

(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
2020年4月23日(23.04.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/080385 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 6/44 (2006.01) *G02B 6/32* (2006.01)
G02B 6/26 (2006.01) *G02B 6/38* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/040609
- (22) 国際出願日: 2019年10月16日(16.10.2019)
- (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 2018-197973 2018年10月19日(19.10.2018) 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: 武 笠 和 則 (**MUKASA, Kazunori**); 〒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: 特許業務法人 酒井国際特許事務所 (**SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE**); 〒1000013 東京都千代田区霞が

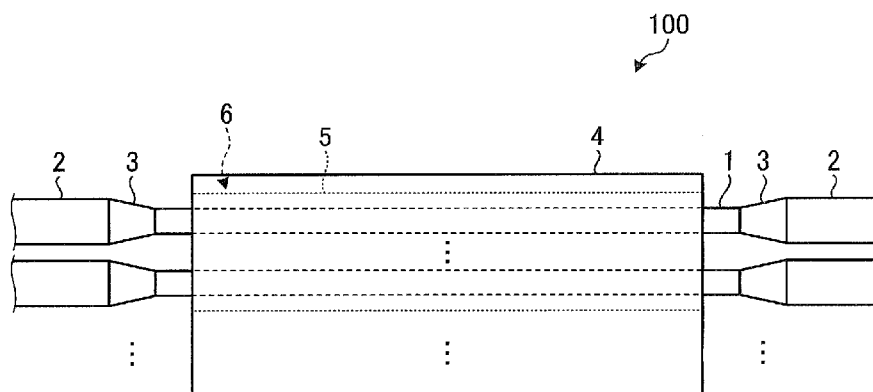
関 3 丁 目 8 番 1 号 虎 の 門 三 井 ビ ル
ディング Tokyo (JP).

- (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, 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,

(54) Title: OPTICAL FIBER CABLE

(54) 発明の名称: 光ファイバケーブル



(57) **Abstract:** The purpose of the present invention is to provide an optical fiber cable which can have high density and has excellent handling properties. This optical fiber cable is provided with: a small-diameter optical fiber having a core section composed of glass and a clad section having a diameter of no greater than 120 μm ; a normal optical fiber which is optically connected to at least one end section of the small-diameter optical fiber, and has a core section composed of glass and a clad section having a diameter of 125 μm according to specifications; an optical coupling mechanism provided between the small-diameter optical fiber and the normal optical fiber; and a sheath which covers only the small-diameter optical fiber among the small-diameter optical fiber and the normal optical fiber, wherein the end section of the small-diameter optical fiber is located outside the sheath.

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)）

(57) 要約：高密度化が可能であり、かつ取り扱い性に優れた光ファイバケーブルを提供することを目的とする。光ファイバケーブルは、ガラスからなるコア部およびクラッド部を有しクラッド径が $120\mu\text{m}$ 以下の細径光ファイバと、前記細径光ファイバの少なくとも一方の端部に光学的に接続された、ガラスからなるコア部およびクラッド部を有しクラッド径が $125\mu\text{m}$ の規格に従う通常光ファイバと、前記細径光ファイバと、前記通常光ファイバとの間に設けられた光学的結合機構と、前記細径光ファイバと前記通常光ファイバとのうち前記細径光ファイバのみの外周を覆うシースと、を備え、前記細径光ファイバの前記端部は前記シースの外側に位置する。

明 細 書

発明の名称：光ファイバケーブル

技術分野

[0001] 本発明は、光ファイバケーブルに関する。

背景技術

[0002] データコムやテレコムの光通信分野において、高密度光ファイバケーブルを実現する光ファイバとして、細径の光ファイバが注目されている（非特許文献1参照）。「細径光ファイバ」とは、光ファイバのガラスからなる部分を細径化したものであり、クラッド径が従来の $125\mu\text{m}$ よりも細径のものと定義できる。なお、クラッド径とクラッド部の周囲に形成された素線被覆とを含む外径の両方が細径化されたものも細径光ファイバの定義に含まれる。

[0003] 従来、このような細径光ファイバと他の光ファイバとを接続する様々な技術が開示されている（特許文献1～5）。他の光ファイバとしては、たとえば、ITU-T（国際電気通信連合）G. 652で定義される標準的なシングルモード光ファイバの規格（以下、G. 652規格）に準拠する通常光ファイバが例示される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開昭63-065412号公報

特許文献2：特開平08-122577号公報

特許文献3：特開2007-101902号公報

特許文献4：特開2009-175506号公報

特許文献5：特開2011-099926号公報

非特許文献

[0005] 非特許文献1：古河電気工業株式会社、“世界最高水準のコア密度、細径超多心光ファイバケーブルを開発”、[online]、平成30年3月30日、[平

成30年9月24日検索]、インターネット〈URL：http://www.furukawa.co.jp/release/2018/comm_180330.html〉

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 上述した特許文献は、細径光ファイバの接続技術に関するものである。しかしながら、いずれの文献も、ガラス部分を細径化した光ファイバを用いた光ファイバケーブルを実用する上での最適な全体構成を開示するものではない。
- [0007] たとえば、本発明者らが鋭意検討したところ、細径光ファイバを用いた光ファイバケーブルをたとえば敷設する際には、従来、その端末から細径光ファイバを取り出して、既に敷設してある光ファイバケーブルや機器と接続するために取り扱う必要があった。
- [0008] しかしながら、このような細径光ファイバでは、一般的には通常光ファイバのために準備され、通常光ファイバのために最適化された接続治具や接続条件等をそのまま使用できないため、取り扱い性の上で改善の余地がある。
- [0009] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、その目的は、高密度化が可能であり、かつ取り扱い性に優れた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] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の一態様に係る光ファイバケーブルは、ガラスからなるコア部およびクラッド部を有しクラッド径が $120\mu\text{m}$ 以下の細径光ファイバと、前記細径光ファイバの少なくとも一方の端部に光学的に接続された、ガラスからなるコア部およびクラッド部を有しクラッド径が $125\mu\text{m}$ の規格に従う通常光ファイバと、前記細径光ファイバと、前記通常光ファイバとの間に設けられた光学的結合機構と、前記細径光ファイバと前記通常光ファイバとのうち前記細径光ファイバのみの外周を覆うシースと、を備え、前記細径光ファイバの前記端部は前記シースの外側に位置することを特徴とする。

- [0011] 本発明の一態様に係る光ファイバケーブルは、前記光学的結合機構を内包する保護部を備えることを特徴とする。
- [0012] 本発明の一態様に係る光ファイバケーブルは、前記光学的結合機構は、前記細径光ファイバと前記通常光ファイバとの融着による接続部によって構成されていることを特徴とする。
- [0013] 本発明の一態様に係る光ファイバケーブルは、前記光学的結合機構は、前記細径光ファイバと前記通常光ファイバとの機械的な接続機構によって構成されていることを特徴とする。
- [0014] 本発明の一態様に係る光ファイバケーブルは、前記光学的結合機構は、前記細径光ファイバと前記通常光ファイバとを光学的に接続する空間光学系によって構成されていることを特徴とする。
- [0015] 本発明の一態様に係る光ファイバケーブルは、前記光学的結合機構は、前記細径光ファイバのクラッド径と前記通常光ファイバのクラッド径との間の値のクラッド径の部分有し、前記細径光ファイバと前記通常光ファイバとを接続する接続光ファイバによって構成されていることを特徴とする。
- [0016] 本発明の一態様に係る光ファイバケーブルは、前記光学的結合機構は、前記細径光ファイバと前記通常光ファイバとの間でクラッド径が連続的に変化する部分によって構成されていることを特徴とする。
- [0017] 本発明の一態様に係る光ファイバケーブルは、前記光学的結合機構は、第1ピッチで配列された複数の前記細径光ファイバのそれぞれと、第2ピッチで配列された複数の前記通常光ファイバのそれぞれとを、それぞれ機械的に接続する複数の接続光ファイバによって構成され、前記接続光ファイバの前記通常光ファイバ側の端面におけるピッチが、前記第2ピッチと略等しいことを特徴とする。
- [0018] 本発明の一態様に係る光ファイバケーブルは、前記通常光ファイバの外周を覆うコード被覆を備えることを特徴とする。
- [0019] 本発明の一態様に係る光ファイバケーブルは、前記通常光ファイバの端部に設けられた光コネクタを備えることを特徴とする。

