによって、第1光ファイバ (10) と第2光ファイバ (20) が光結合した状態で、第2光ファイバ (20) からの光の強度の変化を監視することによって第1光ファイバ (10) と第2光ファイバ (20) の間の伝搬定数差による光結合状態を調整する。

明 細 書

発明の名称：

側面研磨光ファイバを用いた合分波カプラの光分岐比調整方法及び光分岐比調整装置

技術分野

[0001] 本開示は、側面研磨光ファイバ(Side Polished Optical Fiber)を用いた合分波カプラの光分岐比調整方法及び光分岐比調整装置に関する。

背景技術

[0002] 通信中の光ファイバを切断することなく、光ファイバから光を分波したり、光ファイバへ光を合波したりすることのできる光合分波技術として、光ファイバ側面研磨法を用いた光ファイバカプラの製造方法が検討されている（非特許文献1 参照）。この光ファイバカプラの製造方法は以下の手順を含む。なお、説明の便宜上、通信中の光ファイバを第1光ファイバ、光ファイバカプラによって第1光ファイバと光結合する光ファイバを第2光ファイバと称する。

[0003] 手順（1）通信に影響を与えない損失となるような曲げを第1光ファイバに付与し、形成された曲げ部から漏洩する通信光の光強度をモニタリングする。

手順（2）光強度をモニタリングしつつ、第1光ファイバの側面を研磨する。形成される研磨面が第1光ファイバのコアに近づくにつれて漏洩光の光強度が低下するので、この光強度が所定の値となったときに研磨を終了し、曲げを解放する。

手順（3）側面研磨した第1光ファイバの研磨面と、予め側面研磨した第2光ファイバの研磨面同士とを面合わせし、研磨面方向に相対移動させることにより、所望の光分岐比が得られる位置で固定する。なお、第2光ファイバの研磨面は、第2光ファイバのコアから数 μm 離れた位置又は当該コアに達している。

[0004] また、光ファイバからの光を分波したり、光ファイバへ光を合波したりすることのできる光合分波技術の光分岐比は、モード結合理論から導出される以下の式（１）で表される。

$$(\kappa/q)^2 (\sin(qz))^2 \cdots (1)$$

$$q = (\kappa^2 + \delta^2)^{1/2}$$

ここで κ はモード結合定数、 δ は合分波する光ファイバの伝搬定数差の半値、 z は結合距離である。式（１）からも分かるように光分岐比の最大値は合分波する光ファイバの伝搬定数差に依存する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開第2021/166262号

特許文献2：国際公開第2021/166263号

特許文献3：国際公開第2022/034660号

非特許文献

[0006] 非特許文献1：植松卓威、廣田栄伸、飯田裕之、海老根崇、真鍋哲也、“側面研磨法を用いた光分岐の基礎検討”、電子情報通信学会技術研究報告、vol. 119, no. 223, OFT 2019-36, pp. 23-26, Oct. 2019.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 光を合分波する光合分波技術では手順（３）に示したように、一方の光ファイバの研磨面と他方の光ファイバの研磨面との面合わせが必要である。ところで、光ファイバは国際標準規格などの規格に合わせて製造されているものの、その伝搬定数には規格の範囲内でバラツキがある。従って、同じ規格で製造された光ファイバが光結合しても伝搬定数差が生じやすい。その結果、式（１）からも分かるように伝搬定数差に依存する光分岐比の低減が生じてしまう。

[0008] 本開示は、上述の事情を鑑みて成されたものであり、通信可能な状態に置

かれた光ファイバを用いた合分波カプラを作製する際においても、伝搬定数差による光分岐比の低減を抑制できる合分波カプラの光分岐比調整方法及び光分岐比調整装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本開示の一態様に係る光分岐比調整方法は、第1光ファイバの側面に形成された第1研磨面と第2光ファイバの側面に形成された第2研磨面との互いの面合わせによって、前記第1光ファイバと前記第2光ファイバが光結合した状態で、前記第2光ファイバからの光の強度の変化を監視することによって前記第1光ファイバと前記第2光ファイバの間の伝搬定数差による光結合状態を調整する。

[0010] 本開示の他の一態様に係る光分岐比調整装置は、第1光ファイバの側面に形成された第1研磨面と第2光ファイバの側面に形成された第2研磨面との互いの面合わせによって、前記第1光ファイバと前記第2光ファイバが光結合した状態で、前記第2光ファイバからの光の強度の変化を監視する光強度測定部と、前記状態において前記第1光ファイバと前記第2光ファイバの間の伝搬定数差による光結合状態を調整する調整装置とを備える。

発明の効果

[0011] 本開示によれば、通信可能な状態に置かれた光ファイバを用いた合分波カプラを作製する際においても、伝搬定数差による光分岐比の低減を抑制できる合分波カプラの光分岐比調整方法及び光分岐比調整装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1A]図1Aは、本開示の実施形態に係る合分波カプラの断面図である。

[図1B]図1Bは、合分波カプラの側面図である。

[図1C]図1Cは、図1B中のA-A線に沿った断面図である。

[図2A]図2Aは、研磨装置の一例を示す斜視図である。

[図2B]図2Bは、図2Aに示す保持部の拡大断面図である。

[図3A]図3Aは、本実施形態に係る光分岐比調整装置の構成の一例を示すブ

ロック図である。

[図3B]図3Bは、図3Aに示す制御部の構成の一例を示すブロック図である。

[図3C]図3Cは、本実施形態に係る光分岐比調整装置の構成の一例を示す斜視図である。

[図4]図4は、第1実施形態に係る光結合状態調整部の構成の一例を示す図である。

[図5]図5は伝搬定数差の有無による光分岐比の変化を示すグラフである。

[図6A]図6Aは、本実施形態に係る光分岐比調整方法の工程の一例を示すフローチャートである。

[図6B]図6Bは、本実施形態に係る位置調整工程の一例を示すフローチャートである。

[図6C]図6Cは、本実施形態に係る光結合状態調整工程の一例を示すフローチャートである。

[図7]図7は、第2実施形態に係る光結合状態調整部の構成の一例を示す図である。

[図8]図8は、第3実施形態に係る光結合状態調整部の構成の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本開示の幾つかの実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、本開示は、以下に示す実施形態に限定されるものではない。これらの実施の例は例示に過ぎず、本開示は当業者の知識に基づいて種々の変更、改良を施した形態で実施することができる。また、本明細書及び図面において符号が同じ構成要素は、相互に同一のものを示すものとし、重複する説明を省略する。

[0014] 説明の便宜上、PON(Passive Optical Network)方式のネットワークに既に敷設され、通信可能な状態に置かれた光ファイバを第1光ファイバと称することがある。この場合、第1光ファイバは、共同溝や架空線などのネット

ワークを構築する設備に敷設されている。敷設場所は屋内、屋外の何れでもよい。第1光ファイバは、ネットワークの光通信に既に使用されていてもよく、敷設された状態で光通信に使用されていなくてもよい。また、ネットワークに新たに敷設され、第1光ファイバに接続する光ファイバを第2光ファイバと称することがある。第2光ファイバは第1光ファイバが構築した方路（伝送路）から分岐する又は当該方路に合流する方路を構築する光ファイバである。

[0015] また、説明の便宜上、互いに直交するX方向、Y方向、Z方向を定義する。X方向及びZ方向は、本実施形態に係る2つの保持部41、42のうちの一方に対する他方の移動方向であり、例えば何れも水平方向である。Y方向は、2つの保持部41、42の配列方向であり、例えば鉛直方向である。また、Z方向は、各光ファイバ10、20の延伸方向（長手方向）、各保持部41（42）に形成されるV溝34の延伸方向でもある。従って、X方向は各光ファイバ10、20の短手方向となる。

[0016] [第1実施形態]

本開示の第1実施形態について説明する。

まず、本実施形態に係る合分波カプラ1について説明する。図1Aは、合分波カプラ1の断面図である。図1Bは、合分波カプラ1の側面図である。図1Cは、図1B中のA-A線に沿った断面図である。合分波カプラ1は、1本の光ファイバを伝搬する光を2本の光ファイバに分岐する、或いは2本の光ファイバを伝搬する光を1本の光ファイバに合流させる、所謂光ファイバカプラである。図1Aに示すように、合分波カプラ1は、光ファイバ10と、光ファイバ20とを備えている。なお、図1Aに示す断面図は、光ファイバ10の中心軸10aと光ファイバ20の中心軸20aを含んでいる。

[0017] 光ファイバ10は、例えば上述の第1光ファイバであり、ネットワーク（図示せず）に既に敷設されている。光ファイバ10は、コア（第1コア）11と、クラッド（第1クラッド）12と、被覆（第1被覆）13とを備えている。光ファイバ10は、シングルモード光ファイバ又はマルチモード光フ

ファイバである。

[0018] 光ファイバ20は、例えば上述の第2光ファイバであり、ネットワーク（図示せず）の追加経路として光ファイバ10に新たに接続する。光ファイバ20は、コア（第2コア）21と、クラッド（第2クラッド）22とを備えている。光ファイバ20も、シングルモード光ファイバ又はマルチモード光ファイバである。光ファイバ20は被覆（第2被覆）23を備えてもよく、被覆（第2被覆）23備えなくてもよい。

