

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5351503号  
(P5351503)

(45) 発行日 平成25年11月27日(2013.11.27)

(24) 登録日 平成25年8月30日(2013.8.30)

(51) Int.Cl. F I  
**G O 2 B 6/44 (2006.01)**  
 G O 2 B 6/44 3 6 6  
 G O 2 B 6/44 3 8 1  
 G O 2 B 6/44 3 7 6

請求項の数 22 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2008-314568 (P2008-314568)	(73) 特許権者	000005186
(22) 出願日	平成20年12月10日(2008.12.10)		株式会社フジクラ
(65) 公開番号	特開2009-237537 (P2009-237537A)		東京都江東区木場1丁目5番1号
(43) 公開日	平成21年10月15日(2009.10.15)	(74) 代理人	100083806
審査請求日	平成23年6月10日(2011.6.10)		弁理士 三好 秀和
(31) 優先権主張番号	特願2008-58626 (P2008-58626)	(74) 代理人	100100712
(32) 優先日	平成20年3月7日(2008.3.7)		弁理士 岩▲崎▼ 幸邦
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100100929
			弁理士 川又 澄雄
		(74) 代理人	100101247
			弁理士 高橋 俊一
		(72) 発明者	大里 健
			千葉県佐倉市六崎1440 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及びその光ファイバケーブルにおける口出し方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光ファイバを内部に収納する1つの溝を備えたスロットコアと、このスロットコアの周囲を被覆するシースと、を備えると共に、前記シースが前記溝の開口部側のシース厚を前記溝の開口部側と反対側の薄肉部のシース厚よりも相対的に厚くした厚肉部を有する偏心シース構造である光ファイバケーブルにおいて、

シースの長さ方向に垂直な断面においてシース中心を通り前記溝の開口部の中央を結ぶ方向をY軸とし、前記シース中心を通り前記Y軸に直交する方向をX軸としたとき、前記Y軸がケーブル曲げ中立線となるように前記スロットコアの内部に少なくとも2本以上の線状体又は帯状体をY軸及び/又はその近傍に配設し、かつ、前記溝内に収納する光ファイバの位置が前記Y軸にほぼ一致するように配設し、

前記スロットコアの溝の開口部を覆い、かつ、前記スロットコアの全周は覆わない幅を有する縦添えテープを縦添えすると共に、前記縦添えテープで覆われていない部分の前記スロットコアと前記シースを部分的に固着した固着部を有していることを特徴とする光ファイバケーブル。

【請求項2】

少なくとも1本の線状体または帯状体が鋼線またはFRPで構成されていることを特徴とする請求項1記載の光ファイバケーブル。

【請求項3】

前記固着部の固着力は、400mmのシース長に対するスロットコアの引抜力で示すと

き、98N以上であることを特徴とする請求項1又は2記載の光ファイバケーブル。

【請求項4】

前記固着部は、前記スロットコアの周方向又は長さ方向の一部に設けられた突起部と前記シースを熱融着して構成されていることを特徴とする請求項1、2又は3記載の光ファイバケーブル。

【請求項5】

前記固着部は、前記スロットコアの周方向又は長さ方向の一部を予めざらつかせて形成した表面と前記シースを熱融着して構成されていることを特徴とする請求項1、2又は3記載の光ファイバケーブル。

【請求項6】

前記固着部は、前記スロットコアの周方向又は長さ方向の一部を予めシース温度と同程度以上で余熱して軟化させた表面と前記シースを熱融着して構成されていることを特徴とする請求項1、2又は3記載の光ファイバケーブル。

【請求項7】

前記固着部は、前記スロットコアの周方向又は長さ方向の一部と前記シースを前記スロットの一部に付与された固着材で固着して構成されていることを特徴とする請求項1、2又は3記載の光ファイバケーブル。

【請求項8】

前記固着部は、前記スロットコアの周方向又は長さ方向の一部に設けられた凹部とこの凹部に凸状に前記シースを熱融着して構成されていることを特徴とする請求項1、2又は3記載の光ファイバケーブル。

【請求項9】

前記固着部は、縦添えテープで覆われていない部分の前記スロットコアと前記シースの間に、予め固着材を塗布したリップコードを実装することで、このリップコードの固着材により前記シースと前記スロットコアとを固着して構成されていることを特徴とする請求項1、2又は3記載の光ファイバケーブル。

【請求項10】

前記スロットコアの溝内に、少なくとも1本以上の吸水性ヤーンを実装することを特徴とする請求項1～9のいずれかに記載の光ファイバケーブル。

【請求項11】

前記縦添えテープが吸水テープであることを特徴とする請求項1～10のいずれかに記載の光ファイバケーブル。

【請求項12】

前記縦添えテープの長さ方向に、前記スロットコアの溝内の1本以上の光ファイバを間欠的に固定すべく、予め間欠的に間欠固定材を固着していることを特徴とする請求項1～11のいずれかに記載の光ファイバケーブル。

【請求項13】

前記間欠固定材が、ヤング率が800Mpa以下で、かつ、常温の粘度が500cps以上からなる紫外線硬化型樹脂で構成されると共に、前記間欠固定材の間欠充填の間隔が100mm～2000mmの範囲にあり、かつ、前記スロットコアの溝内に実装されている光ファイバの引抜力が5N/10m以上を有していることを特徴とする請求項12記載の光ファイバケーブル。

【請求項14】

シースの長さ方向に垂直な断面において、シースの中心点をOとし、前記スロットコアの溝の開口部の幅の点をL、L'とし、 $\angle LOL'$ の角度を $\theta$ としたとき、 $30^\circ < \theta < 90^\circ$ であり、

かつ、前記縦添えテープの幅のエッジ点をT、T'とし、 $\angle TOT'$ の角度を $\phi$ としたとき、 $\phi < 4 \times \theta$ であることを特徴とする請求項1～13のいずれかに記載の光ファイバケーブル。

【請求項15】

10

20

30

40

50

前記シースの厚肉部のシース厚が薄肉部のシース厚の少なくとも1.5倍以上あることを特徴とする請求項1～14のいずれかに記載の光ファイバケーブル。

【請求項16】

前記固着部を設けた箇所のシース表面に、少なくとも1個の突起部、識別用色帯又はへこみ部を設けたことを特徴とする請求項1～15のいずれかに記載の光ファイバケーブル。

【請求項17】

前記シースの長さ方向に垂直な断面において前記シースの外周側に少なくとも2箇所以上の切欠き部を設けたことを特徴とする請求項1～16のいずれかに記載の光ファイバケーブル。

10

【請求項18】

前記切欠き部は、前記Y軸を挟んで最外側の切欠き部が前記Y軸を中心に対象な位置に設けられていることを特徴とする請求項17に記載の光ファイバケーブル。

【請求項19】

前記切欠き部は、偏肉した薄肉部側のシースに設けられていることを特徴とする請求項17に記載の光ファイバケーブル。

【請求項20】

シースの長さ方向に垂直な断面において、シースの中心点をOとし、前記Y軸を挟んで最外側の前記切欠き部の位置をN、N'とし、NON'の角度をとしたとき、30°  
160°であることを特徴とする請求項17、18又は19に記載の光ファイバケーブル。

20

【請求項21】

前記切欠き部の深さをtとし、その切欠き部の箇所のシース厚さをDとしたとき、前記切欠き部の深さtは $D/5 \leq t \leq 4 \times D/5$ であることを特徴とする請求項17、18、19又は20に記載の光ファイバケーブル。

【請求項22】

請求項17～21の光ファイバケーブルにおいて、前記切欠き部でシースを引き裂いて光ファイバの口出し作業を行った後に、その引き裂いたシースの一部を用いて再びスロットコアの溝の開口部を覆うことにより、その後口出し作業を行う際に特別な治具を使わずに指等で前記シースを開閉することを特徴とする光ファイバケーブルにおける口出し方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、光ファイバケーブル及びその光ファイバケーブルにおける口出し方法に関し、特に光ファイバをスロットコアの内部に収納する1つの溝を備えたスロットコアの周囲をシースで被覆している1溝スロットコア型の光ファイバケーブルであって、中間後分岐の際に前記溝内の光ファイバを傷つけることなく、光ファイバの口出し作業を容易に行える光ファイバケーブル及びその光ファイバケーブルにおける口出し方法に関する。

【背景技術】

40

【0002】

従来の光ファイバケーブルとしては、特許文献1に示されているように、光ファイバを内部に収納する1つのスロット溝を備えたスロットコアの周囲をシースで被覆し、このシースの内部にリップコード（引裂紐）を縦添えしている1溝スロットコア型の光ファイバケーブルであって、前記スロット溝の開口部側のシース厚がスロット溝の開口部側と反対側のシース厚よりも相対的に薄くした偏心シース構造であり、かつスロット溝の開口部側のシースの内側にリップコードを配設した構造である。

