

(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30日(30.01.2025)



(10) 国際公開番号
WO 2025/023257 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 6/44 (2006.01) *G02B 6/02* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/026362
- (22) 国際出願日: 2024年7月23日(23.07.2024)
- (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 2023-120859 2023年7月25日(25.07.2023) 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: 塩 ▲ 崎 ▼ 学 (SHIOZAKI Manabu); 〒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). 柿井 俊昭 (KAKII Toshiaki); 〒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). 吉川 智 (YOSHIKAWA

Satoshi); 〒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). 耕田 浩 (KOHDA Hiroshi); 〒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).

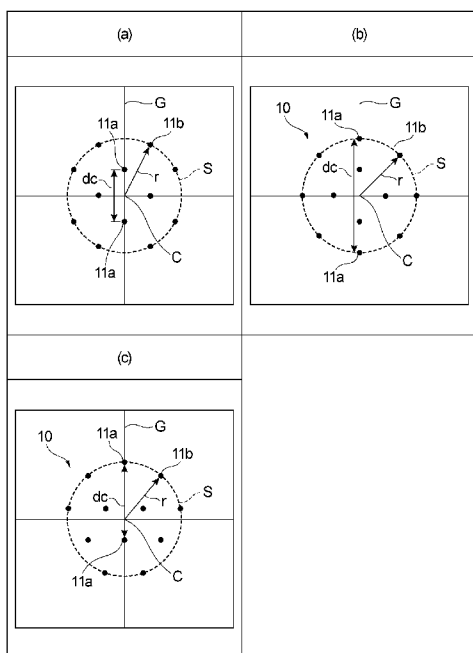
(74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外 (HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号 丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 9階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

(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,

(54) Title: COATED OPTICAL FIBER RIBBON AND METHOD FOR MANUFACTURING COATED OPTICAL FIBER RIBBON

(54) 発明の名称: 光ファイバテープ心線および光ファイバテープ心線の製造方法

(57) Abstract: A coated optical fiber ribbon (1) comprises: a plurality of multicore fibers (10) each having a plurality of cores (11) and a cladding (12) that covers the plurality of cores (11); and a covering member (50) that at least partially covers the plurality of multicore fibers (10). In at least one multicore fiber (10) among the plurality of multicore fibers (10), the plurality of cores (11) are eight or more cores and are disposed so as to be line-symmetric with respect to a reference line passing through the fiber center in a cross section of the at least one multicore fiber (10). The distance between a pair of adjustment cores (11a) located on the reference line and farthest from each other among the plurality of cores (11) is larger than a maximum radius that is the distance between the fiber center and the outermost core (11b) farthest from the fiber center.



WO 2025/023257 A1

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: 光ファイバテープ心線 (1) は、複数のコア (1 1) と複数のコア (1 1) を覆うクラッド (1 2) とをそれぞれが有する複数のマルチコアファイバ (1 0) と、複数のマルチコアファイバ (1 0) を少なくとも部分的に被覆する被覆部材 (5 0) と、を備える。複数のマルチコアファイバ (1 0) のうちの少なくとも1のマルチコアファイバ (1 0) において、複数のコア (1 1) は、8個以上のコアであり、且つ、少なくとも1のマルチコアファイバ (1 0) の断面においてファイバ中心を通る基準線を基準として線対称となるように配置される。複数のコア (1 1) のうち、基準線上に位置し、且つ互いに最も離れた一対の調整用コア (1 1 a) 間の距離が、ファイバ中心とファイバ中心から最も離れた最外コア (1 1 b) との距離である最大半径よりも大きい。

明 細 書

発明の名称：

光ファイバテープ心線および光ファイバテープ心線の製造方法

技術分野

[0001] 本開示は、光ファイバテープ心線および光ファイバテープ心線の製造方法に関する。

本出願は、2023年7月25日出願の日本出願第2023-120859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] 特許文献1および特許文献2は、複数のマルチコアファイバを備えるテープ心線およびその製造方法を開示する。特許文献3は、マルチコアファイバの調心方法を開示する。特許文献3に記載された調心方法では、マルチコアファイバの側面に照明光を照射して撮像機器でコアの影の変位を検出することでマルチコアファイバのねじれを検出し、ねじれ解消プーリを用いてねじれを解消している。

先行技術文献

特許文献

- [0003] 特許文献1：特開2017-173514号公報
特許文献2：国際公開第2016/047658号
特許文献3：特開2014-133673号公報

発明の概要

[0004] 本開示の一実施形態に係る光ファイバテープ心線は、複数のコアと複数のコアを覆うクラッドとをそれぞれが有する複数のマルチコアファイバと、複数のマルチコアファイバを少なくとも部分的に被覆する被覆部材と、を備えている。複数のマルチコアファイバのうちの少なくとも1のマルチコアファイバにおいて、複数のコアは、8個以上のコアであり、且つ、少なくとも1

のマルチコアファイバの断面においてファイバ中心を通る基準線を基準として線対称となるように配置される。複数のコアのうち、基準線上に位置し、且つ互いに最も離れた一对の調整用コア間の距離が、ファイバ中心とファイバ中心から最も離れた最外コアとの距離である最大半径よりも大きい。

図面の簡単な説明

- [0005] [図1]図1は、一実施形態に係る光ファイバテープ心線を示す断面図である。
- [図2]図2は、図1に示される光ファイバテープ心線の製造方法を示す図である。
- [図3]図3は、マルチコアファイバにおけるコア調心の方法を説明するための図である。
- [図4]図4の(a)部、(b)部および(c)部は、図3に示すコア調心における対称性の測定結果を示す図である。
- [図5]図5は、非対称性と回転角との関係の一例を示す図である。
- [図6]図6は、マルチコアファイバにおけるコア間距離 d_c とコア移動量とを説明するための模式図である。
- [図7]図7の(a)部は、12心のマルチコアファイバにおける一般的なコア配置を示し、(b)部および(c)部は、12心のマルチコアファイバにおけるコア間距離を広げたコア配置を示す。
- [図8]図8の(a)部は、16心のマルチコアファイバにおける一般的なコア配置を示し、(b)部、(c)部、(d)部および(e)部は、16心のマルチコアファイバにおけるコア間距離を広げ、回転非対称な位置としたコア配置を示す。
- [図9]図9の(a)部および(b)部は、12心のマルチコアファイバにおけるコア間距離を広げたコア配置の変形例を示し、図9の(c)部および(d)部は、16心のマルチコアファイバにおけるコア間距離を広げたコア配置の変形例を示す。
- [図10]図10の(a)部は、8心のマルチコアファイバにおける一般的なコア配置を示し、図10の(b)部は、8心のマルチコアファイバにおけるコ

ア間距離を広げ、回転非対称な位置としたコア配置を示す。

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]

特許文献1および2に記載されたテープ心線を製造する際、各マルチコアファイバのファイバ中心を中心として回転方向を調整することがある。この場合、例えば、特許文献3に記載されるように、マルチコアファイバの側面に照明光を照射してコアの像を含む透過光の対称性や非対称性（例えば、図4の（a）部から（c）部を参照）からファイバ内のコア配置が適切か否かを検出して回転調整を行う。しかしながら、1つのマルチコアファイバ内に配置されるコアが7個より多くなり、例えば12個または16個と増えていくに連れて、上述した調整の基準に用いる一列に並んだコア（以下、「調整用コア」と称す）同士の距離が短くなる。透過光の非対称性の値は、このような調整用コア間の距離と調整の際の回転角度とを乗じたものに比例する。このため、調整用コア間の距離が短くなると、非対称性を調整することが難しくなり、各マルチコアファイバにおけるコア位置の検出精度が低下する。そこで、複数のマルチコアファイバを含むテープ心線において、コア位置を精度よく検出できる手法が望まれている。調整用コアは2個より多く存在する場合もあるが、その場合、調整用コア間の距離が最も大きくなる一対、すなわち最も外側に位置する一対が、非対称性の調整に最も有効となる。

[0007] [本開示の効果]

本開示によれば、複数のマルチコアファイバを含むテープ心線においてコア位置を精度よく検出することができる。

[0008] [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。

[1] 一実施形態に係る光ファイバテープ心線は、複数のコアと複数のコアを覆うクラッドとをそれぞれが有する複数のマルチコアファイバと、複数のマルチコアファイバを少なくとも部分的に被覆する被覆部材と、を備えている。複数のマルチコアファイバのうちの少なくとも1のマルチコアファイバ

において、複数のコアは、8個以上のコアであり、且つ、少なくとも1のマルチコアファイバの断面においてファイバ中心を通る基準線を基準として線対称となるように配置されている。複数のコアのうち、基準線上に位置し、且つ互いに最も離れた一対の調整用コア間の距離が、ファイバ中心とファイバ中心から最も離れた最外コアとの距離である最大半径よりも大きい。

[0009] 上記 [1] の光ファイバテープ心線では、複数のコアのうち基準線上に位置し且つ互いに最も離れた一対の調整用コア間の距離が、ファイバ中心と複数のコアのうち径方向においてファイバ中心から最も離れた最外コアとの距離である最大半径よりも大きい。この場合、8心以上のマルチコアファイバにおいて、コア数が多くても非対称性を調整し易くなり、マルチコアファイバにおけるコア位置の検出精度を向上させることができる。よって、この光ファイバテープ心線によれば、複数のマルチコアファイバを含むテープ心線において、コア位置を精度よく検出することが可能である。

[0010] [2] 上記 [1] の光ファイバテープ心線において、一対の調整用コアのうち少なくとも一のコアは、ファイバ中心を中心とした円周であって最外コアが配置される円周上に配置されていてもよい。この場合、一対の調整用コア間の距離をより長くすることができるため、コア数が多くても非対称性を調整し易くなる。よって、この光ファイバテープ心線によれば、コア位置を更に精度よく検出することができる。

[0011] [3] 上記 [1] または「2」の光ファイバテープ心線では、少なくとも1のマルチコアファイバにおいて、複数のコアは、ファイバ中心を中心として $360/n$ 度（ n は2以上の任意の整数）の角度で回転した場合に回転非対称となるように配置されていてもよい。この場合、コアが回転非対称に配置されているため、コア調心のための回転方向を容易に定めて調心を行うことができる。

[0012] [4] 上記 [1] から [3] のいずれかの光ファイバテープ心線において、複数のコアは、12個のコアであってもよい。この場合、12心のマルチコアファイバにおいて、コア数が多くても非対称性を調整し易くなり、マル

チコアファイバにおけるコア位置の検出精度を向上させることができる。

[0013] [5] 上記 [1] から [3] のいずれかの光ファイバテープ心線において、複数のコアは、16個のコアであってもよい。この場合、16心のマルチコアファイバにおいて、コア数が多くても非対称性を調整し易くなり、マルチコアファイバにおけるコア位置の検出精度を向上させることができる。

