

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3875904号  
(P3875904)

(45) 発行日 平成19年1月31日(2007.1.31)

(24) 登録日 平成18年11月2日(2006.11.2)

(51) Int.C1.

F 1

G02B 6/44 (2006.01)

G02B 6/44 301A  
G02B 6/44 386

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2002-69084 (P2002-69084)  
 (22) 出願日 平成14年3月13日 (2002.3.13)  
 (65) 公開番号 特開2003-270498 (P2003-270498A)  
 (43) 公開日 平成15年9月25日 (2003.9.25)  
 審査請求日 平成17年3月10日 (2005.3.10)

(73) 特許権者 000006035  
 三菱レイヨン株式会社  
 東京都港区港南一丁目6番41号  
 (74) 代理人 100064908  
 弁理士 志賀 正武  
 (74) 代理人 100108578  
 弁理士 高橋 詔男  
 (74) 代理人 100089037  
 弁理士 渡邊 隆  
 (74) 代理人 100101465  
 弁理士 青山 正和  
 (74) 代理人 100094400  
 弁理士 鈴木 三義  
 (74) 代理人 100107836  
 弁理士 西 和哉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】光ファイバケーブルおよびプラグ付き光ファイバケーブル

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

コアと該コアの外周に形成されたクラッドからなる光ファイバの外周に、一次被覆層と二次被覆層が順次設けられた光ファイバケーブルであって、

前記一次被覆層は、ポリアミド系樹脂を主成分とする第1のポリアミド系樹脂組成物から形成され、

前記二次被覆層は、ポリアミド系樹脂100質量部に対して、ポリオレフィン系重合体、含フッ素ポリオレフィン系重合体、シリコーン系重合体からなる群より選ばれる少なくとも1種の重合体を0.5~20質量部含有する第2のポリアミド系樹脂組成物から形成される最内層を少なくとも有することを特徴とする光ファイバケーブル。

## 【請求項 2】

前記光ファイバが、フッ化ビニリデン単位を含む共重合体から形成される最外層を少なくとも有するクラッドを備えていることを特徴とする請求項1に記載の光ファイバケーブル。

## 【請求項 3】

請求項1または2のいずれかに記載の光ファイバケーブルの少なくとも一端に、プラグが接続されていることを特徴とするプラグ付き光ファイバケーブル。

## 【請求項 4】

プラグが接続されている光ファイバケーブルの端部において二次被覆層が除去されており、プラグが一次被覆層に対して直接固定されていることを特徴とする請求項3に記載の

プラグ付き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】

本発明は、例えば自動車内の配線などに好適に使用されるプラスチック光ファイバケーブルなどの光ファイバケーブルおよびプラグ付き光ファイバケーブルに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、光ファイバとしては、広い波長領域にわたって優れた光伝送を行うことができる石英系光ファイバが知られており、幹線系を中心に広く実用化されているが、石英系光ファイバは高価で加工性が低いという欠点を有している。そのため、端面加工や取り扱いが容易であるとともに安価で、さらに軽量、大口径であるなどの長所を有するプラスチック光ファイバ(以下、POFという。)が開発され、ライティング、センサ等の分野や、FA、OA、LAN等の短・中距離通信用途の配線などの分野で用いられている。

10

さらに近年、短・中距離通信用途の中でも、特に自動車内通信分野においては、カーナビゲーションシステムの普及、ITC/ETCシステム導入等の構想を背景とした通信情報量の増加への対応、ハーネスケーブルの軽量化、安価な通信システムの構築等に対する要求が高まってきており、POFの自動車内通信分野への展開が行われつつある。

【0003】

一方、POFケーブルが自動車内の配線に用いられる場合、夏期には自動車内が高温となること、エンジン等の高温体の近傍で使用されることなどから、その被覆材料には耐熱性、耐熱寸法安定性が求められ、さらに、オイル、電解液、ガソリン等の引火性の材料が存在する環境下で使用されることなどから、その被覆材料には耐薬品性、難燃性も要求されている。

20

【0004】

POFケーブルに耐熱性、耐薬品性、耐熱寸法安定性等を付与する手段としては、被覆材料として、ナイロンを始めとするポリアミド系重合体を用いる技術が、特開平7-77642号公報、特開平10-319281号公報、特開平11-242142号公報などで提案され、現在使用されている自動車用POFケーブルにおいてもナイロン11やナイロン12などのポリアミド樹脂が使用されている。

30

さらにPOFケーブルの耐久性、耐環境特性をさらに良好なものとするために、一次被覆層の外周部にポリアミド系樹脂からなる二次被覆層を設ける技術が、上記特開平10-319281号公報、特開平11-242142号公報などで提案されている。

【0005】

また、POFケーブルは、信号源である光源や、別のPOFケーブル等との接合のために、ケーブル端にプラグを取り付けたプラグ付きPOFケーブルとして使用される。二層以上の被覆層を備えたPOFケーブルにプラグを取り付ける場合、二次被覆層を除去して露出した一次被覆層部分の上から、プラグを固定する方法が一般的である。そのためPOFケーブルの二次被覆層は、ケーブル接続作業時など必要に応じて比較的容易に剥離可能であることが要求される。

40

一次被覆層と二次被覆層の密着性(引き抜き強度)を適宜コントロールするための手法としては、WO01/45826号で開示されているように、クロスヘッド型被覆装置を用いて、光ファイバに一次被覆層を被覆して、その後に二次被覆層を被覆する方法が知られている。この方法では、被覆条件によって、一次被覆層と二次被覆層の引き抜き強度を、所望の値に制御して被覆することができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述の各公報の技術では、耐熱性、耐熱寸法安定性、耐薬品性、耐久性などの特性に優れ、かつ、一次被覆層と二次被覆層との密着性が適切にコントロールされた光ファイバケーブルを得ることは困難であり、またそのような光ファイバケーブルを製造

