



(11) **EP 4 242 752 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
13.09.2023 Bulletin 2023/37

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
G04B 31/004 ^(2006.01) **G04B 31/02** ^(2006.01)
G04B 31/08 ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **22161628.7**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
G04B 31/004; G04B 31/02; G04B 31/08

(22) Date de dépôt: **11.03.2022**

(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:
• **CONUS, Thierry**
2543 Lengnau (CH)
• **COURVOISIER, Raphaël**
2035 Corcelles (CH)
• **HELPER, Jean-Luc**
2525 Le Landeron (CH)
• **HUOT-MARCHAND, Sylvain**
2743 Eschert (CH)

(71) Demandeur: **ETA SA Manufacture Horlogère**
Suisse
2540 Grenchen (CH)

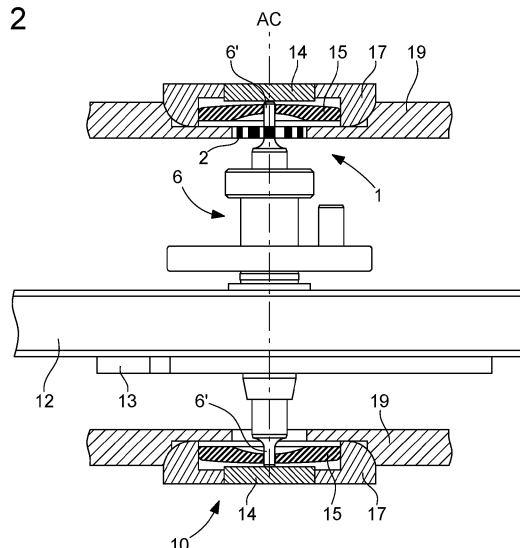
(74) Mandataire: **ICB SA**
Faubourg de l'Hôpital, 3
2001 Neuchâtel (CH)

(54) **DISPOSITIF POUR GUIDER UN ARBRE D'UN BALANCIER A RESSORT SPIRAL**

(57) Le dispositif (1) est prévu pour guider un arbre de rotation (6) d'un balancier spiral. Le dispositif comprend au moins l'arbre de rotation et un palier (2) de guidage d'une extrémité de l'arbre de rotation du balancier spiral, le palier de guidage comprenant au moins une lame (3) et une surface (5) de contact et maintien de l'extrémité de l'arbre de rotation du balancier spiral. Au moins une partie d'extrémité de l'arbre et au moins la lame et la surface de contact du palier de guidage sont réalisées dans un matériau dont le module de Young est inférieur ou égal à 100 GPa et/ou pour réduire le coefficient de frottement des parties en contact. Le dispositif

comprend encore au moins un moyen pour réduire l'effet de la gravité selon l'orientation prise par le dispositif ou la pièce d'horlogerie le comprenant. Le moyen de réduction de l'effet de la gravité comprend au moins un corps solide (15) à ouverture de guidage, tel qu'une pierre à trou (15), dont l'ouverture est disposée selon l'axe de l'arbre de rotation (6) en position centrée. Une tige d'extrémité de l'arbre de rotation ou d'un pivot fixé sur l'arbre traverse l'ouverture du corps solide pour un guidage de l'arbre de rotation sans trop de jeu angulaire dû à l'effet de la gravité.

Fig. 2



EP 4 242 752 A1

Description

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] L'invention concerne un dispositif pour guider un arbre rotatif d'un balancier à ressort spiral d'une pièce d'horlogerie.

[0002] L'invention concerne également un mouvement horloger et une pièce d'horlogerie comprenant respectivement un tel dispositif pour guider un arbre rotatif d'un balancier à ressort spiral.

ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE

[0003] En horlogerie, il est connu d'utiliser un balancier spiral constituant un oscillateur mécanique, dont la fréquence d'oscillation peut être ajustée électroniquement ou mécaniquement par un rouage de finissage lié à un système à barillet. Le pivot à une extrémité de l'arbre peut être guidé généralement en passant à travers une ouverture circulaire de guidage mais avec un certain jeu. Dans ces conditions, on constate un positionnement peu précis et un frottement important dépendant de la position de la montre, susceptible d'user rapidement ledit pivot et d'altérer la précision chronométrique de la montre, ce qui constitue un inconvénient.

[0004] Le document CH 239 786 décrit un dispositif de guidage d'un pivot à une extrémité de l'arbre de rotation d'un balancier spiral. Le dispositif est agencé avec une pierre olivée et une butée inclinée par rapport à l'arbre du balancier. Le guidage de l'arbre est effectué sans jeu. Le frottement est ainsi indépendant de la position de la montre. Dans une position horizontale de la montre, le frottement additionnel de la partie cylindrique du pivot contre la pierre olivée est ainsi similaire à celui subit en position verticale. L'amplitude est par contre diminuée pour toute les positions, ce qui constitue un inconvénient pour la maîtrise de la précision.

[0005] Il est également connu des documents EP 3 258 325 B1 et CH 269 552, la réalisation d'un arbre de rotation d'un balancier spiral, dans un matériau céramique de manière à éviter une usure trop rapide des extrémités de l'arbre en rotation dans un guidage.

