

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5720282号
(P5720282)

(45) 発行日 平成27年5月20日 (2015. 5. 20)

(24) 登録日 平成27年4月3日 (2015. 4. 3)

| | | | |
|---------------------------------|---------------|---|--|
| (51) Int. Cl. | F 1 | | |
| HO 1 B 7/28 (2006. 01) | HO 1 B 7/28 | B | |
| HO 1 B 7/02 (2006. 01) | HO 1 B 7/02 | F | |
| B 3 2 B 1/08 (2006. 01) | HO 1 B 7/02 | Z | |
| B 3 2 B 15/08 (2006. 01) | B 3 2 B 1/08 | B | |
| B 3 2 B 15/09 (2006. 01) | B 3 2 B 15/08 | D | |

請求項の数 4 (全 12 頁) 最終頁に続く

| | | | |
|--------------|-------------------------------|-----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2011-26664 (P2011-26664) | (73) 特許権者 | 000005083 日立金属株式会社 東京都港区芝浦一丁目2番1号 |
| (22) 出願日 | 平成23年2月10日 (2011. 2. 10) | (74) 代理人 | 100137855 弁理士 沖川 寛 |
| (65) 公開番号 | 特開2011-192641 (P2011-192641A) | (72) 発明者 | 木部 有 東京都千代田区外神田四丁目14番1号 日立電線株式会社内 |
| (43) 公開日 | 平成23年9月29日 (2011. 9. 29) | (72) 発明者 | 中村 孔亮 東京都千代田区外神田四丁目14番1号 日立電線株式会社内 |
| 審査請求日 | 平成25年6月21日 (2013. 6. 21) | (72) 発明者 | 菊池 龍太郎 東京都千代田区外神田四丁目14番1号 日立電線株式会社内 |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2010-32839 (P2010-32839) | | |
| (32) 優先日 | 平成22年2月17日 (2010. 2. 17) | | |
| (33) 優先権主張国 | 日本国 (JP) | | |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】耐放射線性電線・ケーブル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

導体上に、ポリエチレンナフタレート (PEN) からなる内側絶縁層と架橋ポリオレフィンからなる外側絶縁層とを被覆し、前記内側絶縁層の厚さが、0.1mm以上1mm未満であることを特徴とする耐放射線性電線。

【請求項2】

導体上に、ポリブチレンナフタレート (PBN) からなる内側絶縁層と架橋ポリオレフィンからなる外側絶縁層とを被覆し、前記内側絶縁層の厚さが、0.1mm以上1mm未満であることを特徴とする耐放射線性電線。

【請求項3】

複数本の電線を撚り合わせ、その外周をシースで被覆したケーブルにおいて、電線が、導体上に、ポリエチレンナフタレート (PEN) からなる内側絶縁層と架橋ポリオレフィンからなる外側絶縁層とを被覆し、前記内側絶縁層の厚さが、0.1mm以上1mm未満であることを特徴とする耐放射線性ケーブル。

【請求項4】

複数本の電線を撚り合わせ、その外周をシースで被覆したケーブルにおいて、電線が、導体上に、ポリブチレンナフタレート (PBN) からなる内側絶縁層と架橋ポリオレフィンからなる外側絶縁層とを被覆し、前記内側絶縁層の厚さが、0.1mm以上1mm未満であることを特徴とする耐放射線性ケーブル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、耐放射線性に優れた難燃性樹脂組成物を用いて形成した耐放射線性電線・ケーブルに関するものである。

【背景技術】

【0002】

原子力発電所、放射性廃棄物処理施設、増殖炉などに使用される電線、ケーブルは、通常の使用環境下において、放射線に暴露された状態になるため、耐放射線性が必要とされる。現在、原子力発電所等に使用されているケーブル絶縁体およびシースのポリマーには、エチレンプロピレンゴム、ポリクロロプレングム、クロロスルホン化ポリエチレン等

10

【0003】

しかし近年、電線、ケーブルの高寿命化の要求や、核融合炉周辺材料等への応用など異なる耐放射線性が求められている。従来技術では、芳香族系プロセス油および老化防止剤を増量している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平05-125251号公報

