

(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9月26日(26.09.2024)



(10) 国際公開番号

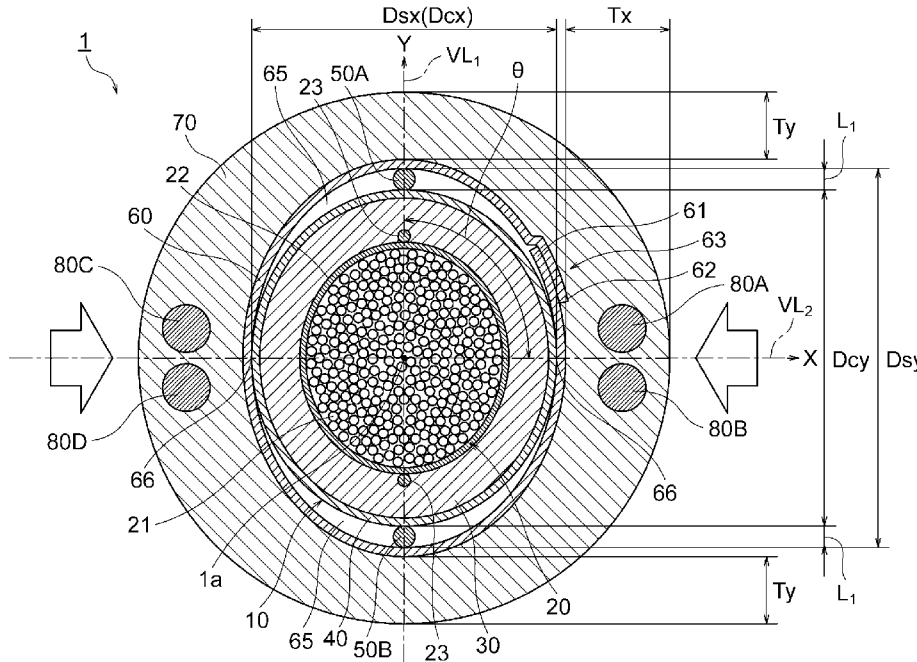
WO 2024/195397 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 6/44 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/005821
- (22) 国際出願日: 2024年2月19日(19.02.2024)
- (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 2023-044714 2023年3月20日(20.03.2023) JP
- (71) 出願人: 株式会社フジクラ (FUJIKURA LTD.)
[JP/JP]; 〒1358512 東京都江東区木場一丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 金子 総一郎 (KANEKO, Soichiro);
〒1358512 東京都江東区木場一丁目5番1号 株式会社フジクラ内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 弁理士法人とこしえ特許事務所 (TOKOSHIE PATENT FIRM); 〒1600023 東京都新宿区西新宿7丁目2番27号 西新宿KNビル 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,

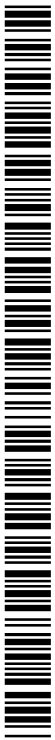
(54) Title: OPTICAL FIBER CABLE AND METHOD FOR MANUFACTURING OPTICAL FIBER CABLE

(54) 発明の名称: 光ファイバケーブル及び光ファイバケーブルの製造方法

[図1]



(57) Abstract: An optical fiber cable (1) is provided with: a cable body (10) provided with optical fibers (21); an outer sheath (70) and a reinforcing sheet (60) for accommodating the cable body (10); and ripcords (50A, 50B) disposed in a space (65) formed between the cable body (10) and the reinforcing sheet (60). The reinforcing sheet (60) is partially in contact with the cable body (10) while keeping elastic deformation of the cable body (10) toward the inside of the cable body (10).



WO 2024/195397 A1

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))
-

(57) 要約 : 光ファイバケーブル 1 は、光ファイバ 2 1 を備えるケーブル本体 1 0 と、ケーブル本体 1 0 を収容する補強シート 6 0 及び外側シース 7 0 と、ケーブル本体 1 0 と補強シート 6 0 との間に形成された空間 6 5 に配置されたリップコード 5 0 A, 5 0 B と、を備えており、補強シート 6 0 は、ケーブル本体 1 0 の内側に向かった当該ケーブル本体 1 0 の弾性変形を保持した状態で、ケーブル本体 1 0 と部分的に接触している。

明 細 書

発明の名称：

光ファイバケーブル及び光ファイバケーブルの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、光ファイバケーブル、及び、光ファイバケーブルの製造方法に関するものである。

文献の参照による組み込みが認められる指定国については、2023年3月20日に日本国に出願された特願2023-044714に記載された内容を参照により本明細書に組み込み、本明細書の記載の一部とする。

背景技術

[0002] ケーブル本体と、ケーブル本体を収容する外部シースと、ケーブル本体と外部シースとの間に設けられた補強シートと、補強シートとケーブル本体との間に設けられたリップコードと、を備えた光ファイバケーブルが知られている（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2017-72801号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記の光ファイバケーブルでは、ケーブル本体と補強シートとの間に、当該ケーブルの周方向の全周に亘って延在している空間が形成されており、リップコードはこの空間に配置されている。そのため、リップコードを用いて補強シートを引き裂く場合に、ケーブル本体と補強シートとの間の空間内でリップコードが動いてしまい、引き裂き作業がし難いという問題がある。

[0005] 本発明が解決しようとする課題は、リップコードの周方向の移動を一定の範囲内に制限することで、引き裂き作業の作業性向上を図ることが可能な光ファイバケーブル、及び、光ファイバケーブルの製造方法を提供することで

ある。

課題を解決するための手段

[0006] [1] 本発明の態様1は、光ファイバを備えるケーブル本体と、前記ケーブル本体を収容する保護層と、前記ケーブル本体と前記保護層との間に形成された空間に配置されたリップコードと、を備えた光ファイバケーブルであって、前記保護層は、前記ケーブル本体の内側に向かった前記ケーブル本体の弾性変形を保持した状態で、前記ケーブル本体と部分的に接触している光ファイバケーブルである。

[0007] [2] 本発明の態様2は、態様1の光ファイバケーブルにおいて、下記の(1)式を満たす光ファイバケーブルであってもよい。

$$45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ \quad \dots \quad (1)$$

但し、上記の(1)式において、 θ は、前記光ファイバケーブルの中心と前記リップコードとを通過する仮想直線と、前記弾性変形の方法との交差角である。

[0008] [3] 本発明の態様3は、態様1又は2の光ファイバケーブルにおいて、前記空間の前記光ファイバケーブルの径方向の距離は、前記リップコードの外径以下である光ファイバケーブルであってもよい。

[0009] [4] 本発明の態様4は、態様1の光ファイバケーブルにおいて、前記空間の前記光ファイバケーブルの径方向の距離は、前記リップコードの外径以下であり、前記リップコードと前記弾性変形の方法とは、前記光ファイバケーブルの周方向において重複している光ファイバケーブルであってもよい。

[0010] [5] 本発明の態様5は、態様1～4のいずれか一つの光ファイバケーブルにおいて、前記光ファイバケーブルの延在方向に対して直交する断面において、前記保護層の内周面における短軸の部分と、前記ケーブル本体の外周面における短軸の部分とが接触している光ファイバケーブルであってもよい。

[0011] [6] 本発明の態様6は、態様1～5のいずれか一つの光ファイバケーブルにおいて、前記保護層は、前記ケーブル本体の外周を覆う補強シートと、

前記補強シートの外周を覆うシースと、を備え、前記補強シートは、前記ケーブル本体と部分的に接触している光ファイバケーブルであってもよい。

[0012] [7] 本発明の態様7は、態様6の光ファイバケーブルにおいて、前記補強シートは、前記補強シートの端部同士が重なったラップ部を有しており、前記ラップ部と前記リップコードとは、前記光ファイバケーブルの周方向において相互にずれている光ファイバケーブルであってもよい。

[0013] [8] 本発明の態様8は、態様1～7のいずれか一つの光ファイバケーブルにおいて、前記保護層における前記ケーブル本体との接触部分の前記径方向の厚さは、前記保護層における他の部分の前記径方向の厚さよりも厚い光ファイバケーブルであってもよい。

[0014] [9] 本発明の態様9は、態様1～8のいずれか一つの光ファイバケーブルにおいて、無負荷状態の前記ケーブル本体に対する前記ケーブル本体の変形率 C_r は、下記の(2)式を満たす光ファイバケーブルであってもよい。

$$4.1\% \leq C_r \leq 16.2\% \quad \dots \quad (2)$$

[0015] [10] 本発明の態様10は、態様1～9のいずれか一つの光ファイバケーブルにおいて、前記ケーブル本体に対する無負荷状態の前記ケーブル本体の復元率 R_r は、下記の(3)式を満たす光ファイバケーブルであってもよい。

$$106\% \leq R_r \leq 131\% \quad \dots \quad (3)$$

[0016] [11] 本発明の態様11は、態様1～10のいずれか一つの光ファイバケーブルにおいて、前記保護層は、前記光ファイバケーブルの延在方向に沿って延在する溝が形成されていない内周面を有する光ファイバケーブルであってもよい。

[0017] [12] 本発明の態様12は、態様1～11のいずれか一つの光ファイバケーブルにおいて、前記ケーブル本体は、前記光ファイバケーブルの延在方向に沿って延在する溝が形成されていない外周面を有する光ファイバケーブルであってもよい。

[0018] [13] 本発明の態様13は、光ファイバを備えるケーブル本体を準備す

る第1の工程と、前記ケーブル本体の外周面に沿うようにリップコードを配置する第2の工程と、前記ケーブル本体と前記リップコードを前記保護層に收容すると共に、前記ケーブル本体を押圧して変形させる第3の工程と、を備えた光ファイバケーブルの製造方法である。

[0019] [14] 本発明の態様14は、態様13の光ファイバケーブルの製造方法において、前記保護層は、前記ケーブル本体の外周を覆う補強シートと、前記補強シートの外周を覆うシースと、を備え、前記第3の工程は、前記ケーブル本体と前記リップコードを前記補強シートに收容した後に、前記光ファイバケーブルの径方向の中で前記リップコードと重複しない方向に前記補強シートを押圧することで、前記ケーブル本体を変形させることを含む光ファイバケーブルの製造方法であってもよい。

発明の効果

[0020] 本発明では、保護層は、ケーブル本体の内側に向かった当該ケーブル本体の弾性変形を保持した状態で、ケーブル本体と部分的に接触しているため、光ファイバケーブルの周方向に沿ったリップコードの移動を一定の範囲内に制限することができ、引き裂き作業の作業性向上を図ることができる。

[0021] また、本発明では、光ファイバケーブルを製造する際に、ケーブル本体を保護層に收容すると共に当該ケーブル本体を押圧して変形させることで、光ファイバケーブルの周方向に沿ったリップコードの移動を一定の範囲内に制限した光ファイバケーブルを製造することができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]図1は、本発明の実施形態における光ファイバケーブルを示す断面図である。

