



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**26.06.2019 Bulletin 2019/26**

(51) Int Cl.:  
**G04B 17/04 (2006.01)** **G04B 17/06 (2006.01)**  
**G04B 15/08 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **18201466.2**

(22) Date de dépôt: **19.10.2018**

(84) Etats contractants désignés:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Etats d'extension désignés:  
**BA ME**  
Etats de validation désignés:  
**KH MA MD TN**

(72) Inventeurs:  
• **OES, Stéphane**  
**2300 La Chaux-de-Fonds (CH)**  
• **KRÜTTLI, Anthony**  
**25390 Orchamps-Vennes (FR)**  
• **CHABLOZ, David**  
**74380 Cranves-Sales (FR)**

(30) Priorité: **22.12.2017 EP 17210038**

(74) Mandataire: **Micheli & Cie SA**  
**Rue de Genève 122**  
**Case Postale 61**  
**1226 Genève-Thônex (CH)**

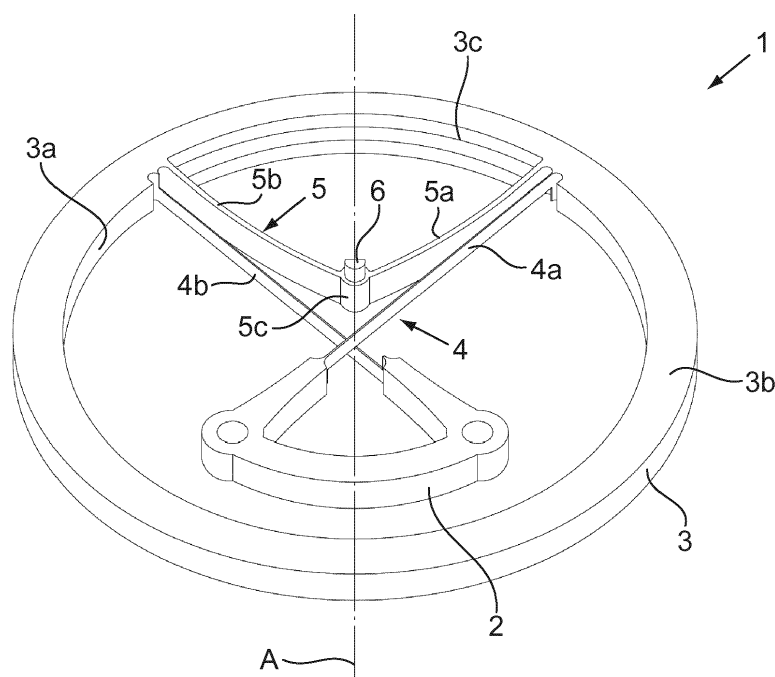
(71) Demandeur: **Patek Philippe SA Genève**  
**1204 Genève (CH)**

(54) **RESONATEUR HORLOGER A GUIDAGE FLEXIBLE**

(57) Le résonateur horloger (1) selon l'invention comprend une base (2), une serge (3), un organe élastique (4) et une cheville (6). L'organe élastique (4) relie la serge (3) à la base (2) et guide des oscillations de la serge (3) par rapport à la base (2) autour d'un axe de rotation virtuel (A). La cheville (6) est destinée à coopérer

avec une fourchette (7a) d'un échappement (7, 8) pour l'entretien des oscillations. Ce résonateur (1) est caractérisé en ce que la cheville (6) est portée par une extrémité libre (5c) d'un organe de support (5) s'étendant depuis la serge (3) vers l'axe de rotation virtuel (A) et formant avec la serge (3) une partie rigide.

**Fig.1**



## Description

**[0001]** La présente invention concerne un résonateur horloger à guidage flexible destiné à servir de base de temps à un mouvement horloger, à l'instar d'un balancier-spiral. Par rapport aux balanciers-spiraux, les résonateurs à guidage flexible sont avantageux en ce qu'ils sont dépourvus d'axe de rotation physique et suppriment donc les frottements engendrés par la rotation d'un tel axe.

**[0002]** On connaît des résonateurs à guidage flexible, tels que celui décrit dans le brevet EP 1736838 ou le résonateur Zenith Defy Lab, dont les oscillations sont entretenues par un échappement spécifique relié au résonateur par des lames flexibles.

**[0003]** D'autres résonateurs à guidage flexible ont été décrits qui sont destinés à être entretenus par des échappements classiques du type échappement à ancre suisse. Plus particulièrement, la demande de brevet WO 2012/010408 décrit, et illustre à sa figure 4, un résonateur à guidage flexible comprenant, dans un même plan, une partie rigide centrale, une partie rigide intermédiaire, une partie rigide d'ancrage, des premiers moyens de rappel élastique formant une liaison élastique entre la partie rigide centrale et la partie rigide intermédiaire et des deuxièmes moyens de rappel élastique formant une liaison élastique entre la partie rigide intermédiaire et la partie rigide d'ancrage. Une cheville est reliée à la partie rigide centrale pour coopérer avec la fourchette d'une ancre d'échappement. Ce résonateur est très spécifique et l'utilisation d'une telle cheville reliée à une partie rigide centrale ne semble pas applicable à d'autres types de résonateurs à guidage flexible tels que les résonateurs à lames croisées. D'autre part, l'ancre est située entre deux lames des premiers moyens de rappel élastique et dispose de peu de place pour effectuer ses oscillations, ce qui crée des risques de collision susceptibles de perturber le fonctionnement du résonateur.

**[0004]** De manière générale, l'état de la technique ne propose pas de résonateur à guidage flexible pouvant être entretenu par un échappement classique de manière optimisée.

**[0005]** La présente invention vise à satisfaire, en partie au moins, ce besoin.

**[0006]** A cette fin, il est proposé un résonateur horloger comprenant une base, une serge, un organe élastique et une cheville, l'organe élastique reliant la serge à la base et guidant des oscillations de la serge par rapport à la base autour d'un axe de rotation virtuel, la cheville étant destinée à coopérer avec une fourchette d'un échappement pour l'entretien desdites oscillations, caractérisé en ce que la cheville est portée par une extrémité libre d'un organe de support s'étendant depuis la serge vers l'axe de rotation virtuel et formant avec la serge une partie rigide.

