



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
12.09.2012 Bulletin 2012/37

(51) Int Cl.:
H01B 7/29 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **12158597.0**

(22) Date de dépôt: **08.03.2012**

(84) Etats contractants désignés:
**AL 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 RS SE SI SK SM TR**
Etats d'extension désignés:
BA ME

- **Dardel, Boris**
2035 Corcelles (CH)
- **Delaunois, Guy**
7370 Dour (BE)
- **Delcourt, Tim**
69003 Lyon (FR)

(30) Priorité: **08.03.2011 FR 1151869**

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

(72) Inventeurs:
• **Allais, Arnaud**
69400 Limas (FR)

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

(54) **Câble électrique à moyenne ou haute tension**

(57) La présente invention concerne un câble (1) comprenant un élément conducteur allongé (2) entouré par au moins une couche polymérique (3, 4, 5), caractérisé en ce que ladite couche polymérique (3, 4, 5) est une

couche non réticulée obtenue à partir d'une composition comprenant au moins un polymère thermoplastique de type polyoléfine ayant une viscosité capillaire (η) d'au plus 11000 Pa.s à 170°C, et d'au moins 5000 Pa.s à 230°C, avec un cisaillement de 0,1 s⁻¹.

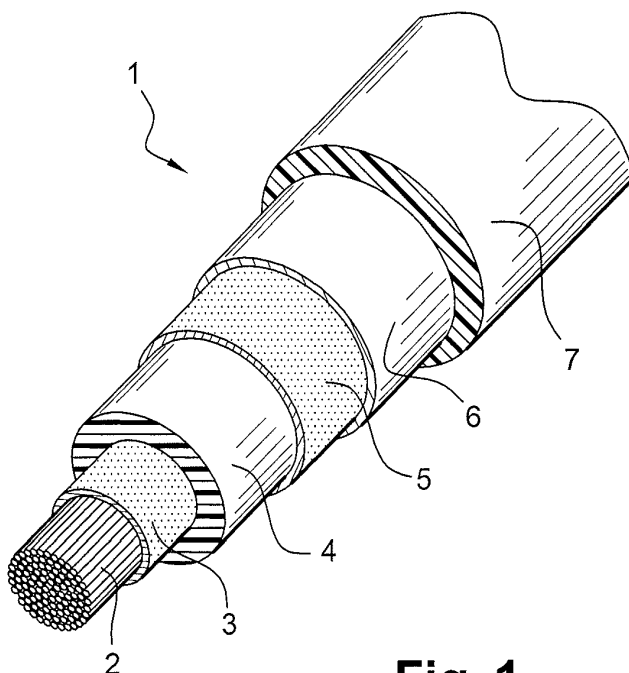


Fig. 1

Description

[0001] La présente invention se rapporte à un câble comprenant un élément conducteur allongé entouré par au moins une couche polymérique.

[0002] Elle s'applique typiquement, mais non exclusivement, aux domaines des câbles d'énergie à moyenne tension (notamment de 6 à 45-60 kV) ou à haute tension (notamment supérieur à 60 kV, et pouvant aller jusqu'à 800 kV), qu'ils soient à courant continu ou alternatif.

[0003] Les câbles d'énergie à moyenne ou haute tension comprennent au moins typiquement un conducteur électrique central et, successivement et coaxialement autour de ce conducteur électrique, une couche interne semi-conductrice, une couche intermédiaire électriquement isolante, une couche externe semi-conductrice.

[0004] En configuration opérationnelle, les câbles d'énergie ont une température normale de fonctionnement liée à la température maximum atteinte par l'échauffement du conducteur électrique qui les compose. Selon la norme IEC 60840 de 2004, Tableau 1 de la page 62, les températures maximales du conducteur électrique peuvent aller de 70°C à 90°C. A 70°C, les isolants préconisés sont des isolants non réticulés du type polyéthylène thermoplastique de basse densité. A 80°C, les isolants préconisés sont des isolants non réticulés du type polyéthylène thermoplastique de haute densité. Enfin, à 90°C, les isolants préconisés sont des isolants du type polyéthylène réticulé, ou élastomère d'éthylène et de propylène.