[図2]図2は、本発明の実施形態における光ファイバケーブルを製造する製造装置を示す図である。

[図3]図3は、本発明の他の実施形態における光ファイバケーブルを示す断面図である。

発明を実施するための形態

- [0023] 以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。
- [0024] 図1は本発明の実施形態における光ファイバケーブル1を示す断面図である。
- [0025] 本実施形態における光ファイバケーブル1は、図1に示すように、ケーブル本体10と、リップコード50A、50Bと、補強シート60と、外側シース70と、テンションメンバ80A~80Dと、を備えている。この光ファイバケーブル1は、図1の紙面の法線方向に沿って延在しているケーブルであり、図1は当該光ファイバケーブル1の延在方向（軸方向）に対して直交する断面を示している。補強シート60と外側シース70とが本発明の「保護層」の一例に相当する。この保護層は、ケーブル本体10の外周を覆っており、当該ケーブル本体10を収容している。なお、後述するように、光ファイバケーブル1が補強シート60を備えていなくてもよく、この場合には、外側シース70が本発明の「保護層」の一例に相当する。
- [0026] ケーブル本体10は、光ファイバ集合体20と、内側シース30と、押さえ巻きテープ40と、を備えている。なお、ケーブル本体10が押さえ巻きテープ40を備えていなくてもよい。光ファイバ集合体20は、光ファイバケーブル1の軸方向に沿って延在している複数の光ファイバ21を集合することで構成されている。
- [0027] 特に限定されないが、本実施形態の光ファイバ集合体20は、複数の光ファイバユニットを備えている。それぞれの光ファイバユニットは、複数の光ファイバテープ心線をバンドル材で束ねることで形成されている。それぞれの光ファイバテープ心線は、複数の光ファイバ（光ファイバ素線）21を並列させて間欠的に連結した間欠接着型の光ファイバテープである。バンドル材は、複数の光ファイバテープ心線の束の外周に網状或いは螺旋状に巻き付けられている。
- [0028] そして、複数の光ファイバユニットを相互に撚り合わせることで、光ファイバ集合体が形成されている。光ファイバユニットの撚り合わせ方の具体例としては、SZ撚りや一方向撚りを挙げることができる。SZ撚りとは、所

定間隔毎に撚り方向を反転させながら複数の線状体を撚り合わせる撚り方である。一方向撚りとは、撚り方向を一方向のみとする複数の線状体の撚り方であり、複数の線状体を螺旋状に撚り合わせる撚り方である。

[0029] なお、光ファイバユニットの構成は、特に上記に限定されない。例えば、バンドル材を用いずに、複数の光ファイバテープ心線を撚り合わせることで光ファイバユニットを構成してもよい。或いは、光ファイバテープ心線に代えて、複数の光ファイバ素線を束ね若しくは撚り合わせることで光ファイバユニットを構成してもよい。或いは、複数の光ファイバテープ心線若しくは複数の光ファイバ素線を束ね若しくは撚り合わせることでユニット中間体を形成し、複数の当該ユニット中間体を束ね若しくは撚り合わせることで光ファイバユニットを構成してもよい。

[0030] また、光ファイバ集合体20の構成も、特に上記に限定されない。例えば、複数の光ファイバユニットに代えて、複数の光ファイバテープ心線若しくは複数の光ファイバ素線を束ね若しくは撚り合わせることで構成された単一の光ファイバユニットで光ファイバ集合体を構成してもよい。

[0031] 内側シース30は、光ファイバ集合体20の外周を覆っている筒状の部材である。この内側シース30は、弾性変形が可能な材料から構成されている。特に限定されないが、この内側シース30を構成する材料の具体例としては、例えば、ポリ塩化ビニル（PVC）、ポリエチレン（PE）、ナイロン、フッ化エチレン、又は、ポリプロピレン（PP）等の樹脂材料を例示することができる。

[0032] 押さえ巻きテープ40は、内側シース30の外周を覆っている。本実施形態では、押さえ巻きテープ40は、内側シース30の外周に縦添え巻きされている。具体的には、押さえ巻きテープ40の長手方向が光ファイバケーブル1の軸方向と実質的に一致し、且つ、当該押さえ巻きテープ40の幅方向が光ファイバケーブル1の周方向と実質的に一致するように、押さえ巻きテープ40が内側シース30の外周に巻かれている。なお、押さえ巻きテープ40の巻き方は、上記の縦添え巻きに限定されず、例えば、横巻き（螺旋巻

き)であってもよい。また、複数の押さえ巻きテープ40で内側シース30の外周を覆ってもよいし、或いは、押さえ巻きテープ40が折り返し部を有していてもよい。

[0033] この押さえ巻きテープ(外側押さえ巻きテープ)40に加えて、光ファイバ集合体20の外周を押さえ巻きテープ(内側押さえ巻きテープ)22で覆い、当該光ファイバ集合体20と内側シース30との間に押さえ巻きテープ22を介在させてもよい。この場合には、ケーブル本体10は押さえ巻きテープ22を備えている。なお、この押さえ巻きテープ22をケーブル本体10が備えていなくてもよい。また、後述するリップコード(外側リップコード)50A, 50Bに加えて、光ファイバ集合体20の外周を覆う押さえ巻きテープ22と内側シース30との間にリップコード(内側リップコード)23を介在させてもよい。この場合には、ケーブル本体10はリップコード23を備えている。このリップコード23により内側シース30を引き裂くことで、光ファイバケーブル1から光ファイバ21を外部に取り出すことができる。なお、このリップコード23をケーブル本体10が備えていなくてもよい。

[0034] 押さえ巻きテープ40は、不織布、又は、フィルムから構成されている。押さえ巻きテープ40を構成する不織布の具体例としては、特に限定されないが、例えば、ポリエステル、ポリエチレン、又は、ポリプロピレン等の繊維からなる不織布を挙げることができる。押さえ巻きテープ40を構成するフィルムの具体例としては、特に限定されないが、例えば、ポリエチレン(PE)、ポリプロピレン(PP)、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリブチレンテレフタレート(PBT)、又は、ナイロン等の樹脂からなるフィルムを挙げることができる。

[0035] なお、押さえ巻きテープ40を不織布で構成する場合には、当該不織布に吸水パウダを付与することで、ケーブル本体10内への止水のための吸水層として押さえ巻きテープ40を機能させてもよい。浸水時には、吸水パウダが膨潤してケーブル本体10内の隙間を塞ぐことによって、ケーブル本体1

0内が止水される。

[0036] こうした吸水パウダの具体例としては、特に限定されないが、例えば、でん粉系、セルロース系、ポリアクリル酸系、ポリビニルアルコール系、及び、ポリオキシエチレン系等の高吸収性を有する材料、並びに、これらの混合物を例示することができる。また、不織布への吸水パウダの付与方法としては、不織布の表面に付着（塗布）させてもよいし、2枚の不織布の間に介在させてもよい。

[0037] なお、ケーブル本体10は、少なくとも1本の光ファイバを備えていればよく、ケーブル本体10の構成は特に上記に限定されない。例えば、以上に説明したケーブル本体10は、いわゆるスロットレス型の構造を有しているが、ケーブル本体10の構成は、ルースチューブ型やスロット型であってもよい。本実施形態では、光ファイバを収容している収容部材は内側シース30である。特に限定されないが、この収容部材の弾性変形が、後述するケース本体10の弾性変形の大部分を占めている。一方、ケーブル本体10の構成がルースチューブ型である場合には、光ファイバを収容しているチューブが、上記の収容部材の一例に相当する。また、ケーブル本体10の構成がスロット型である場合には、光ファイバを収容している溝を有するスロットロッドが、上記の収容部材の一例に相当する。

[0038] 一对のリップコード50A, 50Bは、光ファイバケーブル1の中間部分や端末部分で光ファイバケーブル1からケーブル本体10を外部に取り出す際に、補強シート60及び外側シース70を引き裂くための紐状の部材（引き裂き紐）である。それぞれのリップコード50A, 50Bは、光ファイバケーブル1の軸方向に沿って延在している。一对のリップコード50A, 50Bは、ケーブル本体10を挟んで相互に実質的に平行に延在しており、相互に対向している。

[0039] それぞれのリップコード50A, 50Bは、特に限定されないが、例えば、ポリエステル、ポリイミド、アラミド、ガラス等の繊維、又は、当該繊維を撚り合わせた撚り糸等の繊維の集合体から構成されている。なお、リップ

コード50A, 50Bとして、上記の繊維や撚り糸に樹脂を含浸させたものを用いてもよい。

[0040] 補強シート60は、ケーブル本体10を保護するために、ケーブル本体10の外周を覆っている。この補強シート60は、例えば、光ファイバケーブル1が動物に噛まれた時に、ケーブル本体10が損傷するのを防止する。

[0041] 特に図示しないが、この補強シート60はコルゲート形状を有している。具体的には、このコルゲート形状は、光ファイバケーブル1の周方向に沿った円環形状の山部及び谷部が当該光ファイバケーブル1の軸方向に交互に配置されることによって形成されている。こうしたコルゲート形状を補強シート60が有していることで、当該補強シート60に可撓性が付与されている。なお、コルゲート形状が、螺旋状にそれぞれ延在する山部及び谷部から形成されていてもよい。また、補強シート60がコルゲート形状を備えていなくてもよい。

[0042] この補強シート60の内周面には、光ファイバケーブル1の軸方向に沿って延在して、上述したリップコード50A, 50Bを収容可能な溝が形成されていない。また、上述したケーブル本体10の外周面（具体的には、押さえ巻きテープ40の外周面）にも、光ファイバケーブル1の軸方向に沿って延在して、上述したリップコード50A, 50Bを収容可能な溝が形成されていない。このため、リップコード50A, 50Bは、この補強シート60とケーブル本体10との間に形成された空間65（後述）の中に配置されている。

[0043] この補強シート60は、特に図示しないが、シート本体と、当該シート本体の両面に積層された樹脂フィルムと、を備えている。シート本体としては、例えば、金属シート、繊維シート、又は、繊維強化プラスチック（FRP）シート等を用いることができる。金属シートを構成する材料としては、例えば、鉄、ステンレス鋼を含む鉄合金、アルミニウム、アルミニウム合金、銅、又は、銅合金等を挙げることができる。また、繊維シートを構成する材料としては、ガラス繊維やアラミド繊維等を挙げることができる。また、樹

脂フィルムとしては、例えば、熱溶融型の接着剤フィルム等を用いることができる。なお、補強シート60が樹脂フィルムを備えていなくてもよい。

[0044] この補強シート60は、ケーブル本体10の周囲に縦添え巻きされていることで筒状に形成されている。具体的には、補強シート60の長手方向が光ファイバケーブル1の軸方向と実質的に一致し、且つ、当該補強シート60の幅方向が光ファイバケーブル1の周方向と実質的に一致するように、補強シート60がケーブル本体10の外周に巻かれている。この補強シート60は、当該補強シート60が備える外側の樹脂フィルムにより外側シース70に接着（熱融着）されている。また、光ファイバケーブル1の周方向において、補強シート60の第1の端部61は、当該補強シート60の第2の端部62と重複しており、これにより、当該補強シート60のラップ部63が形成されている。このラップ部63において、当該補強シート60が備える外側及び内側の樹脂フィルムが相互に接着（熱融着）されている。

[0045] この補強シート60のラップ部63は、光ファイバケーブル1の周方向において、テンションメンバ80A、80Bの近傍に配置されている。なお、ラップ部63が、光ファイバケーブル1の周方向において、テンションメンバ80A、80Bと重複していてもよい。一方、このラップ部63は、光ファイバケーブル1の周方向においてリップコード50A、50Bと重複しておらず、ラップ部63とリップコード50A、50Bとは、光ファイバケーブル1の周方向において相互にずれている。このように、補強シート60のラップ部63をリップコード50A、50Bと重複させないことで、空間65内に配置されたリップコード50A、50Bが補強シート60のエッジによって切断されてしまうのを抑制することができる。なお、補強シート60をケーブル本体10の周囲に筒状に巻き付けた際に、補強シート60にラップ部53を形成せず、補強シート60の第1の端部61と第2の端部62とを突き合わせてもよい。

[0046] 外側シース70は、補強シート60の外周を覆っている筒状の部材である。この外側シース70を構成する材料としては、ポリ塩化ビニル（PVC）

、ポリエチレン（PE）、ナイロン、フッ化エチレン、ポリプロピレン（PP）、及び、ポリオレフィン系樹脂等の樹脂材料、並びに、これらの複数の樹脂材料を混合したものを例示することができる。なお、上記の樹脂材料に、難燃剤や安定化剤等の添加剤を加えてもよい。