50

するためには被覆条件等を精密に制御するなどする必要があるため製造が困難であった。

【0007】

本発明の目的は、一次被覆層と二次被覆層とが剥離しやすいためにプラグの取り付けなどの接続作業が容易であり、また、柔軟性に優れているため狭窄部へも敷設し易く、しかも耐薬品性、難燃性も良好な光ファイバケーブルおよびプラグ付き光ファイバケーブルを提供するものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明の光ファイバケーブルは、コアと該コアの外周に形成されたクラッドからなる光ファイバの外周に、一次被覆層と二次被覆層が順次設けられた光ファイバケーブルであって、前記一次被覆層は、ポリアミド系樹脂を主成分とする第1のポリアミド系樹脂組成物から形成され、前記二次被覆層は、ポリアミド系樹脂100質量部に対して、ポリオレフィン系重合体、含フッ素ポリオレフィン系重合体、シリコーン系重合体からなる群より選ばれる少なくとも1種の重合体を0.5～20質量部含有する第2のポリアミド系樹脂組成物から形成される最内層を少なくとも有することを特徴とする。

10

前記光ファイバは、フッ化ビニリデン単位を含む共重合体から形成される最外層を少なくとも有するクラッドを備えていることが好ましい。

前記一次被覆層と前記二次被覆層との間の引き抜き強度が10～30Nであり、かつ、1mm変位時の曲げ弾性率Eが8～18(N/mm)であることが好ましい。

前記第1のポリアミド系樹脂組成物の主成分である前記ポリアミド系樹脂は、ナイロン11単独重合体および/またはナイロン12単独重合体であることが好ましい。

20

前記コアは、ポリメタクリル酸メチルまたは1種類以上のビニル系単量体とメタクリル酸メチルとの共重合体から形成されていることが好ましい。

前記光ファイバの外径が700～1200μmで、当該光ファイバケーブルの外径が1300～3000μmであり、前記二次被覆層の断面積をBとし、当該光ファイバケーブルの断面積をAとしたとき、B/Aが0.3～0.7の範囲であることが好ましい。

前記第2のポリアミド系樹脂組成物に含まれる前記ポリアミド系樹脂は、ポリアミド系エラストマー、ポリアミド共重合体、ナイロン11、ナイロン12からなる群より選ばれる少なくとも1種であることが好ましい。

前記第2のポリアミド系樹脂組成物は、前記ポリアミド系樹脂100質量部に対してトリアジン系化合物5～30質量部を含有することが好ましい。

30

前記トリアジン系化合物は、シアヌル酸メラミンおよび/またはシリカ変性シアヌル酸メラミンであることが好ましい。

本発明のプラグ付き光ファイバケーブルは、前記光ファイバケーブルの少なくとも一端に、プラグが接続されていることを特徴とする。

また、前記プラグ付き光ファイバケーブルは、プラグが接続されている光ファイバケーブルの端部において二次被覆層が除去されており、プラグが一次被覆層に対して直接固定されていることが好ましい。

【0009】

【発明の実施の形態】

40

以下、本発明について詳細に説明する。

[光ファイバ]

光ファイバケーブルに使用される光ファイバは、コアの外周にクラッドが形成されたものである。光ファイバとしては石英系の光ファイバもPOFも用いることができるが、光ファイバと一次被覆層との密着性を高めるためにはPOFが好ましい。以下本発明についてPOFを例として説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。POFのコアを形成する材料としては、公知の材料が使用可能であるが、ポリメタクリル酸メチル(PMMA)か、1種類以上のビニル系単量体とメタクリル酸メチルとの共重合体かのいずれかを使用することが好ましく、透光性、材料価格、耐久性の点からPMMAがより好ましい。

50

## 【0010】

コアの外周に形成されるクラッドは単層であっても多層であってもよく、公知の材料が使用可能であるが、少なくとも一次被覆層と接する最外層は、フッ化ビニリデン単位を含む共重合体から形成されることが好ましい。すなわち、クラッドが単層からなるものであれば、この層がフッ化ビニリデン単位を含む共重合体から形成されることが好ましい。クラッドがこのような共重合体から形成される最外層を有すると、POFの耐屈曲性、耐湿熱性、耐薬品性を向上できるだけではなく、POFに取り込み可能な光量を増やせるため好ましい。さらに、クラッドがこのような最外層を有し、後述する一次被覆層がポリアミド系樹脂を主成分とする第1のポリアミド系樹脂組成物から形成されると、クラッドの最外層と一次被覆層との密着性が優れ、ピストニングの起こりにくいPOFケーブルが得られるため好ましい。このような密着性は、クラッドを構成するフッ化ビニリデン単位中の極性の高いC-F結合と、一次被覆層に含まれるポリアミド系樹脂中の極性の高いアミド結合との間に生じる相互作用に起因する。なお、密着性は、後述の引き抜き強度を指標として評価することができる。10

