

(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10月12日(12.10.2017)



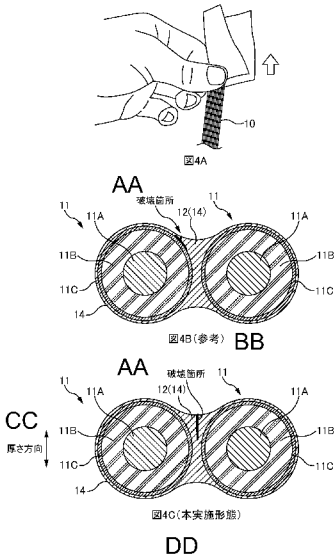
(10) 国際公開番号
WO 2017/175414 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 6/44 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/083012
- (22) 国際出願日: 2016年11月8日(08.11.2016)
- (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 2016-078161 2016年4月8日(08.04.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社フジクラ (FUJIKURA LTD.)
[JP/JP]; 〒1358512 東京都江東区木場一丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 伊佐地 瑞基 (ISAJI, Mizuki); 〒2858550 千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内 Chiba (JP). 金子 総一郎 (KANEKO, Soichiro); 〒2858550 千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内 Chiba (JP). 大里 健 (OSATO, Ken); 〒2858550 千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内 Chiba (JP).
- (74) 代理人: 一色国際特許業務法人 (ISSHIKI & CO.); 〒1080073 東京都港区三田三丁目11番36号 三田日東ダイビル Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, 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.

[続葉有]

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

(54) 発明の名称: 光ファイバテープの製造方法、光ファイバテープ及び光ケーブル



AA Location of breakage
 BB Fig. 4B (reference)
 CC Thickness direction
 DD Fig. 4C (present embodiment)

(57) Abstract: [Problem] To inhibit breaking of the connecting parts of an intermittently connected optical fiber tape. [Solution] This method for manufacturing an optical fiber tape has: a coloring layer formation step for forming a coloring layer on each of a plurality of optical fibers; and a taping step for curing a connecting material applied to the surface of the coloring layer and forming connecting parts, whereby an optical fiber tape is formed in which adjacent optical fibers are connected by the connecting parts. In the coloring layer formation step, a coloring material is applied to the optical fiber, and the coloring material is cured so that uncured resin remains on the surface, whereby the coloring layer is formed. In the taping step, the connecting material is applied to the surface of the coloring layer in which the uncured resin remains, the connecting material is cured, and the uncured resin on the surface of the coloring layer is cured.

(57) 要約: 【課題】間欠連結型光ファイバテープの連結部の破壊を抑制すること。【解決手段】本開示の光ファイバテープの製造方法は、複数の光ファイバのそれぞれに着色層を形成する着色層形成工程と、着色層の表面に塗布した連結材を硬化させて連結部を形成することによって、隣接する光ファイバの間を前記連結部で連結した光ファイバテープを形成するテープ化工程とを有する。前記着色層形成工程において、着色材を前記光ファイバに塗布し、表面に未硬化の樹脂が残存するように前記着色材を硬化させて、前記着色層を形成する。前記テープ化工程において、未硬化の樹脂が残存した前記着色層の表面に前記連結材を塗布し、前記連結材を硬化させるとともに、前記着色層の表面の未硬化の樹脂を硬化させる。

WO 2017/175414 A1



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

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

光ファイバテープの製造方法、光ファイバテープ及び光ケーブル

技術分野

[0001] 本発明は、光ファイバテープの製造方法、光ファイバテープ及び光ケーブルに関する。

背景技術

[0002] 特許文献1、2には、並列させた3心以上の光ファイバを間欠的に連結させた光ファイバテープ（間欠連結型光ファイバテープ）が記載されている。また、特許文献3には、チューブに充填材（止水材料）としてジェリーを充填させた光ケーブル（ルースチューブ型光ケーブル）が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第4 1 4 3 6 5 1号公報
特許文献2：特許第4 6 1 9 4 2 4号公報
特許文献3：特許第5 2 6 0 9 4 0号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ルースチューブ型光ケーブルから光ファイバテープを取り出したとき、光ファイバの周囲に付着した充填材（ジェリー等）を拭き取る作業が必要となる。但し、間欠連結型光ファイバテープの場合、光ファイバテープに付着した充填材を拭き取る際に、光ファイバを連結する連結部が破壊されてしまい、光ファイバテープが単心光ファイバにバラバラになってしまうことがある。

[0005] 本発明は、連結部の破壊を抑制することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するための主たる発明は、
複数の光ファイバのそれぞれに着色層を形成する着色層形成工程と、
着色層の表面に塗布した連結材を硬化させて連結部を形成することによつて、隣接する光ファイバの間を前記連結部で連結した光ファイバテープを形成するテープ化工程と
を有する光ファイバテープの製造方法であつて、
前記着色層形成工程において、
着色材を前記光ファイバに塗布し、
表面に未硬化の樹脂が残存するように前記着色材を硬化させて、前記着色層を形成し、
前記テープ化工程において、
未硬化の樹脂が残存した前記着色層の表面に前記連結材を塗布し、
前記連結材を硬化させるとともに、前記着色層の表面の未硬化の樹脂を硬化させる
ことを特徴とする光ファイバテープの製造方法である。

[0007] 本発明の他の特徴については、後述する明細書及び図面の記載により明らかにする。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、連結部の破壊を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1 Aは、ルースチューブ型の光ケーブル1の断面図である。図1 Bは、ルースチューブ3の断面図である。

[図2]図2は、別のルースチューブ型の光ケーブル1の断面図である。

[図3]図3 Aは、間欠連結型の光ファイバテープ10の一例の説明図である。

図3 Bは、間欠連結型光ファイバテープ10の別の一例の説明図である。

[図4]図4 Aは、光ファイバテープ10に付着した充填材4を拭き取る様子の説明図である。図4 B及び図4 Cは、間欠連結型光ファイバテープ10の隣接する2心の光ファイバ11の連結部12における断面図である。図4 Bは

、参考例における連結部12の破壊の説明図である。図4Cは、本実施形態における連結部12の破壊の説明図である。

[図5]図5は、本実施形態の間欠連結型光ファイバテープ10を製造する製造装置30の説明図である。

[図6]図6A及び図6Bは、テープ化装置50の説明図である。

[図7]図7は、着色層11Cの表面の硬化度の説明図である。

[図8]図8Aは、第2実施形態の間欠連結型光ファイバテープ10の隣接する2心の光ファイバ11の連結部12における断面図である。図8Bは、第3実施形態の間欠連結型光ファイバテープ10の隣接する2心の光ファイバ11の連結部12における断面図である。図8Cは、第4実施形態の間欠連結型光ファイバテープ10の隣接する2心の光ファイバ11の連結部12における断面図である。

発明を実施するための形態

[0010] 後述する明細書及び図面の記載から、少なくとも以下の事項が明らかとなる。

[0011] 複数の光ファイバのそれぞれに着色層を形成する着色層形成工程と、
着色層の表面に塗布した連結材を硬化させて連結部を形成することによって、隣接する光ファイバの間を前記連結部で連結した光ファイバテープを形成するテープ化工程と

を有する光ファイバテープの製造方法であって、

前記着色層形成工程において、

着色材を前記光ファイバに塗布し、

表面に未硬化の樹脂が残存するように前記着色材を硬化させて、前記着色層を形成し、

前記テープ化工程において、

未硬化の樹脂が残存した前記着色層の表面に前記連結材を塗布し、

前記連結材を硬化させるとともに、前記着色層の表面の未硬化の樹脂を硬化させることを特徴とする光ファイバテープの製造方法が明らかとな

る。このような光ファイバテープの製造方法によれば、連結部の破壊を抑制することができる。

[0012] 前記着色層形成工程において、ラジカル重合型の紫外線硬化樹脂で構成された前記着色材を前記光ファイバに塗布し、酸素阻害により表面に未硬化の樹脂を残存させつつ、前記着色材に紫外線を照射して前記着色層を形成し、前記テープ化工程において、未硬化の樹脂が残存した前記着色層の表面に、ラジカル重合型の紫外線硬化樹脂で構成された前記連結材を塗布し、前記連結材に紫外線を照射して、前記連結材を硬化させるとともに、前記着色層の表面の未硬化の樹脂を硬化させることが望ましい。これにより、着色層の形成時には表面に未硬化の樹脂を残存させつつ内部を硬化させることができるため、光ファイバの作成が容易になる。

[0013] 前記テープ化工程において、前記着色層の形成された前記光ファイバの全周に前記連結材を塗布し、前記連結材に紫外線を照射して、前記光ファイバの全周に塗布された前記連結材を硬化させるとともに、前記着色層の表面の未硬化の樹脂を硬化させることが望ましい。これにより、製造後の光ファイバテープにおいて未硬化の樹脂が残存することを抑制できる。

[0014] 前記テープ化工程において、前記着色層の形成された前記光ファイバの全周及び前記光ファイバの間に前記連結材を塗布し、光ファイバの間に塗布された前記連結材の一部を残しつつ、一部を除去し、前記連結材に紫外線を照射して前記連結材を硬化させて、前記連結部を間欠的に形成することが望ましい。これにより、光ファイバの全周に連結材を塗布しつつ、連結部を間欠的に形成することを容易に実現できる。

[0015] 前記着色層形成工程において、酸素濃度を0.10%以上1.0%以下の雰囲気下で、酸素阻害により表面に未硬化の樹脂を残存させつつ、前記着色材に紫外線を照射して前記着色層を形成することが望ましい。これにより、連結部の破壊を抑制することができる。

[0016] IRスペクトルにより前記着色層の表面を測定したときの光重合反応の二重結合に対応する帯域のピーク強度をAとし、前記着色材が未硬化のときの

前記ピーク強度をA0とし、前記着色材が最も硬化したときの前記ピーク強度をA1とし、前記着色層の表面の硬化度を硬化度(%) = $\{(A0 - A) / (A0 - A1)\} \times 100$ としたとき、前記硬化度が60%以上90%以下となるように、前記着色層を形成することが望ましい。これにより、連結部の破壊を抑制することができる。

[0017] 前記連結材は、ヤング率が10~300MPaの範囲内であり、破断強度が10~30MPaの範囲内であることが望ましい。これにより、光ファイバテープの光ファイバを単心分離する際に、光ファイバが損傷することを抑制できる。

[0018] 前記連結部の厚さが150μm以上であることが望ましい。これにより、連結部の破壊を抑制することができる。

[0019] 着色層を有し、並列して配置された複数の光ファイバと、隣接する2心の前記光ファイバを連結する連結部とを備えた光ファイバテープであって、表面に未硬化の樹脂が残存するように着色材を硬化させて前記着色層を形成し、未硬化の樹脂が残存した前記着色層の表面に連結材を塗布し、前記連結材を硬化させて前記連結部を形成するとともに、前記着色層の表面の未硬化の樹脂を硬化させたことを特徴とする光ファイバテープが明らかとなる。このような光ファイバテープによれば、連結部の破壊を抑制することができる。

