

(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12月1日(01.12.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/249756 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 6/44 (2006.01) *G02B 6/50* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/016702
- (22) 国際出願日: 2022年3月31日(31.03.2022)
- (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 2021-086748 2021年5月24日(24.05.2021) 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: 佐藤 文昭(SATO Fumiaki); 〒5410041
大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33

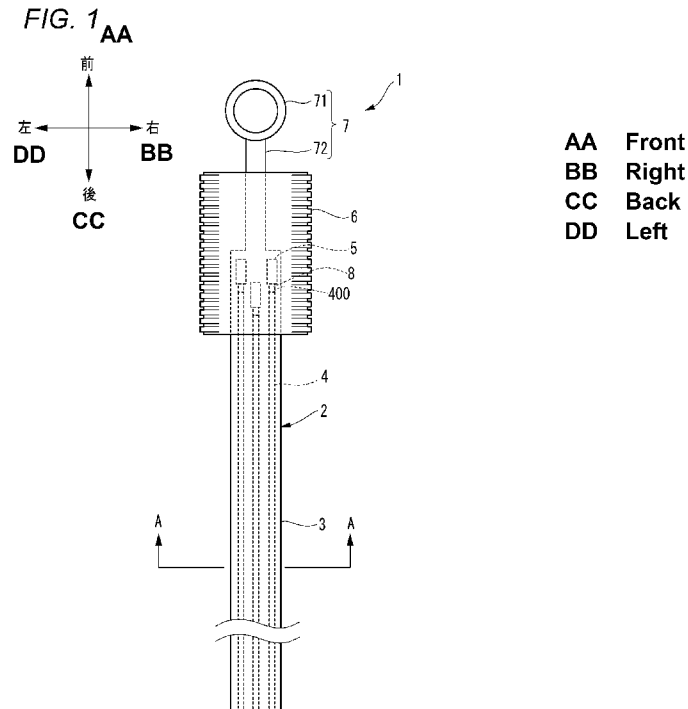
号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 大
貫 聡(OHNUKI Satoshi); 〒5410041 大阪府大
阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電
気工業株式会社内 Osaka (JP). 大塚 健一郎
(OTSUKA Kenichiro); 〒5410041 大阪府大阪
市中央区北浜四丁目5番33号 住友電
気工業株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 信栄特許事務所(SHIN-EI
PATENT FIRM, P.C.); 〒1050003 東京都港区
西新橋一丁目7番13号 虎ノ門イースト
ビルディング8階 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,

(54) Title: OPTICAL FIBER CABLE

(54) 発明の名称: 光ファイバケーブル



(57) Abstract: An optical fiber cable (1) which comprises: a cable main body part (2) that comprises 3,000 or more optical fiber core wires (20) and a cladding material (3) that contains the optical fiber core wires (20); and a multi-core connector (5) that is connected to ends of the optical fiber core wires (20). With respect to this optical fiber cable (1), the cladding material (3) contains 0.2% by mass to 1.5% by mass of silicone.

[続葉有]

HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, 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,
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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 3 0 0 0 心以上の光ファイバ心線 (2 0) と、光ファイバ心線 (2 0) を収容する外被材 (3) と、を含むケーブル本体部 (2) と、光ファイバ心線 (2 0) の端部に接続された多心コネクタ (5) と、を有し、外被材 (3) は質量百分率が 0 . 2 % 以上 1 . 5 % 以下のシリコンを含む、光ファイバケーブル (1) 。

明 細 書

発明の名称：光ファイバケーブル

技術分野

[0001] 本開示は、光ファイバケーブルに関する。

本出願は、2021年5月24日出願の日本出願第2021-086748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ものである。

背景技術

[0002] 特許文献1は、複数本の光ファイバテープ心線を高密度に集合一体化させた多心光ファイバケーブルを開示している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特開2004-161499号公報

発明の概要

[0004] 本開示の一態様に係る光ファイバケーブルは、

3000心以上の光ファイバ心線と、前記光ファイバ心線を収容する外被材と、を含むケーブル本体部と、

前記光ファイバ心線の端部に接続された多心コネクタと、を有し、

前記外被材は、質量百分率が0.2%以上1.5%以下のシリコンを含む。

図面の簡単な説明

[0005] [図1]図1は、本実施形態の一態様に係る光ファイバケーブルを例示する図である。

[図2]図2は、図1におけるA-A線断面図である。

[図3]図3は、間欠連結型光ファイバリボンを長手方向に示す平面図である。

[図4]図4は、本実施形態の一態様に係る光ファイバケーブルを布設する様子を例示する図である。

[図5]図5は、本実施形態の一態様に係る光ファイバケーブルの静摩擦係数を算出するために用いる装置を例示する図である。

[図6]図6は、牽引長に対する牽引張力を示す図である。

[図7]図7は、本実施形態の一態様に係る別の光ファイバケーブルの断面図である。

発明を実施するための形態

[0006] [本開示が解決しようとする課題]

屋外配線用の光ファイバケーブルは、配線の途中で、クロージャ等の接続箱内で融着接続されるケースが多く、局内への引き込み部分でも融着接続またはコネクタ接続されている。このため、例えば、3000心以上の超多心光ファイバケーブルである場合、融着接続に多大な時間を要する虞がある。また、超多心光ファイバケーブルをダクト内に牽引方式で布設する場合、ダクト内における光ファイバケーブルの占有率が高いと、牽引張力が大きくなり通線性が低下してしまう虞がある。このため、光ファイバケーブルの布設時における作業効率を向上させることが可能な光ファイバケーブルが求められている。

[0007] 本開示は、光ファイバケーブルの布設時における作業効率を向上させることが可能な光ファイバケーブルを提供することを目的とする。

[0008] [本開示の実施形態の説明]

最初に本開示の実施態様を列記して説明する。

本開示の一態様に係る光ファイバケーブルは、

(1) 3000心以上の光ファイバ心線と、前記光ファイバ心線を収容する外被材と、を含むケーブル本体部と、

前記光ファイバ心線の端部に接続された多心コネクタと、を有し、

前記外被材は、質量百分率が0.2%以上1.5%以下のシリコンを含む。

この構成によれば、光ファイバ心線の端部には多心コネクタが設けられているため、融着接続に要する時間を短縮、または無くすることができる。また

、上記構成に係る光ファイバケーブルが有する外被材は、質量百分率が0.2%以上1.5%以下のシリコンを含む。このため、当該光ファイバケーブルをダクト内に牽引方式で布設する場合において、光ファイバケーブルとダクトとの摩擦係数を小さくすることができる。したがって、上記構成に係る光ファイバケーブルは通線性がよい。このように、上記構成によれば、光ファイバケーブルの布設時における作業効率を向上させることができる。

[0009] また、本開示の一態様に係る光ファイバケーブルにおいて、

(2) 前記外被材とステンレス製の平板との静摩擦係数が0.20以上0.46以下であると好ましい。

この構成によれば、外被材とステンレス製の平板との静摩擦係数が0.20以上0.46以下であるため、光ファイバケーブルの通線性がよい。

[0010] また、本開示の一態様に係る光ファイバケーブルにおいて、

(3) 前記外被材の断面は多角形状であると好ましい。

この構成によれば、外被材の断面は多角形状であるため、光ファイバケーブルの断面において、光ファイバケーブルをダクトに通線した際にダクトと光ファイバケーブルとが接する部分は点接触となる。このため、上記構成に係る光ファイバケーブルによれば、ダクト通過時の摩擦抵抗を減らすことができるため、光ファイバケーブルの布設時における通線性がよい。

[0011] また、本開示の一態様に係る光ファイバケーブルにおいて、

(4) 前記光ファイバケーブルの曲げ剛性は $25 \text{ N} \cdot \text{mm}^2$ 以下であり、前記光ファイバケーブルの周方向における曲げ剛性の変動量が、曲げ剛性の平均値の5%以内であると好ましい。

