

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6467401号
(P6467401)

(45) 発行日 平成31年2月13日(2019.2.13)

(24) 登録日 平成31年1月18日(2019.1.18)

(51) Int.Cl.

F I

HO 1 B	13/00	(2006.01)	HO 1 B	13/00	5 4 1
HO 1 B	9/00	(2006.01)	HO 1 B	9/00	A
HO 1 B	9/02	(2006.01)	HO 1 B	9/02	A
HO 1 B	7/02	(2006.01)	HO 1 B	7/02	F
HO 1 B	13/14	(2006.01)	HO 1 B	13/14	A

請求項の数 9 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2016-500387 (P2016-500387)
 (86) (22) 出願日 平成26年2月25日 (2014.2.25)
 (65) 公表番号 特表2016-516272 (P2016-516272A)
 (43) 公表日 平成28年6月2日 (2016.6.2)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2014/018317
 (87) 国際公開番号 WO2014/158570
 (87) 国際公開日 平成26年10月2日 (2014.10.2)
 審査請求日 平成29年2月15日 (2017.2.15)
 (31) 優先権主張番号 61/777,021
 (32) 優先日 平成25年3月12日 (2013.3.12)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 502141050
 ダウ グローバル テクノロジーズ エル
 エルシー
 アメリカ合衆国 ミシガン州 48674
 , ミッドランド, ダウ センター 204
 O
 (74) 代理人 100092783
 弁理士 小林 浩
 (74) 代理人 100120134
 弁理士 大森 規雄
 (74) 代理人 100187964
 弁理士 新井 剛
 (74) 代理人 100104282
 弁理士 鈴木 康仁

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 厚い絶縁層を有する電力ケーブル及びその製造のための方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

導体、半導体層、及び絶縁層を備える電力ケーブルを製造する方法であって、

(A) 前記導体を中心として、第1の半導体層と第2の半導体層との間に位置付けられる第1の絶縁層を押出加工して、

(1) 前記導体と、

(2) 前記導体に接触している第1の半導体層と、

(3) 前記第1の半導体層に接触している第1の絶縁層と、

(4) 前記第1の絶縁層に接触している第2の半導体層と

を備える内側電力ケーブルを作製するステップと、

(B) 前記内側電力ケーブルを中心として、第3の半導体層と第4の半導体層との間に位置付けられる第2の絶縁層を押出加工して、9 mm以上の合計絶縁厚を有する前記電力ケーブルを作製するステップであって、

(5) 前記第3の半導体層が前記第2の半導体層に接触し、

(6) 前記第2の絶縁層が前記第3の半導体層に接触し、

(7) 前記第4の半導体層が前記第2の絶縁層に接触している、

ステップを含む前記方法。

【請求項 2】

前記内側電力ケーブルを中心とする前記第2の絶縁層の前記押出加工前に、前記内側電力ケーブルの前記第1の絶縁層が、フリーラジカル促進架橋に供される、請求項1に記載

10

20

の前記方法。

【請求項 3】

前記内側電力ケーブルを中心とする前記第 2 の絶縁層の前記押出加工前に、前記内側電力ケーブルの前記第 1 の絶縁層が、水分促進架橋に供される、請求項 1 に記載の前記方法。

【請求項 4】

1 日以上の日数が、前記内側電力ケーブルの前記作製と前記内側電力ケーブルを中心とする前記第 2 の絶縁層の前記押出加工との間で経過する、請求項 1 に記載の前記方法。

【請求項 5】

(A) 外部面表面を有する導体と、

10

(B) 第 1 の面表面及び第 2 の面表面を有する第 1 の半導体層であって、前記第 1 の半導体層の前記第 1 の面表面が、前記導体の前記外部面表面と接触している、第 1 の半導体層と、

(C) 第 1 の面表面及び第 2 の面表面を有する第 1 の絶縁層であって、前記第 1 の絶縁層の前記第 1 の面表面が、前記第 1 の半導体層の前記第 2 の面表面と接触している、第 1 の絶縁層と、

(D) 第 1 の面表面及び第 2 の面表面を有する第 2 の半導体層であって、前記第 2 の半導体層の前記第 1 の面表面が、前記第 1 の絶縁層の前記第 2 の面表面と接触している、第 2 の半導体層と、

(E) 第 1 の面表面及び第 2 の面表面を有する第 3 の半導体層であって、前記第 3 の半導体層の前記第 1 の面表面が、前記第 2 の半導体層の前記第 2 の面表面と接触している、第 3 の半導体層と、

