(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
2025年1月2日(02.01.2025)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2025/004334 A1

(51) 国際特許分類:
H01B 3/44 (2006.01) *H01B 9/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/024391

(22) 国際出願日： 2023年6月30日(30.06.2023)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人: 住友電気工業株式会社 (**SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.**) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 Osaka (JP).

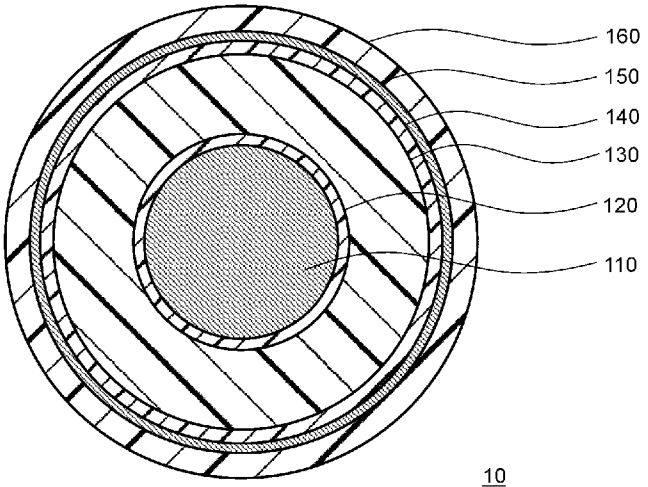
(72) 発明者: 境田 英彰 (**SAKAIDA Hideaki**); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 山▲崎▼ 智 (**YAMASAKI Satoshi**); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 山崎 孝則 (**YAMAZAKI Takanori**); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 小野田 貴亮 (**ONODA Takaaki**); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 福岡 昌浩, 外 (**FUKUOKA Masahiro** et al.); 〒1020072 東京都千代田区飯田橋四丁目６番１号 ２１東和ビル３階 Tokyo (JP).

(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,

(54) **Title:** RESIN COMPOSITION, POWER CABLE, AND METHOD FOR PRODUCING POWER CABLE

(54) 発明の名称： 樹脂組成物、電力ケーブル、および電力ケーブルの製造方法



(57) **Abstract:** This resin composition is provided so as to cover a conductor of a power cable, and constitutes an insulating layer having an inner peripheral surface facing the conductor and an outer peripheral surface opposite to the inner peripheral surface. The resin composition includes: a base polymer that contains a propylene unit; a modified polymer that contains the propylene unit and that is modified by at least one selected from an unsaturated organic acid and a derivative thereof; and a thermoplastic elastomer. The resin composition is configured such that the ratio of the storage elastic modulus of an inner sample of the insulating layer to the storage elastic modulus of an outer sample of the insulating layer is 1.1 or more and 2.5 or less, and the ratio of the volume resistivity of the inner sample to the volume resistivity of the outer sample is 1.0 or more and 1.5 or less. Here, the outer sample of the insulating layer is collected from a position of 0.3 mm from the outer peripheral surface toward the conductor, the inner sample of the insulating layer is collected from a position of 0.3 mm from the inner peripheral surface toward the outer peripheral surface, and the storage elastic

WO 2025/004334 A1

［続葉有］

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

modulus of the outer sample and the storage elastic modulus of the inner sample are measured at 25 ° C by dynamic viscoelasticity measurement.

(57) 要約:樹脂組成物は、電力ケーブルの導体を覆うように設けられ、導体に対向する内周面および内周面と反対の外周面を有する絶縁層を構成する樹脂組成物であって、プロピレン単位を含むベースポリマと、プロピレン単位を含み不飽和有機酸およびその誘導体から選択される少なくとも１つにより変性された変性ポリマと、熱可塑性エラストマと、を含み、樹脂組成物は、絶縁層の外側試料の貯蔵弾性率に対する、絶縁層の内側試料の貯蔵弾性率の比率が１．１以上２．５以下となり、且つ、外側試料の体積抵抗率に対する、内側試料の体積抵抗率の比率は、１．０以上１．５以下となるように構成されている。ここで、絶縁層の外側試料は、外周面から導体に向けて０．３ｍｍの位置から採取され、絶縁層の内側試料は、内周面から外周面に向けて０．３ｍｍの位置から採取され、外側試料の貯蔵弾性率および内側試料の貯蔵弾性率は、動的粘弾性測定により２５℃で測定される。

明　細　書

発明の名称 ：

樹脂組成物、電力ケーブル、および電力ケーブルの製造方法

技術分野

[0001]　本開示は、樹脂組成物、電力ケーブル、および電力ケーブルの製造方法に関する。

背景技術

[0002]　架橋ポリエチレンは絶縁性に優れることから、電力ケーブルの絶縁層を構成する樹脂成分として広く用いられてきた（例えば、特許文献１）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開昭５７－６９６１１号公報

発明の概要

[0004]　本開示の一態様によれば、

電力ケーブルの導体を覆うように設けられ、前記導体に対向する内周面および前記内周面と反対の外周面を有する絶縁層を構成する樹脂組成物であって、

プロピレン単位を含むベースポリマと、

プロピレン単位を含み不飽和有機酸およびその誘導体から選択される少なくとも１つにより変性された変性ポリマと、

熱可塑性エラストマと、

を含み、

前記樹脂組成物は、

前記絶縁層の外側試料の貯蔵弾性率に対する、前記絶縁層の内側試料の貯蔵弾性率の比率が１．１以上２．５以下となり、且つ、

前記外側試料の体積抵抗率に対する、前記内側試料の体積抵抗率の比率は、１．０以上１．５以下となるように構成されている、

ここで、

前記絶縁層の前記外側試料は、前記外周面から前記導体に向けて０．３ｍｍの位置から採取され、

前記絶縁層の前記内側試料は、前記内周面から前記外周面に向けて０．３ｍｍの位置から採取され、

前記外側試料の前記貯蔵弾性率および前記内側試料の前記貯蔵弾性率は、動的粘弾性測定により２５℃で測定され、

前記外側試料の前記体積抵抗率および前記内側試料の前記体積抵抗率は、温度９０℃および直流電界８０ｋＶ／ｍｍの条件下において測定される

樹脂組成物が提供される。

図面の簡単な説明

[0005] [図1]本開示の一実施形態に係る電力ケーブルの軸方向に直交する模式的断面図である。

[図2]サンプルＡ３の冷却工程において、外側試料の採取位置における温度と、内側試料の採取位置における温度とを示す図である。

[図3]サンプルＢ１の冷却工程において、外側試料の採取位置における温度と、内側試料の採取位置における温度とを示す図である。

発明を実施するための形態

[0006] ［本開示が解決しようとする課題］

本発明者等は、絶縁層を構成する樹脂成分としてポリプロピレンに着目し、電力ケーブルの特性向上のため、鋭意検討を行った。

[0007] 本開示の目的は、絶縁層の柔軟性、強度および絶縁性を向上させることである。

[0008] ［本開示の効果］

本開示によれば、絶縁層の柔軟性、強度および絶縁性を向上させることができる。

[0009] ［本開示の実施形態の説明］

＜発明者等の得た知見＞

まず、発明者等の得た知見について概略を説明する。

[0010] 電力ケーブルの製造工程では、加熱された押出機内で溶融させた樹脂組成物により、導体の外周を覆うように絶縁層を押出成形する。絶縁層を押出成形した後には、所定の冷却方法により、絶縁層を冷却する。

[0011] このとき、絶縁層の外周面を所定の冷媒により冷却する。これにより、絶縁層の外周から導体の径方向に絶縁層の内周に向けて冷却が進む。

[0012] 絶縁層の外周面を冷却する温度が低く、すなわち、絶縁層の外周面を冷却する速度が速い場合では、絶縁層の外側におけるベースポリマが急冷される。一方で、絶縁層の内側におけるベースポリマは、絶縁層の外側のベースポリマよりも冷却が進みにくく、徐冷されることとなる。

[0013] このため、絶縁層の外周面を冷却する速度が速い場合では、絶縁層の厚さ方向に結晶化度の分布（ばらつき）が生じる。すなわち、絶縁層の外側では、ベースポリマの結晶化度が低くなる。一方で、絶縁層の内側では、ベースポリマの結晶化度が、絶縁層の外側のそれよりも高くなる。このような結晶化度の分布が生じると、絶縁層の内側から外側に向けて絶縁性が徐々に低くなる。その結果、電力ケーブルの絶縁層の全体として求められる充分な絶縁性を確保することが困難となる。

[0014] そこで、従来では、絶縁層の外周面を冷却する速度を遅くすることで、冷却速度を絶縁層の厚さ方向に均一にしていた。すなわち、絶縁層の外側におけるベースポリマを冷却する速度と、絶縁層の内側におけるベースポリマを冷却する速度とを近づけていた。これにより、絶縁層の外側におけるベースポリマの結晶化度と、絶縁層の内側におけるベースポリマの結晶化度とが、互いに同様に高くなるよう調整されていた。その結果、電力ケーブルの絶縁層の全体として求められる充分な絶縁性を確保していた。

[0015] しかしながら、絶縁層の外周面を冷却する速度を遅くする場合では、絶縁層の結晶化度が高い状態で絶縁層の厚さ方向に均一となっていることにともなって、絶縁層の弾性も、絶縁層の厚さ方向に均一となっていた。

[0016] このため、例えば、絶縁層の内側におけるベースポリマの弾性とともに、

絶縁層の外側におけるベースポリマの弾性も高くなることがあった。この場合、電力ケーブルを曲げたときの電力ケーブルの可撓性を充分に確保することが困難となっていた。その結果、電力ケーブルをリールに巻き付けるときのリール径に制約が生じていた。

[0017] 従来の方法では、上述のような課題が生じることから、絶縁層の所望の弾性を得ることと、絶縁層の絶縁性を厚さ方向に均一にすることと、を両立することが望まれていた。

[0018] そこで、本発明者等は、鋭意検討の結果、樹脂成分を改良するとともに、新規製造方法を適用することにより、絶縁層の厚さ方向における弾性の所望の分布を得つつ、絶縁層の絶縁性を絶縁層の厚さ方向に均一にすることに成功した。

[0019] 本開示は、発明者等が見出した上述の知見に基づくものである。

[0020] ＜本開示の実施態様＞

次に、本開示の実施態様を列記して説明する。

[0021] ［１］本開示の一態様に係る樹脂組成物は、

電力ケーブルの導体を覆うように設けられ、前記導体に対向する内周面および前記内周面と反対の外周面を有する絶縁層を構成する樹脂組成物であって、

プロピレン単位を含むベースポリマと、

プロピレン単位を含み不飽和有機酸およびその誘導体から選択される少なくとも１つにより変性された変性ポリマと、

熱可塑性エラストマと、

を含み、

前記樹脂組成物は、

前記絶縁層の外側試料の貯蔵弾性率に対する、前記絶縁層の内側試料の貯蔵弾性率の比率が１．１以上２．５以下となり、且つ、

前記外側試料の体積抵抗率に対する、前記内側試料の体積抵抗率の比率は、１．０以上１．５以下となるように構成されている、

ここで、

前記絶縁層の前記外側試料は、前記外周面から前記導体に向けて０．３ｍｍの位置から採取され、

前記絶縁層の前記内側試料は、前記内周面から前記外周面に向けて０．３ｍｍの位置から採取され、

前記外側試料の前記貯蔵弾性率および前記内側試料の前記貯蔵弾性率は、動的粘弾性測定により２５℃で測定され、

前記外側試料の前記体積抵抗率および前記内側試料の前記体積抵抗率は、温度９０℃および直流電界８０ｋＶ／ｍｍの条件下において測定される。

この構成によれば、絶縁層の柔軟性、強度および絶縁性を向上させることができる。

[0022] ［２］本開示の一態様に係る電力ケーブルは、

導体と、

前記導体の外周を覆うように設けられ、前記導体に対向する内周面および前記内周面と反対の外周面を有する絶縁層と、

を備え、

前記絶縁層は、

プロピレン単位を含むベースポリマと、

プロピレン単位を含み不飽和有機酸およびその誘導体から選択される少なくとも１つにより変性された変性ポリマと、

熱可塑性エラストマと、

を含み、

前記絶縁層の外側試料の貯蔵弾性率に対する、前記絶縁層の内側試料の貯蔵弾性率の比率は、１．１以上２．５以下であり、

前記外側試料の体積抵抗率に対する、前記内側試料の体積抵抗率の比率は、１．０以上１．５以下である、

ここで、

前記絶縁層の前記外側試料は、前記外周面から前記導体に向けて０．３ｍ

ｍの位置から採取され、

前記絶縁層の前記内側試料は、前記内周面から前記外周面に向けて０．３ｍｍの位置から採取され、

前記外側試料の前記貯蔵弾性率および前記内側試料の前記貯蔵弾性率は、動的粘弾性測定により２５℃で測定され、

前記外側試料の前記体積抵抗率および前記内側試料の前記体積抵抗率は、温度９０℃および直流電界８０ｋＶ／ｍｍの条件下において測定される。

この構成によれば、絶縁層の柔軟性、強度および絶縁性を向上させることができる。

[0023] ［３］上記［２］に記載の電力ケーブルにおいて、

前記絶縁層中の前記ベースポリマ、前記変性ポリマおよび前記熱可塑性エラストマの合計の含有量を１００質量部としたときに、

前記絶縁層中の前記変性ポリマの含有量は、１質量部以上１０質量部以下であり、

前記絶縁層中の前記熱可塑性エラストマの含有量は、１０質量部以上４５質量部以下である。

この構成によれば、絶縁層の厚さ方向において、弾性の所望の分布と、絶縁性の均一性と、を安定的に両立することができる。

[0024] ［４］上記［２］または［３］に記載の電力ケーブルにおいて、

前記熱可塑性エラストマは、スチレン系エラストマを含む。

この構成によれば、柔軟性を有する熱可塑性エラストマ（Ｃ）の分子構造内において、短鎖分岐を容易に取り入れることができる。その結果、ベースポリマ（Ａ）と熱可塑性エラストマ（Ｃ）との相溶性を良くすることができる。

