(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
2017 年 6 月 8 日(08.06.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/094560 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 6/44 (2006.01) *C03C 25/24* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/084554

(22) 国際出願日: 2016 年 11 月 22 日(22.11.2016)

(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 2015-234441 2015 年 12 月 1 日(01.12.2015) JP

(71) 出願人: 古河電気工業株式会社 (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目２番３号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 田中 広樹 (TANAKA, Hiroki); 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目２番３号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 星野 豊 (HOSHINO, Yutaka); 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目２番３号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 渡辺 広大 (WATANABE, Hirotaka); 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目２番３号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 新子谷 悦宏 (ARASHITANI, Yoshihiro); 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目２番３号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 横溝 健二 (YOKOMIZO, Kenji); 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目２番３号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 石村 友洋 (ISHIMURA, Tomohiro); 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目２番３号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 秦 正則 (HATA, Masanori); 〒1690075 東京都新宿区高田馬場１丁目１７番１８号 菱川ビル５Ｆ Tokyo (JP).

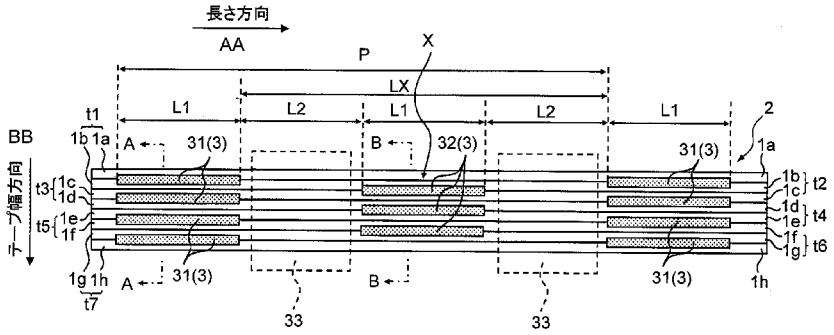
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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

[続葉有]

(54) **Title**: OPTICAL FIBER RIBBON CORE-WIRE AND OPTICAL FIBER CABLE

(54) 発明の名称 : 光ファイバテープ心線及び光ファイバケーブル



AA Length direction
BB Ribbon width direction

(57) **Abstract**: [Problem] To provide an optical fiber ribbon core-wire and an optical fiber cable with which it is possible to prevent cracks in a connection part that occur upon repeated squeezing as an optical fiber cable and separation between a color coated optical fiber and the connection part, while maintaining the advantages of an optical fiber ribbon core-wire and without losing the cable characteristics during high density mounting. [Solution] An optical fiber ribbon core-wire 2 is formed by intermittent connection in the length direction by intermittent connection parts 3. A polyol having a weight-average molecular weight of 3000 to 4000 is included in a specific range in the entirety of the intermittent connection parts 3, and the Young's modulus at 23°C of the intermittent connection parts 3 is set to a specific range. Due to this configuration, provided is the optical fiber ribbon core-wire 2 and an optical fiber cable comprising the optical fiber ribbon core-wire 2, with which, when multiple optical fiber ribbon core-wires 2 are grouped together as a unit to form an optical fiber cable, it is possible to prevent cracks in the intermittent connection parts 3 that occur upon repeated squeezing as a cable and separation between a color coated optical fiber 1 and the intermittent connection parts 3, while maintaining the advantages of the optical fiber ribbon core-wire 2.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/094560 A1

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)）

【課題】光ファイバテープ心線のメリットを維持しつつ、光ファイバケーブルとして繰り返しのしごきを受けた場合における連結部の割れや、光ファイバ着色心線と連結部との剥離の発生を防止し、高密度実装時のケーブル特性を損なうことがない光ファイバテープ心線及び光ファイバケーブルを提供する。【解決手段】本発明は、間欠連結部３によって長さ方向に間欠的に連結されてなる光ファイバテープ心線２における間欠連結部３について、重量平均分子量が３０００～４０００のポリオールを間欠連結部３全体に対して特定の範囲で含有させ、また、２３℃でのヤング率を特定の範囲としている。したがって、光ファイバテープ心線２をまとめてユニット化、光ファイバケーブルとした場合に、光ファイバテープ心線２のメリットを維持しつつ、ケーブルとして繰り返しのしごきを受けた場合における間欠連結部３の割れや、光ファイバ着色心線１と間欠連結部３との剥離の発生を防止することが可能な光ファイバテープ心線２及び当該光ファイバテープ心線２を備えた光ファイバケーブルを提供する。

明　細　書

発明の名称 ： 光ファイバテープ心線及び光ファイバケーブル

技術分野

[0001] 本発明は、光ファイバテープ心線及び光ファイバケーブルに関する。さらに詳しくは、隣接する光ファイバ着色心線が、間欠連結部によって長さ方向に間欠的に連結されてなる光ファイバテープ心線及び当該光ファイバテープ心線を備えた光ファイバケーブルに関する。

背景技術

[0002] 近年、インターネットの普及に伴い、光ファイバを一般家庭に直接引き込んで高速通信サービスを実現するＦＴＴＨ（Ｆｉｂｅｒ　Ｔｏ　Ｔｈｅ　Ｈｏｍｅ）が急速に拡大している。一般に、ＦＴＴＨに用いられる光ファイバケーブルには、複数本の光ファイバテープ心線（以下、「テープ心線」とする場合がある。）が束ねられて収容されている。この光ファイバケーブルからＦＴＴＨの利用者宅に光ファイバを引き落とすには、光ファイバケーブルを中間分岐して所望のテープ心線を取り出し、このテープ心線から単心線を分離して取り出す必要がある。

[0003] そこで、容易に単心分離できるとともに光ファイバケーブルの細径化・高密度化を実現すべく、種々の光ファイバテープ心線が提案されている（例えば、特許文献１等を参照。）。光ファイバテープ心線とは、光ファイバに紫外線硬化樹脂等により保護被覆を施した光ファイバ心線を複数本平面状に配し、紫外線硬化樹脂等からなる連結部で連結一体化したものである。

[0004] 現在は、４心、８心、１２心、２４心等の光ファイバテープ心線が使用されており、配線された光ファイバとしてコンパクトな構成をとることができ、光ファイバケーブルとした場合に、ケーブルの細径化・高密度化を図ることができる。

[0005] 例えば、特許文献１では、隣接する光ファイバ同士を長さ方向（長手方向）に間欠的に連結し、テープ幅方向に隣接する連結部が重ならないように交

互に配置している。このように、隣接する光ファイバ同士を長さ方向に間欠的に連結してテープ心線とすることで、複数本のテープ心線を束ねるときに形状変化しやすくなるので、光ファイバケーブルの細径化・高密度化を図ることができる。また、テープ心線には非連結部（単心部）が存在するので、専用の工具なしで比較的容易に分離することができる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許第５１１７５１９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] ４心、８心、１２心、２４心等の光ファイバテープ心線は、複数でまとめてユニット化した後に、光ファイバケーブルとなって使用される。光ファイバケーブルが繰り返しのしごきや曲げ（以下、単に「しごき」とする場合がある。）を受けた場合、内部にある光ファイバ着色心線とその連結部（接着部）には引張応力や曲げ応力が発生するため、連結部に割れが生じたり、光ファイバ着色心線と連結部で剥離が発生したりする場合があった。

[0008] 本発明は、前記の課題に鑑みてなされたものであり、中間分岐を確実に実行できるとともに一括接続時の作業性を確保できるという光ファイバテープ心線のメリットを維持しつつ、光ファイバケーブルとして繰り返しのしごきを受けた場合における連結部の割れや、光ファイバ着色心線と連結部との剥離の発生を防止し、高密度実装時のケーブル特性を損なうことがない光ファイバテープ心線及び光ファイバケーブルを提供する。

課題を解決するための手段

[0009] 前記の課題を解決するために、本発明に係る光ファイバテープ心線は、光ファイバの周囲に当該光ファイバを被覆する少なくとも２の被覆層が形成され、当該被覆層のうち最外層が着色されて構成される光ファイバ着色心線を並列に配置し、隣接する前記光ファイバ着色心線が、間欠連結部によって長

さ方向に間欠的に連結されてなる光ファイバテープ心線であって、前記間欠連結部が、重量平均分子量が３０００～４０００のポリオールを前記間欠連結部全体に対して２０～３０質量％含有し、前記間欠連結部の２３℃でのヤング率が、４０ＭＰａを超えて１７０ＭＰａ未満であることを特徴とする。

[0010] 本発明に係る光ファイバテープ心線は、前記した本発明において、前記光ファイバ着色心線のウィルヘルミ法にて算出した、純水に対する前進接触角αと後退接触角βとの差であるヒステリシス値（α－β）が２４°を超えることを特徴とする。

[0011] 本発明に係る光ファイバテープ心線は、前記した本発明において、前記間欠連結部が含有する前記ポリオールがポリプロピレングリコールであることを特徴とする。

[0012] 本発明に係る光ファイバケーブルは、前記した本発明の光ファイバテープ心線を備えたことを特徴とする。

発明の効果

[0013] 本発明は、隣接する光ファイバ着色心線が、間欠連結部によって長さ方向に間欠的に連結されてなる光ファイバテープ心線において、間欠連結部が、重量平均分子量が３０００～４０００のポリオールを間欠連結部全体に対して特定の範囲で含有し、また、２３℃でのヤング率を特定の範囲としている。よって、複数心の光ファイバ着色心線からなるテープ心線をまとめてユニット化し、光ファイバケーブルとした場合に、中間分岐を確実に実行できるとともに一括接続時の作業性を確保できるという光ファイバテープ心線のメリットを維持しつつ、ケーブルとして繰り返しのしごきを受けた場合における間欠連結部の割れや、光ファイバ着色心線と間欠連結部との剥離の発生を防止し、高密度実装時のケーブル特性を損なうことがない光ファイバテープ心線及び当該光ファイバ着色心線を備えた光ファイバケーブルを提供する。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]光ファイバ着色心線の構造の一例を示した断面図である。

[図2]光ファイバ着色心線の構造の他の例を示した断面図である。

[図3]光ファイバテープ心線の一態様を示した正面図である。

[図4]光ファイバテープ心線の連結状態を示した図である。

[図5]光ファイバテープ心線の連結状態を示した図である。

[図6]光ファイバ着色心線の動的接触角の測定方法に関する説明図である。

[図7]光ファイバケーブルの一態様を示した図である。

[図8]光ファイバテープ心線の他の態様を示した正面図である。

[図9]光ファイバテープ心線の連結状態を示した図である。

[図10]光ファイバテープ心線の連結状態を示した図である。

[図11]光ファイバテープ心線のもう１つの態様を示した正面図である。

[図12]間欠連結部の断面形状の他の態様を示した図である。

[図13]光ファイバケーブルの他の態様を示した図である。

[図14]光ファイバケーブルの他の態様を示した図である。

[図15]光ファイバケーブルの他の態様を示した図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明の一態様を説明する。本発明に係る光ファイバテープ心線１は、光ファイバ１０の周囲に当該光ファイバ１０を被覆する少なくとも２の被覆層が形成され、かかる被覆層のうち最外層が着色されて構成される光ファイバ着色心線１を並列に配置し、隣接する光ファイバ着色心線１が、間欠連結部３によって長さ方向に間欠的に連結されて構成されている。

[0016] （Ｉ）光ファイバ着色心線１の構造：

まず、光ファイバテープ心線２を構成する光ファイバ着色心線１の一態様を説明する。図１は、光ファイバ着色心線１の構造の一例を示した断面図である。また、図２は、光ファイバ着色心線１の構造の他の例を示した断面図である。図１及び図２中、１は光ファイバ着色心線、１０は光ファイバ、１１は一次被覆層、１２は二次被覆層、１２ａは着色された二次被覆層（図２のみ）、１３は着色層（図１のみ）、をそれぞれ示す。

[0017] 図１の構成にあっては、ガラス光ファイバ等の光ファイバ１０の周囲に一次被覆層１１（プライマリ層）、一次被覆層１１の周囲に二次被覆層１２（

セカンダリ層）、二次被覆層１２の周囲に着色された着色層１３がこの順で形成されており、光ファイバ着色心線１を構成する。また、着色層１３が光ファイバ着色心線１の最外層となる。

[0018] 一方、図２の構成にあっては、光ファイバ１０の周囲に一次被覆層１１、一次被覆層１１の周囲に着色された二次被覆層１２ａがこの順で形成されており、光ファイバ着色心線１となる。また、着色された二次被覆層１２ａが光ファイバ着色心線１の最外層となる。なお、以下の説明において、光ファイバ着色心線１の最外層となる着色層１３と着色された二次被覆層１２ａとを併せて、着色層１３等とする場合がある。

[0019] （II）光ファイバテープ心線２の構造：

図３は、光ファイバテープ心線２の一態様を示した正面図である。図４及び図５は、光ファイバテープ心線２の連結状態を示した図（図４は間欠連結部３１を含む図３のＡ－Ａ断面図、図５は間欠連結部３２を含む図３のＢ－Ｂ断面図である。）である。なお、図３ないし図５では、便宜的に、８心の光ファイバ着色心線１から構成される光ファイバテープ心線２を示している。

[0020] 図３ないし図５に示すように、間欠連結型の光ファイバテープ心線２は、並列に配置された光ファイバ着色心線１について、隣接する光ファイバ着色心線１が、間欠連結部３（間欠型連結部とも呼ばれる。）によって長さ方向に間欠的に連結されてなるものである。並列に配置された光ファイバ着色心線１に間欠的に連結部（間欠連結部３）を設けることで、光ファイバ着色心線１を連結一体化し、光ファイバ着色心線１のユニット化及び取扱性を向上させ、中間分岐を確実に実行できるとともに敷設作業の簡略化や時間短縮化を図ることができる。

[0021] 図３に示す８心の光ファイバテープ心線２において、光ファイバ着色心線１ａと光ファイバ着色心線１ｂからなる１組の光ファイバ着色心線対ｔ１は、間欠連結部３１によって長さ方向（図３参照。）に間欠的に連結されている。光ファイバ着色心線対ｔ１において、隣り合う間欠連結部３１は等間隔

に設けることができ、間欠連結部３１の長さも等しくすることができる。以上については、光ファイバ着色心線１ｃと光ファイバ着色心線１ｄからなる光ファイバ着色心線対ｔ３、光ファイバ着色心線１ｅと光ファイバ着色心線１ｆからなる光ファイバ着色心線対ｔ５、光ファイバ着色心線１ｇと光ファイバ着色心線１ｈからなる光ファイバ着色心線対ｔ７、についても共通する。

[0022] これらの４組の光ファイバ着色心線対ｔ１，ｔ３，ｔ５，ｔ７においては、テープ幅方向（図３参照。）の配置が同じとなるように間欠連結部３１が設けられている。したがって、４組の光ファイバ着色心線対ｔ１，ｔ３，ｔ５，ｔ７の非連結部（間欠連結部３が形成されていない単心となる部分（単心部）で、例えば、図３の点線で囲まれる部分。）３３も、テープ幅方向から見て共通する位置となる。

[0023] また、光ファイバ着色心線１ｂと光ファイバ着色心線１ｃからなる光ファイバ着色心線対ｔ２も、間欠連結部３２によって長さ方向に間欠的に連結されている。隣り合う間欠連結部３２は等間隔に設けることができ、間欠連結部３２の長さも等しくすることができる。以上については、光ファイバ着色心線１ｄと光ファイバ着色心線１ｅからなる光ファイバ着色心線対ｔ４、光ファイバ着色心線１ｆと光ファイバ着色心線１ｇからなる光ファイバ着色心線対ｔ６、について共通する。

