(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
07 mars 2019 (07.03.2019)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2019/043181 A1

(51) Classification internationale des brevets :
F16F 1/02 (2006.01) *G01K 1/14* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2018/073513

(22) Date de dépôt international :
31 août 2018 (31.08.2018)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1758061 31 août 2017 (31.08.2017) FR

(71) Déposant : **THERMOCOAX** [FR/FR] ; USINE DE PLANQUIVON, ATHIS-DE-L'ORNE, 61430 ATHIS-VAL DE ROUVRE (FR).

(72) Inventeurs : **REVILLION, Rémi** ; C/O THERMOCOAX, 8, rue du Pré Neuf, 61100 SAINT-GEORGE DES GROSEILLERS (FR). **POTIRON, Xavier** ; C/O THERMOCOAX, 8, rue du Pré Neuf, 61100 SAINT-GEORGE DES GROSEILLERS (FR). **PICHON, Laurent** ; C/O THERMOCOAX, 8, rue du Pré Neuf, 61100 SAINT-GEORGE-DES-GROSEILLERS (FR). **CHOUANNEAU, Antoine** ; C/O THERMOCOAX, 8, Rue du Pré Neuf, 61100 SAINT-GEORGE-DES-GROSEILLERS (FR).

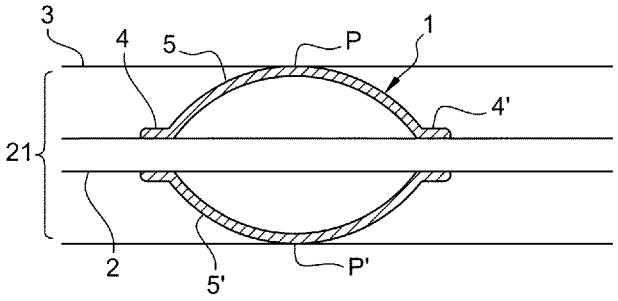
(74) Mandataire : **IPAZ** ; 16, rue Gaillon, 75002 PARIS (FR).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR,

(54) **Title:** DEVICE FOR DAMPING VIBRATIONS OF A FLEXIBLE OR MINERAL-INSULATED CABLE INTEGRATED INTO A RECESS, CABLE THUS EQUIPPED AND MANUFACTURING METHOD

(54) **Titre :** DISPOSITIF D'AMORTISSEMENT DES VIBRATIONS D'UN CÂBLE SOUPLE OU A ISOLANT MINERAL INTEGRE DANS UNE CAVITE, CÂBLE AINSI EQUIPE ET PROCEDE DE FABRICATION

Fig. 5a



(57) **Abstract:** The invention relates to a device (1) for damping vibrations suffered by a mineral-insulated cable or a flexible cable, intended for being integrated into a recess (3) having a larger cross-section than the cross-section of the cable, the device comprising: - at least two tips (4; 4') having a tubular cross-section, suitable for being attached to the surface of the cable, - at least one contact element constituting a flexible element with resilient behaviour, preferably made of metal, extending from said tips (4; 4') and connecting same together, the flexible element being configured so that, when the device (1) is assembled on the surface of the mineral-insulated or flexible cable and the cable is integrated into the recess (3), the flexible element is bearing on at least one bearing point of the inner wall of the recess, thus damping the vibrations suffered by the cable.

(57) **Abrégé :** L'invention concerne un dispositif (1) d'amortissement des vibrations subies par un câble à isolant minéral ou par un câble souple, destiné à être intégré dans une cavité (3) ayant une section transversale plus grande que la section transversale du câble, le dispositif comprenant : - au moins deux embouts (4; 4') de section transversale tubulaire, adaptés pour être fixés sur la surface du câble, - au moins un élément de contact constituant un élément flexible à comportement élastique, de préférence métallique, s'étendant à partir desdits embouts (4; 4') et les reliant entre eux, l'élément flexible étant configuré de telle manière que, lorsque le dispositif (1) est assemblé sur la surface du câble à isolant minéral ou souple et le câble est intégré dans la cavité (3), l'élément flexible est en appui sur au moins un point d'appui de la paroi intérieure de la cavité, réalisant un amortissement des vibrations subies par le câble.

WO 2019/043181 A1

[Suite sur la page suivante]

KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **États désignés** *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

Dispositif d'amortissement des vibrations d'un câble souple ou à isolant minéral intégré dans une cavité, câble ainsi équipé et procédé de fabrication

Domaine technique

La présente invention se rapporte à un dispositif d'amortissement des vibrations, et plus précisément à un dispositif d'amortissement des vibrations subies par un câble à isolant minéral ou par un câble souple intégré dans une cavité. Par ailleurs, la présente invention se rapporte à un câble à isolant minéral ou un câble souple comportant un tel dispositif d'amortissement des vibrations, et à un procédé de fabrication d'un tel câble souple ou à isolant minéral.

Etat de la technique

Des câbles à isolant minéral et des câbles souples avec des caractéristiques de résistances particulières sont utilisés dans de nombreux domaines technologiques, comme par exemple dans le domaine de la mesure de température par exemple en utilisant des thermocouples, le domaine des applications de chauffe ou encore le domaine des câbles de transmission de signaux.

La figure 1 illustre une vue perspective d'un câble à isolant minéral 13 typique de forme circulaire qui comporte un conducteur métallique 9 entouré par un isolant 10, lui-même entouré par une gaine métallique 11. Dans d'autres exemples, ce type de câble comporte une pluralité de conducteurs métalliques, et/ou présente une forme rectangulaire ou carrée. Un câble souple, typiquement un câble d'extension, peut avoir des formes correspondantes aux formes du câble à isolant minéral de la figure 1, par exemple un câble armé munie d'une gaine extérieure souple comme une tresse métallique, ou une gaine en PVC ou PTFE.

Une caractéristique importante du câble à isolant minéral et du câble souple concernés par l'invention est sa capacité à résister aux vibrations, températures et pressions.

Une différence entre les câbles à isolant minéral et les câbles souples dont il est question ici, est en général le fait que le câble à isolant minéral est construit avec des matériaux rigides et peut être utilisé à des températures entre −200°C et +2400°C environ, alors que le câble souple est construit avec des matériaux souples et est utilisé à des températures entre -60°C et +450°C environ.

Le choix entre ces types de câbles peut aussi dépendre d'autres facteurs, tels que le coût, la longueur à réaliser, la sensibilité au rayonnement, et/ou le taux de dégazage autorisé.

Dans les domaines mentionnés ci-dessus, ces câbles sont souvent intégrés dans des cavités allongées ayant une section transversale plus grande que la section transversale de ces câbles. Les évolutions technologiques actuelles imposent des environnements de plus en plus sévères, en particulier en ce qui concerne les vibrations subies par ces câbles lorsqu'ils sont intégrés dans ces cavités.

Par exemple, des capteurs de type thermocouple, parfois appelés simplement "thermocouples", sont installés sur des lignes d'échappement de turbine à gaz destinés à mesurer les températures. Ces capteurs thermocouples peuvent, typiquement, être basés sur une technologie de câble à isolant minéral ou sur une technologie de câble souple, au bout duquel est réalisé la partie réalisant le thermocouple en lui-même. En particulier, ces thermocouples sont insérés et intégrés dans une cavité d'une ligne d'échappement de turbine à gaz, par exemple une cavité qui traverse tout ou partie de l'épaisseur d'une pièce d'échappement.

La figure 2a illustre un exemple en vue en coupe transversale d'un tel capteur de type thermocouple 12 comportant un boîtier connecteur 16 et étant monté sur un câble par exemple à isolant minéral 13 incluant un conducteur positif et un conducteur négatif. Par ailleurs, le câble à isolant minéral 13 comporte une extrémité libre 14 destinée à être intégrée dans une cavité de l'échappement d'une turbine à gaz et une extrémité maintenue 15 dans une partie de fixation du capteur thermocouple 12.

Dans cet exemple, l'extrémité maintenue 15 est fixée sur le boîtier connecteur 16 du capteur de type thermocouple 12 dans un manchon de positionnement 171 faisant partie d'une bride 17 de fixation. Cette bride 17 comporte un trou 18 qui sert à fixer la bride du thermocouple sur une pièce de

l'échappement de la turbine à gaz, dans laquelle est ménagée la cavité. Par ailleurs, comme illustré dans la figure 2a, le boîtier connecteur 16 renferme deux fils prolongateurs 20 et 20' connectés respectivement au conducteur positif et au conducteur négatif du câble à isolant minéral, et qui sont ici noyés dans du silicone 19. Les fils prolongateurs sont eux-mêmes connectés aux broches 23 d'un connecteur électrique 161, qui débouche du boitier connecteur 16 vers la gauche sur la figure 2a.

Lorsque ce câble 13 est intégré dans une cavité 3 de section plus importante, ménagée par exemple dans le matériau d'une ligne d'échappement d'une turbine à gaz, la section transversale de la cavité 3 est plus grande que la section transversale du câble 13, par exemple à isolant minéral (voir la figure 2b). Lorsque la turbine à gaz fonctionne, le câble 13 subit des vibrations importantes résultant en des casses, souvent localisées à la jonction entre la partie maintenue 15 et la partie libre du câble 13. La cavité 3 est ici représentée sous la forme d'un perçage borgne, mais peut aussi être débouchante aux deux extrémités.

Comme illustré en figure 2b, pour tenter de pallier ce problème, il est connu de fixer rigidement un tube rigide 22 sur une portion du câble à isolant minéral 13 à une distance A de la partie de fixation du thermocouple 12 et à une distance B de l'extrémité 14 du câble 13, de façon à ce qu'il vienne caler le câble.

La figure 2b illustre une vue en coupe longitudinale du thermocouple 12 de la figure 2a, avec le câble à isolant minéral 13 intégré dans la cavité 3 de l'échappement 29 de turbine à gaz et la bride 17 du capteur 12 de type thermocouple lorsqu'elle est fixée sur le trou fileté de l'échappement de turbine à gaz. Pour des raisons de clarté, le matériau 29 de l'échappement de la turbine à gaz n'est représenté dans la figure 2b que de façon partielle.

Le tube rigide 22 a un diamètre extérieur ajusté très légèrement inférieur au diamètre de la cavité 3 afin de permettre l'insertion du câble 13 dans la cavité 3. En outre, ce tube rigide 22 a un diamètre intérieur légèrement supérieur au diamètre du câble à isolant minéral 13 afin de permettre l'insertion et l'assemblage du tube rigide 22 sur le câble à isolant minéral 13. La fixation du tube rigide 22 sur le câble à isolant minéral 13 est fait par exemple par soudure laser.