[0025] ［５］上記［２］から［４］のいずれか１つに記載の電力ケーブルにおいて、

前記熱可塑性エラストマは、オレフィン系エラストマを含む。

この構成によれば、柔軟性を有する熱可塑性エラストマ（Ｃ）の分子構造

内において、短鎖分岐を容易に取り入れることができる。その結果、ベースポリマ（Ａ）と熱可塑性エラストマ（Ｃ）との相溶性を良くすることができる。

[0026] ［６］上記［２］から［５］のいずれか１つに記載の電力ケーブルにおいて、

前記絶縁層の前記内側試料の前記貯蔵弾性率は、６５０ＭＰａ以上９００ＭＰａ以下であり、

前記絶縁層の前記外側試料の前記貯蔵弾性率は、２８０ＭＰａ以上６７０ＭＰａ以下である。

この構成によれば、電力ケーブル１０の剛性および可撓性を両立することができる。

[0027] ［７］上記［２］から［６］のいずれか１つに記載の電力ケーブルにおいて、

前記絶縁層の厚さは、３ｍｍ以上である。

この構成によれば、電力ケーブルを高電圧の用途に適用したとしても、絶縁層の可撓性および絶縁層の絶縁性を安定的に両立することが可能となる。

[0028] ［８］本開示の他の態様に係る電力ケーブルの製造方法は、

樹脂組成物を準備する工程と、

前記樹脂組成物により、導体の外周を覆うように絶縁層を形成し、前記絶縁層において、前記導体に対向する内周面と、前記内周面と対向する外周面とを形成する工程と、

を備え、

前記樹脂組成物を準備する工程では、

前記樹脂組成物として、

プロピレン単位を含むベースポリマと、

プロピレン単位を含み不飽和有機酸およびその誘導体から選択される少なくとも１つにより変性された変性ポリマと、

熱可塑性エラストマと、

を含む組成物を準備し、

前記絶縁層を形成する工程は、

前記導体の前記外周に前記絶縁層を押出成形する工程と、

前記絶縁層の外側試料の貯蔵弾性率に対する、前記絶縁層の内側試料の貯蔵弾性率の比率が１．１以上２．５以下となり、且つ、前記外側試料の体積抵抗率に対する、前記内側試料の体積抵抗率の比率は、１．０以上１．５以下となるように、前記絶縁層を冷却する工程と、

を有する、

ここで、

前記絶縁層の前記外側試料は、前記外周面から前記導体に向けて０．３ｍｍの位置から採取され、

前記絶縁層の前記内側試料は、前記内周面から前記外周面に向けて０．３ｍｍの位置から採取され、

前記外側試料の前記貯蔵弾性率および前記内側試料の前記貯蔵弾性率は、動的粘弾性測定により２５℃で測定され、

前記外側試料の前記体積抵抗率および前記内側試料の前記体積抵抗率は、温度９０℃および直流電界８０ｋＶ／ｍｍの条件下において測定される。

この構成によれば、絶縁層の柔軟性、強度および絶縁性を向上させることができる。

[0029] ［９］上記［８］に記載の電力ケーブルの製造方法において、

前記絶縁層を冷却する工程では、

前記絶縁層を押出成形する工程の直後から少なくとも一部の期間において、前記導体を電磁誘導加熱しながら、前記絶縁層の前記外周面に近い領域から前記絶縁層を冷却する。

この構成によれば、絶縁層の内側を徐冷することができる。

[0030] ［本開示の実施形態の詳細］

次に、本開示の一実施形態を、以下に図面を参照しつつ説明する。なお、本開示はこれらの例示に限定されるものではなく、請求の範囲によって示さ

れ、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

[0031] ＜本開示の一実施形態＞

（１）樹脂組成物

本実施形態の樹脂組成物は、後述する電力ケーブル１０の絶縁層１３０を構成する材料である。樹脂組成物は、例えば、ベースポリマ（Ａ）と、変性ポリマ（Ｂ）と、熱可塑性エラストマ（Ｃ）と、その他の添加剤と、を有している。

[0032] 以下、ベースポリマ（Ａ）、変性ポリマ（Ｂ）および熱可塑性エラストマ（Ｃ）を「樹脂成分」ともいう。

[0033] （ベースポリマ（Ａ））

ベースポリマ（ベース樹脂）（Ａ）とは、樹脂組成物の主成分を構成する樹脂成分のことをいう。「主成分」とは、最も含有量が多い成分のことを意味する。

[0034] 本実施形態のベースポリマ（Ａ）は、モノマ単位として、例えば、少なくともプロピレン単位を含んでいる。

[0035] すなわち、本実施形態の樹脂組成物を核磁気共鳴（ＮＭＲ：Ｎｕｃｌｅａｒ Ｍａｇｎｅｔｉｃ Ｒｅｓｏｎａｎｃｅ）装置により分析することで、ベースポリマ（Ａ）に由来するモノマ単位として、プロピレン単位が検出される。

[0036] ベースポリマ（Ａ）は、例えば、プロピレン単位を主鎖に有するポリプロピレン（プロピレン系樹脂、ＰＰともいう）からなっている。ポリプロピレンとしては、例えば、ホモポリプロピレン（ホモＰＰ）、ランダムポリプロピレン（ランダムＰＰ）、ブロックポリプロピレン（ブロックＰＰ）などが挙げられる。

[0037] 本実施形態の樹脂組成物のＮＭＲによる分析により、例えば、ベースポリマ（Ａ）がランダムＰＰまたはブロックＰＰである場合には、ランダムＰＰまたはブロックＰＰに由来するプロピレン単位およびエチレン単位が検出さ

れる。ベースポリマ（Ａ）がホモＰＰである場合には、ホモＰＰに由来するプロピレン単位が検出される。

[0038] 絶縁層１３０において高い絶縁性を得る観点からは、ベースポリマ（Ａ）は、ランダムＰＰであってもよい。ホモＰＰは、ランダムＰＰと比較して結晶量が多く、高い絶縁性を得られる。しかしながら、ホモＰＰを含む絶縁層１３０では、結晶中または結晶間で割れなどを引き起こす可能性がある。このため、ホモＰＰでは、本来有する絶縁性を得られないことがある。これに対し、ランダムＰＰは、エチレン単位を含むため、結晶量が少なくなる。しかしながら、ランダムＰＰを含む絶縁層１３０では、粗大結晶化による割れが生じにくい。その結果、ランダムＰＰは、ホモＰＰと比較して高い絶縁性を得ることができる。

[0039] ベースポリマ（Ａ）がランダムＰＰである場合には、ランダムＰＰにおけるエチレン単位含有量は、例えば、０．５質量％以上１５質量％以下であってもよい。エチレン単位含有量を０．５質量％以上とすることで、粗大な球晶の成長を抑制することができる。一方で、エチレン単位含有量を１５質量％以下とすることで、融点の低下を抑制し、非架橋または微架橋での使用を安定的に実現することができる。

[0040] 本実施形態では、ポリプロピレンにおける立体規則性は、特に限定されないが、例えば、アイソタクチックであってもよい。ここで、ポリプロピレンにおける立体規則性がアタクチックであると、ポリプロピレンが結晶化しない。これに対し、アイソタクチックポリプロピレンは、チーグラーナッタ触媒で重合されたものであり、汎用的である。立体規則性がアイソタクチックであることで、組成物において、融点の低下を抑制することができる。これにより、所定の結晶性を容易に得ることができ、高い絶縁性を得ることができる。

[0041] 本実施形態では、ベースポリマ（Ａ）単体としての貯蔵弾性率は、例えば、８００ＭＰａ以上１７００ＭＰａ以下である。ここでいう「ベースポリマ（Ａ）単体としての貯蔵弾性率」の測定方法および測定条件は、後述する絶

縁層の貯蔵弾性率と同様である。

[0042] ベースポリマ（Ａ）のメルトフローレート（ＭＦＲ）は、特に限定されないが、ベースポリマ（Ａ）のＭＦＲは、例えば、０．１ｇ／１０ｍｉｎ以上５．０ｇ／１０ｍｉｎ以下であってもよく、或いは、０．１ｇ／１０ｍｉｎ以上２．０ｇ／１０ｍｉｎ以下であってもよい。ここでいう「ＭＦＲ」とは、ＪＩＳ　Ｋ７２１０に準拠し、温度１９０℃、荷重２．１６ｋｇにて測定される値である。ベースポリマ（Ａ）のＭＦＲを上述の範囲内とすることにより、絶縁層１３０において、後述する相構造を容易に形成することができる。

[0043] ベースポリマ（Ａ）の融点は、特に限定されないが、ベースポリマ（Ａ）の融点は、例えば、１３０℃以上１６５℃以下であってもよい。これにより、ベースポリマ（Ａ）と、変性ポリマ（Ｂ）および熱可塑性エラストマ（Ｃ）の少なくともいずれかと混合したときに、後述する相構造を容易に形成することができる。

[0044]（変性ポリマ（Ｂ））

変性ポリマ（Ｂ）は、プロピレン単位を主鎖として含み、不飽和有機酸並びにその誘導体から選択される少なくとも１つにより変性された樹脂である。

[0045] 変性ポリマ（Ｂ）がプロピレン単位を含むことで、ベースポリマ（Ａ）と変性ポリマ（Ｂ）とを混合したときの相溶性を向上させることができる。

[0046] 変性ポリマ（Ｂ）が極性基を含む不飽和有機酸などにより変性されていることで、樹脂組成物中に極性基を導入することができる。これにより、樹脂組成物により形成される絶縁層１３０において分散した極性基に、空間電荷をトラップさせることができる。すなわち、絶縁層１３０において空間電荷の局所的な蓄積を抑制することができる。その結果、絶縁層１３０の絶縁性を向上させることができる。

[0047] 具体的には、変性ポリマ（Ｂ）は、例えば、ポリプロピレンが不飽和カルボン酸およびその誘導体の少なくともいずれか１つにより変性された不飽和

カルボン酸変性ポリプロピレンであってもよい。不飽和カルボン酸およびその誘導体としては、例えば、アクリル酸、メタクリル酸、クロトン酸、マレイン酸、ケイヒ酸、イタコン酸、シトラコン酸、フマール酸、およびこれらの無水物が挙げられる。

[0048] これらの中でも、変性ポリマ（Ｂ）は、例えば、無水マレイン酸により変性されていてもよい。無水マレイン酸は、分子量当たりの極性基の数が多い。これにより、変性ポリマ（Ｂ）中の無水マレイン酸の含有量が少なくても、変性ポリマ（Ｂ）中の極性基の数を充分に確保することができる。

[0049] 変性ポリマ（Ｂ）中における不飽和カルボン酸およびその誘導体の少なくともいずれかの変性量（以下、単に変性量ともいう）は、特に限定されるものではないが、変性量は、例えば、０．１質量％以上１０質量％以下であってもよい。ここでいう「変性量」とは、変性ポリマ（Ｂ）における不飽和カルボン酸およびその誘導体の少なくともいずれかの共重合比率（含有率）を意味する。変性量を０．１質量％以上とすることにより、絶縁層１３０中の空間電荷の蓄積を安定的に抑制することができる。一方、変性量を１０質量％以下とすることにより、変性ポリマ（Ｂ）とベースポリマ（Ａ）との相溶性を向上させることができる。

[0050] 本実施形態では、変性ポリマ（Ｂ）単体としての貯蔵弾性率は、例えば、１０００ＭＰａ以上１９００ＭＰａ以下である。ここでいう「変性ポリマ（Ｂ）単体としての貯蔵弾性率」の測定方法および測定条件は、後述する絶縁層の貯蔵弾性率と同様である。

