

(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  
2024年10月24日(24.10.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/218908 A1

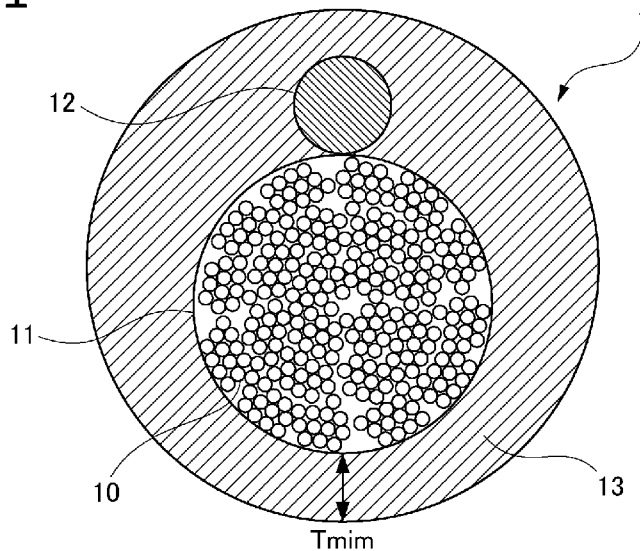
- (51) 国際特許分類:  
*G02B 6/44* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/015641
- (22) 国際出願日: 2023年4月19日(19.04.2023)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 住友電気工業株式会社  
(SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.)  
[JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜  
四丁目5番33号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 佐藤 文昭(SATO Fumiaki); 〒5410041  
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). 高橋 健  
(TAKAHASHI Ken); 〒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). 木村 豊明(KIMURA Toyoaki);  
〒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). 秋山  
竹將(AKIYAMA Takemasa); 〒5410041 大阪府

(54) Title: OPTICAL FIBER CABLE AND CABLE WITH CONNECTOR

(54) 発明の名称: 光ファイバケーブルおよびコネクタ付きケーブル

FIG.1



(57) Abstract: This optical fiber cable includes: a cable core including a plurality of optical fiber core wires; at least one tensile strength body disposed along the cable core; and a sheath which covers the cable core from the outside and has the tensile strength body incorporated therein. The tensile strength body is provided at one location of the sheath in a cross-sectional view. The core density obtained by dividing the number of the plurality of optical fiber core wires by the cross-sectional area of the cable is 1.5 cores/mm<sup>2</sup> or greater.

(57) 要約: 光ファイバケーブルは、複数の光ファイバ心線を含むケーブルコアと、前記ケーブルコアに沿って配置される、少なくとも一つの抗張力体と、前記ケーブルコアを外側から被覆するとともに、前記抗張力体を内包する外被と、を含む。前記抗張力体は、断面視において、前記外被の一箇所に設けられる。前記複数の光ファイバ心線の心線数をケーブル断面積で割った心密度が1.5心/mm<sup>2</sup>以上である。



WO 2024/218908 A1

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: 弁理士法人信栄事務所(SHIN-EI, 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,  
EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,  
HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,  
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,  
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS,  
MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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コネクタ付きケーブル

### 技術分野

[0001] 本開示は、光ファイバケーブルおよびコネクタ付きケーブルに関する。

### 背景技術

[0002] 特許文献1は、複数の光ファイバ心線と、一つの抗張力体と、複数の光ファイバ心線を外側から被覆し、一つの抗張力体を内包する外被と、を備える光ファイバケーブルを開示している。一つの抗張力体は、ケーブルの曲げを比較的容易にするとともに、ケーブルの引張強度および座屈防止特性を提供する。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：米国特許第6137936号明細書

### 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、  
複数の光ファイバ心線を含むケーブルコアと、  
前記ケーブルコアに沿って配置される、少なくとも一つの抗張力体と、  
前記ケーブルコアを外側から被覆するとともに、前記抗張力体を内包する外被と、を含み、  
前記抗張力体は、断面視において、前記外被の一箇所に設けられ、  
前記複数の光ファイバ心線の心線数をケーブル断面積で割った心密度が1.5心/mm<sup>2</sup>以上である。

[0005] 本開示の他の一態様に係るコネクタ付きケーブルは、  
前記光ファイバケーブルと、  
前記光ファイバケーブルの一端で前記複数の光ファイバ心線が取り付けられた多心コネクタと、を備える。

### 図面の簡単な説明

[0006] [図1]図1は、実施形態に係る光ファイバケーブルの長手方向に垂直な断面図である。

[図2]図2は、変形例に係る光ファイバケーブルの長手方向に垂直な断面図である。

[図3]図3は、コネクタ付きケーブルを例示する概要図である。

### 発明を実施するための形態

[0007] [本開示が解決しようとする課題]

光ファイバケーブルは、ケーブルコアを中心にして、外被両側に抗張力体を有する構造の場合、断面視において抗張力体同士を結んだ線に対して90度方向には曲がりやすく、当該方向への曲げ剛性が低い傾向がある。一方、抗張力体がある方向には曲がりにくく、当該方向への曲げ剛性が大きい傾向がある。すなわち、上記構造の光ファイバケーブルには、曲げ異方性がある。このような光ファイバケーブルは、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。