[0020] 着色層を有し並列して配置された複数の光ファイバと、隣接する2心の前記光ファイバを連結する連結部とを有する光ファイバテープと、前記光ファイバテープを収容するチューブと、前記チューブに充填された充填材とを備えた光ケーブルであって、表面に未硬化の樹脂が残存するように着色材を硬化させて前記着色層を形成し、

未硬化の樹脂が残存した前記着色層の表面に連結材を塗布し、
前記連結材を硬化させて前記連結部を形成するとともに、前記着色層の表面の未硬化の樹脂を硬化させたことを特徴とする光ケーブルが明らかとなる。このような光ケーブルであれば、光ファイバテープに付着した充填材を拭き取る際に、連結部の破壊を抑制することができる。

[0021] === 第 1 実施形態 ===

<光ケーブル 1 の構成>

図 1 A は、ルースチューブ型の光ケーブル 1 の断面図である。このルースチューブ型の光ケーブル 1 は、テンションメンバ 2（抗張力体）と、複数のルースチューブ 3 と、外被 8 とを有する。テンションメンバ 2 の周囲に複数のルースチューブ 3 が集合されている。複数のルースチューブ 3 は、一方向に螺旋状に、若しくは周期的に螺旋方向を反転させた S Z 状に、テンションメンバ 2 の周囲で撚り合わせて（巻き付けて）集合されている。テンションメンバ 2 の周囲に集合された複数のルースチューブ 3 の外周を押え巻きテープ 7 で覆い、押え巻きテープ 7 の外周にシース材を押出成形して外被 8 が形成されることによって、図 1 A に示すルースチューブ型の光ケーブル 1 が製造される。

[0022] 図 1 B は、ルースチューブ 3 の断面図である。ルースチューブ 3 の単体構成のことを「光ケーブル」や「ルースチューブケーブル」などと呼ぶこともある。ルースチューブ 3 は、複数の光ファイバ 1 1 と、充填材 4 と、チューブ 5 とを有する。充填材 4 は、チューブ 5 の内部の隙間を埋めてチューブ 5 を止水するための止水材であり、例えばジェリーである。チューブ 5 は、複数の光ファイバ 1 1 と充填材 4 を収容する管状の部材である。複数の光ファイバ 1 1 は、1 枚又は複数枚の間欠連結型光ファイバテープ 1 0 から構成されている。

[0023] 図 2 は、別のルースチューブ型の光ケーブル 1 の断面図である。このルースチューブ型の光ケーブル 1 は、2 本のテンションメンバ 2（抗張力体）と、ルースチューブ 3 と、外被 8 とを有する。図 2 に示す光ケーブル 1 は、セ

ンターチューブ型ケーブルなどと呼ばれることもある。2本のテンションメンバ2に挟まれるように、ルースチューブ3が外被8の内側に配置されている。図2の光ケーブル1においても、ルースチューブ3は、複数の光ファイバ11と、充填材4と、チューブ5とを有する。複数の光ファイバ11は、1枚又は複数枚の間欠連結型光ファイバテープ10から構成されている。ルースチューブ3にテンションメンバ2を縦添えしつつ、テンションメンバ2及びルースチューブ3の周囲にシース材を押出成形して外被8が形成されることによって、図2に示すルースチューブ型の光ケーブル1が製造される。

[0024] 図3Aは、間欠連結型の光ファイバテープ10の一例の説明図である。以下の説明では、光ファイバ11に平行な方向を「長手方向」と呼ぶ。また、間欠連結型光ファイバテープ10を構成する複数の光ファイバ11の並ぶ方向を「テープ幅方向」と呼ぶ。

間欠連結型光ファイバテープ10は、複数の光ファイバ11を並列させて間欠的に連結した光ファイバテープである。隣接する2心の光ファイバ11は、連結部12によって連結されている。隣接する2心の光ファイバ11を連結する複数の連結部12は、長手方向に間欠的に配置されている。また、間欠連結型光ファイバテープ10の複数の連結部12は、長手方向及びテープ幅方向に2次元的に間欠的に配置されている。連結部12は、接着剤（連結材14）となる紫外線硬化樹脂を塗布した後に紫外線を照射して硬化させることによって、形成されている（後述）。なお、連結部12を熱可塑性樹脂で構成することも可能である。隣接する2心の光ファイバ11間の連結部12以外の領域は、非連結部13（分離部）になっている。非連結部13では、隣接する2心の光ファイバ11同士は拘束されていない。これにより、間欠連結型光ファイバテープ10を丸めて筒状（束状）にしたり、折り畳んだりすることが可能になり、多数の光ファイバ11を高密度に収容することが可能になる。但し、間欠連結型光ファイバテープ10の代わりに、テープ幅方向に並ぶ複数の光ファイバ11を一括被覆した通常の光ファイバテープ10を用いてもよい。

- [0025] 図3Bは、間欠連結型光ファイバテープ10の別の一例の説明図である。このように、間欠連結型光ファイバテープ10の心数は、適宜変更可能である。また、間欠的に配置されている連結部12は、配置を適宜変更可能である。
- [0026] 図4Aは、光ファイバテープ10に付着した充填材4を拭き取る様子の説明図である。図4Aに示すように、作業者は、光ケーブル1のルースチューブ3から間欠固定型光ファイバテープ10を取り出した後、間欠固定型光ファイバテープ10に付着した充填材4（例えばジェリー）を清掃用シート（例えばワイプ紙）で拭き取ることになる。このとき、作業者の指によって光ファイバテープ10に捻るような力が加わることによって、間欠固定型光ファイバテープ10の連結部12が破壊されてしまうことがある。この結果、間欠固定型光ファイバテープ10が単心の光ファイバ11にバラバラになってしまう（光ファイバテープ10を構成する複数の光ファイバ11が単心分離された状態になってしまう）。光ファイバテープ10を構成する複数の光ファイバ11が単心分離されてしまうと、もはや光ファイバテープ10の複数の光ファイバ11を一括融着することが難しい状態となるため、各光ファイバ11を融着接続するためには、単心の光ファイバ11ごとに融着接続するか、若しくは、単心分離した複数の光ファイバ11を再度テープ状に連結してから一括融着する必要が生じてしまい、手間がかかってしまう。このような手間を避けるためには、光ファイバテープ10に付着した充填材4を拭き取る際に、間欠固定型光ファイバテープ10の連結部12が破壊されないことが好ましい。
- [0027] 図4B及び図4Cは、間欠連結型光ファイバテープ10の隣接する2心の光ファイバ11の連結部12における断面図である。なお、図4Bは、参考例における連結部12の破壊の説明図である。また、図4Cは、本実施形態における連結部12の破壊の説明図である。
- [0028] 図4B及び図4Cに示すように、光ファイバ11は、光ファイバ部11Aと、被覆層11Bと、着色層11Cとから構成されている。光ファイバ11

は、光ファイバ素線又は光ファイバ心線と呼ばれることもある。光ファイバ 11 の直径は、約 250 μm である。光ファイバ部 11 A は、コア及びクラッドから構成されている。光ファイバ部 11 A は、例えば石英ガラスファイバである。光ファイバ部 11 A の直径（クラッド径）は例えば約 125 μm である。被覆層 11 B は、光ファイバ部 11 A を被覆する層である。被覆層 11 B は、例えば一次被覆層（プライマリー・コーティング）及び二次被覆層（セカンダリー・コーティング）から構成されている。被覆層 11 B の直径は、例えば約 240 μm である。着色層 11 C は、被覆層 11 B の表面に形成された層である。着色層 11 C は、被覆層 11 B の表面に着色材を塗布することによって形成される。着色材は、通常は有色であるが、無色でもよい。後述するように、着色材は、紫外線硬化樹脂で構成されている。後述するように、着色層 11 C の表面に連結材 14（紫外線硬化樹脂）が塗布・硬化されることによって、連結部 12 が形成されている。

[0029] 図 4 B に示すように、参考例では、着色層 11 C 上において連結部 12 を構成する樹脂が破壊されている。このような箇所では連結部 12 が破壊される理由は明らかではないが、着色層 11 C と連結部 12 との界面において剥離が生じ（図中の界面における太線部の箇所参照）、この剥離から連結部 12 の薄い樹脂層が破断して、連結部 12 が破壊されたものと考えられる。

[0030] 本実施形態では、後述するように着色層 11 C と連結部 12 との密着性を向上させることによって、着色層 11 C と連結部 12 との界面における剥離が生じにくい構造となっている。この結果、本実施形態では、連結部 12 の薄い樹脂層での破壊が抑制され、図 4 C に示すように、着色層 11 C と連結部 12 とが密着したまま連結部 12 の破壊が進行するため、図 4 B の参考例と比べて連結部 12 が破壊されにくくなり、意図せずに光ファイバ 11 が単心分離してしまうことを抑制できる。なお、本実施形態では、間欠連結型光ファイバテープ 10 の光ファイバ 11 を単心分離させるために連結部 12 を裂いたときには、図 4 C に示すように、着色層 11 C と連結部 12 とが密着したまま、連結部 12 が破壊され、これにより光ファイバ 11 が単心分離さ

れることになる。

[0031] 一方、着色層 11C と連結部 12 との密着性を高めすぎてしまうと、間欠連結型光ファイバテープ 10 の光ファイバ 11 を単心分離させる必要があるために連結部 12 を裂いたときに、連結部 12 とともに被覆層 11B まで破壊されてしまい、光ファイバ 11 が損傷するおそれが生じてしまう。また、連結部 12 のヤング率や破断強度が高すぎる場合にも、連結部 12 とともに被覆層 11B まで破壊されてしまい、光ファイバ 11 が損傷するおそれが生じてしまう。このため、本実施形態では、適度なヤング率や破断強度の連結材 14 を選択しつつ、着色層 11C と連結部 12 との密着性を調整して、間欠連結型光ファイバテープ 10 を製造することが望ましい。

[0032] <間欠連結型光ファイバテープ 10 の製造方法>

・間欠連結型光ファイバテープ 10 の製造方法の概要

図 5 は、本実施形態の間欠連結型光ファイバテープ 10 を製造する製造装置 30 の説明図である。製造装置 30 は、複数（ここでは 4 つ）のファイバ供給源 31 と、着色装置 40 と、テープ化装置 50 とを有する。

[0033] ファイバ供給源 31 は、光ファイバ 11 を着色装置 40 に供給する供給装置（供給源）である。ファイバ供給源 31 が供給する光ファイバ 11 は、着色層 11C を形成する前の光ファイバ 11（光ファイバ部 11A 及び被覆層 11B から構成された光ファイバ）である。

[0034] 着色装置 40 は、被覆層 11B の外周に着色層 11C を形成する装置である。着色装置 40 は、光ファイバ 11 の長手方向にわたって被覆層 11B の全周に着色層 11C を形成する。着色装置 40 は、着色材塗布部 41 と、硬化用光源 42 とを有する。着色材塗布部 41 は、被覆層 11B の外周に、紫外線硬化樹脂で構成された着色材を塗布する塗布装置である。着色材塗布部 41 は、例えば液状の着色材を充填させたコーティングダイスに光ファイバ 11 を挿通させることによって、光ファイバ 11 の長手方向にわたって被覆層 11B の全周に着色材を塗布する。硬化用光源 42 は、紫外線硬化樹脂で構成された着色材に紫外線を照射する光源である。被覆層 11B の外周に塗

