

(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
2019年9月12日(12.09.2019)



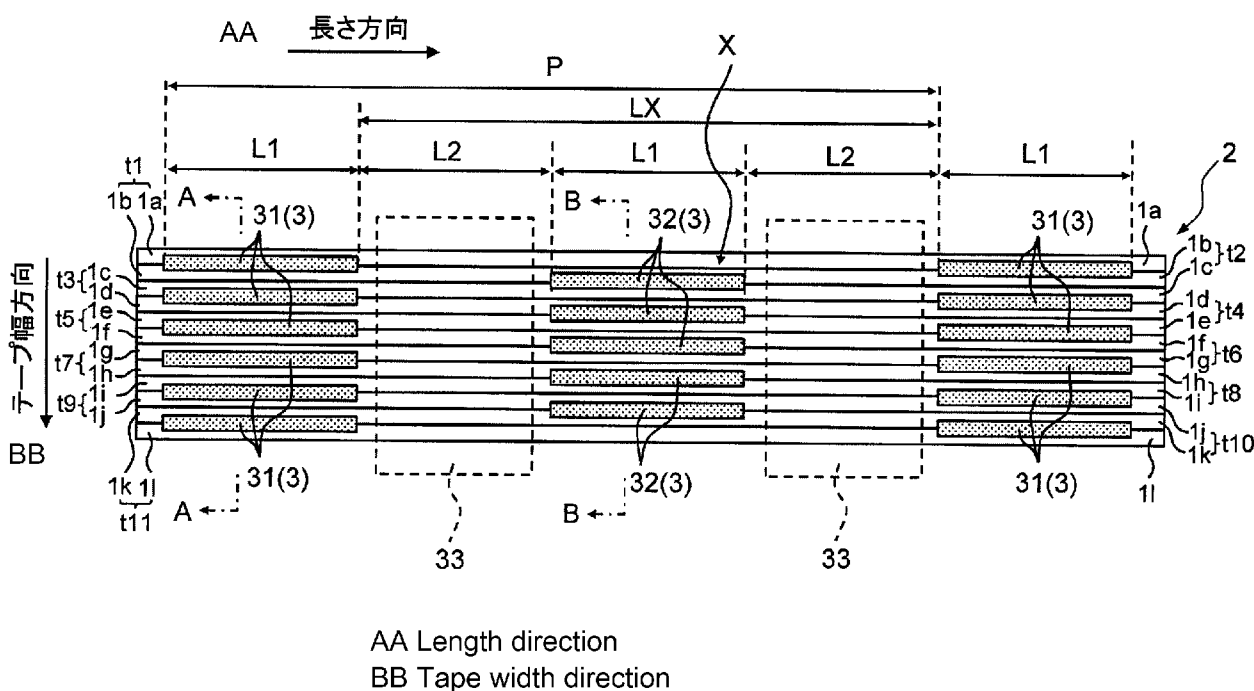
(10) 国際公開番号

WO 2019/172444 A1

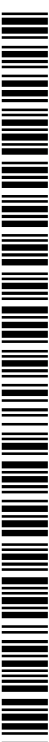
- (51) 国際特許分類:
G02B 6/44 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/009482
- (22) 国際出願日: 2019年3月8日(08.03.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2018-041423 2018年3月8日(08.03.2018) JP
- (71) 出願人: 古河電気工業株式会社(FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (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). 須山 健一(SUYAMA, Kenichi); 〒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). 八木 健(YAGI, Takeshi); 〒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).
- (74) 代理人: 秦 正則(HATA, Masanori); 〒1690075 東京都新宿区高田馬場一丁目17番18号 菱川ビル5F Tokyo (JP).

(54) Title: OPTICAL FIBER RIBBON 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



(57) Abstract: [Problem] To provide an optical fiber ribbon capable of coping with even high-speed production, and an optical fiber cable, wherein the optical fiber ribbon is an intermittent connection-type optical fiber ribbon in which adjacent optical fiber colored core wires are bonded and connected by an intermittent connection portion. [Solution] This optical fiber ribbon 2 contains, for a material constituting an intermittent connection portion 3, cellulose nanofibers in a specific range in addition to polyol having a weight average molecular weight in a specific range, and it is thus possible to adjust a Newton-range between a low shear rate zone and a high shear rate zone of the material constituting



WO 2019/172444 A1

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

the intermittent connection portion 3. Accordingly, it is possible to suppress material scattering caused by the centrifugal force generated according to the rotation of a coating roll, etc., for applying the material during production, and to stabilize the coating amount for optical fiber colored core wires 1. In addition, this optical fiber ribbon 2 is capable of maintaining the suppression of scattering, etc., even in production at a high linear velocity.

(57) 要約 : 【課題】隣接する光ファイバ着色心線同士を、間欠連結部により接着、連結してなる間欠連結型の光ファイバテープ心線について、高速での製造にも対応が可能な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こと。【解決手段】本発明の光ファイバテープ心線2は、間欠連結部3を構成する材料に対して、重量平均分子量が特定範囲のポリオールを含有することに加え、セルロースナノファイバを特定の範囲で含有する構成としているので、間欠連結部3を構成する材料の低せん断速度域と高せん断速度域の間のニュートン域を調整することができるため、製造時に当該材料を塗布する塗布ロール等の回転に伴い生ずる遠心力により材料の飛散を抑え、光ファイバ着色心線1への塗布量を安定させることができる。かつ、かかる飛散の抑制等を、線速を高速とした製造でも維持できる光ファイバテープ心線2となる。

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同士を、間欠連結部により長手方向及びテープ幅方向に対して間欠的に接着、連結し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、情報の多様化により通信量が大容量化している。そのため、各種のコンピュータやデータ通信等の装置を設置、運用することに特化した、いわゆるデータセンター等が各所に増設されている。それに伴って、光ファイバケーブルも細径化及び高密度化が求められている。

[0003] そこで、光ファイバケーブルの細径化及び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おり、例えば、隣接する光ファイバ同士を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光ファイバテープ心線が提供されている（例えば、特許文献1を参照。）。

[0004] ここで、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（光ファイバ着色心線）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。隣接する光ファイバ着色心線同士を長手方向に間欠的に連結してテープ心線とすることにより、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。

[0005] 光ファイバ着色心線同士を間欠的に接着するための塗布手段としては、ディスペンサーによって吐出して付着させるもの（例えば、特許文献2等を参照。）や、シャッター機構を用いたもの（例えば、特許文献3等を参照。）等が提案されている。また、塗布ロールに接触させて光ファイバ着色心線同

士を接着させる方法（例えば、特許文献4等を参照。）等も提案されている。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特許第5 1 1 7 5 1 9号公報
特許文献2：特開2 0 0 1 - 2 6 4 6 0 4号公報
特許文献3：特許第5 1 4 9 2 3 0号公報
特許文献4：特許第6 1 6 9 0 6 0号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] ここで、光ファイバ着色心線同士が任意の間隔で間欠的に接着された光ファイバテープ心線を得るためには、光ファイバ着色心線と光ファイバ着色心線の間には樹脂を塗布する動作の同期が必要である。そのため、線速を高速（例えば、光ファイバ着色心線の線速として2 0 0 m／分超の線速。以下同じ。）で光ファイバテープ心線を製造するには、樹脂を塗布する際の粘度や樹脂のすり切れ易さが大きく影響する。
- [0008] しかしながら、前記した特許文献2に開示された方法では、ディスペンサーによる動作には限界があり、線速は1 5～1 0 0 m／分に制限されるため、高速での製造が難しかった。加えて、特許文献3に開示されるようなシャッター機構を用いた場合においても、その線速はシャッター動作により線速が制限されてしまっていた。そして、特許文献4のような回転体からの転写を用いた場合、回転体の表面に付着した樹脂が回転に伴い生ずる遠心力により飛散してしまい、光ファイバ着色心線への塗布量が安定しないという問題がある。また、この影響は線速を高速とした製造時により顕著になっていた。
- [0009] 本発明は、前記の課題に鑑みてなされたものであり、隣接する光ファイバ着色心線同士を、間欠連結部により接着、連結してなる間欠連結型の光ファ

イバテープ心線について、高速での製造にも対応が可能な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ことにある。