【0003】

また、特許文献2の光ファイバケーブルは、軸方向に連続した内外部を連絡したスリットを有するチューブの内部に光ファイバを収納したスリット付きルースチューブ型の光フ

50

ファイバケーブルであって、前記スリット側のシース厚がスリット側と反対側のシース厚よりも相対的に薄くした偏心シース構造である。さらに、他の実施の形態では全体が同じシース厚であり、シース内に抗張力体が配設されている。

【0004】

また、特許文献3の光ファイバケーブルは、光ファイバを内部に収納する1つの溝を備えたスロットコアの周囲をシースで被覆している1溝スロットコア型の光ファイバケーブルであって、2本の抗張力体が溝の深さ方向に対して直交する方向で溝を挟んで両側に配置しているので、ケーブル曲げ中立線は溝の深さ方向に対して直交する方向であり、光ファイバが溝の内部のケーブル中心に位置してケーブル曲げ中立線に配設された構造である。

10

【0005】

また、特許文献4の光ファイバケーブルは、光ファイバテープ心線の歪みを緩和する1溝スロットコア型光ファイバケーブルであり、2本の抗張力体が溝の深さ方向に対して直交する方向で溝を挟んで両側に配置しているので、ケーブル曲げ中立線は溝の深さ方向に対して直交する方向であり、光ファイバが溝のケーブル中心付近に配設された構造である。

【特許文献1】特開昭62-291608号公報

【特許文献2】特開昭63-5313号公報

【特許文献3】実開平6-50009号公報

【特許文献4】特開平8-211261号公報

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、従来の特許文献1の光ファイバケーブルにおいては、スロット溝の開口部側のシース厚が薄いため、この部分のシースの機械的強度が劣化するという問題点があった。逆に、シースの機械的強度を確保するためには、スロット溝の開口部側のシース厚をある程度厚くすることが必要となるので、スロット溝部分に実装されているリップコードの取り出しや開口部側のシースの引き裂きを行い難くなるという問題点があった。

【0007】

さらには、スロット溝の開口部側のシースの機械的強度を最低限確保しながらシースの偏肉を施すと、光ファイバケーブルの外径が大きくならざるを得ないという問題点があった。

30

【0008】

特許文献2の光ファイバケーブルにおいては、スリット側のシース厚が薄いので、上述した特許文献1の光ファイバケーブルとほぼ同様の問題点があった。さらに、他の実施の形態において全体が同じ厚さのシース内で特にスリット側の近くに配置された抗張力体は、チューブ内の光ファイバを口出しするためにシースを切り裂くときに障害になるという問題が生じる。

【0009】

特許文献3及び特許文献4の光ファイバケーブルにおいては、ケーブル曲げ中立線が溝の深さ方向に対して直交する方向であり、光ファイバが溝のケーブル中心に位置し、ケーブル曲げ中立線に配設した構造であるので、溝の深さはケーブル中心より深くする必要があるので、スロットコアの強度が低下する。また、光ファイバは溝の深さ方向に自由度があるので、光ファイバを溝の深さ方向でケーブル中心に配置することが必ずしも容易ではなく、光ファイバがケーブル曲げ中立線から外れることがある。この場合、光ファイバに伸び歪みがかかったり、逆に光ファイバが溝の内部で蛇行したりするために、伝送損失特性の劣化を生じさせるという問題点があった。

40

【0010】

また、前述した従来1溝スロットの光ファイバケーブルにおいては、中間後分岐のときに接続対象となる光ファイバを取り出す場合、シースおよび縦添えテープを切除して光

50

ファイバを溝から取り出す。このとき対象となる光ファイバ以外の光ファイバに対しては、外傷等が加わらないように保護材を巻く等の処理を施す必要があるため、時間と手間を要する作業となっていた。

【0011】

この発明は、ケーブルの曲げや捻れ等による伝送損失特性の劣化を防止すると共に、中間後分岐の際にスロットコアの溝内の光ファイバを傷つけることなく、スロットコアの溝内の光ファイバの口出し作業を容易に行うことを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記発明の課題を解決するために、この発明の光ファイバケーブルは、光ファイバを内部に収納する1つの溝を備えたスロットコアと、このスロットコアの周囲を被覆するシースと、を備えると共に、前記シースが前記溝の開口部側のシース厚を前記溝の開口部側と反対側の薄肉部のシース厚よりも相対的に厚くした厚肉部を有する偏心シース構造である光ファイバケーブルにおいて、

シースの長さ方向に垂直な断面においてシース中心を通り前記溝の開口部の中央を結ぶ方向をY軸とし、前記シース中心を通り前記Y軸に直交する方向をX軸としたとき、前記Y軸がケーブル曲げ中立線となるように前記スロットコアの内部に少なくとも2本以上の線状体又は帯状体をY軸及び/又はその近傍に配設し、かつ、前記溝内に収納する光ファイバの位置が前記Y軸にほぼ一致するように配設し、

前記スロットコアの溝の開口部を覆い、かつ、前記スロットコアの全周は覆わない幅を有する縦添えテープを縦添えすると共に、前記縦添えテープで覆われていない部分の前記スロットコアと前記シースを部分的に固着した固着部を有していることを特徴とするものである。

【0013】

また、この発明の光ファイバケーブルは、前記光ファイバケーブルにおいて、少なくとも1本の線状体または帯状体が鋼線またはFRPで構成されていることが好ましい。

【0014】

また、この発明の光ファイバケーブルは、前記光ファイバケーブルにおいて、前記固着部の固着力は、400mmのシース長に対するスロットコアの引抜力で示すとき、98N以上であることが好ましい。

【0015】

また、この発明の光ファイバケーブルは、前記光ファイバケーブルにおいて、前記固着部は、前記スロットコアの周方向又は長さ方向の一部に設けられた突起部と前記シースを熱融着して構成されていることが好ましい。

【0016】

また、この発明の光ファイバケーブルは、前記光ファイバケーブルにおいて、前記固着部は、前記スロットコアの周方向又は長さ方向の一部を予めざらつかせて形成した表面と前記シースを熱融着して構成されていることが好ましい。

【0017】

また、この発明の光ファイバケーブルは、前記光ファイバケーブルにおいて、前記固着部は、前記スロットコアの周方向又は長さ方向の一部を予めシース温度と同程度以上で予熱して軟化させた表面と前記シースを熱融着して構成されていることが好ましい。

【0018】

また、この発明の光ファイバケーブルは、前記光ファイバケーブルにおいて、前記固着部は、前記スロットコアの周方向又は長さ方向の一部と前記シースを前記スロットの一部に付与された固着材で固着して構成されていることが好ましい。

【0019】

また、この発明の光ファイバケーブルは、前記光ファイバケーブルにおいて、前記固着部は、前記スロットコアの周方向又は長さ方向の一部に設けられた凹部とこの凹部に凸状に前記シースを熱融着して構成されていることが好ましい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 0 】

また、この発明の光ファイバケーブルは、前記光ファイバケーブルにおいて、前記固着部は、縦添えテープで覆われていない部分の前記スロットコアと前記シースの間に、予め固着材を塗布したリップコードを実装することで、このリップコードの固着材により前記シースと前記スロットコアとを固着して構成されていることが好ましい。

## 【 0 0 2 1 】

また、この発明の光ファイバケーブルは、前記光ファイバケーブルにおいて、前記スロットコアの溝内に、少なくとも1本以上の吸水性ヤーンを実装することが好ましい。

## 【 0 0 2 2 】

また、この発明の光ファイバケーブルは、前記光ファイバケーブルにおいて、前記縦添えテープが吸水テープであることが好ましい。

10

## 【 0 0 2 3 】

また、この発明の光ファイバケーブルは、前記光ファイバケーブルにおいて、前記縦添えテープの長さ方向に、前記スロットコアの溝内の1本以上の光ファイバを間欠的に固定すべく、予め間欠的に間欠固定材を固着していることが好ましい。

## 【 0 0 2 4 】

また、この発明の光ファイバケーブルは、前記光ファイバケーブルにおいて、前記間欠固定材が、ヤング率が800Mpa以下で、かつ、常温の粘度が500cps以上からなる紫外線硬化型樹脂で構成されると共に、前記間欠固定材の間欠充填の間隔が100mm～2000mmの範囲にあり、かつ、前記スロットコアの溝内に実装されている光ファイバの引抜力が5N/10m以上を有していることが好ましい。

20

## 【 0 0 2 5 】

また、この発明の光ファイバケーブルは、前記光ファイバケーブルにおいて、シースの長さ方向に垂直な断面において、ケーブルの中心点をOとし、前記スロットコアの溝の開口部の幅の点をL、L'とし、 $\angle LOL'$ の角度を $\theta$ としたとき、 $30^\circ < \theta < 90^\circ$ であり、

かつ、前記縦添えテープの幅のエッジ点をT、T'とし、 $\angle TOT'$ の角度を $\phi$ としたとき、 $\phi < 4 \times \theta$ であることが好ましい。

## 【 0 0 2 6 】

また、この発明の光ファイバケーブルは、前記光ファイバケーブルにおいて、前記シースの厚肉部のシース厚が薄肉部のシース厚の少なくとも1.5倍以上あることが好ましい。

30

## 【 0 0 2 7 】

また、この発明の光ファイバケーブルは、前記光ファイバケーブルにおいて、前記固着部を設けた箇所のシース表面に、少なくとも1個の突起部、識別用色帯又はへこみ部を設けたことが好ましい。

