

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4116935号
(P4116935)

(45) 発行日 平成20年7月9日(2008.7.9)

(24) 登録日 平成20年4月25日(2008.4.25)

(51) Int. Cl.

F I

GO2B	6/44	(2006.01)	GO2B	6/44	301Z
GO2B	6/36	(2006.01)	GO2B	6/44	316
GO2B	6/00	(2006.01)	GO2B	6/36	
GO2B	6/032	(2006.01)	GO2B	6/00	376Z
			GO2B	6/20	Z

請求項の数 2 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2003-189729 (P2003-189729)
 (22) 出願日 平成15年7月1日(2003.7.1)
 (65) 公開番号 特開2005-24851 (P2005-24851A)
 (43) 公開日 平成17年1月27日(2005.1.27)
 審査請求日 平成16年6月10日(2004.6.10)

(73) 特許権者 000005120
 日立電線株式会社
 東京都千代田区外神田四丁目14番1号
 (73) 特許権者 000004226
 日本電信電話株式会社
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号
 (74) 代理人 100068021
 弁理士 絹谷 信雄
 (72) 発明者 大園 和正
 東京都千代田区大手町一丁目6番1号 日立電線株式会社内
 (72) 発明者 立蔵 正男
 東京都千代田区大手町一丁目6番1号 日立電線株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ファイバカールコード

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光ファイバコードを螺旋状に曲げ、長手方向に伸縮性をもつカール構造を有する光ファイバカールコードにおいて、上記光ファイバコードの両端部に接続用の光ファイバコネクタが実装され、該両コネクタに、該両コネクタの間隔が一定距離以上にならないように長手方向の伸びに制限を加える伸縮長規制部材が螺旋状の光ファイバコードの螺旋の内側に挿通して連結されており、上記伸縮長規制部材は、伸縮可能なポールチェーンからなる長さ規制部材と、上記長さ規制部材が最も縮んだ状態のときに上記長さ規制部材の表面に被せた伸縮性部材とで構成され、伸縮性があり引っ張り時の剛性が高いことを特徴とする光ファイバカールコード。

【請求項2】

コードに内蔵する光ファイバが、コアの周囲に複数の空孔を有するホーリー光ファイバである請求項1記載の光ファイバカールコード。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、石英系光ファイバによる光ファイバコードに係り、特に、光ファイバカールコードに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

メタル芯線によるカールコードは伸縮性があり、収縮時の収納性に優れることから、旧来型の電話機（受話器が有線で本体と接続されているもの）のコードを始めとして広く使用されている。

【 0 0 0 3 】

光ファイバによるカールコードも、以前から実施されている。

【 0 0 0 4 】

従来、光ファイバは、短波長帯用のマルチモードファイバが主流であった（非特許文献 1、非特許文献 2 参照）。

【 0 0 0 5 】

カールコードの製造方法は、巻き芯に光ファイバコードを巻き付けた状態で高温加熱して、加熱変形によりカール形状を保持するものである。石英系光ファイバにおいては、光ファイバ被覆及びコード被覆に加熱変形を与え、プラスチックファイバにおいては、光ファイバ自身も含めて変形を与えることにより、カール形状を保持している。

【 0 0 0 6 】

コード芯線をメタルから光ファイバに置き換えるにあたり問題となるのが、光ファイバを曲げたり、捻った場合に発生する光伝送損失の増加であるが、最近曲げ損失に関して従来の光ファイバ以上に耐性を持った光ファイバが報告されている。

【 0 0 0 7 】

例えば、ホーリーファイバ（以下、HF と称する）は、コアの周辺に複数の空孔を持ち、光ファイバの実効的な屈折率を下げることで、光の閉じ込め効果を増強し、従来の光ファイバよりも小さな曲げ径で曲げても光の損失が少ない。例として、直径 10 mm で曲げても光損失が 0.001 dB のものもある。そのため、HF を光ファイバカールコード用の光ファイバとして使用すれば、小さい曲げが螺旋状に連なるカールコード形状にしても、光の損失の増加はほとんど生じない（非特許文献 3 参照）。