[0047] この外側シース70の内部には、複数（本例では4本）のテンションメンバ（抗張力体）80A～80Dが埋設されている。テンションメンバ80A～80Dは、光ファイバケーブル1の延在方向に延在する線状の部材である。光ファイバケーブル1に対して当該光ファイバケーブル1の延在方向の応力が印加された時に、これらのテンションメンバ80A～80Dがその応力を負担することで、光ファイバ21への応力や歪みの印加を抑制する。なお、光ファイバケーブル1がテンションメンバ80A～80Dを備えていなくてもよい。或いは、テンションメンバを外側シース70に埋設しなくてもよく、例えば、内側シース30にテンションメンバを埋設してもよい。

[0048] テンションメンバ80A、80Bは、光ファイバケーブル1の周方向に沿って相互に隣り合っている。また、テンションメンバ80C、80Dも、光ファイバケーブル1の周方向に沿って相互に隣り合っている。そして、テンションメンバ80A、80Bと、テンションメンバ80C、80Dとは、ケーブル本体10を挟んで相互に対向している。

[0049] なお、光ファイバケーブル1が備えるテンションメンバの数は、特に上記に限定されない。また、外側シース70の内部におけるテンションメンバの配置も、特に上記に限定されない。例えば、複数のテンションメンバを、光ファイバケーブル1の周方向に沿って等間隔に配置してもよい。

[0050] 本実施形態では、図1におけるX軸が、テンションメンバ80A、80Bの中心間の中点と、テンションメンバ80C、80Dの中心間の中点とを通過している。一方、図1におけるY軸が、リップコード50Aの中心と、リップコード50Bの中心とを通過している。このため、テンションメンバ80A～80Dの対向方向（図1のX方向）は、リップコード50A、50Bの対向方向（図1のY方向）に対して実質的に直交している。このように、

光ファイバケーブル1の周方向においてリップコード50A, 50Bとテンションメンバ80A~80Dとを重複させないことで、引き裂き作業の作業性向上を図ることができる。なお、リップコード50A, 50Bは、光ファイバケーブル1の周方向において、テンションメンバ80A~80Dの対向方向(図1のX方向)に対して実質的に直交する方向(図1のY方向)に対して±45度の範囲内に位置していればよい。

[0051] それぞれのテンションメンバ80A~80Dを構成する材料としては、ノンメタリック材料やメタリック材料を例示することができる。ノンメタリック材料の具体例としては、特に限定されないが、例えば、ガラス繊維強化プラスチック(GFRP)、ケブラー(登録商標)により強化したアラミド繊維強化プラスチック(KFRP)、ポリエチレン繊維により強化したポリエチレン繊維強化プラスチック、及び、炭素繊維により強化した炭素繊維強化プラスチック(CFRP)等の繊維強化プラスチック(FRP)を挙げることができる。メタリック材料の具体例としては、特に限定されないが、例えば、鋼線等の金属線を挙げることができる。

[0052] 後述するように、本実施形態では、光ファイバケーブル1を製造する際に、補強シート60を内側に向かって押圧して塑性変形させることで、当該補強シート60によりケーブル本体10を押し潰して変形させる。このため、補強シート60は、ケーブル本体10の内側に向かった当該ケーブル本体10の弾性変形を保持した状態で、ケーブル本体10と部分的に接触している。すなわち、ケーブル本体10が図1のX方向(短軸方向)に圧縮された状態で当該ケーブル本体10が補強シート60に収容されている。従って、補強シート60からケーブル本体10を取り出した場合には、ケーブル本体10がその弾性変形から解放され、ケーブル本体10の断面形状が弾性力によって広がる。なお、ケーブル本体10を押し潰した際に当該ケーブル本体10に生じる変形が、上述した弾性変形に加えて、非弾性的(持続的)な変形を含んでいてもよい。

[0053] 換言すれば、光ファイバケーブル1の延在方向に対して直交する断面(図

1に示す断面。以下単に「直交断面」とも称する。)において、ケーブル本体10と補強シート60とは、ケーブル本体10の第1の接触領域と補強シート60の第2の接触領域とで接触しており、ケーブル本体10は、第1の接触部分に含まれる第1の接触点から第2の接触部分に含まれる第2の接触点に向かう方向に広がろうとする応力を有している状態で、補強シート60によって覆われている。

[0054] 特に限定されないが、具体的には、無負荷状態(変形前)のケーブル本体10に対する変形後のケーブル本体10の変形率(潰し率) C_r は、下記の(4)式を満たしている。変形率 C_r が4.1%以上であることで、引き裂き作業の作業性向上を一層図ることができる。また、変形率 C_r が16.2%以下であることで、光ファイバの伝送特性の低下を抑制することができる。なお、変形率 C_r が、下記の(5)式を満たしていてもよい。

$$4.1\% \leq C_r \leq 16.2\% \quad \dots \quad (4)$$

$$4.8\% \leq C_r \leq 13.7\% \quad \dots \quad (5)$$

[0055] この変形率 C_r は、下記の(6)及び(7)式により算出される値である。また、この(6)及び(7)式において、 D_{01} は、変形前(押し潰される前)の内側シース30の内径であり、 D_{02} は、変形前の内側シース30の外径であり、 D_{11} は、変形後(押し潰された後)の内側シース30の内径の短径であり、 C_a は、変形前のケーブル本体10に対するケーブル本体10の変形量(潰し量)である。

$$C_r = C_a / D_{02} \times 100 \quad \dots \quad (6)$$

$$C_a = D_{01} - D_{11} \quad \dots \quad (7)$$

[0056] なお、変形後のケーブル本体10の断面観察から周長 L 又は断面積 S を測定し、変形前の内側シース30の内径 D_{01} 、及び、変形前のケーブル本体10の外径 D_{02} を、下記の(8)及び(9)式を用いた真円換算により推定してもよい。なお、下記の(8)及び(9)式において、 D は、円の直径であり、上記の D_{01} 又は D_{02} である。

$$L = \pi \times D \quad \dots \quad (8)$$

$$S = \pi \times (D / 2)^2 \quad \dots \quad (9)$$

[0057] また、特に限定されないが、具体的には、変形後のケーブル本体 10 に対する無負荷状態（解放後）のケーブル本体 10 の復元率 R_r は、下記の（10）式を満たしている。

$$106\% \leq R_r \leq 131\% \quad \dots \quad (10)$$

[0058] この復元率 R_r は、下記の（11）～（13）式により算出される値である。また、この（11）～（13）式において、 D_{11} は、変形後（押し潰された後）の内側シース 30 の内径の短径であり、 D_{12} は、変形後の内側シース 30 の内径の長径であり、 D_{21} は、解放後（補強シート 60 から取り出した後）の内側シース 30 の内径の短径であり、 D_{22} は、解放後の内側シース 30 の内径の長径であり、 A_1 は、変形後の内側シース 30 の内径の縦横比（アスペクト比）であり、 A_2 は、解放後の内側シース 30 の内径の縦横比である。

$$R_r = A_2 / A_1 \times 100 \quad \dots \quad (11)$$

$$A_1 = D_{11} / D_{12} \quad \dots \quad (12)$$

$$A_2 = D_{21} / D_{22} \quad \dots \quad (13)$$

[0059] なお、無負荷状態とは、ケーブル本体 10 に対して外部から負荷を印加していない状態を意味する。この無負荷状態は、例えば、補強シート 60 内に収容する前のケーブル本体 10 に対して自重以外の負荷が加わっていない状態や、補強シート 60 から取り出した後のケーブル本体 10 に対して自重以外の負荷が加わっていない状態である。より具体的には、この無負荷状態は、例えば、ケーブル本体 10 の長手方向に対して垂直に切り出した断面に対してケーブル本体 10 の径方向の力が加わっていない状態であり、エポキシ樹脂等をケーブル本体 10 の内部に充填して当該ケーブル本体 10 が変形しないようにした状態も含む。

[0060] 特に限定されないが、光ファイバケーブル 1 の中心 1a とリップコード 50A、50B の中心とを通過する仮想直線 VL_1 と、ケーブル本体 10 の弾性変形方向（図中の仮想直線 VL_2 ）との交差角 θ は、下記の（14）式を満

たしていることが好ましい。

$$45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ \quad \dots \quad (14)$$

なお、本実施形態では、仮想直線 VL_1 は図 1 において Y 軸に一致していると共に仮想直線 VL_2 は図 1 において X 軸に一致しており、図 1 において Y 軸と X 軸とは光ファイバケーブル 1 の中心 1 a で交差している。

[0061] このように補強シート 60 によってケーブル本体 10 を図 1 の X 方向（短軸方向）に押し潰しているため、補強シート 60 は、長軸での内径が D_{sy} であり、短軸での内径が D_{sx} である楕円（oval）状の断面形状を有している（ $D_{sy} > D_{sx}$ ）。また、ケーブル本体 10 も、長軸での外径が D_{cy} であり、短軸での外径が D_{cx} である楕円状の断面形状を有している（ $D_{cy} > D_{cx}$ ）。この補強シート 60 及びケーブル本体 10 の長軸は図 1 において Y 軸に一致していると共に、補強シート 60 及びケーブル本体 10 の短軸は図 1 において X 軸に一致している。なお、補強シート 60 がコルゲート形状を有している場合には、上記の D_{sy} 、 D_{sx} は、当該コルゲート形状の谷部での内周面の内径であり、光ファイバケーブル 1 の径方向内側に向かって凸状に突出している部分の頂点での内周面の内径である。

[0062] 補強シート 60 の長軸の内径 D_{sy} は、ケーブル本体 10 の長軸の外径 D_{cy} よりも広がっている（ $D_{sy} > D_{cy}$ ）。一方で、補強シート 60 の短軸の内径 D_{sx} と、ケーブル本体 10 の短軸の外径 D_{cx} とは実質的に同一となっており（ $D_{sx} \doteq D_{cx}$ ）、補強シート 60 の内周面とケーブル本体 10 の外周面とはそれらの短軸の部分 66 で接触している。

[0063] なお、補強シート 60 の短軸の内径 D_{sx} が下記の（15）式を満たしていることで、リップコード 50A、50B を空間 65 内に位置させることができる。但し、下記の（15）式において、 D_{o2} は、補強シート 60 により押し潰される前の円形の断面形状を有する内側シース 30 の外径であり、 T_w は、押さえ巻きテープ 40 の厚さであり、 D_r は、リップコード 50A、50B の外径である。

$$[0064] \quad D_{sx} \leq D_{o2} + 3 \times T_w + D_r \quad \dots \quad (15)$$

- [0065] そして、ケーブル本体10の外周面と補強シート60の内周面との間には、ケーブル本体10と補強シート60との接触部分66で仕切られた一対の空間65が形成されている。上述のようにケーブル本体10が図1のX方向（短軸方向）に押し潰されているため、それぞれの空間65は三日月状の断面形状を有している。それぞれの空間65の光ファイバケーブル1の径方向に沿った距離 L_1 は長軸上において最大となるが、この距離 L_1 はリップコード50A, 50Bの外径 D_r 以下となっている（ $L_1 \leq D_r$ ）。
- [0066] このように、本実施形態では、ケーブル本体10の内側に向かったケーブル本体10の弾性変形を保持した状態で補強シート60がケーブル本体10と部分的に接触しているため、ケーブル本体10と補強シート60との間でのリップコード50A, 50Bの移動を一定の範囲内に制限することができる。
- [0067] また、本実施形態では、ケーブル本体10と補強シート60との間に形成された空間の距離 L_1 がリップコード50A, 50Bの外径 D_r 以下である（ $L_1 \leq D_r$ ）。これにより、ケーブル本体10と補強シート60との間でリップコード50A, 50Bが光ファイバケーブル1の周方向に移動してしまうのをさらに抑制することができる。
- [0068] 特に限定されないが、光ファイバケーブル1の直交断面において、ケーブル本体10の外周面のうちの20%より大きく95%未満の領域が、補強シート60の内周面と接触していない。すなわち、光ファイバケーブル1の直交断面において、ケーブル本体10の外周面のうちの5%以上80%以下の領域が、補強シート60の内周面と接触している。従って、光ファイバケーブル1の直交断面において、ケーブル本体10の外周面に沿った一対の接触部分66の長さの総和 S_1 は、ケーブル本体10の外周面の全長 L_2 に対して5%以上及び80%以下となっている（ $L_2 \times 5\% \leq S_1 \leq L_2 \times 80\%$ ）。
- [0069] このようにケーブル本体10の外周面と補強シート60の内周面とを部分的に接触させることで、補強シート60の内周面やケーブル本体10の外周面に上述した溝を形成することなく、ケーブル本体10と補強シート60と