20

【特許文献2】特開平10-120792号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、従来技術である芳香族系プロセス油および老化防止剤の単純な増量は、それに伴い、引張強さ、難燃性等の物性の低下や、老化防止剤の表面へのブルーム等の問題が生じる。

【0006】

そこで、これらの問題を解決するため、特許文献2に示されるようにポリマー自体に耐放射線性を有する材料の使用が有効である。

30

【0007】

本発明者らの検討においては、ナフチレン基を有するポリマーが、従来にはない優れた耐放射線性を有することが分かった。一般的に芳香族環には放射線防御作用があることが知られているが、これまでに用いられてきたポリエーテルエーテルケトン（PEEK）やポリフェニレンオキサイド（PPO）等のフェニレン基を有するポリマーと比較して（例えば特許文献1）、ナフチレン基を有するポリマーが従来にはない耐放射線性を有することを見出した。

【0008】

しかし、ナフチレン基を有する芳香族系ポリマーは一般的に可とう性に劣り、電線、ケーブルの絶縁体への使用は難しい。

40

【0009】

そこで、本発明の目的は、上記課題を解決し、耐放射線性に優れたナフチレン基を有するポリマーを用い、しかも可とう性を有する耐放射線性電線・ケーブルを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成するために請求項1の発明は、導体上に、ポリエチレンナフタレート（PEN）からなる内側絶縁層と架橋ポリオレフィンからなる外側絶縁層とを被覆し、前記内側絶縁層の厚さが、0.1mm以上1mm未満であることを特徴とする耐放射線性電線である。

50

【0011】

請求項2の発明は、導体上に、ポリブチレンナフタレート（PBN）からなる内側絶縁層と架橋ポリオレフィンからなる外側絶縁層とを被覆し、前記内側絶縁層の厚さが、0.1mm以上1mm未満であることを特徴とする耐放射線性電線である。

【0012】

請求項3の発明は、複数本の電線を撚り合わせ、その外周をシースで被覆したケーブルにおいて、電線が、導体上に、ポリエチレンナフタレート（PEN）からなる内側絶縁層と架橋ポリオレフィンからなる外側絶縁層とを被覆し、前記内側絶縁層の厚さが、0.1mm以上1mm未満であることを特徴とする耐放射線性ケーブルである。

【0013】

請求項4の発明は、複数本の電線を撚り合わせ、その外周をシースで被覆したケーブルにおいて、電線が、導体上に、ポリブチレンナフタレート（PBN）からなる内側絶縁層と架橋ポリオレフィンからなる外側絶縁層とを被覆し、前記内側絶縁層の厚さが、0.1mm以上1mm未満であることを特徴とする耐放射線性ケーブルである。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、導体外周に、ポリエチレンナフタレート（PEN）またはポリブチレンナフタレート（PBN）からなる第一の絶縁層と、架橋ポリオレフィンからなる第二の絶縁層を被覆し、前記内側絶縁層の厚さを、0.1mm以上1mm未満とすることで、優れた耐放射線性を有すると共に可とう性を有する耐放射線性電線・ケーブルとすることができ、耐放射線性の必要とされる電線、ケーブルの使用に適している。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の一実施の形態を示す電線の断面図である。

【図2】図1の電線を用いたケーブルの断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の好適な一実施の形態を添付図面に基づいて詳述する。

【0017】

先ず、図1、図2により本発明の電線・ケーブルを説明する。

【0018】

図1に示す電線10は、導体1の外周に2層構造の絶縁体を被覆した電線10である。絶縁体は、ナフチレン基を含むポリマーを有する内層絶縁体2（第一の絶縁層）と、架橋ポリオレフィンからなる外層絶縁体3（第二の絶縁層）からなる。

【0019】

図2に示すケーブル20は、図1に示した電線10、すなわち、導体1の外周にナフチレン基を含むポリマーを有する内層絶縁体2（第一の絶縁層）と、架橋ポリオレフィンからなる外層絶縁体3（第二の絶縁層）からなる2層構造の絶縁体を被覆した電線10を撚り合わせ、押え巻きテープ4を施し、最外層にシース5を被覆して形成される。

