

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6911334号  
(P6911334)

(45) 発行日 令和3年7月28日(2021.7.28)

(24) 登録日 令和3年7月12日(2021.7.12)

(51) Int.Cl. F I  
**H 0 1 B 7/00 (2006.01)** H O 1 B 7/00 3 1 0  
**A 6 1 B 1/00 (2006.01)** A 6 1 B 1/00 6 8 0

請求項の数 9 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2016-229204 (P2016-229204)	(73) 特許権者	000005083 日立金属株式会社 東京都港区港南一丁目2番70号
(22) 出願日	平成28年11月25日(2016.11.25)	(74) 代理人	100145872 弁理士 福岡 昌浩
(65) 公開番号	特開2018-85302 (P2018-85302A)	(72) 発明者	渡部 考信 東京都港区港南一丁目2番70号 日立金属株式会社内
(43) 公開日	平成30年5月31日(2018.5.31)	(72) 発明者	黄 得天 東京都港区港南一丁目2番70号 日立金属株式会社内
審査請求日	令和1年8月8日(2019.8.8)	(72) 発明者	渡辺 晴之 東京都港区港南一丁目2番70号 日立金属株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複合ケーブル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の信号線が撚られてなる撚線と、  
 前記撚線を中心にして撚られてなり、導体と導体の側周を囲うように設けられたエナメル層とを有するエナメル線からなる複数の電力線と、を有し、  
前記複数の電力線は、前記複数の信号線よりも多くの本数を有し、前記撚線の側周を全周にわたって囲うように前記撚線と同心の円周上に分配されていると共に、隣接する電力線がそれぞれ接触するように配置され、隣接する所定数の電力線を1つの電力線群とする複数の電力線群から構成されている

複合ケーブル。

【請求項2】

前記信号線は同軸線である  
 請求項1に記載の複合ケーブル。

【請求項3】

前記電力線で構成される層の層心径に対する前記電力線の撚りピッチの比と、前記信号線で構成される層の層心径に対する前記信号線の撚りピッチの比と、が異なっている  
 請求項1または2に記載の複合ケーブル。

【請求項4】

前記電力線で構成される層の層心径に対する前記電力線の撚りピッチの比が、前記信号線で構成される層の層心径に対する前記信号線の撚りピッチの比よりも小さい

請求項 3 に記載の複合ケーブル。

【請求項 5】

前記信号線の撚り方向と、前記電力線の撚り方向と、が同じ方向である  
請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の複合ケーブル。

【請求項 6】

前記信号線の撚り方向と、前記電力線の撚り方向と、が異なる方向である  
請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の複合ケーブル。

【請求項 7】

前記複数の電力線は、前記電力線群ごとにその絶縁層が色分けされている  
請求項 1 に記載の複合ケーブル。

【請求項 8】

前記複数の電力線は、前記複数の信号線よりも短ピッチで撚られている  
請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の複合ケーブル。

【請求項 9】

前記複数の電力線は、それぞれ前記撚線の径よりも小さい径を有している  
請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の複合ケーブル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複合ケーブルに関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、信号線と電力線とを備える複合ケーブルが提案されている。このような複合ケーブルでは、信号線と電力線とが混在するように撚り合わされている（例えば特許文献 1 参照）。複合ケーブルは、例えば内視鏡装置が有するカメラヘッドと制御装置とを接続するケーブルとして用いられることがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2013 - 176567 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

内視鏡装置に用いられる複合ケーブルには、複合ケーブルの細径化が要求されている。また、内視鏡装置に用いられる複合ケーブルには、小さな曲げ半径  $r$  で繰り返し屈曲させても断線しないこと、すなわち耐屈曲性を有することも要求されている。

【0005】

本発明は、細径であり、良好な耐屈曲性を有する複合ケーブルを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一態様によれば、  
複数の信号線が撚られてなる撚線と、  
前記撚線の側周を囲うように前記撚線と同心の円周上に分配され、前記撚線を中心にして撚られてなる複数の電力線と、を有する  
複合ケーブルが提供される。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、細径であり、良好な耐屈曲性を有する複合ケーブルを提供することができる。

10

20

30

40

50

## 【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】(a)は、本発明の一実施形態にかかる複合ケーブルの径方向における概略断面図の一例を示す図であり、(b)は従来の複合ケーブルの径方向における概略断面図の一例を示す図である。

【図2】電力線(信号線)の撚りピッチを説明する模式図を示す図である。

【図3】複合ケーブルが屈曲した際、屈曲箇所の内側で電力線が外側に飛び出る様子を示す模式図である。

【図4】複合ケーブルの曲げ半径 $r$ を説明する模式図を示す図である。

## 【発明を実施するための形態】

10

【0009】

&lt;本発明の一実施形態&gt;