課題を解決するための手段

- [0010] 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つ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2500～4000のポリオールを含有し、かつ、セルロースナノファイバを前記間欠連結部全体に対して0.01～10.0質量%含有したことを特徴とする。
- [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、前記ポリオールを前記間欠連結部全体に対して4～30質量%含有することを特徴とする。
- [0012] 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、前記セルロースナノファイバが、前記間欠連結部全体に対して0.1～5.0質量%含有されていることを特徴とする。
- [0013] 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、前記間欠連結部を形成する材料の、25℃での動的粘弾性から求めたせん断速度 10^{-1} 1/sの粘度が2.0～8.2 Pa·sであることを特徴とする。
- [0014] 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、前記セルロースナノファイバが、化学的解繊法、機械的解繊法及び水衝突解繊法よりなる群より選ばれるうちの1つにより解繊されたものであることを特徴とする。
- [0015] 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、前記セルロースナノファイバがクラフトパルプを繊維原料とするものであることを特徴とする。
- [0016] 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

ファイバ着色心線と前記間欠連結部との間の接着強度が0.1 N以上であることを特徴とする。

[0017] 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

[0018] 本発明の光ファイバテープ心線は、間欠連結部を構成する材料（紫外線硬化樹脂組成物）に対して、重量平均分子量が2500～4000のポリオールを含有することに加え、セルロースナノファイバを特定の範囲で含有する構成としている。かかる構成により、製造時に当該材料を塗布する塗布ロール等の回転に伴い生ずる遠心力により材料の飛散を抑えることができ、光ファイバ着色心線への塗布量を安定させることができる。かつ、かかる飛散の抑制等を高速の製造でも維持することができる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となる。

図面の簡単な説明

- [0019] [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]塗布ロールの一例を示した図である。
[図7]塗布ロールの他の例を示した斜視図である。
[図8]図7の塗布ロールに形成された塗布孔の拡大図である。
[図9]塗布ロール近傍の装置を示した断面図である。
[図10]光ファイバケーブルの一態様を示した図である。
[図11]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

[0020] 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2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。

[0021] (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。

[0022] 図 1 の構成にあつては、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。

[0023] 一方、図 2 の構成にあつては、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。

[0024] (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、12 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。

- [0025] 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を連結一体化することができる。
- [0026] 図3に示す12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、光ファイバ着色心線1iと光ファイバ着色心線1jからなる光ファイバ着色心線対t9、光ファイバ着色心線1kと光ファイバ着色心線1lからなる光ファイバ着色心線対t11、についても共通する。
- [0027] これらの6組の光ファイバ着色心線対t1, t3, t5, t7, t9, t11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31が設けられている（図3参照。）。したがって、6組の光ファイバ着色心線対t1, t3, t5, t7, t9, t11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、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。
- [0028] 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 1 d と光ファイバ着色心線 1 e からなる光ファイバ着色心線対 t 4、光ファイバ着色心線 1 f と光ファイバ着色心線 1 g からなる光ファイバ着色心線対 t 6、光ファイバ着色心線 1 h と光ファイバ着色心線 1 i からなる光ファイバ着色心線対 t 8、光ファイバ着色心線 1 j と光ファイバ着色心線 1 k からなる光ファイバ着色心線対 t 10、について共通する。

[0029] これらの5組の光ファイバ着色心線対 t 2, t 4, t 6, t 8, t 10 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 3 2 が設けられている。したがって、5組の光ファイバ着色心線対 t 2, t 4, t 6, t 8, t 10 の非連結部 3 3 も、テープ幅方向から見て共通する位置となる。

[0030] 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、長さ方向及びテープ幅方向に、間欠連結部 3 1, 3 2 と非連結部 3 3 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 1 a と光ファイバ着色心線 1 b からなる光ファイバ着色心線対 t 1、光ファイバ着色心線 1 b と光ファイバ着色心線 1 c からなる光ファイバ着色心線対 t 2 等を参照。)

[0031] 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 3 1, 3 2 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 t 1 ~ t 11 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 1 c と光ファイバ着色心線 1 d からなる光ファイバ着色心線対 t 3 には、2 心の光ファイバ着色心線 1 c, 1 d を連結する間欠連結部 3 1 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。)

[0032] 例えば、図 3 に示した 1 2 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 3 1, 3 2 の長さ L 1 は、概ね 5 ~ 35 mm とすることが好ましく、非連結部 3 3 の長さ L 2 は、概ね 5 ~ 15 mm とすることが好ま

しい。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。

[0033] 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の間の長手方向における長さ）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。

[0034] (III) 間欠連結部3：

前記した図3等にした間欠連結部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。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2500～4000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剂的な役割を果たす。これにより、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、ポリオールは、間欠連結部3の表面にブリードして、光ファイバユニット21同士の摩擦を抑えることができる。

[0035] 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2

500～4000と大きいので、ポリオール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。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、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とともに、ポリオールは、間欠連結部3の表面にブリードして、光ファイバユニット21同士の摩擦を抑えることができる。

[0036] 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ます、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ります。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°C 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。

[0037] 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、2500～4000とする。ポリオールの重量平均分子量が2500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。また、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の緩衝層や被覆層(シース)に移行する場合がある。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。

[0038] 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ができるが、加熱温度を上昇させると塗布時の樹脂量が増加しやすく、間欠連結部3の厚さが増大する要因となる場合がある。また、間欠連結部とロール部で糸引きが起こり、周囲を汚染する要因になる場合がある。なお、ポリオールは、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。

[0039] 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4～30質量%とすることが好ましい。間欠連結部3全体に対するポリオールの含有量が4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場合がある。また、含有量が30質量%を超えた場合も、粘度が低下し、塗布不良の要因になったり、ロールからの飛散の要因になったりする場合があることから、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、4～30質量%とすることが好ましい。

[0040] 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、フィラーその他各種添加剤等を使用することができる。

[0041] 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（T_g）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。

[0042] 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。

[0043] 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°C 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500~2000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。

[0044] 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。

[0045] なお、オリゴマーを単独で使用した場合は粘度が高すぎる場合があるため、後記するセルロースナノファイバの添加の目的及び効果を妨げない範囲で、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。

[0046] 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。

[0047] 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。

[0048] 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。

[0049] 本発明の光ファイバテープ心線2を構成する間欠連結部3は、構成成分としてセルロースナノファイバ(Cellulose Nanofibers : CNF)を添加している。

[0050] セルロースナノファイバは、微細な繊維状のセルロース(セルロース微細

繊維)であり、鋼鉄等に匹敵する機械特性を持ち、直径を概ね数ナノ～数100nmの範囲としたナノ構造を持つため、近年、各種材料等に対する添加剤として注目されている。

[0051] かかるセルロースナノファイバは、間欠連結部3を構成する材料(紫外線硬化樹脂組成物を指す。)に対して添加することで、低せん断速度域で比較的高粘度にさせる効果がある。さらに、温度依存性に対し傾きを小さくする効果がある。

[0052] 間欠連結部3を構成する材料(紫外線硬化樹脂組成物)に添加、分散されるセルロースナノファイバは、例えば、マイクロフィブリルであるセルロース微細繊維の集合体であるセルロース繊維を分散処理する等により得られる。換言すれば、セルロースナノファイバが多束化して高次構造を取る、マイクロフィブリル間の強い凝集力を高圧分散等の処理によって弱めて、分散処理し、ナノサイズの繊維にまで微細化しているものである。

[0053] セルロースナノファイバは、その集合体であるセルロース繊維の状態では、繊維間が水素結合により結束されており、その微細繊維(セルロースナノファイバ)を取り出すためには、水素結合を解いてマイクロフィブリルを分離(解繊)する必要がある。そこで、このようなマイクロフィブリルを分離(解繊)する、セルロースナノファイバ(セルロース微細繊維)の解繊法としては、例えば、激しい物理力を加えた機械的解繊法、リン酸エステル化法やTEMPO酸化法(TEMPO触媒酸化法)等の化学的解繊法、ウォータージェット法、水中カウンターコリジョン法(ACC法)等の水衝突解繊法等により解繊することができる。本発明にあつては、これらの解繊法により解繊されたセルロースナノファイバを使用することが好ましい。

[0054] また、機械的解繊法等として得られたセルロースナノファイバとして、例えば、繊維原料(パルプやセルロース粉末等。以下、単に「パルプ等」とする場合もある。)をホモジナイザー(高圧ホモジナイザー、高圧均質化装置)でマイクロフィブリル化して得られたセルロースナノファイバ、繊維原料(パルプ等)を石臼式摩擦機(グラインダー、摩砕機等)でマイクロフィブリル

化して得られたセルロースナノファイバ、繊維原料（パルプ等）をリファイナー（コニカルリファイナー、ディスクリファイナー等）でマイクロフィブリル化して得られたセルロースナノファイバ等を使用することができる。