【 0 0 0 8 】

カールコードの目的は、コードが繋ぐ 2 点間の間隔を自由に設定したり、変化させることである。小さく曲げても損失が増加しない HF を用いた光ファイバカールコードを使用すれば、そのコードを伸縮させても損失変動が発生しないことを意味し、伸縮に対して損失特性が非常に安定した光ファイバカールコードを得ることができる。

【 0 0 0 9 】

【非特許文献 1】

昭和 60 年度電子情報通信学会総合全国大会、2116、「光カールコードの開発」、太宰他、p. 9 - 106

【非特許文献 2】

昭和 60 年度電子情報通信学会総合全国大会、2117、「光カールコードの試作検討」、小林他、p. 9 - 107

【非特許文献 3】

2003 年度電子情報通信学会、C - 3 - 90、「ホーリーファイバの実用化に関する一検討」、姚兵他

【 0 0 1 0 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、カールコードはその特長である伸縮性を保つために、コードの端末間の距離を可変できるが、可変の際にコードを完全に伸ばしきる（曲げがなく直線状になる）ところまで伸ばしてしまう恐れがある。

【 0 0 1 1 】

通常、光ファイバコードの両端末部は機械的な接続が可能ないように光コネクタが装着されている。光ファイバは、石英製のものが多く使用されているが、その直径は通常 125 μm と非常に細い。そのため、光コネクタに光ファイバを実装固定する際の光ファイバ保持力は小さく、光コネクタと光ファイバコードとをあまり強い力で引っ張ることはできない。JIS C 6821（光ファイバ機械特性試験方法）には、引っ張り試験の規格

10

20

30

40

50

があり、カールコードを引っ張ることで光コネクタにかかる力は5 kg以下と規定されている。カールコードを引っ張る力が規定の5 kgよりも小さく、カールコードの伸びに十分な余裕がある範囲でのコードの伸びは問題ない。

【0012】

しかしながら、光ファイバカールコードの場合、光コネクタ間の間隔を自由に設定する条件下で使用される機会が多く、規定(5 kg以下)よりも強い力で引っ張られカールコードが伸びきった状態が度重なると、光ファイバカールコードの破損が生じたり、光コネクタに過剰な引っ張り荷重が掛かり破損する。このように、光コネクタ間の間隔を変更する際に5 kgを超える過剰な力が光ファイバコードと光コネクタ間に掛かる可能性は十分に考えられる。

10

【0013】

即ち、光ファイバカールコードでは通常の光ファイバコード以上の頻度で、光ファイバコードから光コネクタに引っ張り荷重を受ける機会が多いと予想され、最悪の場合、光コネクタと光ファイバコードが破損してしまう恐れがある。

【0014】

そこで、本発明の目的は、伸びを制限する機構を備える光ファイバカールコードを引っ張った際に、光コネクタと光ファイバカールコードに損傷を与えない光ファイバカールコードを提供する。

【0015】

【課題を解決するための手段】

20

本発明は上記目的を達成するために創案されたものであり、請求項1の発明は、光ファイバコードを螺旋状に曲げ、長手方向に伸縮性をもつカール構造を有する光ファイバカールコードにおいて、上記光ファイバコードの両端部に接続用の光ファイバコネクタが実装され、該両コネクタに、該両コネクタの間隔が一定距離以上にならないように長手方向の伸びに制限を加える伸縮長規制部材が螺旋状の光ファイバコードの螺旋の内側に挿通して連結されており、上記伸縮長規制部材は、伸縮可能なボールチェーンからなる長さ規制部材と、上記長さ規制部材が最も縮んだ状態のときに上記長さ規制部材の表面に被せた伸縮性部材とで構成され、伸縮性があり引っ張り時の剛性が高いものである。