## (1)複合ケーブルの構成

以下に、本発明の一実施形態にかかる複合ケーブルの構成について、図面を参照しながら説明する。

【0010】

図1(a)に示すように、本実施形態にかかる複合ケーブル1は、複数(本実施形態では例えば6本)の信号線2aが撚られてなる撚線2(以下、信号撚線2ともいう。)を有している。信号線2aとして、例えば導体と、導体の外周を囲うように設けられた絶縁層と、絶縁層の外周を囲うように設けられたシールドと、を有する同軸線(同軸ケーブル)を用いることができる。導体としては、例えば銅線(単線、素線)や、複数の銅線を撚り合わせてなる撚線導体を用いることができる。絶縁層は、信号の伝送損失を低くするため、誘電率および誘電正接が低い材料で形成することが好ましい。このような材料としては、例えば、パーフルオロアルコキシアルカン(PFA)やポリテトラフルオロエチレン(PTFE)等のフッ素含有樹脂材料や、ポリエチレン(PE)等の樹脂材料を用いることができる。シールドとしては、例えば銅線(単線、素線)や、複数の銅線を撚り合わせてなる撚線導体を用いることができる。また、シールドとして、上述の銅線を編み込んで形成した編組シールドを用いることもできる。なお、シールドの外周を囲うように絶縁体(ジャケット)が設けられていてもよい。

20

【0011】

複合ケーブル1の真円化を図るため、信号撚線2の中心部には、必要に応じて絶縁性を有する介在物(フィラー、絶縁紐、絶縁スペーサ等、例えば麻紐)3が配設されていることが好ましい。すなわち、信号線2aは、介在物3の側周を囲うように(介在物3が中心になるように)配置されていることが好ましい。なお、介在物3を信号撚線2に含めて考えてもよい。

30

【0012】

信号撚線2の側周には、複数(本実施形態では例えば38本)の電力線4が配置され、信号撚線2を中心にして撚られている。複数の電力線4は、信号撚線2の側周を全周にわたって囲うように、各信号線2aの中心を通る円C2と同心の円C1の円周上に環状に分配されている。複数の電力線4は、円C2と同心の円C1が1つとなるように分配されている。また、本実施形態では、隣接する電力線4がそれぞれ接触するように各電力線4が配置されている。また、本実施形態では、各電力線4と信号撚線2とが接触するように、各電力線4が配置されている。また、複数の電力線4はそれぞれ、信号撚線2の径よりも小さい径を有している。また、複数の電力線4はそれぞれ、同じ径(直径)を有していることが好ましい。

40

【0013】

複数の電力線4はそれぞれ、導体と、導体の側周を囲うように、すなわち導体の外周側面を被覆するように設けられた絶縁層と、を有している。複数の電力線4はそれぞれ、信号撚線2の径よりも小さな径を有している。

【0014】

50

導体としては、例えば銅線や銅合金線を用いることができる。銅線は銅合金線よりも導電率が高い点で好ましく、銅合金線は銅線よりも高い引張強度を有する点で好ましい。

【0015】

複合ケーブル1の許容電流値が所定の値となるように、1本あたりの電力線4の抵抗率（導電率）が調整されている。この調整は、各電力線4の導体の径方向における断面積（以下、「電力線4の導体断面積」ともいう）や導体の種類（金属組成）で行うことができる。

【0016】

例えば、全ての電力線4の導体断面積の合計（導体の総断面積）が小さく、複合ケーブル1に要求される許容電流値が所定の値未満である場合、1本あたりの電力線4の導体断面積を（少しずつ）大きくするか、または、より導電率が高い導体に変更する。なお、複合ケーブル1の許容電流値の調整は、電力線4の本数を増やすこと（本数の増減）によって行ってもよい。また、1本あたりの電力線4の導体断面積を大きくしたり、電力線4の本数を増やしたりする場合、上述の各信号線2aの太さや介在物3の太さを調整する等して、信号撚線2の径を太くし、全ての電力線4を上述の円C2と同心の1つの円C1の周上に配置する。

10

【0017】

また例えば、全ての電力線4の導体の総断面積が大きく、複合ケーブル1に要求される許容電流値が所定の値を超えている場合、1本あたりの電力線4の導体断面積を（少しずつ）小さくするか、または、より導電率が低い導体に変更する。しかしながら、この場合、導体の総断面積が複合ケーブル1に要求される許容電流値を超えたままの状態にしている場合、すなわち、送電に使われない電力線4（導体）が配置されいても問題はない。

20

【0018】

絶縁層は、例えばエナメル層であることが好ましい。すなわち、電力線4としてエナメル線を用いることが好ましい。エナメル層は、例えば、ポリイミド（PI）、ポリアミドイミド（PAI）、ポリエステルイミド（PEsI）、ポリエーテルイミド（PEI）、ポリイミドヒダントイン変性ポリエステル、ポリアミド（PA）、ホルマール、ポリウレタン、ポリエステル（PEst）、ポリビニルホルマール、エポキシおよびポリヒダントインからなる群より選択される1種以上のエナメルを用いて形成することができる。

