(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5月5日(05.05.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/092251 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 6/44 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/039970

(22) 国際出願日： 2021年10月29日(29.10.2021)

(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 2020-182420 2020年10月30日(30.10.2020) 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). 鈴木 洋平 **(SUZUKI Yohei)**; 〒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). 下田 雄紀 **(SHIMODA Yuuki)**; 〒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).

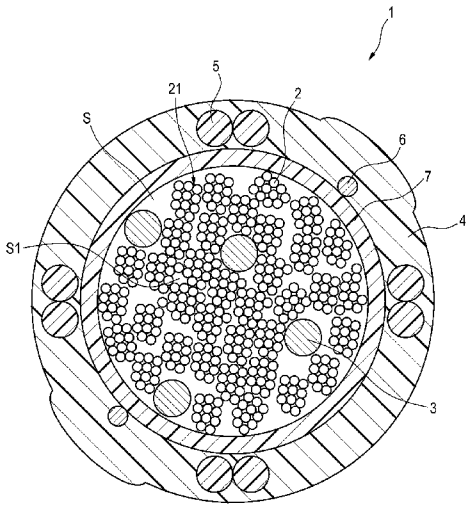
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, 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.

WO 2022/092251 A1

(54) **Title:** OPTICAL FIBER CABLE AND OPTICAL FIBER UNIT

(54) 発明の名称： 光ファイバケーブルおよび光ファイバユニット

FIG.1



(57) **Abstract:** This optical fiber cable (1) comprises a plurality of optical fiber core wires (2); a plurality of absorptive fibers (3); and an outer skin (4). The outer skin (4) covers the circumference of the plurality of optical fiber core wires (2) and the plurality of absorptive fibers (3). The fraction of the area of the cross-sections of the absorptive fibers (3) to the area of an accommodation section (S) further inward than the outer skin (4) is 1-5% in a cross-section perpendicular to the longitudinal direction of the optical fiber cable (1). The maximum value of the area of a cavity section (S1) surrounded by the optical fiber core wires (2) in the cross-section is 1.0 mm^2 or less.

(57) 要約：光ファイバケーブル（１）は、複数の光ファイバ心線（２）と、複数の吸水性繊維（３）と、外被（４）とを備えている。外被（４）は、複数の光ファイバ心線（２）および複数の吸水性繊維（３）の周囲を被覆する。光ファイバケーブル（１）の長手方向に直交する断面における外被（４）より内側の収容部（Ｓ）の面積に対する吸水性繊維（３）の断面における面積の割合は１％以上５％以下である。当該断面における光ファイバ心線（２）に囲まれた空隙部（Ｓ１）の面積の最大値は１．０ｍｍ^{2}以下である。

［続葉有］

(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))

明　細　書

発明の名称 ： 光ファイバケーブルおよび光ファイバユニット

技術分野

[0001] 本開示は、光ファイバケーブルおよび光ファイバユニットに関する。

[0002] 本出願は、２０２０年１０月３０日出願の日本出願第２０２０－１８２４２０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

[0003] 特許文献１は、複数のファイバ心線がバンドルされた光ファイバユニットが複数集合した光ファイバユニット集合体を備えた光ファイバケーブルを開示している。光ファイバケーブルは、光ファイバユニット集合体の外周に設けられる外部止水材と、光ファイバユニット集合体の内部に設けられる内部止水材を備えている。内部止水材は、水膨張性の繊維または紐状部材である。

[0004] 特許文献２は、複数の光ファイバ心線よりなるケーブルコアを備えた光ファイバケーブルを開示している。ケーブルコアにおける外周側に位置する光ファイバ心線の部分は、第一吸水テープで巻かれている。ケーブルコアにおける中心側に位置する光ファイバ心線の部分は、少なくとも周方向の部分的に、第一吸水テープまたは第二吸水テープで巻かれている。

[0005] 特許文献３は、光ファイバ心線又は光ファイバテープ心線からなる光ファイバユニットと、複数の光ファイバユニットの外周に巻き付けられた押さえ部材とを備えた光ファイバケーブルを開示している。押さえ部材は、内側に吸水性材料を有している。押さえ部材の内径をｄ［ｍｍ］、押さえ部材の内側の空隙率をＳ［％］、押さえ部材の吸水性材料による１０分間の吸水後の厚さ増加量をｈ［ｍｍ］としたとき、以下の式が成り立つ。

$$1 < [d^2 - (d - 2h)^2] / (d^2 \times S / 100) < 2$$

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：日本国特開２０１３－８８５４２号公報

特許文献2：日本国特開２０１５－１０２５７６号公報

特許文献3：日本国特開２０１８－１６９４３１号公報

発明の概要

課題を解決するための手段

[0007] 本開示の光ファイバケーブルは、

複数の光ファイバ心線と、

複数の吸水性繊維と、

前記複数の光ファイバ心線および前記複数の吸水性繊維の周囲を被覆する外被と、

を備えており、

光ファイバケーブルの長手方向に直交する断面における前記外被より内側の収容部の面積に対する前記吸水性繊維の前記断面における面積の割合は１％以上５％以下であり、

前記断面における前記光ファイバ心線に囲まれた空隙部の面積の最大値は１．０ｍｍ^{2}以下である。

[0008] また、本開示の光ファイバユニットは、

複数の光ファイバ心線と、

複数の吸水性繊維と、

前記複数の光ファイバ心線および前記複数の吸水性繊維の周囲を被覆する被覆部と、

を備えており、

光ファイバユニットの長手方向に直交する断面における前記被覆部より内側の収容部の面積に対する前記吸水性繊維の前記断面における面積の割合は１％以上５％以下であり、

前記断面における前記光ファイバ心線に囲まれた空隙部の面積の最大値は１．０ｍｍ^{2}以下である。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図１は、一実施形態に係る光ファイバケーブルの長手方向に直交する断面図である。

[図2]図２は、光ファイバケーブルに用いられる光ファイバリボンを長手方向に示す部分展開図である。

[図3]図３は、高密度に光ファイバ心線が実装されたケーブルの防水特性と曲げ特性の関係を示す図である。

[図4]図４は、図１に示した光ファイバケーブルの変形例を示す断面図である。

[図5]図５は、一実施形態に係る光ファイバユニットの長手方向に直交する断面図である。

発明を実施するための形態

[0010] ［本開示が解決しようとする課題］

本開示は、光ファイバ心線を高密度に実装可能であり、かつ、防水性を有する光ファイバケーブルおよび光ファイバユニットを提供する。

［本開示の効果］

本開示によれば、光ファイバ心線を高密度に実装可能であり、かつ、防水性を有する光ファイバケーブルおよび光ファイバユニットを提供することができる。

［本開示の実施の形態の説明］

まず本開示の実施態様を列記して説明する。

（１）本開示の光ファイバケーブルは、

複数の光ファイバ心線と、

複数の吸水性繊維と、

前記複数の光ファイバ心線および前記複数の吸水性繊維の周囲を被覆する外被と、

を備えており、

光ファイバケーブルの長手方向に直交する断面における前記外被より内側

の収容部の面積に対する前記吸水性繊維の前記断面における面積の割合は１％以上５％以下であり、

前記断面における前記光ファイバ心線に囲まれた空隙部の面積の最大値は１．０ｍｍ^{2}以下である。

[0011] このような構成によれば、光ファイバ心線を高密度に実装可能であり、かつ、防水性を有する光ファイバケーブルを提供することができる。

[0012] （２）前記断面における前記外被より内側の収容部の面積から前記断面における前記複数の光ファイバ心線の面積を減ずることにより求められた内部空隙面積を、前記収容部の面積で除することにより求められる内部空隙率は、３０％以上５０％以下でもよい。

