

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication:

**0 297 219**  
**A1**

(12)

# DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: **88105170.0**(51) Int. Cl. 4: **H01B 13/02**(22) Date de dépôt: **30.03.88**

Le titre de l'invention a été modifié (Directives  
relatives à l'examen pratiqué à l'OEB, A-III, 7.3)

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

(30) Priorité: **03.04.87 FR 8704691**

(72) Inventeur: **Maréchal, Michel**  
**10 rue de la Bouillonne**  
**F-77380 Combs La Ville(FR)**

(43) Date de publication de la demande:  
**04.01.89 Bulletin 89/01**

Inventeur: **Rageot, Alain**  
**22 rue des Claudines**  
**F-91210 Draveil(FR)**

(84) Etats contractants désignés:  
**BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE**

Inventeur: **Basly, Michel**  
**30 rue Hoche**  
**F-91260 Juvisy sur Orge(FR)**

(74) Mandataire: **Weinmiller, Jürgen et al**  
**Lennéstrasse 9 Postfach 24**  
**D-8133 Feldafing(DE)**

(54) **Procédé de fabrication d'un câble électrique souple.**

(57) Procédé de fabrication d'un câble électrique souple constitué d'un conducteur toronné formé de fils fins, de diamètre inférieure à 0,5 mm, en aluminium ou alliage d'aluminium, revêtu d'un matériau polymère, ou constitué d'un ou plusieurs conducteurs isolés, revêtus d'un écran électrique formé de fils fins de diamètre inférieur à 0,5 mm, en aluminium ou alliage d'aluminium, guipés ou tressés autour d'eux, cet écran pouvant être entouré d'au moins une couche isolante en matériau polymère.

On effectue les opérations de toronnage des fils fins formant le conducteur, ou bien de guipage ou de tressage des fils entourant le ou les conducteurs isolés et formant l'écran électrique, en utilisant des fils fins non recuits ou seulement partiellement recuits, puis l'on soumet le conducteur toronné ou l'écran électrique guipé ou tressé à au moins un recuit final.

Application notamment à la fabrication de câbles électriques souples facilement sertissables ou brasa-

EP 0 297 219 A1

**Procédé de fabrication d'un câble électrique souple à conducteur comprenant des fils fins d'aluminium ou alliage d'aluminium**

La présente invention concerne un procédé de fabrication d'un câble électrique souple constitué d'un conducteur toronné formé de fils fins, de diamètre inférieure à 0,5 mm, en aluminium ou alliage d'aluminium, et revêtu d'un matériau polymère, ou constitué d'un ou plusieurs conducteurs isolés, revêtus d'un écran électrique formé de fils fins de diamètre inférieur à 0,5 mm, en aluminium ou alliage d'aluminium, guipés ou tressés autour d'eux, cet écran pouvant être entouré d'au moins une couche isolante en matériau polymère.

De tels câbles sont particulièrement utilisés dans le câblage des avions ou des engins spatiaux. Ils sont habituellement constitués d'une âme conductrice faite d'un toron de fils fins et d'une isolation formée d'une ou plusieurs couches d'un ou de plusieurs matériaux polymères. Ces matériaux peuvent être, soit directement extrudés sur l'âme conductrice, soit préalablement façonnés en rubans qui sont ensuite enroulés hélicoïdalement autour de l'âme conductrice. Cette isolation est elle-même fréquemment revêtue d'une couche d'émail obtenue par cuisson d'un vernis. Le conducteur isolé, ou un faisceau de conducteurs isolés, peut être revêtu d'un écran électrique réalisé à l'aide de fils fins, soit par guipage, soit par tressage. Cet écran électrique est généralement revêtu d'un isolant électrique qui peut être extrudé ou rubané et, éventuellement, recouvert d'un émail.

Les polymères isolants et les émaux utilisés sont fréquemment des résines fluorées ou des polyimides, ou tout autre matériau conservant de bonnes propriétés mécaniques et d'isolement électrique à des températures de service supérieures à environ 150 °C.