布された着色材は、硬化用光源42の紫外線が照射されることによって、硬化することになる。硬化した着色材によって、着色層11Cが形成されることになる。着色装置40は、着色層11Cの形成された光ファイバ11をテープ化装置50に供給する。

[0035] テープ化装置50は、連結部12を間欠的に形成して、間欠連結型光ファイバテープ10を形成する装置である。図6A及び図6Bは、テープ化装置50の説明図である。テープ化装置50は、連結材塗布部51と、除去部52と、光源53とを有する。

[0036] 連結材塗布部51は、隣接する光ファイバ11の間に紫外線硬化樹脂で構成された連結材14を塗布する装置である。連結材塗布部51は、液状の連結材14を充填させたコーティングダイスに複数（ここでは4本）の光ファイバ11を挿通させることによって、光ファイバ11の長手方向にわたって、光ファイバ11の全周（着色層11Cの全周）及び光ファイバ11の間に液状の連結材14を塗布する。

[0037] 除去部52は、光ファイバ11の間に塗布された液状の連結材14の一部を残しつつ、一部を除去する装置である。除去部52は、凹部521Aを有する回転刃521を有しており（図6A参照）、光ファイバ11の供給速度に合わせて回転刃521を回転させ、回転刃521の凹部521Aにおいて連結材14を残しながら、光ファイバ11の間に塗布された連結材14を回転刃521の外縁で除去（切断）する。言い換えると、除去部52は、回転刃521の外縁によって連結材14を堰き止めることによって、光ファイバ11の間に塗布された液状の連結材14の一部を除去する。

[0038] 光源53は、紫外線硬化樹脂で構成された連結材14に紫外線を照射する光源である。光源53は、仮硬化用光源53Aと、本硬化用光源53Bとを有する。仮硬化用光源53Aは、紫外線を照射して連結材14を仮硬化させる。仮硬化した連結材14は、完全には硬化していないが、表面では硬化が進行した状態になる。本硬化用光源53Bは、仮硬化用光源53Aよりも強い紫外線を照射して連結材14を本硬化させる。本硬化した紫外線硬化樹脂

は、内部まで硬化した状態になる（但し、間欠連結型光ファイバテープ10を丸めて筒状にしたり、折り畳んだりすることを可能とするため、本硬化した連結部12は、適度な弾性を有する）。

[0039] 図6Bに示すように、連結材塗布部51及び除去部52から出た直後の光ファイバ11は、互いに間隔が空いている。この状態で仮硬化用光源53Aが連結材14に紫外線を照射し、連結材14を仮硬化させる。テープ化装置50は、連結材14の仮硬化後に、光ファイバ11の間隔を徐々に狭めて、複数の光ファイバ11を並列に並べてテープ状に集線する。なお、連結材14が仮硬化しているため、連結材14の除去された部分（分離部）同士が接触しても、連結せずに済む。また、本硬化前であるため、連結材14で連結された領域においても光ファイバ11の間隔を狭めること（集線）が可能である。本硬化用光源53Bが紫外線を照射して連結材14が本硬化すれば、図3Aに示す間欠連結型光ファイバテープ10が製造される。

[0040] ・着色層11Cと連結部12の形成について

本実施形態では、既に説明したように、着色層11Cと連結部12との密着性を向上させることによって、着色層11Cと連結部12との界面における剥離が生じにくい構造を実現させている（図4C参照）。本実施形態では、着色層11Cと連結部12との密着性を調整するために、次のように着色層11C及び連結部12を形成している。

[0041] まず、着色層11Cを形成する着色材としてラジカル重合型の紫外線硬化樹脂を用い、着色装置40の酸素濃度を調整することによって着色層11Cの形成時の酸素濃度を調整して、着色層11Cの表面に未硬化の樹脂が残存するように、着色層11Cの表面の硬化度を調整する。着色装置40の酸素濃度を高めると、ラジカル重合型の紫外線硬化樹脂である着色材の表面において酸素阻害が生じるため、着色層11Cの表面における未硬化の樹脂が増えて、着色層11Cの表面の硬化度が低くなる。但し、着色層11Cの表面には未硬化の樹脂が残存するものの、着色層11Cの内部は硬化するため、着色層11Cの内部も未硬化の状態と比べると、光ファイバ11製造が容易

となる。

[0042] 図7は、着色層11Cの表面の硬化度の説明図である。図中のグラフは、IRスペクトルの測定結果のグラフである。グラフの横軸は波数 (cm^{-1}) を示しており、縦軸は吸光度を示している。着色材（紫外線硬化樹脂）の光重合反応における二重結合に対応する帯域のピーク強度を測定し、この測定値をAとする。例えばビニル基のCH面外変角振動に対応する帯域は 808 cm^{-1} 付近となる。着色材が未硬化の状態の着色層11Cのピーク強度の測定値をA0とし、無酸素状態（酸素濃度が測定限界の0.001%未満）で最も硬化させた状態の着色層11Cのピーク強度の測定値をA1としたとき、着色層11Cの表面の硬化度は次のように算出する。

$$[0043] \quad \text{硬化度 (\%)} = \{ (A0 - A) / (A0 - A1) \} \times 100$$

[0044] なお、未硬化状態の着色層11Cの表面の硬化度は0%となり、無酸素状態で着色材を硬化させた場合（最も硬化させた状態）の着色層11Cの表面の硬化度は100%となる。酸素濃度は、着色装置40の中に取り付けた酸素濃度計を用いて測定可能である。

[0045] 本実施形態では、着色層11Cの表面の硬化度が60%以上90%以下となるように、着色層11C（連結部12の形成前）を形成する。着色層11Cの表面の硬化度が90%より大きい場合には、着色層11Cと連結部12との界面において剥離が生じやすくなるため（図4Bの界面における太線部の箇所参照）、光ファイバテープ10に付着した充填材4を拭き取る際に（図4A参照）、意図せずに連結部12が破壊されてしまうおそれがある。また、着色層11Cの表面の硬化度が60%未満の場合には、着色層11Cと連結部12との密着性が高すぎてしまい、間欠連結型光ファイバテープ10の光ファイバ11を単心分離させる際に、連結部12とともに被覆層11Bまで破壊されてしまうおそれがある。これに対し、着色層11Cの表面の硬化度が60%以上90%以下の範囲であれば、後述するように、意図せずに連結部12が破壊されてしまうことを抑制しつつ、光ファイバ11を単心分離させる際に被覆層11Bが破壊されてしまうことを抑制することが可能で

ある。

- [0046] また、本実施形態では、着色層 11C の表面の硬化度を 60%以上 90%以下とするために、着色層 11C の形成時の酸素濃度を 0.10%以上 1.0%以下に調整している。着色層 11C の形成時の酸素濃度が 0.10%未満の場合には、酸素濃度が低いために着色層 11C の表面の硬化度が 90%より大きくなってしまい、この結果、光ファイバテープ 10 に付着した充填材 4 を拭き取る際に（図 4A 参照）、意図せずに連結部 12 が破壊されてしまうおそれがある。また、着色層 11C の形成時の酸素濃度が 1.0%より大きい場合には、着色層 11C と連結部 12 との密着性が高すぎてしまい、間欠連結型光ファイバテープ 10 の光ファイバ 11 を単心分離させる際に、連結部 12 とともに被覆層 11B まで破壊されてしまうおそれがある。
- [0047] 上記のように表面の硬化度を調整して着色層 11C を形成した後、テープ化装置 50 において連結部 12 を形成する。本実施形態では、連結部 12 を形成する連結材 14 にもラジカル重合型の紫外線硬化樹脂を用いる。既に説明したように、テープ化装置 50 は、連結材塗布部 51 において着色層 11C の全周及び光ファイバ 11 の間に液状の連結材 14 を塗布し、除去部 52 において光ファイバ 11 の間に塗布された液状の連結材 14 の一部を除去し、光源 53 において連結材 14 に紫外線を照射することになる。
- [0048] 本実施形態では、未硬化の樹脂が残存した着色層 11C の表面に、ラジカル重合型の紫外線硬化樹脂である連結材 14 が塗布されて、その連結材 14 に紫外線が照射されることになる。連結材 14 の光重合開始剤に紫外線が照射されるとラジカルになり、連結材 14 が硬化して連結部 12 が形成されるとともに、着色層 11C の表面の未硬化の樹脂も硬化する。このため、硬化度が 100%の着色層 11C の上に連結部 12 を形成した場合と比べて、着色層 11C と連結部 12 との密着性が高くなり、着色層 11C と連結部 12 との界面における剥離を抑制することができる。
- [0049] また、本実施形態では、連結材 14 を塗布する際に、着色層 11C の全周に液状の連結材 14 が塗布されるため、光ファイバ 11 の全周にわたって連

結材 14 の層が形成されている（図 4 C 参照）。このため、完成後の間欠連結型光ファイバテープ 10 には、着色層 11 C が露出されないため、未硬化の樹脂が露出せずに済む。なお、着色層 11 C の形成時には着色層 11 C の表面に未硬化の樹脂が残存しているが、着色層 11 C の全周に液状の連結材 14 が塗布された場合には、連結部 12 を形成する際に着色層 11 C の表面の未硬化の樹脂が硬化することになる。したがって、仮に完成後の間欠連結型光ファイバテープ 10 を解析しても、着色層 11 C の形成時に着色層 11 C の表面に未硬化の樹脂を残存させるという特徴・特性を特定することに対しては、不可能・非実際の事情が存在する。

[0050] <実施例>

・実施例 1

前述の製造方法により、12 心の間欠連結型光ファイバテープ 10 を製造した。連結材 14 には、ウレタンアクリレート系の紫外線硬化樹脂（樹脂 A : ヤング率 800 MPa、破断強度 50 MPa）を用いた。着色層 11 C の形成時の酸素濃度を無酸素状態（酸素濃度が測定限界の 0.001% 未満）から 1.0% までの範囲で段階的に調整することによって、着色層 11 C の表面の硬化度を 100% から 60% の範囲で段階的に調整した。なお、FT-IR において 808 cm^{-1} 付近のピーク強度を測定することにより、着色層 11 C の表面の硬化度を測定した。

[0051] 製造した間欠連結型光ファイバテープ 10 に付着させたジェリーを拭き取る試験を行い、ジェリーの拭き取り後の連結部 12 の破壊の有無を評価した。なお、間欠連結型光ファイバテープ 10 の連結部 12 を裂いて光ファイバ 11 を単心分離する試験を行い、単心分離後（連結部 12 を裂いた後）の光ファイバ 11 の被覆層 11 B の破壊の有無も評価した。

[0052] 実施例 1 の実験結果は、次の表 1 に示す通りである。

[0053]

[表1]

