

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2017/174941 A1

(43) Date de la publication internationale
12 octobre 2017 (12.10.2017) W I P O I P C T

- (51) Classification internationale des brevets :
C04B 28/00 (2006.01) H01B 7/00 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR20 17/050821
- (22) Date de dépôt international :
6 avril 2017 (06.04.2017)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
1653074 7 avril 2016 (07.04.2016) FR
- (71) Déposant : NEXANS [FR/FR]; 4, Allée de l'Arche, 92400 Courbevoie (FR).
- (72) Inventeurs : AUVRAY, Thierry; 18, rue Barrême, 69006 LYON (FR). GYPPAZ, Franck; 9, rue Montbrillant, 69007 LYON (FR). ALEXANDRE, Anne-Gaëlle; 103, allée Alfred de Vigny, 69290 CRAPONNE (FR).
- (74) Mandataire : GOULARD, Sophie; IPSILON, Le Centralis, 63 avenue du Général Leclerc, 92340 BOURG-LA-REINE (FR).

- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : DEVICE COMPRISING A CABLE OR CABLE ACCESSORY CONTAINING A FIRE-RESISTANT COMPOSITE LAYER

(54) Titre : DISPOSITIF COMPRENANT UN CÂBLE OU UN ACCESSOIRE POUR CÂBLE CONTENANT UNE COUCHE COMPOSITE RÉSISTANTE AU FEU

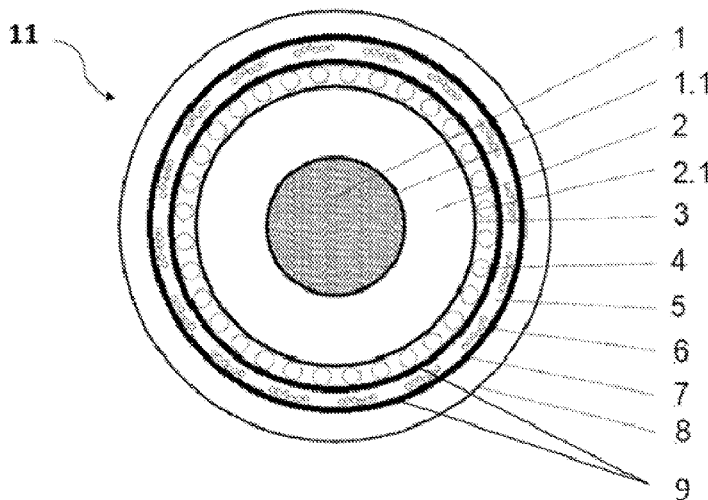


FIG.2

(57) Abstract : The invention relates to a device comprising a cable and/or a cable accessory, said cable and/or cable accessory comprising at least one composite layer obtained from a composite composition including at least one aluminosilicate geopolymer composition and at least one low-viscosity organic oligomer or polymer. The invention also relates to the production method thereof.

(57) Abrégé : La présente invention est relative à un dispositif comprenant un câble et/ou un accessoire pour câble, ledit câble et/ou ledit accessoire pour câble comportant au moins une couche composite obtenue à partir d'une composition composite à base d'au moins une composition géopolymère aluminosilicate et d'au moins un polymère ou oligomère organique de faible viscosité, ainsi qu'à son procédé de préparation.

WO 2017/174941 A1

DISPOSITIF COMPRENANT UN CÂBLE OU UN ACCESSOIRE POUR CÂBLE CONTENANT UNE COUCHE COMPOSITE RÉSISTANTE AU FEU

La présente invention est relative à un dispositif comprenant un câble et/ou un accessoire pour câble, ledit câble et/ou ledit accessoire pour câble
5 comportant au moins une couche composite obtenue à partir d'une composition composite à base d'au moins un géopolymère aluminosilicate et d'au moins un polymère ou oligomère organique de faible viscosité, ainsi qu'à un procédé de fabrication d'un tel dispositif.

Elle s'applique typiquement mais non exclusivement aux câbles
10 électriques et/ou optiques destinés au transport d'énergie et/ou à la transmission de données, en particulier aux câbles électriques et/ou optiques de sécurité résistants au feu, notamment sans halogène, susceptibles de fonctionner pendant un laps de temps donné dans des conditions d'incendie, sans être pour autant propagateur d'incendie ni générateur de fumées
15 importantes ; ainsi qu'à leurs accessoires tels que des jonctions et/ou terminaisons. Ces câbles de sécurité sont en particulier des câbles de transport d'énergie moyenne tension (notamment de 6 à 45-60 kV) ou des câbles de transmission basse fréquence, tels que des câbles de contrôle ou de signalisation.

20 Un câble d'énergie et/ou de télécommunication est un câble destiné au transport de l'énergie électrique et/ou à la transmission de données. Il comprend classiquement un ou plusieurs éléments conducteurs isolés, ou en d'autres termes un ou plusieurs conducteur(s) (électrique(s) et/ou optique(s)) allongé(s) entouré(s) par au moins une couche électriquement isolante. La
25 couche électriquement isolante peut être typiquement une couche polymère électriquement isolante en contact physique avec le ou les conducteur(s) électrique(s) et/ou optique(s). Ledit ou lesdits éléments conducteurs isolés sont entourés par une gaine extérieure de protection destinée à protéger
30 mécaniquement le ou les éléments conducteurs isolés. Dans certaines constructions de câbles, il n'y a qu'une seule couche qui assure les deux fonctions d'isolant électrique et de gaine de protection.

Les matériaux généralement utilisés pour former la couche électriquement isolante et/ou ladite gaine de protection sont des matériaux composites à base de polymères, par exemple de polymères siliconés, et de divers additifs, notamment des charges de renfort telles que de la silice, et des charges ignifugeantes (ou retardateurs de flamme) destinées à améliorer leur résistance au feu.

Malgré la présence de telles charges, la résistance au feu de ces couches isolantes ne donne pas toujours entièrement satisfaction.

Afin de rendre un ou plusieurs câbles résistants au feu, il a également déjà été proposé, notamment dans la demande de brevet EP-A1-2 760 030, de recouvrir lesdits câbles d'une couche électriquement isolante comprenant plusieurs bandes isolantes superposées comprenant du mica et des fibres de verre, et un liant polymère (e.g. polyorganosiloxane) au contact de chacune desdites bandes isolantes. Toutefois, le coût de production de ladite couche électriquement isolante est élevé (i.e. temps de préparation très long) et celle-ci présente un grand encombrement.

D'autres matériaux tels que la pierre, la brique, le ciment, le plomb, l'acier, le béton, la laine de roche, les céramiques, les géopolymères, etc.. ont des propriétés de résistance au feu.

En particulier, les géopolymères sont essentiellement des composés chimiques minéraux ou des mélanges de composés constitués de motifs de type silico-oxyde (-Si-O-Si-O), silico-aluminate (-Si-O-Al-O), ferro-silico-aluminate (-Fe-O-Si-O-Al-O), ou alumino-phosphate (-Al-O-P-O-), créés par un processus de géopolymérisation (i.e. polycondensation). Les géopolymères peuvent être utilisés seuls ou en mélange avec des polymères organiques, des fibres minérales, métalliques, ou organiques (e.g. fibres de verre, fibres céramiques, etc.), du carbone, du graphite, etc.. selon le type d'application recherchée. Les géopolymères sont généralement capables de polymériser et de durcir à la température ambiante (ciments géopolymères). Il est également possible d'accélérer la vitesse de polymérisation et donc le durcissement des géopolymères en les soumettant à un traitement thermique.