【0019】

エナメル層の厚さ（被膜厚）は、エナメル線が絶縁耐性、耐熱性等の耐性を有する厚さに設定すればよい。このため、エナメル層の厚さは、例えばエナメル線以外の絶縁線芯（絶縁線心）が有する絶縁層の厚さよりも薄い厚さにすることができる。

30

【0020】

また、エナメル層は、伸び率が高く、機械強度も高い層である。例えば、エナメル層が被覆されていない導体（例えば銅線のみ）の破断伸び率は30～40％程度であるのに対し、エナメル線の破断伸び率は100～150％程度である。このように、エナメル層は導体の補強層（保護層）として機能するとも言える。

【0021】

複数の電力線4は、隣接する所定数の電力線4を1つの電力線群とする複数の電力線群にグループ分けして用いることができる。各電力線群は、例えば1つの電力線群の導体の総断面積が、従来の複合ケーブルの1本の電力線の導体の総断面積に相当するように構成されている。本実施形態では、例えば図1(a)に示すように、6本の電力線4を有する電力線群A～Dと、7本の電力線4を有する電力線群E、Fとにグループ分けされている。電力線群の数や、各電力線群を構成する電力線4の数は、用途や送電される電力量によって適宜設定することができる。このようなグループ分けを行えば、電力線4の細径化による1本あたりの耐電圧の低下を、電力線群とすることで補うことができる。

40

【0022】

複数の電力線4は、それぞれ識別可能に構成されていることが好ましい。例えばトレーサ方式により識別可能に構成されていることが好ましい。また例えば、複数の電力線4は

50

、絶縁層（エナメル層）を色分けするカラー識別、絶縁層に番号を付すナンバリング等により識別可能に形成されていてもよい。例えば、複数の電力線4は、上述の各電力線群A～Fごとにその絶縁層が色分けされていてもよい。また例えば、電力線群間に、目印となるように色分けされたダミー線を設けてもよい。

【0023】

上述のように複数の電力線4は、信号撚線2を中心にして撚られている。このとき、電力線4の撚り込み率と信号撚線2の撚り込み率とが異なっていることが好ましい。すなわち、各電力線4は、各信号線2aと交差していることが好ましい。具体的には、電力線4で構成される層の層心径（ $Pd_1$ ）に対する電力線4の撚りピッチ（ $P_1$ ）の比（ $P_1/Pd_1$ 比）と、信号線2aで構成される層の層心径（ $Pd_2$ ）に対する信号線2aの撚りピッチ（ $P_2$ ）の比（ $P_2/Pd_2$ 比）と、が異なっている（ $P_1/Pd_1$ 比  $P_2/Pd_2$ 比である）ことが好ましい。なお、電力線4で構成される層の層心径とは、上述の円C1（すなわち各電力線4の中心を通る円C1）の直径であり、信号線2aで構成される層の層心径とは、上述の円C2の直径である。また、撚りピッチ（ $P_1, P_2$ ）とは、図2に示すように、各電力線4、各信号線2aがそれぞれ、複合ケーブル1（すなわち、介在物3、信号撚線2）の中心軸mを中心として周方向に螺旋状に360°回転するのに要する距離のことである。

10

【0024】

また、電力線4が信号線2aよりも短ピッチで撚られることが好ましい。すなわち、 $P_1/Pd_1$ 比が、 $P_2/Pd_2$ 比よりも小さい（ $P_1/Pd_1$ 比  $<$   $P_2/Pd_2$ 比）ことが好ましい。

20

【0025】

また、電力線4の撚り方向と信号線2aの撚り方向とを同じ方向とした場合、複合ケーブル1が屈曲することによる電力線4の撚り状態の変化を、信号線2aの撚り状態の変化と同じものに行うことができる点で好ましい。すなわち、電力線4の撚り合わせが緩んだ場合、信号線2aの撚り合わせも緩ませることができ、電力線4の撚り合わせが締まった場合、信号線2aの撚り合わせも締めることができる点で好ましい。また、電力線4の撚り方向と信号線2aの撚り方向とを異なる方向とした場合、電力線4と信号線2aとを交差させやすくなる点で好ましい。

【0026】

30

信号撚線2および複数の電力線4は、例えばバンドテープ5等により一括被覆されていてもよい。バンドテープ5とは、信号撚線2および複数の電力線4を束ねるための樹脂テープである。バンドテープ5としては、例えばポリテトラフルオロエチレン（PTFE）で形成されたテープを用いることができる。

【0027】

バンドテープ5上には、バンドテープ5の外周側面を被覆するようにシールド層（電磁波遮蔽層）6が設けられている。シールド層6は、金属素線を横巻状にバンドテープ5上に巻き付けて形成した横巻きシールドや、多数の導体を編み合わせた編組導体や、樹脂からなるテープに導電性の金属膜を形成した導電性テープで形成することができる。シールド層6として、横巻きシールドが用いられると、複合ケーブル1の耐屈曲性をさらに向上させることができるため、より好ましい。

