

12

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

21 Numéro de dépôt: 85400677.2

51 Int. Cl.<sup>4</sup>: **H 01 B 7/02**  
**H 01 B 7/34**

22 Date de dépôt: 04.04.85

43 Date de publication de la demande:  
15.10.86 Bulletin 86/42

84 Etats contractants désignés:  
AT BE CH DE GB IT LI LU NL SE

71 Demandeur: **FILOTEX S.A. dite**  
**140-146, rue Eugène Delacroix**  
**F-91210 Draveil(FR)**

72 Inventeur: **Bascou, Edith**  
**32 avenue Emile Fruchard**  
**F-91210 Draveil(FR)**

72 Inventeur: **Marechal, Michel**  
**73, rue du Bois Lévêque**  
**F-77380 Combs la Ville(FR)**

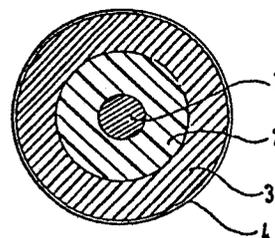
72 Inventeur: **Ferlier, Jean-Pierre**  
**21, rue Frédéric Koelher**  
**F-91330 Yerres(FR)**

74 Mandataire: **Weinmiller, Jürgen et al,**  
**Lennéstrasse 9**  
**D-8133 Feldafing(DE)**

54 **Câble électrique, notamment pour usage aérospatial, à caractéristiques électriques améliorées.**

57 Câble électrique, notamment pour usade aérospatial, à caractéristiques électriques améliorées, comprenant un conducteur central, une première couche d'isolation, et au moins une deuxième couche d'isolation autour de la première, l'une de celles-ci étant formée par une bande de résine synthétique polyimide enroulée hélicoïdalement, et les différentes couches étant solidarisées par traitement thermique, caractérisé en ce que la deuxième couche est formée par une couche extrudée d'une résine thermoplastique non réticulée perfluoroalcoxy ou polyéther-éther-cétone.

**FIG.1**



0197227

Câble électrique, notamment pour usage aérospatial, à caractéristiques électriques améliorées

La présente invention concerne un câble électrique, notamment pour usage aérospatial, à caractéristiques électriques améliorées, comprenant un conducteur central, une première couche d'isolation, et au moins une deuxième couche d'isolation autour de la première, l'une de celles-ci étant formée par une bande de résine synthétique polyimide enroulée hélicoïdalement, et les différentes couches étant solidarisées par traitement thermique. Un tel câble convient notamment pour les applications aéronautiques et spatiales.

On connaît déjà des câbles de ce genre, dans lesquels l'isolation est constituée par une ou plusieurs bandes de résine synthétique polyimide, notamment de la qualité commercialisée sous la marque "Kapton F" par la Société du Pont de Nemours, rubanées autour du conducteur central, avec solidarisation des différentes couches par chauffage, puis revêtues d'un vernis résistant à une température élevée, par exemple d'un vernis polyimide.

On a également utilisé des câbles dont le conducteur central est entouré d'un isolant thermoplastique extrudé, par exemple en copolymère d'éthylène et de tétrafluoréthylène, réticulé ou non.

Les câbles dont l'isolation est constituée par une ou plusieurs bandes de résine polyimide présentent une résistance insuffisante au cheminement de l'arc électrique lors de surtensions ou de courts-circuits. Par ailleurs ils manquent de souplesse et doivent être dénudés avec des outils parfaitement calibrés.

Ceux dont l'isolation est constituée uniquement par une résine thermoplastique réticulée ou non sont relativement encombrants et lourds, et leurs tenues aux surcharges thermiques et aux surtensions électriques élevées laissent à désirer.

La présente invention a pour but de procurer un câble électrique présentant une excellente résistance au cheminement de l'arc, une sou-

0197227

plasse et une dénudabilité satisfaisantes, tout en étant peu encombrant et léger, et résistant aux surcharges thermiques et aux surtensions électriques élevées.

5 Le câble électrique selon l'invention est caractérisé en ce que la deuxième couche est formée par une couche extrudée d'une résine thermoplastique non réticulée perfluoroalcoxy ou polyéther-éther-cétone.

