



(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
12.01.2022 Bulletin 2022/02

(51) Int Cl.:
G04B 17/04 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **20185171.4**

(22) Date de dépôt: **10.07.2020**

(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

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

(72) Inventeur: **Chabloz, David**
74380 Cranves-Sales (FR)

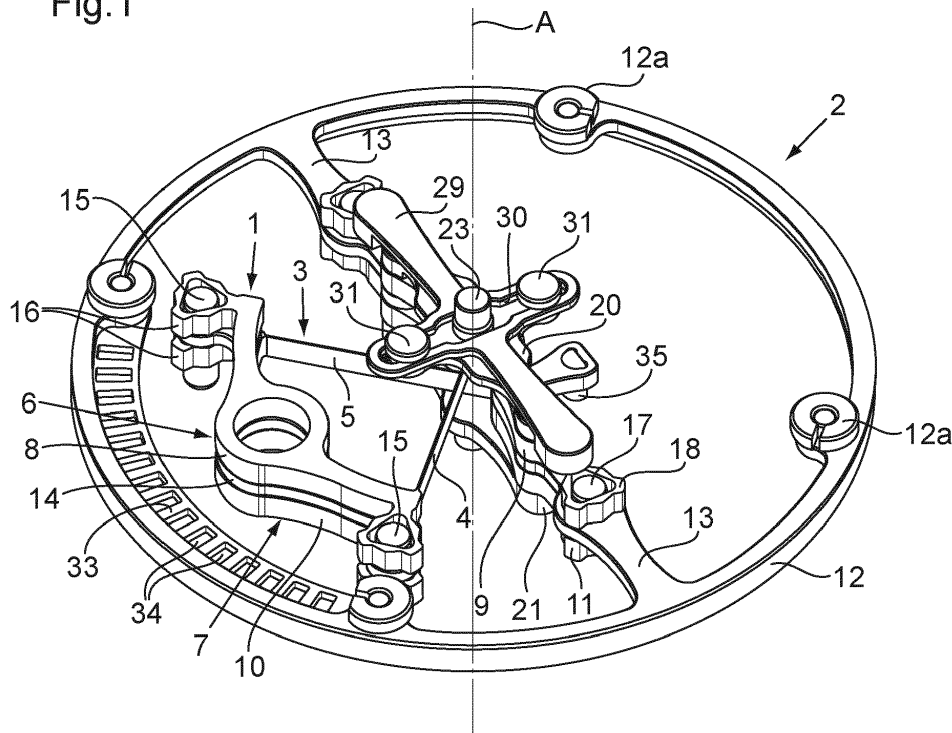
(74) Mandataire: **Micheli & Cie SA**
Rue de Genève 122
Case Postale 61
1226 Genève-Thônex (CH)

(54) **OSCILLATEUR HORLOGER A PIVOT FLEXIBLE**

(57) L'invention concerne un oscillateur horloger à pivot flexible comprenant un support (1), un balancier (2) et des première et deuxième lames élastiques (4, 5) agencées pour guider le balancier (2) en rotation par rapport au support (1) autour d'un axe de rotation virtuel (A) et pour exercer sur le balancier (2) un couple de rappel. Les première et deuxième lames élastiques (4, 5) s'étendent dans des plans parallèles et se croisent sans con-

tact. Le balancier (2) comprend une serge (12) de forme générale symétrique par rapport à l'axe de rotation virtuel (A) et est assemblé entre une pièce supérieure (6) et une pièce inférieure (7), la pièce supérieure (6) comprenant un étage supérieur (8) du support (1) et la première lame élastique (4), la pièce inférieure (7) comprenant un étage inférieur (10) du support (1) et la deuxième lame élastique (5).

Fig.1



Description

[0001] La présente invention concerne un oscillateur à pivot flexible destiné à servir de base de temps dans un mécanisme horloger.

[0002] Un oscillateur à pivot flexible est un oscillateur dont le balancier est guidé en rotation par un agencement de parties élastiques et non pas par un axe de rotation physique glissant dans des paliers. En plus de sa fonction de guidage en rotation, le pivot flexible exerce un couple de rappel sur le balancier à l'instar du spiral d'un oscillateur balancier-spiral.

[0003] Contrairement aux oscillateurs balancier-spiral, un oscillateur à pivot flexible ne produit pas de frottements secs pendant son fonctionnement. Il présente donc un meilleur facteur de qualité.

[0004] La présente invention concerne plus particulièrement un oscillateur à pivot flexible dont l'agencement de parties élastiques comprend des lames croisées séparées. De telles lames s'étendent dans des plans parallèles et dans des directions différentes pour se croiser sans contact. Des oscillateurs à lames croisées séparées sont décrits par exemple dans les demandes de brevet EP 2911012, EP 2998800, WO 2016/096677, WO 2017/055983 et WO 2018/109584.