[0006] Le document EP 3 382 472 A1 décrit un palier de guidage d'un pivot d'un arbre de rotation d'un balancier spiral d'une pièce d'horlogerie. Il peut être prévu un palier de guidage de chaque côté des extrémités de l'arbre en rotation. Le palier de guidage peut être constitué dans une forme d'exécution de trois lames courbées en forme de spirale régulièrement espacées les unes des autres, dont une première extrémité de chaque lame est fixée à un anneau coaxial à l'arbre de rotation alors qu'une seconde extrémité de chaque lame vient en contact d'une extrémité de l'arbre de rotation du balancier pour le maintenir radialement. Le palier de guidage est réalisé dans un matériau métallique. Le palier de guidage réalisé dans un matériau métallique ne permet pas de diminuer suffisamment les efforts au contact de l'arbre

ou du pivot sur l'arbre. Dans ces conditions, il y a trop de pertes d'énergie dues principalement aux frottements avec l'extrémité du pivot ou de l'arbre de rotation, et ceci même si les frottements ne dépendent plus trop de l'orientation de la montre, ce qui constitue un inconvénient.

[0007] Il est encore à noter que la géométrie « ouverte » du palier de guidage ne permet pas de retenir la lubrification liquide généralement déposée entre la pierre à trou et la pierre contre-pivot d'un palier amortisseur conventionnel. Dans le présent cas, l'huile va migrer le long du pivot puis de l'arbre. A terme, le pivot va frotter « à sec » dans son palier, ce qui va accélérer encore son usure.

[0008] Suivant l'orientation de la pièce d'horlogerie à mouvement mécanique, la gravité peut avoir un effet sur le fonctionnement du mécanisme horloger. On peut citer à ce titre le document CH 707 501 A2, qui décrit un dispositif de guidage d'arbre d'horlogerie. Pour éviter un trop grand jeu angulaire de l'arbre de rotation, au moins un pivot d'axe à une extrémité de l'arbre traverse une pierre à trou fixée dans un chaton et une pierre contre-pivot qui comporte une surface d'appui recevant l'extrémité dudit pivot. Le trou de la pierre traversée par le pivot est de diamètre sensiblement supérieur au diamètre du pivot de manière à le laisser libre de se déplacer très légèrement en fonction de l'orientation de la pièce d'horlogerie et principalement de la gravité. La pierre d'appui peut être légèrement inclinée pour positionner le pivot de l'arbre dans le trou de la pierre à trou avec un léger jeu angulaire, mais en évitant d'avoir des décalages angulaires trop importants aux extrémités de l'arbre dus à la gravité. Dans le cas présent, l'arbre n'est pas maintenu dans une position bien centrée.

RESUME DE L'INVENTION

[0009] L'invention a donc pour but principal de pallier les inconvénients de l'état de la technique en proposant un dispositif pour guider un arbre de rotation d'un balancier spiral avec un jeu limité de l'arbre dû à la gravité et avec un matériau et une géométrie des parties de contact du guidage sélectionnés pour réduire les forces d'appui et donc les forces de frottement.

[0010] A cet effet, l'invention concerne un dispositif pour guider un arbre de rotation d'un balancier spiral, qui comprend les caractéristiques définies dans la revendication indépendante 1.

[0011] Des formes particulières de réalisation du dispositif pour guider un arbre de rotation d'un balancier spiral sont décrites également dans les revendications dépendantes 2 à 23.

[0012] Un avantage du dispositif pour guider un arbre de rotation d'un balancier spiral réside dans le fait qu'au moins une extrémité de l'arbre de rotation par exemple au niveau d'une extrémité de l'arbre de rotation ou d'un pivot fixé à une extrémité de l'arbre de rotation, traverse une ouverture de guidage d'un corps solide, tel qu'une

Pierre à trou. Le diamètre du trou est très légèrement supérieur au diamètre d'une tige d'extrémité de l'arbre ou du pivot fixé à l'arbre de manière à permettre un léger jeu.

[0013] Avantageusement, au moins les parties en contact de l'arbre, ou d'un pivot fixé à l'arbre, et d'un palier de guidage de l'arbre sont :

- réalisées dans un matériau ayant un module d'Young inférieur ou égal à 100 GPa de manière à réduire les forces de frottement, et/ou
- réalisées avec, ou revêtues par des matériaux dont le coefficient de frottement entre eux est inférieur à 0,15, voire 0,1, voire même 0,05.

[0014] De préférence, le matériau peut être de la céramique ou du verre ou également un polymère chargé ou non pour réaliser notamment la ou les lames de guidage et maintien du palier de guidage du dispositif en contact d'une extrémité de l'arbre de rotation du balancier spiral. En plus du matériau choisi, il doit encore y avoir une précision d'usinage dans un intervalle de tolérance défini. La géométrie de la ou des lames peut aussi être adaptée afin de minimiser la surface de contact avec l'extrémité de l'arbre ou du pivot sur l'arbre.

[0015] L'invention concerne également un mouvement horloger, qui comprend un tel dispositif comme défini dans la revendication 24.

[0016] L'invention concerne également une pièce d'horlogerie qui comprend un tel dispositif comme défini dans la revendication 25.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0017] Les buts, avantages et caractéristiques d'un dispositif pour guider un arbre de rotation d'un balancier spiral apparaîtront mieux dans la description suivante notamment en regard des dessins sur lesquels :

- la figure 1 représente une vue tridimensionnelle depuis le dessus d'un balancier spiral avec une partie du dispositif pour guider l'arbre de rotation du balancier spiral,
- la figure 2 représente une vue verticale de côté en coupe partielle du balancier spiral avec le dispositif pour guider l'arbre de rotation palliant l'effet de la gravité selon l'invention,
- les figures 3a, 3b et 3c représentent une vue de dessus simplifiée d'une première forme d'exécution d'un palier de guidage du dispositif pour guider l'arbre de rotation selon l'invention, et deux vues en coupe transversales A-A de deux variantes de réalisation du palier de guidage,
- la figure 4 représente une vue de dessus simplifiée

d'une seconde forme d'exécution d'un palier de guidage du dispositif pour guider l'arbre de rotation selon l'invention,

