



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
28.10.2015 Bulletin 2015/44

(51) Int Cl.:
H01B 7/04 (2006.01) H01B 7/18 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **15305366.5**

(22) Date de dépôt: **11.03.2015**

(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
Etats de validation désignés:
MA

(72) Inventeurs:
• **Vega, Guillaume**
62580 GIVENCHY-EN-GOHELLE (FR)
• **Michel, Philippe**
59245 RECQUIGNIES (FR)
• **Rousselet, Nicolas**
69230 Saint-Genis-Laval (FR)

(30) Priorité: **22.04.2014 FR 1453611**

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

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

(54) **Câble électrique résistant à la torsion**

(57) L'invention se rapporte à un câble électrique (10, 100) possédant un conducteur (4) sous la forme de plusieurs fils métalliques (5) comprenant chacun de l'aluminium.

La principale caractéristique d'un câble selon l'in-

vention est qu'il comprend une zone centrale (7) dépourvue de fils métalliques (5), de manière à permettre aux fils (5) métalliques placés autour de ladite zone centrale (7), de glisser les uns sur les autres lorsque ledit câble (10, 100) subit un effort de torsion.

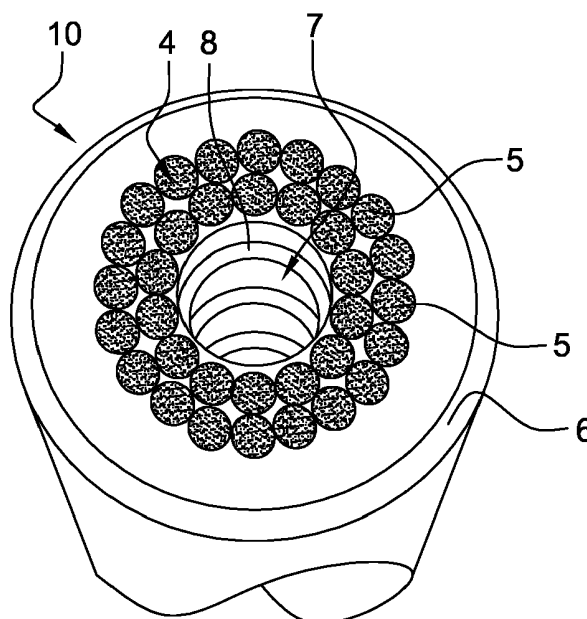


Fig. 3B

Description

[0001] L'invention se rapporte à un câble électrique résistant à la torsion et donc particulièrement adapté à une application de type éolienne. En effet, de tels câbles possèdent généralement un conducteur électrique sous la forme de plusieurs fils métalliques. Pendant leur utilisation, ces câbles souples de branchement des turbines éoliennes sont soumis à des contraintes répétées de torsion, d'environ 150° par mètre, pendant plusieurs milliers de cycles. Or, ces contraintes de torsion ont un impact nocif sur ces câbles, car elles peuvent conduire à la rupture de plusieurs de ces fils conducteurs. De plus, pour des raisons essentiellement de gain de masse, ces fils sont préférentiellement réalisés en aluminium ou alliages d'aluminium, accentuant encore plus le risque de rupture, à cause de la faible résistance en torsion de l'aluminium.

[0002] Le brevet GB2323207 décrit un conducteur électrique creux et souple, comprenant un tissage de fils métalliques individuellement isolés, ledit conducteur ménageant un canal cylindrique central pour le passage de l'eau. Une couche interne et une couche externe superposée de filaments en cuivre ou en aluminium sont imprégnées d'une résine en polyuréthane qui est électriquement isolante.

[0003] Un câble électrique selon l'invention est configuré pour résister à des efforts de torsion importants et répétés, tout en étant léger et en conservant ses propriétés de conduction électrique.

[0004] L'invention a pour objet un câble électrique possédant un conducteur sous la forme de plusieurs fils métalliques comprenant chacun de l'aluminium.