20

(F) 第 1 の面表面及び第 2 の面表面を有する第 2 の絶縁層であって、前記第 2 の絶縁層の前記第 1 の面表面が、前記第 3 の半導体層の前記第 2 の面表面と接触している、第 2 の絶縁層と、

(G) 第 1 の面表面及び第 2 の面表面を有する第 4 の半導体層であって、前記第 4 の半導体層の前記第 1 の面表面が、前記第 2 の絶縁層の前記第 2 の面表面と接触している、第 4 の半導体層と、を備え

前記第 1 の絶縁層及び第 2 の絶縁層の組み合わせた厚さが、9 mm に等しいかまたはそれを超える、電力ケーブル。

30

【請求項 6】

前記第 2 の半導体層及び第 3 の半導体層の組み合わせた厚さが、0.4 ~ 1.5 mm である、請求項 5 に記載の前記電力ケーブル。

【請求項 7】

前記第 1 の絶縁層及び第 2 の絶縁層の組成が、同じものである、請求項 6 に記載の電力ケーブル。

【請求項 8】

前記第 1 の絶縁層が、架橋している、請求項 5 に記載の電力ケーブル。

【請求項 9】

前記第 2 の絶縁層が、架橋している、請求項 8 に記載の電力ケーブル。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電力ケーブルに関する。一態様では、本発明は、厚い絶縁層を備える電力ケーブルに関するが、別の態様では、本発明は、厚い絶縁層を有する電力ケーブルを製造する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

押出加工される高電圧ケーブルには、信頼できる耐用年数を確実にするために絶縁の厚

50

い層を利用してきた。このようなケーブル設計は、次のようなものを含むケーブル製造における課題をもたらす： i) 絶縁の内側層の十分な架橋を確実にするために十分に長い加硫プロセス、 i i) 巻取りを可能にするためにケーブルを冷却する十分な冷却プロセス、 i i i) 絶縁層から導体の「シュリンクバック」に通じる長手方向応力を最小にするための制御冷却、 i v) 厚肉壁ケーブル設計が導体周りの溶融した絶縁のたるみをもたらす重力に供されるいくつかの製造構成におけるケーブル芯出しの際の障害、 v) 絶縁の厚い層を通る拡散プロセスを介して架橋副生成物を除去するのに必要とされる長い脱気時間、及び v i) 高電圧ケーブル製造に好適なケーブル線の制約。

【 0 0 0 3 】

最先端ケーブル製造方法は、導体周りの同心円状における 2 つの半導体（遮蔽）層の間の絶縁層の真性三重押出加工を含む。この方法は、絶縁と包囲する材料との間に滑らかな界面を提供し、複数ステップの方法における汚染の導入を回避する。しかしながら、厚い絶縁層については、熱誘発架橋及び架橋副生成物の後続の除去または脱気は、低生産性につながる。

【 0 0 0 4 】

複数ステップにおいて絶縁層を押出加工するための可能性が知られているが、高伝導率及び/または誘電率の中間層によって分離される複数の押出加工された絶縁層を提案する参考文献はない。このような中間層の非存在における層の多重度は、ケーブルの信頼度に悪影響を及ぼすであろう、汚染の導入の可能性、または接合絶縁層間の空隙の可能性を残す。更には、第 2 の半導体層が適用されてケーブルの回収及び貯蔵を可能にするように、複数ステップにおいて絶縁層を押出加工することが比較的間断なく実施されるステップを必要とするであろうため、より薄い層の硬化のために架橋及び脱気の回数が低減される利点は、絶縁層がそれが単一のステップで押出加工されたかのように同じ程度に厚いため、失われる。なおも更には、単一の工程方法における複数の押出加工層の使用は、最先端の真性三重方法において現在達成されている品質を達成しようとする試みにおいて更なる押出機を既存の製造方法に設置することを必要とするであろう。

