

(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
2018年8月23日(23.08.2018)

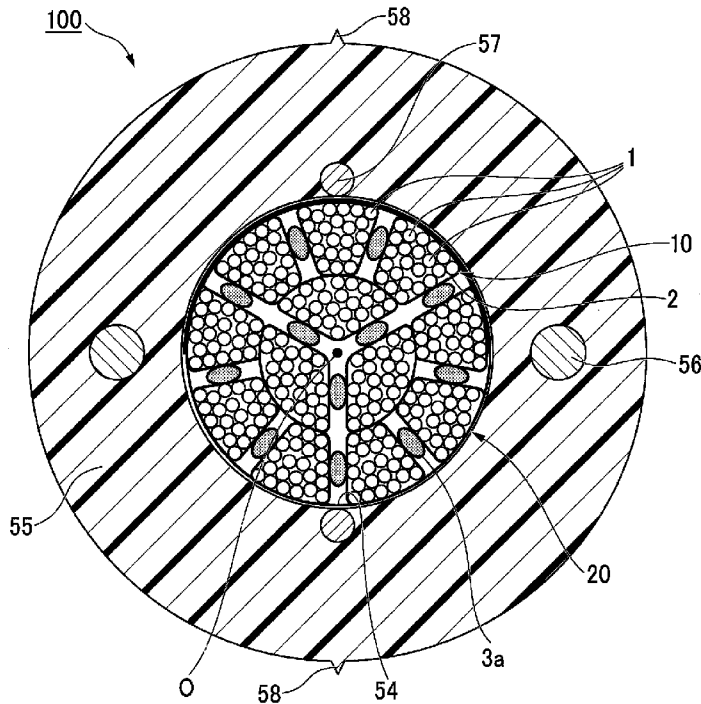


(10) 国際公開番号
WO 2018/150947 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 6/44 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/003976
- (22) 国際出願日: 2018年2月6日(06.02.2018)
- (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 2017-029056 2017年2月20日(20.02.2017) 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丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 梶 智晃 (KAJI Tomoaki); 〒2858550 千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内 Chiba (JP). 富川 浩二 (TOMIKAWA Kouji); 〒2858550 千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内 Chiba (JP). 大里 健 (OSATO Ken); 〒2858550 千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内 Chiba (JP).
- (74) 代理人: 棚井 澄雄, 外 (TANAI Sumio 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,

(54) Title: OPTICAL FIBER CABLE

(54) 発明の名称: 光ファイバケーブル



(57) **Abstract:** Provided is an optical fiber cable equipped with: a core which is obtained by wrapping, so as to press-wound, a fibrous inclusion extending in the longitudinal direction in which the optical fiber units extend and a plurality of optical fiber units each having a plurality of optical fibers; a sheath which houses therein the core; and a pair of tensile bodies embedded in the sheath so as to have the core interposed therebetween, wherein when, in a cross-sectional view, the total value of the cross-sectional area of the plurality of the optical fibers is defined as S_f , the total value of the



WO 2018/150947 A1

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, JO, 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, 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 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

cross-sectional area of the inclusion is defined as S_b , the cross-sectional area of the interior space of the sheath is defined as S_c , and the cross-sectional area of the press-wound body is defined as S_w , then $0.16 \leq S_b/S_f \leq 0.25$ and $0.10 \leq S_b/(S_c - S_w) \leq 0.15$ are satisfied.

(57) 要約 : 複数の光ファイバを各別に有する複数の光ファイバユニットと、前記光ファイバユニットが延びる長手方向に沿って延びる繊維状の介在物と、を押しえ巻きで包んで構成されたコアと、前記コアを内部に収容するシースと、前記コアを挟んで前記シースに埋設された一对の抗張力体と、を備え、横断面視において、複数の前記光ファイバの断面積の合計値を S_f とし、前記介在物の断面積の合計値を S_b とし、前記シースの内部空間の断面積を S_c とし、前記押しえ巻きの断面積を S_w とするとき、 $0.16 \leq S_b/S_f \leq 0.25$ かつ $0.10 \leq S_b/(S_c - S_w) \leq 0.15$ である、光ファイバケーブル。

明 細 書

発明の名称：光ファイバケーブル

技術分野

[0001] 本発明は、光ファイバケーブルに関する。

本願は、2017年2月20日に、日本に出願された特願2017-029056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] 従来から、特許文献1に示されるような光ファイバケーブルが知られている。この光ファイバケーブルは、中心部に配置された緩衝材と、緩衝材の周囲に配置された複数の光ファイバと、これら緩衝材および複数の光ファイバを内部に収容するシースと、を備えている。そしてこの構成により、光ファイバケーブルに加えられた外力を緩衝材が吸収することで、光ファイバが外力の影響を受けるのを防止することが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特開2005-10651号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、この種の光ファイバケーブルでは、複数の光ファイバを束ねて光ファイバユニットとし、複数の光ファイバユニットを撚り合わせた状態でシース内に収容する場合がある。この場合、光ファイバユニットの剛性によって、撚り合わされた状態を解く方向の力（撚り戻し力）が、光ファイバユニット自体に作用する。そしてこの撚り戻し力によって光ファイバユニットがシース内で移動すると、光ファイバユニットが撚り合わされた状態を保てなくなる。また、複数の光ファイバユニットをS Z状に撚り合わせた状態でシース内に収容すると、撚り戻し力も大きくなり、上記のような光ファイバユニットの移動がさらに生じやすい。

