

(19)



(11)

EP 3 828 900 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

02.06.2021 Bulletin 2021/22

(51) Int Cl.:

H01B 3/02 (2006.01)

H01B 3/10 (2006.01)

H01B 3/04 (2006.01)

H01B 7/295 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **20208863.9**

(22) Date de dépôt: **20.11.2020**

(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

KH MA MD TN

(71) Demandeur: **Nexans**

92400 Courbevoie (FR)

(72) Inventeur: **BRISMALEIN, Christophe**

62800 LIEVIN (FR)

(74) Mandataire: **Ipsilon**

Le Centralis

63, avenue du Général Leclerc

92340 Bourg-la-Reine (FR)

(30) Priorité: **29.11.2019 FR 1913534**

(54) **CÂBLE COMPRENANT UNE COUCHE RÉSISTANTE AU FEU**

(57) La présente invention concerne un câble comprenant au moins un élément électriquement conducteur allongé, et au moins une couche hybride organique-inorganique résistante au feu à base d'un aluminosilicate entourant ledit élément électriquement conducteur allongé, ladite couche résistante au feu étant une couche en

contact physique direct avec ledit élément électriquement conducteur allongé, un procédé de préparation d'un tel câble, et l'utilisation d'une composition pulvérulente à base d'un aluminosilicate pour améliorer la résistance au feu.

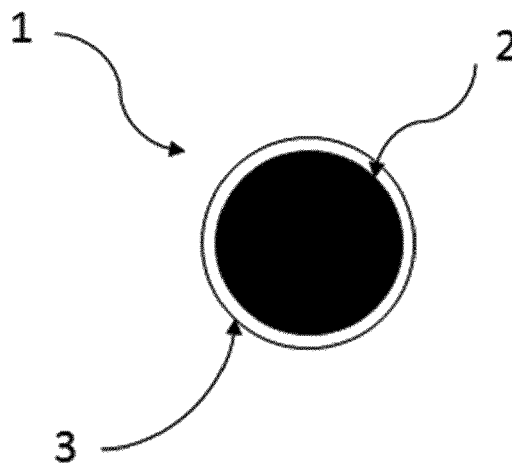


FIG. 1

EP 3 828 900 A1

Description

[0001] La présente invention concerne un câble comprenant au moins un élément électriquement conducteur allongé, et au moins une couche hybride organique-inorganique résistante au feu à base d'un aluminosilicate entourant ledit élément électriquement conducteur allongé, ladite couche résistante au feu étant une couche en contact physique direct avec ledit élément électriquement conducteur allongé, un procédé de préparation d'un tel câble, et l'utilisation d'une composition pulvérulente à base d'un aluminosilicate pour améliorer la résistance au feu.

[0002] Elle s'applique typiquement mais non exclusivement aux câbles 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 importantes. Ces câbles de sécurité sont en particulier des câbles de transport d'énergie, ou des câbles de transmission basse fréquence, tels que des câbles de contrôle ou de signalisation, notamment dans le domaine ferroviaire et/ou pour une utilisation dans les réseaux métropolitains souterrains.

[0003] Un câble électrique peut comprendre un ou plusieurs éléments conducteurs électrique(s) allongé(s), et éventuellement un ou plusieurs éléments conducteurs optique(s) allongé(s), une ou plusieurs couche(s) électriquement isolante(s), et une gaine extérieure de protection destinée à protéger mécaniquement les éléments sous-jacents dudit câble.

[0004] Les matériaux pouvant être utilisés pour améliorer la résistance au feu d'une des couches ou de la gaine de protection dudit câble sont des matériaux composites à base de polymères, en particulier de polymères siliconés, et des charges ignifugeantes. Malgré la présence de telles charges, la résistance au feu ne donne pas toujours entière satisfaction. En particulier, selon la norme de résistance au feu IEC 60331, les câbles dits « résistants au feu » sont des câbles configurés pour pouvoir continuer de fonctionner avec des performances acceptables même si, en cas d'incendie, ils sont directement exposés aux flammes pendant une certaine durée, à des températures de 750°C à 900°C ou même à des températures supérieures.

[0005] De la demande de brevet US 2006/175075 A1 est connu un câble résistant au feu comprenant un élément conducteur électrique allongé entouré par une tresse inorganique constituée d'une céramique ou d'un verre haute température, la tresse inorganique étant entourée par une couche d'un polymère céramifiable tel qu'un caoutchouc silicone qui se transforme en céramique à de hautes températures correspondant à des conditions d'incendie. Toutefois, la tresse inorganique et la couche céramifiable présentent un encombrement non négligeable, et les propriétés mécaniques et de résistance au feu ne sont pas optimisées.

[0006] Le but de la présente invention est de fournir

un câble, notamment un câble électrique, présentant une résistance au feu améliorée, de bonnes propriétés mécaniques, notamment en termes de flexibilité, et de préférence ayant un encombrement diminué.

[0007] L'invention a pour premier objet un câble comprenant au moins un élément électriquement conducteur allongé, et au moins une couche résistante au feu entourant ledit élément électriquement conducteur allongé, caractérisé en ce que ladite couche résistante au feu est en contact physique direct avec ledit élément électriquement conducteur allongé, et en ce que ladite couche résistante au feu est obtenue par traitement thermique d'une composition solide pulvérulente comprenant au moins un aluminosilicate.