[0051] 変性ポリマ（Ｂ）のＭＦＲは、特に限定されないが、変性ポリマ（Ｂ）のＭＦＲは、例えば、０．１ｇ／１０ｍｉｎ以上５００ｇ／１０ｍｉｎ以下であってもよく、或いは、１ｇ／１０ｍｉｎ以上３００ｇ／１０ｍｉｎ以下であってもよい。ここでの変性ポリマ（Ｂ）のＭＦＲの測定条件は、ベースポリマ（Ａ）のＭＦＲで記載した測定条件と同じである。変性ポリマ（Ｂ）のＭＦＲが上述の範囲内であることにより、ベースポリマ（Ａ）と変性ポリマ（Ｂ）とを混合したときに、後述する相構造を容易に形成することができる

。

[0052] 変性ポリマ（Ｂ）の融点は、特に限定されないが、変性ポリマ（Ｂ）の融点は、例えば、１３０℃以上１６５℃以下であってもよい。これにより、ベースポリマ（Ａ）と変性ポリマ（Ｂ）とを混合したときに、後述する相構造を容易に形成することができる。

[0053]（熱可塑性エラストマ（Ｃ））

熱可塑性エラストマ（Ｃ）は、プロピレン単位を有するベースポリマ（Ａ）と比較して低い結晶性を有している。熱可塑性エラストマ（Ｃ）により、ベースポリマ（Ａ）の過剰な結晶成長を抑制し、絶縁層１３０に柔軟性を付与することができる。

[0054] 熱可塑性エラストマ（Ｃ）としては、例えば、アミド系、エステル系、オレフィン系、スチレン系、ウレタン系、塩ビ系、フッ素系などが挙げられる。これらの中でも、熱可塑性エラストマ（Ｃ）は、スチレン系ポリマおよびオレフィン系エラストマのうち少なくともいずれかであってもよい。

[0055]（スチレン系エラストマ）

熱可塑性エラストマ（Ｃ）は、例えば、スチレン系エラストマを含んでいてもよい。これにより、柔軟性を有する熱可塑性エラストマ（Ｃ）の分子構造内において、短鎖分岐を容易に取り入れることができる。その結果、ベースポリマ（Ａ）と熱可塑性エラストマ（Ｃ）との相溶性を良くすることができる。

[0056] 本実施形態では、スチレン系エラストマは、例えば、ハードセグメントとしてのスチレン単位と、ソフトセグメントとして、エチレン単位、プロピレン単位、ブチレン単位およびイソプレン単位などのうち少なくともいずれか１種のモノマ単位と、を含む共重合体である。

[0057] スチレン系エラストマとしては、例えば、スチレンブタジエンスチレンブロック共重合体（ＳＢＳ）、水素化スチレンブタジエンスチレンブロック共重合体、スチレンエチレンスチレンブロック共重合体（ＳＥＳ）、スチレンエチレンプロピレン共重合体（ＳＥＰ）、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）、スチレンイソプレンスチレン共重合体（ＳＩＳ）、水素化スチレンイソプレンスチレン共重合体、水素化スチレンブタジエンラバー、水素化スチレンイソプレンラバー、スチレンエチレンブチレンオレフィン結晶ブロック共重合体などが挙げられる。これらのうち２種類以上を組み合わせて用いてもよい。

[0058] ここでいう「水素化（Ｈｙｄｒｏｇｅｎａｔｅｄ）」とは、二重結合に水素を添加したことを意味する。例えば、「水素化スチレンブタジエンスチレンブロック共重合体」とは、スチレンブタジエンスチレンブロック共重合体の二重結合に水素を添加したポリマを意味する。スチレンが有する芳香環の二重結合には水素が添加されていない。「水素化スチレンブタジエンスチレンブロック共重合体」は、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）と言い換えることができる。

[0059] スチレン系エラストマは、例えば、芳香環を除く化学構造中に二重結合を含まない水素化材料であってもよい。非水素化材料を用いた場合では、樹脂組成物の成形時などにおいて、樹脂成分が熱劣化する可能性がある。このため、得られる絶縁層１３０の特性が低下する可能性がある。これに対し、水素化材料を用いることで、熱劣化の耐性を向上させることができる。これにより、絶縁層１３０の特性をより高く維持することができる。

[0060] さらに、スチレン系エラストマは、例えば、スチレン単位と、プロピレン単位およびブテン単位のうち少なくともいずれかと、を含んでいてもよい。これにより、ベースポリマ（Ａ）としてのポリプロピレンと、スチレン系エラストマとの相溶性を安定的に向上させることができる。その結果、ポリプロピレンとスチレン系エラストマとを均一に混合することができる。

[0061] スチレン系エラストマ中のスチレン単位の含有量（含有率。以下、単に「スチレン単位含有量」ともいう）は、特に限定されないが、スチレン単位含有量は、例えば、５質量％以上３５質量％以下であってもよい。スチレン単位含有量を５質量％以上３５質量％以下とすることで、材料が過剰に硬くな

ることを安定的に抑制することができる。これにより、ポリプロピレンと熱可塑性エラストマ（Ｃ）との分離および割れを安定的に抑制することができる。

[0062]（オレフィン系エラストマ）

熱可塑性エラストマ（Ｃ）は、例えば、オレフィン系エラストマを含んでいてもよい。これにより、柔軟性を有する熱可塑性エラストマ（Ｃ）の分子構造内において、短鎖分岐を容易に取り入れることができる。その結果、ベースポリマ（Ａ）と熱可塑性エラストマ（Ｃ）との相溶性を良くすることができる。

[0063] 熱可塑性エラストマ（Ｃ）としてのオレフィン系エラストマは、例えば、２つのオレフィン単位の共重合体である。オレフィン系エラストマは、例えば、エチレン単位と炭素数３以上のα－オレフィン単位との共重合体、プロピレン単位と炭素数４以上のα－オレフィン単位との共重合体などである。

[0064] 具体的には、オレフィン系エラストマとしては、エチレンプロピレンゴム（ＥＰＲ）、超低密度ポリエチレン（ＶＬＤＰＥ）、プロピレン・１－ブテン共重合体（プロピレン・１－ブテンゴム（ＰＢＲ））などが挙げられる。エチレン・１－ブテン共重合体（エチレン・１－ブテンゴム（ＥＢＲ））は、ＶＬＤＰＥの一種である。

[0065] オレフィン系エラストマは、例えば、プロピレン単位およびブテン単位のうち少なくともいずれかを含んでいてもよい。これにより、ベースポリマ（Ａ）としてのポリプロピレンと、オレフィン系エラストマとの相溶性を安定的に向上させることができる。その結果、ポリプロピレンとオレフィン系エラストマとを均一に混合することができる。

[0066] オレフィン系エラストマがエチレン単位を含む場合では、オレフィン系エラストマ中のエチレン単位の含有量は、特に限定されないが、エチレン単位の含有量は、例えば、５質量％以上９０質量％以下であってもよい。これにより、オレフィン系エラストマによる柔軟化効果と結晶化阻害効果とを安定的に得ることができる。

[0067]（熱可塑性エラストマの特性）

本実施形態では、熱可塑性エラストマ（Ｃ）単体としての貯蔵弾性率は、例えば、２０ＭＰａ以上５００ＭＰａ以下である。ここでいう「熱可塑性エラストマ（Ｃ）単体としての貯蔵弾性率」の測定方法および測定条件は、後述する絶縁層の貯蔵弾性率と同様である。

[0068] 熱可塑性エラストマ（Ｃ）のＭＦＲは、特に限定されないが、熱可塑性エラストマ（Ｃ）のＭＦＲは、例えば、０．１ｇ／１０ｍｉｎ以上５．０ｇ／１０ｍｉｎ以下であってもよく、或いは０．１ｇ／１０ｍｉｎ以上２．０ｇ／１０ｍｉｎ以下であってもよい。ここでの熱可塑性エラストマ（Ｃ）のＭＦＲの測定条件は、ベースポリマ（Ａ）のＭＦＲで記載した測定条件と同じである。熱可塑性エラストマ（Ｃ）のＭＦＲが上述の範囲内であることにより、ベースポリマ（Ａ）と熱可塑性エラストマ（Ｃ）とを混合したときに、後述する相構造を容易に形成することができる。

[0069] 熱可塑性エラストマ（Ｃ）は、例えば、融点を有しないか、或いは、融点が１６５℃未満であってもよい。これにより、ベースポリマ（Ａ）と熱可塑性エラストマ（Ｃ）とを混合したときに、後述する相構造を容易に形成することができる。

[0070]（変性ポリマ（Ｂ）および熱可塑性エラストマ（Ｃ）の含有量）

変性ポリマ（Ｂ）および熱可塑性エラストマ（Ｃ）の含有量について説明する。ここで、ベースポリマ（Ａ）、変性ポリマ（Ｂ）および熱可塑性エラストマ（Ｃ）により構成される樹脂成分の合計の含有量を１００質量部とする。樹脂成分のうち、変性ポリマ（Ｂ）および熱可塑性エラストマ（Ｃ）以外の残部は、ベースポリマ（Ａ）である。

[0071] 本実施形態では、樹脂組成物（すなわち絶縁層１３０）中の変性ポリマ（Ｂ）の含有量は、例えば、１質量部以上１０質量部以下であってもよい。変性ポリマ（Ｂ）の含有量を１質量部以上とすることで、絶縁層１３０の絶縁性の低下を抑制することができる。一方で、変性ポリマ（Ｂ）の含有量を１０質量部以下とすることで、絶縁層１３０の成形性の低下を抑制することが

できる。これにより、成形性の低下に起因した絶縁層１３０の絶縁性の低下を抑制することができる。

[0072] 樹脂組成物（すなわち絶縁層１３０）中の熱可塑性エラストマ（Ｃ）の含有量は、例えば、１０質量部以上４５質量部以下であってもよい。熱可塑性エラストマ（Ｃ）の含有量を１０質量部以上とすることで、絶縁層１３０の弾性が過剰に高くなることを抑制することができ、絶縁層１３０に柔軟性を付与することができる。一方で、熱可塑性エラストマ（Ｃ）の含有量を４５質量部以下とすることで、すなわち、非晶質の熱可塑性エラストマ（Ｃ）の過剰な取り込みを抑制することで、ベースポリマ（Ａ）として高融点を有するポリプロピレンに本来求められる絶縁性および機械特性の低下を抑制することができる。

[0073] さらに、変性ポリマ（Ｂ）および熱可塑性エラストマ（Ｃ）のそれぞれの含有量を上述の範囲内とすることで、後述する相構造を容易に形成することができる。

[0074] このように、変性ポリマ（Ｂ）および熱可塑性エラストマ（Ｃ）のそれぞれの含有量を上述の範囲内とすることで、絶縁層１３０の厚さ方向において、弾性の所望の分布と、絶縁性の均一性と、を安定的に両立することができる。

[0075]（無機充填剤）

本実施形態では、樹脂組成物が変性ポリマ（Ｂ）を含むことで、上述のように、変性ポリマ（Ｂ）による空間電荷のトラップ効果を樹脂組成物中で均一に得ることができる。これにより、無機充填剤を添加せずとも、高い絶縁性を安定して得ることができる。そのため、本実施形態では、樹脂組成物は無機充填剤を含まなくてもよい。

[0076] 一方で、樹脂組成物は、押出機内でメッシュの目詰まりを生じさせない程度の微量の無機充填剤を含んでいてもよい。

[0077] 具体的には、樹脂組成物が無機充填剤を含み、無機充填剤の含有量は、樹脂成分の合計の含有量を１００質量部としたときに、例えば、１質量部未満

であってもよい。無機充填剤の含有量の下限値は、無機充填剤を添加できるのであれば、限定されるものではない。

[0078] 無機充填剤としては、例えば、酸化マグネシウム（ＭｇＯ）、二酸化シリコン、酸化亜鉛、酸化アルミニウム、酸化チタン、酸化ジルコニウム、カーボンブラック、および、これらのうち２種以上を混合した混合物のうち少なくともいずれかが挙げられる。

[0079] 無機充填剤の体積平均粒径（ＭＶ：Ｍｅａｎ　Ｖｏｌｕｍｅ　Ｄｉａｍｅｔｅｒ）は、特に限定されるものではないが、例えば、１μｍ以下であり、或いは７００ｎｍ以下であってもよく、或いは１００ｎｍ以下であってもよい。ここでいう「体積平均粒径（ＭＶ）」は、粒子の粒子径をd_i、粒子の体積V_iとしたとき、以下の式で求められる。

$MV = \Sigma (V_i d_i) / \Sigma V_i$

なお、体積平均粒径の測定には、動的光散乱式粒子径・粒度分布測定装置が用いられる。

[0080] 無機充填剤の体積平均粒径の下限値についても、特に限定されるものではない。ただし、無機充填剤を安定的に形成する観点では、無機充填剤の体積平均粒径は、例えば、１ｎｍ以上であり、或いは５ｎｍ以上であってもよい。

[0081] 無機充填剤のうち少なくとも一部は、シランカップリング剤により表面処理されていてもよい。無機充填剤とベースポリマ（Ａ）などとの間の界面の密着性を向上させることができ、絶縁層１３０の機械特性および絶縁性を向上させることができる。