の間で局在化された空間65にリップコード50A, 50Bを配置することができる。また、後述するように、リップコードを収容するための溝が補強シート60やケーブル本体10に形成されていないので、光ファイバケーブル1の設計の自由度や信頼性を維持しつつ、リップコード50A, 50Bの周方向の移動を一定の範囲内に制限することができる。

[0070] なお、本実施形態では、補強シート60とケーブル本体10がいずれも楕円(0val)状の断面形状を有しているが、補強シート60とケーブル本体10とが部分的に接触していると共に、補強シート60とケーブル本体10との間に空間65が形成されているのであれば、補強シート60及びケーブル本体10の断面形状は、特に上記に限定されない。

[0071] 例えば、補強シート60が円形状の断面形状を有し、ケーブル本体10が楕円(0val)状の断面形状を有していてもよい。或いは、補強シート60が楕円(0val)状の断面形状を有し、ケーブル本体10が円形状の断面形状を有していてもよい。なお、上述した楕円(0val)形状には、数学上の楕円(ellipse)形状に加えて、長円(半円同士を一对の直線で接続した形状)、或いは、円弧状の角部を有する多角形等も含む。

[0072] 或いは、補強シート60の断面形状が楕円形以外の非円形であってもよく、この場合の「短軸」とは、この補強シート60の断面形状において、光ファイバケーブル1の中心1aを通過し且つ最も短い直線状の軸を意味する。同様に、ケーブル本体10の断面形状が楕円形以外の非円形であってもよく、この場合の「短軸」とは、このケーブル本体10の断面形状において、光ファイバケーブル1の中心1aを通過し且つ最も短い直線状の軸を意味する。

[0073] 外側シース70の内周面も、補強シート60の断面形状に対応した楕円状の断面形状を有している。一方、この外側シース70の外周面は、円形の断面形状を有している。このため、外側シース70において補強シート60の断面形状の長軸に対応する部分の厚さ T_y が、外側シース70において補強シート60の断面形状の短軸に対応する部分の厚さ T_x よりも薄くなってい

る ($T_y < T_x$)。

[0074] そして、外側シース70において補強シート60の断面形状の長軸に対応する部分の厚さ T_y が、当該外側シース70における他の部分の厚さ T_a （不図示）よりも薄くなっている ($T_y < T_a$)。これにより、外側シース70において最も薄い部分がリップコード50A、50Bに対向するので、引き裂き作業の作業性向上を図ることができる。

[0075] また、外側シース70において補強シート60の断面形状の短軸に対応する部分の厚さ T_x が、当該外側シース70における他の部分の厚さ T_b （不図示）よりも厚くなっている ($T_x > T_b$)。これにより、外側シース70において補強シート60の断面形状の短軸に対応する部分のみに、テンションメンバ80A~80Dを配置することができる。なお、上述した外側シース70の厚さ T_x 、 T_y 、 T_a 、 T_b は、外側シース70において光ファイバケーブル1の径方向に沿った厚さである。

[0076] なお、光ファイバケーブル1が補強シート60を備えていなくてもよい。この場合には、外側シース70の内周面とケーブル本体10の外周面との間に空間65が形成されると共に、外側シース70が、ケーブル本体10の内側に向かった当該ケーブル本体10の弾性変形を保持した状態で、ケーブル本体10と部分的に接触する。

[0077] 或いは、光ファイバケーブル1が押さえ巻きテープ40を備えていなくてもよい。この場合には、補強シート60の内周面と内側シース30の外周面との間に空間65が形成されると共に、補強シート60が、ケーブル本体10の内側に向かった当該ケーブル本体10の弾性変形を保持した状態で、内側シース30と部分的に接触する。

[0078] 或いは、光ファイバケーブル1が押さえ巻きテープ40と補強シート60を備えていなくてもよい。この場合には、外側シース70の内周面と内側シース30の外周面との間に空間65が形成されると共に、外側シース70が、ケーブル本体10の内側に向かった当該ケーブル本体10の弾性変形を保持した状態で、内側シース30と部分的に接触する。

- [0079] なお、外側シース70においてその内周面の断面形状の短軸に対応する部分の厚さ T_x が、当該外側シース70における他の部分の厚さ T_b （不図示）よりも厚くなっている（ $T_x > T_b$ ）ことで、光ファイバケーブル1が補強テープ60を備えていなくても、外側シース70によってケーブル本体10の弾性変形を保持しやすくなる。
- [0080] 以下に、本実施形態における光ファイバケーブル1の製造方法について、図2を参照しながら説明する。図2は、本発明の実施形態における光ファイバケーブル1を製造する製造装置100を示す図である。
- [0081] 光ファイバケーブル1を製造する製造装置100は、成形機110と、押圧機120と、押出機130と、を備えている。
- [0082] 成形機110には、内側シース30で被覆された光ファイバ集合体20と、押さえ巻きテープ40と、リップコード50A、50Bと、補強シート60と、がそれぞれの供給機から連続的に供給される。
- [0083] 成形機110は、押さえ巻きテープ40及びリップコード50A、50Bを案内するダイスを備えている。この成形機110は、このダイスを用いて、内側シース30で被覆された光ファイバ集合体20を送りつつ、当該内側シース30に押さえ巻きテープ40を縦添えしてケーブル本体10を形成すると共に、このケーブル本体10の外周に沿うようにリップコード50A、50Bを配置する。
- [0084] また、この成形機110は、補強シート60を筒状に形成する成形ガイドを備えている。この成形機110は、この成形ガイドを用いて、補強シート60を円筒状に成形しつつ、リップコード50A、50Bが添えられたケーブル本体10の外周を当該補強シート60で覆う。
- [0085] 押圧機120は、補強シート60を押圧して変形させる一対の加圧ローラ121を備えている。補強シート60で覆われたケーブル本体10が成形機110から供給され、この補強シート60で覆われたケーブル本体10を加圧ローラ121の間を通過させる。この通過の際に、加圧ローラ121によって補強シート60が押圧されて、当該補強シート60の断面形状が円形状

から楕円状に変形する。また、この補強シート60の変形に伴ってケーブル本体10も押し潰されて、当該ケーブル本体10の断面形状も円形状から楕円状に変形する。

[0086] この際、補強シート60の変形は塑性変形であるので、ケーブル本体10はその弾性変形が保持された状態で補強シート60に收容される。また、加圧ローラ121は、光ファイバケーブル1の径方向の中でリップコード50A、50Bと重複しない方向（図1における左右の太矢印方向）に補強シート60を押圧する。本実施形態では、加圧ローラ121は、光ファイバケーブル1の中心1aに向かって相反する方向から押圧する。これにより、ケーブル本体10と補強シート60との接触部分66で仕切られた一对の空間65が形成され、当該一对の空間65にリップコード50A、50Bをそれぞれ收容することができるので、リップコード50A、50Bの光ファイバケーブル1の周方向に沿った移動を一定の範囲内に制限することができる。

[0087] なお、この補強シート60を変形させる際に、以下の(16)式を満たすように加圧ローラ121で補強シート60を押圧することで、リップコード50A、50Bを空間65内に位置させることができる。但し、下記の(16)式において、 Ddx は、一对の加圧ローラ121間の空間において変形後の補強シート60の短軸に対応した部分の距離であり、 D_{o2} は、補強シート60により押し潰される前の円形の断面形状を有する内側シース30の外径であり、 T_w は、押さえ巻きテープ40の厚さであり、 T_s は、補強シート60の厚さであり、 D_r は、リップコード50A、50Bの外径である。

[0088] $Ddx \leq D_{o2} + 3 \times T_w + 3 \times T_s + D_r \quad \dots (16)$

[0089] また、押圧機120の構造は、補強シート60を押圧して変形させる機能を有していれば、特に上記に限定されない。例えば、押圧機120が、補強シート60を押圧して変形させるダイスを備えていてもよい。この場合には、上記の(16)式における Ddx は、当該ダイスのダイス孔の短径である。

[0090] 押出機130には、押圧機120によって押し潰された補強シート60及

びケーブル本体10が供給される。この押出機130は、補強シート60で覆われたケーブル本体10をニップルによってダイス孔に導きつつ、ダイス内に充填された溶融樹脂をダイス孔から補強シート60の外周に押し出すことで、円形状の断面形状を有する外側シース70が形成される。

[0091] 以上のように、本実施形態では、補強シート60は、ケーブル本体10の内側に向かった当該ケーブル本体10の弾性変形を保持した状態で、ケーブル本体10と部分的に接触しているため、光ファイバケーブル1の周方向に沿ったリップコード50A、50Bの移動を一定の範囲内に制限することができ、引き裂き作業の作業性向上を図ることができる。

[0092] また、本実施形態では、ケーブル本体10と補強シート60との間に形成された空間65の光ファイバケーブル1の径方向に沿った距離 L_1 は、リップコード50A、50Bの外径 D_r 以下であるため($L_1 \leq D_r$)、光ファイバケーブル1の周方向に沿ったリップコード50A、50Bの移動をさらに抑制することができ、引き裂き作業の作業性向上を一層図ることができる。

[0093] また、リップコードを収容するための溝を補強シートやケーブル本体に形成する場合には、この溝によって光ファイバケーブル1の設計が制限されてしまう場合がある。これに対し、本実施形態では、リップコード50A、50Bを収容するための溝を補強シート60やケーブル本体10に形成しないため、光ファイバケーブル1の設計の自由度を維持しつつ、リップコード50A、50Bの周方向の移動を一定の範囲内に制限することができる。

[0094] また、リップコードを収容するための溝を補強シートやケーブル本体を形成する場合には、当該溝に応力が集中するため、光ファイバケーブルの信頼性に影響を与えてしまう場合がある。これに対し、本実施形態では、リップコード50A、50Bを収容するための溝を補強シート60やケーブル本体10に形成しないため、光ファイバケーブル1の信頼性を維持しつつ、リップコード50A、50Bの周方向の移動を一定の範囲内に制限することができる。

[0095] また、本実施形態では、光ファイバケーブル1を製造する際にケーブル本

体10を押圧して変形させるだけで、ケーブル本体10と補強シート60との間に形成された空間65にリップコード50A, 50Bを拘束することができるので、リップコード50A, 50Bの移動を一定の範囲内に制限した光ファイバケーブル1を容易に製造することができる。

[0096] なお、以上説明した実施形態は、本発明の理解を容易にするために記載されたものであって、本発明を限定するために記載されたものではない。したがって、上記の実施形態に開示された各要素は、本発明の技術的範囲に属する全ての設計変更や均等物をも含む趣旨である。

[0097] 例えば、上述した実施形態では、リップコード50A, 50Bと、ケーブル本体10の弾性変形方向とが、光ファイバケーブル1の周方向において重複していないが、リップコード50A, 50Bと弾性変形方向との位置関係は特にこれに限定されない。

[0098] 例えば、図3に示すように、リップコード50A, 50Bと、ケーブル本体10の弾性変形方向（図3における上下の太矢印方向）とが、光ファイバケーブル1の周方向において重複していてもよい。すなわち、ファイバケーブル1の中心1aとリップコード50A, 50Bの中心とを通過する仮想直線 VL_1 と、ケーブル本体10の弾性変形方向（図3の仮想直線 VL_2 ）とが平行であってもよい。図3は本発明の他の実施形態における光ファイバケーブルを示す断面図である。