## 【0011】

クラッドの最外層として用いられるフッ化ビニリデン単位を含む共重合体としては、例えば、フッ化ビニリデンとテトラフルオロエチレンとの共重合体、フッ化ビニリデンとヘキサフルオロアセトンとの共重合体、フッ化ビニリデンとトリフルオロエチレンとの共重合体、フッ化ビニリデンとヘキサフルオロプロピレン共重合体、フッ化ビニリデンとテトラフルオロエチレンとヘキサフルオロプロピレンとの共重合体、フッ化ビニリデンとテトラフルオロエチレンとヘキサフルオロアセトンとの共重合体、エチレンとテトラフルオロエチレンとヘキサフルオロプロピレンとの共重合体等が挙げられる。20

## 【0012】

POFの外径には特に制限はないが、700~1200μmの範囲であることが好ましい。POFの外径が700μm未満である場合には、POFが充分な光量の信号を取り込むことができないため、通信の信頼性が低下するおそれがある。1200μmより大きい場合は、コスト的に高くなるため好ましくない。

## 【0013】

## [一次被覆層]

一次被覆層は、上述したPOFの外周に形成され、POFを保護するものであって、耐熱性、耐薬品性、POFケーブルの耐屈曲性、被覆層の寸法安定性（熱収縮性）などから、ポリアミド系樹脂を主成分とする第1のポリアミド系樹脂組成物から形成される。一次被覆層がこのような第1のポリアミド系樹脂組成物から形成されると、前述したクラッドの最外層と良好に密着し、ピストニングの起こりにくいPOFケーブルが得られるうえ、後述する特定の二次被覆層と一次被覆層との密着性は適度に制御され、接続作業時などにおいては二次被覆層のみを容易に剥離でき、それ以外の際には二次被覆層から一次被覆層がPOFとともに抜けてしまうことがない。30

## 【0014】

第1のポリアミド系樹脂組成物に主成分、すなわち、60質量%以上、好ましくは80質量%以上含まれるポリアミド系樹脂としては、例えばナイロン10、ナイロン11、ナイロン12、ナイロン6、ナイロン66、ナイロン6-12などの各単量体単位からなる単独重合体やこれら単量体単位の組合せからなる共重合体、柔軟なセグメントを導入したナイロン単量体単位を含む共重合体であるポリアミド系エラストマーなどが挙げられる。これらはいずれも溶融温度が低いため、比較的低温でPOFの外周に被覆層を形成でき、これらを使用すると被覆層形成の際にPOFの伝送性能を熱劣化させることがない点からも好ましい。40

また、これらのポリアミド系樹脂は単独で使用しても、2種類以上を組み合わせて使用してもよいが、特に、ナイロン11単独重合体またはナイロン12単独重合体単独で、あるいは混合して使用すると、被覆工程における成形性が良好で、POFに熱的および機械的なダメージを与えるににくいだけではなく、特にクラッドの最外層を形成しているフッ化ビニ

リデン単位を含有する共重合体との密着性がより優れることからも好ましい。

【0015】

特にナイロン11単独重合体は、ナイロン12単独重合体に比べ、低温衝撃性、耐屈曲疲労性、引っ張り破断伸び、曲げ弾性が低い等の力学的特性、耐摩耗性に優れ、線膨張係数やガス透過性が低いという優れた特徴を有する。そのため、第1のポリアミド系樹脂組成物の主成分であるポリアミド系樹脂としてナイロン11単独重合体を使用すると、ナイロン12単独重合体を使用した場合に比べ、より柔軟で耐疲労性に優れ、高温環境下でのピストニング、伝送特性の劣化が少ないPOFケーブルを得ることができる。また、ナイロン12単独重合体を含む被覆層は、形成後にナイロン12単独重合体の結晶化が進行し、POFケーブルが徐々に硬くなるおそれがあるが、ナイロン12単独重合体よりも融点が約10 10高いナイロン11単独重合体を使用する場合には、PMMAをコアに使用したPOFの通常の使用上限である80 程度の温度において、POFケーブルが全く硬化しないため好ましい。また、ナイロン11単独重合体は、耐屈曲性や耐摩耗性に優れるため、POFケーブルが変形した場合でも、POFに加わる応力などの力学的作用と、高温環境下でのPOFの収縮とをより抑制することもできる。

【0016】

なお、ここで第1のポリアミド系樹脂組成物には、必要に応じて他の重合体や、難燃剤、着色剤、POFへの外光の入射を防止するためのカーボンブラック等の黒色無機成分などの添加剤や化合物を含有させることもできる。

また、クラッドと一次被覆層の密着性をより十分なものとするために、第1のポリアミド系樹脂組成物に、有機酸あるいは有機酸無水物を添加してもよい。これにより、POFと被覆層との密着性をより一層向上させることができる。有機酸あるいは有機酸無水物の添加量は、被覆層を構成する樹脂に対して0.2~10質量%とすることが好ましく、より好ましくは0.5~5質量%である。添加量が0.2質量%未満では所望の効果が十分に得られない傾向にあり、10質量%を超えると樹脂の流動性が低下するおそれや、POFケーブル表面の平滑性が低下するおそれがある。使用する有機酸、有機酸無水物としては、例えば、アクリル酸、メタクリル酸、マレイン酸、フマール酸、サリチル酸、コハク酸、グルタル酸、フタル酸、及びこれらの無水物などを挙げることができる。その中でも、無水マレイン酸が、少量の添加量で高い密着効果が得られることから、特に好ましい。

【0017】

このような一次被覆層の厚みは5~1000μmの範囲が好ましく、50~600μmの範囲がさらに好ましい。一次被覆層の厚みが5μm未満である場合には、POFと一次被覆層の間の密着性が低下して、引き抜き強度が不十分となるおそれがある。また、一次被覆層の厚みが1000μmを超えると、一次被覆層に使用する材料のコストが高くなるため好ましくない。