[0082]（架橋剤）

本実施形態では、絶縁層１３０を構成する樹脂成分は、リサイクルの観点から、非架橋であってもよい。この場合、樹脂組成物は、架橋剤を含まなくてもよい。

[0083] 一方で、樹脂組成物は、ゲル分率（架橋度）が低くなるように微量の架橋剤を含んでいてもよい。具体的には、例えば、絶縁層１３０中の架橋剤の残

渣が３００ｐｐｍ未満となるように、樹脂組成物は架橋剤を含んでいてもよい。架橋剤としてジクミルパーオキサイドを使用した場合には、残渣は、例えば、クミルアルコール、α－メチルスチレンなどである。

[0084]（その他の添加剤）

樹脂組成物は、必要に応じて、その他の添加剤を含んでいてもよい。その他の添加剤としては、酸化防止剤、滑剤および着色剤が挙げられる。

[0085]（２）電力ケーブル

次に、図１を参照し、本実施形態の電力ケーブルについて説明する。

[0086] 本実施形態の電力ケーブル１０は、いわゆる固体絶縁電力ケーブルとして構成されている。本実施形態の電力ケーブル１０は、例えば、陸上（管路内）、水中または水底に布設されるよう構成されている。電力ケーブル１０は、例えば、直流に用いられてもよい。

[0087] 具体的には、電力ケーブル１０は、例えば、導体１１０と、内部半導電層１２０と、絶縁層１３０と、外部半導電層１４０と、遮蔽層１５０と、シース１６０と、を有している。

[0088]（導体（導電部））

導体１１０は、例えば、純銅、銅合金、アルミニウム、またはアルミニウム合金等を含む複数の導体芯線（導電芯線）を撚り合わせることにより構成されている。

[0089]（内部半導電層）

内部半導電層１２０は、導体１１０の外周を覆うように設けられている。また、内部半導電層１２０は、半導電性を有し、導体１１０の表面側における電界集中を抑制するよう構成されている。内部半導電層１２０は、例えば、エチレン－エチルアクリレート共重合体、エチレン－メチルアクリレート共重合体、エチレン－ブチルアクリレート共重合体、およびエチレン－酢酸ビニル共重合体等のエチレン系共重合体、オレフィン系エラストマ、上述の低結晶性樹脂などのうち少なくともいずれかと、導電性のカーボンブラックと、を含んでいる。

[0090]（絶縁層）

絶縁層１３０は、内部半導電層１２０の外周を覆うように設けられている。絶縁層１３０は、例えば、上述のように、樹脂組成物により押出成形されている。絶縁層１３０は、導体１１０に対向する内周面と、内周面と反対の外周面と、を有している。

[0091] 本実施形態では、絶縁層１３０の弾性は、絶縁層１３０の厚さ方向に異なっている。一方で、絶縁層１３０の絶縁性は、絶縁層１３０の厚さ方向に均一である。この点については、詳細を後述する。

[0092] 本実施形態では、絶縁層１３０は、ベースポリマ（Ａ）と、変性ポリマ（Ｂ）と、熱可塑性エラストマ（Ｃ）と、が混合されることで、所定の相構造を有している。

[0093] 具体的には、絶縁層１３０が変性ポリマ（Ｂ）を含むことで、ベースポリマ（Ａ）および変性ポリマ（Ｂ）が相溶した構造、または、ベースポリマ（Ａ）中に変性ポリマ（Ｂ）が微細に分散した海島構造が形成される。ここでいう「相溶した構造」とは、例えば相構造を透過型電子顕微鏡で観察したときに相分離が確認できず、各成分が均一に分散していることを意味する。

[0094] 絶縁層１３０中で変性ポリマ（Ｂ）が微細に分散しているほど、空間電荷の蓄積を抑制することができる。この観点から、絶縁層１３０において樹脂成分が相溶した構造が形成されていてもよい。或いは、絶縁層１３０において海島構造が形成される場合では、変性ポリマ（Ｂ）から形成される島相の直径が０．５μｍ未満であってもよい。

[0095] さらに、絶縁層１３０がベースポリマ（Ａ）および変性ポリマ（Ｂ）だけでなく熱可塑性エラストマ（Ｃ）も含むことで、絶縁層１３０がベースポリマ（Ａ）および変性ポリマ（Ｂ）を含む２成分系の上述の相構造中に、熱可塑性エラストマ（Ｃ）が微細に分散した海島構造が形成される。

[0096] 絶縁層１３０において上述の相構造を形成することで、変性ポリマ（Ｂ）中の極性基を絶縁層１３０中で均一に分散させることができる。これにより、空間電荷のトラップ効果を絶縁層１３０中で均一に得ることができる。

[0097] さらに、絶縁層１３０において上述の相構造を形成することで、熱可塑性エラストマ（Ｃ）を絶縁層１３０中で均一に分散させることができる。これにより、絶縁層１３０の厚さ方向における冷却速度差に応じて、絶縁層１３０の弾性の分布を安定的に得ることができる。

[0098] 本実施形態では、絶縁層１３０は、上述のように、非架橋であるか、或いは、絶縁層１３０が架橋していたとしても、ゲル分率（架橋度）は低い。具体的には、絶縁層１３０中の架橋剤の残渣は、例えば、３００ｐｐｍ未満である。言い換えれば、絶縁層１３０は、例えば、架橋剤の分解残渣が３００ｐｐｍ未満となるように微架橋している。このように、絶縁層１３０を非架橋か或いは架橋度を低くすることで、リサイクル性を向上させることができる。

[0099]（外部半導電層）

外部半導電層１４０は、絶縁層１３０の外周を覆うように設けられている。また、外部半導電層１４０は、半導電性を有し、絶縁層１３０と遮蔽層１５０との間における電界集中を抑制するよう構成されている。外部半導電層１４０は、例えば、内部半導電層１２０と同様の材料により構成されている。

[0100]（遮蔽層）

遮蔽層１５０は、外部半導電層１４０の外周を覆うように設けられている。遮蔽層１５０は、例えば、銅テープを巻回することにより構成されるか、或いは、複数の軟銅線等を巻回したワイヤシールドとして構成されている。遮蔽層１５０の内側や外側に、ゴム引き布等を素材としたテープが巻回されていてもよい。

[0101]（シース）

シース１６０は、遮蔽層１５０の外周を覆うように設けられている。シース１６０は、例えば、ポリ塩化ビニルまたはポリエチレンにより構成されている。

[0102] 本実施形態の電力ケーブル１０は、水中ケーブルまたは水底ケーブルであ

れば、遮蔽層１５０よりも外側に、いわゆるアルミ被などの金属製の遮水層や、鉄線鎧装を有していてもよい。

[0103] 一方で、本実施形態の電力ケーブル１０は、例えば、遮蔽層１５０よりも外側に遮水層を有していなくてもよい。つまり、本実施形態の電力ケーブル１０は、非完全遮水構造により構成されていてもよい。

[0104] （具体的寸法等）

電力ケーブル１０における具体的な各寸法としては、特に限定されるものではないが、例えば、導体１１０の直径は５ｍｍ以上６０ｍｍ以下であり、内部半導電層１２０の厚さは０．５ｍｍ以上３ｍｍ以下であり、絶縁層１３０の厚さは３ｍｍ以上３５ｍｍ以下であり、外部半導電層１４０の厚さは０．５ｍｍ以上３ｍｍ以下であり、遮蔽層１５０の厚さは０．１ｍｍ以上５ｍｍ以下であり、シース１６０の厚さは１ｍｍ以上である。本実施形態の電力ケーブル１０に適用される直流電圧は、例えば２０ｋＶ以上である。

[0105] （３）ケーブル諸特性

本実施形態では、絶縁層１３０では、以下のケーブル諸特性が確保されている。

[0106] 以下でいう「外側試料」とは、絶縁層１３０の外周面から導体１１０の径方向に導体１１０に向けて０．３ｍｍの位置から採取したシートのことを意味する。「内側試料」とは、絶縁層１３０の内周面から導体１１０の径方向に絶縁層１３０の外周面に向けて０．３ｍｍの位置から採取したシートのことを意味する。

[0107] （弾性）

本実施形態では、絶縁層１３０の押出工程後に後述の冷却工程を実施することで、絶縁層１３０の弾性が絶縁層１３０の厚さ方向に異なっている。

[0108] 具体的には、絶縁層１３０の外側試料の貯蔵弾性率に対する、絶縁層１３０の内側試料の貯蔵弾性率の比率（以下、「弾性率比率」ともいう）は、例えば、１．１以上２．５以下である。

[0109] ここでいう「貯蔵弾性率」は、ＪＩＳ　Ｋ７２４４－４：１９９９に準拠

して、動的粘弾性測定（ＤＭＡ：Ｄｙｎａｍｉｃ　Ｍｅｃｈａｎｉｃａｌ　Ａｎａｌｙｓｉｓ）により測定される。

[0110] 当該動的粘弾性測定は、以下の条件下において実施される。

測定モード：引張モード

歪み：０．０８％

周波数：１０Ｈｚ

温度範囲：０℃以上２００℃以下

昇温速度：１０℃／ｍｉｎ

[0111] 上述の弾性率比率の規定における「外側試料の貯蔵弾性率」および「内側試料の貯蔵弾性率」は、当該動的粘弾性測定により２５℃で測定された値である。動的粘弾性測定において、各試料の厚さは、０．５ｍｍとする。

[0112] 本実施形態では、弾性率比率を１．１以上とすることで、絶縁層１３０の外側を相対的に柔らかくしつつ、絶縁層１３０の内側を相対的に硬くすることができる。これにより、本実施形態では、絶縁層１３０の柔軟性と、絶縁層１３０の強度と、を両立することができる。

[0113] 一方で、本実施形態では、弾性率比率を２．５以下とすることで、絶縁層１３０内における応力差に起因したボイドの発生を抑制することができる。これにより、絶縁層１３０の絶縁破壊強度（例えば直流破壊電界強度）の低下を抑制することができる。

[0114] 絶縁層１３０の弾性率は、例えば、絶縁層１３０の内周面から導体１１０の径方向に絶縁層１３０の外周面に向けて徐々に低くなっていてもよい。このように絶縁層１３０の弾性の急激な変化を抑制することで、弾性率差に起因した絶縁層１３０内での亀裂の発生を抑制することができる。

[0115] 絶縁層１３０の内側試料の貯蔵弾性率は、例えば、６５０ＭＰａ以上９００ＭＰａ以下である。内側試料の貯蔵弾性率を６５０ＭＰａ以上とすることで、電力ケーブル１０としての剛性を確保することができる。一方で、内側試料の貯蔵弾性率を９００ＭＰａ以下とすることで、電力ケーブル１０の可撓性の低下を抑制することができる。

[0116] 絶縁層１３０の外側試料の貯蔵弾性率は、例えば、２８０ＭＰａ以上６７０ＭＰａ以下である。外側試料の貯蔵弾性率を２８０ＭＰａ以上とすることで、絶縁層１３０の外側が過剰に柔らかくなることを抑制することができる。これにより、電力ケーブル１０の布設時の衝撃に起因した絶縁層１３０の亀裂の発生を抑制することができる。一方で、外側試料の貯蔵弾性率を６７０ＭＰａ以下とすることで、電力ケーブル１０の可撓性を確保することができる。

[0117]（絶縁性）

本実施形態では、絶縁層１３０が変性ポリマ（Ｂ）を含むことで、変性ポリマ（Ｂ）による空間電荷のトラップ効果を絶縁層１３０中で均一に得ることができる。その結果、絶縁層１３０の絶縁性は、絶縁層１３０の厚さ方向に均一になっている。

[0118] 具体的には、絶縁層１３０の外側試料の体積抵抗率に対する、絶縁層１３０の内側試料の体積抵抗率の比率（以下、「体積抵抗率比率」ともいう）は、例えば、１．０以上１．５以下である。

[0119] ここでいう「外側試料の体積抵抗率」および「内側試料の体積抵抗率」は、温度９０℃および直流電界８０ｋＶ／ｍｍの条件下において測定される。

[0120] 本実施形態では、体積抵抗率比率を１．０以上１．５以下とすることで、電力ケーブル１０の絶縁層１３０の全体として求められる充分な絶縁性を得ることができる。

[0121] 温度９０℃および直流電界８０ｋＶ／ｍｍの条件下において測定した、絶縁層１３０の外側試料の体積抵抗率、および絶縁層１３０の内側試料の体積抵抗率は、例えば、７．０×10^{14}Ω・ｃｍ以上であり、或いは３．６×10^{15}Ω・ｃｍ以上であってもよく、或いは５．０×10^{15}Ω・ｃｍ以上であってもよく、或いは７．０×10^{15}Ω・ｃｍ以上であってもよい。体積抵抗率の測定において、各試料の厚さは、０．２ｍｍとする。