[0014] [6] 一実施形態に係る光ファイバテープ心線の製造方法は、複数のコアと複数のコアを覆うクラッドとをそれぞれが有する複数のマルチコアファイバを準備する工程と、複数のマルチコアファイバが互いに並列になるように配置しながら複数のマルチコアファイバのそれぞれを樹脂で被覆する工程と、複数のマルチコアファイバのうち少なくとも1のマルチコアファイバを被覆する被覆樹脂部分における光照射面に対して光を照射し、光照射の結果に基づいて少なくとも1のマルチコアファイバにおける複数のコアの配置を調心する工程と、を備えている。少なくとも1のマルチコアファイバにおいて、複数のコアは、8個以上のコアであり、且つ、少なくとも1のマルチコアファイバの断面においてファイバ中心を通る基準線を基準として線対称となるように配置されている。複数のコアのうち基準線上に位置し且つ互いに最も離れた一对の調整用コア間の距離が、ファイバ中心とファイバ中心から最も離れた最外コアとの距離である最大半径よりも大きい。この製造方法では、コアの配置を調心する工程において、少なくとも1のマルチコアファイバの基準線が光照射面と交差するように少なくとも1のマルチコアファイバを配置して被覆樹脂部分における光照射面に光を照射し、一对の調整用コアを透過した像を用いて少なくとも1のマルチコアファイバの複数のコアの調心を行う。

[0015] 上記 [6] に係る光ファイバテープ心線の製造方法では、コアを調心する際に光を照射するマルチコアファイバにおいて、複数のコアは、8個以上のコアであり、且つ、マルチコアファイバの断面においてファイバ中心を通る基準線を基準として線対称となるように配置されている。また、複数のコアのうち基準線上に位置し且つ互いに最も離れた一对の調整用コア間の距離が

、ファイバ中心と複数のコアのうち径方向においてファイバ中心から最も離れた最外コアとの距離である最大半径よりも大きい。この場合、8心以上（例えば8心、12心または16心）のマルチコアファイバにおいて、コア数が多くても非対称性を調整し易くなり、マルチコアファイバにおけるコア位置の検出精度を向上させることができる。よって、この光ファイバテープ心線によれば、複数のマルチコアファイバを含むテープ心線において、コア位置を精度よく検出することが可能である。

[0016] [本開示の実施形態の詳細]

本開示の実施形態に係る光ファイバテープ心線および光ファイバテープ心線の製造方法の具体例を、以下に図面を参照しつつ説明する。以下の説明において、同一要素または同一機能を有する要素には、同一符号を用いることとし、重複する説明は省略する。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およ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。

[0017] 図1を参照して、一実施形態に係る光ファイバテープ心線の一例を説明する。図1は、一実施形態に係る光ファイバテープ心線を示す断面図である。図1に示されるように、光ファイバテープ心線1は、複数のマルチコアファイバ10、20、30、40、および、被覆部材50を備えている。各マルチコアファイバ10から40は、第1方向D1に沿って延びている。また、各マルチコアファイバ10から40は、第2方向D2に沿って並列となるように配置され、被覆部材50によって全体が覆われている。光ファイバテープ心線1は、例えば、4心テープ心線であり、単心分離が可能なように、各ファイバ間には凹部55、56、57がそれぞれ設けられている。光ファイバテープ心線1は、凹部55から57が設けられていなくてもよい。

[0018] マルチコアファイバ10は、複数のコア11と、複数のコア11を覆うクラッド12と、クラッド12を覆うプライマリ樹脂層13と、プライマリ樹脂層13を覆うセカンダリ樹脂層14とを有している。マルチコアファイバ10では、例えば、12個のコア11が、外周上に均等間隔で8個が、内周

上に均等間隔で4個が線対称に配置されている。ここでいう線対称の基準となる線は、光ファイバテープ心線1を作製する際にマルチコアファイバを回転してコア配置を検査する際の観察軸であり、例えば、被覆部材50の光照射面51aを直交（交差）し、マルチコアファイバ10のファイバ中心を通る線である。このような基準線は、例えば、第3方向D3に沿って延びている。コア11の直径は、例えば、5 μ mから15 μ mであってもよい。クラッド12の直径は、例えば、120 μ mから130 μ mであってもよく、170 μ mから190 μ mであってもよい。コア11の心数は、図1に示す例では12心であるが、これに限定されず、8心や16心であってもよい（図8、図10を参照）。各マルチコアファイバにおけるコア配置については、詳細は後述する。

[0019] コア11は、純シリカ（SiO₂）ガラス、または、シリカガラスに二酸化ゲルマニウムもしくはフッ素元素が含まれた材料から形成されている。クラッド12は、コア11の屈折率よりも低い屈折率を有している。クラッド12は、例えば、純シリカガラス、または、シリカガラスにフッ素元素が添加された材料から形成されている。各コア11とクラッド12との間に、クラッド12よりも屈折率が低いトレンチを設けてもよい。

[0020] プライマリ樹脂層13は、クラッド12の外周を被覆する。より具体的には、プライマリ樹脂層13は、クラッド12の外周面に接しており、クラッド12の全体を被覆している。セカンダリ樹脂層14は、プライマリ樹脂層13の外周を更に被覆する。より具体的には、セカンダリ樹脂層14は、プライマリ樹脂層13の外周面に接しており、プライマリ樹脂層13の全体を被覆する。

[0021] プライマリ樹脂層13は、光重合性化合物、光重合開始剤、および、シランカップリング剤を含む紫外線硬化性の樹脂組成物を硬化させて形成することができる。光重合性化合物としては、例えば、ウレタン（メタ）アクリレート、または、エポキシ（メタ）アクリレートを用いることができる。セカンダリ樹脂層14は、ウレタン（メタ）アクリレート、モノマー、および光

重合開始剤を含む樹脂組成物を硬化させて形成することができる。セカンダリ樹脂層14は、プライマリ樹脂層13より高い弾性を有し、セカンダリ樹脂層14は、プライマリ樹脂層13よりも硬い。プライマリ樹脂層13およびセカンダリ樹脂層14の各層の厚さは、例えば、5 μ m以上50 μ m以下である。

[0022] マルチコアファイバ20は、マルチコアファイバ10と同様に、複数のコア21と、複数のコア21を覆うクラッド22と、クラッド22を覆うプライマリ樹脂層23と、プライマリ樹脂層23を覆うセカンダリ樹脂層24とを有している。マルチコアファイバ30は、マルチコアファイバ10と同様に、複数のコア31と、複数のコア31を覆うクラッド32と、クラッド32を覆うプライマリ樹脂層33と、プライマリ樹脂層33を覆うセカンダリ樹脂層34とを有している。マルチコアファイバ40は、マルチコアファイバ10と同様に、複数のコア41と、複数のコア41を覆うクラッド42と、クラッド42を覆うプライマリ樹脂層43と、プライマリ樹脂層43を覆うセカンダリ樹脂層44とを有している。各マルチコアファイバ20から40の各コア、クラッド、プライマリ樹脂層およびセカンダリ樹脂層は、それぞれ、マルチコアファイバ10の各コア11、クラッド12、プライマリ樹脂層13およびセカンダリ樹脂層14と同じ構造を有しているため、詳細な説明は省略する。各マルチコアファイバ20から40における複数のコアは、12個のコアであってもよく、8個または16個のコアであってもよい。

[0023] 被覆部材50は、リボン用樹脂から形成されている。例えば、リボン用樹脂は、光ファイバの損傷防止性および分断容易性の観点から、シリコーン樹脂、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂等の熱硬化型樹脂、または、エポキシアクリレート、ウレタンアクリレート、ポリエステルアクリレート等の紫外線硬化型樹脂を含有してもよい。被覆部材50は、マルチコアファイバ10を覆う被覆部分51、マルチコアファイバ20を覆う被覆部分52、マルチコアファイバ30を覆う被覆部分53、および、マルチコアファイバ40を覆う被覆部分54を有している。被覆部分51から54は、対応するマルチコア

ファイバの外周面（各セカンダリ樹脂層の外周面、着色インクがある場合は着色インクの外周面）に接しており、各マルチコアファイバの全体を被覆している。

[0024] 被覆部分51は、被覆しているマルチコアファイバ10の外周形状に概ね対応する形状を有し、例えば、略円形の断面形状を有している。同様に、被覆部分52、被覆部分53、被覆部分54は、各々被覆しているマルチコアファイバ20、マルチコアファイバ30、マルチコアファイバ40の外周形状に概ね対応する形状を有し、例えば、略円形の断面形状を有している。

[0025] また、被覆部分51、被覆部分52、被覆部分53、および、被覆部分54には、平面である光照射面51a、52a、53a、54aがそれぞれ形成されている。光照射面51aから54aは、平面ではなく、曲面であってもよい。光照射面51aは、ファイバ中心と2個以上のコア11とを通る基準線（中心線）が被覆部分51の外周と交わる領域に設けられている。言い換えると、光照射面51aは、コア11に対して、第3方向D3の一方（図では上方）に設けられている。光照射面52aから54aは、光照射面51aと同様に、各ファイバ中心と2個以上のコア21、31、41を通る基準線（中心線）が被覆部分52、被覆部分53および被覆部分54の外周と交わる領域にそれぞれ設けられている。

[0026] 次に、図2を参照して、上述した光ファイバテープ心線1の製造方法を説明する。図2は、図1に示される光ファイバテープ心線の製造方法を示す概略図である。光ファイバテープ心線1を製造するには、まず、マルチコアファイバ10、20、30、40を準備する。各マルチコアファイバ10から40は、対応するサプライロール15、25、35、45にそれぞれ巻き取られた状態であり、各ロールからそれぞれのファイバが引き出された状態となっている。

[0027] このようにサプライロール15、25、35、45から引き出されたマルチコアファイバ10、20、30、40は、ダイス61において、第2方向D2に沿って互いに並列となるように配置されながら樹脂によって被覆され

る。この樹脂は、被覆部材50を形成するリボン用樹脂であり、シリコーン樹脂、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂等の熱硬化型樹脂、または、エポキシアクリレート、ウレタンアクリレート、ポリエステルアクリレート等の紫外線硬化型樹脂を含有している。このような樹脂がダイス61に導入され、ダイス61内で整列されたマルチコアファイバ10から40にリボン用樹脂が塗布されて覆われる。その後、塗布された樹脂に対して紫外線が照射され（不図示）、リボン用樹脂が硬化される。

