

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4835618号
(P4835618)

(45) 発行日 平成23年12月14日(2011.12.14)

(24) 登録日 平成23年10月7日(2011.10.7)

(51) Int.Cl. F I
G O 2 B 6/24 (2006.01) G O 2 B 6/24

請求項の数 6 (全 9 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2008-59948 (P2008-59948) (22) 出願日 平成20年3月10日 (2008. 3. 10) (65) 公開番号 特開2009-216921 (P2009-216921A) (43) 公開日 平成21年9月24日 (2009. 9. 24) 審査請求日 平成22年8月25日 (2010. 8. 25)</p>	<p>(73) 特許権者 000005120 日立電線株式会社 東京都千代田区外神田四丁目14番1号 (74) 代理人 100068021 弁理士 絹谷 信雄 (72) 発明者 鈴木 香菜子 東京都千代田区外神田四丁目14番1号 日立電線株式会社内 (72) 発明者 小島 正嗣 東京都千代田区外神田四丁目14番1号 日立電線株式会社内 審査官 大石 敏弘</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光コネクタ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

コアとクラッドからなる光ファイバの外周を被覆した光ファイバ心線の端面同士を光結合させて接続する光コネクタであって、熱収縮チューブと、前記熱収縮チューブ内に設けられ、前記光ファイバ心線の端面を挿入して突き合わせる心線挿入管と、前記熱収縮チューブと前記心線挿入管の間に設けられた未硬化の屈折率整合樹脂と、前記心線挿入管に形成され、前記未硬化の屈折率整合樹脂を供給するための樹脂供給穴とを備えることを特徴とする光コネクタ。

【請求項2】

前記熱収縮チューブ内に、前記未硬化の屈折率整合樹脂が充填された樹脂袋、あるいは前記未硬化の屈折率整合樹脂で形成した樹脂チューブが収容されている請求項1記載の光コネクタ。

【請求項3】

前記心線挿入管は、その内径が、前記光ファイバ心線を挿入する両端部で大径となり、かつ中心部で前記光ファイバ心線の外径に合わせて小径となるようにテーパ状に形成される請求項1または2記載の光コネクタ。

【請求項4】

前記心線挿入管は、金属管あるいはガラス管からなる請求項1～3いずれかに記載の光コネクタ。

【請求項5】

前記屈折率整合樹脂は、硬化後の屈折率が前記コアの屈折率と同等である請求項 1 ~ 4
いずれかに記載の光コネクタ。

【請求項 6】

前記屈折率整合樹脂は、熱硬化型樹脂あるいは紫外線硬化型樹脂である請求項 1 ~ 5
いずれかに記載の光コネクタ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、コアとクラッドからなる光ファイバ同士を接続する光コネクタに関する。

【背景技術】

【0002】

通常、光ファイバの接続方法には、光ファイバ同士、あるいは光ファイバを挿入したフ
ェルール同士を突き合わせる物理的な接続方法が一般的によく用いられている。例えば、
メカニカルスプライス、SC光コネクタ、FC光コネクタ、MT光コネクタなどが挙げら
れる。

【0003】

また、光ファイバ心線末端の被覆を除去した後、露出した光ファイバの洗浄、専用のフ
ァイバカッターによる光ファイバの切断、専用の融着接続器を用いた融着接続、融着接続
部への保護スリーブを被せる補強などの方法により、光ファイバ同士を接続する方法もあ
る。

【0004】

なお、この出願の発明に関連する先行技術文献情報としては、次のものがある。

【0005】

【特許文献 1】特開 2002 - 236234 号公報

【特許文献 2】特開 2002 - 323625 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、従来の接続方法では、いずれも光ファイバ心線の被覆除去、光ファイバ
の清掃、カット、研磨処理など、接続作業に入る前に多くの工程や専用の工具が必要であ
り、時間やコスト、手間を要するだけでなく、経験が豊富な光技術の熟練作業でなけれ
ば難しい接続技術であり、誰でも簡単に接続できるものではない。

【0007】

そこで、本発明の目的は、光ファイバの接続を扱いやすくし、作業者の誰もが簡単に接
続作業を行える光コネクタを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