**[0007]** Cet agencement permet une interaction directe entre l'échappement et la partie rigide mobile du résonateur, comme pour l'entretien des oscillations d'un balancier-spiral. L'organe de support permet de placer la

cheville à un endroit proche de l'axe de rotation virtuel qui est favorable notamment pour l'angle de levée et/ou pour diminuer les perturbations liées aux chocs verticaux.

**[0008]** Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, la cheville est située, en partie au moins, hors de l'épaisseur de la serge pour pouvoir coopérer avec la fourchette de l'échappement sans collision possible entre le résonateur et l'échappement.

**[0009]** La présente invention propose en outre un oscillateur horloger comprenant le résonateur défini ci-dessus et un échappement, ainsi qu'un procédé de fabrication du résonateur.

**[0010]** D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée suivante faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective de dessous d'un résonateur horloger selon un premier mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 2 est une vue de profil de ce résonateur ;
- la figure 3 est une vue plane de dessus de ce résonateur ;
- la figure 4 est une vue en perspective de dessous d'un oscillateur horloger comprenant le résonateur illustré aux figures 1 à 3 et un échappement ;
- la figure 5 est une vue en perspective de dessus de cet oscillateur ;
- la figure 6 est une vue de profil de cet oscillateur ;
- la figure 7 est une vue plane de dessus d'un oscillateur horloger comprenant un résonateur selon un deuxième mode de réalisation de l'invention, cette figure montrant en outre un pont d'oscillateur servant de support à l'axe de rotation d'une ancre d'échappement ;
- la figure 8 est une vue en coupe, prise suivant la ligne BB de la figure 7, de l'oscillateur illustré à la figure 7, cette figure montrant en outre le pont d'oscillateur précité et une platine sur laquelle est montée l'oscillateur.

**[0011]** En référence aux figures 1 à 3, un résonateur 1 selon un premier mode de réalisation de l'invention, destiné à former la base de temps d'un mouvement horloger, notamment d'un mouvement de montre-bracelet, comprend une base 2, une serge 3 et un organe élastique 4 reliant la serge 3 à la base 2.

**[0012]** La base 2 peut être en une partie, comme représenté, ou en deux parties séparées. Elle est destinée à être fixée sur un support fixe ou mobile tel que la platine du mouvement ou une cage de tourbillon.

**[0013]** La serge 3 est suspendue à la base 2 par l'organe élastique 4, c'est-à-dire n'est tenue que par l'organe élastique 4. Elle est de préférence continue, pour favoriser son inertie par rapport à sa masse, mais pourrait être sous la forme d'un anneau interrompu. La serge 3 est coplanaire avec la base 2 et l'entoure, en partie au

moins.

**[0014]** L'organe élastique 4 sert de moyen de guidage guidant la serge 3 en rotation par rapport à la base 2 autour d'un axe de rotation virtuel A correspondant sensiblement à l'axe géométrique de la serge 3. L'organe élastique 4 sert aussi de moyen de rappel élastique rappelant la serge 3 dans une position angulaire de repos par rapport à la base 2.

**[0015]** Dans l'exemple illustré, l'organe élastique 4 est du type à lames croisées séparées : il comprend deux lames élastiques 4a, 4b se croisant en vue plane de dessus ou de dessous du résonateur 1 mais s'étendant dans deux plans parallèles différents pour se croiser sans contact. Les extrémités de chacune de ces lames 4a, 4b sont jointes respectivement à la base 2 et à la serge 3. Le croisement entre ces lames 4a, 4b définit l'axe de rotation virtuel A. Ce type de guidage flexible est avantageux en ce qu'il présente une faible raideur et autorise une relativement grande amplitude d'oscillation de la serge 3. La base 2 peut être telle que décrite dans la demande de brevet WO 2017/055983 de la demanderesse, pour permettre un réglage de la position du point de croisement des lames 4a, 4b.

**[0016]** Toutefois, d'autres types de guidage flexible pourraient être utilisés, tels que des lames croisées non séparées (s'étendant dans un même plan et se croisant donc physiquement) ou un pivot à centre de rotation déporté dit « RCC » (Remote Center Compliance).

**[0017]** Conformément à l'invention, un organe de support 5 constitué d'un ou plusieurs bras rigides 5a, 5b s'étend, de préférence dans le plan de la serge 3, de préférence radialement, depuis la face intérieure 3a de la serge 3 vers l'axe de rotation virtuel A jusqu'à une extrémité libre 5c. Dans le premier mode de réalisation, l'organe de support 5 est constitué de deux bras rigides 5a, 5b qui se rejoignent pour former l'extrémité libre 5c. Cette extrémité libre 5c porte une cheville ou ellipse 6 dont l'axe est parallèle à l'axe de rotation virtuel A et perpendiculaire au plan de la serge 3. Dans l'exemple représenté, la cheville 6 a la forme classique d'un demi-cylindre, mais elle pourrait avoir une autre forme. Comme visible à la figure 2, la cheville 6 dépasse de l'épaisseur e de la serge 3, plus précisément du plan que définit la face inférieure 3b de la serge 3.

**[0018]** La partie de la cheville 6 située hors de l'épaisseur e coopère de manière classique en soi avec la fourchette 7a d'une ancre d'échappement 7, par exemple d'une ancre suisse. Aux figures 4 à 6 on peut voir cette ancre 7 située sous le résonateur 1 et qui interagit avec la roue d'échappement 8a d'un mobile d'échappement 8 elle-même située sous le résonateur 1 et sa serge 3. L'échappement 7, 8, monté sur le même support que la base 2, entretient les oscillations de la serge 3 par rapport à la base 2 et forme avec le résonateur 1 un oscillateur. En étant disposés dans un plan parallèle distinct de celui du résonateur 1, l'ancre 7 et la roue d'échappement 8 ne gênent pas les oscillations de la serge 3 quelle que soit l'amplitude de ces oscillations, qui peut donc être élevée.

L'interaction directe entre l'échappement 7, 8 et la partie mobile rigide du résonateur 1, comprenant la serge 3, l'organe de support 5 et la cheville 6, contribue à l'obtention d'un bon rendement.