[0005] 本発明はこのような事情を考慮してなされたもので、光ファイバケーブル内での光ファイバユニットの移動を抑えることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するために、本発明の一態様に係る光ファイバケーブルは、複数の光ファイバを各別に有する複数の光ファイバユニットと、前記光ファイバユニットが延びる長手方向に沿って延びる繊維状の介在物と、を押さえ巻きで包んで構成されたコアと、前記コアを内部に収容するシースと、前記コアを挟んで前記シースに埋設された一对の抗張力体と、を備え、横断面視において、複数の前記光ファイバの断面積の合計値を S_f とし、前記介在物の断面積の合計値を S_b とし、前記シースの内部空間の断面積を S_c とし、前記押さえ巻きの断面積を S_w とするとき、 $0.16 \leq S_b / S_f \leq 0.25$ かつ $0.10 \leq S_b / (S_c - S_w) \leq 0.15$ となっている。

発明の効果

[0007] 本発明の上記態様によれば、光ファイバケーブル内における光ファイバユニットの移動を抑えることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本実施形態に係る光ファイバケーブルの横断面図である。

[図2]変形例に係る光ファイバケーブルの横断面図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本実施形態に係る光ファイバケーブルの構成を、図1を参照しながら説明する。

なお、図1では、各構成部材の形状を認識可能とするために、実際の製品から縮尺を適宜変更している。

図1に示すように、光ファイバケーブル100は、複数の光ファイバユニット10を有するコア20と、コア20を内部に収容するシース55と、シース55に埋設された一对の抗張力体56（テンションメンバ）および一对の線條体57と、を備えている。

[0010] <方向定義>

ここで本実施形態では、光ファイバユニット10は中心軸線Oに沿って延びている。この中心軸線Oに沿う方向を長手方向という。中心軸線Oに直交する光ファイバケーブル100の断面を、横断面という。

また、横断面視(図1)において、中心軸線Oに交差する方向を径方向といい、中心軸線O周りに周回する方向を周方向という。

[0011] シース55は、中心軸線Oを中心とした円筒状に形成されている。シース55の材質としては、ポリエチレン(PE)、ポリプロピレン(PP)、エチレンエチルアクリレート共重合体(EEA)、エチレン酢酸ビニル共重合体(EVA)、エチレンプロピレン共重合体(EP)などのポリオレフィン(PO)樹脂、ポリ塩化ビニル(PVC)などを用いることができる。

[0012] 線條体57の材質としては、PPやナイロン製の円柱状ロッドなどを用いることができる。また、PPやポリエステルなどの繊維を撚り合わせた糸(ヤーン)により線條体57を形成し、線條体57に吸水性を持たせてもよい。

一对の線條体57は、コア20を径方向で挟んで配設されている。なお、シース55に埋設される線條体57の数は、1または3以上であってもよい。

[0013] 抗張力体56の材質としては、例えば金属線(鋼線など)、抗張力繊維(アラミド繊維など)、およびFRPなどを用いることができる。

一对の抗張力体56は、コア20を径方向で挟んで配設されている。また、一对の抗張力体56は、コア20から径方向に等間隔をあけて配設されている。なお、シース55に埋設される抗張力体56の数は、1または3以上であってもよい。

[0014] シース55の外周面には、長手方向に沿って延びる一对の突起58が形成されている。

突起58と線條体57とは、周方向において同等の位置に配設されている。なお、突起58は、線條体57を取り出すためにシース55を切開する際

の目印となる。

[0015] コア20は、複数の光ファイバユニット10と、繊維状の介在物3aと、を押さえ巻き（ラッピングチューブ）54で包んで構成されている。光ファイバユニット10は、複数の光ファイバ心線若しくは光ファイバ素線（以下、単に光ファイバ1という）を各別に有する。光ファイバユニット10は、複数の光ファイバ1を結束材2で束ねて構成されている。繊維状の介在物3aは、長手方向に沿って延びている。

[0016] 図1に示すように、複数の光ファイバユニット10は、径方向内側の層および径方向外側の層の二層に分けられて配置されている。横断面視において、径方向内側に位置する光ファイバユニット10は扇形に形成され、径方向外側に位置する光ファイバユニット10は四角形に形成されている。なお、図示の例に限られず、断面が円形、楕円形、若しくは多角形の光ファイバユニット10を用いても良い。

[0017] なお、結束材2は、可撓性に富む樹脂などにより、薄く細長い紐状に形成されている。このため、光ファイバ1は、結束材2で束ねられた状態であっても、この結束材2を変形させながらシース55内の空いている空間に適宜移動する。従って、実際の製品における光ファイバユニット10の断面形状は、図1のように整っていない場合がある。

