

(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  
2020年5月14日(14.05.2020)



(10) 国際公開番号

**WO 2020/095958 A1**

(51) 国際特許分類:

**G02B 6/44** (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/043542

(22) 国際出願日: 2019年11月6日(06.11.2019)

(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 2018-209242 2018年11月6日(06.11.2018) JP

特願 2019-104512 2019年6月4日(04.06.2019) 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

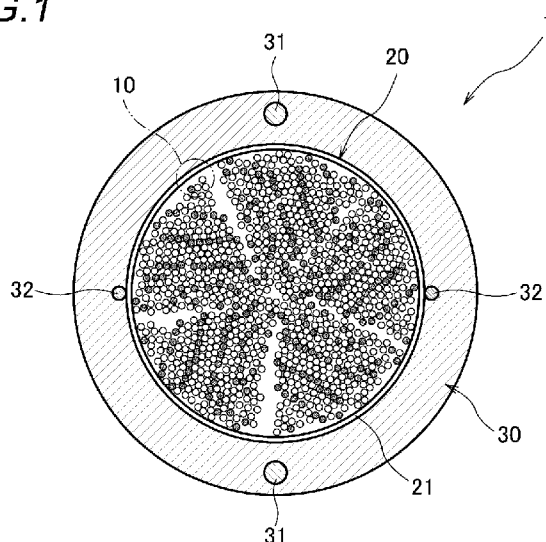
住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 梁 國雄  
(**RYAN Kuushin**); 〒5410041 大阪府大阪市中央  
区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式  
会社内 Osaka (JP). 藤田 太郎(**FUJITA Taro**);  
〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5  
番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).  
梁川 奈侑(**YANAGAWA Nayu**); 〒5410041 大阪  
府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友  
電気工業株式会社内 Osaka (JP). 福本 遼太  
(**FUKUMOTO Ryota**); 〒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). 高見 正和(**TAKAMI  
Masakazu**); 〒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).

(54) Title: OPTICAL FIBER CABLE

(54) 発明の名称: 光ファイバケーブル

[図1]

**FIG. 1**



(57) **Abstract:** This optical fiber cable includes a plurality of intermittently connected optical fiber ribbons inside a cable outer jacket, wherein a fiber interposed material or an FRP employing said fiber interposed material is included in at least one diagonal pair among two substantially perpendicular diagonal directions inside the cable outer jacket. An average linear expansion coefficient of the fiber interposed material at -40 to +70 ° C is less than an average linear expansion coefficient of the cable outer jacket at -40 to +70°C.

[続葉有]



**WO 2020/095958 A1**

(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, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

(57) 要約: 光ファイバケーブルは、ケーブル外被の内部に複数本の間欠連結型光ファイバテープ心線を有し、ケーブル外被の内部の略直交する対角2方向の内、少なくとも対角1対には繊維状介在物または該繊維状介在物を用いたFRPを有する。繊維状介在物の $-40^{\circ}\text{C}$ における平均線膨張係数がケーブル外被の $-40^{\circ}\text{C}$ における平均線膨張係数よりも小さい。

## 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、2018年11月6日出願の日本出願第2018-209242号、2019年6月4日出願の日本出願第2019-104512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] 従来、F T T Hの幹線光ファイバケーブルとしては、例えば、海外で主に使用されているルースチューブ型光ファイバケーブル（特許文献1参照。）や、間欠的な切込みを有する光ファイバテープ心線を実装したスロット型光ケーブル（特許文献2参照。）、あるいは、間欠的な切込みを有する光ファイバテープ心線を実装したスロットレス型光ケーブル（特許文献3参照。）が用いられてきた。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特表2015-517679号公報

特許文献2：日本国特開2014-71441号公報

特許文献3：日本国特開2010-8923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、ケーブルコアの内部に複数本の間欠連結型光ファイバテープ心線を有し、前記ケーブルコアの外側にケーブル外被を被せた光ファイバケーブルであって、前記ケーブル外被の断面視において直交する対角2方向に複数対の介在物を有し、該介在物の内の、少なくとも対角1対には繊維状介在物または該繊維状介在物を用いたFRPを配し、前記繊維状介在物の $-40\sim+70^{\circ}\text{C}$ における平均線膨張係数が前

記ケーブル外被の $-40 \sim +70^{\circ}\text{C}$ における平均線膨張係数よりも小さい。

### 図面の簡単な説明

[0005] [図1]本開示の第一実施形態に係る光ファイバケーブルの断面図である。

[図2]光ファイバケーブルに収納される間欠連結型光ファイバテープ心線を示す図である。

[図3]各種ケーブル外被条件と特性評価結果を示す図である。

[図4]本開示の第二実施形態に係る光ファイバケーブルの断面図である。

[図5]本開示の第三実施形態に係る光ファイバケーブルの断面図である。

[図6]本開示の第四実施形態に係る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)

従来のルースチューブケーブルでは、光ファイバ心線を中間分岐する際には、チューブを色分けすることで、容易に取り出すことができていた。しかしチューブの厚みがある分、光ファイバ心線を高密度化し難いという課題があった。スロット型光ケーブルでは、ケーブル外被厚は薄くでき、スロット型光ケーブルの内部に骨格があるため、キンク（よじれ）は生じにくい。しかしスロット部材の占有面積分、高密度化、軽量化し難いという課題があった。

一方、スロットレス型光ケーブルでは、光ファイバテープ心線が高密度に収納されることにより、比較的、光ファイバテープ心線の高密度実装が可能である。しかしケーブル外被の両サイドに鋼線やFRP（Fiber Reinforced Plastics：繊維強化プラスチック）等のテンションメンバがあるため、スロットレス型光ケーブルの曲げ方向性があり、ケーブルの余長収納がし難いという課題があった。さらに、テンションメンバと対角方向に曲げられる場合はケーブルの曲げ剛性が小さくなるため、ケーブル内径が大きい場合は布設時にキンク等が生じやすい等の課題があった。特に、空気圧送用の光ファイバケーブルを上記のスロットレス型光ケーブルの構造にすると、曲げ異方性

があるので、ダクト内で空気圧送や押し込みする際などにおいて、曲げ剛性が低い方向に曲がりやすく、ダクトの途中で座屈するおそれがある。また、空気圧送用の光ファイバケーブルは、光ファイバを高密度実装するために、細径化および軽量化が望まれているが、外被厚を薄くすると、外被に細い抗張力体しか入れられず、光ファイバケーブルの剛性が低下する。また、ケーブルの内部に骨格がないため、ケーブル外被が低温収縮しやすく、低温ロスが増加しやすい、という課題もあった。

[0007] 本開示は、これらの実情に鑑みてなされたものであり、ケーブル外被の低温収縮を抑制し、細径で軽量化、高密度化されたスロットレス型の光ファイバケーブルを提供することをその目的とする。

(本開示の効果)

[0008] 本開示によれば、ケーブル外被の低温収縮を抑制し、細径で軽量化、高密度化されたスロットレス型の光ファイバケーブルを得ることができる。

[0009] (本開示の実施形態の説明)