Le mécanisme exact de géopolymérisation demeure encore inconnu en raison notamment de la rapidité de la réaction.

Les géopolymères les plus courants sont ceux basés sur les aluminosilicates désignés sous le terme « poly(sialate) »
5 [ou « poly(silico-oxo-aluminate) » ou $(-\text{Si-O-Al-O-})_n$ avec n désignant le degré de polymérisation]. Ces géopolymères aluminosilicates résultent de la polycondensation d'oligomères de type oligo(sialate) formés généralement à partir d'un mélange d'au moins un aluminosilicate, d'un réactif alcalin (e.g. silicate de sodium ou de potassium) et d'eau. Les géopolymères basés
10 sur les aluminosilicates ont été groupés en trois familles en fonction du rapport atomique Si/Al, lequel pouvant être égal à 1, 2 ou 3. On distingue les poly(sialates) répondant à la formule $M_n(-\text{Si-O-Al-O-})_n$ ou (M)-PS, les poly(sialate-siloxos) répondant à la formule $M_n(-\text{Si-O-Al-O-Si-O-})_n$ ou (M)-PPS, et les poly(sialate-disiloxos) répondant à la formule $M_n(-\text{Si-O-Al-O-Si-O-Si-O-})_n$
15 ou (M)-PSDS, avec M représentant au moins un cation alcalin ou alcalino-terreux tel que K, Na, Li, Cs ou Ca et n désignant le degré de polymérisation.

Les géopolymères sont utilisés dans de nombreuses applications : conception de nouveaux matériaux dans les domaines du génie civil et de la construction, création de sculptures, fabrication de cloisons et de portes
20 coupe-feu pour la protection contre les incendies, fabrication de revêtements d'un substrat, mortier, adhésif ou matériau de moulage, fabrication de panneaux anti-feu flexibles utilisés pour la protection contre le feu des ouvertures dans les murs, et également des passages pour câbles, et tout récemment comme structure de la « boîte noire » embarquée dans les avions.

25 Toutefois, les solutions décrites dans l'art antérieur ne sont pas adaptées, notamment en termes de flexibilité, d'adhérence et de protection thermique, pour pouvoir servir de couche résistante au feu dans un câble électrique et/ou de transmission de données et/ou dans un accessoire pour câble, notamment lors d'un incendie. Par ailleurs, elles ne sont pas forcément
30 compatibles avec la conservation des bonnes propriétés mécaniques et diélectriques des autres constituants d'un accessoire pour câble ou d'un câble

(élément conducteur électrique et/ou optique, autres couches, notamment électriquement isolantes, écrans, etc.).

Le but de la présente invention est de pallier les inconvénients des techniques de l'art antérieur en proposant un câble ou un accessoire pour
5 câble comprenant au moins une couche présentant une bonne résistance au feu, tout en garantissant de bonnes propriétés mécaniques, notamment en termes de flexibilité, et un coût de revient avantageux.

Un autre but de l'invention est de fournir un procédé simple, économique, facile à mettre en œuvre, permettant de conduire à un câble ou
10 un accessoire pour câble comprenant au moins une couche qui évite la propagation de la flamme, résiste au feu afin de fonctionner le plus longtemps possible, et limite sa dégradation dans des conditions thermiques extrêmes telles qu'un incendie, tout en garantissant de bonnes propriétés mécaniques, notamment en termes de flexibilité.

15 La présente invention a pour premier objet un dispositif comprenant un câble d'énergie et/ou de télécommunication et/ou un accessoire pour câble d'énergie et/ou de télécommunication, caractérisé en ce que ledit câble et/ou ledit accessoire pour câble comprend au moins une couche composite obtenue à partir d'une composition composite comprenant au moins un polymère ou un
20 oligomère organique liquide à température ambiante et au moins un géopolymère aluminosilicate sous la forme d'un gel, ledit géopolymère aluminosilicate sous la forme d'un gel étant obtenu à partir d'une composition géopolymère aluminosilicate comprenant un aluminat alcalin ou un aluminosilicate, un silicate alcalin, de l'eau et éventuellement une base
25 alcaline.

Le géopolymère aluminosilicate sous la forme d'un gel comprend de préférence de l'eau, du silicium (Si), de l'aluminium (Al), de l'oxygène (O), et au moins un élément choisi parmi le potassium (K), le sodium (Na), le lithium (Li), le césium (Cs) et le calcium (Ca), et de préférence choisi parmi le
30 potassium (K) et le sodium (Na).

Lorsqu'un aluminat alcalin est utilisé, le silicium du géopolymère aluminosilicate provient du silicate alcalin de la composition géopolymère aluminosilicate et l'aluminium du géopolymère aluminosilicate provient de l'aluminat alcalin de la composition géopolymère aluminosilicate. En d'autres
5 termes, l'aluminat alcalin n'est pas une source de silicium pour former le géopolymère aluminosilicate et le silicate alcalin n'est pas une source d'aluminium pour former le géopolymère aluminosilicate.

Lorsqu'un aluminosilicate est utilisé à la place d'un aluminat alcalin, le silicium du géopolymère aluminosilicate provient du silicate alcalin et de
10 l'aluminosilicate de la composition géopolymère aluminosilicate, et l'aluminium du géopolymère aluminosilicate provient de l'aluminosilicate de la composition géopolymère aluminosilicate.

Dans la présente invention, l'expression « température ambiante » signifie une température allant de 18 à 25°C environ.

15 Dans la présente invention, la composition géopolymère aluminosilicate est apte à former un géopolymère aluminosilicate. Les ingrédients de la composition géopolymère aluminosilicate peuvent donc subir une polycondensation pour former un géopolymère aluminosilicate. En effet, les géopolymères résultent d'une réaction de polycondensation minérale par
20 activation alcaline, dite géosynthèse, par opposition aux liants traditionnels hydrauliques dans lesquels le durcissement est le résultat d'une hydratation des aluminates de calcium et des silicates de calcium.

Par conséquent, la composition géopolymère aluminosilicate de l'invention est différente d'une composition ou poudre céramique ou d'une
25 composition comprenant un ciment anhydre conventionnel (e.g. ciments classés selon la norme EN-197-1-2000, par exemple le ciment Portland tel que le ciment blanc ou le ciment au laitier et aux cendres) et de l'eau.

Par ailleurs, contrairement à des compositions géopolymères aluminosilicates de l'art antérieur, la composition géopolymère aluminosilicate
30 de l'invention présente l'avantage de pouvoir conduire au cours de la polycondensation à un géopolymère aluminosilicate sous la forme d'un gel.

Le géopolymère aluminosilicate n'est donc pas sous la forme d'une poudre ou de particules solides à l'issue de la géopolymérisation. En effet, cela peut rendre le mélange du géopolymère aluminosilicate avec l'oligomère ou le polymère organique difficile.

5 L'état de gel du géopolymère permet d'améliorer le mélange du géopolymère aluminosilicate avec l'oligomère ou le polymère organique, et ainsi d'obtenir une composition composite homogène.

Le géopolymère aluminosilicate sous la forme d'un gel est de préférence obtenu à partir d'une composition géopolymère aluminosilicate
10 comprenant un aluminat alcalin, un silicate alcalin, de l'eau et éventuellement une base alcaline.

