

(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
2022年6月16日(16.06.2022)



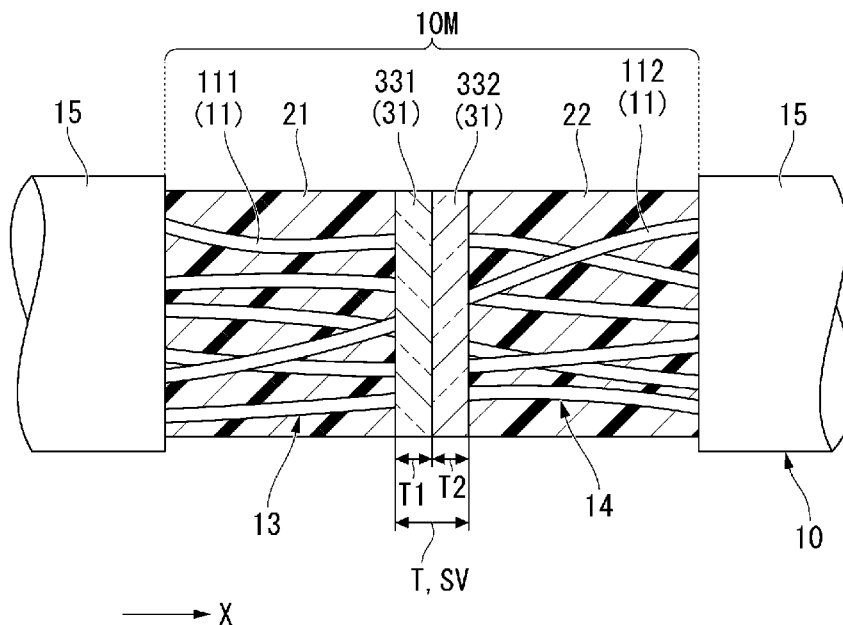
(10) 国際公開番号

WO 2022/123824 A1

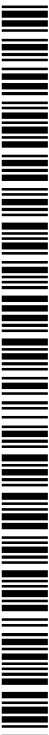
- (51) 国際特許分類:
G02B 6/26 (2006.01) *G02B 6/40* (2006.01)
G02B 6/04 (2006.01) *G02B 6/44* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/029333
- (22) 国際出願日: 2021年8月6日(06.08.2021)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
 特願 2020-205028 2020年12月10日(10.12.2020) JP
- (71) 出願人: 株式会社フジクラ (FUJIKURA LTD.)
 [JP/JP]; 〒1358512 東京都江東区木場 1
 - 5 - 1 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 小田 拓弥 (ODA Takuya); 〒2858550 千
 葉県佐倉市六崎 1 4 4 0 株式会社フジクラ 佐
 倉事業所内 Chiba (JP). 西村 顕人 (NISHIMURA
 Akito); 〒2858550 千葉県佐倉市六崎 1 4 4 0
 株式会社フジクラ 佐倉事業所内 Chiba (JP).
- (74) 代理人: 及 川 周, 外 (OIKAWA Shu et al.);
 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁
 目9番2号 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, DJ, DK, DM, DO, DZ,
 EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
 HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,
 KN, KP, KR, KW, 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,

(54) Title: OPTICAL FIBER CABLE CONNECTION STRUCTURE AND METHOD FOR MANUFACTURING OPTICAL FIBER CABLE

(54) 発明の名称: 光ファイバケーブルの接続構造及び光ファイバケーブルの製造方法



(57) Abstract: This optical fiber cable connection structure comprises, in a middle part (10M) in the longitudinal direction of an optical fiber cable (10), a plurality of optical fibers (11) divided into a first bundle (13) and a second bundle (14); a first securing part (21) that integrally secures the plurality of optical fibers (11) of the first bundle (13) located in the middle part (10M); a second securing part (22) that integrally secures the plurality of optical fibers (11) of the second bundle (14) located in the middle part (10M); and an optical path (31) that is provided between the first bundle (13) and the second bundle (14), maintains a space between the first bundle (13) and the second bundle (14) in the longitudinal direction, and optically connects the divided optical fibers (11).



WO 2022/123824 A1

QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, 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))

(57) 要約: 光ファイバケーブルの接続構造は、光ファイバケーブル (10) の長手方向における中間部 (10M) において、第1の束 (13) と第2の束 (14) とに分断された複数の光ファイバ (11) と、前記中間部 (10M) に位置する前記第1の束 (13) の複数の光ファイバ (11) を一体に固定する第1固定部 (21) と、前記中間部 (10M) に位置する前記第2の束 (14) の複数の光ファイバ (11) を一体に固定する第2固定部 (22) と、前記第1の束 (13) と前記第2の束 (14) との間に設けられて前記長手方向における前記第1の束 (13) と前記第2の束 (14) との間の間隔を保持すると共に、分断された光ファイバ (11) 同士を光学的に接続する光路 (31) と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

光ファイバケーブルの接続構造及び光ファイバケーブルの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、光ファイバケーブルの接続構造及び光ファイバケーブルの製造方法に関する。

本願は、2020年12月10日に日本に出願された特願2020-205028号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、マルチコア光ファイバをフェルールに実装した状態で、フェルールを2つのフェルール部材に分割するようにフェルール及びマルチコア光ファイバを切断する手法が開示されている。このような手法では、2つのフェルール部材の切断面において、マルチコア光ファイバの複数のコア部の位置が一致する。このため、二つのフェルール部材の切断面を突き合わせることで、マルチコア光ファイバ同士を効率よく（短時間で）接続することができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特開2020-052133号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 多数の光ファイバを含む光ファイバケーブルにおいても、一つの光ファイバケーブルを他方の光ファイバケーブルに効率よく（短時間で）接続する、すなわち、多数の光ファイバを一括して接続することが求められている。しかしながら、多数の光ファイバケーブルの全てが、一つの光ファイバケーブルの長手方向に平行して延びることに限らず、当該長手方向に対して傾斜して延びていることもある。このため、特許文献1の手法のように、光ファイ

バケブルの多数の光ファイバを切断した後に、多数の光ファイバの切断面を互いに単純に突き合わせるだけでは、一部の光ファイバ（特に傾斜して延びる光ファイバ）が突き合わせ位置において位置ずれし、正しく接続されない場合がある。

[0005] 本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであって、複数の光ファイバを一括して接続することができる光ファイバケーブルの接続構造及び光ファイバケーブルの製造方法を提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一態様に係る光ファイバケーブルの接続構造は、光ファイバケーブルの長手方向における中間部において、第1の束と第2の束とに分断された複数の光ファイバと、前記中間部に位置する前記第1の束の複数の光ファイバを一体に固定する第1固定部と、前記中間部に位置する前記第2の束の複数の光ファイバを一体に固定する第2固定部と、前記第1の束と前記第2の束との間に設けられて前記長手方向における前記第1の束と前記第2の束との間の間隔を保持すると共に、分断された光ファイバ同士を光学的に接続する光路と、を備える。

[0007] 上記の光ファイバケーブルの接続構造では、第1の束と第2の束との間隔を、光路によって、複数の光ファイバを第1の束と第2の束とに分断した際の削り代の長さに対応する間隔に保持することができる。また、光路によって第1の束の光ファイバと第2の束の光ファイバとを光学的に接続することができる。これにより、光ファイバが光ファイバケーブルの長手方向に対して傾斜して延びていても、第1の束の光ファイバと第2の束の光ファイバとを簡単に正しく接続することができる。したがって、光ファイバケーブルの複数の光ファイバを一括して接続することが可能となる。

[0008] 上記光ファイバケーブルの接続構造において、前記光路は、光透過性を有し、前記第1の束及び前記第2の束の切断面の少なくとも一方に設けられた光学樹脂であってもよい。

[0009] 上記光ファイバケーブルの接続構造において、前記光路は、光硬化性樹脂

によって形成され、前記第1の束及び前記第2の束の切断面から延びて分断された複数の光ファイバ同士を個別に接続する複数の自己形成光導波路であってもよい。

[0010] 本発明の一態様に係る光ファイバケーブルの製造方法は、光ファイバケーブルの長手方向における中間部において、複数の光ファイバを樹脂によって固めて固定部を形成する固定工程と、前記固定部において前記複数の光ファイバを切断して第1の束と第2の束とに分断する分断工程と、前記第1の束と前記第2の束との間の間隔を、前記分断工程における削り代の長さに対応する間隔に保持した状態で、前記分断工程において分断された光ファイバ同士を光学的に接続する接続工程と、を備える。

[0011] 上記の光ファイバケーブルの製造方法では、接続工程において、第1の束と第2の束との間隔を、削り代の長さに対応する間隔に保持した状態で、第1の束の光ファイバと第2の束の光ファイバとを光学的に接続する。これにより、光ファイバが光ファイバケーブルの長手方向に対して傾斜して延びていても、第1の束の光ファイバと第2の束の光ファイバとを簡単に正しく接続することができる。したがって、光ファイバケーブルの複数の光ファイバを一括して接続することが可能となる。

[0012] 上記光ファイバケーブルの製造方法において、前記接続工程では、光透過性を有する光学樹脂を前記第1の束及び前記第2の束の切断面の少なくとも一方に設け、前記第1の束の切断面と前記第2の束の切断面との間に介在する前記光学樹脂の厚みは、前記削り代の長さに対応してもよい。

[0013] 上記光ファイバケーブルの製造方法において、前記接続工程では、前記第1の束と前記第2の束との間隔を前記削り代の長さに対応する間隔に保持した状態で、前記第1の束と前記第2の束との間に光硬化性樹脂を充填し、前記第1の束と前記第2の束の光ファイバとのうち少なくとも一方に光を通し、当該光を前記光硬化性樹脂に向けて出射して前記光によって前記光硬化性樹脂を硬化させることで、前記第1の束の光ファイバと前記第2の束の光ファイバとを接続する自己形成光導波路を形成してもよい。

[0014] 上記光ファイバケーブルの製造方法において、前記固定工程では、前記中間部をケースの内部に收容し、前記ケースの内部に前記樹脂を注入することで前記固定部を形成し、前記分断工程では、前記複数の光ファイバと共に前記ケースを切断することで、前記ケースを前記第1の束と一体に固定された第1ケース分割体と前記第2の束と一体に固定された第2ケース分割体とに分割し、前記接続工程では、前記第1ケース分割体と前記第2ケース分割体とを相互に位置決めすることで、分断された光ファイバ同士を相互に位置決めしてもよい。

発明の効果

[0015] 上記本発明の一またはそれ以上の態様によれば、光ファイバケーブルの複数の光ファイバを一括して接続することができる。

図面の簡単な説明

- [0016] [図1]本発明の第一実施形態に係る光ファイバケーブルの接続構造であって、光ファイバケーブルを接続した状態を模式的に示す図である。
- [図2]図1の光ファイバケーブルの接続構造において、光ファイバケーブルの接続を解除した状態を模式的に示す図である。
- [図3]本発明の第一実施形態に係る光ファイバケーブルの製造方法を示す図である。
- [図4]図3に続く工程を説明する図である。
- [図5]図4に続く工程を説明する図である。
- [図6]図5に続く工程を説明する図である。
- [図7]本発明の第一実施形態に係る光ファイバケーブルのうちその長手方向に対して傾斜して延びる光ファイバを切断した状態を模式的に示す図である。
- [図8]図7において切断された光ファイバの間に光学樹脂を設けた状態を模式的に示す図である。
- [図9]本発明の第二実施形態に係る光ファイバケーブルの製造方法を示す図である。
- [図10]図9に続く工程を説明する図である。

[図11]図10に続く工程を説明する図である。

[図12]図11に続く工程を説明する図である。

[図13]図12に続く工程を説明する図である。

[図14]本発明の他の実施形態に係る光ファイバケーブルの接続構造を示す斜視図である。

[図15]本発明の他の実施形態に係る光ファイバケーブルの製造方法を模式的に示す図である。

[図16]本発明の第三実施形態に係る光ファイバケーブルの接続構造を模式的に示す図である。

[図17]本発明の第三実施形態に係る光ファイバケーブルの製造方法を示す図である。

[図18]本発明の第三実施形態に係る光ファイバケーブルの製造方法において、自己形成光導波路の形成過程を説明する図である。

[図19]図17, 18に続く工程を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0017] <第一実施形態>