[0028] 被覆部材50が形成されると、図2および図3に示すように、マルチコアファイバ10、20、30、40を被覆する被覆樹脂部分における光照射面51a、52a、53a、54aに対して光照射装置62から照明光Lを照射し、光ファイバテープ心線1を透過した光の影である輝度データを光受光装置63で受光する。光受光装置63は、例えばカメラである。図3では、説明を容易にするため、基準線に沿ったコアは3個に省略している。光受光装置63で受光した光は、例えば、図4の(a)部から(c)部等に示される輝度データとして表すことができる。図4の(a)部から(c)部に示される輝度データは、回転調整した際の、マルチコアファイバに対応する輝度データのグラフであり、中央の突出した部分が図3に示す3個のコアに対応する。図4の(b)部では、この中央部分が対称性を有して綺麗に突出しており、基準線上の複数のコアが揃っていることが表されている。一方、図4の(a)部および(c)部では、この中央部分の対称性が崩れて非対称性を有するものとなっており、基準線上の複数のコアが揃っていない（ずれている）ことが表されている。このような輝度データのグラフが対称性を有しているか等を検出することにより、各マルチコアファイバ10から40におけるコアの配置が揃っているかについて判定することができる。このようなコア配置の検出精度を向上させるコア配置の詳細については後述する。

[0029] そして、光照射の結果（輝度データのグラフ）に基づいて各マルチコアファイバ10、20、30、40における複数のコアを調心する。この調心では、光受光装置63からの輝度データを制御装置64で解析し、その解析結

果に基づいて輝度データが対称性を有するように、サプライロール15, 25, 35, 45の角度等を不図示のモータなどにより微調整する。これにより、コアの位置が調整される。

[0030] このような照明光の照射は、本実施形態に係る製造方法では、各マルチコアファイバ10, 20, 30, 40に対応して設けられた光照射面51a, 52a, 53a, 54aからマルチコアファイバの内部を照射し、マルチコアファイバの透過光のそれぞれが対称性を有する形（例えば、図4の（b）の形状）となるまで回転して、調心を行う。以下では、ファイバ調心を行う際のコア配置との関係について説明する。

[0031] まず、図3から図5を参照して、照明光をマルチコアファイバの側面に照射して輝度データを取得し、その輝度データの対称性を利用して、マルチコアファイバのコア調心を行う方法について説明する。図3は、マルチコアファイバのコア調心を説明するための図である。図4の（a）部、（b）部および（c）部は、図3に示すコア調心における対称性の測定結果を示す図であり、調心角度を -1deg 、 $\pm 0\text{deg}$ 、 $+1\text{deg}$ とした場合をそれぞれ示す。図3に示すように、マルチコアファイバは、複数のコア11、コア11を覆うクラッド12、プライマリ樹脂層13、セカンダリ樹脂層14を備えている。ここでは、説明を容易にするため、3つのコア11としているが、より多くのコア11を備えている場合も同様である。このようなマルチコアファイバ10の側面に照明光Lを照射し、光受光装置であるカメラで透過光を受光して観察を行う。このようなカメラで受光される輝度データのグラフは、例えば、図4の（a）部から（c）部に示すようなものである。そして、このような輝度データのグラフが、図4の（b）部に示すように対称性を有するものになるように、マルチコアファイバ10を図3に示すプラス（+）またはマイナス（-）方向に僅かに回転させて調心を行う。

[0032] このような輝度データの対称性について回転角との関係で表したグラフを図5に示す。図5のグラフでは、調心対象となるコア間の最大距離dc（図6を参照）を変更した場合の非対称性と回転角との関係を示している。dc

1は、コア間距離 d_c が $40\mu\text{m}$ の場合のグラフであり、 d_c2 は、コア間距離 d_c が $80\mu\text{m}$ の場合のグラフである。これらのグラフから明らかなように、コア間距離が広い d_c2 のほうが回転角が大きくなるにつれて、非対称性を大きく調整でき、コア位置を調整しやすくなることが明らかである。図6は、マルチコアファイバを回転させた場合のコア移動量やコア間距離 d_c を説明するものである。

[0033] ここで、図7を参照して、光照射される一对の調整用コアを含む複数のコアの配置について説明する。以下の説明では、マルチコアファイバ10を例にとって説明するが、マルチコアファイバ20, 30, 40でも同様である。図7の(a)部は、12心のマルチコアファイバにおける一般的なコア配置を示し、(b)部および(c)部は、12心のマルチコアファイバにおけるコア間距離を広げたコア配置を示す。図7の(a)部から(c)部に示す黒丸は、マルチコアファイバにおけるコアを示す。

[0034] 図7の(a)部では、光照射面51aに直交し、マルチコアファイバのファイバ中心Cを通る観察軸Gを基準として線対称(左右対称)になるように12個のコア11が配置されている。また、このマルチコアファイバでは、観察軸G上に配置される調整用コア11aの数は2個であり、一对の調整用コア11a間の距離 d_c が、ファイバ中心Cと複数のコア11のうち径方向においてファイバ中心Cから最も離れた最外コア11bとの距離である最大半径 r よりも小さくなっている。具体的には、この例では、コア間の最小距離(コアピッチ)を1とした場合、最大半径 r が1.58であるのに対し、コア間距離 d_c は、1.41となっている。この場合、調整用コア11a間の距離 d_c が最大半径 r よりも短いため、非対称性を解消するのが必ずしも容易ではない。

[0035] 図7の(b)部に示す例では、同様に、光照射面51aに直交し、マルチコアファイバ10のファイバ中心Cを通る観察軸G(基準線)を基準として線対称(左右対称)になるように12個のコア11が配置されている。一方、このマルチコアファイバ10では、観察軸G上に配置される調整用コア1

1 a の数は 4 個であり、その内の一対の調整用コア 1 1 a を外周 S の位置に配置させている。このようなコア配置を有するマルチコアファイバ 1 0 によれば、最も外側に位置する一対の調整用コア 1 1 a 間の距離 d_c が、ファイバ中心 C と複数のコア 1 1 のうち径方向においてファイバ中心 C から最も離れた最外コア 1 1 b との距離である最大半径 r よりも大きくなっている。具体的には、この例では、コア間の最小距離（コアピッチ）を 1 とした場合、最大半径 r が 1.71 であるのに対し、コア間距離 d_c は、3.41 となっている。この場合、調整用コア 1 1 a 間の距離 d_c が最大半径 r よりも長いいため、非対称性を解消するのが容易に行え、調心を精度よく行うことができる。

[0036] 同様に、図 7 の (c) 部に示す例では、光照射面 5 1 a に直交し、マルチコアファイバ 1 0 のファイバ中心 C を通る観察軸 G を基準として線対称（左右対称）になるように 1 2 個のコア 1 1 が配置されている。一方、このマルチコアファイバ 1 0 では、観察軸 G 上に配置される調整用コア 1 1 a の数は 2 個であり、一対の調整用コア 1 1 a は、1 つを外周 S 上に、1 つを外周 S よりも内側に配置させている。但し、このコア配置を有するマルチコアファイバ 1 0 では、一対の調整用コア 1 1 a 間の距離 d_c が、ファイバ中心 C と複数のコア 1 1 のうち径方向においてファイバ中心 C から最も離れた最外コア 1 1 b との距離である最大半径 r よりも大きくなっている。具体的には、この例では、コア間の最小距離（コアピッチ）を 1 とした場合、最大半径 r が 1.53 であるのに対し、コア間距離 d_c は、1.73 となっている。この場合、調整用コア 1 1 a 間の距離 d_c が最大半径 r よりも長いいため、非対称性を解消するのが容易に行え、調心を精度よく行うことができる。また、図 7 の (c) 部に示す例では、複数のコア 1 1 は、回転非対称となるように配置されている。この場合、調心のための回転方向を容易に定めることができる。

[0037] 次に、図 8 を参照して、光照射される一対の調整用コアを含む複数のコアの配置の別の例について説明する。以下の説明では、マルチコアファイバ 1

0を例にとって説明するが、マルチコアファイバ20、30、40でも同様である。図8の(a)部は、16心のマルチコアファイバにおける一般的なコア配置を示し、(b)部、(c)部、(d)部および(e)部は、16心のマルチコアファイバにおけるコア間距離を広げたコア配置を示す。図8の(a)部から(e)部に示す黒丸は、マルチコアファイバにおけるコアを示す。

[0038] 図8の(a)部では、光照射面51aに直交し、マルチコアファイバのファイバ中心Cを通る観察軸Gを基準として線対称(左右対称)になるように16個のコア11が配置されている。一方、このマルチコアファイバ10では、観察軸G上に配置される調整用コア11aの数は4個であり、その内最も外側に位置する一対の調整用コア11a間の距離 d_c が、ファイバ中心Cと複数のコア11のうち径方向においてファイバ中心Cから最も離れた最外コア11bとの距離である最大半径 r よりも大きくなっている。具体的には、この例では、コア間の最小距離(コアピッチ)を1とした場合、最大半径 r が2.12であるのに対し、コア間距離 d_c は、4.24となっており、非対称性を解消するのが容易に行える。但し、この例では、コア11は、回転対称となるように配置されている。この場合、調心のための回転方向を容易に定めることができないことがある。

[0039] 図8の(b)部に示す例では、同様に、光照射面51aに直交し、マルチコアファイバ10のファイバ中心Cを通る観察軸Gを基準として線対称(左右対称)になるように16個のコア11が配置されている。一方、このマルチコアファイバ10では、観察軸G上に配置される調整用コア11aの数は4個であり、その内最も外側に位置する一対の調整用コア11aを外周Sに配置させたまま、観察軸G上に配置される別のコア11cの1つを図8の(a)部に示す配置構造から観察軸G上において径方向の外側(図では上方)に移動している。このような配置により、図8の(b)部に示す例では、コア11は、回転非対称となるように配置されている。この場合、調心のための回転方向を容易に定めることができる。この例では、例えば、コア間の最

小距離（コアピッチ）を1とした場合、最大半径 r が1.93であるのに対し、コア間距離 d_c は、3.86となっており、非対称性を解消するのが容易に行え、調心を精度よく行うこともできる。

[0040] 同様に、図8の(c)部に示す例では、光照射面51aに直交し、マルチコアファイバ10のファイバ中心Cを通る観察軸Gを基準として線対称（左右対称）になるように16個のコア11が配置されている。一方、このマルチコアファイバ10では、観察軸G上に配置される調整用コア11aの数は2個であり、一对の調整用コア11aを外周Sに配置させたまま、内側に位置する4個のコア11dをマルチコアファイバの上方に配置するようにする。このような配置により、図8の(c)部に示す例では、コア11は、回転非対称となるように配置されている。この場合、調心のための回転方向を容易に定めることができる。この例では、例えば、コア間の最小距離（コアピッチ）を1とした場合、最大半径 r が1.93であるのに対し、コア間距離 d_c は、3.86となっており、非対称性を解消するのが容易に行え、調心を精度よく行うこともできる。