【0020】

本発明の第一の絶縁層（内層絶縁体2）に用いるナフチレン基を含むポリマーとしては、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリブチレンナフタレート（PBN）が挙げられ、これらを単独またはブレンドして用いる。

【0021】

第二の絶縁層（外層絶縁体3）に用いる架橋ポリオレフィンからなるポリマーとしては、ハロゲン系、非ハロゲン系ポリマーのどちらかに限定するものではなく、ハロゲン系ポリマーとしては、例えばポリクロロプレン、クロロスルホン化ポリエチレン、または塩素化ポリエチレン等が挙げられる。非ハロゲン系ポリマーとしては、超低密度ポリエチレン、低密度ポリエチレン、中密度ポリエチレン、高密度ポリエチレン等のポリエチレン、エチレン-酢酸ビニル共重合体（EVA）、エチレン-エチルアクリレート共重合体（E

10

20

30

40

50

E A)、エチレン-メチルアクリレート共重合体(E M A)、天然ゴム(N R)、エチレン-プロピレンゴム(E P M)、エチレン-プロピレン-ジエンターポリマー(E P D M)、ブチルゴム(I I R)、ニトリルゴム(N B R)等が挙げられる。これらは単独、または2種以上をブレンドして用いることができる。

【0022】

また、ナフチレン基を含むポリマーを有する第一の絶縁層、および架橋ポリオレフィンからなる第二の絶縁層とともに、必要に応じて難燃剤、老化防止剤、耐放射線性付与剤、滑剤、軟化剤、可塑剤、無機充填剤、相溶化剤、安定剤、カーボンブラック、着色剤、架橋剤、架橋助剤等の添加剤を添加することができる。

【0023】

難燃剤としては、ハロゲン系、非ハロゲン系難燃剤のどちらかに限定するものではない。ハロゲン系難燃剤としては、例えば、塩素化パラフィン、パークロロペンタデカン等塩素系難燃剤、ヘキサブロモベンゼン、ビス(トリプロモフェノキシ)エタン、ビス(ペンタプロモフェノキシ)エタン、エチレンビスジプロモノルボルナンジカルボキシイミド、エチレンビステトラプロモフタルイミド、ジプロモエチルジプロモシクロヘキサン、ジプロモネオペンチルグリコール、トリプロモフェノール、トリプロモフェノールアリルエーテル、テトラプロモビスフェノールA、テトラプロモビスフェノールS、テトラデカプロモジフェノキシベンゼン、トリス-(2,3-ジプロモプロピル-1)-イソシアヌレート、2,2'-ビス(4-ヒドロキシ-3,5-ジプロモフェニル)プロパン、ペンタプロモトルエン、ペンタプロモシクロドデカン、ジプロモネオペンチルグリコールテトラカルボナート、ビス(トリプロモフェニル)フマルアミド、N-メチルヘキサプロモジフェニルアミン等が挙げられる。

【0024】

非ハロゲン系難燃剤としては、例えば、水酸化マグネシウム、水酸化アルミニウム等の金属水酸化物、ホウ酸亜鉛、ホウ酸カルシウム、ホウ酸バリウム、メタホウ酸バリウム等のホウ酸化合物、スルファミン酸グアニジン、硫酸メラミン、メラミンシアヌレート等の窒素系難燃剤、また、燃焼時に発泡する成分と固化する成分の混合物からなる難燃剤であるインテュメッセント系難燃剤を用いることができる。更に、難燃性を向上させるためにハロゲン系難燃剤と共に、三酸化アンチモン等の無機系難燃剤を併用することもできる。

【0025】

老化防止剤としては、フェノール系又はアミン系の一次老化防止剤、イオウ系又はリン系の二次老化防止剤に大別することができる。これらは単独または2種以上を併用して使用することができる。