[0024] これらの３組の光ファイバ着色心線対ｔ２，ｔ４，ｔ６においては、テープ幅方向の配置が同じとなるように間欠連結部３２が設けられている。したがって、３組の光ファイバ着色心線対ｔ２，ｔ４，ｔ６の非連結部３３も、テープ幅方向から見て共通する位置となる。

[0025] このように、間欠連結型の光ファイバテープ心線２は、隣接する２心（２本）の光ファイバ着色心線１について、長さ方向に、間欠連結部３１，３２と非連結部３３が、それぞれ所定の長さで交互に配置されるように形成され、隣接する光ファイバ着色心線１を、間欠連結部３によって長さ方向に間欠的に連結する（例えば、図３に示した光ファイバ着色心線１ａと光ファイバ

着色心線１ｂからなる光ファイバ着色心線対ｔ１、光ファイバ着色心線１ｂと光ファイバ着色心線１ｃからなる光ファイバ着色心線対ｔ２等を参照。）。

[0026] 加えて、テープ幅方向では、図３ないし図５に示すように、間欠連結部３１，３２が形成された隣接する２心（２本）からなる光ファイバ着色心線対ｔ１～ｔ７の、間欠連結部３が形成されている部分のテープ幅方向の両側（外側）は、連結されていない構成とされる（例えば、図４に示した光ファイバ着色心線１ｃと光ファイバ着色心線１ｄからなる光ファイバ着色心線対ｔ３には、２心の光ファイバ着色心線１ｃ，１ｄを連結する間欠連結部３１が形成される一方、間欠連結部３が形成されている部分のテープ幅方向の両側（外側）は、連結されていないことになる。）。

[0027] 例えば、図３に示した８心のものであれば、光ファイバテープ心線２における間欠連結部３１，３２の長さＬ１は、概ね５～３５ｍｍとすることが好ましいが、特にこの範囲には制限されない。テープ幅方向から見て共通する位置に形成される非連結部３３の長さＬ２（図３に示すように、間欠連結部３１と長さ方向に隣接する間欠連結部３２との間の長さ）は、概ね５～１５ｍｍとすることが好ましいが、特にこの範囲には制限されない。また、光ファイバテープ心線２におけるピッチＰ（長さ方向に隣り合う間欠連結部３１から間欠連結部３１（あるいは間欠連結部３２から間欠連結部３２）の長さを指す。図３では間欠連結部３１から間欠連結部３１で示している。）は、１００ｍｍ以下とすることが好ましく、概ね２０～９０ｍｍとすることが好ましいが、特にこの範囲には制限されない。

[0028] なお、図３は、間欠連結部３がテープ幅方向から見て共通する位置に形成されている構成を示すため、非連結部３３もテープ幅方向から見て共通する位置に形成されている。一方、非連結部は、間欠連結部３が形成されていない単心となる部分（単心部）を指し、例えば、図３（及び後記する図８及び図１１）に示すＸも非連結部（長さがＬＸの非連結部Ｘ。）に該当する。ここで、１対の光ファイバ着色心線対（例えば、光ファイバ着色心線対ｔ１。

）における非連結部Ｘの長さ（２つの間欠連結部３１の間の長さ方向における長さ。）ＬＸは、概ね、１５～５５ｍｍとすることが好ましいが、特にこの範囲には制限されない。

[0029] （III）間欠連結部３：

前記した、図３等に載せた間欠連結部３は、例えば、下記の成分を硬化させて形成することができるが、本発明において、間欠連結部３を構成する成分としては、重量平均分子量（M_w）が３０００～４０００のポリオールを含有する。かかる重量平均分子量（以下、単に「分子量」とすることもある。）のポリオールは、間欠連結部３を構成する紫外線硬化樹脂の網目に反応しないで存在することができる。間欠連結部３は、紫外線硬化樹脂の稠密な網目構造にポリオールが膨潤していることになり、紫外線硬化樹脂に対して可塑剤的な役割を果たす。このように、間欠連結部３にポリオールを存在させることにより、間欠連結部３のヤング率を適度にさせるとともに、低温条件下でも間欠連結部３にしなやかさ及び伸びを付与することができる。また、表面に存在するポリオールにより、光ファイバユニット２１同士の摩擦を抑えること、及び光ファイバケーブル４（図７参照。）でのしごき試験や温度特性でのロス増を抑えることができる。

[0030] また、ポリオールの重量平均分子量が前記した範囲であれば、光ファイバ着色心線１の着色層１３の分子量より大きくなると考えられるため、着色層１３の網目を通らず、移行することもない。また、ポリオールの分子量が３０００～４０００と大きいので、ポリオールの含有量を増加させることで、間欠連結部３のヤング率をコントロールすることが可能である。

[0031] ポリオールとしては、例えば、ポリプロピレングリコール、ポリエチレングリコール、ポリテトラメチレングリコール等が挙げられるが、この中で、ポリエチレングリコールやポリテトラメチレングリコール等といった分岐構造をもたないものは、低温時に結晶化する場合があり、着色層１３と間欠連結部３との界面で結晶による曲げが発生しロス増を起こす原因になる場合がある。一方、分岐構造を有しているポリプロピレングリコールは、－６０℃

の低温でも結晶せず、前記したポリオールの効果を確実に奏することができるため、ポリオールとしてポリプロピレングリコールを使用することが好ましい。ポリプロピレングリコールはアルカリ触媒を使用しポリプロピレンオキシド（ＰＯ）を多官能アルコールに付加重合して製造されるが、反応を高めるためにエチレンオキシド（ＥＯ）を付加重合させ利用する場合があるが、エチレンオキシドを付加すると親水性が高くなることから付加物質としてポリプロピレンオキシド（ＰＯ）のみの使用が好ましい。

[0032] 間欠連結部３に含有されるポリオールの重量平均分子量は、前記したように、３０００～４０００とする。ポリオールの重量平均分子量が３０００より小さいと、ポリオールが間欠連結部３と接する着色層１３を通り抜けて移行する可能性がある。光ファイバケーブル４とした場合に、間欠連結部３に接する光ファイバケーブル４の緩衝層４２や被覆層（シース）４６に移行する場合があり、このようなポリオールの移行により、前記した効果が奏されない場合がある。

[0033] 一方、ポリオールの重量平均分子量が４０００を超えると、紫外線硬化樹脂と混合したときに粘度が上昇するため、製造時に間欠連結部３を塗布する際の塗出量が低下し、接着不良の原因になる場合がある。また、塗出量を多くするため、加熱温度を上げる等により粘度を下げることができるが、加熱温度を上昇させすぎると樹脂量が増加し、間欠連結部３の厚さが増大する要因となる場合がある。なお、ポリオールの重量平均分子量は、例えば、ゲルパーミエーションクロマトグラフ（ＧＰＣ）等の、従来公知の高分子物質の分子量分布や平均分子量分布等を測定する手法による測定値を採用すればよい。

[0034] 間欠連結部３に含有されるポリオールの含有量は、間欠連結部３全体（間欠連結部３を構成する成分全体）に対して２０～３０質量％とする。間欠連結部に対するポリオールの含有量がかかる範囲内であれば、間欠連結部３のヤング率について、４０ＭＰａを超えて１７０ＭＰａ未満の範囲内に維持しやすくなる。

[0035] 加えて、ポリオールの含有量がかかる範囲であれば、間欠連結部３の伸びを概ね３０％以上、引張強度を概ね８ＭＰａ以上に維持しやすくなり、後記するように、光ファイバ着色心線１の前進接触角から後退接触角を引いたヒステリシス値（α－β）が２４°を超えるようにすることとあわせて、しごき試験における間欠連結部３の割れ及び光ファイバ着色心線１と間欠連結部３の剥離の発生を防止することができる。ここで、「しごき試験」とは、光ファイバテープ心線２をケーブル化して、しごき（一定張力下での曲げ負荷等）を加えた際のケーブルの特性低下等の有無を評価するものである。

[0036] 一方、間欠連結部３全体に対するポリオールの含有量が２０質量％より小さいと、ユニット化した時のしなやかさ及び伸びが足りず、しごきを受けた場合において間欠連結部３の割れの発生リスクが高くなる。また、含有量が３０質量％を超えると、しごきを受けた場合において間欠連結部３と光ファイバ着色心線１との剥離を発生させる原因となる場合がある。間欠連結部３に含有されるポリオールの含有量は、間欠連結部３全体に対して、２３～３０質量％とすることが好ましい。

[0037] 間欠連結部３を構成する他の成分としては、例えば、光ファイバ１０を被覆する紫外線硬化樹脂及びその添加成分等として一般に使用される成分等を使用することができ、具体的には、オリゴマー、希釈モノマー、光開始剤、シランカップリング剤、増感剤、顔料、その他各種添加剤等を使用することができる。

[0038] オリゴマーとしては、例えば、ポリエーテル系ウレタンアクリレート、エポキシアクリレート、ポリエステルアクリレート、シリコーンアクリレート等を使用することができる。これらは１種を単独で使用してもよく、２種以上を組み合わせて使用するようにしてもよい。オリゴマーの骨格構造と分子量、及び後記する希釈モノマーの種類と添加量によって、間欠連結部３全体のヤング率やガラス転移温度（Ｔｇ）を調整することができる。後記するように、オリゴマーの分子量を小さくすることや、モノマーの官能基を増やすこと等により、ヤング率を調整することができる。

[0039] また、オリゴマーとしてポリエーテル系ウレタンアクリレートを使用する場合には、中間ブロックは、例えば、ポリプロピレングリコール、ポリエチレングリコール、ポリテトラメチレングリコール等のポリオールを使用することができるが、分岐構造を有するポリプロピレングリコールを使用することが好ましく、かかるポリプロピレングリコールを中間ブロックとし、骨格成分として、その両末端の水酸基に、芳香族系ジイソシアネートを介して、紫外線に対して反応性を有する不飽和二重結合を有するヒドロキシ化合物を結合させたオリゴマーを使用することが好ましい。

[0040] そして、ポリオールとしてポリプロピレングリコールを使用し、オリゴマーとしてポリプロピレングリコールを中間ブロックとしたオリゴマーを使用することにより、－６０℃の低温でも結晶しないため、低温時の結晶化を効率よく防止することができ好ましい。使用するオリゴマーは、重量平均分子量が５００～２５００のものを使用することが好ましく、１０００～２０００のものを使用することが特に好ましい。

[0041] 芳香族系イソシアネートとしては、例えば、トリレンジイソシアネート（ＴＤＩ）、イソフォロンジイソシアネート（ＩＰＤＩ）等の芳香族系ジイソシアネート等を使用することができる。また、ヒドロキシ系化合物としては、例えば、ヒドロキシエチルアクリレート（ＨＥＡ）等を使用することができる。

[0042] オリゴマー単独では粘度が高すぎる場合があるため、粘度調整を主目的として希釈モノマーを配合することができる。希釈モノマーとしては、例えば、単官能モノマーや、二官能モノマー、多官能モノマー等を用いることができる。

[0043] 添加可能な希釈モノマーとして、単官能モノマーにおいては、例えば、ＰＯ変性ノニルフェノールアクリレート、イソボルニルアクリレート、２－エチルヘキシルアクリレート、イソノニルアクリレート、イソデシルアクリレート、ポリエチレングリコールアクリレート、Ｎ－ビニルピロリドン、Ｎ－ビニルカプロラクタム、ラウリルアクリレート等が挙げられる。また、二官

能モノマー及び多官能モノマーとしては、１，６－ヘキサンジオールジアクリレート、ビスフェノールＡエポキシアクリレート、トリプロピレングリコールジアクリレート、トリシクロデカンジメチロールジアクリレート、ＥＯ変性ビスフェノールＡジアクリレート、ヘキサンジオールジアクリレート等が挙げられる。これらはその１種を単独で使用してもよく、その２種以上を組み合わせて使用することもできる。なお単官能モノマーは、二官能モノマー及び多官能モノマーと比較して、ヤング率を低くする効果が大きい。これは、単官能モノマーが二官能モノマー及び多官能モノマーよりも分子構造における架橋点を減らす作用が大きいためである。

[0044] 光開始剤は、紫外線を吸収するとラジカル化し、反応性オリゴマー及び反応性モノマーの不飽和二重結合を連続的に重合させることができる。光開始剤としては、例えば、アルキルフェノン系光重合開始剤やアシルフォスフィンオキサイド系光重合開始剤として１－ヒドロキシ－シクロヘキシル－フェニル－ケトン、２－ヒドロキシ－２－メチル－１－フェニル－プロパン－１－オン、２，４，６－トリメチルベンゾイル－ジフェニル－フォスフィンオキサイド、ビス（２，４，６－トリメチルベンゾイル）－フェニルフォスフィンオキサイド等を使用することができる。これらはその１種を単独で使用してもよく、または２種以上を組み合わせて使用することができる。

[0045] 増感剤としては、例えば、チオキサントン類やベンゾフェノン類等の三重項増感剤が好適で、特にチオキサントンは三重項状態の寿命が長いため効果が高く、組み合わせて使用することができる。

[0046] その他の添加可能な添加剤としては、例えば、酸化防止剤、紫外線吸収剤、ヒンダードアミン光安定剤等の光安定剤、熱重合禁止剤等の劣化防止剤、シランカップリング剤、レベリング剤、水素吸収剤、連鎖移動剤、シリコーン、滑剤等が挙げられる。

[0047] また、間欠連結部３は着色してもよい。間欠連結部３を着色する場合に添加される顔料としては、例えば、フタロシアニン、キナクリドン、ジオキザン、ベンスイミダゾロンの有機顔料、カーボンブラック、酸化チタン等の無

機顔料等が挙げられる。なお、着色成分として、顔料と、前記した材料に代表される紫外線硬化樹脂等を混合した着色材を用いるようにしてもよい。着色材の含有量は、間欠連結部３を構成する材料や、着色材に含まれる顔料の含有量や、紫外線硬化樹脂等他の成分の種類等により適宜決定すればよいが、間欠連結部３全体に対して０．５～３．０質量％とすることが好ましく、１．５～２．５質量％とすることが特に好ましい。なお、間欠連結部３を着色することにより、光ファイバテープ心線２を製造する場合に、製造ライン中で連続的に間欠連結部３と光ファイバテープ心線２の接着確認を行うことができる。

[0048] 本発明に係る光ファイバテープ心線２にあって、間欠連結部３の２３℃におけるヤング率（以下、単に「ヤング率」とする場合がある。）は、４０ＭＰａを超えて１７０ＭＰａ未満とする。２３℃でのヤング率をかかる範囲とすることにより、間欠連結部３の剛性等が適度となり、ケーブル化ないしはしごき試験を実施した場合であっても間欠連結部３に割れが生じたり、光ファイバ着色心線１と間欠連結部３で剥離が発生したりすることを防止することができる。一方、かかるヤング率が４０ＭＰａ以下であると、ケーブル化してしごきを受けた場合に、間欠連結部３と光ファイバ着色心線１の剥離を招く場合があり、ヤング率が１７０ＭＰａ以上であると、間欠連結部３の割れが生じる場合がある。光ファイバテープ心線２を構成する間欠連結部３の２３℃におけるヤング率は、４１～１４０ＭＰａとすることが好ましく、７０～１４０ＭＰａとすることが特に好ましい。

[0049] 間欠連結部３のヤング率を前記した範囲に調整するには、例えば、間欠連結部３を構成する成分等を調整することによって実施することができる。具体的には、間欠連結部３を構成するポリオールの種類、重量平均分子量や含有量、オリゴマーの種類、分子量や含有量、希釈モノマーの種類と添加量、あるいはその他の成分の種類や含有量、照射量等の紫外線硬化の条件等によって、間欠連結部３のヤング率（及びガラス転移温度（T_g））を調整することができる。