[0008] Grâce à la couche résistante au feu du câble de l'invention en contact physique direct avec ledit élément électriquement conducteur allongé, ladite couche étant obtenue par traitement thermique d'une composition pulvérulente comprenant au moins un aluminosilicate, le câble présente une résistance au feu améliorée, et un encombrement diminué. Par ailleurs, ledit câble peut être utilisé en tant que câble de télécommunication. Enfin, le câble de l'invention présente, à l'issue de sa fabrication, toutes les propriétés pour résister à un incendie ou à des températures plus faibles que celles atteintes en cas d'incendie, ce qui n'est pas le cas des câbles à base de couche(s) céramifiable(s). En effet, de tels câbles nécessitent une transformation de la couche céramifiable en couche céramique lors d'un incendie pour permettre une résistance au feu et des fissures peuvent se créer lors de la transformation en céramique de la couche céramifiable à haute température.

La couche résistante au feu

[0009] Dans la présente invention, l'expression « en contact physique direct » signifie qu'aucune couche, de quelque nature que ce soit, ne vient s'intercaler entre ledit élément électriquement conducteur allongé et ladite couche résistante au feu. En d'autres termes, le câble ne comprend pas de couche(s) intermédiaire(s), notamment de couche(s) comprenant au moins un polymère, positionnée(s) entre ledit élément électriquement conducteur allongé et ladite couche résistante au feu.

[0010] La couche résistante au feu du câble de l'invention est notamment destinée à résister à un incendie ou à de hautes températures correspondant à des conditions d'incendie.

[0011] La couche résistante au feu du câble de l'invention est de préférence une couche hybride organique-inorganique. En d'autres termes, elle comprend à la fois des constituants inorganiques et des constituants organiques. Ce caractère hybride permet de conférer à ladite couche des propriétés de résistance au feu et de flexibilité. Dans l'invention, l'expression « constituant inorganique » signifie un constituant exempt de liaison(s) carbone-hydrogène, et/ou l'expression « constituant inorganique » signifie un constituant intégrant un ou plu-

sieurs atomes métalliques dans sa structure. Dans l'invention, l'expression « constituant organique » signifie un constituant qui n'est pas inorganique.

[0012] La couche résistante au feu du câble de l'invention est obtenue par traitement thermique d'une composition pulvérulente solide. Le traitement thermique permet de fixer la composition solide pulvérulente autour de l'élément électriquement conducteur allongé sous la forme d'une couche résistante au feu.

[0013] Le traitement thermique de la composition pulvérulente solide est réalisé de préférence à une température d'au plus 500°C environ, de façon particulièrement préférée d'au plus 400°C environ, de façon plus particulièrement préférée d'au plus 300°C environ, et de façon encore plus particulièrement préférée d'au plus 200°C environ.

[0014] Le traitement thermique de la composition solide pulvérulente peut être réalisé à une température d'au moins 180°C environ, de façon particulièrement préférée d'au moins 190°C environ, et de façon plus particulièrement préférée d'au moins 200°C environ.

[0015] Le traitement thermique de la composition pulvérulente solide est réalisé de préférence pendant une durée allant de 1 min à 2h environ, de façon particulièrement préférée allant de 5 min à 1h environ, de façon plus particulièrement préférée allant de 10 min à 45 min environ.

[0016] La couche résistante au feu du câble de l'invention n'est pas de préférence (ou est différente de préférence d') une couche céramique et/ou une couche obtenue par frittage ou par fusion de constituants inorganiques.

[0017] La couche résistante au feu du câble de l'invention n'est pas de préférence (ou est différente de préférence d') une couche polymère céramifiable.

[0018] La couche résistante au feu peut être obtenue par traitement thermique à l'aide d'un four tubulaire, d'une rangée de pièces chauffantes en céramique chauffante, ou de toute autre technique de chauffe en continu (UV, IR,...).

[0019] Dans un mode de réalisation particulier, la couche résistante au feu est obtenue par traitement thermique de la composition solide pulvérulente à pression atmosphérique.

[0020] La couche résistante au feu a de préférence un aspect rugueux.

[0021] La couche résistante au feu du câble de l'invention peut avoir une épaisseur allant de 5 à 200 µm environ, de préférence de 50 à 175 µm environ, et de façon particulièrement préférée de 75 à 150 µm environ.

[0022] L'épaisseur de ladite couche résistante au feu n'a pas d'impact significatif sur le diamètre du câble, ce qui présente un grand avantage en termes de design du câble.

[0023] Ladite couche résistante au feu est de préférence une couche électriquement isolante.

[0024] Selon la présente invention, l'expression « couche électriquement isolante » signifie une couche

dont la conductivité électrique peut être d'au plus 1.10^{-8} S/m (siemens par mètre) environ, de préférence d'au plus 1.10^{-9} S/m, et de façon particulièrement préférée d'au plus 1.10^{-10} S/m (Siemens par mètre), mesurée à 25°C en courant continu.

[0025] La couche résistante au feu étant de préférence une couche électriquement isolante, elle ne comprend généralement pas de particules de métal conducteur au degré d'oxydation zéro et/ou de charges conductrices.