## 【 0 0 2 8 】

また、この発明の光ファイバケーブルは、前記光ファイバケーブルにおいて、前記シースの長さ方向に垂直な断面において前記シースの外周側に少なくとも2箇所以上の切欠き部を設けることが好ましい。

40

## 【 0 0 2 9 】

また、この発明の光ファイバケーブルは、前記光ファイバケーブルにおいて、前記切欠き部は、前記Y軸を挟んで最外側の切欠き部が前記Y軸を中心に対象な位置に設けられていることが好ましい。

## 【 0 0 3 0 】

また、この発明の光ファイバケーブルは、前記光ファイバケーブルにおいて、前記切欠き部は、偏肉した薄肉部側のシースに設けられていることが好ましい。

## 【 0 0 3 1 】

また、この発明の光ファイバケーブルは、前記光ファイバケーブルにおいて、シースの長さ方向に垂直な断面において、シースの中心点をOとし、前記Y軸を挟んで最外側の前

50

記切欠き部の位置を $N$ 、 $N'$ とし、 $\angle NON'$ の角度を $\theta$ としたとき、 $30^\circ < \theta < 160^\circ$ であることが好ましい。

【0032】

また、この発明の光ファイバケーブルは、前記光ファイバケーブルにおいて、前記切欠き部の深さを $t$ とし、その切欠き部の箇所のシース厚さを $D$ としたとき、前記切欠き部の深さ $t$ は $D/5 < t < 4 \times D/5$ であることが好ましい。

【0033】

また、この発明の光ファイバケーブルにおける口出し方法は、請求項17～21の光ファイバケーブルにおいて、前記切欠き部でシースを引き裂いて光ファイバの口出し作業を行った後に、その引き裂いたシースの一部を用いて再びスロットコアの溝の開口部を覆うことにより、その後口出し作業を行う際に特別な治具を使わずに指等で前記シースを開閉することを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0034】

以上のごとき課題を解決するための手段から理解されるように、この発明の光ファイバケーブルによれば、スロットコア内に少なくとも2本以上の線状体又は帯状体を $Y$ 軸及び $Z$ 軸又はその近傍に実装している構造であるので、2本以上の線状体の間が多少なりとも離れていることで、ケーブルの曲げ方向は $Y$ 軸上がケーブル曲げ中立線となるため、ケーブルの曲げ、捻れ等による伝送損失特性の劣化を防止することができる。

【0035】

また、上述したようにスロットコア内に少なくとも2本以上の線状体又は帯状体を実装しているが、シース内に線状体を設けない構造にしているため、中間後分岐の際にシースを円周方向に輪切りするときの障害が無くなり、容易にシースを除去できることで、中間後分岐作業性をより一層向上させることができる。

【0036】

さらに、細幅の縦添えテープでスロットコアの全周を覆わないで開口部を部分的に縦添えして押さえ、さらに、縦添えテープで覆われていない部分のスロットコアの一部がシースと部分的に固着した固着部を有する構造としたことで、スロットコアの突き出し不良を防止でき、かつ中間後分岐作業性を向上させることができる。その結果、光ファイバケーブルで構成された加入者側線路において加入者対応としての中間後分岐作業が容易となるので、加入者回線開通までの工期短縮が可能となる。

【0037】

この発明の光ファイバケーブルにおける口出し方法によれば、請求項17～21の光ファイバケーブルにおいて、前記切欠き部でシースを引き裂いて容易に光ファイバの口出し作業を行うことができる。また、その引き裂いたシースの一部を用いて再びスロットコアの溝の開口部を覆うことができるので、後に口出し作業を行う際に特別な治具を使わずに指等で容易に前記シースを開閉することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0038】

以下、この発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0039】

図1を参照するに、第1の実施の形態に係る光ファイバケーブル1は1溝スロット型の光ファイバケーブルであり、基本的には、光ファイバ3を内部に収納するための1つの溝5を備えたスロットコア7と、このスロットコア7の周囲を被覆するシース9と、を備えており、上記のシース9は例えばポリエチレン樹脂などの樹脂からなり、溝5の開口部11の側のシース厚が溝5の開口部11の側と反対側のシース厚よりも相対的に厚くした厚肉部13を有する偏心シース構造としている。言い換えれば、溝5の開口部11の側と反対側のシース9は薄肉部15となっている。

【0040】

より詳しくは、光ファイバケーブル1の長さ方向に垂直な断面において、前記溝5の開

10

20

30

40

50

口部 1 1 の側のシース厚が最大シース厚（厚肉部 1 3 ）となると共に前記溝 5 の開口部 1 1 の側と反対側のシース厚が最小シース厚（薄肉部 1 5 ）となる。

【 0 0 4 1 】

上記構成の 1 溝スロット型の光ファイバケーブル 1 にあって、当該シース（ケーブル）の長さ方向に垂直な断面においてシース（ケーブル）中心 C を通り前記溝 5 の開口部 1 1 の中央を結ぶ方向を Y 軸とし、シース（ケーブル）中心 C を通り前記 Y 軸に直交する方向を X 軸としたとき、前記 Y 軸がケーブル曲げ中立線となるように、少なくとも 2 本以上の線状体としての例えば抗張力体 1 7 を前記溝 5 の開口部 1 1 の側と反対側の位置でスロットコア 7 の内部に Y 軸上及び / 又はその近傍に配設している。なお、上述した Y 軸の近傍とは、例えば一対の線状体が Y 軸を挟んでその近傍に対向するように配置することで、Y 軸がケーブル曲げ中立線となる。

10

【 0 0 4 2 】

また、抗張力体 1 7 としては、前述した線状体に限らず、帯状体であっても良く、材質は鋼線や F R P などを用いることができる。上記の帯状体とは、断面が偏平形状、楕円形状、あるいは長方形などの矩形状で、長尺の帯状のものをいう。

【 0 0 4 3 】

また、第 1 の実施の形態ではスロットコア 7 の溝 5 が断面円形であるが、溝 5 の断面形状は断面円形に限定されるものではない。この溝 5 の内部に 1 本以上の光ファイバ 3 が収納されるもので、図 1 では光ファイバ 3 としては、合計 1 0 枚の光ファイバテープ心線が収納されている。なお、光ファイバ 3 が溝 5 の内部に収納されるとき、光ファイバ 3 の周囲は空隙であっても、あるいは緩衝材が介在されていても良い。このいずれの場合でも、溝 5 内に収納する光ファイバ 3 の位置は前記 Y 軸にほぼ一致するように配設されていることが望ましい。

20

【 0 0 4 4 】

なお、光ファイバ 3 としては、光ファイバ素線、光ファイバ心線又は光ファイバテープ心線などが用いられる。

【 0 0 4 5 】

また、前記スロットコア 7 の溝 5 の開口部 1 1 を覆い、かつ、スロットコア 7 の全周は覆わない幅を有する縦添えテープ 1 9 が縦添えされている。なお、縦添えテープ 1 9 には粗巻き等で押さえ巻きをすることなく、直にシース 9 が施されている。なお、縦添えテープ 1 9 の材質としては、不織布、P E T テープなどのプラスチックテープなどが挙げられる。

30

【 0 0 4 6 】

また、前記縦添えテープ 1 9 で覆われていない部分の前記スロットコア 7 は、シース 9 と部分的に固着した固着部 2 1 を有している。例えば、この固着部 2 1 は、スロットコア 7 の周方向の一部がシース 9 （ケーブル）の長さ方向に連続的または間欠的にシース 9 と固着している。より具体的には、前記固着部 2 1 は、図 1 に示されているように、縦添えテープ 1 9 で覆われていない部分のスロットコア 7 の一部に、この第 1 の実施の形態では薄肉部 1 5 に突起部 2 3 を設け、この突起部 2 3 でシース 9 と熱融着している。なお、前記突起部 2 3 はシース 9 の外表面までは突き出されていない。

40

【 0 0 4 7 】

上記構成により、この第 1 の実施の形態の光ファイバケーブル 1 の作用、効果を説明する。

【 0 0 4 8 】

光ファイバケーブル 1 の曲げ方向が規定されることについて説明すると、2 本の抗張力体 1 7 の間が多少なりとも離れていることで、2 本の抗張力体 1 7 を結ぶ Y 軸上をケーブル曲げ中立線にして X 軸上の曲げ中心から任意の曲率半径で X 軸方向の曲がり（図 1 において横曲げ）となる。

【 0 0 4 9 】

ちなみに、例えばケーブル中心 C を通る X 軸をケーブル曲げ中立線にして、Y 軸上の曲

50

げ中心から曲率半径でY軸方向に曲げ(図1において縦曲げ)ようとしても、実際には2本の抗張力体17の関係で上記の縦曲げは生じにくくなる。

【0050】

したがって、光ファイバケーブル1は、ケーブル曲げ方向が溝5の深さ方向のY軸に対して90°の角度をなす方向にのみ規制されるので、光ファイバ3の実装位置はケーブル曲げ中立線の位置(Y軸)にほぼ一致させることができる。

