

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6294270号
(P6294270)

(45) 発行日 平成30年3月14日(2018.3.14)

(24) 登録日 平成30年2月23日(2018.2.23)

(51) Int. Cl.	F I
G02B 6/44 (2006.01)	G02B 6/44 391
	G02B 6/44 361
	G02B 6/44 376

請求項の数 9 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2015-172609 (P2015-172609)	(73) 特許権者	000005186
(22) 出願日	平成27年9月2日(2015.9.2)		株式会社フジクラ
(65) 公開番号	特開2017-49437 (P2017-49437A)		東京都江東区木場1丁目5番1号
(43) 公開日	平成29年3月9日(2017.3.9)	(74) 代理人	110000176
審査請求日	平成28年5月23日(2016.5.23)		一色国際特許業務法人
		(72) 発明者	塩原 悟
			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
		(72) 発明者	山中 正義
			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
		(72) 発明者	岡田 直樹
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ファイバケーブル製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光ファイバ心線、一对の抗張力体及びセパレータをそれぞれの送り出し装置から押出機に供給し、

前記押出機において、外被を構成する樹脂で前記光ファイバ心線、前記一对の抗張力体及び前記セパレータを被覆した光ファイバケーブルを押し出し、

前記押出機から押し出された前記光ファイバケーブルを冷却機で冷却することによって、

前記光ファイバ心線と、

前記光ファイバ心線を挟んで前記光ファイバ心線に平行に配置された前記一对の抗張力体と、

前記一对の抗張力体の間に配置され、少なくとも一方の面が前記光ファイバ心線と接する前記セパレータと、

前記光ファイバ心線及び前記セパレータを被覆する前記外被とを備えた前記光ファイバケーブルを製造する方法であって、

前記抗張力体の前記送り出し装置と、前記冷却機よりも下流側に設けられた引き出し装置との間で前記抗張力体に引っ張り力をかけるとともに、前記引き出し装置の下流側で前記引っ張り力を開放することによって、

前記光ファイバ心線の自然長が前記光ファイバケーブルの自然長よりも長くなるように、前記光ファイバ心線と前記外被との間に隙間なく前記光ファイバ心線が前記外被に被覆

10

20

された前記光ファイバケーブルを製造することを特徴とする光ファイバケーブル製造方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の光ファイバケーブル製造方法であって、
前記抗張力体の前記送り出し装置と、前記引き出し装置との間で前記抗張力体にかかる前記引っ張り力が設定可能であることを特徴とする光ファイバケーブル製造方法。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の光ファイバケーブル製造方法であって、
前記外被は、前記抗張力体から分離すると収縮することを特徴とする光ファイバケーブル製造方法。

10

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 の何れかに記載の光ファイバケーブル製造方法であって、
前記光ファイバ心線の自然長を L_1 とし、前記光ファイバケーブルの自然長を L_2 とし、
前記光ファイバ心線の余長率を $((L_1 - L_2) / L_2) \times 100$ としたとき、
前記光ファイバ心線の余長率は、0.05 以上であることを特徴とする光ファイバケーブル製造方法。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の光ファイバケーブル製造方法であって、
前記光ファイバ心線の余長率は、0.08 以上であることを特徴とする光ファイバケーブル製造方法。

20

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 の何れかに記載の光ファイバケーブル製造方法であって、
前記一对の抗張力体は、それぞれ被覆層によって被覆されており、
前記セパレータは、幅方向の両端が前記被覆層にそれぞれ接することを特徴とする光ファイバケーブル製造方法。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 の何れかに記載の光ファイバケーブル製造方法であって、
前記光ファイバ心線と前記一对の抗張力体との間に、前記外被の一部が配置されていることを特徴とする光ファイバケーブル製造方法。

30

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 の何れかに記載の光ファイバケーブル製造方法であって、
前記光ファイバ心線は、前記セパレータの両面に配置され、
前記セパレータは、前記一对の抗張力体の中心を結んだ平面上に配置されていることを特徴とする光ファイバケーブル製造方法。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 7 の何れかに記載の光ファイバケーブル製造方法であって、
前記光ファイバ心線は、前記セパレータの片面にのみにおいて、前記一对の抗張力体の中心を結んだ平面上に配置されていることを特徴とする光ファイバケーブル製造方法。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、光ファイバケーブル製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

光ファイバケーブルの一つとして、光ファイバ心線を挟んだ一对の抗張力体を被覆層で被覆し、光ファイバ及び一对の被覆層を外部被膜（以下、外被ともいう）で一括被覆した構造が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。特許文献 1 に記載の光ファイバケーブルによれば、中間後分岐作業において被覆層に達する切り込みを外被に入れると外被を分割することができ、外被から被覆層及び光ファイバ心線を容易に分離することができる。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2012-118450号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上述したような光ファイバケーブルにおいて、光ファイバ心線と周囲の外被との間に隙間があると、光ファイバ心線が蛇行し、マイクロバンド損による損失が増加するため、光ファイバ心線の周りに外被を隙間なく覆うようにすることが望ましい。

10

【0005】

しかしながら、光ファイバ心線の周りに外被を隙間なく覆うように被覆すると、外被を分割した際に、光ファイバ心線が外被の分割片に食い込んだ状態となり、光ファイバを取り出すことが困難になる。

