

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-4232

(P2016-4232A)

(43) 公開日 平成28年1月12日(2016.1.12)

(51) Int.Cl.

G02B 6/44 (2006.01)

F I

G02B 6/44 371

テーマコード (参考)

2H001

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2014-126290 (P2014-126290)
 (22) 出願日 平成26年6月19日 (2014. 6. 19)

(71) 出願人 000002130
 住友電気工業株式会社
 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
 (74) 代理人 110001416
 特許業務法人 信栄特許事務所
 (72) 発明者 岡 涼英
 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 柴田 伸一
 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 武田 健太郎
 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
 Fターム(参考) 2H001 BB16 BB18 DD06 DD09 KK02
 KK03 KK06 KK07 KK17 PP01

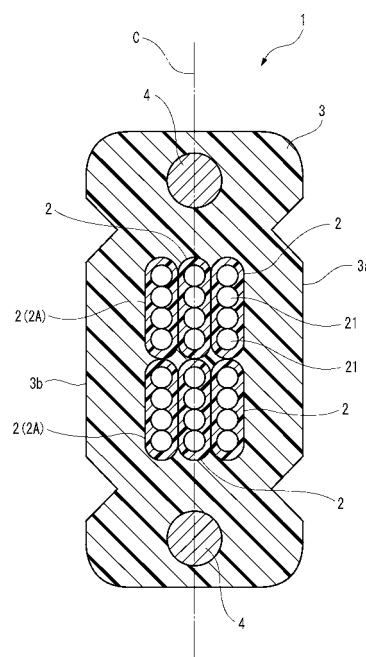
(54) 【発明の名称】 光ケーブル

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】製造コストの増大や敷設作業性の低下を回避しつつ、光ケーブルの曲げによる伝送特性の低下を抑制した光ケーブルを提供する。

【解決手段】光ケーブル1は、並列された複数の光ファイバ心線21を各々が備える複数のテープ心線2を備えている。シース材3は、複数のテープ心線2を一括に被覆している。複数のテープ心線2は、複数の光ファイバ心線21の並列方向および長手方向に直交する向きに積層されている。複数のテープ心線のシース材に対する引き抜き力を $F(N/3m)$ とした場合、複数のテープ心線2の残留伸び歪み(%)は、 $(3/13000) \times F + 0.01$ よりも大きく、0.05以下である。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

並列された複数の光ファイバ心線を各々が備える複数のテープ心線と、
前記複数のテープ心線を一括に被覆するシース材と、
を備えており、
前記複数のテープ心線は、前記複数の光ファイバ心線の並列方向および長手方向に直交する向きに積層されており、
前記複数のテープ心線の前記シース材に対する引き抜き力を $F(N/3m)$ とした場合、当該複数のテープ心線の残留伸び歪み(%)は、
 $(3/13000) \times F + 0.01$ よりも大きく、
 0.05 以下である、
光ケーブル。

10

【請求項 2】

前記残留伸び歪み(%)は、 $(3/13000) \times F + 0.025$ よりも大きい、
請求項 1 に記載の光ケーブル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光ケーブルに関する。

【背景技術】

20

【0002】

複数の光ファイバ心線を備えるテープ心線が複数積層され、これらがシース材で一括に被覆された構造を有する光ケーブルが知られている(例えば特許文献 1 から 3 を参照)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2003 - 295011 号公報

【特許文献 2】特開 2006 - 251769 号公報

【特許文献 3】特開 2007 - 148181 号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

運搬時のボビンへの巻き付けなどにより、上記の構成を有する光ケーブルが曲げられると、テープ心線の長手方向に直交する断面で見て曲げ径方向内側に位置するテープ心線に対して長手方向の圧縮応力が加わる。当該応力によりテープ心線が光ケーブル内で蛇行すると、光ケーブルの伝送特性低下の原因となる。

【0005】

テープ心線を長手方向に沿って撚ることによって応力の分散が可能であるが、付加的な設備が必要であることから製造コストが増大する。また、使用時に撚られたテープ心線をほぐす必要があることから敷設作業性が低下する。

