(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 579 399 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
21.01.2015 Bulletin 2015/04

(51) Int Cl.:
H01R 39/18 *(2006.01)* ***H01R 13/40*** *(2006.01)*

(21) Numéro de dépôt: **12187060.4**

(22) Date de dépôt: **03.10.2012**

(54) **Collecteur électrique à gaines tubulaires d'isolation mécaniquement indépendantes des cils**

Stromsammelleitung mit Schlauchummantelungen zur mechanischen Isolierung, die unabhängig von den Bürsten sind

Electric collector with tubular insulation sheaths mechanically independent of the conductor

(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: **03.10.2011 FR 1102988**

(43) Date de publication de la demande:
10.04.2013 Bulletin 2013/15

(73) Titulaires:
- **Centre National d'Etudes Spatiales (CNES)**
  75001 Paris (FR)
- **Eurofarad-EFD**
  75011 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
- **Mondier, Jean-Bernard**
  31240 L'Union (FR)
- **Orliange, Michel**
  77420 Champs Sur Marne (FR)

(74) Mandataire: **Cabinet BARRE LAFORGUE & associés**
35, rue Lancefoc
31000 Toulouse (FR)

(56) Documents cités:
EP-A1- 0 662 736 **FR-A1- 2 857 169**
JP-A- 59 178 939

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).

EP 2 579 399 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Description

[0001] L'invention concerne un collecteur électrique comprenant une première pièce supportant une pluralité de cils électriquement conducteurs (c'est-à-dire des fils ou brins cylindriques électriquement conducteurs et élastiques en flexion), et une deuxième pièce portant une pluralité de pistes électriquement conductrices, chaque cil comprenant une portion, dite extrémité proximale, encastrée sur la première pièce, à partir de laquelle il s'étend longitudinalement en étant élastiquement rappelé en flexion contre l'une des pistes électriquement conductrices portées sur la deuxième pièce, en présentant une zone de contact électrique sur cette piste. Dans une première variante, les cils sont électriquement isolés les uns des autres, et les pistes sont aussi électriquement isolées les unes des autres. Dans une autre variante, au moins une partie de cils adjacents sont reliés au niveau de leur extrémité proximale au même potentiel électrique, et au moins une partie des pistes recevant des cils adjacents au même potentiel sont elles-mêmes électriquement reliées et au même potentiel électrique.

[0002] Un tel collecteur électrique peut être en particulier utilisé pour transférer des signaux ou une puissance électrique entre des pièces mobiles l'une par rapport à l'autre. Il peut s'agir en particulier d'un collecteur tournant, les deux pièces en mouvement étant montées rotatives l'une par rapport à l'autre, les pistes électriquement conductrices s'étendant sur une paroi cylindrique de révolution. Par exemple, la première pièce est un stator radialement à l'extérieur d'un rotor formant la deuxième pièce, les pistes électriquement conductrices étant formées sur une paroi cylindrique extérieure de ce rotor, parallèles les unes aux autres. L'inverse est possible (rotor portant des cils à l'intérieur d'un stator cylindrique creux dont la paroi interne cylindrique de révolution porte des pistes). L'invention s'applique également à un collecteur électrique non tournant, notamment de type statique, les deux pièces étant fixes l'une par rapport à l'autre, ou dans lequel les deux pièces sont en mouvement relatif l'une par rapport à l'autre avec des déplacements autres qu'une simple rotation autour d'un axe, par exemple des déplacements en translations relatives ou plus complexes (en particulier avec des pistes hélicoïdales, ou s'étendant longitudinalement avec des ondulations ou des irrégularités...).

[0003] Un tel collecteur électrique est notamment couramment utilisé dans les systèmes spatiaux, par exemple pour transférer de la puissance électrique issue de panneaux photovoltaïques en rotation permanente par rapport à un châssis du système spatial.

[0004] Un tel collecteur électrique pose différents types de problèmes techniques.

[0005] Tout d'abord, les cils rappelés élastiquement en flexion contre les pistes sont le siège de contraintes élastiques dont la valeur doit rester suffisante dans le temps pour garantir une bonne qualité du contact électrique. Il est à noter en particulier que ce problème se pose avec acuité plus particulièrement dans les systèmes spatiaux ou aéronautiques dont la durée de vie doit être certifiée et importante, typiquement de l'ordre de 10 ans.

[0006] Par ailleurs, un tel collecteur électrique doit également être robuste du point de vue de son fonctionnement électrique, et, en particulier, garantir une isolation électrique suffisante entre les pistes et entre les cils de façon à éviter toute formation intempestive de courts-circuits (par exemple par formation spontanée de décharges électriques et/ou de plasma conducteur) entre des cils voisins et/ou entre des pistes voisines. Là encore, ce problème se pose avec acuité plus particulièrement dans les systèmes spatiaux, la génération spontanée de plasmas intempestifs se produisant beaucoup plus facilement dans le vide.

[0007] FR 2857169 décrit un procédé de fabrication d'éléments électriquement conducteurs isolés d'un collecteur tournant dans lequel chaque élément électrique conducteur est intimement recouvert d'une ou plusieurs couches d'émail isolant électriquement dont une portion est dénudée pour former une zone de contact électrique. Cette solution permet d'obtenir une isolation électrique satisfaisante, mais l'inventeur a constaté qu'elle présente l'inconvénient de modifier sensiblement les caractéristiques mécaniques des cils, et leur tenue dans le temps.

[0008] L'invention vise donc à pallier ces inconvénients en proposant un collecteur électrique qui satisfait simultanément aux deux problèmes susmentionnés, c'est-à-dire dans lequel la qualité des contacts électriques entre les cils et les pistes peut être certifiée et rester constante sur une grande durée de vie, et dans lequel les courts-circuits intempestifs sont empêchés.

[0009] L'invention vise également à atteindre ce but de façon simple, reproductible et peu coûteuse. Elle vise également à proposer un tel collecteur électrique qui soit compatible en particulier avec son intégration à bord d'un système spatial ou autre.