En effet, Lorsque l'aluminat alcalin est utilisé, le gel obtenu est uniforme ou homogène, c'est-à-dire sans formation de grains micrométriques au cours de la géopolymérisation. En d'autres termes, la composition
15 composite ne comprend pas les précurseurs de silicium et d'aluminium utilisés dans la composition géopolymère aluminosilicate (i.e. le silicate alcalin et l'aluminat alcalin). En effet, lesdits précurseurs ont réagi lors de la géopolymérisation pour former un gel homogène.

Le silicate alcalin peut être choisi parmi les silicates de sodium, les
20 silicates de potassium et l'un de leurs mélanges. Les silicates alcalins commercialisés par la société Silmaco et par la société PQ Corporation sont préférés.

L'aluminat alcalin peut être un aluminat de potassium ou de sodium.

Selon un mode de réalisation de l'invention, l'aluminat est un
25 aluminat de sodium.

L'aluminosilicate peut être choisi parmi les kaolins tels que le métakaolin (i.e. kaolin calciné), les cendres volantes (bien connues sous l'anglicisme « *fly ash* »), le laitier de haut fourneau (bien connu sous l'anglicisme « *blast furnace slag* »), les argiles gonflantes telles que la
30 bentonite, les argiles calcinées, tout type de composé comprenant de l'aluminium et de la silice pyrogénée, les zéolithes et un de leurs mélanges.

Les aluminosilicates précités peuvent induire la formation d'un gel hétérogène, i.e. d'un gel comprenant des grains micrométriques comprenant des résidus d'aluminosilicates qui n'ont pas réagi complètement au cours de la géopolymérisation.

5 On préférera utiliser le métakaolin commercialisé par la société Imérys car il permet de réduire la proportion de grains micrométriques au sein du gel.

Lorsqu'elle est présente, la base alcaline peut être choisie parmi KOH, NaOH et leurs mélanges.

10 Selon une forme de réalisation particulièrement préférée de l'invention, la composition géopolymère aluminosilicate comprend de 0,5 à 20% en masse environ d'un aluminat alcalin, de 15 à 50% en masse environ d'un silicate alcalin, de 0 à 3% en masse environ d'une base alcaline et de 50 à 90% en masse environ d'eau.

15 Selon une forme de réalisation particulièrement préférée de l'invention, la composition géopolymère aluminosilicate comprend de 0,5 à 20% en masse environ d'un aluminosilicate, de 15 à 40% en masse environ d'un silicate alcalin, de 0 à 3% en masse environ d'une base alcaline et de 40 à 80% en masse environ d'eau.

20 Selon une forme de réalisation particulièrement préférée de l'invention, la composition géopolymère aluminosilicate comprend de 0,5 à 15% en masse environ d'un aluminat alcalin, de 15 à 40% en masse environ d'un silicate alcalin, de 0 à 3% en masse environ d'une base alcaline et de 55 à 85% en masse environ d'eau.

25 Selon une forme de réalisation particulièrement préférée de l'invention, la composition géopolymère aluminosilicate comprend de 0,5 à 15% en masse environ d'un aluminosilicate, de 15 à 40% en masse environ d'un silicate alcalin, de 0 à 3% en masse environ d'une base alcaline et de 50 à 70% en masse environ d'eau.

30 En particulier, la composition géopolymère aluminosilicate comprend de 15 à 50% en masse environ de matières solides (aluminat alcalin ou aluminosilicate, silicate alcalin et base alcaline lorsqu'elle est présente), et de

préférence de 15 à 40% en masse environ, par rapport à la masse totale de ladite composition.

Le géopolymère aluminosilicate est sous la forme d'un gel à température ambiante.

5 Par ailleurs, l'utilisation d'un aluminat alcalin à la place d'un aluminosilicate généralement utilisé dans les compositions géopolymères de l'art antérieur est préférée. En effet, elle permet de réduire de façon substantielle la formation et la présence de grains micrométriques au sein desdits géopolymères.

10 La composition composite comprend en outre un polymère ou un oligomère organique liquide à température ambiante.

Le polymère ou l'oligomère organique n'est donc pas sous la forme solide ou sous la forme d'une dispersion de particules solides dans une phase aqueuse telle qu'un latex ou d'une phase organique. En effet, cela peut rendre
15 le mélange de l'oligomère ou du polymère organique avec le géopolymère aluminosilicate difficile.

Son état liquide permet d'améliorer le mélange de l'oligomère ou du polymère organique avec le géopolymère aluminosilicate, et ainsi d'obtenir une composition composite homogène.

20 Ledit polymère organique liquide à température ambiante peut avoir une masse moléculaire d'au moins 10 000 g/mol environ.

Ledit oligomère organique liquide à température ambiante peut avoir une masse moléculaire d'au moins 1000 g/mol environ, et de préférence d'au moins 2000 g/mol environ.

25 L'oligomère ou le polymère organique liquide à température ambiante peut être choisi parmi les polyorganosiloxanes, les polyéthylènes, les copolymères d'éthylène et d'acétate de vinyle, les polyéthylènes glycols, les résines époxydes et les résines acryliques.

Les polyorganosiloxanes et les polyéthylènes glycols sont préférés.

Les polyorganosiloxanes, et en particulier les huiles de silicone peuvent avoir une viscosité allant de 5000 cP (ou 6000 cP) à 50000 cP à 25°C environ.

La composition composite peut comprendre en outre un agent de réticulation.

5 L'agent de réticulation peut être choisi parmi les peroxydes, notamment les peroxydes organiques.

Lorsqu'il est utilisé, l'agent de réticulation représente de préférence de 0,2 à 5% en masse environ, et de préférence de 0,2 à 3% en masse environ, par rapport à la masse totale de la composition composite.

10 La composition composite peut comprendre en outre au moins un composé cellulosique, notamment à raison de 0,01 à 20% en masse environ, et de préférence encore de 0,1 à 10% en masse environ, par rapport à la masse totale de la composition composite.

15 La composition composite peut comprendre en outre au moins un amidon.

L'amidon comprend généralement de l'amylose, de l'amylopectine, et éventuellement du phytoglycogène.

A titre d'exemple (et selon la source), l'amidon comprend de 15 à 30% en masse d'amylose, de 70 à 85% en masse environ d'amylopectine, et de 0 à
20 20% en masse de phytoglycogène, par rapport à la masse totale de l'amidon.

L'amidon peut être un amidon natif ou un amidon modifié, et de préférence un amidon natif.

L'amidon natif peut être un amidon de céréales (e.g. blé, maïs, orge, triticale, sorgo ou riz), de tubercules (e.g. pomme de terre ou manioc), de
25 légumineuses (e.g. pois ou soja), de racines, de bulbes, de tiges, de fruits ou un de leurs mélanges.

L'amidon modifié peut être un amidon modifié physiquement, chimiquement ou par voie enzymatique.

L'amidon modifié peut être choisi parmi les amidons oxydés, les amidons hydrolysés par voie acide, oxydante ou enzymatique, les amidons modifiés (e.g. fonctionnalisés) par voie physico-chimique, comme notamment les amidons estérifiés et/ou étherifiés.

5 La fonctionnalisation peut s'obtenir par acétylation en phase aqueuse avec de l'anhydride acétique, extrusion réactive d'anhydrides d'acides, d'anhydrides mixtes, de chlorures d'acides gras, d'oligomères de caprolactones ou de lactides, par hydroxypropylation en phase colle, par cationisation en phase sèche ou phase colle, par réticulation, par anionisation par
10 phosphatation ou par succinylation, par silylation, par télomérisation au butadiène, etc..