【0018】

請求項2の発明は、コードに内蔵する光ファイバが、コアの周囲に複数の空孔を有するホーリー光ファイバである。

30

【0020】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適実施の形態を添付図面にしたがって説明する。

【0021】

図1は、本発明の好適実施の形態で用いる光ファイバコード2の断面構造図を示す。

【0022】

図示した光ファイバコード2は、0.25 mm UV被覆のHF6にナイロン被覆7を施し、 $d = 0.9$ mmのナイロン芯線7とした。更に、ナイロン芯線7を合計約4000デニールのケブラー繊維8で囲繞して、外径 $d = 2.0$ mm / 内径 $d = 1.5$ mmの難燃剤入りハイトレル(東レ・デュボン社製)のコード外被9で被覆した。本光ファイバコード2は、宅内で使用されることを前提としたもので、無機リン系の難燃剤を重量比で約25%配合し、60°傾斜難燃試験をクリアした。

40

【0023】

次に光ファイバコード2に使用するHF6について説明する。

【0024】

図2は、光ファイバコード2に使用するHF6の断面図である。HF6は、光を伝送するコア10と、コア10よりも屈折率の低いクラッド12と、コア10の周囲に設けられた空孔11とを備えて構成される。HF6のクラッド12の直径は、 $d = 125$ μ m、中心のコア10は、通常のシングルモードファイバ(以下、SMFと称する)同様にゲルマニ

50

ウムが添加されている。

【 0 0 2 5 】

コア 1 0 の直径は、約 $9 \mu\text{m}$ 、周囲の純粋石英クラッド 1 2 に対する比屈折率差は 0 . 3 5 % である。コア 1 0 の周囲には内径 $d = 8 \mu\text{m}$ の 6 個の空孔 1 1 が円周方向に等間隔に光ファイバ全長にわたって形成されている。

【 0 0 2 6 】

H F 6 の特徴は、コア 1 0 周囲に設けられた空孔 1 1 周辺部の実効的な屈折率が石英クラッド 1 2 よりも低くなるので、コア 1 0 とクラッド 1 2 との間の実効的な比屈折率が通常の S M F よりはるかに大きくなり、その結果コア 1 0 への光閉じ込め効果が高くなり、曲げ特性が格段に向上することになる。

10

【 0 0 2 7 】

光ファイバケーブルコード 1 に使用した H F 6 の曲げ特性を S M F の曲げ特性と比較したものを、図 3 に示す。

【 0 0 2 8 】

光ファイバの曲げ損失特性は、コアの比屈折率差、コア径、屈折率分布の形状によって異なる。数種類の通常 S M F の曲げ特性の実測値を図示する。

【 0 0 2 9 】

図 3 は、横軸を曲げ直径 (m m) とし、縦軸を曲げ損失 (d B / m 、 @ $1 . 5 5 \mu\text{m}$) とし、通常 S M F を、直径 1 5 、 2 0 、 2 5 、 3 0 m m のマンドレル (図示せず) に 1 m 巻き付けた際に発生した $1 . 5 5 \mu\text{m}$ 帯での損失を示したものである。

20

【 0 0 3 0 】

この図中の S M F 曲げ特性において、曲げ損失が最低の S M F (黒ひし形印 6 0 で示した折れ線) でも、直径 2 5 m m 曲げにおいて、1 m あたり 0 . 3 5 d B の損失が発生している。

【 0 0 3 1 】

従って、1 0 m のケーブルコードでは約 3 . 5 d B の損失が発生することになり、光ファイバコードの実用上の伝送損失を 1 ~ 2 d B とすると、それを超えてしまう。

【 0 0 3 2 】

これに対して図中に示すように、H F 6 の曲げ特性 (白ひし形印 6 1 で示した折れ線) は、曲げ直径 2 5 m m で、ほとんど損失増加はなく、曲げ直径 2 0 m m で、0 . 0 0 3 d B / m、曲げ直径 1 5 m m で、0 . 0 2 d B / m であり、通常 S M F より格段に損失増加がないのが分かった。通常 S M F に比べて H F 6 の曲げ損失は小さく、H F 6 においては曲げ径 2 5 m m 以上では、光損失の増加量は零となっている。