【0051】

一般的に、光ファイバケーブル1の断面方向では、曲げの曲率半径の大きい側(曲げの外側)の光ファイバ3は伸び、逆に曲げの曲率半径の小さい側(曲げの内側)の光ファイバ3は縮むので、マクロバンドが発生し、伝送損失の増加が生じるのであるが、この第1の実施の形態では、光ファイバケーブル1がX軸方向に曲げられても、光ファイバ3がケーブル曲げ中立線となるY軸上にほぼ一致しているので、光ファイバ3には伸縮が生じないことになる。

【0052】

その結果、光ファイバ3に伸び歪を印加することや、光ファイバ3の余りによる蛇行を防ぐことが可能となるので、光ファイバ3の伸び歪の低減のために溝5の内部に光ファイバ3の余長を確保したり、また、光ファイバ3の蛇行による損失増加を防ぐためにクリアランスを大きく設計したりする必要がないことから、良好な伝送特性のある細径ケーブル設計を達成することができる。

【0053】

以上のことを簡単にまとめると、この第1の実施の形態では、スロットコア7内に少なくとも2本以上の線状体としての例えば抗張力体17がY軸上及び/又はその近傍に図1において上下に配置して実装されているので、2本以上の抗張力体17の間が多少なりとも離れていることで、ケーブルの曲げ方向はY軸上がケーブル曲げ中立線となるため、ケーブルの曲げ、捻れ等による伝送損失特性の劣化を防止することができる。

【0054】

しかも、シース9の内部には線状体又は帯状体を設けない構造にしているので、中間後分岐の際にシース9を円周方向に輪切りするときの障害が無くなり、容易にシース9を除去できることで、中間後分岐作業性をより一層向上させることができる。

【0055】

また、溝5の開口部11の側の厚肉部13のシース厚が溝5の開口部11の側と反対側の薄肉部15のシース厚より相対的に厚いので、この部分の機械的強度が補填されているため、外力が作用しても溝5の内部の光ファイバ3の損傷を防ぐことができる。しかも、溝5の開口部11の側と反対側の薄肉部15の機械的強度は、溝5の開口部11の側と反対側のスロットコア7の底部で補填されることになる。上記のことから、前記シース9の厚肉部13のシース厚は薄肉部15のシース厚の少なくとも1.5倍以上であることが望ましい。

【0056】

また、スロットコア7は固着部21でシース9と一体化しているので、光ファイバケーブル1の末端におけるスロットコア7の突き出し等の問題を防ぐことができる。

【0057】

より詳しく説明すると、スロットコア7が上記の固着部21でシース9に固着されていないケーブル構造では、ケーブルを敷設した後の気温の変化等によりシース9が収縮し、相対的にスロットコア7がケーブルの末端から大きく突き出すという問題が認められる場合がある。また、ケーブルの長さ方向に垂直な断面で視た場合、ケーブルの曲げ、しごき等の外的要因によりスロットコア7がシース9の内側で自転し、スロットコア7の溝5の開口部11の位置とシース9の厚い箇所(厚肉部13)の位置が部分的にずれてしまうために、機械的強度を損ねることも懸念される。

【0058】

さらに、上記の問題を解決するために、ケーブル製造時にシース9とスロットコア7を

10

20

30

40

50

接着させることができるが、安易にシース9とスロットコア7を接着させてしまうと、中間後分岐作業の際にシース9をスロットコア7から剥がしにくくなり、中間後分岐作業性が著しく劣るといった問題が生じてくる。

【0059】

しかし、この第1の実施の形態ではスロットコア7が固着部21でシース9と部分的に一体化しているため、ケーブル端末におけるスロットコア7の突き出しや中間後分岐作業性の低下等の問題点を解消することができる。

【0060】

さらに加えて、中間後分岐作業においては、シース9にカッタ刃を入れる位置と固着部21を一致させるならば、固着部21を削ってしまうので、スロットコア7とシース9を容易に分離することが可能となり、中間後分岐作業を劣化させる要因がなくなる。

【0061】

以上のことから、この第1の実施の形態の光ファイバケーブル1で構成された加入者側線路において加入者対応としての中間後分岐作業が容易となるので、加入者回線開通までの工期短縮が可能となる。

【0062】

次に、この第1の実施の形態の光ファイバケーブル1における中間後分岐作業の手順について説明する。

【0063】

中間後分岐作業で、図2(A)に示されている光ファイバケーブル1から光ファイバ3の口出しを行うときは、図2(B)に示されているように、ナイフなどの切裂き工具25の刃先で、切り裂き範囲の左側のシース9を矢印の円周方向に輪切りに切り裂いてから、固着部21に沿って矢印の右方向に切り裂いていく。次に、切り裂き範囲の右側のシース9を矢印の円周方向に輪切りに切り裂く。

【0064】

このとき、特に、シース9の内部には線状体がないので、切裂き工具25で容易にシース9を輪切りにできる。また、切裂き工具25の刃先はスロットコア7の溝5の開口部11の側と反対側のシース9の薄肉部15に当てて容易に切り裂くと同時に固着部21を削ってしまうので、スロットコア7とシース9を容易に分離することができ、かつ、この部分がスロットコア7の底部に位置しているため、光ファイバ3を傷つけることを確実に防止できる。

【0065】

なお、図示しないリップコード(引裂き紐)が、スロットコア7の両側面とシース9との間で、あるいはシース9の薄肉部15でケーブルの長さ方向に埋設されているときは、上述したように切裂き工具25の刃先で前記リップコードを取り出してからこのリップコードを引っ張ることで容易にシース9を引き裂くことができる。

【0066】

次いで、図2(C)に示されているように、シース9の切裂き部27でシース9を広げやすいので、スロットコア7を容易に取り出すことができる。したがって、図2(D)に示されているようにスロットコア7の溝5の開口部11が開放されるので、図2(E)に示されているように、溝5の開口部11から所望の光ファイバ3を容易に取り出すことができる。

【0067】

次に、第1の実施の形態を試作した実施例1の試験ケーブル29と、この実施例1と比較するために試作した比較構造の比較例1～比較例5の試験ケーブル29におけるスロットコア7の引抜き力、スロットコア7の突き出し量、中間後分岐作業性、伝送損失特性について比較検討した。その評価結果は表1に示されている通りである。

【0068】

なお、スロットコア7の引抜き力を試験するためのスロットコア7の引き抜き試験方法は、図3に示されているように、シース(ケーブル)長Lが400mmの試験ケーブル29

10

20

30

40

50

に対して当該試験ケーブル29の左端のシース9のみを固定し、右端から突出させたスロットコア7だけを引き抜き速度100mm/minで矢印方向に引っ張り、その引張り強度(引抜力)の最大値を計測する。

【0069】

また、中間後分岐作業性の判定基準は、問題なく良好に作業を行うことができ、既存のケーブルより容易に作業を行うことができたときを「良好」のとし、作業は可能であるが手間がかかり、既存のケーブル構造との有意差が認められなかったときを「普通」のとし、中間後分岐作業ができないときは「不良」の×とした。

構造検討とスロットコアの引抜き、スロットコアの突き出し量、中間後分岐作業性、伝送損失特性の評価結果

主な特徴	実施例1	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	比較例5
構造バラメータ	部分的に固着あり	全面を接着	なし	シース圧力でスロットを押えつける	なし	なし
縦添えテープの形態	スロットを一部に縦添え、粗巻き無し	スロットを一部に縦添え、粗巻き無し	スロットを一部に縦添え、粗巻き無し	スロットを一部に縦添え、粗巻き無し	スロットに螺旋状にラップ巻き	スロット全体を縦添えし、粗巻き糸巻き
評価結果	98N以上	98N以上	10N以下	98N以上	85N	20N
スロットコアの引抜き(図3) (シース長40cm)	無し(1mm以下)	無し(1mm以下)	有り(5mm)	有り(5mm)	有り(約5mm)	有り(36mm)
シース端末からのスロットコアの突き出し量	○	×	○	△	△	△
中間後分岐作業性※2	○	×	○	△	△	△
伝送損失特性 (最大伝送損失 1.55 μm)	0.21dB/km	0.21dB/km	0.21dB/km	0.45dB/km	0.23dB/km	0.21dB/km

※2中間後分岐の判定基準

○：問題なく良好に作業を行うことができ、既存がケーブルより容易に作業が出来た

△：作業は可能だが、手間がかかり既存のケーブル構造との有意差が認められなかった

×：後分岐作業が出来ない

表 1 から分かるように、実施例 1 では、スロットコア 7 の引抜力が 98 N 以上であり、スロットコア 7 の突き出し量が 1 mm 以下で殆ど無しであった。中間後分岐作業性が 10 の良好であり、伝送損失特性は 0.21 dB/km@1.55 μm で良好であった。