[0010] Pour ce faire, l'invention concerne un collecteur tel que mentionné ci-dessus et caractérisé en ce que :

- chaque cil est entouré, à partir de son extrémité proximale encastrée sur la première pièce, d'une gaine tubulaire d'isolation électrique présentant une extrémité proximale encastrée sur la première pièce de sorte que ladite gaine tubulaire est portée par la première pièce,
- ladite gaine tubulaire s'étend autour du cil en laissant dégagée au moins ladite zone de contact électrique,
- ladite gaine tubulaire et le cil sont, outre leur liaison d'encastrement sur la dite première pièce, mécaniquement indépendants de sorte que des glissements longitudinaux relatifs entre la gaine tubulaire et le cil sont possibles.

[0011] L'inventeur a constaté avec surprise que, bien que l'isolation électrique périphérique d'un cil n'est normalement pas mobile par rapport à ce cil en fonctionnement, il se trouve que les caractéristiques de vieillissement du collecteur peuvent être considérablement améliorées par le simple fait de prévoir une gaine tubulaire d'isolation électrique exclusivement portée, au niveau de son extrémité proximale, par la dite première pièce, ladite gaine tubulaire et le cil étant mécaniquement indépendants (c'est-à-dire en particulier non directement liés l'un à l'autre) tout le long de la gaine tubulaire, à l'exception de leurs extrémités proximales qui sont toutes deux encastrées sur ladite première pièce qui fait office de support commun à la gaine tubulaire et au cil qu'elle entoure. Étonnamment, cette simple indépendance mécanique le long de la gaine tubulaire et du cil à partir de leurs extrémités proximales, s'avère être en effet suffisante pour que l'interférence mécanique de la gaine tubulaire par rapport au cil qu'elle entoure n'ait sensiblement pas de conséquences sur la qualité du contact électrique (notamment la précharge de flexion élastique du cil sur la piste) et sa tenue dans le temps.

[0012] Une telle indépendance mécanique peut être obtenue de diverses manières, et il suffit de faire en sorte qu'un glissement relatif entre la gaine tubulaire et le cil qu'elle entoure soit possible localement le long de la gaine tubulaire.

[0013] En particulier, avantageusement et selon l'invention, ladite gaine tubulaire s'étend autour du cil avec un jeu radial. Un jeu radial signifie que la gaine tubulaire n'est pas en particulier serrée ou collée contre et autour du cil, et que la dimension intérieure radiale hors tout de la gaine tubulaire est supérieure à la dimension extérieure radiale hors tout de la portion du cil qu'elle entoure. En pratique, lorsque le cil est cylindrique de révolution, la gaine tubulaire présente un alésage interne cylindrique de révolution de diamètre supérieur au diamètre externe de la portion du cil qu'elle entoure. Un tel jeu radial garantit une parfaite indépendance mécanique permettant des glissements relatifs longitudinaux de la gaine tubulaire par rapport au cil qu'elle entoure.

[0014] En outre, avantageusement et selon l'invention, ladite gaine tubulaire est formée d'un matériau synthétique électriquement isolant (diélectrique) présentant une rigidité en flexion inférieure à la rigidité en flexion du cil qu'elle entoure. Plus particulièrement, avantageusement et selon l'invention ladite gaine tubulaire est formée d'un matériau synthétique présentant un module d'élasticité en flexion inférieur au module d'élasticité en flexion du cil qu'elle entoure. De la sorte, l'élasticité éventuelle en flexion de la gaine tubulaire n'interfère sensiblement pas avec celle du cil.

[0015] En particulier, ladite gaine tubulaire peut être formée de tout matériau synthétique polymérique diélectrique. Pour les applications spatiales, ladite gaine tubulaire est avantageusement formée d'un matériau flexible choisi dans le groupe des polyimides.

[0016] Par ailleurs, avantageusement et selon l'invention,

- la deuxième pièce comporte des nervures d'isolation interposées entre des pistes adjacentes afin de les isoler électriquement les unes des autres,
- chaque gaine tubulaire s'étend à partir de son extrémité proximale jusqu'à venir entre deux nervures d'isolation situées d'un côté et de l'autre de la piste électriquement conductrice avec laquelle le cil entouré par cette gaine est en contact électrique.

[0017] Chaque cil présente en outre une extrémité distale, opposée à son extrémité proximale encastrée sur ladite première pièce, qui s'étend aussi entre des nervures d'isolation. La hauteur de chaque nervure d'isolation par rapport à des pistes adjacentes qu'elle sépare est suffisante pour que le plus court chemin, par contournement de ladite nervure d'isolation, entre des cils au contact des pistes adjacentes qu'elle sépare, ou entre un cil de l'une des pistes et l'autre piste adjacente qu'elle sépare, corresponde à un seuil d'instabilité d'un arc électrique susceptible de se former entre ces cils au contact des pistes adjacentes qu'elle sépare, ou entre ce cil de l'une des pistes et l'autre piste adjacente qu'elle sépare.

[0018] Dans une variante possible de l'invention, la gaine tubulaire peut s'étendre sur l'intégralité de la longueur d'un cil (jusqu'à son extrémité distale), en étant partiellement dénudée en regard d'une piste de la deuxième pièce de façon à présenter la zone de contact électrique entre le cil et cette piste.

[0019] En variante, ladite gaine tubulaire peut s'étendre uniquement entre l'extrémité proximale du cil et à distance de ladite zone de contact électrique du cil avec la piste, la gaine tubulaire étant continue (non dénudée) entre son extrémité proximale et son extrémité distale qui est située dans une zone d'espace s'étendant entre des nervures d'isolation, mais à distance de ladite zone de contact électrique qu'elle n'atteint pas, le cil s'étendant longitudinalement au-delà de l'extrémité distale de la gaine tubulaire pour former ladite zone de contact électrique entre le cil et la piste. Dans cette variante notamment, avantageusement et selon l'invention, la longueur de chaque cil à partir de la première pièce est adaptée pour que l'extrémité distale libre du cil soit située dans une zone d'espace entre des nervures d'isolation. Autrement dit, l'extrémité distale libre du cil ne dépasse pas, après ladite zone de contact électrique du cil avec la piste, la zone d'espace situé entre des nervures d'isolation. De la sorte, une nervure d'isolation est interposée entre des portions distales dénudées de deux cils adjacents coopérant respectivement avec deux pistes adjacentes séparées par la nervure d'isolation. Ainsi, des cils adjacents coopérant respectivement avec des pistes adjacentes séparées l'une de l'autre par une nervure d'isolation ne sont à aucun endroit le long de ces cils immédiatement en visibilité directe l'un de

l'autre, mais sont au contraire soit protégés chacun par une gaine tubulaire diélectrique, soit séparés par une nervure d'isolation diélectrique. Tout arc électrique entre des cils adjacents ou entre un cil et une piste adjacente est donc évité.

