

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3777958号  
(P3777958)

(45) 発行日 平成18年5月24日(2006.5.24)

(24) 登録日 平成18年3月10日(2006.3.10)

(51) Int. Cl.		F I			
HO 1 B	9/02	(2006.01)	HO 1 B	9/02	Z A B B
HO 1 B	1/24	(2006.01)	HO 1 B	1/24	Z A B E

請求項の数 2 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2000-231378 (P2000-231378)	(73) 特許権者	000005120
(22) 出願日	平成12年7月27日(2000.7.27)		日立電線株式会社
(65) 公開番号	特開2002-42580 (P2002-42580A)		東京都千代田区外神田四丁目14番1号
(43) 公開日	平成14年2月8日(2002.2.8)	(72) 発明者	渡辺 清
審査請求日	平成15年4月15日(2003.4.15)		茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立電線株式会社総合技術研究所内
		(72) 発明者	山崎 孝則
			茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立電線株式会社総合技術研究所内
		審査官	木村 孔一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リサイクルに適した架橋ポリエチレン絶縁電力ケーブル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

導体上に内部半導電層、その外周に架橋ポリエチレン絶縁体を有する架橋ポリエチレン絶縁電力ケーブルにおいて、

前記内部半導電層は、極性モノマ濃度が25～50重量%のエチレン-酢酸ビニル共重合体100～50重量%とポリオレフィン0～50重量%を主体とするポリマ成分からなり、前記架橋ポリエチレン絶縁体からの剥離力が、0.5～10kg/0.5インチ幅であることを特徴とするリサイクルに適した架橋ポリエチレン絶縁電力ケーブル。

【請求項2】

前記ポリオレフィンは、ポリエチレン、ポリプロピレン及びポリブテンから選ばれる少なくとも1種である請求項1記載のリサイクルに適した架橋ポリエチレン絶縁電力ケーブル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、リサイクルに適した架橋ポリエチレン絶縁電力ケーブルに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

架橋ポリエチレン絶縁電力ケーブルは耐熱性、電気絶縁性に優れ、且つメンテナンスフリーであることから、600Vクラスの低圧用途から500kVの超高圧用途まで広く使われ

10

20

ている。

#### 【0003】

しかし、使用済みの廃棄ケーブルをリサイクルする場合、導体を除去した後の架橋ポリエチレン絶縁体は、再熔融成形することが難しいため、一部は微粉化したり熱分解油化して燃料としてリサイクルしているが、大部分は埋め立て処理されている。

#### 【0004】

##### 【発明が解決しようとする課題】

近年、将来の資源の枯渇といった問題から循環型社会の構築が叫ばれており、架橋されたポリマーについても、材料としての再利用すなわちマテリアルリサイクルを目的とした検討がなされるようになった。例として、微粉化したものを架橋されていない樹脂と混ぜて押出成形することにより、製品化したり、超臨界水を用いて、架橋したポリマーを分解しポリマーやワックスにする方法が提案されている。

10

#### 【0005】

この場合、リサイクルの障害となるのが、電気的な遮蔽を目的として使用されている半導電層である。半導電層はエチレン系ポリマーに導電性付与材としてカーボンブラックを混和した組成物であり、押出成形によって絶縁体の内周、外周に設けられている。この半導電層が架橋ポリエチレン絶縁体と密着しており、分離できないため、リサイクル後のポリエチレン材料の中に黒色の導電性のカーボンブラックが混入するため、特性上および外観上、再利用用途が著しく制限される。

#### 【0006】

本発明はこのような実情に鑑みてなされたもので、架橋ポリエチレン絶縁電力ケーブルの内部半導電層と絶縁体の分離を容易にし、質の高いマテリアルリサイクルを可能とする架橋ポリエチレン絶縁電力ケーブルの提供を目的とするものである。