試料番号	連結材	ヤング率 [MPa]	破断強度 [MPa]	着色層の形成時の酸素濃度	着色層の表面の硬化度	拭き取り後の連結部の破壊の有無	単心分離後の被覆層の破壊の有無
A1	樹脂A	800	50	1.0%	60%	無	有
A2				0.30%	85%	無	有
A3				0.10%	90%	無	有
A4				0.03%	94%	有	有
A5				0.01%	96%	有	有
A6				0.003%	99%	有	有
A7				0.001%未満	100%	有	有

[0054] 試料番号A1～A3の「拭き取り後の連結部の破壊の有無」の評価結果に示すように、着色層11Cの表面の硬化度が90%以下（60%以上）であれば、ジェリーの拭き取り時の連結部12の破壊を抑制できた。言い換えると、着色層11Cの形成時の酸素濃度が0.10%以上（1.0%以下）であれば、ジェリーの拭き取り時の連結部12の破壊を抑制できた。一方、試料番号A4～A7の評価結果に示すように、着色層11Cの表面の硬化度が94%以上の場合（着色層11Cの形成時の酸素濃度が0.03%以下の場合）、ジェリーの拭き取り時に連結部12が破壊されていた。これは、着色層11Cと連結部12との界面において剥離が生じやすい状態であったためだと考えられる。

[0055] なお、実施例1では、いずれの試料（資料番号A1～A7）においても、単心分離後の光ファイバ11の被覆層11Bが破壊されていた。これは、樹脂Aにより形成した連結部12のヤング率や破断強度が高いためだと考えられる（但し、樹脂Aにより連結部12を形成した場合であっても、上記の通り、拭き取り後の連結部12の破壊を抑制できるという効果は得られる）。

[0056] ・実施例2

連結部12を形成する樹脂（連結材14）を異ならせて、実施例1と同様に12心の間欠連結型光ファイバテープ10を製造した。なお、樹脂B～樹脂Fのヤング率及び破断強度は表2に示す通りである。また、実施例1と同様に、ジェリーの拭き取り後の連結部12の破壊の有無の評価と、単心分離

後の光ファイバ11の被覆層11Bの破壊の有無の評価を行った。ジェリーの拭き取り後の連結部12の破壊の破壊が無く、且つ、単心分離後の光ファイバ11の被覆層11Bの破壊が無い場合には、判定を「良」とし、少なくとも一方の破壊があった場合には判定を「不可」とした。実施例2の実験結果は、次の表2に示す通りである。

[0057] [表2]

試料番号	連結材	ヤング率 [MPa]	破断強度 [MPa]	着色層の形成時の酸素濃度	着色層の表面の硬化度	連結部の厚さ [μ m]	拭き取り後の連結部の破壊の有無	単心分離後の被覆層の破壊の有無	判定
B1	樹脂B	300	30	3.0%	58%	120	無	有	×
B2				1.0%	60%	150	無	無	○
B3						200	無	無	○
B4				0.30%	85%	150	無	無	○
B5				0.10%	90%	150	無	無	○
B6				0.01%	94%	150	有	無	×
C1	樹脂C	200	25	3.0%	58%	120	無	有	×
C2				1.0%	60%	150	無	無	○
C3						200	無	無	○
C4				0.1%	90%	150	無	無	○
C5						200	無	無	○
C6				0.01%	94%	200	有	無	×
D1	樹脂D	60	12	3.0%	58%	150	無	有	×
D2				1.0%	60%	150	無	無	○
D3				0.10%	90%	150	無	無	○
D4				0.01%	94%	150	有	無	×
E1	樹脂E	10	10	3.0%	58%	150	無	有	○
E2				1.0%	60%	150	無	無	○
E3				0.10%	90%	150	無	無	○
E4				0.01%	94%	150	有	無	×
F1	樹脂F	5	5	3.0%	58%	150	有	無	×

○:良
×:不可

[0058] 樹脂B～樹脂Eにより連結部12を形成した場合においても、着色層11Cの表面の硬化度が60%以上90%以下（着色層11Cの形成時の酸素濃度が0.10%以上1.0%以下）の範囲にして着色層11Cを形成すれば、ジェリーの拭き取り時の連結部12の破壊を抑制できた。

また、着色層11Cの表面の硬化度を60%以上90%以下の範囲にして着色層11Cを形成するとともに、ヤング率10～300MPa、破断強度10～30MPaの樹脂B～樹脂Eにより連結部12を形成すれば、ジェリ

一の拭き取り時の連結部12の破壊を抑制できるだけでなく、単心分離後の光ファイバ11の被覆層11Bの破壊を抑制することも両立できた（これに対し、前述の樹脂Aにより連結部12を形成した場合には、単心分離後の光ファイバ11の被覆層11Bが破壊されていた）。したがって、連結部12を形成する樹脂は、ヤング率が10～300MPa、破断強度が10～30MPaであることが望ましい。

[0059] なお、樹脂B～樹脂Eにおいても、着色層11Cの表面の硬化度が94%以上の場合（着色層11Cの形成時の酸素濃度が0.03%以下の場合）、ジェリーの拭き取り時に連結部12が破壊されていた。これは、着色層11Cと連結部12との界面において剥離が生じやすい状態であったためだと考えられる。また、着色層11Cの表面の硬化度が58%以下の場合（着色層11Cの形成時の酸素濃度が3.0%以上の場合）、単心分離後の光ファイバ11の被覆層11Bが破壊されていた。これは、着色層11Cと連結部12との密着性が高すぎた状態であったためだと考えられる。

[0060] ・実施例3

連結部12の厚さ（図4Cの厚さ方向の寸法）を段階的に異ならせて、実施例1、2と同様に12心の間欠連結型光ファイバテープ10を製造した。なお、着色層11Cの表面の硬化度を60%以上90%以下の範囲にして着色層11Cを形成するとともに、ヤング率10～300MPa、破断強度10～30MPaの樹脂B～樹脂Eにより連結部12を形成した。実施例1、2と同様に、ジェリーの拭き取り後の連結部12の破壊の有無の評価と、単心分離後の光ファイバ11の被覆層11Bの破壊の有無の評価を行った。実施例3の実験結果は、次の表3に示す通りである。

[0061]

[表3]

連結材	着色層の形成時の酸素濃度	着色層の表面の硬化度	連結部の厚さ [μm]	拭き取り後の連結部の破壊の有無	単心分離後の被覆層の破壊の有無	判定
樹脂B	1.0%	60%	120	有	無	×
			150	無	無	○
			200	無	無	○
	0.30%	85%	120	有	無	×
			150	無	無	○
			120	有	無	×
0.10%	90%	120	有	無	×	
		150	無	無	○	
樹脂C	1.0%	60%	120	有	無	×
			150	無	無	○
			200	無	無	○
	0.1%	90%	120	有	無	○
			150	無	無	○
			200	無	無	○
樹脂D	1.0%	60%	120	有	無	×
			150	無	無	○
			120	有	無	×
	0.30%	85%	50	有	無	×
			120	有	無	×
			150	無	無	○
			220	無	無	○
	0.10%	90%	120	有	無	×
			150	無	無	○
樹脂E	1.0%	60%	120	有	無	×
			150	無	無	○
	0.10%	90%	120	有	無	×
			150	無	無	○

○:良
×:不可

[0062] 連結部12の厚さが120μm以下の場合、ジェリーの拭き取り後の連結部12が破壊されていた。一方、連結部12の厚さが150μm以上の場合、ジェリーの拭き取り後の連結部12の破壊を抑制できた。なお、連結部12の厚さが150μm以上であっても、単心分離後の光ファイバ11の被覆層11Bは破壊されていなかった。このため、連結部12の厚さは、150μm以上であることが望ましい。

[0063] ===別の実施形態===

図8Aは、第2実施形態の間欠連結型光ファイバテープ10の隣接する2心の光ファイバ11の連結部12における断面図である。第2実施形態に示

すように、連結部 1 2 における厚さ（厚さ方向の寸法）が一定になるように、連結部 1 2 を構成しても良い。

[0064] なお、第 2 実施形態においても、連結材 1 4 を塗布する際に、着色層 1 1 C の全周に液状の連結材 1 4 が塗布され、これにより、光ファイバ 1 1 の全周にわたって連結材 1 4 の層が形成されている。このため、第 2 実施形態であれば、着色層 1 1 C が露出されないため、未硬化の樹脂が露出せずに済む。

[0065] 図 8 B は、第 3 実施形態の間欠連結型光ファイバテープ 1 0 の隣接する 2 心の光ファイバ 1 1 の連結部 1 2 における断面図である。第 3 実施形態に示すように、光ファイバ 1 1 の間だけに連結部 1 2 が形成されても良い。

図 8 C は、第 4 実施形態の間欠連結型光ファイバテープ 1 0 の隣接する 2 心の光ファイバ 1 1 の連結部 1 2 における断面図である。第 4 実施形態に示すように、連結部 1 2 が厚さ方向に均等に形成されずに、連結部 1 2 が厚さ方向の一方（図中の上側）に偏って形成されても良い。

[0066] なお、第 3、第 4 実施形態では、光ファイバ 1 1 の一部の周面だけにしか連結材 1 4 が塗布されていない。このため、第 3 実施形態及び第 4 実施形態では、間欠連結型光ファイバテープ 1 0 の完成後においても、着色層 1 1 C が露出することになる。着色層 1 1 C の露出した部位には連結材 1 4 が塗布されていないため、この部位の着色層 1 1 C の表面では、間欠連結型光ファイバテープ 1 0 の完成後も未硬化の樹脂が残存することになる。但し、第 3 実施形態や第 4 実施形態の連結部 1 2 の構成であれば、光ファイバ 1 1 の全周に連結材 1 4 を塗布せずに済むため、例えば連結材 1 4 を光ファイバ 1 1 に向けて吐出する方法を採用することが可能になり、連結材 1 4 の塗布方法の自由度が増すなどの利点がある。

[0067] 上記の第 2～第 4 実施形態に示す間欠連結型光ファイバテープ 1 0 を製造する際には、前述の第 1 実施形態と同様に、着色層 1 1 C を形成する着色材としてラジカル重合型の紫外線硬化樹脂を用い、着色装置 4 0 の酸素濃度を調整することによって着色層 1 1 C の形成時の酸素濃度を調整し、着色層 1

1 Cの表面に未硬化の樹脂が残存するように、着色層11Cの表面の硬化度を調整する。このとき、着色層11Cの表面の硬化度が60%以上90%以下となるように、着色層11C（連結部12の形成前）を形成することが望ましい。そして、未硬化の樹脂が残存した着色層11Cの表面に、ラジカル重合型の紫外線硬化樹脂である連結材14を塗布し、その連結材14に紫外線が照射して連結部12を形成することによって、間欠連結型光ファイバテープ10を製造する。これにより、着色層11Cと連結部12との密着性を向上させることができ、ジェリーの拭き取り時の連結部12の破壊を抑制することができる。