10 Lorsque le câble électrique selon l'invention comporte trois couches d'isolation superposées, il est caractérisé en ce que la première couche d'isolation est formée par une couche extrudée d'une résine thermoplastique non réticulée perfluoroalcoxy ou polyéther-éther-cétone, en ce que la deuxième couche d'isolation est formée par une bande de résine synthétique polyimide enroulée hélicoïdalement autour de la première, et en ce que la troisième couche est formée par un vernis durci par traitement thermique de classe résistant à une température d'au moins 150°C.

15 L'épaisseur du vernis est de préférence de 10 à 100 microns.

Le vernis est de préférence un vernis polyuréthane.

20 Lorsque le câble électrique ne comporte que deux couches, la première couche d'isolation est formée par une bande de résine polyimide enroulée hélicoïdalement autour du conducteur, et sa deuxième couche d'isolation est formée par une couche extrudée d'une résine thermoplastique non réticulée perfluoroalcoxy ou polyéther-éther-cétone, dépourvue de vernis protecteur.

25 L'invention s'étend en outre à un câble électrique comprenant un conducteur central, une première couche d'isolation, et au moins une deuxième couche d'isolation autour de la première, caractérisé en ce que l'une de ces couches est formée par une bande de résine synthétique polyazole ou polyparabanique enroulée hélicoïdalement, et l'autre est formée par une couche extrudée d'une résine thermoplastique non réticulée perfluoroalcoxy ou polyéther-éther-cétone.

30 Pour un diamètre du conducteur central allant de 0,3 mm à 10 mm, l'épaisseur de chacune des couches d'isolation des câbles de l'invention est de préférence comprise entre 0,04 mm et 0,35 mm.

0197227

Il est décrit ci-après, à titre d'exemples et en référence aux figures du dessin annexé, des structures de câble électrique pour usage aéronautique selon l'invention et un essai comparatif de résistance au cheminement de l'arc électrique d'un câble connu et d'un câble selon l'invention.

La figure 1 représente en section droite un câble comprenant une couche d'isolant en résine thermoplastique de point de ramollissement au moins égal à 250°C entre le conducteur central et une couche d'isolant rubané en résine polyimide, revêtue extérieurement d'un vernis.

La figure 2 représente en section droite un câble comprenant une couche d'isolant en résine thermoplastique autour de la couche formée par une bande de résine polyimide rubanée autour du conducteur central.

La figure 3 représente schématiquement en perspective un appareillage d'essai de résistance au cheminement d'arc.

Bien que les figures 1 et 2 portent sur des câbles comportant une couche de résine thermoplastique en plus de la couche de résine polyimide, on obtient déjà de meilleurs résultats qu'avec les câbles connus en disposant une couche d'une résine synthétique thermodurcissable, notamment de polytétrafluoréthylène, soit entre le conducteur et le bande rubanée de résine polyimide, soit au-dessus de celle-ci.

Dans la figure 1, le câble comprend un conducteur central 1, une couche 2 de résine thermoplastique telle qu'une résine perfluoroalcoxy, une résine polyéther-éther-cétone, ou une résine copolymère d'éthylène et de tétrafluoréthylène, pouvant ou non être réticulée, par exemple par irradiation, une couche 3 formée par une bande rubanée de résine polyimide, notamment celle commercialisée par

30

35

la société du Pont de Nemours sous la marque "Kapton F", et enfin une couche 4 de vernis résistant à au moins 150°C, par exemple un vernis fluorocarboné, un vernis polyimide, un vernis polyamidimide ou un vernis polyuréthane, etc.

5 Le conducteur central 1 peut être en cuivre ou alliage de cuivre, protégés par un revêtement d'étain, d'argent ou de nickel, ou bien en aluminium ou alliage d'aluminium, protégé ou non par un revêtement métallique, notamment en étain ou en nickel. Il se compose en général de plusieurs brins torsadés. Son diamètre est de 1 mm.