[0019] 第1実施形態に係る光ファイバ20は、感光性光ファイバである。感光性光ファイバはフォトセンシティブ光ファイバとも呼ばれる。感光性光ファイバは紫外線の光を照射することで、屈折率が増加し、伝搬定数が増加する特性を有する。後述する光結合状態の調整を行う前の感光性光ファイバである光ファイバ20の伝搬定数は、光ファイバ10の伝搬定数よりも低い。

[0020] 光ファイバ10は、研磨面（第1研磨面）14を側面15に有する。研磨面14は、側面15の研磨によって形成される。この研磨加工は、例えば後述の研磨装置30（図2A及び図2B参照）によって遂行することができる。この研磨加工により、研磨面14において被覆13が除去され、クラッド12の一部が残存する。ここで、研磨面14からコア11までのクラッド12の厚さの最小値を、残存クラッド厚 d_{lv} と定義する（図1C参照）。

[0021] 光ファイバ10と同様に、光ファイバ20は、研磨面（第2研磨面）24を側面25に有する。研磨面24は、側面25の研磨によって形成される。この研磨加工も、例えば後述の研磨装置30によって遂行することができる。この研磨加工により、研磨面24において被覆23が除去され、クラッド22の一部が残存する。ここで、研磨面24からコア21までのクラッド22の厚さの最小値を、残存クラッド厚 d_{br} と定義する（図1C参照）。

[0022] 光ファイバ10は、少なくとも研磨面14を含む部分において曲率半径 R_{lv} で曲げられつつ、Z方向に延伸している。研磨面14は、曲率半径 R_{lv} で曲げられた状態に置かれた光ファイバ10の側面15への研磨によって形成される。従って、光ファイバ10が曲率半径 R_{lv} で曲げられた状態で、研磨面

14は、光ファイバ10の長手方向（Z方向）に延びる楕円状の平面を形成する。

[0023] 光ファイバ20は、少なくとも研磨面24を含む部分において曲率半径 R_{br} で曲げられつつ、Z方向に延伸している。研磨面24は、曲率半径 R_{br} で曲げられた状態に置かれた光ファイバ20の側面25への研磨によって形成される。従って、光ファイバ20が曲率半径 R_{br} で曲げられた状態で、研磨面24は、光ファイバ20の長手方向に延びる楕円状の平面を形成する。

[0024] なお、研磨面14と研磨面24の間には、屈折率整合剤（図示せず）が存在している。屈折率整合剤は粘性を持つ液状でもよく、変形可能な固形状でもよい。屈折率整合剤の屈折率は、クラッド12及びクラッド22の各屈折率よりも小さい。これにより挿入損失の増加が抑制される。

[0025] 研磨面14と研磨面24は屈折率整合剤（図示せず）を介して互いに接触する。従って、コア11とコア21は、コア間隔 d （図1C参照）を置いて互いに位置することになる。コア間隔 d は、コア11とコア21の間隔であり、その最小値はクラッド12の残存クラッド厚 d_{lv} と、クラッド22の残存クラッド厚 d_{br} と、屈折率整合剤（図示せず）の厚さの総和である。

[0026] コア間隔 d を十分に小さくすることにより、コア11とコア21の間のエバネッセント結合が得られる。即ち、コア11とコア21は光学的に結合し、4つのポート f_1 、 f_2 、 g_1 及び g_2 を有する合分波カプラ1が構築され（図1B参照）、合分波カプラ1の機能である光の合波又は分波が可能となる。

[0027] 次に、研磨面14（24）の形成方法について説明する。図2Aは、研磨面14（24）の形成に用いる研磨装置30の一例を示す斜視図である。図2Bは、図2Aに示す保持部32の断面図である。図2Aに示すように、研磨装置30は、研磨台31と、保持部32とを備える。以下、研磨面14の形成を例に挙げて説明する。

[0028] 研磨台31は平坦な上面31aを有し、この上面31aには研磨シート33が載置される。保持部32は、研磨台31の上面31aに対向する平面3

2 aを有し、この平面3 2 aには、半径Rで湾曲したV溝3 4が形成されている。半径Rは、曲率半径 R_{1v} よりも僅かに小さい。なお、研磨台3 1及び保持部3 2の材質は、例えばガラスである。

[0029] 図2 Aに示すように、V溝3 4は、平面3 2 aからの深さが平面3 2 aの中央付近で最も浅くなるように形成されている。また、図2 Bに示すように、このV溝3 4の最小深さは、クラッド1 2が残存クラッド厚 d_{1v} を有することができる値に設定される。

[0030] 研磨装置3 0を用いた光ファイバ1 0の研磨加工は、光ファイバ1 0に光ファイバ2 0を接続する現場で行われる。まず、研磨前の準備工程として、光ファイバ1 0からの漏洩光を測定する状態を準備する。具体的には、光ファイバ1 0に通信光8 1又は所定の光源を用いて導入された疑似的な通信光が伝搬している状態で光ファイバ1 0に曲げを付与し、曲げられた部分から漏洩する通信光8 1又は所定の光源を用いて導入された疑似的な通信光の漏洩光の強度を光強度計（図示せず）によって測定する。

[0031] 光ファイバ1 0は上述の第1光ファイバである。従って、光ファイバ1 0内には、そのネットワーク上の伝送装置8 0から出力された通信光8 1又は所定の光源を用いて導入された疑似的な通信光が伝搬する。何れの光の場合も、通信に影響を与えない程度の損失が生じる曲げを光ファイバ1 0に付与し、曲げられた部分からの漏洩光の強度測定を、研磨が終了するまで行う。

[0032] 次に、保持部3 2のV溝3 4内に接着剤3 5（図5参照）を充填し、V溝3 4内に光ファイバ1 0を固定する。接着剤3 5が硬化し、光ファイバ1 0がV溝3 4に固定されると、光ファイバ1 0の側面1 5の一部が保持部3 2の平面3 2 aから露出する（図2 B参照）。

[0033] 次に、側面1 5の一部が保持部3 2の平面3 2 aから露出した状態で、保持部3 2の平面3 2 aを、研磨台3 1に載置した研磨シート3 3に対向させる。その後、保持部3 2の平面3 2 aから露出した光ファイバ1 0の側面1 5を研磨シート3 3に押し当てて研磨する。

[0034] 側面1 5の研磨は、漏洩する通信光8 1（又は疑似通信光）の強度を監視

しながら行われる。研磨が進むと、研磨面がコア 11 に近づき（即ち残存クラッド厚 d_{lv} が減少し）、測定中の漏洩光の強度が徐々に減少する。そして、漏洩光の強度が所定の値に達したときに、研磨を終了し、曲げを解放する。これら一連の工程により研磨面 14 の形成が完了する。

[0035] 残存クラッド厚 d_{br} を有する光ファイバ 20 の研磨面 24 も、上述した工程と同様の工程を経て形成される。光ファイバ 20 はネットワークに新たに敷設される光ファイバ、即ち、未使用の光ファイバである。従って、研磨面 24 の形成加工は、工場等の遠隔地で予め行うことができる。この場合、現場での加工よりも精密な加工が可能となる。

[0036] 次に、本実施形態に係る光分岐比調整装置 40 について説明する。

図 3 A は、光分岐比調整装置 40 の構成の一例を示すブロック図である。図 3 B は、図 3 A に示す制御部 50 の構成を示すブロック図である。図 3 C は、光分岐比調整装置 40 の構成の一例を示す斜視図である。図 3 A に示すように、光分岐比調整装置 40 は、保持部（第 1 保持部）41 と、保持部（第 2 保持部）42 と、光強度測定部 43 と、調心部（位置合わせ装置）44 と、光結合状態調整部（調整装置）45 とを備える。

[0037] 図 3 C に示すように、保持部 41 は、光ファイバ 10 を保持した上述の保持部 32 がそのまま流用される。同様に、保持部 42 は、光ファイバ 20 を保持した上述の保持部 32 がそのまま流用される。即ち、保持部 41 は、曲率半径 R_{lv} よりも僅かに小さい半径 R を持つ V 溝 34 が形成された保持部 32 であり、保持部 42 は、曲率半径 R_{br} よりも僅かに小さい半径 R を持つ V 溝 34 が形成された保持部 32 である。

[0038] 保持部 41 は、上述の研磨加工が終了した光ファイバ 10 を保持する。即ち、保持部 41 は、研磨面 14 が平面 41 a 上に露出した光ファイバ 10 を保持する。平面 41 a は XZ 平面に平行である。同様に、保持部 42 は、研磨面 24 が平面 42 a 上に露出した光ファイバ 10 を保持する。平面 42 a も XZ 平面に平行である。保持部 41 と保持部 42 は、研磨面 14 と研磨面 24 が互いに摺動可能に接触した状態で、対応する光ファイバを保持してい

る。換言すれば、保持部41と保持部42は、それぞれの平面41a、42aが互いに摺動可能に接触した状態でY方向に並んでいる。例えば、Y方向が重力の方向に平行な場合、保持部41は保持部42に積み重ねられる。

[0039] 光強度測定部43は所謂光強度計であり、試験光82を受ける受光部46を含む。受光部46は、例えば、フォトダイオード或いはアバランシェフォトダイオードであり、試験光82を、その光強度に応じた電圧の電気信号に変換する。試験光82は、光ファイバ10と光ファイバ20が光結合した状態で、光ファイバ10から光ファイバ20に伝搬した通信光81の分岐光である。光強度測定部43は、受光部46が受けた試験光82の強度を測定（算出）し、その測定結果を制御部50に出力する。後述の通り、試験光82の強度は光結合状態調整部45の動作によって変化する。光強度測定部43は、この試験光82の強度変化を監視する。

