



(11) **EP 2 148 335 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

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

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

(21) Numéro de dépôt: **09162135.9**

(22) Date de dépôt: **08.06.2009**

(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**

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

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

(74) Mandataire: **Peguet, Wilfried et al**
Freay Lenne Conseil
39-41, avenue Aristide Briand
92163 Antony Cedex (FR)

(71) Demandeur: **Nexans**
75008 Paris (FR)

(54) **Couche tubante électriquement isolante pour câble électrique**

(57) La présente invention concerne un câble électrique (10) comprenant un ou plusieurs conducteurs électriques (1), et une couche tubante (2, 3) polymérique en-

tourant le ou les conducteurs électriques, ladite couche tubante (2, 3) étant obtenue à partir d'une composition comprenant un polymère thermoplastique et une résine hydrocarbonée.

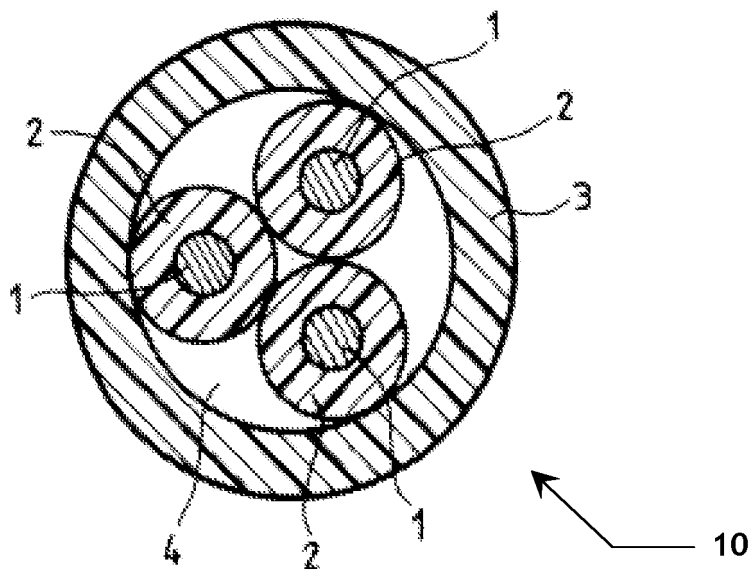


FIG.1

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 solution selon la présente invention est de proposer un câble électrique comprenant un ou plusieurs conducteurs électriques, et une couche tubante (ou tubulaire) polymérique entourant le ou les conducteurs électriques, ladite couche tubante étant obtenue à partir d'une composition comprenant un polymère thermoplastique et une résine hydrocarbonée.

[0009] 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.

[0010] 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.

[0011] 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.

[0012] 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.

[0013] Le conducteur électrique peut être un conducteur massif ou multibrins.

[0014] Plus particulièrement, lorsque le conducteur est massif, ladite isolation électrique est directement en contact avec ledit conducteur électrique.

[0015] 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.

[0016] 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.

[0017] Dans certains modes de réalisation, la gaine électrique laisse les conducteurs électriques isolés libre à l'intérieur de ladite couche.

[0018] Selon une troisième variante conforme à l'invention, la première et la deuxième variante peuvent être combinées.

[0019] 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.

[0020] Selon l'invention, la nature du polymère thermoplastique de la composition selon la présente invention n'est nullement limitative.

[0021] 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.

[0022] Le polymère thermoplastique est de préférence un polymère d'oléfine, choisi parmi un homopolymère d'oléfines, et un copolymère d'oléfines, ou leur mélange.

[0023] 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.

[0024] 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.

[0025] 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.

[0026] Dans un mode de réalisation avantageux, la couche tubante du câble électrique selon la présente invention est réticulée.

[0027] 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 réticulée.

[0028] Dans le cas de la réticulation silane, la composition comprend en outre un agent de réticulation, tel que par exemple un peroxyde organique.

[0029] 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.

[0030] On connaît plus généralement ce type de résines sous le nom de « résines tackifiantes ».

[0031] 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.

[0032] Selon une première variante, la résine hydrocarbonée comprend comme unité monomérique (ou motif élémentaire) une chaîne 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.

[0033] Selon une seconde variante, la résine hydrocarbonée comprend comme unité monomérique (ou motif élémentaire) une chaîne 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.

[0034] Le point de ramollissement de la résine hydrocarbonée est déterminé selon la méthode Ring & Ball conformément à la norme ASTM E 28.