【 発明の概要 】

【 0 0 0 5 】

一実施形態では、本発明は、導体、半導体層、及び絶縁層を備える電力ケーブルを製造する方法であり、本方法は、

(A) 導体を中心として、第 1 の半導体層と第 2 の半導体層との間に位置付けられる第 1 の絶縁層を押出加工して、

(1) 接触している導体と、

(2) 同様に接触している第 1 の半導体層と、

(3) 同様に接触している第 1 の絶縁層と、

(4) 第 2 の半導体層と、を備える内側電力ケーブルを作製するステップと、

(B) 内側電力ケーブルを中心として、第 3 の半導体層と第 4 の半導体層との間に位置付けられる第 2 の絶縁層を押出加工して、第 2 の半導体層が、

(5) 同様に接触している第 3 の半導体層と、

(6) 同様に接触している第 2 の絶縁層と、

(7) 第 4 の半導体層と、接触している内側電力ケーブルを備える電力ケーブルを作製するステップと、を含む。

【 0 0 0 6 】

一実施形態では、本発明は、

(A) 外部面表面を有する導体と、

(B) 第 1 の面表面及び第 2 の面表面を有する第 1 の半導体層であって、第 1 の半導体層の第 1 の面表面が、導体の外部面表面と接触している、第 1 の半導体層と、

(C) 第 1 の面表面及び第 2 の面表面を有する第 1 の絶縁層であって、第 1 の絶縁層の第 1 の面表面が、第 1 の半導体の第 2 の面表面と接触している、第 1 の絶縁層と、

(D) 第 1 の面表面及び第 2 の面表面を有する第 2 の半導体層であって、第 2 の半導体

層の第1の面表面が、第1の絶縁層の第2の面表面と接触している、第2の半導体層と、
(E) 第1の面表面及び第2の面表面を有する第3の半導体層であって、第3の半導体層の第1の面表面が、第2の半導体層の第2の面表面と接触している、第3の半導体層と、

、
(F) 第1の面表面及び第2の面表面を有する第2の絶縁層であって、第2の絶縁層の第1の面表面が、第3の半導体層の第2の面表面と接触している、第2の絶縁層と、

(G) 第1の面表面及び第2の面表面を有する第4の半導体層であって、第4の半導体層の第1の面表面が、第2の絶縁層の第2の面表面と接触している、第4の半導体層と、
を備える、電力ケーブルである。

【0007】

10

一実施形態では、第1の工程も第2の工程もいずれも、三重の押出加工である。本発明の本方法は、両方の工程が同じ装備を使って行われることを可能にし、優れた品質の界面を維持する。中間(第2及び第3)半導体層は、高伝導率または誘電率のバリアを提供し、それらは、応力集中が回避できる方法でいかなる潜在的な汚染もカプセル化する。言い換えると、第3の半導電層が第2の半導電層に適用される場合、第2の半導電層上に蓄積し得るいかなる汚染も、第2半導電層と第3半導電層との間に圧縮される。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の内側電力ケーブルを作製するための方法の一実施形態の概略図である。

【図2】本発明の内側電力ケーブルの一実施形態の概略図である。

20

【図3】内側電力ケーブル全体で第3の半導体及び第4の半導体及び第2の絶縁層を押出加工する一実施形態の概略図である。

【図4】本発明の電力ケーブルの一実施形態の概略図である。

【図5】分解形式の本発明の電力ケーブルの構成要素部品の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

定義

その反対が述べられるか、文脈から暗示されないか、または当該分野の通例に反しない限り、全ての部及びパーセントは、重量に基づくものであり、全ての試験方法は、本開示の出願日現在のものである。米国特許実務の目的のため、いかなる参照特許の内容、特許出願、または公開が、特に定義(特に本開示で提供されるいかなる定義とも矛盾しない範囲で)及び当該技術分野における一般知識の開示に対するそれらの全てにおいて参照によって組み込まれる(またはその同等物の米国版が参照により確かに組み込まれる)。

30

【0010】

本開示の数値範囲は、近似であり、よって、別段に示されない限り、範囲の外の値を含み得る。数値範囲は、1単位きざみで、より低い値及びより高い値からの及びより低い値及びより高い値を含む全ての値を含むが、但し、任意のより低い値と任意のより高い値との間の少なくとも2つの単位の区別が存在することを条件とする。例としては、例えば温度等の組成上の、物理的、または他の性質が100~1000の場合、100、101、102等の全ての個々の値、及び100~144、155~170、197~200等の部分範囲は、明確に列挙される。1未満である値を含むまたは1を超える小数(例えば、1.1、1.5等)を含む範囲については、1単位は、必要に応じて、0.0001、0.001、0.01、または0.1であると考慮される。10未満である1桁の数字(例えば、1~5)を含む範囲については、1単位は、典型的に0.1であると考慮される。これらは、具体的に意図されるものの単なる例であり、列挙される最も低い値と最も高い値との間の数値の全ての可能な組み合わせが、本開示に明確に記されると考慮されるべきである。数値範囲は、とりわけ、種々の電力ケーブル層の厚さに関して本開示内に提供される。