[0050] 例えば、一般的な傾向として、間欠連結部３に含有されるようなポリオールの重量平均分子量を小さくしたり、含有量を少なくしたりすることにより、ヤング率が高くなる。本発明にあっては、ポリオールの重量平均分子量や間欠連結部３全体に対する含有量を前記した範囲とすること等により、ヤング率の調整を図っている。また、オリゴマーの分子量を小さくすることや、添加する希釈モノマーの含有量や官能基を増やすことで、ヤング率を高くすることができるので、これらをパラメーターにして調整するようにしてもよい。一方、このようにすると、架橋密度が高くなり、収縮も多くなり、着色層１３等との密着性に悪影響を与える場合もあるため、バランスを考慮して調整するようにすることが好ましい。

[0051] なお、間欠連結部３のガラス転移温度（T_g）は、例えば、高温側で４０～６０℃となるようにすることが好ましく、４５～５５℃とすることが特に好ましい。

[0052] （IV）一次被覆層１１、二次被覆層１２、着色された二次被覆層１２ａ及び着色層１３：

光ファイバ１０は、様々な外的応力やそれによって発生するマイクロベンドによって伝送ロスが増加するため、そのような外的応力から光ファイバ１０を保護する必要があり、一般的には、保護層として、一次被覆層１１と二次被覆層１２との二層構造からなる被覆が施されている。一次被覆層１１は、例えば、光ファイバ１０がガラス光ファイバの場合は、ガラス光ファイバを構成する石英ガラスと接触する内層となり、比較的ヤング率の低い軟質の樹脂が用いられ、その外層には、比較的ヤング率の高い硬質の樹脂を用いた二次被覆層１２が被覆される。

[0053] 光ファイバ着色心線１の一次被覆層１１（プライマリ層）及び二次被覆層１２（セカンダリ層）の構成材料となる樹脂材料や、光ファイバ着色心線１の着色層１３の構成材料としては、前記した間欠連結部３を構成する成分として挙げた紫外線硬化樹脂及びその添加剤である、例えば、オリゴマー、希釈モノマー、光開始剤、シランカップリング剤、増感剤、顔料（及び顔料と

紫外線硬化樹脂等を混合した着色材）、滑剤等、前記した各種の添加剤等の成分を好ましく使用することができる。

[0054] オリゴマーとしては、例えば、一次被覆層１１や二次被覆層１２としては、前記した間欠連結部３を構成するのと同様の、ポリプロピレングリコールを使用したポリオールに芳香族系イソシアネートとヒドロキシエチルアクリレートを付加したオリゴマーを使用することが好ましく、中間ブロックのポリオール（ポリプロピレングリコール）の分子量を変化させることでヤング率を調整することができる。使用するオリゴマーの重量平均分子量は、一次被覆層１１として使用する場合は、１０００～４０００のものを使用することが好ましく、二次被覆層１２として使用する場合には、５００～２０００のものを使用することが好ましく、着色層１３として使用する場合は、５００～２０００のものを使用することが好ましく、着色された二次被覆層１２ａとして使用する場合には、５００～２０００のものを使用することが好ましい。

[0055] 具体的には、一次被覆層１１や二次被覆層１２としては、ポリオールとしてポリプロピレングリコールを使用し、オリゴマーとしてポリプロピレングリコールを中間ブロックとしたオリゴマーを使用することにより、－６０℃の低温でも結晶しないため、低温時の結晶化を効率よく防止することができる。芳香族系イソシアネートとしては、例えば、トリレンジイソシアネート（ＴＤＩ）、イソフォロンジイソシアネート（ＩＰＤＩ）等の芳香族系ジイソシアネート等を使用することができる。また、ヒドロキシ系化合物としては、例えば、ヒドロキシエチルアクリレート（ＨＥＡ）等を使用することができる。オリゴマー単独では粘度が高すぎる場合があるため、粘度調整を主目的として希釈モノマーを配合することができる。希釈モノマーとしては、例えば、単官能モノマーや、二官能モノマー、多官能モノマー等を用いることができる。添加可能な希釈モノマーとして、単官能モノマーにおいては、例えば、ＰＯ変性ノニルフェノールアクリレート、イソボルニルアクリレート、２－エチルヘキシルアクリレート、イソノニルアクリレート、イソデシ

ルアクリレート、ポリエチレングリコールアクリレート、Ｎ－ビニルピロリドン、Ｎ－ビニルカプロラクタム等が挙げられる。また、二官能モノマー及び多官能モノマーとしては、１，６－ヘキサンジオールジアクリレート、ビスフェノールＡエポキシアクリレート、トリプロピレングリコールジアクリレート、トリシクロデカンジメチロールジアクリレート等が挙げられる。これらはその１種を単独で使用してもよく、その２種以上を組み合わせて使用することもできる。

[0056] なお、単官能モノマーは、二官能モノマー及び多官能モノマーと比較して、ヤング率を低くする効果が大きい。これは、単官能モノマーが二官能モノマー及び多官能モノマーよりも分子構造における架橋点を減らす作用が大きいためである。光開始剤は、紫外線を吸収するとラジカル化し、反応性オリゴマー及び反応性モノマーの不飽和二重結合を連続的に重合させることができる。光開始剤としては、例えば、アルキルフェノン系光重合開始剤やアシルフォスフィンオキサイド系光重合開始剤等を使用することができる。これらはその１種を単独で使用してもよく、または２種以上を組み合わせて使用することができる。

[0057] また、着色層１３を構成するオリゴマーとしては、前記した一次被覆層１１や二次被覆層１２と同様に、ポリプロピレングリコールを使用したポリオールに芳香族系イソシアネートとヒドロキシエチルアクリレートを付加したオリゴマーを使用することが好ましく、中間ブロックのポリオール（ポリプロピレングリコール）の分子量を変化させることや、二官能モノマーや多官能モノマーを使用することでヤング率を調整することができる。また、着色層１３を構成する樹脂には、例えば、ウレタンアクリレートやヒドロキシピバリン酸ネオペンチルグリコールアクリル酸付加物等を使用することができ、加えて、ビスフェノールＡエポキシアクリレート等を添加することで、強靭性を上げることができる。なお、着色された二次被覆層１２ａが着色層１３を兼ねる場合には、かかる着色された二次被覆層１２ａをこれらの成分とするようにしてもよい。

[0058] 具体的には、オリゴマーとしては、ポリプロピレングリコールを使用したポリオールに芳香族系イソシアネートとヒドロキシエチルアクリレートを付加したオリゴマーを使用することが好ましく、中間ブロックのポリオール（ポリプロピレングリコール）の分子量を変化させることや、二官能モノマーや多官能モノマーを使用することでヤング率を調整することができる。また、例えば、オリゴマーとして、ビスフェノールＡエポキシアクリレート等を添加することで、強靭性を上げることができ、さらに、ウレタンアクリレートやヒドロキシピバリン酸ネオペンチルグリコールアクリル酸付加物等も使用することができる。さらにまた、表面のすべり性を向上させるために、変性シリコーンを添加することが好ましく、例えば、両末端型アクリル変性シリコーン片末端型アクリル変性シリコーン、側鎖端アクリル変性シリコーン等を使用することができる。光開始剤としては、例えば、２－メチル－１－（４－メチルチオフェニル）－２－モルフォリノプロパン－１－オン、２－ベンジル－２－ジメチルアミノ－１－（４－モルフォリノフェニル）－ブタノン－１、２，４－ジエチルチオキサントン、２，４，６－トリメチルベンゾイル－ジフェニル－フォスフィンオキサイド、１－ヒドロキシ－シクロヘキシル－フェニル－ケトン等を使用することができる。

[0059] なお、図２に示すように、着色された二次被覆層１２ａが光ファイバ着色心線１の最外層となるとともに、二次被覆層１２が着色層１３を兼ねる場合には、顔料や前記した着色材を二次被覆層１２に添加することにより、着色された二次被覆層１２ａとすることができる。着色層１３等における着色材の含有量は、着色層１３を構成する材料や、着色材に含まれる顔料の含有量や、紫外線硬化樹脂等他の成分の種類等により適宜決定すればよい。

[0060] 本発明にあって、光ファイバ着色心線１は、ウィルヘルミ（Ｗｉｌｈｅｌｍｙ）法にて算出される、純水に対する前進接触角αと後退接触角β（動的接触角）との差（α－β）で得られるヒステリシス値（α－β）が２４°を超えることが好ましい。光ファイバ着色心線１のヒステリシス値が２４°を超えることにより、光ファイバ着色心線１の表面が、連結対象（間欠連結部

３）と密着しやすくなり、光ファイバ着色心線１と間欠連結部３が強固に接合・連結される。よって、光ファイバテープ心線２をケーブル化して繰り返しのしごきを受けた場合における、光ファイバ着色心線１と間欠連結部３との剥離等の発生を防止することができる。一方、光ファイバ着色心線１のヒステリシス値が２４°以下である場合には、光ファイバ着色心線１の表面が滑りやすくなる場合があり、光ファイバ着色心線１と間欠連結部３との剥離等が発生する場合がある。

[0061] 前進接触角αと後退接触角βといった、光ファイバ着色心線１の動的接触角の測定は、例えば、所定の条件（例えば、温度２３℃、湿度５５％等。）で、光ファイバ着色心線１を純水に進入、後退させるときの力を測定して、液体の表面自由エネルギーから接触角を求めるようにすればよい。図６は光ファイバ着色心線１の動的接触角の測定方法についての説明図である。測定対象の光ファイバ着色心線１は、図示しない両面テープを用いて図示しない自動表面張力計のプローブ部に固定されている。この光ファイバ着色心線１を、表面張力が既知の純水に一定速度で浸漬していくときの接触角を前進接触角αとし、逆に、液体から一定速度で引き上げるときの接触角を後退接触角βとする。

[0062] ここで、前進接触角αは濡れ（ぬれ）易さを示し、後退接触角βははじき易さを示すことになり、この角度の差がヒステリシス値（α－β）となり、表面状態変化を示す。ヒステリシス値は極性、非極性の移動のしやすさであり、一般に、ヒステリシス値が高いと、その表面が滑りにくくなり、密着対象物と密着しやすくなると考えられる。

[0063] また、動的接触角の差（α－β）で表されるヒステリシス値を調整する手段としては、例えば、光ファイバ着色心線１の最外層（着色層１３や着色された二次被覆層１２ａ）の硬化処理時の紫外線照射量、照度、酸素濃度雰囲気等を制御することで実施することが可能である。

[0064] 一定の照度条件下では、動的接触角の差（α－β）で表されるヒステリシス値は、硬化時の酸素濃度が高くなるにつれて大きくなる傾向がある。また

一定の酸素濃度下では、ヒステリシス値は、硬化時の照射量が小さくなる（あるいは、照度を低くする）につれて大きくなる傾向がある。高酸素濃度の雰囲気下で硬化させた紫外線硬化性樹脂組成物の表面には、酸素阻害による紫外線硬化性樹脂組成物の未反応基（非極性基）及び酸素の取り込みにより生成した水酸基（極性基）が存在すると考えられる。また、照射量が小さい場合等にも、表面に紫外線硬化性樹脂組成物の未反応基が存在すると考えられる。これらの表面状態は周囲の環境によっても変わり、空気中では非極性基（未反応基）が表面を覆い、水中では逆に極性基（水酸基）が表面へ移動すると考えられる。酸素濃度が高かったり、紫外線の照射量が低かったり（照度が低かったり）、硬化温度が低い場合には、表面硬化度が低下することになる。

[0065] このような状態であれば、前進接触角は高くなり濡れ難い、後退接触角は低くなりはじき難くなっていることを示している。例えば、酸素濃度を０．０１～５％にすることで表面の二重結合を残した状態で、光ファイバ着色心線１に対して間欠連結部３（の構成材料）を塗布し硬化させることで、着色層１３等の表面と間欠連結部３とを強固に結合することになる。

[0066] 以上から、良好な密着力等を得るためには、動的接触角の差（α－β）で表されるヒステリシス値が２４°を超えるようにし、そのためには着色層１３等の硬化時の酸素濃度を適度に高くしたり、紫外線照射量を適度に小さくしたりする（照度を適度に小さくする）ことが有効であると考えられる。

[0067] 一方、これらの操作により着色層１３等を構成する材料の表面硬化性を下げすぎると、光ファイバ着色心線１の表面が軟らかくなり傷つきやすくなる問題が生じ、また着色層１３等の摩擦力が高くなってしまうことから、光ファイバ着色心線１をボビンに巻き取る際に巻き取り不良等が発生する場合がある。このような巻き取り不良等を防止することを考慮すれば、動的接触角の差（α－β）であるヒステリシス値は、２４°を超えるようにしつつ、２５°～６０°とすることがさらに好ましく、２５°～４０°とすることが特に好ましい。

[0068] なお、光ファイバ着色心線１のヒステリシス値については、前記の要因のほか、光ファイバ着色心線１の最外層（着色層１３あるいは着色された二次被覆層１２ａ）の構成材料（例えば、シリコーンや光開始剤等。）や、紫外線の照度、製造温度等によっても調整することができる。

[0069] 前進接触角及び後退接触角は、液体として純水を用いる場合、純水の表面張力を７２．８として、ウィルヘルミ法により算出される。ウィルヘルミ法の詳細については、例えば、「ぬれ技術ハンドブック～基礎・測定評価・データ」（石井淑夫他著、（株）テクノシステム、２００１年１０月２５日、ｐ．６～ｐ．９、ｐ．４８３～ｐ．４８５等。）に記載されている。また、動的接触角を測定する測定器としては、自動表面張力計（Ｋ１００、ＫＲＵＳＳ社製）等を用いることができる。

[0070] なお、光ファイバ着色心線１の表面状態は、周囲の環境によっても変化するため、光ファイバ着色心線１の表面状態は、動的接触角の測定前に、温度２３℃、湿度５５％の環境下で状態調整を行うことが好ましい。

[0071] 光ファイバ着色心線１を構成する一次被覆層１１の２３℃のヤング率は、概ね０．３～１．５ＭＰａとすることが好ましい。また、二次被覆層１２の２３℃におけるヤング率は、概ね５００～１５００ＭＰａとすることが好ましい。着色層１３の２３℃のヤング率は、概ね１０００～２５００ＭＰａの範囲内とすることが好ましい。なお、二次被覆層１２が着色層１３を兼ねる場合にはかかる着色された二次被覆層１２ａの２３℃におけるヤング率は、５００～１５００ＭＰａとすることが好ましい。

[0072] 光ファイバ着色心線１における各層の外径は、光ファイバ素線（後記参照）としての特性を維持するために、一般に、光ファイバ１０の外径は８０μｍ～１２５μｍ、一次被覆層１１の外径は１２０μｍ～２００μｍ、二次被覆層１２の外径は１６０μｍ～２４２μｍ、着色層１３の外径は１７３μｍ～２５５μｍの範囲内とすることが好ましい。また、図２に示すように、二次被覆層１２が着色層１３を兼ねるような構成の場合、着色された二次被覆層１２ａは、外径を１６０μｍ～２５５μｍの範囲内とすることが好ましい

。

[0073] （Ｖ）光ファイバテープ心線２の製造方法：

本発明に係る光ファイバテープ心線２の製造方法の一例を説明する。なお、以下において、光ファイバ１０としてガラス光ファイバ１０を例に挙げて説明し、一次被覆層１１と二次被覆層１２とが被覆された石英ガラス製光ファイバ（ガラス光ファイバ１０）を光ファイバ素線とよんでいる。