このような構成に係る光ファイバケーブルは曲げやすく、かつどの方向にも一定程度曲げることができるので、例えば、光ファイバケーブルを、複数の湾曲部を有するダクトに通す場合であっても、通線性がよい。

[0012] また、本開示の一態様に係る光ファイバケーブルは、

(5) 前記光ファイバ心線は、並列に配置された状態で、一部、または全ての前記光ファイバ心線間において、隣接する光ファイバ心線間が連結され

た連結部と、隣接する光ファイバ心線間が連結されていない非連結部とが長手方向に間欠的に設けられた間欠連結型光ファイバリボンを構成している。

この構成によれば、光ファイバ心線は間欠連結型光ファイバリボンを構成しているため、束ねてサブユニット化しやすい。このため、比較的多くの光ファイバ心線をケーブル内に高密度に収容することができる。

[0013] また、本開示の一態様に係る光ファイバケーブルにおいて、

(6) 前記光ファイバリボンの第1の端部と前記多心コネクタの間に設けられて、前記光ファイバ心線のピッチを変換するピッチ変換部をさらに有し、

前記多心コネクタにおける前記光ファイバ心線のピッチは、前記光ファイバリボンにおける前記光ファイバ心線のピッチよりも長く、

前記光ファイバ心線の外径は $160\mu\text{m}$ 以上 $185\mu\text{m}$ 以下であり、

前記ケーブル本体部の心密度は $10\text{心}/\text{mm}^2$ 以上であると好ましい。

この構成によれば、細径ファイバを用いた高密度の光ファイバケーブルにおいても、光ファイバ心線のピッチをピッチ変換部により予め変換して多心コネクタに接続しておくことで、融着時間を短縮することができる。したがって、上記構成に係る光ファイバケーブルによれば、光ファイバケーブルの布設時における作業効率を向上させることができる。

[0014] また、本開示の一態様に係る光ファイバケーブルにおいて、

(7) 前記ケーブル本体部の少なくとも一方の端部に設けられる可撓管をさらに有し、

前記多心コネクタは前記可撓管に収容されていてもよい。

この構成によれば、多心コネクタは可撓管に収容されているため、多心コネクタが露出することなく、牽引時にコネクタが破損したり、ばらけたりするのを防ぐことができる。

[0015] また、本開示の一態様に係る光ファイバケーブルにおいて、

(8) 前記可撓管の外径および前記ケーブル本体部の外径は 60mm 以下であると好ましい。

この構成によれば、可撓管およびケーブル本体部の外径を細径にしつつ、光ファイバケーブルを多心かつ高密度にすることができる。

[0016] また、本開示の一態様に係る光ファイバケーブルにおいて、

(9) 前記光ファイバ心線のガラス径は $80\ \mu\text{m}$ 以上 $120\ \mu\text{m}$ 以下であると好ましい。

この構成によれば、光ファイバ心線の被覆厚が薄くなることを抑制することができるため、光ファイバケーブルの機械強度が低下することを抑制することができる。

[0017] [本開示の効果]

本開示によれば、光ファイバケーブルの布設時における作業効率を向上させることが可能な光ファイバケーブルを提供することができる。

[0018] (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ケーブルの具体例を、以下に図面を参照して説明する。なお、本開示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。

[0019] (第一実施形態)

図1および図2を参照しつつ、本実施形態に係る光ファイバケーブル1について説明する。なお、本実施形態の説明では、説明の便宜上、「前後方向」、「左右方向」、「上下方向」について適宜言及する。これらの方向は、図1、図2に例示する光ファイバケーブル1について設定された相対的な方向である。ここで、「上下方向」は、図2に対してケーブル中心を原点として「上方向」及び「下方向」を含む方向である。「前後方向」は、図1に対して「上方向」及び「下方向」（図2に対する「前方向」及び「後方向」）を含む方向である。「左右方向」は、図1、図2に対してケーブル中心を原点として「左方向」及び「右方向」を含む方向である。図1は光ファイバケーブル1を例示する図である。図2は、図1におけるA-A線断面図である。

- [0020] 図1に例示するように、光ファイバケーブル1は、ケーブル本体部2と、複数の多心コネクタ5と、可撓管6と、プーリングアイ7と、ピッチ変換部8と、を有する。図2に例示するように、ケーブル本体部2は、スロットロッド52と、複数のサブユニット4と、外被材3と、を有する。
- [0021] スロットロッド52は、中央にテンションメンバ54を有し、その周囲に複数のスロット溝を形成するための複数のリブが断面視で放射状に設けられている。スロット溝はケーブル本体部2の長手方向に沿って一方向の螺旋状またはS Z状に形成されている。複数のスロット溝にはそれぞれ一つまたは複数のサブユニット4が収容されている。
- [0022] サブユニット4は、複数の間欠連結型光ファイバリボン40を有する。光ファイバリボン40は、例えば12心の光ファイバ心線20を含んでいる。各光ファイバ心線20の外径は、例えば $200\mu\text{m}$ である。サブユニット4は、光ファイバ心線20を含む光ファイバリボン40を束ねて形成される。具体的には、サブユニット4は、光ファイバリボン40が丸められ、撚り合わされることで形成される。なお、スロット溝内において、サブユニット4同士が撚られていても良い。光ファイバ心線20は、例えば石英ガラス等から形成されたガラスファイバと、その周囲に形成された被覆層と、を有する。ガラスファイバは、コア部およびクラッド部を有する。コア部は、光ファイバ心線20の径方向の中心に配置されている。クラッド部は、コア部の周囲を覆うように配置されている。
- [0023] ここで、図3を参照して光ファイバリボン40について詳細に説明する。図3に例示するように、光ファイバリボン40は、複数の光ファイバ心線20A~20Lの長手方向と直交する方向に並列に配置された状態で、複数の光ファイバ心線20A~20L間の一部、または全てにおいて、隣接する光ファイバ心線間が連結された連結部41と、隣接する光ファイバ心線間が連結されていない非連結部42とが長手方向に間欠的に設けられている、間欠連結型の光ファイバリボンである。各光ファイバ心線20A~20Lの外径は $220\mu\text{m}$ 以下であり、例えば $180\mu\text{m}$ または $200\mu\text{m}$ である。

[0024] 本実施形態に係る光ファイバリボン40では、12本の光ファイバ心線20A～20Lが並列に配置されている。連結部41と非連結部42とが間欠的に設けられている箇所は、一部の光ファイバ心線間（2心毎間欠）であってもよく、全ての光ファイバ心線間（1心毎間欠）であってもよい。図3に例示する光ファイバリボン40は、2心毎間欠であり、光ファイバ心線20Aと20B、20Cと20D、20Eと20F、20Gと20H、20Iと20J、20Kと20L、の各線間には非連結部42が設けられていない。

[0025] 光ファイバリボン40における連結部41は、例えば紫外線硬化型樹脂、熱硬化型樹脂等からなる連結樹脂43を光ファイバ心線間に塗布することによって形成される。連結樹脂43が所定の光ファイバ心線間に塗布されることにより、連結部41と非連結部42とが間欠的に設けられるとともに、各光ファイバ心線20A～20Lが並列状態で一体化される。連結樹脂43は、並列された光ファイバ心線20A～20Lで形成される並列面の片面のみに塗布するようにしてもよいし、両面に塗布するようにしてもよい。また、光ファイバリボン40は、例えば並列された光ファイバ心線20A～20Lの片面、または両面全体にテープ樹脂を塗布して、全ての光ファイバ心線20A～20Lを連結させてから、回転刃等で一部を切断して非連結部42を形成するように作製されてもよい。

[0026] 図2に例示するように、スロットロッド52の周囲には、押さえ巻きテープ55が巻かれている。押さえ巻きテープ55は、例えば、ポリエチレンテレフタレート（PET）をテープ状に形成したものや、PET等の基材と、不織布と、を貼り合わせたもの等が用いられうる。なお、押さえ巻きテープ55の内側には、吸水剤（例えば吸水パウダ）が付与されていてもよい。

