



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
24.06.2015 Bulletin 2015/26

(51) Int Cl.:
H01B 1/02 (2006.01) C25D 3/30 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **14198093.8**

(22) Date de dépôt: **16.12.2014**

(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

(72) Inventeur: **Brismalein, Christophe**
62800 Liévin (FR)

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

(30) Priorité: **19.12.2013 FR 1363053**

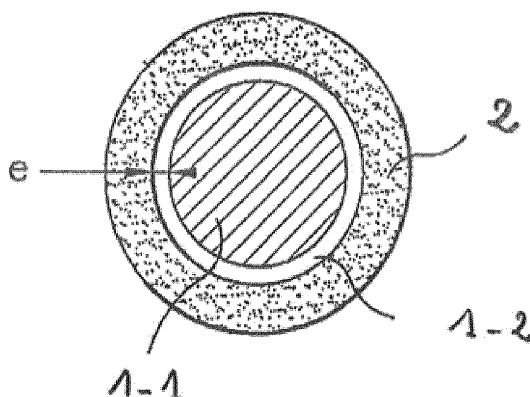
(71) Demandeur: **Nexans**
75008 Paris (FR)

(54) **Elément électriquement conducteur allongé résistant à l'oxydation**

(57) L'invention concerne un élément électriquement conducteur allongé comprenant une âme en cuivre ou en alliage de cuivre et au moins une couche de bronze blanc entourant ladite âme en cuivre ou en alliage de

cuivre, caractérisé en ce que ladite couche de bronze blanc est la couche la plus externe de l'élément électriquement conducteur allongé

FIG.1



Description

[0001] La présente invention se rapporte à un élément électriquement conducteur allongé comprenant une âme en cuivre ou en alliage de cuivre et au moins une couche de bronze blanc, et à un câble électrique comprenant au moins un tel élément électriquement conducteur allongé.

[0002] Elle s'applique typiquement mais non exclusivement, aux câbles d'énergie à basse tension (notamment inférieure à 6kV) ou à moyenne tension (notamment de 6 à 45-60 kV), dans les domaines du bâtiment, de l'automobile, et ferroviaire.

[0003] Plus particulièrement, l'invention concerne un câble électrique présentant une bonne résistance à la corrosion tout en garantissant de bonnes propriétés mécaniques et électriques, notamment en termes de tenue en température et de conductivité électrique.

[0004] Du document EP 0 893 187 A1 est connue une pièce métallique (e.g. corps de connecteur coaxial hautes fréquences en laiton), sur laquelle est déposée une couche de cuivre, puis un revêtement anti-corrosion comprenant une couche de bronze blanc, une couche de palladium recouvrant ladite couche de bronze blanc, et une couche d'or recouvrant ladite couche de palladium. Le bronze blanc est un alliage de cuivre et d'étain comprenant généralement entre 20 et 40% en masse d'étain. Grâce à ce revêtement, ladite pièce métallique est résistante à la corrosion tout en conservant une bonne aptitude au brasage. Toutefois, la composition chimique de la couche de bronze blanc utilisée n'est pas décrite, la présence d'une couche de palladium et/ou d'une couche d'or dans ladite pièce diminue sa conductivité électrique, et la présence d'une couche d'or comme couche la plus externe de la pièce métallique diminue sa résistance aux déformations. En outre, cette pièce métallique présente l'inconvénient d'être très coûteuse de par l'utilisation de métaux précieux tels que le palladium et l'or, et de par sa méthode de préparation qui nécessite plusieurs étapes pour former les différentes couches métalliques. Enfin, cette pièce métallique n'est pas utilisée pour concevoir un câble électrique.

[0005] Le but de la présente invention est de pallier les inconvénients des techniques de l'art antérieur en proposant un élément électriquement conducteur allongé comprenant une âme en cuivre ou en alliage de cuivre et au moins une couche de bronze blanc, ledit élément électriquement conducteur allongé étant économique et présentant une bonne résistance à la corrosion tout en garantissant de bonnes propriétés électriques, notamment en terme de conductivité électrique, et de bonnes propriétés mécaniques, notamment en terme de tenue en température. En particulier, lors de la fabrication d'un câble électrique comprenant un ou plusieurs éléments électriquement conducteurs allongés, le ou les éléments électriquement conducteurs allongés sont généralement isolés à l'aide d'une couche électriquement isolante en matière plastique telle qu'une couche comprenant du polytétrafluoroéthylène (PTFE) dont l'application (e.g. par extrusion) nécessite une étape de traitement thermique à une température d'environ 370°C pendant 10 minutes, ce qui impose que le câble électrique puisse résister à une telle température.