[0074] 光ファイバ着色心線１を製造するには、例えば、まず、石英ガラスを主成分とするプリフォームを線引炉によって加熱溶融して、石英ガラス製光ファイバ（ガラス光ファイバ１０）とする。次に、このガラス光ファイバ１０にコーティングダイスを用いて液状の紫外線硬化樹脂を含む成分を塗布し、続いて、紫外線照射装置（ＵＶ照射装置）で塗布された紫外線硬化樹脂を含む成分に紫外線を照射してかかる成分を硬化させる。このようにして、ガラス光ファイバ１０に一次被覆層１１と二次被覆層１２が被覆された光ファイバ素線が製造される。線引き後、ガラス光ファイバ１０の外周に直ちに紫外線硬化樹脂を含む成分を被覆して一次被覆層１１及び二次被覆層１２を形成することにより、得られる光ファイバ素線の強度低下を防止することができる。

[0075] 次工程において、得られた光ファイバ素線の外周に着色層１３を被覆することにより、光ファイバ着色心線１が製造される。なお、前記したように、二次被覆層１２に着色することで、最外層が着色された二次被覆層１２ａとした光ファイバ着色心線１とするようにしてもよい。また、最外層（着色層１３や着色された二次被覆層１２ａ）におけるヒステリシス値が所定の範囲となるように、硬化処理時の紫外線照射量、照度、酸素濃度雰囲気等を制御することが好ましい。

[0076] そして、得られた光ファイバ着色心線１を、所望の本数並べて、前記した間欠連結部３を構成する材料を所定のパターンで塗布し、所定の条件で硬化させることにより間欠連結部３を形成し、光ファイバテープ心線２を得ることができる。

[0077] 光ファイバテープ心線２の製造は、例えば、複数本の光ファイバ着色心線１を集合させて並列する整列手段と、外周の一部に間欠連結部３の構成材料を間欠的に塗布可能な塗布ロールと、を有するような図示しない製造装置を用いて行うようにしてもよい。そして、複数本の光ファイバ着色心線１を、それぞれの塗布ロールに接触させて、光ファイバ着色心線１の側面に間欠連結部３の構成材料を間欠的に塗布する一方、整列手段で、側面に間欠連結部３を構成する材料が塗布された光ファイバ着色心線１の側面同士が接触するように整列し、前記した構成材料を紫外線照射等で硬化させることにより、間欠連結部３で光ファイバ着色心線１同士を間欠的に連結して、光ファイバテープ心線２を得るようにすればよい。

[0078] （VI）発明の効果：

以上説明した本発明に係る光ファイバテープ心線２は、間欠連結部３によって長さ方向に間欠的に連結されてなる光ファイバテープ心線２における間欠連結部３について、重量平均分子量が３０００～４０００のポリオールを間欠連結部３全体に対して特定の範囲で含有させ、また、間欠連結部３の２３℃でのヤング率を特定の範囲としているので、光ファイバ着色心線１の４心、８心、１２心及び２４心等をまとめた光ファイバテープ心線２をユニット化、光ファイバケーブル４とした場合に、中間分岐を確実に実行できるとともに一括接続時の作業性を確保できるという光ファイバテープ心線２のメリットを維持しつつ、光ファイバケーブル４として繰り返しのしごきを受けた場合における間欠連結部３の割れや、光ファイバ着色心線１と間欠連結部３との剥離の発生を防止し、高密度実装時のケーブル特性を損なうことがない光ファイバテープ心線２となる。

[0079] そして、本発明に係る光ファイバテープ心線２を備えた光ファイバケーブル４は、前記した光ファイバテープ心線２が奏する効果を享受し、内蔵される光ファイバテープ心線２の中間分岐を確実に実行できるとともに一括接続時の作業性を確保できるとともに、繰り返しのしごきを受けた場合における間欠連結部３の割れや、光ファイバ着色心線１と間欠連結部３との剥離の発

生を防止し、高密度実装時のケーブル特性を損なうことがない光ファイバケーブル４となる。

[0080] ここで、光ファイバケーブル４の構成は、本発明に係る光ファイバテープ心線２を備えているものであれば特に限定はない。図７は、光ファイバケーブル４の一態様を示した図である。図７に示した光ファイバケーブル４は、所定の心数の光ファイバテープ心線２を所定の本数撚り合わせた光ファイバユニット２１を所定の本数撚り合わせてケーブルコア４１とし、かかるケーブルコア４１の周囲に、例えば、不織布の押さえ巻テープ等の緩衝層４２を形成し、その周囲に、２本の鋼線（テンションメンバ）４３と、２本の引き裂き紐４４、及び１本の支持線４５を内蔵した、熱可塑性樹脂等からなる被覆層（シース）４６を形成したダルマ型ケーブルの構成を示している。

[0081] なお、本発明に係る光ファイバケーブル４としては、センターチューブ型、ルースチューブ型、スロット型などの光ファイバケーブルが考えられ、光ファイバテープ心線２を収容したケーブルコア４１の外周を被覆層４６で被覆してなる光ファイバケーブル４であれば特に制限されない。被覆層４６は、例えば、２．０～３．０ｍｍ（好ましくは２．４４～２．５０ｍｍ）とすることができるが、特にこの範囲には限定されない。

[0082] （VII）実施形態の変形：

なお、以上説明した態様は、本発明の一態様を示したものであって、本発明は、前記した実施形態に限定されるものではなく、本発明の構成を備え、目的及び効果を達成できる範囲内での変形や改良が、本発明の内容に含まれるものであることはいうまでもない。また、本発明を実施する際における具体的な構造及び形状等は、本発明の目的及び効果を達成できる範囲内において、他の構造や形状等としても問題はない。本発明は前記した各実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲での変形や改良は、本発明に含まれるものである。

[0083] 例えば、前記した実施形態では、光ファイバテープ心線２として、図３ないし図５に示した８心の構成を例に挙げて説明したが、光ファイバテープ心

線２における心数（光ファイバ着色心線１の数）については、８心のほか、４心、１２心、２４心等、任意に決定することができる。また、間欠連結部３の断面形状については、光ファイバ着色心線１と接する２辺を繋ぐ辺が断面視で円弧状となる略三角形状の態様を例に挙げたが、これには制限されず、隣接する光ファイバ着色心線１を長さ方向に間欠的に連結することができる任意の形状とすることができる。

[0084] 以下、本発明の構成に含まれる光ファイバテープ心線２及び間欠連結部３の断面形状の他の例を説明する。なお、前記した内容と同様の構造及び同一部材等には同一符号を付して、その詳細な説明は省略または簡略化する。

[0085] 図８は、光ファイバテープ心線２の他の態様を示した正面図である。図９及び図１０は、光ファイバテープ心線２の連結状態を示した図（図９は間欠連結部３１を含む図８のＡ－Ａ断面図、図１０は間欠連結部３２を含む図８のＢ－Ｂ断面図。）である。

[0086] 図８ないし図１０に示した光ファイバテープ心線２は、図３ないし図５に示した光ファイバテープ心線２と基本的な構成を共通とするが、図３等で示した態様が、８心の光ファイバ着色心線１（光ファイバ着色心線１ａ～１ｈ）から構成される光ファイバテープ心線２に対して、図８等で示した態様は、１２心の光ファイバ着色心線１（光ファイバ着色心線１ａ～１ｌ）から構成される点で相違する。

[0087] すなわち、図８等に示した光ファイバテープ心線２は、光ファイバ着色心線１ａ～１ｈに加えて光ファイバ着色心線１ｉ～１ｌを含み、また、光ファイバ着色心線対ｔ１～ｔ７に加えて光ファイバ着色心線対ｔ８～ｔ１１を含んで構成される。かかる光ファイバテープ心線２にあって、６組の光ファイバ着色心線対ｔ１，ｔ３，ｔ５，ｔ７、ｔ９，ｔ１１は、テープ幅方向の配置が同じとなるように間欠連結部３１が設けられて隣接する２本の光ファイバ着色心線１（例えば、光ファイバ着色心線１ａと光ファイバ着色心線１ｂ）が連結され、５組の光ファイバ着色心線対ｔ２，ｔ４，ｔ６．ｔ８，ｔ１０は、テープ幅方向の配置が同じとなるように間欠連結部３２が設けられて

、隣接する２本の光ファイバ着色心線１（例えば、光ファイバ着色心線１ｂと光ファイバ着色心線１ｃ）が連結される。

[0088] 次に、本発明の構成に含まれる光ファイバテープ心線２の他の例を説明する。図１１は、光ファイバテープ心線２のもう１つの態様を示した正面図である。

[0089] 図１１に示した、１２心の光ファイバ着色心線１（光ファイバ着色心線１ａ～１ｌ）から構成される光ファイバテープ心線２にあって、光ファイバ着色心線１ａと光ファイバ着色心線１ｂ（光ファイバ着色心線対ｔ１）が長さＬ１の間欠連結部３ａで、光ファイバ着色心線１ｂと光ファイバ着色心線１ｃ（光ファイバ着色心線対ｔ２）が長さＬ１の間欠連結部３ｂで、光ファイバ着色心線１ｃと光ファイバ着色心線１ｄ（光ファイバ着色心線対ｔ３）が長さＬ１の間欠連結部３ｃで、光ファイバ着色心線１ｄと光ファイバ着色心線１ｅ（光ファイバ着色心線対ｔ４）が長さＬ１の間欠連結部３ｄでそれぞれ連結されるとともに、間欠連結部３ａと間欠連結部３ｂ、間欠連結部３ｂと間欠連結部３ｃ、間欠連結部３ｃと間欠連結部３ｄ（、及び間欠連結部３ｄと次の間欠連結部３ｅ）の間隔は、それぞれ長さＬ３として配置される。

[0090] 同様に、光ファイバ着色心線１ｅと光ファイバ着色心線１ｆ（光ファイバ着色心線対ｔ５）が長さＬ１の間欠連結部３ｅで、光ファイバ着色心線１ｆと光ファイバ着色心線１ｇ（光ファイバ着色心線対ｔ６）が長さＬ１の間欠連結部３ｆで、光ファイバ着色心線１ｇと光ファイバ着色心線１ｈ（光ファイバ着色心線対ｔ７）が長さＬ１の間欠連結部３ｇで、光ファイバ着色心線１ｈと光ファイバ着色心線１ｉ（光ファイバ着色心線対ｔ８）が長さＬ１の間欠連結部３ｈでそれぞれ連結されるとともに、間欠連結部３ｅと間欠連結部３ｆ、間欠連結部３ｆと間欠連結部３ｇ、間欠連結部３ｇと間欠連結部３ｈ（、及び間欠連結部３ｈと次の間欠連結部３ｉ）の間隔は、それぞれ長さＬ３として配置される。

[0091] さらに、光ファイバ着色心線１ｉと光ファイバ着色心線１ｊ（光ファイバ着色心線対ｔ９）が長さＬ１の間欠連結部３ｉで、光ファイバ着色心線１ｊ

と光ファイバ着色心線１ｋ（光ファイバ着色心線対ｔ１０）が長さＬ１の間欠連結部３ｊで、光ファイバ着色心線１ｋと光ファイバ着色心線１ｌが長さＬ１（光ファイバ着色心線対ｔ１１）の間欠連結部３ｋでそれぞれ連結されるとともに、間欠連結部３ｉと間欠連結部３ｊ、間欠連結部３ｊと間欠連結部３ｋの間隔は、それぞれ長さＬ３として配置される。

[0092] 図１１に示す光ファイバテープ心線２における間欠連結部３ａ～３ｋは、前記したような連結状態及び配置等により、正面視で、テープ長さ方向に、間欠連結部３ａ～３ｋが間欠連結部３ａ→間欠連結部３ｂ→間欠連結部３ｃ、……の順で規則的に斜めに並んで配設されている。また、間欠連結部３ａ、間欠連結部３ｅ及び間欠連結部３ｉ、並びに間欠連結部３ｂ、間欠連結部３ｆ及び間欠連結部３ｊは、それぞれ、テープ幅方向の配置が同じとなるように設けられている。同様に、間欠連結部３ｃ，間欠連結部３ｇ及び間欠連結部３ｋ、並びに間欠連結部３ｄ及び間欠連結部３ｈも、それぞれ、テープ幅方向の配置が同じとなるように設けられている。

[0093] 図１１に示した構成の光ファイバテープ心線２における間欠連結部３ａ～３ｋの長さＬ１は、概ね７～３３ｍｍとすることが好ましく、また、図１１に示す間隔の長さＬ３は、概ね２～１３ｍｍとすることが好ましいが、特にこの範囲には制限されない。また、光ファイバテープ心線２におけるピッチＰ（長さ方向に隣り合う間欠連結部３ａ（３ｂ～３ｋ）から間欠連結部３ａ（３ｂ～３ｋ）の長さを指す。図１１では間欠連結部３ａから間欠連結部３ａで示している。）は、概ね３６～１８４ｍｍとすることが好ましいが、特にこの範囲には制限されない。１対の光ファイバ着色心線対（例えば、光ファイバ着色心線対ｔ１。）における非連結部Ｘの長さ（２つの間欠連結部（例えば、２つの間欠連結部３ａ。）の間の長さ方向における長さ。）ＬＸは、概ね、２９～１５１ｍｍとすることが好ましいが、特にこの範囲には制限されない。なお、図１１にあっては、便宜上、間欠連結部３ａ～３ｋの長さＬ１、間隔の長さＬ３、ピッチＰについては、一部について記載している。

[0094] さらに、本発明の構成に含まれる光ファイバテープ心線２を構成する間欠

連結部３の断面形状の他の例を説明する。図１２は、間欠連結部３の断面形状の他の態様を示した図である。このように、光ファイバテープ心線２を構成する間欠連結部３は、隣接する光ファイバ着色心線１を長さ方向に間欠的に連結されてなるものであれば、図４等に示すように、２本の光ファイバ着色心線１の間に存在して連結する断面構造となるものに加えて、図１２に示すように、２本の光ファイバ着色心線１の間から連続して、光ファイバ着色心線１の周囲を被覆するような断面構造となるものを採用してもよい。

[0095] なお、便宜上、図１２では、光ファイバ着色心線１について、光ファイバ着色心線１を構成する光ファイバ１０や一次被覆層１１等の符号等は載せていない（前記した図４、図５、図９及び図１０についても同じ。）。

[0096] また、間欠連結部３の断面構造が図１２のような光ファイバテープ心線２は、例えば、所定の心数の光ファイバ着色心線１を平行一列に並べ、間欠連結部３を構成する材料の被覆により光ファイバ着色心線１を一体化して光ファイバテープ心線２とした後、隣り合う光ファイバ着色心線１間の長さ方向に間欠的に切込みを入れて非連結部３３，Ｘ（間欠連結部３が形成されていない単心となる部分。図１２には図示せず。）を形成する等の従来公知の手段により製造するようにしてもよい。

[0097] また、前記した実施形態では、光ファイバテープ心線２を備えた光ファイバケーブル４として、図７に示した構造を例に挙げて説明したが、光ファイバケーブル４の構造は前記の構成に限定されないことに加え、例えば、被覆層４６の種類、厚さ等や、光ファイバ着色心線１や光ファイバテープ心線２の数やサイズ、光ファイバユニット２１の数やサイズ、光ファイバユニット２１における光ファイバテープ心線２の本数、鋼線（テンションメンバ）４３の種類、数やサイズ等や、緩衝層４２の種類や厚さ、層の数についても、自由に選定することができる。また、光ファイバケーブル４の外径や断面形状等も自由に選定することができる。

