

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4058618号  
(P4058618)

(45) 発行日 平成20年3月12日(2008.3.12)

(24) 登録日 平成19年12月28日(2007.12.28)

(51) Int.Cl. F I  
**G O 2 B 6/44 (2006.01)** G O 2 B 6/44 3 O 1 A  
 G O 2 B 6/44 3 6 6

請求項の数 8 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2002-225744 (P2002-225744)	(73) 特許権者	000002130 住友電気工業株式会社
(22) 出願日	平成14年8月2日(2002.8.2)		大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(65) 公開番号	特開2004-62117 (P2004-62117A)	(74) 代理人	100099195 弁理士 官越 典明
(43) 公開日	平成16年2月26日(2004.2.26)		
審査請求日	平成17年3月18日(2005.3.18)	(74) 代理人	100116182 弁理士 内藤 照雄
(31) 優先権主張番号	特願2002-162928 (P2002-162928)	(72) 発明者	田中 和典 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内
(32) 優先日	平成14年6月4日(2002.6.4)	(72) 発明者	奥野 薫 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 被覆光ファイバ心線、コネクタ付被覆光ファイバ心線、光ファイバコード、コネクタ付光ファイバコード及び光ファイバケーブル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ガラスファイバの外周面に1層以上の紫外線硬化型樹脂層を設けてなる光ファイバ心線の外周面に、さらに、第一被覆層と第二被覆層とを前記光ファイバ心線から離れる方向で順に設けてなり、前記第一被覆層を構成する第一樹脂組成物に含有される第一樹脂、及び、前記第二被覆層を構成する第二樹脂組成物に含有される第二樹脂が、共に、ハロゲン含有を有さない樹脂であり、前記第一樹脂が、融点85以上のエチレン-オレフィン共重合体、ポリスチレン系熱可塑性エラストマー及びポリブタジエン系熱可塑性エラストマーからなる群から選択される一種以上の樹脂であり、前記第二樹脂が、プロピレンとエチレンプロピレンゴムとがブロック共重合してなるブロックポリプロピレン及びプロピレンとエチレンとがランダム共重合してなるランダムポリプロピレンからなる群から選択される一種以上の樹脂であり、前記第一被覆層の25での引張弾性率が150MPa以下、前記第一被覆層の引張り強さが10MPa以下、前記第二被覆層の25での引張弾性率が700MPa以上であり、前記第一樹脂組成物及び前記第二樹脂組成物が金属水酸化物を難燃剤として含有する被覆光ファイバ心線。

【請求項2】

前記紫外線硬化型樹脂層が、ガラスファイバから離れる方向に、第一紫外線硬化型樹脂層と第二紫外線硬化型樹脂層とを設けてなるか、あるいは、第一紫外線硬化型樹脂層と第二紫外線硬化型樹脂層と着色層とを設けてなり、前記第二紫外線硬化型樹脂層の引張割線弾性率が5MPa~600MPaとなるように構成された請求項1に記載の被覆光ファイバ

心線。

【請求項 3】

85 × 168 時間の条件の耐熱性試験後の無偏肉率が 80% 以上となるように構成された請求項 1 ~ 2 のいずれかに記載の被覆光ファイバ心線。

【請求項 4】

前記ガラスファイバが端末から所定長さで露出されることによりガラスファイバ露出部と被覆除去端面とを有する請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の被覆光ファイバ心線と、前記ガラスファイバ露出部を収容可能な中空を有するフェルールを内蔵するコネクタとが、前記ガラスファイバ露出部が前記中空に収容されるとともに前記被覆除去端面がフェルールの突き当て端面に当接するように、接続されてなるコネクタ付被覆光ファイバ心線。

10

【請求項 5】

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の被覆光ファイバ心線の外周に、前記被覆光ファイバ心線を保護する保護層を設けてなる光ファイバコード。

【請求項 6】

前記ガラスファイバが端末から所定長さで露出されることによりガラスファイバ露出部と被覆除去端面とを有する請求項 5 に記載の光ファイバコードと、前記ガラスファイバ露出部を収容可能な中空を有するフェルールを内蔵するコネクタとが、前記ガラスファイバ露出部が前記中空に収容されるとともに前記被覆除去端面がフェルールの突き当て端面に当接するように、接続されてなるコネクタ付光ファイバコード。

【請求項 7】

20

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の被覆光ファイバ心線をテンションメンバの外周面上に複数配置し、前記被覆光ファイバ心線の外側に緩衝材を配置し、押え巻き層を前記緩衝材の外側に設け、前記押え巻き層の外周面を樹脂層で被覆してなる光ファイバケーブル。

【請求項 8】

請求項 5 に記載の光ファイバコードをテンションメンバの外周面上に複数配置し、前記光ファイバコードの外側に緩衝材を配置し、押え巻き層を前記緩衝材の外側に設け、前記押え巻き層の外周面を樹脂層で被覆してなる光ファイバケーブル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

30

本発明は、被覆光ファイバ心線、コネクタ付被覆光ファイバ心線、光ファイバコード、コネクタ付光ファイバコード及び光ファイバケーブルに関する。

【0002】

【従来の技術】

石英ガラスを主成分とする外径 125 μm のガラスファイバ 101 の外側を紫外線硬化型樹脂層 102 で被覆した外径 250 μm ~ 265 μm の光ファイバ心線 103 が、光コード用等に使用する光ファイバ心線として知られている。ここで、光コードは、通常、光ファイバ心線 103 の外側に塩化ビニル等からなる外部被覆 104 を設けた被覆光ファイバ心線 100 の形態とされており、光通信機器等の配線に用いられている（図 7 (A) の横断面図を参照）。一方、光コードとしては、石英ガラスを主成分とする外径 125 μm のガラスファイバの外周に、外部被覆としてシリコン樹脂とナイロン樹脂とを順に設けてなる被覆光ファイバ心線（シリコン/ナイロン心線）が知られている。

40

【0003】

被覆光ファイバ心線 100 を光コードとして用いる場合、被覆光ファイバ心線 100 の端部には、通常、他の光通信機器と接続可能に形成されたコネクタが取り付けられるが、コネクタを取り付けるには、先ず、後に述べる被覆除去具を用いて、光ファイバ心線の端部におけるガラスファイバ 101 が、所定距離（30mm 程度）で露出するように、被覆光ファイバ心線 100 の被覆（紫外線硬化型樹脂 102 及び外部被覆 104）を除去する必要がある。

【0004】

図 5 は、被覆光ファイバ心線の被覆除去に使用する被覆除去具を示す図であって、図 5 (

50

A)は、被覆除去具の側面図、図5(B)は、X方向断面図である。

被覆除去具20は、片方の端部が枢軸して連結された板状レバー部材21a、21bのそれぞれの開閉側の端部近傍内側に、2対のガイド部23と1対の刃22が内側に向かって垂直に固定されており、被覆光ファイバ心線100の端末から30mm程度離れた箇所を挟んで板状レバー部材21a、21bを閉じることによって、2対のガイド部のそれぞれのV溝23a内に被覆光ファイバ心線100を保持して、1対の刃22でもって被覆光ファイバ心線100の被覆に切り込みを入れる。刃22の刃先には、被覆光ファイバ心線100が配設される位置に半円状の窪み(図示せず)が形成されているので、被覆光ファイバ心線100の中にあるガラスファイバの表面にまで刃先が至らず、ガラスファイバを傷つけることはない。

【0005】

次いで、板状レバー部材21a、21bを閉じたままで、被覆除去具20を被覆光ファイバ心線100の端末側に移動させることによって、被覆光ファイバ心線100の被覆の端末側部分を端末方向に引抜き、被覆光ファイバ心線100の端末部分におけるガラスファイバを露出させる。この時、ガラスファイバの表面と刃先の間及び刃先同士の間にはわずかな隙間があるので、その隙間部分の被覆は、刃先の切り込みでは切れないで刃先の移動によって引きちぎられる。

【0006】

そして、通常、露出したガラスファイバを収容可能な中空を有するフェルールが内蔵されたコネクタを用意し、ガラスファイバを中空に収容しながら被覆除去端面をフェールの突き当て端面に当接させることによって、被覆光ファイバ心線の端末部分にコネクタが取り付けられ、次いで、ガラスファイバの先端面とフェールの開放端面とが所定の形状になるように加工される。

【0007】

被覆光ファイバ心線100の外部被覆104が単層構造である場合、外部被覆104を構成する樹脂としては、ポリエステル系熱可塑性エラストマー(特開平5-154950号公報,特開平11-60285号公報参照)、ポリプロピレンとスチレン系熱可塑性エラストマーとの所定比率の混合物(特開平9-33770号公報参照)、ポリアミド6とオレフィン系熱可塑性エラストマーとの所定比率の混合物(特開平11-241018号公報参照)が知られている。

【0008】

また、被覆光ファイバ心線100の外部被覆104が二層構造である場合、内層(第一被覆層)の樹脂が、熱硬化型のシリコン樹脂等のヤング率の小さい樹脂であるとともに、外層(第二被覆層)の樹脂が、高密度ポリエチレン等の熱可塑性樹脂であるもの(特開昭53-123152号公報参照)、内層の樹脂が熱可塑性エラストマーであり、外層の樹脂が熱可塑性樹脂であるもの(特開2001-159725号公報参照)が知られている。

【0009】

前掲の被覆光ファイバ心線は、単層構造であっても、二層構造であっても、光伝送特性、環境適応特性(低温、高温、湿熱)、機械的強度、耐側圧特性、難燃性等の各種特性のバランスを図ることを目的としている。