[0040] 調心部44は、操作部48と、操作部48を制御する制御部50とを含む。調心部44は、試験光82の強度と所定の基準値 P_{rf} の間の差が減少するように、保持部41（即ち、研磨面14）と保持部42（即ち、研磨面24）のうちの一方を、その他方に対して相対的に移動させる。ここで、所定の基準値 P_{rf} とは、合分波カプラ1に設定された光分岐比が得られたときに、光強度測定部43によって測定された試験光82の強度である。

[0041] 操作部48は、保持部41又は保持部42の位置を操作する。例えば図3Cに示すように、操作部48は、リニアアクチュエータ58と、リニアアクチュエータ58によって操作されるステージ59とを含む。リニアアクチュエータ58は、例えば、モータとマイクロメータヘッドによって構成され、制御部50の制御によってステージ59をX方向に沿って移動させる。なお、ステージ59の移動は手動でもよい。

[0042] ステージ59の上面59aはXZ平面と平行である。この上面59aには、保持部41又は保持部42が載置される。例えば、図3Cに示すように、保持部42がステージ59に載置され、クランプ等の保持手段（図示せず）又は接着剤を用いてステージ59に固定される。この場合、保持部41は保

持部 4 2 上に載置される。ただし、保持部 4 1 はストッパ（図示せず）によりあらゆる方向の移動が規制されている。

[0043] 制御部 5 0 は、例えば、図 3 B に示すような汎用的なコンピュータである。制御部 5 0 としてのコンピュータは、CPU (Central Processing Unit、プロセッサ) 5 1 と、メモリ 5 2 と、ストレージ 5 3 (HDD: Hard Disk Drive, SSD: Solid State Drive) と、通信部 5 4 と、入力部 5 5 と、出力部 5 6 とを備える。メモリ 5 2 及びストレージ 5 3 は記憶装置である。このコンピュータにおいて、CPU 5 1 がメモリ 5 2 にロードされた所定のプログラムを実行することにより、試験光 8 2 の強度測定、操作部 4 8 の制御などの調整装置 4 0 の諸機能が実現される。

[0044] なお、制御部 5 0 によって実行されるプログラムは、USB (Universal Serial Bus) メモリ、CD (Compact Disc)、DVD (Digital Versatile Disc) などのコンピュータ読取り可能な記録媒体に記憶されていてもよく、ネットワークを介して制御部 5 0 に配信されてもよい。コンピュータ読取り可能な記録媒体は、例えば非一時的な(non-transitory)記録媒体である。

[0045] 次に光結合状態調整部 4 5 について説明する。

光結合状態調整部 4 5 は、光ファイバ 1 0 と光ファイバ 2 0 の間の伝搬定数差による光結合状態を調整する。この目的のため、光結合状態調整部 4 5 は様々な態様を採ることができる。第 1 実施形態では、光結合状態調整部 4 5 として紫外線照射装置 4 5 a が採用される。紫外線照射装置 4 5 a の光源は、例えば紫外線 LED (UVLED)、水銀灯、又はキセノンランプである。なお、温度による特性変化を低減するために紫外線照射装置 4 5 a は熱を発生しないことが望ましい。

[0046] 図 4 は、第 1 実施形態に係る光結合状態調整部 4 5 の構成の一例を示す図である。図 4 に示すように、光結合状態調整部 4 5 としての紫外線照射装置 4 5 a は、保持部 4 2 によって保持された光ファイバ 2 0 の研磨面 2 4 に向けて紫外線 7 0 を照射する。紫外線 7 0 は光ファイバ 2 0 の伝搬定数を変化させるために十分な強度を有する。紫外線 7 0 の照射時間は制御部 5 0 によ

って制御される。

[0047] ここで、伝搬定数差による光分岐比の変化について説明する。

上述の通り、光ファイバの伝搬定数には、一定の範囲内でバラツキがある。従って、光ファイバ10と光ファイバ20の伝搬定数が一致することは非常に稀であり、ほぼ必然的に伝搬定数差が生じる。図5は伝搬定数差の有無による光分岐比の変化を示すグラフである。横軸は波長（nm）を示し、縦軸は最大光分岐比を示す。図5からも分かるように、伝搬定数差を抑制することで、光分岐比は増加する。また、完全結合長を想定すると、最大光分岐比Fは式（2）の通りに表される。

$$F = 1 / (1 + (\delta / \kappa)^2) \quad \dots (2)$$

$$\delta = (\beta_2 - \beta_1) / 2$$

ここで κ はモード結合係数、 β_1 は光ファイバ10の伝搬定数、 β_2 は光ファイバ20の伝搬定数である。式（2）から理解される通り、光ファイバ10と光ファイバ20の伝搬定数差を0（即ち、 $\delta = 0$ ）に近付けるほど、最大光分岐比Fは1に近づくことが判る。

[0048] そこで、本実施形態では、光結合状態調整部45を用いて、光ファイバ20の伝搬定数を調整し、光ファイバ20の伝搬定数を光ファイバ10の伝搬定数に近付ける。具体的には、光結合状態調整部45は、紫外線の照射により光ファイバ20の伝搬定数を増加させる。

[0049] 紫外線の照射による伝搬定数の変化は不可逆である。このため、光結合状態の調整を行う前（即ち、光ファイバ20の伝搬定数の調整を行う前）の光ファイバ20は、光ファイバ10の伝搬定数よりも低い伝搬定数を有する。このような光ファイバ20として、紫外線に対して感光性を有しつつ、屈折率を低下させる素材を含有した光ファイバを採用できる。例えば、ボロンを含有した光ファイバ、或いはフッ素と感光性材料の混合材を含有した感光性光ファイバなどが適用できる。

[0050] 次に本実施形態に係る光分岐比調整方法について説明する。

図6A～図6Cは、光分岐比調整方法における各工程を示すフローチャー

トである。図6Aに示すように、本実施形態に係る光分岐比調整方法は、位置調整工程S1と、光結合状態調整工程S2とを含む。但し、研磨面14と研磨面24を面合わせした状態である程度の光分岐比が得られ、その光分岐比が光結合状態の調整によって所望の値以上となる見込みがあるなどの事情がある場合、位置調整工程S1は省略してもよい。また、光結合状態調整工程S2の途中に、位置調整工程S1を実行してもよく、これら二つの工程を交互に繰り返してもよい。即ち、光結合状態の調整は、連続的に実行される工程に限られず、断続的に実行される工程も含む。

[0051] まず、位置調整工程S1を実行する。位置調整工程S1は、光結合状態調整工程S2を実行する前に、光ファイバ10と光ファイバ20の光結合を得るための研磨面14と第2研磨面24の相対的な調心（即ち、位置調整）を行う工程である。この調心は、制御部50が操作部48を制御することによって遂行される。また、光強度測定部43によって取得した試験光82の光強度は、制御部50のストレージ53に保存される。制御部50は、ストレージ53に保存された複数の光強度を比較し、その比較結果に基づいて、操作部48を制御する。

[0052] まず、光ファイバ10の研磨面14と光ファイバ20の研磨面24が互いに面合わせされる（図3C参照）。その後、X方向に沿った光ファイバ10（研磨面14）と光ファイバ20（研磨面24）の調心を行う（ステップS101）。調心中は、光強度Aと調心位置を保存し続ける（ステップS102）。なお、調心位置とは、例えば、光ファイバ10（研磨面14）等の基準位置に対する光ファイバ20（研磨面24）の相対位置（相対座標）である。

[0053] 次に、保存した光強度Aのうちの最大値Bとその調心位置を保存する（ステップS103）。次に、最大値Bの調心位置からZ方向に沿った調心を行う（ステップS104）。ステップS102の工程と同様に、調心中は光強度Aと調心位置を保存し続け（ステップS105）、保存した光強度Aのうちの最大値Cとその調心位置を保存する（ステップS106）。

- [0054] 次に、保存した最大値Bと最大値Cを比較し（ステップS107）、最大値Cが最大値Bよりも大きい場合には（ステップS107においてNo）、最大値Cの調心位置を最大値Bの調心位置と見なし（ステップS108）、再度、最大値Cの調心位置からX方向に沿ったに調心を行う（ステップS104）、調心中は光強度Aと調心位置を保存し続け（ステップS105）、保存した光強度Aのうちの最大値Cとその調心位置を保存する（ステップS106）。
- [0055] 次に、保存した最大値Bと最大値Cを比較により、最大値Cが最大値Bよりも小さくなるまで、ステップS104～ステップS108の工程を繰り返す。最大値Cが最大値Bよりも小さくなったとき（ステップS107においてYes）、調心を終了し（ステップS109）、終了時の光強度Dを保存する（ステップS110）。
- [0056] 次に、光結合状態調整工程S2を実行する。この工程では、光ファイバ10と光ファイバ20の間の伝搬定数差による光結合状態を調整する。第1実施形態における光結合状態の調整は、研磨面24内に位置する光ファイバ20の伝搬定数の調整である。
- [0057] まず、光結合状態調整部45によって伝搬定数差による光ファイバ10と光ファイバ20の間の光結合状態を調整する（ステップS201）。本実施形態では、光結合状態調整部45としての紫外線照射装置45aが、研磨面24内の光ファイバ20に向けて紫外線70を照射し、光ファイバ20の伝搬定数を徐々に増加させる。
- [0058] 光結合状態の調整中は、変化していく光強度Eを保存し続ける（ステップS202）と共に、保存した光強度Eと、ステップS20の工程で保存した光強度Dと比較する（ステップS203）。光強度Eが光強度Dよりも大きい場合には（ステップS203においてNo）、光強度Eを光強度Dと見なし（ステップS204）、比較し、光強度Dの方が大きくなったとき（ステップS203においてYes）、紫外線70の照射を停止し、光結合状態の調整を終了する（ステップS205）。つまり、試験光82の強度が一旦最