30

【 0 0 3 3 】

図 4 に示す光ファイバケーブルコード 1 の成形は例えば、長さ 1 0 m の上記光ファイバコード 2 を、直径 1 0 m m、長さ 6 0 0 m m のステンレス製丸棒 (図示せず) に、螺旋状に巻き付けた後、両端末部を固定し、さらにこれを、1 0 0 のオープンに 3 0 分間投入して、熱処理を行い、光ファイバコード 2 のパーマネント加工を施した。

【 0 0 3 4 】

その後、丸棒から光ファイバコード 2 を取り外して図に示すような光ファイバケーブルコード 1 を得た。

40

【 0 0 3 5 】

この光ファイバケーブルコード 1 は、コード外径 d は 2 m m であり、丸棒に巻き付け時の外径は 1 2 m m であるが、丸棒から取り外した後の外径は 1 6 m m に拡大した。なお、光ファイバケーブルコード 1 のコード中心での巻き直径 D は、光ファイバケーブルコード 1 の外径 D_t から光ファイバコード 2 の外径 d を差し引いた値であり、本実施形態における光ファイバケーブルコード 1 を構成する光ファイバコード 2 の中心での巻き直径 D は $1 8 \text{ m m} - 2 \text{ m m} = 1 6 \text{ m m}$ である。

【 0 0 3 6 】

この図示した状態での光ファイバケーブルコード 1 の波長 $1 . 5 5 \mu\text{m}$ の伝送損失をカット

50

バック法によって測定したところ、測定誤差も含め 0.01 dB 以下であった。

【0037】

次に、図5に示すように上記光ファイバカーコード1の螺旋部から略直線状に伸びた両端部に光コネクタ20を取り付けた。光コネクタ20の形状は使用目的に応じて選択するが、本実施の形態では広く使用されているSC型コネクタを実装した光ファイバカーコード1の例を図示した。

【0038】

光コネクタ20の筐体には、光ファイバカーコード1の伸びを抑制する伸縮長規制部材21を固定するための治具22が設けられている。伸縮長規制部材21は光ファイバカーコード1の螺旋の内側に挿通して設けられている。伸縮長規制部材21はそれ自身が柔軟で、伸縮性があり、引っ張り時の剛性が高いものである。

10

【0039】

光ファイバカーコード1の伸びを規制する伸縮長規制部材21をカー螺旋を形成するカーの内側に位置させるのは、伸縮長規制部材21(ボールチェーン)の長さは、光ファイバカーコード1の収縮時の長さよりも長くなることが多く、このため伸縮長規制部材21がカー螺旋の外側に存在すると、伸縮長規制部材21が光ファイバカーコード1以外の障害物から拘束を受け、光ファイバカーコード1の想定した伸縮規制長さが充分得られなくなる可能性が生じ、更に美観上の観点からも伸縮長規制部材21はカー螺旋の内側に存在することが望ましいからである。

【0040】

光ファイバカーコード1を伸縮させると、光ファイバコード2全体に捻れが発生するが、捻れによる損失変動は全く観測されず、また、捻れにより発生する応力が光ファイバ2の信頼性に与える影響は、殆どないことを確認している。

20

【0041】

光ファイバカーコード1の伸びを抑制する伸縮長規制部材21の一例を、図6(a)、図6(b)に示す。図6(a)は、伸縮長規制部材21の伸び時の状態を示し、図6(b)は、伸縮長規制部材21の縮み時の状態(定常時の状態)を示す。