**[0019]** La longueur radiale de l'organe de support 5 est choisie notamment en fonction de l'angle de levée souhaité pour le résonateur 1, c'est-à-dire l'angle de la serge 3 pendant lequel la cheville 6 est en contact avec la fourchette 7a. A entraxe constant de l'ancre 7 et du résonateur 1, disposer la cheville 6 près de l'axe de rotation virtuel A augmente l'angle de levée alors que l'éloigner de l'axe de rotation virtuel A diminue l'angle de levée. Avec un échappement à ancre suisse, si l'on souhaite favoriser le rendement, il est généralement avantageux d'avoir un angle de levée relativement grand. Si en revanche on souhaite favoriser la chronométrie, un petit angle de levée est généralement préférable. Avec un résonateur à guidage flexible comme celui de l'invention, la raideur du guidage flexible et la fréquence sont élevées par rapport à la raideur de spiral et la fréquence d'un balancier-spiral, si bien que les perturbations causées par l'échappement sont beaucoup plus faibles. On pourra donc privilégier le rendement par rapport à la chronométrie et placer la cheville 6 près de l'axe de rotation virtuel A. Il est aussi important que l'amplitude d'oscillation du résonateur soit supérieure à l'angle de levée. Dans des exemples de réalisation de l'invention, l'angle de levée est deux fois plus petit que l'amplitude d'oscillation du résonateur 1 et la fréquence d'oscillation est de plusieurs dizaines de Hertz.

**[0020]** De préférence, comme cela est visible sur la figure 3, en vue plane de dessus ou de dessous du résonateur 1 et lorsque la serge 3 est dans sa position de repos, la cheville 6 est traversée symétriquement par un axe de symétrie D1 de l'organe élastique 4, permettant au résonateur 1 d'être entretenu symétriquement, l'organe élastique 4 étant sollicité de manière identique lors des deux alternances d'une oscillation. Cette caractéristique améliore la chronométrie.

**[0021]** De préférence également, en vue plane de dessus ou de dessous du résonateur 1 et lorsque la serge 3 est dans sa position de repos, la cheville 6 est située du même côté d'une droite D2, perpendiculaire à l'axe de symétrie D1 et coupant l'axe de rotation virtuel A, que tous les points d'attache de l'organe élastique 4 à la serge 3, la base 2 étant, elle, située de l'autre côté de cette droite D2. Dans l'exemple illustré, lesdits points d'attache sont au nombre de deux et désignés par 4c, 4d. De la sorte, la cheville 6 est située dans la zone du résonateur 1 qui se déplace le moins en cas de choc vertical (parallèle à l'axe de rotation virtuel A) reçu par le résonateur 1, et sa coopération avec la fourchette 7a ne sera pas, ou sera peu, affectée.

**[0022]** Le résonateur 1 est équilibré en ce sens que le centre de masse de sa partie rigide mobile 3, 5, 6 est situé sensiblement sur l'axe de rotation virtuel A. Afin de compenser le balourd que produisent l'organe de support 5 et la cheville 6, un évidement 3c (cf. figure 1) est pra-

tiqué dans la face inférieure 3b de la serge 3, dans la zone de la serge 3 depuis laquelle s'étend l'organe de support 5. De plus, pour faciliter cet équilibrage du résonateur 1, l'organe de support 5 est de préférence symétrique par rapport à l'axe de symétrie D1 de l'organe élastique 4 en vue plane de dessus ou de dessous du résonateur 1 et lorsque la serge 3 est dans sa position de repos (cf. figure 3).

**[0023]** Aux figures 7 et 8 est représenté un résonateur 1 selon un second mode de réalisation de l'invention. Le résonateur 1 selon ce second mode de réalisation diffère de celui selon le premier mode de réalisation essentiellement par la forme de son organe de support 5, de sa base 2 et de sa serge 3. En particulier, l'organe de support 5 est constitué ici des deux bras 5a, 5b, de forme différente de celle du premier mode de réalisation, et d'un troisième bras 5c qui relie ces deux bras 5a, 5b. Les caractéristiques de symétrie décrites ci-dessus en relation avec le premier mode de réalisation se retrouvent dans le second mode de réalisation.

**[0024]** Avantageusement, dans la présente invention, l'axe de rotation 7b de l'ancre 7 traverse l'ouverture centrale que définit la serge 3, en d'autres termes est entouré par la serge 3, comme cela est visible aux figures 5 à 8. Cette caractéristique rend l'oscillateur 1, 7, 8 compact en vue plane de dessus ou de dessous tout en permettant à l'ancre 7 d'avoir un long axe de rotation 7b, plus long que celui des ancres interagissant avec des balanciers-spiraux. Un long axe de rotation améliore le guidage de l'ancre, la rendant moins sujette à des déplacements hors de son plan.

**[0025]** On peut voir à la figure 8 que l'axe de rotation 7b de l'ancre 7 a ses pivots qui tournent dans des paliers 9a, 9b prévus respectivement dans la platine 10 du mouvement horloger et dans un pont d'oscillateur 11 situé au-dessus du résonateur 1 et fixé par des vis 11a à la platine 10. Ce montage de l'ancre 7 entre la platine 10 et le pont d'oscillateur 11 permet d'éviter le recours au traditionnel pont d'ancre interposé entre la platine et le résonateur. L'ancre 7 et le résonateur 1 peuvent ainsi être proches l'un de l'autre dans la direction de la hauteur (direction de l'axe de rotation virtuel A), permettant à la cheville 6 d'être plus courte. Une courte cheville 6 diminue le risque de basculement du résonateur 1 autour de l'axe BB de la figure 7 lors des contacts entre la cheville 6 et la fourchette 7a ainsi que l'effet d'un éventuel défaut de perpendicularité de la cheville 6. Le positionnement de la cheville 6 dans la fourchette 7a et le fonctionnement de l'oscillateur peuvent donc être particulièrement précis.

**[0026]** L'axe de rotation 7b de l'ancre 7 traverse l'ouverture centrale de la serge 3 entre les bras 5a, 5b de l'organe de support 5. Ainsi, l'axe 7b peut servir de butée à ces bras 5a, 5b pour autoriser des oscillations de la serge 3 seulement dans une plage angulaire prédéterminée et empêcher qu'une amplitude d'oscillation trop importante de la serge 3 ou qu'un choc conduise à un dépassement de la limite élastique de l'organe élastique 4.

**[0027]** L'ancre 7 utilisée dans la présente invention peut être remplacée par un autre type d'organe de transmission d'énergie à fourchette apte à communiquer des impulsions d'énergie mécanique à la cheville 6. L'ancre 7 peut par exemple être remplacée par la bascule de détente d'un échappement à percussion tel que décrit dans la demande de brevet WO 2018/002778 de la demanderesse.