【0006】

本発明は、光ファイバケーブルを分岐する際に、外被の分割片から光ファイバを取り出し易くすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するための主たる発明は、光ファイバ心線、一对の抗張力体及びセパレータをそれぞれの送り出し装置から押出機に供給し、前記押出機において、外被を構成する樹脂で前記光ファイバ心線、前記一对の抗張力体及び前記セパレータを被覆した光ファイバケーブルを押し出し、前記押出機から押し出された前記光ファイバケーブルを冷却機で冷却することによって、前記光ファイバ心線と、前記光ファイバ心線を挟んで前記光ファイバ心線に平行に配置された前記一对の抗張力体と、前記一对の抗張力体の間に配置され、少なくとも一方の面が前記光ファイバ心線と接する前記セパレータと、前記光ファイバ心線及び前記セパレータを被覆する前記外被とを備えた前記光ファイバケーブルを製造する方法であって、前記抗張力体の前記送り出し装置と、前記冷却機よりも下流側に設けられた引き出し装置との間で前記抗張力体に引っ張り力をかけるとともに、前記引き出し装置の下流側で前記引っ張り力を開放することによって、前記光ファイバ心線の自然長が前記光ファイバケーブルの自然長よりも長くなるように、前記光ファイバ心線と前記外被との間に隙間なく前記光ファイバ心線が前記外被に被覆された前記光ファイバケーブルを製造することを特徴とする光ファイバケーブル製造方法。

20

30

【0008】

このような光ファイバケーブルによれば、光ファイバケーブルを分岐する際に、外被の分割片から光ファイバを取り出し易くすることができる。

【0009】

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】

40

【0010】

本発明によれば、光ファイバケーブルを分岐する際に、外被の分割片から光ファイバを取り出し易くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】第1実施形態の光ファイバケーブル1の断面図である。

【図2】図2Aは、間欠固定型の光ファイバテープの説明図であり、図2Bは、通常的光ファイバテープの説明図である。

【図3】図3A及び図3Bは、光ファイバケーブル1の分岐時の説明図である。

【図4】図4Aは、本実施形態の分割片から露出した光ファイバ10の説明図であり、図

50

4 B は、比較例の分割片から露出した光ファイバ 10 の説明図である。

【図 5】図 5 A 及び図 5 B は分岐の別の例を示す説明図である。

【図 6】光ファイバケーブル 1 の製造システムの説明図である。

【図 7】第 2 実施形態の光ファイバケーブル 1 の断面図である。

【図 8】第 3 実施形態の光ファイバケーブル 1 の断面図である。

【図 9】第 4 実施形態の光ファイバケーブル 1 の断面図である。

【図 10】第 5 実施形態の光ファイバケーブル 1 の断面図である。

【図 11】第 6 実施形態の光ファイバケーブル 1 の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

10

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。

【0013】

光ファイバと、前記光ファイバを挟んで光ファイバに平行に配置された一对の抗張力体と、前記一对の抗張力体の間に配置され、少なくとも一方の面が前記光ファイバと接するセパレータと、前記光ファイバ及び前記セパレータを被覆する外被とを備えた光ファイバケーブルであって、前記光ファイバの自然長が前記光ファイバケーブルの自然長よりも長くなるように、前記光ファイバが前記外被に被覆されていることを特徴とする光ファイバケーブルが明らかとなる。

このような光ファイバケーブルによれば、光ファイバケーブルを分岐する際に、外被の分割片から光ファイバを取り出し易くすることができる。

20

【0014】

前記外被は、前記抗張力体から分離すると収縮することが望ましい。これにより、光ファイバがさらに取り出しやすくなる。

【0015】

前記光ファイバの自然長を L_1 とし、前記光ファイバケーブルの自然長を L_2 とし、前記光ファイバの余長率を $(L_1 - L_2) / L_2 \times 100$ としたとき、前記光ファイバの余長率は、0.05 以上であることが望ましい。

【0016】

前記光ファイバの余長率は、0.08 以上であることがさらに望ましい。

【0017】

30

前記一对の抗張力体は、それぞれ被覆層によって被覆されており、前記セパレータは、幅方向の両端が前記被覆層にそれぞれ接することが望ましい。これにより、外被を分離し易くすることができる。

【0018】

前記光ファイバと前記一对の抗張力体との間に、前記外被の一部が配置されていることが望ましい。これにより、分割片に光ファイバを入り込ませることができる。

【0019】

前記光ファイバは、前記セパレータの両面に配置され、前記セパレータは、前記一对の抗張力体の中心を結んだ平面上に配置されていてもよい。

【0020】

40

前記光ファイバは、前記セパレータの片面にのみにおいて、前記前記一对の抗張力体の中心を結んだ平面上に配置されていてもよい。

【0021】

=== 第 1 実施形態 ===

< 全体構成 >

図 1 は、第 1 実施形態の光ファイバケーブル 1 の断面図である。図中には、光ファイバケーブル 1 の長手方向に垂直な断面が示されている。

【0022】

以下の説明では、図 1 に示す通りに、各方向を定義する。すなわち、一对の抗張力体 11 の並ぶ方向を「幅方向」とする。また、光ファイバケーブル 1 の長手方向（図 1 の紙面

50

に垂直な方向)と幅方向とに垂直な方向を「厚さ方向」とする。

【0023】

第1実施形態の光ファイバケーブル1は、光ファイバ10を含む光ファイバテープ3と、一对の抗張力体11と、一对の被覆層12と、セパレータ13と、外被14とを有する。

【0024】

光ファイバテープ3は、複数(ここでは4本)の光ファイバ10をテープ状に並列させて連結した部材である。光ファイバテープ3は、間欠固定型の光ファイバテープを採用可能である。

【0025】

図2Aは、間欠固定型の光ファイバテープの一例の説明図である。

間欠固定型の光ファイバテープは、複数の光ファイバ10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。間欠固定型光ファイバテープの隣接する2心の光ファイバ10は、連結部5によって連結されている。隣接する2心の光ファイバ10間には、複数の連結部5が長手方向に間欠的に配置されている。光ファイバテープの複数の連結部5は、長手方向及びテープ幅方向に2次的に間欠的に配置されている。連結部5は、例えば紫外線硬化型樹脂又は熱可塑性樹脂によって、形成されている。隣接する2心の光ファイバ10間の連結部5以外の領域は、非連結部6になっている。非連結部6では、隣接する2心の光ファイバ10同士は拘束されていない。このため、間欠固定型の光ファイバテープは、単体であれば、光ファイバテープを丸めて束状にしたり、折り畳んだりすることが可能である。

