(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
2016 年 6 月 2 日(02.06.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/084465 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 6/02 (2006.01) *G02B 6/44* (2006.01)
G02B 6/255 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/076873

(22) 国際出願日: 2015 年 9 月 24 日(24.09.2015)

(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 2014-239850 2014 年 11 月 27 日(27.11.2014) JP

(71) 出願人: 古河電気工業株式会社(**FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内２丁目２番３号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 小倉 邦男(**KOKURA, Kunio**); 〒1008322 東京都千代田区丸の内２丁目２番３号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 井上 誠一(**INOUE, Seiichi**); 〒1600005 東京都新宿区愛住町２２ 第３山田ビル７Ｆ Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

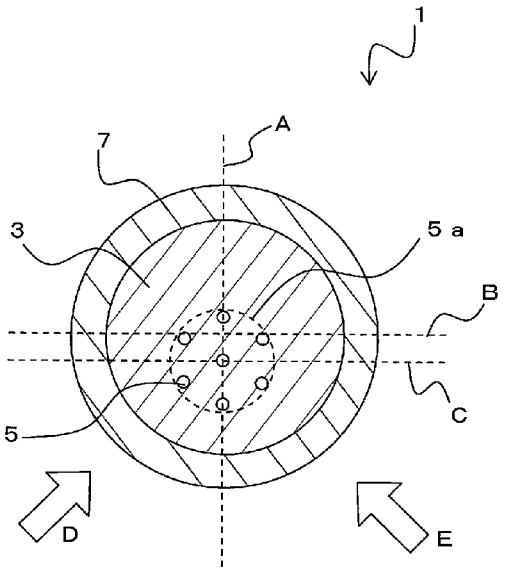
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,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

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: OPTICAL FIBER, METHOD FOR CENTERING OPTICAL FIBER AND CONNECTION STRUCTURE FOR SAME, TAPE CORE WIRE, AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称 : 光ファイバ、光ファイバの調芯方法およびその接続構造、テープ心線およびその製造方法

[図1]



(57) **Abstract**: Provided is a multicore fiber 1 comprising a plurality of cores 5, a cladding 3 sheathing around the cores 5 and having a lower refractive index than the cores 5, and a sheathing resin 7 sheathing the cladding 3. The plurality of cores 5 together serve as a core group 5a. The cores 5 are arranged to have symmetry within the range of the core group 5a. In a cross section taken perpendicular to the lengthwise direction of the multicore fiber 1, the locations of the centers of the cladding 3 and the resin sheath are approximately aligned. On the other hand, in a cross section taken perpendicular to the lengthwise direction of the multicore fiber 1, the location of the center of the multicore fiber and the location of the center of the core group 5a are offset.

(57) 要約: マルチコアファイバ１は、複数のコア５と、コア５の周囲を被覆し、コア５よりも屈折率が低いクラッド３と、クラッド３を被覆する被覆樹脂７とからなる。複数のコア５をまとめて、コア群５ａとする。コア群５ａの範囲内において、コア５は対称性を有するように配置される。マルチコアファイバ１の長手方向と垂直な断面において、クラッド３と樹脂被覆の中心位置は略一致する。一方、マルチコアファイバ１の長手方向と垂直な断面において、マルチコアファイバの中心の位置と、コア群５ａの中心の位置はずれている。

WO 2016/084465 A1

明　細　書

発明の名称 ：

光ファイバ、光ファイバの調芯方法およびその接続構造、テープ心線およびその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、光ファイバ同士の接続時における調芯作業が容易な光ファイバ等に関するものである。

背景技術

[0002] 近年の光通信におけるトラフィックの急増により、一般的に用いられているシングルコアの光ファイバにおいて伝送容量の限界が近づいている。そこで、さらに通信容量を拡大する手段として、一本の光ファイバに複数のコアが形成されたマルチコアファイバが提案されている。マルチコアファイバを用いることで、光ファイバの敷設コストを抑え、伝送容量の拡大が可能となる。

[0003] マルチコアファイバが伝送路として用いられた場合、このマルチコアファイバの各コアは、それぞれ別の光ファイバや光素子等と接続されて伝送信号を送受する必要がある。別の光ファイバや光素子等と接続にあたっては、マルチコアファイバを調芯する必要がある。しかし、マルチコアファイバは、断面の中心以外にもコアが配置されているため、シングルコアの光ファイバと比較して調芯が難しいという問題がある。

[0004] このようなマルチコアファイバの調芯作業を容易にする方法としては、例えば、コアとは別にマーカを配置する方法がある（例えば特許文献１）。

また、マルチコアファイバ以外であっても、光ファイバの長手方向に対して垂直な断面形態が前記光ファイバの長手方向を軸とする回転方向に対して方向性を有する光ファイバは、マルチコアファイバと同様に中心に１つだけコアを有する一般的なシングルコアの光ファイバと比較して調芯が難しいという問題がある。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開公報ＷＯ２０１２／１２１０２７

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] このような、光ファイバの長手方向に対して垂直な断面において、コアの配置が光ファイバの長手方向を軸とする回転方向に対して方向性を有する光ファイバの調芯作業を容易にする方法が望まれている。

[0007] 本発明は、このような問題に鑑みてなされたもので、調芯作業が容易な光ファイバ等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

[0008] 前述した目的を達成するため、第１の発明は、複数のコアからなるコア群と、前記コア群を被覆するクラッドと、前記クラッドを被覆する樹脂被覆と、を有する光ファイバであって、前記光ファイバの長手方向に対して垂直な断面の形態が、前記光ファイバの長手方向を軸とする回転方向に対して方向性を有し、かつ、前記クラッドの中心の位置と、前記コア群の中心の位置が異なることを特徴とする光ファイバである。

[0009] 前記光ファイバの長手方向に対して垂直な断面において、複数の前記コアが対称性を有するように配置されて前記コア群が形成されることが望ましい。

[0010] 前記光ファイバの長手方向に対して垂直な断面における前記クラッドの断面形状が、非真円形であることが望ましい。

[0011] 前記光ファイバの長手方向に対して垂直な断面における前記クラッドの断面形状が楕円形であってもよい。

[0012] 前記光ファイバの長手方向に対して垂直な断面における前記クラッドの断面形状がしずく形であってもよい。

[0013] 第１の発明によれば、光ファイバの長手方向に垂直な断面において、クラ

ッドの中心の位置と、コア群の中心の位置が異なるため、特定のコアの位置を識別可能である。また、コア群を構成するコアが対称性を有する配置となっていれば、構造が簡易であり、別の光ファイバや光素子等と接続も容易である。

[0014] また、クラッドの断面形状が非真円形であれば、調芯時において、外形によってもコアのおおよその位置を特定することができるため、調芯が容易である。この場合、クラッドの断面形状を楕円形やしずく形とすることで、Ｖ溝治具等を利用して、光ファイバの回転方向の向きを規制することができる。

[0015] 第２の発明は、コアと、前記コアを被覆するクラッドと、前記クラッドを被覆する樹脂被覆と、を有する光ファイバであって、前記光ファイバの長手方向に対して垂直な断面における前記クラッドの断面形状が、非真円形であり、前記光ファイバの長手方向に対して垂直な断面の形態が、前記光ファイバの長手方向を軸とする回転方向に対して方向性を有し、かつ、前記クラッドの中心の位置と、前記コアの中心の位置が異なることを特徴とする光ファイバである。

[0016] 第２の発明によれば、光ファイバの長手方向に垂直な断面において、クラッドの中心の位置と、コアの位置が異なるような、単心の光ファイバであっても、クラッドの断面形状が非真円形であるため、調芯時において、外形によってコアの位置を特定することができるため、調芯が容易である。

[0017] 第３の発明は、第１の発明にかかる光ファイバを複数本併設し、その外周をテープ樹脂被覆により被覆したテープ心線であって、前記テープ心線の長手方向に垂直な断面において、全ての前記光ファイバの前記クラッドが同一の方向に向くように配置されていることを特徴とするテープ心線である。

[0018] 第４の発明は、第２の発明にかかる光ファイバを複数本併設し、その外周をテープ樹脂被覆により被覆したテープ心線であって、前記テープ心線の長手方向に垂直な断面において、全ての前記光ファイバの前記クラッドが同一の方向に向くように配置されていることを特徴とするテープ心線である。

[0019] 第３、第４の発明によれば、長手方向のいずれの位置においても、全ての光ファイバの向きがそろっているため、別の光ファイバや光素子等と接続も容易である。

[0020] 第５の発明は、複数のコアからなるコア群と、前記コア群を被覆するクラッドと、前記クラッドを被覆する樹脂被覆と、を有する一対の光ファイバの調芯方法であって、前記光ファイバの長手方向に対して垂直な断面の形態が、前記光ファイバの長手方向を軸とする回転方向に対して方向性を有し、かつ、前記クラッドの中心の位置と、前記コア群の中心の位置が異なっており、一対の前記光ファイバの先端の前記樹脂被覆を所定長さ除去する樹脂被覆除去工程と、一対の前記光ファイバを対向するように配置するファイバ配置工程と、前記光ファイバの長手方向に対して垂直な複数方向から、前記クラッドにおける前記コアの位置を確認し、それぞれの前記光ファイバの前記コアの位置が一致するように、一方または両方の前記光ファイバを回転させる調芯工程と、を具備することを特徴とする光ファイバの調芯方法である。