以下、本発明の第一実施形態について図1～8を参照して説明する。

図1, 2に示すように、第一実施形態の光ファイバケーブルの接続構造は、長手方向の中間部10Mにおいて分断された光ファイバケーブル10と、第1樹脂部21（第1固定部）と、第2樹脂部22（第2固定部）と、光路31と、を備える。以下の説明では、光ファイバケーブル10の長手方向を軸方向Xと呼ぶ。

[0018] 光ファイバケーブル10は、中間部10Mにおいて第1の束13と第2の束14とに分断された複数の光ファイバ11を有する。複数の光ファイバ11は、光ファイバケーブル10の中間部10Mを除いて外皮15によって被覆されている。すなわち、複数の光ファイバ11は、光ファイバケーブル10の中間部10Mにおいて外皮15から露出している。

[0019] 第1樹脂部21は、中間部10Mに位置する第1の束13の複数の光ファ

イバ111（以下、第1光ファイバ111と呼ぶ）を一体に固定する。軸方向Xにおける第1樹脂部21の端面21aには、第1の束13（複数の第1光ファイバ111）の切断面111aが露出する。第1の束13の切断面111aは、光ファイバケーブル10の複数の光ファイバ11を分断することで現れる面である。

[0020] 第2樹脂部22は、中間部10Mに位置する第2の束14の複数の光ファイバ112（以下、第2光ファイバ112と呼ぶ）を一体に固定する。軸方向Xにおける第2樹脂部22の端面22aには、第2の束14（複数の第2光ファイバ112）の切断面112aが露出する。第2の束14の切断面112aは、光ファイバケーブル10の複数の光ファイバ11を分断することで現れる面である。

図1において、第1、第2樹脂部21、22については、複数の第1光ファイバ111が第1樹脂部21の内部に埋まるように、また、複数の第2光ファイバ112が第2樹脂部22の内部に埋まるように形成されているが、これに限ることはない。

[0021] 光路31は、第1の束13と第2の束14との間に設けられて軸方向Xにおける第1の束13と第2の束14との間の間隔を所定距離に保持（あるいは維持）する。所定距離は、軸方向Xにおいて、複数の光ファイバ11（光ファイバケーブル10）を切断する際に削られる光ファイバ11の削り代SV（図5、7参照）である。

また、光路31は、分断された光ファイバ11同士を光学的に接続する。具体的に、光路31は、複数の第1光ファイバ111と複数の第2光ファイバ112とを個別に光学的に接続する。

[0022] 本実施形態の光路31は、光学樹脂331、332である。光学樹脂331、332は、光透過性を有する樹脂である。光学樹脂331、332は、入射した光が内部で散乱しないあるいは光の散乱が小さい樹脂であることが好ましい。光学樹脂331、332がフィラーを含まない樹脂である場合には、光の散乱を効果的に抑制することができる。また、光学樹脂331、3

32には、液体状の樹脂を硬化したものが用いられてもよいし、フィルム状の樹脂が用いられてもよく、さらには、粘性を有する液状の樹脂であってもよい。光学樹脂331, 332にフィルム状の樹脂を用いる場合には、光学樹脂331, 332の厚さ(膜厚)を容易に均一に保つことができる。光学樹脂331, 332の具体的な材料としては、例えばエポキシ系材料、アクリル系材料、ポリイミド系材料、シリコン系材料、有機・無機ハイブリッド系材料などが挙げられる。

[0023] 光学樹脂331は第1の束13の切断面111aに、光学樹脂332は第2の束14の切断面112aにそれぞれ設けられている。本実施形態において、光学樹脂331(第1光学樹脂331)は、第1の束13の切断面111aだけではなく、第1の束13の切断面111aが露出する第1樹脂部21の端面21a全体に設けられている。すなわち、複数の第1光ファイバ111の切断面111aには、単一の第1光学樹脂331が設けられている。また、光学樹脂332(第2光学樹脂332)は、第2の束14の切断面112aだけではなく、第2の束14の切断面112aが露出する第2樹脂部22の端面22a全体に設けられている。すなわち、複数の第2光ファイバ112の切断面112aには、単一の第2光学樹脂332が設けられている。

[0024] なお、第1光学樹脂331は、例えば第1の束13の切断面111aのみに設けられ、第1樹脂部21の端面21aに設けられなくてもよい。同様に、第2光学樹脂332は、例えば第2の束14の切断面112aのみに設けられ、第2樹脂部22の端面22aに設けられなくてもよい。すなわち、複数の光学樹脂331, 332が、それぞれ複数の第1光ファイバ111の切断面111a, 第2光ファイバ112の切断面112aに対して個別に設けられてもよい。

[0025] 軸方向Xにおいて第1の束13の切断面111aと第2の束14の切断面112aとの間に介在する光学樹脂331, 332の厚みTは、前述した削り代SVの長さに対応している。すなわち、第1の束13の切断面111a

に設けられた第1光学樹脂331の厚みT1、及び、第2の束14の切断面112aに設けられた第2光学樹脂332の厚みT2の合計が、削り代SVの長さに対応している。

軸方向Xにおいて互いに対向する第1光学樹脂331の対向面331a及び第2光学樹脂332の対向面332aは、互いに面接触するように形成されている。第1、第2光学樹脂331、332のそれぞれの対向面331a、332aは、図示例のように平坦に形成されてもよいが、これに限ることはない。

[0026] 第1の束13の切断面111aと第2の束14の切断面112aとの間に光学樹脂331、332を挟むことで、軸方向Xにおける第1の束13と第2の束14との間隔を保持することができる。また、第1の束13の切断面111aと第2の束14の切断面112aとの間に光学樹脂331、332が介在することで、第1光ファイバ111と第2光ファイバ112とを光学樹脂331、332によって光学的に接続することができる。

[0027] 次に、図3～6を参照して、第一実施形態に係る光ファイバケーブルの製造方法について説明する。

図1、2に示す接続構造を有する光ファイバケーブル10を製造するためには、はじめに図3、4に示すように、軸方向Xにおける光ファイバケーブル10の中間部10Mに位置する外皮15を除去する（外皮除去工程）。これにより、中間部10Mに位置する複数の光ファイバ11が外部に露出する。これら複数の光ファイバ11は、軸方向Xに延びることに限らず、軸方向Xに対して傾斜する方向に延びたりしている。

[0028] 次いで、図4に示すように、中間部10Mに位置する複数の光ファイバ11を樹脂20によって固めて固定部40を形成する（固定工程）。これにより、中間部10Mにおいて複数の光ファイバ11のそれぞれの位置が樹脂20によって固定される。

なお、本実施形態では複数の光ファイバ11の固定のために樹脂20を用いているが、これに限らず、例えば、複数の光ファイバ11を樹脂製のスパ

イラルチューブや熱収縮チューブによって締め上げることで、複数の光ファイバ11が固定されてもよい。

[0029] その後、図4、5に示すように、固定部40において複数の光ファイバ11を切断して第1の束13と第2の束14とに分断する（分断工程）。分断工程においては、複数の光ファイバ11を固定する樹脂20も切断して第1樹脂部21と第2樹脂部22とに分断する。

分断工程では、回転刃やレーザー光などを利用して固定部40（複数の光ファイバ11及び樹脂20）を切断する。固定部40を切断する際には、固定部40が切断位置CLにおいて軸方向Xにおける所定の長さ（削り代SV）だけ削り取られる。削り代SVは、回転刃の厚さやレーザー光のスポット径の大きさなどに依存する。

[0030] なお、分断された第1、第2の束13、14のそれぞれの切断面111a、112aに欠けがあったり、切断面111a、112aの平坦度が良好ではなかったりする場合には、切断面111a、112aを研磨して平滑に加工してもよい。これにより、光ファイバケーブル10の接続損失の低下を抑制又は防止することができる。

[0031] 分断工程後の状態では、第1の束13（複数の第1光ファイバ111）は第1樹脂部21によって固定され、第2の束14（複数の第2光ファイバ112）は第2樹脂部22によって固定されている。このため、第1の束13の切断面111aにおける複数の第1光ファイバ111の位置は、第2の束14の切断面112aにおける複数の第2光ファイバ112の位置に対応している。

[0032] 分断工程後には、図1に示すように、分断された複数の第1光ファイバ111と複数の第2光ファイバ112とを光学的に接続する（接続工程）。接続工程では、第1の束13と第2の束14との間の間隔を、分断工程において生じた削り代SVの長さに対応する間隔に保持した状態で、複数の第1光ファイバ111と複数の第2光ファイバ112とを接続する。

[0033] 本実施形態の接続工程では、はじめに図6に示すように、第1の束13の

切断面 1 1 1 a 及び第 2 の束 1 4 の切断面 1 1 2 a に、それぞれ対応する光学樹脂 3 3 1, 3 3 2 を設ける。光学樹脂 3 3 1, 3 3 2 は、光が内部で散乱しないあるいは光の散乱が小さい光透過性を有する樹脂である。光学樹脂 3 3 1 (第 1 光学樹脂 3 3 1) は、第 1 の束 1 3 の切断面 1 1 1 a だけではなく、第 1 の束 1 3 の切断面 1 1 1 a が露出する第 1 樹脂部 2 1 の端面 2 1 a 全体に設けられる。また、光学樹脂 3 3 2 (第 2 光学樹脂 3 3 2) は、第 2 の束 1 4 の切断面 1 1 2 a だけではなく、第 2 の束 1 4 の切断面 1 1 2 a が露出する第 2 樹脂部 2 2 の端面 2 2 a 全体に設けられる。軸方向 X における第 1 光学樹脂 3 3 1 の厚み T 1 及び第 2 光学樹脂 3 3 2 の厚み T 2 は、これらの合計の厚み T が前述した削り代 S V の長さに対応するように設定される (図 1 参照)。また、軸方向 X において互いに対向する第 1 光学樹脂 3 3 1 の対向面 3 3 1 a 及び第 2 光学樹脂 3 3 2 の対向面 3 3 2 a は、互いに面接触するように形成される。

第 1、第 2 光学樹脂 3 3 1, 3 3 2 の合計の厚み T (合計厚み T) は、削り代 S V の長さとも一致してもよいし、削り代 S V の長さに対して例えば数%の誤差があってもよい。また、合計厚み T は、第 1 光ファイバ 1 1 1 の切断面 1 1 1 a や第 2 光ファイバ 1 1 2 の切断面 1 1 2 a から、それぞれ対応する第 1、第 2 光学樹脂 3 3 1, 3 3 2 に射出した光が切断面 1 1 1 a, 1 1 2 a から離れるにしたがって発散することを考慮して、削り代 S V の長さに対応するように設定されてもよい。具体的には、合計厚み T が、削り代 S V の長さよりも短く設定されてもよい。

[0034] 第 1 の束 1 3 及び第 2 の束 1 4 の両方の切断面 1 1 1 a, 1 1 2 a にそれぞれ光学樹脂 3 3 1, 3 3 2 を設けた後には、図 1 に示すように、光学樹脂 3 3 1, 3 3 2 を第 1 の束 1 3 の切断面 1 1 1 a と第 2 の束 1 4 の切断面 1 1 2 a との間に挟むことで、接続工程が完了する。光学樹脂 3 3 1, 3 3 2 を第 1 の束 1 3 の切断面 1 1 1 a と第 2 の束 1 4 の切断面 1 1 2 a との間に挟んだ状態では、軸方向 X における第 1 の束 1 3 と第 2 の束 1 4 との間隔が、光学樹脂 3 3 1, 3 3 2 によって削り代 S V の長さに対応する間隔に

保持される。また、第1の束13の切断面111aと第2の束14の切断面112aとの間に光学樹脂331, 332が介在するため、第1光ファイバ111と第2光ファイバ112とが光学樹脂331, 332によって光学的に接続される。

