(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年10月1日(01.10.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/196048 A1

(51) 国際特許分類:
H01B 13/00 (2006.01) *H01B 7/04* (2006.01)
H01B 13/24 (2006.01) *H01B 7/18* (2006.01)
H01B 7/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/011518

(22) 国際出願日： 2020年3月16日(16.03.2020)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2019-061382 2019年3月27日(27.03.2019) JP

(71) 出願人: 古河電気工業株式会社(**FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内２丁目２番３号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 山▲崎▼ 崇範(**YAMAZAKI, Takanori**); 〒1008322 東京都千代田区丸の内２丁目２番３号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 松村 有史(**MATSUMURA, Arifumi**); 〒1008322 東京都千代田区丸の内２丁目２番３号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 水野 晃一(**MIZUNO, Koichi**); 〒1008322 東京都千代田区丸の内２丁目２番３号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 西口 雅己(**NISHIGUCHI, Masaki**); 〒1008322 東京都千代田区丸の内２丁目２番３号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人イイダアンドパートナーズ，外(**IIDA & PARTNERS** et al.); 〒1050004 東京都港区新橋３丁目１番１０号 石井ビル３階 Tokyo (JP).

(54) **Title:** COMPOSITE CABLE

(54) 発明の名称： 複合ケーブル

(57) **Abstract:** Provided is a composite cable (1) comprising a core and a sheath (4) surrounding an outer surface of the core, the core including: at least a plurality of large-diameter electric wires (2) each having a conductor (21) and a resin layer (22) on an outer periphery of the conductor (21); and a plurality of small-diameter electric wires (3) each having a conductor (31) and a resin layer (32) on an outer periphery of the conductor (31). The sheath is formed from a resin composition including a base resin containing at least one of ethylene rubber and a styrene-based elastomer in an amount of 10 to 50% by mass.

(57) 要約：導体（２１）の外周に樹脂層（２２）を有する、複数の太径電線（２）と、導体（３１）の外周に樹脂層（３２）を有する、複数の細径電線（３）とから少なくともなるコアの外面を囲繞するシース（４）を備えた複合ケーブル（１）であって、シースがエチレンゴム及びスチレン系エラストマーの少なくとも１種を１０～５０質量％含有するベース樹脂を含む樹脂組成物からなる、複合ケーブルを提供する。

WO 2020/196048 A1

［続葉有］

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明　細　書

発明の名称 ： 複合ケーブル

技術分野

[0001] 本発明は、複合ケーブルに関する。

背景技術

[0002] 産業機械、産業用ロボット、車両（自動車、電車等）等をはじめ種々の製品において、各種の動作や機能の制御に電子制御が採用されている。例えば、自動車では、急ブレーキ又は低摩擦路でのブレーキ操作において車輪のロックを防止して自動車の滑走を制御するアンチロックブレーキシステム（ＡＢＳ）等が挙げられる。また、近年、従来の油圧や機械式に代えて電動で停車状態を制御（維持）する電動パーキングブレーキ（ＥＰＢ）も普及している。これらの電子制御は、通常、制御デバイスと、センサと、これらを電気的に接続するケーブルとを備えている。ケーブルは、通常、コアとしての電線と、この電線を被覆するシースとからなる。

上記各種の製品において、電子制御を多用する傾向にあり、制御デバイスに接続されるケーブル数も増える一方である。多数のケーブルを配線するに際して、ケーブルを別々に配線するのではなく、いくつかのケーブルを一体とした複合ケーブル（ケーブルを構成する複数の電線からなるコアを一括してシースで被覆したケーブル）を用いることにより、ケーブル配線の省スペース化が可能になる（特許文献１）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第５５４１３３１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 複合ケーブルには、用途等に応じて、種々の特性、例えば、耐摩耗性、可撓性（柔軟性）、耐熱性、低温性（例えば－４０℃の低温でもシースが損傷

しにくい特性）、更には耐屈曲性（屈曲に対する導体の破断防止特性、屈曲耐久性ともいう。）が求められる。例えば、上述のＡＢＳやＥＰＢは、車体に搭載された制御デバイスと、タイヤ（サスペンション）側に配設されたセンサとがケーブルで接続されて、構成されている。これらのブレーキ制御装置に用いられるケーブルは、走行による振動や、車体に対するタイヤ等の位置変動等に晒されるため、上記特性の中でも、優れた可撓性及び耐屈曲性が求められる。

このような複合ケーブルのシースを形成する材料としては、耐摩耗性や低温性に優れるポリウレタンが使用されてきた（特許文献１参照）。しかし、複合ケーブルは、２組以上の電線を内蔵して太径になるため、複合ケーブル自体の可撓性及び耐屈曲性が低下し、より多くの電線をシースに内蔵させるとその低下が顕著になる。しかも、シースをポリウレタン製とすると可撓性及び耐屈曲性の低下は避けられない。

[0005] 本発明は、耐摩耗性及び低温性を維持しつつも、可撓性及び耐屈曲性に優れた複合ケーブルを提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明者らは、複合ケーブルのシースを、種々のゴムの中でもエチレンゴム及びスチレン系エラストマーの少なくとも１種を１０～５０質量％含有するベース樹脂を含む樹脂組成物で形成することにより、耐摩耗性、低温性、可撓性及び耐屈曲性を高い水準で兼ね備えた複合ケーブルを創出できることを見出した。本発明者らはこの知見に基づき、更に研究を重ね、本発明をなすに至った。

[0007] すなわち、本発明の上記課題は下記の手段により解決される。

＜１＞導体の外周に樹脂層を有する、複数の太径電線と、導体の外周に樹脂層を有する、複数の細径電線とから少なくともなるコアの外面を囲繞するシースを備えた複合ケーブルであって、

前記シースが、エチレンゴム及びスチレン系エラストマーの少なくとも１種を１０～５０質量％含有するベース樹脂を含む樹脂組成物からなる、複合

ケーブル。

＜２＞前記シースが、前記樹脂組成物の架橋物からなる＜１＞に記載の複合ケーブル。

＜３＞前記ベース樹脂が、有機鉱物油を含有する＜１＞又は＜２＞に記載の複合ケーブル。

＜４＞前記エチレンゴム及びスチレン系エラストマーの含有率（C_E）と前記有機鉱物油の含有率（C_O）との比（C_E：C_O）が、５０：５０～７５：２５である＜３＞に記載の複合ケーブル。

＜５＞前記樹脂組成物が、ベース樹脂１００質量部に対して無機フィラーを１０～１５０質量部含有している＜１＞～＜４＞のいずれか１項に記載の複合ケーブル。

＜６＞前記無機フィラーが、シリカ、水酸化アルミニウム、水酸化マグネシウム、炭酸カルシウム及び三酸化アンチモンからなる群から選択される少なくとも１種である＜５＞に記載の複合ケーブル。

＜７＞前記複合ケーブルが、車両のブレーキ制御用である、＜１＞～＜６＞のいずれか１項に記載の複合ケーブル。

＜８＞前記複数の太径電線のうちの２本が、電動パーキングブレーキの制御デバイスからアクチュエータに電力を供給する一対の電源線として、

前記複数の細径電線のうちの２本が、アンチロックブレーキシステムセンサからアンチロックブレーキシステム制御デバイスに信号を送信する一対の信号線として用いられる、

＜７＞に記載の複合ケーブル。

[0008] 本発明において、「～」を用いて表される数値範囲は、「～」の前後に記載される数値を下限値及び上限値として含む範囲を意味する。

また、「ＸＸＸから少なくともなる」とは、ＸＸＸで形成される態様に加えて、ＸＸＸとこれ以外の材料、成分等で形成される態様を包含する。

発明の効果

[0009] 本発明の複合ケーブルは、優れた耐摩耗性及び低温性を維持し、可撓性及

び耐屈曲性にも優れる。

本発明の上記及び他の特徴及び利点は、適宜添付の図面を参照して、下記の記載からより明らかになるであろう。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図１は、本発明の複合ケーブルの好ましい実施形態を模式化して示す端部斜視透視図である。

[図2]実施例における屈曲耐久性試験に用いる装置の概略を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0011] ［複合ケーブル］

本発明の複合ケーブルは、導体の外周に樹脂層を有する、複数の太径電線と、導体の外周に樹脂層を有する、複数の細径電線とから少なくともなるコアの外面を囲繞するシースを備えている。そして、このシースがエチレンゴム及びスチレン系エラストマーの少なくとも１種を１０～５０質量％含有するベース樹脂を含む樹脂組成物で形成されている。

複合ケーブルのシースを上記樹脂組成物で形成すると、耐摩耗性、低温性、可撓性及び耐屈曲性を高い水準で兼ね備えた複合ケーブルとすることができる。その理由の詳細は、まだ定かではないが、以下のように考えられる。

複数の太径電線及び複数の細径電線を含むコアと、シースを形成する材料として上記樹脂組成物とを組み合わせることにより、コアとシースのバランスがとれ、複合ケーブルとしたときの、可撓性と耐屈曲性を損なわずに、耐摩耗性を改善できると考えられる。また、上記樹脂組成物からなるシースは優れた可撓性を低温域まで維持できるため、優れた低温性を発揮すると考えられる。

[0012] 本発明において、シースがコアの外面を囲繞するとは、シースがコアの外面に配置（被覆）されること、すなわち、シースがコアを一括して内蔵していることを意味する。本発明において、シースは、セパレータ（紙、布、ポリエチレンテレフタレート等の樹脂で形成された層）を介在してコアを一括

して被覆（内蔵）していてもよく、コアを一括して直接被覆していてもよい。

本発明の複合ケーブルは、シースを形成する材料以外は、特に制限されず、２組以上の電線を一体化した公知の複合ケーブルと同じ構成を適用することができる。

本発明の複合ケーブルの好ましい形態は、図１に示される複合ケーブル１のように、導体２１の外周に樹脂層２２を有する、２本１組（一対）の太径電線２と、導体３１の外周に樹脂層３２を有する、２本１組（一対）の細径電線３とから少なくともなるコアを有し、かつ、このコアの外面を囲繞するシース４を備えている。２本の太径電線２と２本の細径電線３とから少なくともなるコア（導体コアともいう。）は、細径電線３の撚線と、２本の太径電線２との３本を撚り合わせた撚線として、構成されている。

以下、本発明の複合ケーブル及びその実施形態について説明する。

[0013] ＜コア＞

本発明の複合ケーブルは、コアとして、径の異なる２種類の電線、具体的には、複数の太径電線と複数の細径電線とを少なくとも備えている。太径電線は導体コアを構成する電線のうち最も太径の電線であり、細径電線は導体コアを構成する電線のうち最も細径の電線である。