Les amidons oxydés sont préférés.

Selon l'invention, l'amidon représente de préférence de 0,01 à 20% en masse environ, et de préférence encore de 0,1 à 10% en masse environ, par
15 rapport à la masse totale de ladite composition composite.

La composition composite peut comprendre en outre au moins un plastifiant.

Le plastifiant peut être destiné à améliorer la dispersion de l'amidon au sein de la couche composite ou être utilisé à titre d'agent de mise en œuvre
20 (bien connu sous l'anglicisme « *processing aid* »).

Le plastifiant peut être un stéarate de métal, un éthylène glycol, un polyol comme le glycérol, le sorbitol, le mannitol, le maltitol, le xylitol, un sucrose comme le glucose ou le fructose, un plastifiant contenant des groupes amides, tout type de plastifiant à base de polysaccharide(s) modifié(s) ou un
25 de leurs mélanges.

Le plastifiant préféré est un stéarate de métal tel que le stéarate de zinc.

Selon l'invention, le plastifiant représente de préférence de 0,01 à 20% en masse environ, et de préférence encore de 0,1 à 10% en masse
30 environ, par rapport à la masse totale de ladite composition composite.

La composition composite peut comprendre en outre au moins une charge inerte, notamment choisie parmi le talc, les phyllosilicates, les hydroxydes hydratés tels que l'hydroxyde d'aluminium (ATH) ou l'hydroxyde de magnésium (MDH), les silices, les borates, les micas et les kaolins.

5 Le talc est préféré.

Lorsqu'elle est utilisée, la charge inerte représente de préférence de 0,01 à 18% en masse environ, et de préférence encore de 0,1 à 10% en masse environ, par rapport à la masse totale de la composition composite.

10 La composition composite peut comprendre en outre au moins un colorant, notamment choisi parmi les colorants liquides à température ambiante.

Lorsqu'il est utilisé, le colorant représente de préférence de 0,5 à 1,5% en masse environ, par rapport à la masse totale de la composition composite.

15 Selon l'invention, le géopolymère aluminosilicate représente de préférence de 20 à 90% en masse environ, et encore plus préférentiellement de 50 à 85% en masse environ, par rapport à la masse totale de la composition composite.

20 Selon l'invention, le polymère ou l'oligomère organique représente de préférence de 10 à 80% en masse environ, et encore plus préférentiellement de 15 à 50% en masse environ, par rapport à la masse totale de la composition composite.

La couche composite est de préférence résistante au feu.

25 Le polymère organique liquide à température ambiante de la composition composite permet d'assurer la cohésion de la couche composite et son adhérence sur la couche du câble avec laquelle elle est destinée à être en contact physique direct. Le géopolymère aluminosilicate de la composition composite, quant à lui, assure la résistance au feu de la couche composite.

30 En d'autres termes, la couche composite du dispositif de l'invention est une couche hybride organique/inorganique homogène. En particulier, cette homogénéité est obtenue grâce à la combinaison au sein de la composition

composite d'un géopolymère aluminosilicate qui se présente sous la forme d'un gel et d'un polymère organique sous la forme liquide à température ambiante. La couche composite obtenue est souple.

Avantageusement, le dispositif conforme à l'invention satisfait à au moins l'une quelconque des normes de résistance au feu suivantes : EN50200, IEC60331-1, EN50399, IEC60331-11, IEC60331-21, IEC60331-23, IEC60331-25, DIN4102, NBN713020 addendum 3, EN50577, NFC32070 CRI, IEC600332-1 et BS6387CWZ.

Avantageusement, la couche composite définie précédemment satisfait à la norme de résistance au feu IEC 60331-11, avec des câbles électriques sous une tension de 10 kV exposés à une température de 750°C environ pendant 120 minutes.

La couche composite présente de préférence une épaisseur sensiblement constante et constitue notamment une enveloppe de protection continue.

La couche composite présente de préférence une épaisseur allant de 0,5 à 4 mm environ, et de préférence encore allant de 1,5 à 3 mm environ.

Lorsque l'épaisseur de la couche composite est inférieure à 0,5 mm, la protection thermique du dispositif de l'invention n'est pas suffisante.

La couche composite comprend de préférence un géopolymère aluminosilicate présentant un rapport molaire Si/Al allant de 1 à 35, et de préférence allant de 1,9 à 3.

Le géopolymère aluminosilicate de la couche composite peut être choisi parmi les poly(sialates) répondant à la formule (I) $M_n(-Si-O-Al-O-)_n$ [(M)-PS], les poly(sialate-siloxos) répondant à la formule (II) $M_n(-Si-O-Al-O-Si-O-)_n$ [(M)-PPS], et les poly(sialate-disiloxos) répondant à la formule (III) $M_n(-Si-O-Al-O-Si-O-Si-O-)_n$ [(M)-PSDS], formules dans lesquelles M représente au moins un cation alcalin K, Na, Li, Cs ou un de leurs mélanges, et n désignant le degré de polymérisation. Dans le composé de formule (I), le rapport molaire Si/Al est de 1, dans le composé de formule (II), le rapport

molaire Si/Al est de 2, et dans le composé de formule (III), le rapport molaire Si/Al est de 3.

La couche composite de l'invention est de préférence non poreuse.

La couche composite de l'invention est de préférence une couche
5 extrudée, notamment par des procédés bien connus de l'homme du métier.

La couche composite de l'invention est de préférence une couche électriquement isolante.

Dans la présente invention, on entend par « couche électriquement isolante » une couche dont la conductivité électrique peut être d'au plus
10 1.10^{-9} S/m, et de préférence d'au plus 1.10^{-10} S/m (siemens par mètre) (à 25°C).

Grâce à la présence de la couche composite, le dispositif conforme à l'invention présente une excellente résistance au feu tout en ayant de bonnes propriétés mécaniques. En particulier, la couche composite est suffisamment
15 flexible pour permettre la manipulation du câble (e.g. enroulage, pliage, torsion) sans pour autant entraîner d'altération rédhibitoire de ladite couche qui aurait pour conséquence de diminuer sa cohésion et sa résistance au feu. Par ailleurs, la couche composite reste intacte de la température ambiante à la température de fonctionnement du câble en charge (i.e. sous tension) et
20 présente l'avantage de former une structure poreuse ordonnée dès 450°C, permettant ainsi d'assurer une protection renforcée contre la diffusion de la chaleur pour à des températures supérieures ou égales à 1000°C pendant une durée pouvant aller jusqu'à 120 min, notamment atteintes lors d'un incendie. Cette structure poreuse et rigide renferme de l'air qui par nature est un
25 excellent isolant thermique.

En d'autres termes, la couche composite se transforme sous l'effet d'une température élevée, notamment d'une température allant de 450°C à 1000°C, généralement atteinte lors d'un incendie, pour former une couche résiduelle cohésive et poreuse qui protège le câble ou l'accessoire pour câble,
30 et notamment les couches sous-jacentes et/ou l'élément conducteur allongé.

Selon une première variante de l'invention, le dispositif comprend un câble d'énergie et/ou de télécommunication.

Un câble d'énergie et/ou de télécommunication comprend généralement au moins un élément conducteur allongé et au moins une gaine externe de protection, notamment électriquement isolante.

Selon une deuxième variante de l'invention, le dispositif comprend un accessoire pour câble d'énergie et/ou de télécommunication.