前記目的を達成するために創案された本発明は、コアとクラッドからなる光ファイバの
外周を被覆した光ファイバ心線の端面同士を光結合させて接続する光コネクタであって、
熱収縮チューブと、前記熱収縮チューブ内に設けられ、前記光ファイバ心線の端面を挿入
して突き合わせる心線挿入管と、前記熱収縮チューブと前記心線挿入管の間に設けられた
未硬化の屈折率整合樹脂と、前記心線挿入管に形成され、前記未硬化の屈折率整合樹脂を
供給するための樹脂供給穴とを備えるものである。

【0009】

前記熱収縮チューブ内に、前記未硬化の屈折率整合樹脂が充填された樹脂袋、あるいは
前記未硬化の屈折率整合樹脂で形成した樹脂チューブが収容されているとよい。

【0010】

前記心線挿入管は、その内径が、前記光ファイバ心線を挿入する両端部で大径となり、
かつ中心部で前記光ファイバ心線の外径に合わせて小径となるようにテーパ状に形成さ
れるとよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 1 】

前記心線挿入管は、金属管あるいはガラス管からなるとよい。

【 0 0 1 2 】

前記屈折率整合樹脂は、硬化後の屈折率が前記コアの屈折率と同等であってもよい。

【 0 0 1 3 】

前記屈折率整合樹脂は、熱硬化型樹脂あるいは紫外線硬化型樹脂であってもよい。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 4 】

本発明によれば、光ファイバの接続が扱いやすく、作業者の誰もが簡単に接続作業を行える。

10

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 5 】

以下、本発明の好適な実施形態を添付図面にしたがって説明する。

【 0 0 1 6 】

まず、本実施形態に係る光コネクタで接続する光ファイバ心線の一例を、図3を用いて説明する。

【 0 0 1 7 】

図3に示すように、光ファイバ心線31は、コア32とその外周を覆うクラッド33からなる光ファイバ34と、その光ファイバ34の外周を覆う被覆層35とで構成される。本実施形態では、光ファイバ34として、一般に広く使用されている石英ガラスを主成分とする外径が125 μ mのシングルモード光ファイバを用いた。コア32は、純粹石英にGeなどの屈折率制御剤を添加して屈折率を約1.463にしたものであり、クラッド33は、純粹石英からなるので屈折率が1.458である。

20

【 0 0 1 8 】

被覆層35は、緩衝層である内側被覆層(プライマリ層)35aと、保護シースである外側被覆層(セカンダリ層)35bとからなる。本実施形態では、内側被覆層35aと外側被覆層35bは、紫外線(UV)硬化型樹脂からなるものを用い、外径が250 μ mの光ファイバ心線31を用いた。

【 0 0 1 9 】

さて、図1(a)は本発明の好適な実施形態を示す光コネクタの縦断面図、図1(b)はその1B-1B線断面図である。

30

【 0 0 2 0 】

図1(a)および図1(b)に示すように、本実施形態に係る光コネクタ1は、熱収縮チューブ(熱補強スリーブ)2と、光ファイバ心線31a, 31bの切断のみで形成した端面、又は光ファイバ心線31a, 31bの末端部の被覆層35を除去して洗浄した後、ハサミやニッパなどの一般的な工具(ファイバカッターなどの専用工具を用いることなく)を用いて切断した研磨処理されていない端面をそれぞれ挿入して光ファイバ心線31a, 31bを突き合わせる心線挿入管3と、熱収縮チューブ2内に設けられる未硬化の屈折率整合樹脂srとからなる。

【 0 0 2 1 】

光ファイバ心線31a, 31bの切断のみで形成した端面とは、接続したい各光ファイバ心線31a, 31bの末端部を、例えば、ハサミやニッパなどの一般的な切断工具を用いて、図3の被覆層35を除去せずにそのまま切断した端面である。この端面には、研磨も施さない。

40

【 0 0 2 2 】

心線挿入管3は、外観は普通の円筒状からなる硬質管状部材であるが、その内径が、各光ファイバ心線31a, 31bを挿入する両端部で大径bとなり、かつ中心部で各光ファイバ心線31a, 31bの外径に合わせて小径s($b > s$)となるように、テーパ状に形成される。本実施形態では、小径sを外径よりも若干大きくするため、250 μ mよりもやや大きくした。