【0026】

フェノール系の一次老化防止剤は、例えば、2,6'-ジ-ter-ブチル-4-メチルフェノール、2,6-ジ-ter-ブチル-4-エチルフェノール、又はモノ(-メチルベンジル)フェノール、2,2'-メチレンビス(4-メチル-6-ter-ブチルフェノール)、2,2'-メチレンビス(4-エチル-6-ter-ブチルフェノール)、4,4'-ブチリデンビス(3-メチル-6-ter-ブチルフェノール)、4,4'-チオビス(3-メチル-6-ter-ブチルフェノール)、ジ(-メチルベンジル)フェノール、2,5'-ジ-ter-ブチルハイドロキノロン、2,5'-ジ-ter-アミルハイドロキノロン、トリ(-メチルベンジル)フェノール、p-クレゾール、又はジシクロペンタジエン等を用いることができる。

【0027】

アミン系の老化防止剤としては、例えば、2,2,4-トリメチル-1,2-ジヒドロキノリン、6-エトキシ-1,2-ジヒドロ-2,2,4-トリメチルキノリン、フェニル-1-ナフチルアミン、アルキル化ジフェニルアミン、オクチル化ジフェニルアミン、4,4'-ビス(-, -ジメチルベンジル)ジフェニルアミン、p-(p-トルエンシルホニルアミド)ジフェニルアミン、N,N'-ジ-2-ナフチル-p-フェニレンジアミン、N,N'-ジフェニル-p-フェニレンジアミン、N-フェニル-N'-イソプロ

10

20

30

40

50

ピル - p - フェニレンジアミン、N - フェニル - N' - (1 , 3 - ジメチルブチル) - p - フェニレンジアミン、又はN - フェニル - N' - (3 - メタクリロイルオキシ - 2 - ヒドロキシプロピル) - p - フェニレンジアミン、ビス (2 , 2 , 6 , 6 - テトラメチル - 4 - ピペリジル) セバケート、8 - ベンジル - 7 , 7 , 9 , 9 - テトラメチル - 3 - オクチル - 1 , 2 , 3 - トリアザスピロ [4 , 5] ウンデカン - 2 , 4 - ジオン、テトラキシ (2 , 2 , 6 , 6 - テトラメチル - 4 - ピペリジル) 1 , 2 , 3 , 4 - ブタンテトラカルボキシレート等を用いることができる。

【 0 0 2 8 】

イオウ系の二次老化防止剤には、例えば、2 - メルカプトベンゾイミダゾール、2 - メルカプトメチルベンゾイミダゾール、2 - メルカプトベンゾイミダゾールの亜鉛塩等、ジエチルジチオカルバミン酸ニッケル、ジブチルジチオカルバミン酸ニッケル、1 , 3 - ビス (ジメチルアミノプロピル) - 2 - チオ尿素、又はトリブチルチオ尿素等を用いることができる。

10

【 0 0 2 9 】

リン系の二次老化防止剤は、亜リン酸系として、例えば、トリス (ノニルフェニル) ホスファイト等を用いることができる。

【 0 0 3 0 】

老化防止剤の添加量についても特に限定しないが、ポリマー 1 0 0 質量部に対して、0 . 1 ~ 1 5 質量部程度までの添加量が望ましい。0 . 1 質量部以下では、老化防止剤の効果が得られず、1 5 質量部以上添加すると引張強さ等、物性の低下を引き起こしやすい。

20

【 0 0 3 1 】

耐放射線性付与剤は例えば、石油系油 (すなわち、プロセス油)、又は芳香環 (ベンゼン環) を含むエステル系可塑剤を用いることができる。プロセス油は、例えば、ゴム材料等に添加されるパラフィン系油、アロマチック系油、又はナフテン系油等を用いることができる。エステル系可塑剤は、例えば、フタル酸ビス (2 - エチルヘキシル) (Diocetyl phthalate : DOP)、フタル酸ジイソノニル (Diisononyl phthalate : DINP)、フタル酸ジイソデシル (Diisodecyl phthalate : DIDP)、又はトリメリット酸トリ - 2 - エチルヘキシル ((Triocetyl trimellitate) : TOTM) 等の芳香環を分子中に有した可塑剤を用いることができる。