[0122] 温度９０℃の条件下において測定した、絶縁層１３０の外側試料の直流破壊電界強度、および絶縁層１３０の内側試料の直流破壊電界強度は、例えば

、１６０ｋＶ／ｍｍ以上であり、或いは２００ｋＶ／ｍｍ以上であってもよい。直流破壊電界強度の測定において、各試料の厚さは、０．２ｍｍとする。

[0123] （４）電力ケーブルの製造方法

次に、本実施形態の電力ケーブルの製造方法について説明する。以下、ステップを「Ｓ」と略す。

[0124] （Ｓ１００：樹脂組成物準備工程）

まず、本実施形態の樹脂組成物を準備する。

[0125] 本実施形態では、ベースポリマ（Ａ）、変性ポリマ（Ｂ）および熱可塑性エラストマ（Ｃ）を含む樹脂成分と、その他の添加剤（酸化防止剤等）と、を混合機により混合（混練）し、混合材を形成する。混合機としては、例えばオープンロール、バンバリミキサ、加圧ニーダ、単軸混合機、多軸混合機等が挙げられる。

[0126] 混合材を形成したら、当該混合材を押出機により造粒する。これにより、絶縁層１３０を構成することとなるペレット状の樹脂組成物が形成される。混練作用の高い２軸型の押出機を用いて、混合から造粒までの工程を一括して行ってもよい。

[0127] （Ｓ２００：導体準備工程）

一方で、複数の導体芯線を撚り合わせることにより形成された導体１１０を準備する。

[0128] （Ｓ３００：ケーブルコア形成工程（絶縁層形成工程））

樹脂組成物準備工程Ｓ１００および導体準備工程Ｓ２００が完了したら、ケーブルコア形成工程Ｓ３００において、上述の樹脂組成物を用い、導体１１０の外周を被覆するように絶縁層１３０を形成する。

[0129] 本実施形態のケーブルコア形成工程Ｓ３００は、例えば、押出工程Ｓ３２０と、冷却工程Ｓ３４０と、を有している。

[0130] （Ｓ３２０：押出工程）

本実施形態では、例えば、３層同時押出機を用いて、内部半導電層１２０

、絶縁層１３０および外部半導電層１４０を同時に形成する。

[0131] 具体的には、３層同時押出機のうち、内部半導電層１２０を形成する押出機Ａに、例えば、内部半導電層用組成物を投入する。

[0132] 絶縁層１３０を形成する押出機Ｂに、上記したペレット状の樹脂組成物を投入する。このとき、押出機Ｂの設定温度は、ベースポリマ（Ａ）の融点よりも１０℃以上８０℃以下の温度だけ高い温度に設定する。線速および押出圧力に基づいて、設定温度を適宜調節する。

[0133] 外部半導電層１４０を形成する押出機Ｃに、押出機Ａに投入した内部半導電層用樹脂組成物と同様の材料を含む外部半導電層用組成物を投入する。

[0134] 次に、押出機Ａ～Ｃからのそれぞれの押出物をコモンヘッドに導き、導体１１０の外周に、内側から外側に向けて、内部半導電層１２０、絶縁層１３０および外部半導電層１４０を同時に押出す。これにより、ケーブルコアとなる押出材が形成される。

[0135] （Ｓ３４０：冷却工程）

押出工程Ｓ３２０が完了したら、上述の押出材を冷却する。

[0136] このとき、本実施形態では、絶縁層１３０の外側試料の貯蔵弾性率に対する、絶縁層１３０の内側試料の貯蔵弾性率の比率が１．１以上２．５以下となり、且つ、外側試料の体積抵抗率に対する、内側試料の体積抵抗率の比率は、１．０以上１．５以下となるように、絶縁層１３０を冷却する。すなわち、絶縁層１３０の内側と外側との間に、あえて温度差が生じるように、ケーブルコアを冷却する。

[0137] 具体的には、チラーにより所定の温度に冷却された水（以下、冷却水ともいう）を有する水槽内に、押出工程Ｓ３２０により形成されたケーブルコアを順次浸漬させる。これにより、絶縁層１３０の外周面に近い領域から絶縁層１３０を急冷する。

[0138] このとき、絶縁層１３０の外周面から導体１１０に向けて０．３ｍｍの位置、すなわち外側試料の採取位置において、温度１１０℃での冷却速度（降温速度）を、例えば、３０℃／ｍｉｎ以上とし、或いは７５℃／ｍｉｎ以上

としてもよく、或いは１００℃／ｍｉｎ以上としてもよい。これにより、絶縁層１３０の外側における過度な結晶化を抑制することができる。その結果、絶縁層１３０の外側の弾性を低くすることができる。ここでいう「温度１１０℃での冷却速度」は、温度１１０℃における、時間に対する温度の傾きの絶対値で求められる。

[0139] このとき、絶縁層１３０の外側試料の採取位置において、温度１１０℃での冷却速度を、例えば、３１０℃／ｍｉｎ以下としてもよい。これにより、絶縁層１３０の厚さ方向における結晶化度の過剰なばらつきを抑制することができる。その結果、絶縁層１３０の厚さ方向における過剰な弾性の差の発生を抑制することができる。

[0140] このとき、水槽内の冷却水の温度を、例えば、－５０℃以上５０℃以下とする。これにより、絶縁層１３０の外側を上述の冷却速度で冷却することができる。

[0141] 一方で、絶縁層１３０を押出成形する押出工程Ｓ３２０の直後から少なくとも一部の期間において、導体１１０を電磁誘導加熱しながら、絶縁層１３０の外周面に近い領域から絶縁層１３０を冷却する。ここでの「電磁誘導加熱」とは、電磁誘導によって導体１１０に生じる渦電流損による発熱と、ヒステリシス損によって導体１１０に生じる発熱と、により、導体１１０を加熱することをいう。電磁誘導加熱により、水槽内に浸漬させたケーブルコアの導体１１０を非接触で加熱することができる。これにより、絶縁層１３０の外側を急冷するのに対して、絶縁層１３０の内側の冷却を抑制することができる。すなわち、絶縁層１３０の内側を徐冷することができる。

[0142] このとき、例えば、導体１１０の温度が８０℃以上１１０℃以下となるように、導体１１０を電磁誘導加熱する。これにより、ベースポリマ（Ａ）としてのポリプロピレンの結晶化温度に近い温度に、絶縁層１３０の内側を加熱することができ、絶縁層１３０の内側を徐冷することができる。その結果、絶縁層１３０の内側の弾性を相対的に高くすることができる。

[0143] 導体１１０を上記温度に電磁誘導加熱する期間は、例えば、ケーブルコア

を水冷する期間よりも短くてもよい。

[0144] 上述のような冷却工程Ｓ３４０により、例えば、図２に示すように、絶縁層１３０が冷却される。

[0145] 図２に示すように、絶縁層１３０の外側の温度は、押出工程Ｓ３２０直後の温度から冷却水の温度付近まで急激に低下する。一方で、導体１１０に近い絶縁層１３０の内側の温度は、電磁誘導加熱された導体１１０の温度まで、緩やかに低下する。導体１１０の電磁誘導加熱を停止した後、絶縁層１３０の内側の温度は、冷却水の温度まで徐々に低下する。このようにして、絶縁層１３０の外側は急冷されるのに対して、絶縁層１３０の内側は徐冷される。

[0146] このように、絶縁層１３０の外側を急冷することで、絶縁層１３０の外側では、ベースポリマ（Ａ）の結晶化を抑制し、アモルファスに近い状態で樹脂成分を固化させることができる。つまり、絶縁層１３０の外側の結晶化度を低くすることができる。一方で、絶縁層１３０の内側を徐冷することで、絶縁層１３０の内側では、ベースポリマ（Ａ）を充分に結晶化させることができる。すなわち、絶縁層１３０の内側の結晶化度を高くすることができる。その結果、絶縁層１３０の厚さ方向において、上述した弾性の分布を得ることができる。

[0147] 以上のケーブルコア形成工程Ｓ３００により、導体１１０、内部半導電層１２０、絶縁層１３０および外部半導電層１４０により構成されるケーブルコアが形成される。

[0148] （Ｓ４００：遮蔽層形成工程）

ケーブルコアを形成したら、外部半導電層１４０の外側に、例えば銅テープを巻回することにより遮蔽層１５０を形成する。

[0149] （Ｓ５００：シース形成工程）

遮蔽層１５０を形成したら、押出機に塩化ビニルを投入して押出すことにより、遮蔽層１５０の外周に、シース１６０を形成する。

[0150] 以上により、固体絶縁電力ケーブルとしての電力ケーブル１０が製造され

る。

[0151] （５）本実施形態のまとめ

本実施形態によれば、以下に示す１つ又は複数の効果を奏する。

[0152] （ａ）本実施形態では、絶縁層１３０の押出工程Ｓ３２０後の冷却工程Ｓ３４０において、絶縁層１３０の内側を徐冷しつつ、絶縁層１３０の外側を急冷することで、絶縁層１３０の内側では、所定量のベースポリマ（Ａ）が結晶化しているのに対して、絶縁層１３０の外側では、樹脂成分がアモルファスに近い状態で固化している。これにより、絶縁層１３０の弾性を絶縁層１３０の厚さ方向に異ならせることができる。

[0153] 一方で、絶縁層１３０が所定量の変性ポリマ（Ｂ）を含むことで、変性ポリマ（Ｂ）中の極性基を絶縁層１３０中で均一に分散させることができる。これにより、変性ポリマ（Ｂ）による空間電荷のトラップ効果を絶縁層１３０中で均一に得ることができる。すなわち、上述のように絶縁層１３０の厚さ方向に絶縁層１３０の結晶化度の分布が生じていたとしても、結晶化度の分布に起因した絶縁性のばらつきを抑制することができる。その結果、絶縁層１３０の絶縁性を、絶縁層１３０の厚さ方向に均一にすることができる。

[0154] 以上のように、本実施形態によれば、絶縁層１３０の厚さ方向における弾性の所望の分布を得つつ、絶縁層１３０の絶縁性を絶縁層１３０の厚さ方向に均一にすることができる。その結果、絶縁層１３０の柔軟性、強度および絶縁性を向上させた電力ケーブル１０を得ることが可能となる。

[0155] （ｂ）本実施形態では、絶縁層１３０の外側試料の貯蔵弾性率に対する、絶縁層１３０の内側試料の貯蔵弾性率の比率を、１．１以上２．５以下とすることができる。

[0156] 弾性率比率を１．１以上とすることで、絶縁層１３０の外側を相対的に柔らかくしつつ、絶縁層１３０の内側を相対的に硬くすることができる。絶縁層１３０の外側を相対的に柔らかくすることで、電力ケーブル１０の可撓性を向上させることができる。例えば、電力ケーブル１０をリールに巻き付けるときのリール径の過剰な制約を回避することができる。さらに、絶縁層１

３０の内側を相対的に硬くすることで、電力ケーブル１０の剛性を確保することができる。このように、絶縁層１３０の柔軟性と、絶縁層１３０の強度と、を両立することが可能となる。

[0157] 一方で、弾性率比率を２．５以下とすることで、絶縁層１３０内における応力差に起因したボイドの発生を抑制することができる。これにより、絶縁層１３０の絶縁破壊強度（例えば直流破壊電界強度）の低下を抑制することができる。

[0158] （ｃ）本実施形態では、空間電荷をトラップする変性ポリマ（Ｂ）中の極性基を絶縁層１３０中に所定の含有量で均一に分散させることで、絶縁層１３０の外側試料の体積抵抗率に対する、絶縁層１３０の内側試料の体積抵抗率の比率を、１．０以上１．５以下とすることができる。例えば、押出工程Ｓ３２０後に絶縁層１３０を急冷することで、絶縁層１３０の外側において結晶化度が相対的に低くなったとしても、絶縁層１３０の外側における絶縁性の低下を抑制することができる。その結果、電力ケーブル１０の絶縁層１３０の全体として求められる充分な絶縁性を得ることができる。

[0159] （ｄ）本実施形態では、絶縁層１３０の厚さを３ｍｍ以上とした場合であっても、絶縁層１３０の厚さ方向における弾性の所望の分布を得つつ、絶縁層１３０の絶縁性を絶縁層１３０の厚さ方向に均一にすることができる。したがって、本実施形態の電力ケーブル１０を高電圧の用途に適用したとしても、絶縁層１３０の可撓性および絶縁層１３０の絶縁性を安定的に両立することが可能となる。

[0160] ＜本開示の他の実施形態＞

以上、本開示の実施形態について具体的に説明したが、本開示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において種々変更可能である。

[0161] 上述の実施形態では、電力ケーブル１０が遮水層を有していなくてもよい場合について説明したが、本開示はこの場合に限られない。電力ケーブル１０は、簡易的な遮水層を有していてもよい。具体的には、簡易的な遮水層は

、例えば、金属ラミネートテープからなる。金属ラミネートテープは、例えば、アルミまたは銅等からなる金属層と、金属層の片面または両面に設けられる接着層と、を有している。金属ラミネートテープは、例えば、ケーブルコアの外周（外部半導電層よりも外周）を囲むように縦添えにより巻き付けられる。なお、当該遮水層は、遮蔽層よりも外側に設けられていてもよいし、遮蔽層を兼ねていてもよい。このような構成により、電力ケーブル１０のコストを削減することができる。