[0099] このように、ケーブル本体10の内側に向かった当該ケーブル本体10の弾性変形を保持した状態で、補強シート60がケーブル本体10と部分的に接触していることで、ケーブル本体10の弾性変形によってリップコード50A, 50Bを挟んでいる距離を一定に保つことができる。このため、光ファイバケーブル1の周方向に沿ったリップコード50A, 50Bの移動を一定の範囲内に制限することができ、引き裂き作業の作業性向上を図ることができる。なお、図3に示す例では、補強シート60の内周面とケーブル本体10の外周面とがこれらの長軸の部分で接触しているが、補強シート60の内周面とケーブル本体10の外周面とがこれらの短軸の部分で接触するよう

な断面形状を、補強シート60とケーブル本体10が有してもよい。また、図3に示す例では、外側シース70において補強シート60の断面形状の長軸に対応する部分の厚さが、当該外側シース70における他の部分の厚さよりも薄くなっているが、外側シース70において補強シート60の断面形状の長軸に対応する部分の厚さが、当該外側シース70における他の部分の厚さよりも厚くなってもよい。

[0100] また、上述した実施形態では、成形機110により補強シート60を円筒状に成形した後に、当該成形機110とは別の押圧機120が備える一对の加圧ローラにより補強シート60を押圧して変形させたが、補強シート60の押圧及び変形のタイミングは、特にこれに限定されない。例えば、成形機110のガイドが、補強シート60を円筒状に成形する機能に加えて、補強シート60を押圧して変形させる機能を備えてもよい。この場合には、補強シート60の円筒状の成形と、補強シート60の押圧及び変形とがほぼ同時に実行される。

[0101] また、光ファイバケーブル1が補強シート60を備えていない場合には、例えば、リップコード50A、50Bが添えられたケーブル本体10の外周を、図2の押出機130によって外側シース70で覆った後に、当該外側シース70が硬化する前に、一对の加圧ローラにより外側シース70を押圧して変形させることで、ケーブル本体10を押し潰す。或いは、外側シース70の押出成形の際に、ニップルでケーブル本体10を押し潰してもよい。この場合には、外側シース70の押出成形と、ケーブル本体10の押圧及び変形とがほぼ同時に実行される。

実施例

[0102] 以下に、本実施形態における実施例及び比較例を説明する。下記の実施例及び比較例では、光ファイバケーブルを作製し、当該光ファイバケーブルの伝送特性と引き裂き作業性を評価した。なお、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

[0103] <実施例A1～A7>

実施例 A 1 ~ A 7 では、光ファイバテープ心線を用いた 1 4 4 心のケーブル本体を備えた、図 1 に示すような光ファイバケーブルを作製した。ケーブル本体を構成する光ファイバとして、2 5 0 μ m の直径を有する光ファイバを用いた。

[0104] この実施例 A 1 ~ A 7 では、加圧ローラにより補強シートを押圧することで、ケーブル本体を真円状から楕円状に変形させた。この際に、それぞれの実施例 A 1 ~ A 7 の内側シースの内径の縦横比 A_1 (上記の (1 2) 式を参照) の値が、0. 6 5、0. 7、0. 7 5、0. 8、0. 8 5、0. 9、0. 9 5 となるように、加圧ローラを調整した。この調整により、実施例 A 1 ~ A 7 のケーブル本体の変形量 C_a (上記の (7) 式を参照) 及び変形率 C_r (上記の (6) 式参照) は、下記の表 1 に示す値となった。

[0105] その後、それぞれの実施例 A 1 ~ A 7 について、変形した補強シートからケーブル本体を取り出し、そのケーブル本体の断面の寸法を測定した。そして、その寸法に基づいて、実施例 A 1 ~ A 7 の解放後の内側シースの内径の縦横比 A_2 (上記の (1 3) 式を参照) と、実施例 A 1 ~ A 7 のケーブル本体の復元率 R_r (上記の (1 1) 式を参照) とを算出した結果、下記の表 1 の通りであった。

[0106] <比較例 A 1 >

比較例 A 1 では、補強シート及びケーブル本体を変形させなかった (すなわち、縦横比 A_1 の値を 1 とした) こと以外は、上述の実施例 A 1 ~ A 7 と同様の構成を有する光ファイバケーブルを作製した。この比較例 A 1 の変形量 C_a 、変形率 C_r 、縦横比 A_2 、及び、復元率 R_r は、下記の表 1 に示す値であった。

[0107]

[表1]

表 1

項目	実施例 A 1	実施例 A 2	実施例 A 3	実施例 A 4	実施例 A 5	実施例 A 6	実施例 A 7	比較例 A 1
光ファイバ	250 μ mファイバ							
ファイバ心数[本]	144	144	144	144	144	144	144	144
変形後の縦横比 A_1 [-]	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1
変形量 C_a [mm]	1.24	1.03	0.83	0.65	0.47	0.31	0.15	0.00
変形率 C_r [%]	17.1	14.2	11.5	9.0	6.5	4.2	2.1	0.0
解放後の縦横比 A_2 [-]	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.95	0.99	1.00
復元率 R_r [%]	140	131	123	116	109	106	104	100
伝送特性	B	A	A	A	A	A	A	A
引き裂き作業性	A	A	A	A	A	B	C	D

[0108] <実施例 B 1 ~ B 7>

実施例 B 1 ~ B 7 では、光ファイバテープ心線を用いた 288 心のケーブル本体を備えた、図 1 に示すような光ファイバケーブルを作製した。ケーブル本体を構成する光ファイバとして、250 μ m の直径を有する光ファイバを用いた。この実施例 B 1 ~ B 7 でも、ケーブル本体を真円状から楕円状に変形させた。この際に、それぞれの実施例 B 1 ~ B 7 の縦横比 A_1 の値が、0.65、0.7、0.75、0.8、0.85、0.9、0.95 となるように、加圧ローラの押圧力を調整した。この実施例 B 1 ~ B 7 の変形量 C_a 、変形率 C_r 、縦横比 A_2 、及び、復元率 R_r は、下記の表 2 に示す値であった。

[0109] <比較例 B 1>

比較例 B 1 では、補強シート及びケーブル本体を変形させなかったこと以外は、上述の実施例 B 1 ~ B 7 と同様の構成を有する光ファイバケーブルを作製した。この比較例 B 1 の変形量 C_a 、変形率 C_r 、縦横比 A_2 、及び、復元率 R_r は、下記の表 2 に示す値であった。

[0110]

[表2]

表 2

項目	実施例 B 1	実施例 B 2	実施例 B 3	実施例 B 4	実施例 B 5	実施例 B 6	実施例 B 7	比較例 B 1
光ファイバ	250 μ mファイバ							
ファイバ心数[本]	288	288	288	288	288	288	288	288
変形後の縦横比 A_1 [-]	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1
変形量 C_a [mm]	1.52	1.27	1.03	0.80	0.58	0.38	0.18	0.00
変形率 C_r [%]	17.8	14.8	12.0	9.3	6.8	4.4	2.1	0.0
解放後の縦横比 A_2 [-]	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.95	0.99	1.00
復元率 R_r [%]	140	131	123	116	109	106	104	100
伝送特性	B	A	A	A	A	A	A	A
引き裂き作業性	A	A	A	A	A	B	C	D

[0111] <実施例C 1～C 7>

実施例C 1～C 7では、光ファイバテープ心線を用いた864心のケーブル本体を備えた、図1に示すような光ファイバケーブルを作製した。ケーブル本体を構成する光ファイバとして、250 μ mの直径を有する光ファイバを用いた。この実施例C 1～C 7でも、ケーブル本体を真円状から楕円状に変形させた。この際に、それぞれの実施例C 1～C 7の縦横比 A_1 の値が、0.65、0.7、0.75、0.8、0.85、0.9、0.95となるように、加圧ローラの押圧力を調整した。この実施例C 1～C 7の変形量 C_a 、変形率 C_r 、縦横比 A_2 、及び、復元率 R_r は、下記の表3に示す値であった。

[0112] <比較例C 1>

比較例C 1では、補強シート及びケーブル本体を変形させなかったこと以外は、上述の実施例C 1～C 7と同様の構成を有する光ファイバケーブルを作製した。この比較例C 1の変形量 C_a 、変形率 C_r 、縦横比 A_2 、及び、復元率 R_r は、下記の表3に示す値であった。

[0113]

[表3]

表3

項目	実施例 C 1	実施例 C 2	実施例 C 3	実施例 C 4	実施例 C 5	実施例 C 6	実施例 C 7	比較例 C 1
光ファイバ	250 μ mファイバ							
ファイバ心数[本]	864	864	864	864	864	864	864	864
変形後の縦横比 A_1 [-]	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1
変形量 C_a [mm]	2.52	2.10	1.70	1.32	0.96	0.63	0.31	0.00
変形率 C_r [%]	19.0	15.8	12.8	9.9	7.3	4.7	2.3	0.0
解放後の縦横比 A_2 [-]	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.95	0.99	1.00
復元率 R_r [%]	140	131	123	116	109	106	104	100
伝送特性	B	A	A	A	A	A	A	A
引き裂き作業性	A	A	A	A	A	B	C	D

[0114] <実施例D 1～D 7>

実施例D 1～D 7では、光ファイバテープ心線を用いた144心のケーブル本体を備えた、図1に示すような光ファイバケーブルを作製した。ケーブル本体を構成する光ファイバとして、200 μ mの直径を有する光ファイバを用いた。この実施例D 1～D 7でも、ケーブル本体を真円状から楕円状に変形させた。この際に、それぞれの実施例D 1～D 7の縦横比 A_1 の値が、0.65、0.7、0.75、0.8、0.85、0.9、0.95となるように、加圧ローラの押圧力を調整した。この実施例D 1～D 7の変形量 C_a 、変形率 C_r 、縦横比 A_2 、及び、復元率 R_r は、下記の表4に示す値であった。

[0115] <比較例D 1>

比較例D 1では、補強シート及びケーブル本体を変形させなかったこと以外は、上述の実施例D 1～D 7と同様の構成を有する光ファイバケーブルを作製した。この比較例D 1の変形量 C_a 、変形率 C_r 、縦横比 A_2 、及び、復元率 R_r は、下記の表4に示す値であった。

[0116]

[表4]

表 4

項目	実施例 D 1	実施例 D 2	実施例 D 3	実施例 D 4	実施例 D 5	実施例 D 6	実施例 D 7	比較例 D 1
光ファイバ	200 μ mファイバ							
ファイバ心数[本]	144	144	144	144	144	144	144	144
変形後の縦横比 A_1 [-]	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1
変形量 C_a [mm]	1.08	0.89	0.72	0.56	0.41	0.27	0.13	0.00
変形率 C_r [%]	16.6	13.8	11.2	8.7	6.4	4.1	2.0	0.0
解放後の縦横比 A_2 [-]	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.95	0.99	1.00
復元率 R_r [%]	140	131	123	116	109	106	104	100
伝送特性	B	A	A	A	A	A	A	A
引き裂き作業性	A	A	A	A	A	B	C	D

[0117] <実施例 E 1 ~ E 7>

実施例 E 1 ~ E 7 では、光ファイバテープ心線を用いた 8 6 4 心のケーブル本体を備えた、図 1 に示すような光ファイバケーブルを作製した。ケーブル本体を構成する光ファイバとして、200 μ m の直径を有する光ファイバを用いた。この実施例 E 1 ~ E 7 でも、ケーブル本体を真円状から楕円状に変形させた。この際に、それぞれの実施例 E 1 ~ E 7 の縦横比 A_1 の値が、0.65、0.7、0.75、0.8、0.85、0.9、0.95 となるように、加圧ローラの押圧力を調整した。この実施例 E 1 ~ E 7 の変形量 C_a 、変形率 C_r 、縦横比 A_2 、及び、復元率 R_r は、下記の表 5 に示す値であった。

