(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 148 335 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
**08.10.2014 Bulletin 2014/41**

(21) Numéro de dépôt: **09162135.9**

(22) Date de dépôt: **08.06.2009**

(51) Int Cl.:
***H01B 7/295*** *(2006.01)* ***H01B 13/14*** *(2006.01)*
***H01B 13/24*** *(2006.01)* ***H01B 3/44*** *(2006.01)*

(54) **Couche tubante electriquement isolante pour cable electrique**

Isolierende Rohrleitungumhüllung für Stromkabel

Electrically insulative tubing layer for power cable

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorité: **26.06.2008 FR 0854271**

(43) Date de publication de la demande:
**27.01.2010 Bulletin 2010/04**

(73) Titulaire: **Nexans**
**75008 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:
- **Kensicher, Christèle**
**69007 Lyon (FR)**
- **Alcaraz, Valéry**
**69190 Saint-Fons (FR)**

(74) Mandataire: **Peguet, Wilfried et al**
**Feray Lenne Conseil**
**Le Centralis**
**63, avenue du Général Leclerc**
**92340 Bourg-la-Reine (FR)**

(56) Documents cités:
**EP-A- 0 472 035**
**EP-A- 1 156 066**
**EP-A- 1 247 822**
**EP-A- 1 502 923**
**EP-A- 1 605 474**
**JP-A- 2003 115 219**
**US-B1- 6 524 702**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 2 148 335 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

## Description

**[0001]** La présente invention se rapporte à un câble électrique comprenant un ou plusieurs conducteurs électriques entourés par une couche tubante (ou tubulaire) polymérique, ainsi qu'à un procédé de fabrication dudit câble électrique.

**[0002]** Elle s'applique typiquement, mais non exclusivement, aux domaines des câbles d'énergie et/ou de télécommunication.

**[0003]** Un câble électrique classique comprend un ensemble de conducteurs électriques isolés entouré par une gaine de protection.

**[0004]** L'isolation des conducteurs électriques ou la gaine de protection peut être obtenue par une extrusion dite en compression ou bourrante, ou une extrusion dite tubante ou tubulaire.

**[0005]** L'extrusion en compression nécessite un ampérage du moteur de l'extrudeuse beaucoup plus important que l'extrusion tubante, ce qui implique une usure prématurée du moteur de l'extrudeuse. De plus, l'extrusion compression entraîne des pressions en tête d'extrudeuse plus élevées que l'extrusion tubante qui peuvent provoquer également une usure plus importante des outillages en tête d'extrudeuse tels que les poinçons, les filières, les colliers de fixation ou les différents filetages.

**[0006]** De son côté, l'extrusion tubante induit un étirement de la matière polymérique à chaud à la sortie de l'extrudeuse, ce qui n'est pas le cas avec l'extrusion en compression. De ce fait, le risque de déchirement de la couche formée à la sortie de l'extrudeuse est relativement important. En effet, la cohésion de la matière polymérique à l'état fondu à la sortie de l'extrudeuse n'est généralement pas suffisante pour permettre une extrusion de type tubante, notamment lorsque la matière polymérique est chargée.

**[0007]** L'objet de la présente invention est de pallier les inconvénients des solutions de l'état de la technique en offrant notamment une composition utilisée comme couche polymérique pour câble électrique présentant de bonnes propriétés mécaniques afin d'éviter le déchirement de ladite couche lors de l'extrusion de la composition et de limiter significativement l'usure des outillages de l'extrudeuse lors de l'extrusion de cette composition.

**[0008]** La présente invention a pour premier objet un câble électrique caractérisé en ce qu'il comprend au moins un conducteur électrique multibrins, et une isolation électrique en tant que couche polymérique extrudée en forme de tube d'une certaine épaisseur dont la surface interne et la surface externe sont respectivement deux cylindres sensiblement concentriques, entourant ledit conducteur électrique multibrins, ladite isolation électrique étant obtenue à partir d'une composition comprenant un polymère thermoplastique et une résine hydrocarbonée, l'extrusion de la composition étant réalisée directement autour dudit conducteur électrique multibrins.

**[0009]** Le câble électrique, selon le premier objet, peut comprendre en outre un ensemble d'au moins deux conducteurs électriques isolés, et une gaine de protection (ou gaine électrique) en tant que couche polymérique extrudée en forme de tube, entourant ledit ensemble, ladite gaine de protection étant obtenue à partir d'une composition comprenant un polymère thermoplastique et une résine hydrocarbonée.

**[0010]** La présente invention a pour second objet un câble électrique, caractérisé en ce qu'il comprend un ensemble d'au moins deux conducteurs électriques isolés, et une gaine de protection (ou gaine électrique) en tant que couche polymérique extrudée en forme de tube d'une certaine épaisseur dont la surface interne et la surface externe sont respectivement deux cylindres sensiblement concentriques, entourant ledit ensemble, ladite gaine de protection étant obtenue à partir d'une composition comprenant un polymère thermoplastique et une résine hydrocarbonée.

**[0011]** Le câble électrique, selon le second objet, peut être tel que l'extrusion de la composition est réalisée directement autour dudit ensemble de conducteurs électriques isolés.

**[0012]** Le câble électrique, selon le second objet, peut comprendre en outre au moins un conducteur électrique multibrins, et une isolation électrique en tant que couche polymérique extrudée en forme de tube, entourant ledit conducteur électrique multibrins, l'isolation électrique étant obtenue à partir d'une composition comprenant un polymère thermoplastique et une résine hydrocarbonée.

**[0013]** L'extrusion tubante de la composition conforme à la présente invention permet avantageusement de garantir des propriétés mécaniques équivalentes, voire supérieures à celles obtenues avec des compositions classiques utilisées en extrusion bourrante, la résine hydrocarbonée aidant ainsi à diminuer la viscosité de la composition et à limiter de ce fait les pressions à l'intérieur de l'extrudeuse.

**[0014]** De plus, l'extrusion tubante permet d'une part, de limiter significativement l'ampérage du moteur de l'extrudeuse, ou en d'autres termes de limiter l'usure prématurée du moteur de l'extrudeuse, et d'autre part, de diminuer significativement l'usure des outillages en tête d'extrudeuse, puisque ce type de procédé n'engendre pas des pressions aussi élevées que l'extrusion compression

**[0015]** On entend par « couche tubante » (ou « couche tubulaire ») une couche en forme de tube d'une certaine épaisseur dont la surface interne et la surface externe sont respectivement deux cylindres sensiblement concentriques.