[0005] Un isolant utilisé de façon inadéquate, comme par exemple un polyéthylène thermoplastique basse ou haute densité utilisée comme couche isolante dans des câbles dont les températures maximales sont de 90°C, induirait des problèmes de déformation mécanique de la matière de l'isolant et donc des risques de claquage électrique du câble en question.

[0006] A ce jour, aucun isolant de type polyoléfine existant ne permet d'avoir une tenue à 90°C en configuration opérationnelle, tout en étant facile à mettre en oeuvre et recyclable.

[0007] Le but de la présente invention est de pallier les inconvénients des techniques de l'art antérieur en proposant une couche polymérique pour câble garantissant de bonnes propriétés mécaniques à haute température (e.g. au moins 90°C) tout en étant facile à mettre en oeuvre.

[0008] La présente invention a pour objet un câble comprenant un élément conducteur allongé entouré par au moins une couche polymérique, caractérisé en ce que ladite couche polymérique est une couche non réticulée obtenue à partir d'une composition comprenant au moins un polymère thermoplastique de type polyoléfine ayant une viscosité capillaire (η) :

- d'au plus 11000 Pa.s à 170°C et
- d'au moins 5000 Pa.s à 230°C,

avec un cisaillement de 0,1 s⁻¹.

[0009] De préférence, la viscosité capillaire (η) peut être :

- d'au plus 10800 Pa.s à 170°C et
- d'au moins 5300 Pa.s à 230°C,

avec un cisaillement de 0,1 s⁻¹.

[0010] De façon particulièrement préférée, la viscosité capillaire (η) peut être :

- d'au plus 10300 Pa.s à 170°C, et
- d'au moins 5700 Pa.s à 230°C,

avec un cisaillement de 0,1 s⁻¹.

[0011] Selon un mode de réalisation particulier, la viscosité capillaire peut en outre être d'au plus 0,80 Pa.s à 170°C et à 230°C, avec un cisaillement de 10⁶ s⁻¹, et on préférera une viscosité capillaire:

- d'au plus 0,60 à 170°C et
- d'au moins 0,50 à 230°C,

avec un cisaillement de 10⁶ s⁻¹.

[0012] Selon un autre mode de réalisation particulier, la viscosité capillaire peut en outre être :

- d'au plus 280 Pa.s à 170°C, et
- d'au moins 210 Pa.s à 230°C,

avec un cisaillement de 10^3 s^{-1} .

[0013] De préférence, la viscosité capillaire peut être :

- d'au plus 260 Pa.s à 170°C, et
- d'au moins 220 Pa.s à 230°C,

avec un cisaillement de 10^3 s^{-1} .

[0014] Le demandeur a découvert de façon surprenante que le polymère thermoplastique de type polyoléfine de l'invention, utilisé en tant que couche non réticulée pour câble, permettait avantageusement de satisfaire les conditions du test de pression à chaud à 130°C, selon la norme CEI 60811-3-1 paragraphe 8.

[0015] La couche polymérique de l'invention présente ainsi l'avantage de garantir de bonnes propriétés mécaniques à haute température, notamment à des températures de 90°C ou plus. Elle peut donc s'appliquer à des câbles d'énergie qui ont une température de fonctionnement de 90°C, en configuration opérationnelle.

[0016] En outre, la couche polymérique de l'invention est facile à mettre en oeuvre, notamment par des techniques classiques d'extrusion bien connues de l'homme du métier.

[0017] La couche polymérique de l'invention est une couche thermoplastique, ou en d'autres termes une couche dite « non réticulée » : elle est donc facilement recyclable en fin de vie.

[0018] Dans le cadre de l'invention, les mesures de viscosité capillaire (η), correspondant à la résistance à l'écoulement, sont réalisées conformément à la norme ISO 11443:2005 ou ASTM D3835-08.

[0019] Pour les applications dans le domaine de la câblerie, où le cisaillement se situe généralement entre 0,1 et 10^6 s^{-1} dans les outillages, la viscosité capillaire est classiquement déterminée à l'aide d'un rhéomètre capillaire.

[0020] La polyoléfine thermoplastique de l'invention peut être un homopolymère d'oléfine ou un copolymère d'oléfine. On utilisera de préférence un polyéthylène en tant que polyoléfine.