最初に本開示の実施形態を列記して説明する。

(1) 本開示の一態様に係る光ファイバケーブルは、ケーブルコアの内部に複数本の間欠連結型光ファイバテープ心線を有し、前記ケーブルコアの外側にケーブル外被を被せた光ファイバケーブルであって、前記ケーブル外被の断面視において直交する対角2方向に複数対の介在物を有し、該介在物の内の、少なくとも対角1対には繊維状介在物または該繊維状介在物を用いたFRPを配し、前記繊維状介在物の $-40 \sim +70^{\circ}\text{C}$ における平均線膨張係数が前記ケーブル外被の $-40 \sim +70^{\circ}\text{C}$ における平均線膨張係数よりも小さい。

[0010] この構成により、スロットレス型の光ファイバケーブルにおいて、ケーブル外被の低温収縮を抑制し、細径で軽量化、高密度化された光ファイバケーブルを得ることができる。

[0011] (2) 前記繊維状介在物の $-40 \sim +70^{\circ}\text{C}$ における平均線膨張係数が、 $1 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 未満であることが望ましい。また、(3) 前記繊維状介在物

の一部もしくは全てが負の線膨張係数を有することが望ましく、（４）前記繊維状介在物の一部もしくは全てが、少なくともアラミド繊維、液晶ポリマー、またはガラス繊維のいずれか１つであってよい。この構成により、繊維状介在物として平均線膨張係数が小さいものを用いているため、光ファイバケーブルの低温時におけるケーブル外被の収縮を抑えることができる。

[0012] （５）前記ケーブル外被の $-40 \sim +70^{\circ}\text{C}$ における平均線膨張係数が $4.5 \times 10^{-4} / ^{\circ}\text{C}$ 以下であることが望ましい。この構成により、ケーブル外被として平均線膨張係数が小さいものを用いているため、光ファイバケーブルの低温時のケーブル外被の収縮を抑えることができる。

[0013] （６）前記ケーブル外被のヤング率 $E$ と前記ケーブル外被の断面積 $S$ とを掛け合わせた $ES$ 積が $1320 \sim 14400 \text{ kgf}$ （ $12.9 \sim 141 \text{ kN}$ ）であることが望ましい。この構成により、側圧特性が良好な光ファイバケーブルを得ることができる。

[0014] （７）前記ケーブル外被の厚さが $0.5 \text{ mm}$ 以上であることが望ましい。この構成により、ケーブル外被を押出成形する際にケーブル外被の形状を良好に維持することができる。

（８）前記繊維状介在物の本数は４本以上であり、前記断面視において前記光ファイバケーブルの中心を挟んで対向する位置に対になる２本の前記繊維状介在物が２対設けられ、４本の前記繊維状介在物の断面視における位置は、対になる２本の前記繊維状介在物をそれぞれ結ぶ２本の直線が直交する位置であることが望ましい。上記構成により、４本の抗張力体がケーブル外被内部にバランスよく存在するので、光ファイバケーブルの曲げ異方性（曲げやすい方向の偏り）を抑制することができる。これにより、当該構造の光ファイバケーブルを空気圧送用の光ファイバケーブルに用いる場合、当該光ファイバケーブルで良好に空気圧送することができる。

（９）前記繊維状介在物は、前記繊維状介在物の断面が前記ケーブル外被の曲面に沿った円弧状に形成された、板状の部材であることが望ましい。上記構成により、ケーブル外被の中心から見て大きな角度にわたって、抗張力

体がケーブル外被内部に埋め込まれているので、光ファイバケーブルの曲げ異方性を抑制することができる。これにより、当該構造の光ファイバケーブルを空気圧送用の光ファイバケーブルに用いる場合、当該光ファイバケーブルで良好に空気圧送することができる。

(10) 前記ケーブル外被は、外周部に当該光ファイバケーブルの径方向に突出した突起を有することが望ましい。前記構成により、ケーブル外被の外周部に当該光ファイバケーブルの径方向に突出した突起があるので、当該構造の光ファイバケーブルを空気圧送用の光ファイバケーブルに用いる場合であって光ファイバケーブルをダクト内で空気圧送する際に、ケーブル外被とダクトとの間の接触面積を減らすことができる。これにより、ケーブル外被とダクトとの摩擦が減り、圧送距離を伸ばすことができる。

(11) 前記突起は、当該突起が突出する方向の端部が曲面で構成されており、前記曲面の曲率半径が2.5 mm以上であることが望ましい。上記構成により、突起の突出する方向の端部が曲面で構成されており、その曲率半径が2.5 mm以上であるので、上記端部が緩やかな形状となっている。これにより、光ファイバケーブルをクロージャ等の配線部材に挿入する際に、突起部による凹凸で気密性が悪くなることを抑制できる。よって、クロージャ内への浸水等を抑制できる。

(12) 光ファイバケーブルは空気圧送用ケーブルとして用いられることが望ましい。

[0015] (第一実施形態)

以下、図面を参照しながら、本開示の光ファイバケーブル心線に係る実施形態について説明する。以下の説明において、異なる図面においても同じ符号を付した構成は同様のものであり、その説明を省略する場合がある。なお、本開示はこれらの実施形態での例示に限定されるものではなく、請求の範囲に記載された事項の範囲内および均等の範囲内におけるすべての変更を含む。また、複数の実施形態について組み合わせが可能である限り、本開示は任意の実施形態を組み合わせたものを含む。

- [0016] 図1は、本開示の第一実施形態に係る光ファイバケーブルの断面図であり、図2は、光ファイバケーブルに収納される間欠連結型光ファイバテープ心線を示す図である。図1に示した光ファイバケーブル1はスロットレス型であり、例えば丸型のケーブルコア20と、このケーブルコア20の周囲に形成されたケーブル外被30とを有する。ケーブルコア20には、例えば12心の間欠連結型光ファイバテープ心線（以下、「間欠テープ心線」ともいう。）10を150枚使用して1800心としたものが収容されている。図示の例では、間欠テープ心線10を30枚ずつ粗巻き紐（図示省略）等で束ねてユニットにされ、そのユニットが5本形成されている。
- [0017] 間欠テープ心線10とは、図2に示すように複数本の光ファイバ心線11が平行一列に配列され、隣り合う光ファイバ心線同士を連結部12と非連結部13により間欠的に連結してなるものである。具体的には、図2に示す例では、間欠テープ心線10を配列方向に開いた状態を示しており、間欠テープ心線10は、12心の光ファイバ心線11が平行一列に配列され、2心毎に間欠的に接着されて構成されている。なお、間欠テープ心線10は、2心毎に連結部12と非連結部13を設けなくてもよく、例えば1心毎に連結部12と非連結部13で間欠的に連結してもよい。
- [0018] この間欠テープ心線10として配列される光ファイバ心線11は、標準外径 $125\mu\text{m}$ のガラスファイバに被覆外径 $250\mu\text{m}$ 前後の被覆を施した光ファイバ素線の外側に、さらに着色被覆を施したものである。なお、光ファイバ心線11はこれに限られるものではなく、被覆外径が $135\mu\text{m}$ から $220\mu\text{m}$ の範囲、例えば、 $165\mu\text{m}$ や $200\mu\text{m}$ 程度の細径ファイバであってもよい。細径ファイバを用いれば、高密度実装がより一層容易になる。
- [0019] 図1に示すように、ケーブルコア20は、例えば、間欠テープ心線10を30枚束ねた5本のユニットを、押さえ巻きテープ21で縦添えまたは横巻きして丸型にまとめられている。各ユニット同士は、一方向もしくはS Z撚りで撚られた構造となっている。この場合、間欠テープ心線10はケーブルコア20内で自由に変形できるため、高密度化に有効である。