[0021] 第５の発明によれば、光ファイバの長手方向に垂直な断面において、コア群がクラッドに対して偏心しているため、誤った向きで光ファイバ同士を接続することを防止することができる。

[0022] 第６の発明は、複数のコアからなるコアと、前記コアを被覆するクラッドと、前記クラッドを被覆する樹脂被覆と、を有する複数の光ファイバを用いたテープ心線の製造方法であって、前記光ファイバの長手方向に対して垂直な断面の形態が、前記光ファイバの長手方向を軸とする回転方向に対して方向性を有し、かつ、前記クラッドの中心の位置と、前記コア群の中心の位置が異なっており、前記クラッドの断面形状がしずく形であり、それぞれの前記光ファイバをローラに沿って屈曲させる屈曲工程と、前記光ファイバをテープ化するテープ化工程と、を具備することを特徴とするテープ心線の製造方法である。

[0023] 第６の発明によれば、ローラに対して所定の張力で光ファイバを接触させると、しずく形クラッドの重心の偏心方向がローラの接触部に近い側に向く

ことを利用して、容易に光ファイバの向きを揃えて、テープ心線を製造することができる。

[0024] 第７の発明は、複数のコアからなるコア群と、前記コア群を被覆するクラッドと、前記クラッドを被覆する樹脂被覆と、を有する一対の光ファイバの接続構造であって、前記光ファイバの長手方向に対して垂直な断面の形態が、前記光ファイバの長手方向を軸とする回転方向に対して方向性を有し、かつ、前記クラッドの中心の位置と、前記コア群の中心の位置が異なっており、前記光ファイバの長手方向に対して垂直な断面において、一対の前記光ファイバの外形および前記コアの配置が、ほぼ同じであり、それぞれのコア同士およびクラッド同士が接続されていることを特徴とする光ファイバの接続構造である。

[0025] 第７の発明によれば、光ファイバの長手方向に垂直な断面において、コア群またはコアがクラッドに対して偏心している光ファイバ同士の接続構造を得ることができる。

発明の効果

[0026] 本発明によれば、調芯作業が容易な光ファイバ等を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]マルチコアファイバ１を示す断面図。

[図2(a)]マルチコアファイバ１同士の調芯工程を示す図で、調芯前の状態を示す図。

[図2(b)]マルチコアファイバ１同士の調芯工程を示す図で、調芯後の状態を示す図。

[図3]マルチコアファイバ１ａを示す断面図。

[図4]マルチコアファイバ１ａのクラッドをＶ溝治具で保持した状態を示す断面図。

[図5(a)]マルチコアファイバ１ａ同士の調芯工程を示す図で、調芯前の状態を示す図。

[図5(b)]マルチコアファイバ１ａ同士の調芯工程を示す図で、調芯後の状態を示す図。

[図6]マルチコアファイバ１ｂを示す断面図。

[図7]マルチコアファイバ１ｂのクラッドをＶ溝治具で保持した状態を示す断面図。

[図8]光ファイバテープ心線製造装置１０を示す平面図。

[図9]光ファイバテープ心線製造装置１０を示す側方図。

[図10]図９のＨ部におけるマルチコアファイバ１ｂを示す断面図。

[図11]テープ心線１７を示す断面図。

[図12(a)]マルチコアファイバ１ｃを示す断面図。

[図12(b)]マルチコアファイバ１ｄを示す断面図。

[図12(c)]マルチコアファイバ１ｅを示す断面図。

[図13]テープ心線１７ａを示す断面図。

[図14(a)]光ファイバ１ｆを示す断面図。

[図14(b)]光ファイバ１ｇを示す断面図。

発明を実施するための形態

[0028] （第１実施形態）

以下、本発明にかかる光ファイバについて説明する。図１は光ファイバであるマルチコアファイバ１の長手方向と垂直な断面におけるマルチコアファイバ１の断面図である。

[0029] マルチコアファイバ１は、複数のコア５と、コア５の外周に配置されたコア５よりも屈折率が低いクラッド３と、クラッド３を被覆する樹脂被覆７とからなる。複数のコア５は所定の間隔で配置される。ここで、本発明では、複数のコア５をまとめて、コア群５ａとする。コア群５ａは、例えば、全部で７つのコア５からなり、コア５は、コア群５ａの中心と、その周囲に正六角形の各頂点位置に配置され、クラッド３で被覆される。すなわち、中心のコア５と周囲の６つのコア５とは全て一定の間隔となり、コア群５ａの範囲内において、コア５は対称性を有するように配置される。

[0030] ここで、コア群５ａにおいてコア５が対称性を有するとは、コア５の配置が対称軸を有することとする。コア５は、信号光の導波路となる。なお、コア５の配置は、図示した例には限られない。

[0031] クラッド３の外周には、樹脂被覆７が形成される。クラッド３および樹脂被覆７は、断面が略真円形状である。また、マルチコアファイバ１の長手方向と垂直な断面において、クラッド３と樹脂被覆７の中心位置は略一致する。

[0032] 一方、マルチコアファイバ１の長手方向と垂直な断面において、マルチコアファイバ１（クラッド３）の中心の位置と、コア群５ａの中心の位置は異なっている。ここで、マルチコアファイバ１（クラッド３）の中心線をＡとし、これと垂直な中心線をＢとする。また、同様に、コア群５ａの中心線をＡ、これと垂直な中心線をＣとする。図に示した例では、中心線Ａが共通し、中心線Ｂと中心線Ｃがずれた位置となる。なお、図１は、中心線Ａが共通する例を示したが、中心線Ａと垂直な方向にも、両者がずれていてもよい。

[0033] また、マルチコアファイバ１の中心の位置と、コア群５ａの中心の位置のずれ量は、識別の観点から１μｍより大きいことが好ましく、より好ましくは２μｍ以上である。ただし、ずれ量が大きすぎるとクラッド外径を大きくする必要があるなどの問題が生じるため、１０μｍ以下であることが好ましい。

[0034] マルチコアファイバ１の長手方向に対して垂直な断面の形態は、マルチコアファイバ１の長手方向を軸とする回転方向に対して方向性を有する。そこで、次に、マルチコアファイバ１を接続する際の調芯方法について説明する。図２（ａ）、図２（ｂ）は、マルチコアファイバ１同士の調芯工程を示す図である。まず、接続対象である一対のマルチコアファイバ１のそれぞれの先端の樹脂被覆７を所定長さ除去する（樹脂被覆除去工程）。次に、図２（ａ）に示すように、一対のマルチコアファイバ１を対向するように配置する（ファイバ配置工程）。

[0035] この状態で、クラッド３の側方から、コア５の位置を確認する。より具体

的には、まず、マルチコアファイバ１の長手方向に対して垂直な複数方向（例えば、図１のＤ方向およびＥ方向）から、クラッド３等の位置を確認する。クラッド３の長手方向に垂直な方向（図の上下方向および紙面に垂直な方向。以下、Ｘ方向およびＹ方向とする。）の位置ずれは、外形の位置を確認することで、調整することができる。

[0036] Ｘ方向、Ｙ方向の調芯が完了すると、マルチコアファイバ１の長手方向を回転軸とした回転方向の位置（以下、単に回転方向とする）を調芯する。前述した様に、マルチコアファイバ１の長手方向に対して垂直な複数方向からクラッド３、コア５を確認することで、クラッド３内部のコア５の位置を確認することができる。本発明では、コア群５ａの位置が、クラッド３の中心から偏心しているため、所望のコア５同士が対向する位置にないと、コア５の位置がずれて視認される。

[0037] 次に、図２（ｂ）に示すように、それぞれのマルチコアファイバ１の一方または両方を、マルチコアファイバ１の長手方向を回転軸として回転させて（図中矢印Ｆ、矢印Ｇ）、コア５の位置を一致させる（調芯工程）。いずれのコア５の確認方向（図１のＤ方向およびＥ方向）においても、それぞれのマルチコアファイバ１のコア５の位置が一致すると、マルチコアファイバ１同士の調芯作業が完了する。この状態で、マルチコアファイバ１同士の先端を融着接続することで、マルチコアファイバ１の長手方向に対して垂直な断面において、互いの外形およびコアの配置がほぼ同じであるマルチコアファイバ１同士のそれぞれのコア同士およびクラッド同士が接続され、一対のマルチコアファイバの接続構造を得ることができる。

[0038] 以上、本実施の形態によれば、マルチコアファイバ１同士の調芯作業の際、コア群５ａがクラッド３の断面において偏心しているため、誤ったコア５同士を接続してしまうことがない。また、対称性を壊す位置にコア識別のためのマーカ等を配置する必要がないため、構造が複雑化しない。

[0039] また、コア５が対称性を有する配置であるため、コア５のレイアウト設計が容易である上、別の光ファイバや光素子等と接続も容易である。

[0040] なお、以上の説明では、マルチコアファイバ１の長手方向に対して垂直な断面において、複数のコア５が対称性を有するように配置されてコア群５ａが形成される例について説明したが、マルチコアファイバ１の長手方向に対して垂直な断面の形態が、マルチコアファイバ１の長手方向を軸とする回転方向に対して方向性を有するものであれば、本発明は適用可能である。以下の説明では、特に記載がない限り、断面のコアの配置が対称性を有する場合について説明するが、回転方向に対して方向性を有するものであってもよい。