【0071】

比較例 1 では、スロットコア 7 とシース 9 の全面を固着したもので、他のデータは実施例 1 と同じであったが、中間後分岐作業性が不良であった。

【0072】

比較例 2 では、スロットコア 7 とシース 9 が固着されていないために、スロットコア 7 の引抜力は 10 N 以下であり、スロットコア 7 の突き出し量は 55 mm もあった。他は実施例 1 と同じであった。

【0073】

比較例 3 では、単にスロットコア 7 をシース圧力で押さえつけるものである。その結果は、スロットコア 7 の突き出し量は 5 mm であり、中間後分岐作業性が 20 であった。また、伝送損失特性は 0.45 dB/km@1.55 μm で、良好ではなかった。

【0074】

比較例 4 では、スロットコア 7 とシース 9 が固着されていないが、スロットコア 7 の外周にテープを螺旋状にラップ巻きしたので、スロットコア 7 の引抜力は 85 N であったが、スロットコア 7 の突き出し量は 5 mm であり、中間後分岐作業性が押巻きテープの剥がし作業に手間がかかるために 20 であった。伝送損失特性は 0.23 dB/km@1.55 μm で、ほぼ良好であった。

【0075】

比較例 5 では、スロットコア 7 とシース 9 が固着されておらず、スロットコア 7 の外周全体をテープで縦添えし、その外周に粗巻き糸で粗巻きしたが、スロットコア 7 の引抜力は 20 N であった。しかも、スロットコア 7 の突き出し量は 36 mm であり、中間後分岐作業性は粗巻き糸の除去作業に手間がかかるために 20 であった。伝送損失特性は 0.21 dB/km@1.55 μm で、良好であった。

【0076】

以上のことから、実施例 1 は、スロットコア 7 の引抜力、スロットコア 7 の突き出し量、中間後分岐作業性、伝送損失特性のすべてについて優れた効果があることが判明した。

【0077】

なお、表 1 から分かるように、第 1 の実施の形態の光ファイバケーブル 1 の固着部 21 の固着力は、400 mm のシース（ケーブル）長に対するスロットコア 7 の引抜力で示すとき、98 N 以上であることが望ましい。

【0078】

次に、前述した第 1 の実施の形態の光ファイバケーブル 1 を基本にして、他の実施の形態について説明する。その際、第 1 の実施の形態の光ファイバケーブル 1 と異なる点を説明し、同様の部材は同符号を付して詳しい説明は省略する。

【0079】

第 2 の実施の形態では、図 4 に示されているように、前記固着部 21 は、スロットコア 7 の周方向又は長さ方向の一部の表面が予めざらつかせて形成され、このざらついた表面とシース 9 を熱融着して設けた熱融着部 31 で構成することができる。その他は、前述した第 1 の実施の形態と同様である。

【0080】

また、第 3 の実施の形態では、前記固着部 21 は、スロットコア 7 の周方向又は長さ方向の一部の表面を予めシース 9 の温度と同程度以上で余熱して軟化させ、この軟化した表面とシース 9 を熱融着して構成することができる。その他は、前述した第 1 の実施の形態と同様である。

【0081】

また、第 4 の実施の形態では、図 5 に示されているように、前記固着部 21 は、スロットコア 7 の周方向又は長さ方向の一部とシース 9 を接着剤等の固着材 33 で固着して構成

10

20

30

40

50

することができる。その他は、前述した第 1 の実施の形態と同様である。

【0082】

また、第 5 の実施の形態では、図 6 に示されているように、前記固着部 21 は、スロットコア 7 の周方向又は長さ方向の一部に凹部 35 を設け、この凹部 35 に凸状のシース 9 を充填することで前記凹部 35 と記シース 9 を熱融着して構成することができる。その他は、前述した第 1 の実施の形態と同様である。

【0083】

また、第 6 の実施の形態では、図 7 に示されているように、前記固着部 21 は、縦添えテープ 19 で覆われていない部分のスロットコア 7 とシース 9 の間（Y 軸上）に、予め接着剤などの固着材を塗布した固着材付きリップコード 37（引裂き紐）を実装することで、この固着材付きリップコード 37 の固着材によりシース 9 とスロットコア 7 とを固着して構成することができる。その他は、前述した第 1 の実施の形態と同様である。

【0084】

この第 6 の実施の形態の場合は、中間後分岐作業のときに、上記の固着材付きリップコード 37 を引っ張るとシース 9 を分割できると同時に、引っ張られた固着材付きリップコード 37 の固着部分がなくなるので、スロットコア 7 とシース 9 を容易に分離することが可能となり、中間後分岐作業を向上させることができる。

【0085】

また、第 7 の実施の形態では、図 8 に示されているように、スロットコア 7 の溝 5 内には、少なくとも 1 本以上の吸水性ヤーン 39 を実装することができる。これにより、防水性能を有する光ファイバケーブル 1 とすることができる。その他は、前述した第 1 の実施の形態と同様である。

【0086】

また、第 8 の実施の形態では、前述した第 1 の実施の形態の光ファイバケーブル 1 における縦添えテープ 19 を換えて図 1 に示されているように例えば吸水性不織布などの吸水テープ 41 とすることで、防水性能を有する光ファイバケーブル 1 とすることができる。その他は、前述した第 1 の実施の形態と同様である。

【0087】

また、第 9 の実施の形態では、図 8 に示されているように、第 7 の実施の形態と同様に、スロットコア 7 の溝 5 内には、少なくとも 1 本以上の吸水性ヤーン 39 を実装すると共に、縦添えテープ 19 を換えて例えば吸水性不織布などの吸水テープ 41 とすることで、より一層高い防水性能を有する光ファイバケーブル 1 とすることができる。その他は、前述した光ファイバケーブル 1 と同様である。

【0088】

また、第 10 の実施の形態では、図 9 及び図 10 に示されているように、縦添えテープ 19 の長さ方向に予め間欠的に間欠固定材 43 を固着することで、前記間欠固定材 43 によりスロットコア 7 の溝 5 内の 1 本以上の光ファイバ 3 を間欠的に固定するように構成することができる。その他は、前述した第 1 の実施の形態と同様である。

【0089】

より詳しく説明すると、上記の間欠固定材 43 としては、損失特性が劣化するような側圧を与えず、かつ光ファイバ 3 の移動を抑制できるソフトな材料、つまりヤング率が 800 Mpa 以下で、かつ、常温の粘度が 500 cps 以上の紫外線硬化型樹脂（UV 樹脂）で構成されることが望ましい。ヤング率が 800 Mpa を越えたものでは、損失特性が劣化するような側圧を与える可能性が生じるから望ましくない。

【0090】

さらに、前記間欠固定材 43 の間欠充填の間隔（充填ピッチ）が 100 mm ~ 2000 mm の範囲にあり、かつ、前記スロットコア 7 の溝 5 内に実装されている光ファイバ 3 の引抜力が 5 N / 10 m 以上を有していることが望ましい。

【0091】

なお、上記の間欠固定材 43 を装着する方法について簡単に説明すると、1 本以上の光

10

20

30

40

50

ファイバ3が1溝スロットコア7の溝5の内部に開口部11から収納される。一方、縦添えテープ19はスロットコア7と接する面をあらかじめ反転させ、スロットコア7と接する面が上面になるように送り出される。この縦添えテープ19には、上方から間欠固定材43としての例えばUV樹脂が間欠的に噴射、供給される。UV樹脂は縦添えテープ19の上に幅方向でほぼ中央に乗るように、且つ前記縦添えテープ19の長手方向において間欠的に塗布される。その直後に、縦添えテープ19上の各UV樹脂は、縦添えテープ19の送り方向の前方に備えたUVランプから照射される紫外線により硬化して縦添えテープ19に固着することになる。

【0092】

次いで、前記縦添えテープ19は走行途中で反転されることで、縦添えテープ19に固着されたUV樹脂が下向きになる。この反転した縦添えテープ19がスロットコア7の溝5の開口部11を覆うようにして縦添えされる。このとき、縦添えテープ19に塗布されたUV樹脂がスロットコア7の溝5の内部に押し込まれる。

10

【0093】

次に、上記のスロットコア7は、溝5の開口部11が縦添えテープ19で覆うように縦添えされた状態で図示しない押出成形機で前記縦添えテープ19とスロットコア7の周囲を偏心した偏肉シース9で被覆されて押出成形されることにより図9及び図10の光ファイバケーブル1が成形される。

【0094】

次に、上記の第10の実施の形態に係る試験例1～試験例8の光ファイバケーブル1を試作し、それぞれの光ファイバ3の移動、間欠固定材43、充填ピッチ、伝送損失特性、光ファイバ3の引抜力、中間後分岐作業性について比較検討した。その評価結果は表2に示されている通りである。

20

【0095】

なお、中間後分岐作業性の判定基準は、表1の場合と同様であり、問題なく良好に作業を行うことができ、既存のケーブルより容易に作業を行うことができたときを「良好」とし、作業は可能であるが手間がかかり、既存のケーブル構造との有意差が認められなかったときを「普通」とし、中間後分岐作業ができないときは「不良」の×とした。

