



(11) **EP 2 937 871 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
12.10.2016 Bulletin 2016/41

(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**

(54) **CABLE ELECTRIQUE RESISTANT A LA TORSION**

VERWINDUNGSSTEIFES ELEKTROKABEL

TWIST-RESISTANT ELECTRICAL CABLE

(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**

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

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

(73) Titulaire: **Nexans
75008 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:
• **Vega, Guillaume
62580 Givenchy-en-Gohelle (FR)**

- **Michel, Philippe
59245 Recquignies (FR)**
- **Rousselet, Nicolas
69230 Saint-Genis-Laval (FR)**

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

(56) Documents cités:
**WO-A1-2012/013659 CN-U- 201 845 586
CN-U- 201 984 860 CN-U- 202 694 899
DE-A1- 3 144 743**

EP 2 937 871 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

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 peut 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) nus 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 nus placés autour de ladite zone centrale (7), de glisser les uns sur les autres lorsque ledit câble (10, 100) subit un effort de torsion.

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).

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

5

Patentansprüche

1. Elektrokabel (10, 100), das einen Leiter (4) in Form mehrerer blanker Metalldrähte (5) besitzt, von denen jeder Aluminium umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** es eine zentrale Zone (7) ohne Metalldrähte (5) derart umfasst, dass den blanken Metalldrähten (5), die um die zentrale Zone (7) platziert sind, ermöglicht wird, aufeinander zu gleiten, wenn das Kabel (10, 100) verwunden wird.
2. Elektrokabel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Metalldrähte (5) ausschließlich aus Aluminium hergestellt sind.
3. Elektrokabel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Metalldrähte (5) auf der Basis einer Legierung hergestellt sind, die Aluminium umfasst.
4. Elektrokabel nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zentrale Zone (7) ohne Metalldrähte (5) zylindrisch geformt ist.
5. Elektrokabel nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis des Durchmessers der zentrale Zone (7) zum Gesamtdurchmesser des Leiters (4) zwischen 0,10 und 0,5 inklusive ist.
6. Elektrokabel nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zentrale Zone (7) leer ist und von Metalldrähten (5) des Leiters (4) begrenzt ist.
7. Elektrokabel nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zentrale Zone (7) mit einem nicht stromleitenden Füllmaterial (9) gefüllt ist.
8. Elektrokabel nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichte des Füllmaterials (9) geringer als die der Metalldrähte ist.
9. Elektrokabel nach einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Füllmaterial (9) aus festem Gummi, Papier und Aramidfaser ausgewählt ist.
10. Elektrokabel nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zentrale Zone (7) von einer Spiralfeder (8) belegt ist.
11. Elektrokabel nach einem der Ansprüche 1 bis 10,

dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser der Metalldrähte (5) unter 1 mm beträgt.

12. Elektrokabel nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchmesser der Metalldrähte (5) unter 0,6 mm beträgt.
13. Elektrokabel nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** es einen Mantel (6) aus Polymer umfasst, der die Metalldrähte (5) des elektrischen Leiters (4) umgibt.
14. Elektrokabel nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zentrale Zone (7) eine optische Faser umfasst.

Claims

1. An electrical cable (10, 100) having a conductor (4) in the form of several stripped metal wires (5) each comprising aluminum, **characterized in that** it comprises a central zone (7) with no metal wires (5), so as to allow the stripped metal wires (5) placed around said central zone (7) to slide on one another when said cable (10, 100) undergoes a twisting force.
2. The electrical cable according to claim 1, **characterized in that** the metal wires (5) are made from aluminum only.
3. The electrical cable according to claim 1, **characterized in that** the metal wires (5) are made with a base of an alloy comprising aluminum.
4. The electrical cable according to any one of claims 1 to 3, **characterized in that** the central zone (7) with no metal wires (5) is cylindrical.
5. The electrical cable according to claim 4, **characterized in that** the ratio of the diameter of the central zone (7) to the total diameter of the conductor (4) is comprised between 0.10 and 0.5.
6. The electrical cable according to any one of claims 1 to 5, **characterized in that** the central zone (7) is empty and is defined by metal wires (5) of the conductor (4).
7. The electrical cable according to any one of claims 1 to 5, **characterized in that** the central zone (7) is filled with a filler material (9) that does not conduct current.
8. The electrical cable according to claim 7, **characterized in that** the density of the filler material (9) is lower than that of the metal wires.
9. The electrical cable according to any one of claims 7 or 8, **characterized in that** the filler material (9) is to be chosen from among solid rubber, paper and aramid fiber.
10. The electrical cable according to any one of claims 1 to 6, **characterized in that** the central zone (7) is occupied by a spiral spring (8).
11. The electrical cable according to any one of claims 1 to 10, **characterized in that** the diameter of the metal wires (5) is smaller than 1 mm.
12. The electrical cable according to claim 11, **characterized in that** the diameter of the metal wires (5) is 0.6 mm.
13. The electrical cable according to any one of claims 1 to 12, **characterized in that** it comprises a polymer sheath (6) surrounding the metal wires (5) of the electrical conductor (4).
14. The electrical cable according to any one of claims 1 to 13, **characterized in that** the central zone (7) comprises an optical fiber.