40

【0028】

シールド層6の側周上には、シールド層6の外周側面を被覆するように外被（シース）7が設けられている。シース7は複合ケーブル1の最外層を構成する層である。

【0029】

シース7は樹脂材料あるいはゴム材料で形成されている。複合ケーブル1が例えば上述の内視鏡装置に用いられる場合、シース7は生体適合性を有する樹脂材料等で形成されていることが好ましい。つまりシース7は毒性がなく生体と接触した際に炎症等のアレルギー症状を引き起こすことがない樹脂材料等、例えばバイオコンパチビリティが高い樹脂材料で形成されていることが好ましい。具体的には、シース7は、PFA等のフッ素樹脂

50

、ポリ塩化ビニル（PVC）等の樹脂材料（医療用絶縁樹脂、医療用樹脂、医療グレードの樹脂）や、シリコン（Si）を主成分とするシリコンゴム等の樹脂材料あるいはゴム材料で形成することができる。これらの中でも、複合ケーブル1が内視鏡装置等の医療用装置に用いられる場合、つまり医療現場で用いられる場合、生体適合性の観点から、シース7の樹脂材料として、薄肉形成ができるフッ素樹脂を用いることが好ましい。

【0030】

（2）本実施形態にかかる効果

本実施形態によれば、以下に示す1つまたは複数の効果を奏する。

【0031】

（a）複数の電力線4を、信号撚線2の側周を全周にわたって囲うように、信号線2aの中心を通る円C2と同心の1つの円C2の周上に分配することで、複合ケーブル1を細径にすることができる。その結果、複合ケーブル1を良好な耐屈曲性を有するものとする

10

【0032】

（b）すなわち、信号線2aと電力線4とをそれぞれ内外周に分けて配置することで、例えば図1（b）に示すように信号撚線12（信号線12a）と、複数の導体14aを撚り合わせてなる2本の電力線（絶縁心線）14と、を1つの層内に混在させて配置した（信号撚線12と電力線14とが混在するように撚り合わせてなる）構成を有する複合ケーブル10よりも、複合ケーブル1内のデッドスペースDを低減することができる。これにより、複合ケーブル1の径方向における断面積を低減させることができる。なお、図1（a）に示す複合ケーブル1と図1（b）に示す複合ケーブル10では、信号線2aの径および本数と、信号線12aの径および本数と、を同一としている。また、電力線4の導体の総断面積と、電力線14の導体の総断面積と、を同一としている、すなわち、電力線4の本数と、2本の電力線14が有する導体14aの合計本数と、を同一としている。

20

【0033】

というのも、図1（b）に示す複合ケーブル10は、1本当たりの電力線14の径が、本実施形態にかかる複合ケーブル1で用いられる電力線4よりも大きい。複合ケーブル10では、このような太い電力線14と信号撚線12とが混在するように撚り合わせてなる、すなわち太いものを撚り合わせてなるため、複合ケーブル10内に形成されるデッドスペースDが大きくなってしまふ。これに対し、本実施形態にかかる複合ケーブル1では、信号撚線2（信号線2a）と電力線4とをそれぞれ内外周に分けて配置している。これにより、信号撚線と太い電力線とを撚り合わせる必要がなくなるため、図1（b）に示す複合ケーブル10よりも、複合ケーブル1内のデッドスペースDを低減でき、その結果、複合ケーブル1を細径にすることができる。

30

【0034】

なお、複合ケーブルの内周側に電力線を配置し、電力線の側周を全周にわたって囲うように信号線を配置することも考えられる。しかしながら、複合ケーブルでは、信号線の径方向における断面積の合計の方が、電力線の径方向における断面積の合計よりも小さいことが一般的である。このため、電力線の側周を囲うように信号線を配置すると効率が悪くなる可能性がある。すなわち、複合ケーブルを細径にできないことがある。したがって、本実施形態のように、複合ケーブル1の内周側に信号撚線2を配置し、信号撚線2の外周に電力線4を分配することが好ましい。

40

【0035】

（c）複数の電力線4を信号線2aの中心を通る円C2と同心の1つの円C1の周上に配置することで、複合ケーブル1が有する全ての電力線4の長さを同じ長さにすることができる。これにより、複合ケーブル1の耐屈曲性を向上させることができる。

【0036】

というのも、上述のように電力線4は信号撚線2を中心にして撚られている。このため、上述の円C2と同心の円であって電力線4が分配される円が2つ以上存在する場合、外側の円周上に分配される電力線4は、内側の円周上に分配される電力線4よりも巻き回し