【0026】

光ファイバテープ3は、図中の間欠固定型の光ファイバテープに限られるものではなく、光ファイバ10の本数や連結部の配置を変更したもので良い。また、光ファイバテープ3は、間欠固定型の光ファイバテープに限られるものではなく、図2Bに示すように、長手方向及び幅方向に連結部が連続的に形成された通常的光ファイバテープでも良い。

【0027】

また、光ファイバケーブル1は、光ファイバテープを構成する光ファイバではなく、単心の光ファイバ(光ファイバ素線又は光ファイバ心線)を複数有しても良い。また、光ファイバケーブル1内の光ファイバは、他の本数でも良く、1本でも良い。このように、光ファイバケーブル1の有する光ファイバの本数及び種類は、特に限定されるものではない。

【0028】

2枚の光ファイバテープ3は、セパレータ13の両面に配置されている。光ファイバテープ3の幅W1(幅方向に並ぶ複数の光ファイバの幅)は、セパレータ13の幅W2よりも狭い。また、光ファイバテープ3の幅方向の外側には、外被14が配置されている。言い換えると、光ファイバテープ3の幅方向の端部と、被覆層12の内側の側面との間には、外被14が配置されている。これにより、光ファイバケーブル1内において光ファイバ10の位置を安定させることができる。

【0029】

光ファイバテープ3の一方の面は、セパレータ13に接している。これにより、光ファイバテープ3とセパレータ13との間に外被14が入り込みにくくなっている。つまり、光ファイバ10は、セパレータ13側の面以外の周囲が外被14に覆われている。この結果、後述するように外被14の分割片(被覆層12から分離された外被14の一部)から光ファイバ10の一部が露出する(図3B、図4A参照)。以下の説明において、被覆層12から分離された外被14の一部のことを「分割片」と呼ぶことがある。

【0030】

なお、光ファイバテープ3の端部の光ファイバ10とセパレータ13との間には、外被14が外側から入り込んでおり、図1に示す幅W3は、外被14の分割片から露出する光ファイバ10の幅となる。ここでは、幅W3は、光ファイバテープ3の両端の光ファイバ

10

20

30

40

50

10の頂部同士の間隔であり、光ファイバテープ3の幅W1よりも狭い。

【0031】

本実施形態では、光ファイバ10は、余長を入れた状態で光ファイバケーブル1内に収容されている。すなわち、張力のかかかっていない自然長の状態にしたときに、光ファイバ10の自然長が、光ファイバケーブル1の自然長よりも長くなるように、光ファイバ10が外被14に被覆されている。これにより、後述するように、光ファイバケーブル1の分岐の際に光ファイバ10を取り出し易くなる。

【0032】

また、後述するように、光ファイバ10の余長率は、0.05%以上であることが望ましく、0.08%以上であることが更に望ましい。なお、光ファイバ10の余長率とは、光ファイバ10の自然長をL1とし、光ファイバケーブル1の自然長をL2としたとき、 $(L1 - L2) / L2 \times 100$ で定義される値(%)である。この点については、後述する。

【0033】

抗張力体11は、外被14や被覆層12の収縮に抗い、光ファイバケーブル1の収縮により光ファイバ10に印加される歪みや曲げを抑制する部材(テンションメンバ)である。抗張力体11は、線状の部材であり、その長手方向が光ファイバ10の長手方向に沿うように、光ファイバケーブル1の内部(ここでは被覆層12)に埋設されている。抗張力体11の材料としては、ノンメタリック材料やメタリック材料が使用可能である。ノンメタリック材料としては、例えばガラス繊維強化プラスチック(GFRP)、ケブラー(登録商標)により強化したアラミド繊維強化プラスチック(KFRP)、ポリエチレン繊維により強化したポリエチレン繊維強化プラスチックなどの繊維強化プラスチック(FRP)が使用可能である。メタリック材料としては、鋼線などの金属線が使用可能である。抗張力体11の断面形状は、ここでは円形状であるが、断面形状を例えば扁平形状、楕円形状、長方形又は矩形としても良い。

【0034】

一对の抗張力体11は、いずれも長手方向に平行に配置されており、幅方向に並んで配置されている。一对の抗張力体11の間には、光ファイバ10及びセパレータ13が配置されている。

【0035】

被覆層12は、抗張力体11を被覆する部材である。被覆層12は、抗張力体11に沿って抗張力体11の周囲に形成されている。これにより、抗張力体11は、被覆層12の内部に埋設されている。被覆層12の材料としては、例えばポリ塩化ビニル(PVC)、ポリエチレン(PE)、ナイロン(商標登録)、フッ化エチレン又はポリプロピレン(PP)等の樹脂や、例えば水酸化マグネシウム、水酸化アルミニウムのような水和金属化合物を難燃剤として含有するポリオレフィンコンパウンドを適宜選択して使用可能である。被覆層12の断面形状は、ここでは厚さ方向を長辺とする長方形であるが、厚さ方向を短辺とする長方形でも良いし、円形状や楕円形状等にしても良い。

【0036】

被覆層12の硬度は、外被14の硬度よりも高いことが望ましい。例えば、外被14の材料としてPVCを採用し、被覆層12の材料としてPPを使用すると良い。被覆層12の硬度を外被14の硬度よりも高くすることにより、外被14に切り込みを入れるときに、刃を入れた際の反力で適正な位置に切り込みを入れたか確認できる。

【0037】

一对の被覆層12は、いずれも長手方向に平行に配置されており、幅方向に並んで配置されている。一对の被覆層12の間には、光ファイバ10及びセパレータ13が配置されている。より詳しく説明すると、一对の被覆層12の上側の頂部同士を含む平面S1と、一对の被覆層12の下側の頂部同士を含む平面S2との間に挟まれるように、光ファイバ10及びセパレータ13が配置されている。被覆層12の内側の側面は、セパレータ13の端部と接している。このため、一对の被覆層12の内側の側面の間隔は、セパレータ1