[0008] また、断面視において外被の四箇所等に等間隔で抗張力体が配置される光ファイバケーブルも知られている。しかしながらこのような光ファイバケーブルでは、外被に埋められた抗張力体と曲げ中心（この場合曲げ中心はケーブル中心と一致する）との距離が大きい。このため、ケーブルを小径に曲げた場合、曲げた内側に圧縮応力がかかり、内側に配置された抗張力体が座屈しやすく、折れて潰れやすい。さらに、ケーブルを小径に曲げにくいため、ケーブルを収納するために広いスペースが必要となる。

[0009] また、光ファイバケーブルは、光ファイバ心線を高密度実装するために、細径化および軽量化が好ましく、光ファイバ径も、従来の250 $\mu$ mから200 $\mu$ mに細径化されてきている。高密度化するには、外被の厚みを薄くすることが有用であるが、外被が薄くなると、ケーブルを小径に曲げた場合、内側に配置された抗張力体はさらに座屈しやすくなる。

[0010] 本開示は、光ファイバ心線を高密度に実装可能であり、且つケーブルを小

径に曲げても抗張力体が座屈しにくい、光ファイバケーブルおよびコネクタ付きケーブルを提供することを目的とする。

[0011] (本開示の一形態の説明)

まず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) 複数の光ファイバ心線を含むケーブルコアと、

前記ケーブルコアに沿って配置される、少なくとも一つの抗張力体と、

前記ケーブルコアを外側から被覆するとともに、前記抗張力体を内包する外被と、を含み、

前記抗張力体は、断面視において、前記外被の一箇所に設けられ、

前記複数の光ファイバ心線の心線数をケーブル断面積で割った心密度が1.5心/mm<sup>2</sup>以上である。

[0012] 本開示によれば、心密度が1.5心/mm<sup>2</sup>以上の、光ファイバを高密度実装した光ファイバケーブルを実現することができる。さらに本開示では、抗張力体が、断面視において、外被の一箇所に設けられている。抗張力体が一箇所に埋め込まれていることで、ケーブルを曲げたときの曲げ中心が抗張力体に寄り、抗張力体と曲げ中心との距離が短くなる。このため、抗張力体が外被の二箇所以上に埋め込まれる場合と比較して、ケーブルを小径に曲げた場合でも、抗張力体が座屈しにくい。ケーブルを小径に曲げやすくなるため、任意のスペースへのケーブルの収納性も向上する。

[0013] (2) 上記(1)において、前記抗張力体は繊維強化プラスチック(FRP)であってもよい。

[0014] 本開示によれば、抗張力体がFRPであるため、剛性が比較的高く、抗張力体が座屈しにくい。

[0015] (3) 上記(1)または(2)において、前記抗張力体のヤング率は、400MPa以上700MPa以下であってもよい。

[0016] 本開示によれば、抗張力体が外被の一箇所に設けられているとともに、抗張力体のヤング率が400MPa以上700MPa以下であるため、抗張力

体の剛性が比較的低く、また、抗張力体が比較的しなやかで、座屈しにくい。なお、抗張力体のヤング率が400MPaを下回ると、抗張力体としての機能が低下し、外被収縮に対して、抗圧縮体としての機能が低下する。一方抗張力体のヤング率が700MPaを上回ると、ケーブルが曲がり難くなるので収納性が悪化する。

[0017] (4) 上記(1)から(3)のいずれか一つにおいて、前記抗張力体のヤング率と断面積の積(ES積)が、1000N以上10000N以下であってもよい。

[0018] 本開示によれば、抗張力体が外被の一箇所に設けられているとともに、抗張力体のES積が1000N以上10000N以下であるため、抗張力体が座屈しにくい。

[0019] (5) 上記(1)において、前記抗張力体は、鋼線であってもよい。

[0020] 本開示によれば、抗張力体が外被の一箇所に設けられているとともに、抗張力体が鋼線であるので、剛性が高く、抗張力体が座屈しにくい。

[0021] (6) 上記(1)から(5)のいずれか一つにおいて、前記抗張力体の直径は、前記外被の最小厚よりも大きくてもよい。

[0022] 本開示によれば、抗張力体が外被の一箇所に設けられているとともに、抗張力体の直径は、外被の最小厚よりも大きいため、ケーブルの剛性中心が、ケーブルの中心よりも抗張力体に近い位置となる。このため、ケーブルを曲げても、抗張力体が座屈しにくくなる。

[0023] (7) 上記(1)から(6)のいずれか一つにおいて、前記光ファイバケーブルを、前記光ファイバケーブルの半径の10倍の曲げ半径で曲げた場合、前記抗張力体が座屈しなくてもよい。