10 La couche de résine thermoplastique 2, de point de ramollissement au moins égal à 250°C, et de préférence au moins égal à 300°C, obtenue par extrusion autour du conducteur central, a une épaisseur radiale de 0,07 mm. La couche 3 formée par la bande de résine polyimide rubanée "Kapton F" a une épaisseur de 0,06 mm. Afin de permettre le  
15 collage des couches de la bande entre elles, elle est munie d'un revêtement thermoplastique de copolymère d'éthylène et de propylène fluoré. Ce collage est assuré par un chauffage à au moins 275°C pendant 15 secondes à 3 minutes. Le vernis 4 de revêtement de la couche 3 a une épaisseur de 0,02 mm. C'est par exemple un vernis polyuréthane, formé  
20 de plusieurs couches successives appliquées au trempé, chaque passe d'enduction étant suivie d'une opération de séchage et de cuisson à au moins 250°C pendant 15 secondes à 3 minutes.

Dans la figure 2, le câble comprend un conducteur central 11, une couche 13 formée par une bande rubanée de polyimide "KAPTON F" à  
25 couches solidarisées par traitement thermique, et une couche 12 d'une résine thermoplastique, déposée par extrusion, sans revêtement d'un vernis.

La couche 13 de résine polyimide a la même épaisseur que celle décrite en référence à la figure 1, et le collage de ses couches est  
30 assuré de la même manière. Le conducteur, lorsqu'il est constitué de plusieurs brins de cuivre étamés, sera fabriqué de préférence par le procédé qui a fait l'objet de la demande de brevet FR-A-2472253 de la demanderesse, de façon à éviter une soudure de ses brins entre eux, tout en permettant de coller entre elles les couches de la bande de  
35 résine polyimide.

La résine thermoplastique de la couche 12 est par exemple un copolymère d'éthylène et de propylène fluoré, un copolymère d'éthylène et de tétrafluoréthylène, un polyéther-éther-cétone ou une résine par-fluoroalcoxy. Son épaisseur est la même que celle de la couche de  
5 résine thermoplastique de la figure 1.

Le copolymère d'éthylène et de propylène fluoré jouant le rôle d'adhésif pour la résine polyimide "Kapton F" peut éventuellement être remplacé par un autre adhésif. Certains de ceux-ci, notamment ceux à base de polyesters ou de silicones, sont compatibles avec l'emploi  
10 comme résine thermoplastique de la première couche du câble représenté en figure 1 d'un autre polymère tel qu'un copolymère d'éthylène et de propylène fluoré, un copolymère d'éthylène et de tétrafluoréthylène non réticulé, ou du fluorure de polyvinylidène.

Dans les deux structures de câble qui viennent d'être décrites,  
15 la couche d'isolation autre que celle de résine polyimide assure une meilleure résistance au cheminement de l'arc électrique, empêchant tout amorçage d'arc avec les câbles adjacents d'un faisceau, que l'isolation d'un câble connu. Cette amélioration est d'autant plus sensible que cette autre couche d'isolation est plus épaisse, et elle  
20 est plus marquée lorsque la résine de cette couche est une résine thermoplastique.

La couche de résine polyimide assure pour sa part une excellente résistance thermique et mécanique et une bonne résistance aux surtensions importantes.

25 L'ensemble des deux couches d'isolation permet de donner au câble une épaisseur, et par suite un poids, plus faibles que pour un câble à isolation en résine thermoplastique, et assure également un taux d'émission de fumées en cas de feu plus faible.

Le dispositif d'essai de résistance au cheminement de l'arc  
30 représenté en figure 3 comporte un élément de câble à essayer 21, d'une longueur de 20 cm, entaillé en son milieu par une fente 22 de 0,13 à 0,25 mm de large atteignant le conducteur central. Cet élément de câble est disposé entre deux autres éléments de câble adjacents 23, 24 identiques, mais non entaillés, disposés comme lui 0,25 mm au-  
35 dessus d'une plaque plane d'aluminium 25, nettoyée et décapée pour

éliminer toute impureté et toute trace d'oxyde, et mise à la terre en 26. Les deux conducteurs des éléments 23, 24 sont reliés à leurs extrémités par des conducteurs 27, 28, et reliés d'un côté à la plaque d'aluminium 25 et par elle à la terre.