[0055] このようにして、前記するようなセルロースの繊維原料を、ホモジナイザーやグラインダー、石臼式粉碎機を用いることでナノサイズまで粉碎されたセルロースナノファイバのサイズ（数平均長軸径）は、概ね、 $0.005\ \mu\text{m}$ ～ $10\ \mu\text{m}$ が好ましく、 $0.007\ \mu\text{m}$ ～ $1\ \mu\text{m}$ がさらに好ましく、 $0.010\ \mu\text{m}$ ～ $0.1\ \mu\text{m}$ がより好ましい。

[0056] なお、繊維原料としては、植物由来の繊維状のセルロースが好ましく、特に、微細な植物由来の繊維状のセルロース（粉状パルプ）が好ましい。繊維原料であるパルプは、紙の原料にもなり、植物から抽出される仮道管（かどうかん）を主成分とする。また、化学的な観点からは、主成分は多糖類であり、その主成分はセルロースである。植物由来の繊維状のセルロースは、特に限定されるものではないが、例えば、木材、竹、麻、ジュート、ケナフ、農作物残廃物（例えば、麦や稲等の藁、とうもろこし、綿花等の茎、サトウキビ等。）、布、再生パルプ、古紙等の植物に由来のものが挙げられるが、木材もしくは木材由来のものが好ましく、クラフトパルプとすることが特に好ましい。なお、クラフトパルプは、木材もしくは植物原料から、苛性ソーダ等の化学処理によって、リグニン・ヘミセルロースを除去し、純粋に近いセルロースを取り出したパルプの総称である。セルロースナノファイバの繊維原料は、その1種を単独で使用してもよく、2種以上を組み合わせで使用することができる。

[0057] 本発明にあって、セルロースナノファイバの含有量は、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 0.01 ～ 10.0 質量%とする。セルロースナノファイバを前記の含有量で添加することにより、前記の効果が安定して付与され、製造時に当該材料を塗布する塗布ロール等の回転に伴い生ずる遠心力により材料の飛散を抑えることができ、光ファイバ着色心線への塗布量を安定させることができる。また、かかる飛散等を高速の

製造でも維持することができる。加えて、光ファイバ着色心線1と間欠連結部3との接着強度も良好となる。

[0058] 一方、セルロースナノファイバの含有量が0.01質量%より小さいと、前記の効果が安定して付与されない場合があり、含有量が10.0質量%を超えると、紫外線硬化樹脂の硬化挙動等の諸特性等に悪影響を与える場合があり、また、製造時の材料の飛散を抑制できない場合がある。セルロースナノファイバの含有量は、間欠連結部3全体に対して0.01~10.0質量%とするが、0.1~5.0質量%とすることがより好ましい。さらには、0.1~2.0質量%とすることが特に好ましい。

[0059] なお、セルロースナノファイバは、疎水性や親水性のものがあるが、疎水性のセルロースナノファイバを使用することが好ましい。疎水性のセルロースナノファイバを使用することで、間欠連結部3を構成する紫外線硬化樹脂組成物に添加した場合に混合性が良好となり、材料にまんべんなく分散される。

[0060] また、概ね低せん断速度域と考えられる、25℃での動的粘弾性から求めたせん断速度 10^{-1} 1/sの粘度は、2.0~8.2 Pa·sの範囲とすることが好ましい。粘度がかかる範囲であれば、製造時の材料の飛散を抑えることができ、光ファイバ着色心線への塗布量を安定させることができる。また、かかる飛散等を高速の製造でも安定して維持することができる。

[0061] なお、前記した、間欠連結部3を構成する材料の粘度は、市販される粘度測定機器（レオメータ）を用いて測定することができ、例えば、レオメータMCR301（Anton Paar社製）等を用いることができる。

[0062] 光ファイバ着色心線1と間欠連結部3との間の接着強度は、0.1N以上であることが好ましい。接着強度がかかる範囲であれば、前記した効果が効率よく奏されるとともに、光ファイバ着色心線1と間欠連結部3とが適度に接着（密着）される。接着強度は、0.1~0.25Nであることがさらに好ましく、0.1~0.23Nであることが特に好ましい。接着強度がかかる範囲であれば、光ファイバ着色心線1と間欠連結部3とが適度に接着（密

着)されるとともに、光ファイバ着色心線1の分離(作業)性を維持することができる。

[0063] かかる接着強度は、光ファイバ着色心線1と、間欠連結部3を構成する樹脂の界面の接着面とで担保される。一般に、間欠連結部3の樹脂の塗布量は製造時の樹脂圧(塗布圧と同意。以下同じ。)でコントロールされ、間欠連結部3の樹脂量が少なくなる(接着面が小さくなる)につれて接着強度が小さくなると考えられるが、光ファイバ着色心線1より高くなるように樹脂を塗布してしまうと、光ファイバテープ心線2を折りたたみ、高密度化してケーブル化した時、隣同士の光ファイバテープ心線2が当たってマクロベンドを起こしたり(伝送損失増加)、間欠連結部3が割れたりするという問題が生じる場合がある。

[0064] また、接着強度が過大に高すぎると分離(作業)性も担保できなくなるので、2本の光ファイバ着色心線1間の高さを超えない程度に間欠連結部3を構成する樹脂を塗布することにより、マクロベンドを抑えることができるため好ましい。

[0065] 接着強度と分離(作業)性は、1本の光ファイバ着色心線1と間欠連結部3が接する界面の長さ(接着部分の長さ)等により左右される場合が多い。接着部分の長さは、間欠連結部3を構成する材料や間欠連結部3の形状等により適宜決定されるが、概ね5~35mmとすることが好ましく、接着部分の長さがかかる範囲であれば、良好な接着強度と分離(作業)性が両立して担保される。

[0066] 光ファイバ着色心線1と間欠連結部3との間の接着強度を前記した範囲とするためには、間欠連結部3として前記あるいは後記した材料等を用いて、材料等の種類等を適宜選択して、樹脂の樹脂圧、接着部分の長さや、照射量等の紫外線硬化の条件等を調整することによって行われる。

[0067] 光ファイバ着色心線1と間欠連結部との間の接着強度は、例えば、下記のようにして測定することができる。間欠連結部3が形成された2本の光ファイバ着色心線1を取り出し、かかる光ファイバ着色心線1を引張試験機の上

部に固定し、2本の光ファイバ着色心線1の間に $\phi 0.5$ mmの針金を通し、針金を下方向に100 mm/分の速度で移動させて間欠連結部3から光ファイバ着色心線1を剥離させるために必要な強度(N)を計測して、光ファイバ着色心線1と間欠連結部3との間の接着強度とすればよい。

[0068] 前記の成分のほか、間欠連結部3を構成する樹脂材料(紫外線硬化樹脂組成物)には、下記の添加剤、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、滑剤等を、本発明の目的及び効果を妨げない範囲において、必要により添加することができる。

[0069] 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、ジオキサゾン、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。

[0070] (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:

本発明に係る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

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。

[0071] オリゴマーとしては、例えば、一次被覆層 1 1 や二次被覆層 1 2 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が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 1 1 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 1 2 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 1 3 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 1 2 a 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。

[0072] 具体的には、一次被覆層 1 1 や二次被覆層 1 2 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°C 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ることもできる。

[0073] 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ることもできる。

[0074] 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、強靱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。

[0075] 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、強靱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ン片末端型アクリル変性シリコン、側鎖端アクリル変性シリコ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。

[0076] 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80 μ m~125 μ m、一次被覆層11の外径は120 μ m~200 μ m、二次被覆層12の外径は160 μ m~242 μ m、着色層13の外径は173 μ m~255 μ m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160 μ m~255 μ mの範囲内とすることが好ましい。

[0077] (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。

[0078] 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。

[0079] 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。

[0080] 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。

[0081] 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6（後記する図6等を参照。）を備えた製造装置を用いて実施することができ、例えば、特許第6169060号公報等に示される製造装置及び製造方法を用いて実施することができる。

[0082] すなわち、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 を得るようになればよい。

[0083] 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 6 としては、例えば、図 6 に示すような構成を採用してもよい。図 6 は、塗布ロール 6 の一例を示した図である。図 6 に示した塗布ロール 6 は、V 溝 7 1 が形成された 1 対の V 溝ロール 7 で塗布ロール 6 を挟み込むような構成を採用しており、塗布ロール 6 には、光ファイバ着色心線 1 が接触することになる。

[0084] また、図 7 は、塗布ロール 6 の他の例を示した斜視図、図 8 は図 7 の塗布ロール 6 に形成された塗布孔 6 1 の拡大図である。図 7 に示した塗布ロール 6 は、図 8 に示した塗布孔 6 1 が設けられており、かかる塗布孔 6 1 は、連続した一つの長穴ではなく、複数の小孔 6 2 が一列に整列して構成される。すなわち、塗布孔 6 1 は、所定幅、所定長さに、複数の小孔 6 2 が連続して配置されることで形成されている。