[0041] （第２実施形態）

次に、第２の実施形態について説明する。図３は、第２の実施の形態にかかるマルチコアファイバ１ａを示す断面図である。なお、以下の説明において、マルチコアファイバ１等と同様の機能を奏する構成については、図１等と同一の符号を付して、重複する説明を省略する。

[0042] マルチコアファイバ１ａは、マルチコアファイバ１とほぼ同様の構成であるが、クラッド３ａが非真円形である点で異なる。より具体的には、マルチコアファイバ１ａのクラッド３ａは略楕円形である。

[0043] マルチコアファイバ１ａは、マルチコアファイバ１と同様に、マルチコアファイバ１ａのクラッド３ａの中心（長軸方向の中心線Ａと短軸方向の中心線Ｂの交点）と、コア群５ａの中心（中心線Ａと中心線Ｃの交点）がずれている。すなわち、コア群５ａは、クラッド３ａに対して偏心して配置される。なお、コア群５ａの偏心方向は、長軸方向であることが望ましい。この場合、クラッド３ａの長軸方向の中心線Ａとコア群５ａの同一方向の中心線Ａとが共通する。なお、樹脂被覆７の断面外形は略真円である。また、樹脂被覆７の中心とクラッド３ａの中心は略一致する。

[0044] マルチコアファイバ１ａの調芯を行う場合には、マルチコアファイバ１と同様に、まず、接続対象である一対のマルチコアファイバ１ａのそれぞれの先端の樹脂被覆７を所定長さ除去する。

[0045] 次に、図４に示すように、樹脂被覆７を除去した範囲において、クラッド

３ａを一対のＶ溝治具９ａ、９ｂで挟み込む。Ｖ溝治具９ａ、９ｂは、それぞれＶ溝が形成された部材である。

[0046] なお、このようなＶ溝治具は、メカニカルスプライスなどで一般に使用されている。適切な形状のＶ溝で抑え込むと、マルチコアファイバ１ａの断面の長軸方向がＶ溝治具の対向方向になるように自然と抑え込むことができる。従って、常に一定の回転方向にそろうように整列することが容易になる。例えば、融着機のファイバホルダーにこの機構を設ければ、多心テープで一括接続も可能になる。多心テープである程度の整列がされていれば、樹脂被覆７を剥いだ状態のクラッド３ａをＶ溝で押さえ込めば、回転方向が合わせられるためである。

[0047] このように、Ｖ溝の形状をクラッド３ａに対応させることで、クラッド３ａをＶ溝治具９ａ、９ｂで挟み込むだけで、マルチコアファイバ１ａの回転方向の向きを、概ね図示した方向に揃えることができる。このような、Ｖ溝治具９ａ、９ｂで挟み込まれたマルチコアファイバ１ａ同士を対向させることで、調芯を容易に行うことができる。

[0048] なお、Ｖ溝での調芯を仮調芯として、その後、それぞれのマルチコアファイバ１ａの少なくとも一方を回転させて、コア５の位置を一致させることで、調芯を行ってもよい。前述した様に、複数のコア５の確認方向（図１のＤ方向およびＥ方向）において、それぞれのマルチコアファイバ１ａのコア５の位置が一致するように少なくとも一方のマルチコアファイバ１ａを回転させることで調芯を行うことができる。

[0049] また、図５（ａ）に示すように、Ｖ溝治具を用いなくても、一対のマルチコアファイバ１ａを対向するように配置すると、マルチコアファイバ１ａの回転方向の位置によって、外形が異なるように視認される。したがって、例えば、マルチコアファイバ１ａの側面から複数の外形計測器でクラッド３ａの形を計測し、互いの長軸と短軸を合わせるよう少なくとも一方のマルチコアファイバ１ａを回転させることで、図５（ｂ）に示すように、調芯を行うことができる。その後さらに、コア５の位置が一致していることを確認して

もよい。この状態で、マルチコアファイバ１ａ同士の先端を融着接続することで、マルチコアファイバ同士を接続し、マルチコアファイバの接続構造を得ることができる。

[0050] 第２の実施形態によれば、第１の実施形態と同様の効果を得ることができる。また、クラッド３ａが非真円形（楕円形）であるため、Ｖ溝治具によって、容易に調芯を行うことができる。また、外形を確認することで、調芯を行うこともできる。

[0051] また、楕円形同士のクラッド３ａを有するため、融着の際、溶融したガラスの表面張力によって、例えばクラッド３ａの長軸方向の端部同士が引き寄せあうことが期待できる。このため、多少の回転方向の位置ずれが、融着時に緩和される可能性もある。

[0052]（第３実施形態）

次に、第３の実施形態について説明する。図６は、第３の実施の形態にかかるマルチコアファイバ１ｂを示す断面図である。マルチコアファイバ１ｂは、マルチコアファイバ１ａとほぼ同様の構成であるが、クラッド３ｂが略しずく形である点が異なる。すなわち、クラッド３ｂも非真円形である。なお、樹脂被覆７の断面外形は略真円形状である。また、樹脂被覆７の中心とクラッド３ａの中心は略一致する。

[0053] ここで、しずく形とは、全周が連続した円弧状に形成されており、楕円と同様に、長軸およびこれと直交する短軸とを有し、長軸を対称軸として略線対称な形状であるとともに、長軸上の一方の円弧部とこれと対向する他方の円弧部の曲率半径が互いに異なる形状である。図示した例では、長軸方向の中心線Ａ上の上方の円弧部が小径部４ａであり、下方の円弧部が小径部４ａよりも曲率半径の大きな大径部４ｂとなる。

[0054] マルチコアファイバ１ｂは、マルチコアファイバ１と同様に、マルチコアファイバ１ｂのクラッド３ｂの中心（長軸方向の中心線Ａと短軸方向の中心線Ｂの交点）と、コア群５ａの中心（中心線Ａと中心線Ｃの交点）がずれている。ここで、クラッド３ｂの短軸方向の中心線Ｂは、中心線Ａと直交し、

中心線Ａ上の長軸方向のクラッド３ｂの長さ（最大長さ）に対し、端部からその１／２となる位置を通る中心線をいう。

[0055] このように、コア群５ａは、クラッド３ｂに対して偏心して配置される。なお、コア群５ａの偏心方向は、長軸方向であって、曲率半径の大きな大径部４ｂ側であることが望ましい。この場合、クラッド３ｂの長軸方向の中心線Ａとコア群５ａの同一方向の中心線とが共通する。

[0056] マルチコアファイバ１ｂの調芯を行う場合には、マルチコアファイバ１ａと同様に、Ｖ溝治具９ａ、９ｂを用いることができる。まず、接続対象である一対のマルチコアファイバ１ｂのそれぞれの先端の樹脂被覆７を所定長さ除去した後、図７に示すように、樹脂被覆７を除去した範囲において、クラッド３ｂを一対のＶ溝治具９ａ、９ｂで挟み込む。

[0057] なお、適切な形状のＶ溝で抑え込むと、マルチコアファイバ１ｂの断面の長軸方向がＶ溝治具の対向方向になるように自然と抑え込むことができる。特に、Ｖ溝治具９ａのＶ溝形状を、クラッド３ｂの大径部４ｂに適した形状とし、Ｖ溝治具９ｂのＶ溝形状を、クラッド３ｂの小径部４ａに適した形状とすれば、クラッド３ｂの向きを自然とそろえることもできる。

[0058] このように、Ｖ溝の形状をクラッド３ｂに対応させることで、クラッド３ｂをＶ溝治具９ａ、９ｂで挟み込むだけで、マルチコアファイバ１ｂの回転方向の向きを、概ね図示した方向に揃えることができる。このようにして、Ｖ溝治具９ａ、９ｂで挟み込まれたマルチコアファイバ１ａ同士を対向させることで、調芯を行うことができる。

[0059] なお、Ｖ溝での調芯を仮調芯として、その後、それぞれのマルチコアファイバ１ｂの少なくとも一方を回転させて、コア５の位置を一致させることで、調芯を行ってもよい。前述した様に、複数のコア５の確認方向（図１のＤ方向およびＥ方向）において、それぞれのマルチコアファイバ１ｂのコア５の位置が一致するように少なくとも一方のマルチコアファイバ１ｂを回転させることで調芯を行うことができる。

[0060] また、前述した様に、Ｖ溝治具を用いなくても、一対のマルチコアファイ

バ１ｂを対向するように配置した状態でクラッド３ｂの外形を計測し、互いの長軸と短軸を合わせるよう少なくとも一方のマルチコアファイバ１ｂを回転させることで、調芯を行うこともできる。その後さらに、コア５の位置が一致していることを確認してもよい。

[0061] 次に、マルチコアファイバ１ｂを用いたテープ心線の製造方法について説明する。前述したマルチコアファイバ１ａと同様に、Ｖ溝治具９ａ、９ｂによって、複数のマルチコアファイバ１ｂのそれぞれの回転方向位置を揃えた状態でテープ化することもできるが、他の方法を用いることもできる。

[0062] 図８は、光ファイバテープ心線製造装置１０を示す概略平面図、図９は、光ファイバテープ心線製造装置１０を示す概略側方図である。光ファイバテープ心線製造装置１０は、ローラ１３、テープ樹脂被覆部１５等からなる。なお、図示した例では、４本のマルチコアファイバ１ｂをテープ化する例を示すが、マルチコアファイバ１ｂの本数は問わない。