- [0020] 本発明の一態様に係る光ファイバケーブルは、前記細径光ファイバのクラッド径が $110\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする。
- [0021] 本発明の一態様に係る光ファイバケーブルは、前記細径光ファイバのクラッド径が $100\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする。
- [0022] 本発明の一態様に係る光ファイバケーブルは、波長 1550nm において、前記細径光ファイバのモードフィールド径と前記通常光ファイバのモードフィールド径との差が $2\mu\text{m}$ 以内であることを特徴とする。
- [0023] 本発明の一態様に係る光ファイバケーブルは、複数の前記細径光ファイバを備え、前記複数の細径光ファイバは、光ファイバリボン心線を構成していることを特徴とする。
- [0024] 本発明の一態様に係る光ファイバケーブルは、複数の前記細径光ファイバを備え、前記複数の細径光ファイバは、間欠接着型の光ファイバリボン心線を構成していることを特徴とする。
- [0025] 本発明の一態様に係る光ファイバケーブルは、前記通常光ファイバの被覆を含んだファイバ径が略 $200\mu\text{m}$ であることを特徴とする。

発明の効果

- [0026] 本発明によれば、高密度化が可能であり、かつ取り扱い性に優れた光ファイバケーブルを実現できるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

- [0027] [図1]図1は、実施形態1に係る光ファイバケーブルの模式的な構成図である。
- [図2A]図2Aは、細径光ファイバの断面の模式図である。
- [図2B]図2Bは、細径光ファイバの屈折率プロファイルの模式図である。
- [図3]図3は、実施形態2に係る光ファイバケーブルの模式的な構成図である。
- [図4]図4は、実施形態3に係る光ファイバケーブルの模式的な構成図である。
- [図5]図5は、光学的結合機構の構成例1を示す模式図である。

[図6]図6は、光学的結合機構の構成例2を示す模式図である。

[図7]図7は、光学的結合機構の構成例3を示す模式図である。

[図8]図8は、光学的結合機構の構成例4を示す模式図である。

[図9]図9は、光学的結合機構の構成例5を示す模式図である。

[図10]図10は、間欠接着型リボン心線の模式的な構成図である。

[図11]図11は、光学的結合機構の構成例6を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0028] 以下に、図面を参照しながら、本発明の実施形態を詳細に説明する。なお、以下に説明する実施形態により本発明が限定されるものではない。また、各図面において、同一または対応する構成要素には適宜同一の符号を付している。また、本明細書においては、カットオフ波長（C u t o f f 波長）とは、I T U - T G. 650.1で定義するケーブルカットオフ波長をいう。また、その他、本明細書で特に定義しない用語についてはG. 650.1およびG. 650.2における定義、測定方法に従うものとする。

[0029] （実施形態1）

図1は、実施形態1に係る光ファイバケーブルの模式的な構成図である。光ファイバケーブル100は、複数の細径光ファイバ1と、複数の通常光ファイバ2と、複数の接続光ファイバ3と、シース4と、を備える。

[0030] 図2Aは、細径光ファイバの断面を示し、図2Bは、細径光ファイバの屈折率プロファイルを示す。細径光ファイバ1は、略中心に位置するコア部1aと、コア部1aの外周に位置するクラッド部1bとを備えている。コア部1aとクラッド部1bとは、いずれも石英系ガラスからなる。たとえば、コア部1aは、ゲルマニウム（G e）等の屈折率を高めるドーパントが添加された石英ガラスからなる。クラッド部1bは、コア部1aの屈折率よりも低い屈折率を有する。クラッド部1bは、たとえば、G e、フッ素（F）等の屈折率調整用のドーパントを含まない純石英ガラスからなる。

[0031] 細径光ファイバ1は、クラッド部の外径（クラッド径）が $120\mu\text{m}$ 以下とされているものであり、光ファイバケーブル100の高密度化に適するも

のである。細径光ファイバ1のクラッド径としては、 $110\mu\text{m}$ 以下がより好ましく、 $100\mu\text{m}$ 以下がさらに好ましい。

[0032] なお、細径光ファイバ1は、クラッド部1bの外周を覆うように、たとえば樹脂からなるコーティングが形成されている。コーティングは、たとえばUV硬化樹脂等からなり、1層または2層以上の層構造を有する。UV硬化樹脂としては、たとえばウレタンアクリレート系、ポリブタジエンアクリレート系、エポキシアクリレート系、シリコンアクリレート系、ポリエステルアクリレート系等があるが、光ファイバのコーティングに使用されるものであれば特に限定されない。また、細径光ファイバ1では、ガラス部分であるコア部1aとクラッド部1bとの細径化、特にクラッド径の細径化を目的とするので、コーティングの厚さには特に限定はないが、細径光ファイバ1に要求される光学特性や機械的特性を満たす程度に薄くされていることが好ましい。

[0033] 図2Bにおいて、プロファイルP11がコア部1aの屈折率プロファイルを示し、プロファイルP12がクラッド部1bの屈折率プロファイルを示す。なお、屈折率プロファイルは、クラッド部1bに対する比屈折率差で示している。細径光ファイバ1はいわゆるステップ型の屈折率プロファイルを有し、コア部1aの直径(コア径)は $2a$ であり、クラッド部1bに対するコア部1aの比屈折率差は $\Delta 1$ である。

[0034] 図1に戻って、通常光ファイバ2は、G. 652規格に準拠する光ファイバであり、ガラスからなるコア部およびクラッド部を有し、クラッド径が $125\mu\text{m}$ の規格に従うものである。したがって、通常光ファイバ2のクラッド径は $125\mu\text{m}$ である。なお、G. 652規格によれば、クラッド径の公差は $\pm 1\mu\text{m}$ (G. 652B) または $\pm 0.7\mu\text{m}$ (G. 652D) であるので、通常光ファイバ2のクラッド径は $125\mu\text{m}$ からこの公差の範囲内にあってもよい。通常光ファイバ2にも、クラッド部の外周を覆うように、たとえば樹脂からなるコーティングが形成されている。コーティングは、たとえばUV硬化樹脂等からなり、1層または2層以上の層構造を有する。

- [0035] 各細径光ファイバ1の両方の端部には、それぞれ、通常光ファイバ2が光学的に接続されている。
- [0036] 光学的結合機構を構成する接続光ファイバ3は、クラッド径が連続的に変化するテーパ形状の光ファイバであり、各細径光ファイバ1と各通常光ファイバ2との間に設けられており、各細径光ファイバ1と各通常光ファイバ2とを光学的に結合する機構である。接続光ファイバ3は、細径光ファイバ1と通常光ファイバ2とを接続するために、細径光ファイバ1と通常光ファイバ2とのそれぞれに融着接続された光ファイバである。接続光ファイバ3は、細径光ファイバ1に接続された端部では細径光ファイバ1と略同じクラッド径を有し、通常光ファイバ2に接続された端部では通常光ファイバ2と略同じクラッド径を有する。接続光ファイバ3の両端部の間は、細径光ファイバ1のクラッド径と通常光ファイバ2のクラッド径との間の値のクラッド径となっている。
- [0037] なお、接続光ファイバ3のコア部は、細径光ファイバ1に接続された端部では細径光ファイバ1と略同じコア径を有し、通常光ファイバ2に接続された端部では通常光ファイバ2と略同じコア径を有するテーパ形状である。また、接続光ファイバ3にも、クラッド部の外周を覆うようにコーティングが形成されている。
- [0038] シース4は、各細径光ファイバ1と各通常光ファイバ2とのうち各細径光ファイバ1のみの外周を覆うように構成されている。したがって、細径光ファイバ1において通常光ファイバ2に接続された端部はシース4の外側に位置する。シース4は、たとえば黒色に着色されたポリエチレンからなる。
- [0039] また、本実施形態では、複数の細径光ファイバ1は、そのうちの複数本、たとえば4本または8本がリボン被覆5で一括被覆されており、複数の光ファイバリボン心線6を構成している。そのため、光ファイバケーブル100は、複数の光ファイバリボン心線6を収容するスロットや、抗張力体を備えていてもよい。スロットはたとえばポリエチレンからなる。また、抗張力体は、たとえば、鋼線、鋼撚線、または高張力繊維やガラス繊維を熱硬化性の