Le tube rigide 22 vise à maintenir une portion du câble à isolant minéral 13 dans le logement, en vue de diminuer les vibrations subies par ce câble 13.

Cependant, il reste une portion non maintenue (voir distances A et B dans la figure 2b) du câble 13 sur laquelle le câble subit des vibrations, et des casses ont encore été constatées.

De plus, le fait que le tube rigide 22 possède un diamètre extérieur légèrement inférieur au diamètre de la cavité 3, comme mentionné ci-dessus, résulte en un mauvais contact entre le tube rigide 22 et la cavité 3. En conséquence, il subsiste des vibrations, et il en résulte en outre des contraintes et des difficultés à l'insertion du capteur 12 dans la cavité 3 et à son extraction.

Ainsi, il reste intéressant de mieux gérer les vibrations subies par un câble à isolant minéral (ou par un câble souple) intégré dans une cavité, par exemple une cavité d'une ligne d'échappement de turbine à gaz, en limitant les contraintes de coût ainsi que la difficulté d'intégration de ces câbles dans cette cavité et leur extraction lors du démontage.

Exposé de l'invention

Pour cela, l'invention propose un dispositif d'amortissement des vibrations subies par un câble à isolant minéral ou par un câble souple, destiné à être intégré dans une cavité ayant une section transversale plus grande que la section transversale du câble à isolant minéral ou souple, le dispositif étant caractérisé en ce qu'il comprend :

- au moins deux embouts ayant une section transversale tubulaire, sur au moins 30% et de préférence 100% de leur périphérie, de forme adaptée pour être chacun assemblé solidairement sur la surface du câble à isolant minéral ou souple,
- au moins un élément de contact constituant un élément flexible présentant un comportant élastique, de préférence métallique, s'étendant à partir de chacun desdits embouts et les reliant entre eux.

Selon l'invention, l'élément flexible est configuré de telle manière que, lorsque le dispositif est assemblé sur la surface du câble à isolant minéral ou souple et le câble à isolant minéral ou souple est intégré dans la cavité, l'élément flexible est en appui sur au moins un point d'appui de la paroi intérieure de la cavité, et typiquement au moins deux, réalisant un amortissement des vibrations subies par le câble à isolant minéral ou souple.

Typiquement, les dimensions du dispositif d'amortissement sont choisies pour que cet appui soit permanent, de façon à amortir les vibrations sur la totalité de leur amplitude. Cependant, selon les besoins, les dimensions du dispositif d'amortissement peuvent être déterminées pour que cet appui ne se produise que sur une partie de cette amplitude.

Selon les besoins, la déformation imposée aux éléments flexibles par l'insertion dans la cavité peut être choisie supérieure ou inférieure à leur capacité de déformation élastique. Si cette déformation reste élastique, le dispositif ne conservera alors pas de déformation permanente, et pourra être réutilisé après démontage.

Selon des caractéristiques optionnelles ou des modes de réalisation particuliers du dispositif d'amortissement des vibrations selon l'invention, mis en œuvre seuls ou en combinaison entre elles/eux :

- le dispositif comporte au moins un autre élément de contact, agencé pour être assemblé sur la surface du câble à isolant minéral ou souple et agencé pour venir en contact avec la paroi intérieure de la cavité à au moins un point de contact écarté angulairement par rapport au point d'appui d'au moins un élément flexible d'au moins 120° autour de l'axe du câble à isolant minéral ou souple; typiquement mais pas obligatoirement, cet autre élément de contact est lui aussi un élément flexible ou est porté par un élément flexible, par exemple un élément rigide se terminant par une partie flexible, ou inversement;
- le dispositif comporte au moins un embout fixé sur le câble, et l'élément flexible est réalisé par au moins une lamelle élastique (par exemple de forme arrondie) s'étendant à partir de l'au moins un embout, et s'écartant des embouts pour venir en appui sur un point de la paroi intérieure de la cavité ;
- l'élément flexible est réalisé par au moins une lamelle élastique reliant ces deux embouts ;
- les deux embouts tubulaires comprennent chacun une extrémité, lesdites extrémités étant reliées entre elles pour former l'au moins une lamelle élastique ;
- les deux embouts et le ou les éléments flexibles sont formés d'une seule pièce bidimensionnelle ou tôle, présentant des découpes longitudinales formant une

ou plusieurs lamelles élastiques entre deux parties non découpées, lesquelles sont mises en forme pour réaliser les embouts tubulaires ;

- l'au moins une lamelle élastique présente, dans une partie dite centrale située entre les deux embouts, une forme convexe s'écartant du câble pour venir en appui avec au moins un point de la paroi intérieure de la cavité ;
- l'au moins une lamelle élastique présente, dans la partie centrale, un profil longitudinal ayant :
    - une forme arrondie, ou
    - une forme en « ⊓ » ou « U », ou
    - une forme en « ∧ » ou « V » ;
- l'au moins une lamelle élastique présente, dans la partie centrale, une forme linéaire selon une direction longitudinale au câble ou orientée à moins de 45° d'une telle direction longitudinale ; typiquement, on obtient ainsi un appui de la lamelle élastique avec une ou plusieurs régions linéaires de la paroi intérieure de la cavité ;
- l'élément flexible comporte un tube élastique fixé autour des embouts, le tube élastique présentant au moins une élasticité selon une direction radiale et étant agencé pour venir en appui avec au moins une partie cylindrique de la paroi intérieure de la cavité ;
- le tube élastique présente un diamètre constant sur tout ou la majorité de sa longueur, ou au moins de sa longueur de contact avec la cavité ;
- le tube élastique présente un diamètre variable sur au moins une partie de sa longueur, incluant par exemple au moins une partie de sa longueur de contact, notamment selon une forme élargie dans la partie centrale ou selon une forme en tronc de cône ;
- le tube élastique présente une ou plusieurs fentes longitudinales, ou orientées à moins de 45° de son axe longitudinal ;
- le dispositif comprend au moins deux embouts et l'élément flexible comprend une tresse entourant le câble et reliant ces deux embouts entre eux, la tresse étant déterminée en épaisseur voire en densité de façon à produire un comportement élastique (au moins en compression) et venir en appui à la fois contre la paroi extérieure du câble et contre la paroi intérieure de la cavité ; typiquement, la tresse est réalisée en un matériau métallique, structuré et déterminé pour être suffisamment élastique et/ou avec un foisonnement

suffisant pour produire un comportement élastique entre le câble et la paroi de la cavité.

De préférence, le ou les éléments flexibles viennent en appui sur la paroi intérieure de la cavité sur une faible partie de sa périphérie, par exemple sur une partie périphérique dont le développé ne dépasse pas le développé de la périphérie extérieure de l'embout.

Selon un autre aspect, il est proposé aussi un dispositif de même type mais qui peut comporter au moins un tel embout tubulaire fixé sur le câble et portant un tel élément flexible élastique ; dans lequel l'élément flexible est réalisé par au moins une lamelle élastique s'étendant à partir dudit embout et qui présente une extrémité libre au sens où elle s'écarte dudit embout sans être reliée à un autre embout, de façon à ce que ledit élément flexible vienne en appui sur un point de la paroi intérieure de la cavité.

En particulier, un tel dispositif peut comporter un tel élément flexible en plusieurs exemplaires, qui sont répartis angulairement autour de l'embout et qui viennent en appui sur la paroi intérieure de la cavité sur une faible partie de sa périphérie, par exemple sur une partie périphérique dont le développé ne dépasse pas le développé de la périphérie extérieure de l'embout.

Comme on le comprend, la raideur élastique des éléments flexibles en appui contre la cavité fournit une résistance au déplacement du câble à l'intérieur de la cavité, ce qui en amortit l'amplitude.

Les modes de réalisation envisagés permettent l'utilisation de matériaux et de composants semi-finis largement disponibles et peu coûteux, par exemple de la tôle matricée ou de la tresse métallique.

Ils permettent en outre d'obtenir une surface de contact avec la cavité qui présente une surface de contact faible et/ou orientée dans le sens du déplacement, et dont le frottement engendre donc une faible résistance lors de son introduction dans la cavité et/ou de son extraction.

Le choix de la nature et l'épaisseur du matériau, conjugués avec le nombre et/ou la largeur des éléments flexibles en appui, qu'ils s'agissent de lamelles séparées ou de portions de tube situées entre des fentes longitudinales ou de portions de tresse, permettent d'obtenir une raideur et une force d'appui déterminées pour fournir un appui concourant à l'amortissement des vibrations

du câble à isolant minéral ou souple dans la cavité, et de préférence en maintenant cet appui de façon permanente sur toute l'amplitude de ces vibrations.

Par ailleurs, l'invention concerne un câble à isolant minéral ou un câble souple comportant une première extrémité dite libre, destinée à être intégrée dans une cavité, et une extrémité dite maintenue qui est fixée dans une partie de fixation destinée à être fixée relativement à cette cavité, le câble à isolant minéral ou souple étant caractérisé en ce qu'il comporte en outre au moins un dispositif d'amortissement des vibrations tel qu'exposé ici, l'au moins un dispositif d'amortissement des vibrations étant fixé sur une partie du câble à isolant minéral ou souple située entre l'extrémité libre et l'extrémité maintenue, dite partie non maintenue, à une distance déterminée non nulle de la partie de fixation.

Dans certaines configurations, l'extrémité ici appelée "libre" peut en outre être fixée elle aussi une fois qu'elle a été intégrée dans la cavité, par exemple en venant se loger au fond de la cavité dans une partie ajustée à son diamètre ou par exemple dans le cas d'une cavité débouchante par une deuxième ouverture, en traversant la cavité d'une ouverture à l'autre et en recevant une deuxième partie de fixation au niveau de cette deuxième ouverture.

En outre, l'invention concerne un procédé de fabrication d'un câble à isolant minéral ou souple, destiné à être intégré dans une cavité ayant une section transversale plus grande que la section transversale du câble à isolant minéral ou souple, caractérisé en ce qu'il comprend au moins les étapes suivantes :

- fourniture d'un câble à isolant minéral ou souple, comportant une extrémité libre destinée à être intégrée dans une cavité et une extrémité dite maintenue qui est fixée dans une partie de fixation destinée à être fixée relativement à cette cavité ;
- fourniture d'un dispositif d'amortissement tel qu'exposé ici, déterminé pour venir en appui avec la paroi intérieure de cette cavité ; et
- assemblage et fixation de ce dispositif d'amortissement sur la surface extérieure d'une partie du câble à isolant minéral ou souple située entre

l'extrémité libre et l'extrémité maintenue, dite partie non maintenue, à une distance déterminée non nulle de la partie de fixation.