[0085] このような構成の塗布孔 6 1 を用いることで、間欠連結部を構成する材料（紫外線硬化樹脂）R の押出量が安定する。塗布孔 6 1 では、それぞれの小孔 6 2 が独立しているため、各小孔 6 2 からはほぼ一定の材料 R が押し出される。したがって、塗布孔 6 1（小孔 6 2 が形成される範囲。）に対して、ほぼ一定の量の材料 R を押し出すことができるため、光ファイバ着色心線 1 への材料 R の塗布量が安定する。

[0086] 図 9 は、塗布ロール 6 近傍の装置 D を示した断面図である。図 9 に示した装置 D は、塗布ロール 6 の近傍において、ダイス 9 を材料 R の押出方向に向けて、所定の荷重で押し付ける構成を採用しており、また、ダイス 9 を保持する部材としてエアシリンダ 8 が設けられている。

[0087] 装置 D にあっては、かかるエアシリンダ 8 によってダイス 9 が、V 溝ロー

ル7のV溝71に接触される光ファイバ着色心線1への材料Rの塗布側に向けて一定の荷重で押し付けられて、塗布孔61から材料Rが塗布されることになる。なお、エアシリンダ8に代えて、バネ等の弾性部材を設けてもよい。

[0088] (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を構成する材料（紫外線硬化樹脂組成物）に対して、重量平均分子量が2500～4000のポリオールを含有することに加え、セルロースナノファイバを特定の範囲で含有する構成としている。かかる構成により、製造時に当該材料を塗布する塗布ロール6等の回転に伴い生ずる遠心力により材料の飛散を抑え、光ファイバ着色心線1への塗布量を安定させることができる。かつ、かかる飛散の抑制等を、線速を高速とした製造でも維持することができる光ファイバテープ心線2となる。

[0089] 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する。すなわち、間欠連結部3の製造の際の塗布ロール6等による材料の飛散を抑え、光ファイバ着色心線1への塗布量を安定させることができ、かかる飛散の抑制等を、線速を高速とした製造でも維持することができ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を提供する。

[0090] 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10は、光ファイバケーブル4の一態様を示した図である。所定の心数の光ファイバテープ心線2を所定の本数（図10では8本。）撚り合わせ又は束ね合わせた光ファイバユニット21を、所定の本数（図10では25本。）撚り合わせ又は束ね合わせてケーブルコア41が構成されている。そして、かかるケーブルコア41の周囲には、例えば、不織布の押さえ巻テープ等からなる緩衝層42が形成され、さらにその周囲に、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）4

6が形成されている。

[0091] 図11は、光ファイバケーブル4の他の態様を示した図である。図11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11では図示せず。）を所定の本数撚り合わせ又は束ね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11では8本。）撚り合わせ又は束ね合わせた状態でルースチューブ5に内蔵し、かかる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11では8本。）撚り合わせる。

[0092] その周囲には、例えば、不織布の押さえ巻テープ等からなる緩衝層42が形成され、さらにその周囲に、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11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が形成されている。

[0093] なお、便宜上、図10及び図11について、図10の光ファイバテープ心線2や図11の光ファイバユニット21のハッチングは省略している。また、図11の光ファイバテープ心線2及び光ファイバユニット21の符号、図11の光ファイバユニット21及びルースチューブ5の符号については、一部について載せている。

[0094] 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を収容した光ファイバケーブルであれば特に制限されない。被覆層46は、例えば、2.0～3.0mmとすることができるが、特にこの範囲には限定されない。

[0095] (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。

[0096] 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12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、12心のほか、4心、8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辺が円弧状の略三角形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。

[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10及び図11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。

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

[0098] 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。

[0099] 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。

[0100] (1) 光ファイバ着色心線の製造：

光ファイバである、石英ガラスからなる外径が $125\ \mu\text{m}$ 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 $195\ \mu\text{m}$ 、二次被覆層（セカンダリ層）の外径を $242\ \mu\text{m}$ 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（着色層となる成分は成分 a とした。）を被覆して、図 1 に示した構成の外径 $255\ \mu\text{m}$ の光ファイバ着色心線を得た。

[0101] (2) 光ファイバ着色心線の製造：

光ファイバである、石英ガラスからなる外径が $125\ \mu\text{m}$ 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 $185\ \mu\text{m}$ 、着色された二次被覆層（着色された二次被覆層となる成分は成分 b とした。）の外径を $255\ \mu\text{m}$ 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 $255\ \mu\text{m}$ の光ファイバ着色心線を得た。

[0102] (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相结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。

[0103] (a) 成分 a（図 1 の構成となる光ファイバ着色心線）：

着色層となる成分 a（着色材成分 a）を構成する紫外線硬化樹脂は、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 (Irgacure 907)、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-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80 mJ/cm²以下とした。

[0104] (b) 成分b (図2の構成となる光ファイバ着色心線) :

着色された二次被覆層 (着色層) となる成分b (着色材成分b) を構成する紫外線硬化樹脂は、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が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、強靱性の向上のため、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 (Irgacure 184)、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) 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80 mJ/cm²以下とした。

[0105] (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12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、特許第6169060号に示される製造装置及び製造方法により、塗布ロールとして図6及び図7、塗布ロール近傍の装置として図9に示したものを用い、間欠連結部を構成する材料 (紫外線硬化樹脂組成物) を下記の材料として、下記のように600 m/分の線速 (光ファイバ着色心線を進行させる速度のこと。以下同じ。) を用いて、所定のパターン (間欠連結部の長さ: 30 mm、非連結部の長さ: 1

0 mm、ピッチの長さ：80 mm）となるように樹脂圧（塗布圧）を調整しながら塗布し、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。

[0106] また、光ファイバテープ心線を製造する際の、間欠連結部を構成する材料の粘度等を下記の方法で確認するとともに、間欠連結部を構成する材料の塗布における材料の飛散の有無を確認した。さらに、光ファイバ着色心線と間欠連結部との間の接着強度も測定した。

[0107] 間欠連結部の成分として使用したベース材料：

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、PO変性ノニルフェノールアクリレート、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、1,6-ヘキサンジオ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、2,4,6-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た。これらの成分で構成される材料をベース材料とし、下記に示すポリオールやセルロースナノファイバをそれぞれ所定の含有量で添加して間欠連結部を構成する材料（紫外線硬化樹脂組成物）とした（なお、比較例1ではセルロースナノファイバは添加しなかった。）。

[0108] （実施例1）

前記ベース材料に、ポリオールとして重量平均分子量が3000のポリプロピレングリコール（PP3000：三洋化成工業（株）製）を、紫外線硬化樹脂組成物（間欠連結部を構成する材料であり、以下、単に「組成物」とする場合もある。）全体に対して23質量%添加した。また、セルロース粉末（KCフロックW-200：日本製紙ケミカル（株）製、平均粒径約32

μm の粉末状セルロース)をホモジナイザーで解繊し、サイズ(数平均長軸径)を $0.007\sim 1\mu\text{m}$ ($7\sim 1000\text{nm}$)としたものをセルロースナノファイバとして使用し(以下、実施例2~実施例5、比較例2について同様。)、かかるセルロースナノファイバを組成物全体に対して 0.01 質量%添加した。

[0109] (実施例2)

前記ベース材料に、ポリオールとして重量平均分子量が 3000 のポリプロピレングリコール(PP3000:三洋化成工業(株)製)を、組成物全体に対して 23 質量%添加した。また、セルロースナノファイバを組成物全体に対して 0.1 質量%添加した。

[0110] (実施例3)

前記ベース材料に、ポリオールとして重量平均分子量が 3000 のポリプロピレングリコール(PP3000:三洋化成工業(株)製)を、組成物全体に対して 23 質量%添加した。また、セルロースナノファイバを組成物全体に対して 1.0 質量%添加した。

[0111] (実施例4)

前記ベース材料に、ポリオールとして重量平均分子量が 3000 のポリプロピレングリコール(PP3000:三洋化成工業(株)製)を、組成物全体に対して 23 質量%添加した。また、セルロースナノファイバを組成物全体に対して 5.0 質量%添加した。

[0112] (実施例5)

前記ベース材料に、ポリオールとして重量平均分子量が 3000 のポリプロピレングリコール(PP3000:三洋化成工業(株)製)を、組成物全体に対して 23 質量%添加した。また、セルロースナノファイバを組成物全体に対して 10.0 質量%添加した。

[0113] (比較例1)

前記ベース材料に、ポリオールとして重量平均分子量が 3000 のポリプロピレングリコール(PP3000:三洋化成工業(株)製)を、組成物全

体に対して23質量%添加した。また、セルロースナノファイバは添加しなかった。

[0114] (比較例2)