**[0028]** Comme cela est montré à la figure 8, la base 2 du résonateur 1 est montée sur la platine 10 par l'intermédiaire d'un pont 12. En variante, néanmoins, elle pourrait être montée directement sur la platine 10. La fixation de la base 2 et du pont 12 à la platine 10 est assurée par des goupilles de positionnement 13 et des vis de maintien 14.

**[0029]** Dans une variante de l'invention, les paliers 9b et 9a dans lesquels tournent les pivots de l'axe de rotation 7b de l'ancre 7 sont prévus respectivement dans les ponts 11 et 12, permettant à ces ponts, à l'ancre 7 et au résonateur 1 de former ensemble un module, module dont le mobile d'échappement 8 peut aussi faire partie en pivotant lui aussi dans les ponts 11, 12.

**[0030]** Avantageusement, des butées 15, 16 solidaires du pont d'oscillateur 11 limitent les déplacements indésirables de la serge 3 lors de chocs. La butée 15 est agencée pour agir sur la serge 3 dans plusieurs directions de translation du plan du résonateur 1 et dans la direction de la hauteur. La butée 16 est agencée pour agir sur la serge 3 dans la direction de la hauteur. Dans l'exemple représenté, les butées 15, 16 sont chassées dans le pont d'oscillateur 11 et peuvent donc être réglées en hauteur pour assurer un jeu idéal de fonctionnement. Les butées 15, 16 pourraient toutefois être monobloc avec le pont d'oscillateur 11.

**[0031]** A l'instar des balanciers classiques, la serge 3 du résonateur 1 selon l'invention peut être équipée de masselottes 17 permettant le réglage du moment d'inertie de la partie rigide mobile 3, 5, 6.

**[0032]** A l'exception des éventuelles masselottes qui sont rapportées, le résonateur 1 peut être entièrement monolithique et réalisé par exemple en silicium ou dans toute autre matière appropriée selon la technique de gravure ionique réactive profonde dite « DRIE » (Deep Reactive Ion Etching), en nickel, alliage de nickel ou toute autre matière appropriée selon la technique LIGA (lithographie, galvanoplastie, moulage), en acier, cuivre-béryllium, maillechort ou autre alliage métallique par fraisage, par électroérosion ou par impression 3D, en verre métallique par moulage, ou en verre, saphir ou toute autre matière appropriée selon la technique de microstructuration laser couplée à une attaque chimique (par exemple FEMTOPRINT®).

**[0033]** De préférence toutefois, afin de faciliter la fabrication et éviter le recours à des procédés multi-niveaux compliqués, notamment de plus de deux niveaux, les parties coplanaires que sont la base 2, la serge 3, l'organe élastique 4 et l'organe de support 5 sont réalisées ensemble de sorte à former une pièce monolithique,

par exemple selon l'une des techniques susmentionnées telle que la technique DRIE ou LIGA, puis la cheville 6, réalisée dans le même matériau ou un autre matériau, est assemblée à l'organe de support 5. Pour ce faire, la cheville 6 peut être introduite dans un trou 5d préalablement formé dans l'extrémité 5c de l'organe de support 5 et y être fixée par exemple par collage ou brasage. Dans un exemple de réalisation préféré, l'ensemble 2, 3, 4, 5 et la cheville 6 sont tous deux en silicium.

**[0034]** Dans le cas où le matériau choisi pour le résonateur 1, plus particulièrement pour l'organe élastique 4, présente un module d'élasticité anisotrope, comme par exemple le silicium découpé selon un plan de la famille {100} ou selon un plan de la famille {110}, les lames 4a, 4b formant l'organe élastique 4 sont de préférence orientées chacune dans une direction cristalline dans laquelle le module d'élasticité est le plus faible. Par exemple, dans le cas du silicium {100} ou {110} les lames 4a, 4b sont chacune orientées selon une direction cristalline de la famille <100>. De la sorte, pour une raideur donnée de l'organe élastique 4, l'épaisseur des lames 4a, 4b peut être plus grande, ce qui facilite la fabrication.

**[0035]** Tout ou partie de la surface du résonateur 1 peut être recouvert d'une ou plusieurs couches. On peut notamment prévoir une couche de compensation thermique, typiquement en dioxyde de silicium dans le cas d'un ensemble 2, 3, 4, 5 en silicium, sur tout le résonateur 1 ou au moins sur l'organe élastique 4 afin de compenser les variations thermiques de la raideur de l'organe élastique 4.

## Revendications

1. Résonateur horloger (1) comprenant une base (2), une serge (3), un organe élastique (4) et une cheville (6), l'organe élastique (4) reliant la serge (3) à la base (2) et guidant des oscillations de la serge (3) par rapport à la base (2) autour d'un axe de rotation virtuel (A), la cheville (6) étant destinée à coopérer avec une fourchette (7a) d'un échappement (7, 8) pour l'entretien desdites oscillations, **caractérisé en ce que** la cheville (6) est portée par une extrémité libre (5c) d'un organe de support (5) s'étendant depuis la serge (3) vers l'axe de rotation virtuel (A) et formant avec la serge (3) une partie rigide.
2. Résonateur horloger (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la cheville (6) est située, en partie au moins, hors de l'épaisseur (e) de la serge (3).
3. Résonateur horloger (1) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'organe de support (5) est monolithique avec la serge (3).
4. Résonateur horloger (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la base

(2) et l'organe élastique (4) sont monolithiques avec la serge (3).