【0018】

[二次被覆層]

二次被覆層は、POFケーブルにより耐久性、耐環境特性などを付与するために、上述の一次被覆層の外周に形成され、POFケーブルの接続作業時などには適宜剥離されるものであって、ポリアミド系樹脂100質量部に対して、ポリオレフィン系重合体、含フッ素ポリオレフィン系重合体、シリコーン系重合体からなる群より選ばれる少なくとも1種の重合体を0.5~20質量部含有する第2のポリアミド系樹脂組成物から形成される最内層を少なくとも有する。

二次被覆層は必要に応じて单層であっても多層であってもよいが、少なくとも一次被覆層と接触する二次被覆層の最内層（单層である場合には、その層）をこのような第2のポリアミド系樹脂組成物から形成すると、第1のポリアミド系樹脂組成物からなる一次被覆層との間の密着性を適切に制御でき、一次被覆層と二次被覆層とが過度に密着せず必要に応じて剥離しやすく、しかも二次被覆層から一次被覆層がPOFとともに抜けてしまうことがない。

【0019】

10

20

30

40

50

第2のポリアミド系樹脂組成物において、ポリオレフィン系重合体、含フッ素ポリオレフィン系重合体、シリコーン系重合体からなる群より選ばれる少なくとも1種の重合体は、ポリアミド系樹脂100質量部に対して0.5~20質量部であり、好ましくは1~15質量部である。このような範囲であると第1のポリアミド系樹脂組成物から形成される一次被覆層に対して、二次被覆層が過度に密着することなく、適度に密着する。また、このような範囲で上記いずれかの重合体が配合されると、得られるP OFケーブルの柔軟性も適度となり、変形した場合の回復が早く形態安定性に優れ、巻き癖などがつきにくく、取扱性に優れる。上記重合体が0.5質量部未満では、一次被覆層と二次被覆層との密着性が強くなりすぎる傾向があり、一方20質量部を超えると、一次被覆層と二次被覆層との密着性が弱くなりすぎる傾向があるとともに、第2のポリアミド系樹脂組成物の流動性が低下したり、P OFケーブル表面の平滑性が低下したりする。ポリアミド系樹脂100質量部に対して0.5~20質量部、好ましくは1~15質量部の範囲で配合することにより、一次被覆層と二次被覆層との密着性が適度に制御され、かつ、P OFケーブルの柔軟性、形態安定性なども優れる。

#### 【0020】

第2のポリアミド系樹脂組成物に含まれるポリアミド系樹脂としては、耐薬品性、耐熱性などに優れたナイロン11、ナイロン12、ナイロン6、ナイロン66、ナイロン612、ナイロン621などの各単量体単位からなる単独重合体や、これらの単量体単位が組み合わされた共重合体、ポリアミド系エラストマーなどが好ましい。これらのポリアミド系樹脂は単独で使用しても、2種類以上を組み合わせて使用してもよいが、後述するように、このような二次被覆層を備えたP OFケーブルは、1mm変位時の曲げ弾性率Eが特定の範囲であることが好ましく、この曲げ弾性率は第2のポリアミド系樹脂組成物に使用されるポリアミド系樹脂の種類に影響を受けやすい。よって、ここでポリアミド系樹脂としては、ポリアミド系エラストマー、ポリアミド612等のポリアミド共重合体、ナイロン11、ナイロン12からなる群から選ばれる1種以上を単独または適宜混合して使用して、特に曲げ弾性率Eを調整することが好ましい。より好ましくは、ナイロン12、ナイロン612、これらの混合物を使用する。

#### 【0021】

第2のポリアミド系樹脂組成物に含まれるポリオレフィン系重合体としては、例えば、低密度ポリエチレン、中密度ポリエチレン、高密度ポリエチレン、ポリ塩化ビニリデン、ポリプロピレン、エチレン/プロピレンゴム、エチレン-メタクリル酸メチル共重合体(住友化学社製、商標名:アクリフト)、アイオノマー(三井・デュポンポリケミカル社製、商標名:ハイミラン)等を挙げることができる。これらポリオレフィン系重合体の質量割合はポリアミド系樹脂組成物100質量部に対して0.5~20質量部の範囲であるが、特に15質量部以下であると、ポリアミド系樹脂の高い耐熱性を大きくそこなわずに密着性の制御が可能となるため好ましい。また、ポリオレフィン系重合体として、ポリオレフィンに有機酸または有機酸無水物がグラフト重合されたものを使用すると、このポリオレフィン系重合体とポリアミド系樹脂との混合分散性が向上し、耐衝撃性が優れるため好ましい。

#### 【0022】

第2のポリアミド系樹脂組成物に含有させる含フッ素ポリオレフィン系重合体としては、ポリフッ化ビニリデン、フッ化ビニリデンとヘキサフルオロアセトン共重合体、フッ化ビニリデンとトリフルオロエチレン共重合体、フッ化ビニリデンとヘキサフルオロプロピレン共重合体等が挙げられる。この中では、ポリフッ化ビニリデン、またはフッ化ビニリデンとヘキサフルオロプロピレン共重合体が、密着性の制御や難燃性向上効果があり、また市販品を入手するために特に好ましい。具体的には、ポリフッ化ビニリデン又はフッ化ビニリデンとヘキサフルオロプロピレン共重合体としては、KYNARシリ-ズ(商標名:アトフィナ社製)が用いられる。