大値に達した後に減少したことを確認したとき、光結合状態の調整を終了する。このように調整を終了させることによって、光結合状態を最適に近い状態に設定することができる。換言すれば、光ファイバ10と光ファイバ20の間の伝搬定数差を最小値に近い値に設定することができる。なお、最大値と最大値から減少の判断およびその後の光結合状態の調整を、表示された強度の目視などを含む手動で行ってもよい。

[0059] 光ファイバ20の接続先である光ファイバ10は、通信可能な状態に置かれた光ファイバでもよい。上述の通り、光ファイバ10は、側面研磨光ファイバとして加工が施されるものの、その加工のために切断されることはなく、常に通信可能な状態に置かれる。そして、本実施形態によれば、このような光ファイバを用いた合分波カプラを作製する際においても、光結合状態の調整、具体的には伝搬定数の調整によって、伝搬定数差による光分岐比の低減を抑制することができる。

[0060] [第2実施形態]

次に本開示の第2実施形態について説明する。

図7は、第2実施形態に係る光結合状態調整部45の構成の一例を示す図である。第2実施形態では、光結合状態調整部45として加熱装置45bが採用される。光分岐比調整装置40のその他の構成は、第1実施形態と同様である。従って、第1実施形態からの変更点のみを述べ、重複する説明を省略する。

[0061] 図7に示すように、光結合状態調整部45としての加熱装置45bは、光ファイバ20を加熱する。例えば図7に示すように、光ファイバ20を保持する保持部42を加熱することにより、光ファイバ20を間接的に加熱する。加熱装置による加熱時間は、制御部50によって制御される。

[0062] 加熱装置45bは例えば電気炉又は赤外線加熱炉である。或いは、加熱装置は、光ファイバ20の近傍又は保持部42の周囲に配置されたニクロム線などの電熱線と、当該電熱線に電力を供給する電源とによって構成されてもよい。

[0063] 一般的に、光ファイバが加熱されると、光ファイバに添加されている素材が拡散し、モードフィールド径が拡大する。その結果、光ファイバの伝搬定数が低下する。本実施形態はこの特性を利用して、光ファイバ20を加熱し、光ファイバ10と光ファイバ20の間の光結合状態を調整する。

[0064] 加熱による伝搬定数の低下を利用するので、光結合状態の調整を行う前（即ち、光ファイバ20の伝搬定数の調整を行う前）の光ファイバ20は、光ファイバ10の伝搬定数よりも高い伝搬定数を有する。このような光ファイバ20として、屈折率を高める素材を含有した光ファイバを採用できる。例えば、ゲルマニウムを含有した光ファイバなどが適用できる。

[0065] なお、光ファイバ20の加熱の際に、光ファイバ10の温度上昇を抑制する手段を講じてもよい。例えば、光ファイバ10の保持部41に放熱板或いは冷却装置（何れも図示せず）を取り付けてもよい。

[0066] 第2実施形態でも、図6A～図6Cに示す光分岐比調整方法の各工程を適用できる。但し、ステップS201の工程が、「紫外線の照射」から「加熱」に置き換えられる。同様に、ステップS205の調整終了時には、「紫外線の照射の停止」が「加熱温度の維持」に置き換えられる。なお、光ファイバ20及び保持部42は加熱によって熱膨張するため、光ファイバ10に対するこれらの相対位置が大きく変動する可能性がある。従って、位置調整工程S1を実行する前に、少なくとも光ファイバ20及び保持部42を予め加熱しておいてもよい。

[0067] 第2実施形態も、第1実施形態と同様の効果が得られる。即ち、光結合状態を最適に近い状態に設定することができる。換言すれば、光ファイバ10と光ファイバ20の間の伝搬定数差を最小値に近い値に設定することができる。

[0068] [第3実施形態]

次に本開示の第3実施形態について説明する。

図8は、第3実施形態に係る光結合状態調整部45の構成の一例を示す図である。第3実施形態では、光結合状態調整部45として回折格子45cと

、その回転駆動装置45dが採用される。光分岐比調整装置40のその他の構成は、第1実施形態と同様である。従って、第1実施形態からの変更点のみを述べ、重複する説明を省略する。

[0069] 図8に示すように、光結合状態調整部45としての回折格子45cは光ファイバ10（研磨面14）と光ファイバ20（研磨面24）の間に、研磨面14、24と平行な平面上で回転可能に設けられている。回折格子45cは透過型回折格子であり、例えば、表面に凹凸を持たない体積位相ホログラフィック回折格子（VPHグレーティング）である。回折格子45cは、研磨面14と研磨面24を通過する垂線を回転中心軸として、研磨面14、24と平行な平面上で回転する。

[0070] 回折格子45cのグレーティング間隔 Λ はブラッグ条件である式（3）を満たす必要がある。

$$|\beta_1(\lambda) - \beta_2(\lambda)| = 2\pi/\Lambda \quad \dots (3)$$

ここで、 β_1 は光ファイバ10の伝搬定数、 β_2 は光ファイバ20の伝搬定数である。式（3）からもわかるようにブラッグ条件を満たすグレーティング間隔 Λ は伝搬定数差に依存する。

[0071] 回転駆動装置45dは回折格子45cをさせる。この回転によって、グレーティング間隔 Λ を変化させることができる。例えば、回折格子45cを角度 θ だけ回転させると、回折格子45cの向きと、光ファイバ10を光の伝搬方向が角度 θ だけずれるため、グレーティング間隔 Λ が $1/\cos\theta$ 倍に拡大される。グレーティング間隔 Λ が式（3）を満たす値に近づくほど、光結合状態がブラッグ条件に近い状態に近づくため、光分岐比が向上する。つまり、第3実施形態における光結合状態の調整は、式（3）を満たすための回折格子45cの回転である。

[0072] 第3実施形態でも、図6A～図6Cに示す光分岐比調整方法の各工程を適用できる。但し、ステップS201の工程が、「紫外線の照射」から「回折格子の回転」に置き換えられる。同様に、ステップS205の調整終了時には、「紫外線の照射の停止」が「回折格子の回転の停止」に置き換えられる。

。

[0073] 第2実施形態も、第1実施形態と同様の効果が得られる。即ち、光結合状態を最適に近い状態に設定することができる。換言すれば、光ファイバ10と光ファイバ20の間の伝搬定数差を最小値に近い値に設定することができる。

[0074] なお、式(1)に示す結合距離 z は、光ファイバ10と光ファイバ20の間隔が広がるとモード結合係数 κ が小さくなるため、長くなることから、回折格子45cは薄い方が望ましい。また、回折格子45cの代わりに、事前に光ファイバ20のコア21にグレーティングを付与することで、コア21に屈折率の周期的な変化を付けてもよい。

[0075] [その他の実施形態]

上述の実施形態以外の伝搬定数を調整する方法でもよい。例えば、光ファイバ10のコア11と光ファイバ20のコア21のうちの少なくとも一方にイオン注入装置にて屈折率を調整する素材を注入してもよい。

符号の説明

- [0076] 1 合分波カプラ
- 10 光ファイバ
 - 11 コア(第1コア)
 - 12 クラッド(第1クラッド)
 - 13 被覆(第1被覆)
 - 14 研磨面(第1研磨面)
 - 15 側面
 - 20 光ファイバ
 - 21 コア(第2コア)
 - 22 クラッド(第2クラッド)
 - 23 被覆(第2被覆)
 - 24 研磨面(第2研磨面)
 - 25 側面

- 3 0 研磨装置
- 3 2 保持部
- 4 0 光分岐比調整装置
- 4 1 保持部（第 1 保持部）
- 4 2 保持部（第 2 保持部）
- 4 3 光強度測定部
- 4 4 調心部（位置合わせ装置）
- 4 5 光結合状態調整部（調整装置）
- 4 5 a 紫外線照射装置
- 4 5 b 加熱装置
- 4 5 c 回折格子
- 4 5 d 回転駆動装置
- 4 6 受光部
- 4 8 操作部
- 5 0 制御部
- 7 0 紫外線
- 8 0 伝送装置
- 8 1 通信光
- 8 2 試験光