[0027] 外被材3は、押さえ巻きテープ55の周囲に絶縁樹脂が押出被覆されることにより形成されている。外被材3はスロットロッド52および押さえ巻きテープ55の外周形状に沿って形成されるため、外被材3の断面は多角形状である。外被材3は、例えば、低密度ポリエチレン等の樹脂にシリコンが配合された樹脂組成物から形成されている。本実施形態において、外被材3

は、質量百分率が0.2%以上1.5%以下のシリコンを含む。なお、外被材3は、外被材3の低温収縮を抑制する観点から、水酸化マグネシウムやタルク等の無機フィラーを含んでもよい。

[0028] ケーブル本体部2の外径、すなわち外被材3の外径は、例えば28mmである。ケーブル本体部2は、3000心以上（例えば、3456心）の光ファイバ心線20を含む。したがって、光ファイバケーブル1は、超多心ケーブルである。なお、光ファイバケーブル1における光ファイバ心線20の密度は、心密度5.6心/mm²である。光ファイバリボン40における各光ファイバ心線20の外径が200μmである場合、光ファイバケーブル1の心密度を5心/mm²以上にすることができる。

[0029] 図1に例示するように、多心コネクタ5は、例えば、MTコネクタをベース構造とした12心のMPOコネクタである。本実施形態において、光ファイバケーブル1は、例えば288個の多心コネクタ5を有している。これらの多心コネクタ5は、可撓管6に収容されている。なお、図1では、図示の都合上、3個の多心コネクタ5のみを図示している。多心コネクタ5は、光ファイバリボン40の端部に取り付けられている。つまり、多心コネクタ5は、光ファイバ心線20の端部に接続されている。

[0030] 可撓管6は、蛇腹状の円筒管であり、可撓性を有する。可撓管6は、光ファイバケーブル1の端部に設けられている。可撓管6の表面は、ポリ塩化ビニル等で被覆されている。可撓管6の外径は60mm以下であり、本実施形態においては60mmである。可撓管6の外径は、ケーブル本体部2の外径および後述するプーリングアイ7の筒状部72の外径よりも大きい。可撓管6の許容曲げ半径は、例えば220mmである。ただし、可撓管6の許容曲げ半径は、これに限られない。可撓管6は、ケーブル本体部2の端部と、プーリングアイ7の端部と、を収容している。

[0031] プーリングアイ7は、光ファイバケーブル1を牽引するために十分な強度を持った材料から形成されている。このような材料としては、例えば鉄等の金属がある。プーリングアイ7は、円環部71と、筒状部72と、を備えて

いる。円環部 7 1 は、円環状である。布設者は、例えば円環部 7 1 にワイヤ等を接続し、ウインチによって当該ワイヤを牽引することで、光ファイバケーブル 1 を牽引することができる。筒状部 7 2 は、略円筒状である。筒状部 7 2 の第 1 の端部は円環部 7 1 に接続されており、筒状部 7 2 の第 2 の端部はケーブル本体部 2 の端部に接続されている。筒状部 7 2 の一部は、可撓管 6 に収容されている。

[0032] ピッチ変換部 8 は、光ファイバリボン 4 0 の第 1 の端部 4 0 0 と、多心コネクタ 5 の端部との間に設けられている。ピッチ変換部 8 は、光ファイバ心線 2 0 のピッチを、多心コネクタ 5 の配列ピッチに変換するように構成されている。本実施形態において、光ファイバリボン 4 0 における光ファイバ心線 2 0 のピッチは $200\ \mu\text{m}$ であり、多心コネクタ 5 における配列ピッチは $250\ \mu\text{m}$ である。ピッチ変換部 8 は、複数の光ファイバ心線 2 0 を単心分離してピッチを広げることで、光ファイバ心線 2 0 のピッチを $200\ \mu\text{m}$ から $250\ \mu\text{m}$ に変換する。それにより、多心コネクタ 5 に対して $250\ \mu\text{m}$ のピッチで複数の光ファイバ心線 2 0 が接続される。

[0033] (光ファイバケーブル 1 の布設方法)

次に、図 4 を参照しつつ、本実施形態に係る光ファイバケーブル 1 の布設方法について説明する。なお、本明細書では、地中に設けられたマンホールに配置されたダクト 1 0 に光ファイバケーブル 1 を通線する例を用いて説明する。ダクト 1 0 は、例えばステンレスから形成されている。ダクト 1 0 は、例えば略円筒状である。ダクト 1 0 は、複数の湾曲部を有している。ただし、ダクト 1 0 は直線状であってもよい。ダクト 1 0 は、壁面や底面に固定されている。

[0034] 布設者は、ワイヤをダクト 1 0 の出口 1 0 b から入口 1 0 a に向けて通線させる。布設者は、プーリングアイ 7 の円環部 7 1 に、入口 1 0 a から出てきたワイヤを接続し、ダクト 1 0 の出口 1 0 b からウインチによって当該ワイヤを牽引する。これにより、光ファイバケーブル 1 は、ダクト 1 0 内に挿通される。光ファイバケーブル 1 がダクト 1 0 内を通るとき、外被材 3 の断

面は多角形状であるため、ダクト10と光ファイバケーブル1が接する接触部3a（図2参照）は、光ファイバケーブル1の断面において、点接触となる。

[0035] 布設者は、円環部71がダクト10の出口10bに出てくるまで、円環部71に接続されたワイヤをウインチによって牽引する。円環部71が出口10bに出てくると、布設者は、円環部71とワイヤの接続状態を解く。その後、布設者は、光ファイバケーブル1から可撓管6およびプーリングアイ7を外して、多心コネクタ5を他の光ファイバケーブルや光通信機器等に接続する。すなわち、光ファイバケーブル1に含まれる光ファイバ心線20を他の光ファイバ心線に融着接続することなく、多心コネクタ5によって、容易に接続作業を行うことができる。

[0036] （光ファイバケーブル1の静摩擦係数の測定）

発明者は、光ファイバケーブル1の静摩擦係数を算出するために、図5に例示する装置100を用いて実験を行った。図5に例示するように、装置100は、第一金属板101と、第二金属板102と、四つの円柱部材103と、を備えている。なお、四つの円柱部材103は、第一金属板101と第二金属板102の四隅にそれぞれ設けられた孔部に挿通されている。図5では、図示の都合上、二つの円柱部材103のみを図示している。また、第一金属板101および第二金属板102は、ダクト10の壁面に模するため、ステンレス製の平板としている。

[0037] 発明者は、光ファイバケーブル1を、第一金属板101と、第一金属板101よりも上方に配置された第二金属板102と、で挟み込み、第二金属板102に対して荷重を加えた状態から、光ファイバケーブル1を当該金属板の長手方向（図5における右方向）に牽引する方法で、光ファイバケーブル1の静摩擦係数を算出した。第二金属板102に対して加えられる荷重は、0.5kgである。第一金属板101および第二金属板102の長手方向の長さは、約150mmである。光ファイバケーブル1に対する引張速度は、約500mm/分である。なお、本実施形態においては、牽引張力の平均値

を用いて静摩擦係数を評価した。

[0038] 上記実験の結果、シリコンが添加されていない外被材を有する光ファイバケーブルの静摩擦係数は平均0.54であった。これに対し、質量百分率0.2%のシリコンが添加された外被材3を有する光ファイバケーブル1の静摩擦係数は0.46であり、質量百分率0.3%のシリコンが添加された外被材3を有する光ファイバケーブル1の静摩擦係数は0.36であり、質量百分率0.5%のシリコンが添加された外被材3を有する光ファイバケーブル1の静摩擦係数は0.30であり、質量百分率1.5%のシリコンが添加された外被材3を有する光ファイバケーブル1の静摩擦係数は0.20であった。なお、外被材3に添加されるシリコンの濃度が質量百分率0.2%未満の場合、シリコンが添加されていない外被材を有する光ファイバケーブルの静摩擦係数と略同じであった。また反対に、外被材3に添加されるシリコンの濃度が質量百分率1.5%以上である場合、光ファイバケーブル1の静摩擦係数の低下率は鈍化するため、掛かるコストに対し、十分な効果が得られないことが確認できた。発明者はこれらの結果から、光ファイバケーブル1が有する外被材3に添加するシリコンの濃度は、質量百分率0.2%以上1.5%以下であることが好ましいことを確認した。