[0024] ケーブルを小径に曲げても抗張力体が座屈しにくい光ファイバケーブルを実現することができる。

[0025] (8) 上記(1)から(7)のいずれか一つにおいて、前記外被は難燃性無機物を含んでもよい。

[0026] 本開示によれば、外被が難燃性無機物を含むため、難燃性に優れた光ファ

イバケーブルを実現することができる。

- [0027] (9) 上記(1)から(7)のいずれか一つにおいて、前記外被はエチレン-酢酸ビニル共重合樹脂(EVA樹脂)であってもよい。
- [0028] 本開示によれば、外被はエチレン-酢酸ビニル共重合樹脂(EVA樹脂)であるため、難燃性に優れた光ファイバケーブルを実現することができる。
- [0029] (10) 上記(1)から(9)のいずれか一つにおいて、前記外被のヤング率が400MPa以上800MPa以下であってもよい。
- [0030] 本開示によれば、外被のヤング率が400MPa以上800MPa以下であるため、ケーブルを曲げやすく、ケーブルの任意のスペースへの収納性が向上する。
- [0031] (11) 上記(1)から(10)のいずれか一つにおいて、前記外被の軟化点温度が40℃以上70℃以下であってもよい。
- [0032] もし外被の軟化点温度が40℃よりも低いと、常温環境でも容易に外被が軟化するので、側圧等によりケーブルが容易に変形してしまう。もし外被の軟化点温度が70℃よりも高いと、材料が硬くなるため、低温収縮等により低温での伝送特性が悪化しやすい。本開示によれば、外被の軟化点温度が40℃以上70℃以下であるため、側圧等がかかっても変形しにくく、且つ、低温下でも伝送特性が良好な光ファイバケーブルを実現することができる。
- [0033] (12) 上記(1)から(11)のいずれか一つにおいて、前記抗張力体が、前記光ファイバケーブルの長手方向において、前記ケーブルコア周りに螺旋状に配置されていてもよい。
- [0034] 本開示によれば、抗張力体が螺旋状に配置されているため、曲げ異方性が低減し、ケーブルの座屈がより抑制される。
- [0035] (13) 上記(1)から(12)のいずれか一つにおいて、前記断面視において、前記外被の面積に対する、前記抗張力体の面積の割合が0.04以上であってもよい。
- [0036] もし外被の面積に対する、抗張力体の面積の割合が0.04よりも小さいと、抗張力体としての機能が低下し、外被収縮に対して、抗圧縮体としての

機能が低下する。本開示によれば、外被の面積に対する、抗張力体の面積の割合が0.04以上であるため、抗張力体が座屈しにくい。

[0037] (14) 上記(1)から(13)のいずれか一つにおいて、前記光ファイバケーブルは、空気圧送用ケーブルであってもよい。

[0038] 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、且つケーブルを小径に曲げても抗張力体が座屈しにくい、空気圧送用光ファイバケーブルを実現することができる。

[0039] 本開示の他の一態様に係るコネクタ付きケーブルは、  
(15) 上記(1)から(14)のいずれか一つに記載の光ファイバケーブルと、  
前記光ファイバケーブルの一端で前記複数の光ファイバ心線が取り付けられた多心コネクタと、を備える。

[0040] 本開示によれば、ケーブル接続が容易となる。

[0041] [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、且つケーブルを小径に曲げても抗張力体が座屈しにくい、光ファイバケーブルおよびコネクタ付きケーブルを提供することができる。

[0042] (本開示の一形態の詳細)

本開示の一形態に係る光ファイバケーブルの具体例を、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。

[0043] (光ファイバケーブルの構造)

図1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。図1は、光ファイバケーブル1の長手方向に垂直な断面図である。

[0044] 図1に例示するように、光ファイバケーブル1は、ケーブルコア11と、1つの抗張力体12と、外被13と、を備える。光ファイバケーブル1は、

断面視において、円形である。光ファイバケーブル1の外径は、たとえば9.8mmである。ケーブルコア11の外周には、押え巻きテープまたはバンドル紐が巻かれてもよい。本実施形態の光ファイバケーブル1は、スロットレス型光ファイバケーブルであり、空気圧送用ケーブルである。

[0045] ケーブルコア11は、断面視において、円形である。ケーブルコア11は、複数の光ファイバリボン10を含む。ケーブルコア11の外径は、たとえば5.8mmである。本実施形態においては、ケーブルコア11は、24枚の光ファイバリボン10を有する。光ファイバリボン10は、12心の光ファイバ心線を含む。各光ファイバ心線の外径は、たとえば $165\mu\text{m}$ 以上 $250\mu\text{m}$ 以下であり、比較的細い。12心の光ファイバ心線は、その長手方向に直交する方向に並列に配列されている。光ファイバリボン10の少なくとも一部の隣接する光ファイバ心線間には、当該隣接する光ファイバ心線間が連結された状態の連結部と、当該隣接する光ファイバ心線間が連結されていない状態の非連結部とが、光ファイバ心線の長手方向に間欠的に設けられていてもよい。光ファイバリボン10は複数の光ファイバ心線の一例である。

[0046] 複数の光ファイバ心線の心線数をケーブル断面積で割った心密度は、 $1.5\text{心}/\text{mm}^2$ 以上である。本実施形態の光ファイバケーブル1は、ケーブルコア11内に、288心の光ファイバ心線を有する。ケーブル断面積が $75.39\text{mm}^2$ である。心密度は、 $3.8\text{心}/\text{mm}^2$ である。