5. Résonateur horloger (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la cheville (6) est fixée dans un trou (5d) de l'organe de support (5).
6. Résonateur horloger (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce qu'en** vue plane de dessus ou de dessous du résonateur (1) et lorsque la serge (3) est dans une position de repos par rapport à la base (2), la cheville (6) est traversée symétriquement par un axe de symétrie (D1) de l'organe élastique (4).
7. Résonateur horloger (1) selon la revendication 6, **caractérisé en ce qu'en** vue plane de dessus ou de dessous du résonateur (1) et lorsque la serge (3) est dans ladite position de repos par rapport à la base (2), l'organe de support (5) est symétrique par rapport audit axe de symétrie (D1).
8. Résonateur horloger (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** la serge (3) comprend un évidement (3c) qui compense le balourd qu'apportent l'organe de support (5) et la cheville (6).
9. Résonateur horloger (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce qu'en** vue plane de dessus ou de dessous du résonateur (1) et lorsque la serge (3) est dans une position de repos par rapport à la base (2), la cheville (6) est située du même côté d'une droite (D2), perpendiculaire à un axe de symétrie (D1) de l'organe élastique (4) et coupant l'axe de rotation virtuel (A), que tous les points (4c, 4d) d'attache de l'organe élastique (4) à la serge (3).
10. Résonateur horloger (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** la serge (3) est continue.
11. Résonateur horloger (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** l'organe élastique (4) comprend des première et deuxième lames élastiques croisées (4a, 4b) s'étendant dans des plans parallèles différents.
12. Résonateur horloger (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** l'organe élastique (4) est réalisé dans un matériau présentant un module d'élasticité anisotrope et comprend des lames élastiques (4a, 4b) s'étendant chacune dans une direction cristallographique du matériau dans laquelle le module d'élasticité est le plus faible.

13. Oscillateur horloger comprenant un résonateur (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 12 et un échappement (7, 8), l'échappement (7, 8) comprenant une fourchette (7a) agencée pour coopérer avec la cheville (6). 5
14. Oscillateur horloger selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** la fourchette (7a) est située dans un plan différent de celui de la serge (3). 10
15. Oscillateur horloger selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** l'axe de rotation (7b) de la fourchette (7a) est entouré, en partie au moins, par la serge (3). 15
16. Oscillateur horloger selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** l'axe de rotation (7b) de la fourchette (7a) est agencé pour pouvoir servir de butée à l'organe de support (5) dans les deux sens de rotation de la serge (3) afin d'empêcher un dépassement de la limite élastique de l'organe élastique (4). 20
17. Oscillateur horloger selon la revendication 15 ou 16, **caractérisé en ce que** le résonateur (1) est situé entre un pont (11) et la fourchette (7a) et **en ce que** l'un des deux pivots de l'axe de rotation (7b) de la fourchette (7a) est agencé pour pivoter dans ce pont (11). 25
18. Oscillateur horloger selon la revendication 17, **caractérisé en ce que** le pont (11) porte au moins une butée (15, 16) permettant de limiter des déplacements indésirables de la serge (3). 30
19. Oscillateur horloger selon l'une quelconque des revendications 14 à 18, **caractérisé en ce que** la fourchette (7a) fait partie d'une ancre (7) située dans ledit plan différent de celui de la serge (3). 35
20. Procédé de fabrication d'un résonateur horloger (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, comprenant une première étape consistant à réaliser, d'une part, une pièce monolithique comprenant la base (2), la serge (3), l'organe élastique (4) et l'organe de support (5) et, d'autre part, la cheville (6), et une deuxième étape consistant à assembler la pièce monolithique et la cheville (6). 40  
45