[0068] ところで、第1～第4実施形態では、着色層11Cの形成時の酸素濃度を調整することによって、着色層11Cの表面に未硬化の樹脂が残存するように、着色層11Cの表面の硬化度を調整している。但し、酸素濃度を調整する代わりに、着色材に照射する紫外線の強度を調整することによって、着色層11Cの表面に未硬化の樹脂が残存するように、着色層11Cの表面の硬化度を調整しても良い。但し、着色材に照射する紫外線の強度を弱めると、着色層11Cの内部が未硬化で柔らかい状態になるため、光ファイバ11（着色ファイバ）の製造が難しくなる。これに対し、着色層11Cの形成時の酸素濃度を調整する方法であれば、着色層11Cの表面に未硬化の樹脂が残存するだけなので、光ファイバ11（着色ファイバ）の製造が簡易になるという利点がある。なお、着色材に照射する紫外線の強度を弱めて着色層11Cの表面に未硬化の樹脂を残存させる場合においても、着色層11Cの表面の硬化度が60%以上90%以下となるように着色層11Cを形成することが望ましい。

[0069] ===その他===

上記の実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更・改良され得ると共に、本発明には、その等価物が含まれることは言うまでもない。

符号の説明

- [0070] 1 ルースチューブ型光ケーブル、2 テンションメンバ、
3 ルースチューブ、4 充填材（止水材、ジェリー）、
5 チューブ、7 押え巻きテープ、8 外被、
10 間欠固定型光ファイバテープ、
11 光ファイバ、11A 光ファイバ部、
11B 被覆層、11C 着色層、
12 連結部、13 非連結部、14 連結材、
30 製造装置、31 ファイバ供給源、
40 着色装置、41 着色材塗布部、42 硬化用光源、
50 テープ化装置、51 連結材塗布部、
52 除去部、521 回転刃、521A 凹部、
53 光源、53A 仮硬化用光源、53B 本硬化用光源

請求の範囲

- [請求項1] 複数の光ファイバのそれぞれに着色層を形成する着色層形成工程と、
- 着色層の表面に塗布した連結材を硬化させて連結部を形成することによって、隣接する光ファイバの間を前記連結部で連結した光ファイバテープを形成するテープ化工程と
- を有する光ファイバテープの製造方法であって、
- 前記着色層形成工程において、
- 着色材を前記光ファイバに塗布し、
- 表面に未硬化の樹脂が残存するように前記着色材を硬化させて、前記着色層を形成し、
- 前記テープ化工程において、
- 未硬化の樹脂が残存した前記着色層の表面に前記連結材を塗布し、
- 前記連結材を硬化させるとともに、前記着色層の表面の未硬化の樹脂を硬化させる
- ことを特徴とする光ファイバテープの製造方法。
- [請求項2] 請求項1に記載の光ファイバテープの製造方法であって、
- 前記着色層形成工程において、
- ラジカル重合型の紫外線硬化樹脂で構成された前記着色材を前記光ファイバに塗布し、
- 酸素阻害により表面に未硬化の樹脂を残存させつつ、前記着色材に紫外線を照射して前記着色層を形成し、
- 前記テープ化工程において、
- 未硬化の樹脂が残存した前記着色層の表面に、ラジカル重合型の紫外線硬化樹脂で構成された前記連結材を塗布し、
- 前記連結材に紫外線を照射して、前記連結材を硬化させるとともに、前記着色層の表面の未硬化の樹脂を硬化させる

ことを特徴とする光ファイバテープの製造方法。

[請求項3]

請求項2に記載の光ファイバテープの製造方法であって、
前記テープ化工程において、

前記着色層の形成された前記光ファイバの全周に前記連結材
を塗布し、

前記連結材に紫外線を照射して、前記光ファイバの全周に塗
布された前記連結材を硬化させるとともに、前記着色層の表面の未硬
化の樹脂を硬化させる

ことを特徴とする光ファイバテープの製造方法。

[請求項4]

請求項3に記載の光ファイバテープの製造方法であって、
前記テープ化工程において、

前記着色層の形成された前記光ファイバの全周及び前記光フ
ァイバの間に前記連結材を塗布し、

光ファイバの間に塗布された前記連結材の一部を残しつつ、
一部を除去し、

前記連結材に紫外線を照射して前記連結材を硬化させて、前
記連結部を間欠的に形成する

ことを特徴とする光ファイバテープの製造方法。

[請求項5]

請求項2～4のいずれかに記載の光ファイバテープの製造方法であ
って、

前記着色層形成工程において、酸素濃度を0.10%以上1.0%
以下の雰囲気下で、酸素阻害により表面に未硬化の樹脂を残存させつ
つ、前記着色材に紫外線を照射して前記着色層を形成する

ことを特徴とする光ファイバテープの製造方法。

[請求項6]

請求項1～5のいずれかに記載の光ファイバテープの製造方法であ
って、

IRスペクトルにより前記着色層の表面を測定したときの光重合反
応の二重結合に対応する帯域のピーク強度をAとし、前記着色材が未

硬化のときの前記ピーク強度をA0とし、前記着色材が最も硬化したときの前記ピーク強度をA1とし、前記着色層の表面の硬化度を

$$\text{硬化度 (\%)} = \{ (A0 - A) / (A0 - A1) \} \times 100$$

としたとき、

前記硬化度が60%以上90%以下となるように、前記着色層を形成する

ことを特徴とする光ファイバテープの製造方法。

[請求項7]

請求項1～4のいずれかに記載の光ファイバテープの製造方法であって、

前記連結材は、ヤング率が10～300MPaの範囲内であり、破断強度が10～30MPaの範囲内であることを特徴とする光ファイバテープの製造方法。

[請求項8]

請求項1～7のいずれかに記載の光ファイバテープの製造方法であって、

前記連結部の厚さが150μm以上であることを特徴とする光ファイバテープの製造方法。

[請求項9]

着色層を有し、並列して配置された複数の光ファイバと、隣接する2心の前記光ファイバを連結する連結部とを備えた光ファイバテープであって、

表面に未硬化の樹脂が残存するように着色材を硬化させて前記着色層を形成し、

未硬化の樹脂が残存した前記着色層の表面に連結材を塗布し、

前記連結材を硬化させて前記連結部を形成するとともに、前記着色層の表面の未硬化の樹脂を硬化させた

ことを特徴とする光ファイバテープ。

[請求項10]

請求項9に記載の光ファイバテープであって、

前記光ファイバテープの前記光ファイバを単心分離させるために前記連結部を裂いたとき、前記着色層と前記連結部とが密着したまま、

前記連結部が破壊されることによって、前記光ファイバが単心分離されることを特徴とする光ファイバテープ。

[請求項11]

請求項10に記載の光ファイバテープであって、
前記連結部を裂いたとき、前記着色層の下の被覆層が破壊されずに、前記連結部が破壊されることを特徴とする光ファイバテープ。

[請求項12]

請求項9～11のいずれかに記載の光ファイバテープであって、
IRスペクトルにより前記着色層の表面を測定したときの光重合反応の二重結合に対応する帯域のピーク強度をAとし、前記着色材が未硬化のときの前記ピーク強度をA0とし、前記着色材が最も硬化したときの前記ピーク強度をA1とし、前記着色層の表面の硬化度を
硬化度 (%) = { (A0 - A) / (A0 - A1) } × 100
としたとき、

前記硬化度が60%以上90%以下となるように、前記着色層が形成された
ことを特徴とする光ファイバテープ。

[請求項13]

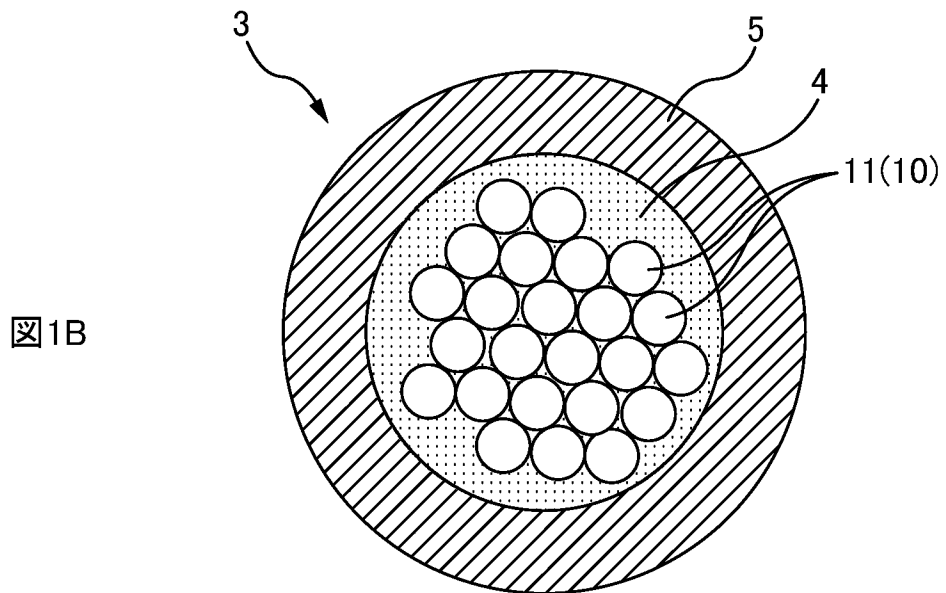
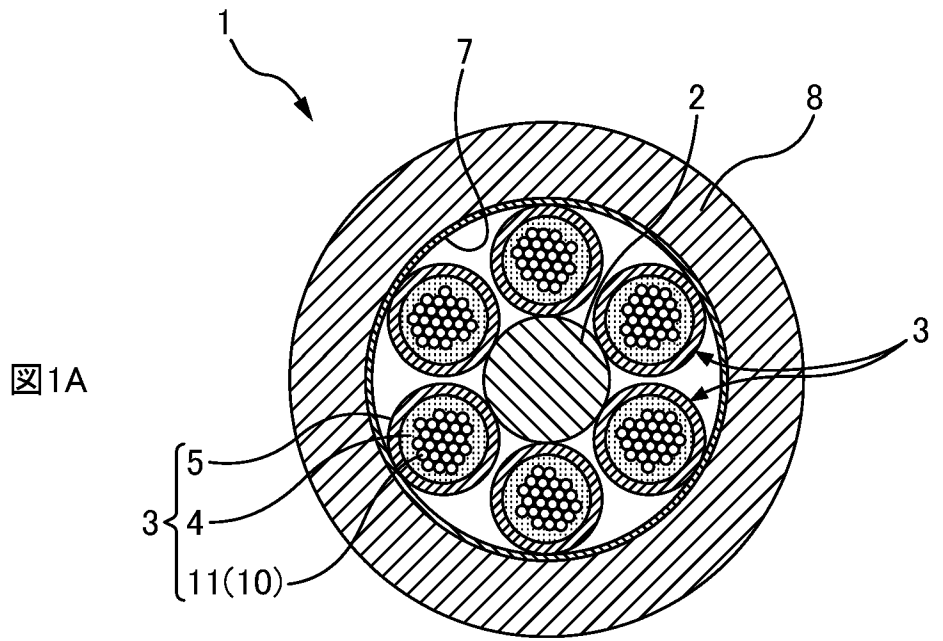
請求項9～12のいずれかに記載の光ファイバテープのものであって、
前記連結材は、ヤング率が10～300MPaの範囲内であり、破断強度が10～30MPaの範囲内であることを特徴とする光ファイバテープ。