[0005] La principale caractéristique d'un câble selon l'invention est qu'il comprend une zone centrale dépourvue de fils métallique, de manière à permettre aux fils métalliques placés autour de ladite zone centrale, de glisser les uns sur les autres lorsque ledit câble subit un effort de torsion. En effet, il a été observé que les fils conducteurs avaient préférentiellement tendance à se rompre au niveau de la zone centrale du câble, lorsque ledit câble subissait des efforts de torsion répétés. Afin donc d'éviter que les fils métalliques centraux ne se rompent, ceux-ci ont été retirés du câble, de manière à ce que les fils conducteurs restants, et qui encadrent la zone centrale, aient une capacité d'allongement lors de tels efforts de torsion. Grâce à cette zone centrale dépourvue de fils métalliques conducteurs, un câble selon l'invention peut résister à des efforts répétés de torsion en conservant sa structure et donc son aptitude à conduire le courant électrique. Un tel câble est particulièrement adapté pour être utilisé dans des éoliennes, où il forme une boucle et se retrouve ainsi soumis à des efforts de torsion importants. Le fait que les fils conducteurs contiennent de l'aluminium permet au câble d'être allégé. Les fils métalliques d'un tel câble, peuvent être ou non torsadés.

[0006] Selon un premier mode de réalisation préféré d'un câble selon l'invention, les fils métalliques sont réalisés uniquement en aluminium. Il s'agit d'une configura-

tion optimisée permettant un allègement maximal du câble.

[0007] Selon un deuxième mode de réalisation préféré d'un câble selon l'invention, les fils métalliques sont réalisés à base d'un alliage comprenant de l'aluminium. La présence d'aluminium se justifie pour alléger le câble.

[0008] Avantageusement, la zone centrale dépourvue de fils métalliques est de forme cylindrique. Il s'agit d'une configuration facile à fabriquer et qui symétrise la structure du câble.

[0009] De façon préférentielle, le rapport du diamètre de la zone centrale sur le diamètre total du conducteur est compris entre 0.10 et 0.5. En effet, il a été observé que sur une telle plage de ce rapport, le câble pouvait à la fois assurer une conduction électrique de bonne qualité et résister efficacement à des efforts de torsion répétés sans altérer sa structure originelle. Préférentiellement, ce rapport vaut 0.33.

[0010] De façon avantageuse, la zone centrale est vide et est délimitée par des fils métalliques du conducteur. De cette manière, cette zone centrale constitue une zone de dégagement. Ainsi, lors d'un effort de torsion, les fils métalliques présents dans le câble peuvent venir occuper cette zone centrale et évitent ainsi de se rompre. Le fait que la zone centrale soit vide, permet d'accentuer l'allègement du câble.

[0011] Avantageusement, la zone centrale est remplie par un matériau de remplissage non conducteur de courant. Ce matériau participe à la tenue mécanique du câble sans l'alourdir de façon significative.

[0012] De façon préférentielle, la densité du matériau de remplissage est inférieure à celle des fils métalliques.

[0013] Préférentiellement, le matériau de remplissage est à choisir parmi du caoutchouc solide, du papier et de la fibre d'aramide.

[0014] De façon avantageuse, la zone centrale est occupée par un ressort à spirales. Ce ressort est disposé dans le câble de sorte que son axe de révolution soit confondu avec l'axe longitudinal central du câble. Ce ressort participe à la tenue mécanique du câble. De plus, lors d'efforts de torsion répétés sur le câble, le ressort peut se détendre en s'allongeant, et diminuer ainsi le diamètre de ses spires, laissant de la place aux fils métalliques pour venir occuper une partie de la zone centrale dudit câble. Enfin, le ressort est une pièce creuse qui participe à l'allègement du câble.

[0015] De façon préférentielle, le diamètre des fils métalliques est inférieur à 1mm. De cette manière, de tels fils garantissent la souplesse du câble.

[0016] Préférentiellement, le diamètre des fils métalliques est de 0.6mm.

[0017] De façon avantageuse, le câble comprend une gaine en polymère entourant les fils métalliques du conducteur électrique.

[0018] Avantageusement, la zone centrale comprend une fibre optique. Puisque la zone centrale du câble n'est pas occupée par des fils métalliques conducteurs, tout type de câble additionnel peut venir occuper ladite zone

centrale, en fonction des besoins rencontrés. Une fibre optique constitue un exemple approprié de ce type de câble additionnel, car elle est légère et peu encombrante.

[0019] Un câble électrique selon l'invention présente l'avantage d'être léger et résistant aux efforts de torsion répétés, et est donc parfaitement adapté à une application de type éolienne. Il a de plus l'avantage de posséder une bonne tenue mécanique et de présenter une bonne flexibilité. Il présente enfin l'avantage de posséder un coût relativement constant, voire réduit, par rapport à un câble existant et possédant un conducteur cylindrique plein constitué d'une pluralité de fils métalliques, en raison d'un nombre limité desdits fils métalliques.