30

【 0 0 3 2 】

また、ナフチレン基を含むポリマーを使用した第一の絶縁層の厚さは、0 . 1 mm未満では均一に被覆することが難しく、また1 mm以上では電線またはケーブルが硬く、可とう性に劣るため、0 . 1 ~ 1 mmであり、好適には0 . 3 ~ 0 . 5 mmである。

【 0 0 3 3 】

ナフチレン基を有するポリマーによる耐放射線性効果は、ナフチレン基を有するポリマーの被覆厚さに起因する。よって、耐放射線性を付与するためにはある程度の被覆厚さが必要とされるが、ナフチレン基を有するポリマーは硬く、電線ケーブルの可とう性を下げてしまう。よって、耐放射線性を付与するための被覆厚さを確保しつつ、可とう性を付与するために、ナフチレン基を含むポリマーを内側に配置する。これにより、ある程度の被覆厚さを確保しつつ、絶縁層全体に占めるナフチレン基を含むポリマーの体積を抑え、電線・ケーブルに可とう性を付与することができる。

40

【 実施例 】

【 0 0 3 4 】

本発明の実施例と比較例を説明する。

【 0 0 3 5 】

先ず、表 1 に、図 1 で説明した電線 1 0 及び図 2 で説明したケーブル 2 0 の電線 1 0 の第一の絶縁層としての内層 1 ~ 1 2 の樹脂組成を示し、表 2 に第二の絶縁層としての外層 1 ~ 7 の樹脂組成を示す。

【 0 0 3 6 】

50

【表 1】

(配合量:質量部)

| | 内層1 | 内層2 | 内層3 | 内層4 | 内層5 | 内層6 | 内層7 | 内層8 | 内層9 | 内層10 | 内層11 | 内層12 |
|-------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| ポリマー | ポリブチレンナフタレート *1 | 100 | | | | | | | | | | |
| | ポリエチレンナフタレート *2 | | 100 | 50 | 50 | | | | | | | |
| | ポリエーテルエーテルケトン *3 | | | | 50 | 100 | | | | | | |
| | エチレンプロピレンゴム *4 | | | | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | |
| | ポリクロロブレンゴム *5 | | | | | | | | | | 100 | |
| | クロロスルフォン化ポリエチレン *6 | | | | | | | | | | | 100 |
| プロセス油 | | | | | | | | 5 | 5 | 90 | 5 | 5 |
| 難燃剤 | 三酸化アンチモン *8 | | | | | | | | 5 | | | |
| | 臭素系難燃剤 *9 | | | | | | | | 20 | | | |
| 老化防止剤 | アミン系老化防止剤 *10 | | | | | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | イオウ系老化防止剤 *11 | | | | | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 架橋剤 | ジクミルパーオキサイド *12 | | | | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | |
| | 鉛丹 *13 | | | | | | | | | | 30 | 30 |

*1 ポリブチレンナフタレートTQB-OT (帝人化成製)、*2 テオネックスTN8065S (帝人化成製)、
 *3 VESTAKEEP4000G (ダイセル・エポック製)、*4 EPT3045 (三井化学製)、*5 ショウワブレンW (昭和電工製)、
 *6 ハイパロン40 (デュボンエラストマー製)、*7 AROMAX1 (新日本石油製)、*8 三酸化アンチモン (TWINKLING STAR製)、
 *9 サイテックス8010 (アルベマール製)、*10 Vulkanox DDA (Bayer製)、*11 ノクラックNBC (大内新興製)、
 *12 パークミルド (日本油製)、*13 鉛丹 (品川化工製)

【表 2】

| | | (配合量：質量部) | | | | | | |
|-------|------------------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 外層1 | 外層2 | 外層3 | 外層4 | 外層5 | 外層6 | 外層7 |
| ポリマー | エチレンプロピレンゴム*1 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | |
| | ポリクロロプロレンゴム*2 | | | | | | 100 | |
| | クロロスルホン化ポリエチレン*3 | | | | | | | 100 |
| プロセス油 | 芳香族系油*4 | | | 5 | | | 5 | 5 |
| | TDAE*5 | | | | 5 | | | |
| 難燃剤 | 三酸化アンチモン*6 | | | | 5 | | | |
| | 臭素化難燃剤*7 | | | | 20 | | | |
| | 水酸化マグネシウム*8 | | | | | | 20 | 20 |
| 老化防止剤 | アミン系老化防止剤*9 | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | イオウ系老化防止剤*10 | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | ジクミルパーオキサイド*11 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | |
| 架橋剤 | 鉛丹*12 | | | | | | 30 | 30 |