[請求項14]

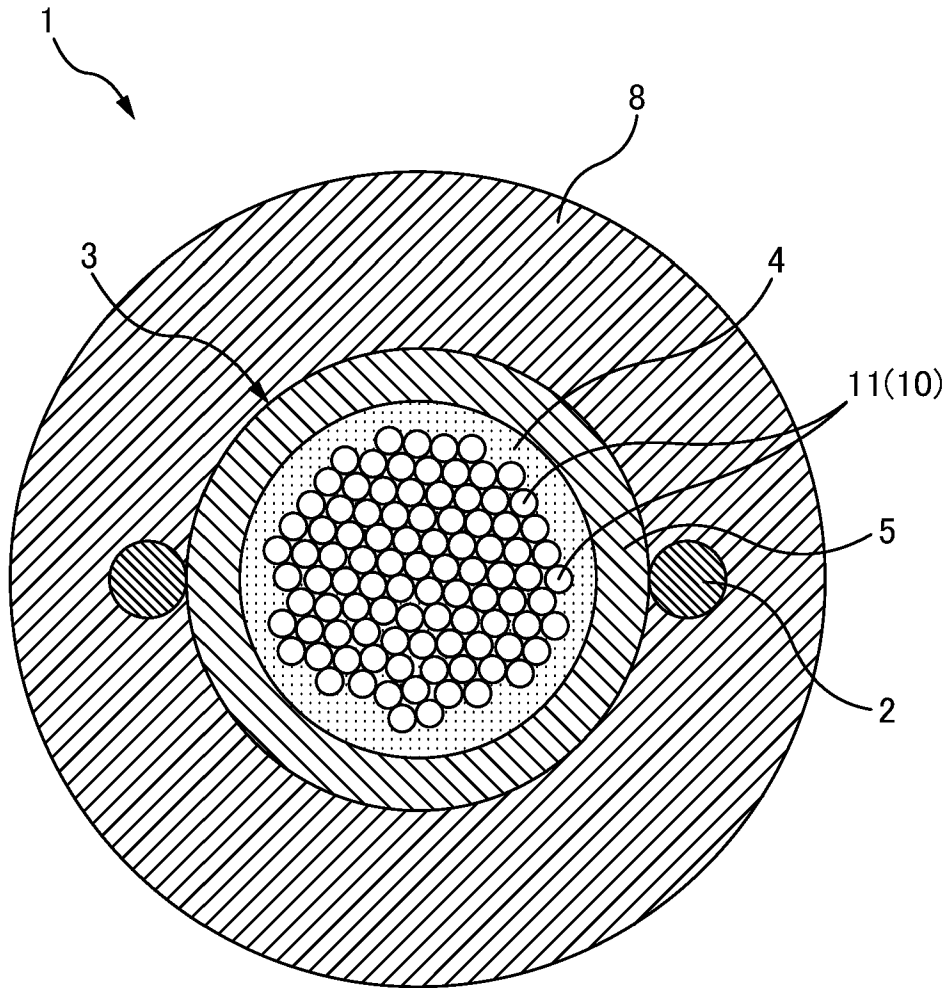
着色層を有し並列して配置された複数の光ファイバと、隣接する2心の前記光ファイバを連結する連結部とを有する光ファイバテープと、
前記光ファイバテープを収容するチューブと、
前記チューブに充填された充填材と
を備えた光ケーブルであって、
表面に未硬化の樹脂が残存するように着色材を硬化させて前記着色層を形成し、
未硬化の樹脂が残存した前記着色層の表面に連結材を塗布し、

前記連結材を硬化させて前記連結部を形成するとともに、前記着色層の表面の未硬化の樹脂を硬化させたことを特徴とする光ケーブル。

[図1]



[図2]



[図3]

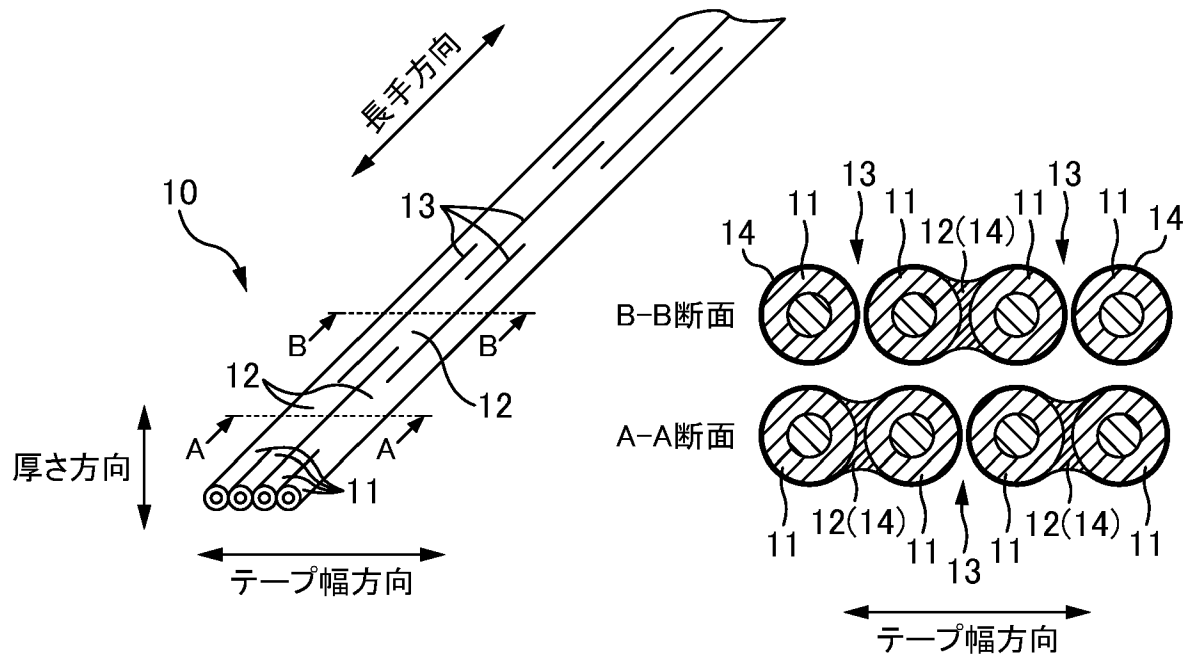


図3A

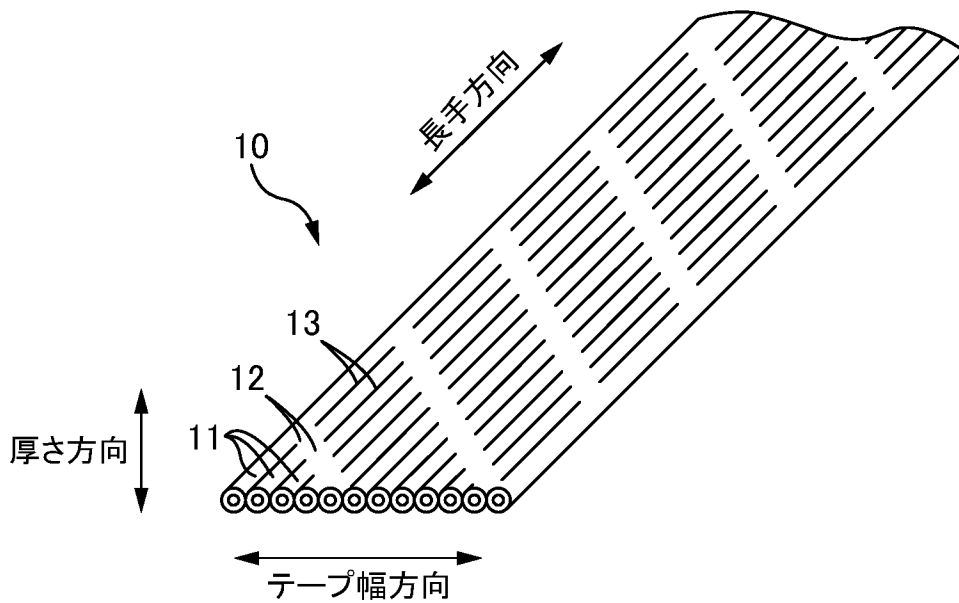


図3B

[図4]

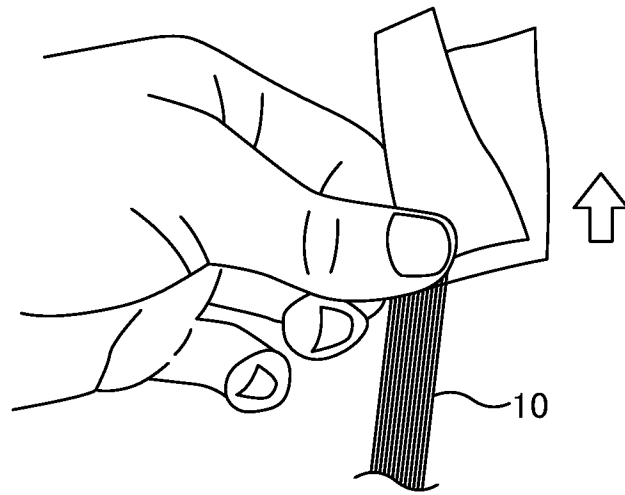


図4A

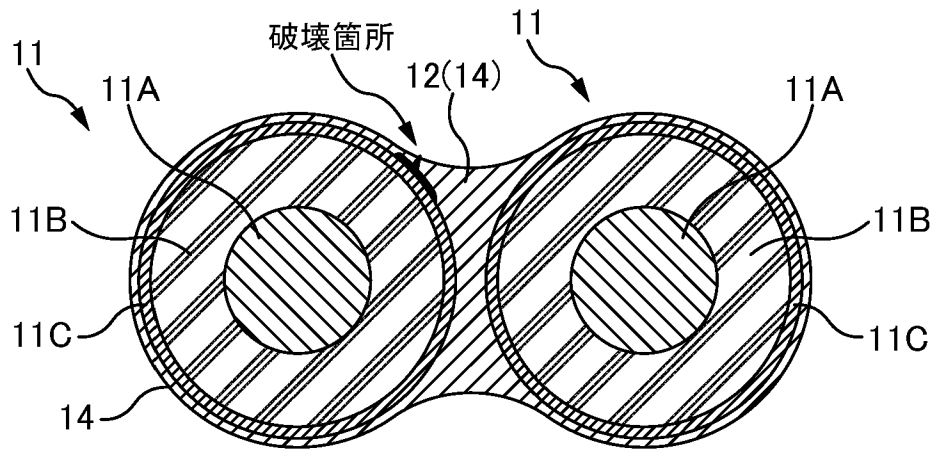


図4B(参考)