Un accessoire pour câble peut être une jonction ou une terminaison pouvant comprendre un assemblage de plusieurs couches de matériaux (e.g. de matériaux polymères) généralement de type caoutchouc silicone, une ou plusieurs couches de renfort, par exemple une ou plusieurs couches métalliques, ainsi qu'une gaine externe de protection (e.g. anti-feu) telle que par exemple un ruban élastomère ou une bande de mica.

La couche composite est de préférence une couche interne dudit câble ou dudit accessoire pour câble.

Selon l'invention, on entend par « couche interne », une couche qui ne constitue pas la couche la plus externe du câble ou de l'accessoire pour câble, et plus particulièrement :

- dans le cas d'un câble, une couche interposée entre l'élément conducteur allongé et une gaine externe de protection, notamment électriquement isolante, ladite couche étant ou non en contact direct avec l'élément conducteur allongé et

- dans le cas d'une jonction ou d'une terminaison, une couche interposée entre la gaine externe de protection et l'une des couches de matériau de type caoutchouc silicone et/ou l'une des couches de renfort, ladite couche étant ou non en contact direct avec ladite gaine externe.

La couche composite du câble de l'invention recouvre généralement un ou plusieurs éléments conducteurs allongés ou se positionne sur une gaine ou couche interne du câble ou de l'accessoire pour câble, elle fait alors office de bourrage.

Selon une forme de réalisation préférée, le dispositif est un câble.

Dans ce cas, le câble comprend au moins un élément conducteur allongé et la couche composite telle que définie dans l'invention entoure ledit élément conducteur allongé.

5 La couche composite est de préférence en contact physique direct avec l'élément conducteur allongé.

Le câble peut comprendre une pluralité d'éléments conducteurs allongés. La couche composite peut alors entourer la pluralité d'éléments conducteurs allongés du câble.

10 La couche composite de l'invention est de préférence en contact physique direct avec les éléments conducteurs allongés.

Le câble peut comprendre une pluralité de couches composites telles que définies dans l'invention.

15 Selon une première variante de ce mode de réalisation, le câble comprend un ou plusieurs éléments conducteurs allongés et la pluralité de couches composites entoure l'élément conducteur allongé ou la pluralité d'éléments conducteurs allongés.

À titre d'exemple, le câble peut comprendre deux couches composites telles que définies dans l'invention adjacentes.

20 Selon une deuxième variante de ce mode de réalisation, le câble comprend une pluralité d'éléments conducteurs allongés et chacune des couches composites entoure individuellement chacun des éléments conducteurs allongés pour former des éléments conducteurs allongés isolés.

25 Selon cette deuxième variante, chacune des couches composites de l'invention est de préférence en contact physique direct avec chacun des éléments conducteurs allongés qu'elle entoure.

Le ou les éléments conducteurs allongés du câble de l'invention sont de préférence des éléments électriquement conducteurs allongés. Le câble est par conséquent un câble électrique.

Le câble de l'invention peut comprendre en outre une gaine externe de protection, notamment électriquement isolante, entourant la ou les couche(s) composite(s).

La gaine externe de protection est de préférence réalisée en un
5 matériau exempt d'halogène. Elle peut être réalisée classiquement à partir de matériaux retardant la propagation de la flamme ou résistant à la propagation de la flamme. Notamment, si ces derniers ne contiennent pas d'halogène, on parle de gainage de type HFFR (pour l'anglicisme « *Halogen Free Flame Retardant* »).

10 La gaine représente la couche la plus externe du câble (i.e. également appelée gaine extérieure de protection).

Elle comprend au moins un polymère organique ou inorganique.

Le choix du polymère organique ou inorganique n'est pas limitatif et ceux-ci sont bien connus de l'homme du métier.

15 Selon une forme de réalisation préférée de l'invention, le polymère organique ou inorganique est choisi parmi les polymères réticulés et non réticulés.

Le polymère organique ou inorganique peut être un homo- ou un co-polymère ayant des propriétés thermoplastiques et/ou élastomères.

20 Les polymères inorganiques peuvent être des polyorganosiloxanes.

Les polymères organiques peuvent être des polyuréthanes ou des polyoléfines.

Les polyoléfines peuvent être choisies parmi les polymères d'éthylène et de propylène. A titre d'exemple de polymères d'éthylène, on peut citer le
25 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-hexyléthyl acrylate (2HEA), les copolymères d'éthylène et
30 d'alpha-oléfines tels que par exemple les polyéthylène-octène (PEO), les copolymères d'éthylène et de propylène (EPR), les terpolymères d'éthylène et

de propylène (EPT) tels que par exemple les terpolymères d'éthylène propylène diène monomère (EPDM) ou un de leurs mélanges.

Le polymère de la gaine est de préférence un polymère organique, de préférence encore un polymère d'éthylène, et de préférence encore un
5 copolymère d'éthylène et d'acétate de vinyle, un polyéthylène linéaire basse densité ou un de leurs mélanges.

La gaine externe de protection peut comprendre en outre une charge minérale ignifugeante hydratée. Cette charge minérale ignifugeante hydratée agit principalement par voie physique en se décomposant de manière
10 endothermique (e.g. libération d'eau), ce qui a pour conséquence d'abaisser la température de la gaine et de limiter la propagation des flammes le long du câble. On parle notamment de propriétés de retard à la flamme, bien connues sous l'anglicisme « *flame retardant* ».

La charge minérale ignifugeante hydratée peut être un hydroxyde
15 métallique tel que l'hydroxyde de magnésium ou le trihydroxyde d'aluminium.

La gaine externe de protection peut comprendre en outre une charge inerte, notamment choisi parmi le talc, les micas, les argiles déshydratées et un de leurs mélanges.

L'invention a pour deuxième objet un procédé de fabrication d'un
20 dispositif comprenant un câble d'énergie et/ou de télécommunication et/ou un accessoire pour câble d'énergie et/ou de télécommunication tel que défini selon le premier objet de l'invention, caractérisé en ce qu'il comprend au moins les étapes suivantes :

1) la préparation d'une composition composite selon au moins les
25 étapes suivantes :

i) la préparation d'une composition géopolymère aluminosilicate comprenant un aluminat alcalin ou un aluminosilicate, un silicate alcalin, de l'eau et éventuellement une base alcaline, pour former un géopolymère aluminosilicate, ladite composition géopolymère aluminosilicate et le
30 géopolymère aluminosilicate étant tels que définis dans le premier objet de l'invention,

ii) le mélange d'un polymère ou d'un oligomère organique liquide à température ambiante tel que défini dans le premier objet de l'invention avec le géopolymère aluminosilicate de l'étape i), et

iii) éventuellement l'ajout d'un agent de réticulation au mélange de
5 l'étape ii) ; et

2) l'application de la composition composite de l'étape 1) :

- soit autour d'un ou de plusieurs éléments conducteurs allongés et/ou autour d'une couche interne d'un câble d'énergie et/ou de télécommunication lorsque le dispositif est un câble,

10 - soit autour d'au moins l'une des couches internes d'une jonction ou d'une terminaison lorsque le dispositif est un accessoire pour câble,

afin de former une couche composite telle que définie dans l'invention.

Le procédé conforme à l'invention est rapide, simple et avantageux d'un point de vue économique. Il permet de fabriquer en peu d'étapes un
15 dispositif présentant une excellente résistance au feu, tout en garantissant de bonnes propriétés mécaniques, notamment en termes de flexibilité.

Le silicate alcalin, l'aluminate alcalin et l'aluminosilicate sont tels que définis dans le premier objet de l'invention.