【0010】

また、近年、環境負荷の低減の要請から、被覆光ファイバ心線の燃焼時に塩化水素ガス等の有害ガスを発生する虞れない材料を採用することが求められており、内層と外層の樹脂が、ハロゲン含有をしない(以下、ノンハロゲンという)ポリエチレン系樹脂,ノンハロゲンポリスチレン系樹脂,ノンハロゲンポリエステル樹脂から選択される樹脂であるとともに、内層と外層とが難燃化されたもの(特開2000-241676号公報参照)が知られている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、本発明者らの検討によれば、ガラスファイバ101の外周面を紫外線硬化型樹脂層102で被覆してなる光ファイバ心線の外周面に、さらに、外部被覆104を設けてなる被覆光ファイバ心線100は、シリコン/ナイロン心線に比べて、被覆除去が困難である。すなわち、前記被覆除去具を用いてガラスファイバを露出させようとしても、ガラスフ

10

20

30

40

50

ファイバ101が破断したり（図7（B）参照）、あるいは、紫外線硬化型樹脂層102がガラスファイバ101上に残留することが頻発することが分かった（図7（C）参照）。なお、シリコン/ナイロン心線は、ガラスファイバの外側に紫外線硬化型樹脂層を有していないので、紫外線硬化型樹脂層がガラスファイバ上に残留することはない。

#### 【0012】

また、コネクタ付被覆光ファイバ心線は、一般に、信頼性評価のため、各種の環境試験が行われるが、この中で、例えば、Telcordia規格（GR-326）に使用される85 × 168時間の条件の耐熱性試験は、特に厳しい耐熱性試験として知られている。ここで、コネクタ付被覆光ファイバ心線の外部被覆の耐熱性が不充分であると、前記耐熱性試験後に外部被覆がクリーブすることによって、ガラスファイバが所定の位置からずれたり、外部被覆の偏肉が発生してガラスファイバに対して応力が印加されたりするなどして、光伝送特性が低下する等の不具合が生じる。特に、外部被覆の樹脂がノンハロゲン樹脂であるとともに、被覆光ファイバ心線を使用する場合は、85 × 168時間の条件の耐熱性試験において、Telcordia規格（GR-326）を満足することと、良好な被覆除去性とを両立させることが技術的に困難であった。

10

#### 【0013】

本発明は、上記問題点を解決するためになされたものであって、その目的は、燃焼時に有毒ガスを発生しない特性、高い環境適応特性（温度、湿度等の環境因子の変動によっても、光伝送特性を高次元で維持する特性）、及び、高い機械特性（被覆光ファイバ心線に対する圧力によっても、光伝送特性を高次元で維持する特性）を有するとともに、被覆除去をガラスファイバの破断を頻発させることなく容易に実施できる被覆光ファイバ心線、並びに、これを用いたコネクタ付被覆光ファイバ心線、光ファイバコード、コネクタ付光ファイバコード及び光ファイバケーブルを提供することである。

20

#### 【0014】

##### 【課題を解決するための手段】

上記した課題を解決するために、本発明者らは鋭意検討した結果、被覆光ファイバ心線の外部被覆を、内層（第一被覆層）と外層（第二被覆層）とからならしめるとともに、内層及び外層の物性、並びに、内層及び外層を構成する樹脂組成物を特定のものとするにより、前記目的を達成できることを見出し、本発明を完成したものである。すなわち、本発明の技術的構成およびその作用効果は以下の通りである。ただし、作用については推定を含んでおり、その作用の正否は、本発明を制限するものではない。

30

#### 【0015】

請求項1に係る被覆光ファイバ心線は、ガラスファイバの外周面に1層以上の紫外線硬化型樹脂層を設けてなる光ファイバ心線の外周面に、さらに、第一被覆層と第二被覆層とを光ファイバ心線から離れる方向で順に設けてなり、第一被覆層を構成する第一樹脂組成物に含有される第一樹脂、及び、第二被覆層を構成する第二樹脂組成物に含有される第二樹脂が、共に、ハロゲンを有さない樹脂であり、第一被覆層の25 での引張弾性率が150 MPa以下、第一被覆層の引張り強さが10 MPa以下、第二被覆層の25 での引張弾性率が700 MPa以上であることを特徴としている。

#### 【0016】

このような構成によれば、第一樹脂及び第二樹脂が、共に、ハロゲンを有さない樹脂であるので、燃焼時に有毒ガスを発生しない特性に優れる。

40

#### 【0017】

また、第二被覆層の25 での引張弾性率が700 MPa以上であることによって、被覆光ファイバ心線が受ける側圧（被覆光ファイバ心線の外周面から受ける外界からの圧力）に対して、外層で該圧力を十分に吸収させることができるとともに、第一被覆層の25 での引張弾性率が150 MPa以下であることによって、第一被覆層は、外層である第二被覆層よりも柔軟な層となっているので、前記圧力が第二被覆層で完全に吸収できない程に大きな力であっても、内層である第一被覆層によって該圧力を緩衝させることができる。よって、ガラスファイバが圧力を受けることによる光伝送損失を抑えることができ、高

50

い機械特性を有する被覆光ファイバ心線とすることができる。

【0018】

また、第一被覆層の25 での引張弾性率が150MPa以下、第一被覆層の引張り強さが10MPa以下、第二被覆層の25 での引張弾性率が700MPa以上であることによつて、前掲のような被覆除去具を使用して、ガラスファイバを破断させることなく、紫外線硬化型樹脂層を、外部被覆（第一被覆層と第二被覆層）と共に容易に除去できる構成とすることができる。第一被覆層の25 での引張弾性率が150MPaを超えたり、第一被覆層の引張り強さが10MPaを超えると、被覆除去具の刃が紫外線硬化型樹脂層まで入らず、被覆除去の際、ガラスファイバ上に紫外線硬化型樹脂層が残留するという不具合が発生しやすい。第二被覆層の25 での引張弾性率が700MPa未満であると、被覆除去の際、第二被覆層が座屈し、座屈部分に抵抗がかかって被覆除去力が極端に大きくなることによつて、ガラスファイバの破断が頻発する。

10

【0019】

請求項1に係る被覆光ファイバ心線は、第一樹脂組成物及び第二樹脂組成物が、共に、難燃剤を含有している。このような構成によれば、高い難燃性を有する被覆光ファイバ心線とすることができる。

【0020】

請求項1に係る被覆光ファイバ心線は、第一樹脂組成物及び第二樹脂組成物が、難燃剤として金属水酸化物を含有している。このような構成によれば、特に、高い難燃性を有する被覆光ファイバ心線とすることができる。

20

【0021】

本発明者らは、第一樹脂を、融点85 以上のエチレン - オレフィン共重合体、ポリスチレン系熱可塑性エラストマー及びポリブタジエン系熱可塑性エラストマーからなる群から選択される一種以上の樹脂とし、第二樹脂を、プロピレンとエチレンプロピレンゴムとがブロック共重合してなるブロックポリプロピレン及びプロピレンとエチレンとがランダム共重合してなるランダムポリプロピレンからなる群から選択される一種以上の樹脂とすることにより、第一被覆層及び第二被覆層の引張弾性率、及び、第一被覆層の引張り強さを、前記した範囲内に設定しやすいことを見出した。よつて、請求項1に係る被覆光ファイバ心線は、第一樹脂が、融点85 以上のエチレン - オレフィン共重合体、ポリスチレン系熱可塑性エラストマー及びポリブタジエン系熱可塑性エラストマーからなる群から選択される一種以上の樹脂であり、第二樹脂が、プロピレンとエチレンプロピレンゴムとがブロック共重合してなるブロックポリプロピレン及びプロピレンとエチレンとがランダム共重合してなるランダムポリプロピレンからなる群から選択される一種以上の樹脂であることを特徴としている。

30

【0022】

好ましくは、第一被覆層までの外径が0.3mm~0.8mmである。前記外径が0.3mm未満であると、機械特性（側圧特性）が低下する傾向となる。前記外径が0.8mmを超えると、機械特性（側圧特性が低下するとともに、被覆光ファイバ心線の剛性が低下し、ハンドリング性（取り扱い性）が低下する傾向となる。よつて、この構成によれば、特に、機械特性と機械特性とに優れた被覆光ファイバ心線とすることができる。

40

【0023】

請求項2に係る被覆光ファイバ心線は、紫外線硬化型樹脂層が、ガラスファイバから離れる方向に、第一紫外線硬化型樹脂層と第二紫外線硬化型樹脂層とを設けてなるか、あるいは、第一紫外線硬化型樹脂層と第二紫外線硬化型樹脂層と着色層とを設けてなり、第二紫外線硬化型樹脂層の引張割線弾性率が5MPa~600MPaとなるように構成されている。このような構成によれば、先ず、紫外線硬化型樹脂層が少なくとも第一紫外線硬化型樹脂層と第二紫外線硬化型樹脂層とを有しているので、第一紫外線硬化型樹脂層を柔軟な層とし、第二紫外線硬化型樹脂層を堅固な層として、光ファイバ心線が受ける側圧（光ファイバ心線の外周面から受ける外界からの圧力であつて、特に、光ファイバ心線に外部被覆が設けられる前に受ける圧力）に対して、第二紫外線硬化型樹脂層で該圧力を吸収させ

50

、また、該圧力が、第二紫外線硬化型樹脂層で完全に吸収できない程に大きな力であっても第一紫外線硬化型樹脂層で該圧力を緩衝させる等、第一紫外線硬化型樹脂層と第二紫外線硬化型樹脂層の各物性を調整することにより、ガラスファイバが圧力を受けることによる光伝送損失を低減できる。

【0024】

上記構成においては、第二紫外線硬化型樹脂層の引張割線弾性率が5MPa～600MPaとなっている。前記引張割線弾性率が5MPa未満であると、上記した目的で第一紫外線硬化型樹脂層を第二紫外線硬化型樹脂層よりも柔軟な層とする場合において、外界からの圧力を吸収しにくく、ガラスファイバを損傷しやすくなる。一方、前記引張割線弾性率が600MPaを超えると、上記した被覆除去具の刃が第二紫外線硬化型樹脂層に入りにくく、紫外線硬化型樹脂層を被覆光ファイバ心線から分離しにくくなる。よって、紫外線硬化型樹脂層がガラスファイバ上に残留しやすくなる。