- 5 - la figure 5 représente une vue verticale de côté en coupe transversale d'un dispositif pour guider l'arbre de rotation d'un balancier spiral comprenant comme pour la figure 2 au moins un corps solide à ouverture de guidage, tel qu'une pierre à trou agissant en combinaison avec le palier de guidage de l'arbre de rotation pour pallier l'effet de la gravité selon l'invention, et
- 10 - la figure 6 représente une vue verticale de côté en coupe transversale du dispositif de guidage de l'arbre de rotation qui consiste en une variante de réalisation du palier de guidage comme représenté à la figure 3a et intrinsèquement lié à un corps solide à ouverture de guidage, tel qu'une pierre à trou pour former une structure monobloc en variante de réalisation de la figure 5.
- 15
- 20

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

25 **[0018]** Dans la description suivante, tous les composants ou éléments du dispositif pour guider un arbre de rotation d'un balancier spiral sont connus en général. Ces éléments ou composants ne seront donc décrits que sommairement. Il est tout d'abord à noter que le dispositif de guidage d'un arbre de rotation du balancier spiral comprend également ledit arbre qui fait partie d'un tout avec les éléments de guidage de cet arbre et des moyens pour éviter l'effet de la gravité. Bien entendu, il peut aussi être mentionné un ensemble qui comprend au moins un palier de guidage et l'arbre de rotation du balancier spiral pour définir le dispositif pour guider un arbre de rotation du balancier spiral.

30 **[0019]** Dans la description suivante du dispositif pour le guidage d'un arbre de rotation d'un balancier spiral, il peut être prévu un palier de guidage, qui peut être constitué de parties de contact telles que des lames flexibles par exemple pour le positionnement de l'axe du balancier spiral. Cela permet notamment de limiter les mouvements parasites du balancier spiral, quand le mouvement est dans une position horizontale. En général, les mouvements occasionnés sont responsables de défauts chronométriques. Dans une forme d'exécution avec les lames flexibles, ces lames ont un effet de centrage de l'axe de rotation du balancier spiral.

40 **[0020]** Il est aussi possible selon l'invention d'équilibrer les forces de frottement entre des positions horizontales et verticales du mouvement horloger. Les pertes dues au frottement sont généralement responsables de baisses d'amplitude et donc des différences de marche en chronométrie du fait de l'anisochronisme intrinsèque du système balancier spiral. Si on a des pertes équivalentes indépendamment de la position horizontale ou verticale, cela permet de garantir une bonne précision du mouve-

ment quelle que soit sa position dans l'espace.

[0021] Selon la présente invention comme décrit par la suite, il peut être utilisé un corps solide à ouverture de guidage combiné au palier de guidage de l'arbre de rotation du balancier spiral. Cela signifie que quand le mouvement est dans une position verticale, l'axe du balancier repose dans l'ouverture de guidage du corps solide. Ceci permet de limiter mécaniquement le déplacement radial du balancier autrement que par la simple raideur des lames. Un déplacement radial plus important est un effet fortement néfaste à la chronométrie.

[0022] Selon la présente invention, il peut être imaginé également un système de pivotement dans un espace fermé, ce qui permet l'utilisation d'un lubrifiant contrairement à ce qui est décrit dans l'art antérieur où on rencontre un système dit ouvert, qui est généralement incompatible avec de la lubrification. Avec un lubrifiant ajouté, cela permet de limiter au maximum les pertes par frottement, ce qui procure l'avantage d'intégrer des lames de palier de guidage, qui peuvent être plus raides mais aussi plus facilement manipulables lors de l'assemblage des composants.

[0023] Comme décrit également par la suite selon la présente invention, il y a un avantage de pouvoir utiliser des composants en matériaux polymères. Ces composants sont par exemple réalisés pour des lames flexibles ou élastiques dans un palier de guidage ou également pour le revêtement de parties de contact de tels paliers de guidage. Au lieu de lames flexibles ou élastiques ou parties de contact, il peut aussi être imaginé d'utiliser un élastomère muni de surfaces de frottement réalisées dans un matériau plus adapté aux frottements avec des inserts adéquats.

[0024] Les figures 1 et 2 représentent le balancier spiral avec le dispositif 1 pour guider l'ensemble à arbre de rotation dudit balancier spiral de manière simplifiée pour la figure 1 et avec des moyens de réduction de l'effet de la gravité pour la figure 2. Le balancier spiral est formé d'une serge 12 reliée par exemple par trois bras 11 à un arbre de rotation 6 central, et un ressort spiral 13, ayant une première extrémité reliée à un piton non représenté d'un pont du balancier. Une seconde extrémité du ressort spiral 13 est fixée directement, ou indirectement par l'intermédiaire d'une virole, sur l'arbre de rotation 6 du balancier spiral.

[0025] Le dispositif 1 pour guider l'arbre de rotation 6 du balancier spiral comprend ledit arbre de rotation 6 et au moins un palier 2 de guidage disposé de préférence à une extrémité de l'arbre de rotation 6. Bien entendu, il est tout à fait envisageable d'avoir deux paliers de guidage 2 de l'arbre de rotation disposés aux deux extrémités de l'arbre de rotation notamment pour centrer l'arbre de rotation 6 selon l'axe central AC.