太径電線と細径電線とは、互いに異なる用途に用いられる。太径電線と細径電線とは、それぞれ、通常、一対１組として用いられるが、３本以上を１組として用いることもできる。太径電線及び細径電線がそれぞれ複数組を構成する場合は、各組が同じ用途に用いられても異なる用途に用いられてもよい。

導体コアにおける太径電線と細径電線との配置状態としては、特に制限されず、通常のコアに適用される配置状態を適宜に採用できる。例えば、互いに独立して平行に配置（並置）してもよく、撚り合わせて配置してもよい（撚線）。複合ケーブルとしての可撓性及び耐屈曲性の点で、撚り合わせて配置することが好ましい。太径電線と細径電線とは、それぞれが撚線を構成し

ていてもよいが、全体として１つの撚線を構成していることが好ましい。この場合、太径電線及び細径電線はそれぞれ撚線とされてもよいが、図１に示されるように、対撚りにした一対の細径電線と太径電線とを撚り合わせて撚り込み率を均一にした撚線とすることが好ましい。電線を撚り合わせる際の、電線の本数、電線の配置、撚り方向、撚りピッチ等は、特に制限されず、用途等に応じて、適宜に設定される。電線を撚り合わせる際、ポリエチレンテレフタラート（ＰＥＴ）やポリプロピレン（ＰＰ）等の樹脂を介在させて撚り合わせることもできる。これにより、導体コアの形を自由に制御することができる。

[0014] （太径電線）

太径電線は、導体の外周に樹脂層を有していればよく、通常の（絶縁）電線を特に制限されることなく用いることができる。

本発明の複合ケーブルが有する太径電線は、少なくとも２本であればよく、好ましくは２～６本であり、より好ましくは２～４本である。また、複数の太径電線は、１組とされて内蔵されていてもよく、複数組に分けて内蔵されていてもよい。

太径電線の外径は、後述する細径電線よりも太ければ特に制限されず、用途等に応じて適宜に決定することができる。例えば、強度と可撓性の点で、１．０～５．０ｍｍが好ましく、２．０～４．０ｍｍがより好ましい。太径電線の導体断面積としては、用途等に応じて適宜に決定されるが、０．３～８．０ＳＱが好ましく、０．５～３．０ＳＱがより好ましい。

太径電線は、後述する細径電線よりも大電流が流れる用途に用いられる。

[0015] －　導体　－

導体としては、特に制限されず、素線、又は複数本の素線を撚り合わせた撚線が挙げられ、撚線が好ましい。導体（素線）の断面形状としては、特に制限されず、断面円形（丸線）でも断面矩形（平角線）でもよい。導体（素線）を形成する材料は、特に制限されず、銅、アルミニウム又はこれらの合金等が挙げられる。

撚線を構成する素線の数としては、複数（２本以上）であれば特に制限されない。素線を撚り合わせる際の、素線の配置、撚り方向、撚りピッチ等は、用途等に応じて、適宜に設定される。

導体の外径は、特に制限されないが、後述する細径電線の導体よりも太径であることが好ましく、用途等に応じて適宜に決定することができる。例えば、強度と可撓性の点で、外径としては、０．５～４．０ｍｍが好ましく、１．０～３．５ｍｍがより好ましい。撚線を構成する素線の外径としては、上記導体の外径を満たす限り特に制限されないが、例えば、０．０５～０．５ｍｍが好ましく、０．０５～０．３ｍｍがより好ましい。

[0016] － 樹脂層 －

樹脂層は、導体の外周面を囲繞（導体を被覆）していれば、単層でも複層でもよい。樹脂層は、通常、耐熱性樹脂で形成される。耐熱性樹脂としては、特に制限されず、通常の（絶縁）電線を形成する樹脂を特に制限されることなく用いることができる。例えば、熱可塑性樹脂及び熱硬化性樹脂が挙げられ、より具体的には、（架橋）ポリエチレン、ポリアミド、ポリアミドイミド（ＰＡＩ）、ポリイミド（ＰＩ）、ポリウレタン、クロロプレンゴム、エチレン－酢酸ビニル共重合体からなるゴム（ＥＶＡゴム）等が挙げられる。樹脂層は、通常用いられる各種の添加剤を含有していてもよい。

樹脂層の（合計）層厚は、特に制限されず、用途等に応じて適宜に決定することができる。例えば、耐熱性、可撓性、耐摩耗性の点で、０．２～１．５ｍｍが好ましく、０．２～１．０ｍｍがより好ましい。

本発明において、樹脂層の層厚は、導体が撚線である場合、電線の軸線に垂直な断面において、導体を構成する全素線の仮想外接円と樹脂層の外側輪郭線との最短距離を意味する。

[0017] （細径電線）

細径電線は、導体の外周に樹脂層を有していればよく、通常の（絶縁）電線を特に制限されることなく用いることができる。

本発明の複合ケーブルが有する細径電線は、少なくとも２本であればよく

、好ましくは２～１２本であり、より好ましくは２～６本である。また、複数の細径電線は、１組とされて内蔵されていてもよく、複数組に分けて内蔵されていてもよい。

細径電線は、その外径が上記太径電線よりも細径の電線であり、構成、材料等については上記太径電線と同じである。

細径電線の外径は、用途等に応じて適宜に決定することができ、例えば、強度と可撓性の点で、０．５～２．５ｍｍが好ましく、１．０～２．０ｍｍがより好ましい。太径電線との外径差は、特に制限されないが、例えば、０．５～２．０ｍｍが好ましい。細径電線の導体断面積としては、用途等に応じて適宜に決定されるが、例えば、０．０５～２．０ＳＱが好ましく、０．０５～１．２５ＳＱがより好ましい。細径電線における導体の外径は、用途等に応じて適宜に決定され、例えば、０．３～２．０ｍｍが好ましく、０．３～１．５ｍｍがより好ましい。導体が撚線である場合、撚線を構成する素線の外径としては、上記導体の外径を満たす限り特に制限されないが、例えば、０．０５～０．４ｍｍが好ましく、０．０５～０．３ｍｍがより好ましい。樹脂層の（合計）層厚は、特に制限されず、用途等に応じて適宜に決定することができる。例えば、耐熱性、可撓性、耐摩耗性の点で、０．２～１．０ｍｍが好ましく、０．２～０．５ｍｍがより好ましい。

[0018] 太径電線及び細径電線としては、架橋ポリエチレン電線を用いることが好ましい。このような電線としては、例えば、日本自動車技術会（ＪＡＳＯ）Ｄ　６１１に規定されるような、自動車用架橋ポリエチレン絶縁耐熱低圧電線（ＡＥＸ）や自動車用極薄肉形架橋ポリエチレン絶縁耐熱低圧電線（ＡＥＳＳＸ）に該当する、１２０℃相当の耐熱温度を持つ架橋ポリエチレンをベース樹脂とする電線が挙げられる。架橋ポリエチレン電線は、適宜に製造してもよいし、市販のものを使用してもよい。

[0019] （その他の電線）

導体コアは、上記太径電線及び細径電線の他に（絶縁）電線を有していてもよい。この電線は、外径が太径電線よりも細く、細径電線よりも太いもの

であればよく、その構成及び材料は太径電線及び細径電線と同じである。

[0020] ＜シース＞

本発明の複合ケーブルは、上記導体コアの外面を被覆するシースを有している。このシースは、後述する樹脂組成物で形成されていること以外は、通常の複合ケーブルにおけるシースを適用できる。

シースは単層でも複層でもよく、その層厚は用途等に応じて適宜に決定することができる。シースの層厚は、可撓性、耐屈曲性及び耐摩耗性の点で、例えば、０．５～３．０ｍｍが好ましく、０．８～２．０ｍｍがより好ましい。本発明において、シースの層厚は、複合ケーブルの軸線に垂直な断面において、導体コアを構成する全導体の仮想外接円とシースの外側輪郭線との最短距離を意味する。

複合ケーブルの断面形状（外側輪郭線）は、特に制限されないが、通常、円形である。

シースの外径（複合ケーブルの直径と同義であり、外側輪郭線の直径に相当する）は、用途等に応じて適宜に決定することができ、特に制限されない。例えば、可撓性、耐屈曲性及び耐摩耗性の点で、５．０～３０．０ｍｍが好ましく、５．０～１５．０ｍｍがより好ましい。

[0021] シースは、エチレンゴム及びスチレン系エラストマーの少なくとも１種を１０～５０質量％含有するベース樹脂を含む樹脂組成物からなる。これにより、上述のように、複合ケーブルに耐摩耗性、低温性、可撓性及び耐屈曲性を高い水準で付与することができる。

本発明において、シース（樹脂層）が樹脂組成物からなるとは、シース（樹脂層）が樹脂組成物で形成されていることを意味し、樹脂組成物の非架橋物で形成される態様と、樹脂組成物の架橋物で形成される態様との両態様を包含する。耐摩耗性、更には耐熱性の点で、樹脂組成物の架橋物で形成される態様が好ましい。

シースを形成する樹脂組成物の架橋物は、耐摩耗性、耐熱性、更には組み付け作業性の点で、（架橋性）樹脂組成物の電子線架橋物若しくはシラン架

橋物（後述するシラン架橋性樹脂組成物のシラノール縮合硬化物）が好ましく、シラン架橋物がより好ましい。

樹脂組成物及びその硬化物の詳細は、後述する複合ケーブルの製造方法において、説明する。

[0022] ［複合ケーブルの用途］

本発明の複合ケーブルは、各種の製品、例えば、産業機械、産業用ロボット、車両等の電子制御用ケーブルとして好適に用いられる。中でも、可撓性及び耐屈曲性に優れることから、相対的に可動する２つ以上の部材を有する製品の電子制御用ケーブルとしてより好適に用いられる。特に、自動車のブレーキ制御（ＡＢＳ及びＥＰＢ）、産業ロボットの可動部等に好適に用いられる。

自動車のブレーキシステムに用いる場合、複合ケーブルの太径電線２本を一対としてＥＰＢ用の電源線とし、細径電線２本を一対としてＡＢＳ用の信号線として用いられることが好ましい。太径電線（電源線）は、車体に搭載された電動パーキングブレーキの制御デバイスと、タイヤ側に配設されたアクチュエータとに電気的に接続され、制御デバイスからアクチュエータに電力を供給する。一方、細径電線（信号線）は、車体に搭載されたＡＢＳ制御デバイスと、タイヤ側に配設されたＡＢＳセンサとに電気的に接続され、ＡＢＳセンサからＡＢＳ制御デバイスに（タイヤのロック状態を伝達する）信号を送信する。更に、この信号に基づいてブレーキキャリパーを制御する信号を送信するケーブルは、細径電線（信号線）と同じでも異なっていてもよく、適宜に決定される。