なお、紫外線硬化型樹脂層は、光ファイバ心線の識別および視認を目的に、上記した着色層をしばしば有する。

【0025】

請求項3に係る被覆光ファイバ心線は、85×168時間の条件の耐熱性試験後の無偏肉率が80%以上となるように構成されている。85×168時間の条件の耐熱性試験は、Telcordia規格(GR-326)に使用される、特に厳しい耐熱性試験であるが、無偏肉率が前記条件を満たすので、ガラスファイバが所定の位置からずれたり、外部被覆の偏肉が発生してガラスファイバに対して応力が印加されたりして光伝送特性が低下する虞れを確実に低減できる。よって、特に、高い耐熱性(被覆光ファイバ心線が熱を受けても、光伝送特性を高次元で維持する特性)を有する被覆光ファイバ心線とすることができる。

【0026】

請求項4に係るコネクタ付被覆光ファイバ心線は、ガラスファイバが端末から所定長さで露出されることによりガラスファイバ露出部と被覆除去端面とを有する本発明に係る被覆光ファイバ心線と、ガラスファイバ露出部を収容可能な中空を有するフェルールを内蔵するコネクタとが、ガラスファイバ露出部が中空に収容されるとともに被覆除去端面がフェルールの突き当て端面に当接するように、接続されてなる。

このような構成によれば、前記した本発明に係る被覆光ファイバ心線を使用するので、燃焼時に有毒ガスを発生しない特性、高い環境適応特性、及び、高い機械特性を有するコネクタ付被覆光ファイバ心線とすることができる。

【0027】

請求項5に係る光ファイバコードは、本発明に係る被覆光ファイバ心線の外周に、被覆光ファイバ心線を保護する保護層を設けてなる。このような構成によれば、本発明に係る被覆光ファイバ心線を使用するので、燃焼時に有毒ガスを発生しない特性、高い環境適応特性、及び、高い機械特性を有する光ファイバコードとすることができる。

【0028】

請求項6に係るコネクタ付光ファイバコードは、ガラスファイバが端末から所定長さで露出されることによりガラスファイバ露出部と被覆除去端面とを有する本発明に係る光ファイバコードと、ガラスファイバ露出部を収容可能な中空を有するフェルールを内蔵するコネクタとが、ガラスファイバ露出部が中空に収容されるとともに被覆除去端面がフェルールの突き当て端面に当接するように、接続されてなる。このような構成によれば、本発明に係る光ファイバコードを使用するので、燃焼時に有毒ガスを発生しない特性、高い環境適応特性、及び、高い機械特性を有するコネクタ付光ファイバコードとすることができる。

【0029】

請求項7に係る光ファイバケーブルは、本発明に係る被覆光ファイバ心線をテンションメンバの外周面上に複数配置し、被覆光ファイバ心線の外側に緩衝材を配置し、押え巻き層を前記緩衝材の外側に設け、押え巻き層の外周面を樹脂層で被覆してなる。このような構

10

20

30

40

50

成によれば、本発明に係る被覆光ファイバ心線を使用するので、燃焼時に有毒ガスを発生しない特性、高い環境適応特性、及び、高い機械特性を有する光ファイバケーブルとすることができる。

【0030】

請求項8に係る光ファイバケーブルは、本発明に係る光ファイバコードをテンションメンバの外周面上に複数配置し、前記光ファイバコードの外側に緩衝材を配置し、押え巻き層を前記緩衝材の外側に設け、前記押え巻き層の外周面を樹脂層で被覆してなる。このような構成によれば、本発明に係る光ファイバコードを使用するので、燃焼時に有毒ガスを発生しない特性、高い環境適応特性、及び、高い機械特性を有する光ファイバケーブルとすることができる。

10

【0031】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。

本発明の実施形態に係る被覆光ファイバ心線10は、図1の模式断面図に示すように、光ファイバ心線13の外周面に、さらに、第一被覆層14と第二被覆層15とを光ファイバ心線13から離れる方向で順に設けてなる。

第一被覆層の25でのヤング率(以下、単に、ヤング率ともいう)は150MPa以下であり、好ましくは、5MPa~100MPaである。第一被覆層の引張り強さは10MPa以下であり、好ましくは、0.5MPa~8MPaである。第二被覆層の25でのヤング率(以下、単に、ヤング率ともいう)は700MPa以上であり、好ましくは、7

20

50MPa~1600MPaである。  
ここで、ヤング率は、JIS K 7113に準じ、2号型試験片を使用して得られる値である。

【0032】

よって、第一被覆層14は、外層である第二被覆層15よりも柔軟な層となっているので、被覆光ファイバ心線10の外周面から受ける外界からの圧力が第二被覆層15で完全に吸収できない程に大きな力であっても、内層である第一被覆層14によって該圧力を緩衝させることができる。よって、ガラスファイバ11が圧力を受けることによる光伝送損失を抑えることができる。

【0033】

第一被覆層14及び第二被覆層15は、樹脂組成物によって構成されている。そして、第一被覆層のヤング率及び引張り強さ、第二被覆層のヤング率は、樹脂組成物を構成する樹脂の種類及びその含有量、添加剤の種類及びその含有量を調整することにより、好適に前記範囲内とされる。

30

【0034】

第一被覆層14を構成する樹脂組成物(以下、第一樹脂組成物という)の樹脂(以下、第一樹脂という)及び第二被覆層15を構成する樹脂組成物(以下、第二樹脂組成物という)の樹脂(以下、第二樹脂という)は、共に、ハロゲン含有を有さない樹脂(以下、ノンハロゲン樹脂という)である。これにより、燃焼時に有毒ガスを発生しない特性を有する。

【0035】

第一樹脂としては、第一被覆層14のヤング率及び引張り強さが前記条件を満たし得るノンハロゲン樹脂であれば特に限定されないが、ポリスチレン系熱可塑性樹脂、ポリブタジエン系熱可塑性エラストマー、或いは耐熱性の高い(=融点が85以上の)エチレン-オレフィン共重合体から選択することが好ましい。

40

【0036】

ポリスチレン系熱可塑性エラストマーは、ポリスチレンをハードセグメントとし、ポリブタジエン、水添ポリブタジエン、ポリイソプレン等のジエンポリマーやエチレンプロピレンゴムをソフトセグメントとするブロック共重合体であり、ソフトセグメントがポリブタジエンとされたスチレンブタジエンブロック共重合体(SBS)、ソフトセグメントがイソプレンとされたスチレンイソプレンブロック共重合体(SIS)、S

50

B Sを水素添加したスチレンエチレンブチレンスチレンブロック共重合体 ( S E B S )、ソフトセグメントがエチレンプロピレンゴムとされたスチレンエチレンプロピレンスチレンブロック共重合体 ( S E P S ) を例示できる。また、ポリスチレンと結晶性ポリオレフィンのブロック共重合体である、スチレンエチレンブチレンオレフィン結晶 共重合体 ( S E B C ) を例示できる。

【 0 0 3 7 】

ポリブタジエン系熱可塑エラストマーとしては、シンジオタクチック 1 , 2 - ポリブタジエンを例示できる。また、耐熱性のエチレン - オレフィン共重合体としては、V A 含量 ( ビニルアセテート ) が 1 4 ~ 1 8 重量 % の E V A ( エチレン - ビニルアセテート )、及びエチレンアクリレート含量が 1 0 ~ 2 0 重量 % の E E A ( エチレン - エチルアクリレート ) を例示できる。

10

【 0 0 3 8 】

第二樹脂としては、第二被覆層15のヤング率が前記条件を満たし得るノンハロゲン樹脂であれば特に限定されないが、ポリスチレン系樹脂及びポリプロピレン系樹脂からなる群から選択される一種以上の樹脂を好適に例示できる。

【 0 0 3 9 】

ポリスチレン系樹脂としては、スチレンのホモポリマー、ポリスチレン中にスチレンブタジエンゴム等のゴム成分をドメインすることによって微分散してなる耐衝撃性ポリスチレン ( H I P S ) 等を例示できる。

ポリプロピレン系樹脂としては、プロピレンのホモポリマー、プロピレンとエチレンプロピレンゴムとがブロック共重合してなるブロックポリプロピレン ( ブロック P P )、プロピレンとエチレンとがランダム共重合したなるランダムポリプロピレン ( ランダム P P ) 等を例示できる。

20

【 0 0 4 0 】

また、第一樹脂組成物及び第二樹脂組成物は、難燃剤を含有しているのが好ましい。難燃剤は、公知のものを制限なく使用できるが、具体的には、水酸化アルミニウムや水酸化マグネシウム等の金属水酸化物系難燃剤、リン酸エステルや赤リン等のリン系難燃剤、メラミンシアヌレート等の窒素系難燃剤を好適に例示できる。水酸化マグネシウムは、難燃化効果が高く、被覆層作成時における押出加工性が良好であるので、好ましい。

【 0 0 4 1 】

第一樹脂組成物、及び、第二樹脂組成物は、それぞれ、樹脂 ( 第一樹脂組成物の場合は第一樹脂、第二樹脂組成物の場合は第二樹脂 ) に難燃剤を配合することによって好適に作製でき、樹脂 1 0 0 重量部に対する難燃剤の配合量を 3 0 重量部以上とすることによって高い難燃性を有し ( 水平燃焼試験に合格 )、2 0 0 重量部以下とすることによって押出加工性に優れる樹脂組成物とすることができる。

30

【 0 0 4 2 】

また、第一樹脂組成物、及び、第二樹脂組成物は、それぞれ必要に応じて、光安定剤 ( H A L S )、酸化防止剤 ( 硫黄系酸化防止剤など )、滑剤、老化防止剤等の添加物を含有しても良い。光安定剤としては、L A - 5 2 ( テトラキス ( 1 , 2 , 2 , 6 , 6 - ペンタメチル - 4 - ピペリジル ) 1 , 2 , 3 , 4 - ブタンテトラカルボキシレート : 旭電化 ( 株 ) 製 ) などを、硫黄系酸化防止剤としては、シーノックス 4 1 2 S ( ペンタエリスリトール・テトラキス ( 3 - ラウリルチオプロピオネート ) ) などを例示できる。光安定剤、硫黄系酸化防止剤を使用することにより、耐光性、耐湿熱性が増すので、好ましい。