50

【0023】

心線挿入管3は、SUS、Al、Cuなどの比較的高い強度を有し、熱伝導性が高い金属で形成された金属管、あるいは工業用ガラス、石英ガラスなどのガラスで形成されたガラス管からなる。本実施形態では、高強度、高熱伝導性、低コスト、入手しやすさなどの面でバランスがとれたSUS管を用いた。

【0024】

この心線挿入管3には、その中心部の外周面から径方向に向かって内周面まで貫通し、未硬化の屈折率整合樹脂srを心線挿入管3の中心部に供給するための樹脂供給穴4が少なくとも1つ形成される。本実施形態では、心線挿入管3の中心部の屈折率整合樹脂srが形成された側に、光ファイバ心線31a, 31bを突き合わせた際、光ファイバ心線31a, 31bの端面の凹凸によって生じる隙間の距離Ljよりも大きい幅となるように、樹脂供給穴4を1つ形成した。また、この樹脂供給穴4の上方を覆うように、熱収縮チューブ2の長さLよりもやや短い長さの樹脂袋5を配置した。

10

【0025】

心線挿入管3は、光ファイバ心線31a, 31bの外径が非常に小さいため高精度に作製する必要がある。このため、管状の部材を切削加工や放電加工することで、所望の形状の心線挿入管3を作製するとよい。

【0026】

未硬化の屈折率整合樹脂srは、常温で液状あるいはゼリー状の樹脂であり、一般的には網状の構造を有し、熱が加えられたり、UVが照射されたりすることで、それまで未反応であった部分でも反応が生じ、網目がより強固になって硬化するものである。

20

【0027】

未硬化の屈折率整合樹脂srは、これを薄い風船などの袋内に充填してなる樹脂袋5にして熱収縮チューブ2内に収納される。未硬化の屈折率整合樹脂srは、硬化後の屈折率nrが図3のコア32と同等（本実施形態では、1.463程度）である。

【0028】

屈折率整合樹脂srとしては、熱硬化型樹脂あるいはUV硬化型樹脂を用いるとよい。本実施形態では、屈折率整合樹脂srとして熱硬化型樹脂を用いた。硬化後の屈折率が図3のコア32と同等の熱硬化型樹脂としては、可視域の透過率が99%以上であり、かつ添加剤などにより屈折率が調整できるものがよく、一例として旭電化社製のアデカナノハイブリッドシリコン(FX-T350)を使用できる。

30

【0029】

また、硬化後の屈折率が図3のコア32と同等のUV硬化型樹脂としては、添加剤などにより屈折率が調整できるものがよく、一例として旭電化社製のアデカナノハイブリッドシリコン(FX-V550)を使用できる。

【0030】

光コネクタ1の長さLは、光ファイバ心線の接続部の強度や光コネクタ自体の小型化の点などを考慮し、2~10cm、好ましくは3~8cm、さらに好ましくは3~6cmにするとよい。心線挿入管3は、熱収縮チューブ2の長さLよりも短い長さのものを使用するとよい。

40

【0031】

次に、光コネクタ1を用いて光ファイバ心線31a, 31b同士を接続する方法を説明する。

【0032】

まず、図1(a)および図1(b)に示すように、光コネクタ1を用意する。接続したい2本の光ファイバ心線31a, 31bの各端末部を、それぞれハサミやニッパなどの一般的な切断工具を用いて、コア、クラッド、被覆層を一括して切断、又は、各端末部の被覆層35を除去して洗浄した後に、ハサミやニッパなどの一般的な切断工具を用いて、コア、クラッドを切断する。

【0033】

50

これら切断方法で形成した光ファイバ心線 3 1 a , 3 1 b の端面を、熱収縮チューブ 2 内の心線挿入管 3 の両側からそれぞれ挿入し、心線挿入管 3 の中心部で突き合わせる。光ファイバ心線 3 1 a , 3 1 b の端面同士を突き合わせるとき、突き合わせ距離（光ファイバ心線 3 1 a , 3 1 b の端面間のすき間）L j は、最大でも数十 μm である。