[0023] 複合ケーブルは、通常、細径電線及び太径電線の端部（端末）を加工して、所定の制御デバイス及びセンサに接続される。このとき、本発明の複合ケーブルは、耐屈曲性だけでなく可撓性にも優れているから、端末加工した複合ケーブルを安易に（弱い力で）屈曲させて配線作業（組み付け作業）できる。

[0024] ［複合ケーブルの製造方法］

本発明の複合ケーブルの製造に用いる材料若しくは成分について説明する。

＜電線＞

本発明の複合ケーブルを製造するに当たり、径が異なる２種類以上の電線、例えば、上記太径電線及び細径電線として上記架橋ポリエチレン電線を、準備する。この電線は、通常の方法に準じて適宜に製造してもよく、市販品を用いてもよい。

[0025] ＜シース形成用の樹脂組成物＞

シースを形成するのに用いられる樹脂組成物は、エチレンゴム及びスチレン系エラストマーの少なくとも１種を１０～５０質量％含有するベース樹脂を含む。この樹脂組成物は、シースの形成に際して、非架橋であってもよいが、電子線の照射により架橋（電子線架橋）され、又は後述するシラン架橋法により架橋（シラン架橋）されることが好ましい。

[0026] （ベース樹脂）

エチレンゴム及びスチレン系エラストマーは、電子線架橋において架橋可能な部位、又は、シラン架橋（後述する有機過酸化物から発生したラジカルの存在下）においてシランカップリング剤のグラフト化反応部位とグラフト化反応可能な部位、を主鎖中又はその末端に有している。この架橋可能な部位又はグラフト化反応可能な部位としては、例えば、炭素鎖の不飽和結合部位、水素原子を有する炭素原子等が挙げられる。

ベース樹脂は、他の樹脂を含有してもよく、更に有機鉱物油等を含有してもよい。

[0027] － エチレンゴム －

エチレンゴムは、エチレン性不飽和結合を有する化合物を共重合して得られる共重合体からなるゴム（エラストマーを含む）であれば特に限定されず、公知のものを使用することができる。エチレンゴムとしては、好ましくは、エチレンとα－オレフィンとの二元共重合体ゴム、エチレンとα－オレフィンとジエンとの三元共重合体ゴム等が挙げられる。三元共重合体のジエン

構成成分は、共役ジエン構成成分であっても非共役ジエン構成成分であってもよいが、非共役ジエン構成成分が好ましい。

α－オレフィン構成成分としては、炭素数３～１２の各α－オレフィン構成成分が好ましい。共役ジエン構成成分としては、例えば、ブタジエン、イソプレン、１，３－ペンタジエン、２，３－ジメチル－１，３－ブタジエン等の各構成成分が挙げられ、ブタジエン構成成分等が好ましい。非共役ジエン構成成分の具体例としては、例えば、ジシクロペンタジエン（ＤＣＰＤ）、エチリデンノルボルネン（ＥＮＢ）、１，４－ヘキサジエン等の各構成成分が挙げられる。

二元共重合体ゴムとしては、エチレン－プロピレンゴム（ＥＰＭ）が好ましく、三元共重合体ゴムとしては、エチレン－プロピレン－ジエンゴム（ＥＰＤＭ）が好ましい。

エチレンゴムは、１種を単独で用いても２種以上を用いてもよい。

[0028] －　スチレン系エラストマー　－

スチレン系エラストマーとしては、分子内に芳香族ビニル化合物を構成成分とする重合体からなるものをいう。このようなスチレン系エラストマーとしては、共役ジエン化合物と芳香族ビニル化合物とのブロック共重合体及びランダム共重合体、又は、それらの水素添加物等が挙げられる。このようなスチレン系エラストマーとしては、例えば、スチレン－エチレン－ブチレン－スチレンブロック共重合体（ＳＥＢＳ）、スチレン－イソプレン－スチレンブロック共重合体（ＳＩＳ）、水素化ＳＩＳ、スチレン－ブタジエン－スチレンブロック共重合体（ＳＢＳ）、水素化ＳＢＳ、スチレン－エチレン－エチレン－プロピレン－スチレンブロック共重合体（ＳＥＥＰＳ）、スチレン－エチレン－プロピレン－スチレンブロック共重合体（ＳＥＰＳ）、スチレン－ブタジエンゴム（ＳＢＲ）、水素化スチレン－ブタジエンゴム（ＨＳＢＲ）等が挙げられる。

スチレン系エラストマーは、１種を単独で用いても２種以上を用いてもよい。

[0029] －　他の樹脂　－

ベース樹脂が含有してもよい他の樹脂としては、特に制限されないが、電子線架橋でき、又は後述するシランカップリング剤がグラフト化反応しうる点で、ポリオレフィン系樹脂が好ましい。

ポリオレフィン系樹脂は、エチレン性不飽和結合を有する化合物の単独重合体又は共重合体からなる樹脂であれば特に制限されず、通常の電線若しくはケーブルに使用されるものを使用することができる。例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、エチレン－α－オレフィン共重合体、酸共重合成分もしくは酸エステル共重合成分を有するポリオレフィン共重合体等の各樹脂、及び、これら重合体のゴム若しくはエラストマー等が挙げられる。ゴム若しくはエラストマーとしては、エチレンゴム及びスチレン系エラストマー以外のものであればよく、例えば、アクリル酸アルキルとエチレンとの共重合ゴム（エチレンアクリルゴム）等が挙げられる。中でも、ポリエチレン、ポリプロピレン、エチレン－α－オレフィン共重合体、酸共重合成分を有するポリオレフィン共重合体等の各樹脂が好ましい。エチレンゴム又はスチレン系エラストマーと併用されることにより耐摩耗性の改善効果が大きい点で、ポリエチレン樹脂がより好ましい。

ポリエチレン樹脂は、エチレン構成成分を含む重合体の樹脂であればよく、例えば、高密度ポリエチレン（ＨＤＰＥ）、低密度ポリエチレン（ＬＤＰＥ）、超高分子量ポリエチレン（ＵＨＭＷ－ＰＥ）、直鎖型低密度ポリエチレン（ＬＬＤＰＥ）、超低密度ポリエチレン（ＶＬＤＰＥ）が挙げられる。中でも、直鎖型低密度ポリエチレン、低密度ポリエチレンが好ましい。

酸共重合成分若しくは酸エステル共重合成分を有するポリオレフィン共重合体の樹脂としては、例えば、エチレン－酢酸ビニル共重合体、エチレン－（メタ）アクリル酸共重合体、エチレン－（メタ）アクリル酸アルキル共重合体（好ましくは炭素数１～１２）共重合体等からなる各樹脂が挙げられる。

ポリオレフィン系樹脂は、１種類を単独で用いてもよいし、２種類以上を

併用してもよい。

[0030] － 有機鉱物油 －

有機鉱物油としては、樹脂組成物に通常用いられるものを特に制限されることなく用いることができ、パラフィン系オイル及びナフテン系オイルが挙げられ、パラフィン系オイルが好ましい。有機鉱物油は、１種類を単独で用いてもよいし、２種類以上を併用してもよい。

[0031] － ベース樹脂中の各成分の含有率 －

ベース樹脂中の、エチレンゴム及びスチレン系エラストマーの合計含有率は、１０～５０質量％であり、２０質量％以上が好ましく、３０質量％以上がより好ましい。合計含有率の上限値は、４５質量％以下が好ましい。

ベース樹脂中の、エチレンゴム又はスチレン系エラストマーの含有率は、それぞれ、上記合計含有率を満たす範囲内で適宜に設定される。例えば、エチレンゴム又はスチレン系エラストマーの含有率は、それぞれ、１０～４０質量％が好ましく、２０～４０質量％がより好ましい。

[0032] ベース樹脂中の、ポリオレフィン系樹脂の合計含有率は、特に制限されないが、０～５０質量％が好ましく、１０～４０質量％がより好ましい。

本発明において、ポリオレフィン系樹脂に包含される上記各樹脂の、ベース樹脂中の含有率は、それぞれ、ポリオレフィン系樹脂の上記含有率を満足する範囲で適宜に設定される。例えば、ポリエチレン樹脂の含有率は、０～４０質量％が好ましく、２０～３０質量％がより好ましい。

ベース樹脂中の、有機鉱物油の含有率は、特に制限されないが、０～４０質量％が好ましく、１０～３５質量％がより好ましい。

ベース樹脂において、エチレンゴム及びスチレン系エラストマーの（合計）含有率（C_E）と有機鉱物油の含有率（C_O）との比（C_E：C_O）は、５０：５０～７５：２５が好ましく、５５：４５～６５：３５がより好ましい。

[0033] 樹脂組成物は、上記ベース樹脂以外に、下記無機フィラーを含有することが好ましく、酸化防止剤等の各種添加剤を含有していてもよい。ベース樹脂に対する無機フィラーの含有量は後述する通りである。

[0034] 樹脂組成物は、シラン架橋性である場合、ベース樹脂に加えて、ベース樹脂にグラフト化結合したシランカップリング剤と、シラノール縮合触媒とを含有することが好ましく、更に無機フィラーを含有することが好ましい。これにより、耐熱性、更には耐摩耗性をより高い水準に改善できる。これらの各成分は、１種類を用いても、２種類以上を用いてもよい。

[0035] （ベース樹脂にグラフト化結合したシランカップリング剤）

シランカップリング剤は、樹脂組成物においてベース樹脂にグラフト化反応している。

このようなシランカップリング剤は、好ましくは、有機過酸化物の存在下でベース樹脂にグラフト化反応させて得られる。

－ シランカップリング剤 －

グラフト化反応に用いるシランカップリング剤としては、後述する有機過酸化物の分解により生じたラジカルの存在下で、ベース樹脂のグラフト化反応可能な部位にグラフト化反応しうるグラフト化反応部位（基又は原子）と、シラノール縮合可能な加水分解性シリル基とを有するものであれば、特に限定されない。このようなシランカップリング剤としては、通常のシラン架橋法に用いられるシランカップリング剤が挙げられる。このようなシランカップリング剤としては、グラフト化反応部位として、ビニル基若しくは（メタ）アクリロイル基を有するシランカップリング剤が挙げられる。具体的には、ビニルトリメトキシシラン、ビニルトリエトキシシラン、ビニルトリブトキシシラン、ビニルジメトキシエトキシシラン、ビニルジメトキシブトキシシラン、ビニルジエトキシブトキシシラン、アリルトリメトキシシラン、アリルトリエトキシシラン、ビニルトリアセトキシシラン等のビニルシラン、メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン、メタクリロキシプロピルトリエトキシシラン、メタクリロキシプロピルメチルジメトキシシラン等の（メタ）アクリロキシシラン等が挙げられる。中でも、ビニルトリメトキシシラン又はビニルトリエトキシシランが特に好ましい。