40

【0006】

よって本発明は、製造コストの増大や敷設作業性の低下を回避しつつ、光ケーブルの曲げによる伝送特性の低下を抑制することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記の目的を達成するために、本発明がとりうる一態様は、光ケーブルであって、
並列された複数の光ファイバ心線を各々が備える複数のテープ心線と、
前記複数のテープ心線を一括に被覆するシース材と、
を備えており、
前記複数のテープ心線は、前記複数の光ファイバ心線の並列方向および長手方向に直交

50

する向きに積層されており、

前記複数のテープ心線の前記シース材に対する引き抜き力を $F(N/3m)$ とした場合、当該複数のテープ心線の残留伸び歪み(%)は、

$$(3/13000) \times F + 0.01 \text{ よりも大きく、} \\ 0.05 \text{ 以下である。}$$

【発明の効果】

【0008】

上記の構成によれば、製造コストの増大や敷設作業性の低下を回避しつつ、光ケーブルの曲げによる伝送特性の低下を抑制できる。

【図面の簡単な説明】

10

【0009】

【図1】実施形態例に係る光ケーブルの構成を示す横断面図である。

【図2】上記の光ケーブルが備えるテープ心線の構成を示す横断面図である。

【図3】光ケーブルの伝送特性を評価した結果を示す表である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本発明に係る実施形態を以下に列記して説明する。

【0011】

(1)：光ケーブルであって、

並列された複数の光ファイバ心線を各々が備える複数のテープ心線と、
前記複数のテープ心線を一括に被覆するシース材と、
を備えており、

20

前記複数のテープ心線は、前記複数の光ファイバ心線の並列方向および長手方向に直交する向きに積層されており、

前記複数のテープ心線の前記シース材に対する引き抜き力を $F(N/3m)$ とした場合、当該複数のテープ心線の残留伸び歪み(%)は、

$$(3/13000) \times F + 0.01 \text{ よりも大きく、} \\ 0.05 \text{ 以下である。}$$

【0012】

このような構成によれば、通常はできる限りゼロに近づけようとする残留伸び歪みを品質上の許容範囲内で積極的に利用し、かつテープ心線の引き抜き力の値を適切に設定することにより、曲げの径方向内側に位置しているテープ心線に作用する圧縮応力を緩和できる。したがって、光ケーブルの曲げによる伝送特性の低下を抑制できる。また、燃られた状態で複数のテープ心線がシース材により被覆される必要がないため、追加的な工程や設備が不要であり、製造コストの増大を回避できる。さらに、燃られた複数のテープ心線をほぐす作業が不要であり、敷設作業性の低下を回避できる。

30

【0013】

(2)：(1)に記載の光ケーブルであって、

前記残留伸び歪み(%)は、 $(3/13000) \times F + 0.025$ よりも大きい。

【0014】

40

このような構成によれば、曲げの径方向内側に位置しているテープ心線に作用する圧縮応力をより緩和できる。したがって、製造コストの増加や敷設作業性の低下を回避しつつ、光ケーブルの曲げによる伝送特性の低下をより抑制できる。

【0015】

添付の図面を参照しつつ、本発明に係る実施形態のより具体的な例について以下詳細に説明する。なお以下の説明に用いる各図面では、各要素を認識可能な大きさとするために縮尺を適宜変更している。

【0016】

図1は、一実施形態に係る光ケーブル1の構成を示す横断面図である。本明細書において「横断面」とは、光ケーブル1の長手方向から見た断面を意味する。

50

【 0 0 1 7 】

光ケーブル 1 は、複数のテープ心線 2 を備えている。各テープ心線 2 は、並列された複数の光ファイバ心線 2 1 を備えている。図示の例においては、3 本のテープ心線 2 が、光ファイバ心線 2 1 の並列方向および光ケーブル 1 の長手方向に直交する向きに積層されている。さらに、それぞれ前記のように積層された 3 本のテープ心線 2 の組が、光ファイバ心線 2 1 の並列方向に並列されることにより、光ケーブル 1 は、計 6 本のテープ心線 2 を備えている。光ケーブル 1 は、上記の向きに積層された少なくとも 2 本のテープ心線 2 を備える構成とされうる。