[0020] 押さえ巻きテープ21の外側は、例えば、L-LDPE（リニア低密度ポリエチレン：Linear Low Density Polyethylene）あるいはHDPE（高密度ポリエチレン：High Density Polyethylene）等で構成されたケーブル外被30で覆われている。ケーブル外被30自体の線膨張係数は使用温度範囲 $-40 \sim +70^{\circ}\text{C}$ において $4.5 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ 以下が望ましい。また、ケーブル外被30内には、ケーブル外被30の断面において略直交する対角2方向にそれぞれ1対ずつ繊維状介在物がある。少なくとも対角1対には第1の繊維状介在物31がケーブル外被30の押出成形時に縦添えされて埋設される。他の対角1対には、ケーブル外被30を切り裂く際の切り裂き紐としての役割を果たす第2の繊維状介在物32が、ケーブル外被30の押出成形時に縦添えされて埋設される。なお、本開示において、略直交とは、 $90^{\circ}$ で直交する状態から数度ずれた状態を含むものである。

[0021] 第1の繊維状介在物31は、テンションメンバとしての役割に加えて、低温収縮時の外被収縮を抑える役目も果たしており、ケーブル外被30自体の平均線膨張係数よりも小さい平均線膨張係数を有する材料であることが望ましい。第1の繊維状介在物31の材料としては、一部もしくは全てが、負の線膨張係数を持つアラミド繊維や、線膨張係数が低い（約 $0.5 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ ）液晶ポリマー、ガラス繊維等が好ましい。第1の繊維状介在物31の $-40 \sim +70^{\circ}\text{C}$ における線膨張係数は $1 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 未満が望ましい。また、第1の繊維状介在物31はFRP（繊維強化プラスチック）で繊維として埋設されていてもよい。本開示において、繊維状介在物を用いたFRPとは、繊維状介在物を繊維として用いたFRP（繊維強化プラスチック）を意味する。この場合、第1の繊維状介在物31の一部が、アラミド繊維、液晶ポリマー、またはガラス繊維のいずれか1つであればよい。

[0022] 第2の繊維状介在物32は、ケーブル外被30を切り裂く際の切り裂き紐としての役割を果たすために、押さえ巻きテープ21に接するか押さえ巻きテープ21に近い箇所に埋設することが望ましい。第2の繊維状介在物32の材料についても、例えば第1の繊維状介在物31と同じ材料を用いること

ができる。この場合、対角 2 対の 4 カ所に同じ材料の繊維状介在物が存在するため、ケーブル曲げ時に曲げ方向の異方性が抑制され、曲げ方向性が改善される。これにより、光ファイバケーブルの敷設時のキンクを抑えることができる。なお、第 2 の繊維状介在物 3 2 は、可撓性を必要とするため F R P ではなくてもよい。

[0023] 図 3 は、各種ケーブル外被条件と特性評価結果を示す図である。光ファイバケーブルの良好な側圧特性を得ることと低温収縮を抑制することを両立させるために、ケーブル外被 3 0 部分の断面積を  $S$ 、ヤング率を  $E$  とした場合の  $E S$  積を種々変更した際における、平板側圧と外被収縮による損失増について評価を行った。平板側圧として、伸ばした光ファイバケーブルを 1 0 0 m m の長さに亘って、5 0 0 N の加重を加えた際の伝送損失の増加量  $[d B]$  を求めた。また、外被収縮による損失増として、室温から  $-40^{\circ}C$  に変化させた場合の伝送損失の増加量  $[d B]$  を求めた。なお、外被の  $E S$  積は平板側圧と関係し、 $E S$  積が小さいほど、光ファイバケーブルが柔らかく薄いので側圧に弱くなる。また、 $E S$  積は低温損失とも関係し、 $E S$  積が大きいほど、外被の収縮が大きくなるため低温特性が悪くなる。

[0024] 光ファイバケーブルとしては試料 1 ~ 7 の 7 つの例について、対角 1 対の第 1 の繊維状介在物 3 1 として、直径 0.5 m m のアラミド F R P を使用した。また、ケーブル外被の厚さは、ケーブル外被 3 0 を押出成形する際に良好なケーブル外被 3 0 の形状を維持するために 0.5 m m 以上とし、光ファイバケーブル 1 の細径化の観点から 2.0 m m 以下とした。試料 1、3、4 のケーブル外被 3 0 の材料としては、ヤング率が 9 0 (k g f / m m<sup>2</sup>) の低密度ポリエチレンであり、 $-40 \sim +70^{\circ}C$  における平均線膨張係数が、 $4.5 \times 10^{-4} / ^{\circ}C$  であり、また、試料 2 のケーブル外被 3 0 の材料としては、ヤング率が 1 1 0 (k g f / m m<sup>2</sup>) の中密度ポリエチレンであり、 $-40 \sim +70^{\circ}C$  における平均線膨張係数が、 $4.0 \times 10^{-4} / ^{\circ}C$  であり、さらに、試料 5、6、7 のケーブル外被 3 0 の材料としては、ヤング率が 2 4 0 (k g f / m m<sup>2</sup>) の高密度ポリエチレンであり、 $-40 \sim +70^{\circ}C$  における平均線

膨張係数が、 $3.7 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ である。

[0025] そして、平板側圧試験は $0.1\text{ dB}$ 以下は「良」と判断し、この値を超えるものを「不可」とした。また、収縮による損失増は $0.15\text{ dB/km}$ 以下を「良」と判断し、この値を超えるものを「不可」とした。その結果、図3に示したように、試料1は、ケーブル外被30の断面積が小さいために外被収縮による損失増は最も小さかったが、ES積が小さいために応力に対するひずみが大きくなり、平均側圧による損失が $0.1\text{ dB}$ を超えたため不可となった。また、試料7については、ES積が大きいため応力に対するひずみが小さく、側圧特性は良好であるが、外被部分の断面積が大きいことから、ケーブル外被30の収縮による損失増が大きくなり、不可となった。

[0026] そして、試料1、7を除く試料2～6については、平板側圧による損失増と外被収縮による損失増は良好であった。これにより、ES積が $1320 \sim 14400\text{ kgf}$  ( $12.9 \sim 141\text{ kN}$ )の間であれば、ケーブルの側圧強度を確保しつつ、低温収縮による損失増を抑制できることが分かった。