[0036] － 有機過酸化物 －

グラフト化反応に用いる有機過酸化物は、少なくとも熱分解によりラジカルを発生して、触媒として、シランカップリング剤のベース樹脂へのラジカル反応によるグラフト化反応（シランカップリング剤のグラフト化反応部位とベース樹脂のグラフト化反応可能な部位との共有結合形成反応であって、（ラジカル）付加反応ともいう。）を生起させる働きをする。このような有機過酸化物としては、上記機能を有し、ラジカル重合又は通常のシラン架橋法に用いられるものを特に制限されずに用いることができる。例えば、ベンゾイルパーオキサイド、ジクミルパーオキサイド（ＤＣＰ）、２，５－ジメチル－２，５－ジ－（ｔｅｒｔ－ブチルパーオキシ）ヘキサン又は２，５－ジメチル－２，５－ジ－（ｔｅｒｔ－ブチルペルオキシ）ヘキシン－３が好ましい。

有機過酸化物の分解温度は、８０～１９５℃が好ましく、１２５～１８０℃が特に好ましい。分解温度は、ＤＳＣ法等の熱分析により、窒素ガス雰囲気下で５℃／分の昇温速度で、室温から加熱したとき、吸熱又は発熱を開始する温度をいう。

[0037] －　シランカップリング剤がグラフト化結合したベース樹脂　－

シラン架橋性樹脂組成物において、上記ベース樹脂、及びベース樹脂にグラフト化結合したシランカップリング剤として、適宜に合成した、又は市販の、ベース樹脂、及びシランカップリング剤がグラフト化結合したベース樹脂（シライングラフト樹脂）を用いることができる。

[0038] （シラノール縮合触媒）

シラノール縮合触媒は、ベース樹脂にグラフト化反応したシランカップリング剤を水の存在下でシラノール縮合反応（促進）させる。

このようなシラノール縮合触媒としては、特に制限されず、例えば、有機スズ化合物、金属石けん、白金化合物等が挙げられる。有機スズ化合物としては、例えば、ジブチルスズジラウレート、ジオクチルスズジラウレート、ジブチルスズジオクチエート、ジブチルスズジアセテート等の有機スズ化合物が挙げられる。

[0039] － キャリア樹脂 －

シラノール縮合触媒は、樹脂（キャリア樹脂）との混合物（触媒マスターバッチ）として用いることが好ましい。樹脂としては、特に制限されないが、上記ベース樹脂で説明した各樹脂を用いることができる。

[0040]（無機フィラー）

無機フィラーは、その表面に、シランカップリング剤の加水分解性シリル基と水素結合等が形成できる部位もしくは共有結合による化学結合しうる部位を有するものが好ましい。シランカップリング剤の加水分解性シリル基と化学結合しうる部位としては、ＯＨ基（水酸基、含水若しくは結晶水の水分子、カルボキシ基等のＯＨ基）、アミノ基、ＳＨ基等が挙げられる。

無機フィラーとしては、例えば、水酸化アルミニウム、水酸化マグネシウム、炭酸カルシウム、炭酸マグネシウム、ケイ酸カルシウム、ケイ酸マグネシウム、酸化カルシウム、酸化マグネシウム、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、ほう酸アルミニウムウイスカ、水和ケイ酸アルミニウム、水和ケイ酸マグネシウム、塩基性炭酸マグネシウム、ハイドロタルサイト等の水酸基若しくは結晶水を有する化合物のような金属水和物、更には、窒化ほう素、シリカ（結晶質シリカ、非晶質シリカ等）、カーボン、クレー、酸化亜鉛、酸化錫、酸化チタン、酸化モリブデン、三酸化アンチモン、シリコーン化合物、石英、タルク、ほう酸亜鉛、ホワイトカーボン、硼酸亜鉛、ヒドロキシスズ酸亜鉛、スズ酸亜鉛が挙げられる。中でも、シリカ、水酸化アルミニウム、水酸化マグネシウム、炭酸カルシウム及び三酸化アンチモンからなる群から選択される少なくとも１種が好ましい。

無機フィラーは、粒子であることが好ましく、その平均粒径は適宜に設定される。

無機フィラーは、通常の表面処理剤で表面処理されたものを用いることもできる。

[0041] － 樹脂組成物中の各成分の含有量 －

樹脂組成物中の、ベース樹脂の含有率は、特に制限されないが、例えば、

３０～８０質量％が好ましく、４０～７０質量％がより好ましい。

シラン架橋性の樹脂組成物（シラン架橋性樹脂組成物）である場合、各成分の含有量は、ベース樹脂１００質量部に対して、設定される。ベース樹脂１００質量部とは、ベース樹脂を構成する各成分の合計含有量を意味し、通常、エチレンゴム、スチレン系エラストマー及びポリオレフィン系樹脂を含む樹脂成分と、有機鉱物油との合計量を意味する。

シラン架橋性樹脂組成物において、ベース樹脂を構成する各成分の、ベース樹脂中の含有率は上述した通りである。

シラン架橋性樹脂組成物中の、シランカップリング剤の含有量は、ベース樹脂１００質量部に対して、１～１５質量部が好ましく、３～１２質量部がより好ましく、４～１２質量部が更に好ましい。シランカップリング剤がポリオレフィン系樹脂にグラフト化反応している場合、シランカップリング剤の含有量は、グラフト化反応前のシランカップリング剤の含有量に換算した含有量とする。

シラン架橋性樹脂組成物中の、シラノール縮合触媒の含有量は、特に制限されないが、ベース樹脂１００質量部に対して、好ましくは０．００１～０．６質量部、より好ましくは０．０１～０．４質量部である。シラノール縮合触媒の配合量が上述の範囲内にあると、シランカップリング剤のシラノール縮合反応による架橋反応がほぼ均一に進みやすく、シラン架橋物の耐熱性を高めることができる。更には、外観荒れ及び物性の低下を防止でき、生産性も向上する。

シラン架橋性樹脂組成物が無機フィラーを含有する場合、無機フィラーの含有量は、ベース樹脂１００質量部に対して、１０～１５０質量部が好ましく、３０～１２０質量部がより好ましく、５０～１００質量部が更に好ましい。

[0042] 上記成分の他に用いることができる他の樹脂や上記添加物の配合量は、本発明の目的を損なわない範囲で、適宜に設定される。

[0043] 本発明の複合ケーブルの製造方法を説明する。

＜導体コアの作製＞

導体コアを撚り線構造とする場合、準備した電線を用いて、通常の方法により、撚り合わせて撚線を形成する。例えば、実施例での作製方法が挙げられる。

[0044] ＜シースの形成＞

シースは、導体コアの外面に樹脂組成物を配置し、所望により架橋して、形成することができる。

シースの形成方法は、架橋の有無及び架橋方法により異なる。

[0045] －　樹脂組成物の非架橋物でシースを形成する方法　－

まず、各成分を混合して樹脂組成物を調製する。混合する方法は、組成物の調製に通常用いられる方法であれば、特に制限されず、各種の混合装置を用いることができる。混合条件も特に制限されず、適宜に設定されるが、通常、ベース樹脂の溶融下で混合する。

次いで、得られた樹脂組成物を導体コアの外面に配置（成形）する。配置する方法は、特に制限されず、押出成形法、射出成形法、その他の成形機を用いた成形法が挙げられ、導体コアと同時に押出成形する法が好ましい。成形温度は、ベース樹脂の種類、押出速度（引取り速度）の諸条件に応じて、ベース樹脂が溶融する温度に設定され、例えば、８０～２５０℃に設定できる。

樹脂組成物の調製及び成形は、同時に又は連続して行うことができる。

[0046] このようにして、樹脂組成物の層を導体コアの外面に配置して、樹脂組成物の非架橋物からなるシースを備えた本発明の複合ケーブルを製造できる。

[0047] －　樹脂組成物の電子線架橋物でシースを形成する方法　－

シースを樹脂組成物の電子線架橋物で形成する場合、上述の、樹脂組成物の非架橋物でシースを形成する方法と同様にして、導体コアの外面に配置した樹脂組成物の層に電子線を照射して架橋する。

電子線架橋の樹脂組成物においては架橋助剤としてメタクリレート系の架橋助剤を適宜加えることで、架橋度を向上させることができる。

架橋助剤としては、樹脂の架橋に通常用いられる多官能性化合物を用いることができ、例えば、ジビニルベンゼン、トリアリルシアヌレート等の多官能性ビニル化合物、エチレングリコールジメタクリレート、ジエチレングリコールジメタクリレート、トリエチレングリコールジメタクリレート、ポリエチレングリコールジメタクリレート、トリメチロールプロパントリメタクリレート、アリルメタクリレート等の多官能（メタ）アクリレート化合物が挙げられる。より具体的には実施例で用いた架橋助剤が挙げられる。

架橋剤の含有量は、ベース樹脂１００質量部に対して、１～５質量部が好ましい。

電子線の照射条件は、ベース樹脂の種類、架橋度等に応じて適宜に設定される。

こうして、樹脂組成物の電子線架橋物からなるシースを備えた本発明の複合ケーブルを製造できる。

[0048] －　樹脂組成物のシラン架橋物でシースを形成する方法　－

シラン架橋物でシースを形成する方法（シラン架橋法によるケーブル製造方法）においては、まず、下記のシラン架橋性樹脂組成物を調製する。

下記シラン架橋性樹脂組成物における各成分の含有量（配合量）は上述の通りである。

シラン架橋性樹脂組成物：

エチレンゴム及びスチレン系エラストマーの少なくとも一方を１０～５０質量％含有するベース樹脂と、ベース樹脂にグラフト化結合したシランカップリング剤と、シラノール縮合触媒とを含有し、好ましくは無機フィラーを含有する、シラン架橋性樹脂組成物

[0049] シラン架橋性樹脂組成物は、市販のシライングラフト樹脂を用いて上記非架橋性樹脂組成物と同様にして、調製することができるが、好ましくは下記工程（１）により調製する。

[0050] シラン架橋法によるケーブル製造方法としては、下記工程（１）～（３）

を有する方法が好ましい。

工程（１）：上記ベース樹脂と、上記シランカップリング剤と、シラノール縮合触媒と、好ましくは無機フィラーとを、有機過酸化物の存在下で有機過酸化物の分解温度以上の温度において溶融混合する工程

工程（２）：シラン架橋性樹脂組成物を導体コアの外周面に配置する工程

工程（３）：シラン架橋性樹脂組成物を水と接触させて架橋する工程

[0051] 工程（１）において、各成分の混合順は、特に制限されず、どのような順で混合してもよい。溶融混合条件は後述する工程（１－１ｂ）における条件を適用できる。