[0041] 同様に、図8の(d)部に示す例では、光照射面51aに直交し、マルチコアファイバ10のファイバ中心Cを通る観察軸Gを基準として線対称（左右対称）になるように16個のコア11が配置されている。一方、このマルチコアファイバ10では、観察軸G上に配置される調整用コア11aの数は2個であり、一对の調整用コア11aのうちの第1の調整用コアを外周Sに配置させ、第2の調整用コアを外周S内に配置させ、内側に位置する5個のコア11e（第2の調整用コア11a含む）によって五角形形状を形成するように配置している。このような配置により、図8の(d)部に示す例では、コア11は、回転非対称となるように配置されている。この場合、調心のための回転方向を容易に定めることができる。この例では、例えば、コア間の最小距離（コアピッチ）を1とした場合、最大半径 r_1 が1.81であるのに対し、コア間距離 d_c は、2.71となっており、非対称性を解消するのが容易に行え、調心を精度よく行うこともできる。

[0042] 同様に、図8の(e)部に示す例では、光照射面51aに直交し、マルチコアファイバ10のファイバ中心Cを通る観察軸Gを基準として線対称(左右対称)になるように16個のコア11が配置されている。一方、このマルチコアファイバ10では、観察軸G上に配置される調整用コア11aの数は4個であり、その内最も外側に位置する一対の調整用コア11aを外周Sに配置させると共に観察軸G上に更に2つのコア11fを配置させ、内側に位置する5個のコア11e(1つのコア11fは共用)によって五角形形状を形成するように配置する。このような配置により、図8の(e)部に示す例では、コア11は、回転非対称となるように配置されている。この場合、調心のための回転方向を容易に定めることができる。この例では、例えば、コア間の最小距離を1とした場合、最大半径 r_1 が2.00であるのに対し、コア間距離 d_c は、4.00となっており、非対称性を解消するのが容易に行え、調心を精度よく行うこともできる。

[0043] 次に、図9を参照して、光照射される一対の調整用コアを含む複数のコアの配置の別の例について説明する。以下の説明では、マルチコアファイバ10を例にとって説明するが、マルチコアファイバ20、30、40でも同様である。図9の(a)部および(b)部は、12心のマルチコアファイバにおけるコア間距離を広げたコア配置の変形例を示し、図9の(c)部および(d)部は、16心のマルチコアファイバにおけるコア間距離を広げたコア配置の変形例を示す。

[0044] 図9の(a)部に示す例では、光照射面51aに直交し、マルチコアファイバ10のファイバ中心Cを通る観察軸G上に配置される調整用コア11aの数は4個であり、その内最も外側に位置する一対の調整用コア11aのうちの第1の調整用コアを外周Sの位置に配置させ、第2の調整用コアを外周Sよりもやや内側に位置させている。各コア11は、正方に配置されたコアの一部をずらして配置されている。このようなコア配置のマルチコアファイバ10によれば、一対の調整用コア11a間の距離 d_c が、ファイバ中心Cと複数のコア11のうち径方向においてファイバ中心Cから最も離れた最外

コア11bとの距離である最大半径 r よりも大きくなっている。具体的には、この例では、コア間の最小距離（コアピッチ）を1とした場合、最大半径 r が1.80であるのに対し、コア間距離 d_c は、3.30となっている。この場合、調整用コア11a間の距離 d_c が最大半径 r よりも長いため、非対称性を解消するのが容易に行え、調心を精度よく行うことができる。また、図9の(a)部に示す例では、複数のコア11は、回転非対称となるように配置されている。この場合、調心のための回転方向を容易に定めることができる。

[0045] 図9の(b)部に示す例では、光照射面51aに直交し、マルチコアファイバ10のファイバ中心Cを通る観察軸G上に配置される調整用コア11aの数は4個であり、その内最も外側に位置する一对の調整用コア11aの両方を外周Sの位置に配置させている。各コア11は、正方に配置されたコアから一部を間引いて配置されている。このようなコア配置のマルチコアファイバ10によれば、一对の調整用コア11a間の距離 d_c が、ファイバ中心Cと複数のコア11のうち径方向においてファイバ中心Cから最も離れた最外コア11bとの距離である最大半径 r よりも大きくなっている。具体的には、この例では、コア間の最小距離（コアピッチ）を1とした場合、最大半径 r が2.00であるのに対し、コア間距離 d_c は、4.00となっている。この場合、調整用コア11a間の距離 d_c が最大半径 r よりも長いため、非対称性を解消するのが容易に行え、調心を精度よく行うことができる。また、図9の(b)部に示す例では、複数のコア11は、回転非対称となるように配置されている。この場合、調心のための回転方向を容易に定めることができる。

[0046] 図9の(c)部に示す例では、光照射面51aに直交し、マルチコアファイバ10のファイバ中心Cを通る観察軸G上に配置される調整用コア11aの数は4個であり、その内最も外側に位置する一对の調整用コア11aの両方を外周Sの位置に配置させている。このようなコア配置のマルチコアファイバ10によれば、一对の調整用コア11a間の距離 d_c が、ファイバ中心

Cと複数のコア11のうち径方向においてファイバ中心Cから最も離れた最外コア11bとの距離である最大半径rよりも大きくなっている。具体的には、この例では、コア間の最小距離（コアピッチ）を1とした場合、最大半径rが2.12であるのに対し、コア間距離dcは、4.24となっている。この場合、調整用コア11a間の距離dcが最大半径rよりも長いため、非対称性を解消するのが容易に行え、調心を精度よく行うことができる。また、図9の(c)部に示す例では、複数のコア11は、回転非対称となるように配置されている。この場合、調心のための回転方向を容易に定めることができる。

[0047] 図9の(d)部に示す例では、光照射面51aに直交し、マルチコアファイバ10のファイバ中心Cを通る観察軸G上に配置される調整用コア11aの数は4個であり、その内最も外側に位置する一对の調整用コア11aのうちの第1の調整用コアを外周Sの位置に配置させ、第2の調整用コアを外周Sのやや内側に位置させている。このようなコア配置のマルチコアファイバ10によれば、一对の調整用コア11a間の距離dcが、ファイバ中心Cと複数のコア11のうち径方向においてファイバ中心Cから最も離れた最外コア11bとの距離である最大半径rよりも大きくなっている。具体的には、この例では、コア間の最小距離（コアピッチ）を1とした場合、最大半径rが2.06であるのに対し、コア間距離dcは、3.56となっている。この場合、調整用コア11a間の距離dcが最大半径rよりも長いため、非対称性を解消するのが容易に行え、調心を精度よく行うことができる。また、図9の(d)部に示す例では、複数のコア11は、回転非対称となるように配置されている。この場合、調心のための回転方向を容易に定めることができる。

[0048] 次に、図10を参照して、光照射される一对の調整用コアを含む複数のコアの配置の更に別の例について説明する。以下の説明では、マルチコアファイバ10を例にとって説明するが、マルチコアファイバ20、30、40でも同様である。図10の(a)部は、8心のマルチコアファイバにおける一

一般的なコア配置を示し、図10の(b)部は、8心のマルチコアファイバにおけるコア間距離を広げ、回転非対称な位置としたコア配置を示す。

[0049] 図10の(a)部では、光照射面51aに直交し、マルチコアファイバのファイバ中心Cを通る観察軸Gを基準として線対称(左右対称)になるように8個のコア11が配置されている。また、このマルチコアファイバでは、観察軸G上に配置される調整用コア11aの数は2個であり、一对の調整用コア11a間の距離 d_c が、ファイバ中心Cと複数のコア11のうち径方向においてファイバ中心Cから最も離れた最外コア11bとの距離である最大半径 r と同じになっている。具体的には、この例では、コア間の最小距離(コアピッチ)を1とした場合、最大半径 r が1.15であるのに対し、コア間距離 d_c は、1.15となっている。この場合、調整用コア11a間の距離 d_c が最大半径 r と同じため、非対称性を解消するのが必ずしも容易ではない。

[0050] 図10の(b)部に示す例では、同様に、光照射面51aに直交し、マルチコアファイバ10のファイバ中心Cを通る観察軸G(基準線)を基準として線対称(左右対称)になるように8個のコア11が配置されている。一方、このマルチコアファイバ10では、観察軸G上に配置される調整用コア11aの数は2個であり、第1の調整用コア11aを外周Sの位置に配置せると共に、第2の調整用コア11aを中心Cから離れる方向(図では下方)に移動させている。このような配置のマルチコアファイバ10によれば、一对の調整用コア11a間の距離 d_c が、ファイバ中心Cと複数のコア11のうち径方向においてファイバ中心Cから最も離れた最外コア11bとの距離である最大半径 r よりも大きくなっている。具体的には、この例では、コア間の最小距離(コアピッチ)を1とした場合、最大半径 r が1.15であるのに対し、コア間距離 d_c は、1.33となっている。この場合、調整用コア11a間の距離 d_c が最大半径 r よりも長いため、非対称性を解消するのが容易に行え、調心を精度よく行うことができる。また、この例では、コア11は、回転非対称となるように配置されている。この場合、調心のための

回転方向を容易に定めることができる。

[0051] 以上、本実施形態に係る光ファイバテープ心線1によれば、複数のコア11のうち基準線である観察軸G上に位置し且つ互いに最も離れた一对の調整用コア11a間の距離d_cが、ファイバ中心Cと複数のコア11のうち径方向においてファイバ中心Cから最も離れた最外コア11bとの距離である最大半径rよりも大きい。この場合、複数のマルチコアファイバにおいて、コア数が多くても非対称性を調整し易くなり、マルチコアファイバにおけるコア位置の検出精度を向上させることができる。よって、この光ファイバテープ心線によれば、複数のマルチコアファイバを含むテープ心線において、コア位置を精度よく検出することが可能である。

[0052] また、本実施形態に係る光ファイバテープ心線1では、複数のコア11は、ファイバ中心を中心として360/n度（nは2以上の任意の整数）の角度（例えば、180度、120度、90度、72度、51.43度）で回転した場合に回転非対称となるように配置されていてもよい。この場合、コア11が回転非対称に配置されているため、コア調心のための回転方向を容易に定めて調心を行うことができる。

[0053] 以上、本開示に係る光ファイバテープ心線およびその製造方法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、様々な実施形態や変形例に適用することが可能である。例えば、上述した説明では、4つのマルチコアファイバを含む光ファイバテープ心線について説明したが、これに限定されない。即ち、2つのマルチコアファイバを含む光ファイバテープ心線に本開示の内容を適用してもよい。