[0026] La figure 2 définit complètement le dispositif 1 pour guider un arbre de rotation 6 avec un ou des moyens 10 pour réduire l'effet de la gravité, qui sont prévus pour maintenir l'arbre de rotation bien centré, et disposés au moins à une extrémité de l'arbre de rotation. De préfé-

rence, au moins une extrémité de l'arbre de rotation comprend un pivot 6' fixé ou venant directement de matière avec l'arbre du côté d'une extrémité de l'arbre de rotation. L'extrémité du pivot 6' en forme de tige par exemple cylindrique est insérée dans l'ouverture d'un corps solide 15, tel qu'une pierre percée ou pierre à trou. Le corps solide 15 à ouverture de guidage va servir de butée pour limiter la course du pivot dans le plan xy, qui est le plan normal à l'axe AC ou, comme mentionné ci-dessous, limiter le jeu angulaire. Il constitue ainsi un moyen pour réduire les déplacements de l'arbre dû à l'effet de la gravité dépendant de l'orientation de la pièce d'horlogerie notamment quand la pièce d'horlogerie est positionnée dans une direction verticale.

[0027] Le diamètre de l'ouverture du corps solide 15 à ouverture de guidage, tel qu'une pierre à trou, est de préférence légèrement supérieur au diamètre de la tige du pivot 6' de manière à permettre un jeu angulaire inférieur à 3° possible de l'arbre de rotation 6, mais un jeu radial qui doit être suffisamment petit pour réduire l'effet de la gravité en fonction de l'orientation prise par la pièce d'horlogerie.

[0028] Selon une forme d'exécution plus avantageuse, le corps solide 15 à ouverture de guidage comme une pierre percée ou pierre à trou a son ouverture centrée sur l'axe AC de l'arbre de rotation 6 et il en est de même pour le palier 2 de guidage de l'arbre de rotation 6, qui peut être disposé du côté intérieur de la la pièce d'horlogerie et en dessous du corps solide 15 à ouverture de guidage. Le corps solide 15 à ouverture de guidage, qui peut être par exemple une pierre à trou 15, est en principe maintenu dans un chaton 17 logé dans un bloc 19, qui est lui-même fixé à une ébauche de la pièce d'horlogerie non représentée. Le chaton 17 comporte encore une pièce contre-pivot 14 pour supporter l'extrémité du pivot 6' fixé ou venant de matière avec l'arbre à l'extrémité de l'arbre de rotation 6. La pièce contre-pivot 14 est sensiblement montée parallèle au corps solide 15 et d'un côté opposé au palier 2 de guidage. Cette pièce contre-pivot 14 peut être maintenue en place par des moyens élastiques non représentés.

[0029] Dans la mesure où deux moyens pour réduire l'effet de la gravité sont prévus à chaque extrémité de l'arbre de rotation 6 ou des pivots 6' fixés aux extrémités de l'arbre de rotation 6, chaque tige d'extrémité de l'arbre de rotation 6 ou des pivots 6' passe à travers l'ouverture traversante respective du corps solide 15 pour venir éventuellement en contact direct de la pièce contre-pivot 14 respective.

[0030] Un corps solide 15 à ouverture de guidage peut être réalisé en tout type de matériau solide par exemple en métal, en céramique, ou tout type de matériau dur facilement réalisable ou usinable.

[0031] Selon la forme d'exécution présentée à la figure 2, il est prévu deux moyens 10 pour réduire l'effet de la gravité disposés du côté des deux extrémités de l'arbre de rotation, et un palier 2 de guidage monté du côté d'une extrémité supérieure de l'arbre de rotation 6 par exemple

côté cadran. Généralement, un pivot 6' est réalisé à chaque extrémité de l'arbre de rotation 6 sous forme monobloc avec l'arbre de rotation. Cependant le pivot 6' peut être aussi fixé à l'extrémité de l'arbre de rotation 6. Dans les deux cas, chaque pivot 6' a une tige d'extrémité cylindrique pour être insérée avec un certain jeu dans chaque ouverture respective de guidage du ou des corps solides 15.

[0032] Il peut être aussi envisagé d'avoir deux paliers de guidage 2 montés respectivement du côté de chaque extrémité de l'arbre de rotation 6, par exemple à l'endroit de deux pivots 6' fixés respectivement aux extrémités de l'arbre de rotation 6 ou venant de matière avec l'arbre de rotation pour former une structure monobloc. Chaque palier 2 de guidage décrit plus en détail en référence aux figures 3 et 4 ci-après, comprend des parties de contact et de maintien des extrémités de l'arbre de rotation étant donné que l'arbre de rotation 6 lié au balancier spiral est toujours en rotation alternative en fonctionnement normal par rapport au palier 2 de guidage qui est monté fixement dans ou sur au moins un organe statique, qui peut être une ébauche, ou de préférence le bloc 19 ou encore préférentiellement, le chaton 17.

[0033] Au moins toutes les parties en contact du palier 2 de guidage et de l'arbre de rotation 6 sont avantageusement réalisées dans un matériau dont le module d'élasticité (module de Young) est inférieur ou égal à 100 GPa. De préférence, il peut être choisi comme matériau de la céramique, du verre ou un polymère chargé ou non chargé et une liste de ces matériaux sera donnée plus en détail dans la seconde partie de la description détaillée. De plus pour pallier l'effet de la gravité, il est nécessaire d'avoir un élément de limitation de déplacement radial comme un corps solide 15 à ouverture de guidage, qui peut être par exemple une pierre à trou pour éviter trop de jeu de l'arbre de rotation 6 en fonction de l'orientation de la pièce d'horlogerie. Il est encore privilégié le fait de trouver des matériaux pour réduire le coefficient de frottement du contact de ces matériaux pour le guidage de l'arbre de rotation 6.