また、介在物3aの断面形状は図示の楕円形に限られない。介在物3aは、断面形状を変化させながら複数の光ファイバユニット10の間の空いている空間に適宜移動する。従って、介在物3aの断面形状は、図1のように整っておらず、例えば近接している介在物3a同士が一体となることもある。

押さえ巻き54は、例えば吸水テープなどの吸水性を有する材質により形成されていてもよい。

[0018] 光ファイバユニット10は、いわゆる間欠接着型テープ心線である。間欠接着型テープ心線は、複数の光ファイバ1を有する。これらの複数の光ファイバ1は、長手方向に直交する方向に引っ張られると、網目状（蜘蛛の巣状）に広がるように互いに接着されている。詳しくは、ある一つの光ファイバ

1が、一方で隣り合う光ファイバ1と他方で隣り合う他の光ファイバ1とに対して、長手方向で異なる位置においてそれぞれ接着されている。さらに、隣接する光ファイバ1同士は、長手方向で一定の間隔をあけて互いに接着されている。

なお、光ファイバユニット10の態様は間欠接着型テープ心線に限られず、適宜変更してもよい。例えば、光ファイバユニット10は、複数の光ファイバ1を単に結束材2で束ねたものであってもよい。

[0019] 介在物3aは、ポリエステル繊維、アラミド繊維、ガラス繊維などからなる繊維状の材質により形成されている。複数の光ファイバユニット10および介在物3aは、SZ状に撚り合わされた状態で、押さえ巻き54により包まれている。なお、SZ状に限らず、例えば光ファイバユニット10および介在物3aは螺旋状に撚り合わされていてもよい。

また、介在物3aは、吸水性を有するヤーンなどであってもよい。この場合、光ファイバケーブル100の内部の防水性能を高めることができる。

[0020] 図1に示すように、横断面視において、介在物3aは2つの光ファイバユニット10に周方向で挟まれている。これにより、介在物3aは複数の光ファイバユニット10に接している。また、結束材2は細長い紐状であり、例えば螺旋状に光ファイバ1の束に巻かれている。このため、光ファイバ1のうち、紐状の結束材2に覆われていない部分は、部分的に介在物3aに接触する。

光ファイバ1は通常、ガラスにより形成された光ファイバ裸線の周囲に、樹脂などの被覆材がコーティングされた構造となっている。このため、光ファイバ1の表面は平滑であり、光ファイバ1同士が接触した際の摩擦係数は比較的小さい。これに対して、介在物3aは繊維状の材質により形成されており、その表面は光ファイバ1と比較すると平滑性が低い。このため、介在物3aと光ファイバ1とが接触した際の摩擦係数は、光ファイバ1同士が接触した際の摩擦係数よりも大きい。

[0021] 以上のことから、介在物3aが複数の光ファイバユニット10に挟まれる

ように配置することで、これら光ファイバユニット10同士が相対移動する際の摩擦抵抗を大きくすることができる。これにより、光ファイバケーブル100内における光ファイバユニット10の移動を抑制することが可能となる。さらに、光ファイバユニット10同士の間には挟まれるように介在物3aを配置することで、光ファイバケーブル100に外力が作用した際に、介在物3aを緩衝材として機能させて、光ファイバ1に局所的な側圧が作用するのを抑えることができる。

[0022] ところで、このような構成の光ファイバケーブル100に、例えば振動が加えられたり、温度変化が生じたりする場合がある。この時、光ファイバケーブル100には、光ファイバユニット10がシース55内で移動しにくく、光ファイバ1の伝送損失が増大しにくいことが求められる。特に、光ファイバユニット10および介在物3aがS Z状または螺旋状に撚り合されたことによる撚り戻し力が作用しても、光ファイバユニット10の移動量が所定の範囲内となることが求められる。ここで、本願発明者らは、シース55内の空間に対する介在物3aの充填量や、光ファイバ1の充填量に対する介在物3aの充填量を調整することにより、上記要求を満足する優れた光ファイバケーブル100が得られることを見出した。以下、具体的な実施例を示して、詳細に説明する。

[0023] (実施例)

以下に示す実施例では、間欠接着型テープ心線を結束材2で束ねたものを光ファイバユニット10として用いた。この複数の光ファイバユニット10に、吸水性を有するヤーンを介在物3aとして縦添え(co-winding)し、これらがS Z撚りされた状態で、押さえ巻き54によって包んでコア20を作成した。そして、このコア20をシース55内に収容することで、図1に示すような光ファイバケーブル100を作成した。なお、介在物3aであるヤーンの弾性率は1000N/mm²とした。