符号の説明

- [0054] 1…光ファイバテープ心線
10…マルチコアファイバ
11, 11c, 11d, 11e, 11f…コア
11a…調整用コア
11b…最外コア

- 1 2…クラッド
- 1 3, 2 3, 3 3, 4 3…プライマリ樹脂層
- 1 4, 2 4, 3 4, 4 4…セカンダリ樹脂層
- 1 5, 2 5, 3 5, 4 5…サブライロール
- 2 0, 3 0, 4 0…マルチコアファイバ
- 2 1, 3 1, 4 1…コア
- 2 2, 3 2, 4 2…クラッド
- 5 0…被覆部材
- 5 1, 5 2, 5 3, 5 4…被覆部分
- 5 1 a, 5 2 a, 5 3 a, 5 4 a…光照射面
- 5 5, 5 6, 5 7…凹部
- 6 1…ダイス
- 6 2…光照射装置
- 6 3…光受光装置
- 6 4…制御装置
- C…ファイバ中心
- G…観察軸（基準線）
- S…外周
- d c…距離
- r…最大半径

請求の範囲

- [請求項1] 複数のコアと前記複数のコアを覆うクラッドとをそれぞれが有する複数のマルチコアファイバと、
前記複数のマルチコアファイバを少なくとも部分的に被覆する被覆部材と、を備え、
前記複数のマルチコアファイバのうちの少なくとも1のマルチコアファイバにおいて、前記複数のコアは、8個以上のコアであり、且つ、前記少なくとも1のマルチコアファイバの断面においてファイバ中心を通る基準線を基準として線対称となるように配置され、
前記複数のコアのうち、前記基準線上に位置し、且つ互いに最も離れた一对の調整用コア間の距離が、前記ファイバ中心と前記ファイバ中心から最も離れた最外コアとの距離である最大半径よりも大きい、光ファイバテープ心線。
- [請求項2] 前記一对の調整用コアのうち少なくとも一のコアは、前記ファイバ中心を中心とした円周であって前記最外コアが配置される円周上に配置される、
請求項1に記載の光ファイバテープ心線。
- [請求項3] 前記少なくとも1のマルチコアファイバにおいて、前記複数のコアは、前記ファイバ中心を中心として $360/n$ 度（ n は2以上の任意の整数）の角度で回転した場合に回転非対称となるように配置されている、
請求項1または請求項2に記載の光ファイバテープ心線。
- [請求項4] 前記複数のコアは、12個のコアである、
請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の光ファイバテープ心線。
。
- [請求項5] 前記複数のコアは、16個のコアである、
請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の光ファイバテープ心線。
。

[請求項6]

複数のコアと前記複数のコアを覆うクラッドとをそれぞれが有する複数のマルチコアファイバを準備する工程と、

前記複数のマルチコアファイバが互いに並列になるように配置しながら前記複数のマルチコアファイバのそれぞれを樹脂で被覆する工程と、

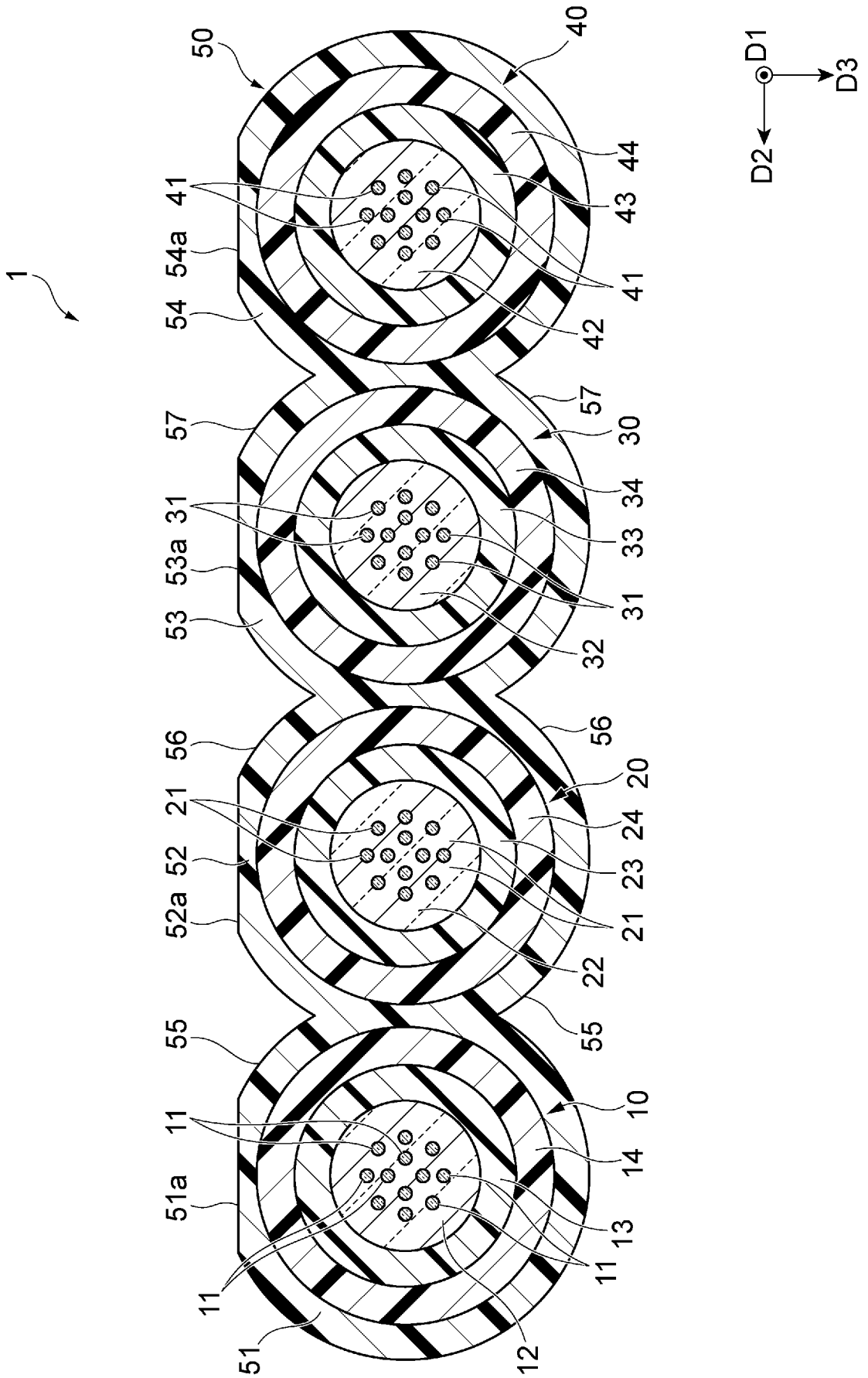
前記複数のマルチコアファイバのうちの少なくとも1のマルチコアファイバを被覆する被覆樹脂部分における光照射面に対して光を照射し、前記光照射の結果に基づいて前記少なくとも1のマルチコアファイバにおける前記複数のコアの配置を調心する工程と、を備え、

前記少なくとも1のマルチコアファイバにおいて、前記複数のコアは、8個以上のコアであり、且つ、前記少なくとも1のマルチコアファイバの断面においてファイバ中心を通る基準線を基準として線対称となるように配置され、

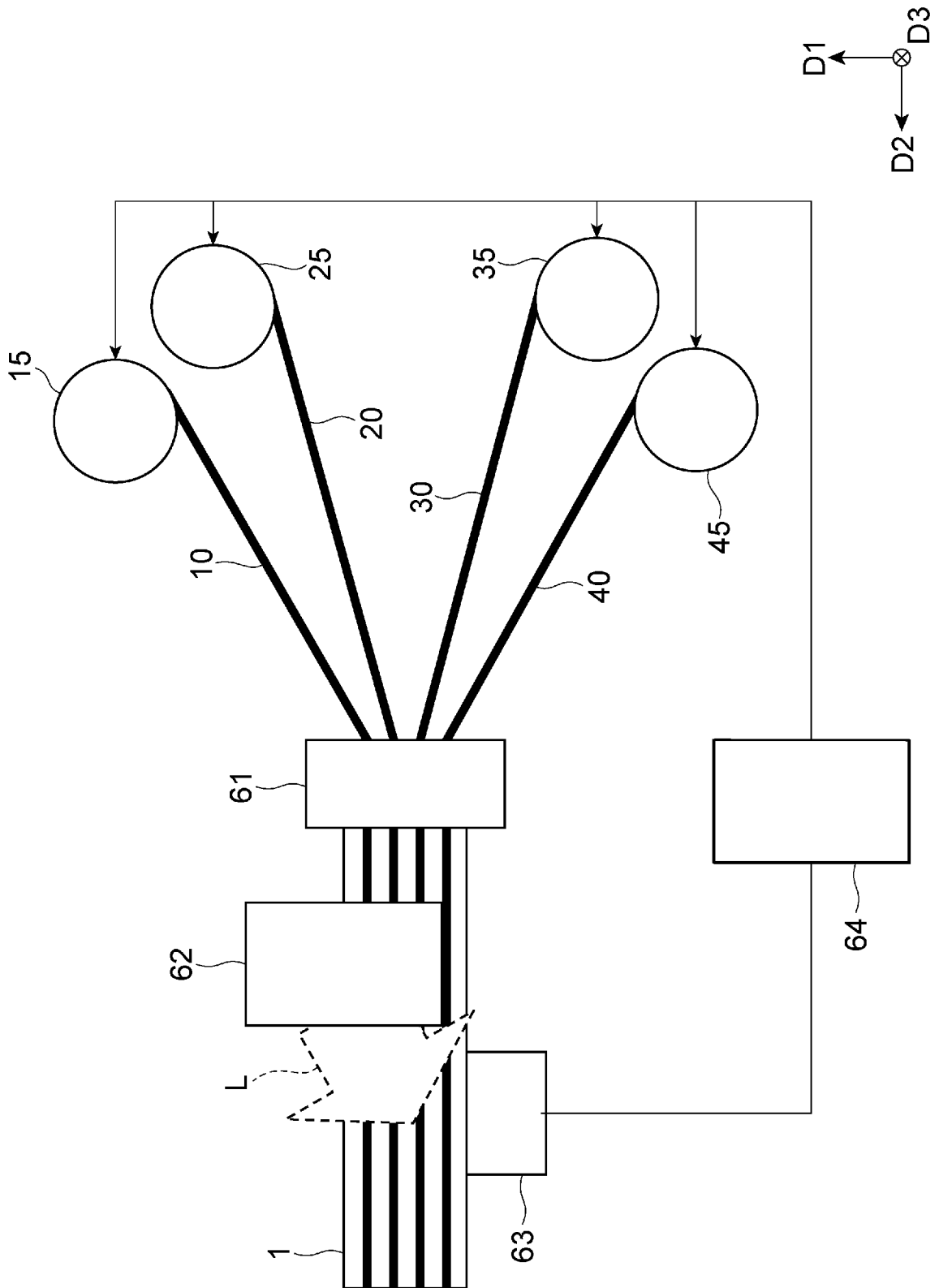
前記複数のコアのうち前記基準線上に位置し且つ互いに最も離れた一对の調整用コア間の距離が、前記ファイバ中心と前記ファイバ中心から最も離れた最外コアとの距離である最大半径よりも大きく、