[0047] 抗張力体12は、ケーブルコア11に沿って配置されている。本実施形態では、抗張力体12は、光ファイバケーブル1の長手方向において、ケーブルコア11周りに螺旋状に配置されている。抗張力体12はさらに、断面視において、外被13の一箇所に設けられている。

[0048] 抗張力体12は、繊維強化プラスチック（FRP）から形成されている。繊維強化プラスチックとしては、たとえば、アラミドFRP、ガラスFRP、カーボンFRP等である。抗張力体12は、断面視において、円形である。抗張力体12の直径は、たとえば1.8mmである。抗張力体12の直径

は、後述する、外被13の最小厚 $T_{min}$ よりも大きい。さらに抗張力体12の面積の割合は、断面視において、外被13の面積に対して0.04以上である。

[0049] 抗張力体12のヤング率は、400MPa以上700MPa以下である。抗張力体12のヤング率と、抗張力体12の断面積の積（ES積）は、1000N以上10000N以下である。

[0050] 抗張力体12は、光ファイバケーブル1を、光ファイバケーブル1の半径の10倍の曲げ半径で曲げた場合、座屈しないように設けられている。たとえば、上記した外径9.8mmの光ファイバケーブル1の場合、曲げ半径が49mmとなるように光ファイバケーブル1を曲げた場合でも、抗張力体12は座屈しない。

[0051] 外被13は、ケーブルコア11を外側から被覆するとともに、抗張力体12を内包するように設けられている。本実施形態の外被13のベース樹脂は、エチレン-酢酸ビニル共重合樹脂（EVA樹脂）である。外被13には、難燃性無機物が含まれてもよい。難燃性無機物として、外被13は、たとえば水酸化マグネシウムあるいは水酸化アルミニウム等を含む。本実施形態の外被13のヤング率は、400MPa以上800MPa以下である。外被13の軟化点温度は、40℃以上70℃以下である。

[0052] 断面視において外被13の厚みは、一定ではなく、最小厚は $T_{min}$ である。外被13の最小厚 $T_{min}$ とは、ケーブルコア11と光ファイバケーブル1の外縁との長さが最も短くなる外被部分の厚みである。本実施形態において、外被13の最小厚 $T_{min}$ は、断面視において、ケーブルコア11を挟んだ、抗張力体12に対して反対側に位置する外被13の厚みである（図1）。たとえば、抗張力体12の直径が1.8mmであるのに対し、外被13の最小厚 $T_{min}$ は1.3mmである。このように、抗張力体12の直径は、外被13の最小厚 $T_{min}$ より大きい。

[0053] 断面視において、外被13の面積に対する、抗張力体12の面積の割合は0.04以上である。たとえば、外被の面積が49.0mm<sup>2</sup>であり、抗張力

体 1 2 の面積が  $2.54 \text{ mm}^2$  である場合において、外被 1 3 の面積に対する、抗張力体 1 2 の面積の割合は 0.05 である。

[0054] 以上説明したように、本実施形態の光ファイバケーブル 1 は、複数の光ファイバリボン 1 0 を含むケーブルコア 1 1 と、ケーブルコア 1 1 に沿って配置される、一つの抗張力体 1 2 と、ケーブルコア 1 1 を外側から被覆するとともに、抗張力体 1 2 を内包する外被 1 3 と、を含む。複数の光ファイバ心線の心線数をケーブル断面積で割った心密度が  $1.5 \text{ 心/mm}^2$  以上である。したがって、光ファイバ心線を高密度実装した光ファイバケーブル 1 を実現することができる。

[0055] さらに抗張力体 1 2 は、断面視において、外被 1 3 の一箇所に設けられている。このため、光ファイバケーブル 1 を曲げたときの曲げ中心が抗張力体 1 2 に寄り、抗張力体 1 2 と曲げ中心との距離が短くなる。したがって、抗張力体 1 2 が外被 1 3 の二箇所以上に埋め込まれる場合と比較して、光ファイバケーブル 1 を小径に曲げた場合でも、抗張力体 1 2 が座屈しにくい。光ファイバケーブル 1 を小径に曲げやすくなるため、任意のスペースへの光ファイバケーブル 1 の収納性も向上する。

[0056] (変形例 1)

図 2 を参照して、変形例 1 に係る光ファイバケーブル 1 A について説明する。図 2 に示す構成において、図 1 に示した構成と同一の構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

[0057] 図 2 は、光ファイバケーブル 1 A の長手方向に垂直な断面図である。図 1 に例示した光ファイバケーブル 1 は、一つの抗張力体 1 2 を備えていたのに対し、図 2 に例示する光ファイバケーブル 1 A では、二つの抗張力体 1 2 A が、断面視において、外被 1 3 の一箇所に設けられている。