[0021] A titre d'exemple de polyéthylène, on peut citer le polyéthylène linéaire basse densité (LLDPE), le polyéthylène basse densité (LDPE), le polyéthylène moyenne densité (MDPE), le polyéthylène haute densité (HDPE), les copolymères d'éthylène et d'acétate de vinyle (EVA), les copolymères d'éthylène et d'acrylate de butyle (EBA), d'acrylate de méthyle (EMA), de 2-hexyléthylacrylate (2HEA), les copolymères d'éthylène et d'alpha-oléfines tels que par exemple les polyéthylène-octène (PEO), ou les terpolymères d'éthylène propylène diène (EPDM), et un de leurs mélanges.

[0022] On préférera utiliser un homopolymère d'éthylène, et notamment un homopolymère d'éthylène haute densité, qui est de préférence branché.

[0023] Selon une première caractéristique, la densité du polymère thermoplastique est d'au moins 941 kg/m^3 à 23°C, et de préférence d'au moins 950 kg/m^3 à 23°C (selon la norme ISO 1183/A). On parle classiquement de polymère à haute densité.

[0024] Selon une seconde caractéristique, la température de fusion du polymère thermoplastique peut être d'au moins 130°C, et de préférence d'au moins 134°C. La température de fusion dudit polymère peut être typiquement déterminée par calorimétrie différentielle à balayage (DSC) selon la norme ISO 11357-3, avec une rampe de température de 10°C/min sous atmosphère inerte. Notamment, cette température de fusion du polymère thermoplastique peut être obtenue en faisant subir un premier cycle de chauffage audit polymère thermoplastique afin « d'effacer » son éventuel historique thermique, puis un second cycle de chauffage, identique au premier cycle, afin d'obtenir une température de fusion qui ne soit pas influencée par ledit éventuel historique thermique dudit polymère.

[0025] Selon une troisième caractéristique, le rapport de la masse moléculaire en poids (M_w) du polymère thermoplastique sur la masse moléculaire en nombre (M_n) du polymère thermoplastique peut aller de 3 à 30, et de préférence de 5 à 7.

[0026] Selon une quatrième caractéristique, la masse moléculaire en poids (M_w) peut aller de 142000 à 152000 daltons (Da).

[0027] Selon une cinquième caractéristique, la masse moléculaire en nombre (M_n) peut aller de 24800 à 26700 daltons (Da).

[0028] Selon une sixième caractéristique, l'indice de fluidité à chaud (MFI) du polymère thermoplastique peut aller de 0,1 à 2,0 g/10min (190°C / 2,16kg selon la norme ISO 1133), et de préférence de 0,7 et 1,1 g/10min (190°C / 2,16kg selon la norme ISO 1133).

[0029] Selon une septième caractéristique, le polymère thermoplastique est une polyoléfine monomodale. Une polyoléfine monomodale est une polyoléfine dont la distribution de son poids moléculaire est monomodale, c'est-à-dire que ladite polyoléfine ne comprend qu'un seul type de fraction de polyoléfine.

[0030] Chacune des sept caractéristiques mentionnées ci-avant, prises seules ou en association, peut être combinée à la caractéristique de viscosité capillaire propre au polymère thermoplastique de l'invention.

[0031] Plus particulièrement, la caractéristique de viscosité capillaire propre au polymère thermoplastique de l'invention peut être combinée à au moins une desdites sept caractéristiques, de préférence à au moins deux desdites sept caractéristiques, de préférence à au moins trois desdites sept caractéristiques, de préférence à au moins quatre desdites

sept caractéristiques, de préférence à au moins cinq desdites sept caractéristiques, de préférence à au moins six desdites sept caractéristiques, et de façon particulièrement préférée auxdites sept caractéristiques.

[0032] La composition de l'invention est une composition thermoplastique, et peut comprendre plus de 50,0 parties en poids de polymère thermoplastique pour 100 parties en poids de polymère(s) (i.e. matrice polymère) dans la composition, de préférence au moins 70 parties en poids de polymère thermoplastique pour 100 parties en poids de polymère(s) dans ladite composition, et de façon particulièrement préférée au moins 90 parties en poids de polymère thermoplastique pour 100 parties en poids de polymère(s) dans ladite composition.

[0033] De façon particulièrement avantageuse, la composition de l'invention comprend une matrice polymère qui n'est composé uniquement que du polymère thermoplastique de l'invention ou que d'un mélange de polymères thermoplastiques incluant le polymère thermoplastiques de l'invention.