[0035] Le choix de la résine hydrocarbonée est typiquement fait selon la nature du polymère thermoplastique dans la composition.

[0036] 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.

[0037] 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 vinyloxy, la résine hydrocarbonée sera choisie de préférence parmi les résines aromatiques.

[0038] 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 vinyloxy, la résine hydrocarbonée sera choisie de préférence parmi les résines aliphatiques.

[0039] 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 Plastolyn 290

EP 2 148 335 A1

(suite)

Point de ramollissement (°C)	Résine hydrocarbonée aliphatique	Résine hydrocarbonée mixte aliphatique / aromatique	Résine hydrocarbonée aromatique
135/145	Regalite R1125		Picco A140
110/125	Piccotac 1100E Piccotac 1105E	Regalite S7125	Picco A120 Kristalex F115 Kristalex F100 Picco A100
100	Regalite R1100 Regalite R9100	Regalite R7100	Picco B100 Picco AR100
95	Piccotac 1094E	Regalite S5100 Piccotac 6095E	
70/90	Regalite R1090 Regalite R1010		Kristalex F85

[0040] 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.

[0041] 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.

[0042] 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.

[0043] Dans un mode de réalisation particulier, la composition comprend en outre une charge ignifugeante.

[0044] La charge ignifugeante peut être un hydroxyde métallique, de préférence le dihydroxyde de magnésium (MDH) ou le trihydroxyde d'aluminium (ATH).

[0045] Elle peut également être un sel de bore, tel que par exemple du borate de zinc.

[0046] 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.

[0047] L'amide d'acide gras peut être par exemple choisi parmi les familles suivantes : acétamide, propionamide, n-butylamide, n-valéramide, n-caproamide, stéaramide, érucamide, lauroylamide, miristique amide, arachidamide, behénamide, oleamide, éthylène-bis-stéaramide, éthylène-bis-oleamide, et oleyl palmitamide, ou leur mélange.

[0048] 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.

[0049] 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.

[0050] Un autre objet concerne un procédé de fabrication d'un câble électrique de l'invention 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 un ou de plusieurs conducteurs électriques pour obtenir une couche tubante polymérique.

[0051] L'avantage d'un tel procédé, 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. 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.

[0052] 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.

[0053] 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.

[0054] La figure 1 représente une vue schématique en coupe d'un câble électrique conforme à la présente invention.

[0055] 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.

[0056] 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.

[0057] 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.

[0058] 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.

[0059] La mesure du fluage à chaud d'un matériau sous contrainte mécanique est déterminée selon la norme NF EN 60811-2-1.

[0060] 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.

[0061] Au terme de ce délai, on relève l'allongement maximale à chaud sous contrainte de l'éprouvette, exprimé en %.

[0062] La masse suspendue est alors retirée, et l'éprouvette est maintenue dans l'étuve pendant 5 nouvelles minutes.

[0063] L'allongement permanent restant, également appelé rémanence (ou élongation rémanente), est alors mesuré avant d'être exprimé en %.

[0064] On rappelle que plus un matériau est réticulé, plus les valeurs d'allongement maximal sous contrainte et de rémanence seront faibles.

[0065] 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.

[0066] 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.

[0067] 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.

[0068] 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

[0069] 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 baxis.

[0070] 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.

[0071] 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.

[0072] Le polymère d'éthylène est un homopolymère d'éthylène, référencé Exceed 3518CB et commercialisé par la société Exxon Mobil.

[0073] Le polymère de propylène est un copolymère de propylène, référencé Moplen RP315M et commercialisé par la société Basell.

[0074] L'agent de réticulation silane et le peroxyde organique sont le composé commercialisé par la société Evonik, sous la référence Silfin 13.

[0075] 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.

[0076] 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.

EP 2 148 335 A1

[0077] 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

[0078] Le mélange est effectué à l'aide d'un autre mélangeur monovis Buss ou d'une autre extrudeuse bivis.

[0079] 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.

[0080] 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).

[0081] La cire est un amide d'acide gras référencé Crodamide 203, commercialisé par la société Croda France.

[0082] 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).

[0083] Les charges ignifugeantes sont un mélange d'hydroxydes métalliques et de borate de zinc.

[0084] 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.

[0085] 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.

[0086] Cette deuxième étape permet d'obtenir un polymère greffé silane chargé, le polymère greffé silane chargé étant typiquement obtenu sous forme de granulés.