[0020] Dans un collecteur selon l'invention, chaque cil peut être monobrin, c'est-à-dire formé d'un unique brin (fil) électriquement conducteur ; ou au contraire multibrins, c'est-à-dire formé d'une pluralité de brins (fils) (notamment au moins 6) électriquement conducteurs, adjacents et parallèles les uns aux autres, ou au contraire tressés en un câble formant le cil.

[0021] Par ailleurs, dans un mode de réalisation avantageux d'un collecteur selon l'invention la longueur de chaque cil à partir de la première pièce est adaptée pour que le cil présente une extrémité distale libre du cil située dans une zone d'espace entre des nervures d'isolation (le cil ne dépassant pas cette zone). En particulier, avantageusement et selon l'invention, les deux pièces sont montées de façon à pouvoir être en mouvement relatif l'une par rapport à l'autre.

[0022] D'autres modes de réalisation sont possibles.

[0023] L'invention concerne également un collecteur caractérisé en combinaison par tout ou partie des caractéristiques mentionnées ci-dessus ou ci-après.

[0024] D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante qui se réfère aux figures annexées données à titre uniquement d'exemples non limitatifs et dans lesquelles :

- la figure 1 est une vue schématique en perspective partielle d'un exemple de collecteur selon l'invention, deux modes de réalisation distincts de l'invention étant représentés sur cette même figure,
- la figure 2 est une vue schématique en coupe transversale partielle du collecteur de la figure 1 illustrant un cil en coupe longitudinale,
- la figure 3 est une section schématique selon la ligne III-III de la figure 2,

[0025] Un collecteur selon l'invention comprend une première pièce 11 supportant une pluralité de cils 13 électriquement conducteurs, et une deuxième pièce 12 présentant une pluralité de pistes 14 électriquement conductrices.

[0026] Dans l'exemple représenté figure 1, la deuxième pièce 12 est un rotor globalement cylindrique, et la première pièce 11 est un support monté fixe à l'extérieur du rotor 12 de telle sorte que les cils 13 s'étendent longitudinalement par rapport à la première pièce 11 pour venir tangentiellement au contact des pistes 14 circulaires ménagées en périphérie de la face cylindrique externe de la deuxième pièce 12. L'invention s'applique néanmoins à d'autres modes de réalisation des pièces 11, 12, par exemple des pièces mobiles en translation l'une par rapport à l'autre, avec des pistes droites ou non.

[0027] Chaque cil 13 présente une extrémité proximale 15 encastrée rigidement dans la première pièce 11 et fixée à cette dernière, par exemple par une brasure 19. Pour ce faire, l'extrémité proximale 15 des cils 13 est passée à travers une lumière 20 traversante de la première pièce 11 de façon à dépasser en saillie d'une face 21, dit face 21 externe, métallique de la première pièce 11 orientée à l'opposé de la deuxième pièce 12. La brasure 19 est réalisée autour de l'extrémité proximale 15 saillante du cil 13 sur ladite face 21 externe. Les dimensions de la lumière 20 sont supérieures au diamètre de l'extrémité proximale 15 du cil 13 de sorte que le cil 13 est arc-bouté en flexion dans la lumière 20.

[0028] Chaque cil 13 présente en outre une extrémité distale 17 libre et, entre l'extrémité proximale 15 et l'extrémité distale 17, une zone de contact 22 électrique du cil 13 avec une piste 14 de la deuxième pièce 12. La lumière 20 est orientée par rapport à la deuxième pièce 12 de telle sorte que le cil 13 arc-bouté dans la lumière 20 et au contact de la piste 14, est déformé élastiquement en flexion avec une contrainte résiduelle élastique de flexion qui le rappelle élastiquement en flexion contre la piste 14.

[0029] Par ailleurs, chaque cil 13 peut être monobrin et formé d'un fil unique (mode de réalisation représenté en partie supérieure de la figure 1) en matériau électriquement conducteur choisi pour présenter une rigidité en flexion suffisante ; ou au contraire être multibrins, c'est-à-dire formé d'une pluralité de fils (mode de réalisation représenté en partie inférieure de la figure 1) en matériau électriquement conducteur choisi pour que le cil 13 présente une rigidité en flexion suffisante. Dans l'exemple représenté en partie inférieure de la figure 1, les différents fils constituant un même cil 13 sont parallèles et adjacents les uns aux autres. Rien n'empêche en variante de prévoir un cil 13 formé de fils tressés sous forme d'un câble, dès lors que la rigidité en flexion qui en résulte est également suffisante.

[0030] Par exemple, chaque cil 13 peut être formé en un matériau électriquement conducteur présentant un module d'élasticité en flexion compris entre 50 GPa et 150 GPa, notamment de l'ordre de 80 GPa. Avantageusement, chaque cil 13 est formé en un matériau électriquement conducteur choisi dans le groupe des alliages des métaux nobles, notamment parmi les alliages d'or, les alliages d'argent et les alliages de cuivre.

[0031] Les pistes 14 sont, dans l'exemple représenté, des pistes circulaires périphériques, chaque piste 14 s'étendant globalement selon un plan radial de la deuxième pièce 12. La deuxième pièce 12 cylindrique de révolution présente une pluralité de pistes 14 circulaires juxtaposées les unes aux autres selon la direction axiale de cette deuxième pièce 12.

[0032] Chaque piste 14 est de préférence formée d'une gorge dont la section droite transversale est adaptée pour favoriser le contact électrique entre le cil 13 et la piste 14. Par exemple, cette section droite transversale est en forme de V, ou de trapèze, pour assurer une pluralité de points de contact du cil 13 avec la piste 14 ; ou encore courbe, notamment circulaire, de forme et de courbure (notamment de diamètre) correspondant à la forme et à la courbure

(notamment au diamètre) de la section droite transversale du cil pour permettre un contact théoriquement selon une courbe ; ou simplement plate ou autre.