[0063] ボビン１１から繰り出されたマルチコアファイバ１ｂは、それぞれローラ１３に送られる。マルチコアファイバ１ｂは、所定の張力が付与された状態でローラ１３に接して屈曲する。

[0064] 図１０は、図９のＨ部における部分断面図である。図１０に示すように、所定の張力を付した状態でマルチコアファイバ１ｂをローラ１３に接触させて屈曲させると、マルチコアファイバ１ｂは、より安定な回転方向の向きとなるように、自身で回転する。具体的には、クラッド３ｂの重心位置（大径部４ｂ）が、ローラ１３側（屈曲部の内周側）にくるように、マルチコアファイバ１ｂが回転する。これは、大径部４ｂ側は、小径部４ａ側と比較して、軽量で伸びやすい樹脂被覆７の量が少ないため、変形のしやすい小径部４ａが外周側に向き、重心に近く変形のしにくい大径部４ｂがローラ１３に押し付けられるようになるためと思われる。

[0065] より具体的には、マルチコアファイバ１ｂの長手方向に垂直な断面において、クラッド３ｂの長軸と直交する樹脂被覆７の中心線（すなわち、図６の中心線Ｂ）でマルチコアファイバ１ｂの断面を二つの領域に区分した場合、

マルチコアファイバ１ｂの断面のそれぞれの領域におけるクラッド３ｂが占める割合を比較すると、小径部４ａ側よりも大径部４ｂ側の方が、クラッド３ｂの占める割合が多く、大径部４ｂ側よりも小径部４ａ側の方が、樹脂被覆７の占める割合が多い。ここで、マルチコアファイバ１ｂの断面における任意の中心線で領域を区分した場合において、最もクラッド３ｂの割合が多くなる方向が、ローラ１３側となる方向に安定しやすい。したがって、大径部４ｂ側がローラ１３側に押し付けられる方向に回転する。

[0066] このように、それぞれのマルチコアファイバ１ｂがローラ１３との接触によって、より安定な向きに揃えられ、すべて一定の向きに揃ったマルチコアファイバ１ｂは、テープ樹脂被覆部１５を通過する。テープ樹脂被覆部１５では、複数本のマルチコアファイバ１ｂが整列されて、外周部にテープ樹脂被覆が塗布される。テープ樹脂被覆部１５は、例えば、整列ダイスや押出ダイスからなる押出機である。

[0067] テープ樹脂被覆部１５で塗布されたテープ樹脂被覆は、必要に応じて、乾燥やＵＶ照射によって硬化する。複数本のマルチコアファイバ１ｂが一体化されたテープ心線１７は、図示を省略した巻き取り装置によって巻き取られる。以上により、テープ心線１７が製造される。

[0068] 図１１は、テープ心線１７の断面図である。前述した様に、テープ心線１７は、複数のマルチコアファイバ１ｂが併設されて、その外周をテープ樹脂被覆１９で被覆して一体化されたものである。テープ心線１７の長手方向に垂直な断面において、全てのマルチコアファイバ１ｂのクラッド３ｂが同一の方向に向くように配置される。より具体的には、クラッド３ｂの大径部４ｂが、テープ心線１７の同一の面方向に揃うように配置される。

[0069] この結果、全てのマルチコアファイバ１ｂのコア５の配置が、全て同じ向きに配列するようにマルチコアファイバ１ｂが配置される。例えば、図示した例では、３つのコア５をつなぐそれぞれのマルチコアファイバ１の一つの中心線が、全て、テープ心線１７の厚み方向（図の上下方向）に向くようにマルチコアファイバ１が配置される。また、テープ心線１７は、テープ心線

１７の長手方向の全長にわたって、コア５の配列が略一定である。すなわち、テープ心線１７の長手方向の任意の断面において、常に、コア５の配列が略一定となる。

[0070] 第３の実施形態によれば、第２の実施形態と同様の効果を得ることができる。また、クラッド３ｂがしずく形であるため、クラッド３ａと同様の調芯方法以外に、光ファイバテープ心線製造装置１０によって、容易にテープ心線を製造することができる。

[0071] なお、光ファイバテープ心線製造装置１０においては、マルチコアファイバ１ｂの自己の回転力を利用する。このため、ボビン１１とローラ１３との間（他の構成がある場合には、他の構成とローラ１３との間）の距離を十分にとる必要がある。この距離が短いと、マルチコアファイバ１ｂの回転がボビン１１等によって拘束されて、自由な回転が阻害される恐れがあるためである。

[0072] （他のマルチコアファイバの実施形態）

本発明に適用可能なマルチコアファイバは、前述したような形態には限られない。例えば、図１２（ａ）に示すように、コア５が列をなして配列したマルチコアファイバ１ｄにも適用が可能である。図示した例では、コア５が２列に配列した例を示す。この場合でも、コア５を包含する最小円をコア群５ａとし、この中心がクラッド３の中心とずれるように配置すればよい。

[0073] また、図１２（ｂ）に示すマルチコアファイバ１ｄのように、このようなコア５の配置を、楕円形のクラッド３ａと組み合わせてもよい。また、図１２（ｃ）に示すマルチコアファイバ１ｅのように、このようなコア５の配置を、しずく形のクラッド３ｂと組み合わせてもよい。

[0074] また、本発明は、マルチコアファイバ１ｂ以外の他のマルチコアファイバについても、テープ心線とすることができる。図１３は、一例としてマルチコアファイバ１を用いたテープ心線１７ａの断面図である。テープ心線１７ａは、マルチコアファイバ１の端面の側方観察で、コア５の位置を観察し、全てのマルチコアファイバ１の方向を合わせながら、外周に被覆樹脂を設け

てテープ化することで製造される。このようにすることで、テープ心線１７ａの長手方向に垂直な断面において、全てのマルチコアファイバ１のクラッド３が同一の方向に向くように配置することができる。

[0075] （他の光ファイバの実施形態）

本発明は、単一のコア５を有する光ファイバにも適用が可能である。

[0076] 例えば、図１４（ａ）に示す光ファイバ１ｆは、単一のコア５と、コア５を被覆するクラッド３ｂと、クラッド３ｂを被覆する樹脂被覆７とを有する。光ファイバ１ｆの長手方向に対して垂直な断面におけるクラッド３ｂの断面形状は、非真円形（図ではしずく形の例を示す）である。コア５の位置（中心線Ａと線Ｃとの交点）は、クラッド３ｂの中心位置（中心線Ａ，Ｂの交点）からずれた位置に配置される。したがって、光ファイバ１ｆの長手方向に対して垂直な断面の形態が、光ファイバ１ｆの長手方向を軸とする回転方向に対して方向性を有する。

[0077] この場合には、クラッド３ｂの断面形状は、非真円形であるので、図７に示したＶ溝治具９ａ、９ｂを用い、適切な形状のＶ溝で抑え込むことで、光ファイバ１ｆの断面の長軸方向がＶ溝治具の対向方向になるように自然と抑え込むことができる。従って、常に一定の回転方向にそろうように整列することが容易になる。また、一対の光ファイバ１ｆを調芯する場合は、コア５の確認方向（図１のＤ方向およびＥ方向）において、それぞれの光ファイバ１ｆのコア５の位置が一致するように少なくとも一方の光ファイバ１ｆを回転させることで、一対の光ファイバ１ｆの調芯を行うこともできる。

[0078] また、図５（ａ）に示すように、一対の光ファイバ１ｆを対向するように配置した場合、光ファイバ１ｆの回転方向の位置によって、外形が異なるように視認される。したがって、例えば、光ファイバ１ｆの側面から複数の外形計測器でクラッド３ｂの形を計測し、互いの長軸と短軸を合わせるよう少なくとも一方の光ファイバ１ｆを回転させることで、調芯を行うことができる。

[0079] このように、接続対象である一対の光ファイバ１ｆのそれぞれの先端の樹

脂被覆７を所定長さ除去し（樹脂被覆除去工程）、一対の一対の光ファイバ１ｆを対向するように配置し（ファイバ配置工程）、一対の前記光ファイバを、一対のＶ溝治具でそれぞれ挟み込んで保持し、前記光ファイバの回転方向の向きを揃える（調芯工程）によって、確実に光ファイバ１ｆ同士の調芯を行うことができる。

[0080] また、この様にして、一対の光ファイバの長手方向に対して垂直な断面において、それぞれの光ファイバの外形およびコアの配置がほぼ同じ光ファイバ１ｆ同士に対し、互いのコア５同士およびクラッド３ｂ同士を融着して接続することで、一対の光ファイバの接続構造を得ることができる。

[0081] また、図１４（ｂ）は、光ファイバ１ｆに対して、コア５とは別にマーカ６が配置された光ファイバ１ｇを示す図である。光ファイバ１ｇのように、コア５とは別に、クラッド３ｂの側方から、コア５よりも確認しやすい位置にマーカ６を配置してもよい。この場合、マーカ６の確認方向（図１のＤ方向およびＥ方向）において、それぞれの光ファイバ１ｇのマーカ６の位置が一致するように少なくとも一方の光ファイバ１ｇを回転させることで調芯を行い、テープ化や接続を行うことができる。