[0034] Les figures 3a, 3b et 3c représentent une première forme d'exécution du palier 2 de guidage de l'arbre de rotation 6 lié au balancier spiral. La forme générale du palier 2 de guidage est en périphérie généralement cylindrique pour être logée et fixée dans une ébauche, ou le bloc 19 ou encore préférentiellement, le chaton 17. Dans une partie centrale du palier 2 de guidage où va s'opérer le guidage et le maintien de l'arbre de rotation 6, il est prévu au moins une lame de guidage 3 pour venir en contact à une de ses extrémités 4 avec l'arbre de rotation 6 ou sur une partie rapportée de l'arbre de rotation, qui peut être un pivot.

[0035] Selon l'invention dans cette première forme d'exécution, au moins un palier 2 de guidage comporte, d'un premier côté de l'axe central AC, une partie d'appui 5, qui est une surface d'appui 5 de toute forme géométrique adaptée pour effectuer un contact ponctuel ou sur une ligne de contact avec l'arbre de rotation 6 ou le pivot

monté sur l'arbre de rotation. La surface d'appui peut être réalisée aussi en forme de V, ou un coussinet, ou similaire, et est agencée pour centrer l'axe de rotation d'un arbre 6 sur un plan bissecteur de la surface d'appui 5. Cette surface d'appui 5 est symétrique. Le même palier 2 de guidage comporte, d'un deuxième côté de l'axe de révolution, qui est opposé au premier côté, au moins un élément de maintien 4 à l'extrémité libre de la lame 3, qui est disposé de façon sensiblement diamétralement opposée à la surface d'appui 5. On comprend que la surface d'appui 5, symétrique par rapport à son plan bissecteur, comporte deux surfaces élémentaires d'appui, de la surface en forme de V dans ce cas de figure.

[0036] Selon l'invention, tous les éléments de maintien 3, 4 avec la surface de contact 40 sont agencés pour exercer sur un arbre 6 un effort de rappel élastique résultant dirigé vers l'axe central AC, et pour empêcher une sortie radiale, hors de ce palier 2 de guidage, d'un arbre 6 inséré axialement selon la direction de l'axe de révolution dans ce même palier 2 de guidage.

[0037] Cependant il est à noter qu'une seule lame 3 ayant une surface de contact 40 pour maintenir l'arbre de rotation contre la surface 5 en forme de V est difficile à réaliser car suivant l'orientation de la pièce d'horlogerie le balancier spiral est trop lourd pour être maintenu par la seule lame prévue.

[0038] A la figure 3b, la lame 3 jusqu'à son extrémité libre est de section transversale rectangulaire de manière à avoir une portion de contact 40 plane en contact de l'extrémité de l'arbre 6 ou du pivot 6' sur une ligne de contact. Par contre à la figure 3c, au moins l'extrémité libre de la lame 3 a une géométrie de section lenticulaire pour n'avoir qu'un point de contact sur la portion 40 afin de réduire le frottement au contact de l'extrémité de l'arbre de rotation 6 ou du pivot monté sur l'arbre de rotation 6.

[0039] Il est à noter qu'il peut être imaginé un contact entre l'arbre 6 ou le pivot et une ou des parties d'appui 5 sous forme ponctuelle ou selon une ligne de contact. Pour un contact ponctuel, chaque partie d'appui 5 peut être réalisée par exemple sous la forme d'une structure bombée ou portion d'une boule. Cependant bien d'autres structures peuvent être imaginées pour avoir un tel contact ponctuel. Pour un contact selon une ligne de contact, il peut s'agir également d'une structure ou portion cylindrique de partie d'appui disposée selon un axe parallèle à l'axe de rotation de l'arbre de rotation ou de toute autre structure. Il peut être imaginé une combinaison de contact ponctuel ou selon une ligne de contact. De plus, toute forme géométrique peut être proposée pour effectuer un contact ponctuel ou sur une ligne de contact avec l'arbre de rotation ou le pivot monté sur l'arbre de rotation.

[0040] Pour de plus amples informations sur cette première forme d'exécution, il peut être fait référence à la demande de brevet CH 716 957 A2 notamment du paragraphe [0021] au paragraphe [0027], qui décrit des paliers de guidage d'un arbre indicateur horaire.

[0041] La figure 4 représente une seconde forme

d'exécution du palier 2 de guidage du dispositif 1 pour guider l'arbre de rotation 6 du balancier spiral. Ce palier 2 de guidage peut comprendre au moins une lame de contact 3 et deux parties d'appui 5, qui sont de préférence deux autres lames de contact 3. Ainsi, le palier 2 de guidage est composé d'un anneau périphérique et de trois lames 3 en forme de spires pour se diriger en direction de l'arbre de rotation 6 pour venir en contact de l'arbre de rotation 6 afin de le maintenir et de le guider selon l'axe central AC. L'extrémité libre 4 de chaque lame 3 vient en contact directement avec l'arbre de rotation 6 pour le maintenir, le centrer et le guider selon l'axe central AC. Les trois lames 3 peuvent être d'une autre forme et d'une autre section que rectangulaire que celles de spires. Par exemple chaque lame est rectiligne disposée angulairement et régulièrement espacée de 120° l'une de l'autre pour contacter chacune l'arbre de rotation de manière régulière. Il peut encore être envisagé avoir plus que trois lames de contact avec l'arbre de rotation.