40

【0011】

「備える」、「含む」、及び「有する」等の用語は、組成物、方法等が、開示される成

50

分、ステップに限定されないが、むしろ他の非開示の成分を含むことができることを意味する。反対に、「本質的に～からなる」という用語は、組成物、方法等の性能または操作性等に必要不可欠ではないものを除いて、任意の組成物、方法等、任意の他の成分、ステップ等の範囲から除外する。「～からなる」という用語は、具体的に開示されていない組成物、方法等、任意の他の成分、ステップ等から除外する。「または」という用語は、別段に示されない限り、個々にならびに任意の組み合わせで開示される要素を指す。

【0012】

「ケーブル」、及び「電力ケーブル」等の用語は、保護ジャケットまたは外被内の少なくとも1つの導電ワイヤまたは光ファイバを意味する。典型的に、ケーブルは、典型的に共通の保護ジャケットまたは外被内に2つ以上のワイヤまたは光ファイバと一緒に結合している。個々のワイヤまたはファイバは、剥き出しのままであり得るかまたは被覆され得る。保護ジャケットまたは外被は、1つ以上の半導体層、及び/または絶縁層、及び/または金属テープ、及び/または外部コーティングを備えることができる。組み合わせケーブルは、電線及び光ファイバの両方を含み得る。ケーブル等は、低電圧、中電圧、高電圧、または特別高電圧の適用に設計できる。典型的なケーブル設計は、USP 5,246,783、同6,496,629、及び同6,714,707内に示される。

【0013】

「面表面」、「平面」、「上面」、及び「底面」等は、「端面」と区別して使用される。形状または構成が矩形の場合、例えば、シートまたはフィルム等の物品は、4つの端面（2つの対向する端面の組であり、各組が他の組と直角に交差する）によって接合される2つの対向する面表面を備えるであろう。構成が円形の場合、物品は、1つの連続する端面によって接合される2つの対向する面表面を備えるであろう。ケーブルの場合には、層は円筒の形状であり、したがって内側及び外側、または第1及び第2の面表面は湾曲している。

【0014】

「層」は、単一の厚さのコーティングまたは伝播層または被覆表面を意味する。

【0015】

「多層」は、互いに接触している隣接する層を有する2つ以上の層を意味する。

【0016】

導体

導体が、ケーブルの芯である。これは、第1の半導体層が包まれた状態であるケーブルの構成要素であり、反対に、これは、単一の電氣的伝導ワイヤまたは1束の電氣的伝導ワイヤを備えることができる。これらのワイヤは、典型的に、金属、好ましくは、銅またはアルミニウムである。送電においては、アルミニウム導体/鋼強化（ACSR）ケーブル、アルミニウム導体/アルミニウム強化（ACAR）ケーブル、またはアルミニウムケーブルが、典型的である。導体が1束のワイヤを備える場合、個々のワイヤは、例えば、エポキシ樹脂等の任意の好適な結合または封入材料と一緒に結合され得る。

【0017】

一実施形態では、導体は、光ファイバを備える。

【0018】

半導体層及び絶縁層の化学組成

半導体層及び絶縁層の組成は、本発明にとって重大な意味を持たず、したがって、広く変化し得、任意のポリマー、最も典型的には架橋性熱可塑性ポリマーから作製され得る。これらのポリマーは、当該分野では周知であり、いくつかの実施形態では、半導体層及び絶縁層は、例えば、導電カーボンブラック、及び金属微粒子等の伝導充填剤の有無によってのみ異なる層を有する同じポリマーから作製される。ポリマーは、任意の便利な方法で架橋され得るが、典型的には、ペルオキシド及び/または水分硬化である。