[0098] 光ファイバケーブル４の他の態様について、図１３ないし図１５を用いて説明する。図１３は、光ファイバケーブル４の他の態様を示した図であり、

所定の心数の光ファイバテープ心線２を所定の本数（図１３では８本。）撚り合わせた光ファイバユニット２１を所定の本数（図１３では２５本。）撚り合わせてケーブルコア４１とし、かかるケーブルコア４１の周囲に、例えば、不織布の押さえ巻テープ等からなる緩衝層４２を形成し、その周囲に、２本の鋼線（テンションメンバ）４３及び２本の引き裂き紐４４を内蔵した、熱可塑性樹脂等からなる被覆層（シース）４６を形成した光ファイバケーブル４の構成を示している。

[0099] 図１４及び図１５も、光ファイバケーブル４の他の態様を示した図である。図１４の光ファイバケーブル４は、所定の心数の光ファイバテープ心線２（図１４及び後記する図１５では図示せず。）を所定の本数撚り合わせて形成される光ファイバユニット２１を所定の本数（図１４及び後記する図１５では８本。）撚り合わせた状態でルースチューブ５に内蔵し、かかるルースチューブ５を、鋼線（テンションメンバ）４３の周囲に所定の本数（図１４では８本。）撚り合わせて配置する。さらに、その周囲に、例えば、不織布の押さえ巻テープ等からなる緩衝層４２及び熱可塑性樹脂等からなる被覆層（シース）４６を形成して光ファイバケーブル４とした構成を示している。

[0100] 図１５の光ファイバケーブル４は、まず、図１４で説明したと同様の光ファイバユニット２１及びそれを内蔵したルースチューブ５を鋼線（テンションメンバ）４３の周囲に所定の本数（図１５では８本。）撚り合わせ、その周囲に、例えば、不織布の押さえ巻テープ等からなる緩衝層４２を巻き付ける。さらに、緩衝層４２を巻き付けた周囲に、光ファイバユニット２１及びそれを内蔵したルースチューブ５を所定の本数（図１５では１５本。）撚り合わせて配置する。そして、その周囲に、例えば、不織布の押さえ巻テープ等からなる緩衝層４２及び熱可塑性樹脂等からなる被覆層（シース）４６を形成して光ファイバケーブル４とした構成を示している。

[0101] なお、便宜上、図７、図１３ないし図１５について、光ファイバテープ心線２（図７、図１３）や光ファイバテープユニット２１（図１４、図１５）のハッチングは省略し、光ファイバテープ心線２及び光ファイバユニット２

１（図７、図１３）の符号等、光ファイバユニット２１及びルースチューブ５（図１４、図１５）の符号等については、一部について載せている。

その他、本発明の実施の際の具体的な構造及び形状等は、本発明の目的を達成できる範囲で他の構造等としてもよい。

実施例

[0102] 以下、本発明を実施例及び比較例に基づいてさらに詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

[0103] ［実施例１～実施例１０、比較例１～比較例６］

光ファイバテープ心線の製造：

表１に示した内容及び下記に示した成分を用いて、下記（１）、（２）に示した方法により、図１及び図２に示した光ファイバ着色心線を備えた、図３ないし図５に示した構成の光ファイバテープ心線を製造した。なお、下記の内容において、分子量とは「重量平均分子量」を指す。なお、一次被覆層、二次被覆層、着色層及び間欠連結部については、下記の成分を使用した。

[0104] （１）光ファイバ着色心線の製造（１）（実施例１、実施例３、実施例６～実施例９、比較例１、比較例２、比較例４～比較例６）：

光ファイバである、石英ガラスからなる外径が１２５μｍのガラス光ファイバの周囲に、一次被覆層（プライマリ層）の外径を１９５μｍ、二次被覆層（セカンダリ層）の外径を２４２μｍとしてそれぞれの層を被覆して光ファイバ素線とした。得られた光ファイバ素線に対して、別工程にて二次被覆層の周囲に着色層を被覆して、図１に示した構成の外径２５５μｍの光ファイバ着色心線を得た。

[0105] （１－１）光ファイバ着色心線の製造（１’）（実施例１０）：

光ファイバである、石英ガラスからなる外径が１２５μｍのガラス光ファイバの周囲に、一次被覆層（プライマリ層）の外径を１５８μｍ、二次被覆層（セカンダリ層）の外径を１９０μｍとしてそれぞれの層を被覆して光ファイバ素線とした。得られた光ファイバ素線に対して、別工程にて二次被覆層の周囲に着色層を被覆して、図１に示した構成の外径２００μｍの光ファ

イバ着色心線を得た。

[0106] （２）光ファイバ着色心線の製造（２）（実施例２、実施例４、実施例５、比較例３）：

石英ガラスからなる外径が１２５μｍのガラス光ファイバの周囲に、一次被覆層（プライマリ層）の外径を１８５μｍ、着色された二次被覆層の外径を２５５μｍとしてそれぞれの層を被覆して、図２に示した構成の外径２５５μｍの光ファイバ着色心線を得た。

[0107] （一次被覆層及び二次被覆層の成分）

一次被覆層及び二次被覆層（実施例２、実施例４、実施例５、比較例３については、着色された二次被覆層として下記成分ｂを使用した。）は、紫外線硬化樹脂としてポリプロピレングリコールを使用したオリゴマー（ポリプロピレングリコールを中間ブロックとし、骨格成分として、その両末端の水酸基に、トリレンジイソシアネートを介して、ヒドロキシエチルアクリレートを結合させたオリゴマーのこと。）、希釈性モノマー、光開始剤、添加剤を適当量混合して使用した。

[0108] （着色層等の成分）

また、着色層（及び着色された二次被覆層）については、下記の成分ａ、成分ｂ、成分ｃ、成分ｄを使用し、ヒステリシス値が表１にある値となるように、分子量、含有量、希釈性モノマーにおける官能基の種類や数、含有量、光開始剤の種類、照射量等の紫外線硬化の条件等をそれぞれ変えて使用した。特に、動的接触角（前進接触角α、後退接触角β、及びヒステリシス値（α－β））の制御については、酸素濃度と紫外線照射量を調整した。なお、着色層（及び着色された二次被覆層）には、適当量の顔料を含む着色材を添加した。

[0109] （ａ）成分ａ（実施例１、実施例３、実施例６～実施例８、実施例１０、比較例１、比較例６）：

着色層となる成分ａを構成する紫外線硬化性樹脂は、オリゴマーとしてはウレタンアクリレートやビスフェノールＡエポキシアクリレートを使用し、

モノマーとして二官能モノマーや多官能モノマーを添加することでヤング率を調整した。また、両末端型アクリル変性シリコーンを着色層全体に対して３質量％含有させた。光開始剤は、２－メチル－１－（４－メチルチオフェニル）－２－モルフォリノプロパン－１－オン（Ｉｒｇａｃｕｒｅ９０７）、２，４，６－トリメチルベンゾイル－ジフェニル－フォスフィンオキサイド（ルシリンＴＰＯ）、２，４－ジエチルチオキサントン（カヤキュアーＤＥＴＸ－Ｓ）を添加した。製造における酸素濃度は３～５％で調整し、紫外線照射量は８０ｍＪ／ｃｍ^{2}以下とした。

[0110] （ｂ）成分ｂ（実施例２、実施例４、実施例５、比較例３）：

着色された二次被覆層（着色層）となる成分ｂを構成する紫外線硬化性樹脂は、オリゴマーとして、ポリプロピレングリコールを使用したポリオールに芳香族系イソシアネートとヒドロキシエチルアクリレートを付加したオリゴマーを使用し、中間ブロックのポリオール（ポリプロピレングリコール）の分子量を変化させることや、二官能モノマーや多官能モノマーを使用することでヤング率を調整した。また、強靭性の向上のため、ビスフェノールＡエポキシアクリレートを添加し、また、側鎖端アクリル変性シリコーンを着色層全体に対して２質量％含有させた。光開始剤は、１－ヒドロキシ－シクロヘキシル－フェニル－ケトン（Ｉｒｇａｃｕｒｅ１８４）、２，４，６－トリメチルベンゾイル－ジフェニルーフォスフィンオキサイド（ルシリンＴＰＯ）を添加した。製造における酸素濃度は０．０１％～２２％で調整し、紫外線照射量は８０ｍＪ／ｃｍ^{2}以下とした。

[0111] （ｃ）成分ｃ（実施例９、比較例２）：

着色層となる成分ｃを構成する紫外線硬化性樹脂は、オリゴマーとしてはヒドロキシピバリン酸ネオペンチルグリコールアクリル酸付加物やビスフェノールＡエポキシアクリレートを使用し、モノマーとして二官能モノマーや多官能モノマーを添加することでヤング率を調整した。また、片末端型アクリル変性シリコーンを着色層全体に対して３質量％含有させた。光開始剤は、２－メチル－１－（４－メチルチオフェニル）－２－モルフォリノプロパ

ン－１－オン（Ｉｒｇａｃｕｒｅ９０７）、２，４，６－トリメチルベンゾイル－ジフェニル－フォスフィンオキサイド（ルシリンＴＰＯ）２，４－ジエチルチオキサントン（カヤキュアーＤＥＴＸ－Ｓ）を添加した。製造における酸素濃度は２～４％で調整し、紫外線照射量は９０ｍＪ／ｃｍ^{2}以下とした。

[0112] （ｄ）成分ｄ（比較例４、比較例５）：

着色層となる成分ｄを構成する紫外線硬化性樹脂は、オリゴマーとしてはヒドロキシピバリン酸ネオペンチルグリコールアクリル酸付加物やビスフェノールＡエポキシアクリレートを使用し、モノマーとして二官能モノマーや多官能モノマーを添加することでヤング率を調整した。また、片末端アクリル変性シリコーンを着色層全体に対して４質量％含有させた。光開始剤は、２－メチル－１－（４－メチルチオフェニル）－２－モルフォリノプロパン－１－オン（Ｉｒｇａｃｕｒｅ９０７）、２－ベンジル－２－ジメチルアミノ－１－（４－モルフォリノフェニル）ブタノン－１（Ｉｒｇａｃｕｒｅ３６９）、２，４－ジエチルチオキサントン（カヤキュアーＤＥＴＸ－Ｓ）を添加した。製造における酸素濃度は０．１～２％で調整し、紫外線照射量は９０ｍＪ／ｃｍ^{2}以下とした。

[0113] （３）光ファイバテープ心線の製造：

前記のようにして得られた光ファイバ着色心線を８本並列に並べて、図３ないし図５に示すような構造となるように、下記の構成材料を、所定のパターン（図３における間欠連結部３１，３２の長さ：３０ｍｍ、非連結部３３の長さ：１０ｍｍ、ピッチＰの長さ：８０ｍｍ）となるように塗布し、硬化させることにより間欠連結部（及び非連結部）を形成し、光ファイバテープ心線とした。

[0114] なお、間欠連結部の構成材料については、表１に載せた重量平均分子量及び含有量（間欠連結部全体に対して。後記する着色材も同じ。）のポリオール（ポリプロピレングリコールを使用した。）に加え、下記の成分を使用した。なお、適当量の顔料を含む着色材を、表１に示す含有量で添加して使用

した。

[0115] （間欠連結部の成分）

間欠連結部の材料として、紫外線硬化樹脂としてのオリゴマー（重量平均分子量２０００のポリプロピレングリコールを中間ブロックとし、骨格成分として、その両末端の水酸基に、トリレンジイソシアネートを介して、ヒドロキシエチルアクリレートを結合させたオリゴマーのこと。）、単官能モノマーとしてイソボルニルアクリレートや２－エチルヘキシルアクリレートやラウリルアクリレート、Ｎ－ビニルカプロラクタム、ＰＯ変性ノニルフェノールアクリレート、イソノニルアクリレート、イソデシルアクリレート、ポリエチレングリコールアクリレート、Ｎ－ビニルピロリドン、二官能モノマーとしてトリシクロデカンジメチロールジアクリレート、ＥＯ変性ビスフェノールＡジアクリレート、１，６－ヘキサンジオールジアクリレート、多官能モノマーとしてトリシクロデカンジメチロールジアクリレートを使用した。光開始剤として、１－ヒドロキシ－シクロヘキシル－フェニル－ケトン、２－ヒドロキシ－２－メチル－１－フェニル－プロパン－１－オン、２，４，６－トリメチルベンゾイル－ジフェニル－フォスフィンオキサイドを使用した。また、光安定剤としてヒンダードアミン光安定剤、シリコーン（重量平均分子量：約１００００）を添加剤として適当量混合し、ヤング率が、別途添加される、表１に記載した重量平均分子量及び含有量のポリオール（ポリプロピレングリコール）と混合した場合に、表１にある値となるように、オリゴマーの分子量、含有量、希釈性モノマーにおける官能基の種類や数、含有量、照射量等の紫外線硬化の条件等をそれぞれ変えて使用し、間欠連結部の構成材料とした。

[0116] ［試験例１］

得られた実施例１ないし実施例１０、比較例１ないし比較例６の光ファイバテープ心線について、下記に示した測定方法及び試験方法を用いて、「（１）間欠連結部のヤング率」、「（２）光ファイバ着色心線のヒステリシス値（動的接触角の差）」、「（３）ヒートサイクル後の伝送損失」、「（４

）しごき試験」を行い、比較・評価した。結果を表１に示す。なお、（２）については、光ファイバ着色心線に対して、（３）及び（４）については、光ファイバテープ心線を下記の製造方法によりケーブル化して評価を実施した。

[0117] （１）間欠連結部のヤング率：

光ファイバテープ心線から間欠連結部を除去することでサンプルを得た。サンプルの端末部分をアルミ板にゲル状瞬間接着剤（商品名：アロンアルファ（登録商標）、東亞合成（株）製）で接着して固定した。そして、２３℃×５５％ＲＨ雰囲気でテンシロン万能引張試験機により、アルミ板部分をチャックし、標線間隔１０ｍｍ、引張速度１ｍｍ／分で、２．５％伸張時における力を測定し、測定値からヤング率（引張ヤング率）を算出した。

[0118] （２）光ファイバ着色心線のヒステリシス値（動的接触角の差）：

光ファイバ着色心線の表面状態を、ウィルヘルミ法による動的接触角を用いて評価した。動的接触角は自動表面張力計（Ｋ１００，ＫＵＲＵＳＳ社製）を用いて測定した。測定環境は温度２３℃、湿度５５％である。光ファイバ着色心線は両面テープを用いて自動表面張力計のプローブ部に固定し、この光ファイバ着色心線を表面張力が既知の純水に一定速度で浸漬していくときの接触角を前進接触角αと呼び、逆に純水から一定速度で引き上げるときの接触角を後退接触角βと呼ぶ。前進接触角α及び後退接触角βを測定し、前進接触角αから後退接触角βを引いた値をヒステリシス値（α－β）と呼ぶ。純水の表面張力を７２．８として、ウィルヘルミ法により算出した。

[0119] （光ファイバケーブルの製造）

８心の光ファイバテープ心線を５本撚り合わせた光ファイバユニットを５本撚り合わせてケーブルコアとし、その周囲に不織布押さえ巻テープを巻き付けた（４心の光ファイバテープ心線の場合、５本撚り合わせた光ファイバユニットを１０本撚り合わせた。）。さらに、緩衝層の外周に、φ０．７ｍｍの鋼線２本と、引き裂き紐２本とともに、被覆層を形成した（図７と略同様の構成とした。）。ケーブル化については、被覆層（シース）として熱可

塑性樹脂を被覆し、ケーブル化した。なお、熱可塑性樹脂として、難燃ポリオレフィンを用い、熱可塑性樹脂の温度は２００～２４０℃、押し出し圧力は２０～３５ＭＰａとして、ケーブルコア周囲の被覆層が２．４～２．７ｍｍとなるように被覆した。