請求の範囲

- [請求項1] 第1光ファイバの側面に形成された第1研磨面と第2光ファイバの側面に形成された第2研磨面との互いの面合わせによって、前記第1光ファイバと前記第2光ファイバが光結合した状態で、前記第2光ファイバからの光の強度の変化を監視することによって前記第1光ファイバと前記第2光ファイバの間の伝搬定数差による光結合状態を調整する
合分波カプラの光分岐比調整方法。
- [請求項2] 前記第2光ファイバは感光性光ファイバであり、
前記光結合状態の調整を行う前の感光性光ファイバの伝搬定数は、前記第1光ファイバの伝搬定数よりも低く、
前記光結合状態の調整は、前記第2光ファイバへの紫外線の照射によって前記第2光ファイバの伝搬定数を増加させることを含む
請求項1に記載の合分波カプラの光分岐比調整方法。
- [請求項3] 前記光結合状態の調整を行う前の前記第2光ファイバの伝搬定数は、前記第1光ファイバの伝搬定数よりも高く、
前記光結合状態の調整は、前記第2光ファイバへの加熱によって前記第2光ファイバの伝搬定数を低下させることを含む
請求項1に記載の合分波カプラの光分岐比調整方法。
- [請求項4] 前記光の前記強度が一旦最大に達した後に減少したことを確認したとき、前記伝搬定数差の調整を終了する
請求項2又は3に記載の合分波カプラの光分岐比調整方法。
- [請求項5] 前記光結合状態の調整は、前記第1研磨面と前記第2研磨面との間に設けられた回折格子の回転を行うことを含む
請求項1に記載の合分波カプラの光分岐比調整方法。
- [請求項6] 前記光結合状態の調整を行う前に、前記第1光ファイバと前記第2光ファイバの光結合を得るための前記第1研磨面と前記第2研磨面の相対的な位置調整を行う、

請求項 1 ～ 5 のうちの何れか一項に記載の合分波カプラの光分岐比調整方法。

[請求項7] 前記第 1 光ファイバはネットワークに既に敷設され、通信可能な状態に置かれた光ファイバであり、

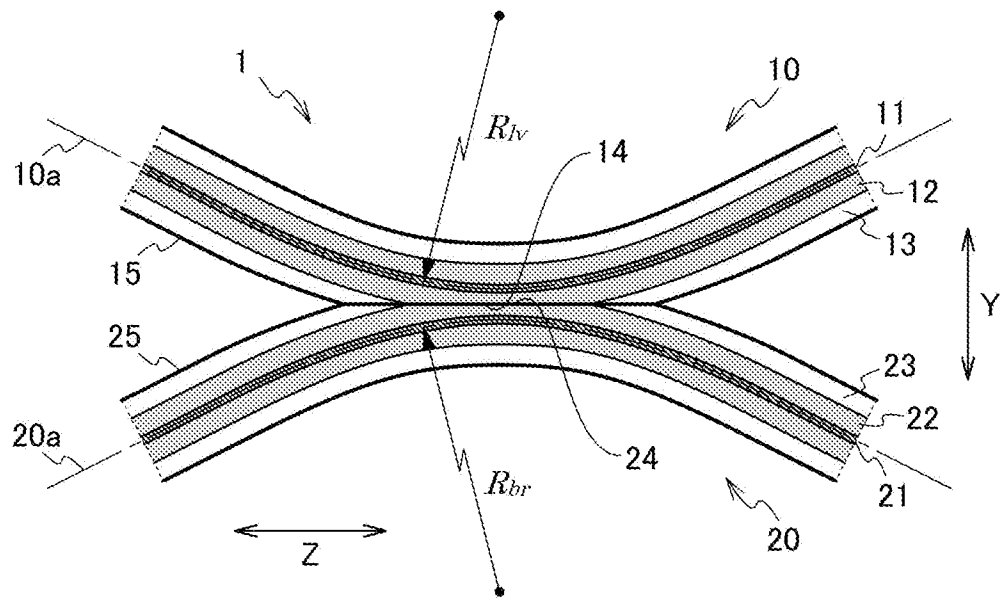
前記第 2 光ファイバは前記ネットワークに新たに敷設される光ファイバである

請求項 1 ～ 6 のうちの何れか一項に記載の合分波カプラの光分岐比調整方法。

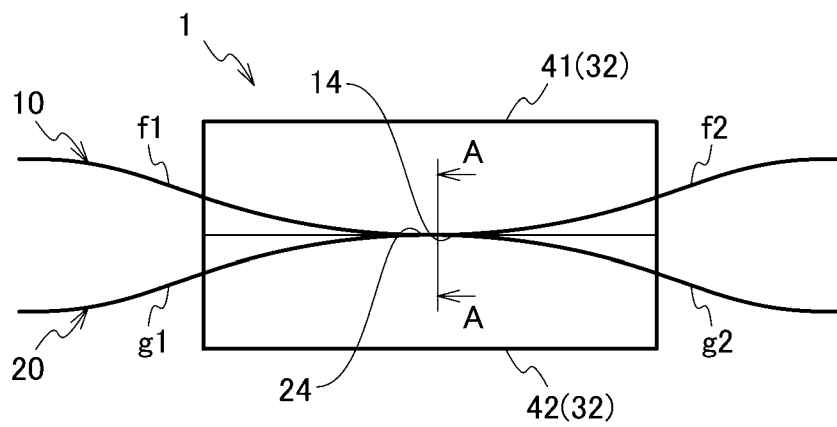
[請求項8] 第 1 光ファイバの側面に形成された第 1 研磨面と第 2 光ファイバの側面に形成された第 2 研磨面との互いの面合わせによって、前記第 1 光ファイバと前記第 2 光ファイバが光結合した状態で、前記第 2 光ファイバからの光の強度の変化を監視する光強度測定部と、

前記状態において前記第 1 光ファイバと前記第 2 光ファイバの間の伝搬定数差による光結合状態を調整する調整装置とを備える合分波カプラの光分岐比調整装置。

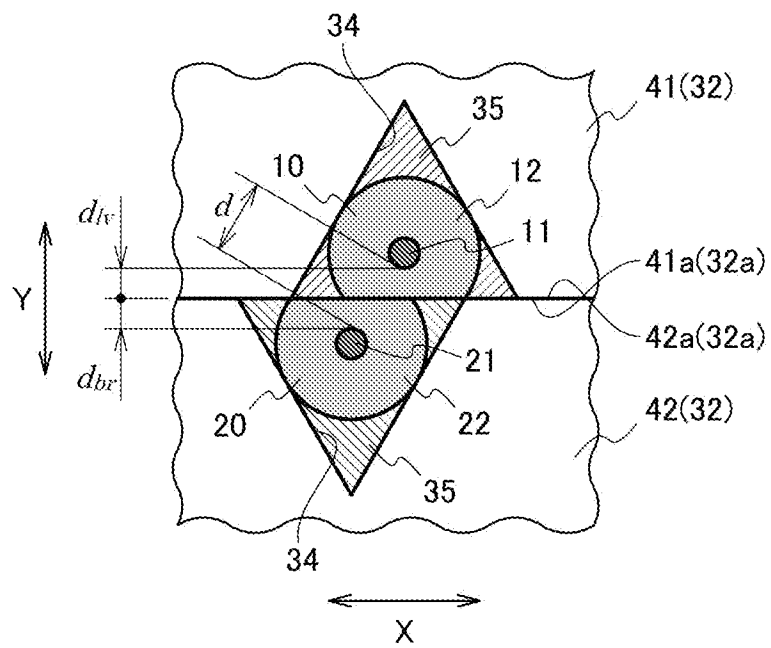
[図1A]



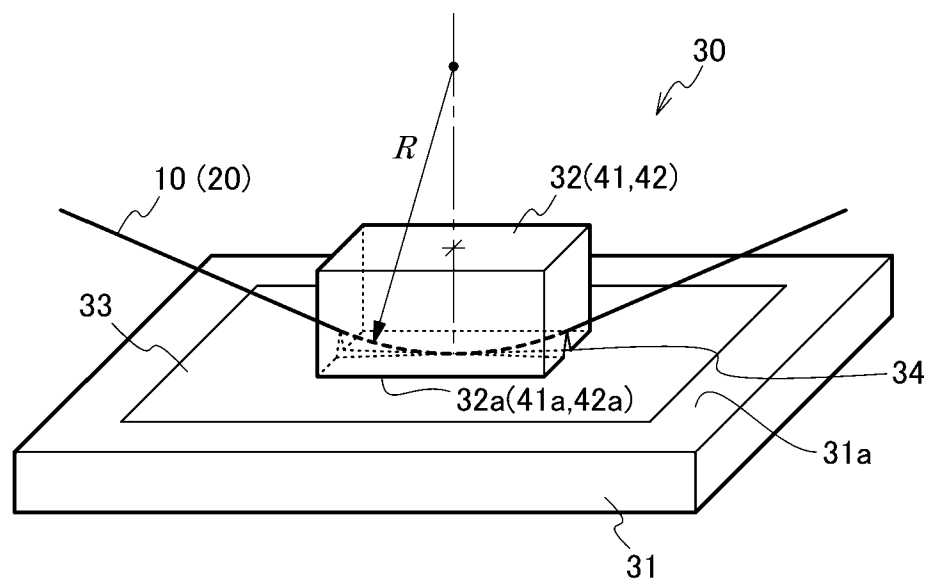
[図1B]