[0039] (光ファイバケーブル1を布設するときの牽引張力の測定)

図6は、牽引長に対する牽引張力を示す図である。なお、図6における縦軸方向(上下方向)に延びる直線Xと各折れ線グラフの交点は、図4において、光ファイバケーブル1の先端がX地点に到達した時点での牽引張力である。直線Yと各折れ線グラフの交点は、図4において、光ファイバケーブル1の先端がY地点に到達した時点での牽引張力である。直線Zと各折れ線グラフの交点は図4において、光ファイバケーブル1の先端がZ地点に到達した時点での牽引張力である。

[0040] 発明者は、図4に例示するダクト10にシリコンが添加されていない外被材を有する光ファイバケーブルと、質量百分率が0.3%のシリコンが添加された外被材3を有する光ファイバケーブル1と、をそれぞれ通線させ

ることで、各光ファイバケーブルを布設するときの牽引張力を測定した。

[0041] 上記実験の結果、発明者は、質量百分率が0.3%のシリコンが添加された外被材3を有する光ファイバケーブル1をダクト10に通線させるのに必要な牽引張力は、シリコンが添加されていない外被材を有する光ファイバケーブルをダクト10に通線させるのに必要な牽引張力の約半分であることを確認した。また発明者は、質量百分率が0.3%のシリコンが添加された外被材3を有する光ファイバケーブル1をダクト10に通線させた場合、光ファイバケーブル1とダクト10との間で生じる摩擦による光ファイバケーブル1への損傷は、ほとんどないことも確認した。

[0042] (光ファイバケーブル1の曲げ剛性の測定)

光ファイバケーブル1の曲げ剛性は、大きすぎると取り扱い性が悪くなり、周方向における曲げ剛性の平均値の5%より大きく変動すると、曲げやすさに方向性が出てくるため、通線しにくくなる。このように、曲げ剛性は、光ファイバケーブル1の通線性に影響するパラメータであるため、発明者は、両端支持張り方式により、光ファイバケーブル1の曲げ剛性についても算出した。なお、光ファイバケーブル1の曲げ剛性は、光ファイバケーブル1の長さが700mm、治具の間隔が500mm、加圧速度が200mm/分、圧子変位量が10mmのときの光ファイバケーブル1の反発力に基づいて、算出した。

[0043] その結果、発明者は、光ファイバケーブル1の曲げ剛性は $15\text{ N} \cdot \text{mm}^2$ 以上 $25\text{ N} \cdot \text{mm}^2$ 以下であることを確認した。また発明者は、光ファイバケーブル1において、テンションメンバ54が中央にあるため、曲げ方向性は小さいことを確認した。具体的には、長手方向での測定位置を変えたり、曲げる方向を変えて、曲げ剛性の平均値とばらつきを測定した結果、曲げ剛性の変動量の値は、曲げ剛性の平均値の5%以内に収まっていることも確認した。

[0044] 以上のような光ファイバケーブル1によれば、光ファイバ心線20の端部には多心コネクタ5が接続されている。このため、ケーブル本体部2が、融

着接続に多大な時間を要する超多心ケーブルであっても、融着接続に要する時間を短縮することができる。また、外被材 3 は、質量百分率が 0.2 % 以上 1.5 % 以下のシリコンを含むので、光ファイバケーブル 1 をダクト 10 内に牽引方式で布設する場合において、光ファイバケーブル 1 とダクト 10 との静摩擦係数を小さくすることができる。したがって、光ファイバケーブル 1 は通線性がよいので、光ファイバケーブル 1 の布設時における作業効率を向上させることができる。

[0045] また、以上のような光ファイバケーブル 1 によれば、質量百分率が 0.2 % 以上 1.5 % 以下のシリコンを含む外被材 3 と、ステンレス製の第一金属板 101 および第二金属板 102 との静摩擦係数は 0.20 以上 0.46 以下である。シリコンが添加されていない外被材と第一金属板 101 および第二金属板 102 との静摩擦係数は平均 0.54 であるから、外被材 3 を有する光ファイバケーブル 1 のダクト 10 内での通線性はそれより良好である。

[0046] また、以上のような光ファイバケーブル 1 によれば、外被材 3 の断面は多角形状であり、ダクト 10 と光ファイバケーブル 1 とが接する部分（接触部 3a）は、光ファイバケーブル 1 の断面において、点接触となる。したがって、ダクト 10 と光ファイバケーブル 1 とが接する部分が、光ファイバケーブル 1 の断面において、面接触である場合と比べて、ダクト 10 と光ファイバケーブル 1 との間に生じる摩擦が減る。このため、光ファイバケーブル 1 のダクト 10 内での通線性は良好である。

[0047] （第二実施形態）

次に、図 7 を参照しつつ、本実施形態に係る光ファイバケーブル 1A について説明する。なお、本実施形態の説明において、第一実施形態の説明と重複する部分については、同じ符号を付し、適宜説明を省略する。図 7 に例示するように、光ファイバケーブル 1A は、スロットロッドが無いスロットレス構造であることと、心数が多い点で、光ファイバケーブル 1 と異なる。

[0048] 光ファイバケーブル 1A は、48 個のサブユニット 4A を含む。サブユニ

ット4 Aは、288心の光ファイバ心線20を含む。したがって、光ファイバケーブル1 Aは、13824心の光ファイバ心線20を含む。また、光ファイバケーブル1 Aのケーブル本体部2の外径は35.5 mmである。また本実施形態において、光ファイバ心線20の外径は160 μm 以上185 μm 以下であり、光ファイバケーブル1 Aにおける光ファイバ心線20の密度は、心密度は10心/ mm^2 以上である。したがって、光ファイバケーブル1における光ファイバ心線20の密度よりも高い。

[0049] このように、光ファイバケーブル1 Aは、ケーブル本体部2を過剰に大型化させずに光ファイバ心線20を高密度に收容することができるので、ダクト10に通線させることができる。また、本実施形態においても、多心コネクタ5との互換性を持たせるために、光ファイバ心線20のピッチを200 μm から250 μm に変換しておくことで、融着時間を短縮することができる。

[0050] 以上、本開示を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本開示の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。また、上記説明した構成部材の数、位置、形状等は上記実施の形態に限定されず、本開示を実施する上で好適な数、位置、形状等に変更することができる。

[0051] 第一実施形態において、外被材3の断面は多角形状であるが、例えば円形状であってもよい。

[0052] 上記の実施形態において、光ファイバケーブル1は、ピッチ変換部8を有しているが、ピッチ変換部8を有していなくてもよい。

[0053] 上記の実施形態において、多心コネクタ5は、光ファイバリボン40の端部に取り付けられているが、光ファイバリボン40の別の端部にも取り付けられていてもよい。この場合、可撓管6は、光ファイバケーブル1の両端部に設けられていてもよい。

[0054] 上記の実施形態において、光ファイバ心線20のガラスファイバの径は80 μm 以上120 μm 以下であると好ましい。これは、光ファイバ心線20

の外径が例えば約 $165\text{ }\mu\text{m}$ であり、光ファイバ心線 20 のガラスファイバのガラス径が約 $125\text{ }\mu\text{m}$ であると、光ファイバ心線 20 の被覆厚が薄くなり、機械強度が悪化する虞があるである。このため、光ファイバ心線 20 のガラスファイバのガラス径を $80\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $120\text{ }\mu\text{m}$ 以下とすることで、被覆厚が薄くなることを抑制することができ、その結果、光ファイバケーブル 1, 1A の機械強度を低下することを抑制することができる。