[0118] <比較例 E 1>

比較例 E 1 では、補強シート及びケーブル本体を変形させなかったこと以外は、上述の実施例 E 1 ~ E 7 と同様の構成を有する光ファイバケーブルを作製した。この比較例 E 1 の変形量 C_a 、変形率 C_r 、縦横比 A_2 、及び、復元率 R_r は、下記の表 5 に示す値であった。

[0119]

[表5]

表5

項目	実施例 E 1	実施例 E 2	実施例 E 3	実施例 E 4	実施例 E 5	実施例 E 6	実施例 E 7	比較例 E 1
光ファイバ	200 μ mファイバ							
ファイバ心数[本]	864	864	864	864	864	864	864	864
変形後の縦横比 A_1 [-]	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1
変形量 C_a [mm]	2.19	1.82	1.47	1.15	0.84	0.54	0.26	0.00
変形率 C_r [%]	18.7	15.5	12.6	9.8	7.1	4.6	2.3	0.0
解放後の縦横比 A_2 [-]	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.95	0.99	1.00
復元率 R_r [%]	140	131	123	116	109	106	104	100
伝送特性	B	A	A	A	A	A	A	A
引き裂き作業性	A	A	A	A	A	B	C	D

[0120] <実施例 F 1 ~ F 7>

実施例 F 1 ~ F 7 では、光ファイバテープ心線を用いた 1728 心のケーブル本体を備えた、図 1 に示すような光ファイバケーブルを作製した。ケーブル本体を構成する光ファイバとして、200 μ m の直径を有する光ファイバを用いた。この実施例 F 1 ~ F 7 でも、ケーブル本体を真円状から楕円状に変形させた。この際に、それぞれの実施例 F 1 ~ F 7 の縦横比 A_1 の値が、0.65、0.7、0.75、0.8、0.85、0.9、0.95 となるように、加圧ローラの押圧力を調整した。この実施例 F 1 ~ F 7 の変形量 C_a 、変形率 C_r 、縦横比 A_2 、及び、復元率 R_r は、下記の表 6 に示す値であった。

[0121] <比較例 F 1>

比較例 F 1 では、補強シート及びケーブル本体を変形させなかったこと以外は、上述の実施例 F 1 ~ F 7 と同様の構成を有する光ファイバケーブルを作製した。この比較例 F 1 の変形量 C_a 、変形率 C_r 、縦横比 A_2 、及び、復元率 R_r は、下記の表 6 に示す値であった。

[0122]

[表6]

表6

項目	実施例 F 1	実施例 F 2	実施例 F 3	実施例 F 4	実施例 F 5	実施例 F 6	実施例 F 7	比較例 F 1
光ファイバ	200 μ mファイバ							
ファイバ心数[本]	1728	1728	1728	1728	1728	1728	1728	1728
変形後の縦横比 A_1 [-]	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1
変形量 C_a [mm]	3.21	2.67	2.16	1.68	1.23	0.80	0.39	0.00
変形率 C_r [%]	19.4	16.2	13.1	10.2	7.4	4.8	2.3	0.0
解放後の縦横比 A_2 [-]	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.95	0.99	1.00
復元率 R_r [%]	140	131	123	116	109	106	104	100
伝送特性	B	A	A	A	A	A	A	A
引き裂き作業性	A	A	A	A	A	B	C	D

[0123] <実施例G 1～G 7>

実施例G 1～G 7では、光ファイバテープ心線を用いた144心のケーブル本体を備えた、図1に示すような光ファイバケーブルを作製した。ケーブル本体を構成する光ファイバとして、160 μ mの直径を有する光ファイバを用いた。この実施例G 1～G 7でも、ケーブル本体を真円状から楕円状に変形させた。この際に、それぞれの実施例G 1～G 7の縦横比 A_1 の値が、0.65、0.7、0.75、0.8、0.85、0.9、0.95となるように、加圧ローラの押圧力を調整した。この実施例G 1～G 7の変形量 C_a 、変形率 C_r 、縦横比 A_2 、及び、復元率 R_r は、下記の表7に示す値であった。

[0124] <比較例G 1>

比較例G 1では、補強シート及びケーブル本体を変形させなかったこと以外は、上述の実施例G 1～G 7と同様の構成を有する光ファイバケーブルを作製した。この比較例G 1の変形量 C_a 、変形率 C_r 、縦横比 A_2 、及び、復元率 R_r は、下記の表7に示す値であった。

[0125]

[表7]

表7

項目	実施例 G 1	実施例 G 2	実施例 G 3	実施例 G 4	実施例 G 5	実施例 G 6	実施例 G 7	比較例 G 1
光ファイバ	160 μ mファイバ							
ファイバ心数[本]	144	144	144	144	144	144	144	144
変形後の縦横比 A_1 [-]	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1
変形量 C_a [mm]	0.91	0.76	0.61	0.48	0.35	0.23	0.11	0.00
変形率 C_r [%]	17.2	14.3	11.6	9.0	6.6	4.3	2.1	0.0
解放後の縦横比 A_2 [-]	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.95	0.99	1.00
復元率 R_r [%]	140	131	123	116	109	106	104	100
伝送特性	B	A	A	A	A	A	A	A
引き裂き作業性	A	A	A	A	A	B	C	D

[0126] <実施例H 1～H 7>

実施例H 1～H 7では、光ファイバテープ心線を用いた288心のケーブル本体を備えた、図1に示すような光ファイバケーブルを作製した。ケーブル本体を構成する光ファイバとして、160 μ mの直径を有する光ファイバを用いた。この実施例H 1～H 7でも、ケーブル本体を真円状から楕円状に変形させた。この際に、それぞれの実施例H 1～H 7の縦横比 A_1 の値が、0.65、0.7、0.75、0.8、0.85、0.9、0.95となるように、加圧ローラの押圧力を調整した。この実施例H 1～H 7の変形量 C_a 、変形率 C_r 、縦横比 A_2 、及び、復元率 R_r は、下記の表8に示す値であった。

[0127] <比較例H 1>

比較例H 1では、補強シート及びケーブル本体を変形させなかったこと以外は、上述の実施例H 1～H 7と同様の構成を有する光ファイバケーブルを作製した。この比較例H 1の変形量 C_a 、変形率 C_r 、縦横比 A_2 、及び、復元率 R_r は、下記の表8に示す値であった。

[0128]

[表8]

表 8

項目	実施例 H 1	実施例 H 2	実施例 H 3	実施例 H 4	実施例 H 5	実施例 H 6	実施例 H 7	比較例 H 1
光ファイバ	160 μ mファイバ							
ファイバ心数[本]	288	288	288	288	288	288	288	288
変形後の縦横比 A_1 [-]	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1
変形量 C_a [mm]	1.14	0.95	0.77	0.60	0.44	0.28	0.14	0.00
変形率 C_r [%]	17.9	14.9	12.0	9.4	6.8	4.4	2.2	0.0
解放後の縦横比 A_2 [-]	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.95	0.99	1.00
復元率 R_r [%]	140	131	123	116	109	106	104	100
伝送特性	B	A	A	A	A	A	A	A
引き裂き作業性	A	A	A	A	A	B	C	D

[0129] <実施例 11~17>

実施例 11~17では、光ファイバテープ心線を用いた864心のケーブル本体を備えた、図1に示すような光ファイバケーブルを作製した。ケーブル本体を構成する光ファイバとして、160 μ mの直径を有する光ファイバを用いた。この実施例 11~17でも、ケーブル本体を真円状から楕円状に変形させた。この際に、それぞれの実施例 11~17の縦横比 A_1 の値が、0.65、0.7、0.75、0.8、0.85、0.9、0.95となるように、加圧ローラの押圧力を調整した。この実施例 11~17の変形量 C_a 、変形率 C_r 、縦横比 A_2 、及び、復元率 R_r は、下記の表9に示す値であった。

[0130] <比較例 11>

比較例 11では、補強シート及びケーブル本体を変形させなかったこと以外は、上述の実施例 11~17と同様の構成を有する光ファイバケーブルを作製した。この比較例 11の変形量 C_a 、変形率 C_r 、縦横比 A_2 、及び、復元率 R_r は、下記の表9に示す値であった。

[0131]

[表9]

表9

項目	実施例 I 1	実施例 I 2	実施例 I 3	実施例 I 4	実施例 I 5	実施例 I 6	実施例 I 7	比較例 I 1
光ファイバ	160 μ mファイバ							
ファイバ心数[本]	864	864	864	864	864	864	864	864
変形後の縦横比 A_1 [-]	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1
変形量 C_a [mm]	1.85	1.54	1.25	0.97	0.71	0.46	0.22	0.00
変形率 C_r [%]	18.3	15.2	12.3	9.6	7.0	4.5	2.2	0.0
解放後の縦横比 A_2 [-]	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.95	0.99	1.00
復元率 R_r [%]	140	131	123	116	109	106	104	100
伝送特性	B	A	A	A	A	A	A	A
引き裂き作業性	A	A	A	A	A	B	C	D

[0132] <実施例 J 1 ~ J 7>

実施例 J 1 ~ J 7 では、光ファイバテープ心線を用いた 1728 心のケーブル本体を備えた、図 1 に示すような光ファイバケーブルを作製した。ケーブル本体を構成する光ファイバとして、160 μ m の直径を有する光ファイバを用いた。この実施例 J 1 ~ J 7 でも、ケーブル本体を真円状から楕円状に変形させた。この際に、それぞれの実施例 J 1 ~ J 7 の縦横比 A_1 の値が、0.65、0.7、0.75、0.8、0.85、0.9、0.95 となるように、加圧ローラの押圧力を調整した。この実施例 I 1 ~ I 7 の変形量 C_a 、変形率 C_r 、縦横比 A_2 、及び、復元率 R_r は、下記の表 10 に示す値であった。

[0133] <比較例 J 1>

比較例 J 1 では、補強シート及びケーブル本体を変形させなかったこと以外は、上述の実施例 J 1 ~ J 7 と同様の構成を有する光ファイバケーブルを作製した。この比較例 J 1 の変形量 C_a 、変形率 C_r 、縦横比 A_2 、及び、復元率 R_r は、下記の表 10 に示す値であった。

[0134]

[表10]

表 10

項目	実施例 J 1	実施例 J 2	実施例 J 3	実施例 J 4	実施例 J 5	実施例 J 6	実施例 J 7	比較例 J 1
光ファイバ	160 μ mファイバ							
ファイバ心数[本]	1728	1728	1728	1728	1728	1728	1728	1728
変形後の縦横比 A_1 [-]	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1
変形量 C_a [mm]	2.45	2.04	1.65	1.28	0.94	0.61	0.30	0.00
変形率 C_r [%]	18.9	15.7	12.7	9.9	7.2	4.7	2.3	0.0
解放後の縦横比 A_2 [-]	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.95	0.99	1.00
復元率 R_r [%]	140	131	123	116	109	106	104	100
伝送特性	B	A	A	A	A	A	A	A
引き裂き作業性	A	A	A	A	A	B	C	D

[0135] <実施例K 1～K 7>

実施例K 1～K 7では、光ファイバテープ心線に代えて光ファイバ素線を用いた144心のケーブル本体を備えた、図1に示すような光ファイバケーブルを作製した。ケーブル本体を構成する光ファイバとして、250 μ mの直径を有する光ファイバを用いた。この実施例K 1～K 7でも、ケーブル本体を真円状から楕円状に変形させた。この際に、それぞれの実施例K 1～K 7の縦横比 A_1 の値が、0.65、0.7、0.75、0.8、0.85、0.9、0.95となるように、加圧ローラの押圧力を調整した。この実施例K 1～K 7の変形量 C_a 、変形率 C_r 、縦横比 A_2 、及び、復元率 R_r は、下記の表11に示す値であった。