前記ベース材料に、ポリオールとして重量平均分子量が3000のポリプロピレングリコール(PP3000:三洋化成工業(株)製)を、組成物全体に対し23質量%添加した。また、セルロースナノファイバを組成物全体に対して15.0質量%添加した。

[0115] (粘度の測定方法)

レオメータ(MCR301:Anton Paar社)を使用して、粘度を測定した。25φパラレルプレート、ギャップ0.5mm、25°Cでの動的粘弾性から求めたせん断速度 10^1 1/s(粘度25°C 10^1 1/s)の粘度を求めた。

[0116] (材料の飛散確認)

前記した装置を使用して間欠連結部の形成の際に間欠連結部を構成する材料を2本の光ファイバ着色心線の上に塗布する際の材料のロールからの飛散の有無を、線速を600m/分の1種類として、長さ50kmの飛散をアクリルケースで覆い確認した。ロール部分及びその他パスラインを汚染しないで50km塗布でき、安定した塗布量であったと判断できる場合を「○」、飛散が多く確認され、光ファイバ着色心線に垂れる状態やロール部分及びその他パスラインを汚染し、50km塗布しきれなかった場合を「×」として判定した。

[0117] (接着強度の測定)

間欠連結部が形成された2本の光ファイバ着色心線を取り出し、かかる光ファイバ着色心線を引張試験機の上部に固定し、2本の光ファイバ着色心線の上にφ0.5mmの針金を通し、針金を下方向に100mm/分の速度で引っ張って間欠連結部から光ファイバ着色心線を剥離させるために必要な強度(N)を計測して、光ファイバ着色心線と間欠連結部との間の接着強度とした。なお、測定ができなかった場合は、表1に「-」と示した。

[0118] (組成及び結果)

[表1]

	実施例					比較例	
	1	2	3	4	5	1	2
着色材成分a	○		○		○	○	
着色材成分b		○		○			○
ポリオール(質量%)	23	23	23	23	23	23	23
セルロースナノファイバ(質量%)	0.01	0.1	1.0	5.0	10.0	0	15.0
粘度(Pa·s)	2.1	2.2	2.5	5.0	8.2	1.9	14.0
材料の飛散確認	○	○	○	○	○	×	×
総合	○	○	○	○	○	×	×
接着強度(N)	0.1	0.11	0.13	0.15	0.23	0.04	-

[0119] 表1に評価結果を示す。間欠連結部が、重量平均分子量が2500~4000のポリオールを含有し、かつ、セルロースナノファイバを間欠連結部全

体に対して0.01～10.0質量%する実施例1～実施例5は、材料の飛散確認について、線速を600m/分の材料の飛散確認を行った場合でも安定した塗布量であったと判断でき、総合の判定で「○」であった。また、間欠連結部を構成する材料（塗布される紫外線硬化樹脂組成物）の粘度を測定した結果、いずれも25℃での動的粘弾性から求めたせん断速度 $10^1 \sim 1/s$ の粘度は2.0～8.2 Pa·sの範囲内であった。

[0120] 一方、セルロースナノファイバを間欠連結部全体に含有しない比較例1、及びセルロースナノファイバを間欠連結部全体に対して10.0質量%を超えて含有する比較例2は、材料の飛散確認も、塗布時に材料の飛散が確認され、総合の判定も「×」であった。また、かかる材料の粘度を測定した結果、前記の粘度の範囲内に収まらないものであった。

[0121] 接着強度の測定結果を表1にあわせて示した。実施例1～実施例5は、光ファイバ着色心線と間欠連結部を構成する材料（塗布される紫外線硬化樹脂組成物）の接着強度を測定した結果、高線速（600m/分）の製造でも0.1N以上の高い接着強度が得られた。一方、比較例1は接着強度が低い（0.1Nより低い）結果が確認され、また、比較例2は、線速に追従しないため、満足な光ファイバテープ心線が製造できず、接着強度を測定できなかった。

[0122] （光ファイバケーブルの製造）

実施例1の光ファイバテープ心線を用いて、光ファイバケーブルを下記のようにして製造した。

[0123] （4）光ファイバケーブルの製造：

12心の光ファイバテープ心線を8本撚り合わせた光ファイバユニットを18本（または36本）撚り合わせてケーブルコアとし、その周囲に緩衝層として不織布押さえ巻テープを巻き付けた。さらに、緩衝層の外周に、 $\phi 4$ mmのFRP及び鋼線2本と、引き裂き紐2本とともに、被覆層を形成した。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とした。

[0124] 上述のように、本発明の光ファイバテープ心線を用いても、従来の光ファイバテープ心線と同様にケーブル化でき、光ファイバケーブルとして好適に使用できることを確認した。

産業上の利用可能性

[0125] 本発明は、製造時に間欠連結部を構成する材料の飛散を防止できる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るので、産業上の利用可能性は高い。

符号の説明

- [0126]
- 1 …… 光ファイバ着色心線
 - 1 a ~ 1 l …… 光ファイバ着色心線
 - 1 0 …… 光ファイバ（ガラス光ファイバ）
 - 1 1 …… 一次被覆層（プライマリ層）
 - 1 2 …… 二次被覆層（セカンダリ層）
 - 1 2 a …… 着色された二次被覆層
 - 1 3 …… 着色層
 - 2 …… 光ファイバテープ心線
 - 2 1 …… 光ファイバユニット
 - 3 …… 間欠連結部
 - 3 1, 3 2 …… 間欠連結部
 - 3 3, X …… 非連結部（単心部）
 - 4 …… 光ファイバケーブル
 - 4 1 …… ケーブルコア
 - 4 2 …… 緩衝層
 - 4 3 …… 鋼線（テンションメンバ）
 - 4 4 …… 引き裂き紐
 - 4 6 …… 被覆層（シース）
 - 5 …… ルースチューブ
 - 6 …… 塗布ロール

- 6 1 …… 塗布孔
- 6 2 …… 小孔
- 7 …… V溝ロール
- 7 1 …… V溝
- 8 …… エアシリンダ
- 9 …… ダイス
- D …… 装置
- R …… 間欠連結部を構成する材料
- t 1 ~ t 1 1 …… 光ファイバ着色心線対

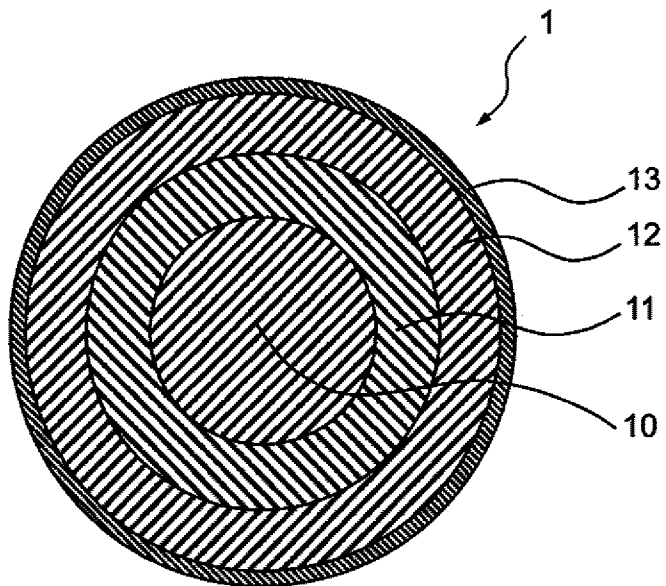
請求の範囲

- [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つ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2500～4000のポリオールを含有し、かつ、
- セルロースナノファイバを前記間欠連結部全体に対して0.01～10.0質量%含有したことを特徴とする光ファイバテープ心線。
- [請求項2] 前記間欠連結部が、前記ポリオールを前記間欠連結部全体に対して4～30質量%含有す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] 前記セルロースナノファイバが、前記間欠連結部全体に対して0.1～5.0質量%含有されてい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] 前記間欠連結部を形成する材料の、25℃での動的粘弾性から求めたせん断速度 10^1 1/s の粘度が $2.0 \sim 8.2 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ であることを特徴とする請求項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。
- [請求項5] 前記セルロースナノファイバが、化学的解繊法、機械的解繊法及び水衝突解繊法よりなる群より選ばれるうちの1つにより解繊されたものであることを特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の光ファイバテープ心線。
- [請求項6] 前記セルロースナノファイバがクラフトパルプを繊維原料とするものであることを特徴とする請求項1ないし請求項5のいずれかに記載の光ファイバテープ心線。
- [請求項7] 前記光ファイバ着色心線と前記間欠連結部との間の接着強度が0.