[0082] また、光ファイバ１ｆ、１ｇのように、クラッドの外径がしずく形の場合には、図８、図９に示した光ファイバテープ心線製造装置１０を用いて、単心の光ファイバ１ｆ、１ｇからなるテープ心線を製造することも可能である。すなわち、それぞれの光ファイバ１ｆ、１ｇをローラに沿って屈曲させる屈曲工程と、光ファイバ１ｆ、１ｇをテープ化するテープ化工程とから、テープ心線を製造することができる。このように、複数の光ファイバ１ｆ、１ｇが複数本併設され、その外周がテープ樹脂被覆により被覆されたテープ心線を得ることができる。また、この際、テープ心線の長手方向に垂直な断面において、全ての光ファイバ１ｆ、１ｇのクラッド３ｂが同一の方向に向くように配置することができる。

[0083] 以上、添付図を参照しながら、本発明の実施の形態を説明したが、本発明の技術的範囲は、前述した実施の形態に左右されない。当業者であれば、特

許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

[0084] 例えば、非真円形のクラッドの断面形状としては、楕円形やしずく形以外であってもよい。

符号の説明

[0085] １、１ａ、１ｂ、１ｃ……マルチコアファイバ

１ｆ、１ｇ……光ファイバ

３、３ａ、３ｂ……クラッド

４ａ……小径部

４ｂ……大径部

５……コア

５ａ……コア群

６……マーカ

７……樹脂被覆

９ａ、９ｂ……Ｖ溝治具

１０……光ファイバテープ心線製造装置

１１……ボビン

１３……ローラ

１５……テープ樹脂被覆部

１７……テープ心線

１９……テープ樹脂被覆

請求の範囲

[請求項1] 複数のコアからなるコア群と、前記コア群を被覆するクラッドと、前記クラッドを被覆する樹脂被覆と、を有する光ファイバであって、

前記光ファイバの長手方向に対して垂直な断面の形態が、前記光ファイバの長手方向を軸とする回転方向に対して方向性を有し、かつ、前記クラッドの中心の位置と、前記コア群の中心の位置が異なることを特徴とする光ファイバ。

[請求項2] 前記光ファイバの長手方向に対して垂直な断面において、複数の前記コアが対称性を有するように配置されて前記コア群が形成されることを特徴とする請求項１記載の光ファイバ。

[請求項3] 前記光ファイバの長手方向に対して垂直な断面における前記クラッドの断面形状が、非真円形であることを特徴とする請求項１記載の光ファイバ。

[請求項4] 前記光ファイバの長手方向に対して垂直な断面における前記クラッドの断面形状が楕円形であることを特徴とする請求項３記載の光ファイバ。

[請求項5] 前記光ファイバの長手方向に対して垂直な断面における前記クラッドの断面形状がしずく形であることを特徴とする請求項３記載の光ファイバ。

[請求項6] コアと、前記コアを被覆するクラッドと、前記クラッドを被覆する樹脂被覆と、を有する光ファイバであって、

前記光ファイバの長手方向に対して垂直な断面における前記クラッドの断面形状が、非真円形であり、

前記光ファイバの長手方向に対して垂直な断面の形態が、前記光ファイバの長手方向を軸とする回転方向に対して方向性を有し、かつ、前記クラッドの中心の位置と、前記コアの中心の位置が異なることを特徴とする光ファイバ。

[請求項7] 請求項１記載の光ファイバを複数本併設し、その外周をテープ樹脂

被覆により被覆したテープ心線であって、

前記テープ心線の長手方向に垂直な断面において、全ての前記光ファイバの前記クラッドが同一の方向に向くように配置されていることを特徴とするテープ心線。

[請求項8] 請求項６記載の光ファイバを複数本併設し、その外周をテープ樹脂被覆により被覆したテープ心線であって、

前記テープ心線の長手方向に垂直な断面において、全ての前記光ファイバの前記クラッドが同一の方向に向くように配置されていることを特徴とするテープ心線。

[請求項9] 複数のコアからなるコア群と、前記コア群を被覆するクラッドと、前記クラッドを被覆する樹脂被覆と、を有する一対の光ファイバの調芯方法であって、

前記光ファイバの長手方向に対して垂直な断面の形態が、前記光ファイバの長手方向を軸とする回転方向に対して方向性を有し、かつ、前記クラッドの中心の位置と、前記コア群の中心の位置が異なっており、

一対の前記光ファイバの先端の前記樹脂被覆を所定長さ除去する樹脂被覆除去工程と、

一対の前記光ファイバを対向するように配置するファイバ配置工程と、

前記光ファイバの長手方向に対して垂直な複数方向から、前記クラッドにおける前記コアの位置を確認し、それぞれの前記光ファイバの前記コアの位置が一致するように、一方または両方の前記光ファイバを回転させる調芯工程と、

を具備することを特徴とする光ファイバの調芯方法。

[請求項10] 複数のコアからなるコア群と、前記コア群を被覆するクラッドと、前記クラッドを被覆する樹脂被覆と、を有する複数の光ファイバを用いたテープ心線の製造方法であって、

前記光ファイバの長手方向に対して垂直な断面の形態が、前記光ファイバの長手方向を軸とする回転方向に対して方向性を有し、かつ、前記クラッドの中心の位置と、前記コア群の中心の位置が異なっており、前記クラッドの断面形状がしずく形であり、

それぞれの前記光ファイバをローラに沿って屈曲させる屈曲工程と、

前記光ファイバをテープ化するテープ化工程と、

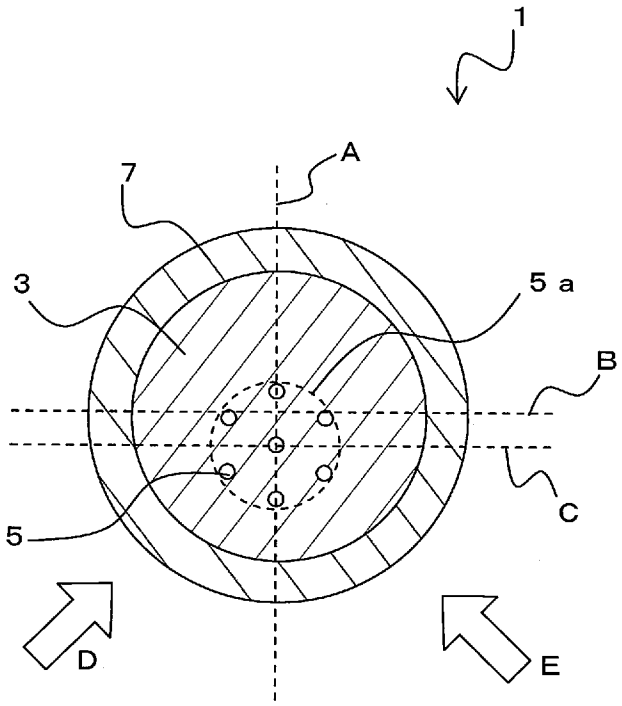
を具備することを特徴とするテープ心線の製造方法。

[請求項11] 複数のコアからなるコア群と、前記コア群を被覆するクラッドと、前記クラッドを被覆する樹脂被覆と、を有する一対の光ファイバの接続構造であって、

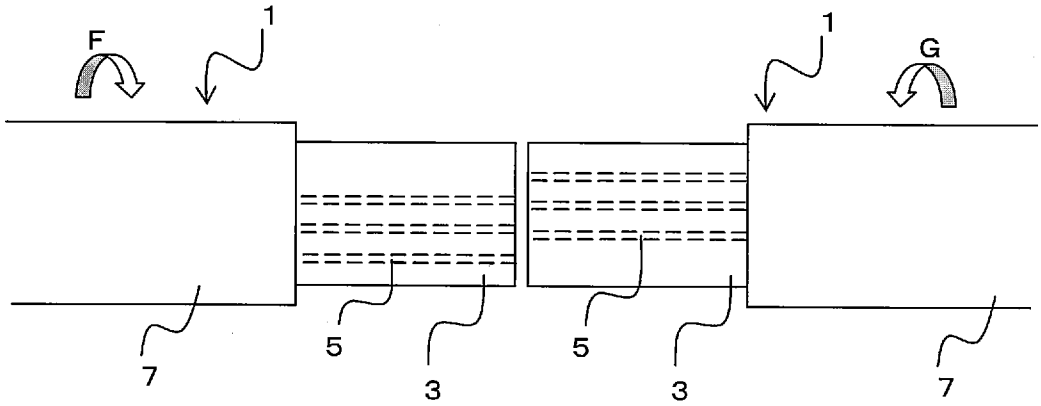
前記光ファイバの長手方向に対して垂直な断面の形態が、前記光ファイバの長手方向を軸とする回転方向に対して方向性を有し、かつ、前記クラッドの中心の位置と、前記コア群の中心の位置が異なっており、

前記光ファイバの長手方向に対して垂直な断面において、一対の前記光ファイバの外形および前記コアの配置が、ほぼ同じであり、それぞれのコア同士およびクラッド同士が接続されていることを特徴とする光ファイバの接続構造。