50

径が大きくなる。その結果、外側の円周上および内側の円周上にそれぞれ分配される電力線4の撚りピッチ( $P_1, P_2$ )を一定にした場合、外側の円周上に分配される電力線4は、その長手方向(径方向と直交する方向)における長さが、内側の円周上に分配される電力線4の長さよりも長くなる。このような長さが異なる複数の電力線4を有する複合ケーブル1が屈曲した際、屈曲箇所の内側で、長さが長い電力線4が複合ケーブル1の外側(外周側)に向かって飛び出るように浮いてくる(図3の点線Aの箇所参照)。電力線4の外周には、バインドテープ5、シールド層6、シース7等の構造物が設けられているため、複合ケーブル1が屈曲した際、浮いてきた電力線4が上述の構造物によって押さえつけられてしまう。このため、複合ケーブル1が繰り返し屈曲すると、電力線4がキンク(kink)して折れ(断線)してしまう。複合ケーブル1が屈曲した際の曲げ半径 $r$ (図4参照)が小さくなるほど、この現象が顕著になる。なお、電力線4がキンクすると、電力線4がねじれ、よじれ、よれ、こぶ、折れ、潰れ等の状態になることをいう。

10

## 【0037】

これに対し、本実施形態では、複数の電力線4を、上述の円C2と同心の1つの円C1の周上に分配している。これにより、複合ケーブル1が有する全ての電力線4は、その長手方向における長さが同じ長さ(同じ長さのみなすことができる長さ)となる。このため、複合ケーブル1が屈曲した際に、特定の電力線4が飛び出しにくくなり、上述の構造物によって押さえつけられにくくなる。これにより、複合ケーブル1が繰り返し屈曲しても、電力線4がキンクしにくくなり、その結果、電力線4が断線(破断)することを抑制することができる。すなわち、複合ケーブル1の耐屈曲性を向上させることができる。

20

## 【0038】

なお、デッドスペースをより低減し、複合ケーブルをより細径にする観点から、上述の実施形態において、信号撚線によって形成されたデッドスペースを埋めるように電力線を分配することも考えられる。しかしながら、上述のように、本実施形態では、電力線の径の方が信号撚線の径よりも小さいため、デッドスペースを埋めるように電力線を分配すると、複合ケーブルが屈曲した際、電力線が信号撚線によって圧縮されてしまうことがある。またこの場合、複合ケーブルが屈曲した際、屈曲箇所の内側で、電力線が複合ケーブルの外側(外周側)に移動したり、電力線がバインドテープ5等の構造物と信号撚線との間に形成された隙間に挟まったりし、電力線が圧縮されることがある。このような状態で、複合ケーブルが繰り返し屈曲すると、電力線がキンクして断線しやすくなる。

30

## 【0039】

(d) 複数の電力線4を信号撚線2の側周を全周にわたって囲うように分配することで、各電力線4を細径にすることができる。例えば、本実施形態にかかる複合ケーブル1では、図1(b)に示すように信号撚線12と電力線14とを混在させて撚り合わせた複合ケーブル10よりも、1本あたりの電力線4の径を小さくすることができる。これは、上述の導体の総断面積を一定にした場合、上述のように電力線4を分配することで、1本あたりの電力線4の導体の断面積を、図1(b)に示す複合ケーブル10の電力線14に比べて低減することができるためである。

## 【0040】

このように1本あたりの電力線4の径が小さくなることで、複合ケーブル1の耐屈曲性を確実に向上させることができる。というのも、曲げ半径 $r$ を一定として、種々の径の電力線4を屈曲させたとき、細径の電力線4の方が屈曲箇所に生じる歪みが小さくなる。このため、電力線4の径が小さくなることで、複合ケーブル1が繰り返し屈曲しても、電力線4が断線しにくくなり、複合ケーブル1の耐屈曲性をより向上させることができる。

40

## 【0041】

(e) また、複数の電力線4を信号撚線2の側周を全周にわたって囲うように分配することで、複合ケーブル1が屈曲した際、屈曲箇所1本あたりの電力線4に加わる応力を分散させることもできる。これにより、複合ケーブル1が繰り返し屈曲しても、電力線4が断線しにくくなり、複合ケーブル1の耐屈曲性をより向上させることができる。

## 【0042】

50

(f) 隣接する電力線 4 がそれぞれ接触するように配置することで、複合ケーブル 1 が屈曲した際に、複合ケーブル 1 内で、隣り合う電力線 4 同士が互いに干渉することで電力線 4 が移動することを抑制することができる。このため、特定の電力線 4 がキンクしたり、他の構造物（例えば信号撚線 2 とバインドテープ 5（又はシールド層 6 等）との間）に挟まれたりすること等を抑制することができる。その結果、複合ケーブル 1 が屈曲した際、構造物に挟まれた電力線 4 が構造物によって圧縮されることを抑制することができる。これにより、複合ケーブル 1 が繰り返し屈曲しても、電力線 4 がより断線しにくくなり、複合ケーブル 1 の耐屈曲性をより確実に向上させることができる。