[0033] Chaque piste 14 électriquement conductrice est avantageusement formée d'une gorge en matériau électriquement conducteur choisi dans le groupe des alliages de cuivre, des alliages de cuivre revêtus d'un dépôt, des alliages d'or (notamment d'or allié de dureté typique comprise entre 100 et 400Hv), et des alliages d'argent.

[0034] La deuxième pièce 12 comporte des nervures 23 d'isolation interposées entre des pistes 14 adjacentes afin de les isoler électriquement les unes des autres. Ces nervures 23 sont en matériau diélectrique, et s'étendent radialement en saillie par rapport aux pistes 14 sur une hauteur (dans la direction radiale de la deuxième pièce 12) choisie de façon à empêcher la formation d'un arc électrique entre deux pistes 14 adjacentes ainsi séparées par une nervure 23. Plus particulièrement, la hauteur de chaque nervure 23 d'isolation par rapport à des pistes 14 adjacentes qu'elle sépare est adaptée pour que le plus court chemin entre ces pistes 14 adjacentes, par contournement de ladite nervure 23 d'isolation, corresponde à un seuil d'instabilité d'un arc électrique susceptible de se former entre ces pistes 14 adjacentes. De préférence, la hauteur de chaque nervure 23 d'isolation est suffisante pour que le plus court chemin, par contournement de ladite nervure 23 d'isolation, entre des cils 13 au contact des pistes 14 adjacentes qu'elle sépare, ou entre un cil 13 de l'une des pistes 14 et l'autre piste 14 adjacente, corresponde à un seuil d'instabilité d'un arc électrique susceptible de se former entre ces cils 13 ou entre ce cil 13 et l'autre piste 14 adjacente. Ces nervures 23 d'isolation peuvent être réalisées comme décrit par exemple par FR 2928772.

[0035] Des nervures 23 d'isolation peuvent être prévues entre chaque paire de pistes 14 adjacentes ou, au contraire comme représenté, entre des groupes adjacents (des paires dans l'exemple représenté) de plusieurs pistes 14, les pistes d'un même groupe n'étant pas séparées par des nervures d'isolation.

[0036] Dans le mode de réalisation représenté, les cils 13 et les pistes 14 sont regroupés par paires, afin d'assurer une redondance des contacts électriques, chaque paire de cils 13 et de pistes 14 étant susceptible d'être placée à un même potentiel électrique, mais les potentiels électriques auxquels les différentes paires de cils 13 et de pistes 14 sont susceptibles d'être placées étant différents.

[0037] Le cas échéant, les cils 13 sont isolés électriquement des autres cils 13 qui sont susceptibles d'être placés des potentiels électriques différents. Pour ce faire, la première pièce 11 présente des séparations électriquement isolantes (non représentées) entre les portions qui supportent les cils 13 respectivement. De même, la deuxième pièce 12 présente des séparations électriquement isolantes (non représentées) entre les pistes 14 susceptibles d'être placées à des potentiels électriques différents.

[0038] Chaque cil 13 est entouré, à partir de son extrémité 15 proximale encastrée sur la première pièce 11, d'une gaine 24 tubulaire d'isolation électrique présentant une extrémité 16 proximale encastrée sur la première pièce 11 de sorte que ladite gaine 24 tubulaire est portée par la première pièce 11. Pour ce faire, la première pièce 11 présente sur sa face 25 orientée vers la deuxième pièce 12, un renfoncement 26 périphérique autour de la lumière 20 traversante recevant le cil 13. L'extrémité 16 proximale de la gaine 24 tubulaire vient contre la bordure périphérique de la lumière 20 dans le renfoncement 26. Un scellement 27 en matériau électriquement isolant est placé autour de l'extrémité 16 proximale de la gaine 24 tubulaire, dans le renfoncement 26, afin d'assurer son maintien par rapport à la première pièce 11 et l'isolation électrique de la portion du cil 13 non recouverte par la gaine 24 tubulaire et sortant de la lumière 20 du côté de la face 25 de la première pièce 11 orientée vers la deuxième pièce 12.

[0039] Le scellement 27 est réalisé par dépôt d'une goutte de composition liquide durcissable diélectrique choisie pour adhérer à la fois à la première pièce 11, à la gaine 24, et au cil 13. De préférence, le matériau constitutif du scellement 27 est aussi choisi de façon que ce dernier soit souple afin d'autoriser de légers déplacements relatifs entre la gaine 24 et la première pièce 11. Par exemple, ce scellement 27 est réalisé en un matériau thermodurcissable, notamment choisi dans le groupe des résines époxy, des résines polyuréthane et des résines élastomères silicones.

[0040] La gaine 24 tubulaire s'étend à partir de son extrémité 16 proximale autour du cil 13 jusqu'à une extrémité 18 distale de cette gaine 24 tubulaire. La gaine 24 tubulaire s'étend autour du cil 13 en laissant dégagée au moins ladite zone 22 de contact électrique du cil 13 avec une piste 14.

[0041] Dans une variante possible (non représentée) de l'invention, la gaine tubulaire peut s'étendre sur l'intégralité de la longueur d'un cil 13 (jusqu'à son extrémité 17 distale), en étant partiellement dénudée en regard d'une piste 14 de la deuxième pièce 12 de façon à présenter la zone 22 de contact électrique entre le cil 13 et cette piste 14. Dans la variante représentée, de préférence, la gaine 24 tubulaire s'étend uniquement entre son extrémité 16 proximale et son extrémité 18 distale qui est située dans une zone d'espace s'étendant entre des nervures 23 d'isolation mais à distance de la deuxième pièce 12 et de ladite zone 22 de contact électrique du cil 13 avec une piste 14. Autrement dit, la gaine 24 tubulaire n'atteint pas la zone 22 de contact électrique du cil 13 avec une piste 14, son extrémité 18 distal restant à distance, du côté de son extrémité 16 proximale, de cette zone 22 de contact électrique. La longueur de la gaine 24 tubulaire est donc inférieure à la distance séparant le renfoncement 26 d'encastrement de son extrémité 16 proximale, et la zone 22 de contact du cil 13 avec une piste 14.