符号の説明

- [0055] 1, 1A : 光ファイバケーブル
2 : ケーブル本体部
3 : 外被材
3a : 接触部
4, 4A : サブユニット
5 : 多心コネクタ
6 : 可撓管
7 : プーリングアイ
8 : ピッチ変換部
10 : ダクト
10a : 入口
10b : 出口
20 (20A~20L) : 光ファイバ心線
40 : 光ファイバリボン
41 : 連結部
42 : 非連結部
43 : 連結樹脂
52 : スロットロッド
54 : テンションメンバ
55 : 押さえ巻きテープ
71 : 円環部

7 2 : 筒状部

1 0 0 : 装置

1 0 1 : 第一金属板

1 0 2 : 第二金属板

1 0 3 : 円柱部材

4 0 0 : 第 1 の端部

請求の範囲

- [請求項1] 3000心以上の光ファイバ心線と、前記光ファイバ心線を収容する外被材と、を含むケーブル本体部と、
前記光ファイバ心線の端部に接続された多心コネクタと、を有し、
前記外被材は、質量百分率が0.2%以上1.5%以下のシリコンを含む、光ファイバケーブル。
- [請求項2] 前記外被材とステンレス製の平板との静摩擦係数が0.20以上0.46以下である、請求項1に記載の光ファイバケーブル。
- [請求項3] 前記外被材の断面は多角形状である、請求項1または請求項2に記載の光ファイバケーブル。
- [請求項4] 前記光ファイバケーブルの曲げ剛性は $25\text{ N} \cdot \text{mm}^2$ 以下であり、
前記光ファイバケーブルの周方向における曲げ剛性の変動量が、曲げ剛性の平均値の5%以内である、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ケーブル。
- [請求項5] 前記光ファイバ心線は、並列に配置された状態で、一部、または全ての前記光ファイバ心線間において、隣接する光ファイバ心線間が連結された連結部と、隣接する光ファイバ心線間が連結されていない非連結部とが長手方向に間欠的に設けられた間欠連結型光ファイバリボンを構成している、請求項1から請求項4のいずれか一項に記載の光ファイバケーブル。
- [請求項6] 前記光ファイバリボンの第1の端部と前記多心コネクタの間に設けられて、前記光ファイバ心線のピッチを変換するピッチ変換部をさらに有し、
前記多心コネクタにおける前記光ファイバ心線のピッチは、前記光ファイバリボンにおける前記光ファイバ心線のピッチよりも長く、
前記光ファイバ心線の外径は $160\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $185\text{ }\mu\text{m}$ 以下であり、
前記ケーブル本体部の心密度は $10\text{ 心}/\text{mm}^2$ 以上である、請求項

5に記載の光ファイバケーブル。

[請求項7] 前記ケーブル本体部の少なくとも一方の端部に設けられる可撓管をさらに有し、

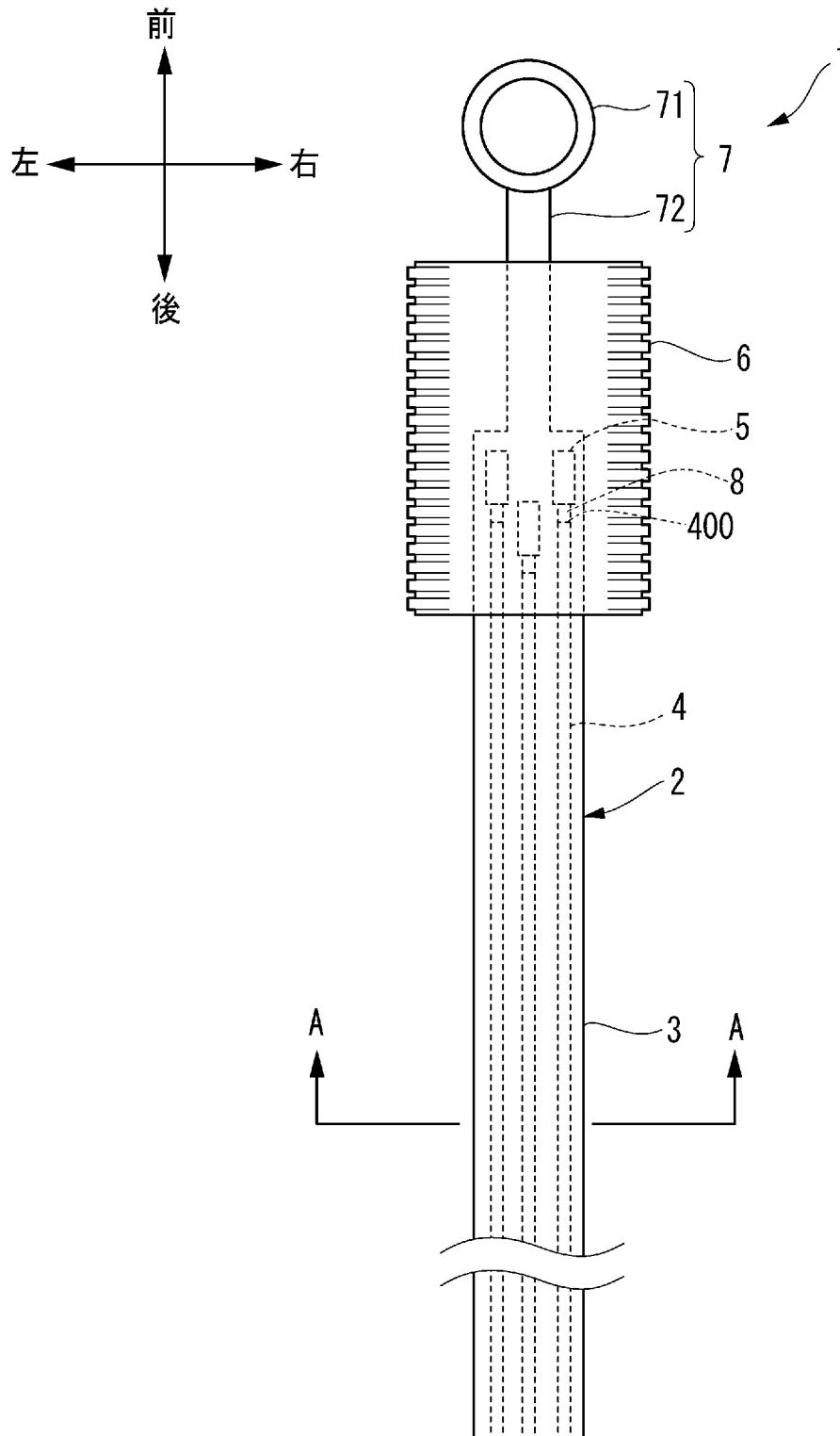
前記多心コネクタは前記可撓管に収容されている、請求項1から請求項6のいずれか一項に記載の光ファイバケーブル。