10

20

30

40

50

3の幅W2となる。

【0038】

セパレータ13は、外被14を厚さ方向に分離する部材(介在)である。また、セパレータ13は、光ファイバ10の一部が外被14に覆われることを防ぎ、光ファイバ10の取り出しを容易にする部材でもある。セパレータ13は、テープ状(扁平状・带状)の部材であり、その長手方向が光ファイバ10の長手方向に沿うように、光ファイバケーブル1の内部に埋設されている。また、テープ状のセパレータ13は、テープ面が幅方向に平行になるように配置されている。セパレータ13の厚さは、例えば0.2mm程度である。セパレータ13は、被覆層12や外被14に対して融着も接着もされておらず、被覆層12や外被14から容易に剥離する材料で形成されている。なお、「融着」とは、被覆層12や外被14の押出成形時の熱により融着されていることを意味し、「接着」とは、押出成形時の熱により融着することとは別の方法により接着されていることを意味する。また、セパレータ13は、光ファイバ10(光ファイバテープ3)に対しても接着されていない。

10

セパレータ13の材料としては、例えばポリエチレン(PE)、ポリプロピレン(PP)、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリブチレンテレフタレート(PBT)若しくはナイロン(登録商標)等の熱可塑性樹脂又はエポキシ等の熱硬化性樹脂や、鋼、鉄(Fe)、銅(Cu)、アルミニウム(Al)等の金属材料が使用可能である。

【0039】

セパレータ13は、少なくとも一方の面が光ファイバ10の一部と接しており、ここではセパレータ13の両面とも光ファイバテープ3の一方の面と接している。これにより、光ファイバテープ3とセパレータ13との間に外被14が入り込みにくくなっている。この結果、後述するように光ファイバケーブル1の分岐作業の際に、外被14の分割片から光ファイバ10の一部が露出することになる(図3B、図4A参照)。

20

【0040】

セパレータ13は、一对の被覆層12の間に配置されており、セパレータ13の両縁(幅方向の両端)は被覆層12に接している。これにより、セパレータ13の縁(幅方向の端部)と被覆層12との間には外被14が入り込みにくくなっている。この結果、後述するように光ファイバケーブル1の分岐作業の際に、セパレータ13によって厚さ方向に分離された外被14が分割片としてセパレータ13から分離することになる(図3B参照)。

30

【0041】

外被14は、光ファイバケーブル1の他の構成要素を収容するように被覆する部材(シース)である。ここでは、外被14は、2枚の光ファイバテープ3、一对の被覆層12及びセパレータ13の周囲を一括被覆している。外被14は、図1に点線で示された平面S1と平面S2で挟まれた領域であって、一对の被覆層12の内側の領域に入り込んでいる。光ファイバ10上の外被14の厚さは、被覆層12上の外被14の厚さよりも厚く形成されている。また、外被14は、被覆層12の内側の側面と光ファイバ10(光ファイバテープ3の幅方向の端部)との間にも形成されている。このため、外被14は、セパレータ13側の面以外の光ファイバテープ3の周囲を覆っている。

40

【0042】

外被14の材料は、例えばポリ塩化ビニル(PVC)、ポリエチレン(PE)、ナイロン(商標登録)、フッ化エチレン又はポリプロピレン(PP)等の樹脂や、例えば水酸化マグネシウム、水酸化アルミニウムのような水和金属化合物を難燃剤として含有するポリオレフィンコンパウンドを適宜選択して使用可能である。なお、ポリエチレン(PE)としては、後述する低密度ポリエチレン(LDPE)、直鎖状低密度ポリエチレン(LLDPE)の他に、高密度ポリエチレン(HDPE)などを用いることができる。

【0043】

外被14は、被覆層12と同じ材料でも良いし、異なる材料でも良い。但し、上記の通り、外被14の硬度は、被覆層12の硬度よりも低いことが望ましい。

50

【 0 0 4 4 】

外被 1 4 は、被覆層 1 2 の頂部よりも外側の側面において被覆層 1 2 と融着又は接着している。外被 1 4 は、押出成形後の冷却によって収縮するが、被覆層 1 2 と融着又は接着しているため、抗張力体 1 1 に支持されて、収縮せずに歪みが残存している。後述するように、外被 1 4 が被覆層 1 2 から分離すると、外被 1 4 が長手方向に収縮することになる。

【 0 0 4 5 】

外被 1 4 は、被覆層 1 2 の頂部から内側（光ファイバ 1 0 側）の側面においては、被覆層 1 2 と融着も接着もしていない。これにより、次に説明するように、被覆層 1 2 上の外被 1 4 を工具で切断したときに、外被 1 4 の一部が被覆層 1 2 から分離して、外被 1 4 の分割片が形成されることになる。

【 0 0 4 6 】

< 分割片と光ファイバの状態 >

図 3 A 及び図 3 B は、光ファイバケーブル 1 の分岐時の説明図である。

作業者は、例えば光ファイバケーブル 1 の中間後分岐の際に、図 3 A に示すように、工具 2 0 を用いて、被覆層 1 2 の頂部上の外被 1 4 を切断する。工具 2 0 の刃の長さ（深さ）は、被覆層 1 2 上の外被 1 4 の厚さ以上（外被 1 4 の表面から被覆層 1 2 の頂部まで達する長さ以上）であり、光ファイバ 1 0 上の外被 1 4 の厚さよりも短く調整されており、工具 2 0 の刃が光ファイバ 1 0 まで達しないように調整されている。工具 2 0 の刃を入れる位置は、被覆層 1 2 の頂部のいずれの位置でも良い。外被 1 4 の表面にノッチが形成されている場合には、ノッチが被覆層 1 2 の頂部の位置に形成されていることが望ましい。

【 0 0 4 7 】

既に説明したように、被覆層 1 2 の頂部から内側（光ファイバ 1 0 側）の側面においては、外被 1 4 と被覆層 1 2 との間は融着も接着もされていない。また、外被 1 4 とセパレータ 1 3 との間も融着も接着もされていない。また、光ファイバテープ 3 とセパレータ 1 3 との間も接着もされていない。このため、図 3 A に示すように、それぞれの被覆層 1 2 の頂部上の外被 1 4 を切断すると、図 3 B に示すように、2 箇所切断位置よりも幅方向内側の外被 1 4（分割片）が分離される。