樹脂で一体化したFRPロッドである。

[0040] このように構成された実施形態1に係る光ファイバケーブル100は、シース4内には細径光ファイバ1を含むが、それよりも太径の通常光ファイバ2や接続光ファイバ3を含まないので、高密度化が可能である。また、光ファイバケーブル100の両方の端末部は通常光ファイバ2が構成することとなるので、敷設する等の際に、たとえば既に敷設済みの光ファイバケーブルと接続する場合に、通常光ファイバのために準備・最適化された接続治具や接続条件等をそのまま使用することができる。その結果、光ファイバケーブル100は、敷設する等の際の取り扱い性に優れたものとなる。すなわち、光ファイバケーブル100は、高密度化が可能であり、かつ取り扱い性に優れている。

[0041] (実施形態2)

図3は、実施形態2に係る光ファイバケーブルの模式的な構成図である。光ファイバケーブル100Aは、図1に示す実施形態1に係る光ファイバケーブル100の構成に、保護部としての保護箱7を追加した構成を有する。

[0042] 保護箱7は、樹脂や金属からなる箱であり、光学的結合機構を構成する各接続光ファイバ3および各接続光ファイバ3と各細径光ファイバ1および各通常光ファイバ2との融着接続部とを一括して内包している。これにより、各接続光ファイバ3およびその融着接続部が外部から保護され、たとえば取り扱い時の破損等を防止できる。その結果、光ファイバケーブル100Aは、取り扱い性がさらに優れている。

[0043] なお、本実施形態では保護部は保護箱7であるが、保護部として管状の保護管を用いてもよい。保護管は、たとえば樹脂や金属からなるものであるが、熱収縮性の樹脂からなるものが好ましい。また、本実施形態では保護箱7が各接続光ファイバ3およびその融着接続部を一括して内包しているが、個別の保護箱や保護管が各接続光ファイバ3およびその融着接続部を内包するようにしてもよい。さらには、個別に保護管に内包した部分をさらに一括して保護箱や保護管に内包してもよい。

[0044] (実施形態3)

図4は、実施形態3に係る光ファイバケーブルの模式的な構成図である。光ファイバケーブル100Bは、図3に示す実施形態2に係る光ファイバケーブル100Aの構成に、複数のコード被覆8と複数の光コネクタ9とを追加した構成を有する。

[0045] 各コード被覆8は、各通常光ファイバ2の外周を覆うように設けられている。また、各光コネクタ9は、各通常光ファイバ2の、細径光ファイバ1が接続された側とは反対の端部に設けられている。なお、各通常光ファイバ2と各コード被覆8との間には、たとえばアラミド樹脂繊維からなる抗張力体が、各通常光ファイバ2の外周を覆うように設けられていてもよい。

[0046] この光ファイバケーブル100Bでは、各通常光ファイバ2は光コネクタ付きの光ファイバコードとして構成されているので、取り扱い性がさらに優れている。

[0047] なお、本実施形態では、各光コネクタ9が各通常光ファイバ2に個別に設けられているが、複数の通常光ファイバ2に1つの多心用の光コネクタが一括して設けられていてもよい。このような光コネクタとしては、MPO (Multi-fiber Push On) コネクタ等の多芯用コネクタを使用できる。

[0048] また、上記実施形態において、テーパ形状の接続光ファイバ3を、一定のクラッド径と一定のコア径とを有する接続光ファイバに置き換えてもよい。このような光ファイバは、細径光ファイバ1のクラッド径と通常光ファイバ2のクラッド径との間の値の一定のクラッド径を有し、細径光ファイバ1のコア径と通常光ファイバ2のコア径との間の値の一定のコア径を有する。このような接続光ファイバを使用しても、細径光ファイバ1と通常光ファイバ2とを好適に接続できる。

[0049] (光学的結合機構の構成例1)

つぎに、光学的結合機構の他の様々な構成例について説明する。図5は、光学的結合機構の構成例1を示す模式図である。この光学的結合機構11は、細径光ファイバ1の端面1cと通常光ファイバ2の端面2aとの融着によ

る接続部によって構成されている。このような融着による接続部は、公知のように、細径光ファイバ1の端面1cと通常光ファイバ2の端面2aとを近接または当接させ、アーク放電等によって熱を与えて融着接続することによって実現できる。このとき、TEC(Thermally-diffused Expanded Core)技術によって、細径光ファイバ1と通常光ファイバ2との接続損失を低下させてもよい。しかしながら、TECを含んだ接続は工程が煩雑になったり、装置が大掛かりになったりする可能性がある。そのため、細径光ファイバのMFDを通常ファイバのMFDと同程度($\pm 2 \mu\text{m}$)にすることによって、TECを用いることなく融着接続することが好ましい。また、接続部を保護箱や保護管等の保護部に内包することが好ましい。

[0050] (光学的結合機構の構成例2)

図6は、光学的結合機構の構成例2を示す模式図である。この光学的結合機構12は、機械的な接続機構であるフェルール12aによって構成されている。具体的には、この光学的結合機構12は、フェルール12aに、細径光ファイバ1と通常光ファイバ2とを挿入し、端面1cと端面2aとを当接させた状態でフェルール12aに接着剤等で固定したものである。光学的結合機構12も保護箱や保護管等の保護部に内包することが好ましい。なお、端面1cと端面2aとを当接させ、当接させた状態を維持するクリップ等の固定部材によって、フェルール12aを固定して光学的結合機構12を形成してもよい。

[0051] また、光ファイバがリボン状態の場合における接続機構の光ファイバ間ピッチは、たとえば、通常光ファイバリボンのピッチである略 $250 \mu\text{m}$ 、一般的な細径光ファイバリボンのピッチである略 $200 \mu\text{m}$ 、被覆された細径光ファイバの外径ピッチ、または、接続される2つの被覆された光ファイバの外径ピッチの中間のピッチ等の種々のパターンを採用できる。被覆された光ファイバの外径ピッチと機械的接続機構のピッチとが大きくずれると、ピッチを合わせるフェルールに光ファイバを挿入する際に、通常光ファイバ、細径光ファイバ、または双方の光ファイバを曲げる必要が生じる。そのため

、曲げ損失や信頼性の低下等の問題を招く可能性がある。この点、通常径の被覆された光ファイバとしては、 $250\mu\text{m}$ の外径の光ファイバよりも、 $200\mu\text{m}$ の外径の光ファイバを用いることが望ましい。また、接続機構のピッチも、 $200\mu\text{m}$ 、細径光ファイバの被覆外径ピッチ、または2つのファイバ被覆外径ピッチの中間のピッチ等の値を好ましく採用できる。

[0052] (光学的結合機構の構成例3)

図7は、光学的結合機構の構成例3を示す模式図である。この光学的結合機構13は、機械的な接続機構である接着剤13aによって構成されている。接着剤13aは樹脂からなる。具体的には、この光学的結合機構13は、細径光ファイバ1と通常光ファイバ2とを光軸合わせした状態で端面1cと端面2aとを当接し、その周囲に樹脂を塗布し、硬化させて接着剤13aとしたものである。光学的結合機構13も保護箱や保護管等の保護部に内包することが好ましい。

[0053] (光学的結合機構の構成例4)