[0034] De façon particulièrement préférée, tous les polymères utilisés dans la composition de l'invention sont un ou plusieurs polymères thermoplastiques de type polyoléfine tels que définis dans l'invention.

[0035] La composition selon l'invention peut comprendre en outre au moins un agent de protection tel qu'un antioxydant. Les antioxydants permettent de protéger la composition du stress thermique engendré lors des étapes de fabrication du câble ou de fonctionnement du câble.

[0036] Les antioxydants sont choisis de préférence parmi :

- les antioxydants phénoliques à encombrement stérique tels que le tetrakismethylene(3,5-di-*t*-butyl-4-hydroxy-hydrocinamate) methane, le octadecyl 3-(3,5-di-*t*-butyl-4-hydroxyphenyl)propionate, le 2,2'-thiodiethylene bis[3-(3,5-di-*t*-butyl-4-hydroxyphenyl) propionate], le 2,2'-Thiobis(6-*t*-butyl-4-methylphenol), le 2,2'-methylenebis(6-*t*-butyl-4-methylphenol), le 1,2-Bis(3,5-di-*t*-butyl-4-hydroxyhydrocinamoyl)hydrazine, le [2,2'-oxamido-bis(ethyl 3(3,5-di-*t*-butyl-4-hydroxyphenyl)propionate), et le 2,2'-oxamido-bis[ethyl 3-(*t*-butyl-4-hydroxyphenyl)propionate] ;
- les thioethers tels que le 4,6-bis(octylthiomethyl)-*o*-cresol, le Bis[2-methyl-4-(3-*n*-alkyl (C12 ou C14)thiopropionyloxy)-5-*t*-butylphenyl]sulfide et le Thiobis-[2-*t*-butyl-5-methyl-4,1-phenylene] bis [3-(dodecyltio)propionate] ;
- les antioxydants à base de soufre tels que le Dioctadecyl-3,3'-thiodipropionate ou le Didodecyl-3,3'-thiodipropionate ;
- les antioxydants à base de phosphore tels que les phosphites ou phosphonates comme par exemple le Tris(2,4-di-*t*-butyl-phenyl)phosphite ou le Bis(2,4-di-*t*-butylphenyl) pentaerythritol diphosphite ; et
- les antioxydants de type amine tels que le 2,2,4-trimethyl-1,2 dihydroquinoline polymérisé (TMQ), ce dernier type d'antioxydant étant particulièrement préféré dans la composition de l'invention.

[0037] Les TMQ peuvent avoir différents grades, à savoir :

- un grade dit « standard » avec un faible degré de polymérisation, c'est-à-dire avec un taux de monomère résiduel supérieur à 1% en poids et ayant une teneur en NaCl résiduelle pouvant aller de 100 ppm à plus de 800 ppm (parties par million massiques) ;
- un grade dit « à haut degré de polymérisation » avec un haut degré de polymérisation, c'est-à-dire avec un taux de monomère résiduel inférieur à 1% en poids et ayant une teneur en NaCl résiduelle pouvant aller de 100 ppm à plus de 800 ppm ;
- un grade dit « à faible teneur en sel résiduel » avec une teneur en NaCl résiduelle inférieure à 100 ppm.

[0038] Le type de stabilisant et son taux dans la composition de l'invention sont classiquement choisis en fonction de la température maximale subie par les polymères pendant la production du mélange et pendant la mise en oeuvre par extrusion sur le câble ainsi que selon la durée maximale d'exposition à cette température.

[0039] La composition peut typiquement comprendre de 0,1% à 2% en poids d'antioxydant(s). De préférence, elle peut comprendre au plus 0,7% en poids d'antioxydant(s) notamment lorsque l'antioxydant est le TMQ.

[0040] D'autres additifs et/ou d'autres charges bien connus de l'homme du métier peuvent également être ajoutés à la composition de l'invention tels que des retardateurs de grillage ; des agents favorisant la mise en oeuvre tels que des lubrifiants ou des cires ; des agents compatibilisant ; des agents de couplage ; des stabilisants UV ; des charges non-conductrices ; des charges électriquement conductrices ; des charges semi-conductrices ; et/ou des charges minérales sans halogènes destinées à améliorer le comportement au feu de la composition.