[0058] 二つの抗張力体 1 2 A は、互いに隣接し、一对の抗張力体セット 1 2 S を形成している。この一对の抗張力体セット 1 2 S が、外被 1 3 の一箇所に設けられている。各抗張力体 1 2 A は、断面視において、円形である。各抗張力体 1 2 A の直径は、たとえば、 $1.2 \text{ mm}$  である。さらに抗張力体 1 2 A

の面積の割合は、断面視において、外被13の面積に対して0.04以上である。本変形例においては、ケーブル断面積が75.4 mm<sup>2</sup>である。ケーブルコア面積が26.4 mm<sup>2</sup>である。したがって外被13の面積は49.0 mm<sup>2</sup>である。2本の抗張力体12Aの面積は、2.26 mm<sup>2</sup>である。したがって抗張力体12Aの面積の割合は、断面視において、外被13の面積に対して0.046である。

[0059] 本変形例の光ファイバケーブル1Aにおいても、二つの抗張力体12A（一对の抗張力体セット12S）が、外被13の一箇所に設けられている。このため、光ファイバケーブル1Aを曲げたときの曲げ中心が二つの抗張力体12Aに寄り、二つの抗張力体12Aと曲げ中心との距離が短くなる。したがって、二つの抗張力体12Aは座屈しにくい。光ファイバケーブル1Aを小径に曲げやすくなるため、任意のスペースへの光ファイバケーブル1Aの収納性も向上する。

[0060] 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。

[0061] 上記において、抗張力体12は繊維強化プラスチック（FRP）であったが、抗張力体12は繊維強化プラスチック（FRP）に限定されない。抗張力体12は、鋼線であってもよい。この場合、抗張力体12の剛性が比較的高いため、光ファイバケーブル1を曲げた場合でも、抗張力体12は座屈しにくい。

[0062] 上記において、抗張力体12は、光ファイバケーブル1の長手方向において、ケーブルコア11周りに螺旋状に配置されていたが、抗張力体12の配置は螺旋状に限定されない。抗張力体12は、光ファイバケーブル1の長手方向において、ケーブルコア11に沿って直線状に配置されていてもよい。

[0063] 光ファイバケーブル1または光ファイバケーブル1Aの一端には、多心コ

ネクタ 101 が設けられてもよい。図 3 は、コネクタ付きケーブル 100 を例示する概要図である。図 3 に示すように、コネクタ付きケーブル 100 は、光ファイバケーブル 1 と、光ファイバケーブル 1 の一端で複数の光ファイバ心線が取り付けられた多心コネクタ 101 と、を備える。コネクタ付きケーブル 100 は、光ファイバケーブル 1 に代えて、光ファイバケーブル 1 A を備えてもよい。このような構成によれば、光ファイバケーブル 1 または光ファイバケーブル 1 A を光接続する際の施工性を容易なものとすることができる。

[0064] (評価実験)

実施形態に係る光ファイバケーブル 1 において、抗張力体 12 の座屈の有無を評価した。光ファイバ心線の直径は  $200\ \mu\text{m}$  である。 $70^\circ\text{C}$  の環境下において、曲げ半径が  $150\ \text{mm}$  となるように光ファイバケーブル 1 を曲げた場合に、抗張力体 12 が座屈しないか否かを目視で確認した。

[0065] さらに光ファイバケーブル 1 の圧送距離およびケーブル温度特性を評価した。ケーブル温度特性の評価方法としては、ドラム状態もしくは敷設を模擬した状態で、 $-30^\circ\text{C}$  から  $+70^\circ\text{C}$  の温度サイクルをかけた時のロスを測定し、試験中の損失変動  $\Delta\alpha$  が  $0.15\ \text{dB/km}$  以下の場合には「良」と評価した。

[0066] 圧送距離の評価方法としては、IEC (International Electrotechnical Commission) で定めるマイクロダクト圧送試験を用いた (IEC 60794-1-21 Method E 24)。圧送試験では汎用的なマイクロダクトを用いた。ダクト内の総圧送距離を  $1000\ \text{m}$  以上とし、 $100\ \text{m}$  地点ごとにダクトを折り返すように配置する。ダクトの曲率半径はダクト外径の 40 倍である。ダクト内の圧力は  $1.3\ \text{MPa}$  から  $1.5\ \text{MPa}$  である。

[0067] 変形例に係る光ファイバケーブル 1 A においても、抗張力体 12 A の座屈の有無、圧送距離およびケーブル損失特性を評価した。評価結果を表 1 に示す。

[表1]

表1

ケーブル構造	光ファイバケーブルZ	光ファイバケーブル1	光ファイバケーブル1A
外被の構成	難燃性無機物	難燃性無機物	難燃性無機物
	ヤング率500MPa	ヤング率500MPa	ヤング率500MPa
	軟化温度70°C	軟化温度70°C	軟化温度70°C
	平均厚み2.0mm (最大厚: 2.3mm, 最小厚: 1.7mm)	平均厚み2.0mm (最大厚: 2.7mm, 最小厚: 1.3mm)	平均厚み2.0mm (最大厚: 2.3mm, 最小厚: 1.7mm)
抗張力体の構成	アラミドFRP	ガラスFRP	ガラスFRP
	直径0.5mm	直径1.8mm	直径1.2mm
	4対(計8本)を4箇所等間隔に配置	1本を1箇所に配置	1対(計2本)を1箇所に配置
抗張力体の座屈の有無	有	無	無
温度特性	良 (0.089)	良 (0.093)	良 (0.100)
圧送評価	1.2km	1.1km	1.1km