[0042] La gaine 24 tubulaire est formée d'un matériau synthétique électriquement isolant, flexible non élastique ou présentant une rigidité en flexion inférieure à la rigidité en flexion du cil 13 qu'elle entoure. En particulier, de bons résultats

ont été obtenus avec un matériau synthétique formant ladite gaine 24 tubulaire présentant un module d'élasticité en flexion inférieur au module d'élasticité en flexion du matériau constitutif du cil 13 qu'elle entoure.

[0043] Par exemple, la gaine 24 tubulaire est formée d'un matériau présentant un module d'élasticité en flexion compris entre 500 MPa et 10000 MPa, par exemple de l'ordre de 2500 MPa.

[0044] Pour les applications spatiales, ladite gaine 24 tubulaire peut être avantageusement formée d'un matériau flexible choisi dans le groupe des polyimides. D'autres matériaux similaires de caractéristiques électriques et mécaniques équivalentes, peuvent être utilisés.

[0045] La gaine 24 tubulaire et le cil 13 sont, outre leur liaison d'encastrement sur la dite première pièce 11, mécaniquement indépendants de sorte que des glissements longitudinaux relatifs entre la gaine 24 tubulaire et le cil 13 sont possibles, localisés le long du cil 13. Pour ce faire, toutes les dispositions structurelles permettant ces glissements longitudinaux relatifs de la gaine 24 tubulaire par rapport au cil 13 au-delà de leurs extrémités 15, 16 proximales encastrées à la première pièce 11, sont possibles dans le cadre de l'invention. Par exemple, il suffit de choisir une gaine 24 tubulaire en un matériau synthétique à faible coefficient de frottement statique, par exemple en polymère fluorocarboné.

[0046] Néanmoins, de préférence, comme représenté sur les figures, la gaine 24 tubulaire est un tube qui s'étend autour du cil 13 avec un jeu radial 28 réalisant cette indépendance mécanique. La gaine 24 tubulaire est totalement indépendante, sur toute sa longueur, du cil 13 qu'elle entoure, sans être reliée à ce dernier, seules les extrémités 15, 16 proximales étant reliées indirectement par le fait qu'elles sont encastrées sur un support commun constitué de ladite première pièce 11. Le simple fait de prévoir un tel jeu radial 28 présente des conséquences étonnantes et non réellement expliquées, sur la qualité du contact électrique entre le cil 13 et la piste 14, et sa tenue dans le temps.

[0047] Par exemple, la gaine 24 tubulaire présente un diamètre interne supérieur au diamètre extérieur du cil 13 qu'elle entoure. Par exemple, chaque cil 13 peut présenter un diamètre extérieur compris entre 0,1 mm et 1 mm, notamment de l'ordre de 0,3 mm. Et chaque gaine 24 tubulaire peut présenter un diamètre intérieur compris entre 0,15 mm et 3 mm, notamment de l'ordre de 0,5 mm.

Exemple :

[0048] On réalise des essais comparatifs entre un dispositif conforme à l'invention et un dispositif conforme à l'état de la technique.

[0049] On utilise pour cela :

- un porte-balais équipé de 21 cils de diamètre extérieur compris entre 0,2 mm et 0,4 mm gainés selon l'invention, par des gaines formées de microtubes de polyimide,
- un porte balais équipé de 21 cils de diamètre extérieur compris entre 0,2 mm et 0,4 mm et revêtus par un vernis époxy adhérent sur les cils,
- un rotor comprenant 42 pistes.

Méthodologie :

[0050] Chaque dispositif est analysé et soumis à différents tests thermiques, mécaniques et électriques.

[0051] Le gainage ou revêtement des cils est inspecté sous microscope (grossissement x15). La qualité (présence de fissures, homogénéité...) du gainage est observée.

[0052] Les cils sont montés de façon à obtenir une précharge nominale de rappel élastique en flexion de chaque cil sur la piste calibré entre 4g et 7g. Cette précharge est mesurée au peson après chaque essai.

[0053] Chaque dispositif est soumis à des cycles thermiques suivant la norme MIL 810F méthodes 501.4 & 502.4 procédure I. Pendant les essais de cycles thermiques, les cils seront alimentés par un courant nominal de 0,75 A par cil.

[0054] Chaque dispositif est soumis à sept cycles thermiques de -40°C à +85°C avec un temps de cycle de 24 heures.

[0055] Après les sept cycles thermiques, chaque dispositif est analysé au microscope et par mesure de la précharge comme mentionné ci-dessus.

[0056] Chaque dispositif est également soumis à des chocs thermiques suivant la norme MIL 810F méthode 503.4 procédure I.

[0057] Les éprouvettes sont placées successivement dans deux chambres thermiques, l'une à +125°C, l'autre à -55°C, pendant 1 heure chacune avec un temps de transfert inférieur à 1min. Ce cycle est répété 5 fois.

[0058] Après les chocs thermiques, chaque dispositif est analysé au microscope et par mesure de la précharge comme mentionné ci-dessus.

[0059] Chaque dispositif est soumis à des conditions de vibrations définies dans les tableaux suivants :

direction/plan d'appui	fréquence (Hz)	niveau	taux de balayage
Parallèle	5→19	±6,9 mm	2 octaves/mn
	19→80	± 10 g	
	80→100	± 6 g	
Orthogonale	5→19	±10,3 mm	2 octaves/mn
	19→80	± 15 g	
	80→100	± 8 g	
vibrations sinus			

direction/plan d'appui	fréquence (Hz)	niveau (g^2/Hz)	pente (dB/octave)	niveau global (g)
Parallèle	20→100	0,006→0,15	6	14,7 gRMS
	100→1000	0,15	0	
	1000→2000	0,15→0,038	-6	
Orthogonale	20→100	0,01→0,26	6	19,3 gRMS
	100→1000	0,26	0	
	1000→2000	0,26→0,065	-6	
vibrations aléatoires				

[0060] Chaque dispositif est analysé au microscope et par mesure de la précharge comme mentionné ci-dessus.

[0061] À la fin de ces tests, chaque dispositif est démonté de manière à observer sous fort grossissement d'éventuelles traces de ruptures, fissures, serrages,... au niveau de l'interface cil/gainage.

Résultats :

[0062] L'aspect initial du dispositif selon l'invention est propre et homogène. Aucune fissure n'est apparente sur les gaines tubulaires.