上記の接続工程が完了することで、本実施形態に係る光ファイバケーブルの製造方法が完了する。

[0035] 以上説明したように、第一実施形態の光ファイバケーブルの接続構造及び製造方法では、第1の束13と第2の束14との間隔を、光学樹脂331, 332（光路31）によって複数の光ファイバ11を切断して第1の束13と第2の束14とに分断した際の削り代SVの長さに対応する間隔に簡単に保持することができる。また、光学樹脂331, 332（光路31）によって第1光ファイバ111と第2光ファイバ112とを簡単に光学的に接続することができる。これにより、例えば図7, 8に示すように、光ファイバ11が軸方向Xに対して傾斜して延びていても、分断された第1光ファイバ111と第2光ファイバ112とを簡単に正しく接続することができる。以下、この点について説明する。

[0036] 例えば、光ファイバ11を切断した際の削り代SVを考慮せずに、傾斜して延びる第1光ファイバ111と第2光ファイバ112とを直接接続しようとする、第1光ファイバ111の切断面111aと第2光ファイバ112の切断面112aとが軸方向Xに直交する方向（図7では上下方向）に互いにずれて位置する。このため、第1光ファイバ111と第2光ファイバ112とが正しく接続されない。

これに対し、本実施形態では、図8に示すように、削り代SVの長さに対応する厚みTを有する光学樹脂333が第1光ファイバ111の切断面111aと第2光ファイバ112の切断面112aとの間に挟まれる。これにより、第1光ファイバ111の切断面111aから第2光ファイバ112の切断面112aまで光ファイバ11が延びる方向（光ファイバ11が軸方向Xに対して傾斜する方向）に光を伝播させることができる。すなわち、第1光

ファイバ111と第2光ファイバ112とを簡単に光学的に正しく接続することができる。

[0037] 分断された第1光ファイバ111と第2光ファイバ112とを簡単に正しく接続できることで、光ファイバケーブル10の複数の光ファイバ11を一括して接続することが可能となる。

光ファイバケーブル10の複数の光ファイバ11を一括して接続できることで、例えば、長尺の光ファイバケーブル10を複数のドラムに分けて巻き回して搬送しても、現場において光ファイバケーブル10同士を短時間で接続することが可能となる。

[0038] また、本実施形態の光ファイバケーブルの接続構造によれば、複数の第1光ファイバ111の切断面111a及び複数の第2光ファイバ112の切断面112aには、それぞれ単一の光学樹脂331、332が設けられている。これにより、複数の光学樹脂331、332が、それぞれ複数の第1光ファイバ111の切断面111a及び複数の第2光ファイバ112の切断面112aに対して個別に設けられる場合と比較して、複数の第1、第2光ファイバ111、112の間における光学樹脂331、332の厚みの均一化を容易に図ることができる。

[0039] 第一実施形態において、光路31である光学樹脂は、例えば第1の束13及び第2の束14の切断面111a、112aの一方のみに設けられてもよい。この場合、第1の束13及び第2の束14の切断面111a、112aの一方に設けられた光学樹脂は、第1の束13及び第2の束14の切断面111a、112aの他方に面接触するように形成されているとよい。

[0040] <第二実施形態>

次に、本発明の第二実施形態に係る光ファイバケーブルの製造方法について、主に図9～13を参照して説明する。以降の説明において、既に説明したものと共通する構成については、同一の符号を付して重複する説明を省略する。

[0041] 第二実施形態に係る光ファイバケーブルの製造方法では、第一実施形態と

同様に、固定工程、分断工程、接続工程を順番に実施する。また、固定工程の前には第一実施形態と同様の外皮除去工程を実施する。

[0042] 第二実施形態の固定工程では、はじめに図9に示すように、軸方向Xにおける光ファイバケーブル10の中間部10Mに位置する複数の光ファイバ11をケース50の内部に收容する。

中間部10Mに位置する複数の光ファイバ11を收容するケース50の内部空間51は、軸方向Xの両端において外側に開口する。これらケース50の開口部55は、中間部10Mに位置する複数の光ファイバ11を收容することで光ファイバケーブル10によって塞がれる。また、ケース50の内部空間51は、ケース50の外側に開口する樹脂注入孔52につながっている。図9において、ケース50の内部空間51は円筒状に形成されているが、これに限ることはない。

[0043] また、本実施形態のケース50は、軸方向Xを長手方向とする四角柱状（多角柱状）の外観を有する。ケース50の外表面は、軸方向Xに延びる4つ（複数）の平坦面53を含む。4つの平坦面53は、軸方向Xに沿う軸線（不図示）を中心として内部空間51の周りに並んでいる。

[0044] （方向定義）

本実施形態では、軸方向Xに直交し、4つの平坦面53のうち2つの平坦面53（上面53a、下面53b）が延びる方向を上下方向Zとする。また、軸方向X及び上下方向Zに直交し、4つの平坦面53のうち他の2つの平坦面53（側面53c）が延びる方向を、左右方向Yとする。

[0045] 樹脂注入孔52は、ケース50の上面53aに開口している。ケース50の下面53bには、位置決め用の溝部54が形成されている。溝部54は、左右方向Yに延びており、左右方向Yにおけるケース50の両端に開口している。溝部54は、軸方向Xに間隔をあけて2つ並んでいる。樹脂注入孔52は、軸方向Xにおいて2つの溝部54の間に位置している。

[0046] 固定工程では、複数の光ファイバ11をケース50の内部空間51に收容した後に、樹脂注入孔52からケース50の内部空間51（内部）に液体状

の樹脂20を注入する。注入された樹脂20が硬化することで、複数の光ファイバ11を樹脂20によって固めた固定部40が形成される。

[0047] 第二実施形態の分断工程では、図9, 10に示すように、複数の光ファイバ11と共にケース50を切断する。これにより、ケース50が軸方向Xに並ぶ第1ケース分割体56と第2ケース分割体57とに分割される。第1ケース分割体56は、ケース50のうち第1樹脂部21によって第1の束13と一体に固定された部分である。一方、第2ケース分割体57は、ケース50のうち第2樹脂部22によって第2の束14と一体に固定された部分である。分断工程においては、固定部40（複数の光ファイバ11及び樹脂20）と同様にケース50が切断位置において軸方向Xにおける所定の長さ（削り代SV）だけ削り取られる。

[0048] また、分断工程では、ケース50が2つの溝部54の間において切断される。このため、第1、第2ケース分割体56, 57の両方に、溝部54が1つずつ含まれている。また、本実施形態では、樹脂注入孔52が削り代SVに含まれるようにケース50が切断される。このため、第1、第2ケース分割体56, 57には、樹脂注入孔52が含まれない。

[0049] 第二実施形態の接続工程では、第一実施形態と同様に、第1の束13の切断面111a及び第2の束14の切断面112aに、それぞれ光学樹脂331, 332を設ける（図6参照）。ただし、第二実施形態では、図11に示すように、光学樹脂331の第1の束13の切断面111a及び第2の束14の切断面112aにそれぞれ対応する、第1ケース分割体56の切断面56a及び第2ケース分割体57の切断面57aにもそれぞれ光学樹脂331, 332を設ける。なお、光学樹脂331, 332は、例えば第1、第2ケース分割体56, 57のそれぞれの切断面56a, 57aのうち一方のみに設けられてもよい。

[0050] また、第二実施形態の接続工程では、図12, 13に示すように、第1ケース分割体56と第2ケース分割体57とを相互に位置決めすることで、分断された複数の第1光ファイバ111と複数の第2光ファイバ112（図1

0参照)とを相互に位置決めする。

[0051] 具体的に、第二実施形態の接続工程では、図12に示すように、位置決め治具60を用意する。位置決め治具60は、互いに異なる方向に向く2つの平坦な位置合わせ面61、62を有する。2つの位置合わせ面61、62の相対的な位置は、第1、第2ケース分割体56、57の下面53bと側面53cとの相対的な位置にそれぞれ対応している。図12において、第1、第2ケース分割体56、57の下面53b及びこれに対応する位置決め治具60の第1位置合わせ面61は、軸方向X及び左右方向Yに延びる面である。また、第1、第2ケース分割体56、57の側面53c及びこれに対応する位置決め治具60の第2位置合わせ面62は、軸方向X及び上下方向Zに延びる面であり、第1位置合わせ面61に直交する。

[0052] さらに、第1、第2ケース分割体56、57の下面53bに対応する第1位置合わせ面61には、位置決め用の帯状突起63が形成されている。帯状突起63は、第1、第2ケース分割体56、57の溝部54と同様に、左右方向Yに延び、軸方向Xに間隔をあけて2つ並んでいる。軸方向Xにおける2つの帯状突起63の間隔は、切断前におけるケース50の2つの溝部54(図9参照)の間隔に対応している。

[0053] 上記の位置決め治具60を用意した後は、図13に示すように、第1、第2ケース分割体56、57の下面53bを位置決め治具60の第1位置合わせ面61に面接触させ、且つ、第1、第2ケース分割体56、57の側面53cを位置決め治具60の第2位置合わせ面62に面接触させる。これにより、第1、第2ケース分割体56、57が軸方向Xに直交する方向(左右方向Yや上下方向Z)において相互に位置決めされる。また、第1、第2ケース分割体56、57は、軸方向Xを中心軸線とする回転方向においても相互に位置決めされる。

[0054] さらに、第1、第2ケース分割体56、57の下面53bを第1位置合わせ面61に面接触させる際には、位置決め治具60の2つ帯状突起63を、それぞれ第1、第2ケース分割体56、57の溝部54に挿入させる。これ

により、第1、第2ケース分割体56, 57が位置決め治具60に対して軸方向Xに移動不能となる、すなわち、第1、第2ケース分割体56, 57が軸方向Xにおいて位置決めされる。

以上のように第1、第2ケース分割体56, 57が相互に位置決めされることで、分断された複数の第1光ファイバ111と複数の第2光ファイバ112（図10参照）とを相互に位置決めすることができる。

[0055] 複数の第1光ファイバ111と複数の第2光ファイバ112とを相互に位置決めした状態では、第一実施形態の図1においても示したように、光学樹脂331, 332が第1の束13の切断面111aと第2の束14の切断面112aとの間に挟まれる。これにより、軸方向Xにおける第1の束13と第2の束14との間の間隔が光学樹脂331, 332によって削り代SVの長さに対応する間隔に保持される。また、第1光ファイバ111と第2光ファイバ112とが光学樹脂331, 332によって光学的に接続される。

以上により、接続工程が完了し、第二実施形態に係る光ファイバケーブルの製造方法が完了する。

[0056] 以上説明した第二実施形態によれば、第一実施形態と同様の効果を奏する。

また、第二実施形態の光ファイバケーブルの製造方法では、固定工程において、液体状の樹脂20を複数の光ファイバ11の間に浸透させた上で、当該樹脂20を硬化させることにより、複数の光ファイバ11を固定する。このため、複数の光ファイバ11の相対的な位置関係をより確実に保持することができる。これにより、分断工程後において、複数の第1光ファイバ111が相互に位置ずれしたり、複数の第2光ファイバ112が相互に位置ずれしたりすることを、効果的に抑制することができる。

[0057] また、第二実施形態の光ファイバケーブルの製造方法によれば、固定工程では、光ファイバケーブル10の中間部10Mに位置する複数の光ファイバ11を収容したケース50の内部に、樹脂20を注入するだけで、複数の光ファイバ11を樹脂20で固めた固定部40を形成することができる。