Brève description des figures

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit, faite uniquement à titre d'exemple, et en référence aux figures en annexe dans lesquelles :

- La figure 1 est une vue perspective en écorché partiel qui illustre un câble à isolant minéral typique, dans une version à un seul conducteur ;
- La figure 2a est une vue en coupe longitudinale qui illustre un exemple de capteur de type thermocouple typique réalisé à partir d'un câble à isolant minéral similaire à celui de la figure 1 mais dans une version à deux conducteurs ;
- La figure 2b est une vue en coupe longitudinale qui illustre le thermocouple de la figure 2a suite à l'assemblage d'un tube rigide selon l'art antérieur sur la surface du câble à isolant minéral, et une fois intégré dans une cavité ;
- La figure 3a est une vue schématique en coupe longitudinale qui illustre un dispositif d'amortissement des vibrations avec un seul embout ;
- La figure 3b est une vue en perspective à l'échelle qui illustre un dispositif d'amortissement des vibrations selon une variante de la figure 3a ;
- La figure 4a est une vue schématique en coupe longitudinale qui illustre un autre dispositif d'amortissement des vibrations avec un seul embout ;
- La figure 4b est une vue schématique en coupe longitudinale qui illustre encore un autre dispositif d'amortissement des vibrations avec un seul embout ;
- La figure 5a est une vue schématique en coupe longitudinale qui illustre un dispositif d'amortissement des vibrations selon un mode de réalisation de l'invention avec éléments flexibles entre deux embouts ;
- Les figures 5b et 5c sont des vues à l'échelle qui illustrent des variantes particulières du mode de réalisation de la figure 5a :

- en figure 5b, avec des éléments flexibles continument convexes, elliptique ou en forme d'olive, produisant un contact quasiment tangentiel et un très faible frottement, et
- en figure 5c, avec des éléments flexibles présentant une partie centrale sensiblement rectiligne, produisant un contact plus allongé et un frottement plus important ;

- La figure 6 est une vue schématique en coupe longitudinale qui illustre un dispositif d'amortissement des vibrations selon un autre mode de réalisation de l'invention ;
- La figure 7 est une vue en coupe longitudinale qui illustre un dispositif d'amortissement des vibrations selon un autre mode de réalisation de l'invention ;
- La figure 8 est une vue en coupe longitudinale qui illustre un dispositif d'amortissement des vibrations selon un autre mode de réalisation de l'invention ;
- La figure 9 est une vue en coupe longitudinale qui illustre un dispositif d'amortissement des vibrations selon un autre exemple de mode de réalisation de l'invention comprenant un tube élastique ;
- La figure 10 est une vue en perspective à l'échelle du dispositif de la figure 9 ;
- La figure 11 est une vue schématique en coupe longitudinale qui illustre deux variantes du dispositif d'amortissement de la figure 10 ;
- La figure 12 est une vue en perspective à l'échelle qui illustre une variante des modes de réalisation des figures 10 ou 11 ;
- La figure 13 est une vue schématique en coupe longitudinale d'un dispositif d'amortissement des vibrations selon un mode de réalisation de l'invention utilisant une tresse métallique tubulaire ;
- La figure 14 est une vue schématique en coupe longitudinale du capteur de la figure 2a, équipé du dispositif d'amortissement des figures 5a, 5b ou 5c, une fois intégré dans la cavité.

Exemples de modes de réalisation

Dans tous les modes de réalisation d'un dispositif d'amortissement des vibrations décrits ci-après, un câble souple peut être utilisé au lieu d'un câble à isolant minéral et inversement. Le choix du câble intégré dans une cavité est fait en général par rapport aux températures appliquées dans le domaine technologique où ce câble est utilisé. Cela peut être par exemple le domaine de mesure de température par thermocouple, le domaine des applications de chauffe tel que le chauffage de l'intérieur d'un four par rayonnement, ou le domaine des câbles de transmission de signaux, ou le domaine des flexibles de frein. Les modes de fixation peuvent aussi varier, selon la nature du câble et de sa surface extérieure et/ou selon les conditions de l'environnement d'utilisation, par exemple entre sertissage, soudure par exemple par laser, brasure, ou d'autres méthodes connues de fixation.

Pour des raisons de simplicité, le câble à isolant minéral et le câble souple sont désignés ci-après par le terme « câble ».

Les exemples présentés ici portent sur un câble équipé 21, c'est le câble lui-même 2 avec son amortisseur 1, intégré dans une cavité à une seule ouverture, mais l'invention s'applique aussi à un câble intégré dans une cavité à plusieurs ouvertures et débouchant à chacune de ses extrémités. Dans un tel cas, la partie du câble appelée ici "extrémité libre" peut aussi être maintenue dans une butée distale, ou dans une autre partie de fixation éloignée de la première partie de fixation. L'homme du métier comprend bien qu'un tel câble comporte lui aussi, entre ces deux parties de fixation, une partie non maintenue pouvant recevoir un dispositif d'amortissement selon l'invention de la même façon.

Par ailleurs, selon l'application dans laquelle le câble est utilisé, la cavité peut correspondre à des logements de types différents. Par exemple, dans l'application du calcul de la température d'une turbine, la cavité peut correspondre à un logement réalisé dans une pièce de l'échappement de la turbine à gaz.

Dans tous les modes de réalisation du dispositif d'amortissement des vibrations décrit ci-après, le câble est équipé 21 et est intégré dans une cavité 3 ayant une section transversale plus grande que la section transversale du câble. Le dispositif d'amortissement présente un diamètre extérieur plus grand que

celui de la cavité, et subit quand on l'y insère une déformation élastique qui le met en appui contre les parois de cette cavité, prenant ainsi appui sur elles pour soutenir le câble tout en amortissant les vibrations qui lui sont transmises.

Dans les modes de réalisation du dispositif d'amortissement des vibrations présentés ici, le câble 2 et la cavité 3 présentent tous deux une forme circulaire. Cependant, dans d'autres modes de réalisation, le câble et/ou la cavité présentent par exemple une forme carrée ou rectangulaire. Dans tous les cas, l'au moins un embout du dispositif d'amortissement des vibrations décrit ci-après présente une section transversale de forme adaptée pour être assemblé sur la surface du câble et l'élément flexible présente une forme déterminée pour être intégré dans la cavité de façon à venir en appui sur au moins un point de sa paroi intérieure.

Par ailleurs, dans les modes de réalisation du dispositif d'amortissement des vibrations présentés ici, le câble présenté est du type à isolant minéral illustré en figure 1. Dans ce cas, l'au moins un embout de ce dispositif est assemblé sur la surface de la gaine métallique 11 du câble. Il est à noter que, même dans le cas où le câble est du type souple, l'au moins un embout de ce dispositif est assemblé sur la surface de la gaine extérieure du câble, laquelle est par exemple mais non nécessairement une gaine métallique par exemple sous la forme d'un blindage tressé.

La figure 3a illustre un mode de réalisation d'un dispositif d'amortissement des vibrations 1 selon un exemple de mode de réalisation de l'invention. Ce dispositif 1 comporte un seul embout 4 de forme tubulaire assemblé, par exemple par soudure laser, sur la surface d'un câble 2 circulaire intégré dans une cavité 3 circulaire. Cet embout 4 présente un diamètre intérieur légèrement supérieur au diamètre du câble 2 afin de permettre l'insertion et la fixation de l'embout 4 sur la surface du câble 2.

Par ailleurs, ce dispositif 1 comporte une paire de deux lamelles 5 et 5' élastiques de forme arrondie, espacées angulairement de 180° autour de l'axe du câble 2. Ces lamelles 5 et 5' élastiques forment deux éléments de contact. Une extrémité de chacun de ces éléments de contact est en appui avec un point P et respectivement P' de la cavité 3. Ainsi, ces deux points P et P' sont écartés angulairement de 180° autour de l'axe du câble 2. Cette figure illustre schématiquement la présence de deux éléments flexibles 5 et 5' diamétralement opposés et situés dans le plan de coupe, et qui produiront un amortissement des

vibrations dans ce plan. Selon les besoins, le dispositif 1 peut aussi comprendre plusieurs paires de tels éléments flexibles, dans plusieurs plans longitudinaux dans des positions angulaires différentes, par exemples réparties uniformément ou non autour du câble 2.

Comme on le comprend, la raideur élastique des éléments flexibles en appui contre la cavité fournit une résistance au déplacement du câble à l'intérieur de la cavité, ce qui en amortit l'amplitude.

Dans une variante illustrée dans la figure 3b, le dispositif 1 comporte six lamelles 5 élastiques de forme arrondie écartées angulairement de 60° autour de l'axe du câble 2. Le groupe de ces six lamelles 5 élastiques présente un diamètre extérieur supérieur à celui de la cavité. Lors de l'intégration dans la cavité, ces lamelles 5 viennent en appui en six points différents de la paroi intérieure de la cavité 3 répartis angulairement autour de l'axe du câble 2.

Ce dispositif 1 est réalisé par exemple d'une seule pièce, sous la forme d'une tôle plane dans laquelle on pratique des découpes linéaires parallèles, qui sont toutes débouchantes à une seule de leurs extrémités, pour former les lamelles 5. La partie non découpée est alors cintrée parallèlement aux découpes pour former l'embout tubulaire, et les lamelles sont écartées de l'axe de l'embout par déformation plastique. Les lamelles 5 sont ainsi venues de matière directement à partir de l'extrémité de l'embout 4. C'est-à-dire que les lamelles font partie d'une même pièce que l'embout, qui a été transformée pour obtenir cette forme, et qu'elles présentent donc avec l'embout une continuité de matériau.

On notera que les modes de réalisation de ce type, présentant uniquement des éléments flexibles fixés sur le câble à une seule de leurs extrémités, par exemple par l'intermédiaire d'un embout, et présentent ainsi l'avantage de pouvoir être déformés après leur montage et fixation sur le câble.

Il est ainsi possible de les disposer proche du câble ou contre lui dans une première configuration, qui permet d'introduire le câble équipé au travers d'une ouverture de faible diamètre, par exemple un raccord rapide. Une fois introduit le dispositif amortisseur 1 passé de l'autre côté du raccord rapide, et avant montage de celui-ci, il est alors possible d'écarter les éléments flexibles pour qu'ils puissent venir en appui sur les parois d'une cavité de plus grand diamètre.

Ce type de déformation temporaire de diamètre est aussi envisagé dans des versions où les éléments flexibles sont fixés à deux embouts par leurs deux

extrémités, mais avec l'un des embouts monté mobile longitudinalement sur le câble.