[0120] （３）ヒートサイクル後の伝送損失：

光ファイバテープ心線をケーブル化した光ファイバケーブルを、－３０℃～＋７０℃のヒートサイクルを３サイクル（１サイクル：６時間）実施した時の伝送損失を測定した。なお、伝送損失の測定は、波長１．５５μｍの伝送ロスを測定することにより行い、１５５０ｎｍの波長で伝送損失（ロスレベル）が０．１ｄＢ／ｋｍ以下であることを判定基準とした（０．１ｄＢ／ｋｍ以下を合格、０．１ｄＢ／ｋｍを超えると不合格。）。

[0121] （４）しごき試験：

しごき試験は、ＪＩＳ　Ｃ６８５１準拠の条件で行った。

[0122] （しごき試験：伝送損失）

しごき試験後の伝送損失の測定を行った。伝送損失の測定は、しごき試験後の光ファイバケーブルについて、波長１．５５μｍの伝送ロスを長さ方向に測定することにより実施し、１５５０ｎｍの波長で伝送損失（ロスレベル）が０．１ｄＢ以下であることを判定基準とした（０．１ｄＢ以下を合格、０．１ｄＢを超えると不合格。）。

[0123] （しごき試験：間欠連結部の割れ、剥離）

また、しごき試験後の、光ファイバテープ心線の、間欠連結部の割れ、間欠連結部と光ファイバ着色心線との剥離の有無を確認した。しごき試験後、間欠連結部の割れ及び間欠連結部と光ファイバ着色心線との剥離の発生がない場合を「○」、間欠連結部の割れがあった場合を「割れ」、間欠連結部と光ファイバ着色心線との剥離があった場合を「剥離」とした。

[0124] （組成及び結果）

[表1]

			実施例										比較例					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6
光ファイバ着色心線の層構成			3層	2層	3層	2層	2層	3層	3層	3層	3層	3層	3層	3層	2層	3層	3層	3層
光ファイバ着色心線の外径		μm	255	255	255	255	255	255	255	255	255	200	255	255	255	255	255	255
着色層等のベース材料			a	b	a	b	b	a	a	a	c	a	a	c	b	d	d	a
間欠連結部に含有されるポリオール	重量平均分子量	Mw	3000	3000	3000	4000	4000	3000	3000	3000	3000	3000	----	3000	3000	4000	2000	4500
	含有量	質量%	25	30	23	25	30	20	23	25	20	23	0	15	35	35	20	30
着色材		質量%	2.5	2.5	1.5	2.5	2.5	2.5	2.5	0.5	2.5	1.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
(1)間欠連結部のヤング率		MPa	115	78	133	110	70	138	130	120	140	133	250	170	40	35	175	38
(2)α(前進接触角)		°	90	83	90	83	83	90	90	90	82	90	90	82	83	102	102	90
(2)β(後退接触角)		°	53	51	53	51	51	53	53	53	58	53	53	58	51	81	81	53
(2)ヒステリシス値		°	37	32	37	32	32	37	37	37	24	37	37	24	32	21	21	37
(3)ヒートサイクル後の伝送損失		dB/km	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.03	0.03	0.03	0.03
(4)しごき試験:伝送損失		dB	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.04	0.02	0.03	0.03	0.03	0.05	0.03	0.03
(4)しごき試験:間欠連結部の割れ、剥離			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	割れ	割れ	剥離	剥離	割れ	剥離

[0125] 表１に示すように、実施例１ないし実施例１０は、（１）間欠連結部のヤング率が４０ＭＰａを超えて１７０ＭＰａ未満（以下、「特定範囲」とする。）であり、（３）ヒートサイクル後の伝送損失及び（４）しごき試験の結果も問題なかった。また、（２）光ファイバ着色心線のヒステリシス値、も２４°を超えていた。一方、比較例１ないし比較例６は、（１）間欠連結部のヤング率が特定範囲を外れており、（４）しごき試験における「間欠連結部の割れ、剥離」の結果について問題があった。なお、実施例９は、（４）しごき試験における「間欠連結部の割れ、剥離」について合格であったが、実使用レベルに問題ない範囲で、光ファイバ着色心線の表面に若干の滑りが感じられた。

産業上の利用可能性

[0126] 本発明は、高密度実装時のケーブル特性を損なうことがない光ファイバテープ心線及び光ファイバケーブルを提供する手段として有効に利用することができ、産業上の利用可能性は高い。

符号の説明

[0127]
１ …… 光ファイバ着色心線
１ａ～１ｈ，１ｉ～１ｌ …… 光ファイバ着色心線
１０ …… 光ファイバ（ガラス光ファイバ）
１１ …… 一次被覆層（プライマリ層）
１２ …… 二次被覆層（セカンダリ層）
１２ａ …… 着色された二次被覆層
１３ …… 着色層
２ …… 光ファイバテープ心線
２１ …… 光ファイバユニット
３ …… 間欠連結部
３１，３２ …… 間欠連結部
３ａ～３ｋ …… 間欠連結部
３３，Ｘ …… 非連結部（単心部）

４　……　光ファイバケーブル

４１　……　ケーブルコア

４２，４２ａ　……　緩衝層

４３　……　鋼線（テンションメンバ）

４４　……　引き裂き紐

４５　……　支持線

４６　……　被覆層（シース）

５　……　ルースチューブ

ｔ１～ｔ８，ｔ９，ｔ１０　……　光ファイバ着色心線対

請求の範囲

[請求項1] 光ファイバの周囲に当該光ファイバを被覆する少なくとも２の被覆層が形成され、当該被覆層のうち最外層が着色されて構成される光ファイバ着色心線を並列に配置し、隣接する前記光ファイバ着色心線が、間欠連結部によって長さ方向に間欠的に連結されてなる光ファイバテープ心線であって、

前記間欠連結部が、重量平均分子量が３０００～４０００のポリオールを前記間欠連結部全体に対して２０～３０質量％含有し、

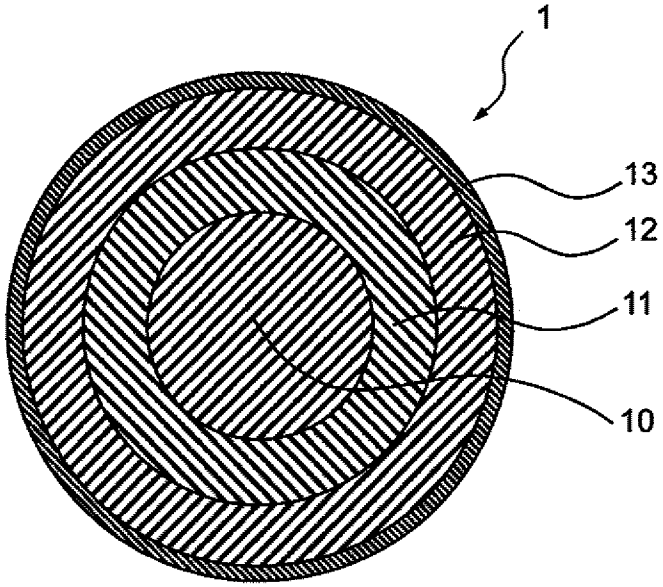
前記間欠連結部の２３℃でのヤング率が、４０ＭＰａを超えて１７０ＭＰａ未満であることを特徴とする光ファイバテープ心線。

[請求項2] 前記光ファイバ着色心線のウィルヘルミ法にて算出した、純水に対する前進接触角αと後退接触角βとの差であるヒステリシス値（α－β）が２４° を超えることを特徴とする請求項１に記載の光ファイバテープ心線。

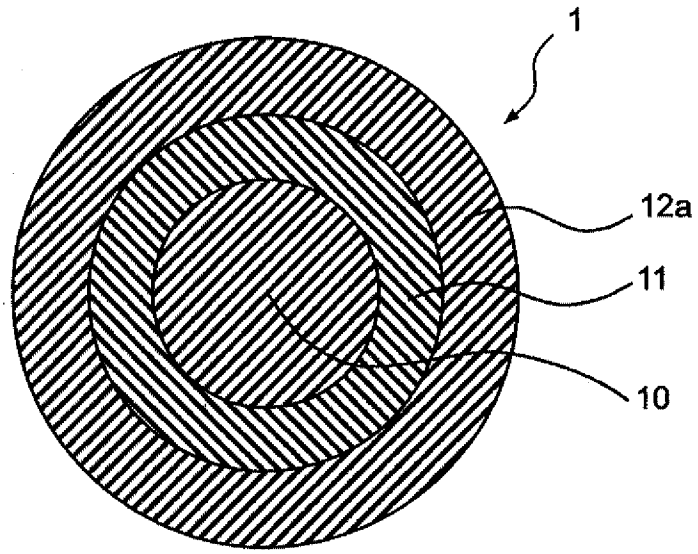
[請求項3] 前記間欠連結部が含有する前記ポリオールがポリプロピレングリコールであることを特徴とする請求項１または請求項２に記載の光ファイバテープ心線。

[請求項4] 請求項１ないし請求項３のいずれかに記載の光ファイバテープ心線を備えたことを特徴とする光ファイバケーブル。

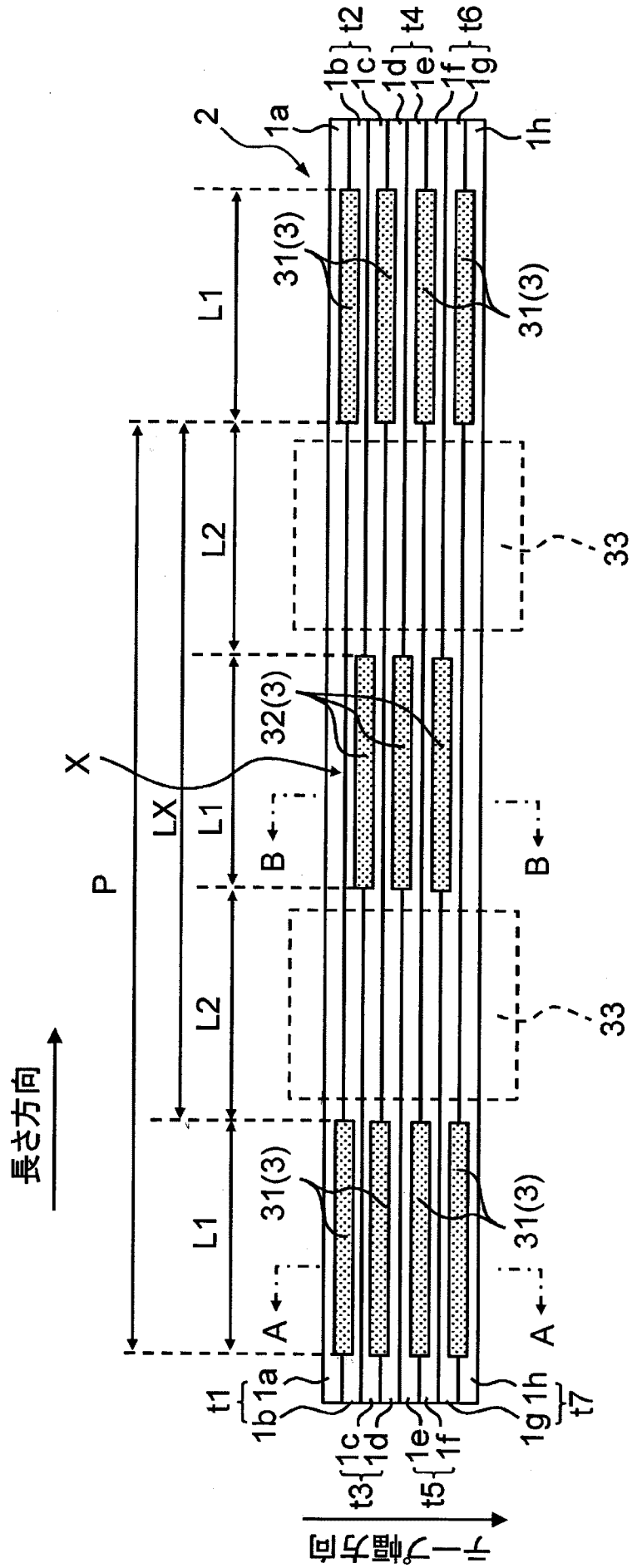
[図1]



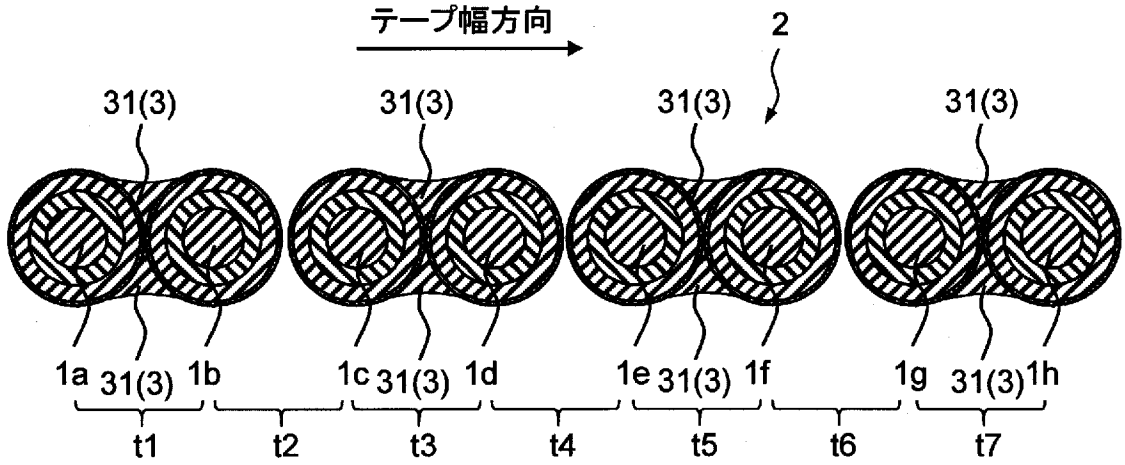
[図2]



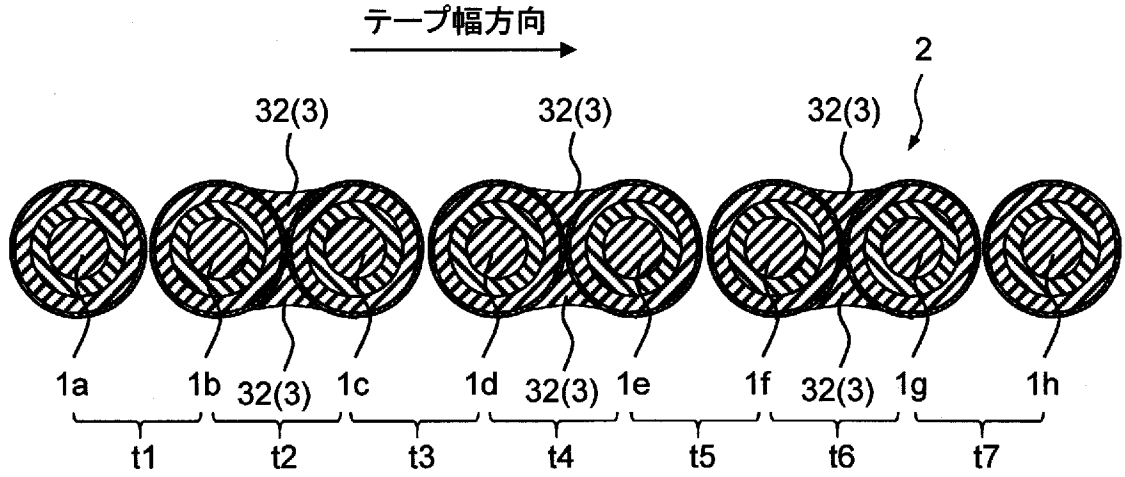
[図3]


t2
t4
t6
1b
1c
1d
1e
1f
1g
2
1a
1h
31(3)
31(3)
L1
L2
33
X
32(3)
LX
L1
B
B
P
L2
33
長さ方向
L1
31(3)
31(3)
A
A
t1
1a
1b
1c
1d
1e
1f
1g
1h
t7
t3
t5
ナー幅方向