**[0016]** Selon une première variante conforme à l'invention, la couche tubante peut être une isolation électrique entourant au moins un conducteur électrique du câble électrique et ainsi former au moins un conducteur électrique isolé, de préférence chaque conducteur électrique du câble électrique est isolé de la sorte.

**[0017]** Le conducteur électrique peut être un conducteur massique ou multibrins.

**[0018]** Plus particulièrement, lorsque le conducteur est massique, ladite isolation électrique est directement en contact avec ledit conducteur électrique.

**[0019]** Selon une deuxième variante conforme à l'invention, la couche tubante peut être une gaine de protection (ou gaine électrique) entourant un ensemble d'au moins deux conducteurs électriques isolés.

**[0020]** Ainsi, la gaine électrique ne remplit pas les interstices entre les éléments conducteurs et ménage ainsi des espaces vides entre elle et les conducteurs électriques isolés qu'elle entoure, notamment les espaces vides occupent au moins 10% de la section du câble électrique.

**[0021]** Dans certains modes de réalisation, la gaine électrique laisse les conducteurs électriques isolés libre à l'intérieur de ladite couche.

**[0022]** Selon une troisième variante conforme à l'invention, la première et la deuxième variante peuvent être combinées.

**[0023]** Dans le cas où la couche tubante est une gaine électrique ou une couche entourant un conducteur multibrins, l'extrusion tubante est intéressante économiquement puisqu'elle permet de diminuer la quantité de matière polymérique utilisée par rapport à une extrusion dite en compression. En effet, l'extrusion tubante, induisant un étirement de la matière polymérique à chaud à la sortie de l'extrudeuse, permet d'obtenir un gain de matière pouvant atteindre 20% par rapport à une extrusion en compression.

**[0024]** Selon l'invention, la nature du polymère thermoplastique de la composition selon la présente invention n'est nullement limitative.

**[0025]** Ce peut être tout type de polymère thermoplastique bien connu de l'homme du métier apte à pouvoir être extrudé, le polymère pouvant être réticulable ou non.

**[0026]** Le polymère thermoplastique est de préférence un polymère d'oléfine, choisi parmi un homopolymère d'oléfines, et un copolymère d'oléfines, ou leur mélange.

**[0027]** Notamment, le polymère thermoplastique est avantageusement choisi parmi un homopolymère ou copolymère d'éthylène, et un homopolymère ou copolymère de propylène, ou un de leurs mélanges.

**[0028]** A titre d'exemple préféré, le polymère thermoplastique est choisi parmi un homopolymère d'éthylène, un copolymère d'éthylène-octène (PEO), un copolymère d'éthylène et d'acétate de vinyle (EVA), et un copolymère d'éthyle propylène diène monomère (EPDM), ou un de leurs mélanges.

**[0029]** Bien entendu, le polymère thermoplastique peut être un mélange de plusieurs polymères thermoplastiques, ou un mélange d'au moins un polymère thermoplastique majoritaire dans le mélange et d'au moins un autre polymère de nature différente.

**[0030]** Dans un mode de réalisation avantageux, la couche tubante du câble électrique selon la présente invention est réticulée.

**[0031]** Plus particulièrement, le polymère thermoplastique de la composition est greffé silane afin d'être réticulé par un procédé bien connu de l'homme du métier dit « réticulation silane », et obtenir ainsi ladite couche tubante réticulées.

**[0032]** Dans le cas de la réticulation silane, la composition comprend en outre un agent de réticulation, tel que par exemple un peroxyde organique.

**[0033]** La résine hydrocarbonée selon l'invention est un polymère (co- ou homopolymère) thermoplastique comprenant majoritairement du carbone et de l'hydrogène, et éventuellement des hétéroatomes tels que l'oxygène, l'azote ou le soufre, la résine hydrocarbonée étant différente du polymère thermoplastique de la composition. La résine hydrocarbonée est de préférence constituée de carbone et d'hydrogène. Elle peut être de type aliphatique et/ou aromatique. Son poids moléculaire est relativement bas et peut se situer généralement entre 300 g/mol et 10000 g/mol.

**[0034]** On connaît plus généralement ce type de résines sous le nom de « résines tackifiantes ».

**[0035]** Selon l'invention, la résine hydrocarbonée a de préférence un point de ramollissement allant de 70°C à 160°C, de préférence au plus 140°C.

**[0036]** Selon une première variante, la résine hydrocarbonée comprend comme unité monomérique (ou motif élémentaire) une chaine alkyle en C-5, de préférence la résine hydrocarbonée est dans ce cas aliphatique. A titre d'exemple, ce type de résine a de préférence un point de ramollissement allant de 75 à 115°C.

**[0037]** Selon une seconde variante, la résine hydrocarbonée comprend comme unité monomérique (ou motif élémentaire) une chaine alkyle en C-9, de préférence la résine hydrocarbonée est dans ce cas aromatique. A titre d'exemple, ce type de résine a de préférence un point de ramollissement allant de 100 à 140°C.

**[0038]** Le point de ramollissement de la résine hydrocarbonée est déterminé selon la méthode Ring & Ball conformément à la norme ASTM E 28.

**[0039]** Le choix de la résine hydrocarbonée est typiquement fait selon la nature du polymère thermoplastique dans la composition.

**[0040]** Selon les affinités physico-chimiques entre le polymère thermoplastique de la composition et le caractère plus ou moins aliphatique ou aromatique de la résine hydrocarbonée, il est bien connu que le mélange s'effectuera de sorte à obtenir un mélange homogène entre le polymère et la résine hydrocarbonée.

**[0041]** A titre d'exemples, lorsque le polymère thermoplastique est un polymère polaire, comme par exemple l'EVA

avec au moins 40% de groupements acétates de vinyles, la résine hydrocarbonée sera choisie de préférence parmi les résines aromatiques.