50

55

Fig.1

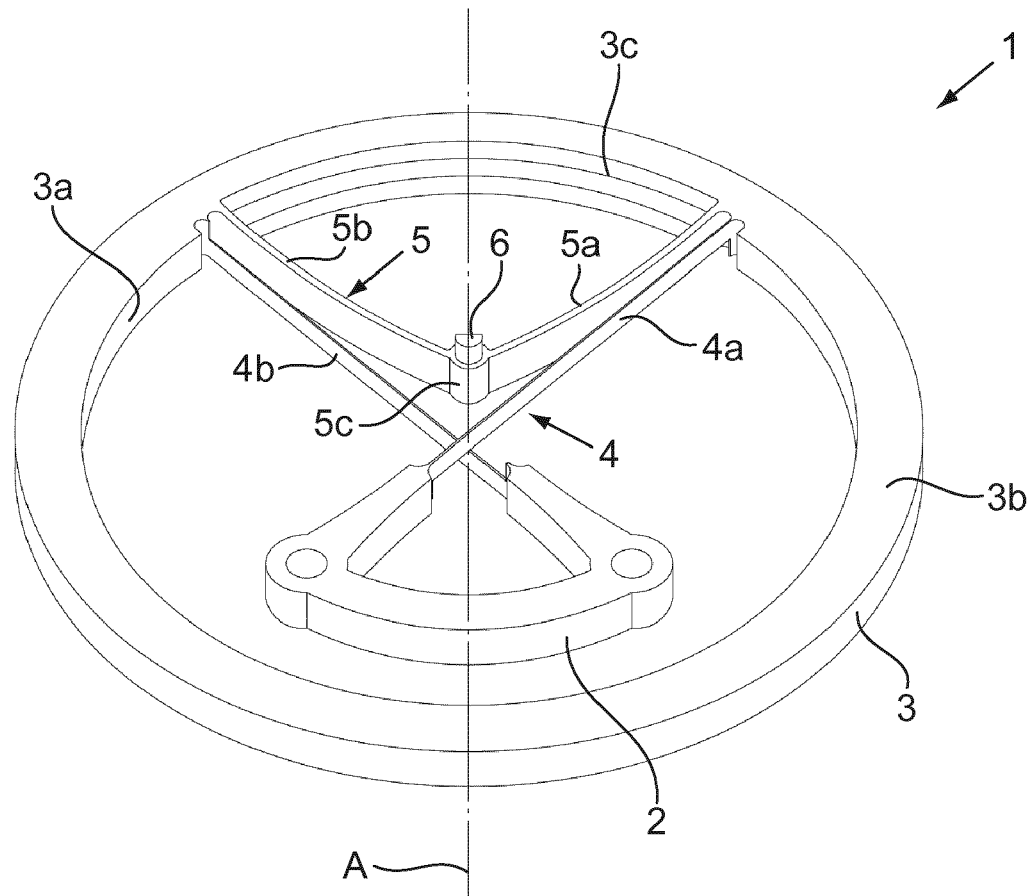


Fig.2

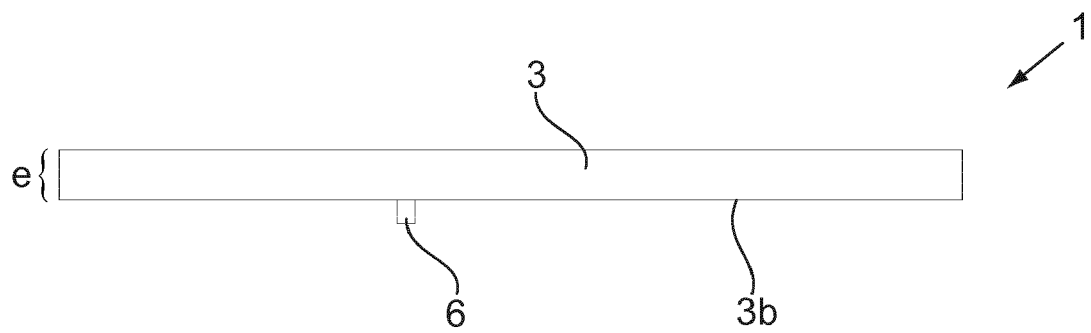


Fig.3

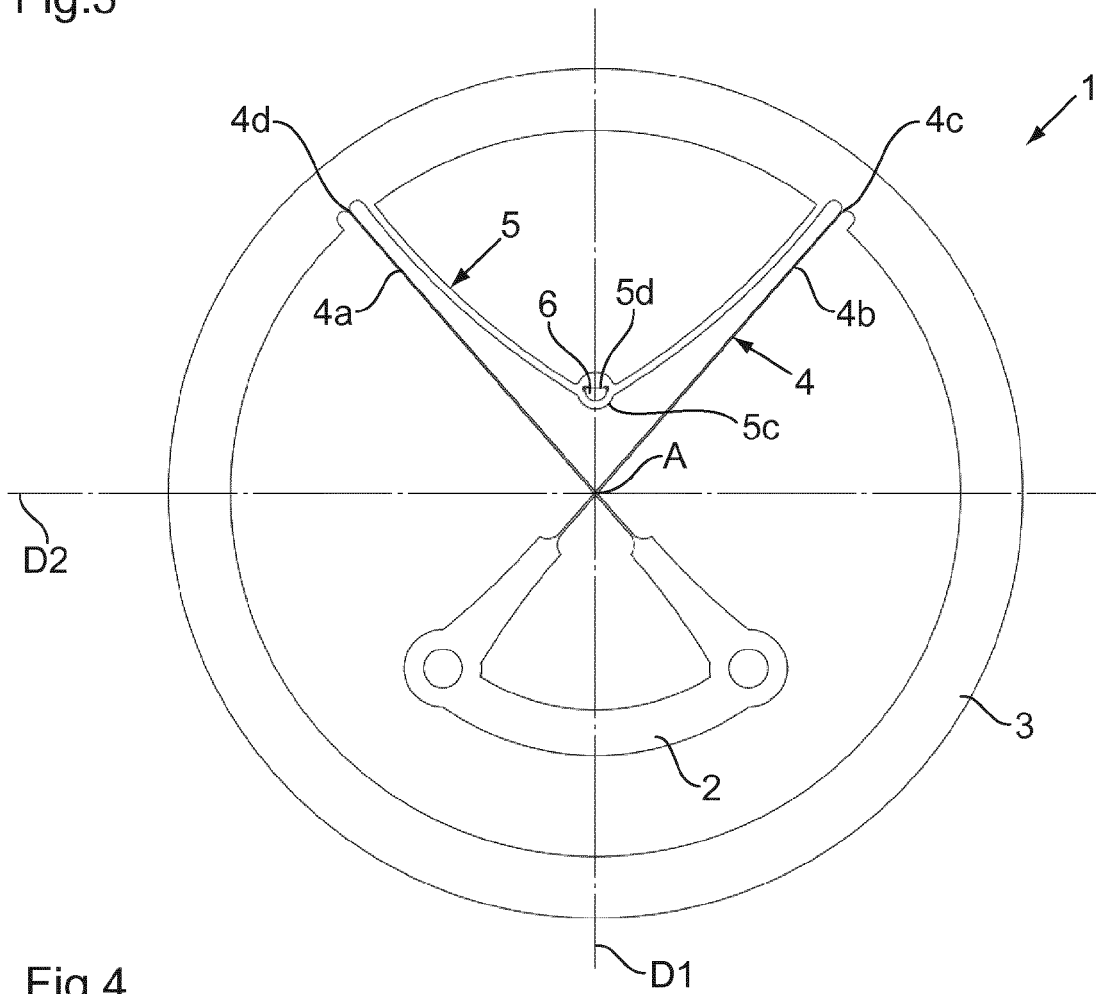


Fig.4

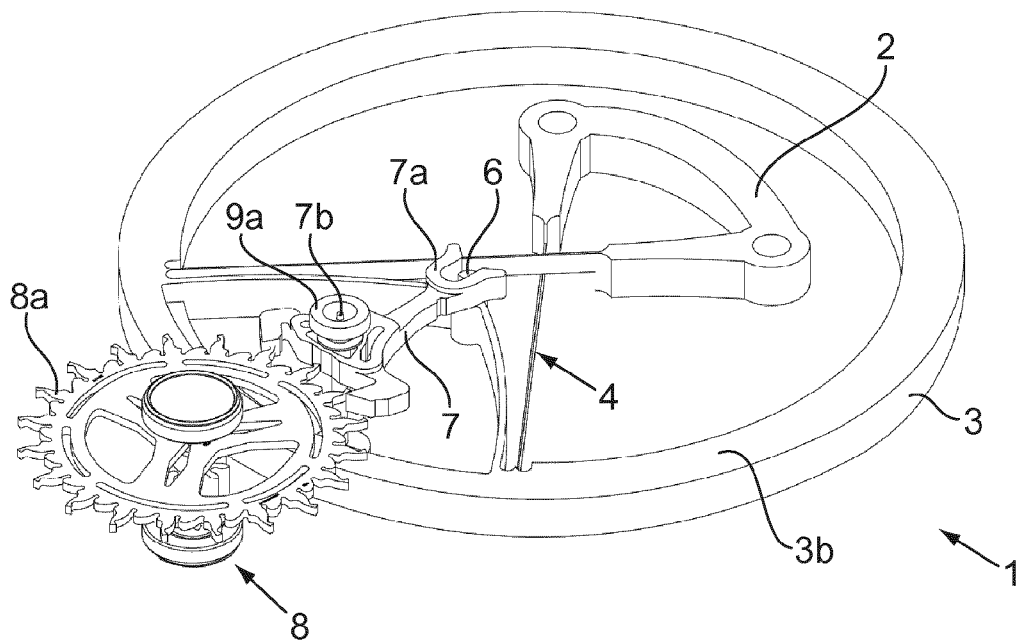




Fig.5

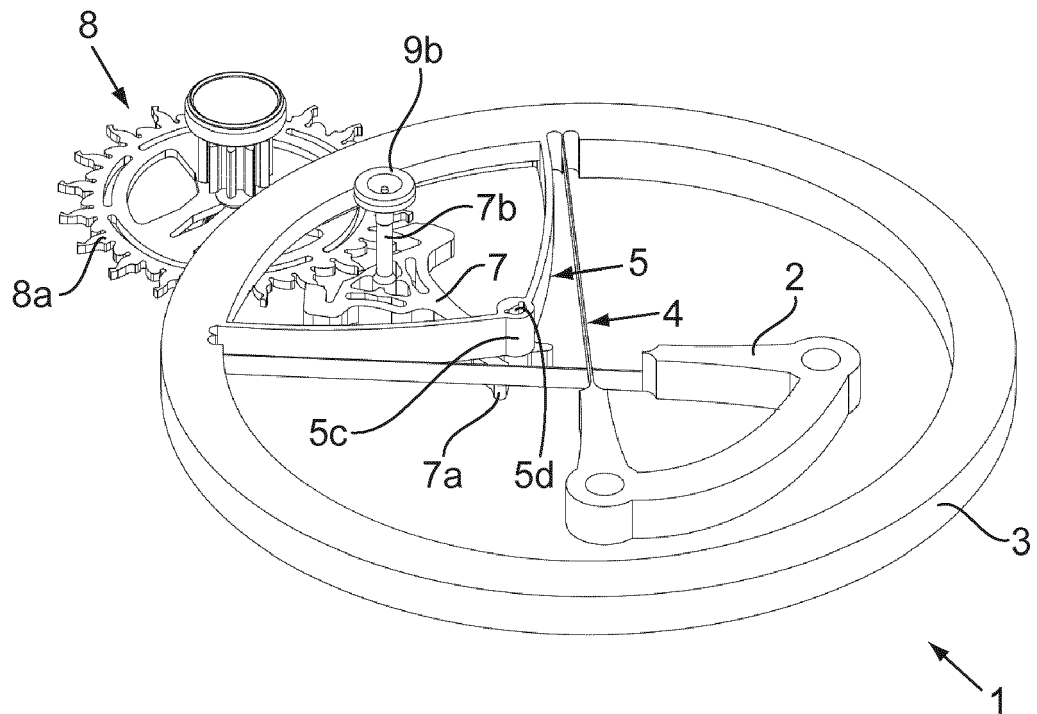


Fig.6

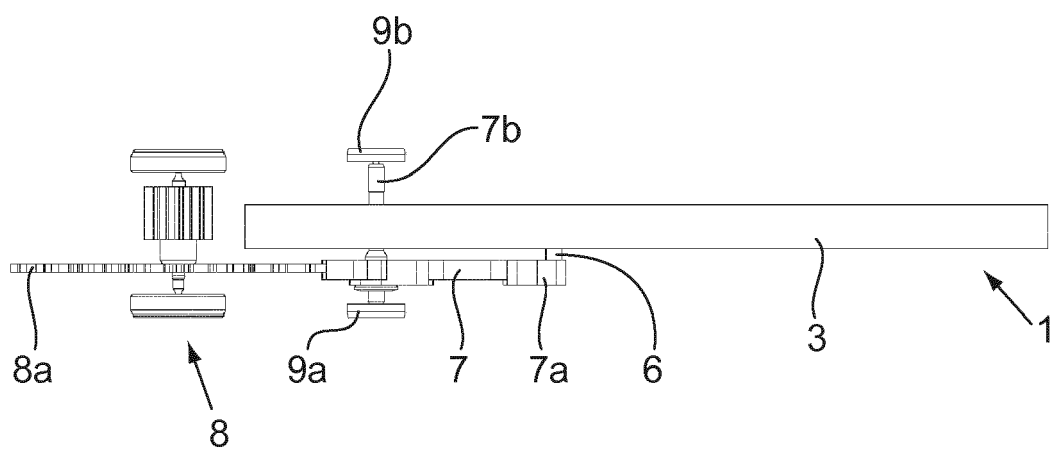


Fig.7

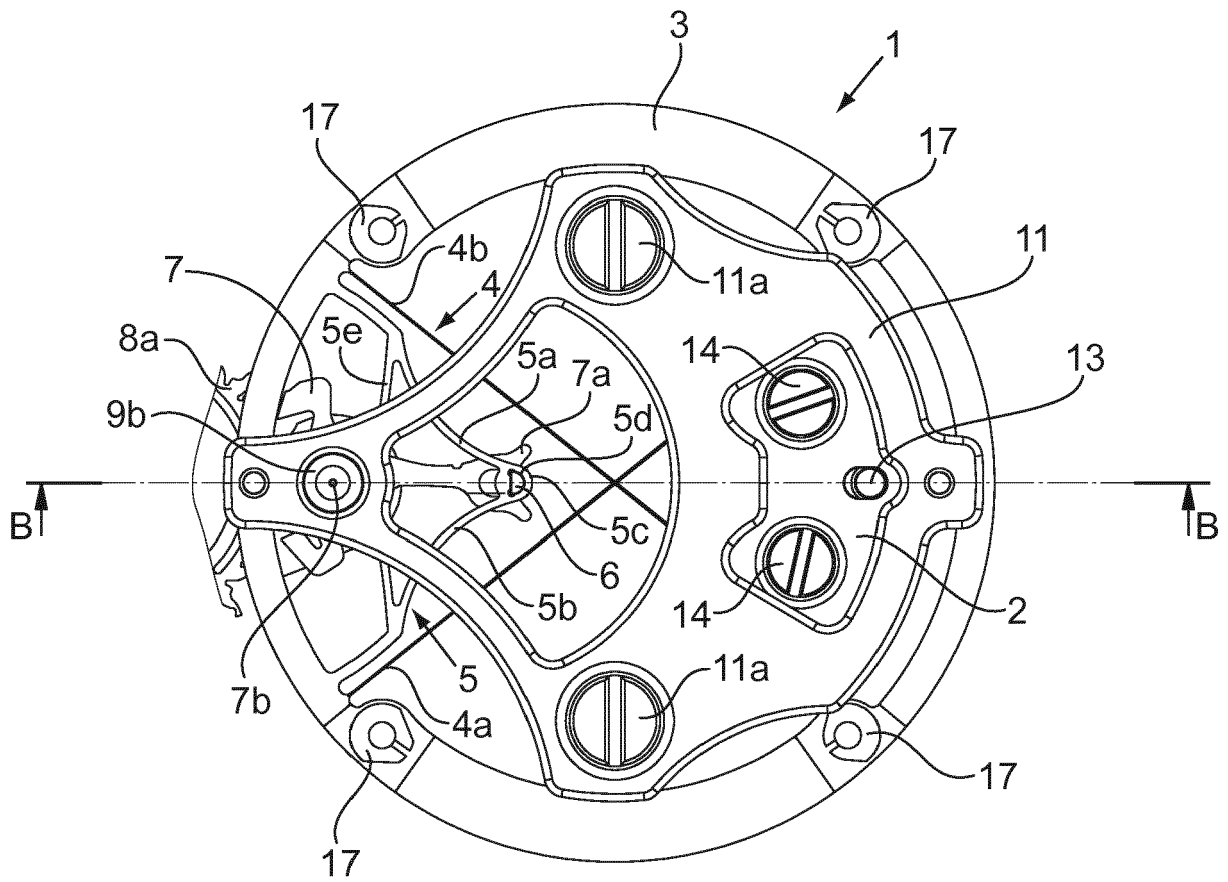
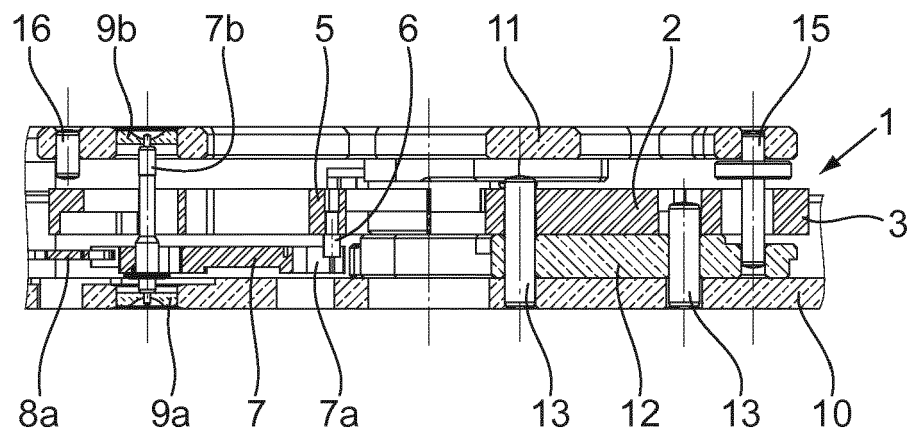


Fig.8





## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 18 20 1466

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Catégorie                                                                                                                                                                                                                           | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes                                | Revendication concernée                                                                                                                                                                                                                                         | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)        |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | EP 2 894 520 A2 (NIVAROX SA [CH])<br>15 juillet 2015 (2015-07-15)<br>* figure 4 *                              | 1-20                                                                                                                                                                                                                                                            | INV.<br>G04B17/04<br>G04B17/06        |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | EP 3 032 352 A1 (LVMH SWISS MFT SA [CH])<br>15 juin 2016 (2016-06-15)<br>* figure 13 *                         | 1-20                                                                                                                                                                                                                                                            | ADD.<br>G04B15/08                     |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | CH 710 025 A2 (ETA SA MANUFACTURE<br>HORLOGÈRE SUISSE [CH])<br>29 février 2016 (2016-02-29)<br>* figures 8,9 * | 1-20                                                                                                                                                                                                                                                            |                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                 | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)  |