[0020] On donne ci-après, une description détaillée de trois modes de réalisation préférés d'un câble électrique selon l'invention en se référant aux figures 1 à 4B.

- La figure 1 est une vue schématique d'une éolienne fonctionnant avec un câble selon l'invention,
- La figure 2 est une vue montrant l'agencement d'un câble selon l'invention, utilisé dans le cadre d'une éolienne,
- La figure 3A est une vue en perspective de l'extrémité d'un premier mode de réalisation préféré d'un câble selon l'invention,
- La figure 3B est une vue en coupe transversale du câble de la figure 3B,
- La figure 4A est une vue en perspective de l'extrémité d'un deuxième mode de réalisation préféré d'un câble selon l'invention,
- La figure 4B est une vue en coupe transversale du câble de la figure 4B.

[0021] En se référant aux figures 1 et 2, les câbles souples 1 de branchement d'une turbine 2 d'éolienne 3 sont soumis à des contraintes répétées de torsion, de l'ordre de 150° par mètre, pendant plusieurs milliers de cycles.

[0022] Ces câbles 1 comprennent chacun un conducteur électrique sous la forme d'une pluralité de fils métalliques, et plus spécifiquement de fils en aluminium. L'aluminium possède la particularité d'être à la fois léger et bon conducteur électrique, mais d'être en revanche peu résistant aux efforts de torsion dans le temps. Pour les câbles 1 déjà existants, ce conducteur a globalement la forme d'un cylindre plein, et est entouré par une gaine en polymère.

[0023] La conséquence de ces contraintes répétées de torsion est une rupture des fils en aluminium au centre du conducteur, qui dégradent la tenue mécanique du câble 1 ainsi que son aptitude à conduire efficacement le courant électrique.

[0024] Afin de remédier à ce phénomène de rupture,

les câbles électriques de branchement d'une turbine 2 d'éolienne 3 selon l'invention, sont conçus de manière à être dépourvus de fils centraux en aluminium, de sorte que le conducteur revête la forme générale d'un cylindre creux présentant un canal central sans fils 5 en aluminium. Préférentiellement, le canal central est cylindrique.

[0025] En se référant aux figures 3A et 3B, selon un premier mode de réalisation préféré d'un câble 10 selon l'invention, le canal central 7 du câble 10 est occupé par un ressort 8 à spirales, présentant un axe de révolution traversant ledit ressort 8 au niveau du centre de chaque spire le constituant. Ce ressort 8 est disposé dans le canal 7 de manière à ce que son axe de révolution soit confondu avec l'axe de révolution dudit canal central 7. De cette manière, lors d'un effort de torsion marqué, le ressort 8 va s'étirer dans le canal 7 en réduisant progressivement le diamètre de ses spires, créant ainsi un espace libre pour permettre aux fils 5 en aluminium constituant le conducteur 4 cylindrique creux, de venir occuper une partie de ce canal 7 central, laissée vacante par ledit ressort 8 en traction. Un tel câble 10 est entouré par une gaine 6 en polymère, placée autour des fils en aluminium 5.

[0026] En se référant aux figures 4A et 4B, selon un deuxième mode de réalisation préféré d'un câble 100 selon l'invention, le canal central 7 est occupé par un matériau de remplissage 9, qui est plus léger que l'aluminium et qui est isolant électrique. Ce matériau peut par exemple être du papier, un caoutchouc rigide ou de la fibre d'aramide. Pour ce mode de réalisation, le câble 100 est entouré par une gaine 6 en polymère, placée autour des fils en aluminium 5.

[0027] Selon un premier mode de réalisation préféré d'un câble selon l'invention, le canal central est vide et est délimité par les fils restants en aluminium. Ce canal vide sert de zone de dégagement pour permettre aux fils en aluminium le délimitant, de venir l'occuper lors d'un effort de torsion. De cette manière, lesdits fils peuvent réagir à un tel effort de torsion en se déplaçant dans le canal central du câble, sans risque de se rompre.

[0028] Pour les trois modes de réalisation préférés qui viennent d'être décrits, le canal central 7 peut être traversé par tout type de câble pouvant remplir une fonction spécifique, comme par exemple une fibre optique.

[0029] Il a été de plus observé que le rapport du diamètre du canal interne 7 sur le diamètre du conducteur 4 du câble 1, 10, 100 devait être compris entre 0.10 et 0.5 pour que ledit câble 1, 10, 100 puisse à la fois conduire efficacement le courant électrique et résister aux efforts de torsion sans se dégrader.