【 0 0 3 4 】

そして、ハンディホットプレート、ドライヤー、半田コテなどの簡便な加熱器具を用いて、熱収縮チューブ 2 の全体を加熱し、熱収縮チューブ 2 を収縮させる。このとき、図 2 (a) ~ 図 2 (c) に示すように、熱収縮チューブ 2 による収縮力で樹脂袋 5 が割れ、樹脂袋 5 内の未硬化の屈折率整合樹脂 s r が、心線挿入管 3 の樹脂供給穴 4 を通して心線挿入管 3 内に浸入し、光ファイバ心線 3 1 a , 3 1 b の端面間のすき間、樹脂供給穴 4 を満たしてゆく。最後には、収縮後の熱収縮チューブ 2 内のほぼ全部が未硬化の屈折率整合樹脂 s r で満たされる。

10

【 0 0 3 5 】

この熱収縮チューブ 2 の収縮と同時に、未硬化の屈折率整合樹脂 s r が徐々に硬化してゆき、すべての未硬化の屈折率整合樹脂 s r が硬化すると、屈折率が図 3 のコア 3 2 と同等の屈折率整合樹脂 r になり、屈折率整合樹脂 r と各光ファイバ心線 3 1 a , 3 1 b のコアとが整合（光結合）した状態で固定された光ファイバ心線の接続部 2 1 が得られる。

【 0 0 3 6 】

本実施形態の作用を説明する。

【 0 0 3 7 】

光コネクタ 1 は、熱収縮チューブ 2 内に心線挿入管 3 を設けると共に、その心線挿入管 3 に樹脂供給穴 4 を形成し、熱収縮チューブ 2 内に未硬化の屈折率整合樹脂 s r を設けており、簡単な構成で部品の数も少ない。

20

【 0 0 3 8 】

この光コネクタ 1 を用いて 2 本の光ファイバ心線 3 1 a , 3 1 b を接続するには、これらの端末部をハサミなどの一般的な切断工具で切断し、切断した端面を心線挿入管 3 に挿入して突き合わせした後、ハンディホットプレートなどの簡便な加熱器具で加熱するだけでよい。

【 0 0 3 9 】

これにより、割れた樹脂袋 5 からそのまま出た未硬化の屈折率整合樹脂 s r 、あるいは熱を加えることで溶けた未硬化の屈折率整合樹脂 s r が、樹脂供給穴 4 から突き合わせ部に浸入した後に固まるため、簡単に光ファイバ心線 3 1 a , 3 1 b の端面同士を光結合させて接続できる。

30

【 0 0 4 0 】

つまり、光コネクタ 1 によれば、光ファイバ心線 3 1 a , 3 1 b の接続部分のファイバカッターによるファイバカット、端面研磨が不要であり、光ファイバ 3 4 同士をいわば電気配線のように、誰でも簡単に接続できる。したがって光コネクタ 1 は、いわば簡易光コネクタである。

【 0 0 4 1 】

光コネクタ 1 では、熱収縮チューブ 2 内に、未硬化の屈折率整合樹脂 s r を充填した樹脂袋 5 が収容されているため、熱収縮チューブ 2 を収縮させるという作業のみで光ファイバ心線 3 1 a , 3 1 b 同士を接続することができる。

40

【 0 0 4 2 】

心線挿入管 3 は、両端部で大径となり、かつ中心部で光ファイバ心線 3 1 a , 3 1 b の外径 に合わせて小径となるようにテーパ状に形成されているので、光コネクタ 1 では、心線挿入管 3 内に光ファイバ心線 3 1 a , 3 1 b を簡単に挿入できる。

【 0 0 4 3 】

この心線挿入管 3 は、コネクタ自体や光ファイバ心線の接続部 2 1 の添え棒の役目も果たすことから、光コネクタ 1 や光ファイバ心線の接続部 2 1 が折れたり、曲がったりすることがなく、強度も高い。

50

【 0 0 4 4 】

また、光コネクタ 1 で用いる屈折率整合樹脂 s_r は、硬化後の屈折率がコア 3 2 と同等であるため、一般的な切断工具で光ファイバ心線 3 1 a , 3 1 b を切断したときのようにファイバ切断面が荒れていても (図 2 (b) 参照)、硬化後の屈折率整合樹脂 r と各光ファイバ心線 3 1 a , 3 1 b のコアとの整合が取れる。すなわち、硬化後の屈折率整合樹脂 r は、整合剤と接着剤の両方の役目を果たす。