[0006] La présente invention a donc pour premier objet un élément électriquement conducteur allongé comprenant une âme en cuivre ou en alliage de cuivre et au moins une couche de bronze blanc entourant ladite âme en cuivre ou en alliage de cuivre, caractérisé en ce que ladite couche de bronze blanc est la couche la plus externe de l'élément électriquement conducteur allongé.

[0007] Dans l'invention, l'expression « élément électriquement conducteur allongé » signifie un élément électriquement conducteur présentant un axe longitudinal. En particulier, l'élément électriquement conducteur est allongé car il a subi au moins une étape de tréfilage (étape de déformation à froid, notamment à travers des filières en diamant).

[0008] Dans l'invention, l'expression « couche de bronze blanc » signifie une couche comprenant du cuivre et au moins 20% en masse d'étain.

[0009] Dans l'invention, l'expression « ladite couche de bronze blanc est la couche la plus externe de l'élément électriquement conducteur allongé » signifie que la couche de bronze blanc de l'élément électriquement conducteur allongé de l'invention n'est recouverte par aucune autre couche métallique.

[0010] En d'autres termes, l'ensemble de la surface extérieure de la couche de bronze blanc (i.e. l'ensemble de la surface la plus éloignée de l'élément électriquement conducteur allongé) n'est recouverte par aucune autre couche métallique.

[0011] Par exemple, ladite couche de bronze blanc n'est recouverte par aucune couche de palladium et/ou aucune couche d'or et/ou aucune couche constituée d'étain.

[0012] Grâce à cette couche de bronze blanc la plus externe de l'élément électriquement conducteur, l'oxydation à l'air de l'élément électriquement conducteur allongé de l'invention est évitée aussi bien à température ambiante (i.e. 20°C), qu'à des températures élevées allant de 200°C à 400°C. Par ailleurs, la couche de bronze blanc utilisée dans l'élément électriquement conducteur allongé de l'invention, contrairement à d'autres revêtements anti-corrosion de l'art antérieur (e.g. nickel), n'est pas toxique pour l'environnement. Enfin, l'élément électriquement conducteur allongé de l'invention conserve de bonnes propriétés électriques, notamment en termes de conductivité électrique, de résistivité et de résistance linéique, de bonnes propriétés mécaniques, notamment en termes de résistance à la rupture, et une bonne aptitude au brasage.

[0013] La couche de bronze blanc s'étend notamment le long de l'axe longitudinal de l'élément électriquement conducteur allongé.

[0014] La couche de bronze blanc a de préférence une surface sensiblement régulière. Ainsi, la couche de bronze blanc forme une enveloppe continue (sans irrégularités ou sans rugosité) entourant ladite âme en cuivre ou en alliage de cuivre.

[0015] Selon une forme de réalisation particulièrement préférée de l'invention, la couche de bronze blanc de l'élément électriquement conducteur allongé comprend au plus 57% en masse d'étain, et de préférence au plus 40% en masse d'étain.

[0016] Dans un mode de réalisation particulier, la couche de bronze blanc de l'élément électriquement conducteur allongé de l'invention comprend en outre du zinc. La combinaison du cuivre, d'au moins 20% en masse d'étain et du zinc permet d'obtenir une couche présentant à la fois une bonne tenue en température et une bonne résistance à la corrosion.

[0017] Il est préférable que ladite couche de bronze blanc ne comprenne uniquement que de l'étain (au moins 20% en masse), du cuivre et du zinc. En effet, si on rajoute d'autres éléments dans ladite couche, la conductivité électrique et/ou la résistance à la rupture peuvent fortement baisser, notamment à des températures élevées.