【0042】

図示したように伸縮長規制部材21は、長さ規制部材としての金属製のボールチェーン23に伸縮性部材としてのゴムシース24を被せてある。ボールチェーン23は、中空のボールにパイプ(若しくは、棒)が抜けないように挿し込まれており、ボールチェーン23が縮んだ状態では、パイプがボール内に隠れ、伸びた状態ではパイプがボールから露出する。ゴムシース24は、ボールチェーン23が最も縮んだ状態のときに被せたものである。

30

【0043】

この伸縮長規制部材21は引っ張られることにより引っ張り力に応じて伸びる。引っ張り力が増して行くと、ボールチェーン23の最大伸び時の抗力で伸縮長規制部材21の伸びが制限されるまで伸びる。最大伸び以上には伸縮長規制部材21は伸びず、伸縮長規制部材21の最大伸び長は、光ファイバカーコード1の許容される伸びの長さより短く設定されている。

40

【0044】

伸縮長規制部材21と共に引っ張られているカーコード1はそれ以上に伸びず、従来のような光ファイバカーコードの過剰な伸びを生じることはない。最大伸びに達しない場合では、ボールチェーン23外周に設けられたゴムシース24による収縮力と引っ張り力との均衡が保たれた状態の長さとなり、光ファイバカーコード1自体の収縮力と相俟って、光ファイバカーコード1の伸びは光ファイバコード2に過剰な荷重を与えない充分な余裕をもった状態となっている。

【0045】

この伸縮長規制部材21は、光ファイバカーコード1の伸びを制限する。伸縮長規制部材21が備えられていない光ファイバカーコードでは、光ファイバカーコードは使用

50

時に引っ張られただけ伸びるのに対して、伸縮長規制部材 2 1 があることにより、伸縮長規制部材 2 1 の最大伸び長以上には伸びないことから、伸縮長規制部材 2 1 と共に伸びる光ファイバカーコード 1 の引き伸ばしも制限される効果がある。

【 0 0 4 6 】

また、伸縮長規制部材 2 1 の最大伸び長まで伸びた状態では、光ファイバカーコード 1 が引っ張られる力は、伸縮長規制部材 2 1 とコネクタ 2 0 とで受け、光ファイバカーコード 1 を構成する光ファイバコード 2 に過剰な力が加わらない。このため、光ファイバカーコード 1 や光コネクタ 2 0 を引き伸ばし過ぎによる破損から守ることができる優れた効果を得られる。

【 0 0 4 7 】

【発明の効果】

以上説明したことから明らかなように、本発明によれば、光ファイバカーコードにおいて、その伸びを制限する機構を備え、光ファイバカーコードを引っ張った際に光コネクタと光ファイバカーコードに損傷を与えないという優れた効果を発揮する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態に用いる光ファイバカーコードの断面図である。

【図 2】クラッド径 1 2 5 μm の 6 穴タイプホーリー光ファイバの断面図である。

【図 3】ホーリー光ファイバ及び通常シングルモードファイバの曲げ特性を示す特性図である。

【図 4】本発明の実施の形態を示す光ファイバカーコードの外観図である。

【図 5】本発明の実施の形態を示す伸縮長規制部材を備えた光ファイバカーコードの断面図である。

【図 6】図 6 (a) は、光ファイバカーコードに用いる伸縮長規制部材の伸び時の状態を示す説明図である。図 6 (b) は、光ファイバカーコードに用いる伸縮長規制部材の縮み時の状態を示す説明図である。

【符号の説明】

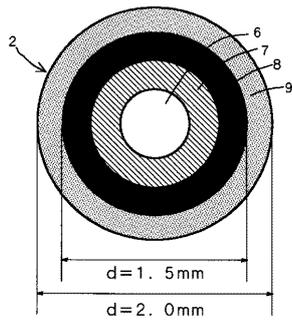
- 1 光ファイバカーコード
- 2 光ファイバコード
- 6 ホーリー光ファイバ
- 7 0 . 9 ナイロン芯線
- 8 ケブラー繊維
- 9 コード外被 (難燃ハイトレル)