5 L'élément de câble 21 à essayer est disposé dans un circuit comprenant une alimentation 29, pouvant être, soit en continu sous 28 volts, soit en alternatif 400 Hz sous 115 volts. Le circuit comprend en outre un disjoncteur 30 déclenchant à 7,5 ampères, une résistance de charge 31 et un ampèremètre 32.

10 Par ailleurs, une burette 33 disposée à la verticale de la fente 22 de l'élément à essayer, est remplie d'une solution de chlorure de sodium à 3% en poids. Son robinet 34 est réglé de façon à laisser la solution tomber goutte à goutte sur la fente.

15 L'essai de résistance au cheminement d'arc, qui est plus sévère que celui défini dans la norme ASTM D. 3638-77, et destiné à correspondre aux conditions d'utilisation des câbles à bord d'avions, est le suivant.

20 On fait circuler dans le circuit comprenant l'élément de câble à essayer, un courant d'un ampère, soit sous 28 volts en continu, soit sous 115 volts en alternatif 400 Hz, en laissant tomber la solution saline sur sa fente à la cadence de 2 gouttes par minute. On continue l'essai pendant 24h, même quand la conducteur se rompt, sauf en cas de fonctionnement du disjoncteur. On observe les phénomènes et l'aspect des éléments de câble en fin d'essai. La propagation superficielle de l'arc sur l'élément de câble central ne doit pas dépasser 10 mm.

30 Un essai comparatif a été effectué sur, d'une part un élément de câble connu à conducteur central en cuivre étamé de diamètre 1 mm, et à isolation par bande de polyimide rubanée et recouverte d'un vernis, d'épaisseur totale d'isolation 0,15 mm, d'autre part un élément de câble selon l'invention, comportant

35 - autour du même conducteur central de diamètre 1 mm, une première couche de résine perfluoroalcoxy d'épaisseur 0,07 mm,  
- autour de celle-ci, une seconde couche de bande de polyimide "Kaptan F" rubanée à recouvrement et à couches collées,

d'épaisseur 0,06 mm,

- une couche de vernis polyuréthane d'épaisseur 0,02 mm.

L'épaisseur totale d'isolant est donc également de 0,15 mm.

5 On soumet en premier lieu le câble témoin et le câble de l'invention à l'essai en courant continu sous 28 volts.

10 Pour le câble témoin, le conducteur central se rompt après environ 10 minutes. La détérioration de l'isolant se propage aux câbles adjacents. L'essai est arrêté après 3 h par déclenchement du disjoncteur. Il y a amorçage d'arc avec les autres conducteurs, et propagation de l'arc sur environ 50 mm.

Pour le câble de l'invention, le conducteur central se rompt après environ 20h. Après 24 h, on n'observe ni propagation de l'arc, ni dommage visible sur les câbles adjacents.

15 On soumet ensuite le câble témoin et le câble de l'invention à l'essai en courant alternatif 115 volts, 400 Hz.

Pour le câble témoin, le conducteur central se rompt après 5 minutes. L'arc se propage rapidement aux câbles adjacents et déclenche le disjoncteur.

20 Pour le câble de l'invention, le conducteur central se rompt après 5 h. Au bout de 24 h, l'arc s'est propagé sur 3 mm sur le câble central. Il n'y a pas de propagation de l'arc aux câbles adjacents.

25 Le câble selon l'invention convient plus particulièrement pour les utilisations en aviation et sur engins spatiaux, mais il est avantageux également dans toutes les applications où l'on désire un faible encombrement, d'excellentes résistances mécanique et thermique et une grande sécurité à l'égard des possibilités d'incendie à la suite de courts-circuits ou pertes d'isolation.