[0024] 本実施例では、コア20に含まれる介在物3aの量および光ファイバ1の数を变化させた複数の光ファイバユニット10を作成した。具体的には、光

ファイバケーブル100の横断面視（図1参照）において、複数の光ファイバ1の断面積の合計値を S_w 、複数の介在物3aの断面積の合計値を S_b 、シース55の内部空間の断面積を S_c 、押さえ巻き54の断面積を S_w とする。そして、 S_b/S_f の数値および $S_b/(S_c-S_w)$ の数値が変化するように、光ファイバケーブル100に含まれる光ファイバ1の数および介在物3aの量を変更させた。以下、 S_b/S_f の数値を「対ファイバ充填率 ρ 」、 $S_b/(S_c-S_w)$ の数値を「対空間充填率 d 」という。

なお、対ファイバ充填率 ρ は、コア20内における、光ファイバ1と比較した介在物3aの充填率を示している。また、対空間充填率 d は、押さえ巻き54を除くシース55の内部空間に対する介在物3aの充填率を示している。

[0025] 本実施例では、対ファイバ充填率 ρ を0.12~0.30の範囲で変化させ、対空間充填率 d を0.08~0.17の範囲で変化させた光ファイバケーブル100（条件1~7）を作成した。条件1~7の光ファイバケーブル100について、心線移動試験および温度特性試験を実施した結果を、以下の表1に示す。

[0026] [表1]

条件	1	2	3	4	5	6	7
ρ	0.12	0.16	0.16	0.17	0.21	0.25	0.30
d	0.08	0.10	0.12	0.13	0.14	0.15	0.17
心線移動	NG	OK	OK	OK	OK	OK	OK
温度特性	OK	OK	OK	OK	OK	OK	NG

[0027] (心線移動試験)

表1の「心線移動」の欄には、条件1~7の光ファイバケーブル100について行った心線移動試験の結果が示されている。具体的には、各光ファイバケーブル100を30m敷設し、振動数1.3Hz、振幅430mmで10000回振動させた。シース55内での光ファイバユニット10の移動量

が20mmを超えた場合を評価結果が不十分であるとしてNG（不良）とし、光ファイバユニット10の移動量が20mm以内であった場合を評価結果が良好であるとしてOK（良好）とした。

[0028] 表1に示す通り、対ファイバ充填率 ρ が0.12であり、対空間充填率 d が0.08である条件1については、心線移動試験の結果がNG（不良）となっている。これは、光ファイバ1に対する介在物3aの充填量およびシース55内の空間に対する介在物の充填量が少なすぎることで、介在物3aによる光ファイバユニット10の移動を抑制する作用が不十分となったためであると考えられる。また、このように介在物3aの充填量が不足している場合は、例えば光ファイバケーブル100に外力が加わった際に、介在物3aによる緩衝作用も不十分となり、光ファイバ1に局所的な側圧が作用して伝送損失の増大につながる可能性もある。

[0029] 一方、対ファイバ充填率 ρ が0.16～0.30の範囲であり、対空間充填率 d が0.10～0.17の範囲である条件2～7については、心線移動試験の結果がOK（良好）となっている。これは、対ファイバ充填率 ρ および対空間充填率 d の上記範囲が、介在物3aによって光ファイバユニット10の移動を抑制できる、好ましい範囲であることを示している。

[0030] （温度特性試験）

表1の「温度特性」の欄には、各光ファイバケーブル100について行った温度特性試験の結果を示している。具体的には、“Telcordia Technologies Generic Requirements GR-20-CORE”における“Temperature cycling”の規定に従って、条件1～7の光ファイバケーブル100を -40°C ～ $+70^{\circ}\text{C}$ の範囲で2サイクル温度変化させた。このとき、最大損失変動量が 0.15 dB/km を超えた場合を評価結果が不十分であるとしてNG（不良）とし、最大損失変動量が 0.15 dB/km 以内であった場合を評価結果が良好であるとしてOK（良好）とした。

[0031] 表1に示す通り、対ファイバ充填率 ρ が0.12～0.25であり対空間充填率 d が0.08～0.15である条件1～6の光ファイバケーブル10

0については、温度特性試験の結果がOK（良好）となっている。光ファイバケーブル100内に適当な量の介在物3aを充填した結果、光ファイバ1がある程度移動することが可能となった。これにより、光ファイバケーブル100の構成部材が熱膨張若しくは熱収縮を繰り返したとしても、光ファイバ1が蛇行したり光ファイバ1に局所的な側圧が作用したりするのが抑えられた。

[0032] 一方、対ファイバ充填率 ρ が0.30であり対空間充填率 d が0.17である条件7については、温度特性試験結果がNG（不良）となっている。光ファイバケーブル100内に介在物3aを過剰に充填した結果、光ファイバ1の移動が過度に抑制されたためである。これにより、光ファイバケーブル100の構成部材が熱膨張および熱収縮を繰り返した際、光ファイバ1が蛇行したり、光ファイバ1に局所的な側圧が作用したりして、伝送損失が増大した。