【 0 0 4 8 】

分割片のセパレータ 1 3 側の面からは光ファイバ 1 0 が露出する。既に説明したように、光ファイバテープ 3 の端部の光ファイバ 1 0 とセパレータ 1 3 との間には外被 1 4 が外側から入り込んでいるため、分割片から露出する光ファイバ 1 0 の幅 W 3 は、光ファイバテープ 3 の両端の光ファイバ 1 0 の頂部同士の間隔となり、光ファイバテープ 3 の幅 W 1 よりも狭い。このため、図 3 B に示すように、分割片を光ファイバケーブル 1 から分離したときに、分割片に光ファイバ 1 0 が入り込んだ状態になる。

【 0 0 4 9 】

図 4 B は、比較例の分割片から露出した光ファイバ 1 0 の説明図である。比較例では、光ファイバ 1 0 の自然長が、光ファイバケーブル 1 の自然長と同じになるように、光ファイバ 1 0 が外被 1 4 に被覆されている。このため、光ファイバケーブル 1 の分岐の際に、被覆層 1 2 から分離された分割片の中に光ファイバ 1 0 が完全に入り込んだ状態になり、分割片から光ファイバ 1 0 を取り出すことが困難になる。特に、間欠固定型の光ファイバテープが採用された場合、光ファイバ 1 0 の間の非連結部 6 に外被 1 4 が入り込んだ状態になり、光ファイバ 1 0 を取り出すことが非常に困難になる。

【 0 0 5 0 】

図 4 A は、本実施形態の分割片から露出した光ファイバ 1 0 の説明図である。

既に説明したように、本実施形態では、光ファイバ 1 0 の自然長が、光ファイバケーブル 1 の自然長よりも長くなるように、光ファイバ 1 0 が外被 1 4 に被覆されている。すなわち、光ファイバ 1 0 は余長を入れた状態（長手方向に圧縮された状態）で外被 1 4 に被覆されている。このため、光ファイバケーブル 1 の分岐の際に、被覆層 1 2 から分離された分割片の光ファイバ 1 0 は光ファイバケーブル 1 よりも長くなる。

【 0 0 5 1 】

加えて、外被 1 4 は抗張力体 1 1 に支持されることによって収縮せずに歪みが残存しているため、外被 1 4 が被覆層 1 2 から分離すると、外被 1 4 が収縮することになる。このため、分割片（外被 1 4）は光ファイバケーブル 1（ほぼ抗張力体 1 1 の長さ）よりも短くなる。

【 0 0 5 2 】

すなわち、分割片に対して光ファイバ 1 0 が長くなり、これにより光ファイバ 1 0 は露出箇所において弛んだ状態（図 4 A のような湾曲した状態）となる。よって、光ファイバケーブル 1 を分岐する際に、外被 1 4 の分割片から光ファイバ 1 0 を取り出し易くすることができる。特に、外被が食い込んで光ファイバを取り出しにくい間欠固定型の光ファイバテープや単心ファイバなどの場合に有効である。

10

【 0 0 5 3 】

なお、本実施形態では中間後分岐の際に外被 1 4 の 2 箇所を切断して外被 1 4 を分割（2 分割）していたがこれには限られない。

【 0 0 5 4 】

図 5 A 及び図 5 B は分岐の別の例を示す説明図である。

図 5 A に示すように、工具 2 0 を用いて、被覆層 1 2 の頂部に位置する外被 1 4 の 4 箇所を切断してもよい。セパレータ 1 3 を配置しているのので、切り込みを入れることで、図 5 B に示すように外被 1 4 を 4 分割することができ、一对の被覆層 1 2 と光ファイバ 1 0 とを容易に分離することができる。このとき、一对の被覆層 1 2 の外側の側面において一对の被覆層 1 2 と外被 1 4 とが融着又は接着しているため、分割後も被覆層 1 2 と外被 1 4 の一部は一体化している。

20

【 0 0 5 5 】

この場合、外被 1 4 の 2 つの分割片から、それぞれ光ファイバ 1 0 を容易に取り出すことができる。

【 0 0 5 6 】

< 光ファイバケーブル 1 の製造方法 >

図 6 は、光ファイバケーブル 1 の製造システムの説明図である。

図に示す製造システムは、押出機 3 2 と、冷却機 3 4 と、引き出し装置 3 6 と、ドラム 3 8 とを備える。

30

【 0 0 5 7 】

押出機 3 2 には、光ファイバテープ 3（光ファイバ 1 0）、セパレータ 1 3、抗張力体 1 1 が、それぞれの送り出し装置から供給される。なお、予め抗張力体 1 1 を被覆層 1 2 で被覆しておき、抗張力体 1 1 を被覆した被覆層 1 2 が押出機 3 2 に供給されても良い。若しくは、押出機 3 2 で被覆層 1 2 と外被 1 4 とを共押ししても良い。

【 0 0 5 8 】

押出機 3 2 は、抗張力体 1 1 を供給源（送り出し装置）から繰り出しながら、光ファイバテープ 3 及びセパレータ 1 3 を走行させつつ、これらを溶融した樹脂（外被 1 4）で被覆させる。より具体的には、押出機 3 2 は、ニップルとダイス（共に不図示）を有しており、ニップルによって抗張力体 1 1、光ファイバテープ 3、及びセパレータ 1 3 をダイス孔に導く。ダイス内には外被 1 4 を構成する樹脂が溶融状態で充填されており、ダイス孔へと導かれた抗張力体 1 1、光ファイバテープ 3、及びセパレータ 1 3 は、当該樹脂で被覆される。こうしてダイス孔から外被 1 4 で被覆された光ファイバケーブル 1 が押し出される。