#### 【0023】

シリコーン系重合体としては、XC99-シリーズ、XR39-シリーズ(商品名:GE 50

東芝シリコーン社製)や、X40-シリーズ、X22-シリーズ、FRX01/02(商品名:信越化学社製)、Siパウダー(商標名:東レ・ダウコーニング社製)等が挙げられる。

#### 【0024】

また、第2のポリアミド系樹脂組成物には、必要に応じて他の重合体や、着色剤、POFへの外光の入射を防止するためのカーボンブラック等の黒色無機成分などの添加剤や化合物を含有させることもできるが、好ましくは、得られるPOFケーブルに難燃性を付与するために、難燃剤を含有させる。

難燃剤としては、公知の各種金属水酸化物、リン化合物、トリアジン系化合物などが挙げられるが、ポリアミド系樹脂の難燃性を向上させる効果が大きいため、トリアジン系化合物を用いることが好ましく、ポリアミド系樹脂100質量部に対して好ましくは5~30質量部、より好ましくは8~20質量部含有させる。トリアジン系化合物の含有量が5質量部未満であると、難燃性の向上効果が不十分となるおそれがあり、30質量部を超えると被覆層を構成する材料の曲げ弾性率が上がりすぎ、POFケーブルの取り扱いが困難となるおそれがある。10

トリアジン系化合物としては、特にシアヌル酸メラミンが好ましく、例えばMC-600(商品名:日産化学社製)などのシアヌル酸メラミンや、MCN-440、MCN-640(商品名:日産化学社製)などの、表面がシリカで変性されたシリカ変性シアヌル酸メラミンが挙げられる。

また、着色剤等を添加して、POFケーブルの識別性、意匠性を高める場合には、公知の着色剤が使用可能であるが、染料系の着色剤は高温下などでPOFに移行して伝送損失を増加させるおそれがあるため、無機顔料を用いることが好ましい。20

#### 【0025】

##### 【POFケーブル】

POFの外周に上述の一次被覆層と二次被覆層とが順次形成されたPOFケーブルは、1mm変位時の曲げ弾性率Eが8~18N/mmの範囲であり、好ましくは10N/mm以上、15N/mm以下である。曲げ弾性率が8N/mm未満のPOFケーブルは、変形した場合の回復が遅く、形態安定性が悪いため取扱いにくく、18N/mmを超えたPOFケーブルは、柔軟性が低下し、巻き癖などがつきやすくなり、取扱性が悪くなる。8~18N/mmであると、変形した場合の回復力が適度に高く、適度に形態が安定していて、また、柔軟性に富み、巻き癖などがつきにくいため取扱性に優れる。30

#### 【0026】

また、POFケーブルの外径には特に制限はないが、1300~3000μmの範囲が好ましい。POFケーブルの外径が1300μm未満であると、POFケーブルが変形した場合の回復が遅く、形態安定性が悪くなり取扱性が低下する傾向にある。一方、3000μmを超えると、柔軟性が低下し、巻き癖などがつきやすくなり、やはりPOFケーブルの取扱性が悪くなる傾向にある。

また、このPOFケーブルは、二次被覆層の断面積をB、POFケーブルの断面積をAとしたとき、B/Aが0.3~0.7の範囲であることが好ましい。B/Aが0.3未満である場合には、二次被覆層の耐熱性、耐薬品性が不十分となる傾向があり、0.7を超えるとPOFケーブルのコストが高くなる。40

#### 【0027】

また、このPOFケーブルにおいては、二次被覆層をPOFケーブルの接続作業時などに必要に応じて比較的容易に剥離でき、しかも通常時には二次被覆層から一次被覆層がPOFとともに抜けてしまうことがないように、一次被覆層と二次被覆層との間の引き抜き強度が10~30Nの範囲であり、好ましくは15~25Nの範囲である。一次被覆層と二次被覆層との間の引き抜き強度が10N未満では、二次被覆層から一次被覆層とともにPOFが抜けてしまう場合があり、取扱性が悪くなる。一方、30Nを超えるとストリッピング性が悪くなり、POFケーブルの接続作業において二次被覆層を剥離する際に一次被覆層が伸び、取扱性が低下するおそれがある。二次被覆層と一次被覆層との間の引き抜き50

強度と上述の曲げ弾性率Eは、すでに上述したように、二次被覆層に、ポリアミド系樹脂100質量部に対してポリオレフィン系重合体、含フッ素ポリオレフィン系重合体、シリコーン系重合体からなる群より選ばれる1種以上の重合体を0.5~20質量部配合した第2のポリアミド樹脂組成物を使用することで適切に制御することができる。なお、本発明における引き抜き強度の測定方法は、後述の実施例において説明する。

【0028】

このようなPOFケーブルは、公知の方法により製造できる。例えばクロスヘッド型被覆装置を用いた押し出し被覆により、POFに一次被覆層、二次被覆層を順次設ける方法や、POFを形成する材料に、一次被覆層と二次被覆層を形成する材料を積層して複合紡糸する方法などが挙げられる。これらのなかでは、クロスヘッド型被覆装置を用いて、POFに一次被覆層、二次被覆層を設ける方法が好ましい。より具体的には、POFに一次被覆層及び二次被覆層を一括で被覆する方法は、製造が容易であるため好ましい。また、POFに一次被覆層を被覆して、その後に二次被覆層を被覆する方法は、POFと一次被覆層の密着性だけではなく、一次被覆層と二次被覆層の密着性を、被覆時の条件によってより精密に制御して被覆することができるため好ましい。