【0019】

好適なポリマーの非限定的な例としては、スチレンブロックコポリマー（例えば、SEBS）、エチレンベースのエラストマー/プラストマー（例えば、ENGAGE（商標）

10

20

30

40

50

及びAFFINITYエチレンベースのコポリマー)、エチレンブロックコポリマー(OBC)(例えば、INFUSE(商標)9507または9100OBC)、及びプロピレンベースのプラストマー及びエラストマー(例えば、VERSIFY(商標)3300及び4200)が挙げられる。本発明の実施に際して有用な他のTPEポリマーは、例えば、熱可塑性ウレタン(TPU)、エチレン酢酸ビニル(EVA)コポリマー(例えば、ELVAX40L-03(40%VA、3MI)(DuPont))、エチレン/エチルアクリレート(EEA)コポリマー(例えば、AMPLIFY)及びエチレンアクリル酸(EAA)コポリマー(例えば、PRIMACOR)(The Dow Chemical Company)、ポリ塩化ビニル(PVC)、エポキシ樹脂、スチレンアクリロニトリル(SAN)ゴム、及びとりわけ、Noryl(登録商標)修正PPE樹脂(SABICによるポリフェニレンオキシド(PPO)とポリスチレン(PS)とのアモルファスブレンド)が挙げられるが、これらに限定されない。更に有用なものは、例えば、非常に低密度のポリエチレン(VLDPE)(例えば、FLEXOMER(登録商標)エチレン/1-ヘキセンポリエチレン、The Dow Chemical Company)、均質に分岐鎖である直鎖エチレン/ α -オレフィンコポリマー(例えば、Mitsui Petrochemicals Company LimitedによるTAFMER(登録商標)及びDEXplastomersによるEXACT(登録商標))、及び均質に分岐鎖である実質的直鎖エチレン/ α -オレフィンポリマー(例えば、AFFINITY(登録商標)エチレン-オクテンプラストマー(例えば、EG8200(PE))及びENGAGE(登録商標)ポリオレフィンエラストマー、The Dow Chemical Company)を含むオレフィン性エラストマーである。実質的直鎖エチレンコポリマーは、USP5,272,236、同5,278,272、及び同5,986,028内により完全に説明されている。

【0020】

本発明において有用である更なるオレフィン性インターポリマーとしては、これらに限定されないが、直鎖中密度ポリエチレン(LMDPE)、直鎖低密度ポリエチレン(LLDPE)、及び超低密度ポリエチレン(ULDPE)を含む異質に分岐鎖であるエチレンベースのインターポリマーが挙げられる。市販のポリマーとしては、DOWLEX(商標)ポリマー、ATTANE(商標)ポリマー、FLEXOMER(商標)、HPDE3364及びHPDE8007ポリマー(The Dow Chemical Company)、ESCORENE(商標)及びEXCEED(商標)ポリマー(Exxon Mobil Chemical)が挙げられる。好適なTPUの非限定的な例としては、PELLETHANE(商標)エラストマー(Lubrizol Corp.(例えば、TPU2103-90A);ESTANE(商標)、TECOFLEX(商標)、CARBOTHANE(商標)、TECOPHILIC(商標)、TECOPLAST(商標)、及びTECOTHANE(商標)(Noveon);ELASTOLLAN(商標)等(BASF)、及びBayer, Huntsman, the Lubrizol Corporation and Merquinsaから入手可能な市販のTPUが挙げられる。

【0021】

本層は、これらに限定されないが、加工補助剤(processing aids)、充填剤、架橋剤、架橋助剤、カップリング剤、紫外線吸収剤または安定剤、帯電防止剤、成核剤、スリップ剤、可塑剤、滑沢剤、粘度制御剤、粘着付与剤、ブロッキング防止剤、界面活性剤、伸展油、酸捕捉剤、及び金属不活性化剤を含む1つ以上の添加剤を含むことができ、通常は実際に含む。充填剤以外の添加剤は、典型的に、組成物の重量に基づいて0.01以下~10以上の重量%の範囲の量で使用される。充填剤は、量が組成物の重量に基づいて下は0.01以下~50以上の重量%の範囲に及び得るが、一般的により多い量で添加される。充填剤の例としては、粘土、沈降シリカ及びシリケート、ヒュームドシリカ、炭酸カルシウム、基底ミネラル、及び15ナノメートルよりも大きい典型的な算術的平均粒径を有するカーボンブラックが挙げられるがこれらに限定されない。例えば、充

填組成物中で1メートル当たり1,000オーム(ohm-m)未満の伝導率をもたらすものである導電添加剤及び充填剤は、典型的に半導電層において使用され、例えば、 10^8 ohm-mもの絶縁体積抵抗率をもたらすものである非導電または不十分な導電添加剤及び充填剤は、典型的に絶縁層において使用される。