40

また、添加物として、既知の可塑剤、軟化剤、ゴム軟化剤、プロセス油、エクステンダ油、架橋剤等の配合剤を添加する方法によって、第一被覆層14のヤング率及び引張り強さ、第二被覆層15のヤング率を前記した範囲内に調整してもよい。ゴム軟化剤としては、パラフィン系オイル、非芳香族系ゴム軟化剤等を挙げることができる。

【 0 0 4 3 】

第一樹脂組成物、及び、第二樹脂組成物は、それぞれ、各樹脂組成物を構成する成分が混合されてなるのが好ましく、バンバリーミキサー、加圧型ニーダー、二軸混合機等の既知

50

の溶融混合装置を用いて混合できる。

【0044】

本発明の実施形態に係る被覆光ファイバ心線10に使用される光ファイバ心線13は、図1に示すように、ガラスファイバ11の外周面に紫外線硬化型樹脂層12を設けてなる。具体的には、外径0.125mmのガラスファイバ11を紫外線硬化型樹脂層12で被覆した外径(Di)0.250mm~0.260mmの公知の光ファイバ心線を好適に例示できる。ガラスファイバ11は、石英ガラスを主成分としたもの、また、紫外線硬化型樹脂層12の樹脂としては、ウレタンアクリレート樹脂等が広く知られており、これらを制限なく使用できる。また、紫外線硬化型樹脂層12としては、物性値が異なる内層(第一紫外線硬化型樹脂層)と外層(第二紫外線硬化型樹脂層)とから構成されたもの(2層構造)や、最外層に着色層を有するものなども知られており、これらも制限なく使用できる。

10

【0045】

第一紫外線硬化型樹脂層の引張割線弾性率(ヤング率ともいう)は0.5MPa~2MPa、第二紫外線硬化型樹脂層の引張割線弾性率は5MPa~1500MPa、着色層の引張割線弾性率は500MPa~1500MPaとされるのが好ましい。

このようなヤング率を発現させるために、第一紫外線硬化型樹脂層の樹脂の製造においては、ポリエーテルジオールとイソホロンジイソシアネートとヒドロキシエチルアクリレートとを反応させて得られるウレタンアクリレート、重合性不飽和モノマーとしてN-ビニルカプロラクタム、イソボニルアクリレート、ノナンジオールアクリレート、ノニルフェノールアクリレート、光重合性開始剤としてルシリンTPO(BASF社製)、及び、その他の添加剤としてテトラキス{メチレン-3-(3-5-ジ-t-ブチル-4-ヒドロキシフェニル)プロピオネート}メタン、-メルカプトプロピルトリメトキシシランや2,2,6,6-テトラメチル-4-ピペリジルアルコールを混合し、これに紫外線を照射して製造する形態が好ましい。

20

【0046】

第二紫外線硬化型樹脂層の樹脂の製造においては、ポリプロピレンオキシドグリコールとトルエンジイソシアネートとヒドロキシエチルアクリレートとを反応させて得られるウレタンアクリレート、重合性不飽和モノマーとしてN-ビニルカプロラクタム、トリシクロデカンジメタノールジアクリレート、光重合性開始剤としてルシリンTPO(BASF社製)及びイルガキュア184(チバ・スペシャルティ・ケミカルズ社製)、並びに、その他の添加剤としてテトラキス{メチレン-3-(3-5-ジ-t-ブチル-4-ヒドロキシフェニル)プロピオネート}メタンを混合し、これに紫外線を照射して製造する形態が好ましい。

30

【0047】

さらに、着色層も、通常、紫外線硬化型樹脂層の形態とされており、着色層の樹脂の製造においては、ビスフェノールAと2ヒドロキシブチル(メタ)アクリレートとを反応させて得られるエポキシアクリレートおよび/またはポリプロピレンオキシドグリコールとトルエンジイソシアネートとヒドロキシエチルアクリレートとを反応させて得られるウレタンアクリレート、重合性不飽和モノマーとしてビスフェノールAエチレンオキサイド変性アクリレート、トリメチロールプロパントリオキシエチル(メタ)アクリレート、シリコンアクリレート、光重合性開始剤としてベンゾフェノン、ベンゾインエーテル、及び、その他の添加剤としてテトラキス{メチレン-3-(3-5-ジ-t-ブチル-4-ヒドロキシフェニル)プロピオネート}メタンを混合し、これに紫外線を照射して製造する形態が好ましい。

40

【0048】

このように、第一紫外線硬化型樹脂層を柔軟な層とし、第二紫外線硬化型樹脂層を堅固な層とすることによって、光ファイバ心線13が受ける側圧(光ファイバ心線13の外周面から受ける外界からの圧力であって、特に、光ファイバ心線13に外部被覆16が設けられる前に受ける圧力)に対して、第二紫外線硬化型樹脂層で該圧力を吸収させ、また、該圧力が、第二紫外線硬化型樹脂層で完全に吸収できない程に大きな力であっても第一紫外線硬化型

50

樹脂層で該圧力を緩衝させることにより、ガラスファイバ11が圧力を受けることによる光伝送損失を低減できる。

【0049】

より、好ましくは、第二紫外線硬化型樹脂層の引張割線弾性率は、5 MPa ~ 600 MPaとなっている。前記引張割線弾性率が5 MPa未満であると、外界からの圧力を吸収しにくく、ガラスファイバを損傷しやすくなる。一方、前記引張割線弾性率が600 MPaを超えると、上記した被覆除去具20の刃が第二紫外線硬化型樹脂層に入りにくく、紫外線硬化型樹脂層を被覆光ファイバ心線から分離しにくくなる。

【0050】

光ファイバ心線13を構成する各層の好ましい寸法を以下に示す。

ガラスファイバ11の外径：125 μm

第一紫外線硬化型樹脂層までの外径：200 μm

第二紫外線硬化型樹脂層までの外径：245 μm

着色層までの外径：255 μm

【0051】

本発明の実施形態に係る被覆光ファイバ心線10においては、第一被覆層14までの直径(Dp)が0.3 mm ~ 0.8 mm、第二被覆層15までの直径(Ds)が0.85 mm ~ 0.95 mmとされた形態を好適に例示できる。

特に、Dpが0.3 mm ~ 0.8 mmであることによって、特に、機械特性(側圧特性)とハンドリング性(取り扱い性)とを良好にできる。

【0052】

本発明の実施形態に係る被覆光ファイバ心線10は、以下のように、光ファイバ心線13の外部被覆16を構成する樹脂組成物を塗布することによって、好適に製造される。

すなわち、図2に示すように、供給リール31から光ファイバ心線13を繰り出し、張力制御装置32を通して押し出し機33に供給する。ここで、押し出し機33は、第一樹脂組成物が収容された第一収容部33Aと、第二樹脂組成物が収容された第二収容部33Bと、第一樹脂組成物と第二樹脂組成物を順に押し出すことによって光ファイバ心線13の外周に外部被覆16を塗布できるクロスヘッド33Cとを備えている。第一樹脂組成物および第二樹脂組成物は、溶融状態で光ファイバ心線13の外周に塗布されるのが好ましく、通常、押し出し機33は、所定位置に加熱器(図示せず)を備える。

次いで、押し出し機33から押し出されたものを冷却水槽34に導いて冷却して外部被覆16を硬化させて、被覆光ファイバ心線10とし、これを張力制御装置35を通して巻き取りリール36に巻き取る。

【0053】

また、本発明の実施形態に係る被覆光ファイバ心線10は、Telcordia規格(GR-326)に使用される85 x 168時間の条件の耐熱性試験後における無偏肉率が80%以上となるように構成されるのが好ましい。

例えば、第一樹脂及び第二樹脂として、融点85以上の樹脂を使用することにより、無偏肉率が前記条件を満たす被覆光ファイバ心線10とすることができるが、これに限定されるものではない。

【0054】

次に、本発明の実施形態に係るコネクタ付被覆光ファイバ心線の製造方法について説明する。

コネクタ付被覆光ファイバ心線を製造するためには、まず、前記した被覆除去具20(図5参照)を用いて被覆光ファイバ心線10の端末を加工する。すなわち、被覆除去具20のV溝23a内に被覆光ファイバ心線10を保持して、被覆光ファイバ心線10の端末から約30 mm離れた箇所を挟んで板状レバー部材21a、21bを閉じることによって、図3(A)に示すように、刃22の刃先22A(切り込みの頂点)がガラスファイバには達しないように切り込みが入れられる。

【0055】

10

20

30

40

50

次いで、紫外線硬化型樹脂層12と外部被覆16とをガラスファイバ11から被覆光ファイバ心線10の末端方向Pに引抜くように分離することによって、紫外線硬化型樹脂層12が引き千切られて、被覆光ファイバ心線10のガラスファイバ11は露出される(図3(B)参照)。ここで、第一被覆層14のヤング率が150MPa以下、第一被覆層14の引張り強さが10MPa以下、第二被覆層15のヤング率が700MPa以上であるので、ガラスファイバ11の破断、及び、紫外線硬化型樹脂層12のガラスファイバ11上での残留を頻発させることなく、紫外線硬化型樹脂層12と外部被覆16とを一体に除去でき、容易にガラスファイバ11を露出させることができる。

【0056】

このように、被覆除去具20を用いて被覆光ファイバ心線10の末端を加工することによって作製したガラスファイバ露出部11Aと被覆除去端面16Aとを有する被覆光ファイバ心線10と、ガラスファイバ露出部11Aを収容可能な中空17Aを有するフェルール17を内蔵するコネクタ18とを接続することによって、本発明の実施形態に係るコネクタ付被覆光ファイバ心線19は製造される(図4参照)。より具体的には、ガラスファイバ露出部11Aを歪力のかからない状態で中空17Aに収容しながら被覆除去端面16Aをフェールの突き当て端面17Bに当接させ、通常、この状態を維持すべく、固定手段(図示せず)によって被覆光ファイバ心線10とコネクタ18とを接続する。