[0162] 上述の実施形態では、電力ケーブル１０が陸上、水中または水底に布設されるよう構成される場合について説明したが、本開示はこの場合に限られない。例えば、電力ケーブル１０は、いわゆる架空電線（架空絶縁電線）として構成されていてもよい。

[0163] 上述の実施形態では、ケーブルコア形成工程Ｓ３００において３層同時押出を行ったが、１層ずつ押出てもよい。

実施例

[0164] 次に、本開示に係る実施例を説明する。これらの実施例は本開示の一例であって、本開示はこれらの実施例により限定されない。

[0165] （１）電力ケーブルの作製

後述の表１および表２に示すように、サンプルＡ１～Ａ８、Ｂ１～Ｂ９のそれぞれにおいて、樹脂組成物をバンバリミキサによって混合し、押出機によりペレット状に造粒した。次に、直径が１４ｍｍの希薄銅合金製の導体芯線を撚り合せることにより形成された断面積２５００ｍｍ^{2}の導体を準備した。導体を準備したら、エチレン－エチルアクリレート共重合体を含む内部半導電層用樹脂組成物と、上述の樹脂組成物と、内部半導電層用樹脂組成物と同様の材料からなる外部半導電層用樹脂組成物と、をそれぞれ押出機Ａ～Ｃに投入した。押出機Ａ～Ｃからのそれぞれの押出物をコモンヘッドに導き、導体の外周に、内側から外側に向けて、内部半導電層、絶縁層および外部半導電層を同時に押出した。このとき、内部半導電層、絶縁層および外部半導電層の厚さを、それぞれ、０．５ｍｍ、９ｍｍ、０．５ｍｍとした。押出工

程後、各サンプルに応じた冷却方法により押出材を冷却した。その結果、サンプルＡ１～Ａ８、Ｂ１～Ｂ９のそれぞれの電力ケーブルを製造した。

[0166] 各サンプルの条件は、表１および表２と、以下に記載したとおりである。

[0167] ＜サンプルＡ１～Ａ８＞

（ベースポリマ（Ａ））

ランダムポリプロピレン（ｒ－ＰＰ）：

立体規則性：アイソタクチック

密度：０．９ｇ／ｍｌ、

融点：１５０℃、

融解熱量：６０Ｊ／ｇ

動的粘弾性測定により測定した２５℃での単体の貯蔵弾性率：１１５０ＭＰａ

[0168] （変性ポリマ（Ｂ））

無水マレイン酸変性ポリプロピレン（ＭＡＨ－ＰＰ）：

無水マレイン酸変性量：５質量％、

融点：１６０℃

動的粘弾性測定により測定した２５℃での単体の貯蔵弾性率：１３００ＭＰａ

[0169] （熱可塑性エラストマ（Ｃ））

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）：

スチレン単位含有量：２５質量％、

融点：なし

動的粘弾性測定により測定した２５℃での単体の貯蔵弾性率：１２０ＭＰａ

[0170] エチレンプロピレンゴム（ＥＰＲ）：

エチレン単位含有量：２５質量％、

融点：なし、

融解熱量：なし

動的粘弾性測定により測定した２５℃での単体の貯蔵弾性率：８０ＭＰａ

[0171]（押出工程）

押出温度：１９０℃

[0172]（冷却工程）

サンプルＡ１～Ａ８の冷却工程では、以下のように、急冷を行った。チラーにより冷却された冷却水を有する水槽内に、押出工程により形成されたケーブルコアを順次浸漬させた。これにより、絶縁層の外周面に近い領域から絶縁層を急冷した。

[0173] このとき、サンプルＡ１～Ａ８のそれぞれにおいて、水槽の温度を－５０℃以上５０℃以下の範囲内で調整することで、絶縁層の外側における温度１１０℃での冷却速度を４０℃／ｍｉｎ～３００℃／ｍｉｎとした。

[0174] 一方で、絶縁層を押出成形する押出工程直後から８００秒の期間において、導体の温度が１１０℃となるように導体を電磁誘導加熱しながら、絶縁層の外周面に近い領域から絶縁層を冷却した。

[0175]＜サンプルＢ１～Ｂ４＞

サンプルＢ１～Ｂ４は、冷却工程において以下の徐冷を行った点を除いて、それぞれ、サンプルＡ１～Ａ４と同様に作製した。

[0176]（冷却工程）

サンプルＢ１～Ｂ４の冷却工程では、まず、押出工程により形成されたケーブルコアを、７００秒の間、空冷した。その後、チラーにより冷却された冷却水を有する水槽内に、押出工程により形成されたケーブルコアを順次浸漬させた。これにより、絶縁層の外周面に近い領域から絶縁層を冷却した。このときの水槽の温度は、２５℃とした。

[0177]＜サンプルＢ５～Ｂ８＞

サンプルＢ５～Ｂ８は、変性ポリマ（Ｂ）の含有量および熱可塑性エラストマ（Ｃ）の含有量がサンプルＡ３のそれらと異なる点を除いて、サンプルＡ３と同様に作製した。

[0178]＜サンプルＢ９＞

サンプルＢ９は、冷却工程において、水槽の温度を－２５℃に調整することで、絶縁層の温度１１０℃での冷却速度を３１２℃／ｍｉｎとした点を除いて、サンプルＡ３と同様に作製した。

[0179] （２）評価

（温度推移）

サンプルＡ３およびサンプルＢ１のそれぞれにおいて、以下のようにして冷却工程の温度推移を測定した。各サンプルの押出工程直後において、絶縁層の外側試料の採取位置と、絶縁層の内側試料の採取位置に、それぞれ、熱電対を配置した（突き刺した）。その後、冷却工程において、各位置での温度推移を熱電対により測定した。測定の結果、外側試料の採取位置において、温度１１０℃での冷却速度を求めた。

[0180] （冷却工程後の試料採取）

冷却工程後、サンプルＡ１～Ａ８、Ｂ１～Ｂ９のそれぞれの電力ケーブルの絶縁層を周方向に沿って薄くスライスした。これにより、絶縁層の外側試料を、絶縁層の外周面から導体に向けて０．３ｍｍの位置から採取した。絶縁層の内側試料を、絶縁層の内周面から外周面に向けて０．３ｍｍの位置から採取した。動的粘弾性測定における各試料のサイズは、縦５ｍｍ、横４２ｍｍ、厚さ０．５ｍｍとした。体積抵抗率および直流破壊電界強度の測定における各試料のサイズは、縦５０ｍｍ、横５０ｍｍ、厚さ０．２ｍｍとした。

[0181] （貯蔵弾性率）

各サンプルにおける絶縁層の貯蔵弾性率を、ＪＩＳ　Ｋ７２４４－４：１９９９に準拠して、動的粘弾性測定（ＤＭＡ）により、以下の条件下で測定した。

測定装置：アイティー計測制御株式会社製ＤＶＡ－２００

測定モード：引張モード

歪み：０．０８％

周波数：１０Ｈｚ

温度範囲：０℃以上２００℃以下

昇温速度：１０℃／ｍｉｎ

[0182] このとき、外側試料の貯蔵弾性率および内側試料の弾性率を、上記ＤＭＡにより２５℃で測定した。

[0183]（体積抵抗率）

各サンプルにおける絶縁層の体積抵抗率は、以下のようにして測定した。まず、外側試料または内側試料としてのシートの第１面と、第１面と反対の第２面とにおいて、直径２５ｍｍの平板電極を配置した。電極を配置したら、シートを温度９０℃のシリコーンオイル中に浸漬させた。この状態で、８０ｋＶ／ｍｍの直流電界をシートに印加した。これにより、体積抵抗率を測定した。

[0184]（直流破壊電界強度）

各サンプルにおける絶縁層の直流破壊電界強度は、以下のようにして測定した。具体的には、体積抵抗率の測定と同様に、外側試料または内側試料としてのシートの第１面と、第１面と反対の第２面とにおいて、直径２５ｍｍの平板電極を配置した。電極を配置したら、シートを温度９０℃のシリコーンオイル中に浸漬させた。この状態で、４ｋＶ／ｍｉｎの速度で印加電圧を上昇させた。その後、シートが絶縁破壊に至ったときのシートの直流破壊電界強度を測定した。外側試料および内側試料の両方において、直流破壊電界強度が１６０ｋＶ／ｍｍ以上である場合をＡ（良好）とした。一方で、外側試料および内側試料の少なくともいずれかにおいて、直流破壊電界強度が１６０ｋＶ／ｍｍ未満である場合をＢ（不良）として評価した。

[0185]（３）結果

図２、図３、以下の表１および表２を参照し、各サンプルの評価を行った結果を説明する。各表の「冷却方法」において、「徐冷」とは、サンプルＢ１と同様の徐冷を実施したことを意味している。「急冷」とは、サンプルＡ３と同様の急冷を実施したことを意味している。

[0186]

[表1]

		サンプルA1	サンプルA2	サンプルA3	サンプルA4	サンプルA5	サンプルA6	サンプルA7	サンプルA8
ベースポリマ（A）	r-PP	70	70	70	70	70	70	70	70
変性ポリマ（B）	MAH-PP	1	2	5	10	5	5	5	5
熱可塑性エラストマ（C）	SEBS	29	28	25	20	25	25	25	
	EPR								25
冷却方法		急冷	急冷	急冷	急冷	急冷	急冷	急冷	急冷
外側冷却速度 at 110°C (°C/min)		150	150	150	150	40	200	300	150
内側	貯蔵弾性率 (MPa)	726	723	725	729	734	720	714	731
	体積抵抗率 (Ω・m)	1.2×10^{16}	1.3×10^{16}	3.6×10^{16}	3.5×10^{16}	3.5×10^{16}	3.5×10^{16}	3.6×10^{16}	3.3×10^{16}
外側	貯蔵弾性率 (MPa)	557	554	560	578	667	360	285.6	571
	体積抵抗率 (Ω・m)	8.9×10^{15}	9.7×10^{15}	2.9×10^{16}	2.7×10^{16}	2.9×10^{16}	2.9×10^{16}	2.9×10^{16}	2.4×10^{16}
内側/外側比率	貯蔵弾性率	1.30	1.31	1.29	1.26	1.10	2.00	2.50	1.28
	体積抵抗率	1.35	1.34	1.24	1.30	1.23	1.21	1.24	1.38
直流破壊電界強度		A	A	A	A	A	A	A	A

[0187]

[表2]

		サンプルB1	サンプルB2	サンプルB3	サンプルB4	サンプルB5	サンプルB6	サンプルB7	サンプルB8	サンプルB9
ベースポリマー（A）	r-PP	70	70	70	70	70	70	80	40	70
変性ポリマー（B）	MAH-PP	1	2	5	10		11	5	5	5
熱可塑性エラストマー（C）	SEBS	29	28	25	20	30	19	9	45	25
	EPR									
冷却方法		徐冷	急冷	急冷	徐冷	急冷	急冷	急冷	急冷	急冷
外側冷却速度 at 110℃ (℃/min)		2.5	2.6	2.6	2.8	150	150	150	150	312
内側	貯蔵弾性率 (MPa)	740	735	736	745	693	730	1463	442	709
	体積抵抗率 (Ω・m)	1.1×10^{16}	1.2×10^{16}	3.5×10^{15}	3.4×10^{16}	1.1×10^{15}	3.6×10^{15}	3.6×10^{16}	3.1×10^{16}	3.7×10^{16}
外側	貯蔵弾性率 (MPa)	685	680	690	710	381	676	678	359	673
	体積抵抗率 (Ω・m)	9.1×10^{15}	9.9×10^{15}	3.0×10^{15}	2.3×10^{16}	4.7×10^{15}	1.3×10^{15}	2.7×10^{16}	1.6×10^{16}	3.0×10^{16}
内側/外側比率	貯蔵弾性率	1.08	1.08	1.07	1.05	1.82	1.27	2.35	1.23	2.65
	体積抵抗率	1.21	1.21	1.17	1.21	2.34	2.77	1.33	1.94	1.23
直流破壊電界強度		A	A	A	A	B	B	B	B	B

[0188] ＜温度推移の比較＞

（サンプルＢ１）

図３に示すように、サンプルＢ１の押出工程後の空冷を実施した期間では、外側試料の採取位置および内側試料の採取位置の両方において、温度が緩やかに下がっていた。外側試料の採取位置において、温度１１０℃での冷却速度は、２．５℃／ｍｉｎであった。

[0189] その後、ケーブルコアを水冷することで、外側試料の採取位置における冷却速度が早くなっていた。しかしながら、外側試料の採取位置および内側試料の採取位置の両方において、すでに１００℃付近に温度が下がった状態から、ケーブルコアを水冷した。このため、これらの間で温度差は広がらなかった。

[0190] このように、サンプルＢ１では、絶縁層の外側におけるベースポリマを冷却する速度と、絶縁層の内側におけるベースポリマを冷却する速度とが近くなっていた。

[0191] （サンプルＡ３）

これに対し、図２に示すように、サンプルＡ３では、押出工程の直後からケーブルコアを水冷した。これにより、外側試料の採取位置において、温度が急激に下がっていた。外側試料の採取位置において、温度１１０℃での冷却速度は、１５０℃／ｍｉｎであった。