[0026] Selon une forme de réalisation particulièrement préférée de l'invention, la couche résistante au feu comprend :

- de 40% à 50% en poids de carbone,
- de 25% à 55% en poids d'oxygène,
- de 5% à 15% en poids de silicium,
- de 1% à 10% en poids d'aluminium,
- de 1% à 7% en poids de potassium,
- optionnellement de 0,5% à 2,5% en poids de manganèse,
- optionnellement de 1% à 2% en poids de fer, et
- optionnellement de 0,1% à 2% en poids de cuivre.

[0027] La couche résistante au feu comprend en outre avantageusement :

- de 0,1% à 0,5% en poids de zinc,
- de 0% à 0,2% en poids de chrome,
- de 0% à 0,5% en poids de magnésium,
- de 0% à 0,4% en poids de sodium, et
- de 0% à 0,3% en poids de titane.

[0028] La couche résistante au feu ne comprend pas de préférence de matériaux polymères à base de silicium et d'oxygène tels que les polyorganosiloxanes ou les caoutchoucs ou résines silicones.

La composition solide pulvérulente

[0029] La composition solide pulvérulente est une composition solide. En d'autres termes, la composition solide pulvérulente est une composition solide à température ambiante, par exemple à une température allant de 18 à 25°C environ.

[0030] Dans l'invention, l'expression « composition solide pulvérulente » signifie que la composition est sous la forme d'une poudre.

[0031] La composition solide pulvérulente peut être sous la forme d'une poudre de particules de dimension allant de 1 à 200 µm environ, et de préférence allant de 5 à 100 µm environ.

[0032] En considérant plusieurs particules de la poudre de composition solide pulvérulente selon l'invention, le terme « dimension » signifie la dimension moyenne en nombre de l'ensemble des particules d'une population donnée, cette dimension étant classiquement déterminée par des méthodes bien connues de l'homme du métier.

[0033] La dimension de la ou des particules selon l'invention peut être par exemple déterminée par microscopie, notamment par microscope électronique à balayage (MEB) ou par microscope électronique transmission (MET).

[0034] La composition solide pulvérulente comprend au moins un aluminosilicate.

[0035] Selon un mode de réalisation de l'invention, la composition solide pulvérulente comprend au moins 5% en poids environ dudit aluminosilicate, de préférence au moins 7,5% en poids environ dudit aluminosilicate, et de façon particulièrement préférée au moins 10% en poids environ dudit aluminosilicate, par rapport au poids total de ladite composition solide pulvérulente.

[0036] La composition solide pulvérulente peut comprendre au plus 40% en poids environ de l'aluminosilicate, de préférence au plus 30% en poids environ dudit aluminosilicate, et de façon particulièrement préférée au plus 25% en poids environ dudit aluminosilicate, par rapport au poids total de ladite composition solide pulvérulente.

[0037] L'aluminosilicate est de préférence du mica, et de façon particulièrement préférée du mica de type muscovite.

[0038] La composition solide pulvérulente peut comprendre en outre au moins un matériau polymère.

[0039] Le matériau polymère est de préférence choisi parmi les résines époxydes.

[0040] Les résines époxydes peuvent représenter au moins 50% en poids environ du poids total de matériau polymère de la composition solide pulvérulente, de préférence au moins 75% en poids environ du poids total de matériau polymère de la composition solide pulvérulente, et de façon particulièrement préférée au moins 90% en poids environ, du poids total de matériau polymère de la composition solide pulvérulente.

[0041] Selon une forme de réalisation préférée de l'invention, le matériau polymère est choisi parmi les résines époxydes cycloaliphatiques, les résines époxydes d'éthers polyglycidiques, les résines époxydes d'esters polyglycidiques, les résines composites époxydes obtenues par copolymérisation avec du méthacrylate de glycidyl, et les résines époxydes obtenues à partir de glycérides d'acides gras insaturés.

[0042] Les résines époxydes d'éthers polyglycidiques sont particulièrement préférées.

[0043] À titre d'exemples préférés de résines époxydes d'éthers polyglycidiques, on peut citer les produits de réaction de condensation de l'épichlorhydrine avec des polyphénols tels que le bisphénol A ou le bisphénol F, les résines époxydes aliphatiques d'éthers polyglycidiques, les résines époxydes aromatiques d'éthers polyglycidiques, ou un de leurs mélanges.

[0044] La composition solide pulvérulente peut comprendre au moins 25% en poids environ du matériau polymère, de préférence au moins 30% en poids environ du matériau polymère, et de façon particulièrement préférée au moins 35% en poids environ du matériau poly-

mère, par rapport au poids total de ladite composition solide pulvérulente.

[0045] La composition solide pulvérulente peut comprendre au plus 60% en poids environ du matériau polymère, de préférence au plus 55% en poids environ du matériau polymère, et de façon particulièrement préférée au plus 50% en poids environ du matériau polymère, par rapport au poids total de ladite composition solide pulvérulente.

[0046] L'association de l'aluminosilicate avec un matériau polymère tel que défini dans l'invention permet d'obtenir une couche présentant de bonnes propriétés de résistance au feu et de bonnes propriétés mécaniques notamment en termes de flexibilité, tout en garantissant un encombrement minimal.

[0047] La composition solide pulvérulente peut comprendre un ou plusieurs oxyde(s) de métal, et de préférence plusieurs oxydes de métal.

[0048] Le ou les oxydes de métal peuvent apporter une tenue en température de la couche résistante au feu.