[0013] 内部空隙率が３０％より低いと、光ファイバケーブル内の光ファイバ心線が高密度になりすぎて、曲げ特性が悪くなる。一方、内部空隙率が５０％より高いと、防水性が悪くなる。内部空隙率が３０％以上５０％以下であれば、光ファイバ心線を高密度に実装させて防水性を高めながら、良好な曲げ特性を得ることができる。

[0014] （３）前記光ファイバ心線は２２０μｍ以下の外径を有してもよい。

[0015] このような構成によれば、細径の光ファイバ心線を用いることにより、光ファイバ心線に囲まれた空隙部の面積を小さくできる。

[0016] （４）前記吸水性繊維の繊度は５０００ｄ（デニール）以下でもよい。

[0017] このような構成によれば、細径の吸水性繊維は小さい空隙内にも配置可能であるので、外被より内側の収容部の広範囲にわたって吸水性繊維を配置させることができる。

[0018] （５）前記複数の光ファイバ心線および前記複数の吸水性繊維の周囲を覆う押さえ部材を備えており、

前記押さえ部材は、前記外被と前記複数の光ファイバ心線および前記複数の吸水性繊維との間に配置されており、

前記押さえ部材は、吸水性を有してもよい。

[0019] このような構成によれば、押さえ部材により、外被より内側の収容部に水

が浸入することを抑制することができる。

[0020] （６）前記複数の光ファイバ心線の一部の周囲を覆う第一押さえ部材と、

前記第一押さえ部材の外側に配置された前記複数の光ファイバ心線の他の一部の周囲を覆う第二押さえ部材と、を備えており、

前記第一押さえ部材および前記第二押さえ部材は、吸水性を有してもよい。

[0021] このような構成によれば、第二押さえ部材の内側に水が浸入することを抑制することができる。第二押さえ部材の内側に水が浸入した場合でも、第一押さえ部材により第一押さえ部材の内側に水が浸入することを抑制できる。これにより、外被の内側の収容部内の水走りを抑制することができる。また、光ファイバ心線と第一押さえ部材および第二押さえ部材との距離が短いので、例えば押さえ部材および押さえ部材の吸水性パウダーを光ファイバ心線の周囲へ行き渡らせることができる。また、第一押さえ部材の内側に配置された光ファイバ心線と、第一押さえ部材の外側に配置された光ファイバ心線とを判別することができる。

[0022] （７）本開示の光ファイバユニットは、

複数の光ファイバ心線と、

複数の吸水性繊維と、

前記複数の光ファイバ心線および前記複数の吸水性繊維の周囲を被覆する被覆部と、

を備えており、

光ファイバユニットの長手方向に直交する断面における前記被覆部より内側の収容部の面積に対する前記吸水性繊維の前記断面における面積の割合は１％以上５％以下であり、

前記断面における前記光ファイバ心線に囲まれた空隙部の面積の最大値は１．０ｍｍ^{2}以下である。

[0023] このような構成によれば、光ファイバ心線を高密度に実装可能であり、かつ、防水性を有する光ファイバユニットを提供することができる。

[0024] ［本開示の実施形態の詳細］

本開示の光ファイバケーブルおよび光ファイバユニットの具体例を、図面を参照しつつ説明する。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及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。

[0025] （第一実施形態）

図１を参照して、第一実施形態に係る光ファイバケーブル１の構成について説明する。

[0026] 光ファイバケーブル１は、図１に例示されるように、複数の光ファイバ心線２と、複数の吸水性繊維３と、外被４とを備えている。外被４の内側の収容部Ｓには、複数の光ファイバ心線２および複数の吸水性繊維３が配置されている。

[0027] 光ファイバ心線２は、光ファイバリボン２１を形成している。本例においては、光ファイバケーブル１において、１２本の光ファイバ心線２により形成された光ファイバリボン２１が３６枚撚り合わされてまとめられている。なお、複数枚の光ファイバリボン２１が撚り合わされて集合体を形成し、複数の集合体がさらに撚り合わされてもよい。この場合、光ファイバリボン２１の集合体の周囲にはバンドル材が巻かれてもよい。

[0028] 光ファイバリボン２１は、図２に例示されるように、複数の光ファイバ心線２を、その長手方向と直交する方向に並列させ、一部の隣接する光ファイバ心線２間を連結して連結部２１１を形成した構成を有している。連結部２１１は光ファイバ心線２に沿って間欠的に形成されており、光ファイバ心線２に沿って連結部２１１と非連結部２１２が交互に形成されている。光ファイバ心線２は、例えば、コアとクラッドからなるガラスファイバとガラスファイバの周囲を覆う一層または複数の被覆層により構成される。光ファイバ心線２は、例えば、２２０μｍ以下の外径を有している。

[0029] 吸水性繊維３は、例えば、ポリエステル繊維などからなる吸水ヤーンを含む。ポリエステル繊維としては、例えば、吸水速度が水道水で３０ｇ／ｍｉ

ｎ以下のポリエステル繊維が用いられる。

[0030] 外被４は、複数の光ファイバ心線２および複数の吸水性繊維３の周囲を被覆している。外被４は、例えば、高密度ポリエチレンなどの比較的ヤング率が高い硬質の樹脂により形成される。外被４には、複数のテンションメンバ５や複数の引き裂き紐６が埋め込まれてもよい。テンションメンバ５は、例えば、アラミドＦＲＰ、ガラスＦＲＰ、カーボンＦＲＰなどの繊維強化プラスチック（ＦＲＰ）や金属線などにより形成されうる。

[0031] このような光ファイバケーブル１内には、外被４より内側の収容部Ｓの断面積に対する吸水性繊維３の断面積の割合が１％以上５％以下となるように、吸水性繊維３が配置される。また、光ファイバケーブル１内には、光ファイバリボン２１により囲まれた空隙部Ｓ１の断面積の最大値が１．０ｍｍ^{2}以下となるように、光ファイバリボン２１が配置される。断面積とは光ファイバケーブル１の長手方向に直交する断面における面積である。

[0032] ここで、光ファイバ心線２は、水分によって伝送特性が悪化することが知られている。すなわち、光ファイバケーブル１において外被４の損傷や水分の浸透などによって外被４の内側の収容部Ｓ内に水が侵入した場合、光ファイバ心線２の伝送特性が悪化する恐れがある。また、光ファイバリボン２１の隙間などに水が浸入した場合、当該隙間を水が伝わることで、ケーブル長手方向の広範囲にわたって水が浸入するおそれがある。このような光ファイバケーブル１の収容部Ｓ内で水が伝うことを水走りという。

[0033] また、Ｌｕｃａｓ－Ｗａｓｈｂｕｒｎの式から、液体の浸透深さは、毛管半径のルート（１／２乗）に比例することが分かる。すなわち、空隙部Ｓ１の半径および断面積が小さい程、液体の浸透深さは小さくなり、防水性は向上する。