【0057】

次いで、ガラスファイバの先端面11Bとフェールの開放端面17Cとを研磨するなどして所望の形状となるように加工する。なお、ガラスファイバの先端面11Bとフェールの開放端面17Cとが構成する面としては、平面、球面および曲面などを挙げることができ、コネクタ付被覆光ファイバ心線19の仕様に応じて、適宜、選択される。

【0058】

コネクタ付被覆光ファイバ心線19は、本発明の実施形態に係る被覆光ファイバ心線10が使用されているので、燃焼時に有毒ガスを発生しない特性、高い難燃性、高い環境適応特性、及び、高い機械特性を有する。

【0059】

本発明の実施形態に係る光ファイバコードは、本発明の実施形態に係る被覆光ファイバ心線10の外周に、被覆光ファイバ心線10を保護する保護層を設けてなる。ここで、保護層は、公知の抗張力繊維からなる層を好適に例示できる。通常、保護層の外周には樹脂層が設けられ、樹脂層としては、ポリエチレン樹脂の層を好適に例示できる。光ファイバコードの外径は用途に応じて適宜変更されるが、被覆光ファイバ心線の寸法が前記した好適な範囲内にある場合は、外径が2.0mmあるいは1.5mmとされた光ファイバコードを好適に例示できる。

【0060】

本発明の実施形態に係るコネクタ付光ファイバコードは、ガラスファイバが末端から所定長さで露出されることによりガラスファイバ露出部と被覆除去端面とを有する本発明の実施形態に係る光ファイバコードと、ガラスファイバ露出部を収容可能な中空を有するフェルールを内蔵するコネクタとが、ガラスファイバ露出部が中空に収容されるとともに被覆除去端面がフェールの突き当て端面に当接するように、接続されてなる。このような構成によれば、本発明の実施形態に係る光ファイバコードを使用するので、燃焼時に有毒ガスを発生しない特性、高い環境適応特性、及び、高い機械特性を有する。

【0061】

本発明の実施形態に係る光ファイバケーブル50は、図6の模式断面図に示すように、本発明に係る被覆光ファイバ心線10をテンションメンバ51の外周面上に複数配置し、被覆光ファイバ心線10の外側に緩衝材52を配置し、押え巻き層53を緩衝材52の外側に設け、押え巻き層53の外周面を樹脂層54で被覆してなる。ここで、被覆光ファイバ心線10は、テンションメンバ51の軸方向に沿って配置されても、テンションメンバ51の螺旋方向に配置されても良い。

【0062】

10

20

30

40

50

テンションメンバ51としては、ポリエチレン樹脂で被覆された鋼線（単線または撚線）を、緩衝材52としては、ポリプロピレン解繊糸を好適に例示できる。また、押え巻き層53は、緩衝材52を介して被覆光ファイバ心線10をテンションメンバ51に圧接できるように、ポリエチレンテレフタレート製あるいはポリエチレン製のフィルム状テープが巻回されてなる層であることが好ましい。樹脂層54としては、ポリエチレン樹脂の層を好適に例示できる。

#### 【0063】

光ファイバケーブル50は、以上のように、本発明の実施形態に係る被覆光ファイバ心線10を使用するので、燃焼時に有毒ガスを発生しない特性、高い環境適応特性、及び、高い機械特性を有する。

#### 【0064】

また、被覆光ファイバ心線10を、本発明の実施形態に係る光ファイバコードに代えることによって、燃焼時に有毒ガスを発生しない特性、高い環境適応特性、及び、高い機械特性を有する光ファイバケーブルを作製することもできる。

#### 【0065】

##### 【実施例】

以下、実施例および比較例を挙げて本発明を詳細に説明するが、これらは本発明を限定するものではない。

#### 【0066】

##### [第一樹脂組成物及び第二樹脂組成物の製造]

樹脂100重量部に対し、難燃剤として水酸化マグネシウム（平均粒径： $0.7\mu\text{m}$ ，BET比表面積： $8\text{m}^2$ ）80重量部、酸化防止剤としてイカルガノックス1010（チバスペシャリティーケミカルズ社の商品名）0.5重量部を基本配合とし、第一被覆層のヤング率及び引張強さ、及び、第二被覆層のヤング率は、ゴム軟化剤等を適宜配合する方法により調整した。樹脂組成物は、二軸式混合機（スクリュウ外径： $45\text{mm}$ ， $L/D=32$ ）を用い、吐出ストランドを切断してペレット化する方法により行う。

#### 【0067】

##### [被覆光ファイバ心線の作製]

光ファイバ心線は、石英ガラスを主成分とするガラスファイバ（外径 $125\mu\text{m}$ ）の外周に紫外線硬化型樹脂層（ウレタンアクリレート樹脂層）を設けてなる光ファイバ心線（外径 $250\mu\text{m}$ ）を使用する。紫外線硬化型樹脂層は、第一紫外線硬化型樹脂層と第二紫外線硬化型樹脂層と着色層とからなる三層構造であり、第一紫外線硬化型樹脂層までの外径は $200\mu\text{m}$ 、第二紫外線硬化型樹脂層までの外径は $245\mu\text{m}$ 、着色層までの外径は $255\mu\text{m}$ 、第一紫外線硬化型樹脂層のヤング率は $1\text{MPa}$ （25）、第二紫外線硬化型樹脂層のヤング率は $400\text{MPa}$ （25）、着色層のヤング率は $1100\text{MPa}$ （25）である。この光ファイバ心線の外周に、第一被覆層と第二被覆層とを前記した方法に準じて設けることによって、実施例1～5、参考例1～10、比較例1～8の被覆光ファイバ心線を作製する。ここで、第一被覆層と第二被覆層を被覆するための押し出し機としては、それぞれ、単軸式押し出し機（スクリュウ外径： $45\text{mm}$ ， $L/D=24$ ）を使用し、各押し出し機が、クロスヘッド（前記クロスヘッド33Cに相当）に連結されている。実施例、参考例及び比較例に使用される第一樹脂及び第二樹脂の種類、及び、第一被覆層と第二被覆層の物性を表1～表5に示す。表中、 $D_p$ は、第一被覆層までの直径を意味し、 $D_s$ は、第二被覆層までの直径を意味する。ヤング率の測定（25）、及び、引張強さの測定は、JIS K 7113に準じ、より具体的には以下のように行う。

#### 【0068】

##### （紫外線硬化型樹脂層）

各実施例および各比較例に対応する紫外線硬化型樹脂層を製造するための混合物（膜厚：約 $100\mu\text{m}$ ）に対し、窒素下で、紫外線照射（照射光量： $100\text{mJ}/\text{cm}^2$ ）を行い、ダンベル形状の2号形試験片（JIS K 7113準拠）を製造する。この試験片を用いて、標線間距離 $25\text{mm}$ ，引張速度 $1\text{mm}/\text{分}$ の条件で引張り試験を行う。ヤング率

10

20

30

40

50

は、2.5%割線方式を採用して算出される引張割線弾性率とする。

【0069】

(第一被覆層, 第二被覆層)

各実施例および各比較例に対応する第一樹脂組成物及び第二樹脂組成物を、二軸混練押出機、加圧ニーダー、パンパリーミキサー、ロール等から構成される公知装置を用いて、樹脂組成物を溶融混練することによって、膜厚が約300 $\mu$ mのフィルム状物を成形する。次いで、このフィルム状物からダンベル形状の2号形試験片(JIS K 7113準拠)を製造する。この試験片を用いて、標線間距離25mm, 引張速度1mm/分の条件で引張り試験を行う。ヤング率は、接線方式を採用して算出される引張弾性率とする。

【0070】

【表1】

表1

被覆光ファイバ心線		参考例6	実施例1	参考例7	実施例2	実施例3
第一被覆層	第一樹脂組成物	E-1	E-2	E-3	E-4	E-4
	ヤング率(MPa)	25	9.0	10.0	25	11
	引張り強さ(MPa)	6.7	5.1	7.0	4.4	8.0
	D <sub>p</sub> (mm)	0.45	0.40	0.35	0.40	0.60
第二被覆層	第二樹脂組成物	P-1	P-2	P-1	P-2	P-2
	ヤング率(MPa)	850	1400	850	1400	1400
	D <sub>s</sub> (mm)	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
光学特性	初期ロス(dB/km)	0.40	0.35	0.41	0.42	0.38
	側圧ロス(dB/100mm)	0.07	0.04	0.05	0.06	0.06
	温度変化ロス(dB/km)	0.20	0.15	0.18	0.21	0.20
被覆除去性	除去力(kgf)	1.4	1.6	1.8	1.5	1.6
	紫外線硬化型樹脂の残留	無	無	無	無	無
	ファイバの破断	破断せず	破断せず	破断せず	破断せず	破断せず
難燃性	JIS3005 水平燃焼試験	合格	合格	合格	合格	合格
ハンドリング性		○	○	○	○	○
耐熱性	耐熱ロス(dB/km)	0.04	0.05	0.02	0.02	0.03
	耐熱性試験前の無偏肉率(%)	98	96	95	97	98
	耐熱性試験後の無偏肉率(%)	97	97	95	97	98

【0071】

【表2】

10

20

30

表2

被覆光ファイバ心線		実施例4	参考例8	参考例9	実施例5	参考例10
第一被覆層	第一樹脂組成物	E-12	E-12	E-12	E-13	E-13
	ヤング率(MPa)	85	85	85	70	70
	引張り強さ(MPa)	7.5	7.5	7.5	6.5	6.5
	D <sub>p</sub> (mm)	0.60	0.60	0.50	0.60	0.60
第二被覆層	第二樹脂組成物	P-2	P-1	P-1	P-2	P-1
	ヤング率(MPa)	1400	850	850	1400	850
	D <sub>s</sub> (mm)	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
光学特性	初期ロス(dB/km)	0.44	0.43	0.42	0.41	0.42
	側圧ロス(dB/100mm)	0.02	0.03	0.05	0.03	0.04
	温度変化ロス(dB/km)	0.07	0.12	0.09	0.15	0.12
被覆除去性	除去力(kgf)	1.7	1.7	1.9	1.2	1.4
	紫外線硬化型樹脂の残留	無	無	無	無	無
	ファイバの破断	破断せず	破断せず	破断せず	破断せず	破断せず
難燃性	JIS3005 水平燃焼試験	合格	合格	合格	合格	合格
ハンドリング性		○	○	○	○	○
耐熱性	耐熱ロス(dB/km)	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
	耐熱性試験前の無偏肉率(%)	97	96	96	95	94
	耐熱性試験後の無偏肉率(%)	96	95	96	94	93