[0005] Parmi les oscillateurs à lames croisées séparées connus, certains sont destinés à être fabriqués monolithiquement en silicium par DRIE (gravure ionique réactive profonde) et d'autres à être formés d'un assemblage de pièces. Le choix se porte normalement sur une fabrication monolithique lorsqu'on souhaite privilégier la précision dimensionnelle, et sur une fabrication par assemblage lorsqu'on préfère faciliter la fabrication, la DRIE multiniveau étant complexe et coûteuse à mettre en œuvre et nécessitant l'emploi d'une technique spéciale pour séparer les lames.

[0006] Comme pour tout oscillateur horloger, les propriétés d'un oscillateur à lames croisées séparées se caractérisent notamment par la précision de sa fréquence, son facteur de qualité, son insensibilité à la gravité, son insensibilité à la température, son isochronisme et sa tenue aux chocs.

[0007] La présente invention vise à proposer un oscillateur horloger à lames croisées séparées dont au moins une partie des propriétés susmentionnées puissent être excellentes.

[0008] A cet effet, l'invention a pour objet un oscillateur horloger à pivot flexible comprenant un support, un balancier et des première et deuxième lames élastiques agencées pour guider le balancier en rotation par rapport au support autour d'un axe de rotation virtuel et pour exercer sur le balancier un couple de rappel, les première et deuxième lames élastiques s'étendant dans des plans parallèles et se croisant sans contact, le balancier ayant une serge de forme générale symétrique par rapport à l'axe de rotation virtuel et étant assemblé entre une pièce supérieure et une pièce inférieure, la pièce supérieure comprenant un étage supérieur du support et la première

lame élastique, la pièce inférieure comprenant un étage inférieur du support et la deuxième lame élastique.

[0009] La demanderesse a constaté que la précision dimensionnelle des lames d'un oscillateur à lames croisées séparées est essentielle pour la chronométrie. Tout écart de l'une des lames par rapport aux dimensions prévues influence négativement la chronométrie. Ceci devrait plaider en faveur d'une fabrication monolithique, mais l'expérience montre en réalité qu'une fabrication par DRIE multiniveau d'un pivot flexible à lames croisées séparées n'est pas forcément plus précise, voire peut être moins précise, qu'un assemblage de pièces superposées réalisées chacune par DRIE sur un seul niveau et comprenant chacune une lame, comme le permet la présente invention.

[0010] De surcroît, l'invention permet de dissocier l'inertie de l'oscillateur, apportée essentiellement par le balancier, de la raideur des lames élastiques et de régler l'inertie et la raideur séparément. L'inertie peut être réglée de manière aisée et connue via le balancier rapporté, comme pour un balancier standard, et les lames élastiques peuvent être réalisées à la raideur souhaitée, sans contrainte de dimensionnement pour obtenir le bon compromis raideur/inertie habituellement recherché dans les oscillateurs à pivot flexible standard. Les matériaux du balancier et des pièces supérieure et inférieure peuvent être différents et optimisés chacun pour la fonction à remplir.

[0011] Par ailleurs, les caractéristiques géométriques et structurelles de l'oscillateur selon l'invention contribuent à améliorer plusieurs de ses propriétés, dont l'insensibilité à la gravité et à la température et la tenue aux chocs.

[0012] 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 d'un oscillateur horloger selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- la figure 2 est une vue en perspective du même oscillateur mais dont certaines parties ont été enlevées pour alléger le dessin, cet oscillateur étant montré ici associé à des butées centrales fixes ;
- la figure 3 est une vue en perspective d'un balancier de cet oscillateur ;
- la figure 4 est une vue en coupe axiale de cet oscillateur.

[0013] En référence aux figures 1 à 4, un oscillateur horloger à pivot flexible selon l'invention, pour une pièce d'horlogerie telle qu'une montre-bracelet, une montre de poche ou une montre pendentif, comprend un support 1, un balancier 2 et un pivot flexible 3 reliant le support 1 au balancier 2. Le support 1 est destiné à être monté sur un bâti fixe ou mobile de la pièce d'horlogerie. Le pivot flexible 3 comprend des première et deuxième lames

élastiques 4, 5 identiques mais s'étendant dans des plans parallèles et dans des directions différentes pour se croiser sans contact. En vue plane de dessus, le point de croisement des lames 4, 5 est confondu avec le centre géométrique du balancier 2. Le croisement des lames 4, 5 définit un axe de rotation virtuel A du balancier 2 par rapport au support 1, axe de rotation qui est perpendiculaire au plan de l'oscillateur et du balancier 2. Le pivot flexible 3 sert ainsi à suspendre le balancier 2 au support 1, à guider le balancier 2 en rotation par rapport au support 1 autour de l'axe de rotation virtuel A et à exercer sur le balancier 2 un couple de rappel élastique tendant à le ramener dans une position d'équilibre par rapport au support 1 (la position illustrée aux figures 1 et 2).