Lorsque l'étape iii) existe, un agent de réticulation tel que défini dans
20 l'invention est utilisé.

Une charge inerte et/ou un colorant et/ou un amidon et/ou un plastifiant et/ou un composé cellulosique tels que définis dans l'invention peuvent être ajoutés à la composition géopolymère aluminosilicate pendant l'étape i), au géopolymère aluminosilicate pendant l'étape ii) ou à la
25 composition composite après l'étape ii) et avant l'étape iii) si elle existe.

La préparation d'une composition géopolymère aluminosilicate selon l'étape i) est généralement effectuée à un pH élevé, notamment variant de 10 à 13.

Lorsqu'un aluminat alcalin est utilisé, l'étape i) comprend de préférence les sous-étapes suivantes :

i-a) la préparation d'une solution aqueuse de silicate alcalin de rapport molaire $\text{SiO}_2/\text{M}'_2\text{O}$ allant de 1,6 à 35 environ, et de préférence de 1,6 à 4 environ, M' étant un métal alcalin, la concentration massique du silicate alcalin dans l'eau pouvant aller de 30 à 60% environ, et de préférence de 40 à 60% environ,

i-b) la préparation d'une solution aqueuse d'aluminat alcalin, la concentration massique de l'aluminat alcalin dans l'eau pouvant aller de 1,2 à 20% environ, et

i-c) le mélange des solutions aqueuses issues des sous-étapes i-a) et i-b).

Lorsqu'un aluminosilicate est utilisé, l'étape i) comprend de préférence les sous-étapes suivantes :

i-a') la préparation d'une solution aqueuse de silicate alcalin de rapport molaire $\text{SiO}_2/\text{M}'_2\text{O}$ allant de 1,6 à 35 environ, et de préférence de 1,6 à 4 environ, M' étant un métal alcalin, la concentration massique du silicate alcalin dans l'eau pouvant aller de 30 à 60% environ, et de préférence de 40 à 60% environ, et

i-b') le mélange d'un aluminosilicate sous forme de poudre de rapport molaire $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ allant de 0,4 à 0,8 environ avec la solution aqueuse de silicate alcalin préparée à l'étape précédente, la concentration massique de l'aluminosilicate dans la solution aqueuse de silicate alcalin préparée à la sous-étape précédente pouvant aller de 10 à 80% environ, et de préférence de 25% à 65% environ.

L'association de la solution aqueuse de silicate alcalin et de la solution d'aluminat alcalin ou de la solution aqueuse de silicate alcalin et d'aluminosilicate permet la formation d'un gel de faible à forte viscosité en fonction des teneurs respectives en aluminat alcalin ou aluminosilicate, eau et silicate alcalin.

En particulier, la composition géopolymère aluminosilicate à l'issue de la sous-étape i-c) ou i-b') forme un géopolymère aluminosilicate sous la forme d'un gel.

Lorsqu'un aluminat alcalin est utilisé, l'étape 1) de préparation de la composition composite peut comprendre (à la place des étapes i), ii) et iii)), les étapes suivantes :

a) la préparation d'une première composition comprenant un aluminat alcalin tel que défini dans l'invention et éventuellement un agent de réticulation tel que défini dans l'invention,

10 b) la préparation d'une deuxième composition comprenant un polymère ou oligomère liquide à température ambiante tel que défini dans l'invention et une solution de silicate alcalin tel que défini dans l'invention, et

c) le mélange des deux compositions des étapes précédentes.

15 Une charge inerte et/ou un colorant et/ou un amidon et/ou un plastifiant et/ou un composé cellulosique tels que définis dans l'invention peuvent être ajoutés à la première composition de l'étape a) ou la deuxième composition de l'étape b), ou au mélange de l'étape c).

20 La solution aqueuse de silicate alcalin de la sous-étape i-a) ou i-a') ou de l'étape b) peut être préparée en mélangeant du dioxyde de silicium SiO_2 ou un silicate alcalin avec une base $\text{M}'\text{OH}$ dans laquelle M' est de préférence K, Na ou leur mélange.

Le dioxyde de silicium SiO_2 peut être choisi parmi la silice pyrogénée (bien connue sous l'anglicisme « fumed silica »), le quartz, et leurs mélanges.

25 En particulier, la base alcaline $\text{M}'\text{OH}$ peut être dissoute dans de l'eau entraînant un dégagement de chaleur (réaction exothermique), puis le dioxyde de silicium SiO_2 ou le silicate alcalin peut être ajouté.

Le silicate alcalin est de préférence un silicate de sodium.

30 La solution aqueuse d'aluminat alcalin de la sous-étape i-b) ou de l'étape a) peut être préparée en mélangeant un aluminat alcalin sous la forme d'une poudre et de l'eau.

Selon l'application envisagée, l'étape 2) peut être effectuée par extrusion de ladite composition composite à température ambiante ou à chaud, notamment à une température allant de 60°C à 110°C environ, et de préférence de 70°C à 95°C environ.

5 Le procédé peut comprendre en outre une étape 3) de réticulation du polymère ou de l'oligomère organique liquide à température ambiante, lorsque la composition composite de l'étape 1) comprend un agent de réticulation.

Cette étape 3) peut être effectuée par tout moyen connu de l'homme du métier.

10 Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, et lorsque le dispositif est un câble d'énergie et/ou de transmission, le procédé peut comprendre en outre avant, pendant ou après l'étape 2), une étape 4) d'application d'une gaine externe de protection, notamment électriquement isolante, autour de la couche composite.

15 La réalisation de cette gaine extérieure de protection peut notamment être réalisée par extrusion.

L'étape 4) est généralement effectuée à température ambiante puisque la géopolymérisation s'effectue à température ambiante.

20 L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description suivante de modes de réalisation particuliers de l'invention, donnés uniquement à titre illustratif et non limitatif, en référence aux figures annexées.

Sur ces figures :

25 - la figure 1 est une vue schématique de section d'un câble électrique de l'art antérieur non conforme à l'invention ;

- la figure 2 est une vue schématique de section d'un câble électrique selon un mode de réalisation de la présente invention.

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

Le câble électrique 10, illustré sur la figure 1, correspond à un câble électrique à moyenne tension résistant au feu de type SHXCHX pour des applications de type marine.

Ce câble électrique 10 comprend : un élément électriquement conducteur central allongé 1 et, successivement et coaxialement autour de cet élément conducteur central 1, un écran semi-conducteur interne 1.1, une couche électriquement isolante 2 (e.g. en élastomère d'éthylène et de propylène réticulé, EPR), un écran semi-conducteur externe 2.1, une couche rubanée semi-conductrice 3, une tresse métallique 4 (e.g. constituée de fils de cuivre étamé de section circulaire), une gaine interne comprenant un ruban de polyester 5 et des fils de cuivre étamé 6, un ruban de polyester 7, et une gaine externe 8 (e.g. en élastomère).

Le câble électrique 11, illustré sur la figure 2, correspond à un câble électrique de structure similaire à celle du câble de la figure 1 mais dans lequel deux couches composites telles que définies dans l'invention ont été incorporées.