[0087] 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.

[0088] 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.

[0089] 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.

[0090] 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 mm², 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.

[0091] 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.

[0092] 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).

[0093] 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 ».

[0094] 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.

[0095] Notamment, la réticulation de la composition peut s'effectuer par voie photochimique telle que irradiation sous rayonnement bêta, 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.

[0096] La réticulation en bain de sel ou en tube vapeur en présence d'un peroxyde organique sont deux autres procédés pouvant être également envisagés.

[0097] 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

[0098] 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.

[0099] 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

[0100] 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 alcoxysilane ou carboxysilane ensemble avec un peroxyde organique, à l'aide d'un mélangeur monovis Buss ou d'une extrudeuse bivis.

[0101] 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.

[0102] Le copolymère d'éthylène et d'acétate de vinyle est un EVA référencé Escorene UL 328 et commercialisé par la société Exxon mobil.

[0103] 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.

[0104] 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).

[0105] 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
Cire et Agent protecteur	6	6	6
Charge ignifugeante	170	170	170

[0106] Le mélange est effectué à l'aide d'un autre mélangeur monovis Buss ou d'une autre extrudeuse bivis.

[0107] 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.

[0108] 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).

[0109] La cire est un amide d'acide gras référencé Crodamide 203, commercialisé par la société Croda France.

[0110] 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).

[0111] Les charges ignifugeantes sont un mélange d'hydroxydes métalliques et de borate de zinc.

[0112] 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.

[0113] 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.

[0114] 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.

[0115] 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 mm², 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.

[0116] 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).

[0117] 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

[0118] 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.

[0119] La couche extrudée du conducteur C1 n'est pas extrudée de manière satisfaisante puisque l'épaisseur de ladite couche est inhomogène.

[0120] 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).

[0121] 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) comprenant un ou plusieurs conducteurs électriques (1), et une couche tubante (2, 3) polymérique entourant le ou les conducteurs électriques, ladite couche tubante (2, 3) étant obtenue à partir d'une composition comprenant un polymère thermoplastique et une résine hydrocarbonée.

2. Câble électrique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le polymère thermoplastique est choisi parmi un homopolymère d'oléfines, et un copolymère d'oléfines, ou un de leurs mélanges.

3. Câble électrique selon la revendication 1 ou 2, **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.

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

5. 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.

- 5 6. 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 & Ball conformément à la norme ASTM E 28.
7. Câble électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la résine hydrocarbonée comprend comme unité monomérique une chaîne alkyle en C-5.
- 10 8. Câble électrique selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** la résine hydrocarbonée a un point de ramollissement allant de 75 à 115°C.
- 15 9. Câble électrique selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la résine hydrocarbonée comprend comme unité monomérique une chaîne alkyle en C-9.
- 20 10. Câble électrique selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** la résine hydrocarbonée a un point de ramollissement allant de 100 à 140°C.
- 25 11. 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.
- 30 12. Câble électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la composition comprend en outre une charge ignifugeante.
- 35 13. Câble électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche tubante est une isolation électrique (2) entourant au moins un conducteur électrique.
- 40 14. Câble électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche tubante est une gaine de protection (3) entourant un ensemble d'au moins deux conducteurs électriques isolés.
- 45 15. Procédé de fabrication d'un câble électrique (10) tel que défini aux revendications 1 à 14, le procédé comprenant les étapes consistant à :
 - 50 - préparer une composition comprenant un polymère thermoplastique et une résine hydrocarbonée, et
 - 55 - extruder de manière tubante ladite composition autour de un ou de plusieurs conducteurs électriques (1) pour obtenir une couche tubante (2, 3) polymérique.