[0034] 本実施形態の光ファイバケーブル１においては、空隙部Ｓ１の断面積の最大値を１．０ｍｍ^{2}以下としている。空隙部Ｓ１の断面積の最大値を１．０ｍｍ^{2}以下とすることにより、特に防水性を向上させることができる。すなわち、空隙部Ｓ１内に水走りが生じることを抑制することができる。また、光フ

ァイバケーブル１においては、収容部Ｓの断面積に対する吸水性繊維３の断面積の割合を１％以上５％以下としている。したがって、外被４の内側の収容部Ｓ内に収容された吸水性繊維３により、外被４の内側に侵入してきた水を吸収することができる。これらにより、光ファイバ心線２を高密度に実装しながら、防水性を高めることができる。

[0035] なお、光ファイバリボン２１により囲まれた空隙部Ｓ１、とは、光ファイバリボン２１単体により囲まれた空隙部と複数の光ファイバリボン２１により囲まれた空隙部とのどちらも含み、隣り合う光ファイバ心線２同士が間隔を空けずに接触した複数の光ファイバ心線２により囲まれた空間を示す。いずれの場合も、光ファイバケーブル１は、空隙部の断面積の最大値が１．０ｍｍ^{2}以下になるように形成される。

[0036] また、本実施形態においては、光ファイバ心線２は２２０μｍ以下の外径を有している。細径の光ファイバ心線２を用いることにより、内部空隙率が３０％以上５０％以下であれば、光ファイバリボン２１に囲まれた空隙部Ｓ１の面積の最大値を小さくすることができ、空隙部の断面積の最大値を１．０ｍｍ^{2}以下にすることができる。

[0037] 本実施形態の光ファイバケーブル１は、外被４と複数の光ファイバリボン２１および複数の吸水性繊維３との間に配置された押さえ部材７を備えてもよい。押さえ部材７は、複数の光ファイバリボン２１および複数の吸水性繊維３の周囲を覆っている。押さえ部材７は、例えば、ポリエステルなどからなる不織布により形成される。また、押さえ部材７は、吸水性を有してもよい。押さえ部材７が吸水性を有する場合、押さえ部材７は、例えば、ポリエステル等からなる基布に吸水性パウダーを付着させることにより形成される。押さえ部材７は、複数の光ファイバリボン２１の周囲に縦添えまたは螺旋状に巻回されうる。なお、縦添えに巻回されるとは、押さえ部材７の長手方向が光ファイバケーブル１の長手方向に平行となり押さえ部材７の幅方向が光ファイバケーブル１の周方向に沿うように、押さえ部材７が光ファイバリボン２１の周囲に巻かれる状態を意味する。

[0038] このように押さえ部材７が吸水性を有する場合は、外被４より内側の収容部Ｓに水が浸入することを抑制することができ、光ファイバケーブル１の防水性を高めることができる。

[0039] また、本実施形態の光ファイバケーブル１は、内部空隙面積を収容部Ｓの断面積で除することにより求められる内部空隙率が３０％以上５０％以下となるように形成されてもよい。本例において、収容部Ｓは押さえ部材７により閉じられた空間であり、収容部Ｓの断面積は押さえ部材７の内径に基づいて算出される。押さえ部材７を有しない光ファイバケーブル１の場合、収容部Ｓは外被４により閉じられた空間であり、収容部Ｓの断面積は外被４の内径に基づいて算出される。内部空隙面積は、収容部Ｓの断面積から複数の光ファイバリボン２１の断面積を減ずることにより求められる。

[0040] ここで、図３に例示されるように、外被４の内側の収容部Ｓに実装される光ファイバ心線２の数が増加する（すなわち、空隙率が低くなる）ほど、防水性は良くなるが、曲げ特性は悪くなる傾向であることが知られている。なお、図３では、横軸が内部空隙率を表し、縦軸が走水速度または曲げ特性を表している。また、白三角は曲げ特性の値を示しており、黒丸が走水速度の値を示している。

[0041] 本実施形態の光ファイバケーブル１では内部空隙率は３０％以上５０％以下であるので、光ファイバ心線２を高密度に実装させて防水性を高めながら良好な曲げ特性を得ることができる。

[0042] また、本実施形態の光ファイバケーブル１は、吸水性繊維３として５０００ｄ以下の繊度を有する吸水性繊維３を備えてもよい。細径の吸水性繊維３は小さい空隙内にも配置可能であるので、外被４より内側の収容部Ｓの広範囲にわたって吸水性繊維３を配置させることができる。

[0043] また、本実施形態の光ファイバケーブル１は、図４に例示されるように、押さえ部材７に加えて、押さえ部材７の内側にさらに押さえ部材８を備えてもよい。押さえ部材７は第二押さえ部材の一例であり、押さえ部材８は第一押さえ部材の一例である。

[0044] 光ファイバケーブル１Ａにおいて、押さえ部材８は、複数の光ファイバリボン２１の一部の周囲を覆っている。押さえ部材８は、例えば、ポリエステルなどからなる不織布により形成される。また、押さえ部材８は、吸水性を有しており、例えばポリエステル等からなる基布に吸水性パウダーを付着させることにより形成されてもよい。押さえ部材８は、複数の光ファイバリボン２１の周囲に縦添えまたは螺旋状に巻回される。吸水性繊維３は、押さえ部材８の内側にのみ配置されても、押さえ部材８の内側および外側に配置されてもよい。

[0045] このような構成によれば、押さえ部材８の内側に配置された光ファイバ心線２と、押さえ部材８の外側に配置された光ファイバ心線２とを判別することができる。また、押さえ部材８が吸水性を有する場合、押さえ部材７の内側に水が浸入した場合でも、押さえ部材８の内側に水が浸入することを抑制できる。これにより、外被４の内側の収容部Ｓ内の水走りを抑制することができる。また、光ファイバ心線２と押さえ部材７および押さえ部材８との距離が短いので、押さえ部材７および押さえ部材８の吸水性パウダーを光ファイバリボン２１の周囲へ行き渡らせることができる。

[0046] 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。

[0047] 上記の実施形態においては、光ファイバケーブル１について述べられているが、本実施形態の構成は光ファイバケーブル１以外にも適用可能である。図５は、光ファイバユニット１１の一例を示す図である。光ファイバユニット１１は、複数の光ファイバ心線１２と、複数の吸水性繊維１３と、被覆部１４とを備えている。被覆部１４の内側の収容部Ｓ１０には、複数の光ファイバ心線１２および複数の吸水性繊維１３が配置されている。

[0048] 光ファイバ心線１２は、光ファイバリボン１２１を形成している。複数枚

の光ファイバリボン１２１は、撚り合わされることによりまとめられている。本例においては、光ファイバユニット１１において、１２本の光ファイバ心線２により形成された光ファイバリボン２１が３枚撚り合わされている。

[0049] 光ファイバリボン１２１は、図２の光ファイバリボン２１と同様に構成される。すなわち、光ファイバリボン１２１は、複数の光ファイバ心線１２を、その長手方向と直交する方向に並列させ、一部の隣接する光ファイバ心線１２間を連結して連結部２１１を形成した構成を有する。連結部２１１は光ファイバ心線２に沿って間欠的に形成されており、光ファイバ心線１２に沿って連結部２１１と非連結部２１２が交互に形成される。光ファイバ心線１２は、例えば、コアとクラッドからなるガラスファイバとガラスファイバの周囲を覆う一層または複数の被覆層により構成される。光ファイバ心線１２は、例えば、２２０μｍ以下の外径を有する。