30

35

REVENDEICATIONS

- 1/ Câble électrique, notamment pour usage aérospatial, à caractéristiques électriques améliorées, comprenant un conducteur central, une première couche d'isolation, et au moins une deuxième couche d'isolation  
5 autour de la première, l'une de celles-ci étant formée par une bande de résine synthétique polyimide (3, 13) enroulée hélicoïdalement, et les différentes couches étant solidarisées par traitement thermique, caractérisé en ce que la deuxième couche est formée par une couche extrudée (2, 12) d'une résine thermoplastique non réticulée perfluoroalcoxy  
10 ou polyéther-éther-cétone.
- 2/ Câble électrique, notamment pour usage aérospatial, à caractéristiques électriques améliorées, comprenant un conducteur central et trois couches d'isolations superposées, caractérisé en ce que la première couche d'isolation est formée par une couche extrudée d'une résine thermoplastique non réticulée perfluoroalcoxy ou polyéther-éther-cétone, en ce  
15 que la deuxième couche d'isolation est formée par une bande de résine synthétique polyimide enroulée hélicoïdalement autour de la première, et en ce que la troisième couche est formée par un vernis durci par traitement thermique de classe résistant à une température d'au moins 150°C.
- 3/ Câble électrique selon la revendication 2, caractérisé en ce que  
20 l'épaisseur du vernis est comprise entre 10 et 100 microns.
- 4/ Câble électrique selon les revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que le vernis est un vernis polyuréthane.
- 5/ Câble électrique selon la revendication 1, caractérisé en ce que sa  
25 première couche d'isolation est formée par une bande de résine polyimide enroulée hélicoïdalement autour du conducteur, et sa deuxième couche d'isolation est formée par une couche extrudée d'une résine thermoplastique non réticulée perfluoroalcoxy ou polyéther-éther-cétone, dépourvue de vernis protecteur.
- 6/ Câble électrique, notamment pour usage aérospatial, à caractéristiques électriques améliorées, comprenant un conducteur central, une première couche d'isolation, et au moins une deuxième couche d'isolation  
30 autour de la première, caractérisé en ce que l'une de ces couches est formée par une bande de résine synthétique polyazole ou polyparabanique  
35 enroulée hélicoïdalement, et en ce que l'autre est formée par une couche

extrudée d'une résine thermoplastique non réticulée perfluoroalcoxy ou polyéther-éther-cétone.

7/ Câble électrique selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel le diamètre du conducteur central va de 0,3 mm à 10 mm, caractérisé en ce  
5 que l'épaisseur de chacune des couches d'isolation va de 0,04 à 0,35 mm.