**[0042]** Lorsque le polymère thermoplastique est un polymère apolaire, comme par exemple le copolymère d'éthylène-octène (PEO) ou l'EVA avec au plus 28% de groupements acétates de vinyles, la résine hydrocarbonée sera choisie de préférence parmi les résines aliphatiques.

**[0043]** Le tableau 1 suivant résume les différentes caractéristiques de quelques résines hydrocarbonées commercialisées par la société EASTMAN.

**Tableau 1**

| Point de ramollissement (°C) | Résine hydrocarbonée aliphatique | Résine hydrocarbonée mixte aliphatique / aromatique | Résine hydrocarbonée aromatique |
|---|---|---|---|
| 155 | Plastolyn R1 140 | | Endex 155<br>Plastolyn 290 |
| 135/145 | Regalite R1125 | | Picco A140 |
| 110/125 | Piccotac 1100E<br>Piccotac 1105E | Regalite S7125 | Picoo A120<br>Kristalex F115<br>Kristalex F100<br>Picco A100 |
| 100 | Regalite R1100<br>Regalite R9100 | Regalite R7100 | Picco B100<br>Picco AR100 |
| 95 | Piccotac 1094E | Regalite S5100<br>Piccotac 6095E | |
| 70/90 | Regalite R1090<br>Regalite R1010 | | Kristalex F85 |

**[0044]** La composition selon l'invention peut comprendre au plus 10 parties en poids (pcr) de résine hydrocarbonée pour 100 parties en poids de polymère dans la composition, de préférence au plus 8 pcr de résine hydrocarbonée pour 100 pcr de polymère dans la composition, et de manière plus préférentielle au plus 5 pcr de résine hydrocarbonée pour 100 pcr de polymère dans la composition.

**[0045]** La limite supérieure de 10 pcr de résine hydrocarbonée permet de limiter avantageusement les perturbations de la réticulation quand la composition est réticulée, perturbations du type fluage à chaud non satisfaisant, et de garantir une bonne résistance aux huiles.

**[0046]** Par ailleurs, la composition selon l'invention peut comprendre au moins 1 pcr de résine hydrocarbonée pour 100 parties en poids de polymère, de préférence au moins 2 pcr de résine hydrocarbonée 100 parties en poids de polymère.

**[0047]** Dans un mode de réalisation particulier, la composition comprend en outre une charge ignifugeante.

**[0048]** La charge ignifugeante peut être un hydroxyde métallique, de préférence le dihydroxyde de magnésium (MDH) ou le trihydroxyde d'aluminium (ATH).

**[0049]** Elle peut également être un set de bore, tel que par exemple du borate de zinc.

**[0050]** Dans un mode de réalisation particulier, la composition comprend en outre une cire, de préférence la cire est un amide d'acide gras, afin de faciliter l'extrusion de la composition.

**[0051]** L'amide d'acide gras peut être par exemple choisi parmi les familles suivantes : acétamide, propionamide, n-butyramide, n-valeramide, n-caproamide, stearamide, erucamide, lauroylamide, miristique amide, arachidamide, behenamide, oleamide, ethylene-bis-stearamide, ethylene-bis-oleamide, et oleyl palmitamide, ou leur mélange.

**[0052]** Dans un mode de réalisation particulier, la composition comprend en outre au moins un agent protecteur choisi parmi les antioxydants, et les désactivateurs de métal, ou leur mélange, les désactivateurs de métal permettant de limiter la dégradation catalytique de la couche tubante par le métal du conducteur électrique lorsqu'elle entoure directement ledit conducteur électrique.

**[0053]** Les antioxydants peuvent être typiquement des thioesters ou des phénols encombrés, tandis que les désactivateurs de métal sont des composés phénoliques bien connus de l'homme du métier.

**[0054]** Un autre objet de l'invention concerne un procédé de fabrication d'un câble électrique tel que défini selon le premier objet de l'invention, le procédé comprenant les étapes consistant à :

- préparer une composition comprenant un polymère thermoplastique et une résine hydrocarbonée, et
- extruder de manière tubante ladite composition directement autour du conducteur électrique multibrins, pour obtenir une couche polymérique extrudée en forme de tube.

**[0055]** Un autre objet de l'invention concerne un procédé de fabrication d'un câble électrique tel que défini selon le second objet de l'invention, le procédé comprenant les étapes consistant à :

- préparer une composition comprenant un polymère thermoplastique et une résine hydrocarbonée, et
- extruder de manière tubante ladite composition autour de l'ensemble de conducteurs électriques isolés, pour obtenir une couche polymérique extrudée en forme de tube.

**[0056]** L'avantage des procédés de l'invention, par rapport à un procédé d'extrusion de type bourrant, est que la résine hydrocarbonée aide à diminuer la viscosité de la composition et à limiter de ce fait les pressions à l'intérieur de l'extrudeuse.

**[0057]** Ainsi, elle limite significativement le risque de déchirement de la couche extrudée à la sortie de l'extrudeuse lors de l'extrusion tubante et permet d'avoir un gain de vitesse en production par rapport à une extrusion bourrante.

**[0058]** L'extrusion tubante est bien connue de l'homme du métier. Elle consiste typiquement à utiliser une extrudeuse comprenant une tête d'extrusion droite ainsi qu'une filière avec poinçon. L'extrémité avant du poinçon à la sortie de l'extrudeuse se trouve sensiblement au même niveau que l'extrémité avant de la filière. La tête d'extrusion droite permet de laisser passer le flux de matière par la filière qui lui donne la forme de la section voulue grâce au poinçon, à savoir une forme tubulaire.

**[0059]** D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lumière des exemples qui vont suivre en référence à la figure unique annotée, lesdits exemples et figure étant donnés à titre illustratif et nullement limitatif.

**[0060]** La figure 1 représente une vue schématique en coupe d'un câble électrique conforme à la présente invention.

**[0061]** Le câble électrique 10 représenté sur la figure 1 comporte trois conducteurs électriques 1, une isolation électrique 2 autour de chaque conducteur électrique 1, et une gaine 3 extérieure de protection, électriquement isolante, ladite gaine 3 entourant l'ensemble des conducteurs électriques isolés.