[0063] L'aspect du revêtement selon l'état de la technique par vernis est moins homogène, l'épaisseur de vernis autour du cil n'est pas constante. On n'observe pas de fissure dans le vernis mais l'on peut observer quelques défauts (boursouflures, creux, bulles d'air...). Le revêtement par vernis est moins flexible au toucher que le gainage par gaine tubulaire conforme à l'invention.

[0064] On peut constater que les cils revêtus par vernis selon l'état de la technique ont tous subi un relâchement de précharge, mais que les cils gainés par gaine tubulaire selon l'invention se comportent pratiquement comme des cils non gainés.

[0065] Un test supplémentaire sur des cils non gainés a été mené pour essayer de quantifier la perte de précharge liée au relâchement des contraintes sur des cils de diamètre 0,25 mm non gainés.

[0066] La perte de précharge liée aux cycles thermiques étant relativement faible (5% en moyenne), la perte de précharge n'est donc pas uniquement liée à un relâchement de contraintes.

[0067] La différence des coefficients de dilatation induit des contraintes lors des cycles thermiques provoquant une perte de précharge de l'ensemble balai/vernis qui se comporte alors comme un bilame.

[0068] Note : le coefficient de dilatation des cils est de l'ordre de 1.10^{-6} m/m/°C ; le coefficient de dilatation du vernis est de l'ordre de 54.10^{-6} m/m/°C (et de l'ordre de 206.10^{-6} m/m/°C si T>90°C).

[0069] Le cil étant rigidifié sur une partie de sa longueur libre par le gainage, la déformée de l'ensemble cil/gainage est différente de celle d'un cil non gainé.

[0070] Les dispositifs testés ont été réglés avec des paramètres de précharge de 5 grammes typiquement (cils de diamètre 0,25 mm non gainés).

[0071] L'aspect des gaines tubulaires et du vernis n'a pas changé durant les cycles thermiques. Les cils revêtus par vernis sont légèrement plus cambrés que dans leur état initial.

[0072] L'aspect des gaines tubulaires et du vernis n'a pas changé durant les vibrations. Aucun cil n'a sauté de sa gorge pendant les vibrations. Toutefois le vernis d'un cil présente une fissure.

[0073] Ces différents tests ont mis en évidence l'évolution de la précharge des cils en fonction du type d'isolant retenu.

[0074] Les cils isolés par vernis sont beaucoup plus affectés que les cils gainés par gaine tubulaire selon l'invention. Une explication possible de ce résultat surprenant pourrait être que l'ensemble cil/vernis agit comme un bilame engendrant une déformation sous cycles thermiques. Une gaine tubulaire rigidifie l'ensemble cil/gaine tubulaire, mais laisse une certaine mobilité au cil. La déformée sous contraintes d'un ensemble cil/gaine tubulaire n'est pas strictement la même que celle d'un cil non gainé.

[0075] Des cycles thermiques comme définis précédemment ont été réitérés avec un ensemble de cils gainés selon l'invention, et un ensemble de cils non gainés à titre de référence comparative. De plus l'enceinte thermique a été régulée par le biais de thermocouples positionnés sur le rotor de manière à prendre en compte l'auto-échauffement des cils.

[0076] La température de l'enceinte a oscillé entre -55°C et + 85 °C, ce qui correspondait à -35°C et à + 100 °C au niveau du rotor.

[0077] Aucune variation de précharge significative n'a été relevée à la fin de cet essai sur les cils gainés selon l'invention.

[0078] L'invention peut faire l'objet de nombreuses variantes de réalisation par rapport aux modes de réalisation préférentiels représentés sur les figures. Elle est applicable en outre à tout collecteur électrique, rotatif ou non, pour la transmission de puissance électrique et/ou pour la transmission de signaux électriques. Le nombre, la forme et les dimensions des cils et des pistes peuvent varier. En particulier la section droite transversale des cils et/ou des gaines tubulaires peut non seulement être circulaire, mais également polygonale (rectangulaire, carré,...) ou ovoïde ou autre. La section droite transversale des pistes est alors adaptée en conséquence.

Revendications

1. Collecteur électrique comprenant une première pièce (11) supportant une pluralité de cils (13) électriquement conducteurs, et une deuxième pièce (12) portant une pluralité de pistes (14) électriquement conductrices, chaque cil (13) comprenant une portion, dite extrémité (15) proximale, encastrée sur la première pièce (11), à partir de laquelle il s'étend longitudinalement en étant élastiquement rappelé en flexion contre l'une des pistes (14) électriquement conductrices portées sur la deuxième pièce (12), en présentant une zone (22) de contact électrique sur cette piste (14), **caractérisé en ce que** :

   - chaque cil (13) est entouré, à partir de son extrémité (15) proximale encastrée sur la première pièce (11), d'une gaine (24) tubulaire d'isolation électrique présentant une extrémité (16) proximale encastrée sur la première pièce (11) de sorte que ladite gaine (24) tubulaire est portée par la première pièce (11),
   - ladite gaine (24) tubulaire s'étend autour du cil (13) en laissant dégagée au moins ladite zone (22) de contact électrique,
   - ladite gaine (24) tubulaire et le cil (13) sont, outre leur liaison d'encastrement sur la dite première pièce (11), mécaniquement indépendants de sorte que des glissements longitudinaux relatifs entre la gaine (24) tubulaire et le cil (13) sont possibles.

2. Collecteur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ladite gaine (24) tubulaire s'étend autour du cil (13) avec un jeu radial (28).

3. Collecteur selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** ladite gaine (24) tubulaire est formée d'un matériau synthétique électriquement isolant présentant une rigidité en flexion inférieure à la rigidité en flexion du cil (13) qu'elle entoure.

4. Collecteur selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** ladite gaine (24) tubulaire est formée d'un matériau

synthétique présentant un module d'élasticité en flexion inférieur au module d'élasticité en flexion du cil (13) qu'elle entoure.

5. - Collecteur selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** chaque cil (13) est formé d'un unique brin électriquement conducteur.

6. Collecteur selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** chaque cil (13) est formé d'une pluralité de brins électriquement conducteurs.