【表 2】

間欠充填条件と光ファイバの引抜き

	目標値	試験例1	試験例2	試験例3	試験例4	試験例5	試験例6	試験例7	試験例8
条件									
光ファイバ固定方法・材料	—	UV樹脂	UV樹脂	UV樹脂	UV樹脂	UV樹脂	UV樹脂	ホットメルト	ヤーン充填
樹脂ヤング率 Mpa	—	500	1000	500	800	1000	600	—	1000
樹脂粘度 cps	—	300	300	500	500	500	700	10000以上	500
伝送損失特性 dB/Km	0.25以下	0.22	0.28	0.21	0.23	0.32	0.20	0.32	0.86
光ファイバの引抜き力 N/10m	5以上	2.8	4.2	9.8	8.5	12	11.5	4	11
中間後分岐作業性	—	○	○	○	○	○	○	△ (心線取り出し時のホットメルト除去作業)	△ (ヤーン切除作業)

【0096】

表 2 から分かるように、伝送損失特性の目標値 (0.23 dB/km以下) と光ファイバ 3 の引抜き力の目標値 (5 N/10m以上) と中間後分岐作業性を満たしているのは、試験例 3、試験例 4、試験例 6 でいずれも間欠固定材 4 3 が UV 樹脂である。なお、間欠固

10

20

30

40

50

定材 4 3 がホットメルトである試験例 7 と、間欠固定材 4 3 がヤーン充填である試験例 8 は、上記の目標値を満たしていない。

【 0 0 9 7 】

より詳しく表 2 を観ると、間欠固定材 4 3 のヤング率が 1 0 0 0 M p a である試験例 2 と試験例 5 と試験例 8 は、いずれも伝送損失特性の目標値を満たしておらず、ヤング率が 8 0 0 M p a 以下である試験例 1 と試験例 3 と試験例 4 と試験例 6 は、いずれも伝送損失特性の目標値を満たしている。したがって、伝送損失特性に影響を与える間欠固定材 4 3 のヤング率は、8 0 0 M p a 以下であることが望ましいと言える。

【 0 0 9 8 】

また、間欠固定材 4 3 の粘度が 3 0 0 c p s である試験例 1 と試験例 2 は、いずれも光ファイバ 3 の引抜力の目標値を満たしておらず、間欠固定材 4 3 の粘度が 5 0 0 c p s 以上である試験例 3 と試験例 4 と試験例 5 と試験例 6 は、いずれも光ファイバ 3 の引抜力の目標値を満たしている。したがって、光ファイバ 3 の引抜力に影響を与える間欠固定材 4 3 の粘度は、5 0 0 c p s 以上であることが望ましいと言える。

【 0 0 9 9 】

また、第 1 1 の実施の形態では、図 1 1 に示されているように、ケーブルの長さ方向に垂直な断面において、ケーブルの中心点を O とし、スロットコア 7 の溝 5 の開口部 1 1 の幅の点を L , L ' とし、  $\angle L O L '$  の角度を  $\theta$  としたとき、 $30^{\circ} < \theta < 90^{\circ}$  であることが望ましい。しかも、前記縦添えテープ 1 9 の幅のエッジ点を T , T ' とし、  $\angle T O T '$  の角度を  $\phi$  としたとき、 $\phi < 4 \times \theta$  であることが望ましい。前記  $\theta$  が  $90^{\circ}$  を超えると、シース 9 が溝内部に落ち込みやすくなり、伝送特性が悪くなるという理由でよくない。また、 $\phi$  が  $4 \times \theta$  を超えると、縦添えテープ 1 9 がスロットコア 7 を覆う面積が大きくなり、スロットコア 9 の密着力低下につながるという理由でよくない。その他は、前述した第 1 の実施の形態と同様である。

【 0 1 0 0 】

また、第 1 2 の実施の形態では、前記固着部 2 1 を設けた箇所 of シース 9 の表面には、図 1 2 ( A ) に示されているように、少なくとも 1 個の突起部 4 5 を固着部識別手段として設けることができる。これにより、固着部 2 1 の位置が光ファイバケーブル 1 の外観から認識することができる。これと同様にして、図 1 2 ( B ) に示されているように前記固着部 2 1 を設けた箇所 of シース 9 の表面に識別用色帯 4 7 を設けることができる。あるいは図 1 2 ( C ) に示されているように、前記固着部 2 1 を設けた箇所 of シース 9 の表面にへこみ部 4 9 を設けることができる。

【 0 1 0 1 】

なお、前述した第 2 の実施の形態 ~ 第 1 2 の実施の形態は、第 1 の実施の形態の光ファイバケーブル 1 に基づいているが、相互に組み合わせて用いることができる。さらに、これらの実施の形態を相互に組み合わせたものも含めた光ファイバケーブル 1 には、中間後分岐作業性を向上するために、リップコード ( 引裂き紐 ) がスロットコア 7 の両側面とシース 9 との間でシースの長さ方向に埋設されるように構成しても良い。

【 0 1 0 2 】

図 1 3 は図 1 に代わる実施の形態が示されている。図 1 3 において、図 1 における 2 本の抗張力体 1 7 の代わりに 2 本の帯状体 2 0 をスロットコア 7 の Y 軸上に設けたものであり、それ以外は全く同じであるので、詳細な説明は省略する。

【 0 1 0 3 】

また、第 1 3 の実施の形態では、図 1 4 に示されているように、前記シース 9 の外周表面側に少なくとも 2 箇所以上の切欠き部としての例えばノッチ部 5 1 を設けることで、中間後分岐のときに前記シース 9 を引き裂き易くすることができる。なお、上記の切欠き部としては V 形状のノッチ部 5 1 に限らず、他の断面形状でも適用される。その他は、前述した第 1 の実施の形態と同様である。

【 0 1 0 4 】

さらに、前記ノッチ部 5 1 は、例えば、3 つのノッチ部 5 1 であっても、あるいは 4 つ

10

20

30

40

50

のノッチ部 5 1 であっても、前記 Y 軸を挟んで最外側のノッチ部 5 1 が前記 Y 軸を中心に対象な位置に設けられていることが好ましい。この例では、2つのノッチ部 5 1 が偏肉した薄肉部 1 5 側のシース 9 に設けられている。なぜなら、薄肉部 1 5 側のシース 9 に設けた方がノッチ部 5 1 の深さを小さくできるし、詳しくは後述するように、中間後分岐の際に前記ノッチ部 5 1 から引き裂いて分割した厚肉部 1 3 側のシース 9 が再びスロットコア 7 の開口部 1 1 を覆うように再使用されることを考慮すると、ノッチ部 5 1 は厚肉部 1 3 側に設けるより薄肉部 1 5 側のシース 9 に設けた方がよいからである。

【 0 1 0 5 】

また、この実施の形態では、2つのノッチ部 5 1 の間の距離をどの程度の範囲にすることが、光ファイバ収納および再接続のための開閉を容易に行えるかを確認するために、種々の試験ケーブル（試作 1 ~ 6）を作製し、光ファイバ 3 の再収納性とノッチ部 5 1 を用いたシース引き裂き性の試験を行った。その試験結果は表 3 に示される通りである。なお、ノッチ部 5 1 の間隔を示す角度  $\theta$  とは、図 1 4 の光ファイバケーブル 1 のシース 9 の長さ方向に垂直な断面において、シース 9 の中心点を O とし、前記 Y 軸を挟んで 2 つのノッチ部 5 1（3 つ以上の場合には最外側のノッチ部 5 1）の位置を N, N' としたとき、 $\angle NON'$  の角度である。また、良好な場合は  $\theta$  で示し、やや良好な場合は  $\theta'$  で示し、不良の場合は  $\times$  で示している。

【 0 1 0 6 】

【表 3】

	試作1	試作2	試作3	試作4	試作5	試作6
条件	15°	20°	30°	90°	160°	180°
ノッチ部間の幅 (角度 $\alpha$ )						
結果	一度剥いたシース をCグループコア に被せることが 困難である  × ノッチ間が細いた め樹脂が切れて しまう	△ 力を要するが、 何とか開閉する ことが出来る  × ノッチ間の樹脂が 切れてしまう	○ 良好に再収納が 出来る  ○ 良好に引き裂く ことが出来る	○	○	○
	× 光ファイバの再収納性 (シースを用いた開口部 のカバー開閉性)					× Cグループを覆う ことが出来ない ため、心線が Cグループから 出てしまう
	× ノッチ部を用いたシース 引き裂き性					

10

20

30

40

表 3 から分かるように、シース 9 の表面に設けたケーブル周方向の 2 箇所ノッチ部 5 1 からシース 9 を容易に引き裂くことができる。また、光ファイバ 3 の再収納性とシース 9 の引き裂き性は、試作 1, 2, 6 が好ましくなく、試作 3, 4, 5 がいずれも良好であるこ

50

とから、ノッチ部 5 1 の間隔を示す  $\text{NON}'$  の角度 は、 $30^\circ$   $160^\circ$  であることが望ましい。

【0107】

また、表 3 には示されていないが、図 1 4 において前記ノッチ部 5 1 の深さを  $t$  とし、そのノッチ部 5 1 の箇所シース 9 の厚さを  $D$  としたとき、前記ノッチ部 5 1 の深さ  $t$  は  $D/5 < t < 4 \times D/5$  であることが好ましい。