[0042] Le palier 2 de guidage de de cette seconde forme d'exécution peut être obtenu sous forme monobloc dans un matériau céramique, en verre ou en polymère chargé ou non chargé notamment en dessous du seuil limite du module d'élasticité inférieure ou égale à 100 GPa et/ou avoir un coefficient de frottement le plus faible possible, par exemple au moins inférieur ou égal à 0,15. Aussi bien la partie de l'arbre de rotation 6 en contact avec des parties du palier 2 de guidage sont réalisés dans un même matériau ou un matériau différent ou revêtement remplissant les conditions définies par le seuil du module d'élasticité ou ayant un coefficient de frottement le plus faible possible, par exemple au moins inférieur ou égal à 0,15.

[0043] Pour de plus amples informations sur cette seconde forme d'exécution, il peut être fait référence à la demande de brevet EP 3 396 470 A1 du paragraphe [0018] au paragraphe [0022].

[0044] La figure 5 représente une forme d'exécution du dispositif de guidage d'un arbre de rotation 6, qui est sensiblement similaire à ce qui a déjà été décrit à la figure 2. Dans ces conditions, il est expliqué uniquement la structure ou les éléments qui se différencient de ceux déjà décrits à la figure 2. La structure, qui est présentée, est schématiquement celle d'un amortisseur modifié avec un palier de guidage 2 du dispositif 1 de guidage selon l'invention.

[0045] Le dispositif 1 de guidage comprend donc le palier de guidage 2, le corps solide 15 à ouverture de guidage et la pièce contre-pivot 14. Le palier de guidage 2 est le premier élément monté à une extrémité de l'arbre de rotation 6 ou du pivot 6' fixé ou venant de matière avec l'arbre de rotation 6 à son extrémité. Le corps solide 15 à ouverture de guidage est monté au-dessus du palier de guidage 2 sur l'extrémité de l'arbre de rotation 6 ou du pivot 6', tandis que la pièce contre-pivot 14 est montée au-dessus du corps solide 15 d'un côté opposé au palier de guidage 2 et au-dessus de l'extrémité de l'arbre de rotation 6 ou du pivot 6'. Le palier de guidage 2, le corps

solide 15 à ouverture de guidage et la pièce contre-pivot 14 sont montés ou fixés successivement dans un chaton 17. Le chaton 17 est logé par exemple fixement dans un bloc 19, qui est lui-même fixé à une ébauche ou platine de la pièce d'horlogerie non représentée.

[0046] Pour faciliter le montage du chaton 17 avant une éventuelle fixation dans une ouverture supérieure du bloc 19, le chaton 17 peut comprendre une partie périphérique de forme conique pour être guidé et centré dans un logement de forme conique complémentaire du bloc 19. Le chaton 17 peut encore venir en appui contre un bord inférieur du bloc 19. Le chaton 17 peut comprendre encore un rebord de forme annulaire en partie supérieure entourée d'une portion cylindrique pour le montage de la pierre contre-pivot 14. Finalement, cette pierre contre-pivot 14 peut être maintenue en place avec les autres éléments cités dans le bloc 19 par des moyens élastiques 20, qui peuvent être sous la forme d'un anneau métallique fendu de type ressort de fixation en appui sur un bord supérieur du bloc 19. Cet anneau métallique fendu 20 peut servir de base à l'amortisseur du palier de guidage 2 du dispositif 1 de guidage selon l'invention.

[0047] Selon une variante de réalisation présentée à la figure 6, l'unique différence par rapport à ce qui a été décrit dans la forme d'exécution de la figure 5, est que le palier de guidage 2 et le corps solide 15 à ouverture de guidage forment une structure monobloc. Cela signifie que le corps solide 15 à ouverture de guidage et le palier 2 de guidage sont réalisés dans un même matériau et forment un ensemble compact monobloc (une pièce) au terme de la réalisation. Grâce à la réalisation de cette structure monobloc du palier 2 et du corps solide 15 à ouverture de guidage, cela permet de garantir une précision d'usinage et du positionnement des éléments de guidage ainsi que de l'ouverture de guidage du corps solide tout en conservant la possibilité de lubrifier éventuellement de manière traditionnelle les éléments de contact. Dans ce cas de figure, le système de pivotement, qui comprend le dispositif 1 de guidage d'un arbre de rotation, doit être dans un espace fermé.

[0048] Il est encore à noter que de manière traditionnelle des composants d'un ensemble amortisseur, le corps solide 15 à ouverture de guidage est généralement chassé dans le chaton 17, alors que la pièce contre-pivot 14 est posée ou montée sur une partie supérieure du chaton 17. Le ressort annulaire 20 maintient donc la pièce contre-pivot 14 et le chaton 17 dans le bloc 19.

[0049] Pour le palier de guidage 2, voire pour le corps solide 15 à ouverture de guidage, il peut être envisagé de réaliser au moins les parties de contact dans un matériau dur de manière à réduire fortement les forces de frottement.

[0050] Comme type de céramiques à utiliser pour le palier de guidage et/ou l'arbre de rotation, il peut s'agir de céramiques à base d'oxydes, principalement l'alumine et la zircone, ou la silice.

[0051] Concernant l'oxyde de zirconium (ZrO_2), il peut être utilisé dans les zircons stabilisés à l'oxyde d'yt-

trium ($ZrO_2+Y_2O_3$), qui possèdent une structure cristalline tétragonale métastable, une taille de grains inférieure à 0,50 μm , une densité supérieure à 6,00 g/cm^3 et une dureté d'environ 1200 HV. Les zircons peuvent également être stabilisés à l'oxyde de cérium ($ZrO_2 + CeO_2$) ou à l'oxyde de magnésium ($(ZrO_2 + MgO)$), selon les propriétés du matériau final souhaité.