[0068] 表1において、光ファイバケーブルZは比較例である。光ファイバケーブルZは、スロットレス型ケーブルである。断面視において、四対の抗張力体セットが、外被の4箇所に等間隔に配置されている。各抗張力体はアラミドFRPであり、直径は0.5mmである。光ファイバケーブルZでは、四対の抗張力体セットのうち、曲げの内側に相当する抗張力体セットが座屈した。温度特性は、「良」であった。光ファイバケーブルZの圧送距離は、1000m以上であることが確認された。

[0069] 表1に示すように、光ファイバケーブル1の抗張力体12の座屈は確認されなかった。光ファイバケーブル1の温度特性は、「良」であった。さらに光ファイバケーブル1の圧送距離は、1000m以上であることが確認された。以上より、光ファイバケーブル1は、良好な温度特性および圧送距離を備えるとともに、一つの抗張力体12が外被13の一箇所に設けられる構成により、抗張力体12が座屈しにくいことが確認された。

[0070] 同様に、光ファイバケーブル1Aの抗張力体12Aの座屈も確認されなかった。光ファイバケーブル1Aの温度特性は、「良」であった。さらに光ファイバケーブル1Aの圧送距離は、1000m以上であることが確認された。以上より、光ファイバケーブル1Aは、良好な温度特性および圧送距離を備えるとともに、一つの抗張力体セット12S（一对の抗張力体12A）が外被13の一箇所に設けられる構成でも、抗張力体12Aが座屈しにく

いことが確認された。

### 符号の説明

- [0071] 1、1 A : 光ファイバケーブル  
1 0 : 光ファイバリボン  
1 1 : ケーブルコア  
1 2、1 2 A : 抗張力体  
1 3 : 外被  
1 0 0 : コネクタ付きケーブル  
1 0 1 : 多心コネクタ  
T m i n : 外被の最小厚