[0136] <比較例K 1>

比較例K 1では、補強シート及びケーブル本体を変形させなかったこと以外は、上述の実施例K 1～K 7と同様の構成を有する光ファイバケーブルを作製した。この比較例K 1の変形量 C_a 、変形率 C_r 、縦横比 A_2 、及び、復元率 R_r は、下記の表11に示す値であった。

[0137]

[表11]

表 1 1

項目	実施例 K 1	実施例 K 2	実施例 K 3	実施例 K 4	実施例 K 5	実施例 K 6	実施例 K 7	比較例 K 1
光ファイバ	250 μ mファイバ							
ファイバ心数[本]	144	144	144	144	144	144	144	144
変形後の縦横比 A_1 [-]	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1
変形量 C_a [mm]	1.02	0.85	0.69	0.53	0.39	0.25	0.12	0.00
変形率 C_r [%]	16.4	13.7	11.1	8.6	6.3	4.1	2.0	0.0
解放後の縦横比 A_2 [-]	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.95	0.99	1.00
復元率 R_r [%]	140	131	123	116	109	106	104	100
伝送特性	B	A	A	A	A	A	A	A
引き裂き作業性	A	A	A	A	A	B	C	D

[0138] <実施例L 1～L 7>

実施例L 1～L 7では、光ファイバテープ心線に代えて光ファイバ素線を用いた288心のケーブル本体を備えた、図1に示すような光ファイバケーブルを作製した。ケーブル本体を構成する光ファイバとして、250 μ mの直径を有する光ファイバを用いた。この実施例L 1～L 7でも、ケーブル本体を真円状から楕円状に変形させた。この際に、それぞれの実施例L 1～L 7の縦横比 A_1 の値が、0.65、0.7、0.75、0.8、0.85、0.9、0.95となるように、加圧ローラの押圧力を調整した。この実施例L 1～L 7の変形量 C_a 、変形率 C_r 、縦横比 A_2 、及び、復元率 R_r は、下記の表12に示す値であった。

[0139] <比較例L 1>

比較例L 1では、補強シート及びケーブル本体を変形させなかったこと以外は、上述の実施例L 1～L 7と同様の構成を有する光ファイバケーブルを作製した。この比較例L 1の変形量 C_a 、変形率 C_r 、縦横比 A_2 、及び、復元率 R_r は、下記の表12に示す値であった。

[0140]

[表12]

表 1 2

項目	実施例 L 1	実施例 L 2	実施例 L 3	実施例 L 4	実施例 L 5	実施例 L 6	実施例 L 7	比較例 L 1
光ファイバ	250 μ mファイバ							
ファイバ心数[本]	288	288	288	288	288	288	288	288
変形後の縦横比 A_1 [-]	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1
変形量 C_a [mm]	1.34	1.11	0.90	0.70	0.51	0.33	0.16	0.00
変形率 C_r [%]	17.4	14.4	11.7	9.1	6.6	4.3	2.1	0.0
解放後の縦横比 A_2 [-]	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.95	0.99	1.00
復元率 R_r [%]	140	131	123	116	109	106	104	100
伝送特性	B	A	A	A	A	A	A	A
引き裂き作業性	A	A	A	A	A	B	C	D

[0141] <実施例M 1 ~ M 7>

実施例M 1 ~ M 7では、光ファイバテープ心線に代えて光ファイバ素線を用いた864心のケーブル本体を備えた、図1に示すような光ファイバケーブルを作製した。ケーブル本体を構成する光ファイバとして、250 μ mの直径を有する光ファイバを用いた。この実施例M 1 ~ M 7でも、ケーブル本体を真円状から楕円状に変形させた。この際に、それぞれの実施例M 1 ~ M 7の縦横比 A_1 の値が、0.65、0.7、0.75、0.8、0.85、0.9、0.95となるように、加圧ローラの押圧力を調整した。この実施例M 1 ~ M 7の変形量 C_a 、変形率 C_r 、縦横比 A_2 、及び、復元率 R_r は、下記の表13に示す値であった。

[0142] <比較例M 1>

比較例M 1では、補強シート及びケーブル本体を変形させなかったこと以外は、上述の実施例M 1 ~ M 7と同様の構成を有する光ファイバケーブルを作製した。この比較例M 1の変形量 C_a 、変形率 C_r 、縦横比 A_2 、及び、復元率 R_r は、下記の表13に示す値であった。

[0143]

[表13]

表 1 3

項目	実施例 M 1	実施例 M 2	実施例 M 3	実施例 M 4	実施例 M 5	実施例 M 6	実施例 M 7	比較例 M 1
光ファイバ	250 μ mファイバ							
ファイバ心数[本]	864	864	864	864	864	864	864	864
変形後の縦横比 A_1 [-]	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1
変形量 C_a [mm]	2.12	1.76	1.43	1.11	0.81	0.53	0.26	0.00
変形率 C_r [%]	18.6	15.5	12.5	9.7	7.1	4.6	2.2	0.0
解放後の縦横比 A_2 [-]	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.95	0.99	1.00
復元率 R_r [%]	140	131	123	116	109	106	104	100
伝送特性	B	A	A	A	A	A	A	A
引き裂き作業性	A	A	A	A	A	B	C	D

[0144] <伝送特性の評価>

上記の実施例 A 1 ~ M 7 及び比較例 A 1 ~ M 1 に対して、伝送特性の評価を行った。この伝送特性の評価では、“Telcordia Technologies Generic Requirements GR-20-CORE, issue 4, July 2013”における“Temperature cycling”の規定に従って、実施例 A 1 ~ M 7 及び比較例 A 1 ~ M 1 の光ファイバケーブルを -40°C ~ $+70^{\circ}\text{C}$ の範囲で 2 サイクル温度変化させ、 $1.55\ \mu\text{m}$ の測定波長における最大損失変動量を測定した。この伝送特性評価では、最大損失変動量が $0.15\ \text{dB/km}$ 以下であった場合には、結果が極めて良好であるとして「A」と評価し、最大損失変動量が $0.15\ \text{dB/km}$ を超えているが、結果が十分である場合には「B」と評価した。その結果を上記の表 1 ~ 表 1 3 に示す。

[0145] 変形前のケーブル本体 1 0 に対する変形後のケーブル本体 1 0 の変形率 C_r が 16.2% を超えている実施例 A 1 ~ M 1 では、この伝送特性評価における最大損失変動量が $0.15\ \text{dB/km}$ を超えていた。これは、ケーブル本体の押し潰しにより光ファイバを圧迫したためと考えられる。また、この実施例 A 1 ~ M 1 では、変形後のケーブル本体に対する解放後のケーブル本体の復元率 R_r が 131% を超えていた。

[0146] これに対し、変形率 C_r が 16.2% 以下である実施例 A 2 ~ M 7 及び比較例 A 1 ~ M 1 では、伝送特性評価における最大損失変動量が $0.15\ \text{dB}$

／km以下であった。また、この実施例A2～M7及び比較例A1～M1では、復元率 R_r が131%以下であった。これらのことから、変形率 C_r は16.2%以下であること($C_r \leq 16.2\%$)が好ましく、また、復元率は131%以下であること($R_r \leq 131\%$)が好ましいことが確認された。

[0147] <引き裂き作業性の評価>

また、上記の実施例A1～M7及び比較例A1～M1に対して、リップコードを用いて補強シート及び外側シースを引き裂く作業の作業性の評価を行った。この引き裂き作業性の評価では、引き裂き作業をスムーズに行えた場合には、結果が極めて良好であるとして「A」と評価し、少し時間を要したが引き裂き作業を行えた場合には、結果が良好であるとして「B」と評価し、引き裂き作業に長時間を要した場合には、結果が十分であるとして「C」と評価し、引き裂き作業が行えなかった場合には、結果が不十分であるとして「D」と評価した。その結果を上記の表1～表13に示す。

[0148] 変形前のケーブル本体10に対する変形後のケーブル本体10の変形率 C_r が4.1%未満である実施例A7～M7及び比較例A1～M1では、この引き裂き作業性の評価が「C」又は「D」であった。これは、ケーブル本体と補強シートとの間でリップコードが移動したためと考えられる。また、この実施例A7～M7及び比較例A1～M1では、変形後のケーブル本体に対する解放後のケーブル本体の復元率 R_r が106%未満であった。

[0149] これに対し、変形率 C_r が4.1%以上である実施例A1～M6では、この引き裂き作業性の評価が「A」又は「B」であった。また、この実施例A1～M6では、復元率 R_r が106%以上であった。これらのことから、変形率 C_r は4.1%以上であること($C_r \geq 4.1\%$)が好ましく、また、復元率は106%以上であること($R_r \geq 106\%$)が好ましいことが確認された。

符号の説明

[0150] 1…光ファイバケーブル

- 1 0…ケーブル本体
 - 2 0…光ファイバ集合体
 - 2 1…光ファイバ
 - 2 2…押さえ巻きテープ
 - 2 3…リップコード
 - 3 0…内側シース
 - 4 0…押さえ巻きテープ
- 5 0 A, 5 0 B…リップコード
- 6 0…補強シート
 - 6 1…第 1 の端部
 - 6 2…第 2 の端部
 - 6 3…ラップ部
 - 6 5…空間
- 7 0…外側シース
- 8 0 A～8 0 D…テンションメンバ
- 1 0 0…製造装置
 - 1 1 0…成形機
 - 1 2 0…押圧機
 - 1 2 1…加圧ローラ
 - 1 3 0…押出機

請求の範囲

- [請求項1] 光ファイバを備えるケーブル本体と、
前記ケーブル本体を収容する保護層と、
前記ケーブル本体と前記保護層との間に形成された空間に配置されたリップコードと、を備えた光ファイバケーブルであって、
前記保護層は、前記ケーブル本体の内側に向かった前記ケーブル本体の弾性変形を保持した状態で、前記ケーブル本体と部分的に接触している光ファイバケーブル。
- [請求項2] 請求項1に記載の光ファイバケーブルであって、
下記の(1)式を満たす光ファイバケーブル。
$$45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ \quad \dots \quad (1)$$

但し、上記の(1)式において、 θ は、前記光ファイバケーブルの中心と前記リップコードとを通過する仮想直線と、前記弾性変形の方法との交差角である。
- [請求項3] 請求項1又は2に記載の光ファイバケーブルであって、
前記空間の前記光ファイバケーブルの径方向の距離は、前記リップコードの外径以下である光ファイバケーブル。
- [請求項4] 請求項1に記載の光ファイバケーブルであって、
前記空間の前記光ファイバケーブルの径方向の距離は、前記リップコードの外径以下であり、
前記リップコードと前記弾性変形の方法とは、前記光ファイバケーブルの周方向において重複している光ファイバケーブル。
- [請求項5] 請求項1～4のいずれか一項に記載の光ファイバケーブルであって、
、
前記光ファイバケーブルの延在方向に対して直交する断面において、前記保護層の内周面における短軸の部分と、前記ケーブル本体の外周面における短軸の部分とが接触している光ファイバケーブル。
- [請求項6] 請求項1～5のいずれか一項に記載の光ファイバケーブルであって

、
前記保護層は、
前記ケーブル本体の外周を覆う補強シートと、
前記補強シートの外周を覆うシースと、を備え、
前記補強シートは、前記ケーブル本体と部分的に接触している光ファイバケーブル。

[請求項7]

請求項6に記載の光ファイバケーブルであって、
前記補強シートは、前記補強シートの端部同士が重なったラップ部を有しており、
前記ラップ部と前記リップコードとは、前記光ファイバケーブルの周方向において相互にずれている光ファイバケーブル。

[請求項8]

請求項1～7のいずれか一項に記載の光ファイバケーブルであって、
、
前記保護層における前記ケーブル本体との接触部分の前記径方向の厚さは、前記保護層における他の部分の前記径方向の厚さよりも厚い光ファイバケーブル。

[請求項9]

請求項1～8のいずれか一項に記載の光ファイバケーブルであって、
、
無負荷状態の前記ケーブル本体に対する前記ケーブル本体の変形率 C_r は、下記の(2)式を満たす光ファイバケーブル。

$$4.1\% \leq C_r \leq 16.2\% \quad \dots \quad (2)$$

[請求項10]