[0027] (第二実施形態)

図4を参照して、第二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。第二実施形態においても、第一実施形態と同様、繊維状介在物の平均線膨張係数とケーブル外被の平均線膨張係数の関係が満たされる。

図4は、光ファイバケーブル1Aの長さ方向に垂直な断面図である。図4に示すように、光ファイバケーブル1Aは、複数の光ファイバテープ心線10と、光ファイバテープ心線10の周囲を覆う吸水テープ（押さえ巻きテープ）21と、吸水テープ21の周囲を覆うケーブル外被30と、ケーブル外被30の内部に設けられた抗張力体5Aおよび引き裂き紐6とを備えている。第二実施形態においても、第一実施形態と同様、抗張力体5A及び引き裂き紐6はともに繊維状介在物である。

[0028] 吸水テープ21は、複数の光ファイバテープ心線10全体の周囲に、例えば、縦添えまたは横巻で巻回されている。吸水テープ21は、例えば、ポリエステル等からなる基布に、吸水性のパウダーを付着させることによって吸

水加工を施したものである。

[0029] ケーブル外被30は、例えば、ポリエチレン（PE）等の樹脂で形成されている。ケーブル外被30の樹脂は、ヤング率が500Pa以上であることが好ましい。また、ケーブル外被30には、シリコン系の滑剤が含まれていることが好ましい。シリコン系の滑剤は、例えば、2wt%以上の割合で含まれていることが好ましい。ケーブル外被30は、例えば、熱可塑性の樹脂であり、吸水テープ21が巻回された複数の光ファイバテープ心線10に対して樹脂を押出成形することにより形成される。

[0030] 抗張力体5Aは、ケーブル外被30の内部に埋め込まれるように設けられている。抗張力体5Aは、繊維強化プラスチック（FRP）で形成されている。抗張力体5Aは、例えば、アラミドFRP、ガラスFRP、カーボンFRP等であるが、可撓性が優れたアラミドFRPを用いることが好ましい。なお、アラミドFRPはケーブル外被30よりも線膨張係数が小さいので、低温時のケーブル外被30の収縮を抑制できる。抗張力体5Aは、断面視が円形状に形成されている。抗張力体5Aは、複数（本例では4本）設けられている。4本の各抗張力体5Aは、断面視において当該光ファイバケーブルの中心を挟んで対向する位置に対になる2本の抗張力体5Aが2対設けられている。この4本の抗張力体5Aの断面視における位置は、対になる2本の抗張力体5Aをそれぞれ結ぶ2本の直線が直交する位置となっている。各抗張力体5Aは、光ファイバケーブル1Aの長手方向に沿って、ケーブル外被30内に設けられている。

[0031] 引き裂き紐6は、ケーブル外被30を引き裂くためのものであり、ケーブル外被30内に光ファイバケーブル1Aの長手方向に沿って埋設されている。本例の場合、引き裂き紐6は2本設けられている。2本の引き裂き紐6は、隣り合う抗張力体5Aのほぼ中間位置に、対向するように設けられている。引き裂き紐6を引き出すことによってケーブル外被30を長手方向に引き裂き、光ファイバテープ心線10を取り出すことができる。引き裂き紐6は、例えば、引っ張りに強いプラスチック材料（例えばポリエステル）で形成

されている。

[0032] このような構成の光ファイバケーブル 1 A において、ケーブル外被 3 0 を形成する部材の断面積に対する 4 本の抗張力体 5 A の総断面積の比は、2.4%以上である。例えば、外径 10 mm、外被厚 1.2 mm の外被に、外径 0.5 mm のアラミド FRP 4 本を入れた場合、ケーブル外被 3 0 を形成する部材の断面積に対する 4 本の抗張力体 5 A の総断面積の割合は 2.42% となる。上記構造にすれば、 $-30 \sim +70^{\circ}\text{C}$  の損失温度特性が  $0.1 \text{ dB/km}$  以下となるため、ケーブル外被 3 0 を形成する部材の断面積に対する 4 本の抗張力体 5 A の総断面積の比率は、2.4%以上とすることが望ましい。

[0033] 光ファイバテープ心線 1 0 は、光ファイバケーブル 1 A 内に収容される際、丸められて集合した状態にされている。複数の光ファイバテープ心線 1 0 を撚り合せてユニットとし、複数のユニットを集合した状態にされていてもよい。集合された状態の複数の光ファイバテープ心線 1 0 は、バンドル材等で束ねられていてもよく、或いは、上記ユニット毎にバンドル材等で束ねられていてもよい。

[0034] 光ファイバケーブル 1 A は、ケーブル外被 3 0 内部に、断面視において光ファイバケーブル 1 A の中心を挟んで対向する位置に対になる 2 本の抗張力体 5 A が 2 対設けられている。すなわち、光ファイバケーブル 1 A は、ケーブル外被 3 0 内部に、4 本の抗張力体 5 A が設けられている。4 本の抗張力体 5 A の断面視における位置は、対になる 2 本の抗張力体 5 A をそれぞれ結ぶ 2 本の直線が直交する位置となっている。4 本の抗張力体 5 A がケーブル外被 3 0 内部にバランスよく存在するので、光ファイバケーブル 1 A の曲げ異方性（曲げやすい方向の偏り）を抑制することができる。このような構成によれば、さらに空気圧送に適した曲げ剛性を有する光ファイバケーブルとすることができる。

また、第二実施形態においても、繊維状介在物の  $-40 \sim +70^{\circ}\text{C}$  における平均線膨張係数をケーブル外被の  $-40 \sim +70^{\circ}\text{C}$  における平均線膨張

係数よりも小さくすることで、低温収縮による損失増を抑制できる。

[0035] (第三実施形態)

図5を参照して、第三実施形態に係る光ファイバケーブル1Bについて説明する。なお、上記第二実施形態に係る光ファイバケーブル1Aと同様の構成については同じ符号を付しその説明を省略する。

第三実施形態においても、第一実施形態と同様、繊維状介在物の平均線膨張係数とケーブル外被の平均線膨張係数の関係が満たされる。

[0036] 図5は、光ファイバケーブル1Bの長さ方向に垂直な断面図である。図5に示すように、光ファイバケーブル1Bは、複数の間欠連結型の光ファイバテープ心線10と、光ファイバテープ心線10の周囲を覆う吸水テープ21と、吸水テープ21の周囲を覆うケーブル外被30と、ケーブル外被30の内部に設けられた抗張力体5Bおよび引き裂き紐6とを備えている。抗張力体5Bは、断面がケーブル外被30の曲面に沿った円弧状に形成された板状の抗張力体である。第三実施形態においても、第一実施形態と同様、抗張力体5B及び引き裂き紐6はともに繊維状介在物である。