図8は、光学的結合機構の構成例4を示す模式図である。この光学的結合機構14は、空間光学系であるレンズ14aによって構成されている。具体的には、この光学的結合機構14は、光軸合わせした状態の細径光ファイバ1の端面1cと通常光ファイバ2の端面2aとの間にレンズ14aを配置し、不図示の固定具にて細径光ファイバ1と通常光ファイバ2とレンズ14aとの相対位置を固定したものである。これにより、細径光ファイバ1と通常光ファイバ2とが光学的に接続される。光学的結合機構14も保護箱や保護管等の保護部に内包することが好ましい。

[0054] (光学的結合機構の構成例5)

図9は、光学的結合機構の構成例5を示す模式図である。光学的結合機構20は、細径光ファイバ21と通常光ファイバ22との間でクラッド径が連続的に変化する部分によって構成されている。このような光学的結合機構20、細径光ファイバ21および通常光ファイバ22は、たとえば以下のように作製できる。工程(1)まず、光ファイバ母材から、通常光ファイバ22

の外径となるように光ファイバを所望の長さ、たとえば数 m ～数十 m だけ線引きする。工程（２）つづいて、これに連続して、光学的結合機構２０の連続的に変化する外径となるように光ファイバを所望の長さ、たとえば数 m だけ線引きする。工程（３）さらに、これに連続して、細径光ファイバ２１の外径となるように光ファイバを所望の長さ、たとえば数 m ～数十 $k m$ だけ線引きする。これにより、光学的結合機構２０は、細径光ファイバ２１と、通常光ファイバ２２と、細径光ファイバ２１と通常光ファイバ２２との間でクラッド径が連続的に変化する光学的結合機構２０と、を有する構造の光ファイバを作製できる。また、工程（１）～工程（３）を繰り返し行うことによって、上記構造を有する光ファイバを連続して複数本作製することができる。

[0055] また、上記実施形態では、複数の細径光ファイバ１が一括してリボン被覆された光ファイバリボン心線６を構成しているが、複数の細径光ファイバ１が間欠接着型の光ファイバリボン心線を構成していてもよい。

[0056] 図１０は、間欠接着型リボン心線３０の模式的な構成図である。間欠接着型リボン心線３０は、 N 本（ N は２以上の整数であるが本実施形態では５以上）の並列に並べられた細径光ファイバ１－１、１－２、１－３、・・・、１－（ N －１）、１－ N のうち隣接するもの同士が、長手方向の複数箇所において、接着剤３１にて間欠的に接着された構造を有する。また、たとえば細径光ファイバ１－１と細径光ファイバ１－２とを接着する接着剤３１の長手方向における位置と、細径光ファイバ１－２と細径光ファイバ１－３とを接着する接着剤３１の長手方向における位置と、は互いに異なる。このような間欠接着型リボン心線３０は、ローラブルリボンとも呼ばれ、集線密度の向上や曲げによる伝送損失の低減を実現できるので、光ファイバケーブルの高密度化に好適である。

[0057] （光学的結合機構の構成例６）

図１１は、光学的結合機構の構成例６を示す模式図である。この光学的結合機構１５は、接続光ファイバ３Ａを介して、所定の第１ピッチ p で並べら

れた複数の細径光ファイバ1と、所定の第2ピッチPで並べられた複数の通常光ファイバ2とを光学的に接続する機械的な接続機構である。複数の細径光ファイバ1はそれぞれ、コード被覆8Aによって被覆されている。複数の細径光ファイバ1の接続側は、フェルール15aに挿入されている。一方、複数の通常光ファイバ2はそれぞれ、コード被覆8Bによって被覆されている。複数の通常光ファイバ2の接続側は、フェルール15bに挿入されている。光学的結合機構を構成する複数の接続光ファイバ3Aは、細径光ファイバ1側のピッチが複数の細径光ファイバ1の第1ピッチpと略等しくなるように、フェルール15aに挿入されている。複数の接続光ファイバ3Aは、細径光ファイバ1から通常光ファイバ2に向かって放射状に拡がり、フェルール15aの通常光ファイバ2と接続する端面でのピッチが通常光ファイバ2の第2ピッチPと略等しくなるように設けられている。すなわち、接続光ファイバ3は、細径光ファイバ1と接続する側では細径光ファイバ1と略等しい第1ピッチpに配列され、通常光ファイバ2と接続される端面では通常光ファイバ2と略等しい第2ピッチPに配列される。光学的結合機構15も保護箱や保護管等の保護部に内包することが好ましい。

[0058] 以下、光ファイバケーブルの実施例について説明する。実施例に用いる細径光ファイバは、G. 652規格を満たすものであり、かつ細径化されていてもリーケージ損失（過剰損失とも呼ばれる）が抑制されたものであることが、実用上好ましい。すなわち、波長1625nmにおいて0.001dB/km以下のリーケージ損失を実現し、さらに、表1に示すG. 652A、G. 652B、G. 652C、G. 652Dの各規格におけるゼロ分散波長、分散スロープ、MFD（モードフィールド径）、Cutoff波長、マクロバンド損失の規定を満たすことが好ましい。

[0059] 表1において、マクロバンド損失については、G. 652A規格では波長1550nmにおける値であるが、G. 652B、G. 652C、G. 652Dの規格では波長1625nmにおける値である。なお、以降の表において、「E」は10のべき乗を表し、たとえば「5.3E-3」は「5.3×

1 0⁻³」を意味する。

[0060] [表1]

(表1)

ゼロ分散波長	分散スロープ	MFD	Cutoff 波長	マクロバンド損失
[nm]	[ps/nm ² /km] @ゼロ分散波長	[μm] @1310nm	[nm] @22m	[dB/m@60mm] @1550nm (B,C,Dは1625nm)
1300-1324	≤0.092	8.6-9.5	≤1260	≤5.3E-3

[0061] 実施例に用いる細径光ファイバは、広く普及しているこれらの G. 652 規格を満たすことによって、細径光ファイバであっても実用化の上できわめて好ましく、また通常光ファイバとの接続損失を低減する事が容易になるという点からも望ましい。なお、細径光ファイバのクラッド径については、従来の通常ファイバのクラッド径(約 $125\ \mu\text{m}$)から細径化するメリットがより高い、 $100\ \mu\text{m}$ を基準として検討を行った。

[0062] 表 1 に示す規格を満たすべく、図 2 B に示すようなステップ型の屈折率プロファイルを採用してシミュレーション計算を行い、設計パラメータである $\Delta 1$ と $2a$ との最適化を行ったところ、表 2 に示す結果を得た。すなわち、細径光ファイバにおいて $\Delta 1$ を 0.38% とし、 $2a$ を $8.0\ \mu\text{m}$ とすることによって、G. 652 A 規格を満たすことが確認された。また、表 2 において、限界ファイバ径とは、波長 $1625\ \text{nm}$ において $0.001\ \text{dB/km}$ 以下のリーケージ損失を得るのに必要な最低限のクラッド径である。表 2 によれば、限界ファイバ径は $86\ \mu\text{m}$ であった。すなわち、 $\Delta 1$ が 0.38% 、 $2a$ が $8.0\ \mu\text{m}$ の細径光ファイバは、クラッド径を $86\ \mu\text{m}$ 以上とすれば、リーケージ損失が抑制されたものとなるので、 $100\ \mu\text{m}$ であればリーケージ損失が十分抑制されることがシミュレーション計算で確認された。

[0063]

[表2]

(表2)

	$\Delta 1$	$2a$	ゼロ分散 波長	分散スロープ [ps/nm ² /km] @ゼロ分散波長	MFD [μ m] @1310nm	Cutoff 波長 [nm] @22m	マクロバンド 損失 [dB/m@60mm] @1550nm	限界ファイバ径 [μ m]
	[%]	[μ m]	[nm]					
G.652A 規格			1300-1324	≤ 0.092	8.6-9.5	≤ 1260	$\leq 5.3E-3$	-
シミュレーション	0.38	8.0	1320	0.085	8.7	1130	1.6E-5	86