[0018] Dans un mode de réalisation particulier, la couche de bronze blanc de l'élément électriquement conducteur allongé de l'invention comprend de 40 à 55% environ en masse de cuivre, et de préférence de 45 à 53% environ en masse de cuivre. Si la quantité de cuivre dans la couche de bronze blanc est supérieure à 55% en masse, l'élément électriquement conducteur allongé de l'invention peut présenter une résistance à la corrosion diminuée. Si la quantité de cuivre est inférieure à 40% en masse, l'élément électriquement conducteur allongé de l'invention peut présenter une conductivité électrique diminuée.

[0019] Dans un mode de réalisation particulier, la couche de bronze blanc de l'élément électriquement conducteur allongé de l'invention comprend de 30 à 57% environ en masse d'étain, et de préférence de 31 à 38% environ en masse d'étain. Si la quantité d'étain est supérieure à 57% en masse, l'élément électriquement conducteur allongé de l'invention peut présenter une tenue en température diminuée. Si la quantité d'étain est inférieure à 30% en masse, l'élément électriquement conducteur allongé de l'invention peut présenter une faible résistance à la corrosion.

[0020] Dans un mode de réalisation préféré, la couche de bronze blanc de l'élément électriquement conducteur allongé de l'invention comprend de 3 à 20% environ en masse de zinc, et de préférence de 13 à 18% environ en masse de zinc. Si la quantité de zinc dans la couche de bronze blanc est supérieure à 20% en masse, l'élément électriquement conducteur allongé de l'invention peut présenter une résistance à la corrosion diminuée. Si la quantité de zinc est inférieure à 3% en masse, l'élément électriquement conducteur allongé de l'invention peut présenter une tenue en température et une résistance à la rupture diminuées.

[0021] La couche de bronze blanc de l'élément électriquement conducteur allongé de l'invention peut avoir une épaisseur allant de 0,1 μm à 100 μm , de préférence de 2 à 10 μm , et de préférence encore de 3 à 7 μm .

[0022] Dans un mode de réalisation particulier, l'élément électriquement conducteur allongé ne comprend pas de couche constituée de nickel et/ou de couche constituée de cuivre, notamment entourant l'âme en cuivre ou en alliage de cuivre. En particulier, la présence d'une couche de nickel peut altérer les propriétés de conductivité électrique de l'élément électriquement conducteur allongé.

[0023] Dans un mode de réalisation préféré, la couche de bronze blanc est directement en contact (i.e. en contact physique direct) avec l'âme en cuivre ou en alliage de cuivre.

[0024] En d'autres termes, l'élément électriquement conducteur allongé de l'invention ne comprend pas de couche(s) intermédiaire(s) positionnée(s) entre l'âme en cuivre ou en alliage de cuivre et la couche de bronze blanc.

[0025] L'âme en cuivre ou en alliage de cuivre peut présenter une section transversale allant de 0,3 mm² à 85 mm², et de préférence allant de 0,3 mm² à 70 mm².

[0026] L'âme en cuivre ou en alliage de cuivre présente de préférence une forme de section transversale ronde.

[0027] Avantagusement, la couche de bronze blanc est déposée sur l'âme en cuivre ou en alliage de cuivre par électrodéposition.

[0028] L'électrodéposition est effectuée par des techniques bien connues de l'homme du métier. De préférence, l'électrodéposition est réalisée en milieu alcalin (i.e. pH > 7), et de préférence à un pH allant de 13,1 à 13,5.

[0029] L'électrodéposition peut être réalisée également en milieu acide (i.e. pH < 7), et de préférence à un pH allant de 2 à 5.

[0030] L'âme en cuivre ou en alliage de cuivre peut être immergée dans un bain d'électrolyse aqueux comprenant un précurseur de cuivre, un précurseur de zinc et un précurseur d'étain. Dans le bain d'électrolyse, le précurseur de cuivre peut être choisi parmi le cyanure de cuivre et le sulfate de cuivre, le précurseur de zinc peut être le sulfate de zinc, et le précurseur d'étain peut être le sulfate d'étain. Le cuivre, le zinc et l'étain sont alors codéposés sur ladite âme, c'est-à-dire que l'étain, le zinc et le cuivre sont alliés lors de leur dépôt sur l'âme de cuivre ou d'alliage de cuivre. Dans ce cas, le bain électrolytique renferme les précurseurs de cuivre, de zinc et d'étain dans les proportions choisies respectivement identiques à celles de l'alliage constituant la couche de bronze blanc. A titre d'exemple, le bain peut comprendre

de 10 à 15 g/l environ de précurseur(s) de cuivre, de 10 à 20 g/l environ de précurseur(s) d'étain, et de 0 à 5 g/l environ de précurseur(s) de zinc.