**[0062]** La gaine 3 extérieure est obtenue à partir d'une composition extrudée de manière tubante conforme à la présente invention. Cette gaine 3 extérieure tubante ménage ainsi des espaces vides 4 entre elle et les conducteurs électriques isolés qu'elle entoure.

**[0063]** L'isolation électrique 2 de chaque conducteur électrique peuvent également être obtenue à partir d'une composition extrudée de manière tubante conforme à la présente invention.

**[0064]** Afin de montrer les avantages obtenus avec les compositions selon la présente invention, le fluage à chaud ainsi que certaines propriétés mécaniques des couches isolantes selon l'invention et l'art antérieur ont été étudiées.

**[0065]** La mesure du fluage à chaud d'un matériau sous contrainte mécanique est déterminée selon la norme NF EN 60811-2-1.

**[0066]** Ce test correspondant est communément désigné par l'anglicisme Hot Set Test et consiste à lester une extrémité d'une éprouvette de type haltère H2 avec une masse correspondant à l'application d'une contrainte équivalente à 0,2MPa, et à placer l'ensemble dans une étuve chauffée à 200+/-1 °C pendant une durée de 15 minutes.

**[0067]** Au terme de ce délai, on relève l'allongement maximale à chaud sous contrainte de l'éprouvette, exprimé en %.

**[0068]** La masse suspendue est alors retirée, et l'éprouvette est maintenue dans l'étuve pendant 5 nouvelles minutes.

**[0069]** L'allongement permanent restant, également appelé rémanence (ou élongation rémanente), est alors mesuré avant d'être exprimé en %.

**[0070]** On rappelle que plus un matériau est réticulé, plus les valeurs d'allongement maximal sous contrainte et de rémanence seront faibles.

**[0071]** On précise par ailleurs que dans le cas où une éprouvette viendrait à se rompre en cours d'essai, sous l'action conjuguée de la contrainte mécanique et de la température, le résultat au test serait alors logiquement considéré comme un échec.

**[0072]** Les propriétés mécaniques d'une couche réticulée, en particulier la contrainte à la rupture et l'allongement à la rupture, sont déterminées en découpant des éprouvettes de type haltère H2 selon la norme NF EN 60811-1-1.

**[0073]** Les éprouvettes ainsi préparées et dont l'épaisseur est mesurée avec précision, sont ensuite testées sur un banc de traction mécanique. La vitesse de traction est de 200 mm/mn.

**[0074]** La préparation des couches isolantes, et notamment leur mode de réticulation, sont donnés à titre d'exemple et ne sont nullement limitatif.

Extrusion tubante d'une composition à base de polyéthylène réticulé

**[0075]** Dans une première étape, on mélange en continue et en chauffant 95 parties en poids d'un polymère d'éthylène, 5 parties en poids d'un polymère de propylène, et 2,5 parties en poids d'un agent de réticulation silane du type alkoxysilane ou carboxysilane ensemble avec un peroxyde organique, à l'aide d'un mélangeur monovis Buss ou d'une extrudeuse bivis.

**[0076]** Le polymère de propylène permet avantageusement d'améliorer la résistance à la rupture et la tenue aux huiles de la composition, mais ce polymère n'est pas essentiel à la réalisation de la composition selon la présente invention.

**[0077]** La température du mélange de cette première étape est telle qu'elle permet typiquement de mettre en oeuvre le polymère tout en décomposant le peroxyde organique.

**[0078]** Le polymère d'éthylène est un homopolymère d'éthylène, référencé Exceed 3518CB et commercialisé par la société Exxon Mobil.

**[0079]** Le polymère de propylène est un copolymère de propylène, référencé Moplen RP315M et commercialisé par la société Basell.

**[0080]** L'agent de réticulation silane et le peroxyde organique sont le composé commercialisé par la société Evonik, sous la référence Silfin 13.

**[0081]** Cette première étape permet d'obtenir un polymère greffé silane, plus particulièrement un mélange de polymère dont le polyéthylène est greffé silane, le polymère greffé silane étant typiquement obtenu sous forme de granulés.

**[0082]** Dans une deuxième étape, on mélange en continue et en chauffant 100 parties en poids de polymère greffé silane aux différentes quantités de cire, d'agents protecteurs et de charges ignifugeantes détaillés dans le Tableau 2.

**[0083]** Les quantités mentionnées dans le tableau 2 sont exprimées en parties en poids pour 100 parties en poids de polymère greffé silane dans la composition.

**Tableau 2**

| | A | B |
|---|---|---|
| PE greffé silane | 100 | 100 |
| Résine hydrocarbonée | 0 | 3 |
| Cire et Agent protecteur | 6,5 | 6,5 |
| Charges ignifugeantes | 120 | 120 |

**[0084]** Le mélange est effectué à l'aide d'un autre mélangeur monovis Buss ou d'une autre extrudeuse bivis.

**[0085]** La résine hydrocarbonée, la cire, les agents protecteurs et les charges ignifugeantes sont ajoutés au polymère greffé silane à l'aide d'une trémie doseuse classique.

**[0086]** La résine hydrocarbonée est la résine commercialisée par la société Keyser & Mackay, sous la référence Piccotac 1105E (résine hydrocarbonée avec un point de ramollissement de 110/115°C) (CAS 152698-66-3).

**[0087]** La cire est un amide d'acide gras référencé Crodamide 203, commercialisé par la société Croda France.

**[0088]** L'agent protecteur est un mélange d'antioxydants (Irganox 1010 et/ou Irganox PS 802) et de désactivateurs de métal (Irganox 1024 et/ou Naugard XL1).

**[0089]** Les charges ignifugeantes sont un mélange d'hydroxydes métalliques et de borate de zinc.

**[0090]** La température du mélange de cette deuxième étape est telle qu'elle permet typiquement de mettre en oeuvre les granulés de polymère greffé silane tout en évitant la décomposition des charges ignifugeantes.

**[0091]** Le choix des polymères, de la résine hydrocarbonée, de la cire, des antioxydants, des désactivateurs de métal et de la charge ignifugeante sont uniquement donnés à titre d'exemple, et ne sont nullement limitatifs.

**[0092]** Cette deuxième étape permet d'obtenir un polymère greffé silane chargé, le polymère greffé silane chargé étant typiquement obtenu sous forme de granulés.