[0064] つづいて、上記シミュレーション計算の結果に基づいて細径光ファイバを作製した。なお、クラッド部の外周に形成するコーティングについては、通常光ファイバに通常用いられているUV硬化樹脂からなる二層構造とし、クラッド部に近い1層目（プライマリ）の外径を $130\mu\text{m}$ とし、2層目（セカンダリ）の外径を $160\mu\text{m}$ とした。すなわちこの細径光ファイバは被覆外径が $160\mu\text{m}$ であり、被覆外径が $200\mu\text{m}\sim 250\mu\text{m}$ の通常光ファイバと比較して、被覆を含めても細径化されている。

[0065] 表3では、実施例に用いるために作製した細径光ファイバについて測定した特性を、シミュレーション結果と比較して示している。MFD、Cut off 波長、マクロバンド損失についてはシミュレーション結果とよく一致していた。また、伝送損失についても十分低い値であった。また、リーケージ損失も特に発生していなかった。

[0066]

[表3]

(表3)

	伝送損失	MFD	Cutoff 波長	マクロバンド損失
	[dB/km] @1550nm	[μ m] @1310nm	[nm] @22m	[dB/m@60mm] @1550nm
シミュレーション	-	8.7	1254	1.6E-5
実施例	0.198	8.8	1260	2.3E-5

[0067] なお、細径光ファイバのMFDについては、光ファイバケーブルで伝送す

る信号光の波長において、通常光ファイバのMFDとの差が $2\mu\text{m}$ 以内であれば、接続した場合のMFDの不整合に起因する接続損失を抑制できる。信号光の波長としては、波長 1550nm を含む $1.55\mu\text{m}$ 帯が最も利用されるが、信号光の波長はこれに限定されるものではない。なお、作製した細径光ファイバのMFDは波長 1310nm において $8.8\mu\text{m}$ であり、G.652A規格におけるMFDの範囲内にある。このような細径光ファイバであれば、そのMFDは、波長 1550nm においても通常光ファイバのMFDとの差が $2\mu\text{m}$ 以内となる。

[0068] このように作製した細径光ファイバを複数本並べてリボン被覆で一括被覆し、複数の光ファイバリボン心線を作製した。そして、これらの複数の光ファイバリボン心線を公知の構成のロットに収容し、シースを形成し、光ファイバケーブルを作製した。この光ファイバケーブルの各細径光ファイバの伝送損失を測定したところ、被覆外径が $200\mu\text{m}\sim 250\mu\text{m}$ の通常光ファイバを公知の構成のロットに収容して作製した光ファイバケーブルにおける伝送損失と比較して、特に過剰な損失は発生していなかった。このことは、上記のシミュレーションに基づいて作製した細径光ファイバを用いて、G.652A規格を満たしつつ高密度かつ軽量の光ファイバケーブルを実現できることを示している。

[0069] つづいて、この光ファイバケーブルの各細径光ファイバの両端部のそれぞれと、複数のMPO光コネクタ付き光ファイバコードの各通常光ファイバとを融着接続した。なお、各通常光ファイバの波長 1310nm でのMFDは $9.0\mu\text{m}$ であり、細径光ファイバのMFDと略同等であった。

[0070] 細径光ファイバと通常光ファイバとの接続損失を測定しながら融着接続を実行したところ、波長 1550nm での接続損失はいずれも 0.1dB 以下であり、良好な接続状態とできた。なお、各細径光ファイバと各通常光ファイバとの融着接続箇所は、熱収縮型の保護管を被着して保護した。

[0071] このようにMPO光コネクタ付き光ファイバコードを取り付けた光ファイバケーブルは、端末部であるMPO光コネクタ付き光ファイバコードを従来

と同様に取り扱うことができ、かつ特に破損等の不具合は発生しなかった。

[0072] なお、上記実施形態では、各細径光ファイバ1の両端部に、それぞれ、通常光ファイバ2が光学的に接続されているが、細径光ファイバ1の一方の端部のみに通常光ファイバ2が光学的に接続されていてもよい。

[0073] また、上記実施形態では、光ファイバケーブルは複数の細径光ファイバを備え、複数の細径光ファイバが一括で被覆されて光ファイバリボン心線を構成しているが、複数の細径光ファイバはそれぞれ単心の状態でもよいし、光ファイバケーブルが光ファイバリボン心線と単心の細径光ファイバとの両方を備えていてもよい。また、光ファイバケーブルが備える細径光ファイバの数も特に限定されず、たとえば1本でもよい。

[0074] また、上記実施形態では細径光ファイバの屈折率プロファイルはステップ型であるが、ステップ型以外のいわゆるW型やトレンチ型を適宜使用できる。

[0075] なお、上記実施形態により本発明が限定されるものではない。上述した各構成要素を適宜組み合わせ構成したものも本発明に含まれる。また、さらなる効果や変形例は、当業者によって容易に導き出すことができる。よって、本発明のより広範な態様は、上記の実施形態に限定されるものではなく、様々な変更が可能である。

産業上の利用可能性

[0076] 本発明に係る光ファイバケーブルは、光通信分野に好適に利用できる。

符号の説明

[0077] 1、1-1、1-2、1-3、1-(N-1)、1-N、2 1 細径光ファイバ

1 a コア部

1 b クラッド部

1 c、2 a 端面

2、2 2 通常光ファイバ

3、3 A 接続光ファイバ

- 4 シース
- 5 リボン被覆
- 6 光ファイバリボン心線
- 7 保護箱
- 8、8 A、8 B コード被覆
- 9 光コネクタ
- 11、12、13、14、15、20 光学的結合機構
- 12 a、15 a、15 b フェルール
- 13 a、31 接着剤
- 14 a レンズ
- 30 間欠接着型リボン心線
- 100、100 A、100 B 光ファイバケーブル
- P11、P12 プロファイル