[0049] Le ou les oxydes de métal peuvent être choisis parmi l'oxyde de cuivre, l'oxyde de fer, l'oxyde de manganèse, l'oxyde de zinc, l'oxyde de chrome, l'oxyde de titane, l'oxyde de silicium, et un de leurs mélanges, et de préférence parmi l'oxyde de cuivre, l'oxyde de fer, l'oxyde de manganèse, et un de leurs mélanges.

[0050] La composition solide pulvérulente peut comprendre de 0,1 à 20% en poids d'un ou plusieurs oxydes de métal, et de préférence de 0,5 à 5% en poids d'un ou plusieurs oxydes de métal, par rapport au poids total de la composition solide pulvérulente.

[0051] Selon une forme de réalisation préférée de l'invention, la composition solide pulvérulente comprend un mélange d'oxydes de manganèse et de cuivre, et avantageusement un mélange d'oxydes de fer, de manganèse, et de cuivre. Un tel mélange permet une meilleure tenue en température de la couche, notamment à une température supérieure ou égale à 1000°C.

[0052] La composition solide pulvérulente comprend de préférence de 0,5 à 5% en poids dudit mélange, par rapport au poids total de la composition solide pulvérulente.

[0053] Le mélange d'oxydes précité peut être sous la forme d'un oxyde mixte de manganèse et de cuivre, et de préférence d'un oxyde mixte de manganèse, de cuivre et de fer. Un tel mélange permet une meilleure tenue en température de la couche, notamment à une température supérieure ou égale à 1000°C.

[0054] Selon cette forme de réalisation, la composition solide pulvérulente peut avantageusement comprendre en outre un mélange d'un oxyde de silicium (e.g. quartz) et d'un oxyde de zinc, et de préférence de 0,1 à 5% en poids dudit mélange, par rapport au poids total de la composition solide pulvérulente.

[0055] La composition solide pulvérulente peut comprendre en outre un ou plusieurs métaux, de préférence choisis parmi le zinc, le nickel, l'aluminium, et un alliage d'au moins deux des métaux précités.

[0056] La composition solide pulvérulente peut comprendre de 0,1 à 15% en poids d'un ou plusieurs métaux, et de préférence de 1 à 10% en poids d'un ou plusieurs métaux, par rapport au poids total de la composition solide pulvérulente.

[0057] Selon une forme de réalisation préférée de l'invention, la composition solide pulvérulente comprend un mélange de zinc et d'un alliage de nickel et d'aluminium, et de façon plus particulièrement préférée de 5 à 15% en poids dudit mélange, par rapport au poids total de la composition solide pulvérulente.

[0058] La composition solide pulvérulente peut comprendre en outre un ou plusieurs composés comprenant du magnésium et/ou du calcium.

[0059] Selon une forme de réalisation préférée de l'invention, la composition solide pulvérulente comprend au moins du silicium, de l'aluminium, de l'oxygène, du potassium et du carbone.

[0060] Selon une forme de réalisation particulièrement préférée de l'invention, la composition solide pulvérulente comprend :

- de 40% à 50% en poids de carbone,
- de 25% à 55% en poids d'oxygène,
- de 5% à 15% en poids de silicium,
- de 1% à 10% en poids d'aluminium,
- de 1% à 7% en poids de potassium,
- optionnellement de 0,5% à 2,5% en poids de manganèse,
- optionnellement de 1% à 2% en poids de fer, et
- optionnellement de 0,1% à 2% en poids de cuivre.

[0061] La composition solide pulvérulente comprend en outre avantageusement :

- de 0,1% à 0,5% en poids de zinc,
- de 0% à 0,2% en poids de chrome,
- de 0% à 0,5% en poids de magnésium,
- de 0% à 0,4% en poids de sodium, et
- de 0% à 0,3% en poids de titane.

Le câble

[0062] Le câble est de préférence un câble de télécommunications de type câble LAN (bien connu sous l'anglicisme « *Local Area Network* » et pouvant être un câble de type UTP, SFTP, etc...) ; un câble d'énergie ou d'alimentation d'électricité ; un câble de sécurité pour des systèmes d'alarme incendie ou d'éclairage de secours ; ou un câble de signalisation, par exemple assurant des télécommandes et télétransmissions pour réseaux ferroviaires souterrains...

[0063] L'élément électriquement conducteur allongé du câble de l'invention peut avoir une température de fusion d'au moins 900°C environ, de préférence d'au moins 950°C environ, de façon particulièrement préférée d'au moins 1000°C environ, et de façon plus particulièrement préférée d'au moins 1050°C environ.

[0064] Selon une forme de réalisation préférée, l'élément électriquement conducteur allongé est en cuivre ou en alliage de cuivre tel qu'un alliage de cuivre et de nickel.

[0065] Le câble conforme à la présente invention comprend de préférence une pluralité d'éléments électriquement conducteurs allongés. Dans ce cas, chacun des éléments électriquement conducteurs allongés peut être individuellement entouré par au moins une couche résistante au feu telle que définie précédemment, chacune desdites couches résistantes au feu étant en contact physique direct avec chacun desdits éléments électriquement conducteurs allongés.