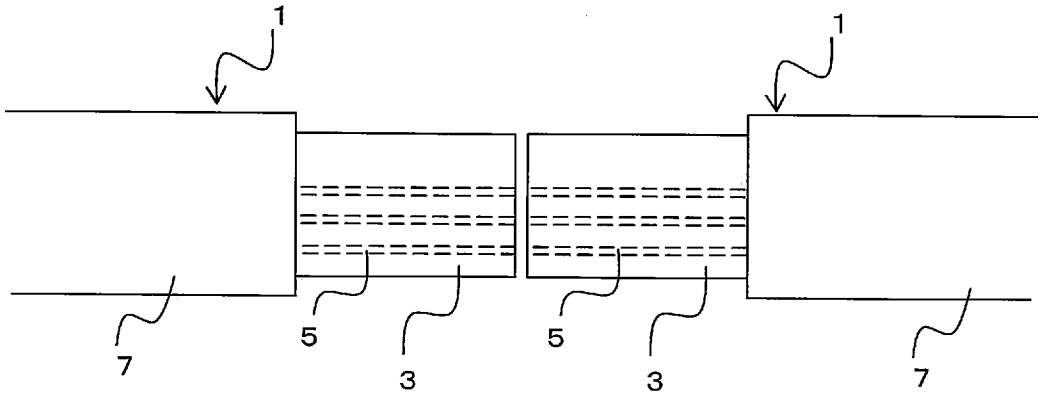
[図1]



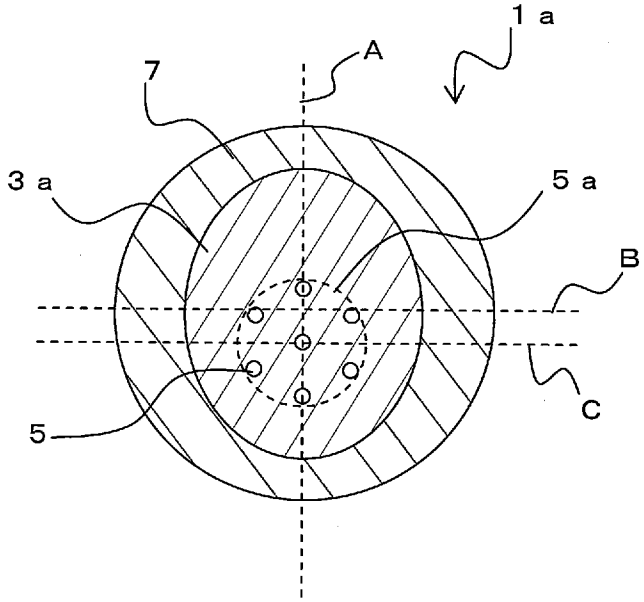
[図2(a)]



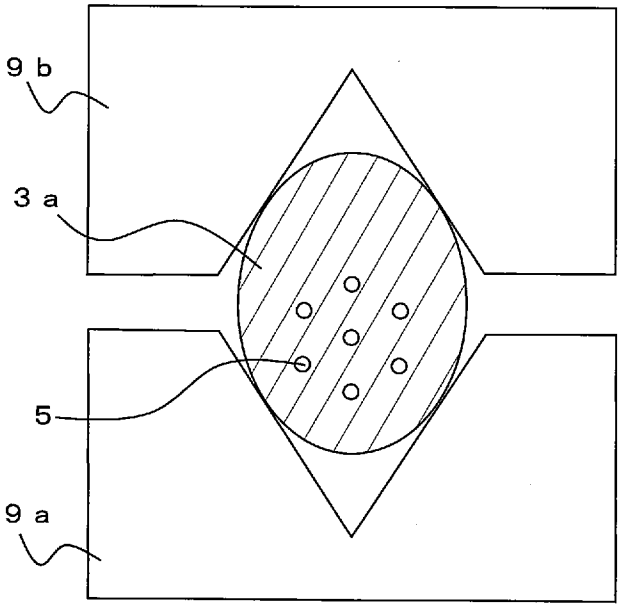
[図2(b)]



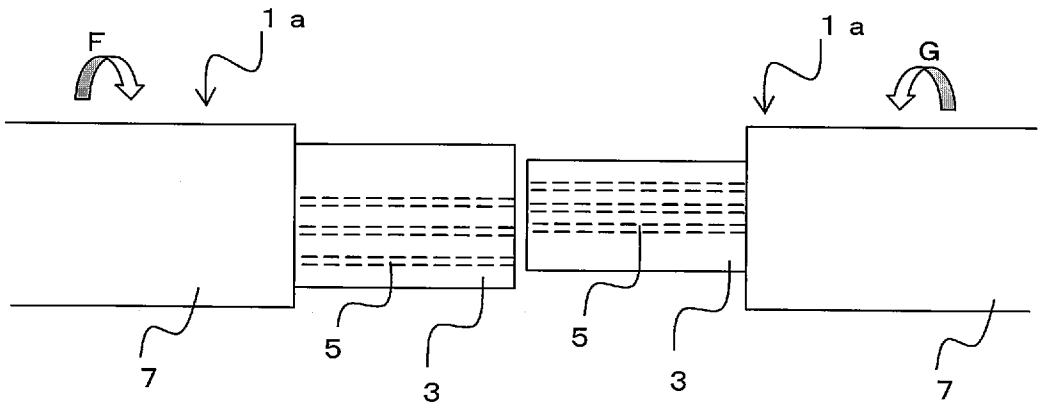
[図3]



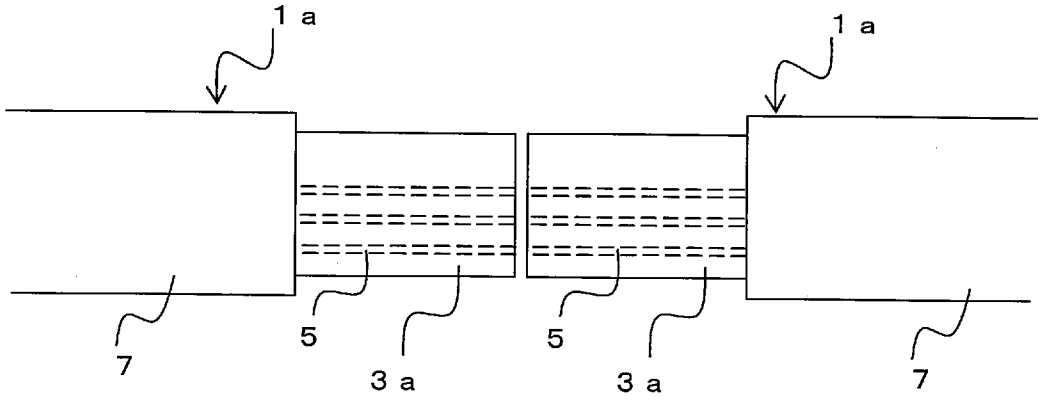
[図4]



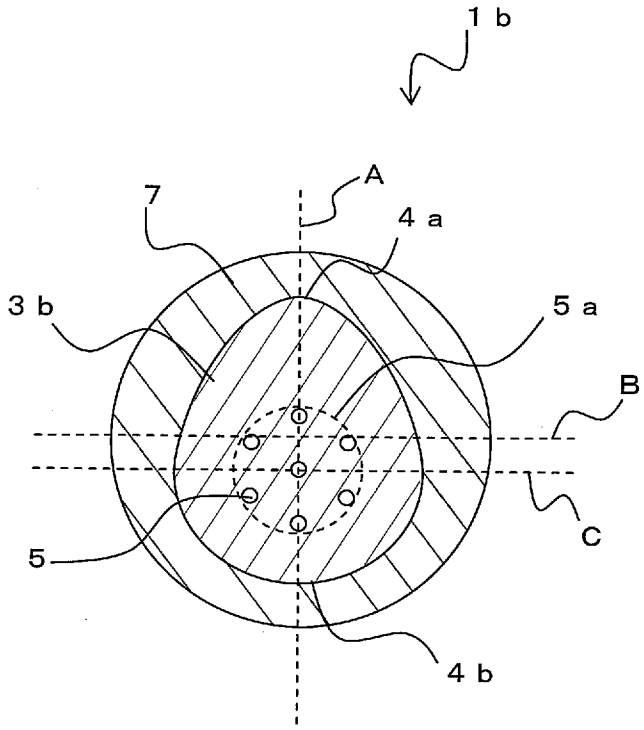
[図5(a)]



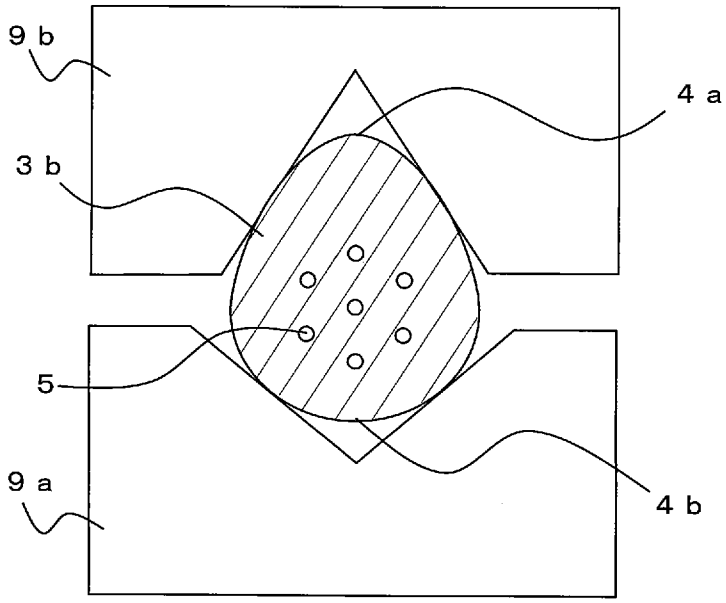
[図5(b)]