[0050] 吸水性繊維１３は、例えば、ポリエステルなどからなる吸水ヤーンを含む。ポリエステル繊維としては、例えば、吸水速度が水道水で３０ｇ／ｍｉｎ以下のポリエステル繊維が用いられる。

[0051] 被覆部１４は、複数の光ファイバ心線１２および複数の吸水性繊維１３の周囲を被覆している。被覆部１４は、例えば、高密度ポリエチレンなどの比較的ヤング率が高い硬質の樹脂により形成されうる。例えば引き裂き紐（図示せず）が被覆部１４に埋め込まれる場合は、被覆部１４は引き裂き紐によって引き裂くことが可能なように低強度であるとともに伸び率の低い部材で構成されてもよい。

[0052] このような光ファイバユニット１１内には、被覆部１４より内側の収容部Ｓ１０の断面積に対する吸水性繊維１３の断面積の割合が１％以上５％以下となるように、吸水性繊維１３が配置される。また、光ファイバリボン１２１により囲まれた空隙部Ｓ１１の断面積の最大値は１．０ｍｍ^{2}以下となるように、光ファイバリボン１２１が配置される。断面積とは光ファイバユニット１１の長手方向に直交する断面における面積である。

[0053] このような構成によれば、空隙部Ｓ１１の断面積の最大値を１．０ｍｍ^{2}以

下とすることにより、特に防水性を向上させることができる。すなわち、空隙部Ｓ１１内に水走りが生じることを抑制することができる。また、被覆部１４の内側の収容部Ｓ１０内に収容された吸水性繊維１３により、被覆部１４の内側に侵入してきた水を吸収することができる。これらにより、光ファイバ心線２を高密度に実装しながら、防水性を高めることができる。

[0054] また、光ファイバユニット１１は、光ファイバケーブル内に実装されてもよい。

[0055] 上記の実施形態において、光ファイバリボン２１は１２本の光ファイバ心線２により形成されている。しかしながら、光ファイバリボン２１を形成する光ファイバ心線２の数は適宜変更可能である。同様に、光ファイバリボン１２１は１２本の光ファイバ心線１２により形成されている。しかしながら、光ファイバリボン１２１を形成する光ファイバ心線１２の数は適宜変更可能である。

[0056] 上記の実施形態において、光ファイバケーブル１および光ファイバユニット１１は、光ファイバ心線２および光ファイバ心線１２の形態として光ファイバリボン２１および光ファイバリボン１２１を有している。しかしながら、光ファイバケーブル１は、光ファイバリボンではなく単心の光ファイバ心線として光ファイバ心線２を有してもよい。同様に、光ファイバユニット１１は、光ファイバリボンではなく単心の光ファイバ心線として光ファイバ心線１２を有してもよい。単心の光ファイバ心線は複数本撚り合わせることにより集合体を形成してもよく、集合体の周囲はバンドル材が巻かれてもよい。この場合、光ファイバケーブル１は、複数の光ファイバ心線２により囲まれた空隙部の断面積の最大値が１．０ｍｍ^{2}以下になるように形成される。同様に、光ファイバユニット１１は、複数の光ファイバ心線１２により囲まれた空隙部の断面積の最大値が１．０ｍｍ^{2}以下になるように形成される。

[0057]（評価実験）

本実施形態に係る光ファイバケーブル１において、内部空隙率、空隙部の最大面積、内部空隙面積に対する吸水性繊維の面積（吸水性繊維占有率）の

３つのパラメータを変化させたサンプルＮｏ．１からＮｏ．１９を用意した。光ファイバケーブル１において押さえ巻き部材７は非吸水の不織布テープを使用した。空隙部の最大面積は、光ファイバケーブル１の断面写真に基づいて複数の光ファイバリボン２１により囲まれる面積を算出した。各サンプルに対して、サンプルを人工海水の中に常温で２４０時間保持し、その間に水走りした長さを測定することにより走水速度（ｍ／ｈ）の評価を行った。また、各サンプルに対して、ケーブルの外径の１０倍の曲げ半径において±１８０°の曲げ試験を１０サイクル行うことにより、曲げ試験中での波長１．５５μｍのロス増の大きさ（曲げ特性（ｄＢ／ｃ））の評価を行った。以下の表１に、サンプルＮｏ．１から１９に対する防水性および曲げ特性の評価結果を示す。

[0058] [表1]

サンプルＮｏ.	内部空隙率（%）	空隙部最大面積（mm^2）	吸水性繊維占有率	走水速度（ｍ／ｈ）	走水速度評価結果	Ｒ＝１０Ｄ曲げ特性（ｄＢ／ｃ）	曲げ特性評価結果
１	３０	０．２	０．００５	０．１２	Ｃ	０．０６	Ａ
２	３０	０．５	０．００５	０．１５	Ｃ	０．０６	Ａ
３	３０	１．０	０．００５	０．２３	Ｃ	０．０５	Ａ
４	３０	０．２	０．０１	０．０６	Ａ	０．０８	Ａ
５	３０	０．５	０．０１	０．０８	Ａ	０．０９	Ａ
６	３０	１．０	０．０１	０．１	Ｂ	０．０７	Ａ
７	３０	０．２	０．０５	０．０５	Ａ	０．１０	Ｂ
８	３０	０．５	０．０５	０．０５	Ａ	０．１０	Ｂ
９	３０	１．０	０．０５	０．０８	Ａ	０．１１	Ｂ
１０	３０	１．５	０．０５	０．１３	Ｃ	０．１１	Ｂ
１１	３０	０．２	０．１０	０．０４	Ａ	０．１５	Ｃ
１２	３０	０．５	０．１０	０．０４	Ａ	０．１６	Ｃ
１３	３０	１．０	０．１０	０．０６	Ａ	０．１７	Ｃ
１４	３０	０．５	０．００５	０．１８	Ｃ	０．００	Ａ
１５	５０	１．０	０．００５	０．２５	Ｃ	０．００	Ａ
１６	５０	０．５	０．０１	０．０９	Ａ	０．００	Ａ
１７	５０	１．０	０．０１	０．１１	Ｂ	０．０１	Ａ
１８	５０	０．５	０．０５	０．０７	Ａ	０．０４	Ａ
１９	５０	１．０	０．０５	０．０９	Ａ	０．０５	Ａ

[0059] 各サンプルに対する走水速度の評価は、走水速度が０．１２ｍ／ｈ未満を満たすか否かで判断した。走水速度が０．１２ｍ／ｈ未満であれば防水性は良好であると判断し、走水速度が０．１０ｍ／ｈ以上０．１２ｍ／ｈ未満のものを評価Ｂ、走水速度が０．１０ｍ／ｈ未満のものを評価Ａとした。また