[0031] Dans un mode de réalisation préférée, les paramètres électrolytiques utilisés lors de l'électrodéposition sont imposés par une densité de courant et une conductivité du bain d'électrolyse. Pour une épaisseur souhaitée sur une âme en cuivre prototype, la densité de courant est préférentiellement fixée de 0,5 à 60 A/dm² environ, et de préférence encore de 1 à 5 A/dm² environ. La température du bain d'électrolyse peut aller de 25°C à 65°C, et de préférence de 55 à 65°C environ.

[0032] La méthode d'électrodéposition permet de contrôler et favoriser la formation d'une enveloppe continue (sans irrégularités ou sans rugosité) autour de l'âme en cuivre ou en alliage de cuivre.

[0033] Ainsi, la couche de bronze blanc n'est de préférence pas formée autour de l'âme en cuivre ou en alliage de cuivre par diffusion par traitement thermique (étape bien connue sous l'anglicisme « *reflow treatment* »).

[0034] En effet, ce type de procédé consiste à déposer sur une pièce métallique une couche de cuivre puis une couche d'étain, et à chauffer l'ensemble, notamment à une température d'au moins 150°C, afin de permettre la diffusion du cuivre dans la couche d'étain et ainsi de former une couche intermétallique d'alliage de cuivre et d'étain entre la couche de cuivre et la couche d'étain. Dans ce procédé, la couche d'alliage de cuivre et d'étain est formée *in situ* et il est difficile de contrôler son épaisseur et d'obtenir une surface sensiblement régulière. De plus, la couche intermétallique obtenue par ce procédé est cassante ou fragile, ce qui réduit la tenue au pliage de l'élément électriquement conducteur. Enfin, ce procédé ne permet pas de former une couche de bronze blanc qui comprend en outre du zinc.

[0035] La présente invention a pour second objet un câble électrique comprenant au moins un élément électriquement conducteur allongé tel que défini dans la présente invention, et au moins une couche polymère entourant ledit élément électriquement conducteur.

[0036] Dans un mode de réalisation préféré, ladite couche polymère est directement en contact avec la couche de bronze blanc de l'élément électriquement conducteur allongé.

[0037] La couche polymère peut être une couche électriquement isolante.

[0038] Selon une forme de réalisation particulièrement préférée de l'invention, la couche polymère comprend du polytétrafluoroéthylène (PTFE) ou un copolymère de tétrafluoroéthylène et hexafluoropropylène (FEP).

[0039] La couche polymère est, de préférence, une couche extrudée par des techniques bien connues de l'homme du métier.

[0040] Le câble électrique de l'invention est de préférence un câble d'énergie à basse tension (notamment inférieure à 6 kV) ou à moyenne tension (notamment de 6 à 45-60 kV).

[0041] La figure 1 représente de manière schématique une structure, en coupe transversale, d'un câble électrique selon l'invention.

[0042] La figure 1 montre un câble électrique comprenant un élément électriquement conducteur allongé comprenant une âme en cuivre ou en alliage de cuivre (1-1) et une couche de bronze blanc (1-2) entourant ladite âme en cuivre ou en alliage de cuivre (1-1) ; et une couche polymère (2) entourant ledit élément électriquement conducteur allongé. L'épaisseur de la couche de bronze blanc est indiquée par la flèche et la référence e.

EXEMPLES

Exemple 1 : fabrication d'un élément électriquement conducteur allongé conforme à l'invention

[0043] Une couche de bronze blanc de 5 µm d'épaisseur a été appliquée par électrodéposition sur un fil de cuivre de diamètre 2,57 mm.

[0044] Le bain d'électrolyse alcalin préparé comprenait 14 g/l environ de cuivre, 55 g/l environ de cyanure libre, 19 g/l environ de potasse libre, 20 g/l environ d'étain et 4 g/l environ de zinc. Le pH du bain était de 13,3 environ. La densité de courant était de 1,5 A/dm² environ et la température du bain d'électrolyse était de 62°C environ.