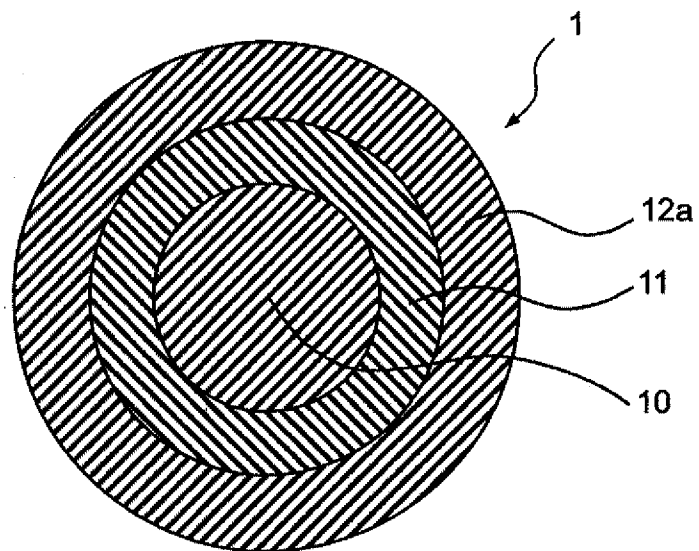
1 N以上であることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 6 のいずれかに記載の光ファイバテープ心線。

[請求項 8] 請求項 1 ないし請求項 7 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。

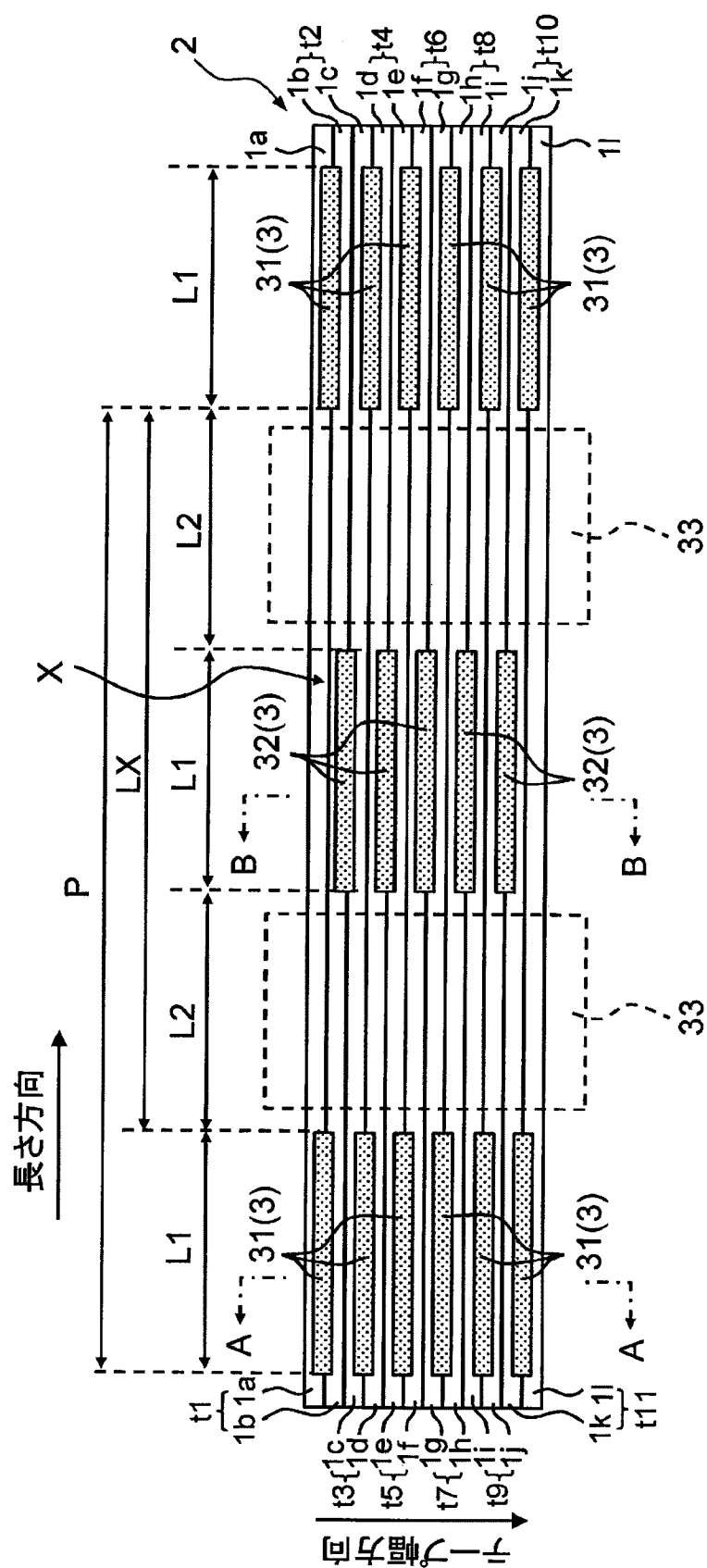
[図1]



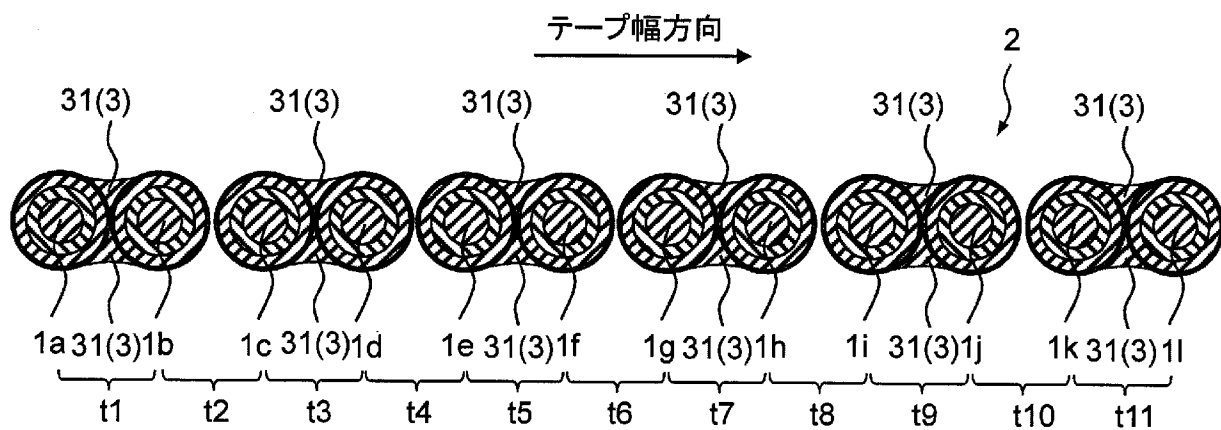
[図2]



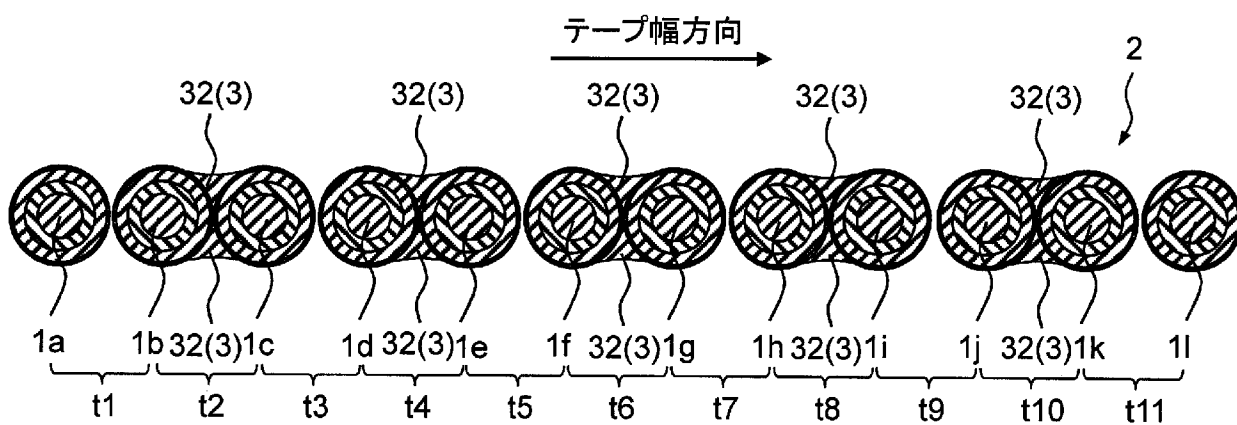
[図3]