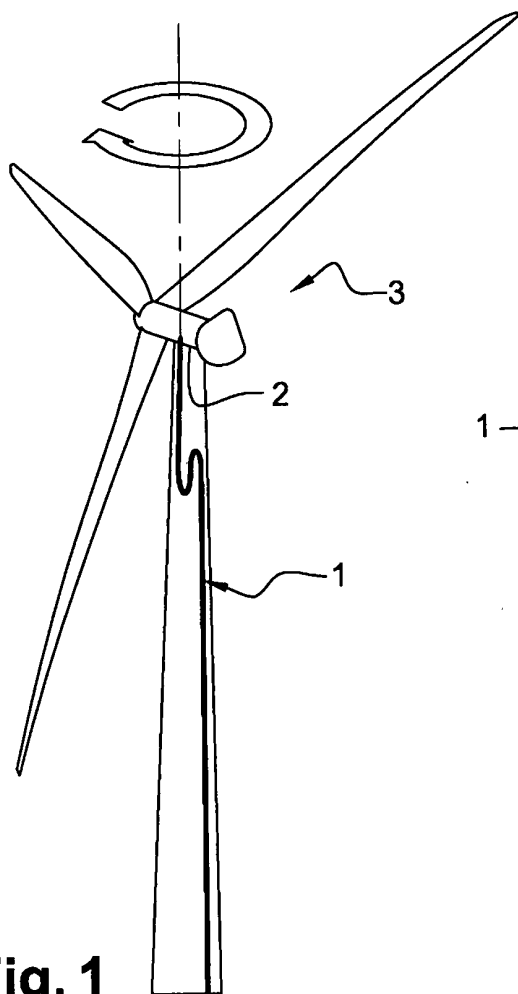


Fig. 1

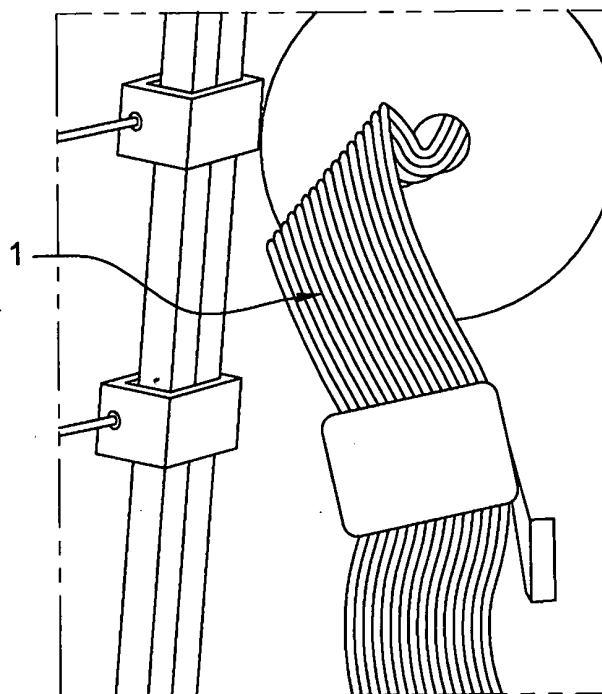


Fig. 2

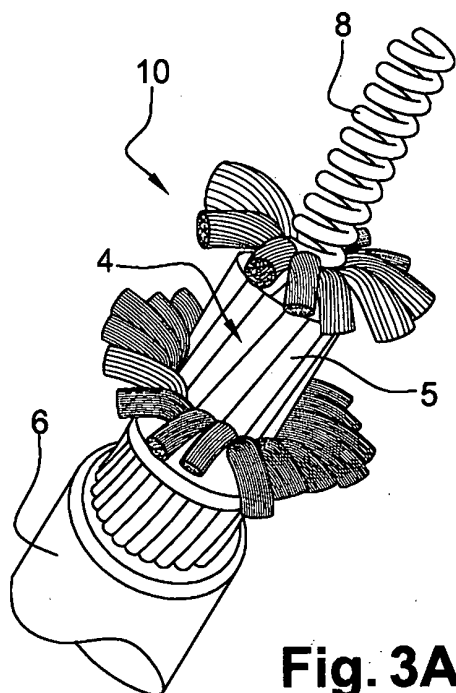


Fig. 3A

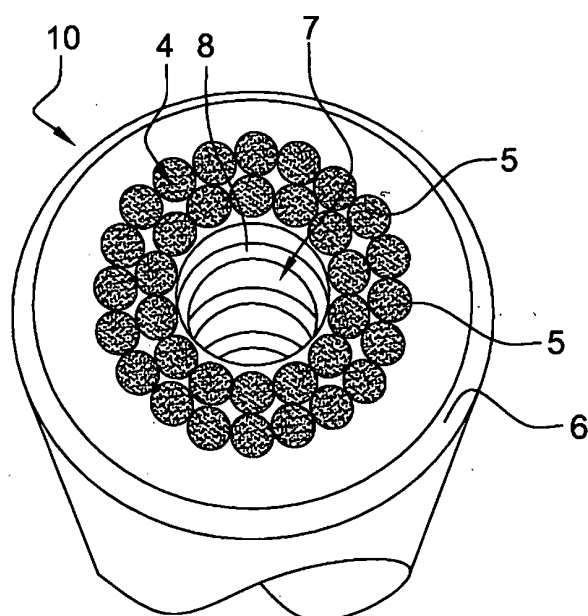