この工程により、有機過酸化物から発生したラジカルによってベース樹脂とシランカップリング剤とをグラフト化反応させる。これにより、シライングラフト樹脂が合成され、反応組成物として、このシライングラフト樹脂を含むシラン架橋性樹脂組成物が調製される。合成されるシライングラフト樹脂はシラン架橋性樹脂ともいう。このシラン架橋性樹脂組成物は、後述の工程（２）により成形可能な程度にシランカップリング剤がベース樹脂にグラフトしたシライングラフト樹脂を含有している。

[0052] 工程（１）では、各成分を一度に溶融混合（溶融混練、混練りともいう。）することもできるが、上記各成分を、下記工程（１－１）及び（１－２）により、溶融混合することが好ましい。

工程（１－１）：上記ベース樹脂と、上記シランカップリング剤と、好ましくは無機フィラーとを、有機過酸化物の存在下で有機過酸化物の分解温度以上の温度において溶融混合する工程

工程（１－２）：シランマスターバッチとシラノール縮合触媒とを溶融混合して、シラン架橋性樹脂組成物を調製する工程

[0053] 工程（１－１）の溶融混合により、ベース樹脂とシランカップリング剤とをグラフト化反応させる。これにより、シライングラフト樹脂を含むシランマスターバッチ（シランＭＢ）が調製される。シランＭＢは、後述の工程（２

）により成形可能な程度にシランカップリング剤がベース樹脂にグラフトしたシライングラフト樹脂を含有している。

[0054] 工程（１－１）において、各成分の混合順は、特に制限されず、どのような順で混合してもよく、上記各成分を一度に溶融混合することもできる。この場合、上記成分を予めドライブレンドした後に溶融混合することが好ましい。ドライブレンド及び溶融混合の方法及び条件は下記工程（１－１ａ）及び工程（１－１ｂ）で説明する方法及び条件を採用できる。

[0055] シラン架橋性樹脂組成物の調製方法においては、次いで、シランＭＢとシラノール縮合触媒とを溶融混合する工程（１－２）を行う。

工程（１－２）においては、上記工程（１－１）又は下記工程（１－１ｂ）でベース樹脂の一部を溶融混合した場合、シラノール縮合触媒としてキャリア樹脂との混合物（触媒マスターバッチ）を用いることができる。触媒マスターバッチ（触媒ＭＢ）は、例えば、ベース樹脂の残部とシラノール縮合触媒とを溶融混合して調製できる。このときの溶融混合は、キャリア樹脂の溶融下で行う方法であればよく、例えば、上記工程（１－１ｂ）の溶融混合と同様に行うことができる。混合温度は、例えば、８０～２５０℃、より好ましくは１００～２４０℃に設定できる。

シランＭＢと、シラノール縮合触媒又は触媒ＭＢとの混合は、ベース樹脂の溶融下で行う方法であればよく、例えば、工程（１－１ｂ）の溶融混合と同様に行うことができる。混合温度は、例えば、８０～２５０℃、より好ましくは１００～２４０℃に設定できる。

シラノール縮合触媒の配合量は、上述の通りである。

本工程においては、ベース樹脂以外の樹脂、無機フィラー等を混合することもできる。

[0056] このようにして、シランＭＢとシラノール縮合触媒又は触媒ＭＢとの溶融混合物としてシラン架橋性樹脂組成物が得られる。このシラン架橋性樹脂組成物は、シランカップリング剤由来の加水分解性シリル基がシラノール縮合していない未架橋体である。実際的には、工程（１－２）の溶融混合により

、一部架橋（部分架橋）は避けられないが、後述する工程（２）での成形性が保持されたものとすることが好ましい。

[0057] シラン架橋性樹脂組成物の調製方法において、無機フィラーを用いる場合、工程（１－１）として、下記工程（１－１ａ）及び（１－１ｂ）の２段階で各成分を混合することが好ましい。

工程（１－１ａ）：無機フィラー及びシランカップリング剤を前混合して混合物を調製する工程

工程（１－１ｂ）：工程（１－１ａ）で得られた混合物と、ベース樹脂とを、有機過酸化物の存在下で有機過酸化物の分解温度以上の温度において溶融混合する工程

[0058] 上記工程（１－１）又は工程（１－１ｂ）において、ベース樹脂の全部を溶融混合することもできるが、その一部を溶融混合し、残部を上記工程（１－２）においてキャリア樹脂として溶融混合することが好ましい。この場合、ベース樹脂１００質量部とは、工程（１－１）又は工程（１－１ｂ）で配合するベース樹脂と、工程（１－２）で配合するベース樹脂との合計配合量を意味する。配合するベース樹脂の一部は、その全量に対して、好ましくは５０～９８質量％であり、残部は、好ましくは２～５０質量％である。

[0059] 工程（１－１ａ）において、無機フィラーとシランカップリング剤を前混合する方法としては、特に限定されず、湿式混合でも乾式混合でもよい。本発明においては、無機フィラー中にシランカップリング剤を加熱又は非加熱で加え混合する乾式混合（ドライブレンド）が好ましい。混合温度としては、好ましくは１０～６０℃、より好ましくは室温（２５℃）付近（例えば２０～３５℃）で、数分～数時間程度の条件に設定できる。

この混合により、表面（化学結合しうる部位）に（シラノール縮合可能な加水分解性シリル基を介して）強い結合でシランカップリング剤が結合又は吸着した無機フィラーと、表面に弱い結合でシランカップリング剤が結合又は吸着した無機フィラーとを調製できる。弱い結合としては、水素結合による相互作用、イオン、部分電荷若しくは双極子間での相互作用、吸着による

作用等が挙げられ、強い結合としては、無機フィラー表面の化学結合しうる部位との化学結合等が挙げられる。この結合により、後の工程（１－１ｂ）及び工程（１－２）での溶融混合の際にシランカップリング剤の揮発を低減できる。

[0060] 工程（１－１ａ）等においては、有機過酸化物の分解温度未満の温度で混合する限り、有機過酸化物が存在していてもよく、またベース樹脂が存在していてもよい。

[0061] 次いで、工程（１－１ａ）で得られた混合物と、ベース樹脂（全部又は一部）と、工程（１－１ａ）で混合されていない残余の成分とを、有機過酸化物の存在下で、有機過酸化物の分解温度以上の温度において溶融混合する（工程（１－１ｂ））。

有機過酸化物は、工程（１－１ｂ）を行う際に存在していればよく、工程（１－１ａ）で混合してもよく、工程（１－１ｂ）で混合してもよい。有機過酸化物の配合量は、特に制限されないが、ベース樹脂１００質量部に対して、０．０１～０．６質量部が好ましく、０．０５～０．３質量部がより好ましい。

[0062] 工程（１－１ｂ）において、上記成分を溶融混合する温度は、有機過酸化物の分解温度以上、好ましくは有機過酸化物の分解温度＋（２５～１１０）℃の温度であり、例えば１５０～２３０℃の温度である。その他の溶融混合条件、例えば混合時間は適宜設定することができる。これにより、有機過酸化物が分解し、シランカップリング剤に作用して、シランカップリング剤のベース樹脂へのグラフト化反応が進行する。

混合方法としては、ゴム、プラスチック等で通常用いられる方法であれば、特に限定されない。混合装置は、例えば無機フィラーの配合量に応じて適宜に選択される。混合装置として、一軸押出機、二軸押出機、ロール、バンバリーミキサー又は各種のニーダー等が用いられる。樹脂成分の分散性、及び架橋反応の安定性の面で、バンバリーミキサー又は各種のニーダー等の密閉型ミキサーが好ましい。

[0063] このようにして、工程（１－１ｂ）を行い、ベース樹脂とシランカップリング剤とをグラフト化反応させる。これにより、シラングラフト樹脂を含むシランＭＢが調製される。

無機フィラーを用いる上記工程（１－１ａ）においては、シランカップリング剤は、その加水分解性シリル基で、無機フィラーの化学結合しうる部位と結合又は吸着する。更に、このシランカップリング剤は、上記工程（１－１ｂ）の溶融混合において、そのグラフト化反応部位でベース樹脂のグラフト化反応可能な部位とグラフト化反応する。グラフト化反応の態様としては、無機フィラーと弱い結合で結合又は吸着したシランカップリング剤が無機フィラーから脱離してベース樹脂にグラフト化反応する態様、無機フィラーと強い結合で結合又は吸着したシランカップリング剤が無機フィラーとの結合を保持した状態でベース樹脂にグラフト化反応する態様等が挙げられる。

[0064] 次いで、上記工程（１－２）を行うことにより、シラン架橋性樹脂組成物を調製する。

[0065] シラン架橋性樹脂組成物の調製方法において、工程（１－１）、特に工程（１－１ｂ）においては、シラノール縮合触媒の非存在下（例えば樹脂組成物１００質量部に対して０．０１質量部以下の割合）で溶融混合して、シランカップリング剤の縮合反応を抑えることが好ましい。

[0066] シラン架橋法によるケーブル製造方法においては、次いで、シラン架橋性樹脂組成物を導体コアの外周面に配置する工程（２）を行う。

工程（２）は、シラン架橋性樹脂組成物で導体コアを被覆できる方法であればよく、適宜の成形方法が適用される。例えば、成形方法としては、押出機を用いた押出成形、射出成形機を用いた射出成形、その他の成形機を用いた成形が挙げられる。本発明においては、導体コアとシラン架橋性樹脂組成物とを共押出する押出成形が好ましい。

押出成形は、汎用の押出成形機を用いて、行うことができる。押出成形温度は、ベース樹脂又はキャリア樹脂の種類、押出速度（引取り速度）の諸条件に応じて適宜に設定され、例えば、好ましくは８０～２５０℃に設定する

ことが好ましい。

工程（２）において、導体コアの外周面にタルク等の粉状の滑材や、シリコーン等の液体状の滑材、更にはテープ等での抑え巻きを施すことで、導体コアとシース間の密着力を適切に制御することができる。シースの断面形状及び厚さは適切な構造の口金を用いて調整できる。

工程（２）は工程（１－２）と同時に又は連続して実施することが好ましい。例えば、シランＭＢとシラノール縮合触媒（又は触媒ＭＢ）とを被覆装置内で溶融混合し、次いで、導体コアの外周面に押出して成形する一連の工程を採用できる。

工程（２）又は工程（１－１ｂ）の溶融混合に先立って、各ＭＢをベース樹脂又はキャリア樹脂の非溶融下で混合、例えばドライブレンドすることができる。ドライブレンドの方法及び条件は、特に限定されず、例えば、工程（１－１ａ）での乾式混合及びその条件が挙げられる。