|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                 | G04B                                  |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications                                                                                                                                                                      |                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                       |
| Lieu de la recherche<br><b>La Haye</b>                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                | Date d'achèvement de la recherche<br><b>29 mars 2019</b>                                                                                                                                                                                                        | Examineur<br><b>Cavallin, Alberto</b> |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                       |
| X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                       |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 18 20 1466

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.  
29-03-2019

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0460

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| EP 2894520 A2                                   | 15-07-2015             | CN 103097965 A                          | 08-05-2013             |
|                                                 |                        | EP 2596406 A1                           | 29-05-2013             |
|                                                 |                        | EP 2894520 A2                           | 15-07-2015             |
|                                                 |                        | HK 1185155 A1                           | 20-11-2015             |
|                                                 |                        | JP 5551312 B2                           | 16-07-2014             |
|                                                 |                        | JP 2013531257 A                         | 01-08-2013             |
|                                                 |                        | US 2013176829 A1                        | 11-07-2013             |
|                                                 |                        | WO 2012010408 A1                        | 26-01-2012             |
| -----                                           |                        |                                         |                        |
| EP 3032352 A1                                   | 15-06-2016             | EP 3032352 A1                           | 15-06-2016             |
|                                                 |                        | EP 3230807 A1                           | 18-10-2017             |
|                                                 |                        | JP 2018503078 A                         | 01-02-2018             |
|                                                 |                        | KR 20170125802 A                        | 15-11-2017             |
|                                                 |                        | US 2017269551 A1                        | 21-09-2017             |
|                                                 |                        | WO 2016091632 A1                        | 16-06-2016             |
| -----                                           |                        |                                         |                        |
| CH 710025 A2                                    | 29-02-2016             | CH 710025 A2                            | 29-02-2016             |
|                                                 |                        | CN 106062644 A                          | 26-10-2016             |
|                                                 |                        | EP 2990885 A1                           | 02-03-2016             |
|                                                 |                        | EP 3299907 A1                           | 28-03-2018             |
|                                                 |                        | JP 6285556 B2                           | 28-02-2018             |
|                                                 |                        | JP 2017504798 A                         | 09-02-2017             |
|                                                 |                        | RU 2016130289 A                         | 30-01-2018             |
|                                                 |                        | US 2016370766 A1                        | 22-12-2016             |
|                                                 |                        | WO 2015097066 A2                        | 02-07-2015             |
| -----                                           |                        |                                         |                        |

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- EP 1736838 A [0002]
- WO 2012010408 A [0003]
- WO 2017055983 A [0015]
- WO 2018002778 A [0027]