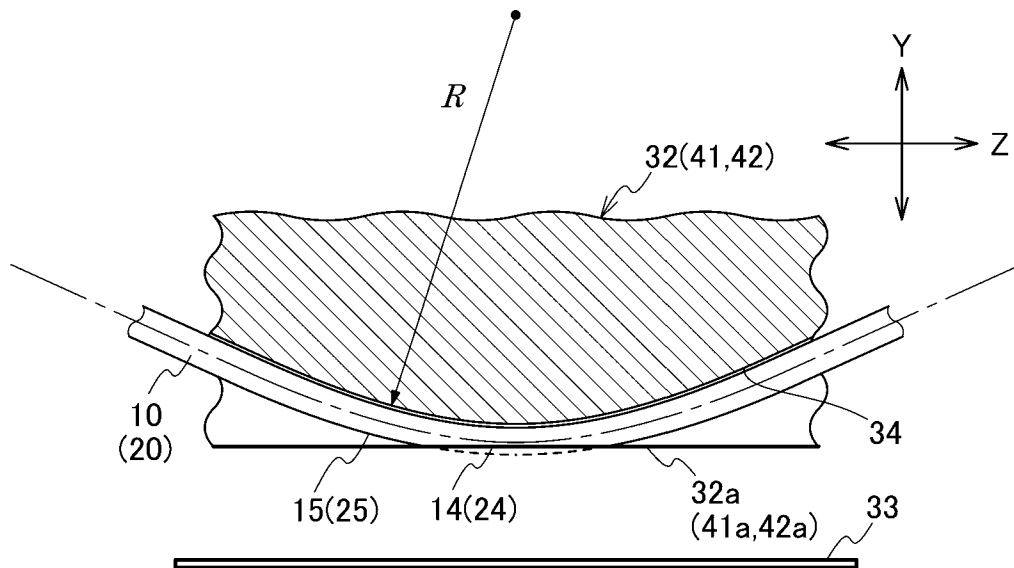
[図1C]



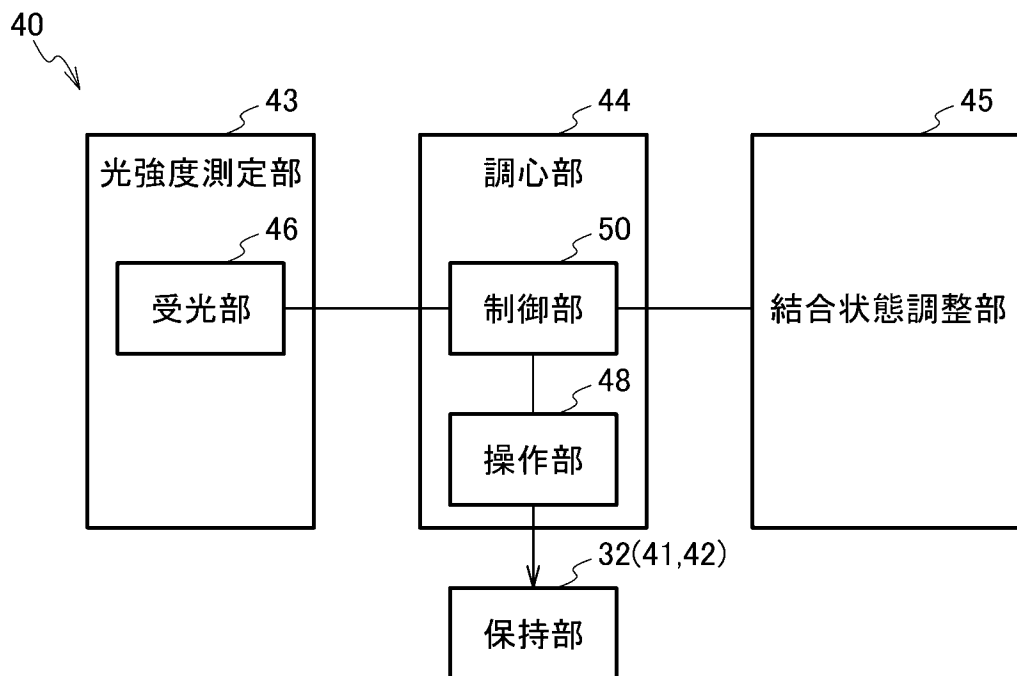
[図2A]



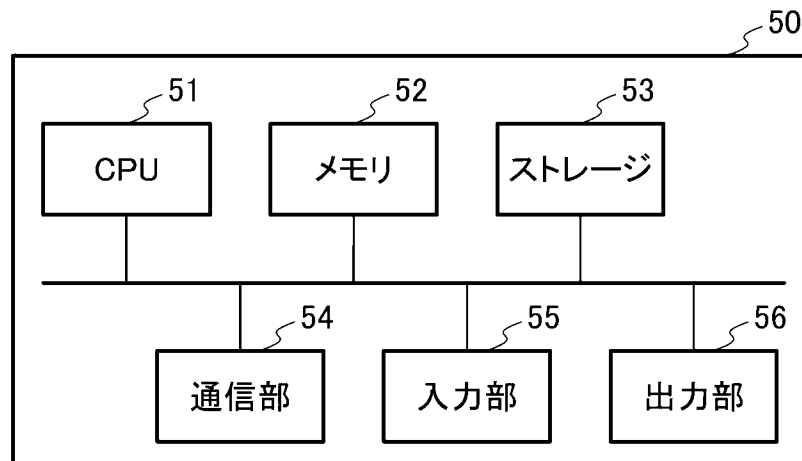
[図2B]



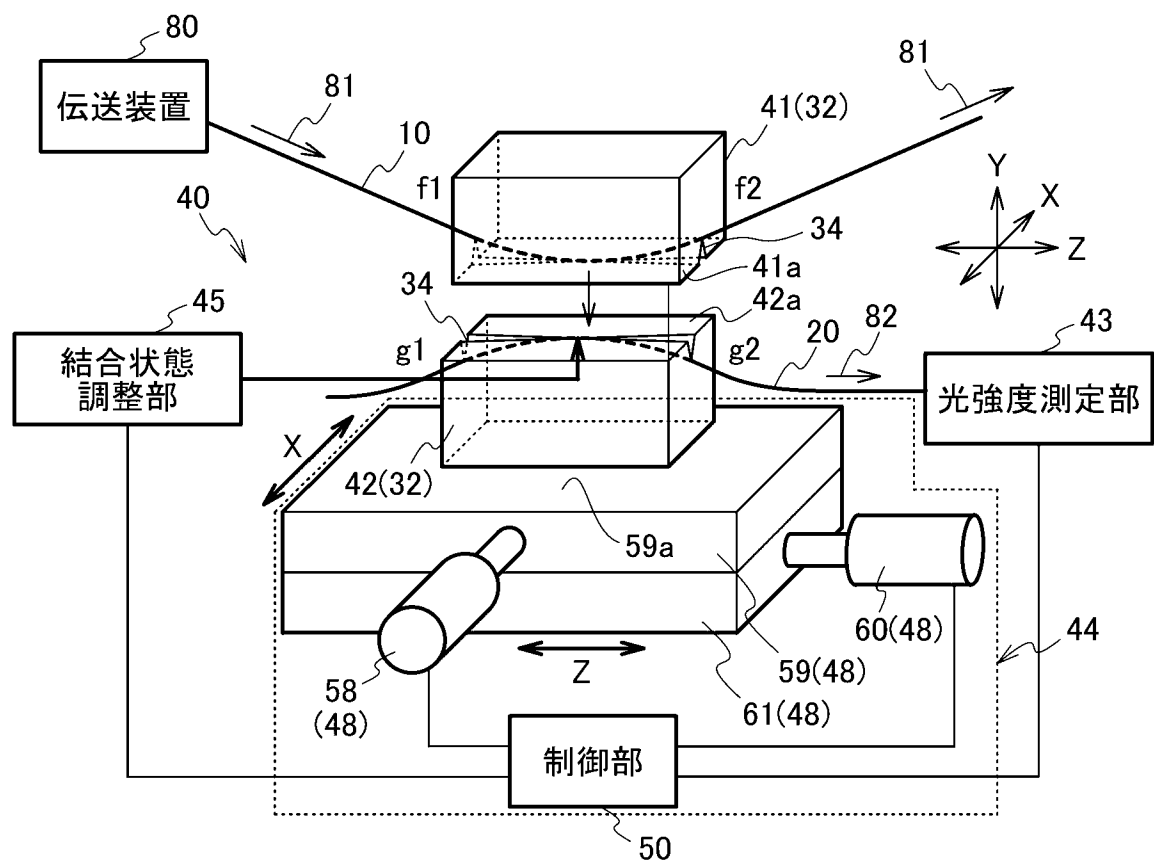
[図3A]



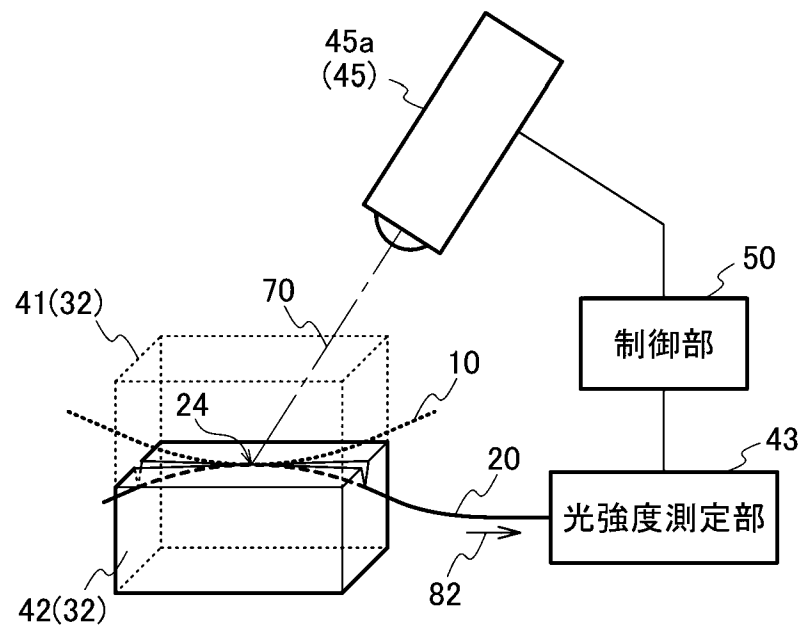
[図3B]