【0029】

このようなPOFケーブルは、その外周に形成された一次被覆層が、ポリアミド系樹脂を主成分とする第1のポリアミド系樹脂組成物から形成され、この一次被覆層の外周に形成された二次被覆層が、ポリアミド系樹脂100質量部に対して、ポリオレフィン系重合体、含フッ素ポリオレフィン系重合体、シリコーン系重合体からなる群より選ばれる少なくとも1種の重合体を0.5~20質量部含有する第2のポリアミド系樹脂組成物から形成される最内層を少なくとも有している。したがって、二次被覆層は、必要時には一次被覆層から容易に剥離できるようになっている。また、このPOFケーブルは、変形した場合の回復力が適度に高く、適度に形態が安定していて、また、柔軟性に富み、巻き癖などがつきにくいため取扱いに優れるうえ、耐薬品性、難燃性も良好である。

さらに、POFのクラッドの最外層がフッ化ビニリデン単位を含む共重合体から形成されると、POFと一次被覆層とは一層強く密着してピストニングが起こりにくくなる。

【0030】

【プラグ付きPOFケーブル】

上述したPOFケーブルの少なくとも一端に、プラグを接続、固定することにより、プラグ付きPOFケーブルとすることができる。このようにプラグを接続、固定することにより、信号源である光源や、検知器に組み込まれたユニットのハウジング、別のPOFケーブル等と容易に接続することができる。プラグの形態には特に制限はなく、POFケーブルを挿入する挿入孔が形成されたプラグ本体と、POFケーブルをこのプラグ本体に固定するためのストッパを備えたものなどが使用できる。また、POFケーブルとプラグとの接続は、プラグを接続する端部の一次被覆層にプラグを固定する方法などで行うことが好ましい。すなわち、端部の二次被覆層を除去して、一次被覆層を露出させ、この露出した部分の一次被覆層に直接プラグを固定することが好ましい。

このようなプラグ付きPOFケーブルは、POFケーブルとして、上述したように、一次被覆層と二次被覆層とは剥離しやすいためにプラグの取り付けなどの接続作業が容易であり、また、柔軟性に優れているため狭窄部へも敷設し易く、しかも耐薬品性、難燃性も良好なものを備えている。また、このPOFケーブルのPOFのクラッドを、少なくともその最外層がフッ化ビニリデン単位を含む共重合体から形成されるものとすることによって、POFと一次被覆層との密着性がより良好となり、ピストニングが起こりにくくなる。よって、このようなプラグ付きPOFケーブルは、光信号伝送の配線、高速光通信のためのコンピュータ接続配線、交換機回りの配線、工場自動機械制御の配線、自動車などの移動体用データ伝送用配線、光センサー用配線などで他の機器などと接続する場合の使用に適している。

【0031】

【実施例】

10

20

20

30

40

50

以下、実施例により本発明をより具体的に説明する。本発明の範囲がこれらの実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

なお、実施例における評価、測定は以下の方法により実施した。

(伝送損失)

25m - 5mカットバック法により伝送損失 (dB / km) を測定した。測定波長が 650 nm、入射光のNA(開口数)が、0.1の光を用いた。

(曲げ弾性率)

POFケーブルを2つの固定点で固定し、ケーブル曲げ具を用いて POFケーブルを中心軸に対して垂直に押圧した。固定点の間隔は 15 mm とした。押圧時、POFケーブルは 10 、曲率半径 5 mm の円弧形状となった。ケーブル曲げ具が押圧開始から 1 mm 変位したときのケーブル曲げ具にかかる応力 (N) を測定し、曲げ弾性率 (N/mm) とした。

【0032】

(引き抜き強度の測定)

引き抜き強度は、図1に示すように、POFケーブル10を保持する治具12と、治具12の一端部に形成された突起14を把持するチャック8と、POFケーブル10の剥離部分5を把持するチャック7とを備えた測定装置20を用いて測定した。治具12には、POFケーブル10の被覆部分4が収容される保持室13と、POFケーブル10の剥離部分5よりも大きく被覆部分4よりも狭い貫通孔15が形成されている。

測定にあたっては、一端側の被覆層を剥離したPOFケーブルを用意し、POFケーブルの被覆部分4の長さが 30 mm になるように切断した。なお、POFと一次被覆層との間の引き抜き強度を測定する場合は、一次被覆層及び二次被覆層を剥離し、一次被覆層と二次被覆層との間の引き抜き強度を測定する場合は、二次被覆層のみを剥離した。

次に、治具12に形成されている保持室13内にPOFケーブルの被覆部分4を収容し、POFケーブルの剥離部分5を貫通孔15から抜き出した。次に、治具12の一端部に形成されている突起14をチャック8で把持し、POFケーブルの剥離部分5をチャック7で把持した。

次に、POF(POFケーブル)の中心軸方向(図中矢印方向)に沿って、一定速度 50 mm/min でチャック8を移動させて治具12を引っ張り、POFケーブルの被覆部分4において剥離部分5よりも厚い部分を引き抜いた。このときの引き抜き応力と、POFケーブルの被覆部分4において剥離部分5よりも厚い部分の引き抜き方向へのずれ量との関係を示す曲線から、引き抜く際の応力のピーク値を読みとり測定値とした。

【0033】

(難燃性)