[0037] 抗張力体5Bは、複数（本例では2枚）設けられている。2枚の抗張力体5Bは、ケーブル外被30の内部に設けられ、対向するように配置されている。抗張力体5Bは、例えば、光ファイバケーブル1Bにおける中心角 $\theta$ が30度～90度の範囲となる円弧状に設けられている。2枚の抗張力体5Bの総断面積は、ケーブル外被30を形成する部材の断面積の2.4%以上である。抗張力体5Bの径方向における厚さBは、ケーブル外被30の曲面に沿った抗張力体5Bの円弧の長さに応じて調整される。抗張力体5Bは、アラミド、ガラス等の繊維強化プラスチックで形成される板状の部材であり、第二実施形態の抗張力体5Aと同様に、光ファイバケーブル1Bの長手方向に沿って設けられている。その他の構成については、上記光ファイバケーブル1Aと同様である。

[0038] 第三実施形態に係る光ファイバケーブル1Bによれば、光ファイバケーブル1Bの中心から見て、ケーブル外被30における大きな角度（例えば中心

角 $\theta = 30^\circ \sim 90^\circ$ の範囲) にわたり 2 枚の抗張力体 5 B が埋設されている。このため、光ファイバケーブル 1 B は、外被両側に断面視が円形状の抗張力体を有する構造の光ファイバケーブルの場合に比べて、さらに曲げ異方性を抑制することができる。また、光ファイバケーブル 1 B の剛性を適度に高くすることができる。これにより、空気圧送に適した光ファイバケーブルとすることができる。

また、第三実施形態においても、繊維状介在物の $-40 \sim +70^\circ\text{C}$ における平均線膨張係数をケーブル外被の $-40 \sim +70^\circ\text{C}$ における平均線膨張係数よりも小さくすることで、低温収縮による損失増を抑制できる。

[0039] (第四実施形態)

図 6 を参照して、第四実施形態に係る光ファイバケーブル 1 C について説明する。なお、上記第二実施形態に係る光ファイバケーブル 1 A と同様の構成については同じ符号を付しその説明を省略する。

第四実施形態においても、第一実施形態と同様、繊維状介在物の平均線膨張係数とケーブル外被の平均線膨張係数の関係が満たされる。

[0040] 図 6 は、光ファイバケーブル 1 C の長さ方向に垂直な断面図である。図 6 に示すように、光ファイバケーブル 1 C は、複数の間欠連結型の光ファイバテープ心線 10 と、光ファイバテープ心線 10 の周囲を覆う吸水テープ 21 と、吸水テープ 21 の周囲を覆うケーブル外被 30 と、ケーブル外被 30 の内部に設けられた抗張力体 5 および引き裂き紐 6 とを備えている。なお、抗張力体 5 は、第二実施形態に係る光ファイバケーブル 1 A における、断面視が円形状に形成されている 4 本の抗張力体 5 A と同様のものとして図示したが、第三実施形態に係る光ファイバケーブル 1 B における、断面視が板状の 2 枚の抗張力体 5 B と同様のものでもよい。第四実施形態においても、第一実施形態と同様、抗張力体 5 及び引き裂き紐 6 はともに繊維状介在物である。

さらに、光ファイバケーブル 1 C は、ケーブル外被 30 の外周部に突起 7 を有している。

[0041] 突起7は、複数（本例では8条）設けられている。8条の突起7は、光ファイバケーブル1Cの長手方向に沿って設けられている。各突起7は、長手方向に沿って連続して設けられていてもよいし、断続的に設けられていてもよい。また、8条の突起7は、断面視において、ケーブル外被30の外周部にほぼ等間隔に設けられている。突起7は、当該突起7が突出する方向の端部7aが曲面で構成されており、当該曲面の曲率半径が2.5mm以上となるように形成されている。突起7は、押出成形によってケーブル外被30と一体的に形成されている。その他の構成については、上記光ファイバケーブル1Aと同様である。

[0042] 第四実施形態に係る光ファイバケーブル1Cによれば、光ファイバケーブル1Cの長手方向に沿って、ケーブル外被30の外周部に複数の突起7が設けられている。このため、光ファイバケーブル1Cをダクト内で空気圧送する際に、当該突起7がダクトの内壁と接触することになるので、ケーブル外被30とダクトとの間の接触面積を減らすことができる。これにより、ケーブル外被30とダクトとの摩擦が減り、圧送距離を伸ばすことができる。

また、第四実施形態においても、繊維状介在物の $-40\sim+70^{\circ}\text{C}$ における平均線膨張係数をケーブル外被の $-40\sim+70^{\circ}\text{C}$ における平均線膨張係数よりも小さくすることで、低温収縮による損失増を抑制できる。

[0043] また、光ファイバケーブル1Cによれば、突起7は、その突出する方向の端部7aが曲面で構成されており、その曲率半径が2.5mm以上の緩やかな形状となるように形成されている。これにより、例えば、光ファイバケーブル1Cをクロージャ等の配線部材に挿入する際に、クロージャの挿通孔と光ファイバケーブル1Cの外周との間に突起7の凹凸による隙間が発生するのを抑制することができ、クロージャの気密性の低下を抑制できる。よって、クロージャ内への浸水等を抑制できる。

[0044] 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、前記説明した構成部材の数、位置

、形状等は前記実施の形態に限定されず、本開示を実施する上で数、位置、形状等に変更することができる。

### 符号の説明

[0045] 1、1 A、1 B、1 C…光ファイバケーブル

1 0…間欠テープ心線

1 1…光ファイバ心線

1 2…連結部

1 3…非連結部

2 0…ケーブルコア

2 1…押さえ巻きテープ

3 0…ケーブル外被

3 1…第1の繊維状介在物

3 2…第2の繊維状介在物

5、5 A、5 B…抗張力体

6…引き裂き紐

7…突起

## 請求の範囲

- [請求項1] ケーブルコアの内部に複数本の間欠連結型光ファイバテープ心線を有し、前記ケーブルコアの外側にケーブル外被を被せた光ファイバケーブルであって、
- 前記ケーブル外被の断面視において直交する対角2方向に複数対の介在物を有し、該介在物の内の、少なくとも対角1対には繊維状介在物または該繊維状介在物を用いたFRPを配し、
- 前記繊維状介在物の $-40 \sim +70^{\circ}\text{C}$ における平均線膨張係数が前記ケーブル外被の $-40 \sim +70^{\circ}\text{C}$ における平均線膨張係数よりも小さい、光ファイバケーブル。
- [請求項2] 前記繊維状介在物の $-40 \sim +70^{\circ}\text{C}$ における平均線膨張係数が、 $1 \times 10^{-5} / ^{\circ}\text{C}$ 未満である、請求項1に記載の光ファイバケーブル。
- [請求項3] 前記繊維状介在物の一部もしくは全てが負の線膨張係数を有する、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] 前記繊維状介在物の一部もしくは全てが、少なくともアラミド繊維、液晶ポリマー、またはガラス繊維のいずれか1つである、請求項1または2に記載の光ファイバケーブル。
- [請求項5] 前記ケーブル外被の $-40 \sim +70^{\circ}\text{C}$ における平均線膨張係数が $4.5 \times 10^{-4} / ^{\circ}\text{C}$ 以下である、請求項1から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] 前記ケーブル外被のヤング率Eと前記ケーブル外被の断面積Sとを掛け合わせたES積が $12.9 \sim 141 \text{ kN}$ である、請求項1から5のいずれか一項に記載の光ファイバケーブル。
- [請求項7] 前記ケーブル外被の厚さが $0.5 \text{ mm}$ 以上である、請求項1から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] 前記繊維状介在物の本数は4本以上であり、
- 前記断面視において前記光ファイバケーブルの中心を挟んで対向する位置に対になる2本の前記繊維状介在物が2対設けられ、