[0052] Concernant l'Alumine Zircone, les composites sont généralement à 80% 3Y-TZP / 20% Al_2O_3 (ATZ) ou 90% Al_2O_3 / 10% 3Y-TZP (ZTA), allient les propriétés des alumines et des zircons haute pureté pour obtenir des caractéristiques finales qui offrent le meilleur de chaque matériau.

[0053] Il est à noter encore que l'utilisation de matériaux durs permet de diminuer ou réduire les forces de frottement de contact des matériaux en contact, ce qui peut être également recherché.

[0054] A partir de la description qui vient d'être faite, de multiples variantes de réalisation du dispositif pour guider un arbre de rotation d'un balancier spiral peuvent être conçues par l'homme du métier sans sortir du cadre de l'invention définie par les revendications.

Revendications

1. Dispositif (1) pour guider un arbre de rotation (6) d'un balancier spiral, le dispositif comprenant au moins l'arbre de rotation (6) et au moins un palier (2) de guidage d'une extrémité ou d'un pivot (6') fixé à une extrémité de l'arbre de rotation (6) du balancier spiral, le palier de guidage comprenant au moins une lame (3) et au moins une partie (5) de contact et maintien de l'extrémité ou du pivot (6') de l'arbre de rotation (6) du balancier spiral, **caractérisé en ce qu'**au moins une partie d'extrémité de l'arbre de rotation (6) ou du pivot (6') de l'arbre de rotation (6), ou au moins les parties (3, 5) de contact du palier (2) de guidage sont réalisées dans un matériau dont le module de Young est inférieur ou égal à 100 GPa et/ou le coefficient de frottement des matériaux des parties en contact ou du revêtement des parties en contact est inférieur ou égal au moins à 0,15, **en ce qu'**au moins un moyen pour réduire l'effet de la gravité selon l'orientation prise par le dispositif ou la pièce d'horlogerie le comprenant est prévu, et **en ce que** le moyen de réduction de l'effet de la gravité comprend au moins un corps solide (15) à ouverture de guidage, dont l'ouverture est disposée selon l'axe (AC) de l'arbre de rotation (6) en position centrée pour recevoir une tige d'extrémité de l'arbre de rotation (6) ou d'un pivot (6') de l'arbre de rotation, le diamètre de l'ouverture du corps solide (15) étant légèrement supérieur au diamètre de la tige d'extrémité de l'arbre de rotation (6) ou du pivot (6') de l'arbre de rotation (6) pour permettre un jeu angulaire limité de l'arbre de rotation (6) dû à la gravité selon l'orientation du dispositif ou de la pièce d'horlogerie

le comprenant.

2. Dispositif (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**il comprend des moyens pour réduire l'effet de la gravité selon l'orientation prise par le dispositif ou la pièce d'horlogerie, **en ce que** les moyens de réduction de l'effet de la gravité comprennent au moins deux corps solides (15), disposés respectivement aux deux extrémités de l'arbre de rotation (6) pour recevoir par l'ouverture de guidage de chaque corps solide (15) respectivement chaque tige d'extrémité de l'arbre de rotation (6) ou d'un pivot (6') de l'arbre de rotation (6).
3. Dispositif (1) selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** les moyens pour réduire l'effet de la gravité comprennent encore une pièce contre-pivot (14) disposée distante et parallèlement au corps solide (15) à ouverture de guidage d'un premier côté de l'arbre de rotation (6) et une autre pièce contre-pivot (14) disposée distante et parallèlement à l'autre corps solide (15) d'un second côté opposé de l'arbre de rotation (6), chaque pièce contre-pivot pouvant être en contact de l'extrémité de l'arbre de rotation (6) ou du pivot (6') de l'arbre de rotation (6).
4. Dispositif (1) selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le premier corps solide (15) à ouverture de guidage et la première pièce contre-pivot (14) sont fixés à un chaton (17) parallèlement et distants l'un de l'autre d'un premier côté supérieur, **en ce que** le second corps solide (15) et la seconde pièce contre-pivot (14) sont fixés à un autre chaton (17) parallèlement et distants l'un de l'autre d'un second côté inférieur.
5. Dispositif (1) selon l'une des revendications 3 et 4, **caractérisé en ce qu'**au moins un palier (2) de guidage est monté fixement dans ou sur au moins un organe statique, qui est une ébauche, ou un bloc (19) ou encore le chaton (17).
6. Dispositif (1) selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le palier (2) de guidage et le corps solide (15) à ouverture de guidage sont montés fixement dans une partie basse du chaton (17), qui est lui-même monté fixement dans un logement du bloc (19), et **en ce que** la pièce contre-pivot (14) est montée sur une partie supérieure du chaton (17).
7. Dispositif (1) selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** des moyens élastiques (20) maintiennent le chaton (17) et la pièce contre-pivot (14) dans le logement du bloc (19).
8. Dispositif (1) selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** les moyens élastiques sont constitués d'un ressort annulaire fendu pour le maintien de la

pièce contre-pivot (14) sur le chaton (17) et dans le logement du bloc (19).