、走水速度が０．１２ｍ／ｈ以上であれば防水性が劣ると判断し評価Ｃとした。すなわち、評価Ａ又は評価Ｂのサンプルが良好な防水性を有する光ファイバケーブルである。

[0060] 各サンプルに対する曲げ特性の評価は、曲げ特性が０．１５ｄＢ／ｃ未満を満たすか否かで判断した。曲げ特性が０．１５ｄＢ／ｃ未満であれば曲げ特性は良好であると判断し、曲げ特性が０．１０ｄＢ／ｃ以上０．１５ｄＢ／ｃ未満のものを評価Ｂ、曲げ特性が０．１０ｄＢ／ｃ未満のものを評価Ａとした。また、曲げ特性が０．１５ｄＢ／ｃ以上であれば曲げ特性が劣ると判断し評価Ｃとした。すなわち、評価Ａ又は評価Ｂのサンプルが良好な曲げ特性を有する光ファイバケーブルである。

[0061] 表１の評価結果によれば、良好な防水性を有しつつ良好な曲げ特性を有するサンプルは、Ｎｏ．４～９、１６～１９であった。これにより、吸水性繊維の占有率が１％以上５％以下であり、空隙部の最大面積が１．０ｍｍ^{2}以下である場合に、防水性および曲げ特性が良好であることが分かった。なお、光ファイバリボンではなく単心の光ファイバ心線を有する光ファイバケーブルの場合でも同じような傾向を示す。

符号の説明

[0062] １、１Ａ：光ファイバケーブル

２：光ファイバ心線

３：吸水性繊維

４：外被

５：テンションメンバ

６：引き裂き紐

７、８：押さえ部材

１１：光ファイバユニット

１２：光ファイバ心線

１３：吸水性繊維

１４：被覆部

２１：光ファイバリボン

１２１：光ファイバリボン

２１１：連結部

２１２：非連結部

Ｓ、Ｓ１０：収容部

Ｓ１、Ｓ１１：空隙部

請求の範囲

[請求項1] 複数の光ファイバ心線と、

複数の吸水性繊維と、

前記複数の光ファイバ心線および前記複数の吸水性繊維の周囲を被覆する外被と、

を備えており、

光ファイバケーブルの長手方向に直交する断面における前記外被より内側の収容部の面積に対する前記吸水性繊維の前記断面における面積の割合は１％以上５％以下であり、

前記断面における前記光ファイバ心線に囲まれた空隙部の面積の最大値は１．０ｍｍ^{2}以下である、光ファイバケーブル。

[請求項2] 前記断面における前記外被より内側の収容部の面積から前記断面における前記複数の光ファイバ心線の面積を減ずることにより求められた内部空隙面積を、前記収容部の面積で除することにより求められる内部空隙率は、３０％以上５０％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] 前記光ファイバ心線は２２０μｍ以下の外径を有する、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] 前記吸水性繊維の繊度は５０００ｄ以下である、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] 前記複数の光ファイバ心線および前記複数の吸水性繊維の周囲を覆う押さえ部材を備えており、

前記押さえ部材は、前記外被と前記複数の光ファイバ心線および前記複数の吸水性繊維との間に配置されており、

前記押さえ部材は、吸水性を有する、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] 前記複数の光ファイバ心線の一部の周囲を覆う第一押さえ部材と、

前記第一押さえ部材の外側に配置された前記複数の光ファイバ心線

の他の一部の周囲を覆う第二押さえ部材と、を備えており、

前記第一押さえ部材および前記第二押さえ部材は、吸水性を有する、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7] 複数の光ファイバ心線と、

複数の吸水性繊維と、

前記複数の光ファイバ心線および前記複数の吸水性繊維の周囲を被覆する被覆部と、

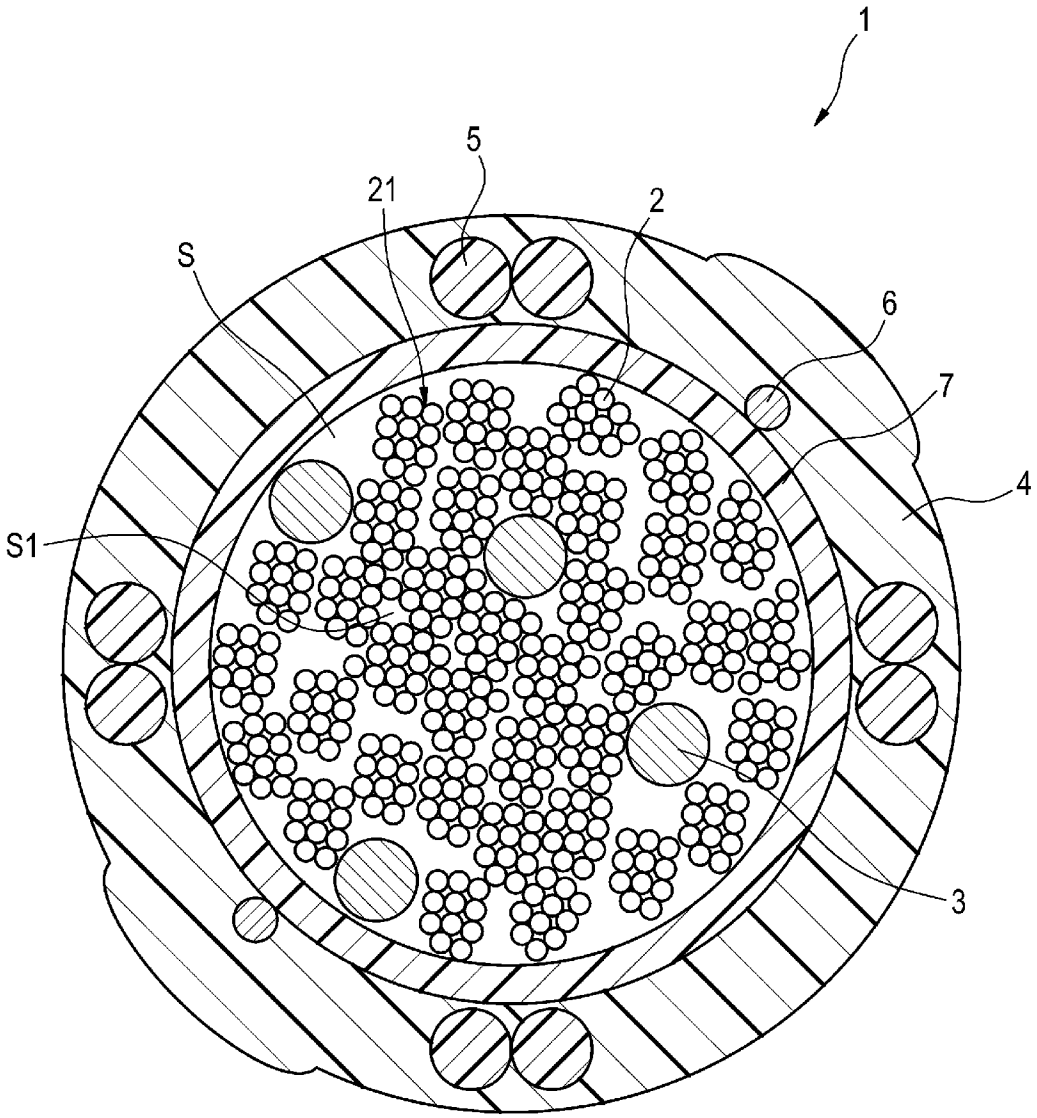
を備えており、

光ファイバユニットの長手方向に直交する断面における前記被覆部より内側の収容部の面積に対する前記吸水性繊維の前記断面における面積の割合は１％以上５％以下であり、

前記断面における前記光ファイバ心線に囲まれた空隙部の面積の最大値は１．０ｍｍ^{2}以下である、光ファイバユニット。

[図1]