前記コアの配置を調心する工程では、前記少なくとも1のマルチコアファイバの前記基準線が前記光照射面と交差するように前記少なくとも1のマルチコアファイバを配置して前記光照射面に光を照射し、前記一对の調整用コアを透過した像を用いて前記少なくとも1のマルチコアファイバの前記複数のコアの調心を行う、光ファイバテープ心線の製造方法。

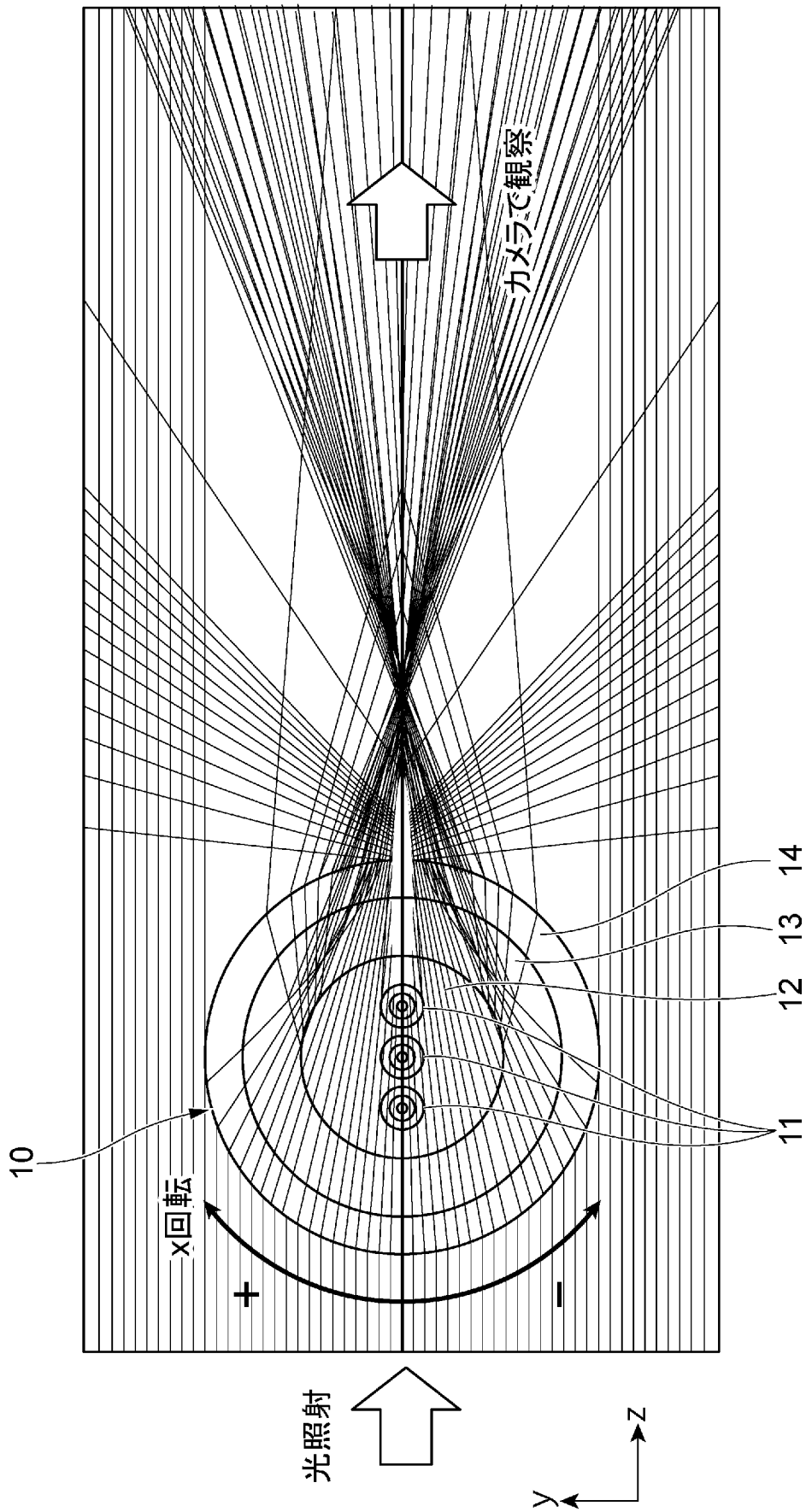
[図1]



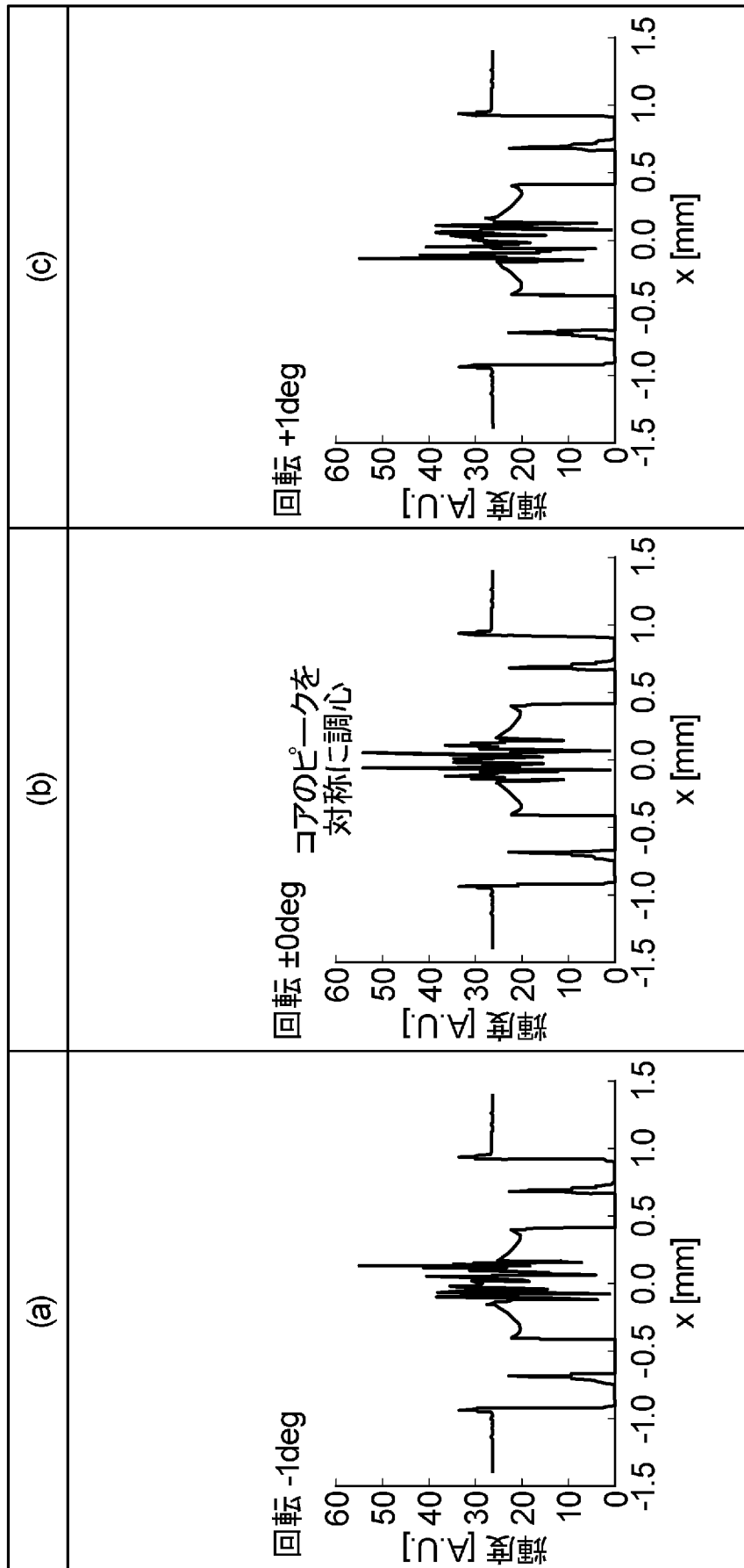
[図2]



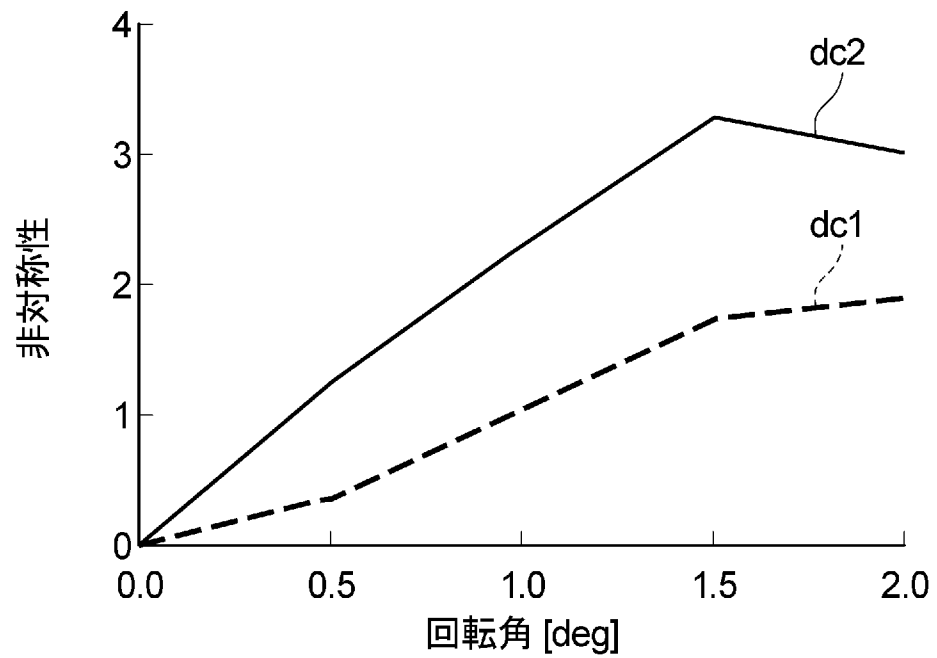
[図3]