難燃性試験は、DIN72551-5に準拠するに測定方法に基づいて行った。この測定方法は、電線用の難燃性測定法であるDIN72551-5を、光ファイバケーブルの難燃性を測定するために、次のように若干変更したものである。この測定法においては、燃焼時または燃焼後の電線を斜め 45° に維持することが必要である。しかし、光ファイバケーブルは電線とは異なり、光ファイバ12が燃焼した場合に光ファイバケーブルをこのようないくつかの斜め 45° に維持することが困難である。よって、光ファイバケーブルを燃焼時または燃焼後に斜め 45° に維持するために、光ファイバケーブルの周上に螺旋状に一対の銅線を、互いが交差するように巻き付けた状態で難燃性を測定する。銅線としては直径 0.7 mm のものを用い、螺旋周期は光ファイバケーブルの長手方向に 20 mm 周期とする。

また、難燃性試験の合否の判定基準は、光ファイバケーブルにバーナーの炎を 7 秒間あてて着火した後、炎を試料から遠ざけ、30秒以内に炎が消えたものを合格とし、消えなかつたものを不合格とする。20本のサンプル評価を行い、合格本数が 18 本以上である場合に合格とし、それ以下の場合を不合格とした。

【0034】

(実施例1)

10

20

30

40

50

POFとして、直径1.0mmのPOFであってコア材がPMMA、第1クラッド材料が2,2,2-トリフルオロエチルメタクリレート(3FM)/2-(パーフルオロオクチル)エチルメタクリレート(17FM)/メタクリル酸メチル/メタクリル酸=51/31/17/1(質量部)の共重合体、第2クラッド材料がビニリデンフルオライド/テトラフルオロエチレン共重合体=80/20(mol%) (屈折率1.402)の共重合体からなるPOFを使用した。なお、第1クラッドとはクラッドのうちの最内層であって、これがコアに接触している。また、第2クラッドとは、第1クラッドの外周に形成されたものであって、ここではこれがクラッドの最外層である。

一次被覆層には、第1のポリアミド系樹脂組成物として、ナイロン11「Rilsan(商標名) BMF-0」(アトフィナ社製)100質量部に無水マレイン酸1質量部を混合したポリアミド系樹脂組成物を用いた。

POFに、220に設定したクロスヘッドダイにて、上記のポリアミド樹脂組成物をクロスヘッドケーブル被覆装置を用いて被覆して、厚みが250μmの一次被覆層を形成し、外径1.5mmのPOFケーブルを得た。

このPOFケーブルの外周部に、ナイロン612(ダイアミド N1901、ダイセルヒュルス社製)100質量部に対して低密度ポリエチレン(NUC8008、日本ユニカ社製)5質量部、難燃剤としてメラミンシアヌレート15部(MC-600、日産化学社製)を配合した第2のポリアミド系樹脂組成物を、クロスヘッドケーブル被覆装置を用いて被覆して厚みが350μmの二次被覆層を形成し、外径2.2mmの2層被覆構造を有するPOFケーブルを得た。

このPOFケーブルは、二次被覆層の断面積をBとし、POFケーブルの断面積をAとしたとき、B/Aが0.54であった。

得られたPOFケーブルの各種評価を行い、その結果を表1に示した。

POFと一次被覆層との間の引き抜き強度は50N以上であり、密着性に優れていた。

#### 【0035】

#### [実施例2~11、比較例1~6]

POFケーブルの構成条件を表1に示した通りとした以外は、実施例1と同じPOFを使用し、実施例1と同様にしてPOFケーブルを作製した。得られたPOFケーブルの各種特性を評価し、その結果を表1および表2に示した。なおPOFと一次被覆層との間の引き抜き強度はいずれも50N以上であり、密着性に優れていた。

#### 【0036】

#### 【表1】

10

20

30

	一次被覆層		二次被覆層 (数字は質量部)			引き抜き 強度*1 (N)	曲げ 弾性率 (N/mm)	伝送損失 (dB/km)	難燃性
	材料	PA112	PA612	MCN	共重合体				
実施例1	PA11/MAH = 100/1	0	100	15	LDPE 5	17	12	135	合格
実施例2	同上	30	70	15	LDPE 5	19	9	138	合格
実施例3	同上	0	100	15	PVdF 5	13	12	135	合格
実施例4	同上	30	70	15	PVdF 10	15	9	139	合格
実施例5	同上	30	70	15	PVdF 5	18	10	135	合格
実施例6	同上	30	70	15	PVdF 2	25	10	136	合格
実施例7	同上	100	0	15	PVdF 10	25	14	137	合格
実施例8	同上	30	70	15	VdF/HFP 10	12	10	136	合格
実施例9	同上	30	70	15	VdF/HFP 5	17	11	136	合格
実施例10	同上	30	70	15	VdF/HFP 2	25	11	138	合格
実施例11	同上	30	70	15	Siバーグ 5	18	12	139	合格

\*1 引き抜き強度：一次被覆層と二次被覆層との間の引き抜き強度

\*2 難燃性の合格率は、(合格数) / (検査数)

	一次被覆層	二次被覆層 (数字は質量部)			引き抜き 強度*1 (N)	曲げ 弾性率 (N/mm)	伝送損失 (dB/km)	合格否	難燃性 合格率*2
		材料	PA12	PA612	MCN	共重合体			
比較例1	同上	30	70	15	-	33	15	135	合格
比較例2	同上	100	0	15	-	38	23	136	合格
比較例3	同上	100	0	0	-	45	17	137	不合格
比較例4	同上	30	70	15	LDPE 25	8	6	136	不合格
比較例5	同上	30	70	15	VdF/HFP 25	7	6	135	不合格
比較例6	同上	30	70	15	Si <sup>18</sup> ウダ" 25	6	6	134	不合格

\*1 引き抜き強度：一次被覆層と二次被覆層との間の引き抜き強度

\*2 難燃性の合格率は、(合格数) / (検査数)