- [0058] また、第二実施形態の光ファイバケーブルの製造方法によれば、分断工程では、ケース50が複数の光ファイバ11と共に切断されて第1ケース分割体56と第2ケース分割体57とに分割される。さらに、接続工程では、これら第1ケース分割体56と第2ケース分割体57とを相互に位置決めすることで、分断工程において分断された光ファイバ11同士を相互に位置決めする。これにより、2つのケース分割体56、57を活用して、分断された光ファイバ11同士の相互の位置決めを簡単に行うことができる。
- [0059] 第二実施形態の製造方法の接続工程では、分断工程において分断された光ファイバ11同士の位置決め、ケース50（第1、第2ケース分割体56、57）を活用することに限らず、例えば図14に示すように、第1、第2樹脂部21、22の各端面21a、22aに開口する複数（図示例では2つ）のガイド孔23を活用してもよい。第1樹脂部21の端面21aにおける複数のガイド孔23の位置は、第2樹脂部22の端面22aにおける複数のガイド孔23の位置に対応している。そして、接続工程では、互いに対応する第1樹脂部21のガイド孔23と第2樹脂部22のガイド孔23とに同一のガイドピン（不図示）を挿入すればよい。これにより、分断された光ファイバ11同士の相互の位置決めを簡単に行うことができる。
- [0060] 第1、第2樹脂部21、22のガイド孔23は、例えば図15に示すように、筒状部材25を活用して形成することができる。第1、第2樹脂部21、22のガイド孔23（図14参照）を形成するためには、はじめに、固定工程において光ファイバケーブル10の中間部10Mに位置する複数の光ファイバ11を樹脂20によって固める前に、軸方向Xに延びる筒状部材25を中間部10Mに配置する。次いで、筒状部材25の内側に樹脂20が入らないように、筒状部材25を複数の光ファイバ11と共に樹脂20によって固めて固定部40Dを形成する固定工程を実施する。その後、固定部40D（複数の光ファイバ11、樹脂20及び筒状部材25）を切断位置CLにおいて切断する分断工程を実施する。これにより、図13に示すように、筒状部材25の内側の空間が第1、第2樹脂部21、22の各端面21a、22

aに開口する。すなわち、筒状部材25の内側の空間がガイド孔23として機能する。

[0061] <第三実施形態>

次に、本発明の第三実施形態に係る光ファイバケーブルの接続構造及び製造方法について、主に図16～19を参照して説明する。以降の説明において、既に説明したものと共通する構成については、同一の符号を付して重複する説明を省略する。

[0062] 図16に示すように、第三実施形態に係る光ファイバケーブルの接続構造は、第一実施形態と同様に、長手方向の中間部10Mにおいて分断された光ファイバケーブル10と、第1樹脂部21と、第2樹脂部22と、光路31と、を備える。

[0063] ただし、第三実施形態の光路31は、複数の自己形成光導波路35である。また、第三実施形態に係る光ファイバケーブルの接続構造は、保持用樹脂部36や保持用筒部37をさらに備える。

自己形成光導波路35は、光硬化性樹脂によって形成されている。光硬化性樹脂としては、例えばエポキシ系材料、アクリル系材料、ポリイミド系材料、シリコン系材料、有機・無機ハイブリッド系材料などが挙げられる。複数の自己形成光導波路35は、第1の束13及び第2の束14のそれぞれの切断面111a, 112a（図2参照）から延び、分断された複数の光ファイバ11同士を個別に接続する。具体的に、複数の自己形成光導波路35は、複数の第1光ファイバ111と複数の第2光ファイバ112とを個別に接続する。

[0064] 各自己形成光導波路35は、これによって接続された第1光ファイバ111と第2光ファイバ112との間で光を導く。すなわち、複数の自己形成光導波路35は、複数の第1光ファイバ111と複数の第2光ファイバ112とを個別に光学的に接続する。

また、複数の自己形成光導波路35は、第1の束13の切断面111aと第2の束14の切断面112aとの間に介在している。さらに、軸方向Xに

おける自己形成光導波路 35 の長さは、削り代 S V の長さに対応している。これにより、自己形成光導波路 35 は、軸方向 X における第 1 の束 13 と第 2 の束 14 との間隔を削り代 S V の長さに保持する。

[0065] 保持用樹脂部 36 は、複数の自己形成光導波路 35 を一体に固定して、複数の自己形成光導波路 35 を補強している。保持用樹脂部 36 は、自己形成光導波路 35 を内部に埋めるように、且つ、第 1 樹脂部 21 の端面 21 a と第 2 樹脂部 22 の端面 22 a (図 2 参照) との間隔を埋めるように設けられている。軸方向 X における保持用樹脂部 36 の厚みは、削り代 S V の長さに対応している。これにより、保持用樹脂部 36 は、自己形成光導波路 35 と共に、軸方向 X における第 1 の束 13 と第 2 の束 14 との間隔を削り代 S V の長さに保持する。

保持用樹脂部 36 は、光が透過しない樹脂であってもよいし、光透過性を有する光学樹脂であってもよい。保持用樹脂部 36 が光学樹脂である場合、保持用樹脂部 36 の屈折率は、自己形成光導波路 35 の屈折率よりも低いことが好ましい。

[0066] 保持用筒部 37 は、軸方向 X に延びる筒状に形成されている。保持用筒部 37 は、その内側に、一体に固定された第 1 の束 13 及び第 1 樹脂部 21、一体に固定された第 2 の束 14 及び第 2 樹脂部 22、並びに、複数の自己形成光導波路 35 及び保持用樹脂部 36 を収容する。

保持用筒部 37 は、光ファイバケーブル 10 の中間部 10 M に配される。保持用筒部 37 の内周部 37 1 は、軸方向 X において中間部 10 M の両側に位置する外皮 15 の間に挟まれる。軸方向 X において、外皮 15 の間に挟まれる保持用筒部 37 の内周部 37 1 の長さ L は、第 1 の束 13 と第 2 の束 14 との間隔が削り代 S V の長さとなるときの外皮 15 の間の長さ (すなわち中間部 10 M の長さ) に対応している。すなわち、保持用筒部 37 は、自己形成光導波路 35 と共に、軸方向 X における第 1 の束 13 と第 2 の束 14 との間隔を削り代 S V の長さに保持する。

[0067] 次に、図 17 ~ 19 を参照して、第三実施形態に係る光ファイバケーブル

の製造方法について説明する。

第三実施形態に係る光ファイバケーブルの製造方法では、第一実施形態と同様に、固定工程、分断工程、接続工程を順番に実施する。また、固定工程の前には第一実施形態と同様の外皮除去工程を実施する。第三実施形態の外皮除去工程、固定工程及び分断工程は、第一実施形態と同じである。

[0068] 第三実施形態の接続工程では、はじめに図17に示すように、第1の束13と第2の束14との間隔を削り代SVの長さに対応する間隔に保持した状態で、第1の束13と第2の束14との間に硬化していない光硬化性樹脂35Aを充填する（充填工程）。第1の束13と第2の束14との間隔の保持方法及び光硬化性樹脂35Aの充填方法は任意であってよい。

[0069] 本実施形態の充填工程では、保持用筒部37の内周部371を活用して、第1の束13と第2の束14との間隔を削り代SVの長さに保持する。具体的には、一体に固定された第1の束13及び第1樹脂部21と、一体に固定された第2の束14及び第2樹脂部22とを、保持用筒部37の両方の開口から保持用筒部37の内側に挿入する。これにより、保持用筒部37の内周部371によって、第1の束13と第2の束14との間隔を削り代SVの長さに保持される。また、保持用筒部37を活用して、分断された複数の光ファイバ11同士を相互に位置決めする。なお、複数の光ファイバ11同士の位置決めは、例えば図14に示したガイド孔23を利用して行われてもよい。

[0070] また、本実施形態の充填工程では、保持用筒部37を活用して、第1の束13と第2の束14との間に光硬化性樹脂35Aを充填する。具体的には、光硬化性樹脂35Aを、保持用筒部37に形成された注入口（不図示）から保持用筒部37の内側に注入することで、第1の束13と第2の束14との間に充填する。

[0071] 充填工程の後には、図18, 19に示すように、第1の束13の光ファイバ11（第1光ファイバ111）と第2の束14の光ファイバ11（第2光ファイバ112）とを接続する自己形成光導波路35を形成する（導波路形

成工程)。

導波路形成工程では、図18に示すように、対応する第1光ファイバ111と第2光ファイバ112とに光を通し、当該光を第1光ファイバ111及び第2光ファイバ112の切断面111a, 112aから光硬化性樹脂35Aに出射する。当該光によって光硬化性樹脂35Aが硬化する。光硬化性樹脂35Aが硬化する部分(硬化部分35A1)は、第1光ファイバ111及び第2光ファイバ112のそれぞれの切断面111a, 112aから光の進行方向(図18において右上方向あるいは左下方向)に延びる。そして、第1光ファイバ111の切断面111a及び第2光ファイバ112の切断面112aから延びるそれぞれの光硬化性樹脂35Aの硬化部分35A1同士が接続されることで、図19に示すように、自己形成光導波路35が形成される。これにより、第1光ファイバ111と第2光ファイバ112とが自己形成光導波路35を介して光学的に接続され、接続工程が完了する。

[0072] 接続工程後には、光硬化性樹脂35Aのうち硬化していない部分を、第1の束13と第2の束14との間から排出する(樹脂排出工程)。その後、図16に示すように、複数の自己形成光導波路35を一体に固定する保持用樹脂部36を形成する(樹脂部形成工程)。樹脂部形成工程では、液体状の樹脂を保持用筒部37の注入口から第1の束13(第1樹脂部21)と第2の束14(第2樹脂部22)との間に注入し、当該樹脂を硬化させることで、保持用樹脂部36を形成する。

以上により、本実施形態に係る光ファイバケーブルの製造方法が完了する。

[0073] 以上説明した第三実施形態によれば、第一実施形態と同様の効果を奏する。

また、第三実施形態の光ファイバケーブルの接続構造では、分断された複数の光ファイバ11同士が複数の自己形成光導波路35によって個別に光学的に接続されている。これにより、分断された光ファイバ11の間で伝送される光信号の結合効率の向上を図ることができる。

[0074] さらに、第三実施形態の光ファイバケーブルの製造方法によれば、第1光ファイバ111及び第2光ファイバ112から光硬化性樹脂35Aに向けて光を出射するだけで、第1光ファイバ111と第2光ファイバ112とを接続する自己形成光導波路35を形成することができる。すなわち、分断された光ファイバ11同士を自己形成光導波路35によって簡単に光学的に接続することができる。

また、第三実施形態の光ファイバケーブルの製造方法では、軸方向Xにおける第1光ファイバ111の切断面111aと第2光ファイバ112の切断面112aとの間隔を高い精度で設定しなくても、すなわち当該間隔が割り代SVの長さとは多少異なっても、分断された光ファイバ11同士を自己形成光導波路35によって光学的に接続することができる。

[0075] 第三実施形態の光ファイバケーブルの接続構造は、例えば保持用樹脂部36及び保持用筒部37の少なくとも一方だけを備えてもよい。例えば光ファイバケーブルの接続構造が保持用筒部37を備えない場合には、製造方法において保持用樹脂部36の形成後に保持用筒部37を除去してもよい。

[0076] 第三実施形態の光ファイバケーブルの製造方法において、導波路形成工程では、例えば第1、第2光ファイバ111, 112の一方のみに光を通し、当該光を第1、第2光ファイバ111, 112の一方の切断面から光硬化性樹脂35Aに出射してもよい。この場合には、光硬化性樹脂35Aの硬化部分35A1が、一方の切断面から他方の切断面に向けて延びる。そして、硬化部分35A1が他方の切断面に到達することで、自己形成光導波路35が形成される。これにより、第1、第2光ファイバ111, 112が自己形成光導波路35を介して光学的に接続される。

[0077] 以上、本発明の詳細について説明したが、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の主旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることができる。

[0078] 本発明は、屋外における光ファイバケーブル10同士の接続に適用されることに限らず、例えば、屋内に配置されたサーバから延びる光ファイバケー

ブル10と、屋外に敷設された光ファイバケーブル10との接続に適用されてもよい。

[0079] 本発明において、第1の束13（光ファイバ111）の切断面111a及び第2の束14（光ファイバ112）の切断面112aは、軸方向X（光ファイバケーブルの長手方向）に直交することに限らず、例えば軸方向Xに対して傾斜してもよい。この場合、光ファイバ111、112や光路31において所定方向に伝播する光信号が、光ファイバ111、112のそれぞれの切断面111a、112aにおいて反射して逆方向に戻ってしまうことを抑制又は防止することができる。軸方向Xに垂直な面に対する光ファイバ111、112のそれぞれの切断面111a、112aの傾斜角度は、例えば3度～15度であってよい。

[0080] 本発明の光ファイバケーブルの製造方法において、複数の光ファイバ11を樹脂によって固定する固定工程では、例えば複数の光ファイバ11を樹脂製のスパイラルチューブや熱収縮チューブによって締め上げることで、複数の光ファイバ11が固定されてもよい。また、固定工程では、例えば組み立てられることで樹脂製の管体となる一对の半割管を用いて複数の光ファイバ11を固定してもよい。例えば、複数の光ファイバ11を一对の半割管によって挟み込んだ状態で、これら一对の半割管をラッチやネジ止めによって互いに固定することで、複数の光ファイバ11が固定されてもよい。