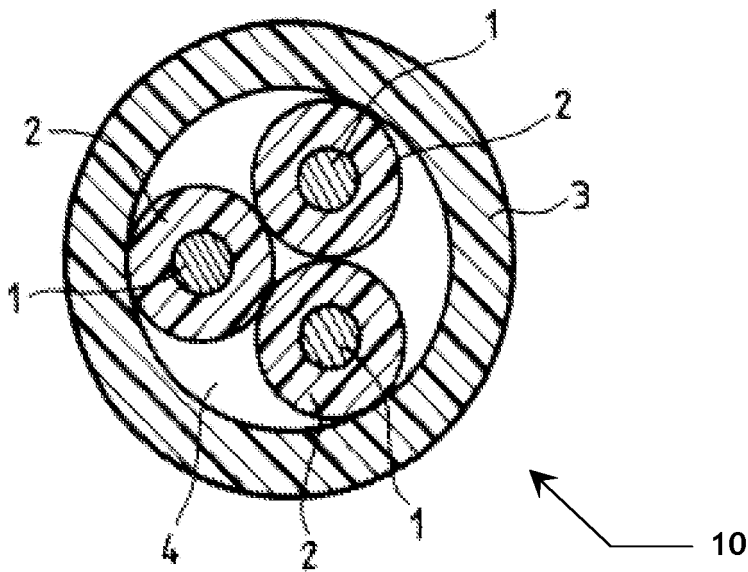


FIG.1



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 09 16 2135

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	EP 0 472 035 A (QUANTUM CHEM CORP [US]) 26 février 1992 (1992-02-26) * page 3, ligne 33-59 * * page 4, ligne 10,11,16,17,37-41,51-54 * * page 5, ligne 4-25 * * page 4, ligne 54 - page 5, ligne 1 * * page 5, ligne 9,10,29-35,47-56 * * page 6, ligne 3-9 * * page 10, ligne 6-14 * * page 18, ligne 55 - page 20, ligne 44; exemples XIII,XIV * -----	1-15	INV. H01B7/295 H01B13/14 H01B13/24 H01B3/44
X	JP 2003 115219 A (SUMITOMO CHEMICAL CO) 18 avril 2003 (2003-04-18) * alinéas [0006] - [0008], [0021], [0022], [0033]; revendication 1 * -----	1-15	
X	US 6 524 702 B1 (BETSO STEPHEN R [DE] ET AL) 25 février 2003 (2003-02-25) * figure 1 * * colonne 15, ligne 42-45 * -----	7-10,14	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
A	EP 1 605 474 A (NEXANS [FR]) 14 décembre 2005 (2005-12-14) * figure 1 * -----	13-14	H01B
X	EP 1 247 822 A (NEXANS [FR]) 9 octobre 2002 (2002-10-09) * alinéas [0007], [0008], [0026] - [0029], [0038] - [0043]; revendication 1 * -----	1-8,10, 12-15	
X	EP 1 502 923 A (NEXANS [FR]) 2 février 2005 (2005-02-02) * alinéas [0011], [0016], [0037], [0038], [0044] * ----- -/--	1-8,10, 12-15	
1 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 24 juillet 2009	Examineur Vanier, Cécile
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ----- & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 09 16 2135

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	EP 1 156 066 A (NEXANS [FR]) 21 novembre 2001 (2001-11-21) * alinéas [0009] - [0011], [0019], [0022], [0025] - [0027], [0031], [0056] * -----	1-8,10, 12-15	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 24 juillet 2009	Examineur Vanier, Cécile
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 09 16 2135

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

24-07-2009

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
EP 0472035	A	26-02-1992	CA	2048197 A1	04-02-1992
			JP	5112679 A	07-05-1993
			MX	9100495 A1	01-04-1992

JP 2003115219	A	18-04-2003	JP	4152614 B2	17-09-2008

US 6524702	B1	25-02-2003	AU	6400700 A	13-03-2001
			AU	6526000 A	13-03-2001
			CA	2381499 A1	22-02-2001
			CA	2381760 A1	22-02-2001
			EP	1210716 A1	05-06-2002
			EP	1228515 A1	07-08-2002
			JP	2003507848 T	25-02-2003
			JP	2003507849 T	25-02-2003
			WO	0113380 A1	22-02-2001
			WO	0113381 A1	22-02-2001

EP 1605474	A	14-12-2005	CA	2508499 A1	04-12-2005
			FR	2871285 A1	09-12-2005
			US	2005274539 A1	15-12-2005

EP 1247822	A	09-10-2002	AT	376009 T	15-11-2007
			CA	2378684 A1	27-09-2002
			DE	60222959 T2	17-07-2008
			DK	1247822 T3	18-02-2008
			ES	2295299 T3	16-04-2008
			FR	2822833 A1	04-10-2002
			US	2002143114 A1	03-10-2002

EP 1502923	A	02-02-2005	FR	2858262 A1	04-02-2005

EP 1156066	A	21-11-2001	CA	2346225 A1	05-11-2001
			FR	2808527 A1	09-11-2001
			US	2002022697 A1	21-02-2002

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82