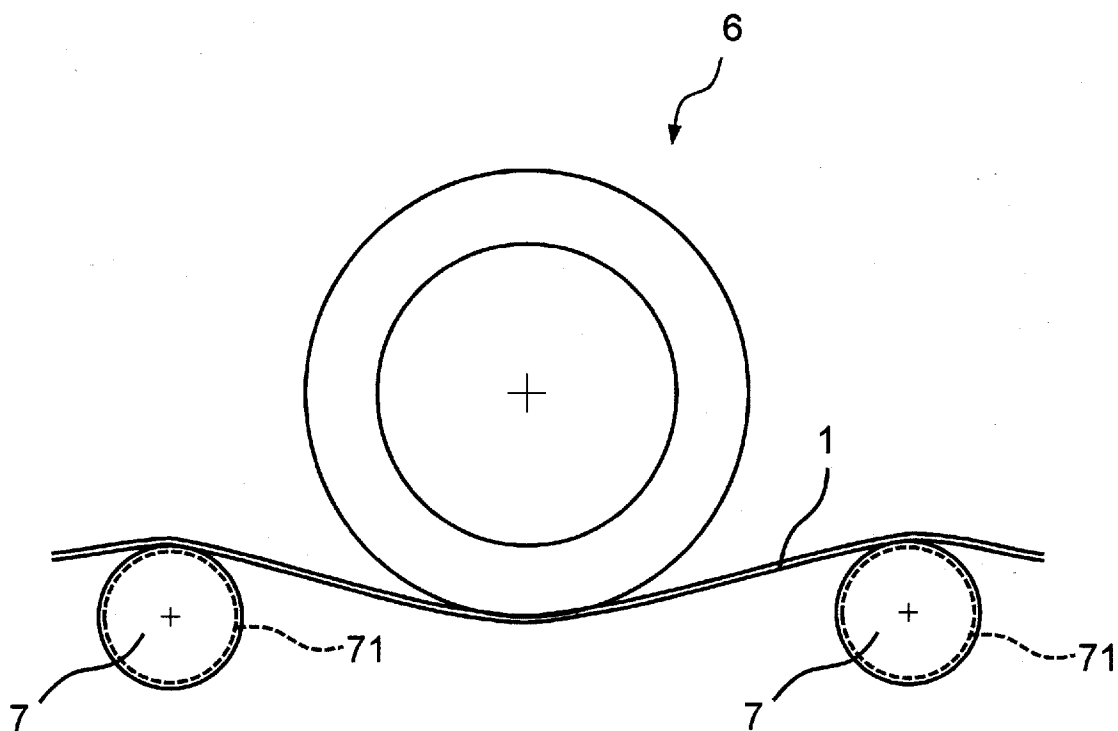
[図4]



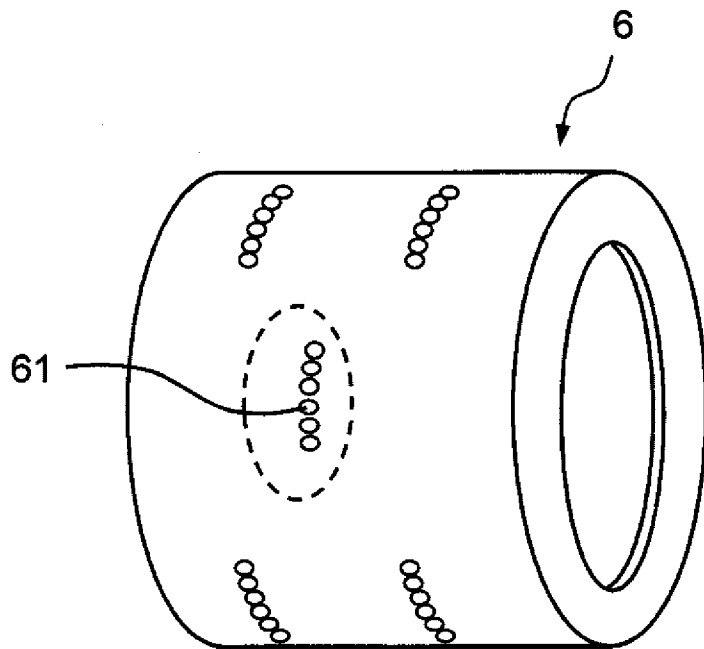
[図5]



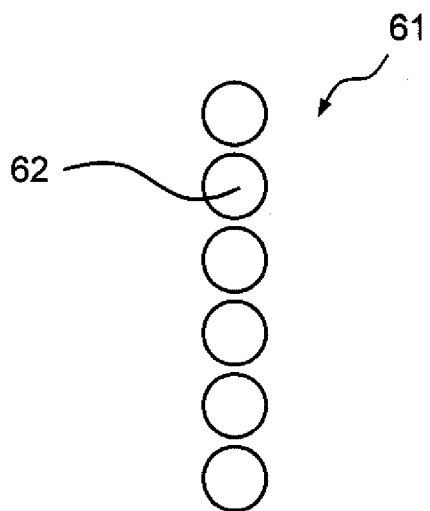
[図6]



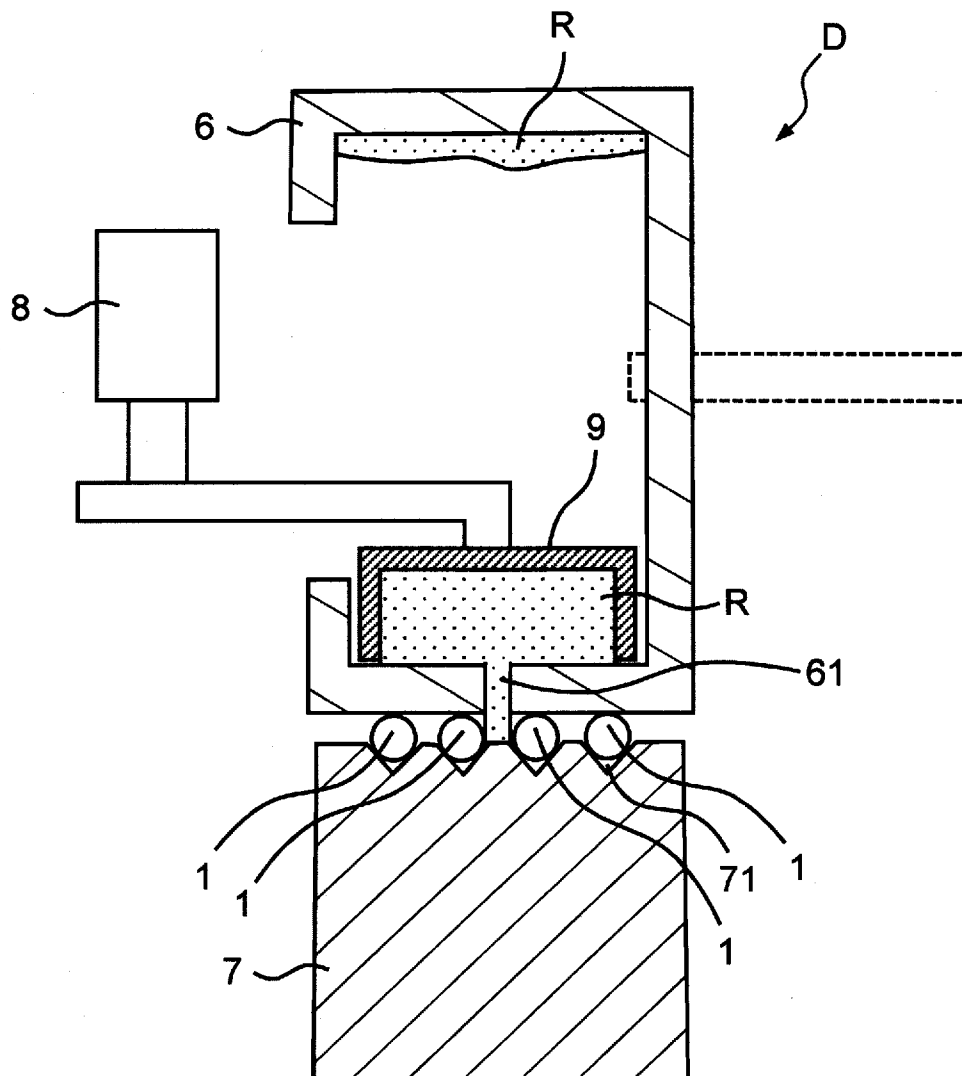
[図7]