Fig. 3B

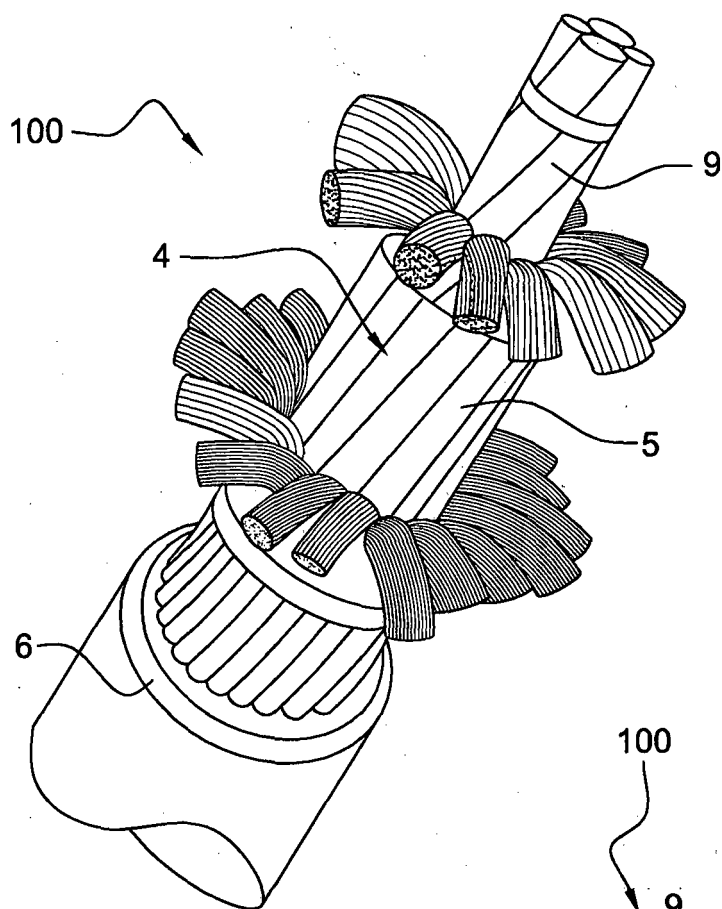


Fig. 4A

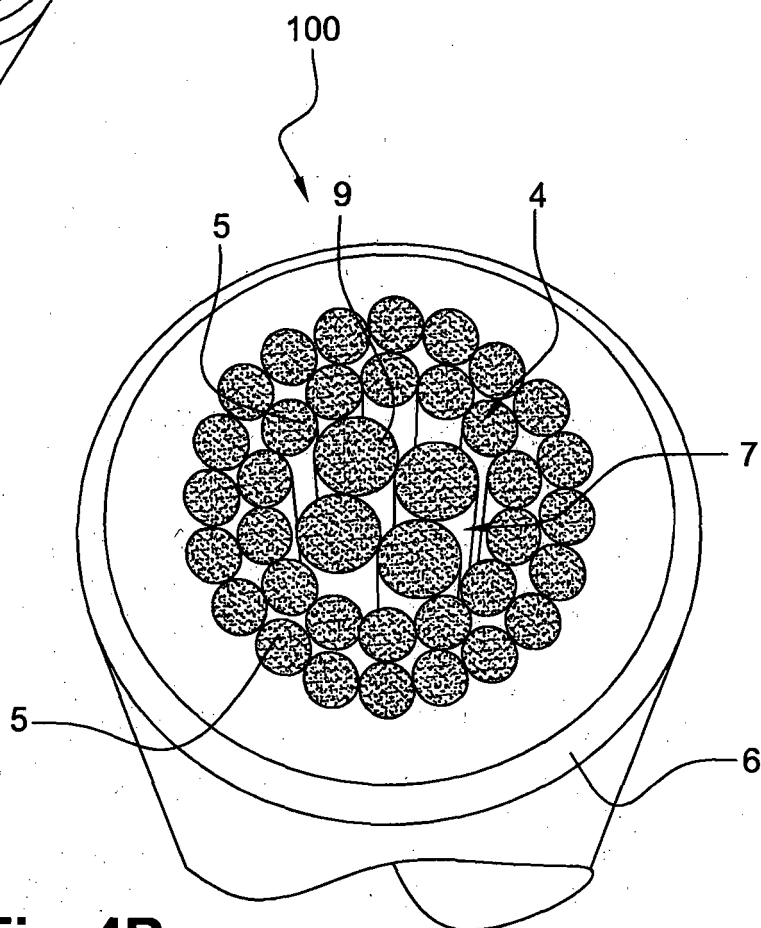


Fig. 4B

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]