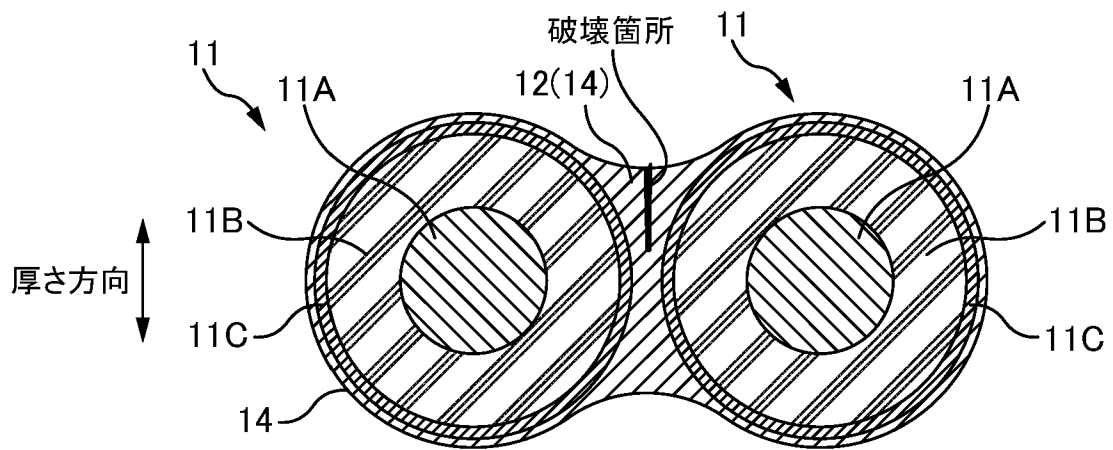
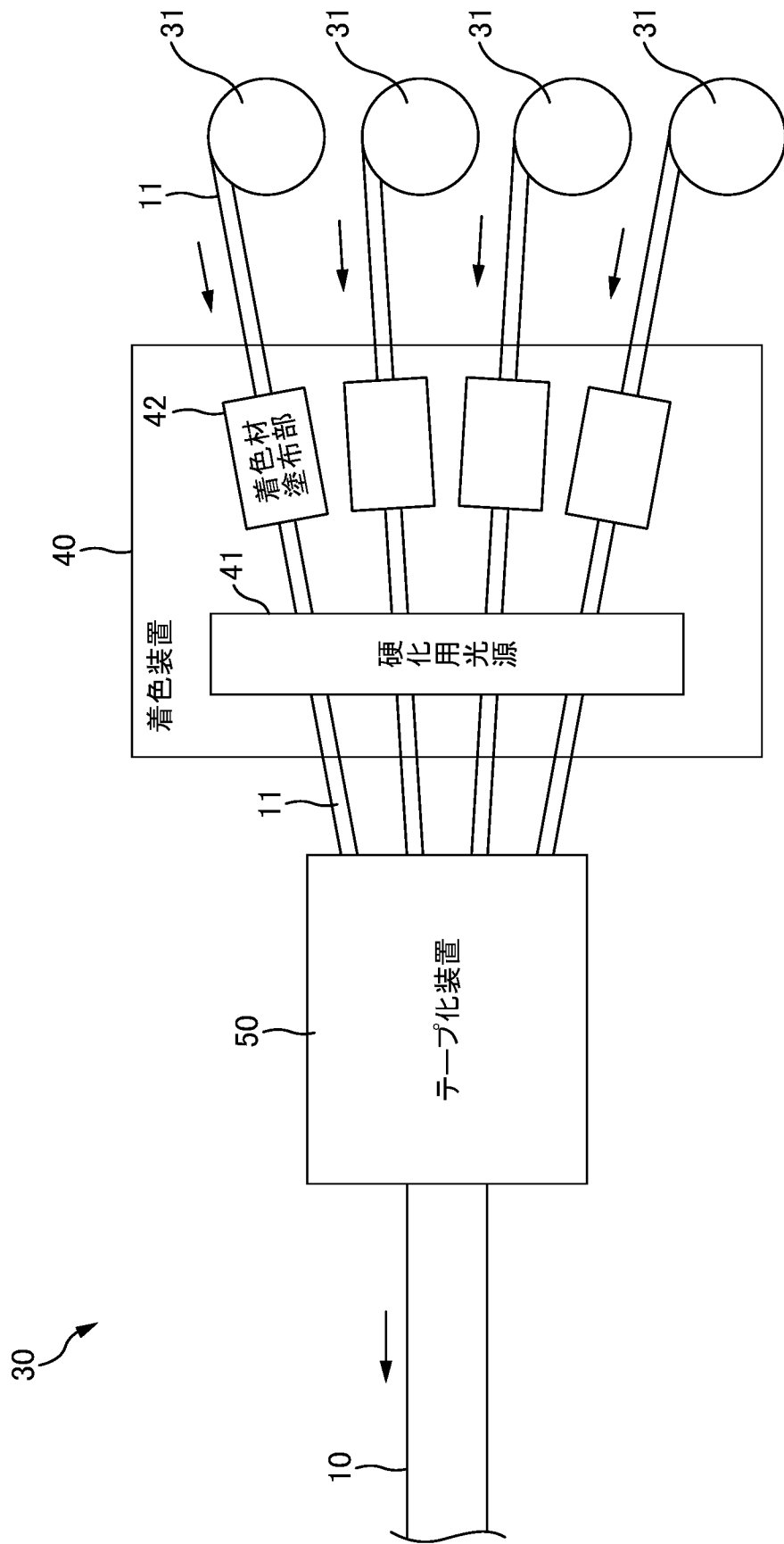


図4C(本実施形態)

[図5]



[図6]

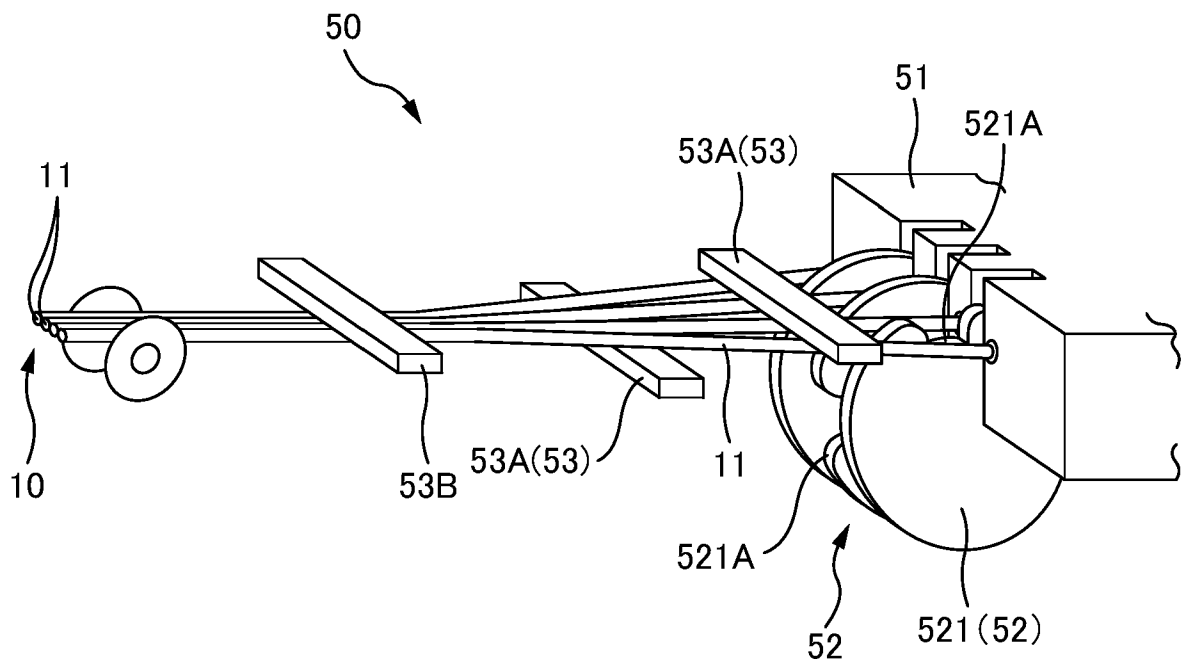


図6A

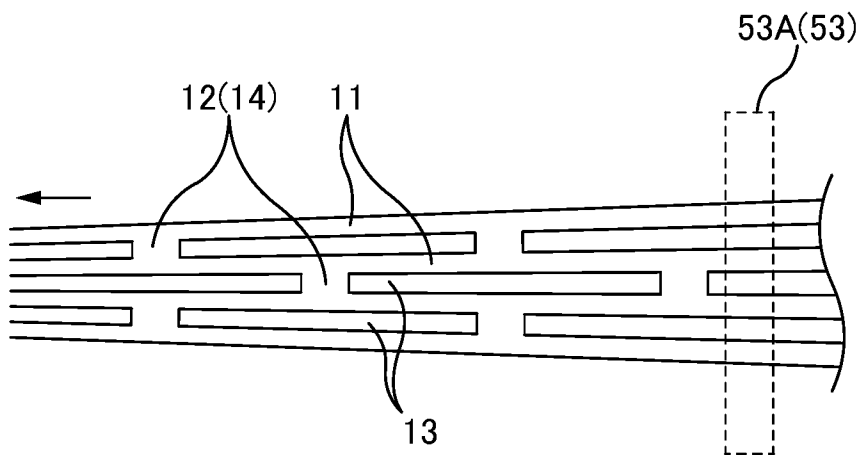
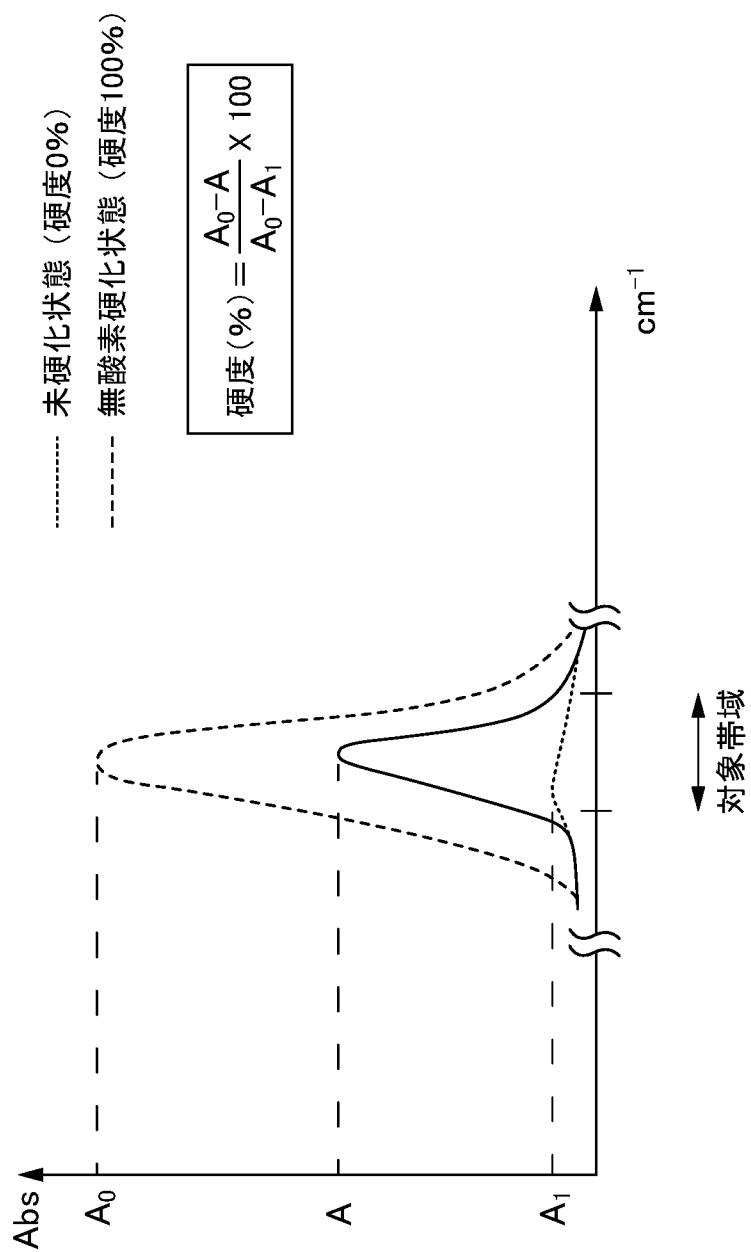