工程（２）においては、シラノール縮合反応を避けるため、シランＭＢとシラノール縮合触媒が混合された状態で高温状態に長時間保持されないことが好ましい。

[0067] シラン架橋法によるケーブル製造方法においては、次いで、シラン架橋性樹脂組成物を水と接触させて架橋する工程（３）を行う。これにより、シランカップリング剤の加水分解性シリル基を加水分解してシラノール（ケイ素原子に結合するＯＨ基）とし、シラン架橋性樹脂組成物中に存在するシラノール縮合触媒により、シラノールの水酸基同士を縮合させる。

[0068] 工程（３）は、通常の方法によって行うことができる。上記縮合反応はシラノール縮合触媒の存在下では常温で進行する。したがって、導体コアの外周面に配置されたシラン架橋性樹脂組成物を水に積極的に接触させる必要はない。この架橋反応を促進させるために、シラン架橋性樹脂組成物を水分と接触させることもできる。例えば、高湿度雰囲気への暴露、温水への浸水、湿熱槽への投入、高温の水蒸気への暴露等の積極的に水に接触させる方法を採用できる。また、その際に水分を内部に浸透させるために圧力をかけても

よい。

[0069] 本工程において、無機フィラーと強く結合したシランカップリング剤は、シラノール縮合反応しにくく、無機フィラーとの結合を維持して、ベース樹脂と無機フィラーとの強固な密着（高い親和性）を可能とする。一方、無機フィラーと弱く結合したシランカップリング剤は、シラノール縮合反応して、シラノール結合（シロキサン結合）を介してベース樹脂同士を架橋させる。

[0070] このようにして、工程（１）～（３）が実施され、導体コアの外周面にシラン架橋性樹脂組成物のシラン架橋物からなるシースが形成される。

シラン架橋物は、エチレンゴム又はスチレン系エラストマーを含むベース樹脂に対して特定量のシランカップリング剤がグラフト化反応したシラングラフト樹脂について、シラングラフト樹脂に結合したシランカップリング剤の加水分解性シリル基をシラノール縮合により架橋させたものである。このシラングラフト樹脂は、ベース樹脂同士がシランカップリング剤（シロキサン結合）を介して結合した架橋樹脂を含んでいる。

無機フィラーを含有するシラン架橋性樹脂組成物のシラノール縮合硬化物は、上記工程（１－１ａ）における、無機フィラーとシランカップリング剤との結合力に応じた少なくとも２種の架橋樹脂、すなわち、上記架橋樹脂に加えて、ベース樹脂がシランカップリング剤を介して無機フィラーに結合（架橋）した架橋樹脂を含んでいる。

シラン架橋物は、構成成分として、エチレンゴム及びスチレン系エラストマーの少なくとも一方に由来する構成成分、シランカップリング剤に由来する構成成分、好ましくは無機フィラーに由来する構成成分を有している。

[0071] 上記製造方法における各工程、更にはシラン架橋法における反応及び得られる縮合硬化物の形態については、例えば、特開２０１７－１４５３７０号公報の記載を適宜に適用でき、この公報に記載の内容はそのまま本明細書の記載の一部として取り込まれる。

実施例

[0072] 以下、本発明を実施例に基づき更に詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されない。

表１において、各例の配合量に関する数値は特に断らない限り質量部を表す。また、各成分欄において「－」は対応する成分の配合量が０質量部であることを意味する。

[0073] 表１中に示す各成分（化合物）の詳細を以下に示す。

＜ベース樹脂＞

－ エチレンゴム －

三井３０９２Ｍ：商品名、エチレン－プロピレン－ジエンゴム、三井化学社製

ノーデル３７２０Ｐ：商品名、ＥＰＤＭ（エチレン－プロピレン－エチリデンノルボルネンゴム）、ダウ・ケミカル社製

－ スチレン系エラストマー －

セプトン４０７７：商品名、ＳＥＰＳ、クラレ社製

タフテック（登録商標）Ｎ５０４：商品名、ＳＥＢＳ、旭化成社製

－ ポリオレフィン系樹脂 －

エボリューＳＰ１５４０：商品名、ＬＬＤＰＥ、プライムポリマー社製）

－ 有機鉱物油 －

ダイアナプロセスＰＷ－９０：商品名、パラフィン系オイル、出光興産社製

ＳＵＮＴＨＥＮＥ４１０：商品名、ナフテン系オイル、日本サン石油社製

－ 他の樹脂 －

レザミンＰ２２８８：商品名、ポリウレタン、大日精化工業社製

ベイマックＤＰ：商品名、アクリルゴム、デュポン社製

スカイプレンＥ－３３：商品名、クロロプレンゴム、東ソー社製

＜無機フィラー＞

水酸化マグネシウム：マグシーズＬＮ－６（商品名）、神島化学工業社製

＜シランカップリング剤＞

ＫＢＭ－１００３：商品名、ビニルトリメトキシシラン、信越化学工業社製

＜有機過酸化物＞

パーヘキサ２５Ｂ：商品名、２，５－ジメチル－２，５－ジ（ｔｅｒｔ－ブチルパーオキシ）ヘキサン、分解温度１５４℃、日本油脂社製

＜シラノール縮合触媒＞

アデカスタブＯＴ－１：商品名、ジオクチルスズジラウレート、ＡＤＥＫＡ社製

＜架橋助剤＞

オグモントＴ２００：商品名、トリメチロールプロパントリメタクリレート、新中村化学工業社製

ＮＫエステル３Ｇ：商品名、メタクリレート系の架橋助剤、新中村化学工業社製

[0074] ＜導体コアの作製＞

まず、導体断面積が０．２５ＳＱの架橋ポリエチレン電線（細径電線：導体外径１．４ｍｍ、樹脂層の厚さ０．３ｍｍ）２本を対撚りして、細径電線の撚線（撚り込み率１％）を得た。得られた細径電線の撚線と、導体断面積が１．８ＳＱの架橋ポリエチレン電線（太径電線：導体外径２．６ｍｍ、樹脂層の厚さ０．３ｍｍ）２本とを撚り合わせて、図１に示す導体コア（撚り込み率１．５％、各細径電線の撚り込み率は合計で約２．５％）を作製した。

[0075] ＜実施例１＞

以下のようにして、電子線架橋によりシースを形成して、図１に示す４芯複合ケーブルを製造した。

表１の実施例１欄に示すように、各成分をバンバリーミキサーに投入して１２０～２００℃で１０分溶融混合した後、材料排出温度２００℃で排出し、フィーダールーダーを通して、樹脂組成物のペレットを得た。

調製した導体コア及び得られたペレットを用いて次のようにしてシースを形成した。すなわち、得られたペレットを、直径が９０ｍｍのスクリューを備えた押出機（スクリュー有効長Ｌと直径Ｄとの比：Ｌ／Ｄ＝２４、圧縮部

スクリュー温度１９０℃、ヘッド温度２００℃）に導入した。この押出機内にてペレットを溶融しつつ、導体コアの外周面に肉厚１ｍｍで直接押出（配置）して、外径８ｍｍのケーブルを得た。

次いで、導体コアの外周面に配置した樹脂組成物に、電子線を加速電圧５００ｋＶ条件で照射した。

こうして、電子線架橋物で形成した層厚１ｍｍのシースを備えた実施例１の複合ケーブル（外径８ｍｍ）を製造した。

[0076] ＜実施例２及び３＞

表１の各実施例欄に示す組成で樹脂組成物を調製したこと以外は、実施例１と同様にして、実施例２及び３の複合ケーブルをそれぞれ製造した。

[0077] 以下の実施例において、シラン架橋法によりシースを形成する場合、ベース樹脂として、表１の各実施例欄に示す合計１００質量％のうち９５質量％をシランＭＢの調製に用い、残りの５質量％を触媒ＭＢの調製に用いた。

＜実施例４＞

以下のようにして、シラン架橋法によりシースを形成して、図１に示す４芯複合ケーブルを製造した。

（シランＭＢの調製）

表１の実施例４欄に示す配合量で、シランカップリング剤と有機過酸化物を２５℃で混合（ドライブレンド）し、次いでそこへ無機フィラーを投入して３０℃で混合（ドライブレンド）した（工程（１－１ａ））。次いで、得られた混合物と、表１の実施例４欄に示す配合量（キャリア樹脂として用いる残部を除く。）で、ベース樹脂とをバンバリーミキサーに投入して１２０～２００℃で１０分溶融混合した後、材料排出温度２００℃で排出し、フィーダールーダーを通して、シランＭＢのペレットを得た（工程（１－１ｂ））。

上記バンバリーミキサーでの溶融混合により、シラングラフト化反応を惹起させて、シラングラフト樹脂を合成した。

[0078] （触媒ＭＢの調製）

キャリア樹脂（表１の実施例４欄に示す配合量のうちの残部）と、表１の実施例４欄に示す配合量のシラノール縮合触媒をバンバリーミキサーに投入して１７０℃で溶融混合した後、材料排出温度１８０℃で排出し、フィーダールーダーを通して、触媒ＭＢのペレットを得た。

[0079] （押出被覆）

次いで、調製した、シランＭＢのペレットと触媒ＭＢのペレットを表１の実施例４欄に示す配合割合でドライブレンドした。得られたドライブレンド物を、直径が９０ｍｍのスクリューを備えた押出機（スクリュー有効長Ｌと直径Ｄとの比：Ｌ／Ｄ＝２４、圧縮部スクリュー温度１９０℃、ヘッド温度２００℃）に導入した。この押出機内にてドライブレンド物を溶融混合（シラン架橋性樹脂組成物を調製）しつつ、撚り合わせた導体コアの外周面に肉厚１ｍｍで直接押出（配置）して、外径８ｍｍの被覆導体を得た（工程（１－２）及び工程（２））。

[0080] （シラノール縮合反応）

得られた被覆導体を、温度６０℃、相対湿度９５％の雰囲気に２４時間放置して、水と接触させた（工程（３））。

[0081] こうして、シラン架橋物で形成した層厚１ｍｍのシースを備えた実施例４の複合ケーブル（外径８ｍｍ）を製造した。

[0082] ＜実施例５～１０、１２～１８及び比較例２～５＞

表１又は表２の各実施例欄又は各比較例欄に示す組成で、シランＭＢ及び触媒ＭＢを調製したこと以外は、実施例４と同様にして、複合ケーブルをそれぞれ製造した。

ただし、実施例１３及び比較例２～４は、工程（１－１ａ）を行わず、工程（１－１ｂ）を行った。

[0083] ＜実施例１１＞

導体コアの外周面に配置した樹脂組成物に電子線を照射しないこと以外は、実施例１と同様にして、非架橋の樹脂組成物で形成した層厚１ｍｍのシースを備えた実施例１１の複合ケーブル（外径８ｍｍ）を製造した。