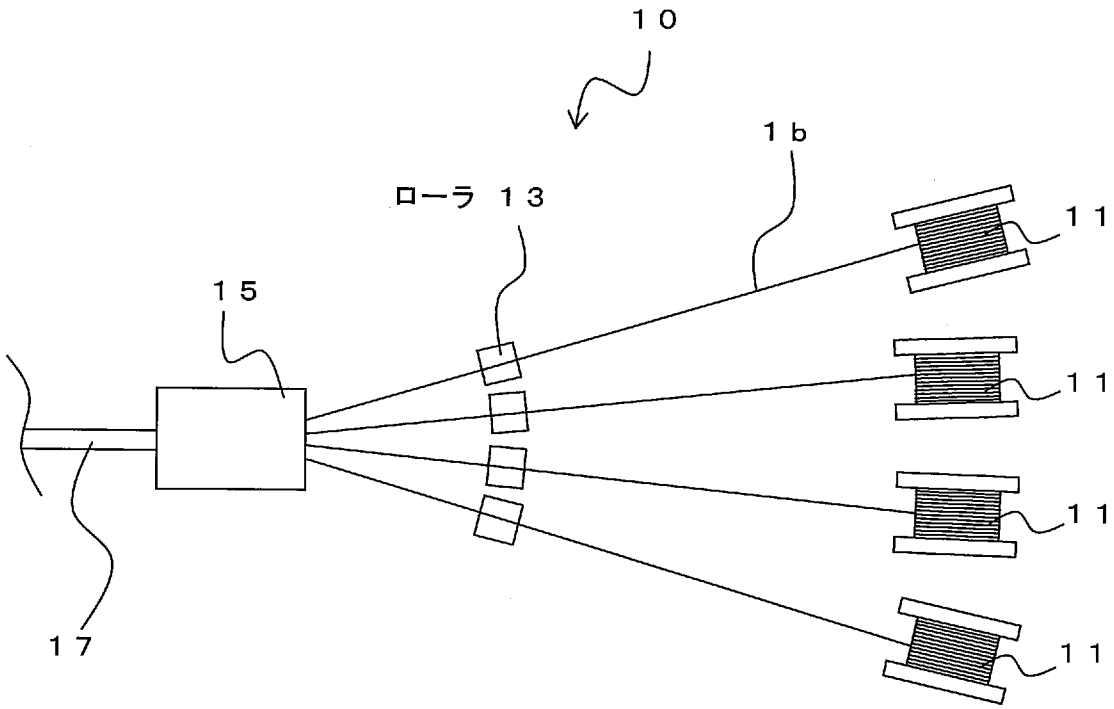
[図6]



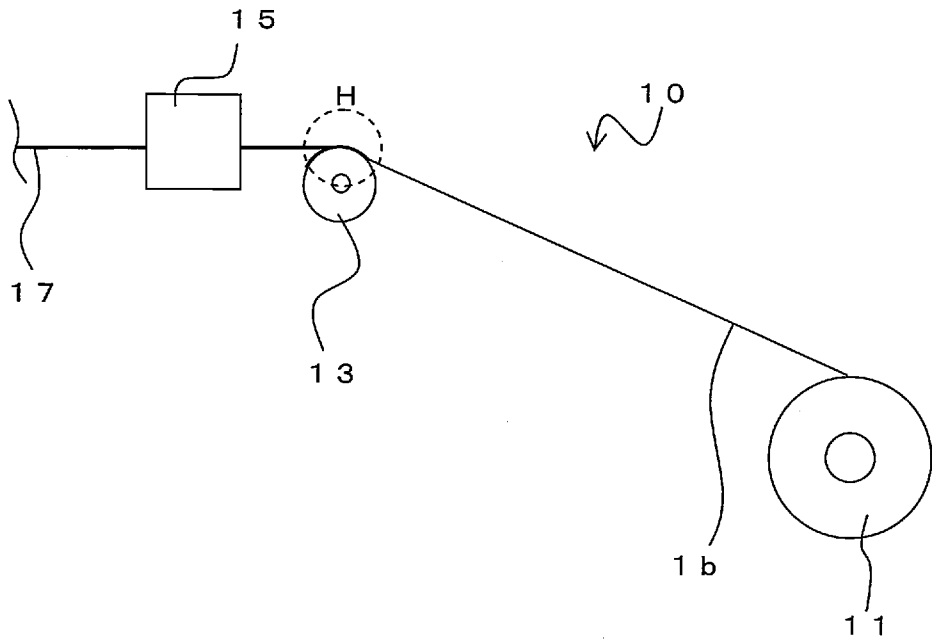
[図7]



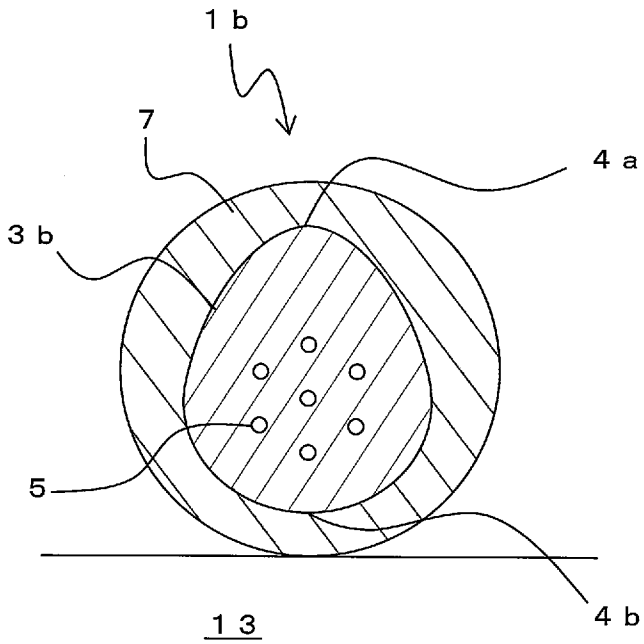
[図8]



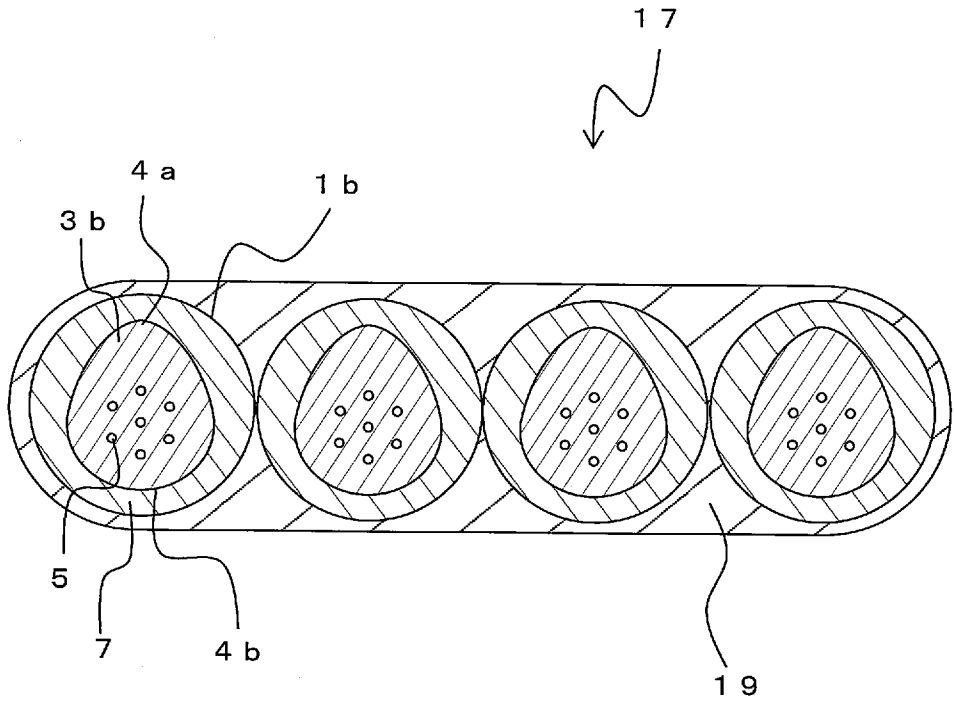
[図9]



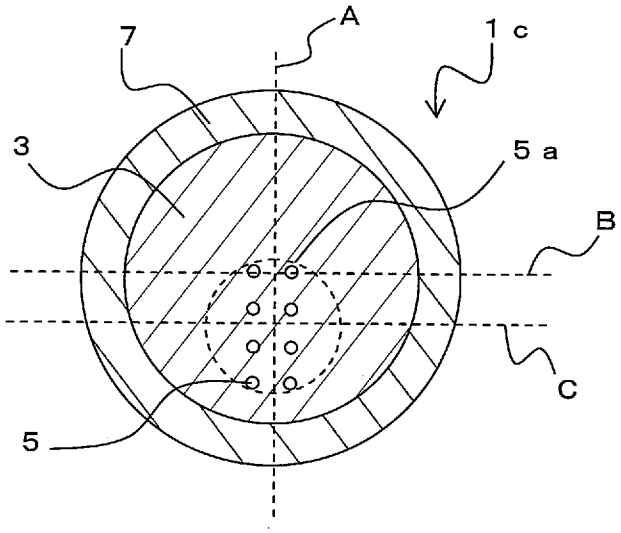
[図10]