請求項1～9のいずれか一項に記載の光ファイバケーブルであって、
、
前記ケーブル本体に対する無負荷状態の前記ケーブル本体の復元率 R_r は、下記の(3)式を満たす光ファイバケーブル。

$$106\% \leq R_r \leq 131\% \quad \dots \quad (3)$$

[請求項11]

請求項1～10のいずれか一項に記載の光ファイバケーブルであって、

前記保護層は、前記光ファイバケーブルの延在方向に沿って延在する溝が形成されていない内周面を有する光ファイバケーブル。

[請求項12] 請求項1～11のいずれか一項に記載の光ファイバケーブルであって、

前記ケーブル本体は、前記光ファイバケーブルの延在方向に沿って延在する溝が形成されていない外周面を有する光ファイバケーブル。

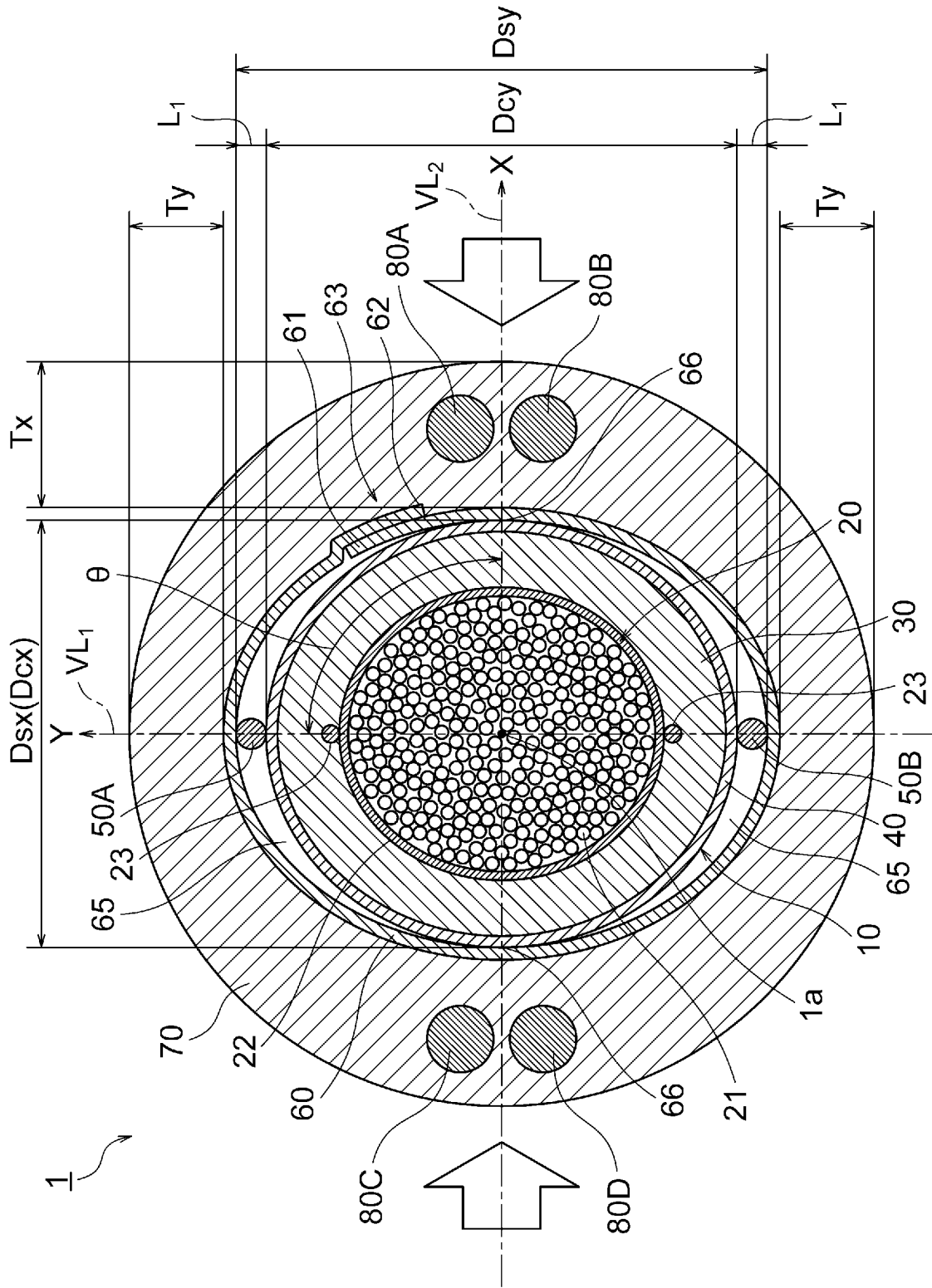
[請求項13] 光ファイバを備えるケーブル本体を準備する第1の工程と、
前記ケーブル本体の外周面に沿うようにリップコードを配置する第2の工程と、

前記ケーブル本体と前記リップコードを保護層に收容すると共に、前記ケーブル本体を押圧して変形させる第3の工程と、を備えた光ファイバケーブルの製造方法。

[請求項14] 請求項13に記載の光ファイバケーブルの製造方法であって、
前記保護層は、
前記ケーブル本体の外周を覆う補強シートと、
前記補強シートの外周を覆うシースと、を備え、
前記第3の工程は、前記ケーブル本体と前記リップコードを前記補強シートに收容した後に、前記光ファイバケーブルの径方向の中で前記リップコードと重複しない方向に前記補強シートを押圧することで、前記ケーブル本体を変形させることを含む光ファイバケーブルの製造方法。

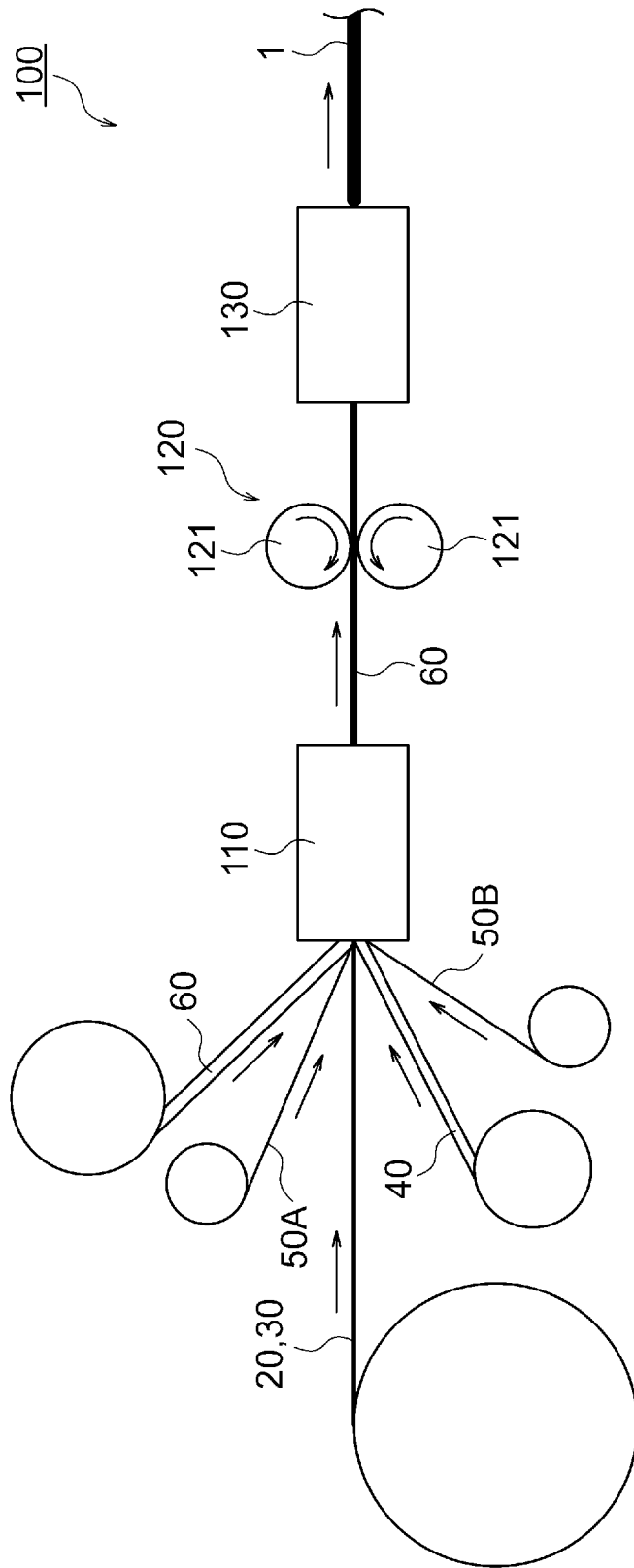
[図1]

1



[図2]

図 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/005821

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G02B 6/44</i> (2006.01)i FI: G02B6/44 366; G02B6/44 381; G02B6/44 391		
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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024		
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 A	JP 2020-106686 A (FUJIKURA LTD.) 09 July 2020 (2020-07-09) paragraphs [0010]-[0026], [0031]-[0038], fig. 1-3	1-2, 5-13 3-4, 14
P, X	EP 4206771 A1 (STERLITE TECHNOLOGIES LIMITED) 05 July 2023 (2023-07-05) paragraphs [0049]-[0064], fig. 1-3	1, 3-7, 11-13
A	JP 2012-93527 A (OCC CORP.) 17 May 2012 (2012-05-17) fig. 2	1-14
A	WO 2020/166369 A1 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 20 August 2020 (2020-08-20) entire text, all drawings	1-14
A	CN 210640049 U (JIANGSU DICHENG CABLE CO., LTD.) 29 May 2020 (2020-05-29) entire text, all drawings	1-14
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 12 April 2024		Date of mailing of the international search report 07 May 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/JP2024/005821

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2020-106686 A	09 July 2020	(Family: none)	
EP 4206771 A1	05 July 2023	(Family: none)	
JP 2012-93527 A	17 May 2012	(Family: none)	
WO 2020/166369 A1	20 August 2020	US 2022/0155547 A1 EP 3926377 A1 CN 113366358 A	
CN 210640049 U	29 May 2020	(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: G02B6/44 366; G02B6/44 381; G02B6/44 391		
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 1971-2024年 日本国実用新案登録公報 1996-2024年 日本国登録実用新案公報 1994-2024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 A	JP 2020-106686 A (株式会社フジクラ) 09.07.2020 (2020-07-09) 段落[0010]-[0026], [0031]-[0038], 図1-3	1-2, 5-13 3-4, 14
P, X	EP 4206771 A1 (STERLITE TECHNOLOGIES LIMITED) 05.07.2023 (2023-07-05) 段落[0049]-[0064], 図1-3	1, 3-7, 11-13
A	JP 2012-93527 A (株式会社オーシーシー) 17.05.2012 (2012-05-17) 図2	1-14
A	WO 2020/166369 A1 (日本電信電話株式会社) 20.08.2020 (2020-08-20) 全文, 全図	1-14
A	CN 210640049 U (JIANGSU DICHENG CABLE CO., LTD.) 29.05.2020 (2020-05-29) 全文, 全図	1-14
<input 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、一般的技術水準を示すもの “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “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 12.04.2024	国際調査報告の発送日 07.05.2024	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 野口 晃一 2L 5708 電話番号 03-3581-1101 内線 3295	

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/005821

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2020-106686 A	09.07.2020	(ファミリーなし)	
EP 4206771 A1	05.07.2023	(ファミリーなし)	
JP 2012-93527 A	17.05.2012	(ファミリーなし)	
WO 2020/166369 A1	20.08.2020	US 2022/0155547 A1 EP 3926377 A1 CN 113366358 A	
CN 210640049 U	29.05.2020	(ファミリーなし)	