Ce câble électrique 11 comprend : un élément électriquement conducteur central allongé 1 et, successivement et coaxialement autour de cet élément conducteur central 1, un écran semi-conducteur interne 1.1, une couche électriquement isolante 2 (e.g. en élastomère d'éthylène et de propylène réticulé, EPR), un écran semi-conducteur externe 2.1, une couche rubanée semi-conductrice 3, une tresse métallique 4 (e.g. constituée de fils de cuivre étamé de section circulaire), une couche composite 9 telle que définie dans l'invention, une gaine interne comprenant un ruban de polyester 5 et des fils de cuivre étamé 6, un ruban de polyester 7, une couche composite 9 telle que définie dans l'invention, et une gaine externe 8 (e.g. en élastomère).

Les exemples suivants permettent d'illustrer la présente invention. Ils n'ont pas de caractère limitatif sur la portée globale de l'invention telle que

présentée dans les revendications. Les rapports entre les oxydes sont des rapports molaires et les % indiqués sont en masse.

EXEMPLES

Les matières premières utilisées dans les exemples, sont listées
5 ci-après :

- solution aqueuse de silicate de sodium à 50% massique environ de type « *waterglass* », Simalco, de formule $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$ et de rapport molaire $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ de 2 environ,
- aluminat de sodium, Sigma-Aldrich,
- 10 - eau courante,
- hydroxyde de sodium, Sigma Aldrich, de pureté > 85%.

Sauf indications contraires, toutes ces matières premières ont été utilisées telles que reçues des fabricants.

Exemple 1 : préparation d'un dispositif résistant au feu conforme à 15 l'invention

Une composition géopolymère aluminosilicate a été préparée de la façon suivante : une solution de silicate alcalin a été préparée en dissolvant mélangeant 900 g d'aluminat de sodium dans 9 kg d' H_2O . A cette solution, sont ajoutés 9 kg d'une solution aqueuse de silicate de sodium.

20 Ladite composition géopolymère aluminosilicate comprenait 28,6% en masse environ de matières solides par rapport à la masse totale de ladite composition.

Après le mélange, la géopolymérisation a eu lieu et un géopolymère aluminosilicate sous la forme d'un gel a été obtenu. Le géopolymère
25 aluminosilicate a ensuite été mélangé avec 5 kg d'EVA liquide pour former une composition composite.

300 g de talc ont ensuite été ajoutés à la composition résultante.

La composition composite a été extrudée à chaud autour d'un élément électriquement conducteur allongé en cuivre de section 20 mm^2 à l'aide d'une

extrudeuse vendue sous la dénomination commerciale FAIREX. La température au sein de l'extrudeuse allait de 60°C à 135°C environ.

La couche composite avait une épaisseur de 2,5 mm environ.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif comprenant un câble d'énergie et/ou de télécommunication et/ou un accessoire pour câble d'énergie et/ou de télécommunication, caractérisé en ce que ledit câble et/ou ledit accessoire
5 pour câble comprend au moins une couche composite obtenue à partir d'une composition composite comprenant au moins un polymère ou un oligomère organique liquide à température ambiante et au moins un géopolymère aluminosilicate sous la forme d'un gel, ledit géopolymère aluminosilicate sous la forme d'un gel étant obtenu à partir d'une composition géopolymère
10 aluminosilicate comprenant un aluminate alcalin ou un aluminosilicate, un silicate alcalin, de l'eau et éventuellement une base alcaline.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le silicate alcalin est choisi parmi les silicates de sodium, les silicates de potassium et l'un de leurs mélanges.

15 3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'aluminate alcalin est un aluminate de sodium.

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la base alcaline est choisie parmi KOH, NaOH et leurs mélanges.

20 5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la composition géopolymère aluminosilicate comprend de 0,5 à 20% en masse d'un aluminate alcalin, de 15 à 50% en masse d'un silicate alcalin, de 0 à 3% en masse d'une base alcaline et de 50 à 90% en masse d'eau.

25 6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la composition géopolymère aluminosilicate comprend de 15 à 50% en masse de matières solides, par rapport à la masse totale de ladite composition.

30 7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'oligomère ou le polymère organique liquide à température ambiante est choisi parmi les polyorganosiloxanes, les

polyéthylènes, les copolymères d'éthylène et d'acétate de vinyle, les polyéthylènes glycols, les résines époxydes et les résines acryliques.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'oligomère ou le polymère organique liquide à
5 température ambiante est une huile de silicone de viscosité allant de 5000 à 50000 cP à 25°C.

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le polymère ou l'oligomère organique liquide à
10 température ambiante représente de 15 à 50% en masse, par rapport à la masse totale de la composition composite.

10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la composition composite comprend en outre un agent de réticulation.

11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que l'agent
15 de réticulation représente de 0,2 à 5% en masse, par rapport à la masse totale de la composition composite.

12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la couche composite présente une épaisseur allant de
0,5 à 4 mm.

20 13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la couche composite est une couche interne dudit câble ou dudit accessoire pour câble.

14. Procédé de préparation d'un dispositif comprenant un câble d'énergie et/ou de télécommunication et/ou un accessoire pour câble d'énergie
25 et/ou de télécommunication tel que défini selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend au moins les étapes suivantes :

1) la préparation d'une composition composite selon au moins les étapes suivantes :

1) la préparation d'une composition géopolymère aluminosilicate comprenant un aluminat alcalin ou un aluminosilicate, un silicate alcalin, de l'eau et éventuellement une base alcaline, pour former un géopolymère aluminosilicate, ladite composition géopolymère aluminosilicate et le
5 géopolymère aluminosilicate étant tels que définis à l'une quelconque des revendications 1 à 6, et

ii) le mélange d'un polymère ou d'un oligomère organique liquide à température ambiante tel que défini à l'une quelconque des revendications 7 à 9, avec le géopolymère aluminosilicate de l'étape i), et

10 iii) éventuellement l'ajout d'un agent de réticulation tel que défini à l'une quelconque des revendications 10 ou 11 au mélange de l'étape ii) ; et

2) l'application de la composition composite de l'étape 1) :

- soit autour d'un ou de plusieurs éléments conducteurs allongés et/ou autour d'une couche interne d'un câble d'énergie et/ou de télécommunication
15 lorsque le dispositif est un câble,

- soit autour d'au moins l'une des couches internes d'une jonction ou d'une terminaison lorsque le dispositif est un accessoire pour câble,

afin de former une couche composite telle que définie à l'une quelconque des revendications 1 à 13.

20 15. Procédé selon la revendication 14, caractérisé en ce que l'étape i) comprend les sous-étapes suivantes :

i-a) la préparation d'une solution aqueuse de silicate alcalin de rapport molaire $\text{SiO}_2/\text{M}'_2\text{O}$ allant de 1,6 à 35, M' étant un métal alcalin, la concentration massique du silicate alcalin dans l'eau allant de 30 à 60%, et

25 i-b) la préparation d'une solution aqueuse d'aluminat alcalin, la concentration massique de l'aluminat alcalin dans l'eau allant de 1,2 à 20%, et

i-c) le mélange des solutions aqueuses issues des sous-étapes i-a) et i-b).

16. Procédé selon la revendication 14 ou 15, caractérisé en ce que l'étape 2) est effectuée par extrusion à chaud ou à température ambiante de ladite composition composite.

17. Procédé selon l'une quelconque des revendications 14 à 16,
5 caractérisé en ce qu'il comprend en outre une étape 3) de réticulation du polymère ou de l'oligomère organique liquide à température ambiante, lorsque la composition composite de l'étape 1) comprend un agent de réticulation.