[0066] De préférence, le câble comprend au moins une paire torsadée d'éléments électriquement conducteurs allongés ou au moins une quarte d'éléments électriquement conducteurs allongés (i.e. quatre éléments électriquement conducteurs allongés tournant en étoile autour d'un axe central formant une double paire, ou torsade de deux paires torsadées d'éléments électriquement conducteurs allongés) ; chacun des éléments électriquement conducteurs allongés étant individuellement entouré par au moins une couche résistante au feu telle que définie précédemment, chacune desdites couches étant en contact physique direct avec chacun desdits éléments électriquement conducteurs allongés.

[0067] Le torsadage des éléments électriquement conducteurs allongés individuellement isolés peut conduire à l'existence de multiples contraintes mécaniques entre lesdits éléments électriquement conducteurs allongés individuellement isolés. La couche résistante au feu de l'invention est capable de subir de telles contraintes mécaniques sans détérioration.

[0068] Selon une forme de réalisation particulièrement préférée de l'invention, le câble comprend une pluralité de paires torsadées d'éléments électriquement conducteurs allongés ou de quartes d'éléments électriquement conducteurs allongés, telles que définies précédemment.

[0069] Le ou les élément(s) électriquement conducteur(s) allongé(s) peu(ven)t présenter une section transversale allant de 0,002 à 1 mm² environ, et de préférence allant de 0,01 à 5 mm² environ.

[0070] Selon une forme de réalisation particulière et préférée de la présente invention, le câble comprend en outre au moins une couche polymère entourant ladite couche résistante au feu.

[0071] Ladite couche polymère est de préférence une couche électriquement isolante.

[0072] Selon une forme de réalisation particulièrement préférée de l'invention, la couche polymère comprend un matériau polymère choisi parmi les polymères réticulés et non réticulés.

[0073] Le matériau polymère peut être un homopolymère ou un copolymère ayant des propriétés thermostables et/ou élastomères.

[0074] Le matériau polymère peut être choisi parmi les polyoléfinés, les polyuréthanes, les polyamides, les polyesterés, les polyvinyliques, les polymères halogénés tels

que des polymères fluorés (e.g. polytétrafluoroéthylène PTFE) ou les polymères chlorés (e.g. polychlorure de vinyle PVC), et les polyorganosiloxanes.

[0075] Les polyoléfines, et notamment les polymères d'éthylène et les polymères de propylène, sont préférés.

[0076] À titre d'exemples de polymères d'éthylène, on peut citer les polyéthylènes linéaires basse densité (LLDPE), les polyéthylènes basse densité (LDPE), les polyéthylènes moyenne densité (MDPE), les polyéthylènes 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 (ZHEA), les copolymères d'éthylène et d'alpha-oléfines tels que par exemple les polyéthylène-octène (PEO), les copolymères d'éthylène et de propylène (EPR), les copolymères d'éthylène/éthyle acrylate (EEA), ou les terpolymères d'éthylène et de propylène (EPT) tels que par exemple les terpolymères d'éthylène propylène diène monomère (EPDM).

[0077] Selon la présente invention, l'expression « polyéthylène basse densité » signifie un polyéthylène ayant une densité allant de 0,91 à 0,925 environ, ladite densité étant mesurée selon la norme ISO 1183A (à une température de 23°C).

[0078] Selon la présente invention, l'expression « polyéthylène moyenne densité » signifie un polyéthylène ayant une densité allant de 0,926 à 0,940 environ, ladite densité étant mesurée selon la norme ISO 1183A (à une température de 23°C).

[0079] Selon la présente invention, l'expression « polyéthylène haute densité » signifie un polyéthylène ayant une densité allant de 0,941 à 0,965 environ, ladite densité étant mesurée selon la norme ISO 1183A (à une température de 23°C).

[0080] La couche polymère est, de préférence, une couche extrudée par des techniques bien connues de l'homme du métier.

[0081] Lorsque le câble comprend une pluralité d'éléments électriquement conducteurs allongés, chacun des éléments électriquement conducteurs allongés étant individuellement entouré par au moins une couche résistante au feu telle que définie précédemment, chacune desdites couches étant en contact physique direct avec chacun desdits éléments électriquement conducteurs allongés, la couche polymère peut entourer la pluralité d'éléments électriquement conducteurs allongés isolés.

[0082] Dans un autre mode de réalisation, le câble comprend une pluralité de couches polymères, chacune des couches polymères entourant chacun des éléments électriquement conducteurs allongés isolés. Ce mode de réalisation est préféré.

[0083] Le câble conforme à la présente invention peut en outre comporter une gaine de protection. Dans ce cas, ladite gaine de protection est de préférence la couche la plus externe dudit câble.

[0084] Avantagusement, ladite gaine de protection entoure la ou les couches polymère(s) si elles existent, ou entoure l'élément ou les éléments électriquement con-

ducteurs allongés isolés avec la ou les couches résistantes au feu.

[0085] La gaine externe de protection est de préférence réalisée en un 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* »).

[0086] Elle comprend au moins un matériau polymère.

[0087] Le choix du matériau polymère n'est pas limitatif et ceux-ci sont bien connus de l'homme du métier.

[0088] Selon une forme de réalisation préférée de l'invention, le matériau polymère est choisi parmi les polymères réticulés et non réticulés.

[0089] Le matériau polymère peut être un homo- ou un co-polymère ayant des propriétés thermoplastiques et/ou élastomères.

[0090] Le matériau polymère de ladite gaine peut être choisi parmi les polyoléfines, les polyuréthanes, et les polyorganosiloxanes, et de préférence parmi les polyoléfines.