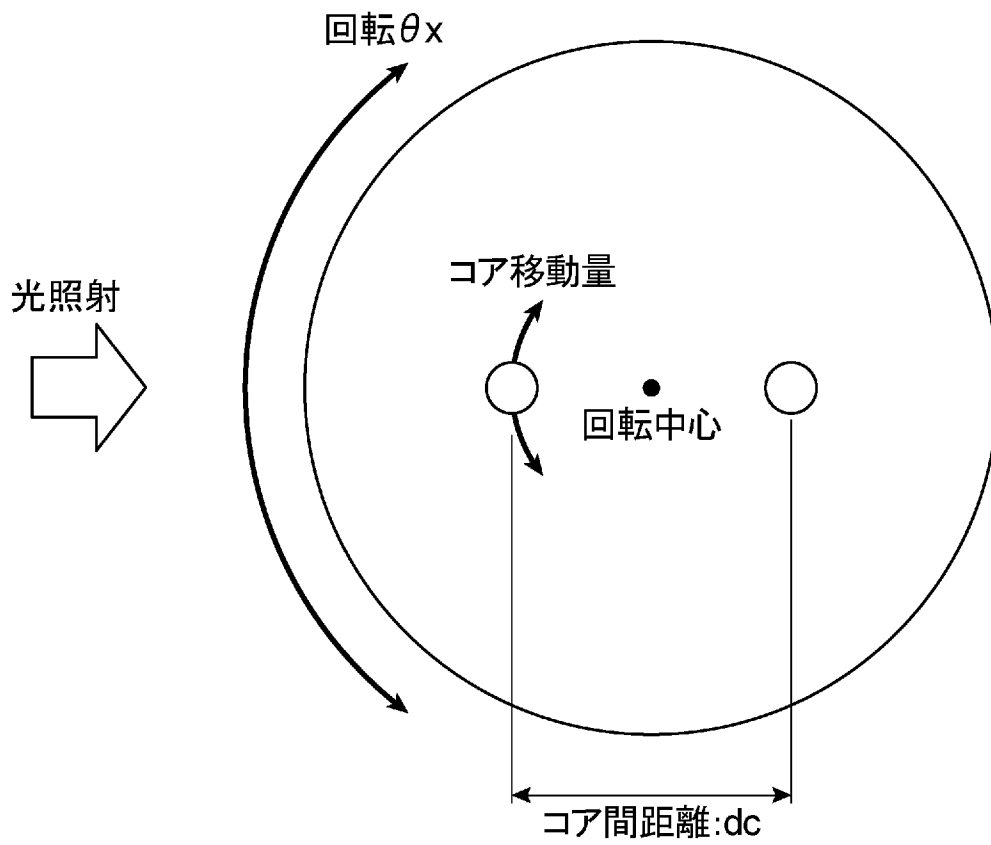
[図4]



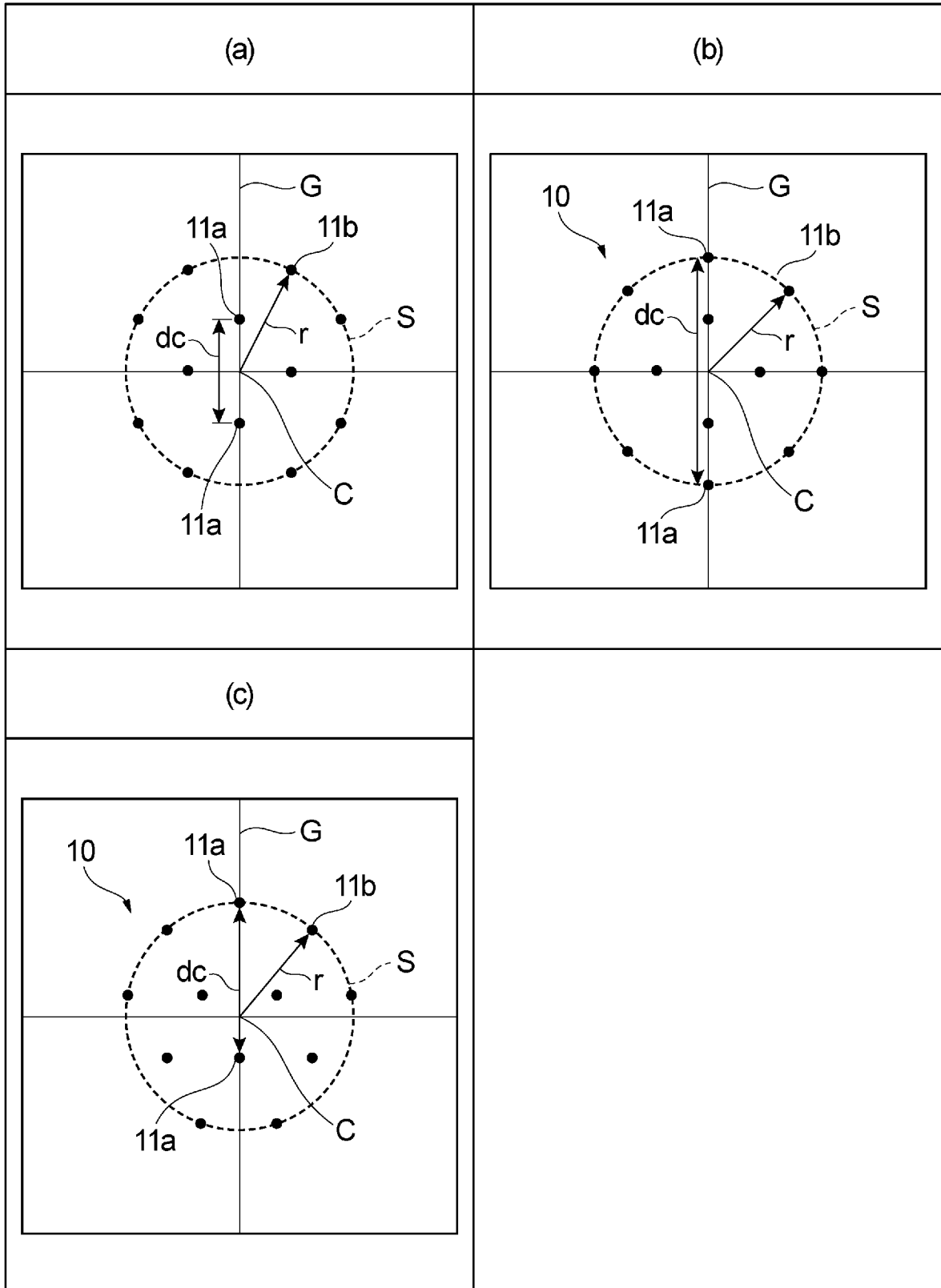
[図5]



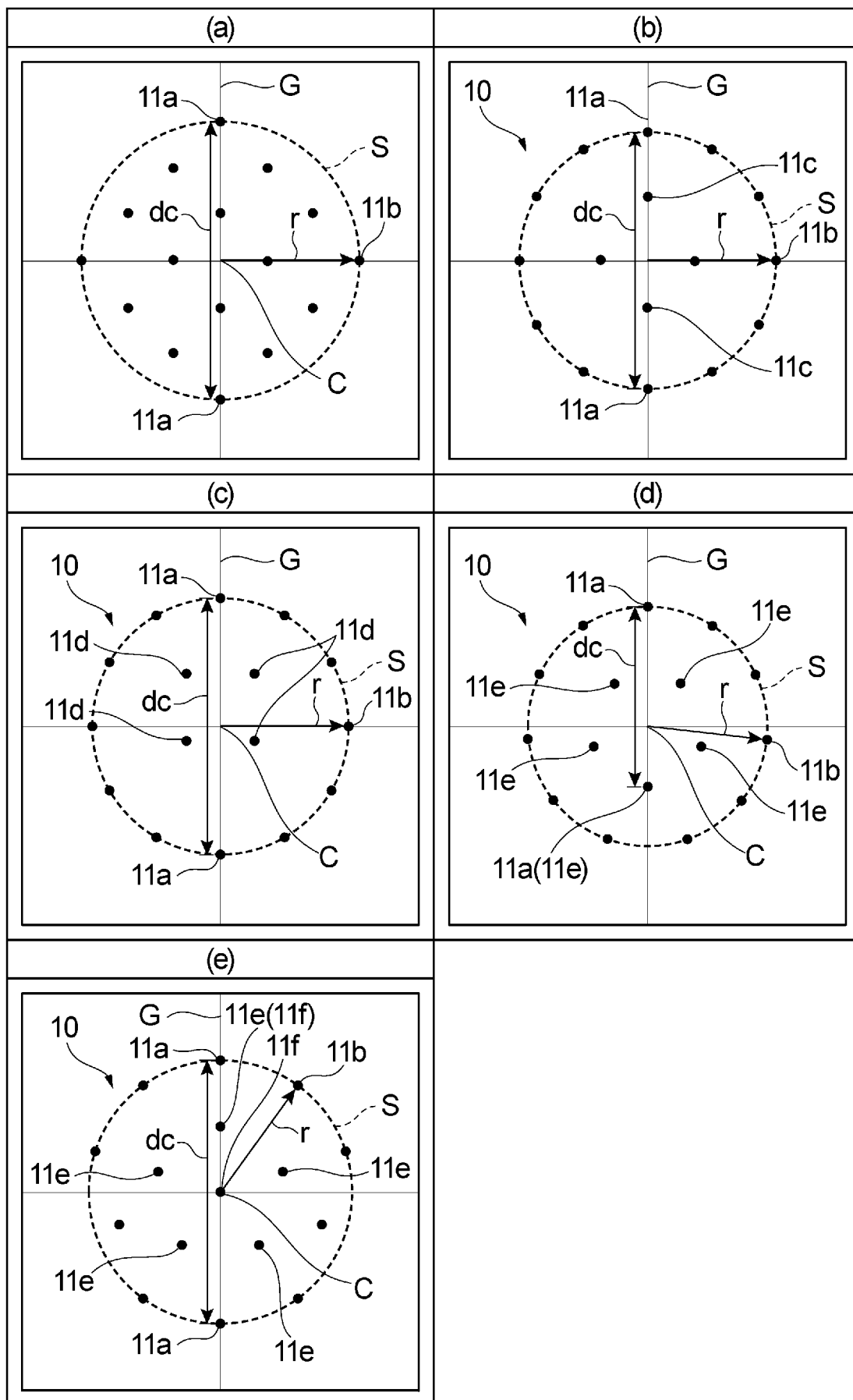
[図6]