【0043】

(g) 電力線 4 としてエナメル線を用いることで、他の絶縁線芯を用いる場合よりも絶縁層の厚さを薄くすることができ、その結果、複合ケーブル 1 をより細径にすることができる。また、エナメル線は、導体とエナメル層とが接着しているため、導体と絶縁層とが接着していない絶縁線芯よりも破断伸び率が大きく、より耐屈曲性に優れる。

【0044】

(h) 各電力線 4 がそれぞれ同じ径を有していることで、複合ケーブル 1 が屈曲した際、特定の電力線 4 が、他の電力線 4 によって圧縮されることを抑制することができる。これにより、複合ケーブル 1 が繰り返し屈曲しても、特定の電力線 4 がキンクして断線することを抑制することができる。その結果、複合ケーブル 1 の耐屈曲性をさらに確実に向上させることができる。

【0045】

(i)  $P_1 / Pd_1$  比  $P_2 / Pd_2$  比とし、各電力線 4 と各信号線 2 a とを交差させることで、複合ケーブル 1 が屈曲した際に、信号線 2 a が引張られて、隣接する信号線 2 a の間に溝（隙間）が形成された場合であっても、電力線 4 が上述の溝内に落ちることを抑制できる。電力線 3 が上述の溝内に嵌った状態で複合ケーブル 1 が屈曲すると、特定の電力線 4（例えば信号線 2 a の間に嵌った電力線 4）が他の電力線 4 や信号線 2 a によって圧縮されることがあるが、本実施形態では、このような状態で複合ケーブル 1 が屈曲することを抑制できる。その結果、複合ケーブル 1 が繰り返し屈曲した場合であっても、特定の電力線 4 が圧縮されることを確実に抑制でき、特定の電力線 4 がキンクして断線することを確実に抑制できる。すなわち、複合ケーブル 1 の耐屈曲性をさらに確実に向上させることができる。

【0046】

これに対し、 $P_1 / Pd_1$  比と  $P_2 / Pd_2$  比とが同一（ $P_1 / Pd_1$  比 =  $P_2 / Pd_2$  比）であると、各電力線 4 が各信号線 2 a と平行に配置されることとなるため、複合ケーブル 1 が屈曲していない状態であっても、電力線 4 が隣接する信号線 2 a の間の溝内に落ちることがある。その結果、上述のように、特定の電力線 4 が他の電力線 4 や信号線 2 a によって圧縮されて断線することがある。

【0047】

(j)  $P_1 / Pd_1$  比 <  $P_2 / Pd_2$  比とすることで、複合ケーブル 1 の耐屈曲性をさらに確実に向上させることができる。

【0048】

というのも、複合ケーブル 1 が屈曲した際に、複合ケーブル 1 が捻回することがあり、その結果、電力線 4 および信号線 2 a（信号撚線 2）も捻回する（捻れが加わる）ことがある。このため、電力線 4 および信号線 2 a の撚りピッチ（ $P_1$ ,  $P_2$ ）が変わり、電力線 4 や信号線 2 a の撚り合わせが緩んだり、締まったりすることがある。すなわち、複合ケーブル 1 が屈曲することで、電力線 4 および信号線 2 a（信号撚線 2）の撚り状態（捻れ状態）が変化することがある。このとき、 $P_1 / Pd_1$  比 >  $P_2 / Pd_2$  比であると、複合ケーブル 1 が屈曲した際に、例えば電力線 4 および信号撚線 2 が撚り合わせが緩む方向（電力線 4 および信号線 2 a の撚りピッチ（ $P_1$ ,  $P_2$ ）が短くなる方向）に捻回した場合、電力線 4 が、隣接する信号線 2 a の間に形成される溝内に落ちて嵌ることがある。これに対し、 $P_1 / Pd_1$  比 <  $P_2 / Pd_2$  比とすることで、複合ケーブル 1 が屈曲した

10

20

30

40

50

際に、電力線 4 および信号線 2 a の撚り状態が変化した場合であっても、電力線 4 が隣接する信号線 2 a の間に形成される溝内に落ちて嵌ることを抑制することができる。その結果、上記 (j) の効果をより確実に得ることができる。

【0049】

(k) また、 $P_1 / Pd_1$  比  $< P_2 / Pd_2$  比とすることで、1本あたりの電力線 4 の長手方向における長さ（電力線 4 の長さ）が、1本あたりの信号線 2 a の長手方向における長さ（信号線 2 a の長さ）よりも長くなる。すなわち、複合ケーブル 1 において、外周側に位置する電力線 4 の方が、内周側に位置する信号線 2 a の長さよりも長くなる。電力線 4 の余長により複合ケーブル 1 が屈曲しやすくなり、電力線 4 の断線をより確実に抑制することができる。複合ケーブル 1 の耐屈曲性をさらに確実に向上させることができる。