10

【 0 0 7 2 】

20

【 表 3 】

表3

被覆光ファイバ心線		比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	比較例5
第一被覆層	第一樹脂組成物	E-5	E-6	E-7	E-8	E-1
	ヤング率(MPa)	120	60	7.5	6	25
	引張り強さ(MPa)	11.0	15.8	10.8	12.7	6.7
	D <sub>p</sub> (mm)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
第二被覆層	第二樹脂組成物	P-2	P-1	P-2	P-2	P-3
	ヤング率(MPa)	1400	850	1400	1400	620
	D <sub>s</sub> (mm)	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
光学特性	初期ロス(dB/km)	0.38	0.42	0.41	0.45	0.41
	側圧ロス(dB/100mm)	0.06	0.07	0.08	0.09	0.18
	温度変化ロス(dB/km)	0.24	0.2	0.26	0.24	0.25
被覆除去性	除去力(kgf)	1.9	1.8	1.7	1.7	—
	紫外線硬化型樹脂の残留	有	有	有	有	—
	ファイバの破断	破断せず	破断せず	破断せず	破断せず	ファイバ破断
難燃性	JIS3005 水平燃焼試験	合格	合格	不合格	不合格	合格
ハンドリング性		○	○	○	○	○
耐熱性	耐熱ロス(dB/km)	0.11	0.12	0.09	0.07	0.10
	耐熱性試験前の無偏肉率(%)	95	97	96	96	94
	耐熱性試験後の無偏肉率(%)	95	96	95	96	95

30

【 0 0 7 3 】

【 表 4 】

40

表4

被覆光ファイバ心線		比較例6	参考例1	参考例2	参考例3	参考例4
第一被覆層	第一樹脂組成物	E-9	E-1	E-2	E-1	E-2
	ヤング率(MPa)	170	25	9.0	25	9.0
	引張り強さ(MPa)	7.5	6.7	5.1	6.7	5.1
	D <sub>p</sub> (mm)	0.45	0.82	0.88	0.27	0.29
第二被覆層	第二樹脂組成物	P-1	P-1	P-2	P-2	P-1
	ヤング率(MPa)	850	850	1400	1400	850
	D <sub>s</sub> (mm)	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
光学特性	初期ロス(dB/km)	0.40	0.43	0.44	0.40	0.42
	側圧ロス(dB/100mm)	0.20	0.19	0.25	0.25	0.23
	温度変化ロス(dB/km)	0.24	0.18	0.15	0.21	0.13
被覆除去性	除去力(kgf)	—	1.7	1.6	1.8	1.8
	紫外線硬化型樹脂の残留	—	無	無	無	無
難燃性	ファイバの破断	ファイバ破断	破断せず	破断せず	破断せず	破断せず
	JIS3005 水平燃焼試験	合格	合格	合格	合格	合格
ハンドリング性		○	×	×	○	○
耐熱性	耐熱ロス(dB/km)	0.11	0.02	0.03	0.04	0.06
	耐熱性試験前の無偏肉率(%)	95	98	99	94	96
	耐熱性試験後の無偏肉率(%)	95	97	98	95	96

10

【 0 0 7 4 】

【 表 5 】

20

表5

被覆光ファイバ心線		比較例7	参考例5	比較例8
第一被覆層	第一樹脂組成物	E-10	E-11	E-10
	ヤング率(MPa)	110	45.0	110
	引張り強さ(MPa)	12.0	4.5	12.0
	D <sub>p</sub> (mm)	0.60	0.55	0.85
第二被覆層	第二樹脂組成物	P-1	P-2	P-1
	ヤング率(MPa)	850	1400	850
	D <sub>s</sub> (mm)	0.90	0.90	0.90
光学特性	初期ロス(dB/km)	0.44	0.46	0.40
	側圧ロス(dB/100mm)	0.07	0.06	0.22
	温度変化ロス(dB/km)	0.22	0.19	0.26
被覆除去性	除去力(kgf)	1.9	1.8	1.8
	紫外線硬化型樹脂の残留	有	無	有
難燃性	ファイバの破断	破断せず	破断せず	破断せず
	JIS3005 水平燃焼試験	合格	合格	合格
ハンドリング性		○	○	×
耐熱性	耐熱ロス(dB/km)	2.4	2.4	2.6
	耐熱性試験前の無偏肉率(%)	97	97	98
	耐熱性試験後の無偏肉率(%)	64	71	68

30

40

【 0 0 7 5 】

表中の ( E - 1 ) ~ ( E - 1 3 )、( P - 1 ) ~ ( P - 3 ) は以下の通りである。

なお、M I は、メルトインデックス ( Melt Index ) の略称である。M I は、シリンダーに樹脂組成物を詰め、190 の温度下、シリンダーの上部からピストンを 2 . 1 6 k g の一定荷重で押す場合に、シリンダーの下部から流れ出る樹脂組成物の量を示す指標である。M I が大きいほど、シリンダーから流れ出る樹脂組成物の量が多いことを示し、樹脂組成物の流動性が高いことを意味する。

50

O I は、酸素指数 (Oxygen Index) の略称であり、樹脂組成物が燃焼するために必要とする酸素の濃度指数である。O I が大きいほど、樹脂組成物が燃焼するための酸素をより必要とするので、難燃性が高いことを意味する。

【 0 0 7 6 】

( E - 1 )

S E B S ( スチレン含量 1 8 % , 引張り強さ 1 5 M P a ) を樹脂分とするノンハロゲン樹脂組成物 ( M I = 1 . 5 , O I = 2 1 )

【 0 0 7 7 】

( E - 2 )

シンジオタクチック - 1 , 2 - ポリブタジエン ( 融点 : 1 0 5 , 引張り強さ : 1 2 . 7 M P a ) を樹脂分とするノンハロゲン樹脂組成物 ( M I = 0 . 2 , O I = 2 1 ) 10

【 0 0 7 8 】

( E - 3 )

S E P S ( スチレン含量 1 3 重量% , 引張り強さ 1 0 . 8 M P a ) を樹脂分とするノンハロゲン樹脂組成物 ( M I = 2 . 0 , O I = 2 0 )

【 0 0 7 9 】

( E - 4 )

S E B C ( スチレン含量 2 0 重量% , 引張り強さ 1 7 . 0 M P a ) を樹脂分とするノンハロゲン樹脂組成物 ( M I = 3 . 0 , O I = 2 2 )

【 0 0 8 0 】

20

( E - 5 )

S E B S ( スチレン含量 3 0 重量% , 引張り強さ 2 1 . 6 M P a ) を樹脂分とするノンハロゲン樹脂組成物 ( M I = 2 . 0 , O I = 2 2 )

【 0 0 8 1 】

( E - 6 )

S B S ( スチレン含量 4 0 重量% , 引張り強さ 1 4 . 0 M P a ) を樹脂分とするノンハロゲン樹脂組成物 ( M I = 3 . 0 , O I = 2 3 )

【 0 0 8 2 】

( E - 7 )

S E P S ( スチレン含量 1 3 重量% , 引張り強さ 1 0 . 8 M P a ) の樹脂分のみ ( 難燃剤を含有しない ) ( M I = 2 . 5 , O I = 1 7 ) 30

【 0 0 8 3 】

( E - 8 )

シンジオタクチック - 1 , 2 - ポリブタジエン ( 融点 : 1 0 5 , 引張り強さ 1 2 . 7 M P a ) の樹脂分のみ ( 難燃剤を含有しない ) ( M I = 1 . 5 , O I = 1 7 )

【 0 0 8 4 】

( E - 9 )

エチレン・ビニルアセテート樹脂 ( E V A ) ( ビニルアセテート含量 1 3 重量% ) を樹脂分とするノンハロゲン樹脂組成物 ( M I = 2 . 0 , O I = 2 0 )

【 0 0 8 5 】

40

( E - 1 0 )

エチレン・ビニルアセテート樹脂 ( E V A ) ( ビニルアセテート含量 1 9 重量% ) を樹脂分とするノンハロゲン樹脂組成物 ( M I = 4 . 0 , O I = 2 0 )

【 0 0 8 6 】

( E - 1 1 )

エチレン・ビニルアセテート樹脂 ( E V A ) ( 酢酸ビニル含量 2 8 重量% ) を樹脂分とするノンハロゲン樹脂組成物 ( M I = 5 . 0 , O I = 2 2 )

【 0 0 8 7 】

( E - 1 2 )

エチレン・ビニルアセテート樹脂 ( E V A ) ( 酢酸ビニル含量 1 7 重量% ) を樹脂分とす 50

るノンハロゲン樹脂組成物 (MI = 7.5, OI = 20)

【0088】

(E-13)

エチレン・エチルアクリレート樹脂 (EEA) (エチルアクリレート含量19重量%)を樹脂分とするノンハロゲン樹脂組成物 (MI = 4.0, OI = 20)

【0089】

(P-1)

HIPS (ブタジエン含量23重量%)を樹脂分とするノンハロゲン樹脂組成物 (MI = 1.0, OI = 21)

【0090】

(P-2)

ブロックPP (融点: 168) を樹脂分とするノンハロゲン樹脂組成物 (MI = 1.0, OI = 19)

【0091】

(P-3)

HIPS (ブタジエン含量23重量%)を樹脂分とするノンハロゲン樹脂組成物 (MI = 0.5, OI = 21)