[請求項8] 前記可撓管の外径および前記ケーブル本体部の外径は60mm以下である、請求項7に記載の光ファイバケーブル。

[請求項9] 前記光ファイバ心線のガラス径は80 μ m以上120 μ m以下である、請求項1から請求項8のいずれか一項に記載の光ファイバケーブル。

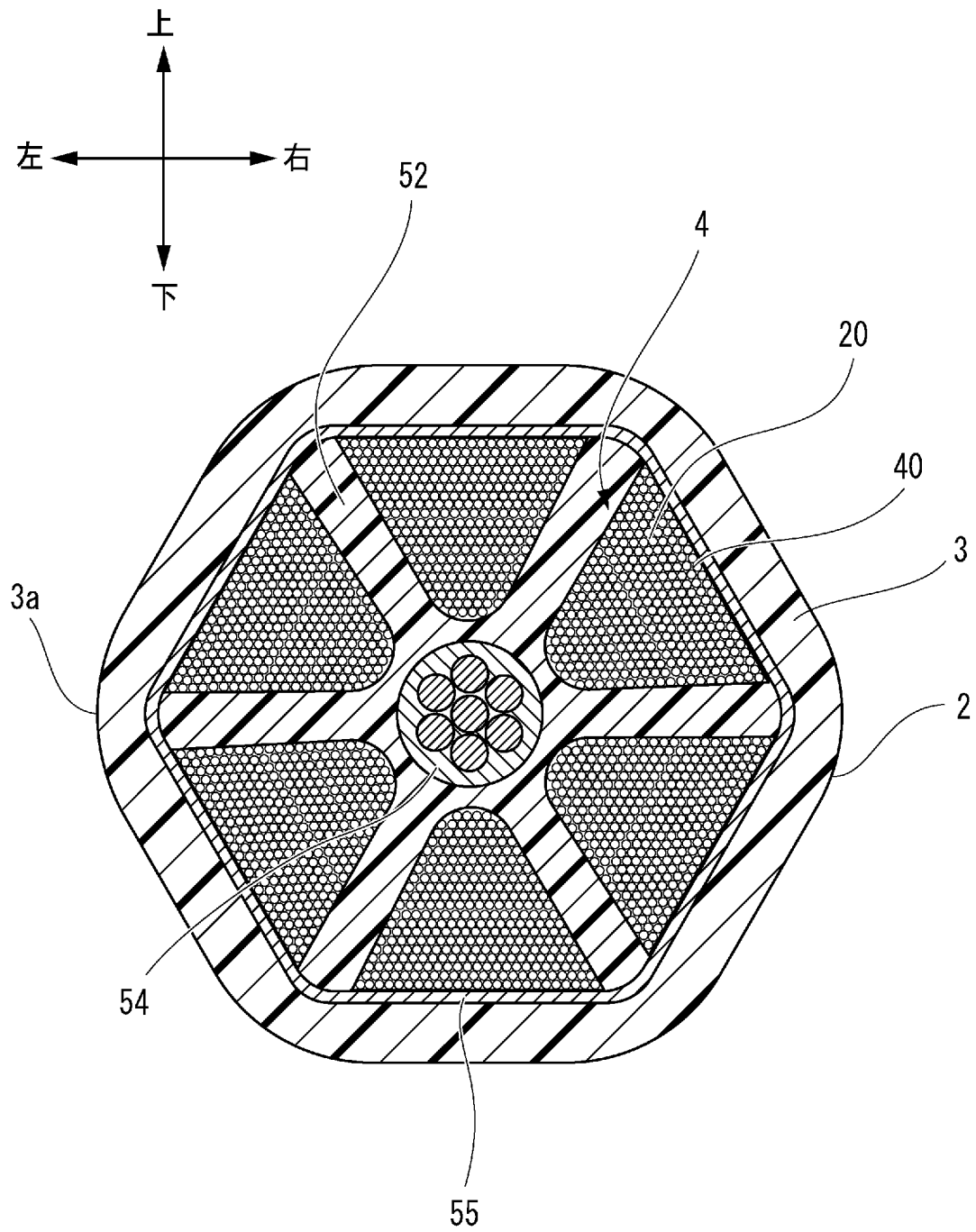
[図1]

FIG. 1



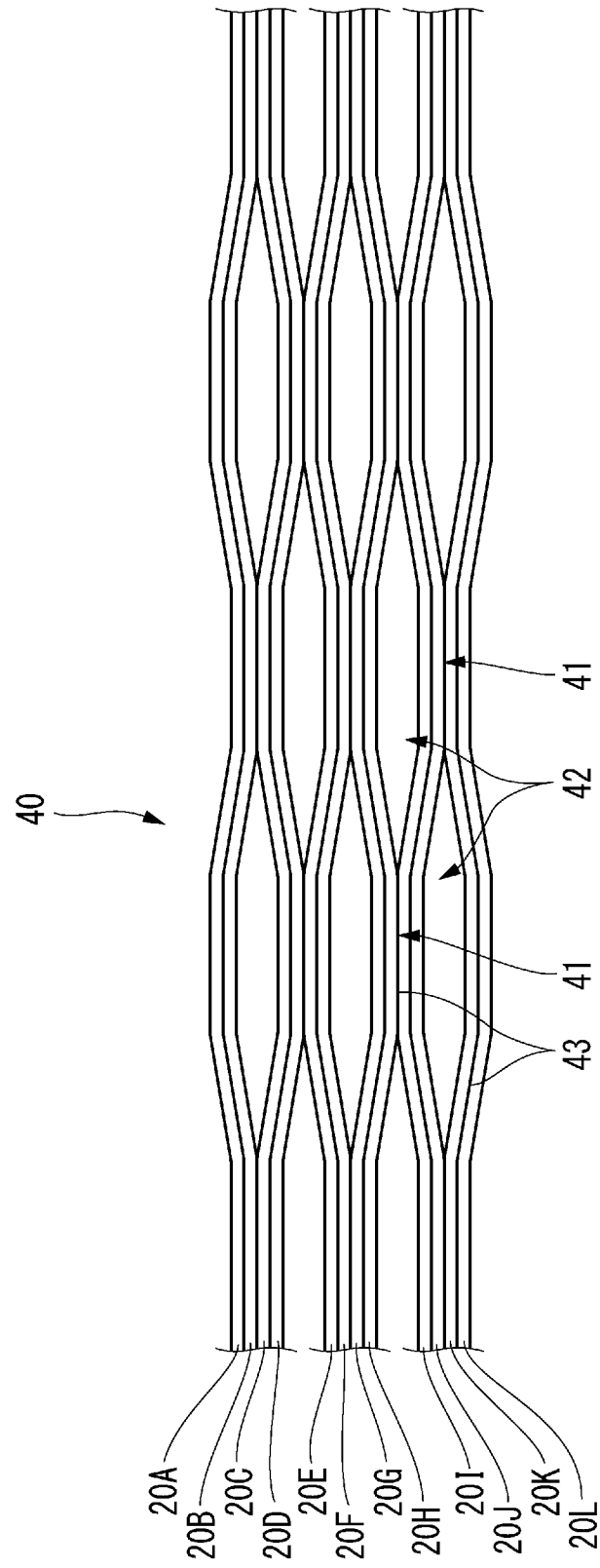
[図2]