[0041] Afin de garantir un câble électrique dit « HFFR » pour l'anglicisme « *Halogen Free Flame Retardant* », le câble de l'invention ne comprend préférentiellement pas de composés halogénés. Ces composés halogénés peuvent être de toutes natures, tels que par exemple des polymères fluorés ou des polymères chlorés comme le polychlorure de vinyle (PVC), des plastifiants halogénés, des charges minérales halogénés, ...etc.

[0042] Le câble de l'invention peut être un câble d'énergie et/ou de télécommunication » tel qu'un câble électrique et/ou optique, destiné au transport d'énergie et/ou à la transmission de données.

[0043] Ainsi, l'élément conducteur allongé peut être un ou plusieurs conducteur(s) électrique(s) et/ou optique(s).

[0044] La couche polymérique peut être une couche en contact physique direct ou non avec le ou les conducteur(s)

électrique(s) et/ou optique(s). Elle peut être également une gaine de protection entourant un ou plusieurs conducteur(s) électrique(s) et/ou optique(s) électriquement isolé(s).

[0045] La couche polymérique de l'invention est de préférence une couche extrudée par des techniques bien connues de l'homme du métier.

[0046] Dans un mode de réalisation particulièrement préféré, le câble de l'invention est un câble électrique de type câble d'énergie. Dans ce cas, le câble de l'invention peut comprendre notamment une première couche semi-conductrice entourant l'élément conducteur allongé, une deuxième couche électriquement isolante, entourant la première couche, et une troisième couche semi-conductrice entourant la deuxième couche, une de ces trois couches étant la couche non réticulée de l'invention.

[0047] De préférence, la couche non réticulée de l'invention est la couche électriquement isolante (i.e. deuxième couche). Dans le cas de la couche électriquement isolante, la composition de l'invention peut ne pas comprendre de charge (électriquement) conductrice et/ou ne pas comprendre de charge semi-conductrice.

[0048] Plus particulièrement, au moins deux des trois couches du câble sont des couches non réticulées, et de préférence les trois couches du câble sont des couches non réticulées.

[0049] Lorsque la composition de l'invention est utilisée pour la fabrication des couches semi-conductrices (première couche et/ou troisième couche), la composition comprend en outre au moins une charge (électriquement) conductrice ou une charge semi-conductrice, en une quantité nécessaire et suffisante pour rendre la composition semi-conductrice.

[0050] On considère plus particulièrement qu'une couche est semi-conductrice lorsque sa conductivité électrique est d'au moins $0,001 \text{ S.m}^{-1}$ (siemens par mètre).

[0051] La composition utilisée pour obtenir une couche semi-conductrice peut comprendre de 4 à 40% en poids de charge (électriquement) conductrice, de préférence au moins 15% en poids de charge conductrice, et encore plus préférentiellement au moins 25% en poids de charge conductrice.

[0052] La charge conductrice peut être choisie avantageusement parmi les noirs de carbone, et les graphites, ou un de leurs mélanges.

[0053] Que ce soient la première couche semi-conductrice, la deuxième couche électriquement isolante et/ou la troisième couche semi-conductrice, au moins une de ces trois couches est une couche extrudée, de préférence deux de ces trois couches sont des couches extrudées, et encore plus préférentiellement ces trois couches sont des couches extrudées.

[0054] Dans un mode de réalisation particulier, généralement conforme au câble électrique de type câble d'énergie de l'invention, la première couche semi-conductrice, la deuxième couche électriquement isolante et la troisième couche semi-conductrice constituent une isolation tricouche. En d'autres termes, la deuxième couche électriquement isolante est directement en contact physique avec la première couche semi-conductrice, et la troisième couche semi-conductrice est directement en contact physique avec la deuxième couche électriquement isolante.

[0055] Le câble électrique de l'invention peut comprendre en outre un écran métallique entourant la troisième couche semi-conductrice.

[0056] Cet écran métallique peut être un écran dit « filaire », composé d'un ensemble de conducteurs en cuivre ou aluminium arrangé autour et le long de la troisième couche semi-conductrice, un écran dit « rubané » composé d'un ou de plusieurs rubans métalliques conducteurs posé(s) en hélice autour de la troisième couche semi-conductrice, ou d'un écran dit « étanche » de type tube métallique entourant la troisième couche semi-conductrice. Ce dernier type d'écran permet notamment de faire barrière à l'humidité ayant tendance à pénétrer le câble électrique en direction radiale.