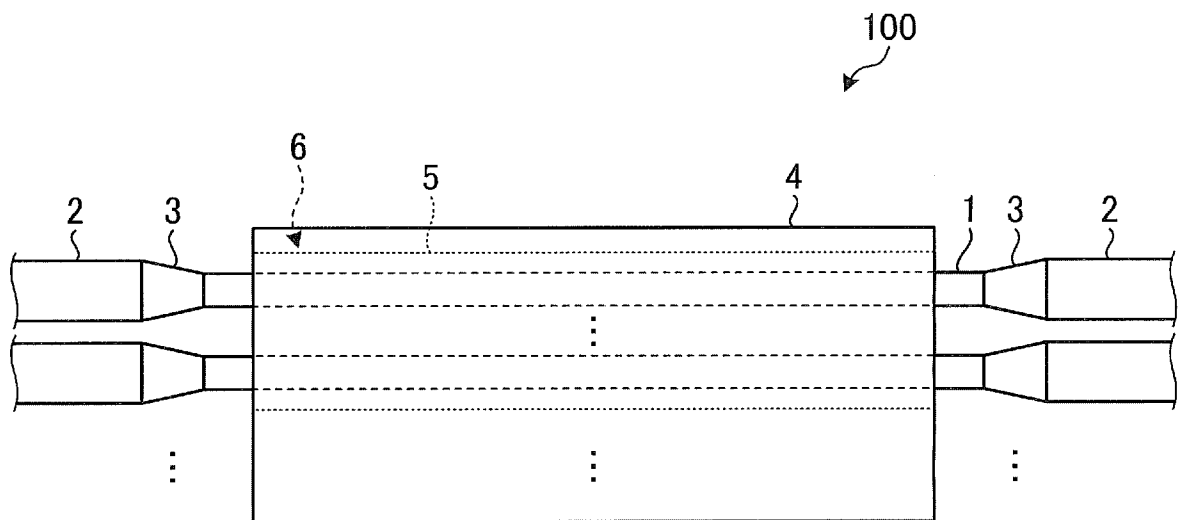
請求の範囲

- [請求項1] ガラスからなるコア部およびクラッド部を有しクラッド径が120 μm 以下の細径光ファイバと、
 前記細径光ファイバの少なくとも一方の端部に光学的に接続された、ガラスからなるコア部およびクラッド部を有しクラッド径が125 μm の規格に従う通常光ファイバと、
 前記細径光ファイバと、前記通常光ファイバとの間に設けられた光学的結合機構と、
 前記細径光ファイバと前記通常光ファイバとのうち前記細径光ファイバのみの外周を覆うシースと、
 を備え、前記細径光ファイバの前記端部は前記シースの外側に位置する
 ことを特徴とする光ファイバケーブル。
- [請求項2] 前記光学的結合機構を内包する保護部を備える
 ことを特徴とする請求項1に記載の光ファイバケーブル。
- [請求項3] 前記光学的結合機構は、前記細径光ファイバと前記通常光ファイバとの融着による接続部によって構成されている
 ことを特徴とする請求項1または2に記載の光ファイバケーブル。
- [請求項4] 前記光学的結合機構は、前記細径光ファイバと前記通常光ファイバとの機械的な接続機構によって構成されている
 ことを特徴とする請求項1または2に記載の光ファイバケーブル。
- [請求項5] 前記光学的結合機構は、前記細径光ファイバと前記通常光ファイバとを光学的に接続する空間光学系によって構成されている
 ことを特徴とする請求項1または2に記載の光ファイバケーブル。
- [請求項6] 前記光学的結合機構は、前記細径光ファイバのクラッド径と前記通常光ファイバのクラッド径との間の値のクラッド径の部分有し、前記細径光ファイバと前記通常光ファイバとを接続する接続光ファイバによって構成されている

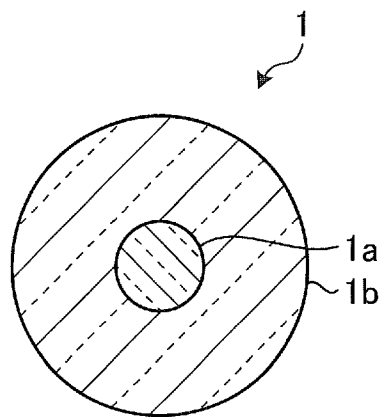
- ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光ファイバケーブル。
- [請求項7] 前記光学的結合機構は、前記細径光ファイバと前記通常光ファイバとの間でクラッド径が連続的に変化する部分によって構成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光ファイバケーブル。
- [請求項8] 前記光学的結合機構は、第 1 ピッチで配列された複数の前記細径光ファイバのそれぞれと、第 2 ピッチで配列された複数の前記通常光ファイバのそれぞれとを、それぞれ機械的に接続する複数の接続光ファイバによって構成され、
前記接続光ファイバの前記通常光ファイバ側の端面におけるピッチが、前記第 2 ピッチと略等しいことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光ファイバケーブル。
- [請求項9] 前記通常光ファイバの外周を覆うコード被覆を備えることを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれか一つに記載の光ファイバケーブル。
- [請求項10] 前記通常光ファイバの端部に設けられた光コネクタを備えることを特徴とする請求項 1 ～ 9 のいずれか一つに記載の光ファイバケーブル。
- [請求項11] 前記細径光ファイバのクラッド径が $110\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 ～ 10 のいずれか一つに記載の光ファイバケーブル。
- [請求項12] 前記細径光ファイバのクラッド径が $100\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 ～ 10 のいずれか一つに記載の光ファイバケーブル。
- [請求項13] 波長 $1550\ \text{nm}$ において、前記細径光ファイバのモードフィールド径と前記通常光ファイバのモードフィールド径との差が $2\ \mu\text{m}$ 以内であることを特徴とする請求項 1 ～ 12 のいずれか一つに記載の光ファイバケーブル。

- [請求項14] 複数の前記細径光ファイバを備え、前記複数の細径光ファイバは、
光ファイバリボン心線を構成している
ことを特徴とする請求項1～13のいずれか一つに記載の光ファイ
バケーブル。
- [請求項15] 複数の前記細径光ファイバを備え、前記複数の細径光ファイバは、
間欠接着型の光ファイバリボン心線を構成している
ことを特徴とする請求項1～13のいずれか一つに記載の光ファイ
バケーブル。
- [請求項16] 前記通常光ファイバの被覆を含んだファイバ径が略200 μ mであ
る
ことを特徴とする請求項1～15のいずれか一つに記載の光ファイ
バケーブル。

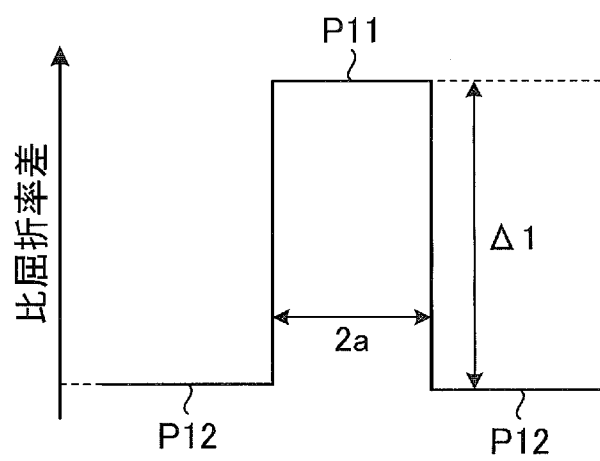
[図1]



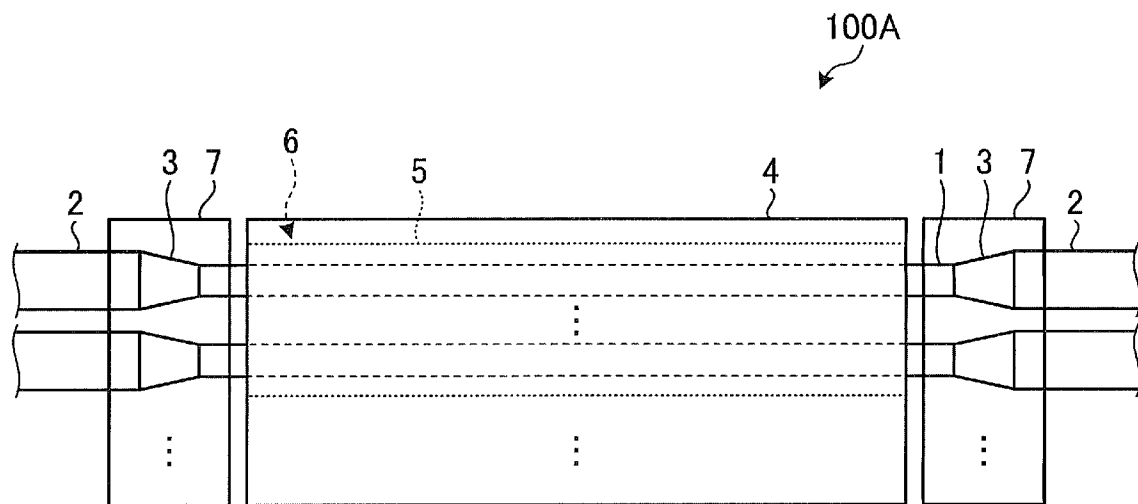
[図2A]



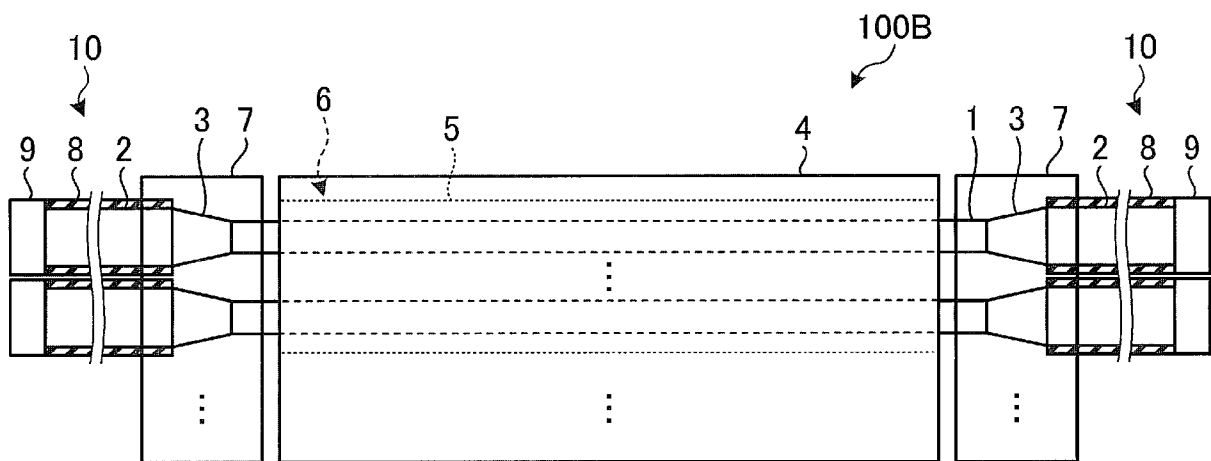
[図2B]