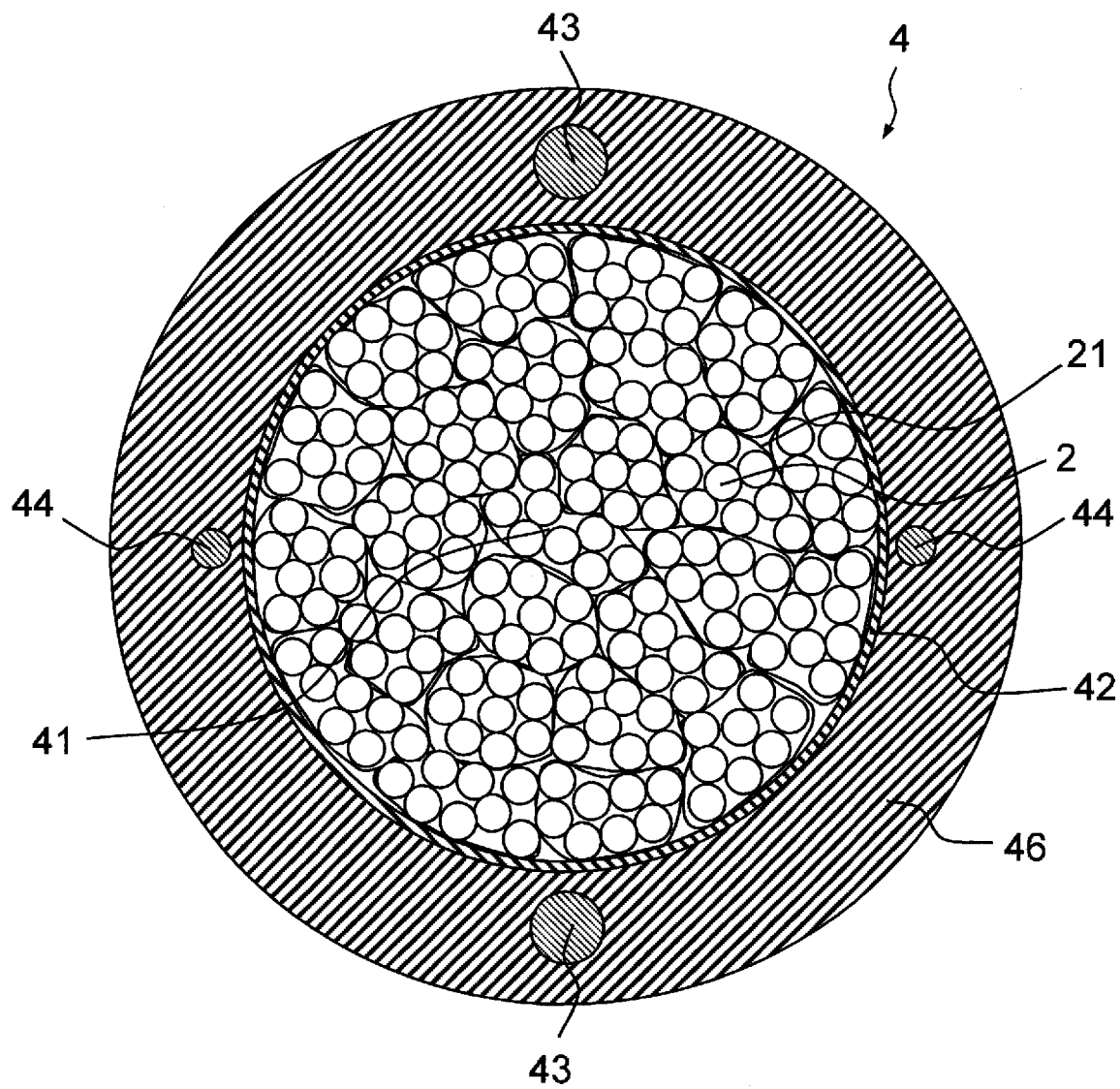
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/009482

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G02B6/44 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. G02B6/02-6/036, G02B6/10, G02B6/44, H01B7/00-7/02, H01B7/38-7/40

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2017/094560 A1 (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 08 June 2017, paragraphs [0016]-[0021], [0029]-[0037], [0080], [0098]-[0099], [0102]-[0115], fig. 1-5, 7, 13-15, table 1 & US 2018/0273427 A1, paragraphs [0030]-[0035], [0043]-[0051], [0093], [0111]-[0112], [0116]-[0132], fig. 1-5, 7, 13-15, table 1 & JP 6490805 B2 & EP 3385765 A1 & CN 108369324 A	1-8
Y	JP 2017-204931 A (SUMITOMO WIRING SYSTEMS LTD.) 16 November 2017, paragraphs [0041]-[0042] (Family: none)	1-8

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

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 08 May 2019 (08.05.2019)	Date of mailing of the international search report 21 May 2019 (21.05.2019)
---	--

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/009482

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2014-142631 A (DAICEL CORPORATION) 07 August 2014, paragraphs [0025]-[0026], [0087]-[0088], fig. 1 & JP 6397187 B2	1-8
Y	JP 6211160 B1 (DAIO PAPER CORP.) 22 September 2017, paragraphs [0024]-[0025] & JP 2018-53398 A & WO 2018/061306 A1	5-6
Y	JP 2017-156558 A (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 07 September 2017, paragraph [0046] (Family: none)	7
Y	JP 2016-133606 A (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 25 July 2016, paragraph [0045], table 1 & JP 6490431 B2	7
A	WO 2018/012643 A1 (STARLITE CO., LTD.) 18 January 2018, entire text, all drawings (Family: none)	1-8
P,A	JP 2018-098064 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 21 June 2018, entire text, all drawings (Family: none)	1-8
A	US 2016/0245990 A1 (BOYDEN et al.) 25 August 2016, entire text, all drawings (Family: none)	1-8
A	WO 2011/126038 A1 (UNITIKA LTD.) 13 October 2011, entire text, all drawings & US 2013/0030090 A1 & EP 2557124 A1 & CN 102803385 A & KR 10-2013-0024885 A	1-8
A	「セルロースナノファイバー強化による自動車用高機能化グリーン部材の研究開発」, 平成 22 年度～平成 24 年度成果報告, February 2013, pp. 1-84, non-official translation ("Research and development of highly functional green members for automobiles by cellulose nanofiber reinforcement", 2010-2012 performance report)	1-8
A	JP 2015-000934 A (KAO CORP.) 05 January 2015, entire text, all drawings (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B6/44 (2006.01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B6/02-6/036, G02B6/10, G02B6/44, H01B7/00-7/02, H01B7/38-7/40

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2017/094560 A1 (古河電気工業株式会社) 2017.06.08, 段落 [0016]-[0021], [0029]-[0037], [0080], [0098]-[0099], [0102]-[011 5], 図 1-5, 7, 13-15, 表 1 & US 2018/0273427 A1, 段落 [0030]-[0035], [0043]-[0051], [0093], [0111]-[0112], [0116]-[013 2], 図 1-5, 7, 13-15, 表 1 & JP 6490805 B2 & EP 3385765 A1 & CN 108369324 A	1-8
Y	JP 2017-204931 A (住友電装株式会社) 2017.11.16, 段落 [0041]-[0042] (ファミリーなし)	1-8

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

08.05.2019

国際調査報告の発送日

21.05.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号 100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

野口 晃一

2L

5708

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
Y	JP 2014-142631 A (株式会社ダイセル) 2014.08.07, 段落 [0025]-[0026], [0087]-[0088], 図1 & JP 6397187 B2	1-8
Y	JP 6211160 B1 (大王製紙株式会社) 2017.09.22, 段落[0024]-[0025] & JP 2018-53398 A & WO 2018/061306 A1	5-6
Y	JP 2017-156558 A (古河電気工業株式会社) 2017.09.07, 段落[0046] (ファミリーなし)	7
Y	JP 2016-133606 A (古河電気工業株式会社) 2016.07.25, 段落 [0045], 表1 & JP 6490431 B2	7
A	WO 2018/012643 A1 (スターライト工業株式会社) 2018.01.18, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8
P, A	JP 2018-098064 A (住友電気工業株式会社) 2018.06.21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8
A	US 2016/0245990 A1 (BOYDEN et al.) 2016.08.25, 全文, 全図 (フ ァミリーなし)	1-8
A	WO 2011/126038 A1 (ユニチカ株式会社) 2011.10.13, 全文, 全図 & US 2013/0030090 A1 & EP 2557124 A1 & CN 102803385 A & KR 10-2013-0024885 A	1-8
A	「セルロースナノファイバー強化による自動車用高機能化グリーン 部材の研究開発」, 平成22年度～平成24年度成果報告, 2013.02, p. 1-84	1-8
A	JP 2015-000934 A (花王株式会社) 2015.01.05, 全文, 全図 (ファミ リーなし)	1-8