40

【 0 0 5 9 】

なお、抗張力体 1 1 には、抗張力体 1 1 の送り出し装置と、引き出し装置 3 6 との間で張力（引っ張り力）がかかっている。これは、光ファイバ 1 0 を、余長を入れた状態で光ファイバケーブル 1 内に収容するためである。

【 0 0 6 0 】

冷却機 3 4 は、押出機 3 2 から供給される樹脂（外被 1 4）を冷却するためのものであ

50

る。このとき、冷却により外被 1 4 は収縮しようとするが、抗張力体 1 1 に支持されることによって、収縮せずに歪み（成形歪み）が残存する。なお、冷却機 3 4 は、押出機 3 2 と引き出し装置 3 6 との間であり、抗張力体 1 1 に引っ張り力がかかった状態で外被 1 4 が冷却される。

【 0 0 6 1 】

引き出し装置 3 6 は、冷却機 3 4 よりも下流側に設けられており、上流側の抗張力体 1 1 に張力をかけている。これにより、前述したように、抗張力体 1 1 の送り出し装置と、引き出し装置 3 6 との間の抗張力体 1 1 には張力（引っ張り力）がかかっている。この張力の設定によって、光ファイバ 1 0 の余長率が定められる。例えば光ファイバ 1 0 の余長率を 0 . 1 % とする場合は、その 0 . 1 % に応じた張力を抗張力体 1 1 にかけた状態で一

10

【 0 0 6 2 】

引き出し装置 3 6 は、この張力を下流側で開放して、光ファイバケーブル 1 をドラム 3 8 に供給する。張力が開放されると、光ファイバ 1 0 の自然長が、光ファイバケーブル 1 の自然長よりも長くなるように、光ファイバ 1 0 が外被 1 4 に被覆された状態になる。すなわち、光ファイバ 1 0 は長手方向に圧縮された状態で外被 1 4 に被覆される。なお、光ファイバ 1 0 に圧縮歪みがかかっても、光ファイバ 1 0 が真っ直ぐであれば、光損失の問題は生じない（後述する実施例参照）。また、伸び歪みが長時間かかると光ファイバ 1 0 （ガラス）の寿命が短くなるおそれがあるが、本実施形態では光ファイバ 1 0 にかかるのは圧縮歪みであるので問題はない。

20

【 0 0 6 3 】

＝ ＝ 第 2 実施形態 ＝ ＝

図 7 は、第 2 実施形態の光ファイバケーブル 1 の断面図である。第 2 実施形態の光ファイバケーブル 1 は、被覆層 1 2 の内側に、光ファイバ 1 0 の直径よりも小さくセパレータ 1 3 のみが入る溝部 4 0 を有し、セパレータ 1 3 の両端を溝部 4 0 にはめ込んでいる点が、第 1 実施形態（図 1 ）と異なる。

【 0 0 6 4 】

第 2 実施形態によれば、光ファイバケーブル 1 の製造時に、一对の被覆層 1 2 の溝部 4 0 にセパレータ 1 3 の両端をはめ込みつつ外被 1 4 を形成することができるので、製造が容易となる。

30

【 0 0 6 5 】

＝ ＝ 第 3 実施形態 ＝ ＝

図 8 は、第 3 実施形態の光ファイバケーブル 1 の断面図である。第 3 実施形態の光ファイバケーブル 1 は、セパレータ 1 3 の断面が略 H 形状である点が、第 1 実施形態（図 1 ）と異なる。

【 0 0 6 6 】

第 3 実施形態によれば、セパレータ 1 3 と一对の被覆層 1 2 との接触面積を大きくすることができ、セパレータ 1 3 を一对の被覆層 1 2 に容易に押し当てることができ、製造が容易となる。

【 0 0 6 7 】

＝ ＝ 第 4 実施形態 ＝ ＝

図 9 は、第 4 実施形態の光ファイバケーブル 1 の断面図である。第 4 実施形態の光ファイバケーブル 1 は、図に示すように、光ファイバ 1 0 がセパレータ 1 3 の両面に配置されておらず、片面にのみ配置されている点が、第 1 実施形態（図 1 ）と異なる。

40

【 0 0 6 8 】

光ファイバ 1 0 は、一对の抗張力体 1 1 を結ぶ平面 S 0 （ケーブル曲げ中立線）上に配置されていることが好ましい。この場合、ケーブルを曲げた際に生ずる光ファイバ 1 0 の歪みを可能な限り小さくし、光ファイバ 1 0 の寿命を最大化することができる。

【 0 0 6 9 】

更に、セパレータ 1 3 の光ファイバ 1 0 が配置されていない面（換言すると外被 1 4 の

50

みと接する面)が、外被14と融着又は接着していても良い。これにより、ケーブル分割時にセパレータ13と外被14とを一括して除去することが可能となり、作業性を向上させることができる。

【0070】

第4実施形態によれば、セパレータ13と一对の被覆層12との接触面積を大きくすることができ、セパレータ13を一对の被覆層12に容易に押し当てることができ、製造が容易となる。

【0071】

=== 第5実施形態 ===

図10は、第5実施形態の光ファイバケーブル1の断面図である。第5実施形態の光ファイバケーブル1は、セパレータ13の両面に単心の光ファイバ10がそれぞれ配置されている点が、第1実施形態(図1)と異なる。この場合、光ファイバ10の直径が、セパレータ13の幅よりも小さければ良い。

10

【0072】

=== 第6実施形態 ===

図11は、第6実施形態の光ファイバケーブル1の断面図である。第6実施形態の光ファイバケーブル1は、セパレータ13の両面にそれぞれ配置される光ファイバ10の本数が互いに異なる点が、第1実施形態(図1)と異なる。光ファイバ10の並んだ幅W1は、光ファイバ10の並んだ幅W4よりも大きい。セパレータ13の幅W2は、光ファイバ10の並んだ幅W1, W4のうち、広い方の幅W1よりも大きければ良い。