FIG.1

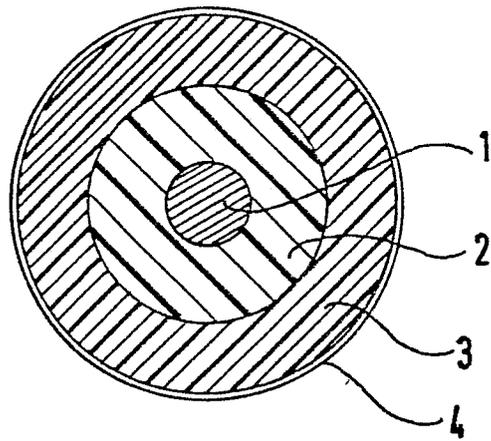


FIG. 2

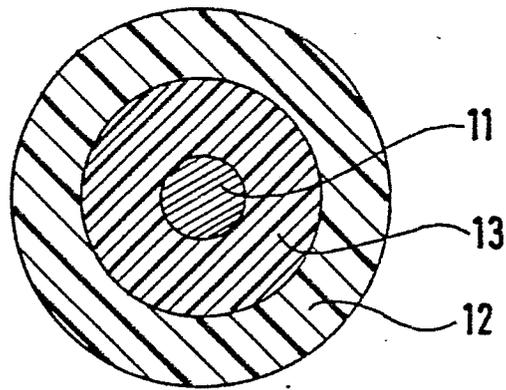
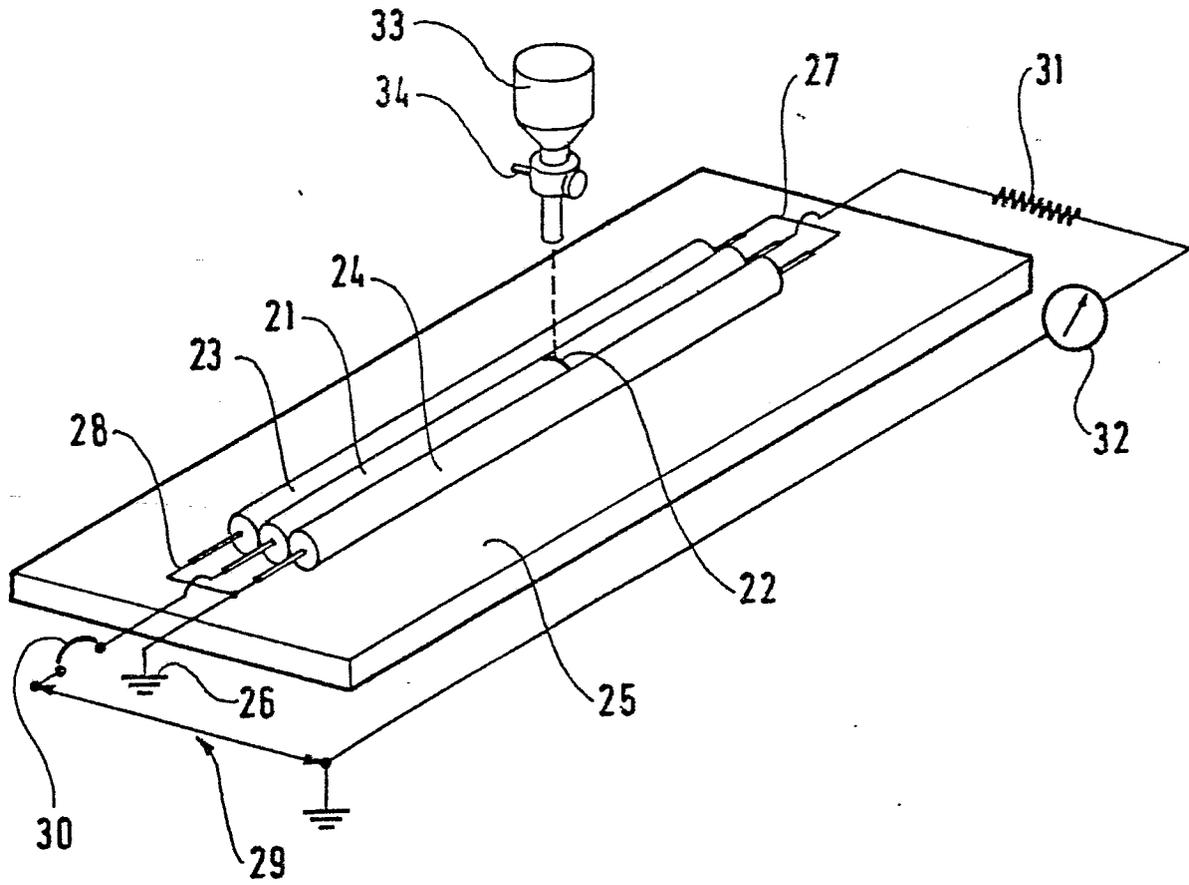


FIG. 3





| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| Catégorie   | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes                                | Revendication concernée   | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)       |
| A   | US-A-3 422 215 (WESTINGHOUSE)<br>* Colonne 2, ligne 34 - colonne 4, ligne 19; figure 1 *                       | 1,2   | H 01 B 7/02<br>H 01 B 7/34                 |
| A   | ---<br>US-A-4 273 829 (PERREAULT)<br>* Colonne 2, ligne 14 - colonne 6, ligne 39; figures 1,2 *                | 1,5   |  |
| A   | ---<br>FR-A-1 556 405 (FILECA)<br>* Page 1, colonne 1, alinéa 7 - page 2, colonne 2, alinéa 4; figure unique * | 1   |  |
| E   | ---<br>FR-A-2 555 799 (FILOTEX)<br>* Page 3, ligne 24 - page 9, ligne 23; figures 1,2 *                        | 1-7   |  |
|   |  |   | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4) |
|   |  |   | H 01 B                                     |
| Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications   |  |   |  |
| Lieu de la recherche<br>LA HAYE   |  | Date d'achèvement de la recherche<br>13-12-1985   | Examineur<br>DEMOLDER J.                   |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES   |  | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>& : membre de la même famille, document correspondant |  |
| X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |  |   |  |