FIG.1



[図2]

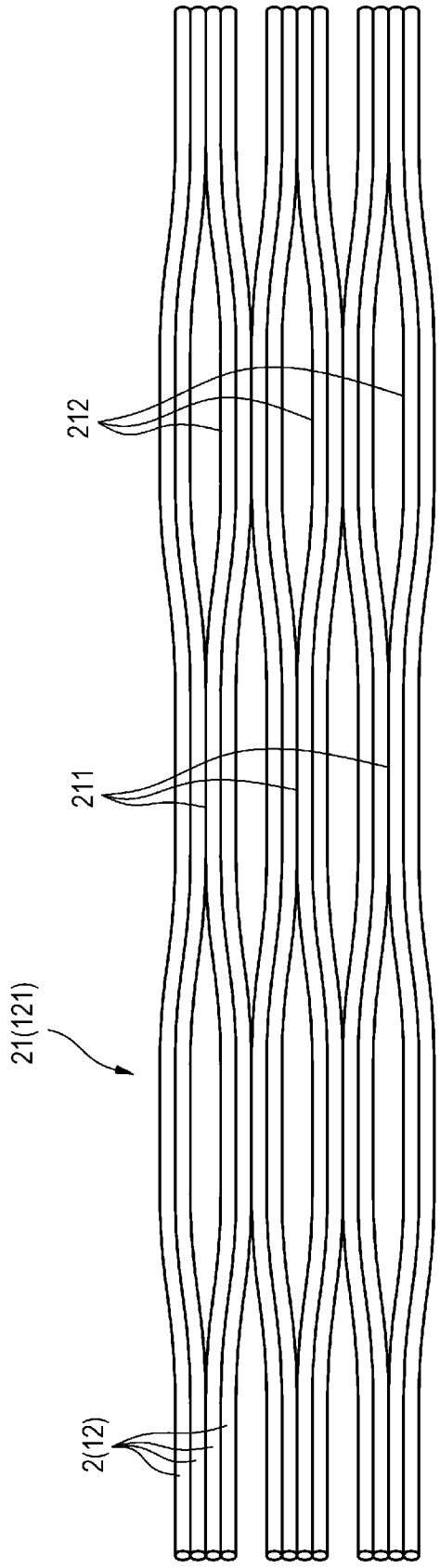
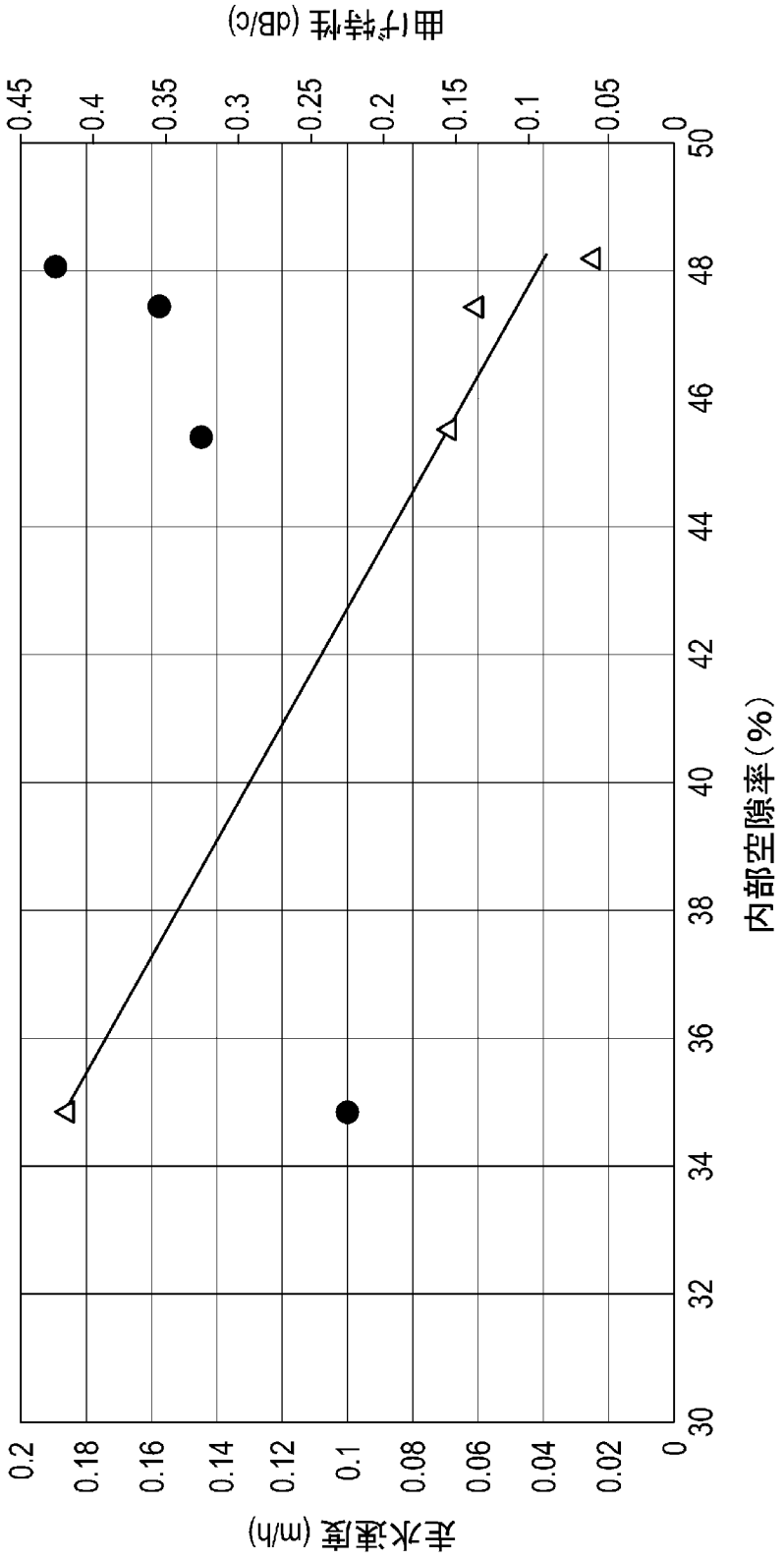