また、光ファイバケーブル100内に介在物3aを過剰に充填すると、介在物3aが光ファイバ1に及ぼす側圧によって、光ファイバ1の伝送損失が増大することも考えられる。

[0033] 以上のことから、対ファイバ充填率 ρ を0.16～0.25の範囲内とし、対空間充填率 d を0.10～0.15の範囲内とすることで、光ファイバケーブル100が振動したり、温度変化したりしても、光ファイバユニット10の移動を抑えつつ、光ファイバ1の伝送損失が増大するのを抑えることが可能となる。

[0034]（介在物の弾性率）

次に、介在物3aの好ましい弾性率の範囲について検討した結果を説明する。

本実施例では、上記した条件4において、介在物3aの弾性率を300～3000N/mm²の範囲で変化させ、前記温度特性試験を行った。この試験の結果を、表2に示す。

[0035]

[表2]

		[N/mm ²]					
弾性率	300	500	1000	1500	2000	2500	3000
温度特性	NG	OK	OK	OK	OK	NG	NG

[0036] 表2に示すように、介在物3aの弾性率が300N/mm²である場合、温度特性試験の結果がNG（不良）となっている。介在物3aが柔らかすぎることで十分な緩衝作用が得られず、光ファイバ1の伝送損失が増大したためである。また、介在物3aの弾性率が2500N/mm²以上である場合も、温度特性試験の結果がNG（不良）となっている。介在物3aが硬すぎることで、この介在物3aが光ファイバ1に側圧を及ぼした結果、光ファイバ1の伝送損失が増大したためである。

[0037] 一方で、介在物3aの弾性率が500~2000N/mm²の範囲内では、温度特性試験の結果がOK（良好）となっている。介在物3aが十分な緩衝機能を発揮できる程度の弾性率を有しているためである。これにより、光ファイバケーブル100の構成部材が熱膨張および熱収縮を繰り返した際に、光ファイバ1が蛇行したり光ファイバ1に局所的な側圧が作用したりするのを抑えることができる。従って、介在物3aの弾性率は500N/mm²以上2000N/mm²以下であることが好ましい。

[0038] （介在物の熱収縮率）

光ファイバケーブル100の製造工程では、コア20の径方向外側に、シース55となる加熱された材料を押し出すことで、シース55でコア20を被覆する場合がある。この場合、コア20内の構成部材も加熱され、その後冷却される。このとき、介在物3aの熱収縮率が大きすぎると、高温となった介在物3aがその後冷却されて大きく熱収縮する際に、隣接する光ファイバ1を巻き込むことで、この光ファイバ1が蛇行してしまう場合がある。

また、介在物3aの熱収縮率が大きすぎると、常温となった際に介在物3aの余長率が光ファイバ1の余長率よりも小さくなり、光ファイバユニット

10を撚り合わせた際に、介在物3aが光ファイバ1を圧迫してしまう場合がある。

このような現象を防ぐため、介在物3aの熱収縮率は、例えば5%以下とすることが望ましい。

[0039] 以上説明したように、 $0.16 \leq S_b / S_f$ および $0.10 \leq S_b / (S_c - S_w)$ を満たすように介在物3aの充填量を調整することで、光ファイバケーブル100が振動した場合であっても、介在物3aによって光ファイバユニット10の移動を抑制することができる。また、 $S_b / S_f \leq 0.25$ および $S_b / (S_c - S_w) \leq 0.15$ を満たすように介在物3aの充填量を調整することで、シース55内に介在物3aを過剰に充填することで光ファイバ1に側圧が作用し、伝送損失が増大してしまうのを抑えることができる。

[0040] さらに、介在物3aの充填量を上記した範囲内とすることで、温度変化によって光ファイバケーブル100の構成部材が熱膨張若しくは熱収縮したとしても、光ファイバ1が蛇行したり光ファイバ1に側圧が作用したりするのを抑えることができる。

[0041] また、介在物3aの弾性率を 2000N/mm^2 以下とすることにより、介在物3aが硬すぎることで光ファイバ1に作用する側圧が増大するのが抑えられる。さらに、介在物3aの弾性率を 500N/mm^2 以上とすることにより、介在物3aが柔らかすぎることで介在物3aによる緩衝作用が不十分となるのを防ぐことができる。

[0042] また、介在物3aの熱収縮率が大きすぎると、例えば光ファイバケーブル100の製造中に高温となった介在物3aがその後冷却されて大きく熱収縮する際に、隣接する光ファイバ1を巻き込むことで、この光ファイバ1が蛇行してしまう場合がある。介在物3aの熱収縮率を5%以下とすることで、介在物3aの熱収縮量を小さくすることができる。これにより、光ファイバケーブル100の製造時に介在物3aが大きく熱収縮して、光ファイバ1が蛇行したり、介在物3aが光ファイバ1を圧迫したりするのを抑えることが

できる。また、光ファイバ1が蛇行したり光ファイバ1に側圧が作用することによる、伝送損失の増加を抑えることができる。

[0043] また、横断面視において、繊維状の介在物3aが複数の光ファイバユニット10に挟まれていることで、例えば介在物3aを挟まずに光ファイバユニット10同士が接触している場合と比較して、これら光ファイバユニット10同士が相対移動する際の摩擦抵抗を大きくすることができる。これにより、シース55内で光ファイバユニット10が移動するのを、より確実に抑制することができる。