4 本の前記繊維状介在物の断面視における位置は、対になる 2 本の前記繊維状介在物をそれぞれ結ぶ 2 本の直線が直交する位置である、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の光ファイバケーブル。

[請求項9] 前記繊維状介在物は、前記繊維状介在物の断面が前記ケーブル外被の曲面に沿った円弧状に形成された、板状の部材である、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の光ファイバケーブル。

[請求項10] 前記ケーブル外被は、外周部に当該光ファイバケーブルの径方向に突出した突起を有する、請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の光ファイバケーブル。

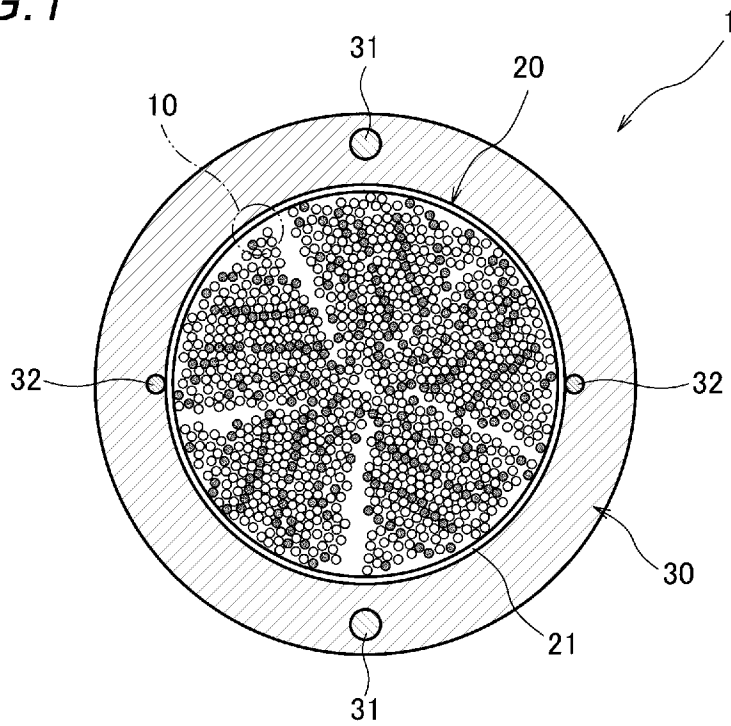
[請求項11] 前記突起は、当該突起が突出する方向の端部が曲面で構成されており、

前記曲面の曲率半径が 2.5 mm 以上である、請求項 10 に記載の光ファイバケーブル。

[請求項12] 空気圧送用ケーブルとして用いられる、請求項 1 から 11 のいずれか一項に記載の光ファイバケーブル。

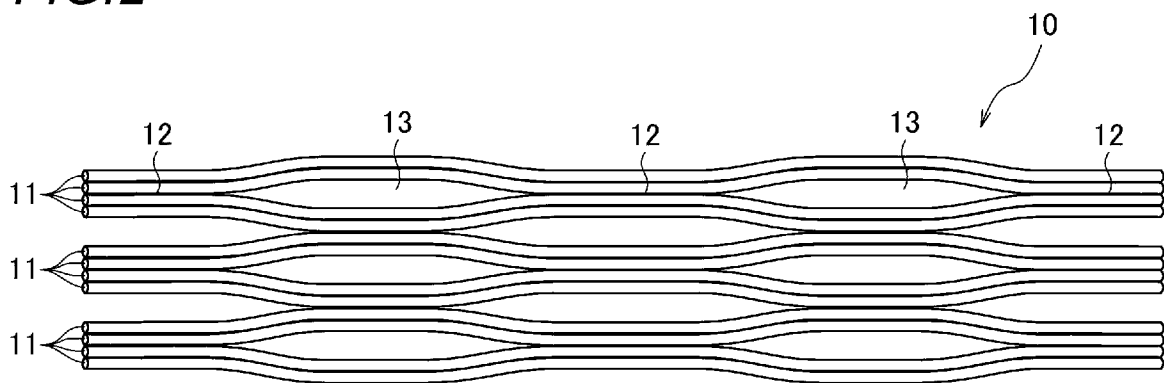
[図1]

FIG.1



[図2]

FIG.2



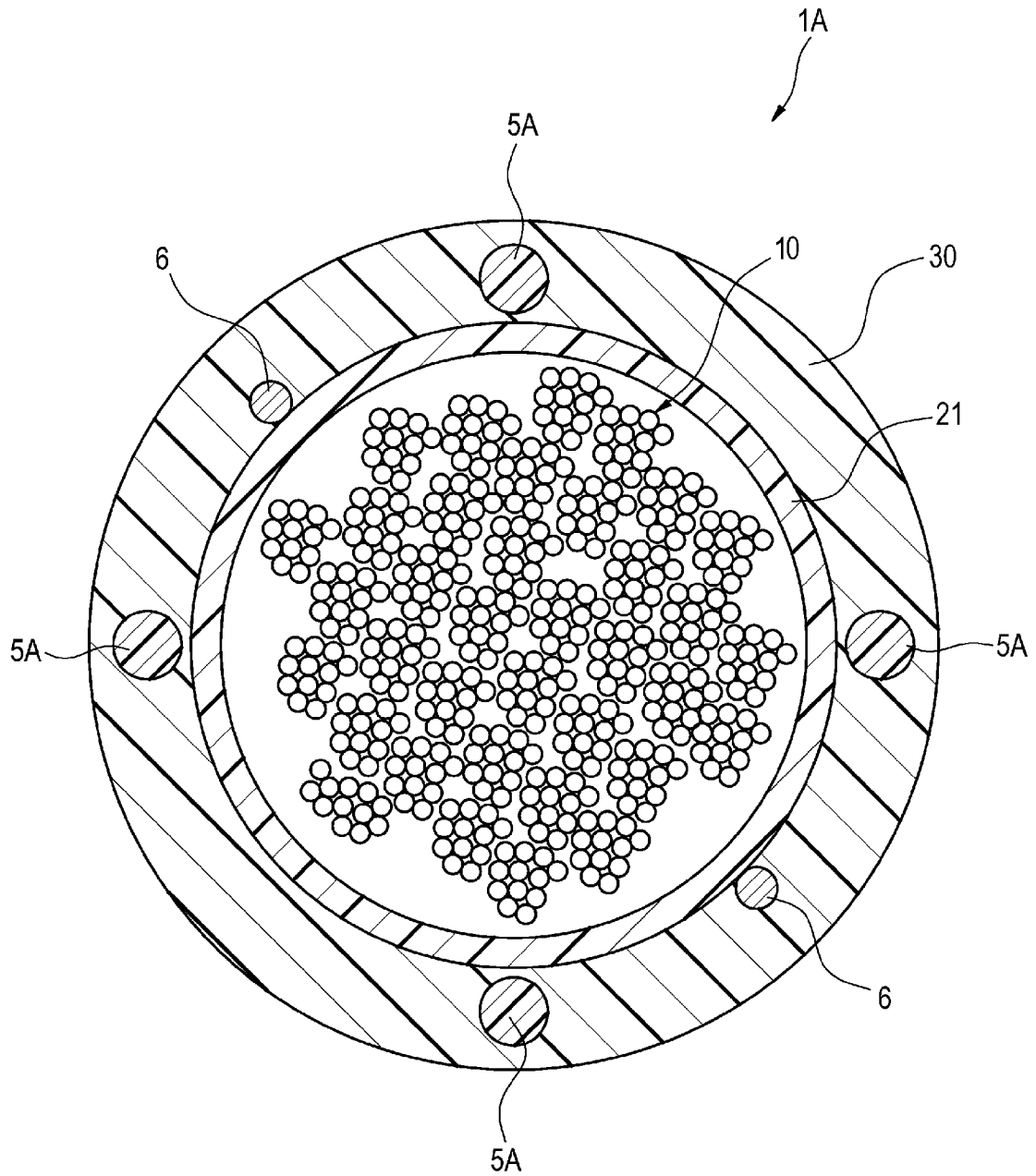
[図3]