[0081] 本発明の光ファイバケーブルの製造方法において、外皮除去工程の後、かつ、固定工程の前には、中間部10Mにおいて外部に露出する複数の光ファイバ11の被覆（不図示）を除去する被覆除去工程を実施してもよいし、被覆除去工程を実施しなくてもよい。

被覆除去工程を実施する場合には、光ファイバ11のファイバ本体（ガラス部分）が露出するため、当該ファイバ本体を固定工程において樹脂により直接固定することができる。このため、分断工程後において、複数の第1光ファイバ111が相互に位置ずれしたり、複数の第2光ファイバ112が相互に位置ずれしたりすることを抑制又は防止することができる。

一方、被覆除去工程を実施しない場合には、光ファイバ11のファイバ本体が被覆によって保護される。このため、固定工程や分断工程など光ファイバケーブルを製造する過程において、ファイバ本体が傷つくことを抑制又は防止することができる。これにより、製造後の光ファイバケーブルにおける機械的な信頼性の向上を図ることができる。

[0082] 本発明において採用される光ファイバケーブルの光ファイバの種類は、シングルモードファイバ、マルチモードファイバ、フォトリソ結晶ファイバ、マルチコアファイバなどであってよく、特に限定されない。

また、本発明において採用される光ファイバの材料は、石英光ファイバやプラスチック光ファイバなどであってよく、特に限定されない。

また、本発明に採用される光ファイバケーブルは、一種類の光ファイバだけを有してもよいし、複数種類の光ファイバを有していてもよい。

符号の説明

[0083] 10…光ファイバケーブル、10M…中間部、11…光ファイバ、13…第1の束、14…第2の束、21…第1樹脂部（第1固定部）、22…第2樹脂部（第2固定部）、31…光路、331, 332, 333…光学樹脂、35…自己形成光導波路、35A…光硬化性樹脂、40, 40D…固定部、50…ケース、56…第1ケース分割体、57…第2ケース分割体、111a…第1の束13の切断面、112a…第2の束14の切断面、X…軸方向（光ファイバケーブルの長手方向）

請求の範囲

- [請求項1] 光ファイバケーブルの長手方向における中間部において、第1の束と第2の束とに分断された複数の光ファイバと、
前記中間部に位置する前記第1の束の複数の光ファイバを一体に固定する第1固定部と、
前記中間部に位置する前記第2の束の複数の光ファイバを一体に固定する第2固定部と、
前記第1の束と前記第2の束との間に設けられて前記長手方向における前記第1の束と前記第2の束との間の間隔を保持すると共に、分断された光ファイバ同士を光学的に接続する光路と、を備える光ファイバケーブルの接続構造。
- [請求項2] 前記光路は、光透過性を有し、前記第1の束及び前記第2の束の切断面の少なくとも一方に設けられた光学樹脂である請求項1に記載の光ファイバケーブルの接続構造。
- [請求項3] 前記光路は、光硬化性樹脂によって形成され、前記第1の束及び前記第2の束の切断面から延びて分断された複数の光ファイバ同士を個別に接続する複数の自己形成光導波路である請求項1に記載の光ファイバケーブルの接続構造。
- [請求項4] 光ファイバケーブルの長手方向における中間部において、複数の光ファイバを樹脂によって固めて固定部を形成する固定工程と、
前記固定部において前記複数の光ファイバを切断して第1の束と第2の束とに分断する分断工程と、
前記第1の束と前記第2の束との間の間隔を、前記分断工程における削り代の長さに対応する間隔に保持した状態で、前記分断工程において分断された光ファイバ同士を光学的に接続する接続工程と、を備える光ファイバケーブルの製造方法。
- [請求項5] 前記接続工程では、光透過性を有する光学樹脂を前記第1の束及び前記第2の束の切断面の少なくとも一方に設け、

前記第1の束の切断面と前記第2の束の切断面との間に介在する前記光学樹脂の厚みは、前記削り代の長さに対応する請求項4に記載の光ファイバケーブルの製造方法。

[請求項6]

前記接続工程では、

前記第1の束と前記第2の束との間隔を前記削り代の長さに対応する間隔に保持した状態で、前記第1の束と前記第2の束との間に光硬化性樹脂を充填し、

前記第1の束と前記第2の束の光ファイバとのうち少なくとも一方に光を通し、当該光を前記光硬化性樹脂に向けて出射して前記光によって前記光硬化性樹脂を硬化させることで、前記第1の束の光ファイバと前記第2の束の光ファイバとを接続する自己形成光導波路を形成する請求項4に記載の光ファイバケーブルの製造方法。

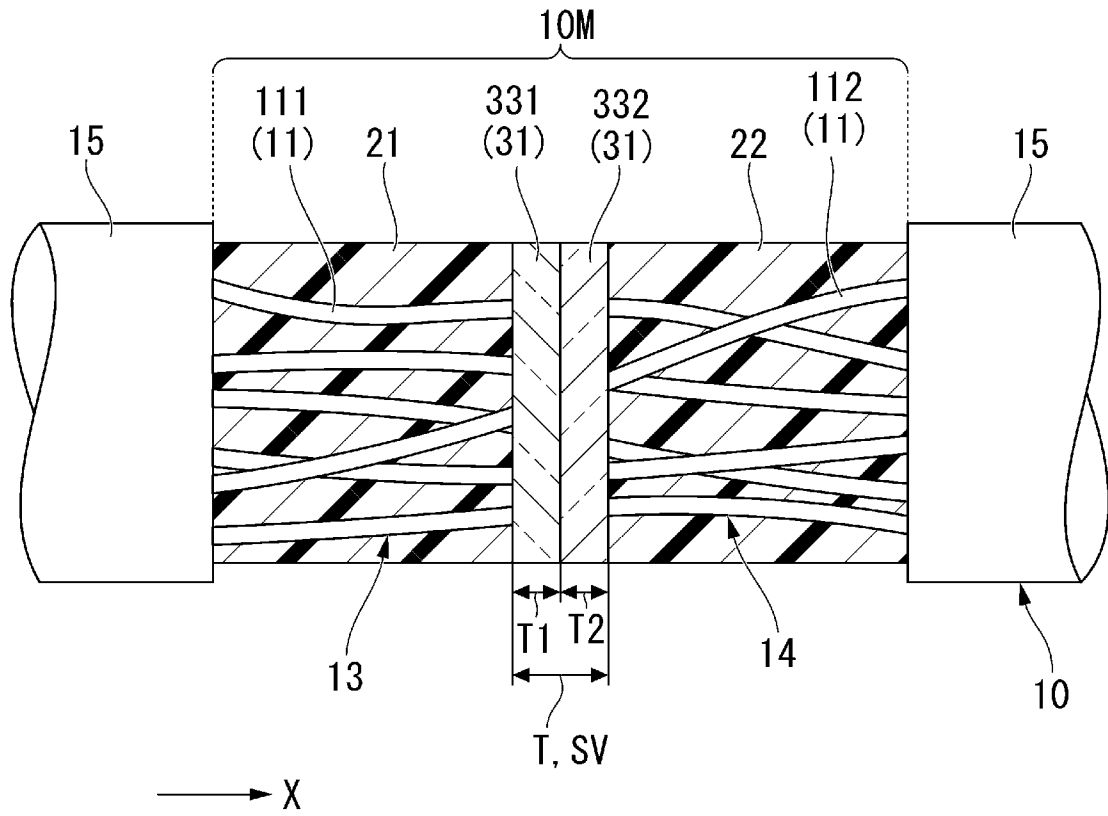
[請求項7]

前記固定工程では、前記中間部をケースの内部に收容し、前記ケースの内部に前記樹脂を注入することで前記固定部を形成し、

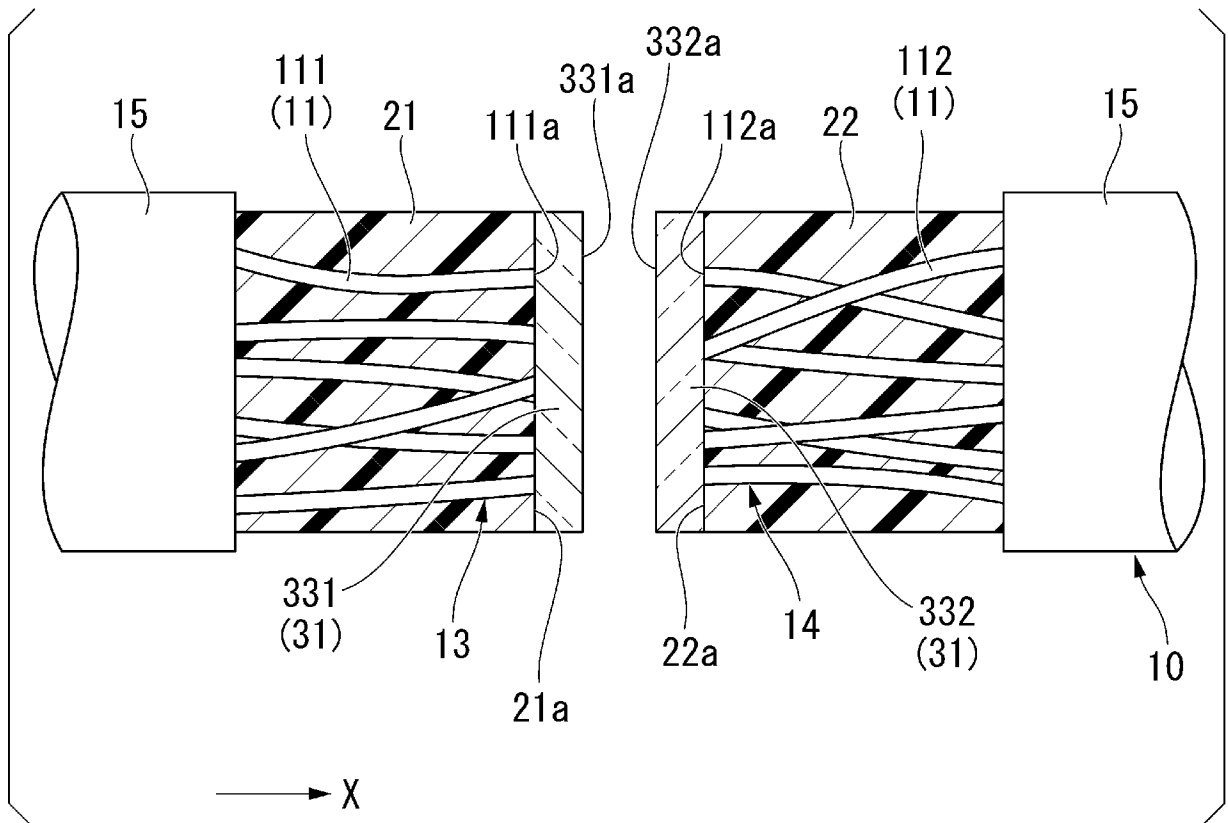
前記分断工程では、前記複数の光ファイバと共に前記ケースを切断することで、前記ケースを前記第1の束と一体に固定された第1ケース分割体と前記第2の束と一体に固定された第2ケース分割体とに分割し、

前記接続工程では、前記第1ケース分割体と前記第2ケース分割体とを相互に位置決めすることで、分断された光ファイバ同士を相互に位置決めする請求項4から6のいずれか一項に記載の光ファイバケーブルの製造方法。

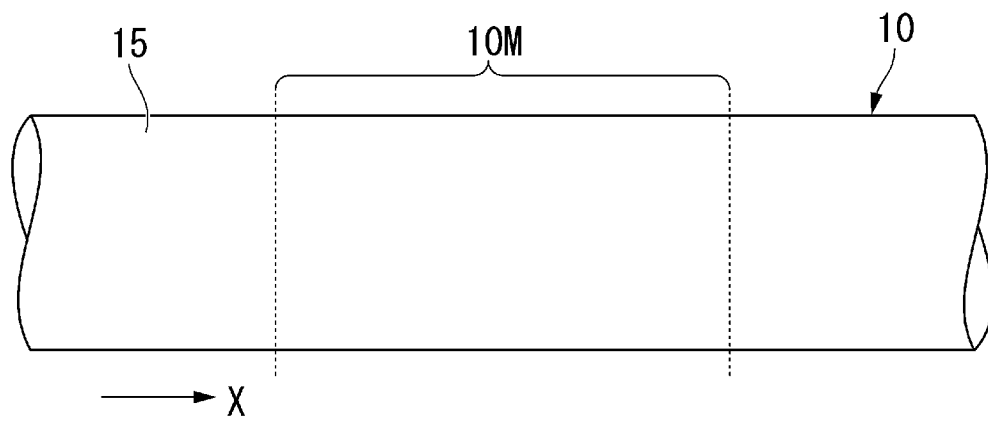
[図1]