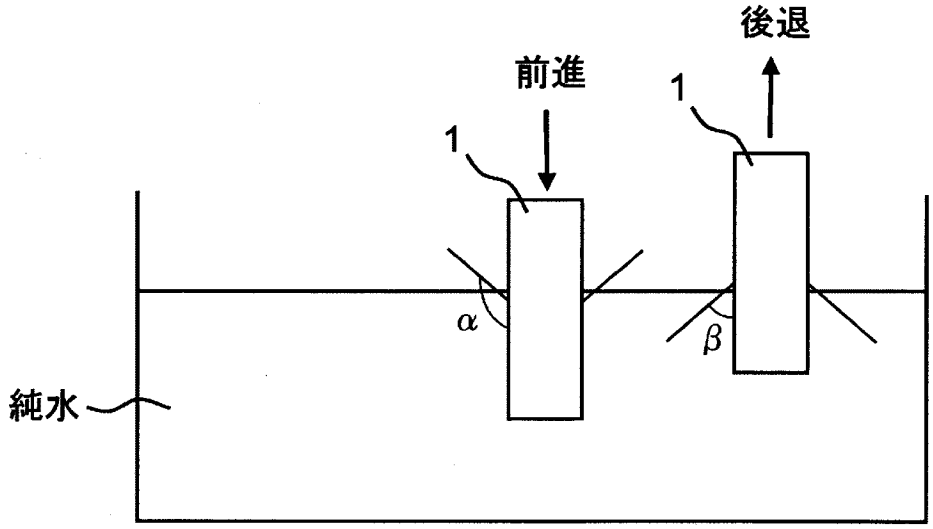
[図4]


テープ幅方向
2
31(3)
31(3)
31(3)
31(3)
1a
31(3)
1b
1c
31(3)
1d
1e
31(3)
1f
1g
31(3)
1h
t1
t2
t3
t4
t5
t6
t7

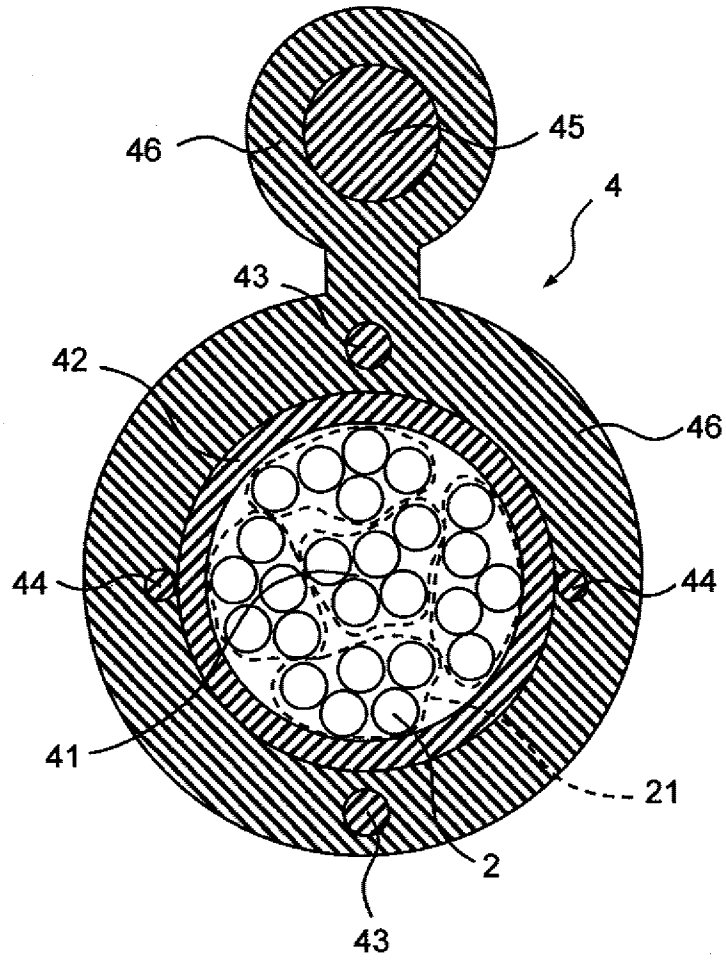
[図5]


テープ幅方向
2
32(3)
32(3)
32(3)
1a
1b
32(3)
1c
1d
32(3)
1e
1f
32(3)
1g
1h
t1
t2
t3
t4
t5
t6
t7

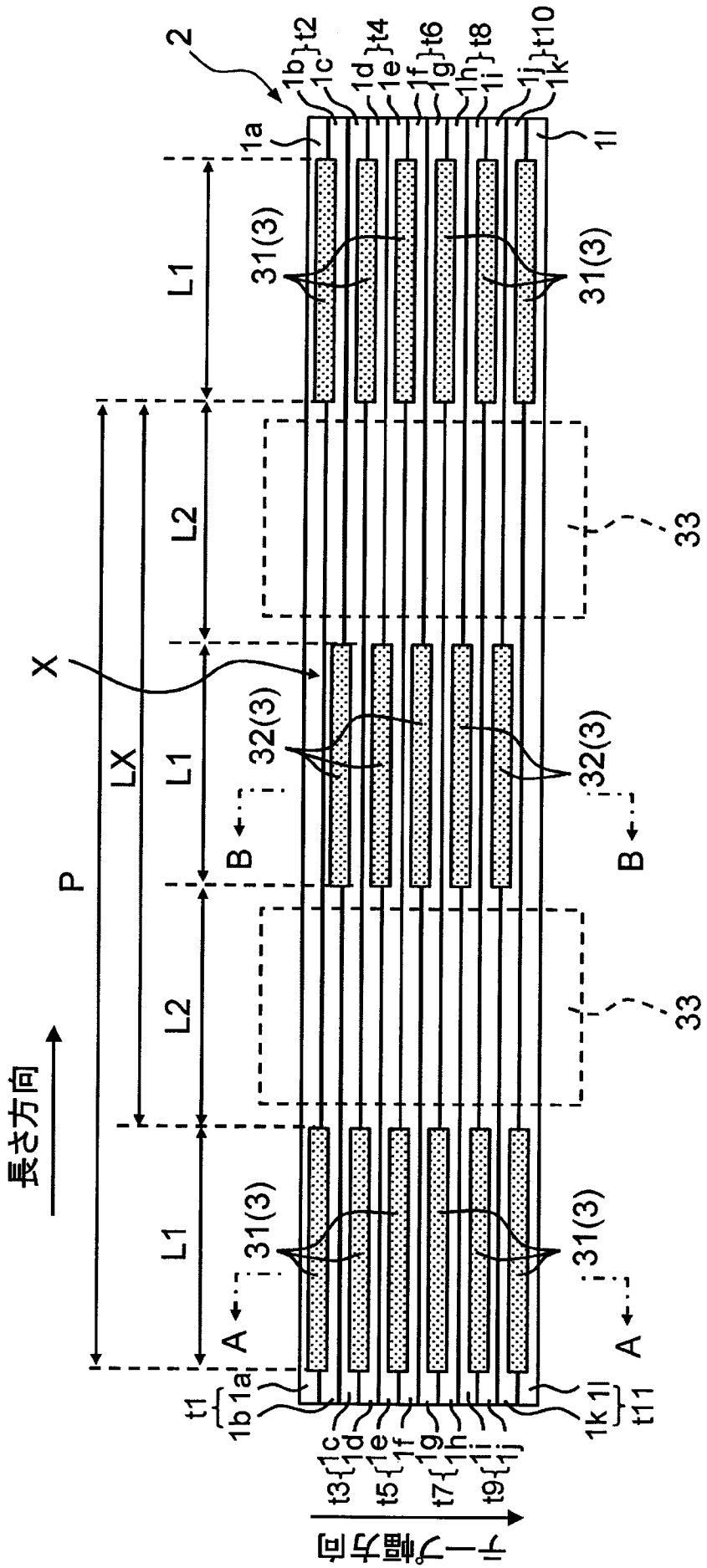
[図6]


後退
前進
1
1
α
β
純水

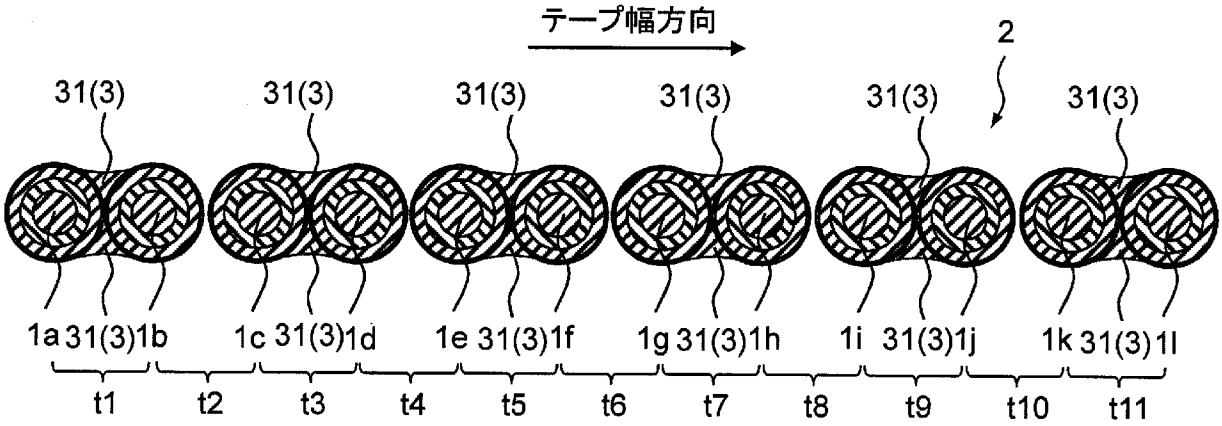
[図7]



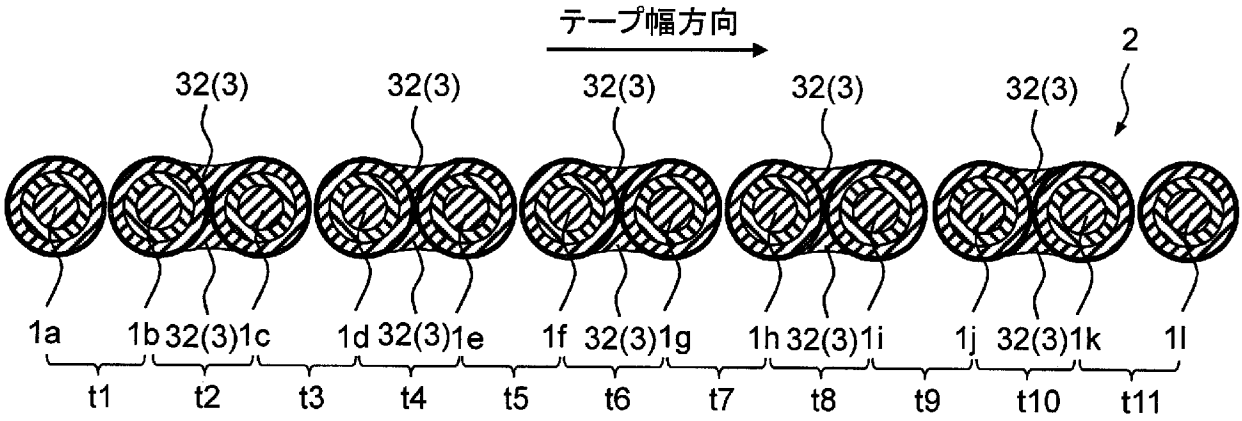
[図8]


2
1a
1b
1c
1d
1e
1f
1g
1h
1i
1j
1k
1l
t1
t2
t3
t4
t5
t6
t7
t8
t9
t10
t11
L1
L2
LX
P
X
31(3)
32(3)
33
A
B
長さ方向
ナノ構造方向

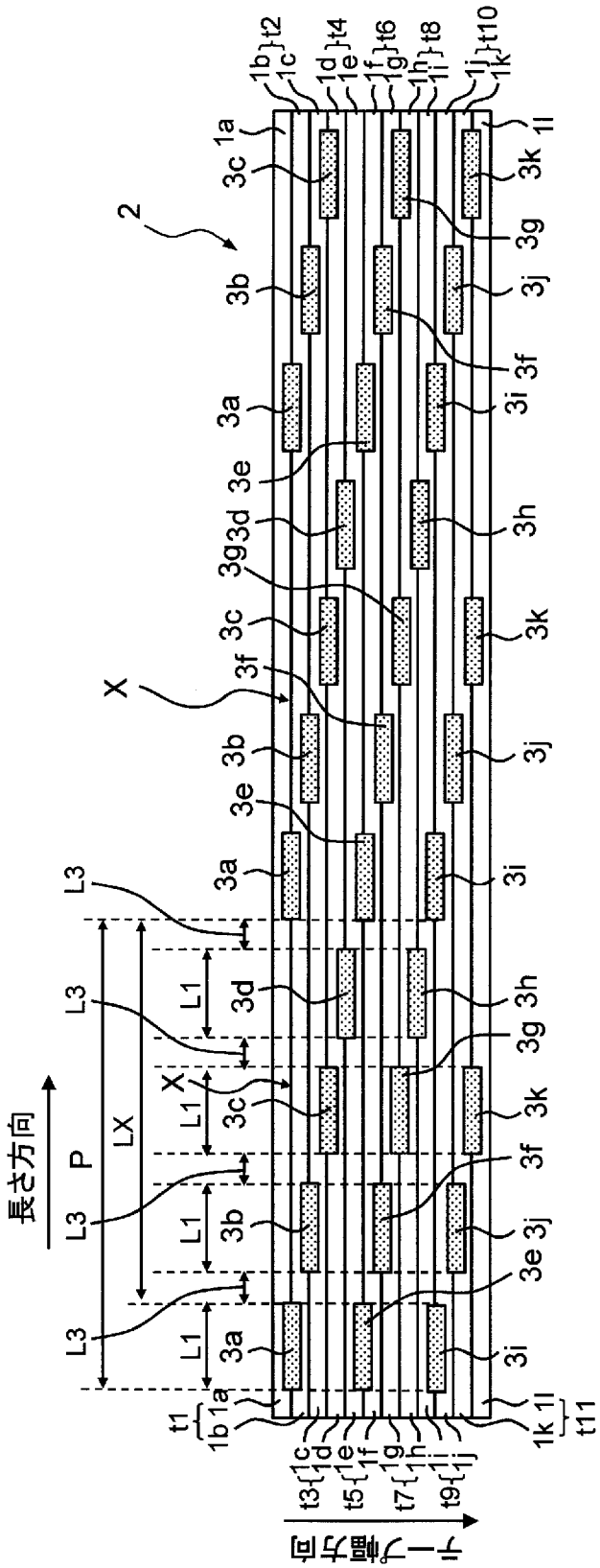
[図9]


テープ幅方向
2
31(3)
31(3)
31(3)
31(3)
31(3)
31(3)
1a 31(3) 1b
1c 31(3) 1d
1e 31(3) 1f
1g 31(3) 1h
1i 31(3) 1j
1k 31(3) 1l
t1
t2
t3
t4
t5
t6
t7
t8
t9
t10
t11