[0045] La composition de la couche de bronze blanc entourant l'âme en cuivre était de 51% en masse de cuivre, 33% en masse d'étain et 16% en masse de zinc. Cette composition a été analysée à l'aide d'un spectromètre à dispersion d'énergie EDX (20 kV, x1000, ± 1% masse) vendu sous la dénomination commerciale 227A 1SUS par la société Noran Instruments et à l'aide d'un microscope électronique à balayage MEB vendu sous la dénomination commerciale JSM5310 par la société JEOL.

Exemple 2 : résistance à la corrosion et tenue en température de l'élément électriquement conducteur allongé conforme à l'invention

[0046] L'élément électriquement conducteur allongé tel que préparé ci-dessus à l'exemple 1 a subi un vieillissement en température pendant 2 heures à 200°C, ou pendant 10 minutes à 300°C, ou pendant 10 minutes à 370°C.

[0047] Le tableau 1 ci-dessous indique la composition chimique de la couche de bronze blanc avant vieillissement et

son évolution en fonction du vieillissement effectué.

TABLEAU 1

	composition chimique de la couche de bronze blanc de l'élément électriquement conducteur de l'invention		
	Cu (% en masse)	Sn (% en masse)	Zn (% en masse)
Avant vieillissement	51	33	16
200°C/2h	51	34	15
300°C/10min	53	30	17
370°C/10min	48	36	16

[0048] Ainsi, d'après les résultats du tableau 1, il est constaté que la couche de bronze blanc de l'invention ne voit pas sa composition chimique se modifier, et présente ainsi une bonne tenue en température.

[0049] Par ailleurs, il n'a pas été observé de changement de couleur de ladite couche durant ces différents vieillissements en température, alors que lors de l'utilisation d'un fil de cuivre nu (c'est-à-dire un fil comportant uniquement une âme en cuivre et ne comportant pas de couche de bronze blanc), un changement de couleur notable a été observé. En effet, le fil de cuivre nu est devenu marron lors du vieillissement à 300°C/10min et noir lors du vieillissement à 370°C/10min, ces couleurs étant caractéristiques de son oxydation à l'air, et donc de la formation d'une couche d'oxyde en surface.

[0050] Enfin, un test de résistance à la corrosion en brouillard salin neutre a été réalisé selon la norme ISO 9227-ASTM B117 sur l'élément électriquement conducteur de l'invention avant vieillissement en utilisant un appareil vendu sous la dénomination commerciale 610e/400 par la société Erichsen. Il a montré une absence de corrosion après 96 heures à 35°C en présence de 5% en masse de NaCl, montrant ainsi une bonne résistance à la corrosion.

Exemple 3 : propriétés mécaniques et électriques de l'élément électriquement conducteur allongé conforme à l'invention

[0051] Le tableau 2 ci-dessous présente les caractéristiques électriques et mécaniques de l'élément électriquement conducteur allongé tel que préparé ci-dessus à l'exemple 1 avant vieillissement et après un vieillissement en température à 370°C pendant 10 minutes, et par comparaison les caractéristiques électriques et mécaniques d'un fil de cuivre nu avant vieillissement et après un vieillissement en température à 370°C pendant 10 minutes.

[0052] La résistance linéique (RL) a été mesurée à l'aide d'un banc de résistivité équipé d'un microohmmètre vendu sous la dénomination commerciale MGR10 par la société SEFELEC.

[0053] La résistivité électrique (en $\mu\Omega.cm$) de l'élément électriquement conducteur allongé revêtu a été calculée à partir de la résistance linéique RL, le diamètre de l'élément électriquement conducteur allongé, et la longueur dudit élément.

[0054] La conductivité électrique a été calculée à partir de la résistivité électrique de l'élément électriquement conducteur allongé revêtu et de la résistivité électrique du cuivre.

[0055] La résistance mécanique (Rm) ou résistance à la rupture et l'allongement (A) ou élongation à la rupture ont été mesurées à l'aide d'un appareil vendu sous la dénomination commerciale DY35 par la société Adamel Lhomergy.