【 0 0 1 8 】

光ケーブル 1 は、シース材 3 を備えている。シース材 3 は、複数のテープ心線 2 を一括に被覆している。シース材 3 は、例えば、ポリ塩化ビニルやポリエチレンなどの熱可塑性樹脂からなる。

10

【 0 0 1 9 】

光ケーブル 1 は、一对のテンションメンバ 4 を備えている。各テンションメンバ 4 は、シース材 3 に被覆されている。一对のテンションメンバ 4 は、光ファイバ心線 2 1 の並列方向における積層された複数のテープ心線 2 の両側において、光ケーブル 1 の長手方向に延びている。本例においては、各テンションメンバ 4 は、直径 0 . 7 mm の鋼線である。各テンションメンバ 4 は、繊維強化プラスチック、アラミド繊維などからなる構成としてもよい。

20

【 0 0 2 0 】

図 2 は、各テープ心線 2 の横断面を示している。前述のように、各テープ心線 2 は、複数の光ファイバ心線 2 1 を備えている。

【 0 0 2 1 】

各光ファイバ心線 2 1 は、光ファイバ 2 1 a を備えている。光ファイバ 2 1 a は、例えば石英ガラスやプラスチックからなる。図示を省略するが、光ファイバ 2 1 a は、コアとクラッドを含んでいる。コアは、径方向の中心に配置されて第 1 屈折率を有している。クラッドは、当該コアの周囲を覆い、第 1 屈折率よりも低い第 2 屈折率を有している。

【 0 0 2 2 】

光ファイバ心線 2 1 は、一次被覆 2 1 b を備えている。一次被覆 2 1 b は、光ファイバ 2 1 a を被覆している。一次被覆 2 1 b は、例えば紫外線硬化性樹脂からなる。

30

【 0 0 2 3 】

光ファイバ心線 2 1 は、二次被覆 2 1 c を備えている。二次被覆 2 1 c は、一次被覆 2 1 b を被覆している。二次被覆 2 1 c は、例えば、一次被覆 2 1 b よりも硬質の紫外線硬化性樹脂からなる。

【 0 0 2 4 】

複数の光ファイバ心線 2 1 は、それぞれの長手方向に直交する向きに並列されている。本例においては、各光ファイバ心線 2 1 の直径は、0 . 2 5 mm である。本例においては、4 本の光ファイバ心線 2 1 が並列されている。しかしながら、各テープ心線 2 が備える光ファイバ心線 2 1 の本数は、2 本以上で適宜に定められうる。

【 0 0 2 5 】

各テープ心線 2 は、被覆部材 2 2 を備えている。被覆部材 2 2 は、複数の光ファイバ心線 2 1 を一括に被覆している。被覆部材 2 2 は、例えば、紫外線硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂のいずれかからなる。

40

【 0 0 2 6 】

光ケーブル 1 は、運搬時などにおいて、ボビンに巻き付けられる。本例においては、図 1 に示したシース材 3 の面 3 a をボビンの径方向外側に向け、シース材 3 の面 3 b をボビンの径方向内側に向けて巻き付けが行なわれる。このとき、線 C で示すテープ心線 2 の積層方向における光ケーブル 1 の中央よりも面 3 b に近い位置に配置されているテープ心線 2 A は、巻き付けに伴う光ケーブル 1 の曲げの径方向内側に位置する。そのため、テープ心線 2 A には、光ケーブル 1 の長手方向に沿う向きの圧縮応力が加わる。当該応力により

50

、テープ心線 2 A が光ケーブル 1 内で蛇行すると、光ケーブル 1 の伝送特性低下の原因になる。

【 0 0 2 7 】

テープ心線 2 を長手方向に沿って撚った状態でシース材 3 による被覆を行なえば、当該応力を分散できる。しかしながら、撚りを行なうための付加的な設備が必要となり、製造コストが増大する。また、使用時に撚られたテープ心線をほぐす必要があるため、敷設作業性が低下する。発明者らは、製造コストの増大や敷設作業性の低下を伴うことなく、光ケーブル 1 の曲げによる伝送特性の低下を抑制可能な構成について検討した。