La figure 4a illustre un autre mode de réalisation d'un dispositif d'amortissement des vibrations 1, qui ne sera décrit que dans ses différences. Ce dispositif 1 comporte deux embouts 4 et 4' de forme semi-tubulaire voire demi tubulaires, assemblés sur la surface du câble 2 circulaire. A titre d'exemple, comme illustré dans la figure 4a, l'embout semi-tubulaire 4 est assemblé sur la surface du câble 2 à la même position longitudinale et de l'autre côté par rapport à l'embout 4'. En outre, une lamelle 5 élastique de forme arrondie s'étend à partir de l'extrémité de l'embout 4 alors qu'une lamelle 5' élastique de forme arrondie s'étend à partir de l'extrémité de l'embout 4'. Les lamelles 5 et 5' élastiques sont écartées angulairement de 180° autour de l'axe du câble 2 et ses extrémités sont en appui avec deux points respectifs P et P' de la cavité 3. Ainsi, ces deux points P et P' sont écartés angulairement de 180° autour de l'axe du câble 2.

L'ensemble de l'embout 4' et de la lamelle 5' s'étendant à partir de l'extrémité de l'embout 4' de la figure 4 est un exemple d'un dispositif incluant un élément de contact agencé pour être assemblé sur la surface du câble 2 et aussi agencé pour venir en contact, et particulièrement en appui, avec la paroi intérieure de la cavité 3 au point P'.

Comme illustré en figure 4b, le dispositif peut comprendre un ou plusieurs éléments de contact non flexibles venant en contact sur la paroi de la cavité d'un côté du câble, et qui est ou sont mis en appui sur la paroi du fait de l'action d'un ou plusieurs élément flexibles de l'autre côté du câble.

Ainsi, la figure 4b illustre un exemple d'un élément de contact qui n'est pas flexible. La figure 4b diffère de la figure 4a en ce qu'au lieu de l'ensemble de l'embout 4' et de la lamelle 5' de la figure 4a, le dispositif d'amortissement comprend un élément de contact rigide, formé par exemple par un tube rigide 6 décentré, par exemple par usinage d'une partie de sa périphérie. Le tube rigide 6 est en contact avec une partie de la paroi intérieure de la cavité 3, par exemple une portion cylindrique sur un secteur angulaire de moins de 180° et de préférence de moins de 120°. Il présente un diamètre intérieur légèrement supérieur au diamètre du câble 2 afin de permettre l'insertion et la fixation du tube rigide 6 sur la surface du câble 2. Cette section cylindrique est écartée

angulairement par rapport au point d'appui P de la lamelle 5 élastique de 180° autour de l'axe du câble 2.

Les figures 5 à 8 illustrent une famille de modes de réalisation, décrits uniquement dans leurs différences, dans laquelle le dispositif d'amortissement 1 comporte deux embouts 4 et 4' fixés sur la surface du câble 2, par exemple de forme tubulaire, et où ces embouts sont réunis par le ou les éléments flexibles 5, 5'. Ces différentes figures illustrent différentes particularités qui peuvent être combinées entre elles.

La figure 5a illustre un mode de réalisation préféré d'un dispositif d'amortissement des vibrations 1, une fois celui-ci intégré dans la cavité 3. Ce dispositif 1 comporte deux embouts 4 et 4' de forme tubulaire fixés sur la surface du câble 2. Ces embouts 4 et 4' tubulaires ont leurs extrémités se faisant face reliées entre elles pour former une paire (ou plusieurs) de deux éléments flexibles, ici des lamelles 5 et 5' élastiques présentant une forme arrondie. Ces deux lamelles 5 et 5' élastiques sont en appui par leur partie centrale avec des points P et respectivement P' de la paroi intérieure de la cavité 3.

Selon des variantes préférées, illustrées dans les figures 5b et 5c, le dispositif 1 comporte six lamelles 5 élastiques de forme arrondie écartées angulairement de 60° autour de l'axe du câble 2.

En figure 5b le groupe de ces six lamelles 5 élastiques présente une forme arrondie, en olive ou en ballon de rugby, de préférence d'un diamètre extérieur qui est légèrement supérieur à celui de la cavité. Lors de l'intégration dans la cavité, ces six lamelles 5 élastiques viennent en appui avec six points différents de la paroi intérieure de la cavité 3, répartis angulairement autour de l'axe du câble 2.

Tant que le câble reste dans la cavité, les lamelles sont donc en appui élastique contre les parois de cette cavité.

La figure 5c présente une variante où le groupe de ces six lamelles 5 élastiques présente une forme arrondie avec une partie centrale (c'est à dire entre les deux embouts) qui est moins arrondie voire sensiblement rectiligne, produisant ainsi une région de contact plus allongée et un frottement plus important.

Ce dispositif 1 est réalisé par exemple d'une seule pièce en tôle roulée, sous la forme d'une tôle dans laquelle on pratique des découpes linéaires parallèles et non débouchantes pour former les lamelles 5. Aux deux extrémités

des lamelles, les deux parties non découpées sont alors cintrées parallèlement aux découpes pour former les deux embouts tubulaires. Les parties centrales des lamelles sont écartées de l'axe de l'embout par déformation plastique tandis que les embouts se rapprochent l'un de l'autre, un peu comme un soufflet. Les lamelles 5 sont ainsi venues de matière depuis une même pièce, directement depuis une extrémité d'un embout 4 jusqu'à l'extrémité en vis-à-vis de l'autre embout 4'. Dans cet exemple, la tôle roulée est refermée par soudure en un cordon de soudure 50 longitudinal, par exemple par soudure laser de préférence ou TIG ou plasma.

A titre d'exemple pour une mesure de température de turbine à gaz, pour une cavité d'un diamètre de 6,35mm recevant un câble de diamètre extérieur de 3,17mm, un tel amortisseur "à soufflet" peut présenter des dimensions suivantes : tôle inconel d'épaisseur 0,5mm, formant six lamelles longitudinales d'une largeur de 2mm chacune, entre deux embouts présentant chacun un diamètre intérieur de 3,2mm et une longueur de 3mm, l'ensemble présentant un diamètre de l'ordre de 12mm pour une longueur de 25mm.

Un ou plusieurs dispositifs peuvent être montés à des positions longitudinales différentes sur un même câble, par exemple selon la longueur de la partie non maintenue du câble.

On obtient ainsi une durée de vie améliorée, y compris dans des conditions difficiles, par exemple avec les niveaux de vibration suivants pour une turbine à gaz :

- 20 à 100 Hz : amplitude 0,1524 mm de crête à crête, et
- 100-600 Hz : vitesse 50,8 mm/sec

La figure 6 illustre un autre mode de réalisation d'un dispositif d'amortissement des vibrations 1, décrit uniquement dans ses différences. Les lamelles 5 et 5' élastiques présentent ici une forme en « π » (Pi) ou "U", et sont chacune en appui par leur partie centrale sur la paroi intérieure de la cavité 3, typiquement en une région linéaire ou en portion de cylindre.

La figure 7 illustre un autre mode de réalisation d'un dispositif d'amortissement des vibrations 1, décrit uniquement dans ses différences. Les lamelles 5 et 5' élastiques sont ici coudées pour présenter une forme en « ∧ » (Lambda) ou "V", et sont chacune en appui par leur partie centrale avec un point de la paroi intérieure de la cavité 3, typiquement en une région ponctuelle ou linéaire, ou localisée.

La figure 8 illustre, de façon similaire aux figures 5 à 7, un exemple de mode de réalisation à deux embouts 4 et 4' reliés par un ou plusieurs éléments flexibles 5, ici un seul dans le plan de coupe, mais dans une version présentant aussi un (ou plusieurs) élément de contact 6 rigide.

Dans les modes de réalisation ci-dessus, les lamelles élastiques s'étendent à partir d'une extrémité d'embout. Un avantage d'une telle structure est que la fabrication du dispositif 1 est facile. En particulier, cette fabrication est faite par matriçage d'une tôle métallique mince, puis est mis en forme par exemple par emboutissage. Cependant, d'autres liaisons sont possibles entre les éléments flexibles et le ou les embouts, les lamelles peuvent s'étendre à partir d'une autre partie de l'embout 4, par exemple du milieu de l'embout 4, par exemple venue de matière par transformation d'une même pièce ou par fixation ultérieure.

Dans d'autres modes de réalisations, les lamelles 5 et 5' peuvent être en nombres différents. De préférence, mais non obligatoirement, ces lamelles 5 et 5' sont agencés l'une par rapport à l'autre de manière que leurs points d'appui P et P' ou leurs surfaces d'appui sur la paroi intérieure de la cavité soient répartis angulairement de façon uniforme autour de l'axe du câble 2, symétriquement ou non.

Les figures 9 à 12 illustrent une autre famille de modes de réalisation, décrits uniquement dans leurs différences, dans laquelle le dispositif d'amortissement 1 comprend un tube 7 radialement élastique qui est monté autour du câble par fixation sur un ou plusieurs embouts 4 et 4', ici un à chaque extrémité, eux-mêmes fixés sur la surface du câble 2. Ces différentes figures illustrent différentes particularités qui peuvent être combinées entre elles.

Les figures 9 et 10 illustrent ainsi un mode de réalisation dans lequel le dispositif d'amortissement des vibrations 1 comporte deux embouts 4, 4' de forme tubulaire fixés sur la surface d'un câble 2 circulaire destiné à être intégré dans une cavité 3 circulaire. Les embouts 4, 4' présentent une forme tubulaire et de préférence un diamètre intérieur ajusté légèrement supérieur au diamètre du câble 2 afin de permettre l'insertion et l'assemblage de l'embout 4 sur la surface du câble 2. Ils sont par exemple fixés sur la gaine métallique du câble par soudure laser.

Dans l'exemple des figures 9 et 10, un tube élastique 7 est fixé par ses deux extrémités, chacune autour de l'un des embouts 4 et 4'. Alternativement le

tube peut aussi être fixé par ses extrémités entre les deux embouts. Ce tube élastique 7 présente ici un diamètre sensiblement constant sur toute sa longueur et vient en appui sur toute sa longueur avec une section cylindrique de la paroi intérieure de la cavité 3. Il présente à chaque extrémité une paroi transversale, réalisée par un embout 4, 4' présentant lui-même la forme d'une rondelle, ou alternativement par une rondelle fixée autour d'un embout tubulaire. L'élasticité radiale peut être obtenue de différentes façons, par exemple par une faible épaisseur du tube, ou une élasticité radiale des parois d'extrémité 4, 4', ou de la fixation entre les deux, pour une combinaison de ces paramètres.