TABLEAU 2

	Fil de Cu nu	Âme en Cu recouverte de bronze blanc	Fil de Cu nu	Âme Cu recouverte de bronze blanc
	Avant vieillissement		Après vieillissement 370°C/10min	
Diamètre (mm)	0,992	0,992	0,992	0,992
Longueur (m)	1,000	1,000	1,000	1,000
RL (mΩ/m)	22,255	22,669	21,700	22,131
Résistivité ($\mu\Omega.cm$)	1,720	1,752	1,677	1,717
Conductivité électrique (% IACS)	100,2	98,4	102,8	100,4

(suite)

	Fil de Cu nu	Âme en Cu recouverte de bronze blanc	Fil de Cu nu	Âme Cu recouverte de bronze blanc
	Avant vieillissement		Après vieillissement 370°C/10min	
Rm (MPa)	430	430	230	230
A (%)	1	1	20	20
Aspect du fil	rouge	gris	noir	gris

[0056] Ainsi, le tableau 2 montre que la présence de la couche de bronze blanc dans l'élément électriquement conducteur allongé de l'invention permet d'améliorer la résistance à la corrosion (aspect du fil) tout en conservant de bonnes propriétés électriques (conductivité électrique, résistance linéique et résistivité) et mécaniques (résistance à la rupture, élongation à la rupture) par rapport à un élément électriquement conducteur qui ne contiendrait qu'une âme en cuivre (i.e. sans la couche de bronze blanc).

Exemple 4 : autres propriétés de l'élément électriquement conducteur allongé conforme à l'invention

Tenue au tréfilage

[0057] Le processus de tréfilage est un procédé de mise en forme à froid qui consiste à étirer un fil métallique en réduisant progressivement son diamètre à travers des outils appelés filières. Le diamètre de l'élément électriquement conducteur allongé tel qu'obtenu ci-dessus est alors diminué de 2,57 mm à 1,024 mm grâce à une filière vendue par la Société Esteves. Cela permet de simuler la compression qui s'opère généralement lors de la formation d'un câble électrique.

[0058] Il apparaît d'après les résultats du test de tréfilage, que l'élément électriquement conducteur allongé conforme à l'invention se tréfille bien. Autrement dit, ladite couche de bronze blanc reste sur toute la surface de l'âme en cuivre sans présenter de discontinuités et aucune fissure n'est observée, ce qui traduit une bonne adhérence de ladite couche de bronze blanc à l'âme en cuivre. De plus, la couche de bronze blanc possède les aptitudes requises pour résister à la force de compression causée lors de la formation de câble.

Exemple 5 : brasabilité

[0059] L'élément électriquement conducteur allongé avant vieillissement et tel que préparé ci-dessus à l'exemple 1, a été soumis à un test de brasabilité selon la norme CEI-60068-2-20. Le test a été réalisé selon 3 angles de rotation (0°, 120° et 240°) et avec une température de 235°C.

[0060] Le temps d'établissement du mouillage obtenu était inférieur à 1 seconde, indiquant une bonne brasabilité de l'élément électriquement conducteur allongé de l'invention.

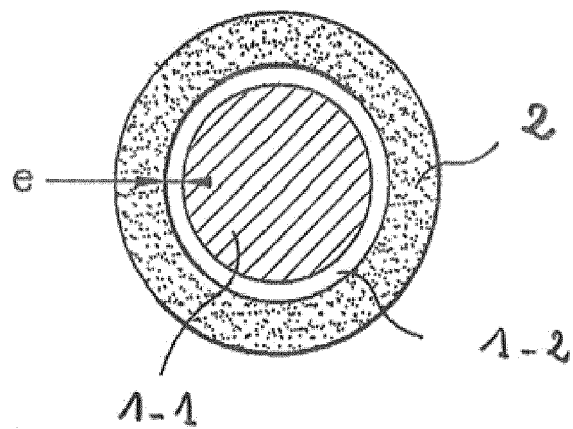
Revendications

1. Élément électriquement conducteur allongé comprenant une âme en cuivre ou en alliage de cuivre et au moins une couche de bronze blanc entourant ladite âme en cuivre ou en alliage de cuivre, **caractérisé en ce que** ladite couche de bronze blanc est la couche la plus externe de l'élément électriquement conducteur allongé.
2. Élément électriquement conducteur allongé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la couche de bronze blanc comprend du cuivre et au moins 20% en masse d'étain.
3. Élément électriquement conducteur allongé selon la revendication 1 ou la revendication 2, **caractérisé en ce que** la couche de bronze blanc n'est recouverte par aucune autre couche métallique.
4. Élément électriquement conducteur allongé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche de bronze blanc comprend au plus 57% en masse d'étain.
5. Élément électriquement conducteur allongé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche de bronze blanc a une surface sensiblement régulière.