FIG. 2



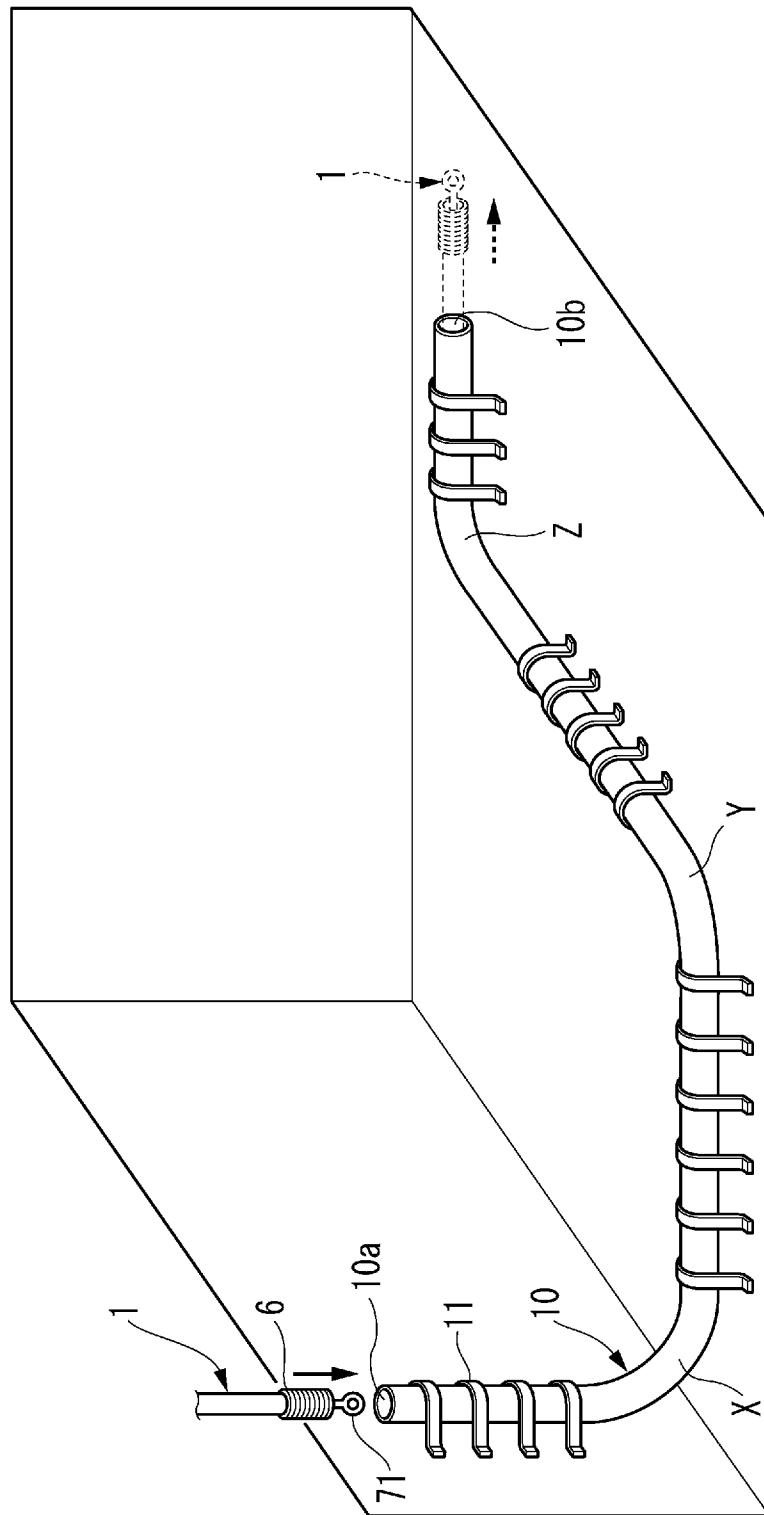
[図3]

FIG. 3



[図4]

FIG. 4



[図5]

FIG. 5

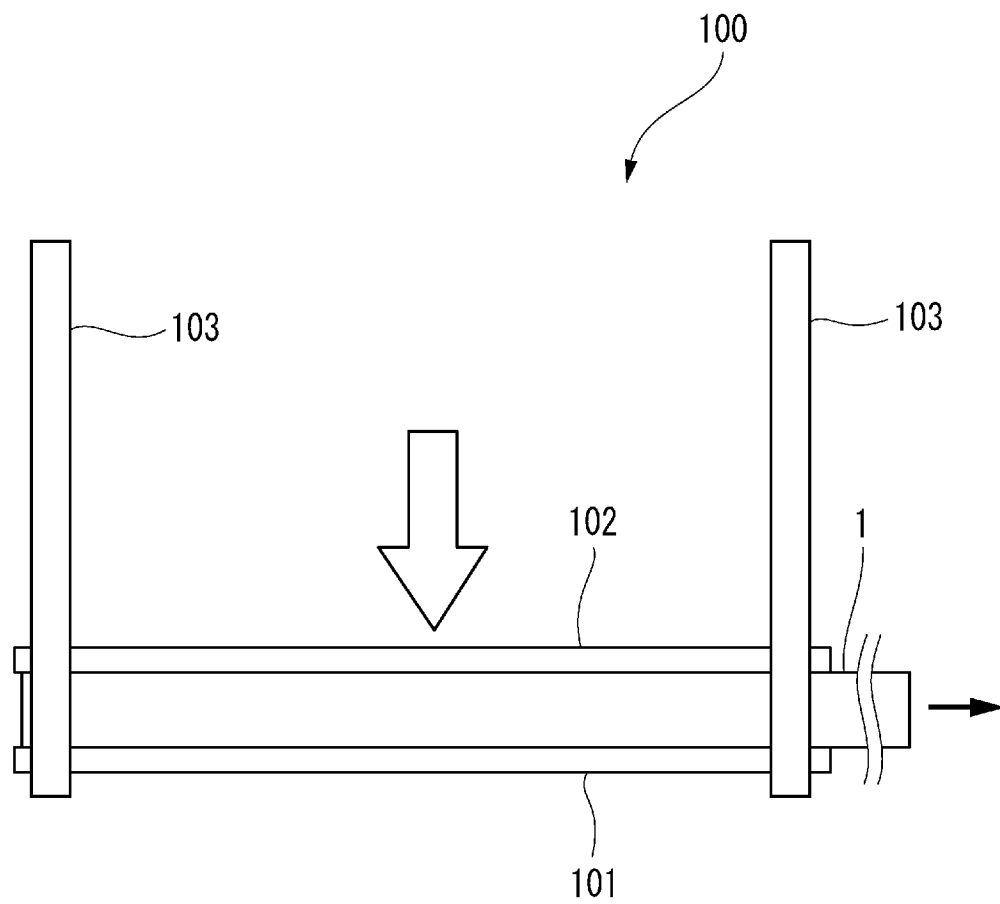
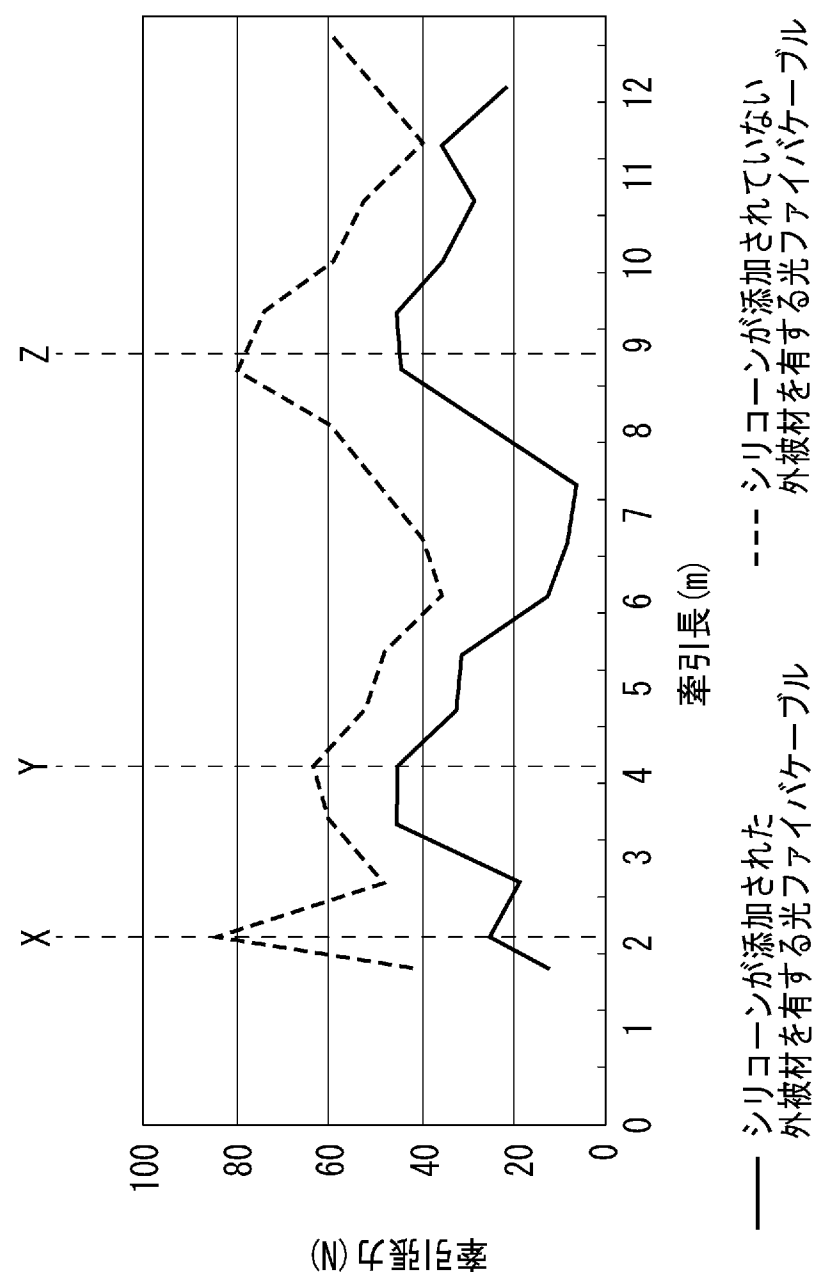