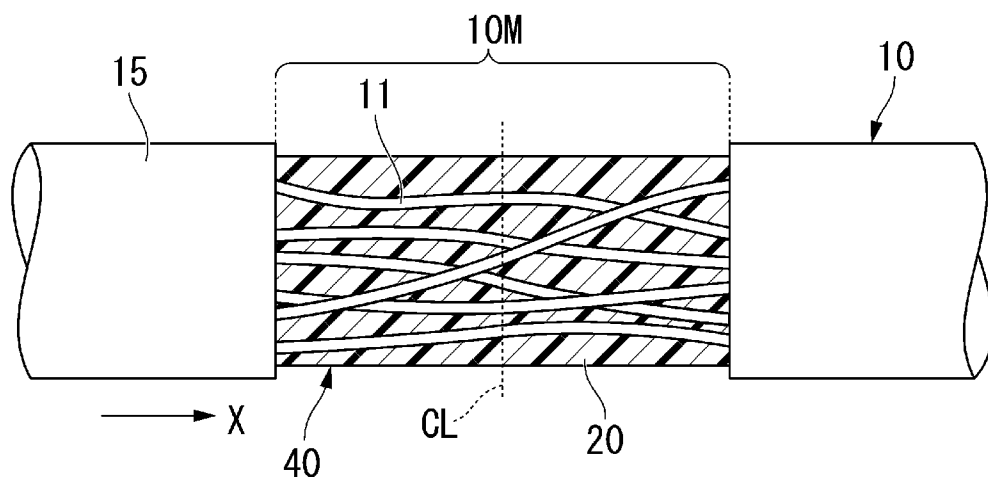
[図2]



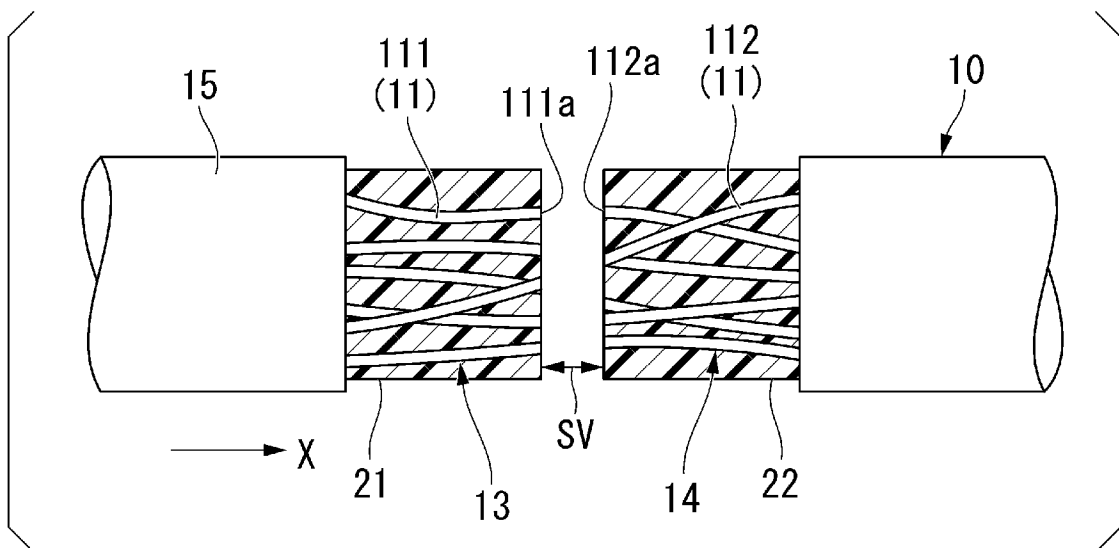
[図3]



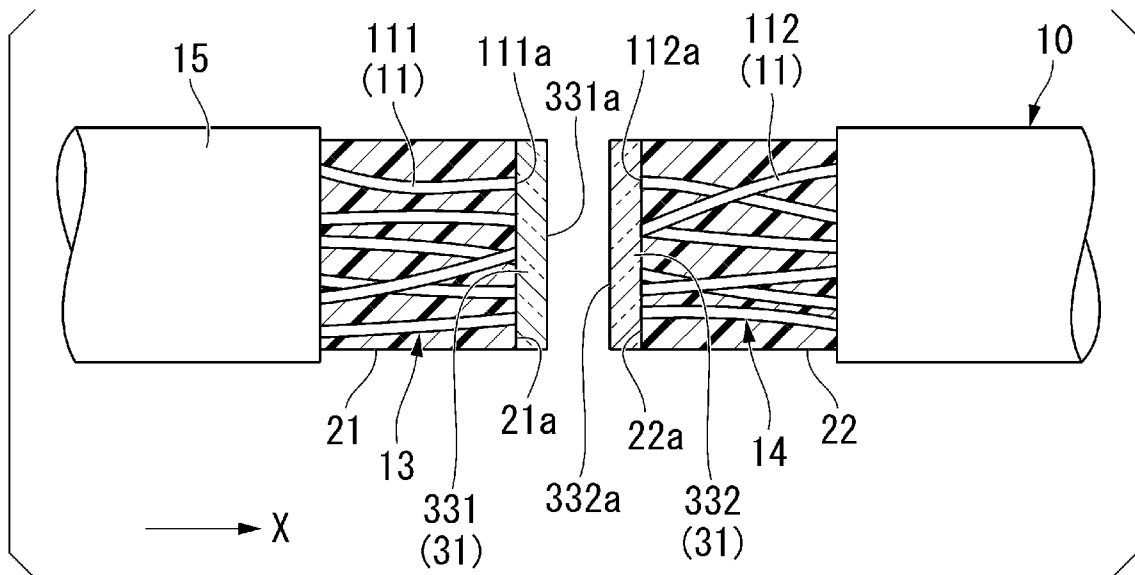
[図4]



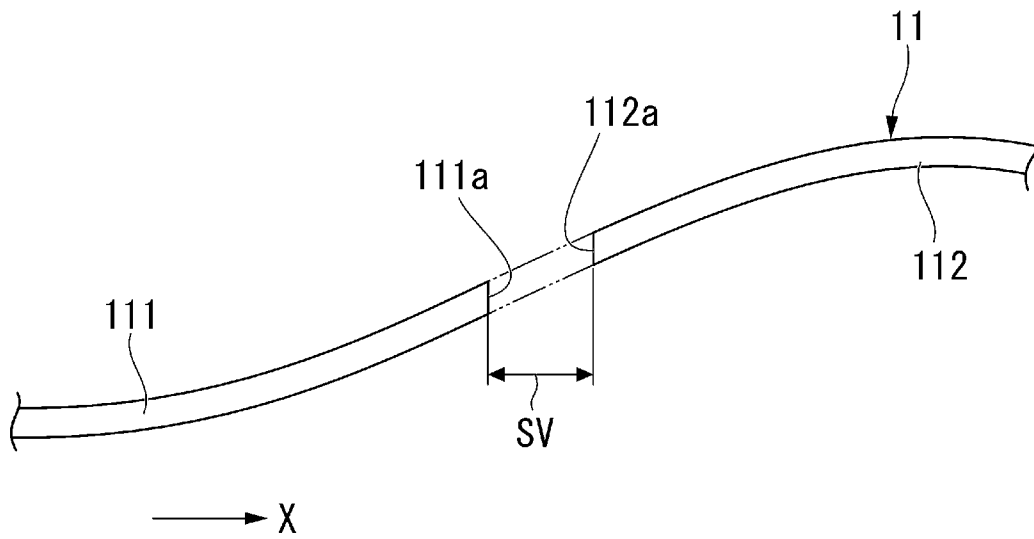
[図5]



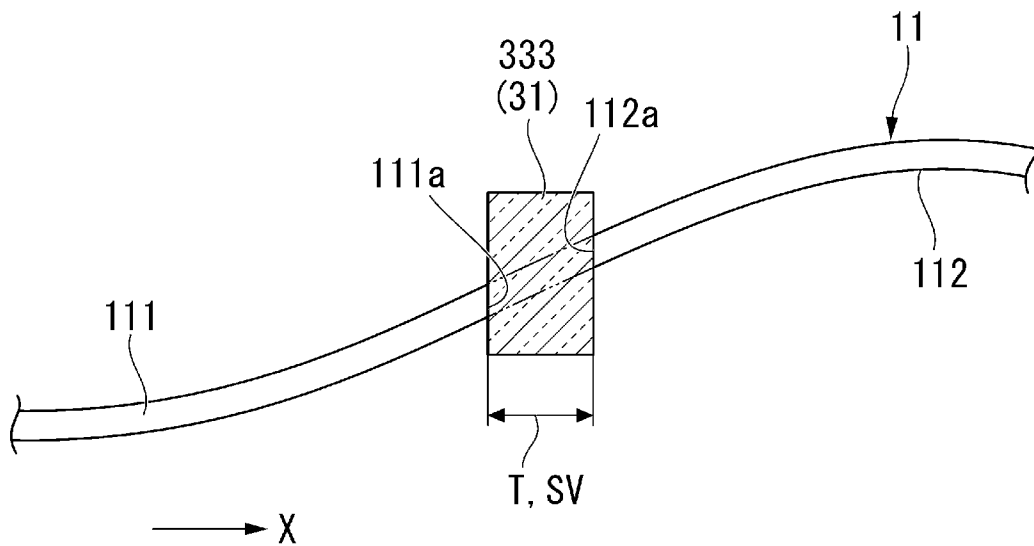
[図6]



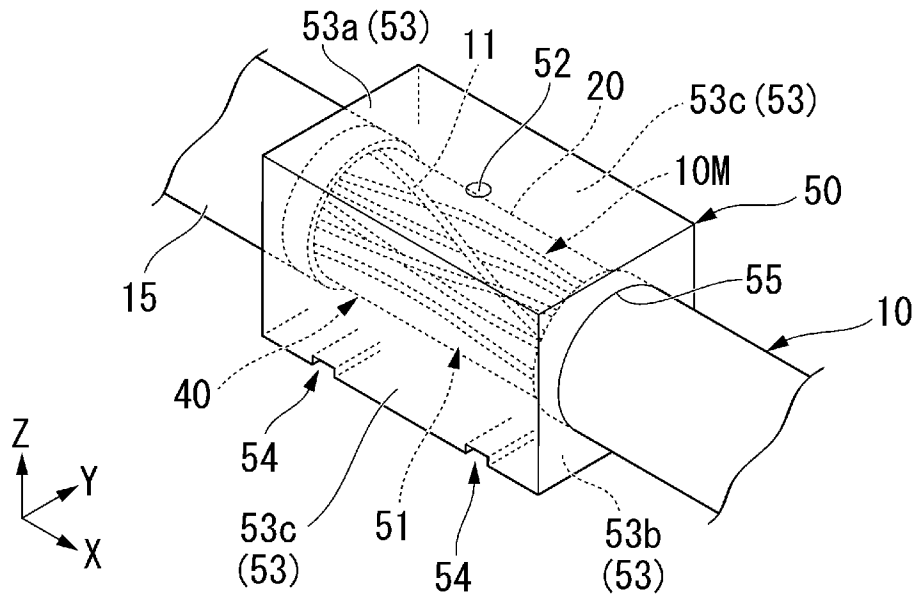
[図7]