7. Collecteur selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** :

- la deuxième pièce (12) comporte des nervures (23) d'isolation interposées entre des pistes (14) adjacentes afin de les isoler électriquement les unes des autres,
- chaque gaine (24) tubulaire s'étend à partir de son extrémité (16) proximale jusqu'à venir entre deux nervures (23) d'isolation situées d'un côté et de l'autre de la piste (14) électriquement conductrice avec laquelle le cil (13) entouré par cette gaine (24) est en contact électrique.

8. Collecteur selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** la longueur de chaque cil (13) à partir de la première pièce (11) est adaptée pour que le cil (13) présente une extrémité (17) distale libre située dans une zone d'espace entre des nervures (23) d'isolation.

9. Collecteur selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** les deux pièces (11, 12) sont montées de façon à pouvoir être en mouvement relatif l'une par rapport à l'autre.

10. Collecteur selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** les deux pièces (11, 12) sont montées rotatives l'une par rapport à l'autre.

Patentansprüche

1. Elektrischer Kollektor ein erstes Teil (11) umfassend, das eine Vielzahl von elektrisch leitenden Adern (13) trägt, und ein zweites Teil (12), das eine Vielzahl von elektrisch leitenden Spuren (14) trägt, wobei jede Ader (13) einen Abschnitt umfasst, der proximales Ende (15) genannt wird, und auf dem ersten Teil (11) eingesetzt ist, von dem aus sie sich in Längsrichtung erstreckt und elastisch gegen eine der elektrisch leitenden Spuren (14) gebogen wird, die auf dem zweiten Teil (12) angeordnet sind, und eine elektrische Kontaktzone (22) auf dieser Spur (14) aufweisen, **dadurch gekennzeichnet, dass**:

- jede Ader (13) ab ihrem proximalen und auf dem ersten Teil (11) eingesetzten Ende (15) von einer rohrförmigen elektrischen Isolierungsumhüllung (24) umgeben ist, die ein proximales und auf dem ersten Teil (11) eingesetztes Ende (16) aufweist, sodass die besagte rohrförmige Umhüllung (24) vom ersten Teil (11) getragen wird,
- sich die besagte rohrförmige Umhüllung (24) um die Ader (13) erstreckt, und dabei zumindest die besagte elektrische Kontaktzone (22) freilässt,
- die besagte rohrförmige Umhüllung (24) und die Ader (13) abgesehen von ihrer Einsatzverbindung auf dem besagten ersten Teil (11) mechanisch unabhängig sind, sodass Längsverschiebungen zwischen der rohrförmigen Umhüllung (24) und der Ader (13) zueinander möglich sind.

2. Kollektor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die besagte rohrförmige Umhüllung (24) mit einem radialen Spiel (28) um die Ader (13) erstreckt.

3. Kollektor nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die besagte rohrförmige Umhüllung (24) aus einem isolierenden Kunststoffmaterial gebildet wird, das eine Biegesteifigkeit aufweist, die geringer ist, als die Biegesteifigkeit der Ader (13), die sie umgibt.

4. Kollektor nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die besagte rohrförmige Umhüllung (24) aus einem Kunststoffmaterial gebildet wird, das ein Biegeelastizitätsmodul aufweist, das kleiner ist, als das Biegeelastizitätsmodul der Ader (13), die sie umgibt.

5. Kollektor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Ader (13) aus einem einzigen

elektrisch leitenden Draht gebildet wird.

6. Kollektor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Ader (13) aus einer Vielzahl von elektrisch leitenden Einzeldrähten gebildet wird.

7. Kollektor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass**:

- das zweite Teil (12) Isolierstege (23) umfasst, die zwischen den jeweils angrenzenden Spuren (14) angeordnet sind, um sie zueinander elektrisch zu isolieren,
- sich jede rohrförmige Umhüllung (24) ausgehend von ihrem proximalen Ende (16) bis zwischen zwei Isolierstege (23) erstreckt, die beiderseits der elektrisch leitenden Spur (14) angeordnet sind, mit der die Ader (13), die von dieser Umhüllung (24) umgeben ist, in elektrischem Kontakt steht.

8. Kollektor nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Länge einer jeden Ader (13) ausgehend vom ersten Teil (11) angepasst ist, damit die Ader (13) ein freies distales Ende (17) aufweist, das in einer räumlichen Zone zwischen den Isolierstegen (23) angeordnet ist.

9. Kollektor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Teile (11, 12) so verbaut sind, dass sie zueinander beweglich sind.

10. Kollektor nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Teile (11, 12) zueinander drehbar montiert sind.

Claims

1. Electric collector comprising a first part (11) supporting a plurality of electrically conducting wipers (13), and a second part (12) carrying a plurality of electrically conducting tracks (14), each wiper (13) comprising a portion called the proximal end (15), embedded in the first part (11), from which it extends longitudinally while being flexurally elastically drawn back against one of the electrically conducting tracks (14) carried on the second part (12), presenting an electric contact zone (22) on this track (14), **characterised in that**:

- each wiper (13) is surrounded, from its proximal end (15) embedded in the first part (11), by an electric insulation tubular sheath (24) having a proximal end (16) embedded in the first part (11) so that said tubular sheath (24) is carried by the first part (11),
- said tubular sheath (24) extends around the wiper (13) while leaving bare at least said electric contact zone (22),
- said tubular sheath (24) and the wiper (13) are mechanically independent, apart from their embedded connection in said first part (11), so that relative longitudinal sliding between the tubular sheath (24) and the wiper (13) is possible.

2. Collector according to Claim 1, **characterised in that** said tubular sheath (24) extends around the wiper (13) with a radial play (28).

3. Collector according to one of Claims 1 or 2, **characterised in that** said tubular sheath (24) is formed of an electrically insulating synthetic material having a flexural rigidity less than the flexural rigidity of the wiper (13) which it surrounds.

4. Collector according to Claim 3, **characterised in that** said tubular sheath (24) is formed of a synthetic material having a flexural modulus of elasticity less than the flexural modulus of elasticity of the wiper (13) which it surrounds.

5. Collector according to one of Claims 1 to 4, **characterised in that** each wiper (13) is formed of a single electrically conducting strand.

6. Collector according to one of Claims 1 to 4, **characterised in that** each wiper (13) is formed of a plurality of electrically conducting strands.