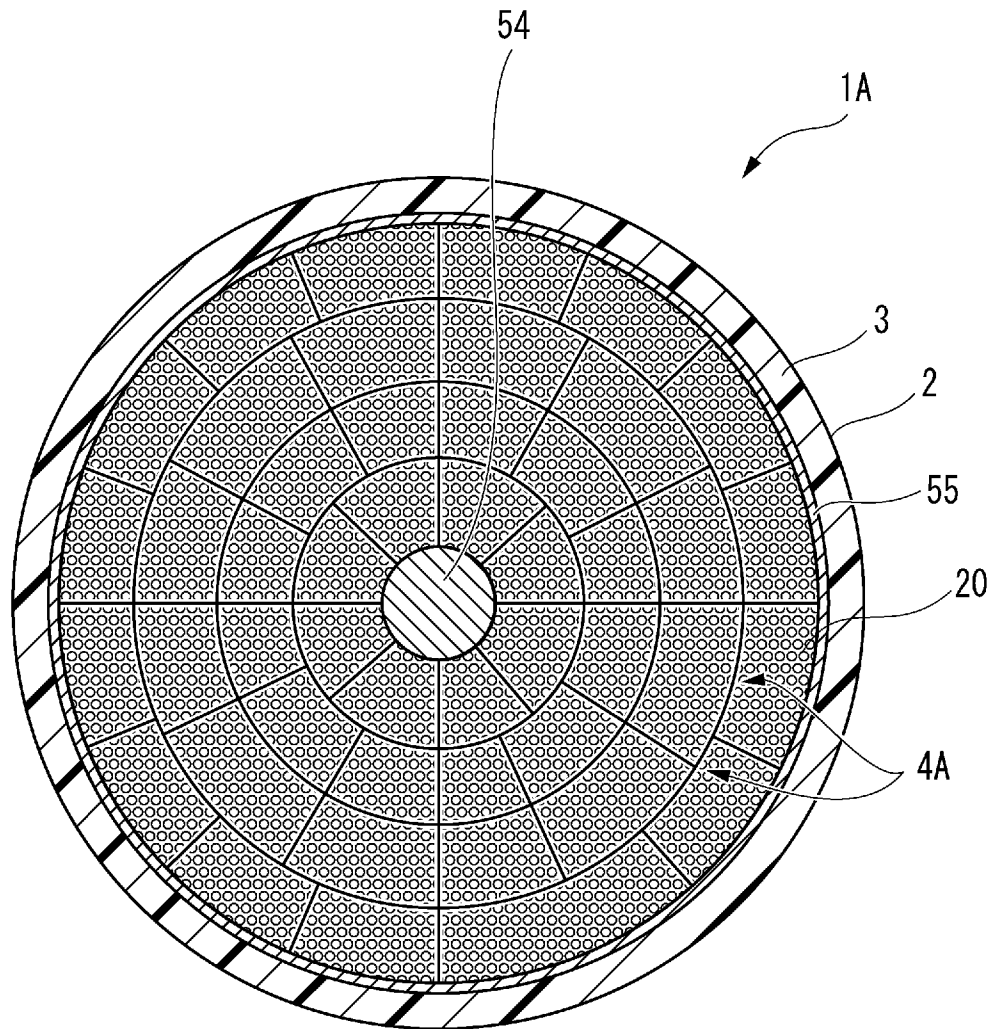
FIG. 6

[図6]



[図7]

FIG. 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/016702

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B 6/44(2006.01)i; **G02B 6/50**(2006.01)i
 FI: G02B6/44 386; G02B6/44 366; G02B6/44 371; G02B6/50

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)
 G02B6/44

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 1971-2022
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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.
Y	WO 2020/256019 A1 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES) 24 December 2020 (2020-12-24) paragraphs [0026]-[0028], [0035]-[0036], [0038], [0060]-[0067], fig. 1-4	1-9
Y	US 2019/0004273 A1 (CORNING RESEARCH & DEVELOPMENT CORPORATION) 03 January 2019 (2019-01-03) paragraphs [0022]-[0023], [0039], fig. 1, 10	1-9
Y	WO 2021/045201 A1 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES) 11 March 2021 (2021-03-11) paragraphs [0068]-[0070], fig. 9	4
A	JP 2021-33206 A (FUJIKURA LTD) 01 March 2021 (2021-03-01) paragraphs [0004], [0033]	1-9
A	JP 11-142702 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES) 28 May 1999 (1999-05-28) paragraphs [0018]-[0020], fig. 6	1-9

☐ 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

03 June 2022

Date of mailing of the international search report

21 June 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

**Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan**

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/016702

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2020/256019	A1	24 December 2020	EP	3988977	A1	
				paragraphs [0016]-[0019], [0026]-[0027], [0029], [0052]- [0061], fig. 1-4			
US	2019/0004273	A1	03 January 2019	WO	2019/005546	A1	
				EP	3646090	A1	
				CA	3068455	A1	
				MX	2019015811	A	
WO	2021/045201	A1	11 March 2021	(Family: none)			
JP	2021-33206	A	01 March 2021	WO	2021/039138	A1	
JP	11-142702	A	28 May 1999	(Family: none)			

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 6/50(2006.01)i FI: G02B6/44 386; G02B6/44 366; G02B6/44 371; G02B6/50		
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）） G02B6/44		
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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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
Y	WO 2020/256019 A1（住友電気工業株式会社）24.12.2020（2020-12-24） 段落[0026]-[0028], [0035]-[0036], [0038], [0060]-[0067], 図1-4	1-9
Y	US 2019/0004273 A1（CORNING RESEARCH & DEVELOPMENT CORPORATION）03.01.2019 （2019-01-03） 段落[0022]-[0023], [0039], 図1, 10	1-9
Y	WO 2021/045201 A1（住友電気工業株式会社）11.03.2021（2021-03-11） 段落[0068]-[0070], 図9	4
A	JP 2021-33206 A（株式会社フジクラ）01.03.2021（2021-03-01） 段落[0004], [0033]	1-9
A	JP 11-142702 A（住友電気工業株式会社）28.05.1999（1999-05-28） 段落[0018]-[0020], 図6	1-9
☐ 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 03.06.2022		国際調査報告の発送日 21.06.2022
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

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/JP2022/016702

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2020/256019	A1	24.12.2020	EP 3988977 A1 段落[0016]-[0019], [0026]-[0027], [0029], [0052]-[0061], 図1-4	
US	2019/0004273	A1	03.01.2019	WO 2019/005546 A1 EP 3646090 A1 CA 3068455 A1 MX 2019015811 A	
WO	2021/045201	A1	11.03.2021	(ファミリーなし)	
JP	2021-33206	A	01.03.2021	WO 2021/039138 A1	
JP	11-142702	A	28.05.1999	(ファミリーなし)	