10

【0050】

(l) また、 $P_1 / Pd_1$  比  $< P_2 / Pd_2$  比とすることで、例えば、複合ケーブル 1 が屈曲した際に電力線 4 および信号線 2 a がその撚りピッチ ( $P_1, P_2$ ) が短くなる方向に捻回した場合であっても、内周側に位置する信号線 2 a が引張られすぎること適正に抑制できる。これにより、信号線 2 a が引張られることで電力線 4 に加わる張力を低減することができる。その結果、電力線 4 が断線することを抑制でき、複合ケーブル 1 の耐屈曲性を確実に向上させることができる。

【0051】

これに対し、電力線 4 を信号線 2 a よりも長ピッチで撚る ( $P_1 / Pd_1$  比  $> P_2 / Pd_2$  比である) と、電力線 4 の長さが、信号線 2 a の長さよりも短くなることになる。このため、上述のように  $P_1 / Pd_1$  比  $< P_2 / Pd_2$  比とした場合よりも複合ケーブル 1 が屈曲しにくくなり、電力線 4 が断線しやすくなる。また例えば、複合ケーブル 1 が屈曲した際に、電力線 4 および信号線 2 a がその撚りピッチ ( $P_1, P_2$ ) が短くなる方向に捻回した場合、内周側に位置する信号線 2 a が過度に引張られることとなる。このため、電力線 4 に加わる上述の張力が大きくなり、電力線 4 が断線しやすくなる。

20

【0052】

(m) 本実施形態にかかる複合ケーブル 1 は、厳しい曲げ半径  $r$  (小さな曲げ半径  $r$ ) で繰返し屈曲することがある箇所に特に有効に用いることができる。例えば、本実施形態にかかる複合ケーブル 1 は内視鏡装置に好適に用いることができる。具体的には、本実施形態にかかる複合ケーブル 1 は、内視鏡装置が有するカメラヘッドと制御装置とを接続するケーブルに好適に用いることができる。

30

【0053】

(本発明の他の実施形態)

以上、本発明の一実施形態を具体的に説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

【0054】

上述の実施形態では、隣接する電力線 4 がそれぞれ接触するように電力線 4 を配置する場合を例に説明したが、これに限定されない。すなわち、複数の電力線 4 は上述の円 C 2 と同心の円 C 1 周上に分配されていればよく、隣接する電力線 4 はそれぞれ接触していなくてもよい。しかしながら、複合ケーブル 1 では、機械性能と電気性能とを両立させる観点から、信号線 2 a と電力線 4 とをある程度バランスよく配置する必要がある。このため、この場合、隣接する電力線 4 の間の間隔は等間隔であること、すなわち複数の電力線 4 は、複合ケーブル 1 の径方向に均等に配置されていることが好ましい。

40

【実施例】

【0055】

以下、上述の実施形態で得られる効果を裏付ける実験結果について説明する。

【0056】

実施例として、6本(6芯)の同軸線(信号線)を撚り合わせた信号撚線と、図1(a)に示すように信号撚線の側周を全周にわたって囲うように信号撚線と同心の円周上に分配してなる38本(38芯)の電力線と、を撚り合わせた撚線を作製した。本実施例では

50

、同軸線として、(内部)導体と、内部導体の側周を囲うように設けられた絶縁層(絶縁体)と、絶縁層の側周上に金属素線を横巻状に巻き付けて形成した外部導体と、外部導体の側周を囲うように設けられた絶縁層(ジャケット)と、を有する線を用いた。また、電力線として、導体と、導体の側周を囲うように設けられたエナメル層と、を有するエナメル線を用いた。

【0057】

実施例で用いた同軸線、電力線の具体的な仕様は以下に示す通りである。

<同軸線>

(内部)導体サイズ：44AWG

同軸線外径：0.258mm

内部導体構成：7本の導体の撚線、1本当たりの導体外径は0.02mm

絶縁層(絶縁体)厚さ：0.054mm

外部導体：(横巻)素線径0.02mm

ジャケット厚さ：0.025mm

<電力線(エナメル線)>

導体外径：0.05mm

絶縁層厚さ：0.005mm

エナメル線外径：0.06mm

【0058】

実施例の撚線の外径(撚り合わせ外径)は0.90mmであった。

【0059】

比較例として、6芯の同軸線と、2本(2芯)の絶縁線心と、を図1(b)に示すように撚り合わせてなる撚線を作製した。

【0060】

比較例では、実施例と同様の同軸線を用い、電力線として、導体と、導体の側周を囲うように設けられた絶縁層と、を有する絶縁線心を用いた。比較例で用いた絶縁線心の仕様は以下に示す通りである。

<電力線(絶縁線心)>

導体サイズ：32AWG

外径：0.37mm

導体構成：19本の導体の撚線、1本当たりの導体外径は0.05mm

絶縁体(絶縁層)厚さ：0.06mm

【0061】

比較例の撚線の外径(撚り合わせ外径)は1.12mmであった。

【0062】

上述のように、同軸線の本数、及び電力線を構成する導体の総断面積を維持したまま、実施例の撚線は、比較例の撚線よりも、その外径を20%程度細くできることを確認した。すなわち、径方向における断面積を縮小することができることを確認した。したがって、実施例の撚線の外周に、バインドテープ、シールド層、シース等の構造物を設けて作製した複合ケーブルは、比較例の撚線を用いて同様に作製した複合ケーブルよりも細径にすることができることを確認した。