【0108】

その理由は、ノッチ部 5 1 の深さ  $t$  が  $t < D/5$  のときはシース 9 をきれいに引き裂くことができず、細かく切れてしまう。一方、 $t > 4 \times D/5$  のときは光ファイバケーブル 1 を布設したときにノッチ部 5 1 を起点に割れてしまうことがある。

10

【0109】

次に、上記の第 1 3 の実施の形態の光ファイバケーブル 1 の作用、すなわち光ファイバケーブル 1 を用いた中間後分岐および光ファイバ収納方法について説明する。

【0110】

前述した第 1 の実施の形態では、中間後分岐の際にシース 9 を切除してしまうが、この第 1 3 の実施の形態では、基本的には、一度剥いだシース 9 の部分の末端で切り落とさずに残しておき、そのシース 9 部分を用いてスロットコア 7 の溝 5 の開口部 1 1 に蓋をすることで、溝 5 内に光ファイバ 3 を再収納することが容易となる。

【0111】

まず、中間後分岐の作業方法としては、図 1 5 (A) 及び図 1 6 の点線で示されているように、始めにシース 9 は所定の後分岐箇所の 1 箇所だけが、ナイフなどの切裂き工具 2 5 の刃先で輪切りに切断される。

20

【0112】

次に、図 1 5 (B) に示されているように、偏肉シース 9 の薄肉部 1 5 側につけられた 2 つのノッチ部 5 1 の間のシース 9 を引っ張ることで、シース 9 が容易に 2 分割に引き裂かれ、スロットコア 7 から剥ぎ取られる。

【0113】

次いで、図 1 5 (B)、(C) に示されているように、スロットコア 7 の溝 5 内の縦添えテープ 1 9 を裂いてから光ファイバ 3 を溝 5 から取り出し、対象となる光ファイバ 3 の接続作業を行う。その後、接続に使用されなかった光ファイバ 3 は溝 5 の内部に戻される。

30

【0114】

また、引き裂いた薄肉部 1 5 側のシース 9 は、図 1 5 (C) 及び図 1 7 に示されているように切除される。一方、引き裂いた厚肉部 1 3 側のシース 9 は、溝 5 の開口部 1 1 を覆う部分を切除せずに残しておき、最終的に図 1 5 (D) に示されているように、そのシース 9 で再度スロットコア 7 の溝 5 に蓋をすることで、光ファイバ 3 を溝 5 内へ再収納することが可能となるので、安全で容易な効率良い中間後分岐作業が実現できる。

【0115】

なお、このとき、溝 5 の開口部 1 1 を覆う部分のシース 9 は、シース 9 の長さ方向に  $10 \sim 20 \text{ mm}$  程度切断することで、溝 5 に蓋をしたときに図 1 5 (D) に示されているように、シース 9 で覆われない溝 5 の開口部 1 1 の部分が形成される。これにより、上述したようにスロットコア 7 の溝 5 内から取り出され接続作業を施された光ファイバ 3 がシース 9 の切断端面で挟まれないようにすることができる。

40

【0116】

以上のことから、開口部 1 1 側のシース 9 でスロットコア 7 の溝 5 に再び蓋をして光ファイバ 3 を収納することができる。また、蓋の役割をするシース 9 は特別な治具を使わずに指等で任意に開閉が可能となるので、その後光ファイバ 3 の中間後分岐で口出し作業を行う際に容易に短時間で作業を終了することができる。

【図面の簡単な説明】

【0117】

50

【図 1】この発明の第 1 の実施の形態の光ファイバケーブルの断面図である。

【図 2】(A) ~ (E) は、図 1 の光ファイバケーブルの口出しを行うときの動作説明図である。

【図 3】スロットコアの引き抜き試験方法を示す概略説明図である。

【図 4】第 2 の実施の形態の光ファイバケーブルの断面図である。

【図 5】第 4 の実施の形態の光ファイバケーブルの断面図である。

【図 6】第 5 の実施の形態の光ファイバケーブルの断面図である。

【図 7】第 6 の実施の形態の光ファイバケーブルの断面図である。

【図 8】第 8 及び第 9 の実施の形態の光ファイバケーブルの断面図である。

【図 9】第 10 の実施の形態の光ファイバケーブルの断面図である。

10

【図 10】図 9 の Y 軸を通過する縦断面図である。

【図 11】第 11 の実施の形態の光ファイバケーブルの断面図である。

【図 12】(A) ~ (C) は、固着部を設けた位置を外観で認識するための固着部識別手段を示す部分的な断面図である。

【図 13】図 1 に代わる実施の形態の光ファイバケーブルの断面図である。

【図 14】第 13 の実施の形態の光ファイバケーブルの断面図である。

【図 15】(A) ~ (D) は、図 14 の光ファイバケーブルの口出しを行うときの動作説明図である。

【図 16】図 14 の光ファイバケーブルの口出しを行う動作説明の断面図である。

【図 17】図 14 の光ファイバケーブルの口出しを行う動作説明の断面図である。

20

【符号の説明】

【0118】

1 光ファイバケーブル

3 光ファイバ

5 溝

7 スロットコア

9 シース

11 開口部

13 厚肉部

15 薄肉部

30

17 抗張力体

19 縦添えテープ

20 帯状体

21 固着部

23 突起部 (固着部 21)

27 切裂き部

31 熱融着部 (固着部 21)

33 固着材 (固着部 21)

35 凹部 (固着部 21)

37 固着材付きリップコード (引裂き紐、固着部 21)

40

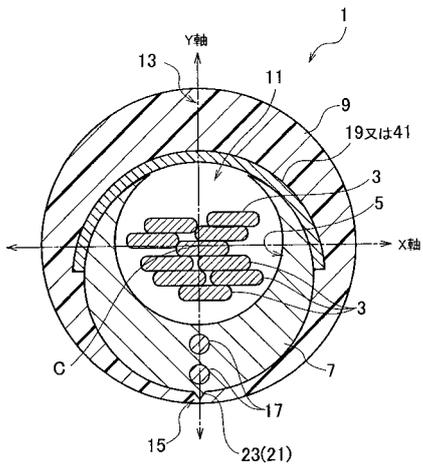
39 吸水性ヤーン

41 吸水テープ

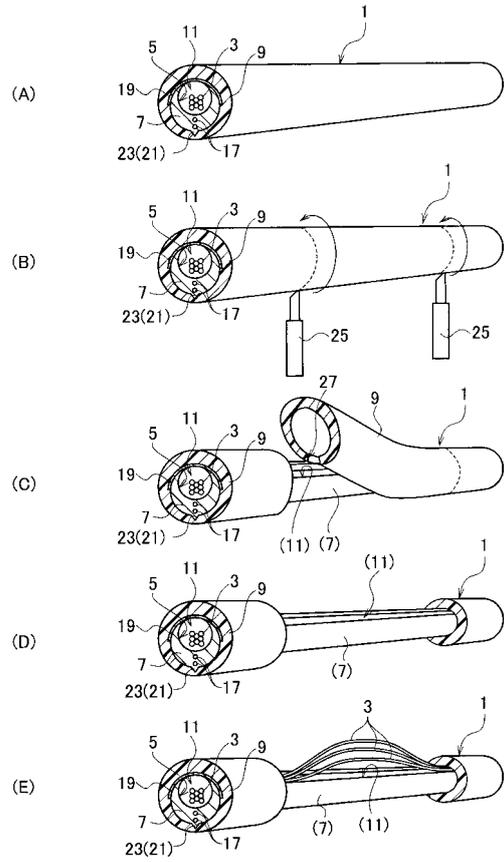
43 間欠固定材

51 ノッチ部 (切欠き部)