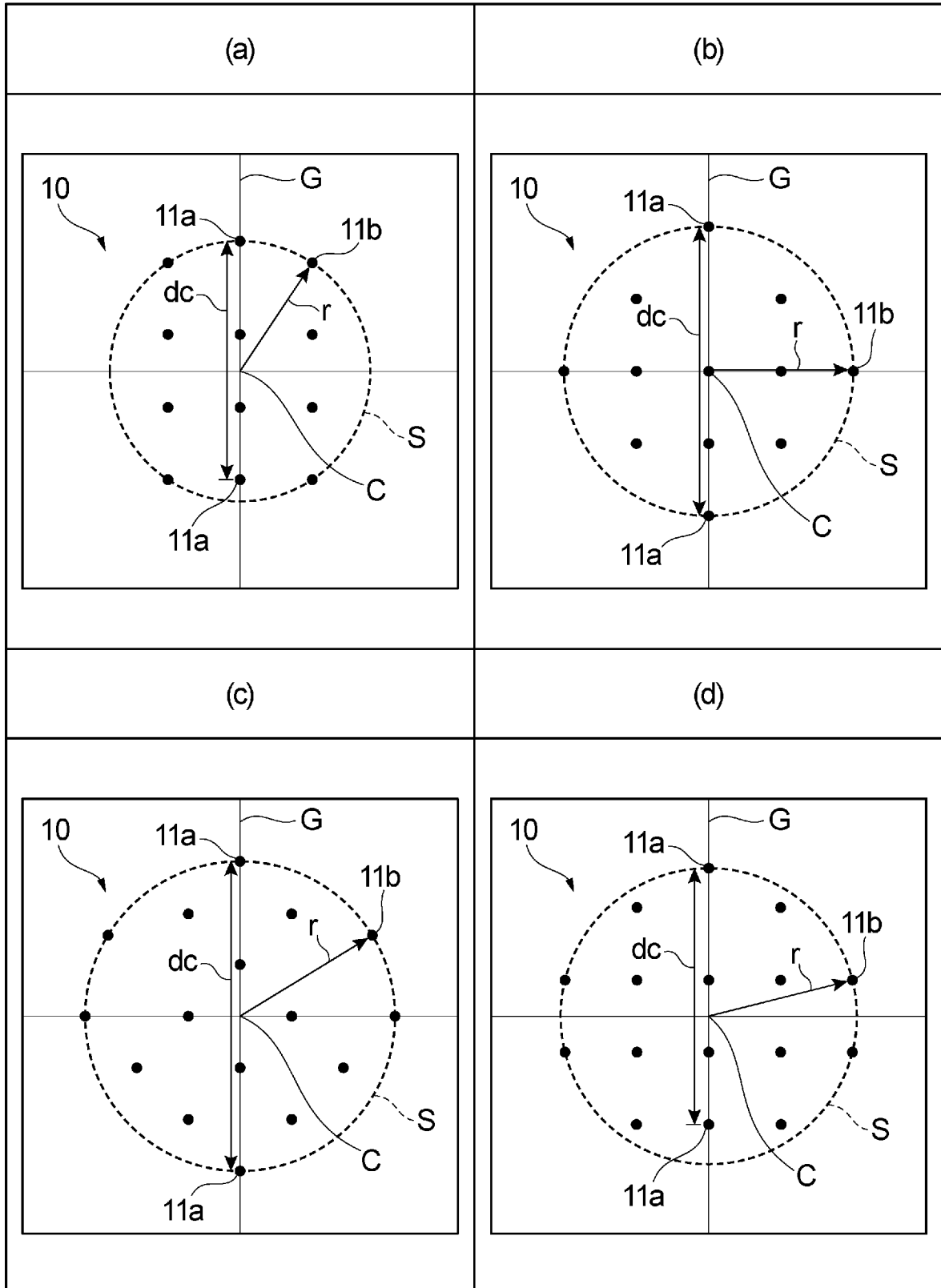
[図7]



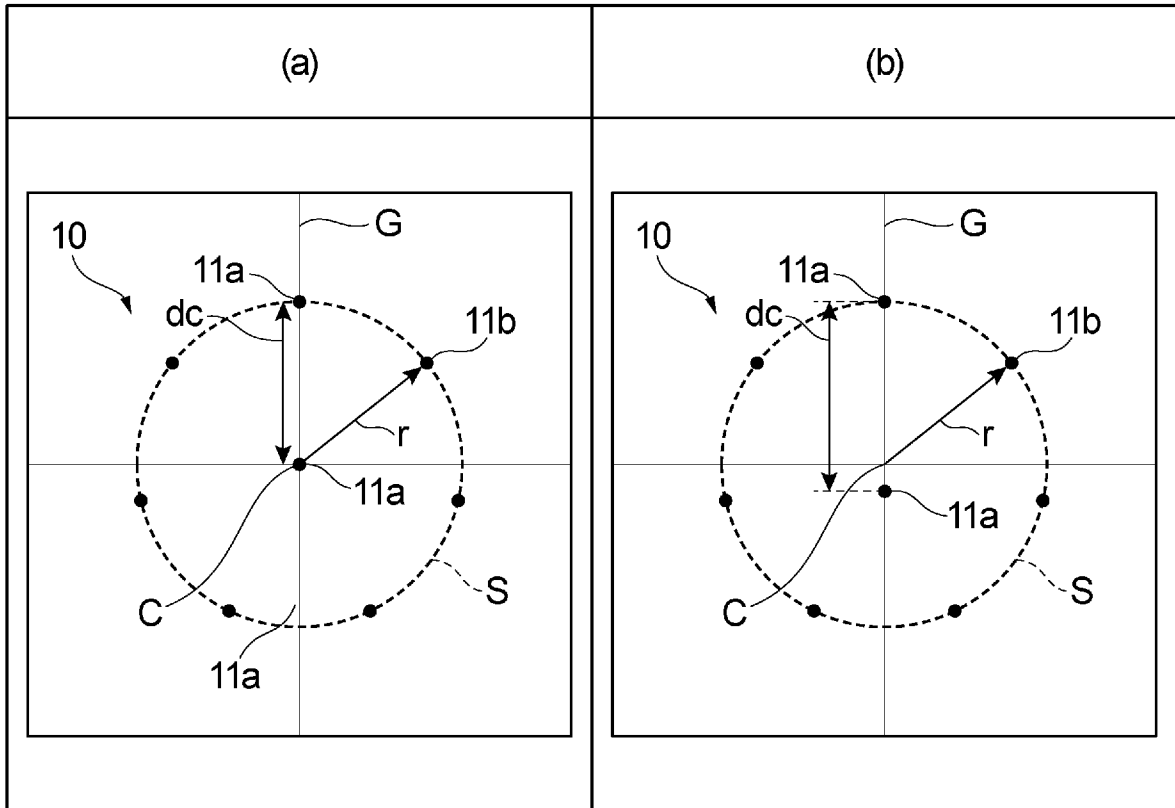
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/026362

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<p>G02B 6/44(2006.01)i; G02B 6/02(2006.01)i FI: G02B6/44 371; G02B6/02 461; G02B6/44 391</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G02B6/02-6/10; G02B6/44		
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 2020-98350 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 25 June 2020 (2020-06-25) paragraph [0096], fig. 34	1-3, 5
Y		6
X	JP 2021-131493 A (FUJIKURA LTD.) 09 September 2021 (2021-09-09) paragraphs [0105]-[0110], fig. 9	1, 4
Y		6
X	JP 2013-167861 A (FUJIKURA LTD.) 29 August 2013 (2013-08-29) paragraphs [0081]-[0082], fig. 12-13	1-2, 4-5
Y		6
X	JP 2018-198287 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 13 December 2018 (2018-12-13) paragraphs [0019]-[0021], fig. 1	1
Y		6
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 02 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

International application No.

PCT/JP2024/026362

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2014-52560 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 20 March 2014 (2014-03-20) paragraphs [0064]-[0066], fig. 6	1, 4
Y		6
Y	WO 2022/254986 A1 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 08 December 2022 (2022-12-08) paragraphs [0037]-[0068], fig. 1-6	6
A	WO 2016/027896 A1 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 25 February 2016 (2016-02-25) paragraphs [0031]-[0032], fig. 7(b)	1-6
P, A	US 2024/0004136 A1 (OFS FITEL, LLC) 04 January 2024 (2024-01-04) paragraph [0062], fig. 1-2	1-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2024/026362

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2020-98350	A	25 June 2020	US 2016/0209583 A1 paragraph [0204], fig. 34	
				WO 2016/063800 A1	
				EP 3211464 A1	
				CN 106575013 A	
JP	2021-131493	A	09 September 2021	(Family: none)	
JP	2013-167861	A	29 August 2013	US 2014/0334789 A1 paragraphs [0103]-[0104], fig. 12-13	
				WO 2013/108523 A1	
				EP 2806297 A1	
JP	2018-198287	A	13 December 2018	(Family: none)	
JP	2014-52560	A	20 March 2014	(Family: none)	
WO	2022/254986	A1	08 December 2022	CN 116917244 A	
WO	2016/027896	A1	25 February 2016	US 2016/0238783 A1 paragraphs [0043]-[0044], fig. 7(b)	
				EP 3185055 A1	
				CN 106575014 A	
US	2024/0004136	A1	04 January 2024	WO 2022/125443 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G02B 6/44(2006.01)i; G02B 6/02(2006.01)i FI: G02B6/44 371; G02B6/02 461; G02B6/44 391		
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）） G02B6/02-6/10; G02B6/44 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 2020-98350 A（住友電気工業株式会社）25.06.2020（2020 - 06 - 25） 段落[0096], 図34	1-3, 5
Y		6
X	JP 2021-131493 A（株式会社フジクラ）09.09.2021（2021 - 09 - 09） 段落[0105]-[0110], 図9	1, 4
Y		6
X	JP 2013-167861 A（株式会社フジクラ）29.08.2013（2013 - 08 - 29） 段落[0081]-[0082], 図12-13	1-2, 4-5
Y		6
X	JP 2018-198287 A（日本電信電話株式会社）13.12.2018（2018 - 12 - 13） 段落[0019]-[0021], 図1	1
Y		6
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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 02.09.2024	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） 野口 晃一 2L 5708 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
X Y	JP 2014-52560 A (日本電信電話株式会社) 20.03.2014 (2014 - 03 - 20) 段落[0064]-[0066], 図6	1, 4 6
Y	WO 2022/254986 A1 (住友電気工業株式会社) 08.12.2022 (2022 - 12 - 08) 段落[0037]-[0068], 図1-6	6
A	WO 2016/027896 A1 (住友電気工業株式会社) 25.02.2016 (2016 - 02 - 25) 段落[0031]-[0032], 図7(b)	1-6
P, A	US 2024/0004136 A1 (OFS FITEL, LLC) 04.01.2024 (2024 - 01 - 04) 段落[0062], 図1-2	1-6

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/JP2024/026362

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2020-98350	A	25.06.2020	US	2016/0209583	A1	
					段落[0204], 図34		
				WO	2016/063800	A1	
				EP	3211464	A1	
				CN	106575013	A	
JP	2021-131493	A	09.09.2021	(ファミリーなし)			
JP	2013-167861	A	29.08.2013	US	2014/0334789	A1	
					段落[0103]-[0104], 図		
					12-13		
				WO	2013/108523	A1	
				EP	2806297	A1	
JP	2018-198287	A	13.12.2018	(ファミリーなし)			
JP	2014-52560	A	20.03.2014	(ファミリーなし)			
WO	2022/254986	A1	08.12.2022	CN	116917244	A	
WO	2016/027896	A1	25.02.2016	US	2016/0238783	A1	
					段落[0043]-[0044], 図7(b)		
				EP	3185055	A1	
				CN	106575014	A	
US	2024/0004136	A1	04.01.2024	WO	2022/125443	A1	