20

#### 【0007】

##### 【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するために、本発明は導体上に内部半導電層、その外周に架橋ポリエチレン絶縁体を有する架橋ポリエチレン絶縁電力ケーブルにおいて、前記内部半導電層は、極性モノマ濃度が25～50重量%のエチレン-酢酸ビニル共重合体100～50重量%とポリオレフィン0～50重量%を主体とするポリマ成分からなり、前記架橋ポリエチレン絶縁体からの剥離力が、0.5～10kg/0.5インチ幅であることを特徴とするリ

30

#### 【0008】

従来より、中高圧ケーブルの外部半導電層にはケーブル施工作業を容易にする目的で、剥離容易型半導電層が採用されている。これは通常の使用時には放電を起こさないよう絶縁体と強く密着しているが、施工作業時には工具を使って半導電層にスリットを入れ作業者が通常の力で絶縁体から剥がせる半導電層である。しかし、内部半導電層に関しては、施工作業時に絶縁体から剥がす必要が無いこと、絶縁層との密着性が悪いと密着不良部において比較的低い電圧でコロナ放電が起きる可能性があることから強く密着するタイプの半導電層が用いられている。本発明者は、剥離力が特定の範囲にある剥離容易型半導電性組成物を内部半導電層に適用することによって、通常の使用時には全くコロナ放電などの問題がなく、且つリサイクル時には絶縁体からの剥離が可能であることを見出した。

40

#### 【0009】

この剥離力は、A E I C C S 5 規格が規定するケーブル外部半導電層の剥離試験に準じて試験したときに、0.5～10kg/0.5インチ幅である。0.5kg未満ではケーブルに屈曲が加わったとき、絶縁体と内部半導電層の界面を起点として電気的な破壊値が低下する可能性があり、また10kgを超える剥離力では剥離作業中に半導電層が引きちぎれる可能性がある。

#### 【0010】

##### 【発明の実施の形態】

本発明における半導電層の材質については特に規定しないが、極性モノマ濃度が25～

50

50重量%のエチレン系共重合体100～50重量%とポリオレフィン0～50重量%を主体とするベースポリマーに、アセチレンブラックやファーネスブラックなどを導電性付与材として混和し、体積抵抗率が常温で5000・cm以下となるように調整したものが好ましい。極性モノマー濃度が25～50重量%と比較的高いエチレン系共重合体としては、エチレン-酢酸ビニル共重合体、エチレン-エ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等があげられ、ポリオレフィンとしては、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリブテン等があげられる。ポリオレフィンを配合することにより架橋する際の粘着や変形を抑止することができるが、配合量が50重量%を越えると絶縁体との剥離が困難になるので、50重量%以下とするのが好ましい。また、剥離力を調整するためにシリコーンゴム、脂肪酸、脂肪酸エステル、脂肪酸アミド等を添加してもよい。

10

#### 【0011】

この半導電層は架橋していても非架橋でもよい。架橋の場合は、有機過酸化物を架橋剤として用いる化学架橋、少量の有機過酸化物を用いてビニルアルコキシシランをポリマーにグラフトし、当該アルコキシ基を加水分解してできるシラノール基をジブチル錫ジラウレートなどの触媒で縮合させ、分子間にシロキサン結合を導入するシラン架橋などを用いることができる。

#### 【0012】

架橋ポリエチレン絶縁体は、高圧ラジカル重合によって作られる低密度ポリエチレン、チーグラ触媒、フィリップス触媒、メタロセン触媒などを用いた中低圧イオン重合によって作られる直鎖状低密度ポリエチレンなどをベースポリマーとしたものが代表的であり、ジクミルパーオキサイドなどの有機過酸化物を架橋剤として高温高圧雰囲気下で架橋する化学架橋はもちろん、前述したシラン架橋などを適用することができる。特にシラン架橋は省エネルギー型の製造方式であり、これからの循環型社会において望ましい架橋方式といえる。