[0014] A la différence de nombreux oscillateurs à pivot flexible, l'oscillateur selon l'invention n'est pas monolithique mais formé d'un empilement de pièces comprenant une pièce supérieure 6, une pièce inférieure 7 et, entre les deux, le balancier 2. La pièce supérieure 6 comprend un étage supérieur 8 du support 1, la première lame élastique 4 et un bras supérieur 9 relié à l'étage supérieur 8 du support 1 par la première lame élastique 4. La pièce inférieure 7 comprend un étage inférieur 10 du support 1, la deuxième lame élastique 5 et un bras inférieur 11 relié à l'étage inférieur 10 du support 1 par la deuxième lame élastique 5.

[0015] De préférence, chacune des pièces supérieure et inférieure 6, 7 est monolithique. Le matériau de ces pièces 6, 7 est choisi pour ses bonnes propriétés élastiques et pour son aptitude à être micro-usiné. Selon un exemple typique, chacune de ces pièces 6, 7 est réalisée en silicium par DRIE à un seul niveau, technique relativement simple à mettre en œuvre et qui permet d'atteindre de grandes précisions. Les pièces 6, 7 en silicium peuvent être revêtues d'une couche de renfort, par exemple d'une couche d'oxyde de silicium, permettant d'améliorer leur résistance mécanique. Une telle couche d'oxyde de silicium peut en outre avoir une épaisseur choisie pour rendre la fréquence de l'oscillateur insensible à une variation de température (typiquement de 30°C).

[0016] Le balancier 2 comprend une serge 12 et un bras diamétral 13 qui, dans l'exemple représenté, est interrompu dans sa partie centrale. Le balancier 2 peut être réalisé, en partie au moins, dans un matériau dense tel que le cuivre au béryllium, l'or, le platine, le maillechort ou autre métal ou alliage dense. Il peut ainsi présenter un petit diamètre pour un moment d'inertie donné. De la sorte, les frottements avec l'air sont réduits, ce qui augmente le facteur de qualité. La serge 12 du balancier 2 peut porter des masselottes 12a traditionnelles permettant de régler l'inertie.

[0017] Les étages supérieur et inférieur 8, 10 du support 1 sont superposés en étant séparés par une entretoise 14, par exemple métallique, et sont assemblés par des goupilles 15. A cet effet, les goupilles 15 traversent des extrémités élastiques 16 des étages supérieur et inférieur 8, 10 et passent dans des trous de l'entretoise 14. Les étages 8, 10 sont ainsi rendus solidaires uniquement

par serrage élastique des goupilles 15. Les trous de l'entretoise 14 que traversent les goupilles 15 ont un diamètre légèrement plus grand que celui des goupilles 15 afin de ne pas contraindre les lames élastiques 4, 5, ce qui modifierait leur raideur donc la fréquence de l'oscillateur. L'entretoise 14 est immobilisée par rapport aux étages 8, 10 par collage, brasage ou soudage aux goupilles 15 et/ou à l'un au moins des étages 8, 10.

[0018] Le bras supérieur 9, le bras diamétral 13 et le bras inférieur 11 sont superposés. Comme pour le support 1, des goupilles 17 traversent des extrémités élastiques 18 des bras supérieur et inférieur 9, 11 et passent dans des trous 19 du bras diamétral 13. Les bras supérieur et inférieur 9, 11 sont ainsi rendus solidaires uniquement par serrage élastique des goupilles 17. Les trous 19 du bras diamétral 13 que traversent les goupilles 17 ont un diamètre légèrement plus grand que celui des goupilles 17 afin de ne pas contraindre les lames élastiques 4, 5. Le bras diamétral 13 est immobilisé par rapport aux bras 9, 11 par collage, brasage ou soudage aux goupilles 17 et/ou à l'un au moins des bras 9, 11. L'assemblage du bras supérieur 9, du balancier 2 (par l'intermédiaire de son bras diamétral 13) et du bras inférieur 11 forme un ensemble rigide oscillant.

[0019] Assembler le balancier 2 et les pièces supérieure et inférieure 6, 7 par les bras 9, 11, 13 confère à l'oscillateur une bonne tenue mécanique et une bonne précision d'assemblage. De plus, en cas de rotation excessive du balancier 2 causée par un choc, et quel que soit le sens de rotation du balancier 2, le bras diamétral 13 peut buter contre le support 1, plus précisément contre l'entretoise 14, avant que la limite élastique des lames élastiques 4, 5 soit dépassée, afin de protéger ces dernières.

[0020] Chaque extrémité élastique 16, 18 des étages supérieur et inférieur 8, 10 et des bras supérieur et inférieur 9, 11 peut être formée de bras élastiques, de préférence au nombre de trois, enserrant la goupille 15, 17 correspondante. Le contact entre chaque bras élastique et la goupille 15, 17 peut être ponctuel, comme représenté, afin d'assurer un contact entre les extrémités élastiques 16, 18 et les goupilles 15, 17 en des points discrets uniquement. De cette manière, l'alignement des pièces supérieure et inférieure 6, 7 peut être très précis.