*1 EPT3045 (三井化学製)、*2 ショウブレンW (昭和電工)、
 *3 ハイパロン40 (デュポンエラストマー製)、*4 AROMAX1 (新日本石油製)、
 *5 エラミック30 (新日本石油製)、*6 三酸化アンチモン (TWINKLING STAR製)、
 *7 サイテックス8010 (アルベマール製)、*8 キスマ5A (協和化学製)、
 *9 Vulkanox DDA (Bayer製)、*10 ノクラックNBC (大内新興製)、
 *11 パークミルド (日本油脂製)、*12 鉛丹 (品川化工製)

【0038】

次に、表1、2に示した内層1~12と外層1~7の樹脂組成を組み合わせ、ケーブルを作製してその特性を評価した実施例1~10と比較例1~8を表3に示す。

【0039】

10

20

30

40

50

【表 3】

| | | 実施例 | | | | | | | | | | 比較例 | | | | | | | |
|-------------------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 電線構造 | 内層絶縁体 (A) | 内層1 | 内層1 | 内層1 | 内層1 | 内層1 | 内層1 | 内層1 | 内層2 | 内層3 | 内層4 | 内層5 | 内層6 | 内層7 | 内層8 | 内層9 | 内層10 | 内層11 | 内層12 |
| | 外層絶縁体 (B) | 外層1 | 外層2 | 外層3 | 外層4 | 外層5 | 外層6 | 外層7 | 外層1 | 外層1 | 外層1 | 外層1 | 外層1 | 外層1 | 外層1 | 外層1 | 外層1 | 外層1 | 外層1 |
| 絶縁体の厚さ (mm) (A/B) | | 0.3/0.5 | 0.1/0.7 | 0.5/0.3 | 0.3/0.5 | 0.3/0.5 | 0.3/0.5 | 0.3/0.5 | 0.3/0.5 | 0.3/0.5 | 0.3/0.5 | 0.3/0.5 | 0.3/0.5 | 0.3/0.5 | 0.3/0.5 | 0.3/0.5 | 0.3/0.5 | 0.3/0.5 | 0.3/0.5 |
| 特性 | 引張特性 (初期値) | 25.0 | 13.0 | 42.3 | 26.5 | 26.5 | 25.8 | 26.0 | 19.0 | 20.9 | 25.9 | 49.0 | - | - | - | - | - | 14.0 | 15.6 |
| | 引張強さ (MPa) | 300 | 300 | 270 | 290 | 300 | 270 | 260 | 330 | 300 | 240 | 200 | >600 | >600 | >600 | >600 | >600 | 460 | 500 |
| 特性 | 耐放射線性 (1MGy) | 29.5 | 14.5 | 46.5 | 29.0 | 28.8 | 29.2 | 28.0 | 21.8 | 21.3 | 23.4 | 47.0 | 0 | 5.0 | 12.3 | 13.0 | 9.0 | 0 | 0 |
| | 引張強さ (MPa) | 270 | 290 | 270 | 260 | 300 | 270 | 250 | 280 | 280 | 280 | 60 | 0 | 30 | 140 | 110 | 230 | 0 | 0 |
| 特性 | 耐放射線性 (2MGy) | 30.8 | 16.0 | 49.0 | 31.5 | 32.0 | 33.0 | 30.9 | 23.0 | 22.9 | 22.9 | 46.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12.5 | 0 | 0 |
| | 引張強さ (MPa) | 200 | 230 | 240 | 220 | 210 | 200 | 210 | 180 | 190 | 170 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 150 | 0 | 0 |
| 外観 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | × | ○ | ○ |
| 判定: 合格○、不合格× | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | × | × | × | × | × | ○ | × | × |