【 0 0 2 8 】

光ケーブル 1 の製造過程においては、テープ心線 2 に残留伸び歪みが生ずることが知られている。過大張力による光ファイバ 2 1 a の破断を避ける観点から、残留伸び歪みは小さいほど好ましいとされている。発明者らは、この残留伸び歪みにより生ずる張力を積極的に利用することにより、曲げの径方向内側に位置するテープ心線 2 A に対して加わる圧縮応力を緩和できるのではないかと考えた。

【 0 0 2 9 】

他方、光ケーブルの特性を示すパラメータの 1 つにテープ心線の引き抜き力がある。引き抜き力は、長さ 3 m の光ケーブルを真っ直ぐにした状態で、シース材に被覆された複数のテープ心線を掴んで引っ張ることにより、当該複数のテープ心線がシース材から抜け始める力を意味する。すなわち、引き抜き力の値の大きさは、シース材内部におけるテープ心線の変位自由度の大きさに対応しており、引き抜き力の値が小さいほど、テープ心線はシース材内部において容易に変位できる。発明者らは、引き抜き力の値がある程度小さければ、曲げの径方向内側に位置するテープ心線 2 A に圧縮応力が加わった場合に、テープ心線 2 A がシース材 3 の内部で当該応力を逃がすような変位を行なうことが可能ではないかと考えた。

【 0 0 3 0 】

発明者らは、以上の考察に基づき、図 1 に示した構成を有し、引き抜き力の値を変化させた複数種の光ケーブルを作製し、長手方向に加える張力を変化させることで残留伸び歪みを変化させながら、伝送特性の評価を行なった。残留伸び歪みの値は、B - O T D R (Brillouin Optical Time Domain Reflectometer) を使用して測定した。伝送特性の評価は、まず直径 1 5 0 mm のマンドレルに添わせて 1 周巻いた光ケーブルにおいて 2 4 心分のループを形成した状態で波長 1 5 5 0 nm の光を入射させ、伝送損失を測定した。伝送損失が 0 . 1 d B を超えなかった場合、マンドレルを直径 1 0 0 mm に変更して同様の測定を行なった。その結果を図 3 に示す。

【 0 0 3 1 】

図 3 においては、直径 1 5 0 mm のマンドレルを用いて評価を行なった場合に、伝送損失が 0 . 1 d B 以下であった光ケーブルを実施例として示している。伝送損失が 0 . 1 d B を超えた光ケーブルについては、発明者らが所望する伝送特性が維持できなかった例、すなわち比較例として示している。さらに直径 1 0 0 mm のマンドレルを用いて評価を行なった結果、実施例 1 と実施例 2 に係る光ケーブルにおいて良好な伝送特性が維持されていた。

【 0 0 3 2 】

発明者らは、直径 1 5 0 mm のマンドレルを用いた場合における実施例 1 から 5 に係る光ケーブルの評価結果に基づいて、残留伸び歪み ε (%) とテープ心線 2 の引き抜き力 F (N / 3 m) が以下の関係式を満足する場合において、光ケーブルの曲げに起因する伝送特性の低下を抑制可能であることを見出した。

$$\varepsilon > (3 / 13000) \times F + 0 . 01$$

$$\varepsilon \leq 0 . 05$$

【 0 0 3 3 】

また、直径 100 mm のマンドレルを用いた場合における実施例 1 と 2 に係る光ケーブルの評価結果に基づいて、以下の関係式を満足する場合において、伝送特性の低下をさらに抑制可能であることを見出した。

$$\varepsilon > (3 / 13000) \times F + 0.025$$

$$\varepsilon \quad 0.05$$

【0034】

以上説明したように、本実施形態の構成によれば、通常はできる限りゼロに近づけようとする残留伸び歪みを品質上の許容範囲内で積極的に利用し、かつテープ心線 2 の引き抜き力の値を適切に設定することにより、曲げの径方向内側に位置しているテープ心線 2 A に作用する圧縮応力を緩和できる。したがって、光ケーブル 1 の曲げによる伝送特性の低下を抑制できる。また、複数のテープ心線 2 が撚られた状態でシース材により被覆される必要がないため、追加的な工程や設備が不要であり、製造コストの増大を回避できる。さらに、撚られた複数のテープ心線 2 をほぐす作業が不要であり、敷設作業性の低下を回避できる。