En variante non illustrée ici, le tube élastique peut aussi n'être fixé qu'à une seule de ses extrémités, et/ou dépasser longitudinalement de la ou les parois d'extrémité.

La figure 11 illustre un autre mode de réalisation, dans lequel le tube élastique 7 présente un diamètre variable sur au moins une partie de sa longueur.

Dans cet exemple le tube élastique est convexe entre ses extrémités et présente une variation d12 de diamètre, formée symétriquement autour de sa section médiane M7. Dans la partie haute de la figure, cette variation se fait selon une forme arrondie. Dans l'exemple en partie basse de la figure, cette variation se fait sous la forme de tronc de cône symétrique, chacune d'une longueur L.

Dans d'autres modes de réalisation, le tube élastique présente par exemple une variation répartie différemment, par exemple de façon asymétrique, des diamètres d'extrémité différents l'un de l'autre, une forme concave sur tout ou partie de sa longueur, ou une combinaison de ces paramètres.

Dans des variantes de ces modes de réalisation, le tube élastique 7 est fixé par une seule de ses extrémités autour d'un embout et s'étend à partir de cet embout pour former ainsi à son autre extrémité une jupe qui entoure le câble.

La figure 12 illustre une variante applicable aux différents modes de réalisation utilisant un tube élastique.

Dans cette variante, le tube élastique 7 présente une ou plusieurs fentes longitudinales 8 réparties sur sa circonférence, ici six fentes réparties à 60°. Le choix du nombre et de la géométrie de ces fentes permet plus de liberté dans la

détermination de la raideur radiale du tube et sa résistance au frottement lors de l'introduction.

Cette variante illustre aussi une particularité qui peut être appliquée aux modes de réalisation à tube élastique, dans laquelle le tube 7 présente à ses extrémités un arrondi 30" entre sa périphérie et sa paroi d'extrémité 30', dans son raccordement à la partie tubulaire 30 de l'embout 4, permettant lui aussi plus de liberté dans la détermination de la raideur radiale du dispositif.

La figure 13 illustre un autre mode de réalisation comportant deux embouts 4 et 4' fixés au câble 2, entre lesquels est montée une tresse métallique 33 en forme de tube qui entoure le câble. Cette tresse présente une épaisseur et une structure déterminée pour que son insertion dans la cavité lui impose une compression radiale comprenant une composante élastique, la mettant ainsi en appui contre les parois de la cavité. Cette composante élastique, combinée avec les frottements se produisant entre les fibres de la tresse, produit un comportement d'amortissement selon des modalités et des performances différentes, et permet de répondre à des contraintes différentes.

A chacune de ses extrémités, cette tresse élastique 33 est fixée à l'un des embouts 4 et 4'. Chacun des embouts 4 et 4' comporte une première partie 40 de forme tubulaire qui présente un diamètre intérieur ajusté très légèrement supérieur au diamètre du câble 2 afin de permettre l'insertion et l'assemblage des embouts 4 et 4' sur la surface du câble 2. Cette première partie 40 se prolonge par l'intermédiaire d'une partie de transition 40', qui s'évase jusqu'à une deuxième partie 40'' de forme tubulaire et d'un diamètre intérieur plus grand que le diamètre extérieur du câble, tout en restant d'un diamètre extérieur plus petit que celui de la cavité.

Dans cet exemple, la tresse élastique 33 est fixée par ses deux extrémités autour de la surface extérieure du câble 2 et à l'intérieur de cette deuxième partie 40'', par exemple par sertissage ou par brasure.

A titre d'exemple, la figure 14 illustre un exemple de capteur de type thermocouple, tel que celui de la figure 2a, sur lequel le câble 2 reçoit un dispositif d'amortissement selon le mode de réalisation de la figure 5a, ou 5b et 5c, par exemple intégré dans la cavité 3 qui correspond à un logement de l'échappement d'une turbine à gaz.

Il est à noter que les modes de réalisation décrits ici s'appliquent de façon identique ou similaire dans le cas d'un câble souple et/ou quand la cavité

correspond à des logements différents selon le domaine technologique où le câble 2 est utilisé (par exemple dans le domaine de mesure de température par thermocouples, le domaine des applications de chauffe ou le domaine des câbles de transmission de signaux ou les flexibles de freins).

Comme on le voit en figure 14, et de préférence pour tous les modes de réalisation, le dispositif d'amortissement des vibrations 1 est fixé sur le câble 2 à une distance déterminée D non nulle de la partie de fixation. De préférence, le dispositif 1 ne comprend aucune partie qui soit fixée à la partie de fixation. En particulier, il est fixé uniquement sur le câble 2 à une certaine distance de la partie de fixation et de son raccordement 15 avec le câble 2, lequel raccordement 15 est ici à l'intérieur d'un manchon de positionnement 171. Typiquement, cette distance est déterminée à partir des paramètres du capteur, tels que la longueur du câble, son diamètre, sa rigidité, sa résistance à la fatigue, et/ou les vibrations qu'il aura à subir. Elle peut être par exemple de quelques millimètres d'au moins 1cm voire au moins 3cm, et par exemple jusqu'à 10cm voire 20cm. La structure de ce dispositif d'amortissement permet en effet de le fixer à n'importe quel emplacement longitudinal, en un ou plusieurs exemplaires, sur la partie non maintenue du câble 2.

En réalisant un dispositif d'amortissement qui est indépendant et éloigné de la partie de fixation, il est plus facile d'adapter la position de l'amortisseur à la configuration du câble. Lors de la conception de l'amortisseur, cela permet aussi de diminuer les contraintes liées à la forme exacte de la partie de fixation, voire d'utiliser un même amortisseur pour différents types de capteurs. Cela peut aussi permettre de limiter les risques de détérioration de cette partie de fixation lors de la fixation du dispositif d'amortissement.

Dans les modes de réalisation mentionnés ci-dessus, le ou les embouts sont par exemple fixés sur la surface du câble 2 par soudage, par exemple au laser ou TIG ou plasma, ou par brasure ou par sertissage.

Le dispositif d'amortissement est par exemple réalisé, en tout ou partie, en inconel ou en acier inoxydable.

Bien sûr, l'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits et de nombreux aménagements peuvent être apportés à ces exemples sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Dispositif (1) d'amortissement des vibrations subies par un câble à isolant minéral ou par un câble souple, destiné à être intégré dans une cavité (3) ayant une section transversale plus grande que la section transversale du câble à isolant minéral ou souple, ledit dispositif étant caractérisé en ce qu'il comprend :

- au moins deux embouts (4 ; 4') ayant une section transversale tubulaire, sur au moins 30% de leur périphérie, de forme adaptée pour être chacun assemblé solidairement sur la surface du câble à isolant minéral ou souple, et
- au moins un élément de contact constituant un élément flexible présentant un comportant élastique, de préférence métallique, s'étendant à partir de chacun desdits embouts (4; 4') et les reliant entre deux,

et en ce que ledit élément flexible est configuré de telle manière que, lorsque le dispositif (1) est assemblé sur la surface du câble à isolant minéral ou souple et le câble à isolant minéral ou souple est intégré dans la cavité (3), l'élément flexible est en appui sur au moins un point d'appui de la paroi intérieure de la cavité, réalisant un amortissement des vibrations subies par le câble à isolant minéral ou souple.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte en outre au moins un autre élément de contact (6), agencé pour être assemblé sur la surface du câble à isolant minéral ou souple et agencé pour venir en contact avec la paroi intérieure de la cavité à au moins un point de contact écarté angulairement par rapport au point d'appui d'au moins un élément flexible d'au moins 120° autour de l'axe du câble à isolant minéral ou souple.

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un embout (4 ; 4') fixé sur le câble et en ce que l'élément flexible est réalisé par au moins une lamelle (5 ; 5') élastique s'étendant à partir des embouts (4 ; 4'), et s'écartant dudit embout pour venir en appui sur un point (P) de la paroi intérieure de la cavité (3).

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que les deux embouts (4, 4') tubulaires comprennent chacun une extrémité, lesdites extrémités étant reliées entre elles par au moins une lamelle (5 ; 5') élastique venant en appui avec au moins un point de la paroi intérieure de la cavité.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les deux embouts et le ou les éléments flexibles sont formés d'une seule pièce bidimensionnelle ou tôle, présentant des découpes longitudinales formant une ou plusieurs lamelles (5, 5') élastiques entre deux parties non découpées, lesquelles sont mises en forme pour réaliser les embouts tubulaires (4, 4').

6. Dispositif selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que l'au moins une lamelle (5; 5') élastique présente, dans une partie dite centrale située entre les deux embouts, une forme convexe s'écartant du câble pour venir en appui avec au moins un point (P) de la paroi intérieure de la cavité (3).

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'au moins une lamelle (5; 5') élastique présente, dans la partie centrale, un profil longitudinal ayant :

- une forme arrondie, ou
- une forme en « ⊓ » ou "U", ou
- une forme en « ∧ » ou "V".

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 7, caractérisé en ce que l'au moins une lamelle (5 ; 5') élastique présente, dans la partie centrale, une forme linéaire selon une direction longitudinale au câble ou orientée à moins de 45° d'une telle direction longitudinale.

9. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément flexible comporte un tube élastique (7) fixé autour des embouts (4 ; 4'), le tube élastique (7) présentant au moins une élasticité selon une direction radiale et étant agencé pour venir en appui avec au moins une partie cylindrique de la paroi intérieure de la cavité (3).

10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que le tube élastique (7) présente un diamètre constant sur tout ou sa majorité de sa longueur de contact avec la cavité .

11. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que le tube élastique présente un diamètre variable sur au moins une partie de sa longueur, notamment selon une forme élargie dans la partie centrale ou selon une forme en tronc de cône.

12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, caractérisé en ce que le tube élastique (7) présente une ou plusieurs fentes longitudinales, ou orientées à moins de 45° de son axe longitudinal.

13. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend au moins deux embouts (4 ; 4') et en ce que l'élément flexible comprend une tresse (33) entourant le câble et reliant ces deux embouts (4 ; 4') entre eux, ladite tresse (33) étant déterminée en épaisseur de façon à produire un comportement élastique et venir en appui à la fois contre la paroi extérieure du câble et contre la paroi intérieure de la cavité (3).

14. Câble (21) à isolant minéral ou câble souple comportant une première extrémité dite libre, destinée à être intégrée dans une cavité (3), et une extrémité dite maintenue qui est fixée dans une partie de fixation destinée à être fixée relativement à cette cavité, le câble à isolant minéral ou souple étant caractérisé en ce qu'il comporte en outre au moins un dispositif d'amortissement des vibrations (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, l'au moins un dispositif d'amortissement des vibrations (1) étant fixé sur une partie du câble à isolant minéral ou souple située entre l'extrémité libre et l'extrémité maintenue, dite partie non maintenue, à une distance déterminée non nulle de la partie de fixation.