7. Collector according to one of Claims 1 to 6, **characterised in that**:

- the second part (12) has insulation ribs (23) interposed between adjacent tracks (14) in order to electrically

insulate them from one another,
- each tubular sheath (24) extends from its proximal end (16) until it comes between two insulation ribs (23) situated on one side and the other of the electrically conducting track (14) with which the wiper (13) surrounded by this sheath (24) is in electrical contact.

8. Collector according to Claim 7, **characterised in that** the length of each wiper (13) from the first part (11) is adapted so that the wiper (13) has a free distal end (17) situated in a spatial zone between insulation ribs (23) .

9. Collector according to one of Claims 1 to 8, **characterised in that** the two parts (11, 12) are mounted so as to be able to be in relative movement with respect to one another.

10. Collector according to Claim 9, **characterised in that** the two parts (11, 12) are mounted rotatably relative to one another.

Fig 1

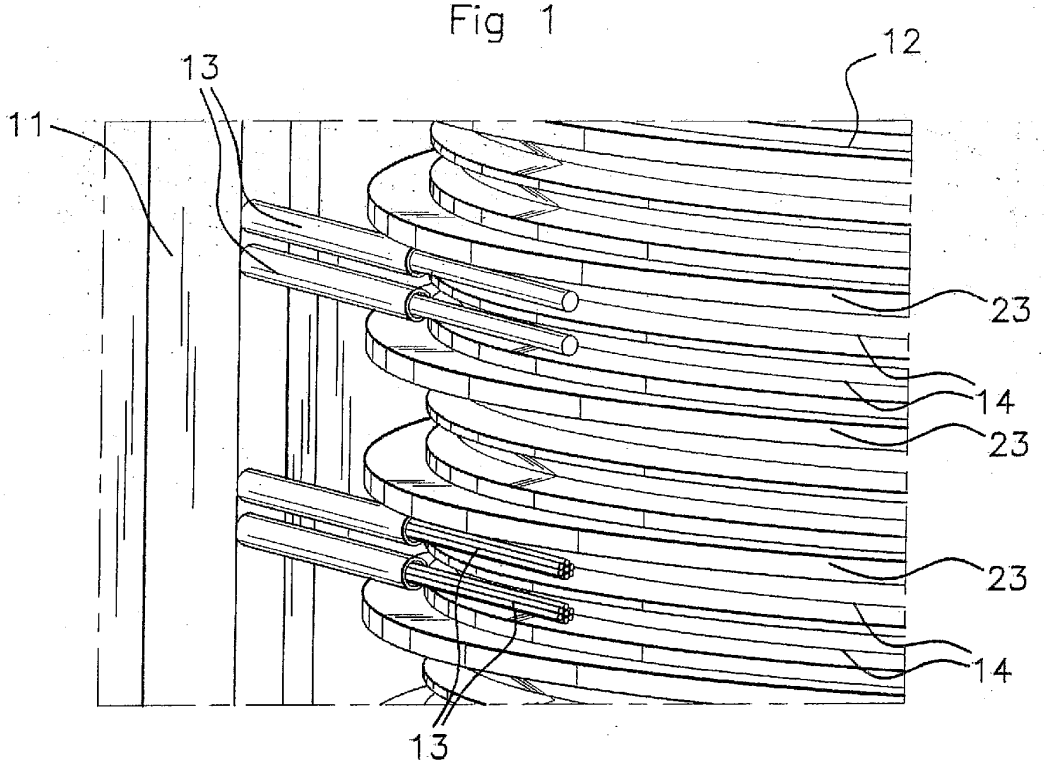


Fig 2

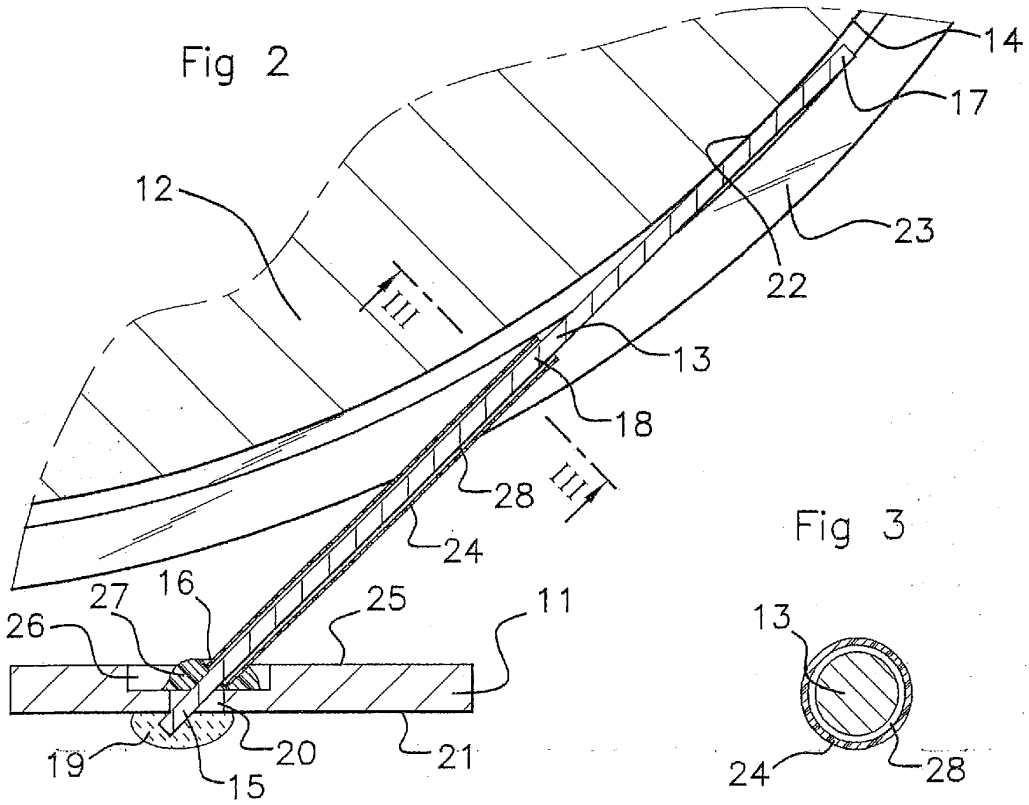


Fig 3

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

- FR 2857169 **[0007]**
- FR 2928772 **[0034]**