[0021] Outre son intérêt en termes de précision de fabrication, l'assemblage des pièces supérieure et inférieure 6, 7 et du balancier 2 permet d'avoir une véritable séparation physique des lames élastiques 4, 5, obtenue de manière plus aisée qu'avec une fabrication monolithique.

[0022] L'assemblage des bras 9, 11, 13, avec le bras diamétral 13 servant d'entretoise aux bras supérieur et inférieur 9, 11, suspend le balancier 2 au support 1 par l'intermédiaire des lames élastiques 4, 5. Le balancier 2 constitue la partie inertielle de l'oscillateur, l'inertie des bras supérieur et inférieur 9, 11 pouvant être négligée. Par son balancier rapporté, et non pas monolithique avec le pivot flexible, la présente invention dissocie la partie

inertielle de l'oscillateur de la raideur du pivot flexible, ce qui facilite le réglage de la fréquence de l'oscillateur. L'inertie et le balourd du balancier 2, d'une part, et le couple du pivot flexible 3, d'autre part, peuvent être mesurés et corrigés facilement indépendamment l'un de l'autre. De surcroît, il est possible d'appairer le balancier 2 et le pivot flexible 3, en d'autres termes d'associer un balancier ayant un moment d'inertie choisi avec un pivot flexible produisant un couple choisi afin d'obtenir une fréquence souhaitée.

[0023] Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, l'oscillateur selon l'invention comprend un organe de butée supérieur 20 et un organe de butée inférieur 21 montés respectivement sur la face supérieure de la pièce supérieure 6 et sur la face inférieure de la pièce inférieure 7. Ces organes de butée 20, 21 sont assemblés par des goupilles 22 qui traversent les bras 9, 11, 13. Un plot central 23 de l'organe de butée supérieur 20, centré sur l'axe de rotation virtuel A, est engagé avec jeu dans un alésage 24 d'une butée supérieure 25 fixe par rapport au support 1. De même, un plot central 26 de l'organe de butée inférieur 21, centré sur l'axe de rotation virtuel A, est engagé avec jeu dans un alésage 27 d'une butée inférieure 28 fixe par rapport au support 1.

[0024] Pendant le fonctionnement normal de l'oscillateur, les plots 23, 26 tournent dans les alésages 24, 27 sans toucher la paroi de ces derniers. Les plots 23, 26 ne constituent pas des pivots guidés dans des paliers mais de simples butées mobiles aptes à entrer en contact avec les butées fixes 25, 28 en cas de choc reçu par la montre. Lors d'un choc radial, les plots 23, 26 peuvent venir s'appuyer contre la paroi latérale de l'alésage 24, 27. Lors d'un choc axial, l'un des plots 23, 26 peut s'arrêter contre le fond de l'alésage 24, 27 ou plus généralement l'un des organes de butée 20, 21 peut s'arrêter contre la butée fixe 25, 28 correspondante. La coopération entre les organes de butée 20, 21 et les butées fixes 25, 28 protège les lames élastiques 4, 5 en les empêchant de se déformer au-delà de leur limite élastique lors de chocs radiaux ou axiaux.

[0025] L'organe de butée supérieur 20 et l'organe de butée inférieur 21 sont typiquement réalisés dans un matériau métallique qui peut être le même ou qui peut être différent du matériau métallique du balancier 2. Les goupilles 22 peuvent être chassées dans les organes de butée 20, 21 et dans le bras diamétral 13 du balancier 2 et traverser avec jeu les bras supérieur et inférieur 9, 11.

[0026] L'agencement plot-alésage pourrait être inversé, autrement dit les butées fixes 25, 28 pourraient comprendre les plots et les organes de butée 20, 21 pourraient comprendre les alésages.

[0027] Par l'agencement du balancier 2 entre les pièces supérieure et inférieure 6, 7, le balancier 2 et plus généralement tout l'ensemble rigide oscillant 2, 9, 11, 20, 21 peut avoir son centre de masse situé sensiblement dans le plan médian du pivot flexible 3, entre les plans parallèles dans lesquels s'étendent respectivement les lames élastiques 4, 5. On réduit ainsi le risque de bas-

culement du balancier 2 lors de mouvements de bras du porteur, lors de chocs ou sous l'effet de la gravité, basculement qui perturberait la chronométrie en déformant hors de leur plan de fonctionnement les lames élastiques 4, 5 voire en faisant frotter les organes de butée 20, 21 contre les butées fixes 25, 28. Placer le balancier entre les pièces supérieure et inférieure 6, 7 rend en outre la fréquence de l'oscillateur moins sensible à la température. En cas de dilatation thermique de l'oscillateur, le balancier 2, métallique, se déforme différemment des bras 9, 11 en silicium. L'agencement selon l'invention permet d'éviter que les pièces supérieure et inférieure 6, 7 en silicium se galbent et déforment les lames 4, 5 en torsion, modifiant ainsi leur raideur.