【0092】

被覆光ファイバ心線に対する各種試験の方法は、以下のように行う。

【0093】

[被覆除去性]

25 の下、実施例及び比較例の被覆光ファイバ心線の末端から長さ30mmの部分を図5に示す被覆除去具に対応する「被覆除去具JR-22」(住友電気工業株式会社の商品名)を用いて、外部被覆を除去する。各被覆光ファイバ心線の対して被覆の除去を、3試行分、行う。3試行の全てにおいて、除去時の引き抜き力が2.0kg・f以下であり、ガラスファイバの上に紫外線硬化型樹脂層が残留せず、ガラスファイバの破断が見られないものを合格とする。前記条件を満たさないものを不合格とする。なお、表中の引き抜き力は、3試行の平均値であり、比較例5及び比較例6においては、3試行の全てにおいて、ガラスファイバが破断する。

【0094】

ここで、引き抜き力は、以下のようにして得られる値である。

引き抜き力: 「被覆光ファイバ心線の末端から長さ30mmの部分を被覆除去具JR-22の刃により挟み込んだ状態で固定し、引張り試験器を用いて引張り速度500mm/分の条件で引張り試験を行う(被覆除去具と引張り試験器のチャックとの距離=100mm)時に要する力の最大値」

【0095】

[機械特性(側圧特性)]

実施例及び比較例の被覆光ファイバ心線に対して、長手方向長さ100mm当たり500kgの荷重を加え(R5のエッジを有する平滑な金属板に当該心線を挟んで、荷重を加えていく。)、伝送損失量(dB/100mm)を測定する(荷重を加える前後の光の減衰量をマルチメータ(例えば、安藤電気製のAQ2140)で測定する。この値を側圧ロス(dB/100mm)として表1~表5に示す。側圧ロスが0.1dB/100mm以下のものは、信頼性が高く、合格とする。

【0096】

[環境適応特性(温度の変動によっても、光伝送特性を高次元で維持する特性)]

実施例及び比較例の被覆光ファイバ心線を、OTDR測定器(波長: 1.31μm)にて伝送損失量(dB)を測定し、単位長あたりの伝送損失を初期ロス(dB/km)とする。初期ロスが1.0dB/km以下のものは、信頼性が高く、合格とする。

次に、被覆光ファイバ心線に対して、-20(6時間保持)~60(6時間保持)を3サイクル繰り返すヒートサイクル曝露試験を実施し、その試験中、連続モニター(波長

10

20

30

40

50

: 1.31 μm)にて伝送損失量(dB)を測定し、初期ロスとの差分の最大値を「温度変化ロス(dB/km)」として表1～表5に示す。温度変化ロスが、0.3 dB/km以下のものを合格とする。

【0097】

[難燃性]

実施例及び比較例の被覆光ファイバ心線に対して、JIS 3005に準拠した水平燃焼試験を行い、自消性を示すものを合格とする。

【0098】

[ハンドリング性]

実施例及び比較例の被覆光ファイバ心線の末端から長さ30mmの部分を図5に示す被覆除去具に対応する「被覆除去具JR-22」(住友電気工業株式会社の商品名)を用いて、紫外線樹脂被覆層と外部被覆とを同時に除去する。次いで、ガラスファイバ露出部をフェルールの中空に収容し、被覆除去端面をフェルールの突き当て端面に当接させて被覆光ファイバ心線の末端にコネクタを取り付ける。

ガラスファイバ露出部をフェルールの中空に通す工程からコネクタ取り付けが完了するまでのハンドリング性において、被覆光ファイバ心線にこしが有り、フェルールの中空に通す工程で失敗することなく、通すことができ、コネクタ取り付けまでの工程で、被覆光ファイバ心線に曲げ癖がつかないものを、ハンドリング性良好と判定し、とする。一方、被覆光ファイバ心線にこしが無く、フェルールの中空に通す工程で一回でも挿入ミスがあったり、あるいはコネクタ取り付けまでの工程で、被覆光ファイバ心線に曲げ癖がつくものを、ハンドリング性不良と判定し、×とする。

【0099】

[耐熱性]

Telcordia規格(GR-326)に使用される85×168時間の条件の耐熱性試験を行い、その試験中、連続モニター(波長:1.31 μm)にて伝送損失量(dB)を測定し、初期ロスとの差分の最大値を「耐熱ロス(dB/km)」として表1～表5に示す。耐熱ロスが、0.2 dB/km以下のものを合格とする。

また、上記耐熱性試験の前後における無偏肉率を測定し、80%以上を信頼性が高く、合格とする。無偏肉率は、以下の式にて算出する。

無偏肉率(%) = 「外部被覆の厚さの最小値」 / 「外部被覆の厚さの最大値」 × 100

【0100】

実施例1～5の被覆光ファイバ心線は、第一樹脂組成物及び第二樹脂組成物が共に難燃剤を含み、第一樹脂が、ポリスチレン系熱可塑性エラストマー、ポリブタジエン系熱可塑性エラストマーまたはエチレン-オレフィン共重合体、第二樹脂が、ポリプロピレン系樹脂であり、第一被覆層のヤング率及び引張り強さ、第二被覆層のヤング率が本発明に規定する範囲内の被覆光ファイバ心線である。実施例の被覆光ファイバ心線は、初期ロスが少ないだけでなく、機械特性、環境適応特性、被覆除去性、難燃性、ハンドリング性及び耐熱性の全てに優れる。

【0101】

比較例1及び比較例2の被覆光ファイバ心線は、第一樹脂が、それぞれ、ポリスチレン系熱可塑性エラストマー及びポリブタジエン系熱可塑性エラストマーであり、第二樹脂が、それぞれ、ポリプロピレン系樹脂及びポリスチレン系樹脂であり、第一被覆層のヤング率が150MPa以下ではあるものの、引張り強さが10MPaを超え、第二被覆層のヤング率が700MPa以上の被覆光ファイバ心線である。比較例1及び比較例2の被覆光ファイバ心線は、初期ロスが少なく、機械特性、環境適応特性、難燃性、ハンドリング性及び耐熱性に優れるが、被覆除去後に紫外線硬化型樹脂が残留し、被覆除去性に劣る。

【0102】

比較例3及び比較例4の被覆光ファイバ心線は、第一樹脂が、それぞれ、ポリスチレン系熱可塑性エラストマー及びポリブタジエン系熱可塑性エラストマーであり、第二樹脂がポリプロピレン系樹脂であり、第一被覆層のヤング率(7.5MPa)が150MPa以下

10

20

30

40

50

ではあるものの、引張り強さが10MPaを超え、第二被覆層のヤング率が700MPa以上の被覆光ファイバ心線である。また、第一樹脂組成物は、金属酸化物や酸化防止剤などの配合物を一切添加しない樹脂単体である。比較例3及び比較例4の被覆光ファイバ心線は、初期ロスが少なく、機械特性、環境適応特性、ハンドリング性及び耐熱性に優れるが、難燃性に劣り、また、被覆除去後に紫外線硬化型樹脂が残留し、被覆除去性に劣る。

【0103】

比較例5の被覆光ファイバ心線は、第一被覆層が実施例1と同構成であり、第二樹脂がポリスチレン系樹脂であり、第二被覆層のヤング率が700MPa未満の被覆光ファイバ心線である。比較例5の被覆光ファイバ心線は、初期ロスが少なく、環境適応特性、難燃性、ハンドリング性及び耐熱性に優れるが、機械特性に劣り、被覆除去時に第二被覆層の座屈によりガラスファイバが破断し、被覆除去性に劣る。

10

【0104】

比較例6の被覆光ファイバ心線は、第一樹脂がEVA（酢酸ビニル含量14重量%）であり、第二被覆層が実施例1と同構成であり、第一被覆層のヤング率が150MPaを超える被覆光ファイバ心線である。比較例6の被覆光ファイバ心線は、初期ロスが少なく、環境適応特性、難燃性、ハンドリング性及び耐熱性に優れるが、機械特性に劣り、被覆除去時に第二被覆層の座屈によりガラスファイバが破断し、被覆除去性に劣る。

【0105】

参考例1～2の被覆光ファイバ心線は、第一樹脂が、それぞれ、ポリスチレン系熱可塑性エラストマー及びポリブタジエン系熱可塑性エラストマーであり、第二樹脂が、それぞれ、ポリスチレン系樹脂及びポリプロピレン系樹脂であり、第一被覆層のヤング率が150MPa以下、引張り強さが10MPa以下、第二被覆層のヤング率が700MPa以上の被覆光ファイバ心線である。第一被覆層までの外径は0.8mmを超えている。参考例1～2の被覆光ファイバ心線は、初期ロスが少なく、環境適応特性、被覆除去性、難燃性及び耐熱性に優れるが、機械特性及びハンドリング性に劣る。

20

【0106】

参考例3～4の被覆光ファイバ心線は、第一樹脂が、それぞれ、ポリスチレン系熱可塑性エラストマー及びポリブタジエン系熱可塑性エラストマーであり、第二樹脂が、それぞれ、ポリプロピレン系樹脂及びポリスチレン系樹脂であり、第一被覆層のヤング率が150MPa以下、引張り強さが10MPa以下、第二被覆層のヤング率が700MPa以上の被覆光ファイバ心線である。第一被覆層までの外径は0.3mm未満である。参考例3～4の被覆光ファイバ心線は、初期ロスが少なく、環境適応特性、被覆除去性、難燃性、ハンドリング性及び耐熱性に優れるが、機械特性に劣る。

30

【0107】

比較例7の被覆光ファイバ心線は、第一樹脂がEVA（酢酸ビニル含量19重量%）であり、第二樹脂がポリスチレン系樹脂であり、第一被覆層のヤング率が150MPa以下、引張り強さが10MPaを超え、第二被覆層のヤング率が700MPa以上の被覆光ファイバ心線である。比較例7の被覆光ファイバ心線は、初期ロスが少なく、機械特性、環境適応特性、難燃性及びハンドリング性に優れるが、被覆除去後に紫外線硬化型樹脂が残留し、被覆除去性に劣る。また、Telcordia規格（GR-326）の耐熱性試験では、耐熱性試験後の無偏肉率が80%未満となり、波長1.31μmの伝送損失量の最大値が0.2dB/kmを超え、耐熱性に劣る。