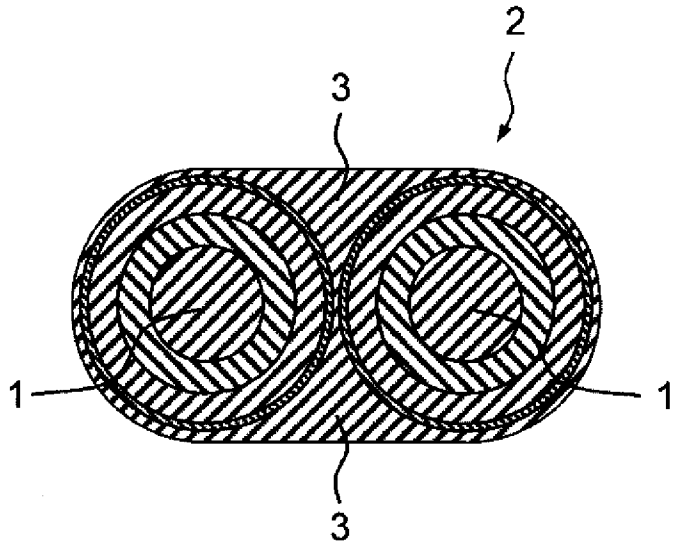
[図10]


テープ幅方向
2
32(3)
32(3)
32(3)
32(3)
32(3)
1a
1b 32(3) 1c
1d 32(3) 1e
1f 32(3) 1g
1h 32(3) 1i
1j 32(3) 1k
1l
t1
t2
t3
t4
t5
t6
t7
t8
t9
t10
t11

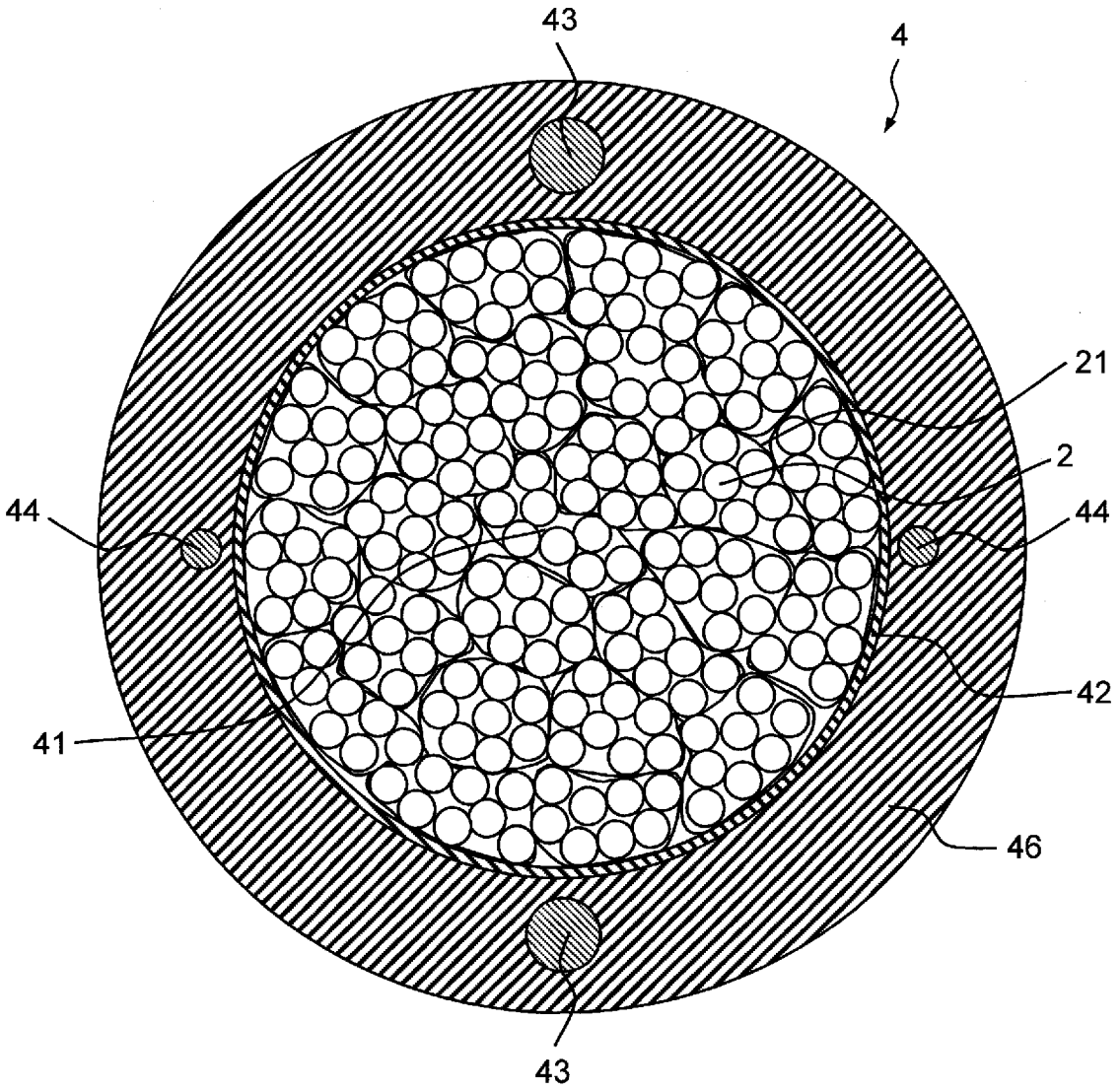
[図11]


2
X
長さ方向
幅方向
P
LX
L1
L3
t1
t2
t3
t4
t5
t6
t7
t8
t9
t10
t11
1a
1b
1c
1d
1e
1f
1g
1h
1i
1j
1k
1l
3a
3b
3c
3d
3e
3f
3g
3h
3i
3j
3k

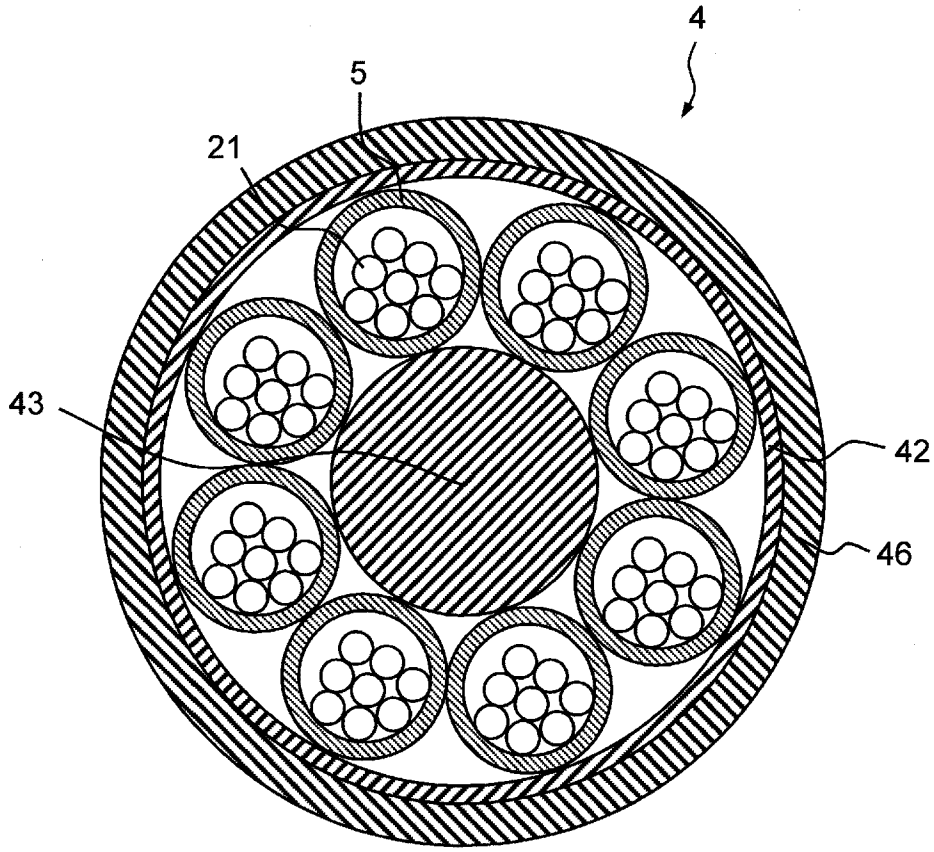
[図12]



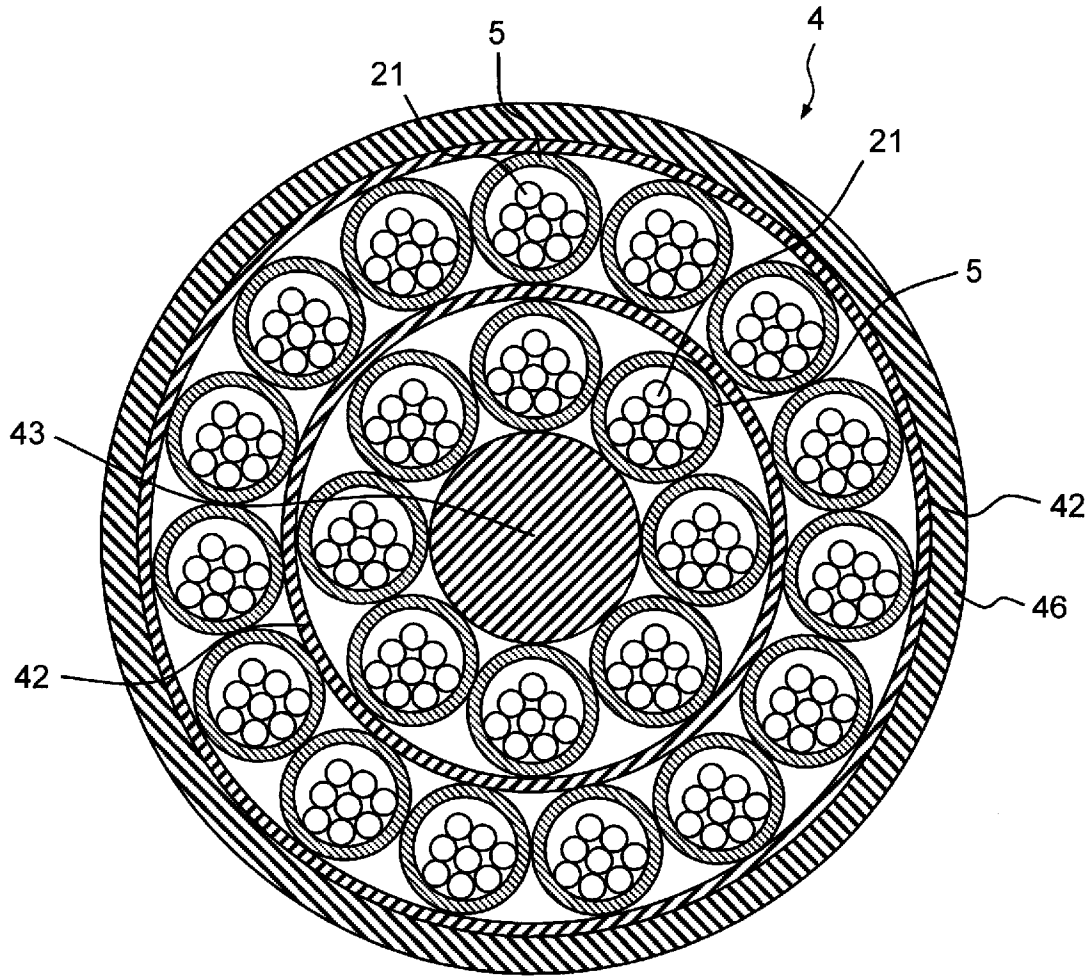
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/084554

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G02B6/44(2006.01)i, *C03C25/24*(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)
G02B6/00, G02B6/02, G02B6/24-6/255, G02B6/36-6/40, G02B6/44-6/54, C03C25/24

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-175223 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 06 August 2009 (06.08.2009), paragraphs [0013] to [0014], [0037]; table 1; fig. 1, 3 & US 2010/0254658 A1 paragraphs [0014] to [0015], [0036]; fig. 1, 3	1-4
A	JP 10-204250 A (JSR Corp.), 04 August 1998 (04.08.1998), paragraphs [0002] to [0003], [0006] to [0025], [0050]; table 1 & WO 1998/032780 A1 page 1, line 10 to page 2, line 35; page 3, line 24 to page 10, line 8; page 19, line 13 to page 20, line 1; table 1 & AU 5578998 A	1-4

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

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

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
24 January 2017 (24.01.17)	07 February 2017 (07.02.17)
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/JP2016/084554

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-350697 A (JSR Corp.), 04 December 2002 (04.12.2002), paragraphs [0006], [0025]; table 1 (Family: none)	1-4
A	JP 2014-092704 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 19 May 2014 (19.05.2014), paragraphs [0018] to [0019]; fig. 2; table 1 & US 2015/0234140 A1 paragraphs [0023] to [0024]; fig. 2; table 1 & US 9411115 B2 & WO 2014/068955 A1 & CN 104769473 A	1-4
A	JP 2011-158581 A (JSR Corp.), 18 August 2011 (18.08.2011), paragraphs [0008] to [0010], [0016] to [0022], [0049] to [0053]; table 1 (Family: none)	1-4
A	JP 2006-065193 A (JSR Corp.), 09 March 2006 (09.03.2006), paragraphs [0052] to [0062]; table 1 B & US 2008/0219635 A1 paragraphs [0062] to [0073] ; table 1 & US 7493000 B2 & WO 2006/025734 A1 & EP 1797149 A1 & EP 1797149 B1 & KR 10-2007-0083613 A & CN 101027369 B	1-4
A	JP 2007-163954 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 28 June 2007 (28.06.2007), claim 1; paragraphs [0006] to [0008], [0016]; table 1 & JP 4947617 B2	1-4

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０８４５５４

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, C03C25/24(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.　G02B6/00, G02B6/02, G02B6/24-6/255, G02B6/36-6/40, G02B6/44-6/54, C03C25/24

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	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2009-175223 A (住友電気工業株式会社) 2009.08.06, 段落[0013]-[0014],[0037],表1,図1,3 & US 2010/0254658 A1, 段落[0014]-[0015],[0036],FIG.1,3	1-4
A	JP 10-204250 A (ジェイエスアール株式会社) 1998.08.04, 段落[0002]-[0003],[0006]-[0025],[0050],表1 & WO 1998/032780 A1, 第1頁10行-第2頁35行,第3頁24行-第10頁8行,第19頁13行-第20頁1行,TABLE 1 & AU 5578998 A	1-4

☑　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	国際調査報告の発送日
２４．０１．２０１７	０７．０２．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　２Ｌ　５７０８
野口　晃一
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

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2002-350697 A (ジェイエスアール株式会社) 2002.12.04, 段落[0006],[0025],表1 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2014-092704 A (古河電気工業株式会社) 2014.05.19, 段落[0018]-[0019],図2,表1 & US 2015/0234140 A1,段落[0023]-[0024],FIG.2,TABLE 1 & US 9411115 B2 & WO 2014/068955 A1 & CN 104769473 A	1-4
A	JP 2011-158581 A (ＪＳＲ株式会社) 2011.08.18, 段落[0008]-[0010],[0016]-[0022],[0049]-[0053],表1 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2006-065193 A (ＪＳＲ株式会社) 2006.03.09, 段落[0052]-[0062],表1 B& US 2008/0219635 A1,段落[0062]-[0073], TABLE 1 & US 7493000 B2 & WO 2006/025734 A1 & EP 1797149 A1 & EP 1797149 B1 & KR 10-2007-0083613 A & CN 101027369 B	1-4
A	JP 2007-163954 A (古河電気工業株式会社) 2007.06.28, 請求項1,段落[0006]-[0008],[0016],表1 & JP 4947617 B2	1-4