[0057] Tous les types d'écran métalliques peuvent jouer le rôle de mise à la terre du câble électrique et peuvent ainsi transporter des courants de défaut, par exemple en cas de court-circuit dans le réseau concerné.

[0058] En outre, le câble électrique de l'invention peut comprendre une gaine extérieure de protection entourant la troisième couche semi-conductrice, ou bien entourant plus particulièrement ledit écran métallique lorsqu'il existe. Cette gaine extérieure de protection peut être réalisée classiquement à partir de matériaux thermoplastiques appropriées tels que des HDPE, des MDPE ou des LLDPE ; ou encore des matériaux retardant la propagation de la flamme ou résistant à la propagation de la flamme. Notamment, si ces derniers matériaux ne contiennent pas d'halogène, on parle de gainage de type HFFR (pour l'anglicisme « *Halogen Free Flame Retardant* »).

[0059] D'autres couches, telles que des couches gonflantes en présence d'humidité, peuvent être ajoutées entre la troisième couche semi-conductrice et l'écran métallique lorsqu'il existe, et/ou entre l'écran métallique et la gaine extérieure lorsqu'ils existent, ces couches permettant d'assurer l'étanchéité longitudinale du câble électrique à l'eau. Le conducteur électrique du câble de l'invention peut également comprendre des matières gonflantes en présence d'humidité pour obtenir une « âme étanche ».

[0060] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lumière de la description d'un exemple non limitatif d'un câble électrique selon l'invention fait en référence à la figure 1 représentant une vue schématique en perspective et en coupe d'un câble électrique selon un mode de réalisation préféré conforme à l'invention.

[0061] Pour des raisons de clarté, seuls les éléments essentiels pour la compréhension de l'invention ont été représentés de manière schématique, et ceci sans respect de l'échelle.

[0062] Le câble d'énergie 1 à moyenne ou haute tension, illustré dans la figure 1, comprend un élément conducteur 2 central allongé, notamment en cuivre ou en aluminium, et, successivement et coaxialement comprend autour de cet élément 2, une première couche 3 semi-conductrice dite « couche semi-conductrice interne », une deuxième couche 4 électriquement isolante, une troisième couche 5 semi-conductrice dite « couche semi-conductrice externe », un écran métallique 6 du type tube cylindrique, et une gaine extérieure de protection 7, les couches 3, 4 et 5 pouvant être obtenues à partir d'une composition selon l'invention.

[0063] Les couches 3, 4 et 5 sont des couches extrudées et non réticulées.

[0064] La présence de l'écran métallique 6 et de la gaine extérieure de protection 7 est préférentielle, mais non essentielle, cette structure de câble étant en tant que telle bien connue de l'homme du métier.

Exemple

[0065]

Tableau 1

Composition thermoplastique	C1
Eltex	99,7
Antioxydants	0,3

[0066] Les quantités des constituants de la composition C1 selon l'invention, détaillée dans le tableau 1, sont exprimées en pourcentage (%) en poids dans la composition de l'invention.

[0067] La composition C1 comprend uniquement :

- un polymère thermoplastique de type homopolymère d'éthylène, commercialisé par la société INEOS Polyolefins, sous la référence ELTEX® A4009MFN1325, et
- des antioxydants.

[0068] Ce polymère thermoplastique est caractérisé par les propriétés rassemblées dans les tableaux 2a et 2b suivants.

Tableau 2b

	Propriété : viscosité capillaire		
Température	Cisaillement de 0,1 s ⁻¹	Cisaillement de 10 ³ s ⁻¹	Cisaillement de 10 ⁶ s ⁻¹
170 °C	10223 Pa.s	254 Pa.s	0,57 Pa.s
230 °C	5732 Pa.s	228 Pa.s	0,53 Pa.s

[0069] La viscosité capillaire a été déterminée à l'aide d'un rhéomètre capillaire commercialisé par la société Porpoise Ltd. sous la référence P9-A, et conformément à la norme ISO 11443:2005 ou ASTM D3835-08.