EP 2 887 361 A1

6. Élément électriquement conducteur allongé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche de bronze blanc comprend en outre du zinc.
7. Élément électriquement conducteur allongé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche de bronze blanc comprend de 40 à 55% en masse de cuivre.
8. Élément électriquement conducteur allongé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche de bronze blanc comprend de 30 à 57% en masse d'étain.
9. Élément électriquement conducteur allongé selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, **caractérisé en ce que** la couche de bronze blanc comprend de 3% à 20% en masse de zinc.
10. Élément électriquement conducteur allongé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche de bronze blanc a une épaisseur allant de 0,1 à 100 μm .
11. Élément électriquement conducteur allongé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche de bronze blanc est directement en contact avec l'âme en cuivre ou en alliage de cuivre.
12. Câble électrique **caractérisé en ce qu'il** comprend au moins un élément électriquement conducteur allongé tel que défini selon l'une quelconque des revendications précédentes, et au moins une couche polymère entourant ledit élément électriquement conducteur.
13. Câble électrique selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** ladite couche polymère est directement en contact avec la couche de bronze blanc de l'élément électriquement conducteur allongé.
14. Câble électrique selon la revendication 12 ou la revendication 13, **caractérisé en ce que** la couche polymère comprend du polytétrafluoroéthylène (PTFE) ou un copolymère de tétrafluoroéthylène et hexafluoropropylène (FEP).
15. Câble électrique selon l'une quelconque des revendications 12 à 14, **caractérisé en ce qu'il** est un câble d'énergie à basse tension ou à moyenne tension.

FIG.1





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 14 19 8093

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,D Y	EP 0 893 187 A1 (RADIALL SA [FR]) 27 janvier 1999 (1999-01-27) * colonne 2, ligne 24-40 *	1,2,4,8, 10,11 6,9, 12-15	INV. H01B1/02 C25D3/30
X Y	JP 2006 077307 A (KOBE STEEL LTD) 23 mars 2006 (2006-03-23) * alinéas [0006], [0010], [0020]; revendications 1,2,7 *	1,2,4,7, 10 6,9, 12-15	
Y	US 2013/189540 A1 (MCDANIEL PAUL [US] ET AL) 25 juillet 2013 (2013-07-25) * alinéa [0039]; revendications 1-3 *	6,9	
Y	US 5 516 408 A (BURGESS DAVID P [US] ET AL) 14 mai 1996 (1996-05-14) * colonne 16, ligne 45-54 *	12-15	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			H01B C25D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 28 avril 2015	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	

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 14 19 8093

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.

28-04-2015

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0893187	A1	27-01-1999	EP 0893187 A1	27-01-1999
			FR 2766396 A1	29-01-1999
			US 6187454 B1	13-02-2001

JP 2006077307	A	23-03-2006	CN 1985333 A	20-06-2007
			JP 3926355 B2	06-06-2007
			JP 2006077307 A	23-03-2006

US 2013189540	A1	25-07-2013	CA 2813973 A1	12-04-2012
			CN 103261459 A	21-08-2013
			EP 2625301 A2	14-08-2013
			KR 20130100329 A	10-09-2013
			US 2013189540 A1	25-07-2013
			WO 2012047300 A2	12-04-2012

US 5516408	A	14-05-1996	AU 696693 B2	17-09-1998
			BR 9506418 A	09-09-1997
			CA 2176487 A1	09-05-1996
			CN 1137809 A	11-12-1996
			EP 0739430 A1	30-10-1996
			JP H09504577 A	06-05-1997
			JP 2000309830 A	07-11-2000
			KR 100224150 B1	15-10-1999
			PE 45096 A1	24-10-1996
			RU 2127332 C1	10-03-1999
			TW 438909 B	07-06-2001
			US 5516408 A	14-05-1996
			WO 9613624 A1	09-05-1996

EPO FORM P0460

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

- EP 0893187 A1 [0004]