[0192] 一方で、サンプルＡ３の押出工程直後から８００秒の期間において、導体の温度が１１０℃となるように導体を電磁誘導加熱した。これにより、内側試料の採取位置において、温度が緩やかに下がっていた。その後、電磁誘導加熱を停止することで、ケーブルコアの水冷によって、内側試料の採取位置における温度も１００℃以下に下がり始めた。しかしながら、内側試料の採取位置において、すでに１１０℃付近に温度が下がった状態から、内側試料の採取位置における温度が下がっていた。このため、内側試料の採取位置における温度は緩やかに下がっていた。

[0193] このように、サンプルＡ３では、絶縁層の外側は急冷されるのに対して、

絶縁層の内側は徐冷されていた。

[0194] ＜各特性の比較＞

（サンプルＢ１～Ｂ４）

サンプルＢ１～Ｂ４では、ベースポリマ（Ａ）、変性ポリマ（Ｂ）および熱可塑性エラストマ（Ｃ）の含有量を、それぞれ、サンプルＡ１～Ａ４と同様としたが、絶縁層を徐冷した。

[0195] このため、サンプルＢ１～Ｂ４では、外側試料の体積抵抗率に対する内側試料の体積抵抗率の比率が１に近くなっていた。しかしながら、サンプルＢ１～Ｂ４では、外側試料の貯蔵弾性率に対する内側試料の貯蔵弾性率の比率も１に近くなっていた。

[0196] サンプルＢ１～Ｂ４では、絶縁層の徐冷に起因して、絶縁層の結晶化度が高い状態で絶縁層の厚さ方向に均一となっていた。このため、サンプルＢ１～Ｂ４では、絶縁層の弾性も、絶縁層の厚さ方向に均一となっていたと考えられる。

[0197] （サンプルＢ５）

サンプルＢ５では、サンプルＡ３と同様に絶縁層の外側を急冷したが、絶縁層に変性ポリマ（Ｂ）を添加しなかった。

[0198] このため、サンプルＢ５では、外側試料の体積抵抗率に対する内側試料の体積抵抗率の比率が１．５よりも大きくなっていた。サンプルＢ５の外側試料において、直流破壊電界強度が１６０ｋＶ／ｍｍ未満となっていた。

[0199] サンプルＢ５では、絶縁層の急冷に起因して、絶縁層の厚さ方向に結晶化度の分布（ばらつき）が生じていた。さらに、絶縁層に変性ポリマ（Ｂ）を添加しなかったため、変性ポリマ（Ｂ）による空間電荷のトラップ効果が得られなかった。このため、サンプルＢ５では、絶縁層の絶縁性が低下するとともに、絶縁層の厚さ方向にばらついていたと考えられる。

[0200] （サンプルＢ６）

サンプルＢ６では、サンプルＡ３と同様に絶縁層の外側を急冷したが、絶縁層中の変性ポリマ（Ｂ）の含有量が１０質量部超であった。

[0201] このため、サンプルＢ６では、外側試料の体積抵抗率に対する内側試料の体積抵抗率の比率が１．５超となっていた。サンプルＢ６の外側試料および内側試料において、直流破壊電界強度が１６０ｋＶ／ｍｍ未満となっていた。

[0202] サンプルＢ６では、絶縁層中の変性ポリマ（Ｂ）の含有量が１０質量部超であったため、絶縁層の成形性が低下していた。このため、成形性の低下に起因して、絶縁層の絶縁性が低下していた。その結果、サンプルＢ６では、絶縁層の絶縁性が低下するとともに、絶縁層の厚さ方向にばらついていたと考えられる。

[0203] （サンプルＢ７）

サンプルＢ７では、サンプルＡ３と同様に絶縁層の外側を急冷したが、絶縁層中の熱可塑性エラストマ（Ｃ）の含有量が１０質量部未満であった。

[0204] このため、サンプルＢ７では、特に、内側試料の貯蔵弾性率が高くなっていた。それに起因して、外側試料の貯蔵弾性率に対する内側試料の貯蔵弾性率の比率が２．５超となっていた。サンプルＢ７の外側試料において、直流破壊電界強度が１６０ｋＶ／ｍｍ未満となっていた。

[0205] サンプルＢ７では、絶縁層中の熱可塑性エラストマ（Ｃ）の含有量が１０質量部未満であったため、熱可塑性エラストマ（Ｃ）による柔軟性付与が不充分であった。このため、絶縁層の弾性が絶縁層の厚さ方向に大きくばらついていた。さらに、絶縁層内における応力差に起因してボイドが発生していた。その結果、サンプルＢ７では、絶縁層中のボイドの発生に起因して絶縁破壊強度が低下したと考えられる。

[0206] （サンプルＢ８）

サンプルＢ８では、サンプルＡ３と同様に絶縁層の外側を急冷したが、絶縁層中の熱可塑性エラストマ（Ｃ）の含有量が４５質量部超であった。

[0207] このため、サンプルＢ８では、全体的に体積抵抗率が低くなるとともに、外側試料の体積抵抗率に対する内側試料の体積抵抗率の比率が１．５超となっていた。サンプルＢ８の外側試料および内側試料において、直流破壊電界

強度が１６０ｋＶ／ｍｍ未満となっていた。

[0208] サンプルＢ８では、絶縁層中の非晶質の熱可塑性エラストマ（Ｃ）の含有量が４５質量部超であったため、ベースポリマ（Ａ）として高融点を有するポリプロピレンに本来求められる絶縁性が低下していた。その結果、サンプルＢ８では、絶縁層の絶縁性が低下するとともに、絶縁層の厚さ方向にばらついていたと考えられる。

[0209]（サンプルＢ９）

サンプルＢ９では、絶縁層の外側試料の採取位置において、温度１１０℃での冷却速度は、３１０℃／ｍｉｎ超であった。

[0210] このため、サンプルＢ９では、外側試料の貯蔵弾性率に対する内側試料の貯蔵弾性率の比率が２．５超となっていた。サンプルＢ９の外側試料において、直流破壊電界強度が１６０ｋＶ／ｍｍ未満となっていた。

[0211] サンプルＢ９では、絶縁層の外側の冷却速度が過度に速かったことに起因して、絶縁層の厚さ方向に結晶化度の過大なばらつきが生じていた。このため、絶縁層の弾性が、絶縁層の厚さ方向に大きくばらついていた。さらに、絶縁層内における応力差に起因してボイドが発生していた。その結果、サンプルＢ９では、絶縁層中のボイドの発生に起因して絶縁破壊強度が低下したと考えられる。

[0212]（サンプルＡ１～Ａ８）

これに対し、サンプルＡ１～Ａ８では、絶縁層に変性ポリマ（Ｂ）および熱可塑性エラストマ（Ｃ）を添加した。サンプルＡ１～Ａ８では、絶縁層中の変性ポリマ（Ｂ）の含有量が１質量部以上１０質量部以下であり、樹脂組成物中の熱可塑性エラストマ（Ｃ）の含有量が１０質量部以上４５質量部以下であった。さらに、サンプルＡ１～Ａ８では、上述のように、絶縁層の外側を急冷した。このとき、絶縁層の外側試料の採取位置において、温度１１０℃での冷却速度は、３０℃／ｍｉｎ以上３１０℃／ｍｉｎ以下であった。

[0213] これにより、サンプルＡ１～Ａ８では、外側試料の貯蔵弾性率に対する内側試料の貯蔵弾性率の比率が、１．１以上２．５以下であった。サンプルＡ

１～Ａ８では、外側試料の体積抵抗率に対する内側試料の体積抵抗率の比率は、１．０以上１．５以下であった。サンプルＡ１～Ａ８では、直流破壊電界強度が１６０ｋＶ／ｍｍ以上であった。

[0214] 以上のサンプルＡ１～Ａ８の結果から、絶縁層の厚さ方向における弾性の所望の分布を得つつ、絶縁層の絶縁性を絶縁層の厚さ方向に均一にした電力ケーブルを得ることが可能となることを確認した。