**[0093]** Dans une troisième étape, les granulés de polymère greffé silane chargé sont mis en oeuvre dans une extrudeuse monovis en présence d'un catalyseur de la réaction de condensation de groupements silanols, tel que par exemple le dibutyl dilaurate d'étain (DBTL) bien connu de l'homme du métier.

**[0094]** Le catalyseur est typiquement ajouté au polymère greffé silane chargé sous forme d'un mélange maître respectif à base d'une polyoléfine compatible avec ledit polymère greffé.

**[0095]** A titre d'exemple, le mélange maître contenant ledit catalyseur est ajouté en une quantité d'environ 2 % en poids au polymère greffé silane chargé.

**[0096]** Le mélange du polymère greffé silane chargé et du catalyseur de condensation des silanols est extrudé directement sur un fil de cuivre multibrins d'une section de 1 $mm^2$, l'extrusion s'effectuant de manière tubante, avec une épaisseur d'environ 2 mm, pour former une couche A obtenue à partir de la composition A, et une couche B obtenue à

partir de la composition B.

**[0097]** Toutefois, la couche A (ne contenant pas de résine hydrocarbonée) ne peut être extrudée de manière tubante puisqu'elle se déchire lors de l'extrusion. Ainsi, pour cet essai, l'extrusion est effectuée de manière compressive avec une épaisseur minimum de 2 mm, cette épaisseur étant hors parties comblant les interstices.

**[0098]** Dans une quatrième étape, les couches isolantes respectives A et B sont réticulées en présence d'eau pour obtenir un conducteur électrique isolé (respectivement, conducteurs A et B).

**[0099]** Le procédé décrit ci-avant est la réticulation silane connue de l'homme du métier, en particulier sous l'appellation réticulation « dans la piscine » ou réticulation « dans le sauna ».

**[0100]** Bien entendu, tout autre procédé bien connu de l'homme du métier peut être utilisé pour la réticulation du polymère de la composition selon la présente invention.

**[0101]** Notamment, la réticulation de la composition peut s'effectuer par voie photochimique telle que irradiation sous rayonnement béta, ou irradiation sous rayonnement ultraviolet en présence d'un photoamorceur ; ou par auto réticulation c'est-à-dire du fait de l'humidité et de la température ambiante.

**[0102]** La réticulation en bain de sel ou en tube vapeur en présence d'un peroxyde organique sont deux autres procédés pouvant être également envisagés.

**[0103]** Les résultats des propriétés mécaniques sont mentionnés dans le tableau 3 suivant.

**Tableau 3**

| | A | B |
|---|---|---|
| Extrusion tubante | Impossible | Oui |
| Extrusion compression | Oui | / |
| Pression (bars) | 210 | 195 |
| Contrainte à la rupture (MPa) | 19 | 22 |
| Allongement à la rupture (%) | 85 | 151 |

**[0104]** La pression mentionnée dans le tableau 3 correspond à pression mesurée en continue par un capteur de pression situé juste avant l'entrée de la tête d'extrusion de l'extrudeuse.

**[0105]** La composition selon la présente invention (B) permet ainsi d'être extrudée de manière tubante, c'est-à-dire en ayant un gain de matière par rapport à une extrusion dite en compression, et de présenter des propriétés mécaniques supérieures à celles d'une extrusion compression.

Extrusion tubante d'une composition à base d'EVA réticulé

**[0106]** Dans une première étape, on mélange en continue et en chauffant un 100 parties en poids d'un copolymère d'éthylène et d'acétate de vinyle comprenant 28% de groupements d'acétates de vinyles, et 2,5 parties en poids d'un agent de réticulation silane du type alkoxysilane ou carboxysilane ensemble avec un peroxyde organique, à l'aide d'un mélangeur monovis Buss ou d'une extrudeuse bivis.

**[0107]** Cette première étape se déroule dans les mêmes conditions que celles mentionnées dans la première étape pour l'extrusion tubante de la composition à base de PE réticulé.

**[0108]** Le copolymère d'éthylène et d'acétate de vinyle est un EVA référencé Escorene UL 328 et commercialisé par la société Exxon mobil.

**[0109]** L'agent de réticulation silane et le peroxyde organique sont un seul et même composé commercialisé par la société Evonik, sous la référence Silfin 59.

**[0110]** Dans une deuxième étape, on mélange en continue et en chauffant 100 parties en poids de polymère greffé silane (granulés) aux différentes quantités de cire, d'agents protecteurs et de charges ignifugeantes détaillés dans le tableau 4 (compositions C à E).

**[0111]** Les quantités mentionnées dans le tableau 4 sont exprimées en parties en poids pour 100 parties en poids de polymère greffé silane dans la composition.

**Tableau 4**

| | C | D | E |
|---|---|---|---|
| EVA greffé silane | 100 | 100 | 100 |
| Résine hydrocarbonée | 0 | 2 | 3 |

(suite)

| | C | D | E |
|---|---|---|---|
| Cire et Agent protecteur | 6 | 6 | 6 |
| Charge ignifugeante | 170 | 170 | 170 |

**[0112]** Le mélange est effectué à l'aide d'un autre mélangeur monovis Buss ou d'une autre extrudeuse bivis.

**[0113]** La résine hydrocarbonée, la cire, les agents protecteurs et les charges ignifugeantes sont ajoutés au polymère greffé silane à l'aide d'une trémie doseuse classique.

**[0114]** La résine hydrocarbonée est la résine commercialisée par la société Keyser et Mackay, sous la référence Piccotac 1105E (résine hydrocarbonée avec un point de ramollissement de 110/115°C) (CAS 152698-66-3).

**[0115]** La cire est un amide d'acide gras référencé Crodamide 203, commercialisé par la société Croda France.

**[0116]** L'agent protecteur est un mélange d'antioxydants (Irganox 1010 et/ou Irganox PS 802) et de désactivateurs de métal (Irganox 1024 et/ou Naugard XL1).

**[0117]** Les charges ignifugeantes sont un mélange d'hydroxydes métalliques et de borate de zinc.

**[0118]** Cette deuxième étape se déroule dans les mêmes conditions que celles mentionnées dans la deuxième étape pour l'extrusion tubante de la composition à base de PE réticulé.