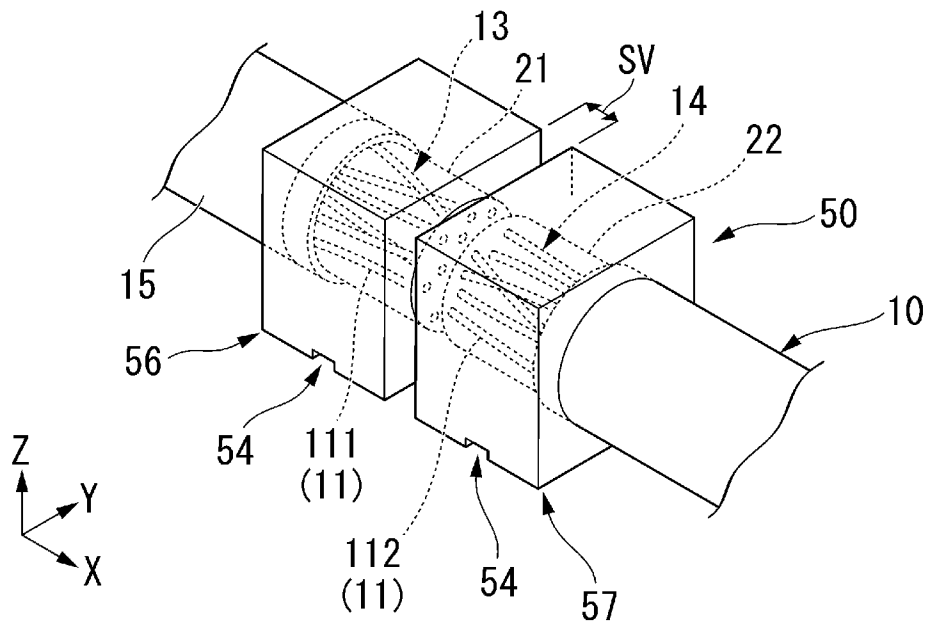
[図8]



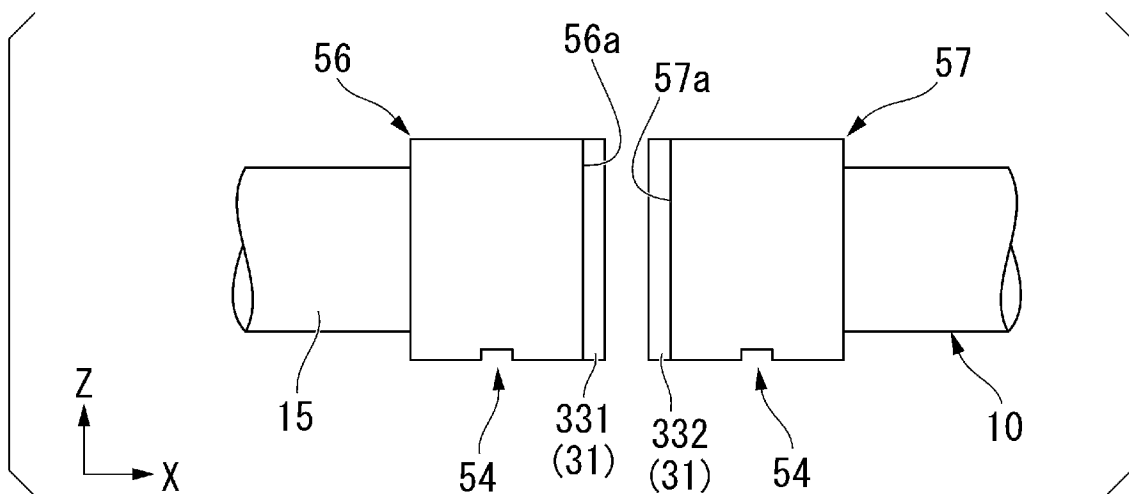
[図9]



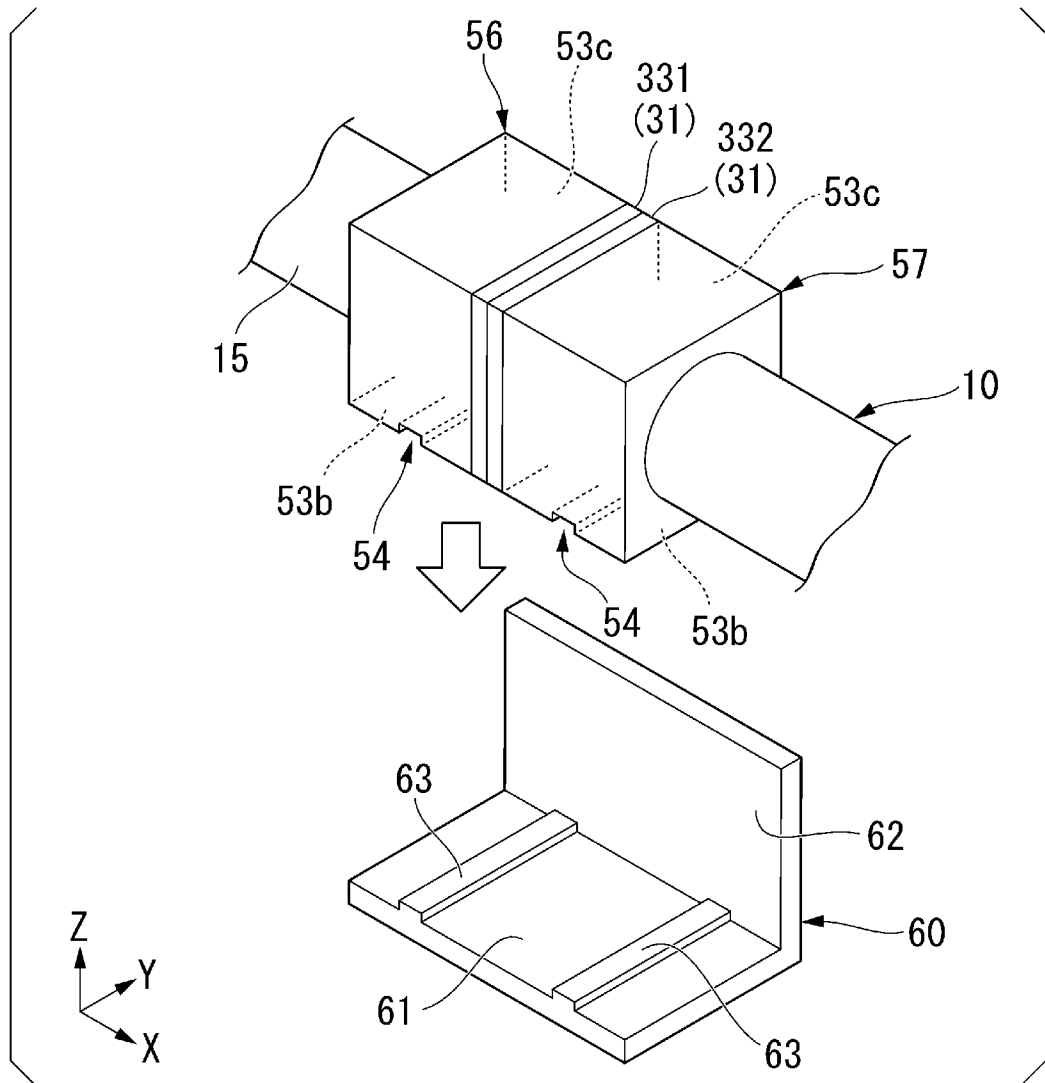
[図10]



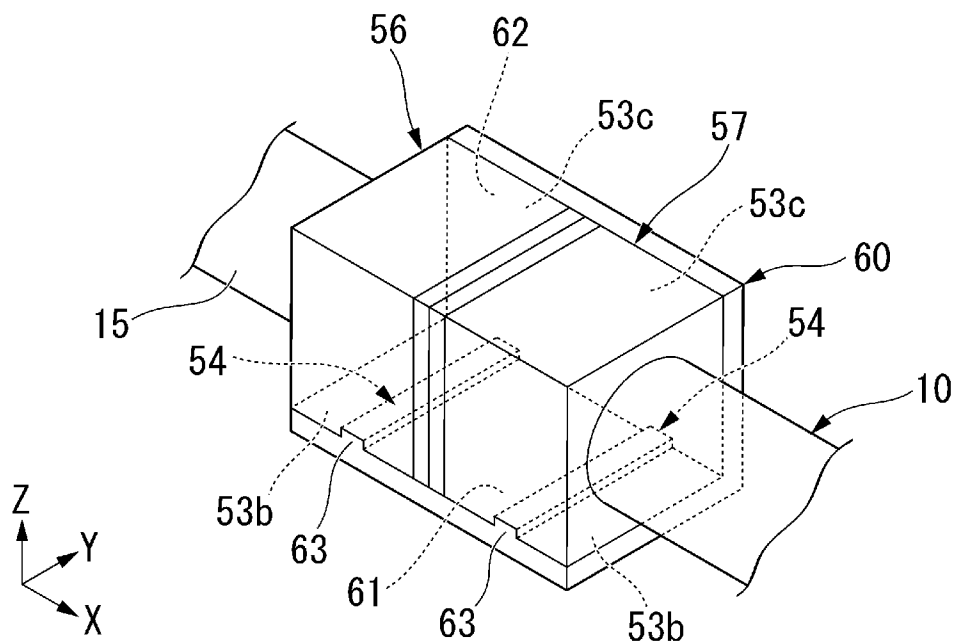
[図11]



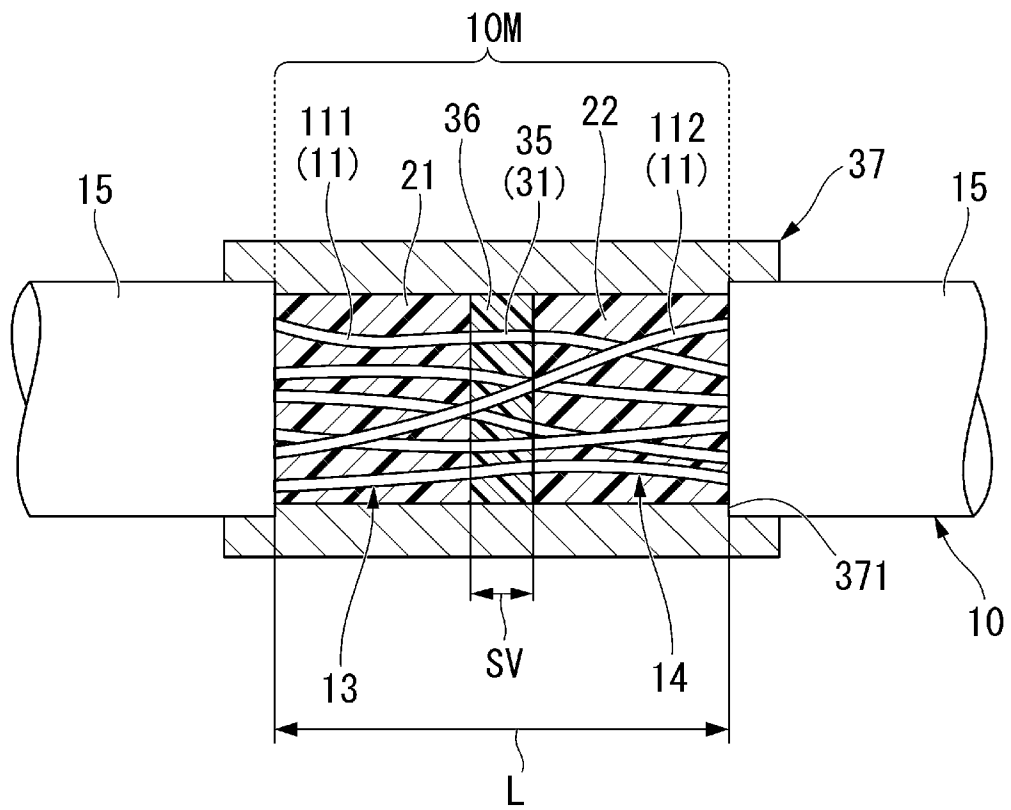
[図12]



[図13]