[0070] Les mesures ont été effectuées à pression atmosphérique et les températures lors des mesures effectuées varient entre + 1,7°C et -0,2°C par rapport à la température de réglage.

Tableau 2b

Propriétés	Valeurs	Méthodes de détermination
Densité à 23°C	959 kg/m ³	ISO 1183/A
Mn	25779 Da	ISO 16014 par chromatographie d'exclusion stérique
Mw	146799 Da	ISO 16014 par chromatographie d'exclusion stérique
MFI (190°C/2,16 kg)	0,9 g/10min	ISO 1133
Température de fusion	136 °C	ISO 11357-3

Test de pression à chaud selon la norme CEI 60811-3-1 paragraphe 8.1

[0071] Afin de réaliser le test de pression à chaud, on réalise un câble d'énergie avec une isolation tricouche extrudée et non réticulée. Ce câble comprend un conducteur en aluminium entouré successivement et coaxialement par une première couche semi-conductrice, une deuxième couche électriquement isolante, et une troisième couche semi-conductrice.

[0072] Les premières et troisièmes couches sont des couches obtenues par des matériaux bien connus de l'homme du métier. La deuxième couche étant obtenue à partir de la composition thermoplastique C1.

[0073] On prélève sur le câble ainsi formé deux tronçons de 50 à 100 mm. De chaque tronçon, on retire mécaniquement la troisième couche semi-conductrice pour obtenir une éprouvette (i.e. câble d'énergie comprenant le conducteur en aluminium entouré uniquement par la première couche semi-conductrice et par la deuxième couche électriquement isolante).

[0074] Le dispositif d'empreinte utilisé pour le test consiste en une lame rectangulaire avec une arête de $0,70 \pm 0,01$ mm de largeur, qui peut être appuyée contre l'éprouvette.

[0075] Le test de pression est effectué à une température de 130°C (éprouvette et dispositif d'empreinte).

[0076] Les résultats du test de pression à chaud à 130°C, selon la norme CEI 60811-3-1 paragraphe 8, sont rassemblés dans le tableau 3 qui suit.

Tableau 3

Eprouvettes	C1-1	C1-2
Poids	875 g	875 g
Epaisseur	3,7 mm	3,7 mm
Diamètre extérieur	21,9 mm	21,9 mm
Déformation	10 %	9%

[0077] Dans le tableau 3, le « Poids » fait référence au poids du dispositif d'empreinte utilisé sur les éprouvettes pour effectuer l'essai de pression ; 1' « Epaisseur » est celle de la deuxième couche électriquement isolante conforme à l'invention ; et le « Diamètre extérieur » est celui de l'éprouvette.

[0078] Pour satisfaire aux conditions de la norme CEI 60811-3-1 paragraphe 8, la valeur de déformation à 130°C (ou valeur médiane des profondeurs d'empreintes mesurées) doit être au maximum de 50%, ce qui est effectivement le cas pour les éprouvettes C1-1 et C1-2.

Revendications

1. Câble (1) comprenant un élément conducteur allongé (2) entouré par au moins une couche polymérique (3, 4, 5), **caractérisé en ce que** ladite couche polymérique (3, 4, 5) est une couche non réticulée obtenue à partir d'une composition comprenant au moins un polymère thermoplastique de type polyoléfine ayant une viscosité capillaire (η) :

- d'au plus 11000 Pa.s à 170°C, et
- d'au moins 5000 Pa.s à 230°C,

avec un cisaillement de $0,1 \text{ s}^{-1}$.

2. Câble selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la viscosité capillaire peut en outre être d'au plus 0,80 Pa.s à 170°C et à 230°C, avec un cisaillement de 10^6 s^{-1} .

3. Câble selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la densité du polymère thermoplastique à 23°C est d'au moins 941 kg/m³.

4. Câble selon l'une quelconques des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la température de fusion du polymère thermoplastique est d'au moins 130°C.

5. Câble selon l'une quelconques des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le rapport de la masse

moléculaire en poids (Mw) du polymère thermoplastique sur la masse moléculaire en nombre (Mn) du polymère thermoplastique est compris entre 5 et 7.