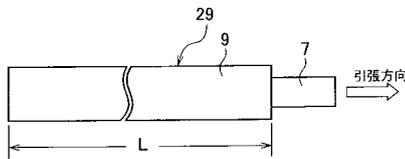
【図1】



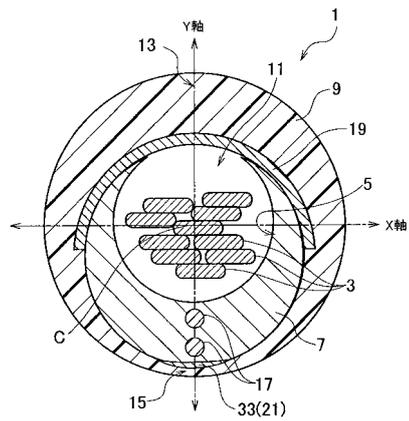
【図2】



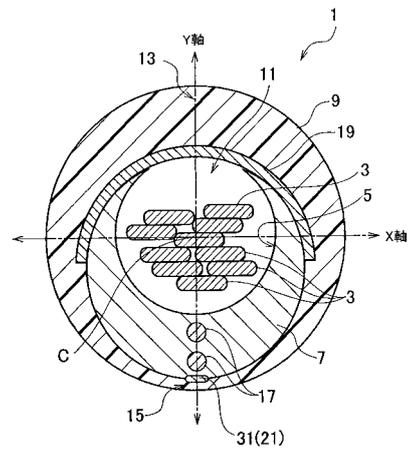
【図3】



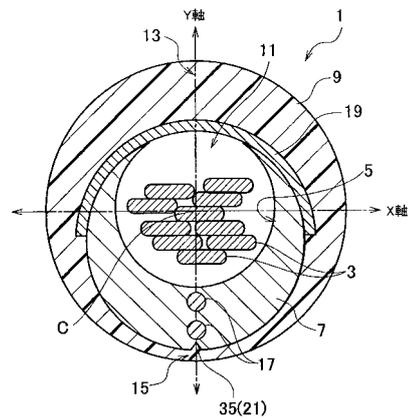
【図5】



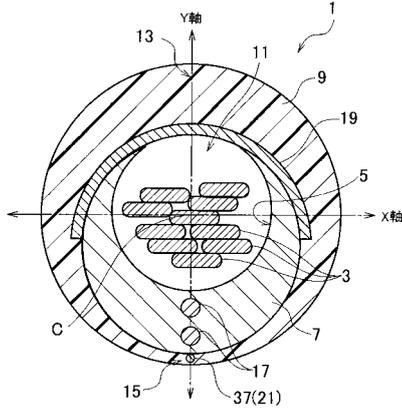
【図4】



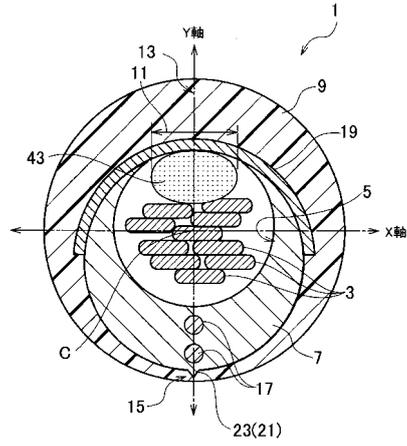
【図6】



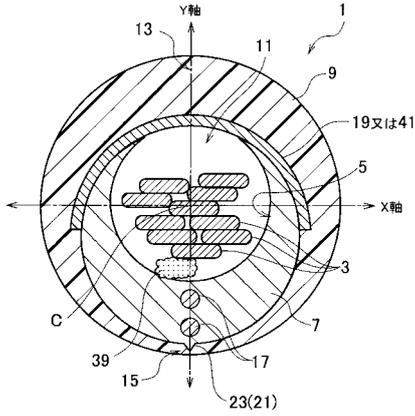
【図7】



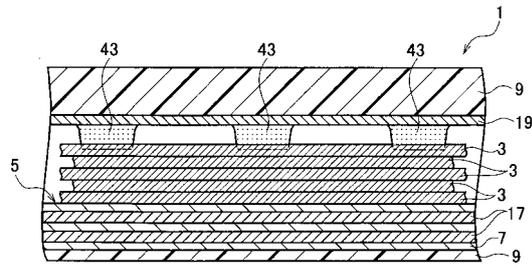
【図9】



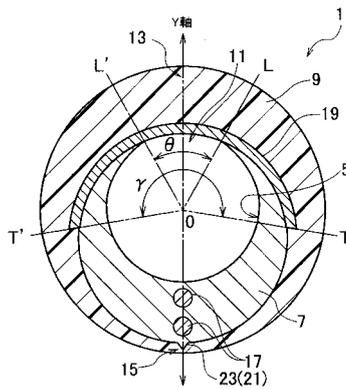
【図8】



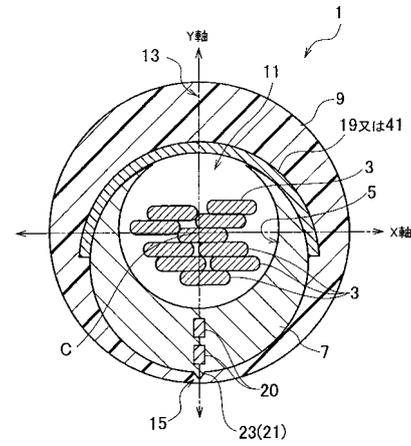
【図10】



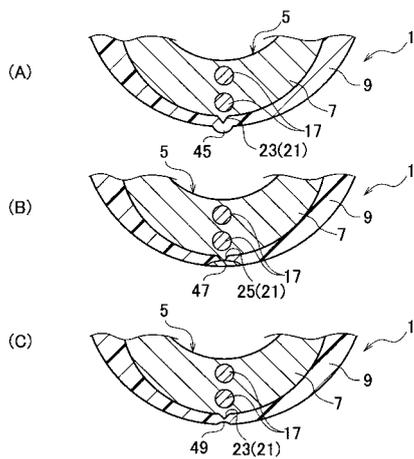
【図11】



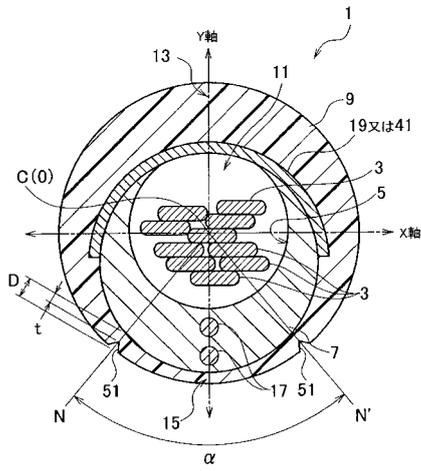
【図13】



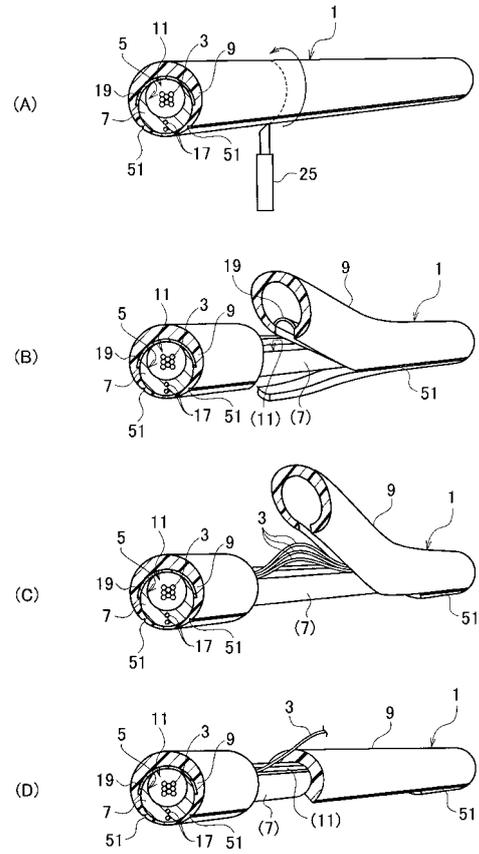
【図12】



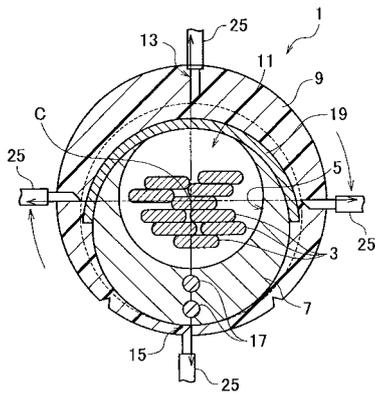
【図14】



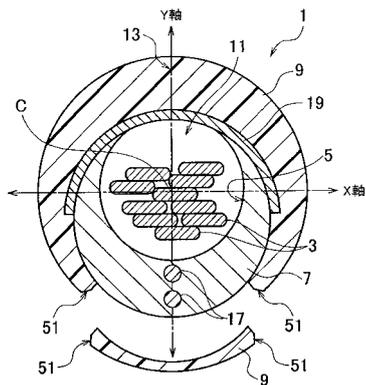
【図15】



【図16】



【図17】



## フロントページの続き

- (72)発明者 岡田 直樹  
千葉県佐倉市六崎1440 株式会社フジクラ 佐倉事業所内
- (72)発明者 富川 浩二  
千葉県佐倉市六崎1440 株式会社フジクラ 佐倉事業所内

審査官 岡田 吉美

- (56)参考文献 特開昭62-291608(JP,A)  
特開平08-160265(JP,A)  
特開2001-042176(JP,A)  
特開平10-115750(JP,A)  
特開昭63-314509(JP,A)  
特開平03-209408(JP,A)  
特開平10-090569(JP,A)  
特開2006-003774(JP,A)  
特開平09-166733(JP,A)  
特開平10-170779(JP,A)  
特開2006-078913(JP,A)  
特開2006-098791(JP,A)  
特開平09-127380(JP,A)  
Ken Osato et al., New Design of Optical Cable for Easy Mid-span Acces, 56th IWCS Conference, 2007年11月, pages 225-229

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