【0063】

<本発明の好ましい態様>

以下に、本発明の好ましい態様について付記する。

【0064】

[付記1]

本発明の一態様によれば、

複数の信号線が撚られてなる撚線と、

前記撚線の側周を囲うように前記撚線と同心の円周上に分配され、前記撚線を中心にして撚られてなる複数の電力線と、を有する複合ケーブルが提供される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 5 】

## [ 付記 2 ]

付記 1 の複合ケーブルであって、好ましくは、  
前記電力線はエナメル線であり、  
前記信号線は同軸線である。

## 【 0 0 6 6 】

## [ 付記 3 ]

付記 1 または 2 の複合ケーブルであって、好ましくは、  
前記電力線で構成される層の層心径 ( $P d_1$ ) に対する前記電力線の撚りピッチ ( $P_1$ ) の比 ( $P_1 / P d_1$  比) と、前記信号線で構成される層の層心径 ( $P d_2$ ) に対する前記信号線の撚りピッチ ( $P_2$ ) の比 ( $P_2 / P d_2$  比) と、が異なっている。 10

## 【 0 0 6 7 】

## [ 付記 4 ]

付記 3 の複合ケーブルであって、好ましくは、  
前記電力線で構成される層の層心径 ( $P d_1$ ) に対する前記電力線の撚りピッチ ( $P_1$ ) の比 ( $P_1 / P d_1$  比) が、前記信号線で構成される層の層心径 ( $P d_2$ ) に対する前記信号線の撚りピッチ ( $P_2$ ) の比 ( $P_2 / P d_2$  比) よりも小さい。

## 【 0 0 6 8 】

## [ 付記 5 ]

付記 1 ~ 4 のいずれか 1 つの複合ケーブルであって、好ましくは、  
前記信号線の撚り方向と、前記電力線の撚り方向と、が同じ方向である。 20

## 【 0 0 6 9 】

## [ 付記 6 ]

付記 1 ~ 4 のいずれか 1 つの複合ケーブルであって、好ましくは、  
前記信号線の撚り方向と、前記電力線の撚り方向と、が異なる方向である。

## 【 0 0 7 0 】

## [ 付記 7 ]

付記 1 ~ 6 のいずれか 1 つの複合ケーブルであって、好ましくは、  
複数の前記電力線はそれぞれ、同一の径を有している。

## 【 0 0 7 1 】

## [ 付記 8 ]

付記 1 ~ 7 のいずれか 1 つの複合ケーブルであって、好ましくは、  
隣接する前記電力線はそれぞれ接触している。 30

## 【 0 0 7 2 】

## [ 付記 9 ]

付記 1 ~ 8 のいずれか 1 つの複合ケーブルであって、好ましくは、  
複数の前記電力線は、隣接する所定数の電力線を 1 つの電力線群とする複数の電力線群にグループ分けされている。

## 【 0 0 7 3 】

## [ 付記 10 ]

付記 1 ~ 9 のいずれか 1 つの複合ケーブルであって、好ましくは、  
内視鏡装置に用いられる。 40

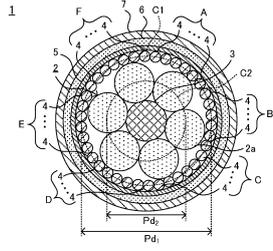
## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 7 4 】

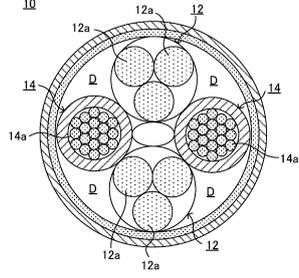
- 1 複合ケーブル
- 2 信号撚線
- 2 a 信号線
- 4 電力線

【 図 1 】

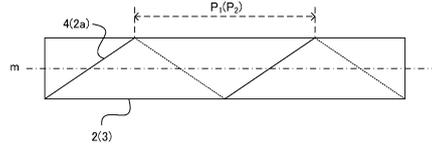
(a)



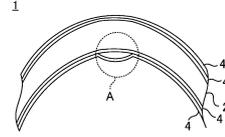
(b)



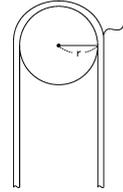
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 工藤 紀美香  
東京都港区港南一丁目2番70号 日立金属株式会社内

審査官 神田 太郎

(56)参考文献 特開2015-099652(JP,A)  
特開2013-176212(JP,A)  
実開昭54-018679(JP,U)  
特開2006-196289(JP,A)  
特開2015-079607(JP,A)  
特開2006-156346(JP,A)  
特開2014-137876(JP,A)  
特開2003-123552(JP,A)  
特開2011-101689(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01B 7/00  
A61B 1/00