さらに、光ファイバユニット10同士の間に介在物3aを配置することで、介在物3aを緩衝材としてより確実に機能させることができる。これにより、例えば光ファイバケーブル100に外力が加わった場合に、光ファイバユニット10同士が圧接されて光ファイバ1に局所的な側圧が作用するのを抑えることができる。

[0044] なお、本発明の技術的範囲は前記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣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可能である。

[0045] 例えば、シース55内における光ファイバユニット10および介在物3aの配置は図示の例に限られず、適宜変更してもよい。例えば、光ファイバケーブル100の中心部（径方向の中央部）に、複数の介在物3aを配置してもよい。この場合、光ファイバケーブル100に外力が加えられた際に、より確実にこの外力を吸収することができる。さらに、介在物3aが吸水性を有する場合は、中心部における防水性能を高めることが可能となる。

[0046] また、光ファイバケーブル100は、例えば図2に示すように、光ファイバユニット10内に配置された介在物3bを備えていてもよい。このような光ファイバユニット10は、介在物3bを光ファイバ1とともに結束材2で束ねることで形成することができる。介在物3bは、横断面視において光ファイバユニット10の中心部に位置していてもよい。

この場合、例えば光ファイバユニット10に、圧縮するような外力が作用

した場合に、光ファイバユニット10内に配置された介在物3bによってこの外力を吸収することができる。なお、介在物3bは、光ファイバユニット10の中心部に位置していなくてもよい。

[0047] 光ファイバユニット10内に配置された介在物3bは、光ファイバユニット10同士の間位置する介在物3aと同じ材質であってもよく、異なる材質であってもよい。なお、光ファイバユニット10内に介在物3bが配置される場合には、介在物3aの断面積および介在物3bの断面積の和によって S_b が定義される。図2の光ファイバケーブル100においても、この S_b の値を含む対ファイバ充填率 ρ と対空間充填率 d とを前記実施形態で示した範囲内とすることで、前記実施形態と同様の作用効果を得ることができる。

[0048] また、光ファイバケーブル100が備える複数の光ファイバユニット10のうち少なくとも一部が介在物3bおよび結束材2を有していても良い。

また、光ファイバケーブル100は、光ファイバユニット10同士の間位置する介在物3aを有さず、光ファイバユニット10内に位置する介在物3bを有していても良い。

[0049] 本実施形態の光ファイバケーブル100によれば、光ファイバユニット10が、介在物3bおよび複数の光ファイバ1を束ねる結束材2を備えている。

この構成により、例えば複数の光ファイバユニット10を押さえ巻き54で包む際に、介在物3bが光ファイバ1とともに結束材2によって束ねられているため、介在物3bが他の光ファイバユニット10や製造装置などに絡まるのを防いで、光ファイバケーブル100をより安定して製造することが可能となる。

さらに、それぞれの光ファイバユニット10内に介在物3bが位置することとなるため、シース55内で介在物3bが偏って配置されるのを防ぎ、介在物3bによるシース55内での防水効果をより確実に奏功させることができる。これにより、シース55内に収容する介在物3bの本数を減らしたり、介在物3bとして吸水性のグレードが低い材質を用いたりすることで、コ

ストの低減を図ることも可能となる。

[0050] その他、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、上記した実施の形態における構成要素を周知の構成要素に置き換えることは適宜可能であり、また、上記した実施形態や変形例を適宜組み合わせてもよい。