40

【0108】

参考例5の被覆光ファイバ心線は、第一樹脂がEVA（酢酸ビニル含量28重量%）であり、第二樹脂がポリプロピレン系樹脂であり、第一被覆層のヤング率が150MPa以下、引張り強さが10MPa以下、第二被覆層のヤング率が700MPa以上の被覆光ファイバ心線である。参考例5の被覆光ファイバ心線は、初期ロスが少なく、機械特性、環境適応特性、被覆除去性、難燃性及びハンドリング性に優れるが、Telcordia規格（GR-326）の耐熱性試験では、耐熱性試験後の無偏肉率が80%未満となり、波長1.31μmの伝送損失量の最大値が0.2dB/kmを超え、耐熱性に劣る。

50

## 【0109】

比較例8の被覆光ファイバ心線は、第一樹脂がEVA（酢酸ビニル含量19重量%）であり、第二樹脂がポリスチレン系樹脂であり、第一被覆層のヤング率が150MPa以下、引張強さが10MPaを超え、第二被覆層のヤング率が700MPa以上の被覆光ファイバ心線である。第一被覆層までの外径は0.8mmを超えている。比較例8の被覆光ファイバ心線は、初期ロスが少なく、環境適応特性及び難燃性に優れるが、機械特性及びハンドリング性に劣り、また、被覆除去後に紫外線硬化型樹脂が残留し、被覆除去性に劣る。また、Telcordia規格（GR-326）の耐熱性試験では、耐熱性試験後の無偏肉率が80%未満となり、波長1.31μmの伝送損失量の最大値が0.2dB/kmを超え、耐熱性に劣る。

10

## 【0110】

なお、実施例、比較例及び参考例の被覆光ファイバ心線に使用した第一樹脂及び第二樹脂は、いずれも、ノンハロゲン樹脂から選択されている。

## 【0111】

## 【発明の効果】

本発明によれば、燃焼時に有毒ガスを発生しない特性、高い難燃性、高い環境適応特性、及び、高い機械特性を有するとともに、被覆除去をガラスファイバの破断を頻発させることなく容易に実施できる被覆光ファイバ心線、並びに、これを用いたコネクタ付被覆光ファイバ心線、光ファイバコード、コネクタ付光ファイバコード及び光ファイバケーブルを提供できる。

20

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係る被覆光ファイバ心線の模式断面図である。

【図2】本発明の実施形態に係る被覆光ファイバ心線の製造を説明する図である。

【図3】本発明の実施形態に係る被覆光ファイバ心線の被覆除去を説明する図である。

【図4】本発明の実施形態に係るコネクタ付被覆光ファイバ心線の製造を説明する図である。

【図5】被覆光ファイバ心線の被覆除去に使用する被覆除去具を示す図である。

【図6】本発明の実施形態に係る光ファイバケーブルの模式断面図である。

【図7】従来の被覆光ファイバ心線を説明する図である。

## 【符号の説明】

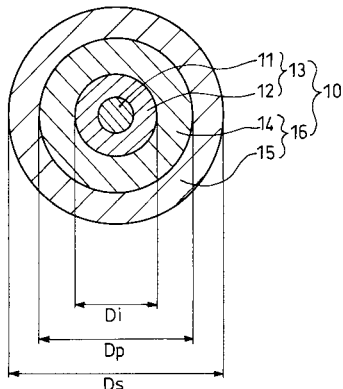
- 10, 100 被覆光ファイバ心線
- 11, 101 ガラスファイバ
- 11A ガラスファイバ露出部
- 11B ガラスファイバの先端面
- 13, 103 光ファイバ心線
- 14 第一被覆層
- 15 第二被覆層
- 16, 104 外部被覆
- 16A 被覆除去端面
- 17A 中空
- 17 フェルール
- 17B フェルールの突き当て端面
- 17C フェルールの開放端面
- 18 コネクタ
- 19 コネクタ付被覆光ファイバ心線
- 50 光ファイバケーブル
- 51 テンションメンバ
- 52 緩衝材
- 53 押え巻き層
- 54 樹脂層

30

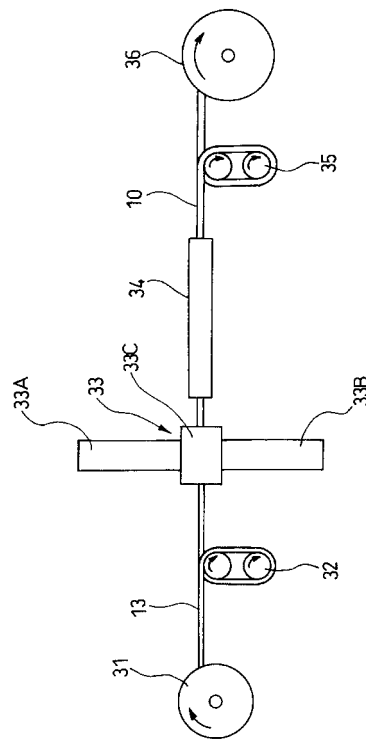
40

50

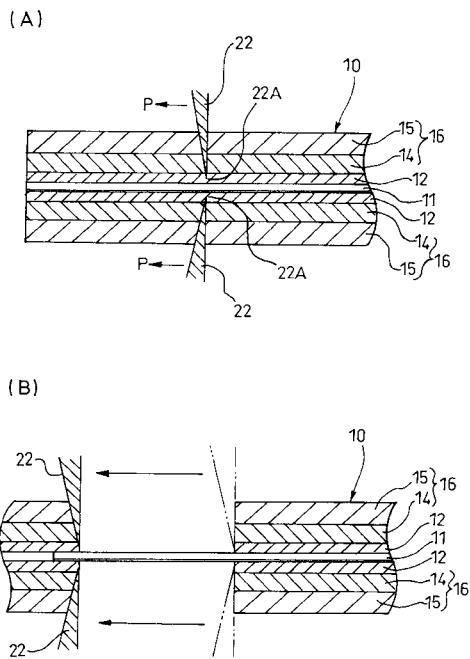
【 図 1 】



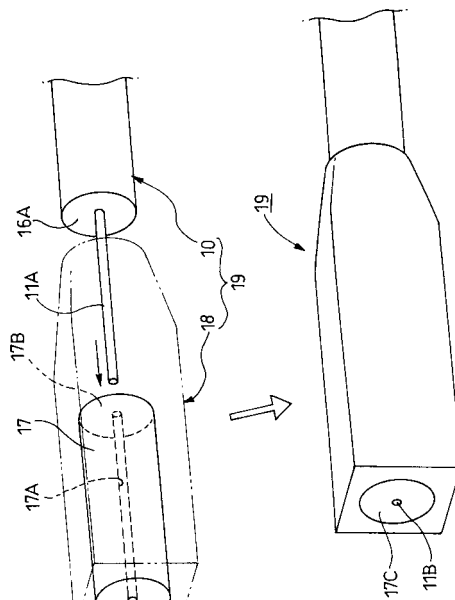
【 図 2 】



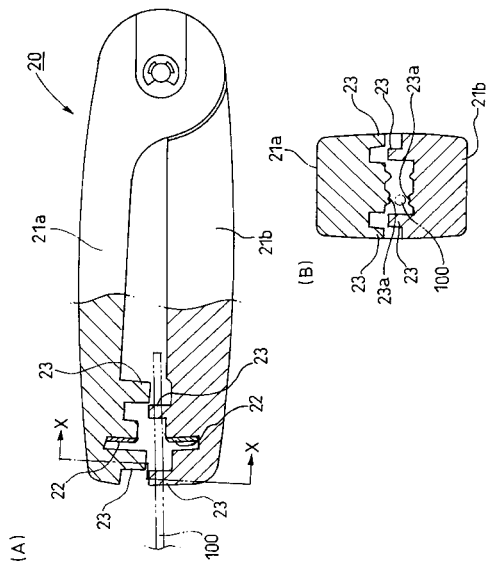
【 図 3 】



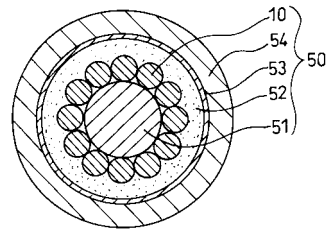
【 図 4 】



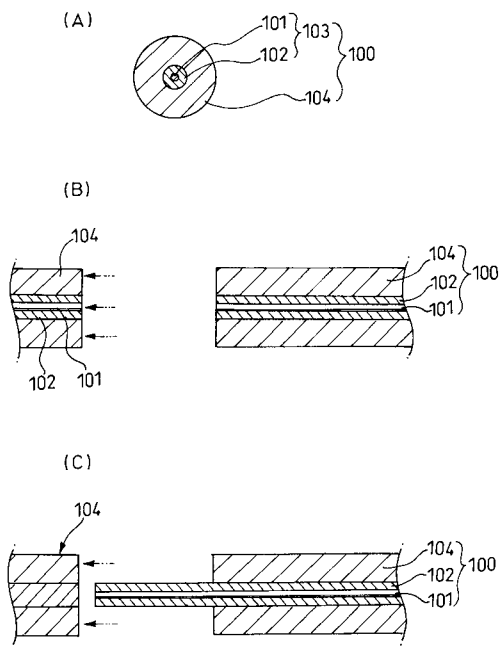
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 服部 知之  
神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内
- (72)発明者 森内 清晃  
大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内
- (72)発明者 早味 宏  
大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内

審査官 和田 将彦

- (56)参考文献 特開2001-159725(JP,A)  
特開2000-241676(JP,A)  
特開平04-161413(JP,A)  
実開昭64-013016(JP,U)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G02B 6/44