Pour obtenir des câbles souples et la plus faible résistance électrique, il est essentiel que le métal des conducteurs soit convenablement recuit. Mais, dans le cas des conducteurs comportant des fils fins, de diamètre inférieur à 0,5 mm, il est connu que les fils recuits d'aluminium ou d'alliage d'aluminium sont fragiles et supportent mal les variations brusques des efforts qui leur sont appliqués au cours des opérations de toronnage, d'isolation ou de tressage, variations brusques dont il n'est pas possible de s'affranchir entièrement malgré le soin apporté lors des opérations de toronnage, de tressage, de guipage ou d'isolation. Il en résulte de nombreuses casses des fils au cours du cycle de fabrication, casses d'autant plus gênantes que pour obtenir la meilleure souplesse des câbles, on s'efforce d'augmenter le nombre des fils en diminuant leur diamètre.

La présente invention a pour but de permettre

la fabrication de câbles électriques souples comportant des fils d'aluminium ou d'alliage d'aluminium de diamètre inférieur à 0,5 mm, et pouvant descendre jusqu'à environ 0,05 mm, en réduisant dans une très large mesure les risques de casse lors des opérations de toronnage, de tressage, de guipage ou d'isolation.

Le procédé selon l'invention est caractérisé en ce que l'on effectue les opérations de toronnage des fils fins formant le conducteur, ou bien de guipage ou de tressage des fils entourant le ou les conducteurs isolés et formant l'écran électrique, en utilisant des fils fins non recuits ou seulement partiellement recuits, puis en ce que l'on soumet le conducteur toronné ou l'écran électrique guipé ou tressé à au moins un recuit final.

Il répond en outre de préférence à au moins l'une des caractéristiques suivantes :

- lorsque l'isolant est complété par une couche de vernis à base de matériau polymère après le toronnage des fils fins formant le conducteur et application de l'isolant, ou après le guipage ou le tressage des fils formant l'écran électrique et application de l'isolant, on enrobe le conducteur isolé ou l'écran électrique isolé d'une couche de vernis à base de matériau polymère, puis on soumet le conducteur isolé ou l'écran isolé, enrobés de vernis, à un traitement thermique assurant simultanément le recuit du conducteur ou de l'écran électrique et la cuisson du vernis.

- lorsque le vernis est à base de résines fluorées, on effectue simultanément le recuit du conducteur isolé ou de l'écran électrique isolé et la cuisson du vernis par passage dans une enceinte à 450 °C pendant 30 secondes environ.

- on effectue le recuit du conducteur isolé ou de l'écran électrique dans une enceinte dont la température est d'au moins 240 °C.

Le procédé de l'invention s'applique particulièrement bien aux câbles comportant des fils fins d'aluminium ou d'alliage d'aluminium, recouverts d'une couche de nickel, ces fils étant particulièrement appréciés des utilisateurs lorsque le ou les conducteurs, ou l'écran, des câbles doivent être réunis à leur extrémité à des éléments électriques tels que des contacts ou d'autres câbles, par sertissage ou brasage. La couche de nickel élimine les mauvais contacts inhérents à l'oxydation superficielle de l'aluminium. Elle permet aussi d'obtenir un bon accrochage des brasures tendres à l'étain ou à l'argent.

Dans l'état non entièrement recuit, les fils possèdent comme il est connu des propriétés mécaniques, et en particulier une contrainte à la rupture,

supérieures à celles que présentent ces mêmes fils dans l'état parfaitement recuit. Le traitement thermique de recuit, nécessaire pour obtenir la meilleure conductivité électrique et toute la souplesse requise par les câbles, est pratiqué après les opérations de toronnage et d'isolation du conducteur, ou après l'opération de guipage ou de tressage.