20

#### 【0013】

なお、従来の架橋ポリエチレン絶縁電力ケーブルと同様、中高圧用途には絶縁体遮蔽を目的としてテープ巻き外部半導電層や剥離容易型外部半導電層を設けてもよい。

#### 【0014】

次に本発明を実施例、比較例に基づき説明する。ケーブル絶縁体として用いた架橋ポリエチレン組成物を表1に示す。架橋ポリエチレン組成物Aは化学架橋タイプの絶縁体であり、架橋剤であるジクミルパーオキサイドを除く全配合剤を160のバンバリーミキサーで混練した後、80でジクミルパーオキサイドを含浸して調製した。架橋ポリエチレン組成物Bは、シラン架橋タイプの絶縁体であり、混練とケーブル押出しを一つの押出機で同時に行うワンショットあるいはモノシルと言われる方法で調製した。すなわち、ケーブル絶縁体押出機のホッパーにポリエチレンを供給した後、ホッパー下部からポリエチレン以外の配合剤をビニルトリメトキシシランに溶解させた溶液を定量ポンプで規定量注入してケーブル絶縁体として押出すものである。

30

#### 【0015】

#### 【表1】

(配合量単位は重量部)

配合成分	架橋ポリエチレン組成物	
	A	B
低密度ポリエチレン (*1)	100	
直鎖状低密度ポリエチレン (*2)		100
ジクミルパーオキサイド	2	0.1
4,4'-チオビス-(3-メチル-6-ターシャリ-ブチルフェノール)	0.15	
ビニルトリメトキシシラン		1
テトラキス-[メチル-3-(3',5'-ジ-ターシャリ-ブチル-4'-ヒドロキシフェニル)プロピオネート]メタン		0.15
ジブチル錫ジラウレート		0.05

\*1 密度: 0.920g/cm<sup>3</sup>、メルトインデックス: 1

\*2 密度: 0.911g/cm<sup>3</sup>、メルトインデックス: 2

#### 【0016】

半導電層として用いた半導電性組成物を表2に示す。C～Gは、化学架橋タイプの半導電層であり、架橋剤であるジクミルパーオキサイドを除く全配合剤を160のバンバリーミキサーで混練した後、30～40でジクミルパーオキサイドを含浸して調製した。Hは非架橋タイプの半導電層であり、全配合剤を160のバンバリーミキサーで混練することにより調製した。Iはシラン架橋タイプの半導電層であり、ポリマー成分とカーボンブラック、酸化防止剤を160のバンバリーミキサーで混練してペレットとし、半導電層押出機のホッパーに当該ペレットを供給した後、ホッパー下部からジブチル錫ジラウレートのビニルトリメトキシシラン溶液を定量ポンプで規定量注入して半導電層として押し出した。

#### 【0017】

#### 【表2】

10

20

30

(配合量単位は重量部)

配合成分	半導電性組成物						
	C	D	E	F	G	H	I
エチレン酢酸ビニル共重合体 (* 3)	100					80	80
同上 (* 4)		100	100				
同上 (* 5)				100			
同上 (* 6)					100		
ポリエチレン (* 7) (密度:0.952 g/cm <sup>3</sup> ,MI:0.1)						20	
ポリプロピレン (* 8)							20
ジクミルパーオキサイド	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5		0.1
テトラキス-[メチレン-3-(3',5'-ジ-ターシャリー-ブチル-4'-ヒドロキシフェニル)プロピオネート]メタン	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
ビニルトリメトキシシラン							1
ジブチル錫ジラウレート							0.05
アセチレンブラック(* 9)	65	65					
ファーネスブラック(* 10)			80	80	80	80	80

\* 3 酢酸ビニル量:28重量%、メルトインデックス:1

\* 4 酢酸ビニル量:33重量%、メルトインデックス:1

\* 5 酢酸ビニル量:40重量%、メルトインデックス:2

\* 6 酢酸ビニル量:45重量%、メルトインデックス:2.5

\* 7 密度:0.952g/cm<sup>3</sup>、メルトインデックス:0.1\* 8 密度:0.89g/cm<sup>3</sup>、メルトインデックス:1\* 9 平均粒径:35m $\mu$ 、DBP 吸着量:160ml/100g、沃素吸着量:93mg/g\* 10 平均粒径:46m $\mu$ 、DBP 吸着量:76ml/100g、沃素吸着量:40mg/g