[0084] ＜比較例１＞

表２の比較例１欄に示す組成の樹脂組成物を調製したこと以外は、実施例１と同様にして、電子線架橋物で層厚１ｍｍのシースを備えた比較例１の複合ケーブルを製造した。

[0085] 製造した実施例及び比較例の各複合ケーブルは、太径電線をＥＰＢケーブル（電源線）、細径電線をＡＢＳケーブル（信号線）とする４芯の複合ケーブルである。

[0086] ＜参考例＞

参考例として、２芯のＡＢＳケーブルを製造した。

導体断面積が０．２５ＳＱの架橋ポリエチレン電線（細径電線）２本を対撚りして、細径電線の撚線（撚り込み率２％）からなる導体コアを作製した。

次いで、この導体コアを用い、表２の参考例欄に示す組成の樹脂組成物を調製したこと以外は、実施例１と同様にして、電子線架橋物で層厚１ｍｍのシースを備えた参考例のケーブル（外径５ｍｍ）を製造した。

[0087] 製造した各ケーブルについて下記評価をし、その結果を表１に示した。

＜可撓性試験＞

製造した各ケーブルを長さ６００ｍｍに切り出し、両端部を接合してリング状試験体を得た。リング状試験体をその中心軸が水平となるように配置して、リング状試験体の最下部にカギ付きの重り（荷重２ｋｇｆ：１９．６Ｎ）をカギで引掛けて取り付けて、垂直方向に延びた楕円形に変形させた。重りを取り付ける際はリング状試験体の底部（最下端）に初速がかからないようにした。

こうして重りを取り付けて楕円形に変形した試験片の短径の値（楕円の短軸内径）を測定して、可撓性を評価した。

評価は、短径の値が下記基準のいずれに含まれるかで行い、ランクＤ以上が本試験の合格である。

Ａ：　７．５ｍｍ以下

Ｂ：　７．５ｍｍを越え、１０．０ｍｍ以下

Ｃ：１０．０ｍｍを越え、１２．５ｍｍ以下

Ｄ：１２．５ｍｍを越え、１５．０ｍｍ以下

Ｅ：１５．０ｍｍを越える

[0088] ＜耐屈曲性試験＞

図２は、本試験に用いる装置の概略を、マンドレルの軸方向から見た概略図である。

図２に示すように、水平かつ互いに平行に配置された２本のマンドレル５１、５２間、及び揺れ防止用の押え６１、６２間に、ケーブル１０２を鉛直方向に通し、ケーブル１０２の下方に重り７を取り付けた。この状態で、ケーブル１０２の上端を左右のマンドレル５１又は５２の上側外周に交互に接するように（左右交互に繰り返し）屈曲させた。屈曲回数は、ケーブル１０２を左右のマンドレル５１、５２のいずれかの外周に接するように屈曲させた場合を１回として、カウントした。なお、試験条件は、マンドレル径１０ｍｍ、左右曲げ角度９０°、速度６０屈曲／分で行い、重りは５００ｇ、ケーブルとマンドレルとのクリアランスは１ｍｍとし、ケーブル１０２の上方の側面が各マンドレルの上方外周に接するように、屈曲させる長さを調製して、２５℃の雰囲気で、試験を行った。ケーブルをループ状に直列につないで通電し、断線が生じるまでの屈曲回数を測定した。

評価は、断線が生じるまでの屈曲回数が下記基準のいずれに含まれるかで行い、ランクＣ以上が本試験の合格である。

Ａ：１０万回以上

Ｂ：　７万回以上、１０万回未満

Ｃ：　５万回以上、　７万回未満

Ｄ：　５万回未満

[0089] ＜耐摩耗性試験＞

ＪＡＳＯ　Ｄ　６１８に規定される摩耗試験機及び摩耗テープを使用して、ケーブルのシースが完全に摩耗し、導体コアに摩耗テープが接触するまで

の摩耗テープ長を測定した。荷重は０．４５ｋｇｆ（４．４Ｎ）とした。

評価は、摩耗テープ長さが下記基準のいずれに含まれるかで行い、ランクＣ以上が本試験の合格である。

Ａ：２０ｍ以上

Ｂ：１０ｍ以上、２０ｍ未満

Ｃ：　５ｍ以上、１０ｍ未満

Ｄ：　５ｍ未満

[0090] ＜低温性試験＞

ケーブルを－４０℃の恒温槽に投入し、ケーブルと同一の外径を有するマンドレルに巻付け、シースの割れの有無を確認した。

試験結果を、シースに割れが発生しなかった（確認できなかった）場合（合格）を「○」、割れが発生した場合（不合格）を「×」で、表した。

[0091] ＜参考試験＞

実施例及び比較例で製造したケーブルについて、耐熱性及び端末加工性を下記参考試験により評価した。

耐熱性及び端末加工性は、ケーブルについて用途に応じて求められる好適な特性である。

（耐熱性試験）

ケーブルをケーブルと同一の外径を有するマンドレルに巻付け、２５０℃の恒温槽内に３０分投入し、シースの割れの有無を確認した。

試験結果を、シースに割れが発生しなかった（確認できなかった）場合（本参考試験に合格）を「○」、割れが発生した場合（本参考試験に不合格）を「×」で、表した。

[0092] （端末加工性試験）

ケーブルの端部１００ｍｍにおいて、シースを剥ぎ取る際の皮むき性を評価した。

具体的には、複合ケーブルの軸線方向に対して垂直な周方向に一周する切込みを、複合ケーブルの被覆厚の９０％の深さに入れた。次いで、この切込

みを境に一方の複合ケーブルのシースを把持して、他方の複合ケーブルを引き抜いた。

こうして引き抜いた複合ケーブルについて、シースの端末加工性試験を下記基準により評価した。本参考試験の合格は「△」である。

「○」：引き抜いたケーブルに、引き抜かれるべきシースの残りがなく、引き抜いたケーブルのシース端部の伸びが１．０ｍｍ未満である場合

「△」：引き抜いたケーブルに、引き抜かれるべきシースの残りがなく、引き抜いたケーブルのシース端部の伸びが１．０ｍｍ以上５ｍｍ以下である場合

「×」：引き抜いたケーブルに、引き抜かれるべきシースが残存する場合

[0093]

[表1]

表 1

		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8	実施例9	実施例10	実施例11	実施例12	実施例13	実施例14
	複合ケーブルの芯数	4芯	4芯	4芯	4芯	4芯	4芯	4芯	4芯	4芯	4芯	4芯	4芯	4芯	4芯
ベース樹脂	三井3092M(EPゴム)	20	20	20	20	–	20	40	–	10	25	20	20	20	20
	ノーデル3720DP(EPゴム)	–	–	–	–	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	セプトン4077(スチレン系エラストマー)	20	20	20	20	20	–	–	40	–	25	20	20	20	20
	タフテックN504(スチレン系エラストマー)	–	–	–	–	–	20	–	–	–	–	–	–	–	–
	ダイアナプロセスオイルPW-90(有機鉱物油)	30	30	30	30	30	30	30	30	7.5	37.5	30	–	30	30
	SUNTHENE 410(有機鉱物油)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	レザミンP2288(水)ウレタン)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	エボリューSP1540(LLDPE)	30	30	30	30	30	30	30	30	82.5	12.5	30	60	30	30
	ベイマックDP(アクリルゴム)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	スカイプレンE-33(クロロプレンゴム)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
無機フィラー	水酸化マグネシウム	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	–	170
架橋助剤	オグモントT200	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	NKエステル3G	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
KBM-1003(シランカップリング剤)		–	–	–	5	5	5	5	5	5	5	–	5	5	5
パーヘキサ25B(有機過酸化物)		–	–	–	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	–	0.05	0.05	0.05
アデカスタブOT-1(シラノール縮合触媒)		–	–	–	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	–	0.1	0.1	0.1
含有率の比 C_E:C_O		57:43	57:43	57:43	57:43	57:43	57:43	57:43	57:43	57:43	57:43	57:43	100:0	57:43	57:43
架橋方法		電子線架橋	電子線架橋	電子線架橋	シラン架橋	シラン架橋	シラン架橋	シラン架橋	シラン架橋	シラン架橋	シラン架橋	非架橋	シラン架橋	シラン架橋	シラン架橋
評価	可撓性試験	A	A	A	A	A	A	A	A	C	A	A	C	A	D
	耐屈曲性試験	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A	A	B	A	C
	耐摩耗性試験	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	A	B	A
	低温性試験	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	耐熱性試験	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○
	端末加工性試験	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○

[0094]

[表2]

表 2

		実施例15	実施例16	実施例17	実施例18	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	比較例5	参考例
	複合ケーブルの芯数	4芯	4芯	4芯	4芯	4芯	4芯	4芯	4芯	4芯	2芯
ベース樹脂	三井3092M(EPゴム)	20	20	20	20	–	–	–	–	40	–
	ノーデル3720P(EPゴム)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	セプトン4077(スチレン系エラストマー)	20	20	20	20	–	–	–	–	20	–
	タフテックN504(スチレン系エラストマー)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	ダイアナプロセスオイルPW-90(有機鉱物油)	30	30	30	30	–	–	–	–	30	–
	SUNTHENE 410(有機鉱物油)	–	–	–	–	–	–	–	10	–	–
	レザミンP2288(ポリウレタン)	–	–	–	–	100	–	–	–	–	100
	エポリューSP1540(LLDPE)	30	30	30	30	–	100	50	–	10	–
	ベイマックDP(アクリルゴム)	–	–	–	–	–	–	50	–	–	–
	スカイプレンE-33(クロロプレンゴム)	–	–	–	–	–	–	–	90	–	–
無機フィラー	水酸化マグネシウム	60	60	60	60	–	–	–	–	60	–
架橋助剤	オグモントT200	–	–	–	–	5	–	–	–	–	5
	NKエステル3G	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
KBM-1003(シランカップリング剤)		15	1	5	5	–	5	5	5	5	–
パーヘキサ25B(有機過酸化物)		0.2	0.05	0.05	0.05	–	0.05	0.1	0.03	0.05	–
アデカスタブOT-1(シラノール縮合触媒)		0.1	0.1	0.01	0.4	–	0.1	0.1	0.1	0.1	–
含有率の比 C_E:C_O		57:43	57:43	57:43	57:43	–	–	–	–	57:43	–
架橋方法		シラン架橋	シラン架橋	シラン架橋	シラン架橋	電子線架橋	シラン架橋	シラン架橋	シラン架橋	シラン架橋	電子線架橋
評価	可撓性試験	A	A	A	A	E	E	A	A	A	A
	耐屈曲性試験	A	A	A	A	D	D	A	A	A	A
	耐摩耗性試験	A	A	A	A	A	A	D	B	D	B
	低温性試験	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○
	耐熱性試験	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	端末加工性試験	○	○	○	○	○	○	△	△	△	○