15. Procédé de fabrication d'un câble (21) à isolant minéral ou souple, destiné à être intégré dans une cavité (3) ayant une section transversale plus grande que la section transversale du câble à isolant minéral ou souple, caractérisé en ce qu'il comprend au moins les étapes suivantes :

- fourniture d'un câble à isolant minéral ou souple, comportant une extrémité libre destinée à être intégrée dans une cavité (3) et une extrémité dite maintenue qui est fixée dans une partie de fixation destinée à être fixée relativement à cette cavité ;

- fourniture d'un dispositif d'amortissement selon l'une quelconque des revendications 1 à 13 déterminé pour venir en appui avec la paroi intérieure de cette cavité ; et
- assemblage et fixation de ce dispositif d'amortissement sur la surface extérieure d'une partie du câble à isolant minéral ou souple située entre l'extrémité libre et l'extrémité maintenue, dite partie non maintenue, à une distance déterminée non nulle de la partie de fixation.

Fig. 1
(art antérieur)

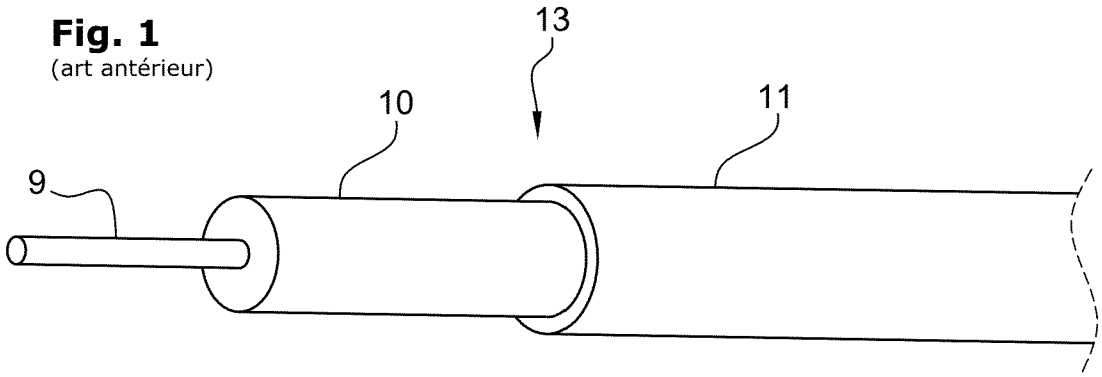


Fig. 2a
(art antérieur)

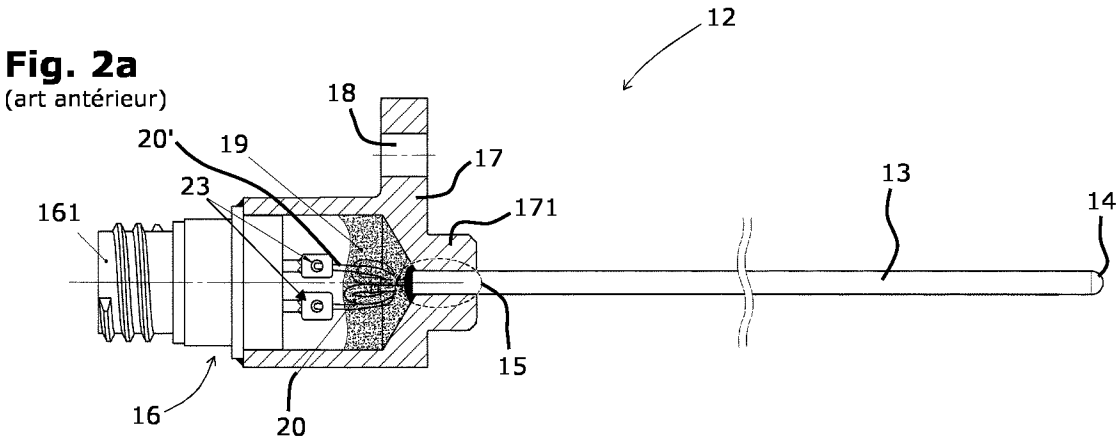


Fig. 2b
(art antérieur)