[0028] Le balancier 2 et sa serge 12 présentent une forme générale symétrique par rapport à l'axe de rotation virtuel A, ceci afin qu'une dilatation thermique du balancier 2 ne modifie pas, ou modifie peu, la position de son centre de masse, évitant ainsi d'augmenter l'écart de marche entre les différentes positions de la montre à l'amplitude de fonctionnement nominale. En outre, la serge 12 est de préférence annulaire pour optimiser le rapport inertie sur masse du balancier 2 et par voie de conséquence diminuer la sensibilité de la fréquence de l'oscillateur à l'orientation par rapport à la gravité.

[0029] Selon encore une autre caractéristique avantageuse de l'invention, visible à la figure 1, une pièce de réglage de balourd 29 est montée sur le balancier 2. Cette pièce de réglage de balourd 29 est montée au centre du balancier 2, sur l'organe supérieur de butée 20, pour modifier le moins possible l'inertie du balancier 2. Cette pièce de réglage de balourd 29 est maintenue élastiquement par le plot central 23 de l'organe supérieur de butée 20 qui traverse, en la déformant élastiquement, une fente 30 de la pièce 29. La fente 30 est orientée suivant l'axe de symétrie du pivot flexible 3 passant entre les points de jonction du pivot flexible 3 au support 1 en vue plane de dessus. Des tenons 31 chassés dans l'organe supérieur de butée 20 et traversant la fente 30 guident la pièce de réglage de balourd 29 en translation le long de l'axe de symétrie précité lorsque la pièce 29 est déplacée par l'horloger pour régler le balourd du balancier 2.

[0030] Conformément à l'enseignement de la demande de brevet n° PCT/IB2020/056370, dont le contenu est incorporé par renvoi, la pièce de réglage de balourd 29 permet de placer le centre de masse du balancier 2, plus exactement le centre de masse de tout l'ensemble rigide oscillant auquel appartient le balancier 2, sur l'axe de symétrie précité du pivot flexible 3 à une position distincte de celle de l'axe de rotation virtuel A, ladite position étant choisie de manière à rendre minimale la dépendance de la fréquence d'oscillation vis-à-vis de l'orientation de la gravité pour une amplitude d'oscillation prédéterminée. Les masselottes de réglage 12a portées par le balancier 2 peuvent être utilisées pour compenser la modification de l'inertie du balancier 2 causée par le réglage de balourd.

[0031] Le balancier 2 peut porter une pièce 33 ou pré-

senter une excroissance ou un évidement lui permettant d'atteindre un certain balourd dès la fabrication, la pièce de réglage de balourd 29 servant alors d'élément de réglage fin. Comme illustré sur les figures 1 et 3, la pièce 33 peut être en arc de cercle centré sur l'axe de rotation virtuel A et peut être percée de jours 34 dont la fonction est de permettre une mesure optique (par diode laser) de l'amplitude du balancier 2 en fonction du temps.

[0032] Pour sa coopération avec une fourchette d'échappement, l'oscillateur selon l'invention peut comprendre une cheville 35 de type classique. Cette cheville 35 peut être portée par l'organe de butée inférieur 21, comme représenté. Elle peut en variante être portée par l'organe de butée supérieur 20 ou par les bras supérieur et inférieur 9, 11.

[0033] On notera que le mode d'assemblage du balancier 2 et des pièces supérieure et inférieure 6, 7 par les goupilles 17 est indépendant de la forme du balancier 2 et de sa serge 12 et de l'ordre dans lequel les pièces 2, 6, 7 sont empilées.