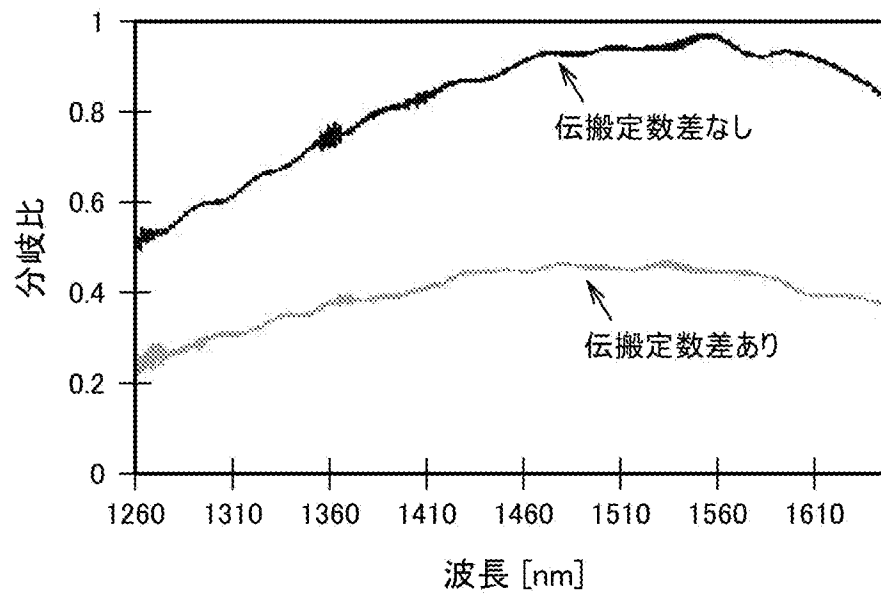
[図3C]



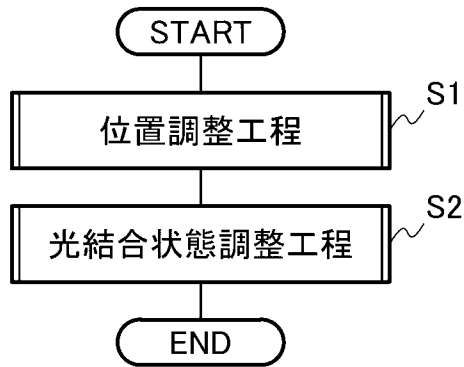
[図4]



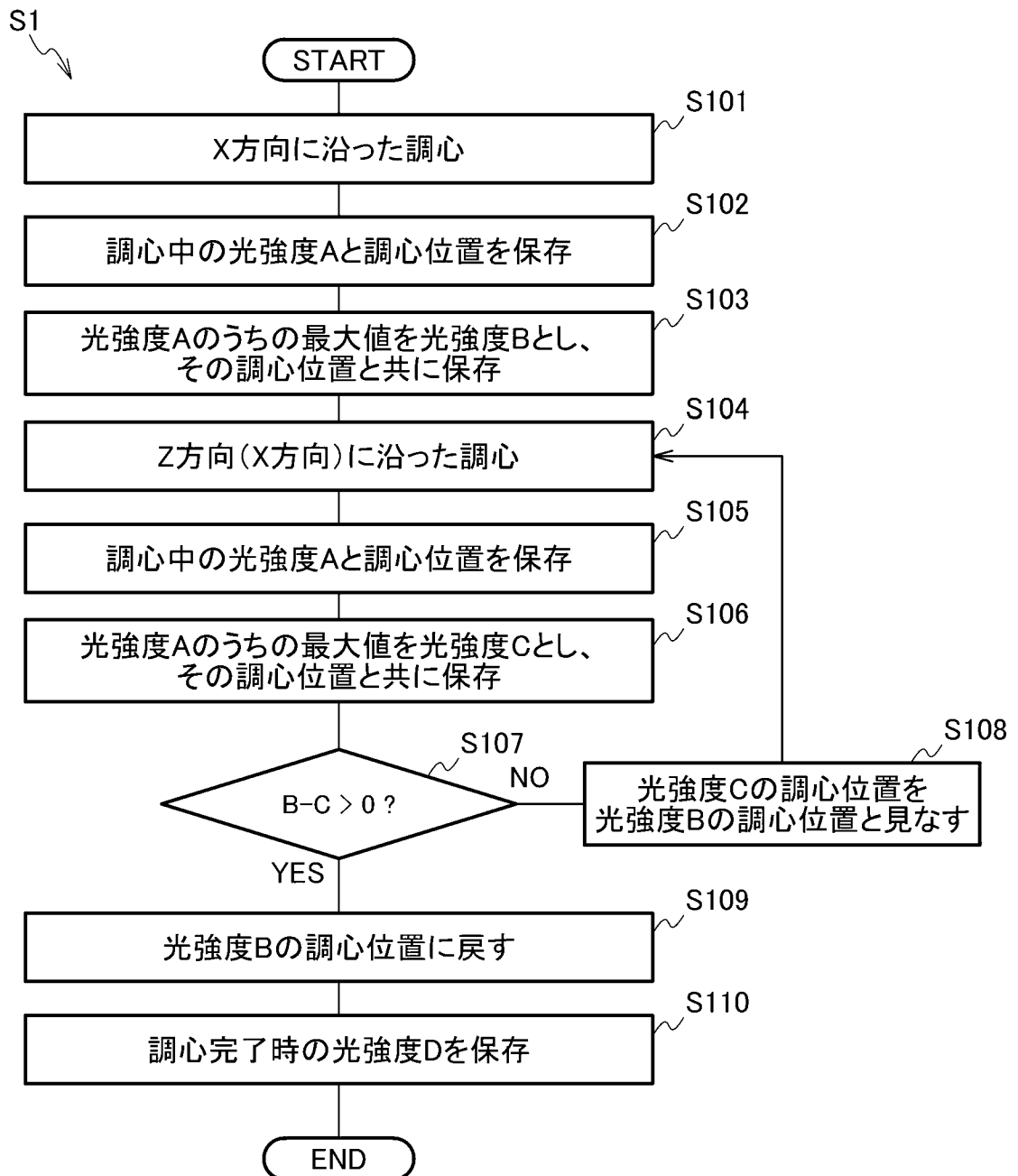
[図5]



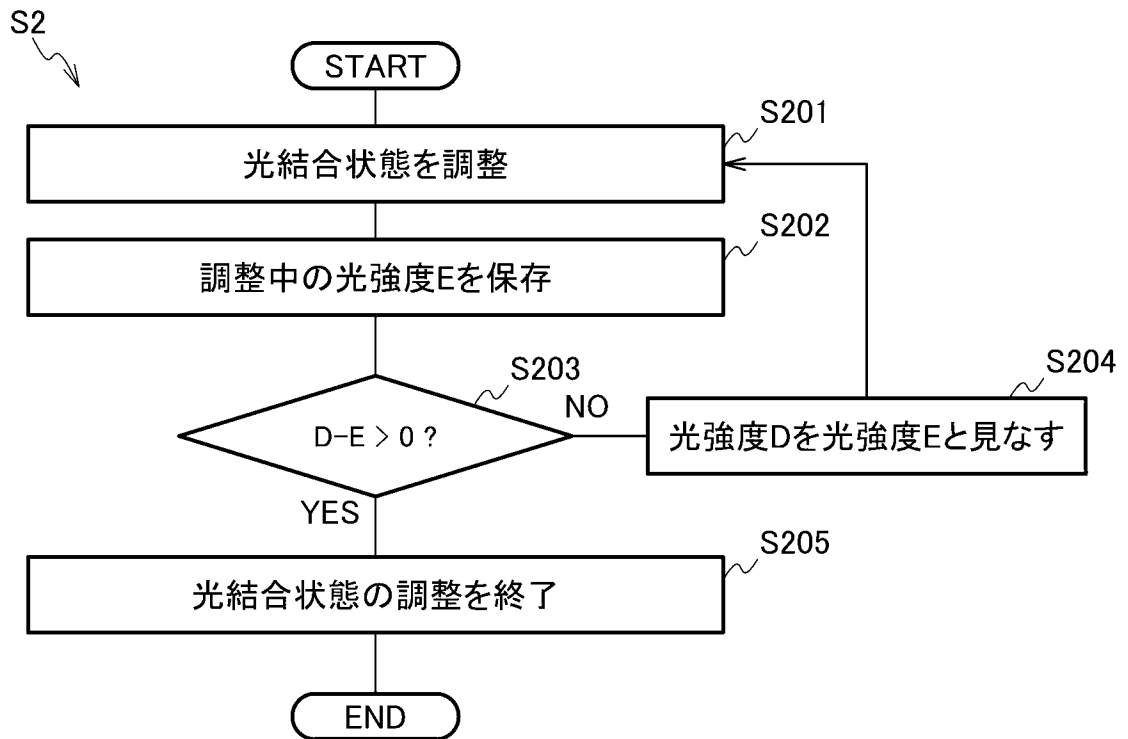
[図6A]