[0091] Le matériau polymère de ladite gaine est de façon particulièrement préférée un polymère d'éthylène, et de façon plus particulièrement préférée un polyéthylène linéaire basse densité.

[0092] 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 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* ».

[0093] La charge minérale ignifugeante hydratée peut être un hydroxyde métallique tel que l'hydroxyde de magnésium ou le trihydroxyde d'aluminium.

[0094] La gaine externe de protection peut comprendre en outre une charge inerte, notamment choisi parmi le talc, les micas, la craie, les argiles déshydratées, et un de leurs mélanges.

Procédé de fabrication du câble

[0095] L'invention a pour deuxième objet un procédé de fabrication d'un câble conforme au premier objet de l'invention, caractérisé en ce qu'il comprend au moins les étapes suivantes :

- i) appliquer la composition solide pulvérulente directement autour d'au moins un élément électriquement conducteur allongé du câble, et
- ii) traiter thermiquement la composition solide pulvérulente, pour obtenir la couche résistante au feu.

[0096] La composition solide pulvérulente est telle que

définie dans le premier objet de l'invention.

[0097] Le traitement thermique est tel que défini dans le premier objet de l'invention. Il permet d'obtenir la couche résistante au feu à partir de la composition solide pulvérulente.

[0098] À l'issue du traitement thermique, la couche résistante au feu ainsi obtenue peut être refroidie à température ambiante.

Etape i)

[0099] L'étape i) est de préférence effectuée selon un dépôt par pulvérisation électrostatique de la composition solide pulvérulente, par exemple à l'aide d'un pistolet (pistolet à peinture électrostatique).

[0100] L'étape i) est de préférence effectuée à température ambiante.

Etape ii)

[0101] Le traitement thermique est tel que défini dans le premier objet de l'invention, et il permet d'obtenir la couche résistante au feu à partir de la composition solide pulvérulente.

[0102] Le traitement thermique est de préférence effectué à l'aide d'un four tubulaire, d'une rangée de pièces chauffantes en céramique chauffante, ou de toute autre technique de chauffe en continue (UV, IR,...).

[0103] L'invention a pour troisième objet l'utilisation d'une composition solide pulvérulente comprenant au moins un aluminosilicate et telle que définie dans le premier objet de l'invention, pour améliorer la résistance au feu d'un câble d'énergie, d'un câble de sécurité, ou d'un câble de signalisation.

Brève description des dessins

[0104] Les dessins annexés illustrent l'invention :

La figure 1 représente de manière schématique une structure, en coupe transversale, d'un câble conforme à l'invention selon un premier mode de réalisation.

La figure 1 montre un câble (1) conforme à l'invention comprenant un élément électriquement conducteur allongé (2) et une couche résistante au feu (3) entourant ledit élément électriquement conducteur allongé (2), et étant en contact physique direct avec l'élément électriquement conducteur allongé (2). L'élément électriquement conducteur allongé (2) est notamment un fil de cuivre.

La figure 2 représente de manière schématique une structure, en coupe transversale, d'un câble conforme à l'invention selon un deuxième mode de réalisation.

La figure 2 montre un câble (10) conforme à l'invention comprenant l'élément électriquement conducteur allongé (2) et la couche résistante au feu (3) tels

que décrits à la figure 1, ainsi qu'une couche polymère (4), de préférence électriquement isolante, entourant la couche résistante au feu (3). La couche polymère (4) peut être par exemple une couche d'un matériau polymère à base de polyéthylène, formée notamment par extrusion.

La figure 3 représente de manière schématique une structure, en coupe transversale, d'un câble conforme à l'invention selon un troisième mode de réalisation.

La figure 3 montre un câble (100) conforme à l'invention comprenant plusieurs éléments électriquement conducteurs allongés (2), chaque élément électriquement conducteur allongé (2) étant entouré successivement par la couche résistante au feu (3) et la couche polymère (4), de préférence électriquement isolante, chaque élément électriquement conducteur allongé, couche résistante au feu et couche électriquement isolante étant tels que décrits dans la figure 2. Dans ce mode de réalisation, le câble comprend quatre quartes. Le câble (100) comprend en outre une gaine de protection (5) entourant l'ensemble des éléments constitutifs du câble. La gaine de protection (5) peut être par exemple une couche polymère de type HFFR, formée notamment par extrusion. La gaine de protection peut en outre entourer un écran métallique (non représenté), ledit écran métallique entourant l'ensemble des éléments constitutifs du câble. L'écran métallique peut être par exemple un ou plusieurs rubans métalliques, notamment en acier galvanisé.

[0105] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lumière des exemples qui vont suivre en référence aux figures annotées, lesdits exemples et figures étant donnés à titre illustratif et nullement limitatif.

Exemple

[0106] 500 g d'une composition solide pulvérulente vendue sous la dénomination commerciale T9 Noir Ultra Heliocoat par la société Oxyplast ont été pulvérisés de façon électrostatique sur deux éléments électriquement conducteurs allongés en cuivre de diamètre 1,2 mm ou de section 1,13 mm² de section transversale. Les éléments électriquement conducteurs allongés ainsi obtenus ont été placés dans un four tubulaire à 232°C environ pendant 20 minutes, puis refroidis à température ambiante, pour former des éléments électriquement conducteurs allongés isolés individuellement avec une couche résistante au feu conforme à l'invention. Chacune des couches résistantes au feu a une épaisseur de 100 µm et une résistance de 1000 MΩ. Chacun des éléments électriquement conducteurs allongés individuellement isolés a ensuite été recouvert d'une couche de polyéthylène basse densité par extrusion. Les deux éléments électriquement conducteurs allongés individuellement

isolés ont ensuite été torsadés ensemble pour former une paire. Puis une gaine de protection de type HFFR a été extrudée autour de la paire d'éléments électriquement conducteurs allongés individuellement isolés afin de former un câble conforme à l'invention.