20

【0073】

=== 実施例 ===

< 第1実施例 >

図1に示す光ファイバケーブル1を作成し、光ファイバ10の取出し性と伝送損失を確認した。

【0074】

光ファイバ10には4心間欠接着型テープ心線を2本、セパレータ13には、ポリプロピレン製テープ、抗張力体11にはアラミドFPR、被覆層12にはポリプロピレン、外被14には直鎖状低密度ポリエチレン(LLDPE)を用いた。

【0075】

そして、光ファイバ10の余長率を変えた場合の光ファイバ10の取出し性と伝送損失を確認した。なお、余長率とは、前述したように、光ファイバ10の自然長をL1とし、光ファイバケーブル1の自然長をL2としたとき、 $((L1 - L2) / L2) \times 100$ で定義される値(%)である。また、伝送損失は、波長1.55μmでOTDRを用いて測定した。

30

この評価結果は、次の表1に示す通りである。

【0076】

【表1】

	比較例1	比較例2	実施例1	実施例2	実施例3
心線余長率(%)	-0.05	0.00	+0.05	+0.08	+0.10
外被材	LLPDE	LLPDE	LLPDE	LLPDE	LLPDE
心線取出し性	×	×	○	◎	◎
伝送損失(dB/km)	0.19	0.20	0.20	0.20	0.19

40

【0077】

表1では、光ファイバケーブル1を分割した際に、分割片に光ファイバ10が食い込んで取出しが困難なものを×印、分割片から光ファイバ10を取り出せるものを○印、容易に取り出せるものを◎印で示している。

【0078】

表1から、余長率が大きいほど光ファイバ10が取り出しやすくなることが確認できる。余長率としては、表1より0.05%以上が望ましく、0.08%以上が更に望ましい

50

ことが確認できる。また、表 1 に示す通り、伝送損失は余長率にかかわらずほぼ同等であり、余長率の違いによる伝送損失への影響は見られない。

【 0 0 7 9 】

< 第 2 実施例 >

次に、図 1 に示す光ファイバケーブル 1 を外被 1 4 の種類を変えて作成し、第 1 実施例と同様の評価を行った。外被 1 4 としては、低密度ポリエチレン (L D P E) と、直鎖状低密度ポリエチレン (L L D P E) を用いた。なお、直鎖状低密度ポリエチレン (L L D P E) は、低密度ポリエチレン (L D P E) と比べて、分子構造に直鎖分岐が無く、結晶性が高い。

この評価結果は、表 2 に示す通りである。

10

【 0 0 8 0 】

【表 2】

	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7
心線余長率(%)	+0.05	+0.08	+0.05	+0.08
外被材	LDPE	LDPE	LLPDE	LLPDE
心線取出し性	△	○	○	◎
伝送損失(dB/km)	0.19	0.20	0.20	0.20

【 0 0 8 1 】

表 2 に示す通り、同じ心線余長率で比較すると、直鎖状低密度ポリエチレン (L L D P E) の方が、低密度ポリエチレン (L D P E) よりも光ファイバ 1 0 の取出し性が優れている。これは、低密度ポリエチレン (L D P E) よりも直鎖状低密度ポリエチレン (L L D P E) の方が、外被 1 4 を分離したときに収縮しやすいことによると考えられる。したがって、外被 1 4 を抗張力体 1 1 から分離すると、外被 1 4 が収縮する方が望ましいことが確認できる。

20

【 0 0 8 2 】

＝ ＝ 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。

【 0 0 8 3 】

30

< セパレータ 1 3 について >

前述の実施形態では、セパレータ 1 3 の幅方向の形状は直線状であったが、これに限られるものではない。例えば円弧状に撓んでいても良い。

【 0 0 8 4 】

< 被覆層 1 2 について >

前述の実施形態では抗張力体 1 1 の周りに被覆層 1 2 を形成していたが、被覆層 1 2 を設けずに、被覆層 1 2 の部分を外被 1 4 で成形してもよい。そして、例えば、外被 1 4 の所定位置にノッチを形成しておき、その位置でセパレータ 1 3 まで切り込みを入れることで、分割片を得るようにしてもよい。

【符号の説明】

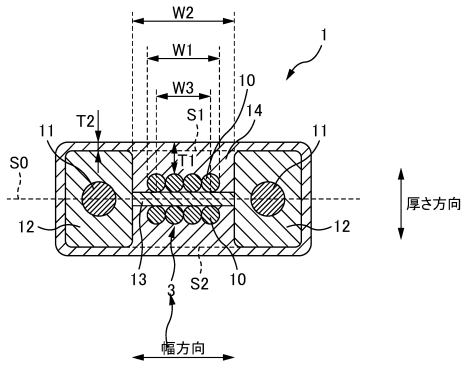
40

【 0 0 8 5 】

- 1 光ファイバケーブル
- 3 光ファイバテープ
- 5 連結部、6 非連結部、
- 1 0 光ファイバ、1 1 抗張力体、1 2 被覆層、
- 1 3 セパレータ、1 4 外被、
- 2 0 工具、
- 3 2 押出機、3 4 冷却機、
- 3 6 引き出し装置、3 8 ドラム、
- 4 0 溝部

50

【図1】



【図2】

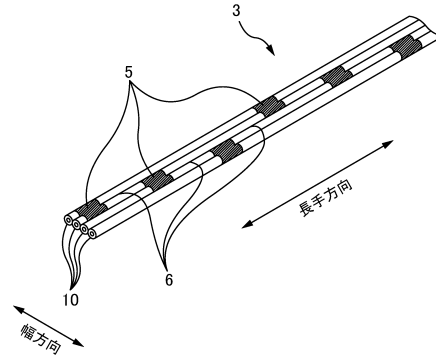


図2A (間欠固定型の光ファイバテープ)

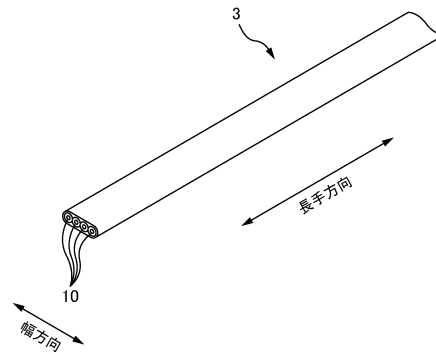


図2B (通常の光ファイバテープ)