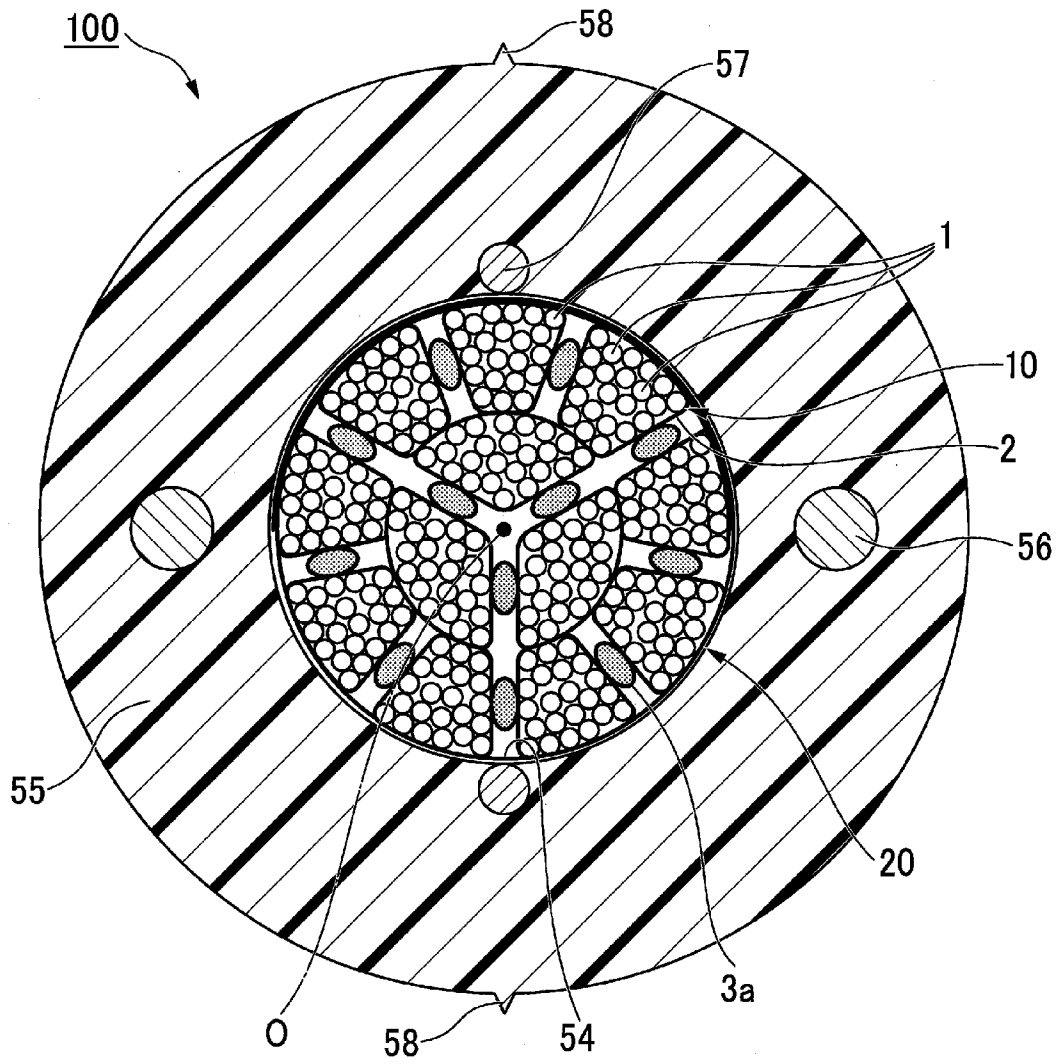
符号の説明

[0051] 1…光ファイバ 2…結束材 3 a、3 b…介在物 10…光ファイバユニット 20…コア 54…押さえ巻き 55…シース 56…抗張力体 57…線條体 100…光ファイバケーブル