1/1

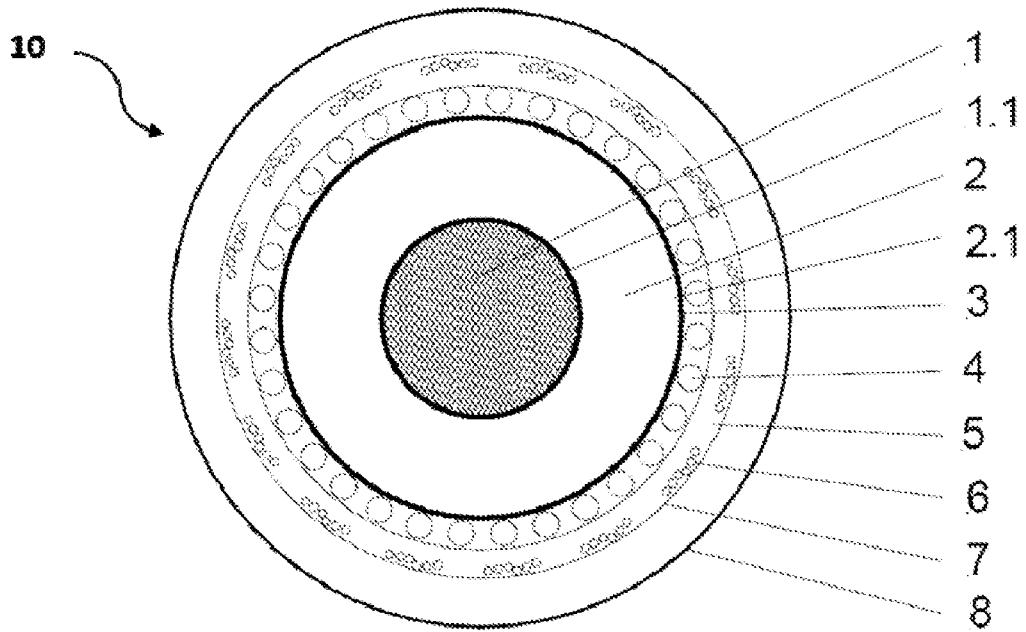


FIG.1

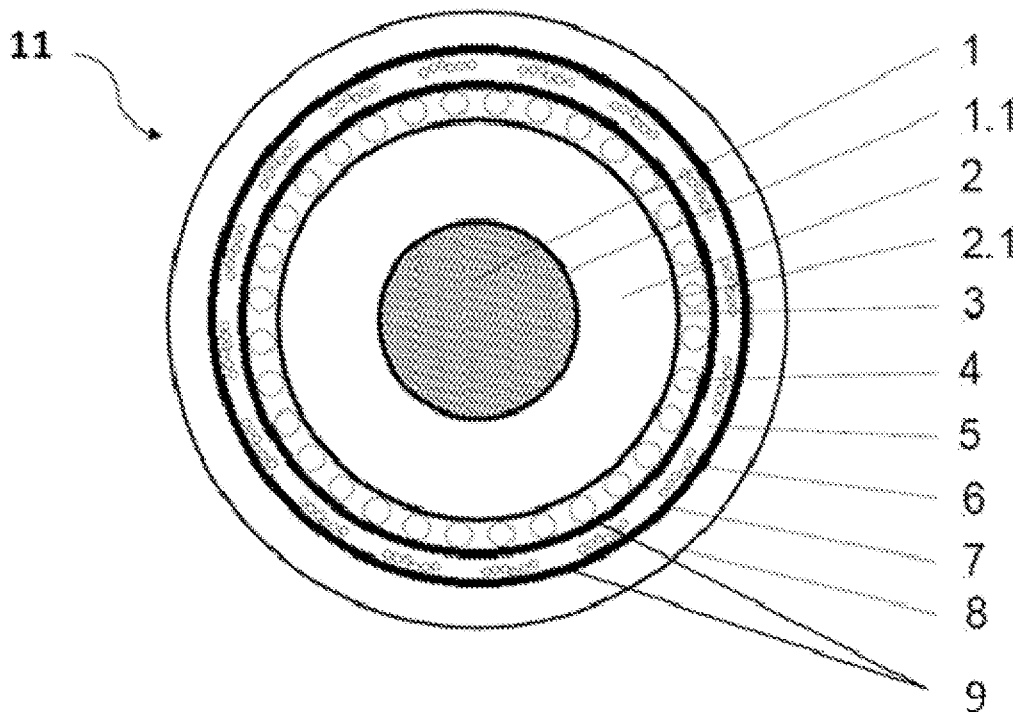


FIG.2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2017/050821

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C04B28/00 H01B7/00
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) onto both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification System followed by classification symbols)
C04B H01B G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal , WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DATABASE WPI Week 201641 Thomson Sci ent i f i c, London, GB; AN 2016-18467C XP002763968, & CN 105 400 131 A (TANG S) 16 March 2016 (2016-03-16) abstract -----	1-17
A	DATABASE WPI Week 200972 Thomson Sci ent i f i c, London, GB; AN 2009-P78262 XP002763969 , & CN 101 544 484 A (UNIV XIAN ARCHITECTURE & TECHNOLOGY) 30 September 2009 (2009 -09-30) abstract ----- -/- .	1-17

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Spécial catégories of cited documents :

"A" document defining the général state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other spécial reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 22 June 2017	Date of mailing of the international search report 30/06/2017
---------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer BLischer, Olaf
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/FR2017/050821

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2 868 637 AI (CONSTR RES & TECH GMBH [DE]) 6 May 2015 (2015-05-06) paragraph [0020] - paragraph [0066] ; exampl es 1-4; tabl es 1-5 -----	1-17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/FR2017/050821

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
CN 105400131	A	16-03-2016	NONE

CN 101544484	A	30-09-2009	NONE

EP 2868637	A1	06-05-2015	CN 105683120 A 15-06-2016
			EP 2868637 A1 06-05-2015
			EP 3063100 A1 07-09-2016
			JP 2016534965 A 10-11-2016
			KR 20160081947 A 08-07-2016
			US 2016244366 A1 25-08-2016
			WO 2015062860 A1 07-05-2015

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2017/050821

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
 INV. C04B28/00 H01B7/00
 ADD.
 Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE
 Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
 C04B H01B G02B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
 EPO-Internal , WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	DATABASE WPI Week 201641 Thomson Scientific, London, GB; AN 2016-18467C XP002763968, & CN 105 400 131 A (TANG S) 16 mars 2016 (2016-03-16) abrégé -----	1-17
A	DATABASE WPI Week 200972 Thomson Scientific, London, GB; AN 2009-P78262 XP002763969, & CN 101 544 484 A (UNIV XIAN ARCHITECTURE & TECHNOLOGY) 30 septembre 2009 (2009-09-30) abrégé -----	1-17

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

22 juin 2017

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

30/06/2017

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
 Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

BLischer, Olaf

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>EP 2 868 637 A1 (CONSTR RES & TECH GMBH [DE]) 6 mai 2015 (2015-05-06) alinéa [0020] - alinéa [0066]; exemples 1-4; tableaux 1-5</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-17

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2017/050821

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
CN 105400131	A	16-03-2016	AUCUN

CN 101544484	A	30-09-2009	AUCUN

EP 2868637	A1	06-05-2015	CN 105683120 A 15-06-2016
			EP 2868637 A1 06-05-2015
			EP 3063100 A1 07-09-2016
			JP 2016534965 A 10-11-2016
			KR 20160081947 A 08-07-2016
			US 2016244366 A1 25-08-2016
			WO 2015062860 A1 07-05-2015