FIG.3

| 試料No. | 外被断面積 S<br>(mm <sup>2</sup> ) | 外被ヤング率 E<br>(kgf/mm <sup>2</sup> ) | ES 積 (kgf) | 平板側圧<br>(500N/100mm) | -40℃外被収縮<br>による損失増 |
|-------|-------------------------------|------------------------------------|------------|----------------------|--------------------|
| 1     | 11.8                          | 90                                 | 1062       | 不可 (0.5dB)           | 良 (0.02dB/km)      |
| 2     | 12.0                          | 110                                | 1320       | 良 (0.09dB)           | 良 (0.05dB/km)      |
| 3     | 13.5                          | 90                                 | 1215       | 良 (0.1dB)            | 良 (0.04dB/km)      |
| 4     | 30.0                          | 90                                 | 2700       | 良 (0.05dB)           | 良 (0.09dB/km)      |
| 5     | 30.0                          | 240                                | 7200       | 良 (0.01dB)           | 良 (0.12dB/km)      |
| 6     | 60.0                          | 240                                | 14400      | 良 (0.00dB)           | 良 (0.15dB/km)      |
| 7     | 65.0                          | 240                                | 15600      | 良 (0.00dB)           | 不可 (0.17dB/km)     |

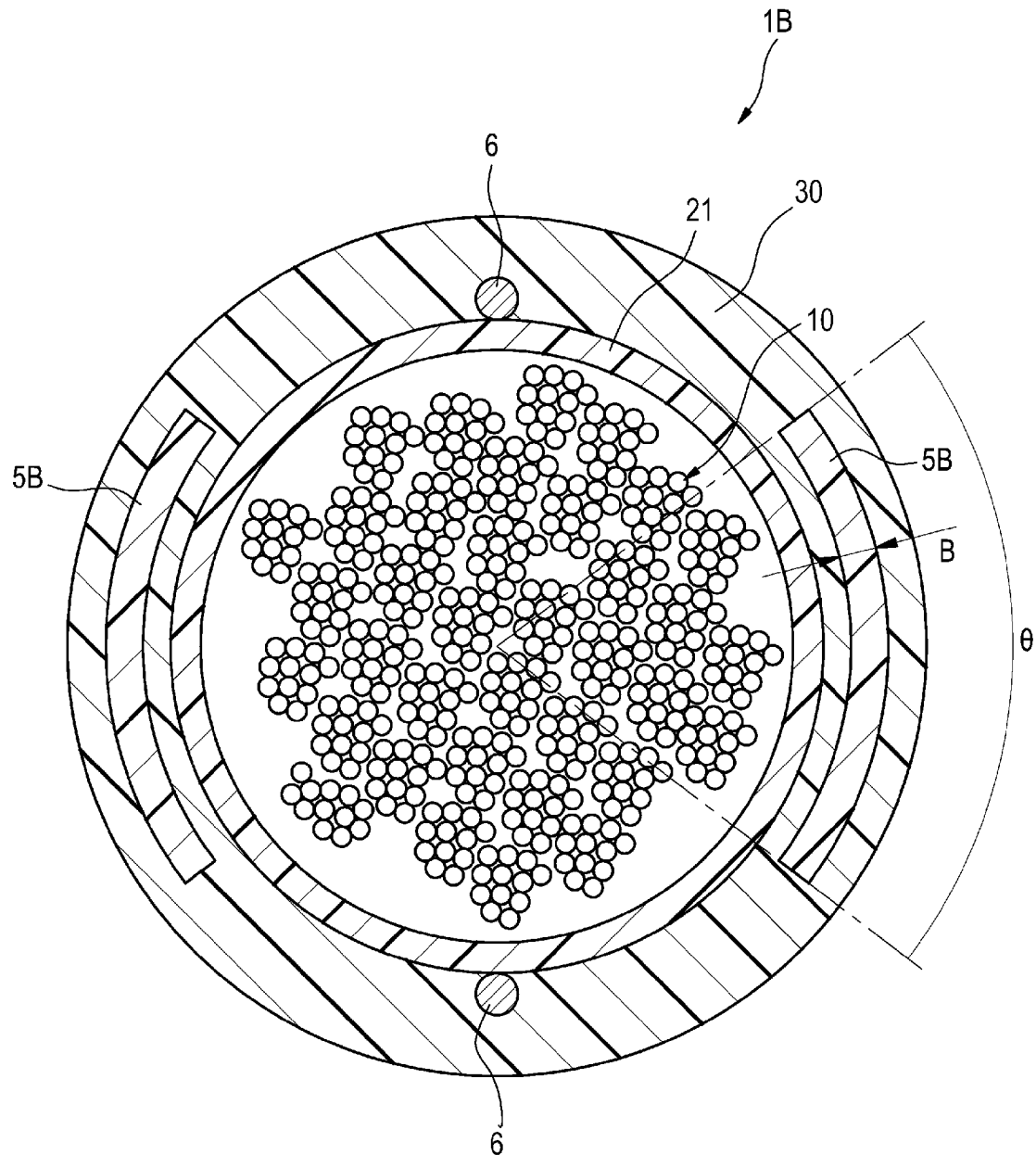
[図4]