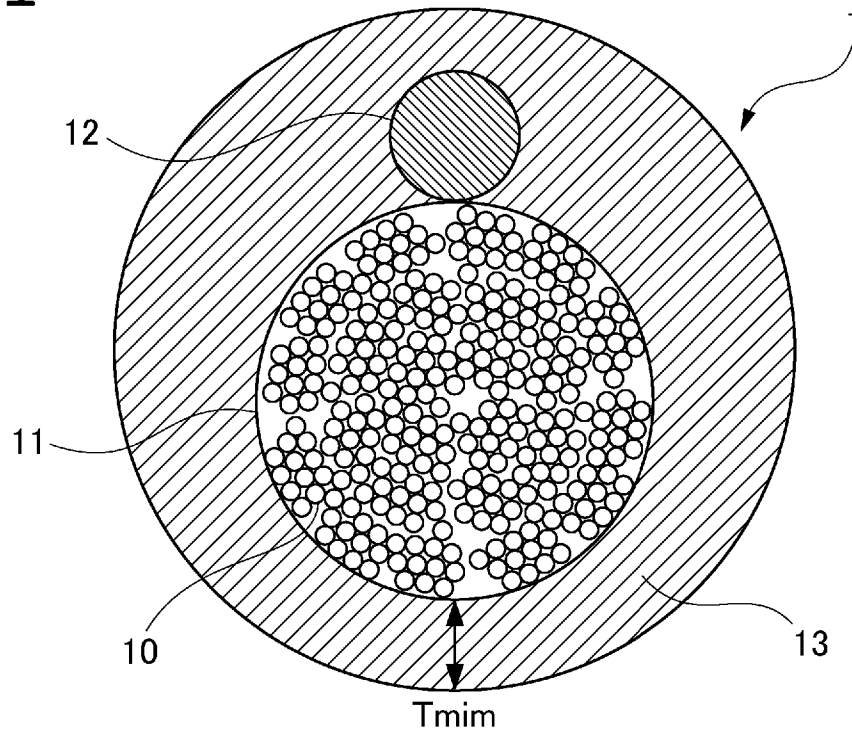
## 請求の範囲

- [請求項1] 複数の光ファイバ心線を含むケーブルコアと、  
前記ケーブルコアに沿って配置される、少なくとも一つの抗張力体と、  
前記ケーブルコアを外側から被覆するとともに、前記抗張力体を内包する外被と、を含み、  
前記抗張力体は、断面視において、前記外被の一箇所に設けられ、  
前記複数の光ファイバ心線の心線数をケーブル断面積で割った心密度が1.5心/mm<sup>2</sup>以上である、光ファイバケーブル。
- [請求項2] 前記抗張力体は繊維強化プラスチック（FRP）である、請求項1に記載の光ファイバケーブル。
- [請求項3] 前記抗張力体のヤング率は、400MPa以上700MPa以下である、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] 前記抗張力体のヤング率と断面積の積（ES積）が、1000N以上10000N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] 前記抗張力体は、鋼線である、請求項1に記載の光ファイバケーブル。
- [請求項6] 前記抗張力体の直径は、前記外被の最小厚よりも大きい、請求項1から請求項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] 前記光ファイバケーブルを、前記光ファイバケーブルの半径の10倍の曲げ半径で曲げた場合、前記抗張力体が座屈しない、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] 前記外被は難燃性無機物を含む、請求項1から請求項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] 前記外被はエチレン-酢酸ビニル共重合樹脂（EVA樹脂）である、請求項1から請求項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] 前記外被のヤング率が400MPa以上800MPa以下である、請求項1から請求項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] 前記外被の軟化点温度が40℃以上70℃以下である、請求項1から請求項10のいずれか一項に記載の光ファイバケーブル。
- [請求項12] 前記抗張力体が、前記光ファイバケーブルの長手方向において、前記ケーブルコア周りに螺旋状に配置されている、請求項1から請求項11のいずれか一項に記載の光ファイバケーブル。
- [請求項13] 前記断面視において、前記外被の面積に対する、前記抗張力体の面積の割合が0.04以上である、請求項1から請求項12のいずれか一項に記載の光ファイバケーブル。
- [請求項14] 前記光ファイバケーブルは、空気圧送用ケーブルである、請求項1から請求項13のいずれか一項に記載の光ファイバケーブル。
- [請求項15] 請求項1から請求項14のいずれか一項に記載の光ファイバケーブルと、  
前記光ファイバケーブルの一端で前記複数の光ファイバ心線が取り付けられた多心コネクタと、を備える、コネクタ付きケーブル。

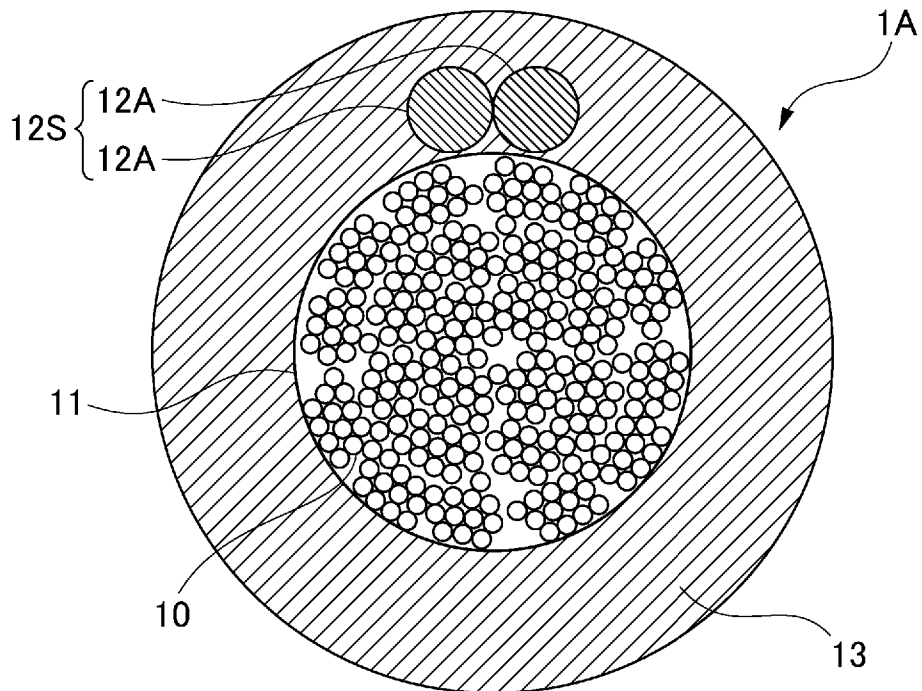
[図1]

FIG.1



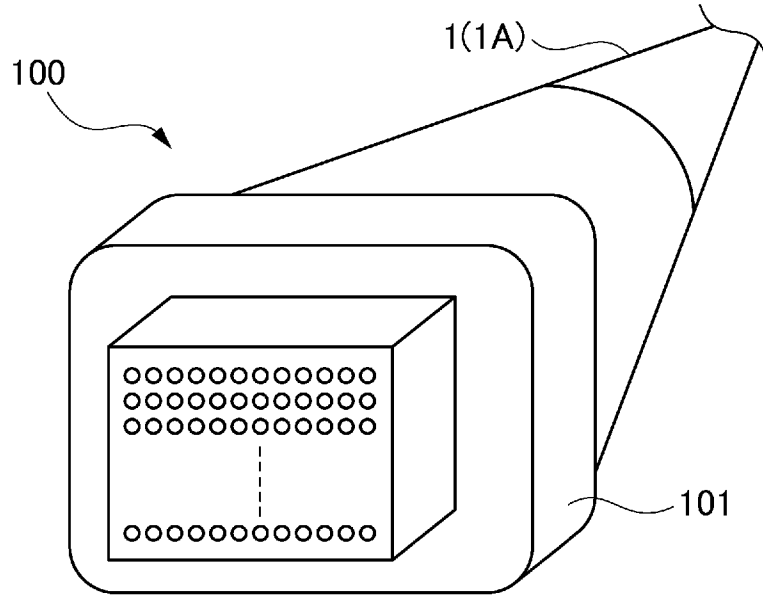
[図2]