【 0 0 4 5 】

前記実施形態では、熱収縮チューブ 2 内に樹脂袋 5 を収容する例で説明したが、未硬化の屈折率整合樹脂 s_r で形成した樹脂チューブを収容することで、熱収縮チューブ 2 内に未硬化の屈折率整合樹脂 s_r を設けてもよい。

10

【 0 0 4 6 】

図 3 で説明した光ファイバ心線 3 1 は、曲げによって内部の光ファイバ 3 4 が折れるのと同時に、外部の被覆層 3 5 も折れて分離することが可能である。このため、被覆層 3 5 の有無に関わらず、光ファイバ心線 3 1 を手で折ることにより、光ファイバを被覆付きで分離 (切断) 可能である。

【 0 0 4 7 】

したがって、光コネクタ 1 では、光ファイバ心線 3 1 を手で折って形成した各光ファイバ心線 3 1 a , 3 1 b の端面同士を、心線挿入管 3 内で突き合わせ接続してもよい。

【 0 0 4 8 】

また、心線挿入管 3 の外周で、樹脂供給穴 4 の近傍に、熱収縮チューブ 2 の収縮により樹脂袋 5 を突き破る突起を複数個形成してもよい。

20

【 0 0 4 9 】

前記実施形態では、樹脂袋 5 内に充填した未硬化の屈折率整合樹脂 s_r は、収縮後の熱収縮チューブ 2 内のほぼ全体積を埋める量にしたが、収縮後の熱収縮チューブ 2 内の全体積よりも少し多めの量にしてもよい。この場合、収縮後の熱収縮チューブ 2 の両端からあふれて固まった余剰の屈折率整合樹脂 r が、収縮後の熱収縮チューブ 2 と各光ファイバ心線 3 1 a , 3 1 b とをより強固に接合するため、光ファイバ心線の接続部の強度が向上するという効果も得られる。

【 0 0 5 0 】

前記実施の形態では、被覆層 3 5 が 2 層構造の光ファイバ心線 3 1 を用いる例で説明したが、光ファイバ心線としては、UV 硬化型樹脂などからなる 1 層構造の光ファイバ心線を用いてもよい。

30

【 0 0 5 1 】

また、光ファイバ心線を構成する光ファイバとしては、伝送速度が 10 G b i t / s 以下であったり、光ファイバの全長が 500 m 以下であったりする場合、マルチモード光ファイバを使用してもよい。

【 実施例 】

【 0 0 5 2 】

図 4 の実験系を用い、光ファイバ心線 3 1 の突き合わせ接続部の端末部とする部分の被覆層 3 5 を除去して洗浄した後、ハサミでカットし、カットした光ファイバ心線 3 1 同士を、図 1 の光コネクタを介して接続し、光ファイバ心線の接続部 2 1 を作製した。このときの接続損失を表 1 に示す。同じ接続を 5 回行い、光ファイバ 3 4 は毎回ハサミでカットした。

40

【 0 0 5 3 】

光ファイバ 3 4 は通常の S M F (シングルモード光ファイバ) を使用し、光源 4 2 は波長 $1.55 \mu \text{ m}$ の安定化光源 (L D - M G 9 2 3 A : アンリツ社製)、光パワー検出器 4 3 としてのパワーメータは (A Q 2 1 4 0 : 安藤電機社製) を使用した。両端 F C コネクタ 4 4 付 S M F (長さ 4000 m) を光源 4 2 - 光パワー検出器 4 3 間で直結してリファレンスとした。

【 0 0 5 4 】

50

【表 1】

接続回数	接続損失 (dB)
1	0.24
2	0.10
3	0.29
4	0.14
5	0.25
平均	0.20

10

【0055】

表 1 に示すように、接続損失は 0.10 ~ 0.29 dB となり、平均で 0.20 dB であった。また、接続部分の温度を -40 ~ 85 に変化させた場合の接続損失、及び反射減衰量は、ほぼ一定で変動しなかった。

【0056】

以上の説明により、光ファイバ 34 をハサミでカットし、光ファイバ心線の接続部 21 を介して光ファイバ 34 の端面同士を接続すれば、接続損失は実用上、まったく問題ない。また、光コネクタで用いる屈折率整合樹脂は、硬化後の屈折率がコアと同等であればよいことがわかる。