【図3】

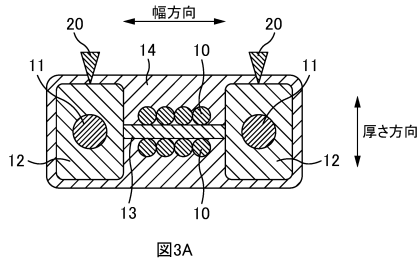


図3A

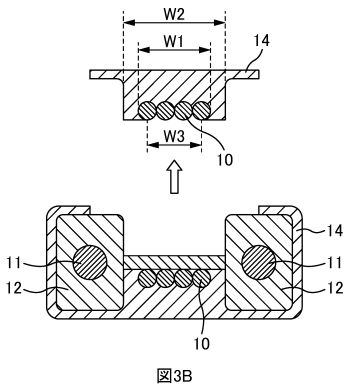


図3B

【図4】

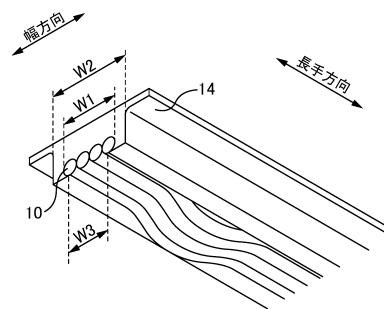


図4A (本実施形態)

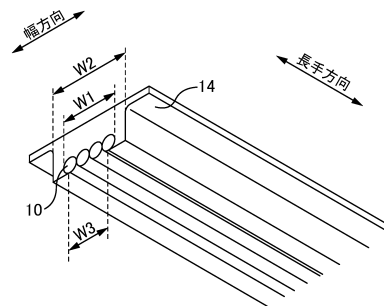


図4B (比較例)

【図5】

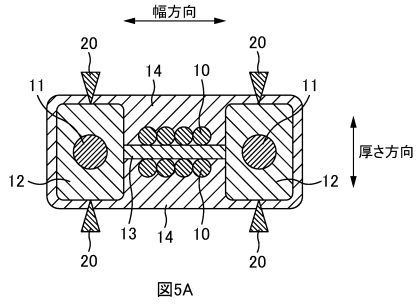


図5A

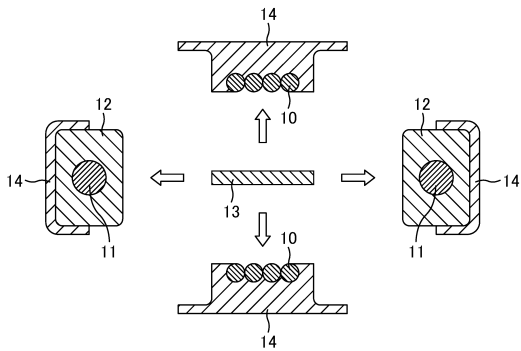
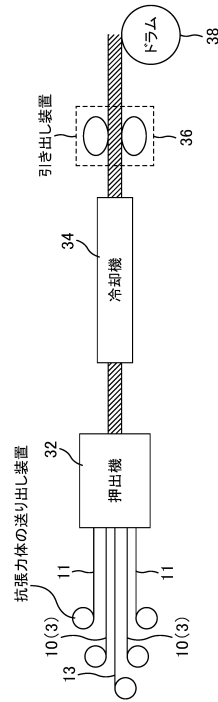
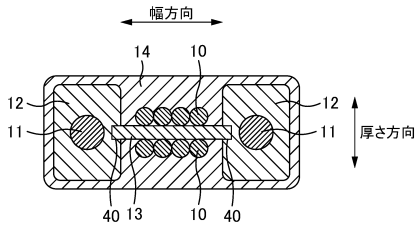


図5B

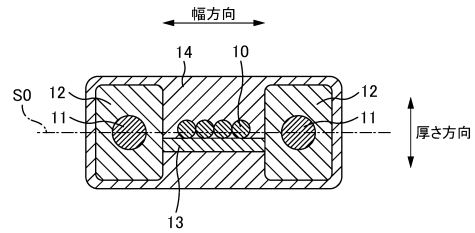
【図6】



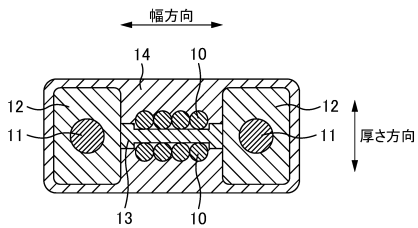
【図7】



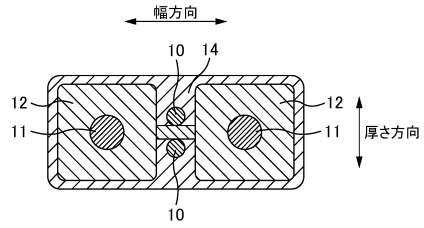
【図9】



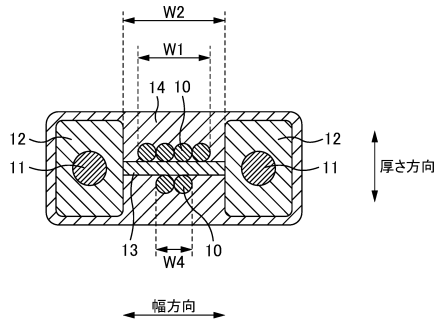
【図8】



【図10】



【図 11】



フロントページの続き

審査官 右田 昌士

- (56)参考文献 特開2014-178419(JP,A)
特開2013-097319(JP,A)
特開2008-015414(JP,A)
特開平07-027956(JP,A)
米国特許出願公開第2008/0118211(US,A1)
特開2002-207146(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/00 - 6/02
G02B 6/10
G02B 6/12 - 6/22
G02B 6/44