FIG.4



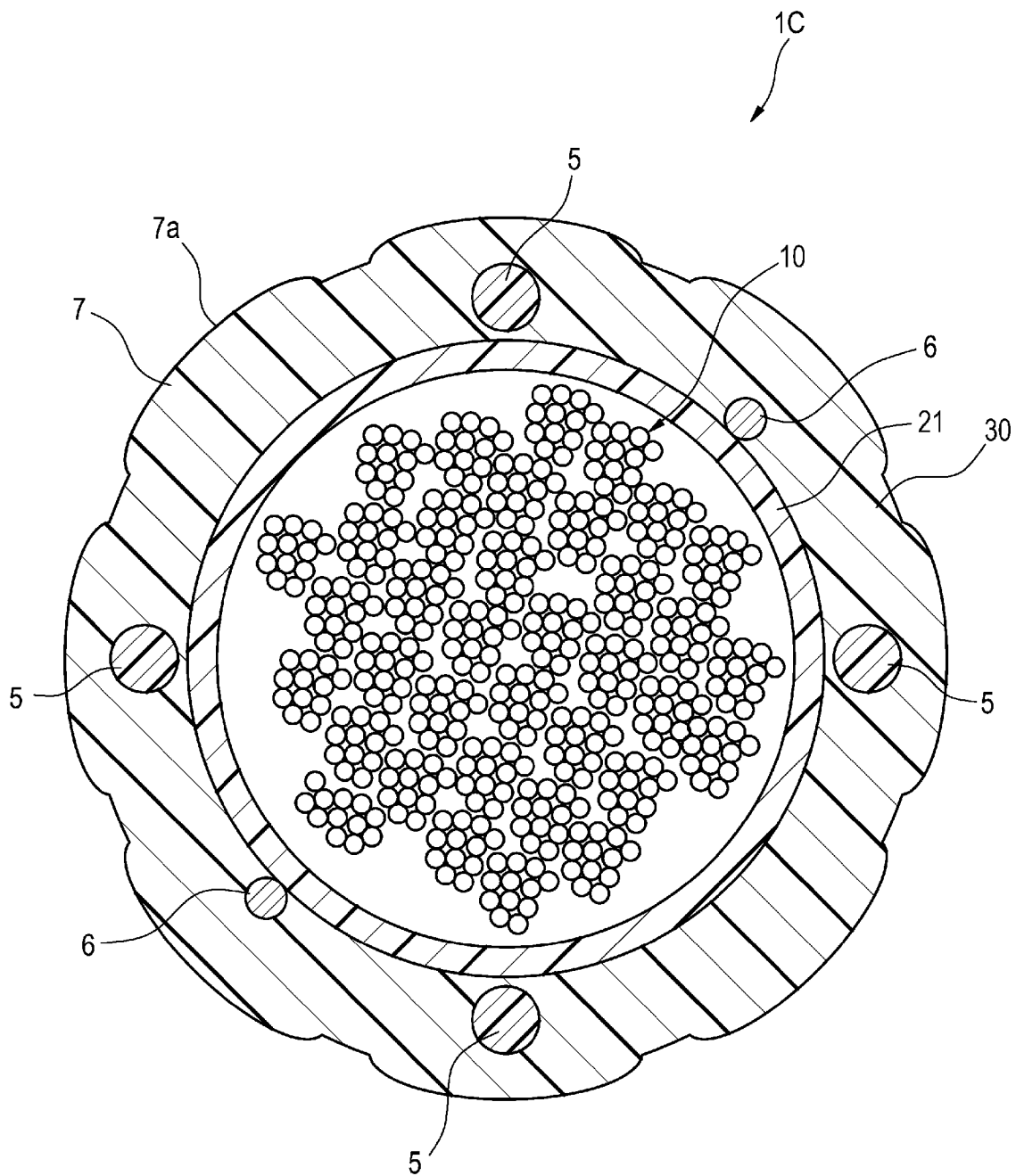
[図5]

FIG.5



[図6]

FIG.6



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/043542

## 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. G02B6/44

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 | 1971-2019 |
| Registered utility model specifications of Japan         | 1996-2019 |
| Published registered utility model applications of Japan | 1994-2019 |

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         | JP 2010-8923 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 14 January 2010, paragraphs [0020]-[0023], [0029]-[0031], fig. 1-3 & US 2011/0110635 A1, paragraphs [0061]-[0064], [0070]-[0072], fig. 1-3 & WO 2010/001663 A1 & CN 102057309 A | 1-12                  |
| Y         | JP 2006-23503 A (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 26 January 2006, paragraphs [0002], [0013], [0020], fig. 4 (Family: none)                                                                                                               | 1-12                  |

☒ 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

"I" 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  
09 December 2019 (09.12.2019)

Date of mailing of the international search report  
17 December 2019 (17.12.2019)

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/JP2019/043542

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                         | Relevant to claim No. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | JP 10-133074 A (FUJIKURA LTD.) 22 May 1998, paragraph [0019], fig. 1, 2 (Family: none)                                                                                                                                                     | 1-12                  |
| Y         | JP 2004-184539 A (FUJIKURA LTD.) 02 July 2004, paragraphs [0025], [0031], fig. 1 (Family: none)                                                                                                                                            | 1-12                  |
| Y         | US 4770489 A (SUMITOMO ELECTRIC RESEARCH TRIANGLE, INC.) 13 September 1988, column 4, lines 63-67, fig. 4B (Family: none)                                                                                                                  | 9                     |
| Y         | Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 124542/1978 (Laid-open No. 41882/1980) (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 18 March 1980, page 6, lines 2-15, fig. 2 (Family: none) | 9                     |

## 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. G02B6/44

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 | 1971-2019年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2019年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2019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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Y               | JP 2010-8923 A（日本電信電話株式会社）2010.01.14, 段落【0020】 - 【0023】, 【0029】 - 【0031】 及び図 1-3 & US 2011/0110635 A1, 段落[0061]-[0064], [0070]-[0072] 及び図 1-3 & WO 2010/001663 A1 & CN 102057309 A | 1-12           |
| Y               | JP 2006-23503 A（古河電気工業株式会社）2006.01.26, 段落【0002】, 【0013】, 【0020】 及び図 4（ファミリーなし）                                                                                                     | 1-12           |

☒ 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

09.12.2019

国際調査報告の発送日

17.12.2019

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）

後藤 昌夫

2 L

3 1 0 3

電話番号 03-3581-1101 内線 3295

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                                        |                |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| Y                     | JP 10-133074 A (株式会社フジクラ) 1998.05.22, 段落【0019】及び図 1, 2 (ファミリーなし)                                                                       | 1-12           |
| Y                     | JP 2004-184539 A (株式会社フジクラ) 2004.07.02, 段落【0025】, 【0031】及び図 1 (ファミリーなし)                                                                | 1-12           |
| Y                     | US 4770489 A (SUMITOMO ELECTRIC RESEARCH TRIANGLE, INC.) 1988.09.13, 第 4 欄第 63-67 行及び図 4B (ファミリーなし)                                    | 9              |
| Y                     | 日本国実用新案登録出願 53-124542 号(日本国実用新案登録出願公開 55-41882 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 (古河電気工業株式会社) 1980.03.18, 第 6 頁第 2-15 行及び図 2 (ファミリーなし) | 9              |