Revendications

1. Oscillateur horloger à pivot flexible comprenant un support (1), un balancier (2) et des première et deuxième lames élastiques (4, 5) agencées pour guider le balancier (2) en rotation par rapport au support (1) autour d'un axe de rotation virtuel (A) et pour exercer sur le balancier (2) un couple de rappel, les première et deuxième lames élastiques (4, 5) s'étendant dans des plans parallèles et se croisant sans contact, le balancier (2) ayant une serge (12) de forme générale symétrique par rapport à l'axe de rotation virtuel (A) et étant assemblé entre une pièce supérieure (6) et une pièce inférieure (7), la pièce supérieure (6) comprenant un étage supérieur (8) du support (1) et la première lame élastique (4), la pièce inférieure (7) comprenant un étage inférieur (10) du support (1) et la deuxième lame élastique (5).
2. Oscillateur horloger selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** comprend un bras diamétral (13) faisant partie du balancier (2), un bras supérieur (9) faisant partie de la pièce supérieure (6) et un bras inférieur (11) faisant partie de la pièce inférieure (7), **et en ce que** le balancier (2) est assemblé aux pièces supérieure et inférieure (6, 7) par la superposition et l'assemblage de ces trois bras (9, 11, 13).
3. Oscillateur horloger selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'assemblage des trois bras (9, 11, 13) est apte à buter contre le support (1), dans chacun des deux sens de rotation du balancier (2), avant que la limite élastique des première et deuxième lames élastiques (4, 5) soit dépassée, en cas de rotation excessive du balancier (2).
4. Oscillateur horloger selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** les trois bras (9, 11, 13) sont assemblés par des goupilles (17) serrées élastiquement par des parties élastiques (18) des bras supérieur et inférieur (9, 11) et traversant le bras diamétral (13) avec du jeu, **et en ce que** le bras diamétral (13) est immobilisé par rapport aux bras supérieur et inférieur (9, 11) par collage, brasage ou soudage.
5. Oscillateur horloger selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le balancier (2) est assemblé aux pièces supérieure et inférieure (6, 7) par des goupilles (17) serrées élastiquement par des parties élastiques (18) des pièces supérieure et inférieure (6, 7) et traversant le balancier (2) avec du jeu, **et en ce que** le balancier (2) est immobilisé par rapport aux pièces supérieure et inférieure (6, 7) par collage, brasage ou soudage.
6. Oscillateur horloger selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé en ce que** les parties élastiques (18) sont en contact avec les goupilles (17) seulement en des points discrets.
7. Oscillateur horloger selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** chacune des pièces supérieure et inférieure (6, 7) est monolithique.
8. Oscillateur horloger selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le balancier (2) est fait dans un matériau différent de celui des pièces supérieure et inférieure (6, 7), de préférence un matériau plus dense que celui des pièces supérieure et inférieure (6, 7).
9. Oscillateur horloger selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** le balancier (2) est en métal ou alliage.
10. Oscillateur horloger selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** les pièces supérieure et inférieure (6, 7) sont faites dans un matériau à base de silicium.
11. Oscillateur horloger selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** la serge (12) est annulaire.
12. Oscillateur horloger selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce qu'il** comprend dans sa partie centrale des organes de butée supérieur et inférieur (20, 21) solidaires du balancier (2) et aptes, en cas de choc, à buter respectivement contre des butées (25, 28) fixes par rapport au support (1) avant que

la limite élastique des première et deuxième lames élastiques (4, 5) soit dépassée.

13. Oscillateur horloger selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, 5
caractérisé en ce qu'il comprend une pièce de réglage de balourd (29) montée sur le balancier (2) et agencée pour être guidée en translation le long d'un axe de symétrie des première et deuxième lames élastiques (4, 5) passant entre les points de jonction des première et deuxième lames élastiques (4, 5) 10
au support (1) en vue plane de dessus.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig.1