Test de résistance au feu

[0107] Le câble obtenu ci-dessus a été introduit en position horizontale sur deux anneaux métalliques et chauffé à la flamme à 750°C pendant 90 minutes puis sans flamme pendant 15 minutes sous tension électrique égale à 250V, afin de tester la résistance au feu de la couche.

[0108] L'essai est déclaré satisfaisant s'il n'y a aucun court-circuit pendant la durée totale du test égale à 105 minutes.

[0109] La couche résistante au feu ainsi formée satisfait aux exigences de la norme IEC 60331-23.

Revendications

1. Câble comprenant au moins un élément électriquement conducteur allongé, et au moins une couche résistante au feu entourant ledit élément électriquement conducteur allongé, **caractérisé en ce que** la dite couche résistante au feu est en contact physique direct avec ledit élément électriquement conducteur allongé, et **en ce que** ladite couche résistante au feu est obtenue par traitement thermique d'une composition solide pulvérulente comprenant au moins un aluminosilicate.
2. Câble selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le traitement thermique est réalisé à une température d'au plus 500°C.
3. Câble selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le traitement thermique est réalisé à une température d'au moins 180°C.
4. Câble selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le traitement thermique est réalisé pendant une durée allant de 1 min à 2h.
5. Câble selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche résistante au feu a une épaisseur allant de 5 à 200 µm.
6. Câble selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la composition solide pulvérulente comprend au moins 5% en poids dudit aluminosilicate, par rapport au poids total de ladite composition solide pulvérulente.
7. Câble selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la composition

solide pulvérulente comprend en outre au moins un matériau polymère.

8. Câble selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le matériau polymère est choisi parmi les résines époxydes.
9. Câble selon l'une quelconque des revendications 7 ou 8, **caractérisé en ce que** la composition solide pulvérulente comprend au moins 25% en poids du matériau polymère, par rapport au poids total de ladite composition solide pulvérulente.
10. Câble selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la composition solide pulvérulente comprend un ou plusieurs oxyde(s) de métal.
11. Câble selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le ou les oxydes de métal sont choisis parmi l'oxyde de cuivre, l'oxyde de fer, l'oxyde de manganèse, l'oxyde de zinc, l'oxyde de chrome, l'oxyde de titane, l'oxyde de silicium, et un de leurs mélanges.
12. Câble selon l'une quelconque des revendications 10 ou 11, **caractérisé en ce que** la composition solide pulvérulente comprend de 0,1 à 20% en poids d'un ou plusieurs oxydes de métal, par rapport au poids total de la composition solide pulvérulente.
13. Câble selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'élément électriquement conducteur allongé a une température de fusion d'au moins 900°C.
14. Câble selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend en outre au moins une couche polymère entourant ladite couche résistante au feu.
15. Câble selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend une pluralité d'éléments électriquement conducteurs allongés, chacun des éléments électriquement conducteurs allongés étant individuellement entouré par au moins une couche résistante au feu telle que définie à l'une quelconque des revendications 1 à 12, chacune desdites couches résistantes au feu étant en contact physique direct avec chacun desdits éléments électriquement conducteurs allongés.
16. Procédé de fabrication d'un câble tel que défini à l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend au moins les étapes suivantes :
 - i) appliquer la composition solide pulvérulente directement autour d'au moins un élément élec-

triquement conducteur allongé du câble, et
ii) traiter thermiquement la composition solide
pulvérulente, pour obtenir la couche résistante
au feu.

5

17. Procédé selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** le traitement thermique ii) est effectué à une température d'au plus 500°C, et à la pression atmosphérique.

10

18. Procédé selon la revendication 16 ou 17, **caractérisé en ce que** l'étape i) est effectuée selon un dépôt par pulvérisation électrostatique de la composition solide pulvérulente.

15

19. Utilisation d'une composition solide pulvérulente comprenant au moins un aluminosilicate telle que définie à l'une quelconque des revendications 1 à 12, pour améliorer la résistance au feu d'un câble d'énergie, d'un câble de sécurité, ou d'un câble de signalisation.