FIG.2

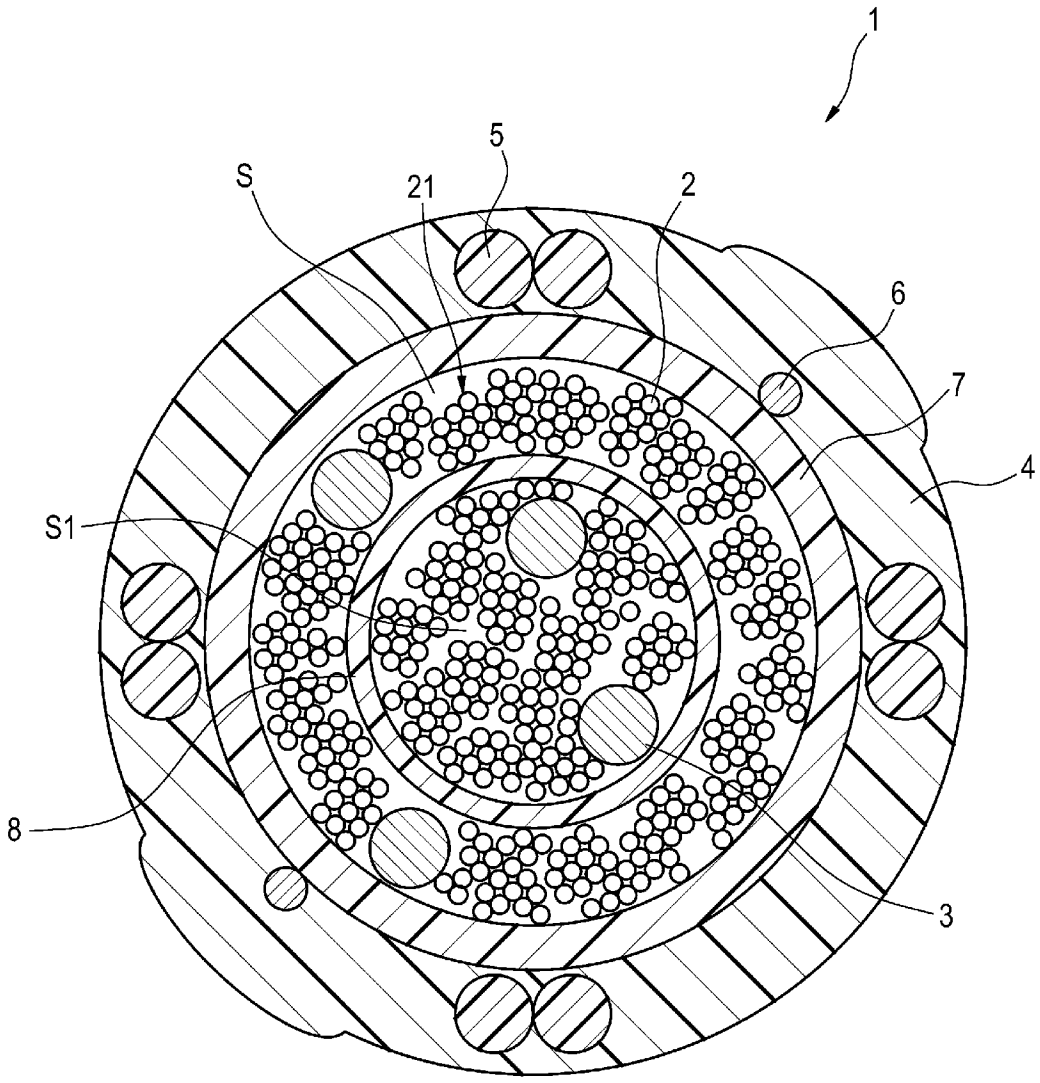
[図3]

FIG.3


0.45
0.4
0.35
0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
曲げ特性 (dB/c)
0.2
0.18
0.16
0.14
0.12
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
水浸速度 (m/h)
30
32
34
36
38
40
42
44
46
48
50
内部空隙率(%)

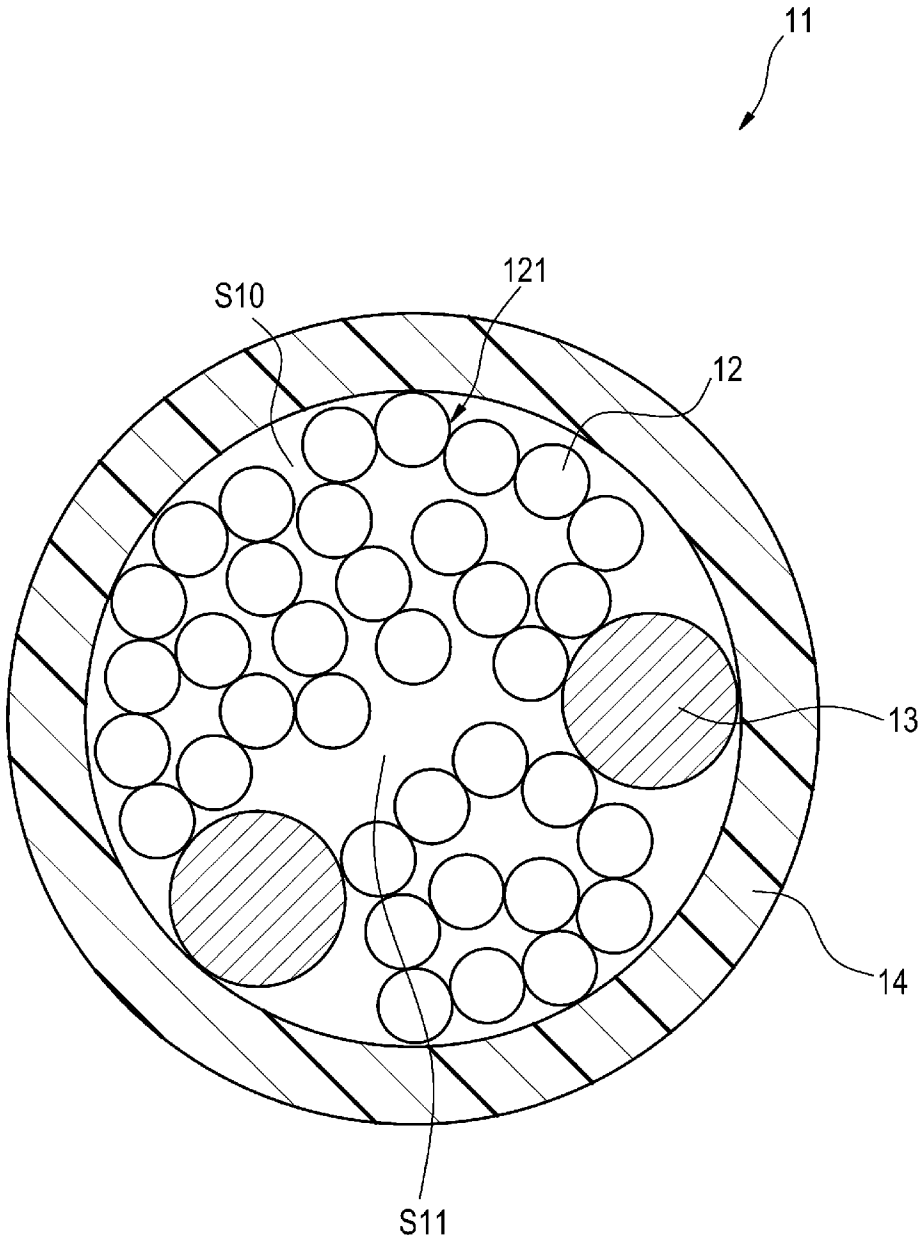
[図4]

FIG.4



[図5]

FIG.5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/039970

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B 6/44(2006.01)i
FI: G02B6/44 366; G02B6/44 381; G02B6/44 371