なお、表中の略号は以下を示す。

PA11：ナイロン11

PA12：ナイロン12

PA612：ナイロン6-12

MCN：メラミンシアヌレート

LDPE：低密度ポリエチレン（商標名：NUC8008、日本ユニカ社製）

PVdF：ポリフッ化ビニリデン（商標名：KYNAR710、アトフィナ・ジャパン社 50

製)

V d F / H F P : フッ化ビニリデン - ヘキサフルオロプロピレン共重合体

(商標名: Free Flow 10、デュポン・ダウ・エラストマージャパン社製)

S i パウダー(商標名): シリコーン系難燃剤(東レ・ダウコーニング社製)

【0038】

二次被覆層に使用する第2のポリアミド系樹脂組成物として、ポリアミド系樹脂100質量部に対して低密度ポリエチレン(日本ユニカ社製、商標名: NUC 8008)を5質量部含有させた実施例1及び2のP O Fケーブルは、難燃性が低下することなく高い難燃性を備え、かつ、二次被覆層と一次被覆層との間の引き抜き強度(17~19 N/mm)、曲げ弾性率E(9~12 N)が適切な範囲に制御されていた。

10

二次被覆層に使用する第2のポリアミド系樹脂組成物として、ポリアミド系樹脂100質量部に対してポリフッ化ビニリデン(アトフィナ社製、商標名: KYNAR 710)を2~10質量部含有させた実施例3~7のP O Fケーブルは、難燃性に優れ、二次被覆層と一次被覆層との間の引き抜き強度(13~25 N/mm)、曲げ弾性率E(9~14 N)が適切な範囲に制御されていた。

二次被覆層に使用する第2のポリアミド系樹脂組成物として、ポリアミド系樹脂100質量部に対して、フッ化ビニリデン - ヘキサフルオロプロピレンの共重合体(デュポン・ダウ・エラストマージャパン社製、商標名: Free Flow 10)を2~10質量部含有させた実施例8~10のP O Fケーブルでは、難燃性に優れ、二次被覆層と一次被覆層との間の引き抜き強度(12~25 N/mm)、曲げ弾性率E(10~11 N)が適切な範囲に制御されていた。

20

二次被覆層に使用する第2のポリアミド系樹脂組成物として、ポリアミド系樹脂100質量部に対してシリコーン系樹脂(東レ・ダウコーニング社製、商標名: S i パウダー)を5質量部含有させた実施例11のP O Fケーブルは、難燃性が良好で、二次被覆層と一次被覆層との間の引き抜き強度、曲げ弾性率Eも適切な範囲に制御されていた。

一方、比較例1~3は、二次被覆層と一次被覆層との間の引き抜き強度(33 N以上)が過度となった。また、比較例4~6のように、二次被覆層に使用するポリアミド系樹脂に低密度ポリエチレン、フッ化ビニリデン - ヘキサフルオロプロピレンの共重合体、シリコーン系樹脂のいずれかを過度に添加したP O Fケーブルは、曲げ弾性率、二次被覆層と一次被覆層との間の引き抜き強度がいずれも小さすぎ、また、難燃性の低下がみられた。

30

【0039】

【発明の効果】

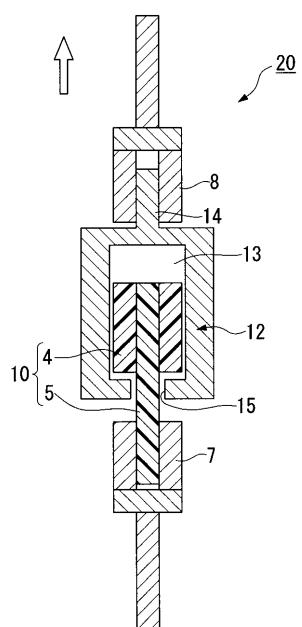
以上説明したように本発明のP O Fケーブルは、一次被覆層と二次被覆層との密着性が適度に制御され、二次被覆層が剥離しやすく、プラグの取り付けなどの接続作業が容易である。また、柔軟性に優れているため狭窄部へも敷設し易く、しかも耐薬品性、難燃性も良好である。また、P O Fが、フッ化ビニリデン単位を含む共重合体から形成される最外層を少なくとも有するクラッドを備えていると、一次被覆層との密着性が良好でピストニングが起こりにくい。したがって、このようなP O FケーブルおよびこのP O Fケーブルの少なくとも一端に、プラグが接続されたプラグ付き光ファイバケーブルは、光信号伝送の配線、高速光通信のためのコンピュータ接続配線、交換機回りの配線、工場自動機械制御の配線、自動車などの移動体用データ伝送用配線、光センサー用配線などで他の機器などと接続する場合の使用に適し、特に自動車内配線への使用に最適である。

40

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明における引き抜き強度の測定方法を説明する断面図である。

【図1】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100108453

弁理士 村山 靖彦

(72)発明者 青柳 周

広島県大竹市御幸町20番1号 三菱レイヨン株式会社中央技術研究所内

(72)発明者 北山 武史

富山県富山市海岸通3番地 三菱レイヨン株式会社富山事業所内

(72)発明者 窪 洋恵

富山県富山市海岸通3番地 三菱レイヨン株式会社富山事業所内

(72)発明者 中村 一己

東京都港区港南1丁目6番41号 三菱レイヨン株式会社内

審査官 井口 猶二

(56)参考文献 特開平10-319281(JP, A)

特開平11-242142(JP, A)

特開2000-292659(JP, A)

特開2001-201673(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/44