10

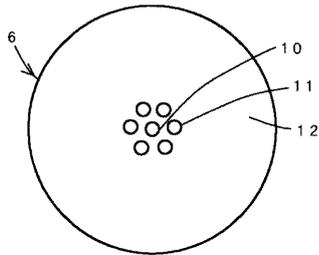
20

30

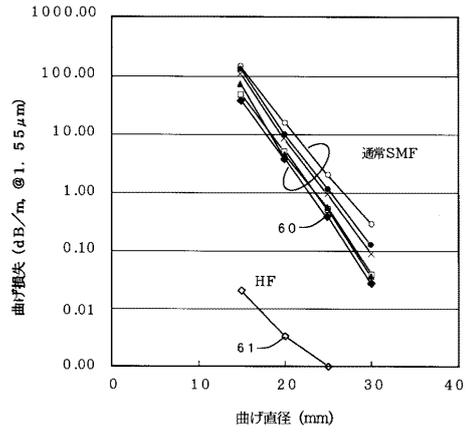
【 図 1 】



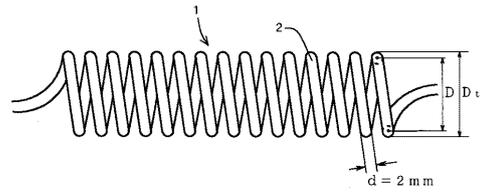
【 図 2 】



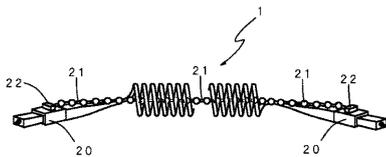
【 図 3 】



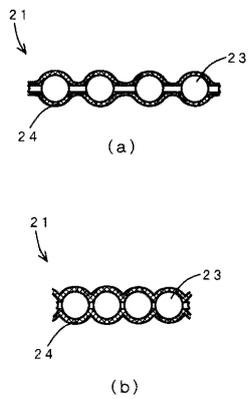
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

- (72)発明者 黒沢 芳宣
東京都千代田区大手町一丁目6番1号 日立電線株式会社内
- (72)発明者 滑川 嘉一
東京都千代田区大手町一丁目6番1号 日立電線株式会社内
- (72)発明者 川瀬 賢司
東京都千代田区大手町一丁目6番1号 日立電線株式会社内
- (72)発明者 倉嶋 利雄
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 荒木 栄次
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 平松 克美
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

審査官 高 芳徳

- (56)参考文献 特開2003-078599(JP,A)
特公平03-024003(JP,B2)
特開平07-140399(JP,A)
特開昭61-026012(JP,A)
特開昭61-035408(JP,A)
特開2000-101701(JP,A)
実開平04-018812(JP,U)
実開昭59-063915(JP,U)
実開平07-025648(JP,U)
米国特許第04357500(US,A)
英国特許出願公開第02337867(GB,A)
特開2004-219545(JP,A)
特開2000-317010(JP,A)
HORIMA, H. et al., Proceedings of the Thirty-Fourth International Wire and Cable Symposium, 1985年11月, p.16-20
Electronic Technology, 1985年3月, Vol.19, No.3, p.52
太宰正彦 他, 昭和60年度電子通信学会総合全国大会講演論文集(9), 1985年3月5日, p.9-106
小林俊明 他, 昭和60年度電子通信学会総合全国大会講演論文集(9), 1985年3月5日, p.9-107
姚兵 他, 電子情報通信学会技術研究報告, 2003年1月16日, Vol.102, No.581 (PS 2002-92), p.47-50
姚兵 他, 2003年電子情報通信学会総合大会講演論文集 エレクトロニクス1, 2003年3月3日, p.230
周健 他, 2003年電子情報通信学会総合大会講演論文集 通信2, 2003年3月3日, p.632

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/00 - 6/54
H01B 7/06
H02G 11/00
H04M 1/15
F16G 13/18 - 13/24

JSTPlus(JDreamII)
JST7580(JDreamII)