Les états métallurgiques recuit, semi-écroui et écroui ont une définition variable selon les fournisseurs des fils et les pays. En France, par exemple, ces états sont définis pour les fils d'aluminium ou d'alliage d'aluminium par la norme NF A 02-006 et les valeurs garanties des caractéristiques mécaniques sont indiquées pour chaque état par le fournisseur. De toutes façons, il existe toujours pour chaque fil d'aluminium ou d'alliage d'aluminium plusieurs états métallurgiques en dehors de l'état recuit tels que la valeur de la contrainte à la rupture soit considérablement supérieure à la valeur observée dans l'état recuit.

Le traitement thermique qui permet d'obtenir un fil parfaitement recuit dépend de la pureté du métal ou de la composition de l'alliage. Il dépend aussi des états métallurgiques et des traitements thermiques qu'a subis le métal dans les phases de fabrication qui ont précédé le recuit. Ce traitement thermique est caractérisé par la température à laquelle doit être porté le fil et la durée de maintien à cette température. Pour l'aluminium et de nombreux alliages, la température doit être au moins égale à 240° C et dans ce cas la durée peut être de plusieurs heures. Mais si on utilise une température plus élevée, par exemple supérieure à 350° C, la durée peut être réduite à une fraction de seconde.

Les isolants utilisés dans les câbles souples, particulièrement ceux destinés aux industries aéronautiques et spatiales, sont capables de supporter de telles températures pendant des durées qui peuvent aller de quelques secondes à plusieurs heures selon le matériau d'isolation utilisé.

Ainsi il est possible de recuire le conducteur toronné et le guipage ou la tresse constituant l'écran lorsque ceux-ci sont revêtus de leur isolation. Ce recuit peut même être combiné avec l'opération de cuisson des vernis qui enduisent éventuellement la ou les couches d'isolant.

A titre d'exemple, la demanderesse a réalisé un conducteur toronné constitué de 19 fils ayant un diamètre de 0,15 mm. Ces fils en aluminium 131050, défini par la norme française NF A 02-104, étaient recouverts d'une couche de nickel d'environ 1 micron d'épaisseur. Ils ont été toronnés alors qu'ils étaient dans l'état métallurgique écroui correspondant à la désignation H 26 de la norme française NF A 02-006. Dans cet état, la contrainte à la rupture était supérieure à 160 MPa et l'allon-

gement à la rupture était d'environ 1 %. Le conducteur toronné a été isolé par deux couches de ruban polyimide vendu sous la marque Kapton par DUPONT de NEMOURS. Ces rubans avaient une épaisseur de 25 microns. Cette isolation a été revêtue d'une couche de vernis constitué d'une émulsion aqueuse de polytétrafluoroéthylène. Le conducteur ainsi revêtu a alors défilé à la vitesse de 20 m/mn dans une enceinte chauffée à 450° C. Le temps de séjour dans l'enceinte de chaque partie du conducteur isolé était d'environ 30 secondes. Ces conditions opératoires ont permis de cuire le vernis et de recuire les fils d'aluminium constituant le conducteur toronné. Après traitement les fils extraits du conducteur avaient un allongement à la rupture supérieur à 12 %. La contrainte à la rupture n'était pas supérieure à 130 MPa. Ces caractéristiques correspondent bien à un état métallurgique recuit garantissant la conductivité électrique et la souplesse requises.

Dans une autre réalisation, deux conducteurs ainsi réalisés ont été torsadés ensemble pour former une paire. Sur cette paire a été appliquée une tresse constituée de 16 fuseaux de 3 fils en aluminium 131050 revêtu de nickel comme indiqué ci-dessus. Le diamètre de ces fils était de 0,12 mm. Ils ont été utilisés dans un état métallurgique partiellement écroui correspondant à la désignation H 24 de la norme française NF A 02-006, l'état métallurgique H26 plus écroui n'étant pas favorable à la bonne constitution d'une tresse. Dans cet état H 24, la contrainte à la rupture de chaque fil était comprise entre 140 et 150 MPa. L'allongement à la rupture était compris entre 3 et 4 %. La tresse a ensuite été isolée par deux couches de ruban en Kapton et une couche de vernis fluoré comme indiqué ci-dessus. Le câble ainsi réalisé a alors défilé dans la même enceinte et avec les mêmes conditions opératoires qu'indiquées ci-dessus. Les essais pratiqués sur des fils extraits de la tresse après ce traitement ont donné les mêmes résultats, c'est-à-dire une contrainte à la rupture inférieure à 130 MPa et un allongement à la rupture supérieur à 12 %, garantissant ainsi la souplesse et la conductivité requises.