[0095] 表１及び表２に示されるように、エチレンゴム及びスチレン系エラストマ

ーの少なくとも１種を１０～５０質量％で含有するベース樹脂を含む樹脂組成物で形成されたシースを導体コアの外面に備えていると、複合ケーブルは、耐摩耗性、低温性、可撓性及び耐屈曲性を高い水準で兼ね備えていることが分かる。

すなわち、エチレンゴム及びスチレン系エラストマー以外の樹脂又はゴム（ポリウレタン、アクリルゴム又はクロロプレンゴム）を含むベース樹脂を用いると、上記４特性のいずれかが劣り、十分な特性を示さない。なお、参考例のＡＢＳケーブルは外径５ｍｍで小径であるため、可撓性試験及び耐屈曲性試験に合格しているが、これと同じ材料でシースを形成した比較例１の複合ケーブル（外径８ｍｍ）は可撓性及び耐屈曲試験のいずれも不合格となり、特性の低下が著しい。

これに対して、エチレンゴム及びスチレン系エラストマーを特定量で含むベース樹脂を用いると、複合化により外径が８ｍｍと大径化していても、上記４特性を優れたレベルに改善できる。とりわけ樹脂組成物の架橋物、特にシラン架橋物でシースを形成すると、上記４特性を更に高いレベルで兼ね備え、しかも高い耐熱性を示す複合ケーブルとすることができる。

[0096] 本発明をその実施態様とともに説明したが、我々は特に指定しない限り我々の発明を説明のどの細部においても限定しようとするものではなく、添付の請求の範囲に示した発明の精神と範囲に反することなく幅広く解釈されるべきであると考える。

[0097] 本願は、２０１９年３月２７日に日本国で特許出願された特願２０１９－０６１３８２に基づく優先権を主張するものであり、これはここに参照してその内容を本明細書の記載の一部として取り込む。

符号の説明

[0098] １　複合ケーブル

２　太径電線

２１　導体

２２　樹脂層

３　細径電線

３１　導体

３２　樹脂層

４　シース

５１、５２　　マンドレル

６１、６２　　揺れ防止用の押え

７　　おもり

１０２　　ケーブル

請求の範囲

[請求項1] 導体の外周に樹脂層を有する、複数の太径電線と、導体の外周に樹脂層を有する、複数の細径電線とから少なくともなるコアの外面を囲繞するシースを備えた複合ケーブルであって、

前記シースが、エチレンゴム及びスチレン系エラストマーの少なくとも１種を１０～５０質量％含有するベース樹脂を含む樹脂組成物からなる、複合ケーブル。

[請求項2] 前記シースが、前記樹脂組成物の架橋物からなる請求項１に記載の複合ケーブル。

[請求項3] 前記ベース樹脂が、有機鉱物油を含有する請求項１又は２に記載の複合ケーブル。

[請求項4] 前記エチレンゴム及びスチレン系エラストマーの含有率（C_E）と前記有機鉱物油の含有率（C_O）との比（C_E：C_O）が、５０：５０～７５：２５である請求項３に記載の複合ケーブル。

[請求項5] 前記樹脂組成物が、ベース樹脂１００質量部に対して無機フィラーを１０～１５０質量部含有している請求項１～４のいずれか１項に記載の複合ケーブル。

[請求項6] 前記無機フィラーが、シリカ、水酸化アルミニウム、水酸化マグネシウム、炭酸カルシウム及び三酸化アンチモンからなる群から選択される少なくとも１種である請求項５に記載の複合ケーブル。

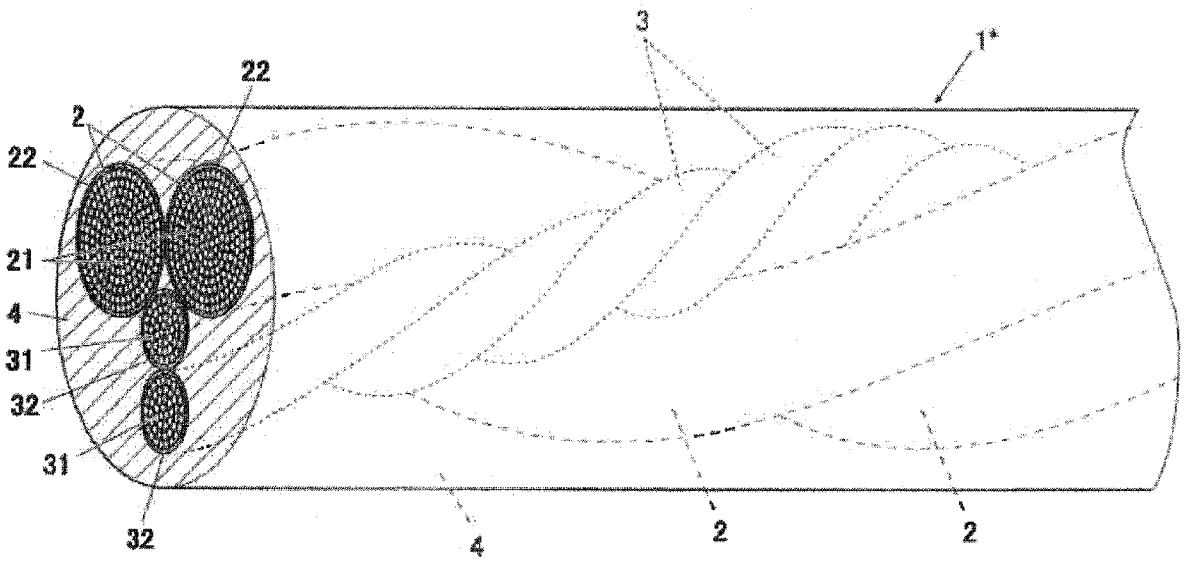
[請求項7] 前記複合ケーブルが、車両のブレーキ制御用である、請求項１～６のいずれか１項に記載の複合ケーブル。

[請求項8] 前記複数の太径電線のうちの２本が、電動パーキングブレーキの制御デバイスからアクチュエータに電力を供給する一対の電源線として、

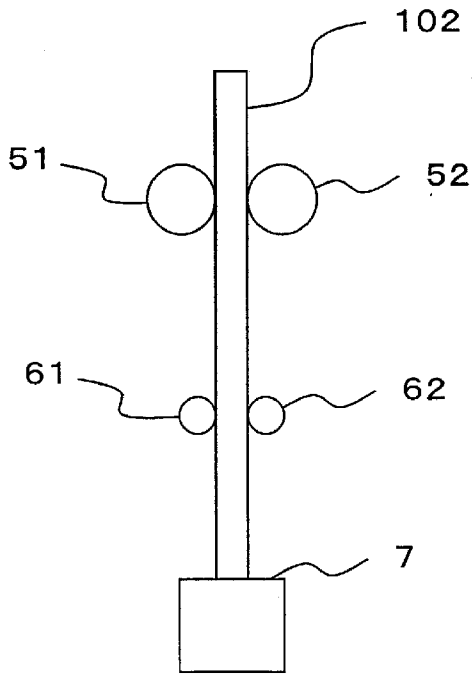
前記複数の細径電線のうちの２本が、アンチロックブレーキシステムセンサからアンチロックブレーキシステム制御デバイスに信号を送信する一対の信号線として用いられる、

請求項７に記載の複合ケーブル。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/011518

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. H01B13/00(2006.01)i, H01B13/24(2006.01)i, H01B7/00(2006.01)i, H01B7/04(2006.01)i, H01B7/18(2006.01)i
FI: H01B7/00310, H01B7/04, H01B7/18H, H01B13/24Z, H01B13/00523
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl. H01B13/00, H01B13/24, H01B7/00, H01B7/04, H01B7/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2017-145307 A (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 24.08.2017 (2017-08-24), paragraphs [0015]-[0103]	1-8
Y	JP 2013-237428 A (HITACHI CABLE LTD.) 28.11.2013 (2013-11-28), paragraphs [0019]-[0049], fig. 1-4	1-8
A	JP 2018-178029 A (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 15.11.2018 (2018-11-15)	1-8
A	JP 2017-145370 A (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 24.08.2017 (2017-08-24)	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 29.05.2020	Date of mailing of the international search report 09.06.2020
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

JP 2017-145307 A	24.08.2017	(Family: none)
JP 2013-237428 A	28.11.2013	US 2013/0277087 A1 paragraphs [0029]-[0060], fig. 1-4 US 2015/0165987 A1 US 2015/0165988 A1 US 2016/0339854 A1 US 2018/0134239 A1 US 2019/0210543 A1 CN 203387021 U JP 2014-167929 A JP 2014-220252 A JP 2014-232731 A JP 2014-241286 A JP 2015-233013 A JP 2016-154146 A JP 2017-107868 A JP 2017-212225 A JP 2018-67556 A JP 2019-21645 A
JP 2018-178029 A	15.11.2018	(Family: none)
JP 2017-145370 A	24.08.2017	(Family: none)

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/011518

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01B 13/00(2006.01)i; H01B 13/24(2006.01)i; H01B 7/00(2006.01)i; H01B 7/04(2006.01)i; H01B 7/18(2006.01)i
FI: H01B7/00 310; H01B7/04; H01B7/18 H; H01B13/24 Z; H01B13/00 523

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01B13/00; H01B13/24; H01B7/00; H01B7/04; H01B7/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2017-145307 A (古河電気工業株式会社) 24.08.2017 (2017-08-24) [0015]-[0103]	1-8
Y	JP 2013-237428 A (日立電線株式会社) 28.11.2013 (2013-11-28) [0019]-[0049],図1-4	1-8
A	JP 2018-178029 A (古河電気工業株式会社) 15.11.2018 (2018-11-15)	1-8
A	JP 2017-145370 A (古河電気工業株式会社) 24.08.2017 (2017-08-24)	1-8

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
"E" 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
"L" 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
"P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
"T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
"X" 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
"Y" 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
"&" 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
29.05.2020	09.06.2020

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
木村　励 5G 4092

電話番号 03-3581-1101 内線 3526

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/011518

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2017-145307 A	24.08.2017	（ファミリーなし）	
JP 2013-237428 A	28.11.2013	US 2013/0277087 A1 [0029]-[0060],Figs.1-4 US 2015/0165987 A1 US 2015/0165988 A1 US 2016/0339854 A1 US 2018/0134239 A1 US 2019/0210543 A1 CN 203387021 U JP 2014-167929 A JP 2014-220252 A JP 2014-232731 A JP 2014-241286 A JP 2015-233013 A JP 2016-154146 A JP 2017-107868 A JP 2017-212225 A JP 2018-67556 A JP 2019-21645 A	
JP 2018-178029 A	15.11.2018	（ファミリーなし）	
JP 2017-145370 A	24.08.2017	（ファミリーなし）	