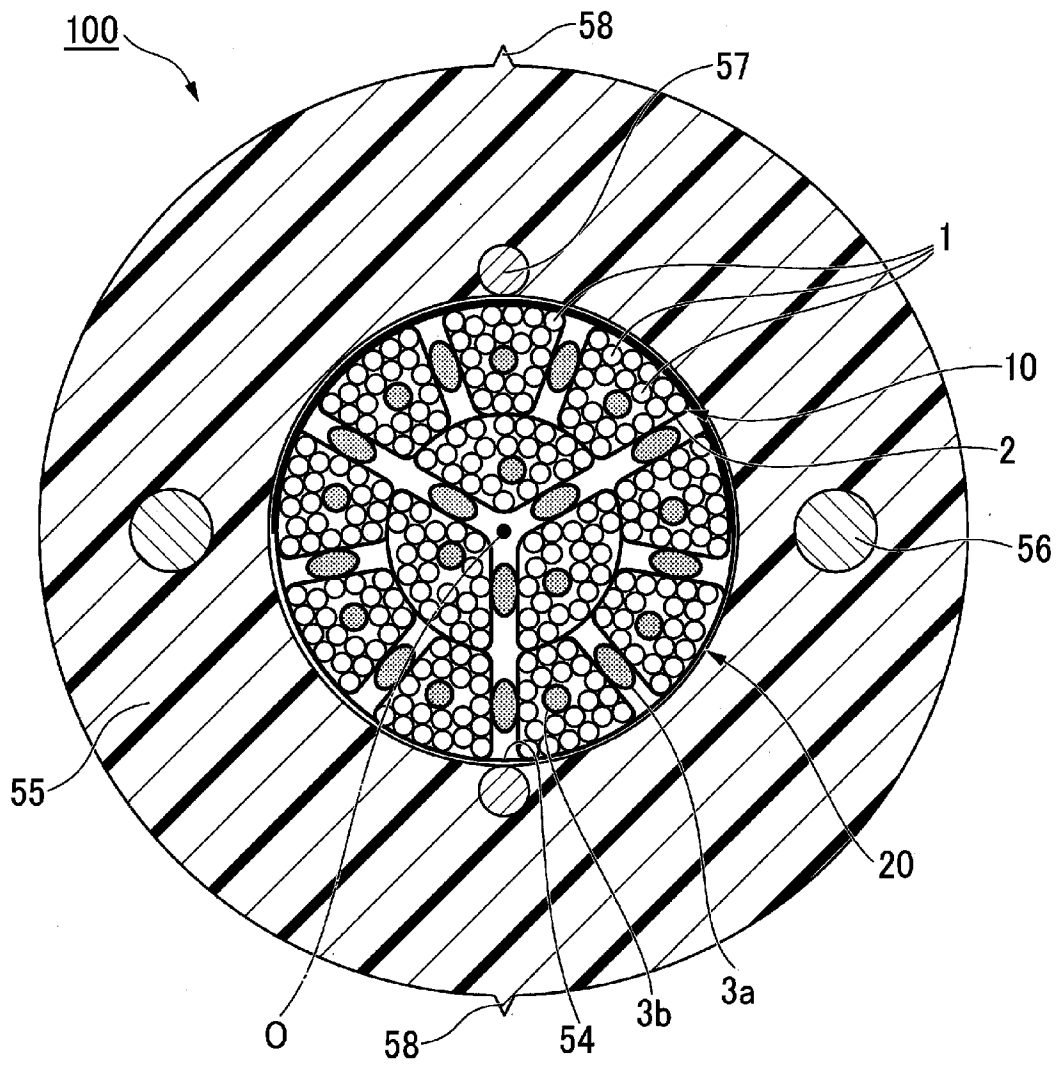
請求の範囲

- [請求項1] 複数の光ファイバを各別に有する複数の光ファイバユニットと、前記光ファイバユニットが延びる長手方向に沿って延びる繊維状の介在物と、を押しえ巻きで包んで構成されたコアと、
前記コアを内部に収容するシースと、
前記コアを挟んで前記シースに埋設された一対の抗張力体と、を備え、
横断面視において、複数の前記光ファイバの断面積の合計値を S_f とし、前記介在物の断面積の合計値を S_b とし、前記シースの内部空間の断面積を S_c とし、前記押しえ巻きの断面積を S_w とするとき、
 $0.16 \leq S_b / S_f \leq 0.25$ かつ $0.10 \leq S_b / (S_c - S_w) \leq 0.15$ である、光ファイバケーブル。
- [請求項2] 前記介在物の弾性率が 500 N/mm^2 以上 2000 N/mm^2 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] 前記介在物の熱収縮率が5%以下である、請求項1または2に記載の光ファイバケーブル。
- [請求項4] 横断面視において、前記介在物が複数の前記光ファイバユニットに挟まれている、請求項1から3のいずれか1項に記載の光ファイバケーブル。
- [請求項5] 複数の前記光ファイバユニットのうち少なくとも一部が、前記介在物および前記複数の光ファイバを束ねる結束材を備えている、請求項1から4のいずれか1項に記載の光ファイバケーブル。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/003976

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. 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)

Int.Cl. G02B6/04, 6/44

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	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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.
A	JP 2004-069939 A (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 04 March 2004, paragraphs [0005]-[0014], fig. 1-4 (Family: none)	1-5
A	JP 11-203955 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 30 July 1999, paragraphs [0008]-[0022], fig. 1-3 (Family: none)	1-5
A	JP 2004-139068 A (FUJIKURA LTD.) 13 May 2004, paragraphs [0018]-[0061], fig. 1-10 (Family: none)	1-5

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	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“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
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	“&” document member of the same patent family
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 22.03.2018	Date of mailing of the international search report 03.04.2018
---	--

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/003976

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2015-215447 A (FUJIKURA LTD.) 03 December 2015, paragraphs [0010]-[0073], fig. 1-3, 9, 12 (Family: none)	1-5
A	JP 04-177304 A (FUKUOKA CLOTH KOGYO KK) 24 June 1992, page 3, upper right column, line 3 to page 6, lower right column, line 18, fig. 1-4 (Family: none)	1-5
A	US 2015/0370026 A1 (CORNING OPTICAL COMMUNICATIONS LLC) 24 December 2015, paragraphs [0012]-[0047], fig. 1-3 & WO 2015/200116 A1 & EP 3158378 A1	1-5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. 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. G02B6/04, 6/44

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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
A	JP 2004-069939 A (古河電気工業株式会社) 2004.03.04, 段落【0005】 - 【0014】, 図1-4 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 11-203955 A (住友電気工業株式会社) 1999.07.30, 段落【0008】 - 【0022】, 図1-3 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2004-139068 A (株式会社フジクラ) 2004.05.13, 段落【0018】 - 【0061】, 図1-10 (ファミリーなし)	1-5

☑ 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

22.03.2018

国際調査報告の発送日

03.04.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
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)

山本 貴一

電話番号 03-3581-1101 内線 3295

2L

4086

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
A	JP 2015-215447 A (株式会社フジクラ) 2015.12.03, 段落【0010】-【0073】, 図 1-3, 9, 12 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 04-177304 A (福岡クロス工業株式会社) 1992.06.24, 第3頁右上欄第3行-第6頁右下欄第18行, 第1-4図 (ファミリーなし)	1-5
A	US 2015/0370026 A1 (CORNING OPTICAL COMMUNICATIONS LLC) 2015.12.24, 段落[0012]-[0047], 図 1-3 & WO 2015/200116 A1 & EP 3158378 A1	1-5