10

20

30

40

表 3 において、電線・ケーブルは、以下のように作製した。

【 0 0 4 1 】

表 1 に示したナフチレン基（内層 1 ~ 4）およびフェニレン基（内層 5 ~ 12）を含むポリマーを有する内層絶縁体（第一の絶縁層）は、単軸押出機を用いて、図 1 に示した電線 1 の内層絶縁体 2 として、導体外径 1.8 mm の導体上に 250 ~ 380 で押出した。

【 0 0 4 2 】

外層絶縁体（第二の絶縁層）は、架橋剤を除き、表 2 に示した配合割合で各種成分を配合して外層 1 ~ 7 とし、加圧ニーダーによって混練し第一のコンパウンドを得た。

【 0 0 4 3 】

次に約 60 に保持した加圧ニーダー中に、得られた第一のコンパウンドに架橋剤を添加すると共に混合した。その後単軸押出機を用いて、内層絶縁体を被覆した電線上に、絶縁体合計厚さ 0.8 mm で押し出し、約 180 の高圧蒸気で 10 分間、外層であるポリオレフィン絶縁体を架橋した。

【 0 0 4 4 】

電線の特性の評価は以下に示す方法により判定した。

【 0 0 4 5 】

[引張試験]

作製した電線を、J I S C 3 0 0 5 に準拠して引張試験を行ない、初期の引張強さ、伸びと、放射線照射後の引張強さ、伸びとを測定した。

【 0 0 4 6 】

[放射線照射]

放射線の照射は日本原子力研究開発機構の高崎研究所にある 60 Co を利用し線の照射を行った。線量率は約 4 k G y / h で実施した。線量は 1 M G y、および 2 M G y 照射している。

【 0 0 4 7 】

[外観試験]

試作した電線を室温で 30 時間静置し、その後、電線表面を 10 倍の拡大鏡で観察し、ブルーム、またはブリードが無ければ（合格）とし、ブルーム、またはブリードが有れば×（不合格）とした。

【 0 0 4 8 】

[合否判定]

放射線照射後の伸びが 150 % 以上、かつ外観試験が良好なものを合格とした。

【 0 0 4 9 】

表 1 ~ 表 3 に示すように、実施例 1 ~ 10 は、内層絶縁体として、ナフチレン基を有するポリマーを用いた内層 1 ~ 4 を用いているために、外層絶縁体としていずれのポリオレフィンポリマーからなる外層 1 ~ 7 を使用しても、初期値の放射線照射後も、伸びが 150 % 以上ある可とう性が良好であり、2 M G y の放射線照射後も伸び特性は目標値を大きく上回り良好である。

【 0 0 5 0 】

特に、実施例 2 は、第二の絶縁層の外層 2 は、ポリオレフィン（エチレンプロピレンゴム）に老化防止剤を添加しており、老化防止剤を添加していない外層 1 を用いた実施例 1 と比べて、1 M G y、2 M G y 照射後の伸び特性が改善されている。また実施例 3 は、老化防止剤に加えて芳香族系油を添加しており、2 M G y 照射後の伸び特性が実施例 2 より更に改善している。

【 0 0 5 1 】

これにより、第二の絶縁層に老化防止剤、芳香族系油の添加が望ましい。

【 0 0 5 2 】

実施例 4 は、第二の絶縁層に老化防止剤と難燃剤を添加した外層 4 を用い、実施例 5 は、芳香族系油、難燃剤、老化防止剤を加えた外層 5 を用いており、いずれも耐放射線性は

10

20

30

40

50

良好である。

【 0 0 5 3 】

実施例 6 , 7 は、第二の絶縁層に塩素系ポリマーを使用した外層 6 , 7 を用いたもので、耐放射線性は良好である。

【 0 0 5 4 】

また実施例 8 は、第一の絶縁層のナフチレン基を含むポリマーとしてポリエチレンナフタレートを使用した内層 2 を用いたものであるが、ポリブチレンナフタレートを用いた内層 1 と同様に耐放射線性は良好である。これにより、ナフチレン基を含むポリマーであれば、耐放射線性に優れている。