20

25

30

35

40

45

50

55

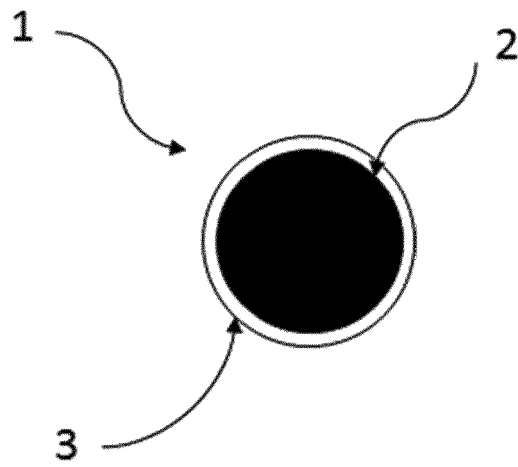


FIG.1

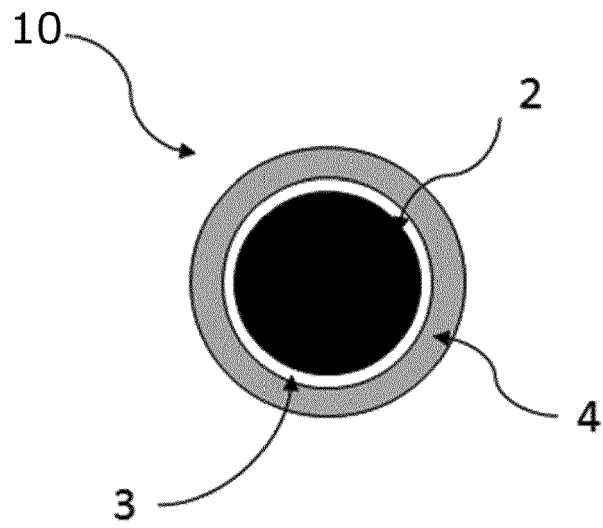


FIG.2

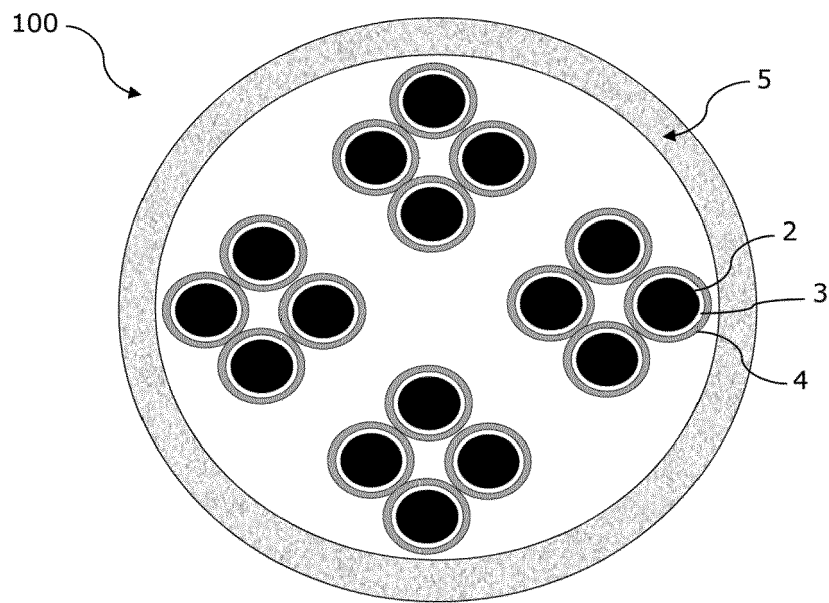


FIG.3



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 20 20 8863

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

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	US 2005/065294 A1 (CRAMER MICHELE LE [US] ET AL) 24 mars 2005 (2005-03-24) * alinéas [0060] - [6143], [0045], [0051] - [0053], [0056]; exemple *; tableaux 1,2 *	1-19	INV. H01B3/02 H01B3/04 H01B3/10 H01B7/295
X	US 5 471 014 A (GREEN EDWARD A [US]) 28 novembre 1995 (1995-11-28) * colonne 4, lignes 18-33; revendications 1,3; figure 3 *	1-4,19	
X	WO 2017/098114 A1 (NEXANS [FR]) 15 juin 2017 (2017-06-15)	1-4,6,7,9,14,15	
Y	* page 14, ligne 22 - page 15, ligne 3; revendications 1,3,10; exemple 1 *	5,8,10-13	
X	WO 2017/174941 A1 (NEXANS [FR]) 12 octobre 2017 (2017-10-12)	1-4,6,7,9	
Y	* page 2, lignes 20-31; revendications 1,7; exemple 1 *	5,8,10-13	
X,P	EP 3 640 956 A1 (NEXANS [FR]) 22 avril 2020 (2020-04-22) * alinéas [0131], [0133], [0111], [0108]; figures 1,2 *	1,2,4,6,13	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 29 mars 2021	Examineur Vanier, Cécile
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 20 20 8863

5 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.

29-03-2021

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2005065294 A1	24-03-2005	CN 1598970 A EP 1519389 A1 US 2005065294 A1	23-03-2005 30-03-2005 24-03-2005
US 5471014 A	28-11-1995	AUCUN	
WO 2017098114 A1	15-06-2017	CA 3007306 A1 CN 108369833 A EP 3387654 A1 FR 3045201 A1 KR 20180091897 A US 2018374608 A1 WO 2017098114 A1	15-06-2017 03-08-2018 17-10-2018 16-06-2017 16-08-2018 27-12-2018 15-06-2017
WO 2017174941 A1	12-10-2017	CN 108883987 A EP 3440032 A1 FR 3049948 A1 KR 20180127492 A US 2019112230 A1 WO 2017174941 A1	23-11-2018 13-02-2019 13-10-2017 28-11-2018 18-04-2019 12-10-2017
EP 3640956 A1	22-04-2020	EP 3640956 A1 FR 3087574 A1	22-04-2020 24-04-2020

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 2006175075 A1 [0005]