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.
X	JP 2020-76915 A (FUJIKURA LTD) 21 May 2020 (2020-05-21) paragraphs [0020], [0030]-[0056], fig. 1-4	1, 4-5
Y		2-3, 6
Y	JP 2018-169431 A (FURUKAWA ELECTRIC CO LTD) 01 November 2018 (2018-11-01) paragraph [0041], fig. 6	2-3
Y	JP 2017-9922 A (FURUKAWA ELECTRIC CO LTD) 12 January 2017 (2017-01-12) paragraph [0048], fig. 1	2-3
Y	JP 2012-508395 A (DRAKA COMTEQ B.V) 05 April 2012 (2012-04-05) paragraphs [0138]-[0146]	3
Y	JP 2015-102576 A (FUJIKURA LTD) 04 June 2015 (2015-06-04) paragraphs [0024]-[0037], fig. 1	6
Y	JP 2001-194567 A (SUMITOMO ELECTRIC IND LTD) 19 July 2001 (2001-07-19) paragraphs [0020]-[0043], fig. 1-9	7

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
05 January 2022	**18 January 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.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-236241 A (FUJIKURA LTD) 23 August 2002 (2002-08-23) paragraphs [0009]-[0022], fig. 1-2	7
A	JP 2006-337581 A (SWCC SHOWA CABLE SYSTEMS CO LTD) 14 December 2006 (2006-12-14) entire text, all drawings	7
A	JP 2018-136376 A (FUJIKURA LTD) 30 August 2018 (2018-08-30) entire text, all drawings	1-6
A	JP 11-183764 A (SUMITOMO ELECTRIC IND LTD) 09 July 1999 (1999-07-09) entire text, all drawings	1-7
A	WO 2018/221142 A1 (FUJIKURA LTD) 06 December 2018 (2018-12-06) entire text, all drawings	1-7
A	US 2015/0370026 A1 (CORNING OPTICAL COMMUNICATIONS LLC) 24 December 2015 (2015-12-24) entire text, all drawings	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/039970

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2020-76915 A	21 May 2020	US 2021/0271042 A1 paragraphs [0097], [0114]-[0148], fig. 5-8 WO 2020/054493 A1 EP 3800492 A1 CN 112400130 A CA 3106482 A1 AU 2019338756 A1	
JP 2018-169431 A	01 November 2018	JP 6340110 B1	
JP 2017-9922 A	12 January 2017	(Family: none)	
JP 2012-508395 A	05 April 2012	US 2014/0086548 A1 paragraphs [0122]-[0130] WO 2010/0533356 A2 EP 2344911 A2 CN 102272635 A	
JP 2015-102576 A	04 June 2015	(Family: none)	
JP 2001-194567 A	19 July 2001	(Family: none)	
JP 2002-236241 A	23 August 2002	(Family: none)	
JP 2006-337581 A	14 December 2006	(Family: none)	
JP 2018-136376 A	30 August 2018	US 2019/0391353 A1 WO 2018/150947 A1 EP 3584617 A1 CA 3051607 A1 KR 10-2019-0095485 A SG 11201906136S A AU 2018222025 A1 CN 110268297 A	
JP 11-183764 A	09 July 1999	(Family: none)	
WO 2018/221142 A1	06 December 2018	JP 2018-205481 A JP 2019-152825 A US 2020/0073068 A1 EP 3633432 A1 AU 2018277435 A1 CA 3061885 A1 KR 10-2019-0135531 A CN 110662993 A	
US 2015/0370026 A1	24 December 2015	GB 2537726 A WO 2015/200116 A1 EP 3158378 A1 DE 102016203859 A1 CN 105974612 A CA 2953338 A1 MX 2016016461 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/039970

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
FI: G02B6/44 366; G02B6/44 381; G02B6/44 371

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
X	JP 2020-76915 A (株式会社フジクラ) 21.05.2020 (2020-05-21) 段落 [0020], [0030]-[0056], 第1-4図	1, 4-5
Y		2-3, 6
Y	JP 2018-169431 A (古河電気工業株式会社) 01.11.2018 (2018-11-01) 段落 [0041], 第6図	2-3
Y	JP 2017-9922 A (古河電気工業株式会社) 12.01.2017 (2017-01-12) 段落 [0048], 第1図	2-3
Y	JP 2012-508395 A (ドラカ・コムテツク・ベー・ベー) 05.04.2012 (2012-04-05) 段落 [0138]-[0146]	3
Y	JP 2015-102576 A (株式会社フジクラ) 04.06.2015 (2015-06-04) 段落 [0024]-[0037], 第1図	6
Y	JP 2001-194567 A (住友電気工業株式会社) 19.07.2001 (2001-07-19) 段落 [0020]-[0043], 第1-9図	7
Y	JP 2002-236241 A (株式会社フジクラ) 23.08.2002 (2002-08-23) 段落 [0009]-[0022], 第1-2図	7

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的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	国際調査報告の発送日
05.01.2022	18.01.2022

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）
山本　元彦 2L 3914
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
A	JP 2006-337581 A (昭和電線ケーブルシステム株式会社) 14.12.2006 (2006-12-14) 全文，全図	7
A	JP 2018-136376 A (株式会社フジクラ) 30.08.2018 (2018-08-30) 全文，全図	1-6
A	JP 11-183764 A (住友電気工業株式会社) 09.07.1999 (1999-07-09) 全文，全図	1-7
A	WO 2018/221142 A1 (株式会社フジクラ) 06.12.2018 (2018-12-06) 全文，全図	1-7
A	US 2015/0370026 A1 (CORNING OPTICAL COMMUNICATIONS LLC) 24.12.2015 (2015-12-24) 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/JP2021/039970

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2020-76915 A	21.05.2020	US 2021/0271042 A1 段落［0097］，［0114］－［0148］，第5-8図 WO 2020/054493 A1 EP 3800492 A1 CN 112400130 A CA 3106482 A1 AU 2019338756 A1	
JP 2018-169431 A	01.11.2018	JP 6340110 B1	
JP 2017-9922 A	12.01.2017	（ファミリーなし）	
JP 2012-508395 A	05.04.2012	US 2014/0086548 A1 段落［0122］－［0130］ WO 2010/0533356 A2 EP 2344911 A2 CN 102272635 A	
JP 2015-102576 A	04.06.2015	（ファミリーなし）	
JP 2001-194567 A	19.07.2001	（ファミリーなし）	
JP 2002-236241 A	23.08.2002	（ファミリーなし）	
JP 2006-337581 A	14.12.2006	（ファミリーなし）	
JP 2018-136376 A	30.08.2018	US 2019/0391353 A1 WO 2018/150947 A1 EP 3584617 A1 CA 3051607 A1 KR 10-2019-0095485 A SG 11201906136S A AU 2018222025 A1 CN 110268297 A	
JP 11-183764 A	09.07.1999	（ファミリーなし）	
WO 2018/221142 A1	06.12.2018	JP 2018-205481 A JP 2019-152825 A US 2020/0073068 A1 EP 3633432 A1 AU 2018277435 A1 CA 3061885 A1 KR 10-2019-0135531 A CN 110662993 A	
US 2015/0370026 A1	24.12.2015	GB 2537726 A WO 2015/200116 A1 EP 3158378 A1 DE 102016203859 A1 CN 105974612 A CA 2953338 A1 MX 2016016461 A	