【 0 0 5 5 】

実施例 9 は、ナフチレン基を含むポリマー同士をブレンドした内層 3 を用いたものであるが耐放射線性は優れている。さらに、実施例 10 は、ナフチレン基を含むポリマーと他のポリマーをブレンドした内層 4 を用いたものであるが、耐放射線性は優れている。すなわち、ナフチレン基を含むポリマーを主成分とするものであれば、他のポリマーとのブレンド物を使用できることが分かる。

【 0 0 5 6 】

これに対し、比較例 1 ~ 8 は、第一の絶縁層にナフチレン基を含むポリマーを使用しない内層 5 ~ 12 を用いており、いずれも耐放射線性が劣る。

【 0 0 5 7 】

比較例 1 は、第一の絶縁層のポリマーにフェニレン系ポリマーであるポリエーテルエーテルケトンを使用して内層 5 としたものであるが、実施例 1 に比べて耐放射線性が劣る。

【 0 0 5 8 】

比較例 3 ~ 6 は、第一の絶縁層のポリマーにエチレンプロピレンゴムを使用し、芳香族系油、難燃剤、老化防止剤を適宜加えた内層 7 ~ 10 を用いたものであるが、芳香族系油、難燃剤、老化防止剤を添加していないエチレンプロピレンゴムからなる内層 6 を用いた比較例 2 に対して、耐放射線性が若干改良するものの、十分ではなく、ナフチレン基を含むポリマーを使用した実施例 1 ~ 10 と比較すると、耐放射線性が劣る。また比較例 6 は、2 M G y 照射後の伸び特性を満足させる最低量である、芳香族系油を 90 質量部添加した内層 10 を用いたものであるが、耐放射線性は満足するものの、ブリードが発生し外観不良となる。

【 0 0 5 9 】

比較例 7 , 8 は、塩素系ポリマーを第一の絶縁層に用いた内層 11 , 12 を用いたものであるが、更に耐放射線性に劣る。

【 0 0 6 0 】

以上より、ナフチレン基を含むポリマーとしてポリエチレンナフタレート (P E N) 又はポリブチレンナフタレート (P B N) を有する第一の絶縁層と、架橋ポリオレフィンからなる第二の絶縁層を有する電線およびケーブルは、優れた耐放射線性を示し、耐放射線性の必要とされる電線、ケーブルに適している。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 1 】

- 1 導体
- 2 内層絶縁体 (第一の絶縁層)
- 3 外層絶縁体 (第二の絶縁層)
- 10 電線

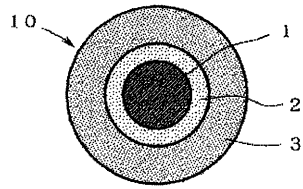
10

20

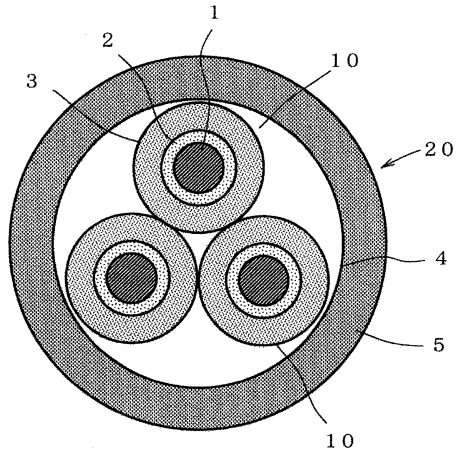
30

40

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 3 2 B 15/09 Z

審査官 井原 純

(56)参考文献 特開昭53-035981(JP,A)
特開平10-120792(JP,A)
特開平09-156061(JP,A)
特開2005-324834(JP,A)
特開2005-324835(JP,A)
特開2010-027291(JP,A)
特開2009-269955(JP,A)
特開平08-151490(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 1 B 7 / 2 8
B 3 2 B 1 / 0 8
B 3 2 B 1 5 / 0 8
B 3 2 B 1 5 / 0 9
H 0 1 B 7 / 0 2