20

【0057】

さらに、被覆層 35 の除去がない場合、すなわち心線挿入管 3 内で光ファイバ心線 31 a, 31 b の切断のみで形成した端面同士を突き合わせ接続した場合も、前述と同様にして評価実験を行ったところ、同様の結果が得られた。

【0058】

このように本発明によれば、光ファイバ 34 を接続する際に、ファイバカッターなどの専用工具を用いた切断作業、研磨処理などの作業を必要とせず、時間、コスト、手間などを削減することができ、また、作業者の誰もが簡単に接続作業を行うことができる。

【0059】

これにより、通信用途における光ファイバの接続に限らず、例えば、産業用ロボットなどの部品点数、接続部分が多く、従来の光ファイバの接続技術では光ファイバの適用が困難な産業用製品においても、手間などを要することなく、容易に光ファイバの接続作業を行うことができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図 1】図 1 (a) は本発明の好適な実施形態を示す光コネクタの縦断面図、図 1 (b) はその 1B - 1B 線断面図である。

【図 2】図 2 (a) は光ファイバ心線同士を接続した状態の光コネクタ (光ファイバ心線の接続部) の縦断面図、図 2 (b) はその中心部の拡大図、図 2 (c) はその 2C - 2C 線断面図である。

40

【図 3】図 1 に示した光コネクタで接続する光ファイバ心線の一例を示す横断面図である。

【図 4】図 4 (a) および図 4 (b) は、図 1 に示した実施例の光コネクタを用いた光ファイバ心線の接続部において、接続損失の評価実験方法を説明する図である。

【符号の説明】

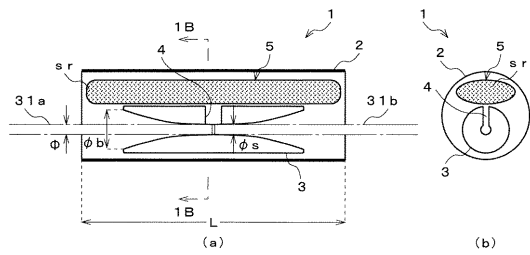
【0061】

- 1 光コネクタ
- 2 熱収縮チューブ
- 3 心線挿入管
- 4 樹脂供給穴

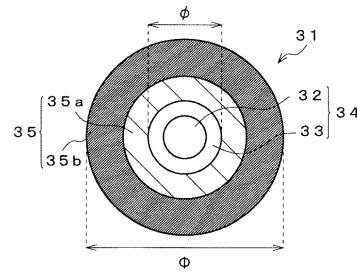
50

s r 未硬化の屈折率整合樹脂

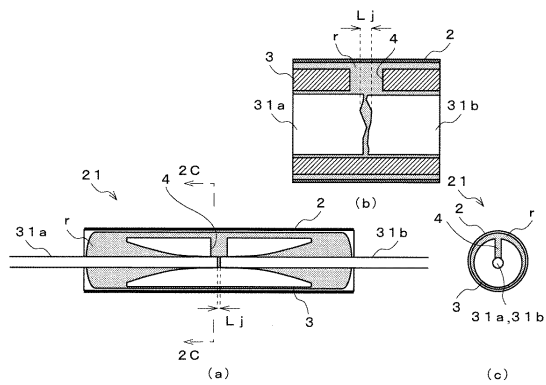
【図1】



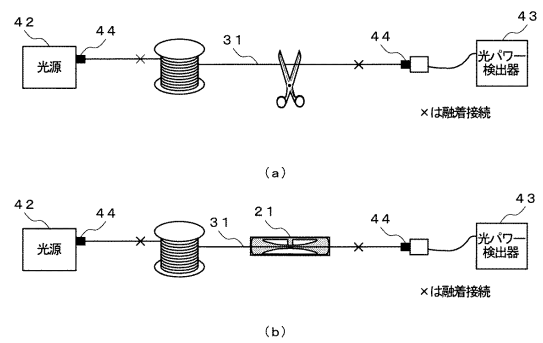
【図3】



【図2】



【図4】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-014251(JP,A)
特開昭58-002814(JP,A)
特開2007-256610(JP,A)
特開2003-139984(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/24
G02B 6/36 - 6/40
Cinii