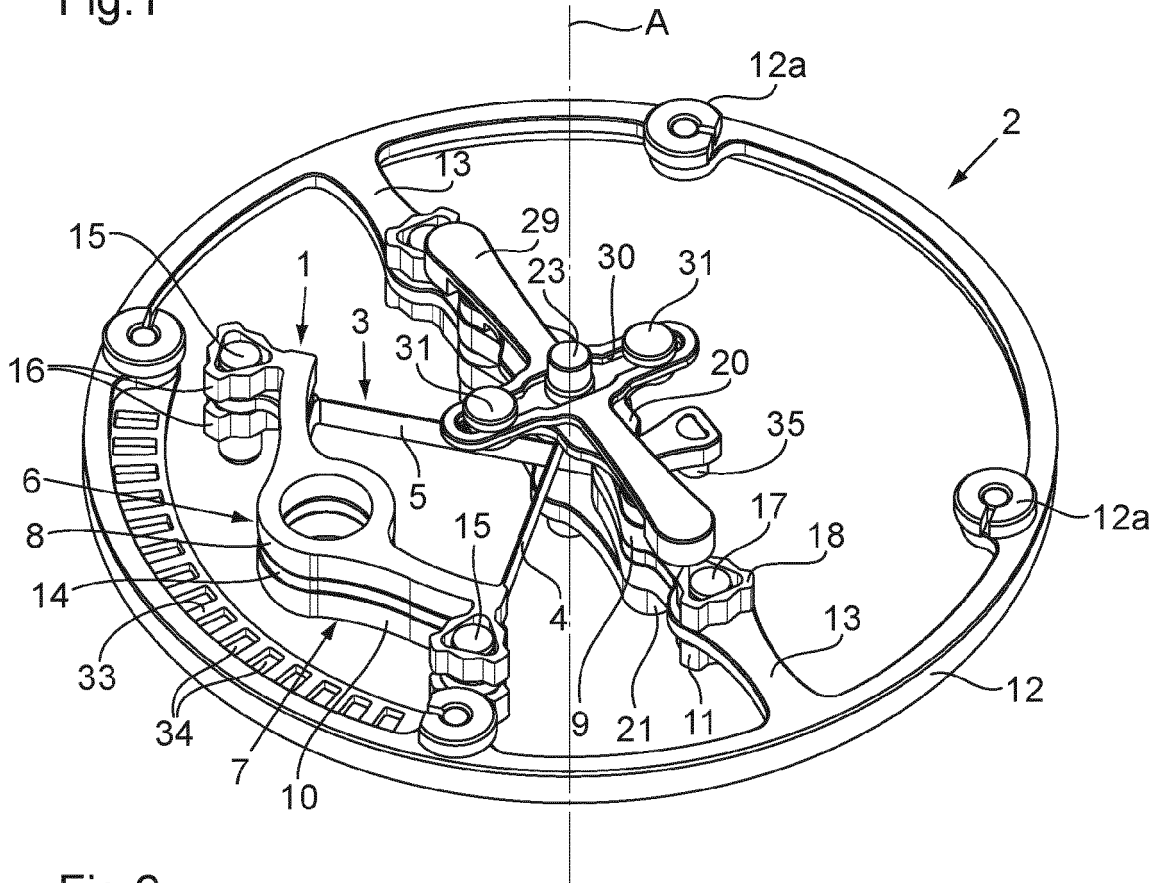


Fig.2

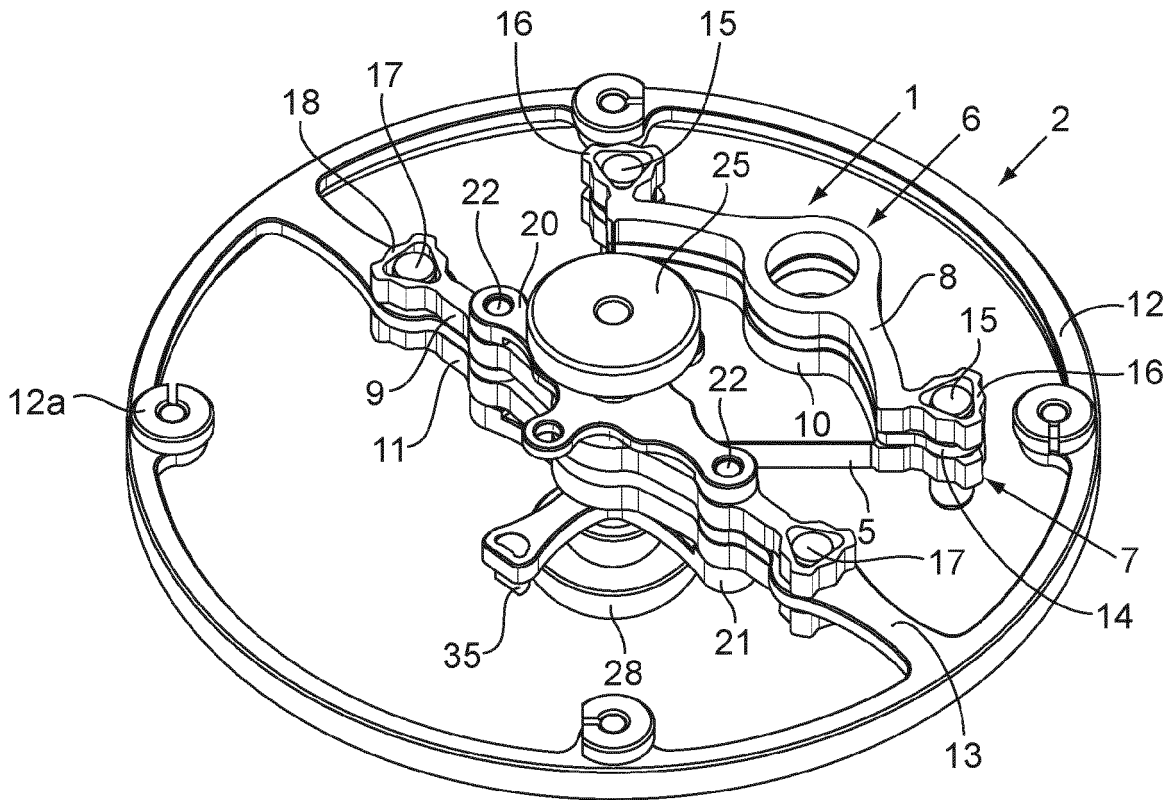


Fig.3

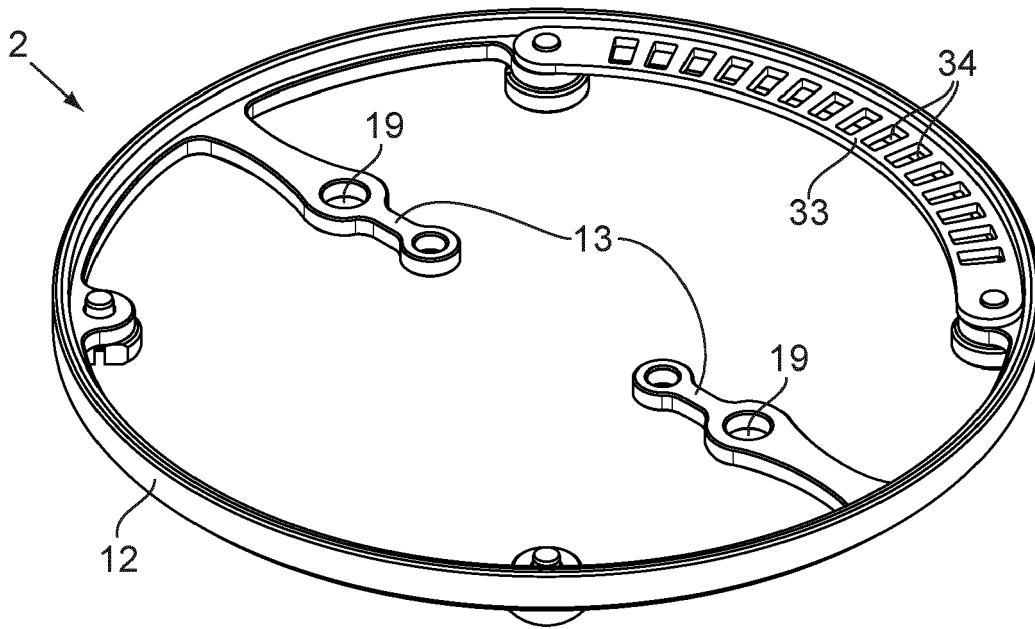
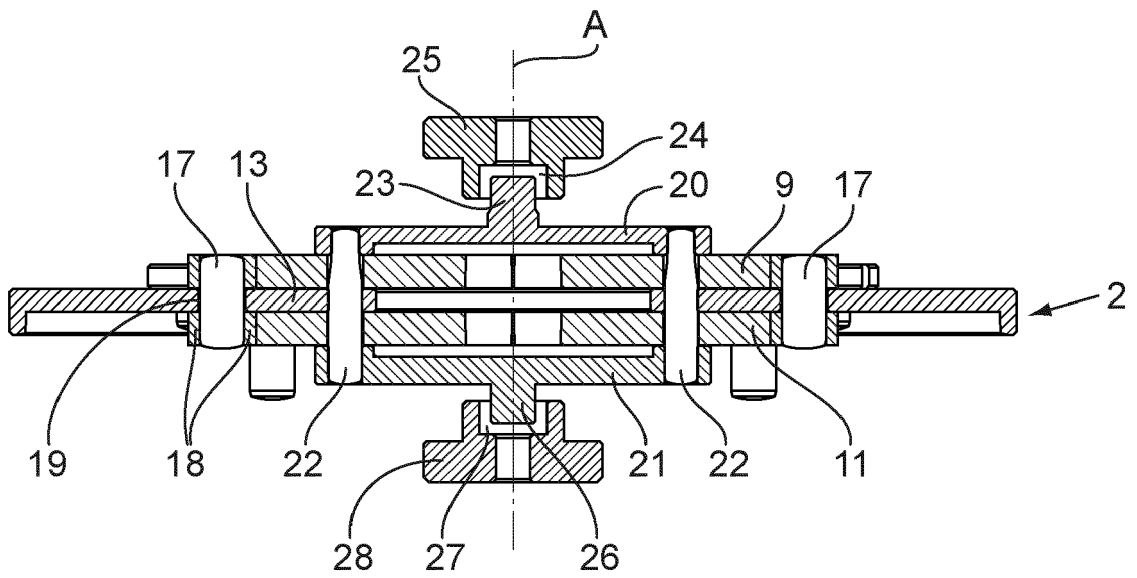


Fig.4





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 20 18 5171

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	WO 2019/141789 A1 (ECOLE POLYTECHNIQUE FED LAUSANNE EPFL [CH]) 25 juillet 2019 (2019-07-25)	1-3,7-12	INV. G04B17/04
A	* alinéa [0093]; figures 17a , 17b *	4-6,13	
A	DE 201 823 C (HUGO PRAHL) 17 septembre 1908 (1908-09-17) * page 1, lignes 1-60; figures 1,2 *	1-13	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			G04B
1 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 3 décembre 2020	Examineur Cavallin, Alberto
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1503 03.02 (P04C02)

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

EP 20 18 5171

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.

03-12-2020

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2019141789 A1	25-07-2019	EP 3740820 A1 WO 2019141789 A1	25-11-2020 25-07-2019
DE 201823 C	17-09-1908	AUCUN	

EPO FORM P0460

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- EP 2911012 A [0004]
- EP 2998800 A [0004]
- WO 2016096677 A [0004]
- WO 2017055983 A [0004]
- WO 2018109584 A [0004]
- WO 2020056370 W [0030]