**[0119]** Le choix des polymères, de la résine hydrocarbonée, de la cire, des antioxydants, des désactivateurs de métal et de la charge ignifugeante sont uniquement donnés à titre d'exemple, et ne sont nullement limitatifs.

**[0120]** Dans une troisième étape, les granulés de polymère greffé silane chargé sont mis en oeuvre selon les mêmes conditions que celles mentionnées dans la troisième étape pour l'extrusion tubante de la composition à base de PE réticulé.

**[0121]** Le mélange du polymère greffé silane chargé et du catalyseur de condensation des silanols est extrudé directement sur un fil de cuivre multibrins d'une section de 1 $mm^2$, l'extrusion s'effectuant d'une part de manière tubante, pour former les couches C1, D1 et E1 avec une épaisseur d'environ 2 mm, obtenues respectivement à partir des compositions C, D et E, et d'autre part de manière bourrante, pour former les couches C2, D2 et E2 avec une épaisseur minimum d'environ 2 mm, obtenues respectivement à partir des compositions C, D et E.

**[0122]** Dans une quatrième étape, les couches isolantes respectives C à E sont réticulées en présence d'eau pour obtenir un conducteur électrique isolé (respectivement, conducteurs C à E).

**[0123]** Les résultats des propriétés mécaniques sont mentionnés dans le tableau 5 suivant.

**Tableau 5**

| | C1 | D1 | E1 | C2 | D2 | E2 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Extrusion tubante | Oui | Oui | Oui | / | / | / |
| Extrusion compression | / | / | / | Oui | Oui | Oui |
| Pression (bars) | 158 | 141 | 140 | 242 | 214 | 212 |
| Fluage à chaud (à 250°C et à 0,2 MPa pendant 15min) | | | | | | |
| - Allongement maximale à chaud sous contrainte (%) | 30 | 25 | 35 | 50 | 55 | 65 |
| - Elongation rémanente (%) | -5 | -5 | 0 | 10 | 10 | 5 |
| Contrainte à la rupture (MPa) | 14,5 | 14,1 | 15,6 | 14 | 13,6 | 13,8 |
| Allongement à la rupture (%) | 196 | 176 | 192 | 199 | 216 | 221 |

**[0124]** La pression mentionnée dans le tableau 5 correspond à pression mesurée en continue par un capteur de pression situé juste avant l'entrée de la tête d'extrusion de l'extrudeuse.

**[0125]** La couche extrudée du conducteur C1 n'est pas extrudée de manière satisfaisante puisque l'épaisseur de ladite couche est inhomogène.

**[0126]** En outre, avec la même configuration de vis et les mêmes outils relatifs aux essais du tableau 5, le gain de vitesse entre l'extrusion tubante par rapport à l'extrusion bourrante est de 15 %, à savoir la vitesse maximale de l'extrusion tubante avant que la couche ne se déchire à la sortie de l'extrudeuse est de 34 m/mm (couche extrudée D1) contre 29m/mm (couche extrudée C1).

**[0127]** Les compositions selon la présente invention (D1 et E1) permettent ainsi d'être extrudée de manière tubante, c'est-à-dire en limitant la pression à l'intérieur de l'extrudeuse et donc en limitant l'ampérage du moteur de l'extrudeuse, et de présenter des propriétés mécaniques équivalentes (couche extrudée D1), voire supérieures (couche extrudée E1)

à celles d'une extrusion compression.

## Revendications

1. Câble électrique (10) **caractérisé en ce qu'**il comprend au moins un conducteur électrique multibrins (1), et une isolation électrique (2) en tant que couche polymérique extrudée en forme de tube d'une certaine épaisseur dont la surface interne et la surface externe sont respectivement deux cylindres sensiblement concentriques, entourant ledit conducteur électrique multibrins, ladite isolation électrique (2) étant obtenue à partir d'une composition comprenant un polymère thermoplastique et une résine hydrocarbonée, l'extrusion de la composition étant réalisée directement autour dudit conducteur électrique multibrins.

2. Câble électrique selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**il comprend en outre un ensemble d'au moins deux conducteurs électriques (1) isolés, et une gaine de protection (3) en tant que couche polymérique extrudée en forme de tube, entourant ledit ensemble, ladite gaine de protection (3) étant obtenue à partir d'une composition comprenant un polymère thermoplastique et une résine hydrocarbonée.

3. Câble électrique (10), **caractérisé en ce qu'**il comprend un ensemble d'au moins deux conducteurs électriques (1) isolés, et une gaine de protection (3) en tant que couche polymérique extrudée en forme de tube d'une certaine épaisseur dont la surface interne et la surface externe sont respectivement deux cylindres sensiblement concentriques, entourant ledit ensemble, ladite gaine de protection (3) étant obtenue à partir d'une composition comprenant un polymère thermoplastique et une résine hydrocarbonée.

4. Câble électrique (10) selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'extrusion de la composition est réalisée directement autour dudit ensemble de conducteurs électriques isolés.

5. Câble électrique (10) selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé en ce qu'**il comprend en outre au moins un conducteur électrique multibrins (1), et une isolation électrique (2) en tant que couche polymérique extrudée en forme de tube, entourant ledit conducteur électrique multibrins, l'isolation électrique (2) étant obtenue à partir d'une composition comprenant un polymère thermoplastique et une résine hydrocarbonée.

6. Câble électrique selon l'une quelconques des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le polymère thermoplastique est choisi parmi un homopolymère d'oléfines, et un copolymère d'oléfines, ou un de leurs mélanges.

7. Câble électrique selon l'une quelconques des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le polymère thermoplastique est choisi parmi un homopolymère d'éthylène, un copolymère d'éthylène-octène (PEO), un copolymère d'éthylène et d'acétate de vinyle (EVA), et un copolymère d'éthyle propylène diène monomère (EPDM), ou un de leurs mélanges.

8. Câble électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche tubante (2, 3) est réticulée.

9. Câble électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le polymère thermoplastique est greffé silane et que la composition comprend en outre un agent de réticulation.

10. Câble électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la résine hydrocarbonée a un point de ramollissement allant de 70°C à 160°C déterminé selon la méthode Ring et Ball conformément à la norme ASTM E 28.