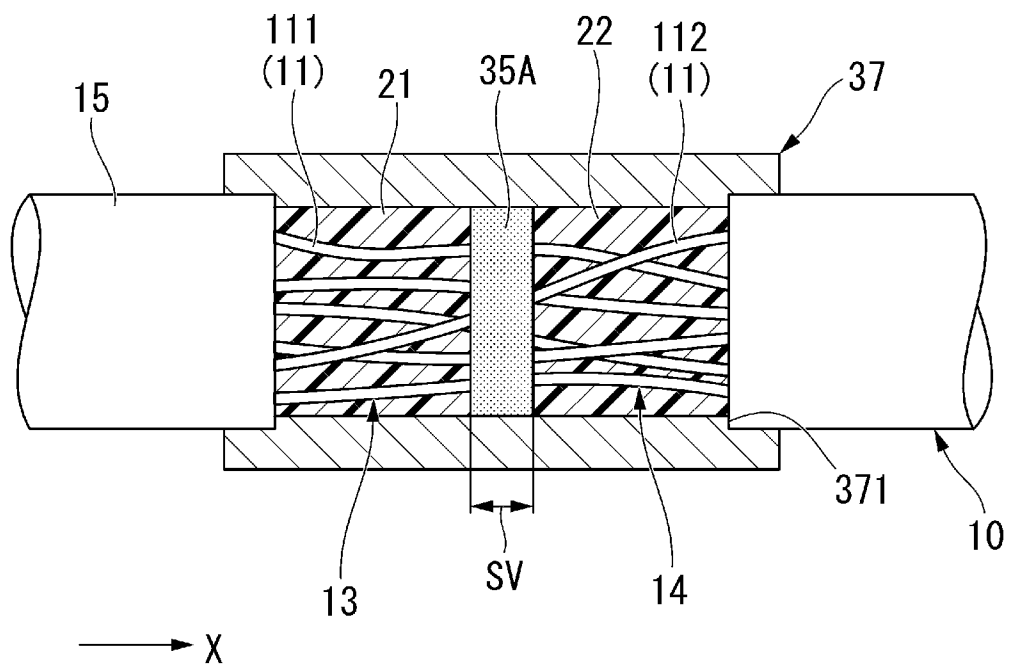


[図16]



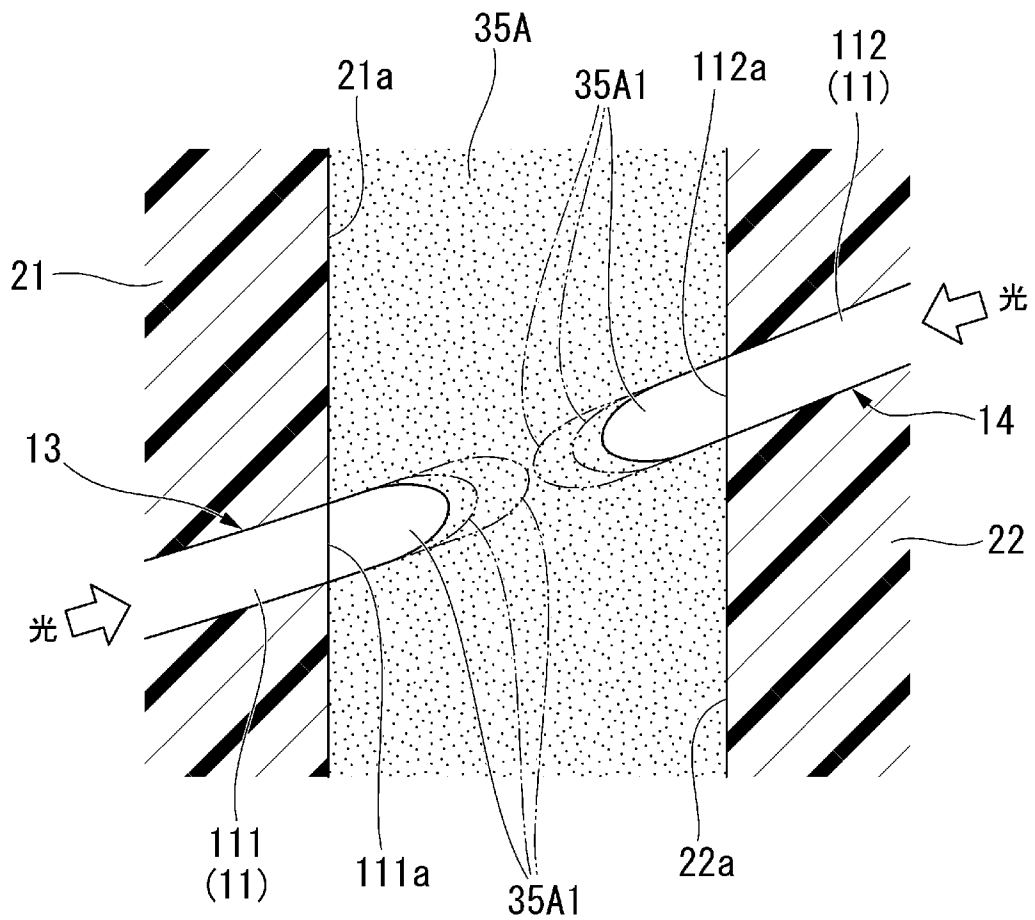
→ X

[図17]



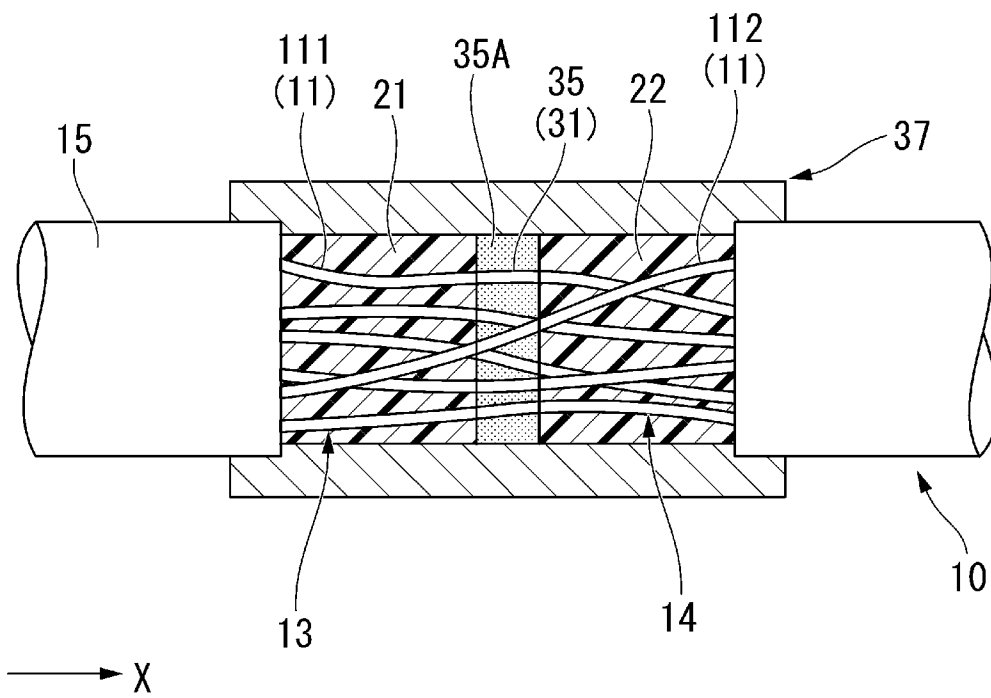
→ X

[図18]



→ X

[図19]



→ X

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/029333

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G02B 6/26</i> (2006.01)i; <i>G02B 6/04</i> (2006.01)i; <i>G02B 6/40</i> (2006.01)i; <i>G02B 6/44</i> (2006.01)i FI: G02B6/26 301; G02B6/04 B; G02B6/04 D; G02B6/40; G02B6/44 386		
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; G02B6/04; G02B6/40; 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 1971-2021 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021		
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	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 174214/1979 (Laid-open No. 92107/1981) (TOPLA KK) 22 July 1981 (1981-07-22), specification, p. 3, line 10 to p. 6, line 13, fig. 1-2	1-2
Y		1-2
A		3-7
Y	WO 2006/132098 A1 (OLYMPUS MEDICAL SYSTEMS CORP) 14 December 2006 (2006-12-14) paragraphs [0019]-[0056], fig. 1-23	1-2
X	WO 2020/209364 A1 (ADAMANT NAMIKI PREC JEWEL CO LTD) 15 October 2020 (2020-10-15) paragraphs [0002]-[0003], [0034]-[0071], fig. 1-11	1, 3
A		4-7
A	JP 51-65645 A (ITT INDUSTRIES INC.) 07 June 1976 (1976-06-07) entire text, all drawings	1-7
<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 "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 04 October 2021		Date of mailing of the international search report 26 October 2021
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/JP2021/029333

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 9-90153 A (FUJITSU LTD) 04 April 1997 (1997-04-04) entire text, all drawings	1-7
A	US 2003/0169972 A1 (STANTON, Stuart T.) 11 September 2003 (2003-09-11) entire text, all drawings	1-7
A	US 2016/0154192 A1 (EMPIRE TECHNOLOGY DEVELOPMENT LLC) 02 June 2016 (2016-06-02) entire text, all drawings	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/029333

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	56-92107	U1	22 July 1981	(Family: none)	
WO	2006/132098	A1	14 December 2006	US 2008/0118212	A1 paragraphs [0048]-[0085], fig. 1-23
				EP 1890173	A1
				CN 101189540	A
				JP 2006-343402	A
WO	2020/209364	A1	15 October 2020	(Family: none)	
JP	51-65645	A	07 June 1976	US 3914015	A entire text, all drawings
				GB 1460887	A
				DE 2545258	A1
				FR 2288320	A1
JP	9-90153	A	04 April 1997	US 5835646	A entire text, all drawings
US	2003/0169972	A1	11 September 2003	(Family: none)	
US	2016/0154192	A1	02 June 2016	WO 2015/163896	A1

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G02B 6/26(2006.01)i; G02B 6/04(2006.01)i; G02B 6/40(2006.01)i; G02B 6/44(2006.01)i FI: G02B6/26 301; G02B6/04 B; G02B6/04 D; G02B6/40; G02B6/44 386		
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; G02B6/04; G02B6/40; 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 - 2021年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2021年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2021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 A	日本国実用新案登録出願54-174214号(日本国実用新案登録出願公開56-92107号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（東プラ株式会社） 22.07.1981（1981-07-22）明細書3ページ10行-6ページ13行, 第1-2図	1-2 1-2 3-7
Y	WO 2006/132098 A1（オリンパスメディカルシステムズ株式会社）14.12.2006 （2006 - 12 - 14） 段落[0019]-[0056], 図1-23	1-2
X A	WO 2020/209364 A1（アダマンド並木精密宝石株式会社）15.10.2020（2020 - 10 - 15） 段落[0002]-[0003], [0034]-[0071], 図1-11	1,3 4-7
A	JP 51-65645 A（アイ、テイ、テイ、インダストリーズ、インコーポレーテッド） 07.06.1976（1976 - 06 - 07） 全文, 全図	1-7
A	JP 9-90153 A（富士通株式会社）04.04.1997（1997 - 04 - 04） 全文, 全図	1-7
<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 “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 04.10.2021	国際調査報告の発送日 26.10.2021	
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） 堀部 修平 2L 9215 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*	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
A	US 2003/0169972 A1 (STANTON, Stuart T.) 11.09.2003 (2003 - 09 - 11) 全文, 全図	1-7
A	US 2016/0154192 A1 (EMPIRE TECHNOLOGY DEVELOPMENT LLC) 02.06.2016 (2016 - 06 - 02) 全文, 全図	1-7

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/JP2021/029333

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 56-92107 U1	22.07.1981	(ファミリーなし)	
WO 2006/132098 A1	14.12.2006	US 2008/0118212 A1 段落[0048]-[0085], 図1-23 EP 1890173 A1 CN 101189540 A JP 2006-343402 A	
WO 2020/209364 A1	15.10.2020	(ファミリーなし)	
JP 51-65645 A	07.06.1976	US 3914015 A 全文, 全図 GB 1460887 A DE 2545258 A1 FR 2288320 A1	
JP 9-90153 A	04.04.1997	US 5835646 A 全文, 全図	
US 2003/0169972 A1	11.09.2003	(ファミリーなし)	
US 2016/0154192 A1	02.06.2016	WO 2015/163896 A1	