Revendications

1. Câble électrique (10, 100) possédant un conducteur (4) sous la forme de plusieurs fils métalliques (5) comprenant chacun de l'aluminium, **caractérisé en ce qu'il** comprend une zone centrale (7) dépourvue

de fils métallique (5), de manière à permettre aux fils (5) métalliques placés autour de ladite zone centrale (7), de glisser les uns sur les autres lorsque ledit câble (10, 100) subit un effort de torsion.

5

2. Câble électrique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les fils métalliques (5) sont réalisés uniquement en aluminium.
3. Câble électrique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les fils métalliques (5) sont réalisés à base d'un alliage comprenant de l'aluminium.
4. Câble électrique selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la zone centrale (7) dépourvue de fils métalliques (5) est de forme cylindrique.
5. Câble électrique selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** le rapport du diamètre de la zone centrale (7) sur le diamètre total du conducteur (4) est compris entre 0.10 et 0.5.
6. Câble électrique selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** la zone centrale (7) est vide et est délimitée par des fils métalliques (5) du conducteur (4).
7. Câble électrique selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** la zone centrale (7) est remplie par un matériau de remplissage (9) non conducteur de courant.
8. Câble électrique selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** la densité du matériau de remplissage (9) est inférieure à celle des fils métalliques.
9. Câble électrique selon l'une quelconque des revendications 7 ou 8, **caractérisée en ce que** le matériau de remplissage (9) est à choisir parmi du caoutchouc solide, du papier et de la fibre d'aramide.
10. Câble électrique selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** la zone centrale (7) est occupée par un ressort (8) à spirales.
11. Câble électrique selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** le diamètre des fils métalliques (5) est inférieur à 1mm.
12. Câble électrique selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** le diamètre des fils métalliques (5) est 0.6mm.
13. Câble électrique selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce qu'il** comprend une gaine (6) en polymère entourant les fils métalliques (5) du conducteur électrique (4).

50

55

14. Câble électrique selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** la zone centrale (7) comprend une fibre optique.