【0022】

配合及び製作

ケーブル層材料の配合は、当業者には知られている標準設備によって影響され得る。配合設備の例は、Banbury(商標)またはBolling(商標)密閉式ミキサ等の密閉式パッチミキサである。代替的に、Farrel(商標)連続ミキサ、Werner and Pfleiderer(商標)2段スクリー式ミキサ、またはBuss(商標)連続混練押出機等の連側1段スクリー式または2段スクリー式ミキサが使用され得る。

10

【0023】

半導体層及び絶縁層を含むケーブルは、例えば、1段スクリー式または2段スクリー式の様々な種類の押出機を使って作製され得る。従来の押出機の説明は、USP4,857,600内に見出され得る。共押出及び押出機の例は、よってUSP5,575,965内に見出され得る。典型的な押出機は、その上流端部にホッパー及びその下流端部にダイを有する。ホッパーは、スクリーを含むバレル内に供給する。スクリーの端部とダイとの間の下流端部には、スクリーンバック及びブレーカプレートが存在する。押出機のスクリー部分は、供給セクション、圧縮セクション、及び計量セクションの3つのセクション、及び後部熱ゾーン及び前部熱ゾーンの2つのゾーンに分割されるように考慮され、本セクション及びゾーンは、上流から下流に作動する。代替では、上流から下流に作動する軸に沿う複数の加熱ゾーンが存在し得る。これが1つ以上のバレルを有する場合、このバレルは、直列に接続している。各バレルの長さとの比率は、約15:1~約30:1の範囲である。押出加工の後で層が架橋された場合のワイヤコーティングでは、ケーブルは、しばしば、押出加工ダイの下流の加熱加硫ゾーン中に直ちに移行する。加熱硬化ゾーンは、約200~約350の範囲の温度で、好ましくは、約170~約250の範囲の温度で維持され得る。加熱ゾーンは、加圧蒸気または誘導的加熱窒素ガスによって加熱され得る。

20

【0024】

製造の方法

図1は、内側電力ケーブル10(図2)の製造の一実施形態を説明する。導体11は、それに対して第1の半導体層、第1の絶縁層、及び第2の半導体層が同心円状に適用される、三重の押出加工ダイ12に供給される。三重の押出加工は、知られている方法であり、その中で各層は、第1の半導電層が導体全体に適用され導体と接触しており、第1の絶縁層が第1の半導電層全体に適用され第1の半導電層と接触しており、第2の半導電層が第1の絶縁層全体に適用され第1の絶縁層と接触しているように、同時にまたはほぼ同時に適用される。第1の半導電層は、押出機13からダイ12に供給され、第1の絶縁層は、押出機14からダイ12に供給され、第2の半導電層は、押出機15からダイ12に供給される。

30

40

【0025】

内側電力ケーブル10は、種々の層が架橋されている連続加硫(CV)管16を通過し(部分的にまたは完全に個々の層の組成に依存している)、冷却ステーション17を通過し、最終的に巻取りリール18に移行する。導体、種々の層の化学組成、及びケーブルの物理的構造(例えば、層の厚さ)に依存して、いくつかの実施形態では本内側電力ケーブルは、低電圧または中電圧ケーブルとして機能できる。図2に見られるように、内側電力ケーブル10は、導体11(ここでは1束のワイヤとして示される)、第1の半導体層13A、第1の絶縁層14A、及び第2の半導体層15Aを備える。本層は、導体11を中心として同心円状に配置される。

【0026】

50

別の実施形態では、内側電力ケーブルは、導体全体への第1の半導体層の第1の押出加工、次いで、第1の半導体層全体への第1の絶縁層の押出加工、及び次いで、第1の半導体層全体への第2の半導体層の押出加工によって作製される。いくつかの実施形態では、各層は、次の層が適用される前に少なくとも部分的に硬化される。一実施形態では、第1の半導電及び第1の絶縁層は、第2の半導体層が適用される前に同時にまたはほぼ同時に適用される。一実施形態では、第1の絶縁及び第2の半導体層は、第1の半導体層全体に同時にまたはほぼ同時に適用される。三重の押出加工は、導体に3つの層を適用する好ましい方法である。