11. Câble électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la résine hydrocarbonée comprend comme unité monomérique une chaine alkyle en C-5.

12. Câble électrique selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** la résine hydrocarbonée a un point de ramollissement allant de 75 à 115°C.

13. Câble électrique selon l'une quelconques des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la résine hydrocarbonée comprend comme unité monomérique une chaine alkyle en C-9.

14. Câble électrique selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** la résine hydrocarbonée a un point de ramollissement allant de 100 à 140°C.

15. Câble électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la composition comprend au plus 10 parties en poids de résine hydrocarbonée pour 100 parties en poids de polymère dans la composition.

16. Câble électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la composition comprend en outre une charge ignifugeante.

17. Câble électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la composition comprend en outre une cire.

18. Procédé de fabrication d'un câble électrique (10) tel que défini selon l'une quelconques des revendications 1, 2, 5 à 17, le procédé comprenant les étapes consistant à :

- préparer une composition comprenant un polymère thermoplastique et une résine hydrocarbonée, et
- extruder de manière tubante ladite composition directement autour du conducteur électrique multibrins, pour obtenir une couche polymérique (2) extrudée en forme de tube.

19. Procédé de fabrication d'un câble électrique (10) tel que défini selon l'une quelconque des revendications 3 à 17, le procédé comprenant les étapes consistant à :

- préparer une composition comprenant un polymère thermoplastique et une résine hydrocarbonée, et
- extruder de manière tubante ladite composition autour de l'ensemble de conducteurs électriques isolés, pour obtenir une couche polymérique (3) extrudée en forme de tube.

**Patentansprüche**

1. Stomkabel (10), **dadurch gekennzeichnet, dass** es mindestens einen elektrischen Vielfachlitzen-Leiter (1) und eine elektrische Isolierung (2) als in Form eines Rohrs mit einer bestimmten Dicke extrudierte Polymerschicht umfasst, deren innere Oberfläche und äußere Oberfläche jeweils zwei etwa konzentrische Zylinder sind, die den elektrischen Vielfachlitzen-Leiter umschließen, wobei die elektrische Isolierung (2) aus einer Zusammensetzung gewonnen wird, die ein thermoplastisches Polymer und ein Kohlenwasserstoffharz umfasst, wobei die Extrusion der Zusammensetzung direkt um den elektrischen Vielfachlitzen-Leiter erfolgt.

2. Stromkabel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** es ferner eine Gruppe aus mindestens zwei isolierten elektrischen Leitern (1) und eine Schutzhülle (3) als in Form eines Rohrs extrudierte Polymerschicht, die die Gruppe umschließt, umfasst, wobei die Schutzhülle (3) aus einer Zusammensetzung gewonnen wird, die ein thermoplastisches Polymer und ein Kohlenwasserstoffharz umfasst.

3. Stromkabel (10), **dadurch gekennzeichnet, dass** es eine Gruppe aus mindestens zwei isolierten elektrischen Leitern (1) und eine Schutzhülle (3) als in Form eines Rohrs mit einer bestimmten Dicke extrudierte Polymerschicht umfasst, deren innere Oberfläche und äußere Oberfläche jeweils zwei etwa konzentrische Zylinder sind, die die Gruppe umschließen, wobei die Schutzhülle (3) aus einer Zusammensetzung gewonnen wird, die ein thermoplastisches Polymer und ein Kohlenwasserstoffharz umfasst.

4. Stromkabel (10) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Extrusion der Zusammensetzung direkt um die Gruppe isolierter elektrischer Leiter durchgeführt wird.

5. Stromkabel (10) nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** es ferner mindestens einen elektrischen Vielfachlitzen-Leiter (1) und eine elektrische Isolierung (2) als in Form eines Rohrs extrudierte Polymerschicht, die den elektrischen Vielfachlitzen-Leiter umgibt, umfasst, wobei die elektrische Isolierung (2) aus einer Zusammensetzung gewonnen wird, die ein thermoplastisches Polymer und ein Kohlenwasserstoffharz umfasst.

6. Stromkabel nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das thermoplastische Polymer aus einem Olefin-Homopolymer und einem Olefin-Copolymer oder einem ihrer Gemische ausgewählt ist.

7. Stromkabel nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das thermoplastische Polymer aus einem Ethylen-Homopolymer, eine Etylen-Octen-Copolymer (PEO), eine Ethylen-Copolymer und Vinylacetat (EVA) und einem Ethylenpropylendienmonomer (EPDM) oder einem ihrer Gemische ausgewählt ist.

8. Stromkabel nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohrschicht (2, 3) vernetzt ist.

9. Stromkabel nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das thermoplastische Polymer silangepfropft ist und dass die Zusammensetzung ferner ein Vernetzungsmittel umfasst.

10. Stromkabel nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kohlenstoffharz einen Erweichungspunkt von 70 °C bis 160 °C hat, der gemäß der Ring & Ball-Methode in Übereinstimmung mit der Norm ASTM E 28 bestimmt wird.

11. Stromkabel nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kohlenstoffharz als Monomereinheit eine $C_5$-Alkylkette umfasst.

12. Stromkabel nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kohlenstoffharz einen Erweichungspunkt von 75 bis 115 °C hat.

13. Stromkabel nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kohlenstoffharz als Monomereinheit eine $C_9$-Alkylkette umfasst.

14. Stromkabel nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kohlenstoffharz einen Erweichungspunkt von 100 bis 140 °C hat.

15. Stromkabel nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zusammensetzung höchsten 10 Gewichtsanteile Kohlenstoffharz für 100 Gewichtsanteile Polymer in der Zusammensetzung umfasst.

16. Stromkabel nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zusammensetzung ferner ein feuerhemmendes Füllmaterial umfasst.

17. Stromkabel nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zusammensetzung ferner ein Wachs umfasst.

18. Herstellungsverfahren eines Stromkabels (10) nach einem der Ansprüche 1, 2, 5 bis 17, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

    - Vorbereiten einer Zusammensetzung, die ein thermoplastisches Polymer und ein Kohlenstoffharz umfasst, und
    - rohrförmiges Extrudieren der Zusammensetzung direkt um den elektrischen Vielfachlitzen-Leiter, um eine rohrförmig extrudierte Polymerschicht (2) zu erhalten.