10

【0035】

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って、本発明を限定するものではない。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明らかである。

20

【0036】

各テープ心線 2 の形状は、図 1 と図 2 に示したものに限られない。例えば、隣接する複数の光ファイバ心線 2 1 の間に位置する被覆部材 2 2 の一部は、各光ファイバ心線 2 1 の外周面に沿って窪んでいる形状としてもよい。また、複数の光ファイバ心線 2 1 同士は、その長手方向において間欠的に離間することにより、各光ファイバ心線 2 1 の一部は、他の光ファイバ心線 2 1 に対して相対変位が可能とされている構成としてもよい。

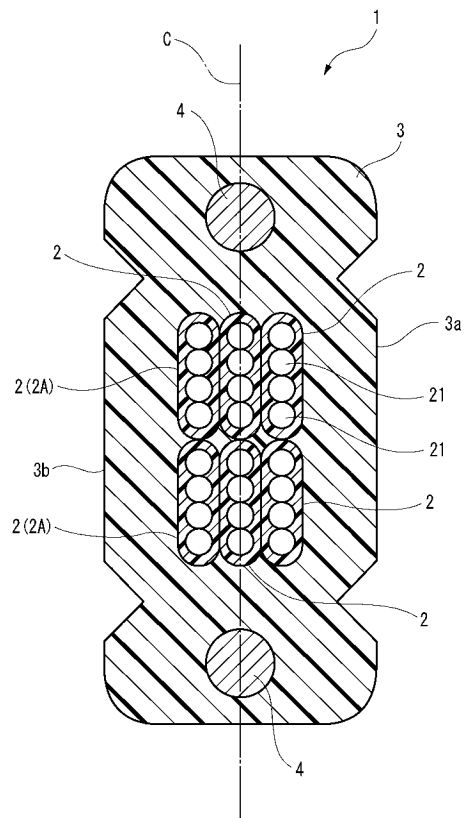
【符号の説明】

【0037】

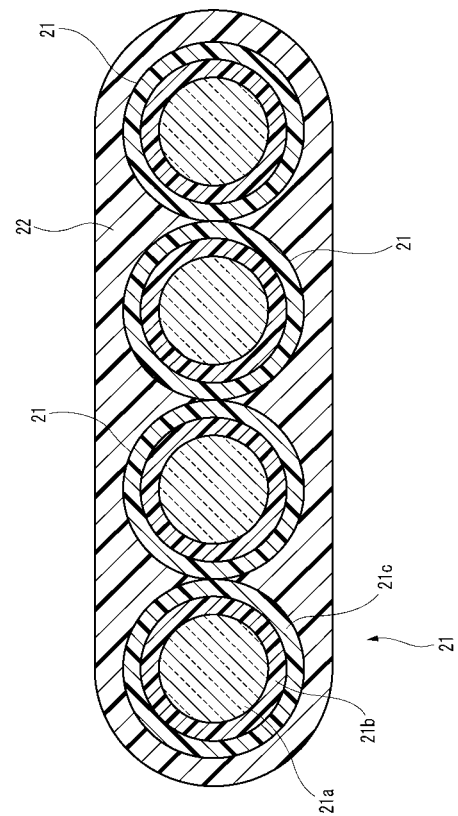
- 1：光ケーブル
- 2、2 A：テープ心線
- 3：シース材
- 2 1：光ファイバ心線
- 2 1 a：光ファイバ
- 2 1 b：一次被覆
- 2 1 c：二次被覆
- 2 2：被覆部材
- C：テープ心線の積層方向における光ケーブルの中央を示す線

30

【図 1】



【図 2】



【図 3】

	残留伸び歪み (%)	引き抜き力 (N/3m)	φ150mmの マンドレルに 巻いた場合の損失 (dB)	φ100mmの マンドレルに 巻いた場合の損失 (dB)
実施例1	0.04	10	0.01	0.03
実施例2	0.04	60	0.03	0.05
実施例3	0.04	120	0.07	0.15
実施例4	0.03	60	0.08	0.16
実施例5	0.02	10	0.07	0.16
比較例1	0.04	150	0.25	—
比較例2	0.03	120	0.20	—
比較例3	0.02	60	0.23	—