- 5 6. Câble selon l'une quelconques des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'indice de fluidité à chaud (MFI) du polymère thermoplastique va de 0,1 et 2,0 g/10min.
7. Câble selon l'une quelconques des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le polymère thermoplastique est une polyoléfine monomodale.
- 10 8. Câble selon l'une quelconques des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le polymère thermoplastique est un polyéthylène
9. Câble selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le polymère thermoplastique est un homopolymère d'éthylène.
- 15 10. Câble selon l'une quelconques des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la composition comprend plus de 50,0 parties en poids de polymère thermoplastique pour 100 parties en poids de polymère dans la composition.
- 20 11. Câble selon l'une quelconques des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend une première couche (3) semi-conductrice entourant l'élément conducteur allongé (2), une deuxième couche (4) électriquement isolante, entourant la première couche (3), et une troisième couche (5) semi-conductrice entourant la deuxième couche (4), une de ces trois couches (3, 4, 5) étant ladite couche non réticulée.
- 25 12. Câble selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** la couche non réticulée est la couche (4) électriquement isolante.
13. Câble selon la revendication 11 ou 12, **caractérisé en ce que** les trois couches (3, 4, 5) du câble sont des couches non réticulées.

30

35

40

45

50

55

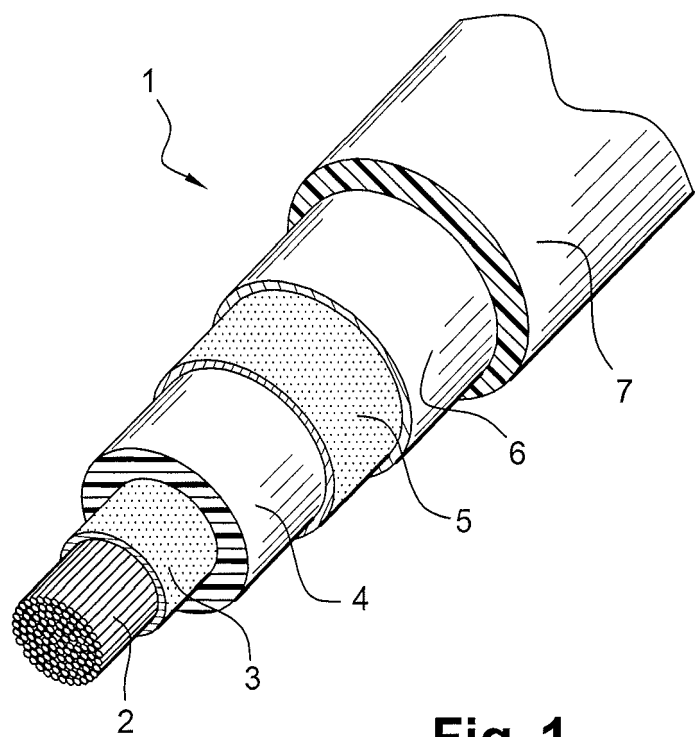


Fig. 1



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 12 15 8597

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	WO 2010/110559 A2 (SK ENERGY CO LTD [KR]; CHO KYUCHEOL [KR]; LEE MOONSEOK [KR]; KIM HONGD) 30 septembre 2010 (2010-09-30) * alinéas [0010] - [0021], [0035]; exemples 4,5 *	1-13	INV. H01B7/29
X	----- DATABASE WPI Week 201020 Thomson Scientific, London, GB; AN 2010-C57879 XP002658397, & JP 2010 055849 A (NIPPON POLYETHYLENE KK) 11 mars 2010 (2010-03-11) * abrégé; tableau 4 *	1-4,6, 8-10	
X	----- US 2003/008143 A1 (CASTELLANI LUCA [IT] ET AL) 9 janvier 2003 (2003-01-09) * alinéas [0005] - [0009], [0019] - [0022], [0030], [0045], [0047], [0076]; figure 1 *	1,2,4, 10-13	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			H01B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 14 mai 2012	Examineur Delaporte, P
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)

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

EP 12 15 8597

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.

14-05-2012

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2010110559 A2	30-09-2010	CN 102361926 A	22-02-2012
		EP 2417194 A2	15-02-2012
		KR 20100106871 A	04-10-2010
		US 2012012363 A1	19-01-2012
		WO 2010110559 A2	30-09-2010

JP 2010055849 A	11-03-2010	AUCUN	

US 2003008143 A1	09-01-2003	AUCUN	

EPO FORM P0460

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