19. Herstellungsverfahren eines Stromkabels (10) nach einem der Ansprüche 3 bis 17, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

    - Vorbereiten einer Zusammensetzung, die ein thermoplastisches Polymer und ein Kohlenstoffharz umfasst, und
    - rohrförmiges Extrudieren der Zusammensetzung um die Gruppe isolierter elektrischer Leiter, um eine rohrförmig extrudierte Polymerschicht (3) zu erhalten.

**Claims**

1. An electric cable (10) **characterized in that** it comprises at least one multistrand electric conductor (1), and an electric insulation (2) as a tube-shaped extruded polymeric layer with a certain thickness, the internal surface and the external surface of which are two substantially concentric cylinders respectively, surrounding said multistrand electric conductor, said electric insulation (2) being obtained from a composition comprising a thermoplastic polymer and a hydrocarbon resin, the extrusion of the composition being directly produced around said multistrand electric conductor.

2. The electric cable according to claim 1, **characterized in that** it further comprises a set of at least two insulated electric conductors (1), and a protective sheath (3) as a tube-shaped extruded polymeric layer, surrounding said set, said protective sheath (3) being obtained from a composition comprising a thermoplastic polymer and a hydrocarbon resin.

3. An electric cable (10), **characterized in that** it comprises a set of at least two insulated electric conductors (1), and a protective sheath (3) as a tube-shaped extruded polymeric layer, with a certain thickness, the internal surface and the external surface of which are two substantially concentric cylinders respectively, surrounding said set, said protective sheath (3) being obtained from a composition comprising a thermoplastic polymer and a hydrocarbon resin.

4. The electric cable (10) according to claim 3, characterizing that the extrusion of the composition is directly achieved around said set of insulated electric conductors.

5. The electric cable (10) according to claim 3 or 4, **characterized in that** it further comprises at least one multistrand electric conductor (1), and an electric insulation (2) as a tube-shaped extruded polymeric layer, surrounding said multistrand electric conductor, the electric insulation (2) being obtained from a composition comprising a thermoplastic polymer and a hydrocarbon resin.

6. The electric cable according to any of the preceding claims, **characterized in that** the thermoplastic polymer is selected from a homopolymer of olefins, and a copolymer of olefins, or one of their mixtures.

7. The electric cable according to any of the preceding claims, **characterized in that** the thermoplastic polymer is selected from a homopolymer of ethylene, a copolymer of ethylene-octene (EOP), a copolymer of ethylene and vinyl acetate (EVA), and a copolymer of ethyl propylene diene monomer (EPDM), or one of their mixtures.

8. The electric cable according to any of the preceding claims, **characterized in that** the tubing layer (2, 2) is cross-linked.

9. The electric cable according to any of the preceding claims, **characterized in that** the thermoplastic polymer is grafted with a silane and the composition further comprises a cross-linking agent.

10. The electric cable according to any of the preceding claims, **characterized in that** the hydrocarbon resin has a softening point ranging from 70° to 160°C, as determined according to the ring & ball method in accordance with the ASTM E28 standard.

11. The electric cable according to any of the preceding claims, **characterized in that** the hydrocarbon resin comprises as a monomeric unit, a $C_5$ alkyl chain.

12. The electric cable according to claim 11, **characterized in that** the hydrocarbon resin has a softening point ranging from 75 to 115°C.

13. The electric cable according to any of the preceding claims, **characterized in that** the hydrocarbon resin comprises as a monomeric unit, a $C_9$ alkyl chain.

14. The electric cable according to claim 13, **characterized in that** the hydrocarbons resin has a softening point ranging from 100 to 140°C.

15. The electric cable according to any of the preceding claims, **characterized in that** the composition comprises at most 10 parts by weight of hydrocarbon resin for 100 parts by weight of polymer in the composition.

16. The electric cable according to any of the preceding claims, **characterized in that** the composition further comprises a flame-retardant filler.

17. The electric cable according to any of the preceding claims, **characterized in that** the composition further comprises a wax.

18. A method for manufacturing an electric cable (10) as defined according to any of claims 1, 2, 5 to 17, the method comprising the steps of:

- preparing a composition comprising a thermoplastic polymer and a hydrocarbon resin, and
- extruding in a tubing way said composition directly around the multistrand electric conductor, a order to obtain a tube-shaped extruded polymeric layer (2).

**19.** The method for manufacturing an electric cable (10) as defined according to any of claims 3 to 17, the method comprising the steps of:

- preparing a composition comprising a thermoplastic polymer and a hydrocarbon resin, and
- extruding in a tubing way said composition around the set of insulated electric conductors, in order to obtain a tube-shaped extruded polymeric layer (3).

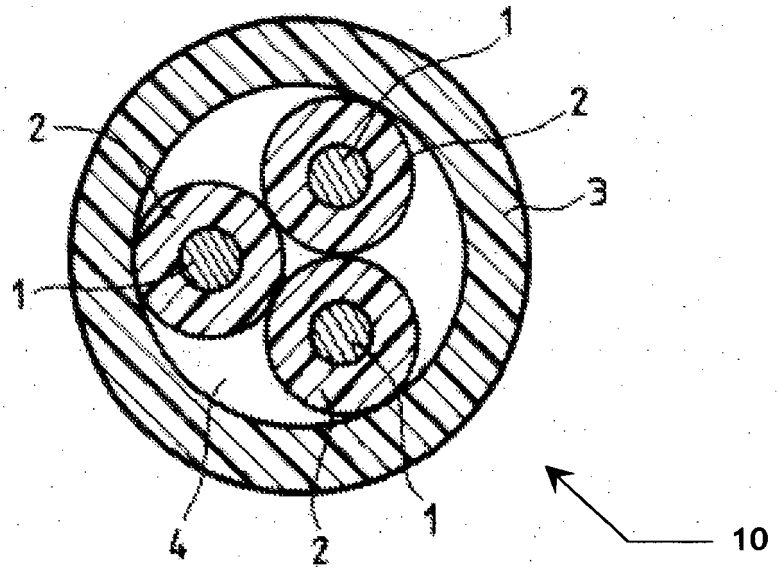



FIG. 1