【0027】

第3及び第4の半導体層及び第2の絶縁層は、次いで、それらの対応物が導体に適用されたときと同じ方法で内側電力ケーブルに適用される。実際に、図3に示されるように、内側電力ケーブル10を構築するために使用された同じ設備を使用して、電力ケーブル20(図5)の構築を完了できる。この事例では、内側電力ケーブル10は、導体11に取って代わり、押出機13は、ダイ12に第3の半導体層13Bになる組成物を供給し、押出機14は、ダイ12に第2の絶縁14Bになる組成物を供給し、押出機15は、ダイ12に第4の半導体15Bになる組成物を供給する。代替的に、層13B、14B、及び15Bになる組成物は、個々に適用され得るか、または上述のように隣接する層になる組成物と組み合わせて適用され得る。

【0028】

図4及び5は、電力ケーブル20の構築を概略的に示す。第1の押出加工工程は、内側電力ケーブル10を構築し、第2の押出加工工程は、第2の押出加工コーティング19を適用する。これら2つの構築の組み合わせが、電力ケーブル20である。

【0029】

本発明の本方法は、厚い絶縁、すなわち、9ミリメートル(mm)以上の合計厚さを有する電力ケーブルの構築を可能にする。「合計厚さ」とは、ケーブル内の各絶縁層の厚さの和を意味する。各絶縁層の厚さは、同じであってもよいまたは異なってもよい。

【0030】

単一の厚い絶縁層を有する電力ケーブルは、次の理由のうちの1つ以上のため、製造することが困難である：(i)それらは、絶縁の内側層の十分な架橋を確実にするために十分に長い加硫プロセスを必要とする、(ii)ケーブルは、巻取りを可能にするために十分な冷却を必要とする、(iii)導体からの絶縁層のシュリンクバックをもたらし得る長手方向応力を最小にするために、制御冷却が必要とされる、(iv)厚肉壁ケーブル設計が導体周りの溶融した絶縁のたるみを導く重力に供されるいくつかの製造構成におけるケーブル芯出しの際の障害、(v)絶縁の厚い層を通る拡散を介して架橋副生成物を除去するのに必要とされる長い脱気時間、及び(vi)高電圧ケーブル製造に好適なケーブル線の制約。これらの問題のうちのいくつかを回避するために、絶縁層は、複数の工程において適用され得るが、このことは、絶縁層間の汚染物質の捕捉をもたらし得る。

【0031】

本発明の方法は、高電圧適用に好適な合計絶縁厚を有する電力ケーブルを生成でき、これらの障害のうちのいくつかまたは全てを回避できる。この新しい方法及びケーブル設計は、硬化及び冷却からの制約を低減させたため即時のライン速度が飛躍的に増大され得る、共押出加工及び架橋生成を通る複数の生成工程を用いる。シュリンクバック及びたるみは、第2の工程の内側電力ケーブルがすでに冷却されたため、著しく減少される。加えて、この複数ステップの方法は、中電圧ケーブルに現在用いられている設備を用いて高電圧ケーブルを生成するのに好適であり得る。

【0032】

この新しいケーブル設計はまた、2つの絶縁層の間の半導体またはフィールド類別層を用いる。この中間半導電/フィールド類別層は、内側電力ケーブルの製造中に第2の半導体層の表面上に導入された場合がある任意の汚染をカプセル化することによって、ケーブルが厳密な性能指標を満たすことを補助する。更には、この新しい方法及びケーブル設

10

20

30

40

50

計は、製造方法の許容範囲を増大し得、ライン速度の増大を通じて巨大連続加硫（ＣＶ）ライン上の容量を確保し得る（より小さい芯が中電圧ＣＶライン上で作製され得る）。これらの有益性は、超高電圧ケーブル製造にも拡張すべきである。

【 0 0 3 3 】

本発明の別の可能性のある有益性は、内側及び外側絶縁層において異なる絶縁の種類を利用する能力である。このことは、外側層のやや費用がかからない材料を使う内側（最大応力）層のためのみに非常に高品質の（最も清潔かつ最も費用のかかる）材料を意味することができるだけでなく、ケーブルの柔軟性を高めるための手段として外側層により柔軟なまたは充填された絶縁層を導入する機会も提供するであろう。当然ながら、本発明は半導体層によって分離される２つの絶縁層に関して説明されたが、本方法は、各層が半導体層によって分離された３つ以上の絶縁層を使って電力ケーブルを生成するために繰り返されてもよい。更に、本発明は、電力ケーブルに関して説明されたが、例えば、低電圧及び中電圧ケーブル、ファイバ光ケーブル等の他のケーブルを製造するためにも同様に使用され得る。