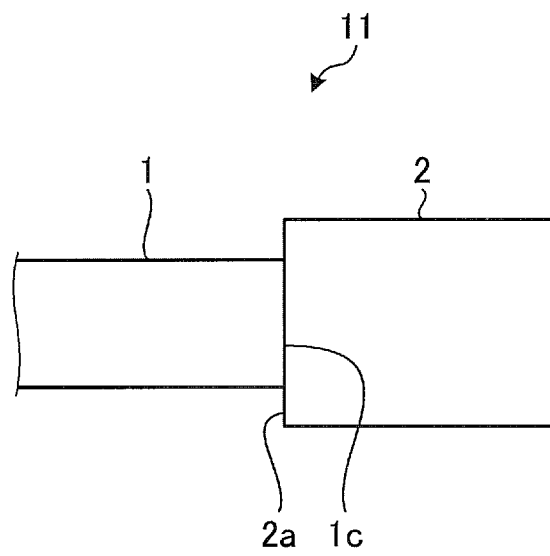
[図3]



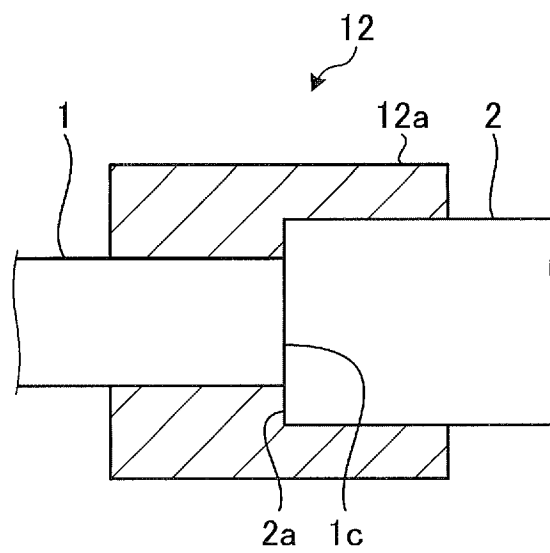
[図4]



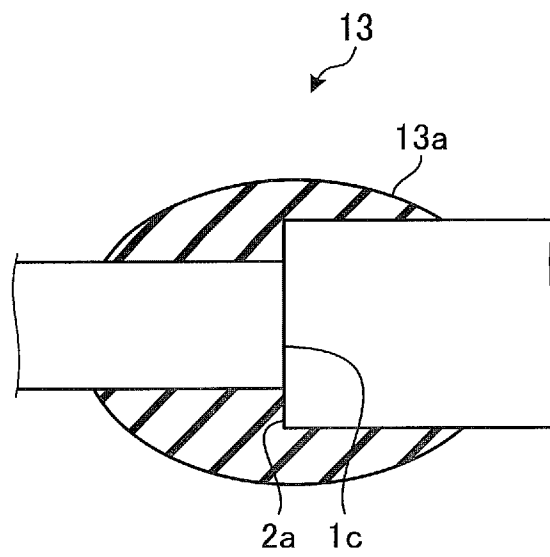
[図5]



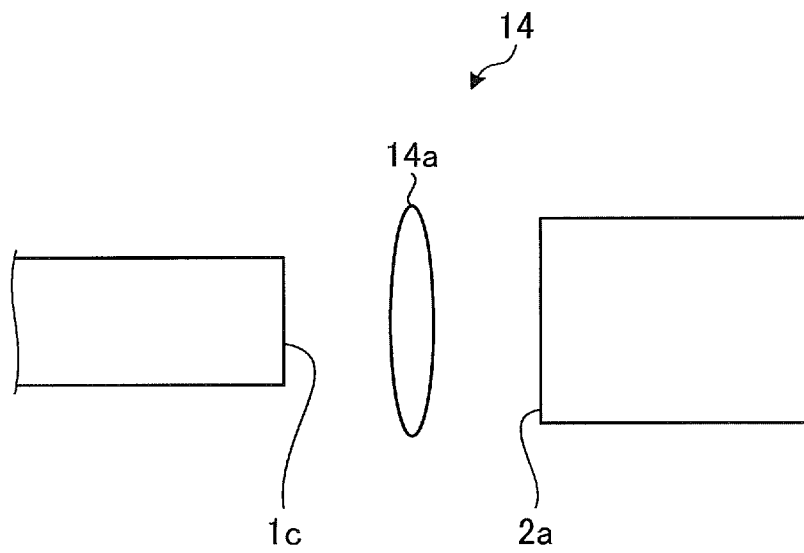
[図6]



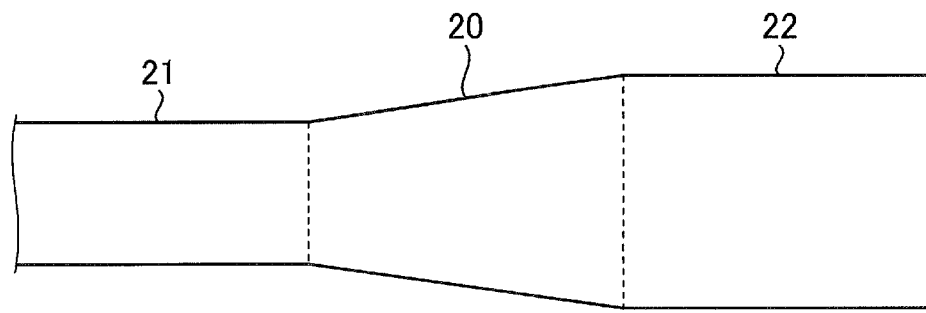
[図7]



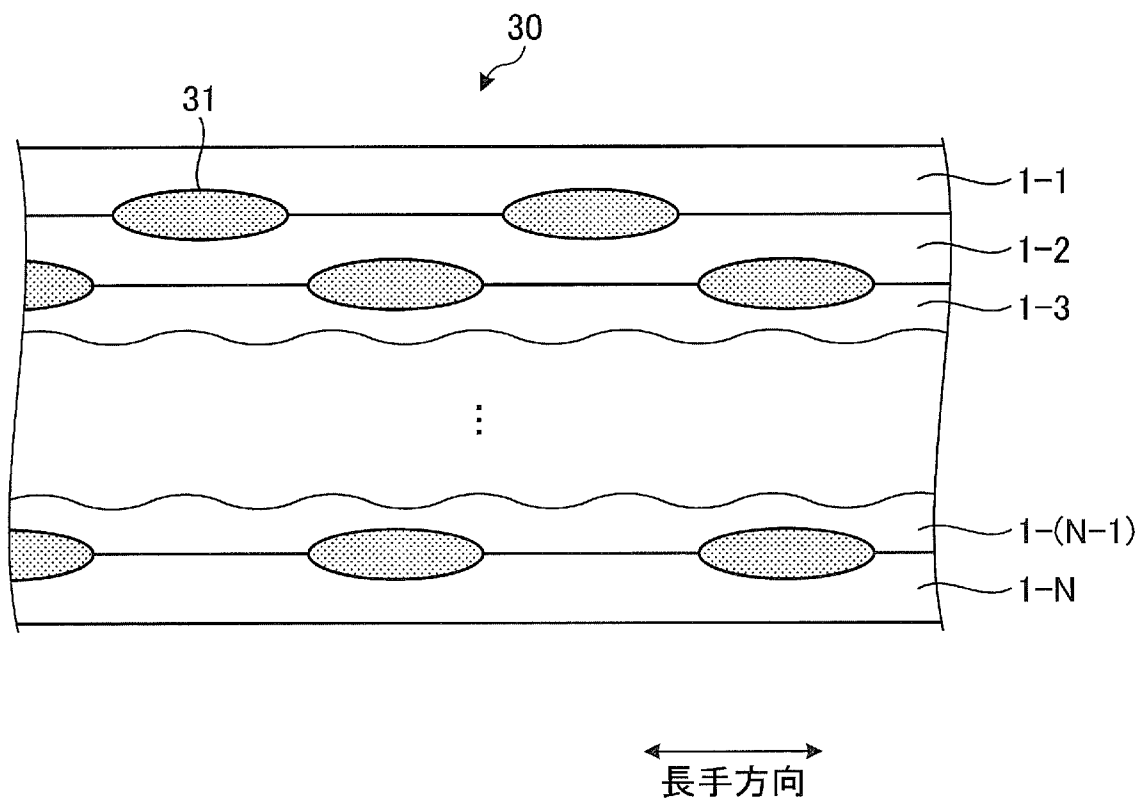
[図8]