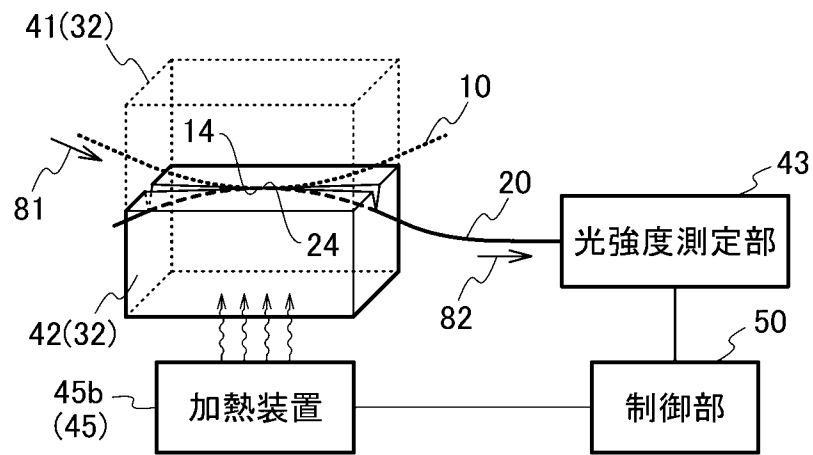
[図6B]



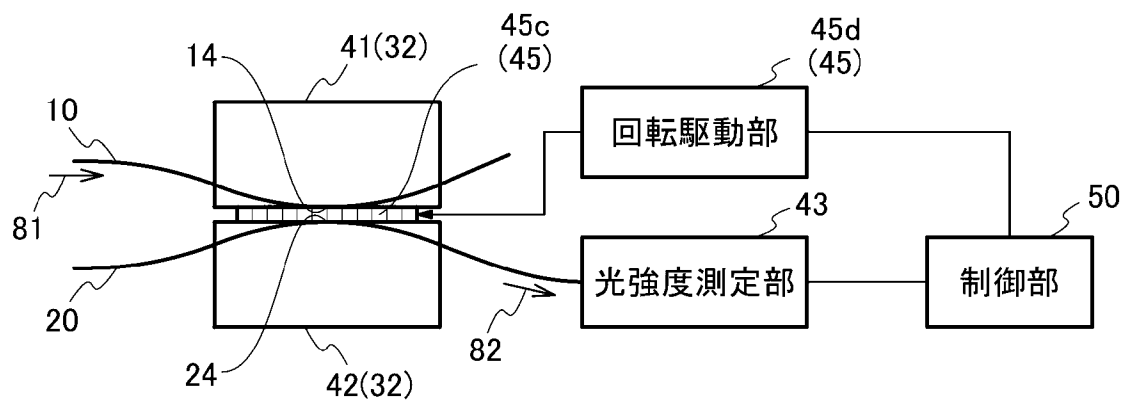
[図6C]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/007637

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G02B 6/28**(2006.01)i

FI: G02B6/28 W

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)

G02B6/26-6/35; G02B6/42-6/43; G02F1/00-1/125; G02F1/21-7/00

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 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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 2021/166262 A1 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 26 August 2021 (2021-08-26) paragraphs [0001]-[0035], fig. 1-9	1, 7-8
Y		1-8
Y	WO 2021/064916 A1 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 08 April 2021 (2021-04-08) paragraphs [0001]-[0039], fig. 1-6	1-8
Y	US 6031948 A (APPLIED FIBER OPTICS, INC.) 29 February 2000 (2000-02-29) column 5, lines 42-61, fig. 7	2, 4, 6-7
Y	US 6324322 B1 (WAVESPLITTER TECHNOLOGIES, INC.) 27 November 2001 (2001-11-27) column 6, lines 20-40, fig. 6B	2, 4, 6-7
Y	JP 2000-501855 A (HEINRICH-HERTZ-INSTITUT FUER NACHRICHTENTECHNIK BERLIN GMBH) 15 February 2000 (2000-02-15) page 9, lines 6-14, page 10, lines 2-15	2-4, 6-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

08 May 2023

Date of mailing of the international search report

23 May 2023

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

International application No.

PCT/JP2023/007637**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 53-055132 A (NEC CORPORATION) 19 May 1978 (1978-05-19) page 2, lower left column, line 9 to lower right column, line 4, fig. 2-3	5-7
Y	JP 01-177001 A (KOKUSAI DENSHIN DENWA CO., LTD.) 13 July 1989 (1989-07-13) page 3, upper right column, line 19 to lower left column, line 6, fig. 3	5-7
Y	JP 56-092504 A (FUJITSU LIMITED) 27 July 1981 (1981-07-27) page 3, upper right column, line 14 to page 4, upper left column, line 11, fig. 3-5	5-7
A	US 6968103 B1 (GENERAL DYNAMICS ADVANCED INFORMATION SYSTEMS, INC.) 22 November 2005 (2005-11-22) fig. 10	1-8
A	US 4302267 A (GENERAL DYNAMICS, POMONA DIVISION) 24 November 1981 (1981-11-24) fig. 4-6	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/007637

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2021/166262	A1	26 August 2021	(Family: none)	
WO	2021/064916	A1	08 April 2021	US 2022/0342153 A1 paragraphs [0001]-[0044], fig. 1-6	
US	6031948	A	29 February 2000	(Family: none)	
US	6324322	B1	27 November 2001	(Family: none)	
JP	2000-501855	A	15 February 2000	US 6215918 B1 column 3, line 55 to column 4, line 2, column 4, lines 21-43	
JP	53-055132	A	19 May 1978	(Family: none)	
JP	01-177001	A	13 July 1989	(Family: none)	
JP	56-092504	A	27 July 1981	(Family: none)	
US	6968103	B1	22 November 2005	(Family: none)	
US	4302267	A	24 November 1981	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G02B 6/28(2006.01)i FI: G02B6/28 W										
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）） G02B6/26-6/35; G02B6/42-6/43; G02F1/00-1/125; G02F1/21-7/00 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2023年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2023年	日本国実用新案登録公報	1996-2023年	日本国登録実用新案公報	1994-2023年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2023年									
日本国実用新案登録公報	1996-2023年									
日本国登録実用新案公報	1994-2023年									
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 2021/166262 A1（日本電信電話株式会社）26.08.2021（2021-08-26） [0001]-[0035], 図1-9	1, 7-8								
Y		1-8								
Y	WO 2021/064916 A1（日本電信電話株式会社）08.04.2021（2021-04-08） [0001]-[0039], 図1-6	1-8								
Y	US 6031948 A（APPLIED FIBER OPTICS, INC.）29.02.2000（2000-02-29） 第5欄第42-61行, 図7	2, 4, 6-7								
Y	US 6324322 B1（WAVESPLITTER TECHNOLOGIES, INC.）27.11.2001（2001-11-27） 第6欄第20-40行, 図6B	2, 4, 6-7								
Y	JP 2000-501855 A（ハインリッヒヘルツインスティテュート フュール ナツハリ ヒテンテヒニーク ベルリン ゲゼルシャフト ミット ベシユレンクテル ハフツング） 15.02.2000（2000-02-15） 第9頁第6-14行, 第10頁第2-15行	2-4, 6-7								
Y	JP 53-055132 A（日本電気株式会社）19.05.1978（1978-05-19） 第2頁左下欄第9行-右下欄第4行, 第2-3図	5-7								
☒ 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、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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 08.05.2023		国際調査報告の発送日 23.05.2023								
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） 奥村 政人 2L 4752 電話番号 03-3581-1101 内線 3295								

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
Y	JP 01-177001 A (国際電信電話株式会社) 13.07.1989 (1989 - 07 - 13) 第3頁右上欄第19行-左下欄第6行, 第3図	5-7
Y	JP 56-092504 A (富士通株式会社) 27.07.1981 (1981 - 07 - 27) 第3頁右上欄第14行-第4頁左上欄11行, 第3-5図	5-7
A	US 6968103 B1 (GENERAL DYNAMICS ADVANCED INFORMATION SYSTEMS, INC.) 22.11.2005 (2005 - 11 - 22) 図10	1-8
A	US 4302267 A (GENERAL DYNAMICS, POMONA DIVISION) 24.11.1981 (1981 - 11 - 24) 図4-6	1-8

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/JP2023/007637

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2021/166262	A1	26.08.2021	(ファミリーなし)	
WO	2021/064916	A1	08.04.2021	US 2022/0342153 A1	
				[0001]-[0044], 図1-6	
US	6031948	A	29.02.2000	(ファミリーなし)	
US	6324322	B1	27.11.2001	(ファミリーなし)	
JP	2000-501855	A	15.02.2000	US 6215918 B1	
				第3欄第55行-第4欄第2行, 第4欄第21-43行	
JP	53-055132	A	19.05.1978	(ファミリーなし)	
JP	01-177001	A	13.07.1989	(ファミリーなし)	
JP	56-092504	A	27.07.1981	(ファミリーなし)	
US	6968103	B1	22.11.2005	(ファミリーなし)	
US	4302267	A	24.11.1981	(ファミリーなし)	