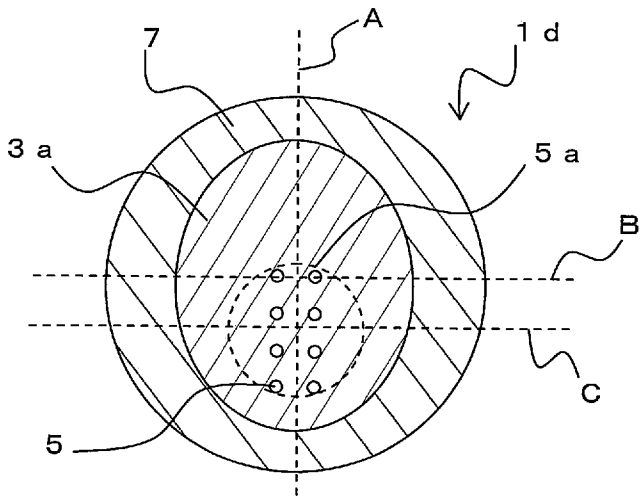
[図11]



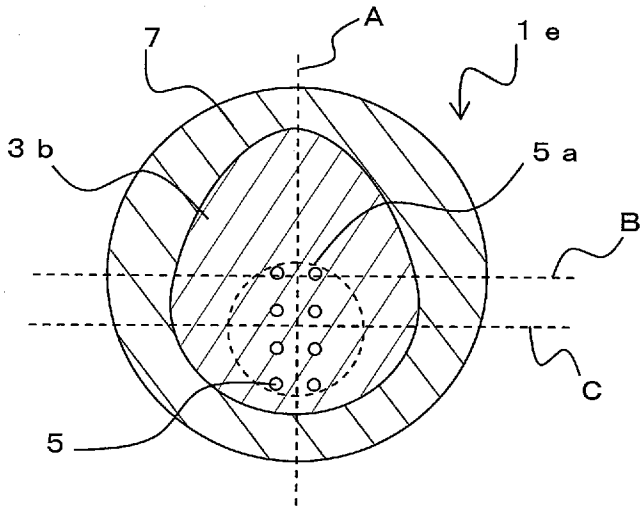
[図12(a)]



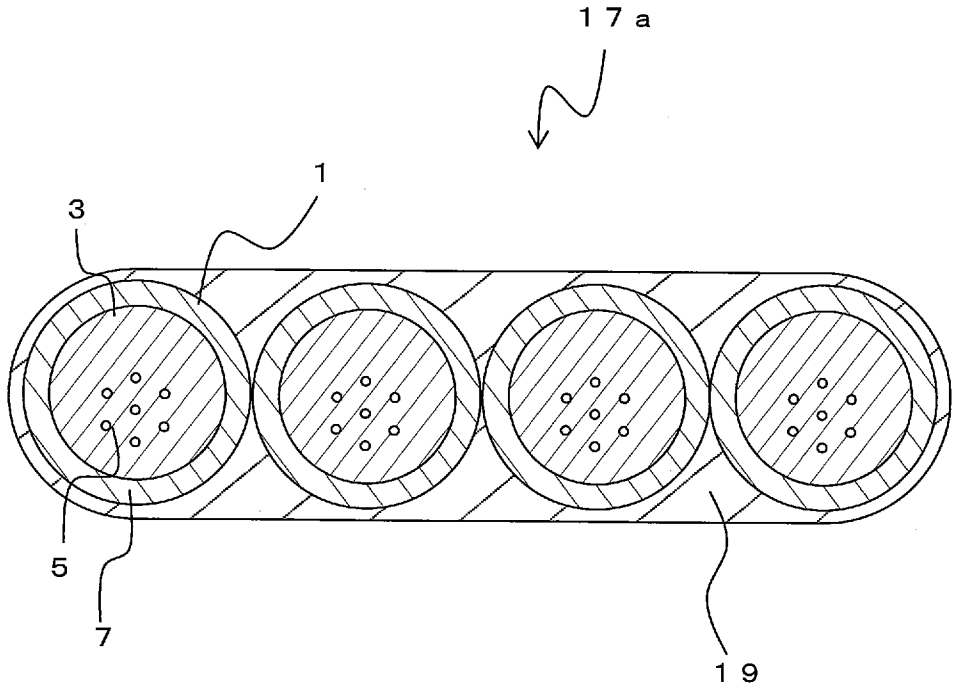
[図12(b)]



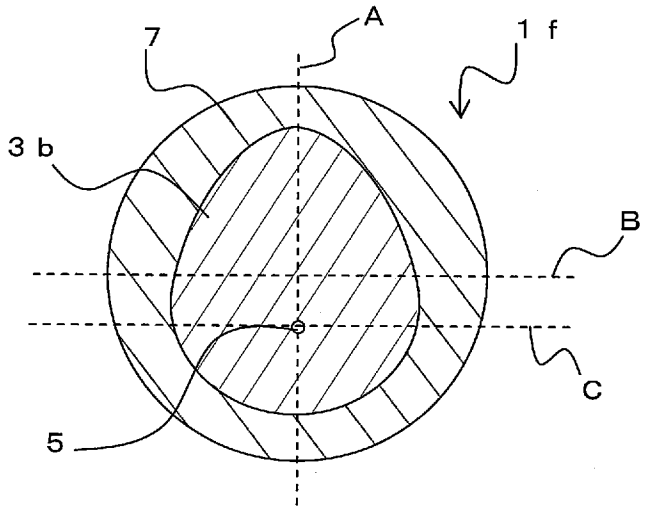
[図12(c)]



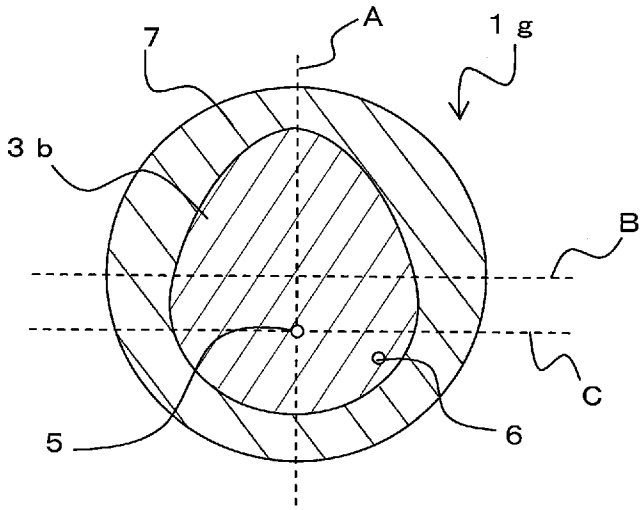
[図13]



[図14(a)]



[図14(b)]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/076873

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G02B6/02(2006.01)i, *G02B6/255*(2006.01)i, *G02B6/44*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G02B6/02-6/036, G02B6/44

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 60-108807 A (Fujikura Ltd.), 14 June 1985 (14.06.1985), page 2, lower left column, line 4 to lower right column, line 2; fig. 8 (Family: none)	6 1-5,7-11
Y	JP 2013-160800 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 19 August 2013 (19.08.2013), paragraphs [0020], [0026] to [0032]; fig. 4(a), 5 to 7 & US 2015/0016791 A1 paragraphs [0027], [0033] to [0039]; fig. 4(a), 5 to 7 & WO 2013/114770 A1 & EP 2811325 A1 & CN 104081234 A	1-5,7-8,10

☒ 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	Date of mailing of the international search report
06 November 2015 (06.11.15)	17 November 2015 (17.11.15)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/076873

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2013-50695 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 14 March 2013 (14.03.2013), paragraphs [0054] to [0058]; fig. 4 & US 2015/0055923 A1 paragraphs [0074] to [0079]; fig. 4 & WO 2013/128730 A1	9,11
Y	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 3890/1993(Laid-open No. 64211/1994) (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 09 September 1994 (09.09.1994), paragraphs [0010], [0020] to [0021], [0026]; fig. 7 & US 5386484 A column 13, lines 1 to 37; column 14, lines 5 to 41; fig. 17 & EP 592114 A2 & CA 2105785 A1	10

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０７６８７３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G02B6/02(2006.01)i, G02B6/255(2006.01)i, G02B6/44(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G02B6/02-6/036, 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	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y	JP 60-108807 A (株式会社フジクラ) 1985.06.14, 第２頁左下欄第４行-右下欄第２行, 第８図 (ファミリーなし)	6 1-5,7-11
Y	JP 2013-160800 A (住友電気工業株式会社) 2013.08.19, 段落[0020],[0026]-[0032], 図４(a), 5-7 & US 2015/0016791 A1, 段落[0027],[0033]-[0039], Figs. 4(a), 5-7 & WO 2013/114770 A1 & EP 2811325 A1 & CN 104081234 A	1-5,7-8,10

☑　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
「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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「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	国際調査報告の発送日
０６．１１．２０１５	１７．１１．２０１５

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｘ　５７０８
佐藤　宙子
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２９４

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2013-50695 A (古河電気工業株式会社) 2013.03.14, 段落[0054]-[0058], 図 4 & US 2015/0055923 A1, 段落[0074]-[0079], Fig. 4 & WO 2013/128730 A1	9,11
Y	日本国実用新案登録出願 5-3890 号（日本国実用新案登録出願公開 6-64211 号）の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録した CD-ROM（住友電気工業株式会社）1994.09.09, 段落[0010], [0020]-[0021], [0026], 図 7 & US 5386484 A, 第 13 欄第 1-37 行, 第 14 欄第 5-41 行, FIG. 17 & EP 592114 A2 & CA 2105785 A1	10