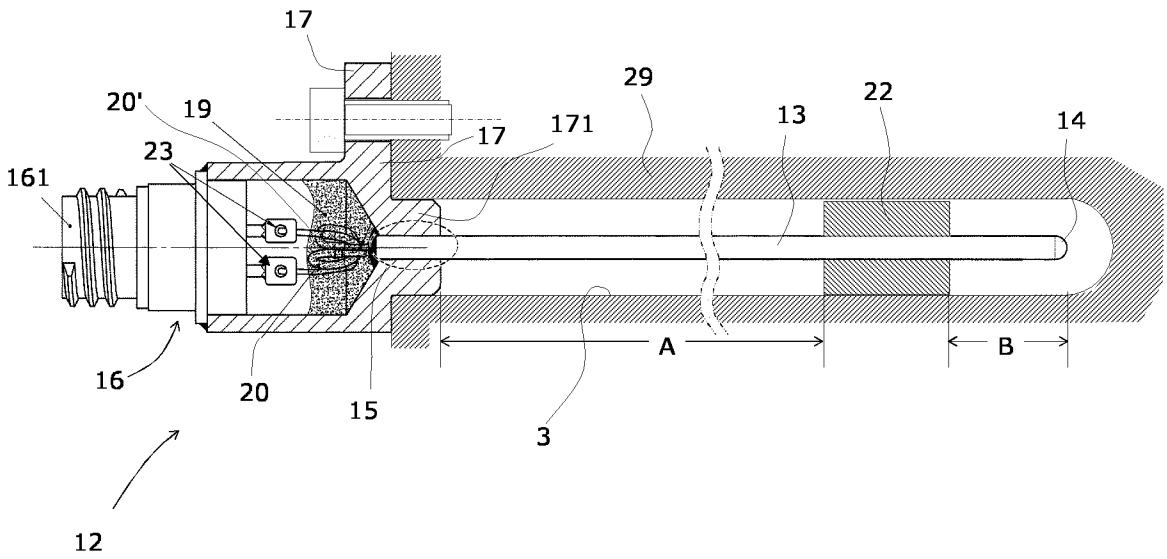


Fig. 3a

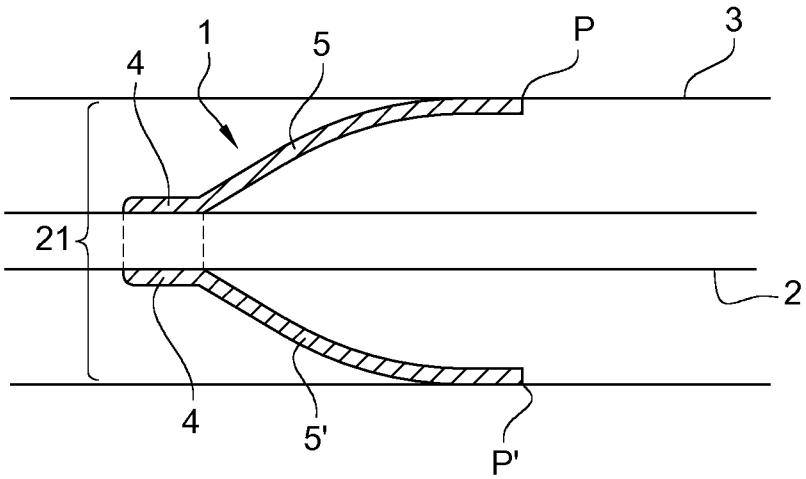


Fig. 3b

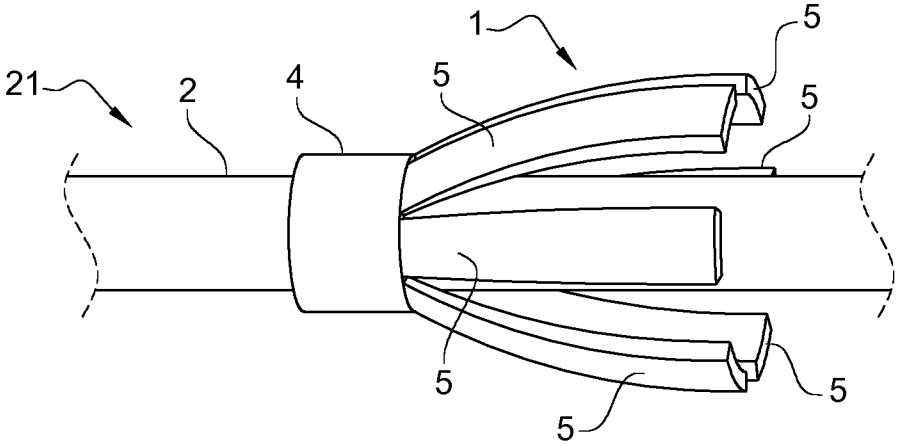


Fig. 4a

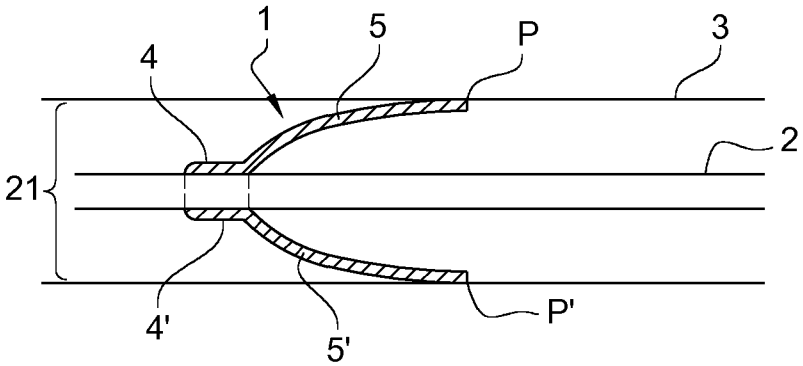


Fig. 4b

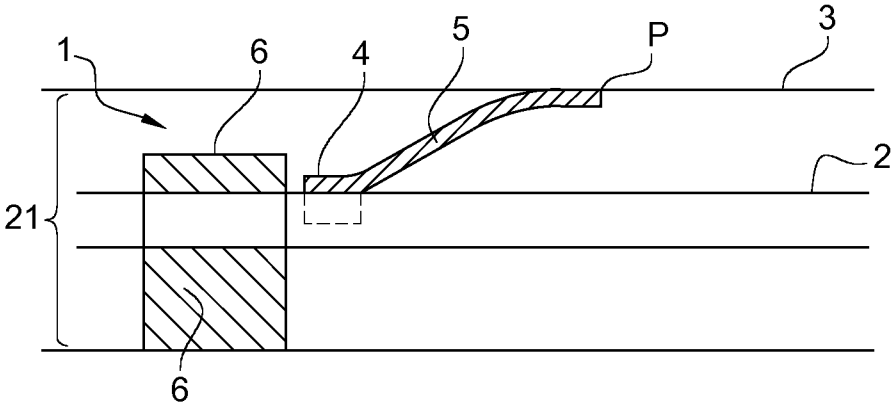
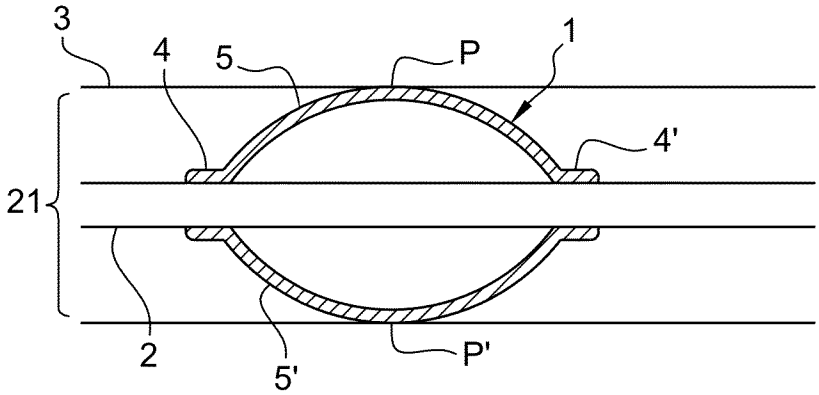


Fig. 5a



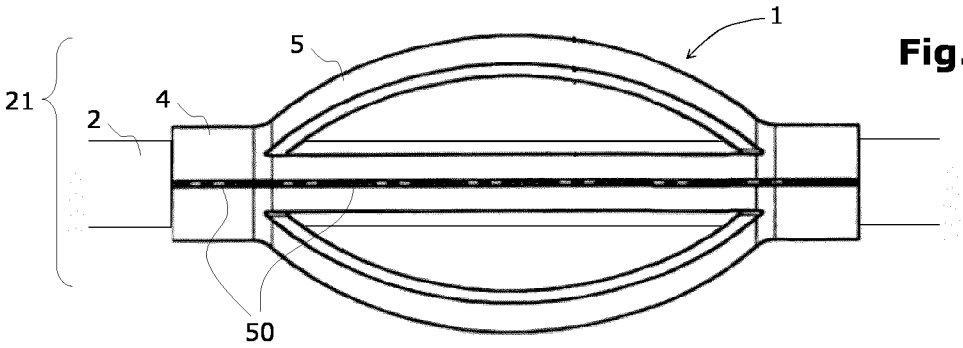


Fig. 5b

Fig. 5c

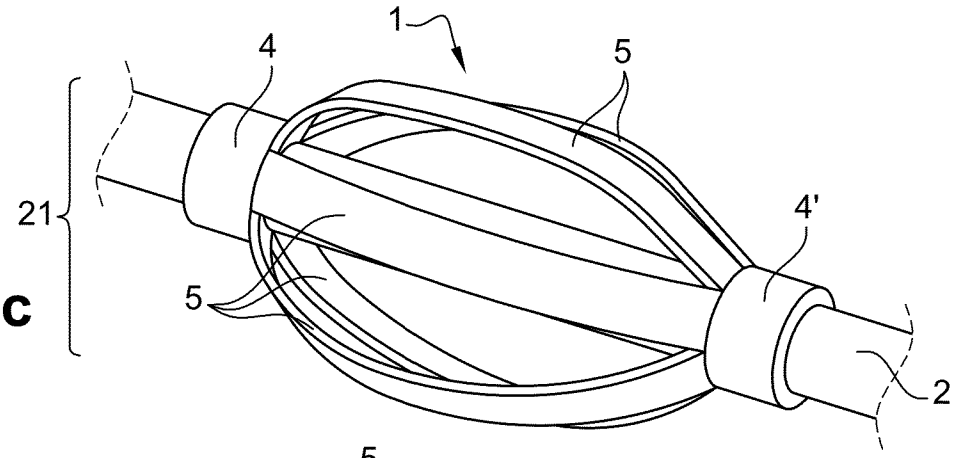


Fig. 6

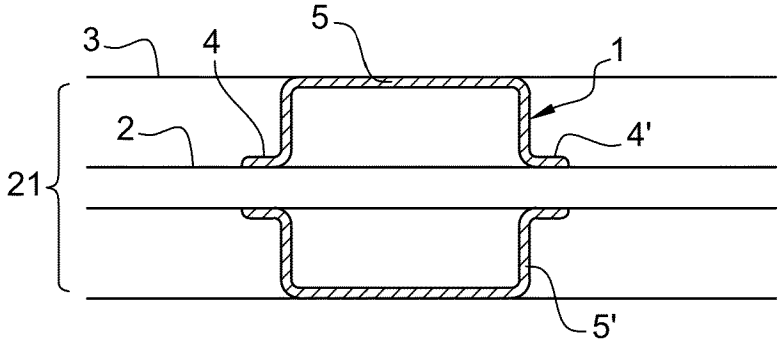
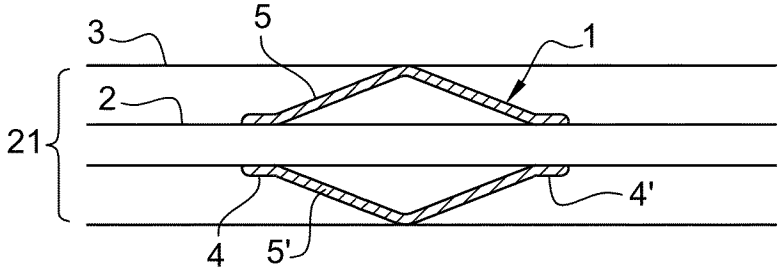