[0215] ＜付記＞

以下、本開示の態様を付記する。下記付記が従属する［］内の番号で参照された態様は、＜本開示の実施態様＞で記載した態様に対応している。

[0216] ［１０］

前記スチレン系エラストマは、スチレン単位と、プロピレン単位およびブテン単位のうち少なくともいずれかと、を含む

上記［４］に記載の電力ケーブル。

[0217] ［１１］

前記オレフィン系エラストマは、プロピレン単位およびブテン単位のうち少なくともいずれかを含む

上記［５］に記載の電力ケーブル。

[0218] ［１２］

前記外側試料の体積抵抗率および前記内側試料の体積抵抗率のそれぞれは、７．０×10^{14}Ω・ｃｍ以上である、

ここで、前記外側試料の前記体積抵抗率および前記内側試料の前記体積抵抗率は、温度９０℃および直流電界８０ｋＶ／ｍｍの条件下において測定される

上記［２］から［７］、［１０］、［１１］のいずれか１つに記載の電力ケーブル。

[0219] ［１３］

前記絶縁層の前記外側試料の採取位置において、温度１１０℃での冷却速度を、３０℃／ｍｉｎ以上とする

上記［８］に記載の電力ケーブルの製造方法。

[0220] ［１４］

前記絶縁層を冷却する工程では、

前記導体の温度が８０℃以上１１０℃以下となるように、前記導体を電磁誘導加熱する

上記［９］に記載の電力ケーブルの製造方法。

符号の説明

[0221] １０　電力ケーブル

１１０　導体

１２０　内部半導電層

１３０　絶縁層

１４０　外部半導電層

１５０　遮蔽層

１６０　シース

請求の範囲

[請求項1] 電力ケーブルの導体を覆うように設けられ、前記導体に対向する内周面および前記内周面と反対の外周面を有する絶縁層を構成する樹脂組成物であって、

プロピレン単位を含むベースポリマと、

プロピレン単位を含み不飽和有機酸およびその誘導体から選択される少なくとも１つにより変性された変性ポリマと、

熱可塑性エラストマと、

を含み、

前記樹脂組成物は、

前記絶縁層の外側試料の貯蔵弾性率に対する、前記絶縁層の内側試料の貯蔵弾性率の比率が１．１以上２．５以下となり、且つ、

前記外側試料の体積抵抗率に対する、前記内側試料の体積抵抗率の比率は、１．０以上１．５以下となるように構成されている、

ここで、

前記絶縁層の前記外側試料は、前記外周面から前記導体に向けて０．３ｍｍの位置から採取され、

前記絶縁層の前記内側試料は、前記内周面から前記外周面に向けて０．３ｍｍの位置から採取され、

前記外側試料の前記貯蔵弾性率および前記内側試料の前記貯蔵弾性率は、動的粘弾性測定により２５℃で測定され、

前記外側試料の前記体積抵抗率および前記内側試料の前記体積抵抗率は、温度９０℃および直流電界８０ｋＶ／ｍｍの条件下において測定される

樹脂組成物。

[請求項2] 導体と、

前記導体の外周を覆うように設けられ、前記導体に対向する内周面および前記内周面と反対の外周面を有する絶縁層と、

を備え、

前記絶縁層は、

プロピレン単位を含むベースポリマと、

プロピレン単位を含み不飽和有機酸およびその誘導体から選択される少なくとも１つにより変性された変性ポリマと、

熱可塑性エラストマと、

を含み、

前記絶縁層の外側試料の貯蔵弾性率に対する、前記絶縁層の内側試料の貯蔵弾性率の比率は、１．１以上２．５以下であり、

前記外側試料の体積抵抗率に対する、前記内側試料の体積抵抗率の比率は、１．０以上１．５以下である、

ここで、

前記絶縁層の前記外側試料は、前記外周面から前記導体に向けて０．３ｍｍの位置から採取され、

前記絶縁層の前記内側試料は、前記内周面から前記外周面に向けて０．３ｍｍの位置から採取され、

前記外側試料の前記貯蔵弾性率および前記内側試料の前記貯蔵弾性率は、動的粘弾性測定により２５℃で測定され、

前記外側試料の前記体積抵抗率および前記内側試料の前記体積抵抗率は、温度９０℃および直流電界８０ｋＶ／ｍｍの条件下において測定される

電力ケーブル。

[請求項3] 前記絶縁層中の前記ベースポリマ、前記変性ポリマおよび前記熱可塑性エラストマの合計の含有量を１００質量部としたときに、

前記絶縁層中の前記変性ポリマの含有量は、１質量部以上１０質量部以下であり、

前記絶縁層中の前記熱可塑性エラストマの含有量は、１０質量部以上４５質量部以下である

請求項２に記載の電力ケーブル。

[請求項4] 前記熱可塑性エラストマは、スチレン系エラストマを含む

請求項２または請求項３に記載の電力ケーブル。

[請求項5] 前記熱可塑性エラストマは、オレフィン系エラストマを含む

請求項２から請求項４のいずれか１項に記載の電力ケーブル。

[請求項6] 前記絶縁層の前記内側試料の前記貯蔵弾性率は、６５０ＭＰａ以上９００ＭＰａ以下であり、

前記絶縁層の前記外側試料の前記貯蔵弾性率は、２８０ＭＰａ以上６７０ＭＰａ以下である

請求項２から請求項５のいずれか１項に記載の電力ケーブル。

[請求項7] 前記絶縁層の厚さは、３ｍｍ以上である

請求項２から請求項６のいずれか１項に記載の電力ケーブル。

[請求項8] 樹脂組成物を準備する工程と、

前記樹脂組成物により、導体の外周を覆うように絶縁層を形成し、前記絶縁層において、前記導体に対向する内周面と、前記内周面と対向する外周面とを形成する工程と、

を備え、

前記樹脂組成物を準備する工程では、

前記樹脂組成物として、

プロピレン単位を含むベースポリマと、

プロピレン単位を含み不飽和有機酸およびその誘導体から選択される少なくとも１つにより変性された変性ポリマと、

熱可塑性エラストマと、

を含む組成物を準備し、

前記絶縁層を形成する工程は、

前記導体の前記外周に前記絶縁層を押出成形する工程と、

前記絶縁層の外側試料の貯蔵弾性率に対する、前記絶縁層の内側試料の貯蔵弾性率の比率が１．１以上２．５以下となり、且つ、前記外

側試料の体積抵抗率に対する、前記内側試料の体積抵抗率の比率は、１．０以上１．５以下となるように、前記絶縁層を冷却する工程と、

を有する、

ここで、

前記絶縁層の前記外側試料は、前記外周面から前記導体に向けて０．３ｍｍの位置から採取され、

前記絶縁層の前記内側試料は、前記内周面から前記外周面に向けて０．３ｍｍの位置から採取され、

前記外側試料の前記貯蔵弾性率および前記内側試料の前記貯蔵弾性率は、動的粘弾性測定により２５℃で測定され、

前記外側試料の前記体積抵抗率および前記内側試料の前記体積抵抗率は、温度９０℃および直流電界８０ｋＶ／ｍｍの条件下において測定される

電力ケーブルの製造方法。

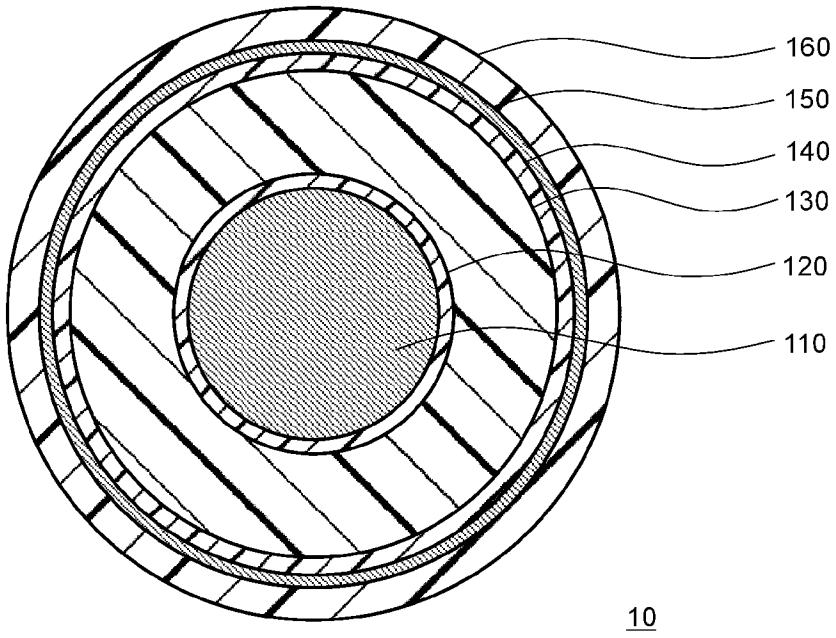
[請求項9] 前記絶縁層を冷却する工程では、

前記絶縁層を押出成形する工程の直後から少なくとも一部の期間において、前記導体を電磁誘導加熱しながら、前記絶縁層の前記外周面に近い領域から前記絶縁層を冷却する

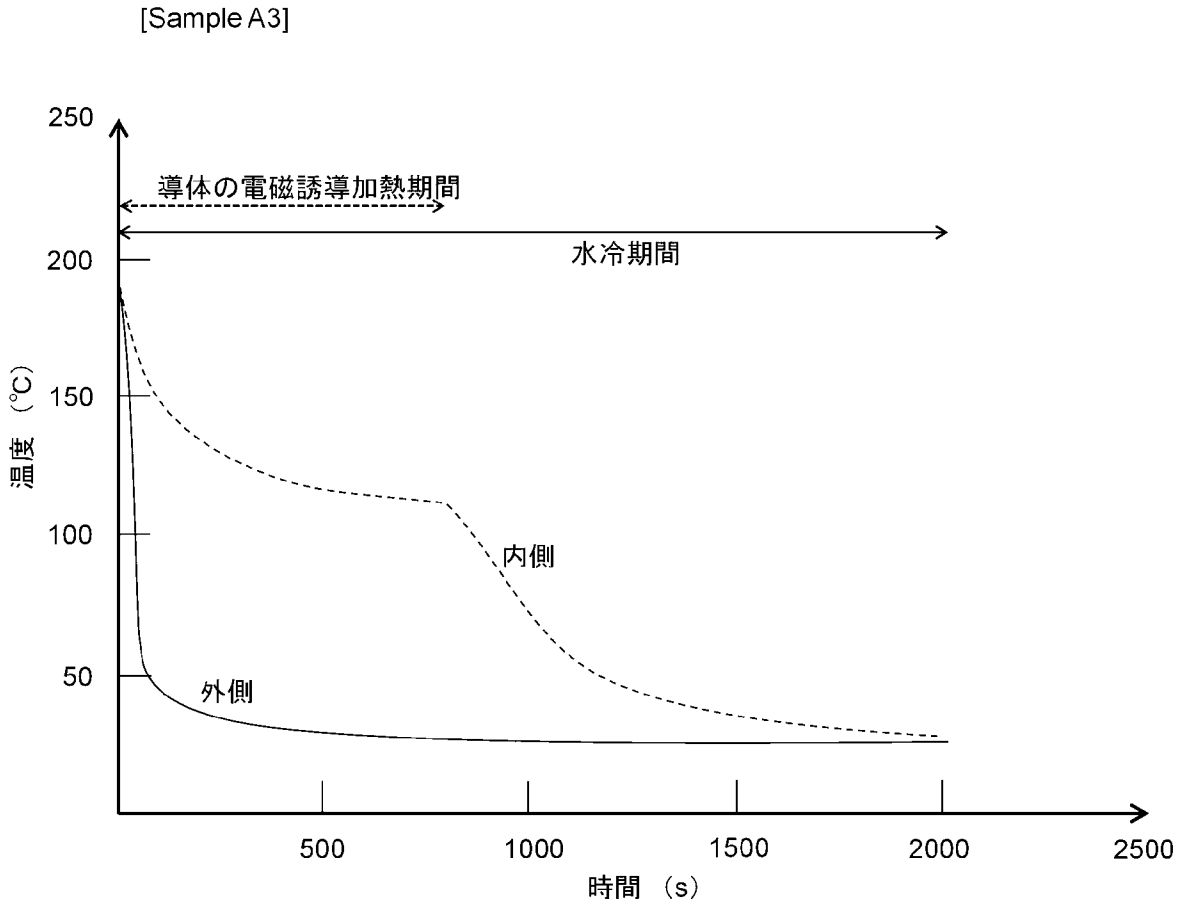
請求項８に記載の電力ケーブルの製造方法。

WO 2025/004334 PCT/JP2023/024391

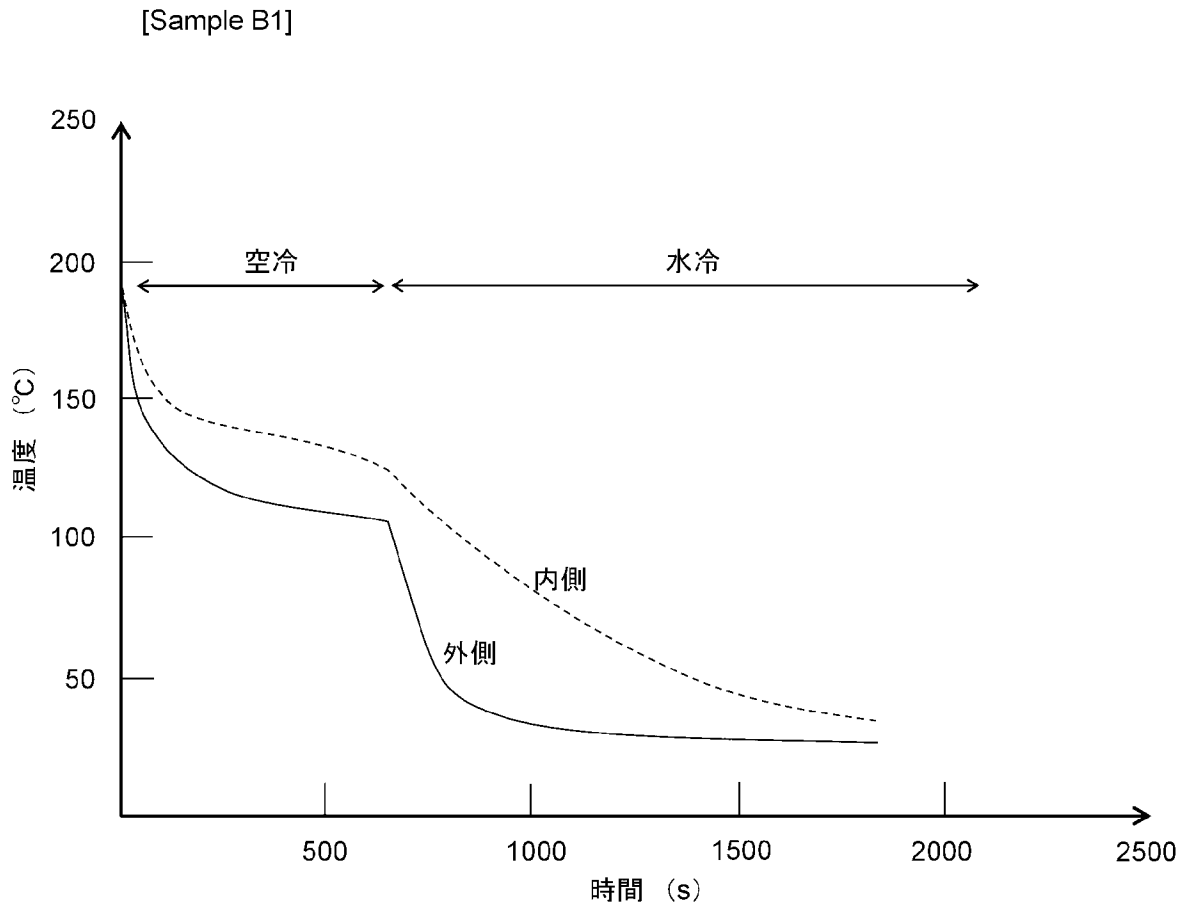
[図1]



[図2]


[Sample A3]
250
200
150
100
50
温度（℃）
導体の電磁誘導加熱期間
水冷期間
内側
外側
500
1000
1500
2000
2500
時間 （s）

[図3]


[Sample B1]
250
200
150
100
50
温度（℃）
空冷
水冷
内側
外側
500
1000
1500
2000
2500
時間（s）

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/024391

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01B 3/44(2006.01)i; ***H01B 9/00***(2006.01)i
FI: H01B3/44 G; H01B9/00 A

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)

H01B3/44; H01B9/00

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 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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.
A	WO 2023/017562 A1 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 16 February 2023 (2023-02-16) entire text, all drawings	1-9
A	JP 2020-122059 A (FUJIKURA LTD.) 13 August 2020 (2020-08-13) entire text, all drawings	1-9

☐ 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	Date of mailing of the international search report
05 September 2023	**12 September 2023**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/024391

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2023/017562 A1	16 February 2023	(Family: none)	
JP 2020-122059 A	13 August 2020	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/024391

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01B 3/44(2006.01)i; H01B 9/00(2006.01)i
FI: H01B3/44 G; H01B9/00 A

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））

H01B3/44; H01B9/00

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	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３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
A	WO 2023/017562 A1 (住友電気工業株式会社) 16.02.2023 (2023-02-16) 全文、全図	1-9
A	JP 2020-122059 A (株式会社フジクラ) 13.08.2020 (2020-08-13) 全文、全図	1-9

☐ 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
05.09.2023	12.09.2023

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）

北嶋　賢二 5G 3792

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/JP2023/024391

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2023/017562 A1	16.02.2023	（ファミリーなし）	
JP 2020-122059 A	13.08.2020	（ファミリーなし）	