10

【 0 0 3 4 】

本発明の本ケーブルの半導体層及び絶縁層の相対的な厚さは、利便性に対して変化し得るが、典型的に各半導体層は、各絶縁層よりも狭いまたは少ない厚さである。第２及び第３の半導体層が、そうでない場合は物理的に（界面が２つの層の間に存在し得る）、例えば、０．４～３ｍｍの２つの個々の層の組み合わせられた厚さを有する合わされた層を効率的に形成するように考慮され得るが、各半導体層は、必ずしも必要ではないが典型的に、例えば、０．２～１．５ｍｍ、より典型的には０．４～１ｍｍ等の厚さである。当然ながら、第２及び第３の半導体層が、第１及び第４の半導体層の半分または少ない厚さで適用されて、典型的に０．４～１．５ｍｍ、または０．４～１ｍｍの第２及び第３の半導電層の組み合わせられた厚さを有する第１及び第４の半導体層のものとほぼ同じかまたは少ない厚さの組み合わせられた中間層を形成できる。第１及び第４の半導体層よりも大きい厚さの場合、組み合わせられた第２及び第３の半導体層は、これらの他の２つの半導体層と比較して高伝導率及び／または誘電率を有するであろう。各絶縁層はまた、必ずしも必要ではないが典型的に、他の絶縁層（複数可）と同じ厚さである。

20

【 0 0 3 5 】

本発明の方法の別の利点は、内側電力ケーブルがすなわち、三重の押出加工ラインを再度通過して高電圧ケーブルに直ちに加工され得る点か、あるいは同じまたは異なるラインのいずれかで、またはその問題に関して異なる場所で一斉に、後の加工に関して例えば、１日以上の日数の間目録作成され得る点である。

30

【 0 0 3 6 】

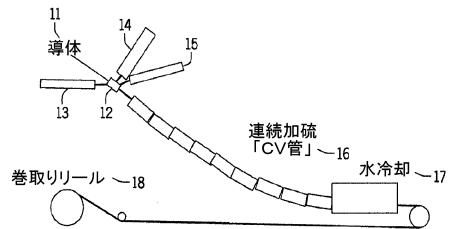
一実施形態では、絶縁層は、フリーラジカル（例えば、ペルオキシド）硬化され、したがって、図１及び３に説明される通り架橋剤を熱的に活性化するために連続加硫に供される。一実施形態では、絶縁は、水分硬化され、図１及び３に説明される連続加硫管は、サウナまたは類似の処置（図示されず）と置換されて絶縁層中に水拡散を促進するか、または単に周囲条件下での硬化を可能にする。水分硬化組成物に関しては、組成物成分のうちの１つ以上は、典型的に、シランまたは類似の官能性を含有する。

40

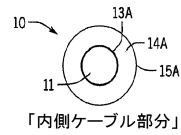
【 0 0 3 7 】

本発明は特定の詳細と共に説明されたが、この詳細は、説明することが主要目的である。以下の特許請求の範囲に説明される通り、多くの変形及び修正が、本発明の趣旨及び範囲から逸脱することなく当業者によってなされ得る。

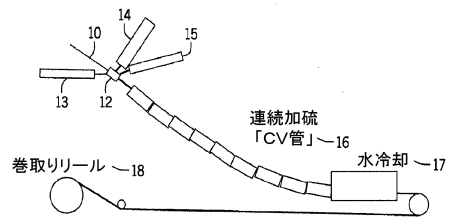
【図 1】



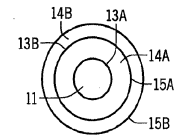
【図 2】



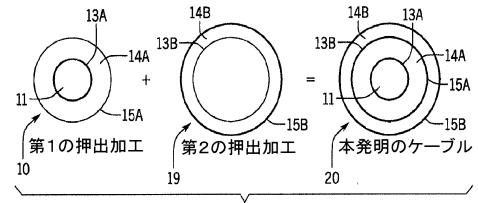
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 ティモシー・ジェイ・パーソン

アメリカ合衆国 ニュージャージー州 07728 フリーホールド ヘレン・アベニュー 32

審査官 神田 太郎

(56)参考文献 特開平10-334748(JP,A)

特開昭63-269408(JP,A)

特開2009-019190(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01B 13/00

H01B 7/02

H01B 9/00

H01B 9/02

H01B 13/14