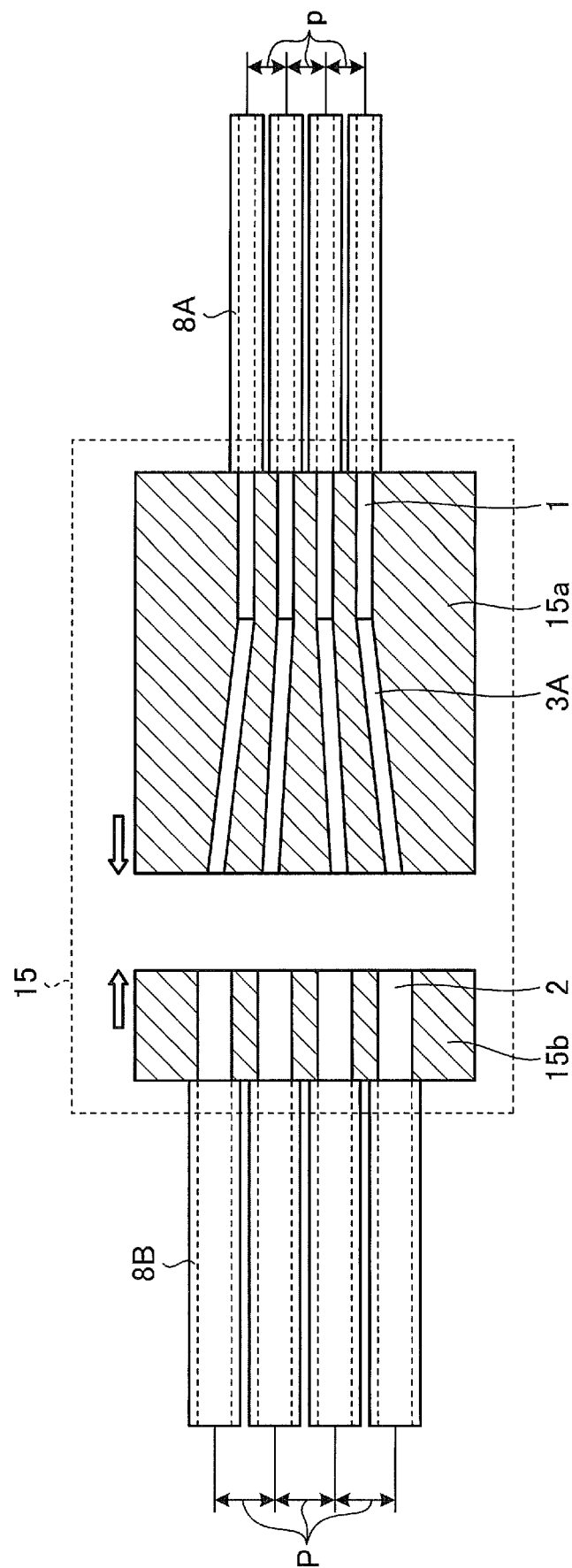
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/040609

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G02B6/44 (2006.01) i, G02B6/26 (2006.01) i, G02B6/32 (2006.01) i, G02B6/38 (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. G02B6/44, G02B6/26, G02B6/32, G02B6/38

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.
X	JP 62-161107 A (THE FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 17 July 1987, page 2, lower right column, sixth line from the bottom to page 3, lower left column, fourth line from the bottom, fig. 1-4 (Family: none)	1-2, 4, 8-13, 16
Y		5, 9-16
Y	JP 2001-350037 A (CANON INC.) 21 December 2001, paragraphs [0006], [0048], [0050], [0065], [0066], fig. 6 (b), 10 & US 2001/0038737 A1, paragraphs [0008], [0092], [0126], [0127], fig. 9, 17	5, 9-16



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
26.11.2019

Date of mailing of the international search report
10.12.2019

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/JP2019/040609

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 2009-175506 A (FUJIFILM CORP.) 06 August 2009, paragraphs [0008], [0027], [0028], [0033], [0034], fig. 1, 2 & US 2009/0190884 A1, paragraphs [0014], [0041], [0042], [0047], [0048], fig. 1, 2 & EP 2083297 A1	1-8, 11-16
Y	JP 2017-32932 A (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD., NIPPON TELEGR & TELEPH CORP.) 09 February 2017, paragraphs [0022], [0023], fig. 1 (Family: none)	1-8, 11-16
A	JP 2014-59479 A (FUJITSU LTD.) 03 April 2014, entire text, all drawings & US 2014/0079354 A1 & CN 103676017 A	1-16
A	US 2018/0045888 A1 (BWT BEIJIN, LTD.) 15 February 2018, entire text, all drawings & WO 2017/096697 A1 & CN 105403954 A	1-16
A	US 2007/0122084 A1 (STEPHEN, G. E.) 31 March 2007, entire text, all drawings (Family: none)	1-16

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, G02B6/26(2006.01)i, G02B6/32(2006.01)i, G02B6/38(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. G02B6/44, G02B6/26, G02B6/32, G02B6/38

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
X	JP 62-161107 A（古河電気工業株式会社）1987.07.17, 第2頁右下欄下から第6行ー第3頁左下欄下から第4行、 第1ー4図（ファミリーなし）	1-2, 4, 8-13, 16
Y		5, 9-16

☒ 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

26.11.2019

国際調査報告の発送日

10.12.2019

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）

林 祥恵

2 L

4085

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 2001-350037 A (キヤノン株式会社) 2001. 12. 21, 段落 [0006]、[0048]、[0050]、 [0065] – [0066]、図6 (b)、10 & US 2001/0038737 A1 [0008], [0092], [0126]–[0127], Fig. 9, 17	5, 9–16
Y	JP 2009-175506 A (富士フイルム株式会社) 2009. 08. 06, 段落 [0008]、[0027] – [0028]、 [0033] – [0034]、図1 – 2 & US 2009/0190884 A1 [0014], [0041]–[0042], [0047]–[0048], Fig. 1, 2 & EP 2083297 A1	1–8, 11–16
Y	JP 2017-32932 A (古河電気工業株式会社、日本電信電話株式会社) 2017. 02. 09, 段落 [0022] – [0023]、図1 (ファミリーなし)	1–8, 11–16
A	JP 2014-59479 A (富士通株式会社) 2014. 04. 03, 全文、全図 & US 2014/0079354 A1 & CN 103676017 A	1–16
A	US 2018/0045888 A1 (BWT BEIJING, LTD.) 2018. 02. 15, 全文、全図 & WO 2017/096697 A1 & CN 105403954 A	1–16
A	US 2007/0122084 A1 (STEPHEN, G. E.) 2007. 03. 31, 全文、全図 (ファミリーなし)	1–16