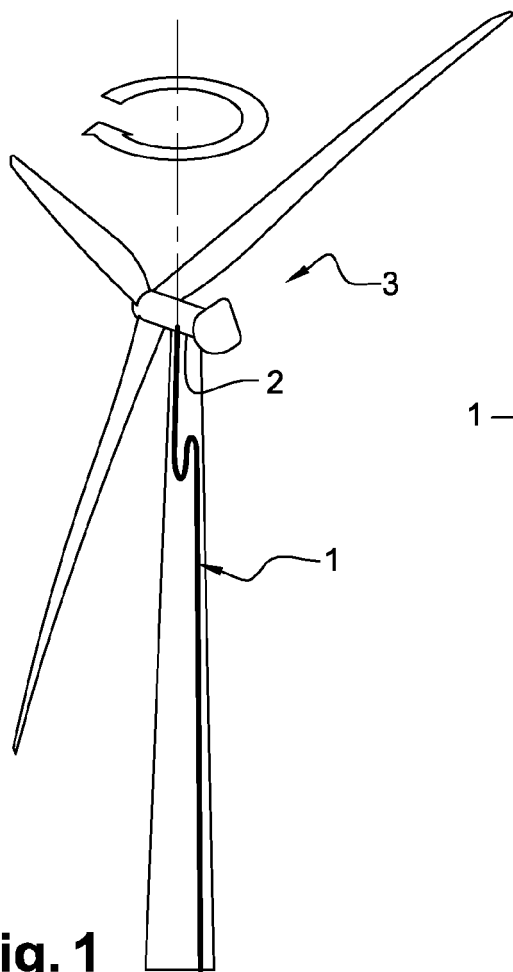


Fig. 1

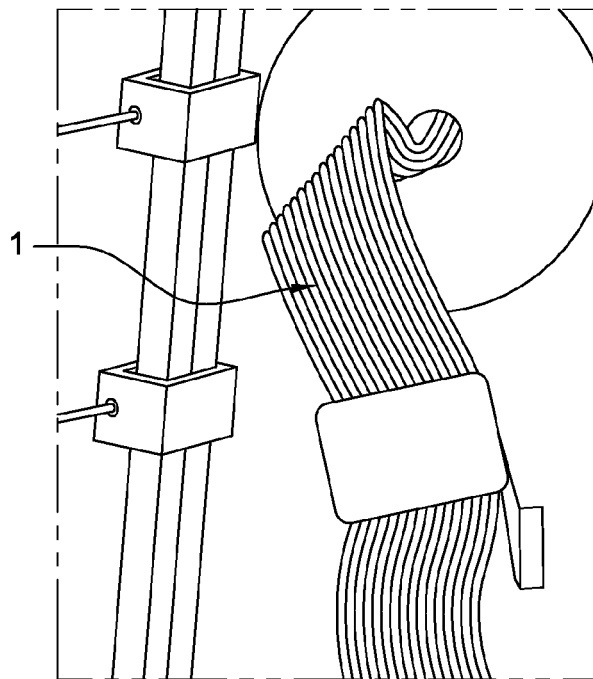


Fig. 2

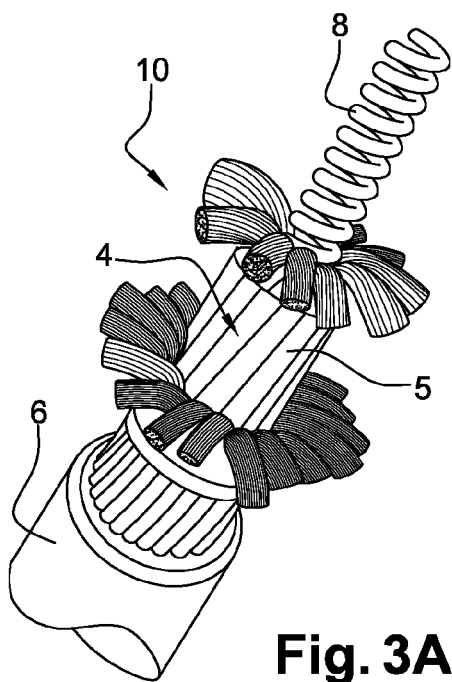


Fig. 3A

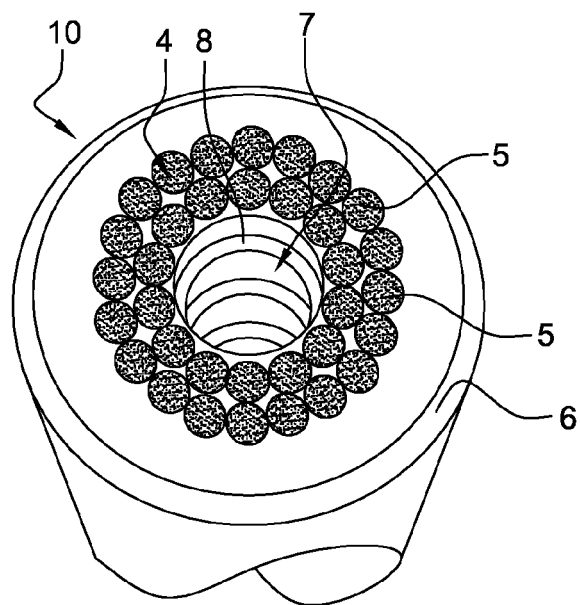


Fig. 3B

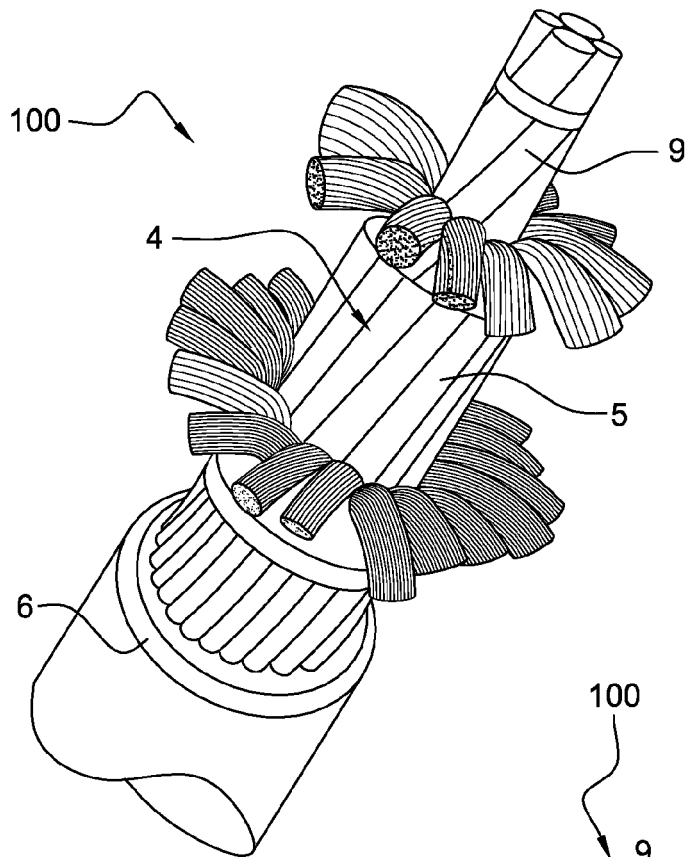


Fig. 4A

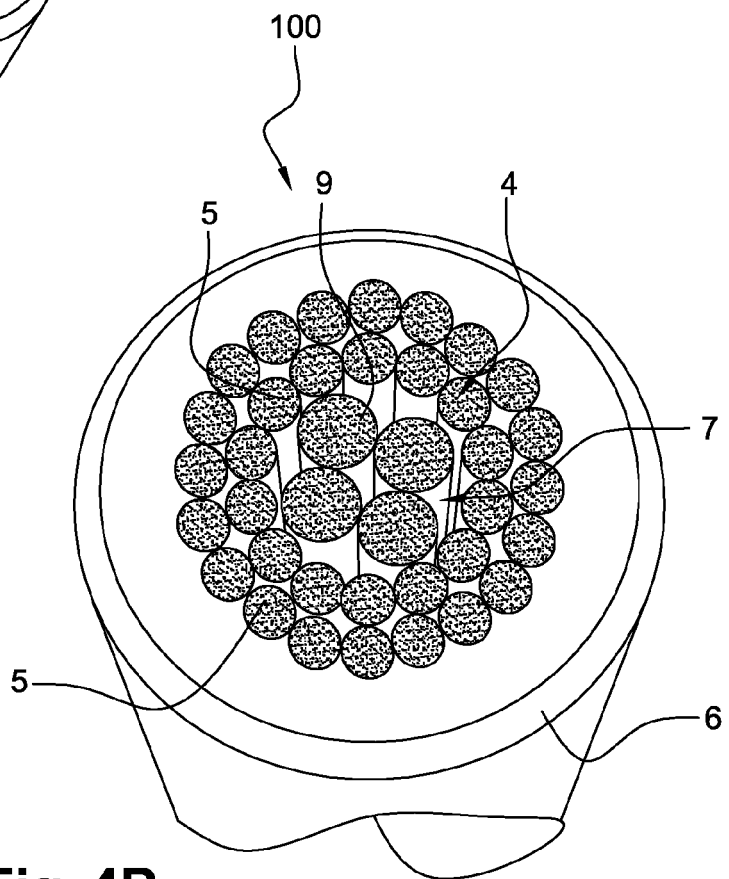


Fig. 4B



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 15 30 5366

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	DE 31 44 743 A1 (LAPP KG U I [DE]) 19 mai 1983 (1983-05-19)	1,4,7-9, 11-14	INV. H01B7/04
Y	* page 3, alinéa 4 - alinéa 5; figure 1 *	2,3	H01B7/18
X	CN 202 694 899 U (ANHUI HUA FENG CABLE GROUP CO LTD) 23 janvier 2013 (2013-01-23) * abrégé *	1,4,6	
X	CN 201 984 860 U (DONGJU CHAO) 21 septembre 2011 (2011-09-21) * abrégé *	1,4,5,10	
Y	WO 2012/013659 A1 (DSM IP ASSETS BV [NL]; BOSMAN RIGOBERT [NL]; DIRKS CHRISTIAAN HENRI PE) 2 février 2012 (2012-02-02) * page 7, ligne 3 - ligne 10 *	2,3	
X	CN 201 845 586 U (ZHONGLI SCI TECH GROUP CO LTD) 25 mai 2011 (2011-05-25) * abrégé *	1,4,7	
			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 23 juillet 2015	Examineur Salm, Robert
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 15 30 5366

23-07-2015

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.

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 3144743 A1	19-05-1983	AUCUN	

CN 202694899 U	23-01-2013	AUCUN	

CN 201984860 U	21-09-2011	AUCUN	

WO 2012013659 A1	02-02-2012	EP 2599090 A1	05-06-2013
		US 2013207397 A1	15-08-2013
		WO 2012013659 A1	02-02-2012

CN 201845586 U	25-05-2011	AUCUN	

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

- GB 2323207 A [0002]