## 【0018】

ケーブル成形にはコモンヘッド押出機を用い、内部半導電層、絶縁体からなる2層品の場合には2層コモンヘッド押出機、内部半導電層、絶縁体、外部半導電層からなる3層品の場合には3層コモンヘッド押出機を用いた。化学架橋ケーブルの場合、内部および外部半導電層の押出温度は110、絶縁体の押出温度は130とした。また、シラン架橋ケーブルでは、半導電層、絶縁体の押出温度は共に200とした。化学架橋では押出に続き270の窒素ガス中で架橋を行いその後水中で冷却した。シラン架橋では押出し後、80の水蒸気中に24時間放置し架橋処理を行った。ケーブルの構造として、2層品は断面積80mm<sup>2</sup>の銅撚線導体上に0.8mm厚の内部半導電層、その上に4mm厚の絶縁体を設けており、3層品では当該絶縁体上にさらに0.8mm厚の外部半導電層を設けている。

## 【0019】

10

20

30

40

50

これらのケーブルの評価として以下の試験を行った。内部半導電層と絶縁体の密着性の評価としては、ケーブル外径Dの10倍の曲げ径でケーブルを左右180度に100回往復させた後の交流絶縁破壊値を測定し、その値が160kV以上の場合を合格、160kV以下の場合を不合格とした。

#### 【0020】

また、絶縁体からの半導電層の剥離力としては、ケーブルを半割し、導体を除去した後の内部半導電層に長手方向に0.5インチ幅にスリットを入れ、A E I C - C S 5規格に準拠した方法で絶縁体から内部半導電層を剥がすための力を測定した。このとき半導電層が引きちぎれたりするものは悪と判断した。

#### 【0021】

表3はケーブルの評価結果を示している。本発明の実施例1、2、3は化学架橋ケーブルの例であり、実施例4、5はシラン架橋の例である。いずれも本発明で規定する剥離力の範囲にあり、絶縁体からの半導電層の分離性は良好であるとともに、ケーブル屈曲試験後の交流耐電圧試験の結果も良好である。これに対し、比較例1は剥離力が本発明の範囲より小さい例であり、屈曲試験後の耐電圧特性が不合格である。また、比較例2は剥離力が本発明の範囲より大きい例であり、半導電層の分離性が悪く、剥離作業中に半導電層が途中で引きちぎれる不具合が生じている。

#### 【0022】

【表3】

項目		実施例					比較例	
		1	2	3	4	5	1	2
ケーブル構造	内部半導電層	D	E	F	H	I	G	C
	絶縁層	A	A	A	B	B	A	A
	外部半導電層	—	D	—	—	—	—	—
ケーブル特性	内部半導電層剥離力 (kg/0.5インチ)	10	2	0.5	2	2	0.4	11
	外部半導電層剥離力 (kg/0.5インチ)	—	2	—	—	—	—	—
	半導電層分離作業性	良	良	良	良	良	良	悪(引きちぎれ)
	屈曲試験後の耐電圧試験	合格	合格	合格	合格	合格	不合格	合格

#### 【0023】

#### 【発明の効果】

以上、本発明によれば、架橋ポリエチレン絶縁電力ケーブルの内部半導電層と絶縁体の分離が容易になり、質の高い架橋ポリエチレンの材料リサイクルが可能になる。このことから、今後構築される循環型社会において本発明の持つ工業的価値は著しく高いものと考えられる。

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平11-329077(JP,A)  
特開平11-297121(JP,A)  
特開平09-282942(JP,A)  
特開昭59-127305(JP,A)  
特開2000-040419(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01B 9/02 ZAB

H01B 1/24 ZAB