FIG.2



[図3]

FIG.3



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/015641

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<p><b>G02B 6/44</b>(2006.01)i  FI: G02B6/44 346</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G02B6/44; G02B6/50		
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 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2007-041568 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 15 February 2007 (2007-02-15) paragraphs [0010], [0022]-[0026], fig. 4, 5	1
Y		1-15
Y	JP 2020-008612 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 16 January 2020 (2020-01-16) paragraphs [0036]-[0062], fig. 1-4	1-15
Y	US 6137936 A (PIRELLI CABLES AND SYSTEMS LLC) 24 October 2000 (2000-10-24) column 9, line 14 to column 10, line 4, fig. 1-3	2-15
Y	JP 2022-071079 A (FUJIKURA LTD.) 13 May 2022 (2022-05-13) paragraphs [0015], [0016], [0050]-[0056], fig. 7B	2-15
Y	JP 2015-166806 A (FUJIKURA LTD.) 24 September 2015 (2015-09-24) paragraphs [0034], [0038], fig. 1, 4	2-15
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>09 June 2023</b>		Date of mailing of the international search report <b>27 June 2023</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/015641

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2022-165364 A (THE FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 31 October 2022 (2022-10-31) paragraphs [0006]-[0012], [0034], fig. 1-5	7-15
Y	JP 2010-175706 A (FUJIKURA LTD.) 12 August 2010 (2010-08-12) paragraph [0004]	8-15
Y	WO 2023/002971 A1 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 26 January 2023 (2023-01-26) paragraph [0016], fig. 1	15

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2023/015641**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2007-041568	A	15 February 2007	(Family: none)	
JP	2020-008612	A	16 January 2020	US 2021/0132314 A1 paragraphs [0057]-[0085], fig. 1-4	
				EP 3819691 A1	
				CN 112352180 A	
US	6137936	A	24 October 2000	EP 1070975 A1	
JP	2022-071079	A	13 May 2022	US 2021/0223491 A1 paragraphs [0043]-[0045], [0091]-[0097], fig. 7B	
				EP 3796060 A1	
				CN 112424663 A	
				KR 10-2021-0014166 A	
JP	2015-166806	A	24 September 2015	(Family: none)	
JP	2022-165364	A	31 October 2022	(Family: none)	
JP	2010-175706	A	12 August 2010	US 2012/0020632 A1 paragraph [0005]	
				CN 102301267 A	
WO	2023/002971	A1	26 January 2023	(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 FI: G02B6/44 346		
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; G02B6/50 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 - 2023年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2023年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2023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 2007-041568 A（日本電信電話株式会社）15.02.2007（2007 - 02 - 15） [0010], [0022]-[0026], 図4-5	1
Y		1-15
Y	JP 2020-008612 A（日本電信電話株式会社）16.01.2020（2020 - 01 - 16） [0036]-[0062], 図1-4	1-15
Y	US 6137936 A（PIRELLI CABLES AND SYSTEMS LLC）24.10.2000（2000 - 10 - 24） 第9欄第14行-第10欄第4行, 図1-3	2-15
Y	JP 2022-071079 A（株式会社フジクラ）13.05.2022（2022 - 05 - 13） [0015]-[0016], [0050]-[0056], 図7B	2-15
Y	JP 2015-166806 A（株式会社フジクラ）24.09.2015（2015 - 09 - 24） [0034], [0038], 図1, 4	2-15
Y	JP 2022-165364 A（古河電気工業株式会社）31.10.2022（2022 - 10 - 31） [0006]-[0012], [0034], 図1-5	7-15
Y	JP 2010-175706 A（株式会社フジクラ）12.08.2010（2010 - 08 - 12） [0004]	8-15
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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	
09.06.2023	27.06.2023	
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）  奥村 政人 2L 4752  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
Y	WO 2023/002971 A1 (住友電気工業株式会社) 26.01.2023 (2023 - 01 - 26) [0016], 図1	15

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/JP2023/015641

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2007-041568 A	15.02.2007	(ファミリーなし)	
JP 2020-008612 A	16.01.2020	US 2021/0132314 A1 [0057]-[0085], 図1-4 EP 3819691 A1 CN 112352180 A	
US 6137936 A	24.10.2000	EP 1070975 A1	
JP 2022-071079 A	13.05.2022	US 2021/0223491 A1 [0043]-[0045], [0091]- [0097], 図7B EP 3796060 A1 CN 112424663 A KR 10-2021-0014166 A	
JP 2015-166806 A	24.09.2015	(ファミリーなし)	
JP 2022-165364 A	31.10.2022	(ファミリーなし)	
JP 2010-175706 A	12.08.2010	US 2012/0020632 A1 [0005] CN 102301267 A	
WO 2023/002971 A1	26.01.2023	(ファミリーなし)	