図6B

[図7]



[図8]

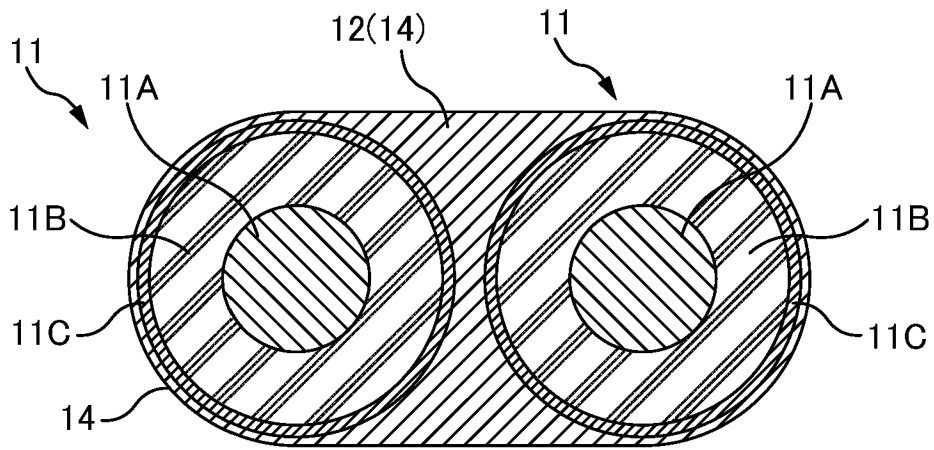


図8A(第2施形態)

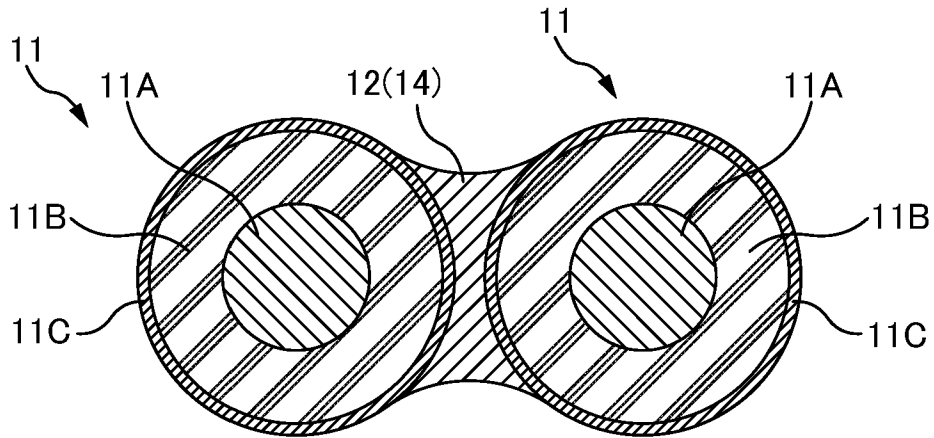


図8B(第3施形態)

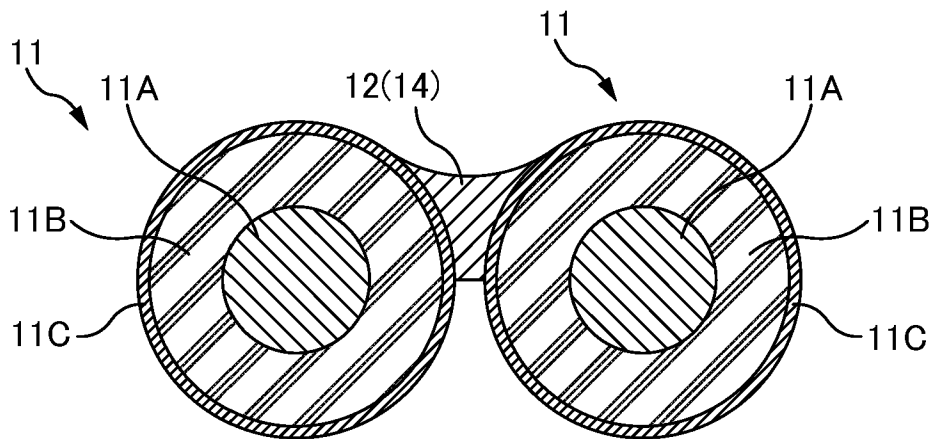


図8C(第4施形態)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/083012

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G02B6/44(2006.01) i</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>											
<p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G02B6/02-6/08, G02B6/44</p> <p>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</p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>											
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:10%;">Category*</th> <th style="width:70%;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="width:20%;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X Y</td> <td>JP 11-302039 A (Yazaki Corp.), 02 November 1999 (02.11.1999), paragraphs [0004] to [0015]; fig. 1 to 2 (Family: none)</td> <td>1, 9, 10-12 2-8, 13-14</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 04-268521 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 24 September 1992 (24.09.1992), paragraphs [0004] to [0010]; fig. 1 to 2 & US 5330786 A column 1, line 43 to column 4, line 21 & EP 501339 A1</td> <td>2-8,</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X Y	JP 11-302039 A (Yazaki Corp.), 02 November 1999 (02.11.1999), paragraphs [0004] to [0015]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1, 9, 10-12 2-8, 13-14	Y	JP 04-268521 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 24 September 1992 (24.09.1992), paragraphs [0004] to [0010]; fig. 1 to 2 & US 5330786 A column 1, line 43 to column 4, line 21 & EP 501339 A1	2-8,
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.									
X Y	JP 11-302039 A (Yazaki Corp.), 02 November 1999 (02.11.1999), paragraphs [0004] to [0015]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1, 9, 10-12 2-8, 13-14									
Y	JP 04-268521 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 24 September 1992 (24.09.1992), paragraphs [0004] to [0010]; fig. 1 to 2 & US 5330786 A column 1, line 43 to column 4, line 21 & EP 501339 A1	2-8,									
<p><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>											
<p>* Special categories of cited documents:</p> <table style="width:100%;"> <tr> <td style="width:50%;"> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </td> <td style="width:50%;"> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p> </td> </tr> </table>			<p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>							
<p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>										
<p>Date of the actual completion of the international search 31 January 2017 (31.01.17)</p>		<p>Date of mailing of the international search report 07 February 2017 (07.02.17)</p>									
<p>Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan</p>		<p>Authorized officer</p> <p>Telephone No.</p>									

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/083012

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 2013-182146 A (The Furukawa Electric Co., Ltd., Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 12 September 2013 (12.09.2013), paragraphs [0029] to [0079]; fig. 1 to 9 (Family: none)	3-8
Y	JP 2012-108331 A (Fujikura Ltd., Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 07 June 2012 (07.06.2012), paragraphs [0015] to [0055]; fig. 1 to 2, 8 to 10 (Family: none)	3-8
Y	JP 2005-350310 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 22 December 2005 (22.12.2005), paragraphs [0025] to [0028]; fig. 2 (Family: none)	6, 8
Y	JP 2002-341209 A (Mitsubishi Cable Industries, Ltd.), 27 November 2002 (27.11.2002), paragraph [0026] (Family: none)	6, 8
Y	JP 11-311729 A (Fujikura Ltd.), 09 November 1999 (09.11.1999), paragraphs [0003], [0016] (Family: none)	7-8, 13-14
Y	JP 2011-085844 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 28 April 2011 (28.04.2011), paragraph [0045]; fig. 1 (Family: none)	7-8, 13
Y	JP 2003-232972 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 22 August 2003 (22.08.2003), paragraph [0024]; fig. 2 (Family: none)	8
Y	JP 2000-241682 A (The Furukawa Electric Co., Ltd., Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 08 September 2000 (08.09.2000), paragraphs [0002] to [0004]; fig. 6 (Family: none)	14

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. G02B6/02-6/08, G02B6/44		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2017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		
国際調査で利用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 11-302039 A (矢崎総業株式会社) 1999. 11. 02, [0004]-[0015], 図 1-2 (ファミリーなし)	1, 9, 10-12 2-8, 13-14
Y	JP 04-268521 A (住友電気工業株式会社) 1992. 09. 24, [0004]-[0010], 図 1-2 & US 5330786 A, 第 1 欄第 43 行-第 4 欄第 21 行 & EP 501339 A1	2-8,
Y	JP 2013-182146 A (古河電気工業株式会社, 日本電信電話株式会社) 2013. 09. 12, [0029]-[0079], 図 1-9 (ファミリーなし)	3-8
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「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 31. 01. 2017	国際調査報告の発送日 07. 02. 2017	
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) 奥村 政人 電話番号 03-3581-1101 内線 3295	2 L 4 7 5 2

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 2012-108331 A (株式会社フジクラ, 日本電信電話株式会社) 2012. 06. 07, [0015]-[0055], 図 1-2, 8-10 (ファミリーなし)	3-8
Y	JP 2005-350310 A (住友電気工業株式会社) 2005. 12. 22, [0025]-[0028], 図 2 (ファミリーなし)	6, 8
Y	JP 2002-341209 A (三菱電線工業株式会社) 2002. 11. 27, [0026] (フ ファミリーなし)	6, 8
Y	JP 11-311729 A (株式会社フジクラ) 1999. 11. 09, [0003], [0016] (フ ファミリーなし)	7-8, 13-14
Y	JP 2011-085844 A (住友電気工業株式会社) 2011. 04. 28, [0045], 図 1 (ファミリーなし)	7-8, 13
Y	JP 2003-232972 A (住友電気工業株式会社) 2003. 08. 22, [0024], 図 2 (ファミリーなし)	8
Y	JP 2000-241682 A (古河電気工業株式会社, 日本電信電話株式会社) 2000. 09. 08, [0002]-[0004], 図 6 (ファミリーなし)	14