Comme il a été indiqué plus haut, la valeur de la température et la durée de séjour dans l'enceinte peuvent varier dans de larges proportions et permettre néanmoins d'obtenir le recuit du conducteur toronné ou de l'écran. Ceci permet entre autres de choisir ces conditions opératoires en tenant compte d'autres contraintes liées en particulier aux caractéristiques des matériaux isolants utilisés. Dans les exemples ci-dessus, la température de l'enceinte a été fixée à la valeur élevée qu'imposait la cuisson du vernis fluoré.

## Revendications

- 1/ Procédé de fabrication d'un câble électrique souple constitué d'un conducteur toronné formé de fils fins, de diamètre inférieur à 0,5 mm, en aluminium ou alliage d'aluminium, revêtu d'un matériau polymère, ou constitué d'un ou plusieurs conducteurs isolés, revêtus d'un écran électrique formé de fils fins de diamètre inférieure à 0,5 mm, en aluminium ou alliage d'aluminium, guipés ou tressés autour d'eux, cet écran pouvant être entouré d'au moins une couche isolante en matériau polymère, caractérisé en ce que l'on effectue les opérations de toronnage des fils fins formant le conducteur, on bien de guipage ou de tressage des fils entourant le ou les conducteurs isolés et formant l'écran électrique, en utilisant des fils fins non recuits ou seulement partiellement recuits, puis en ce que l'on soumet le conducteur toronné ou l'écran électrique guipé ou tressé à au moins un recuit final.
- 2/ Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'isolant est complété par une couche de vernis à base de matériau polymère, caractérisé en ce qu'après le toronnage des fils fins formant le conducteur et application de l'isolant ou après le guipage ou le tressage des fils fins formant électrique et application de l'isolant, on enrobe le conducteur isolé ou l'écran électrique isolé d'une couche de vernis à base de matériau polymère, et on soumet le conducteur isolé ou l'écran électrique isolé, enrobés de vernis, à un traitement thermique assurant simultanément le recuit du conducteur ou de l'écran électrique et la cuisson du vernis.
- 3/ Procédé selon la revendication 2, dans lequel le vernis est à base de résines fluorées, caractérisé en ce que le recuit du conducteur isolé ou de l'écran électrique isolé est effectué par passage dans une enceinte à 450 °C pendant 30 secondes environ.
- 4/ Procédé selon les revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'on effectue le recuit des fils fins dans une enceinte dont la température est au moins 240 °C.
- 5/ Application du procédé selon l'une des revendications 1 à 4 à la fabrication de câbles électriques souples facilement sertissables ou brasa- bles à d'autres éléments électriques, comprenant des fils fins de diamètre inférieur à 0,5 mm, en aluminium ou alliage d'aluminium, recouverts d'une couche de nickel.



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 88 10 5170

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	FR-A-1 281 150 (L.M. ERICSSON) * Page 2, colonne 1, alinéa 3 - page 3, colonne 2, alinéa 3; figures 1,2 *	1,4	H 01 B 13/02
A	DE-C- 884 833 (ASEA) * Page 1, colonne 1, lignes 1-5; page 2, colonne 1, alinéa 5 - colonne 2, revendication 1; figure *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
			H 01 B 13/00
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 12-07-1988	Examineur DEMOLDER J.
<b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b>			
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	