Fig. 7



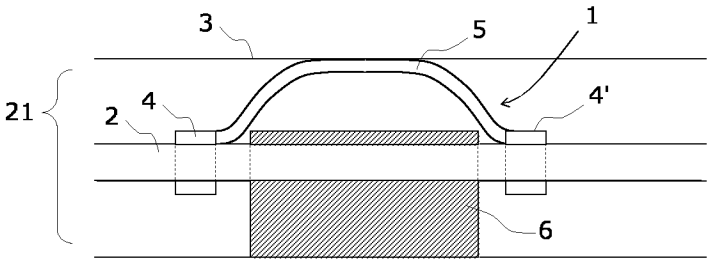


Fig. 8

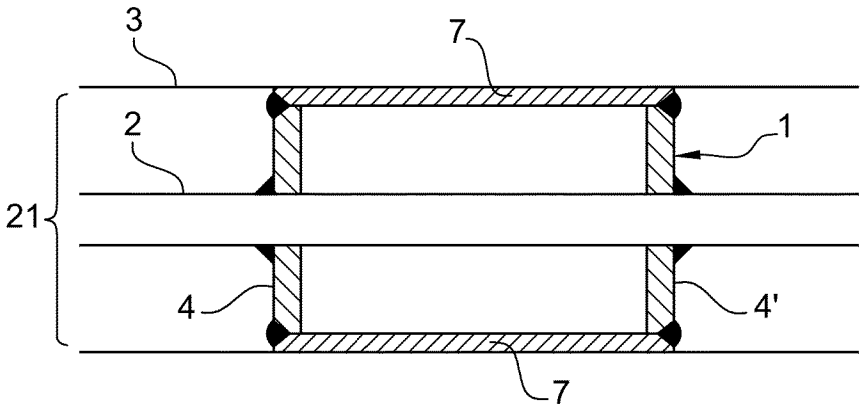


Fig. 9

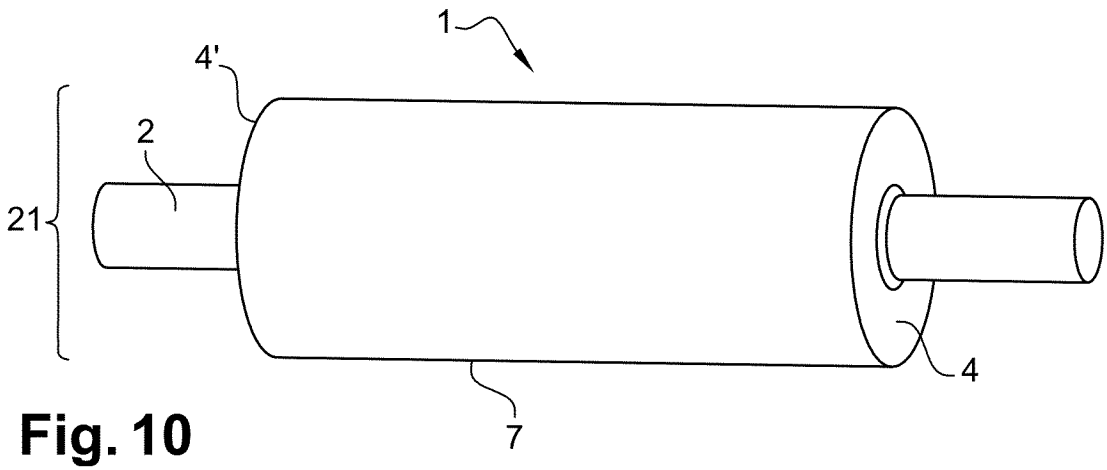


Fig. 10

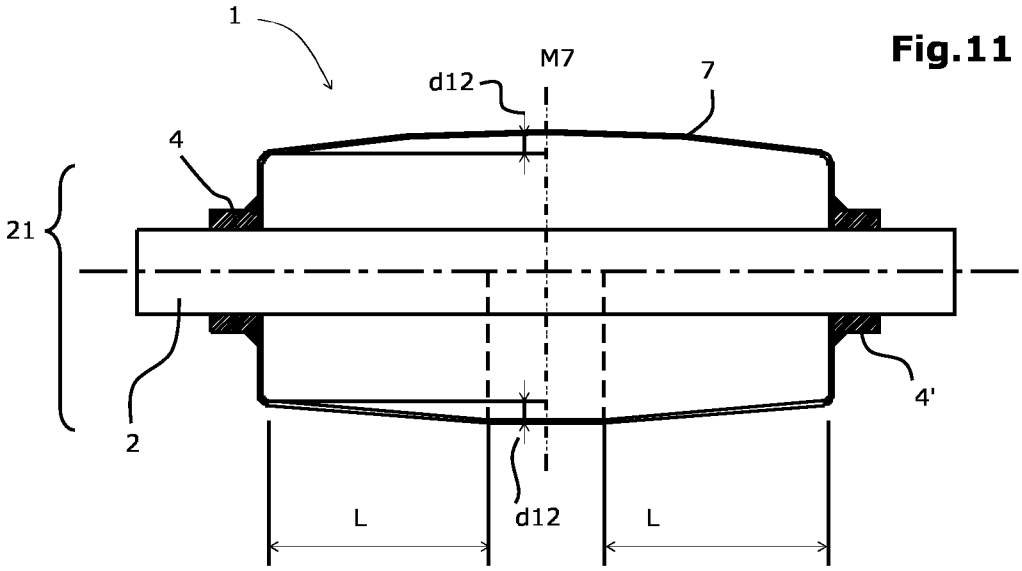


Fig.11

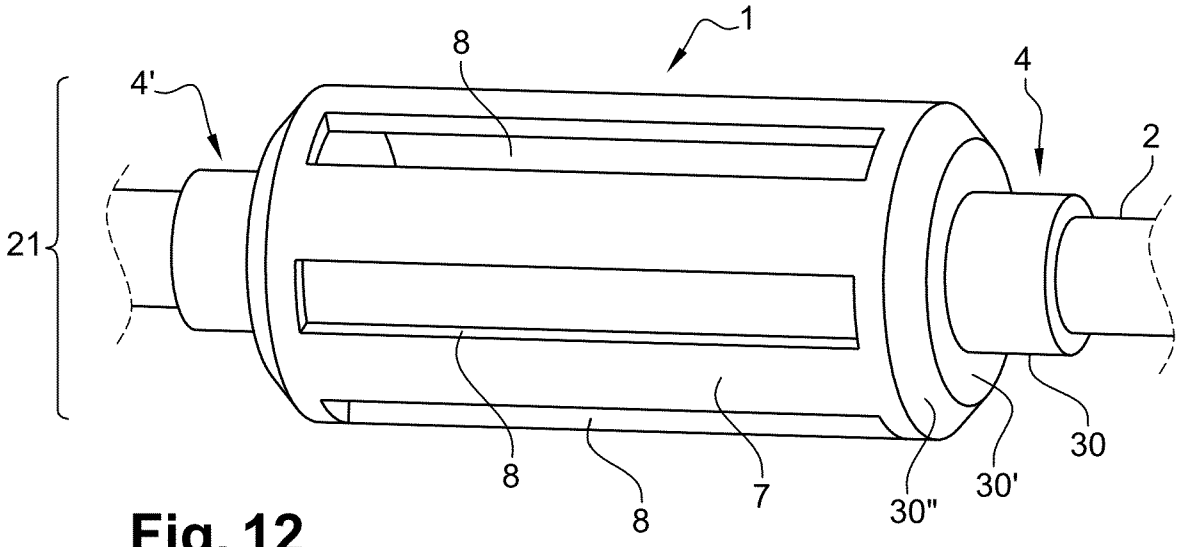


Fig. 12

Fig. 13

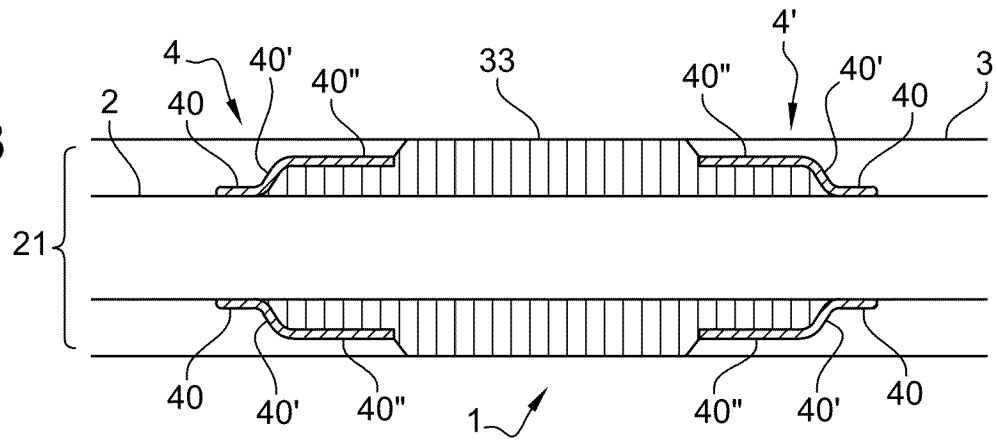
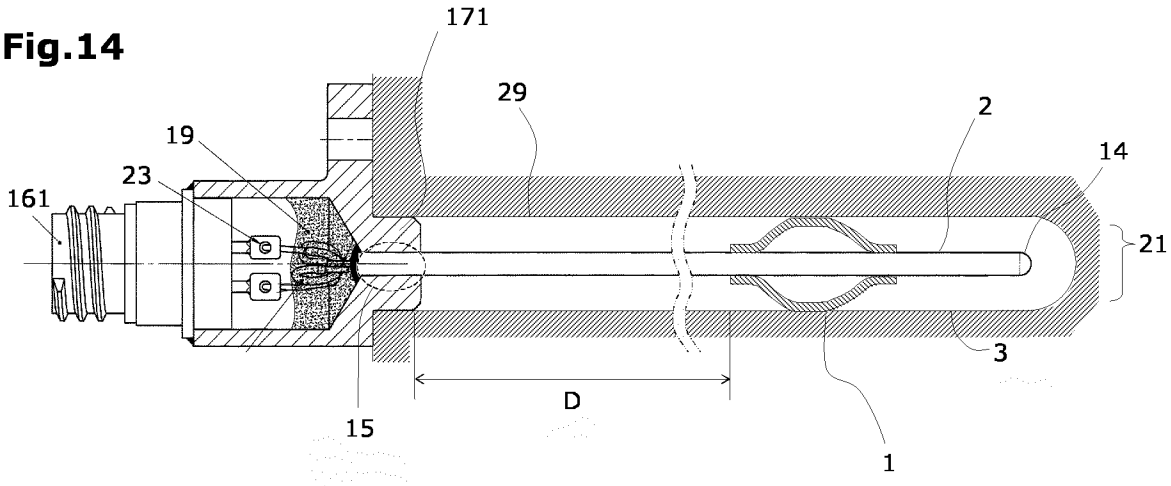

4
40'
40"
33
4'
40"
40'
3
2
40
40
21
40
40'
40"
1
40"
40'
40

Fig.14


171
29
2
14
19
23
161
21
3
D
15
1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/073513

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F16F1/02 G01K1/14
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F16F G01K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 263 607 A1 (SANGAMO WESTON [GB]) 3 October 1975 (1975-10-03) figure page 2, line 9	1-15
A	JP 2009 133819 A (KOBELCO ECO SOLUTIONS CO LTD; YAMARI SANGYO KK) 18 June 2009 (2009-06-18) figures 4,5	1-15
A	EP 0 546 786 A1 (SCHLUMBERGER IND LTD [GB]) 16 June 1993 (1993-06-16) figure	1-15
A	EP 3 184 979 A1 (ENDRESS + HAUSER WETZER GMBH + CO KG [DE]) 28 June 2017 (2017-06-28) figures 3a,3b	1

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
26 October 2018	02/11/2018

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Beaumont, Arnaud

2

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/073513

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP S57 92144 U (UNKNOWN) 7 June 1982 (1982-06-07) the whole document -----	1

2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2018/073513

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2263607 A1	03-10-1975	DE 2509371 A1	11-09-1975
		FR 2263607 A1	03-10-1975
		GB 1452681 A	13-10-1976
		IT 1029926 B	20-03-1979
		JP S5939622 Y2	06-11-1984
		JP S50152784 A	09-12-1975
		JP S58109038 U	25-07-1983
		NL 7502529 A	08-09-1975
JP 2009133819 A	18-06-2009	JP 5188310 B2	24-04-2013
		JP 5403136 B2	29-01-2014
		JP 5403172 B2	29-01-2014
		JP 2009133819 A	18-06-2009
		JP 2013015540 A	24-01-2013
		JP 2013068641 A	18-04-2013
EP 0546786 A1	16-06-1993	EP 0546786 A1	16-06-1993
		GB 2262837 A	30-06-1993
		JP H05248963 A	28-09-1993
EP 3184979 A1	28-06-2017	NONE	
JP S5792144 U	07-06-1982	JP S5792144 U	07-06-1982
		JP S6111622 Y2	12-04-1986

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2018/073513

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. F16F1/02 G01K1/14
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
F16F G01K

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 2 263 607 A1 (SANGAMO WESTON [GB]) 3 octobre 1975 (1975-10-03) figure page 2, ligne 9	1-15
A	JP 2009 133819 A (KOBELCO ECO SOLUTIONS CO LTD; YAMARI SANGYO KK) 18 juin 2009 (2009-06-18) figures 4,5	1-15
A	EP 0 546 786 A1 (SCHLUMBERGER IND LTD [GB]) 16 juin 1993 (1993-06-16) figure	1-15
A	EP 3 184 979 A1 (ENDRESS + HAUSER WETZER GMBH + CO KG [DE]) 28 juin 2017 (2017-06-28) figures 3a,3b	1

-/--

[X] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[X] Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
26 octobre 2018	02/11/2018

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Beaumont, Arnaud

2

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	JP S57 92144 U (UNKNOWN) 7 juin 1982 (1982-06-07) le document en entier -----	1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/EP2018/073513

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2263607 A1	03-10-1975	DE 2509371 A1	11-09-1975
		FR 2263607 A1	03-10-1975
		GB 1452681 A	13-10-1976
		IT 1029926 B	20-03-1979
		JP S5939622 Y2	06-11-1984
		JP S50152784 A	09-12-1975
		JP S58109038 U	25-07-1983
		NL 7502529 A	08-09-1975
JP 2009133819 A	18-06-2009	JP 5188310 B2	24-04-2013
		JP 5403136 B2	29-01-2014
		JP 5403172 B2	29-01-2014
		JP 2009133819 A	18-06-2009
		JP 2013015540 A	24-01-2013
		JP 2013068641 A	18-04-2013
EP 0546786 A1	16-06-1993	EP 0546786 A1	16-06-1993
		GB 2262837 A	30-06-1993
		JP H05248963 A	28-09-1993
EP 3184979 A1	28-06-2017	AUCUN	
JP S5792144 U	07-06-1982	JP S5792144 U	07-06-1982
		JP S6111622 Y2	12-04-1986