9. Dispositif (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le corps solide (15) à ouverture de guidage est réalisé dans un matériau dur, tel qu'un matériau métallique ou céramique, voire un matériau sous forme de pierre.
10. Dispositif (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la pièce contre-pivot (14) est réalisée dans un matériau dur, tel qu'un matériau métallique ou céramique, voire un matériau sous forme de pierre.
11. Dispositif (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la partie d'appui (5) est une surface d'appui (5) structurée de telle manière à avoir une ligne de contact ou un point de contact en appui contre l'arbre (6) ou le pivot (6') pour réduire le frottement.
12. Dispositif (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la partie d'appui (5) est constituée de deux lames (3) de contact pour avoir au total trois lames de contact.
13. Dispositif (1) selon la revendication 12, **caractérisé en ce qu'**il est constitué de trois lames de contact (3), lesdites trois lames étant chacune en forme de spire, et **en ce qu'**une première extrémité de chaque lame est fixée à un anneau coaxial (2) à l'arbre de rotation (6) alors qu'une seconde extrémité (4) de chaque lame vient en contact d'une extrémité de l'arbre de rotation (6) du balancier pour le maintenir axialement.
14. Dispositif (1) selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** les lames de contact (3) sont chacune de forme rectiligne, et **en ce qu'**une première extrémité de chaque lame est fixée à un anneau coaxial (2) à l'arbre de rotation (6) alors qu'une seconde extrémité (4) de chaque lame vient en contact d'une extrémité de l'arbre de rotation (6) du balancier pour le maintenir axialement.
15. Dispositif (1) selon l'une des revendications 13 et 14, **caractérisé en ce que** toutes les lames sont régulièrement espacées l'une de l'autre de 120° sur un tour de l'anneau.
16. Dispositif (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins une lame (3) ou une partie d'appui (5) comprend une portion de contact contre l'arbre (6) ou le pivot (6') formée de manière à n'avoir qu'un point de contact avec l'arbre (6) ou le pivot (6').
17. Dispositif (1) selon l'une des revendications 1 à 15, **caractérisé en ce que** chaque lame (3) comprend
- une portion de contact contre l'arbre (6) ou le pivot (6') formée pour n'avoir qu'un seul point de contact afin de réduire le frottement.
18. Dispositif (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**une partie de contact de l'arbre (6) et la lame de contact (3) et la partie d'appui (5) sont réalisés dans un même matériau céramique ou en verre ou en polymère chargé ou non chargé.
19. Dispositif (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**une partie de contact de l'arbre (6), et la lame de contact (3) et la partie d'appui (5) du palier de guidage (2) sont réalisés dans deux matériaux différents en céramique ou en verre ou en polymère chargé ou non chargé.
20. Dispositif (1) selon l'une des revendications 18 et 19, **caractérisé en ce que** les éléments du palier (2) de guidage sont monoblocs.
21. Dispositif (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le palier (2) de guidage et le corps solide (15) à ouverture de guidage forment une structure monobloc.
22. Dispositif (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le coefficient de frottement des matériaux des parties en contact ou du revêtement des parties en contact est inférieur ou égal au moins à 0,1, voire inférieur ou égal au moins à 0,05 ou au moins une partie d'extrémité de l'arbre (6) ou du pivot (6') ou au moins les parties (3, 5) de contact du palier (2) de guidage sont réalisées dans un matériau dont le module de Young est inférieur ou égal à 100 GPa.
23. Dispositif (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les parties en contact du palier de guidage (2) et de l'arbre de rotation (6) ou du pivot (6') de l'arbre de rotation (6) sont lubrifiées dans un espace fermé du dispositif de guidage de l'arbre de rotation (6).
24. Mouvement de pièce d'horlogerie, par exemple une montre bracelet, équipé d'un tel dispositif (1) selon l'une des revendications précédentes.
25. Pièce d'horlogerie, par exemple une montre bracelet, pourvue d'un mouvement équipé d'un tel dispositif (1) selon l'une des revendications précédentes.

Fig. 1

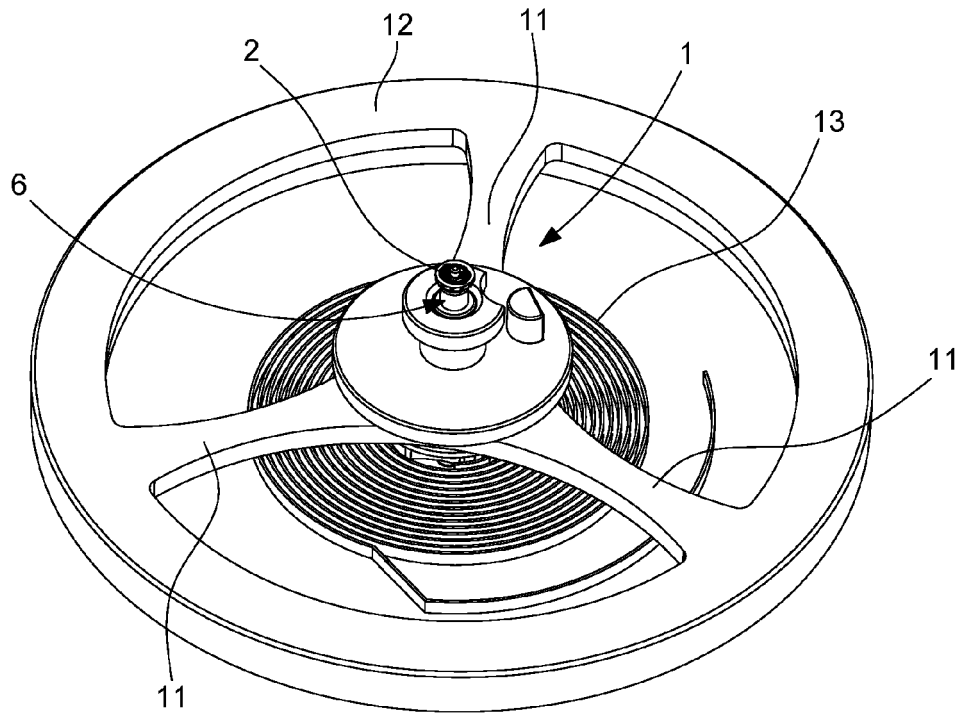


Fig. 2

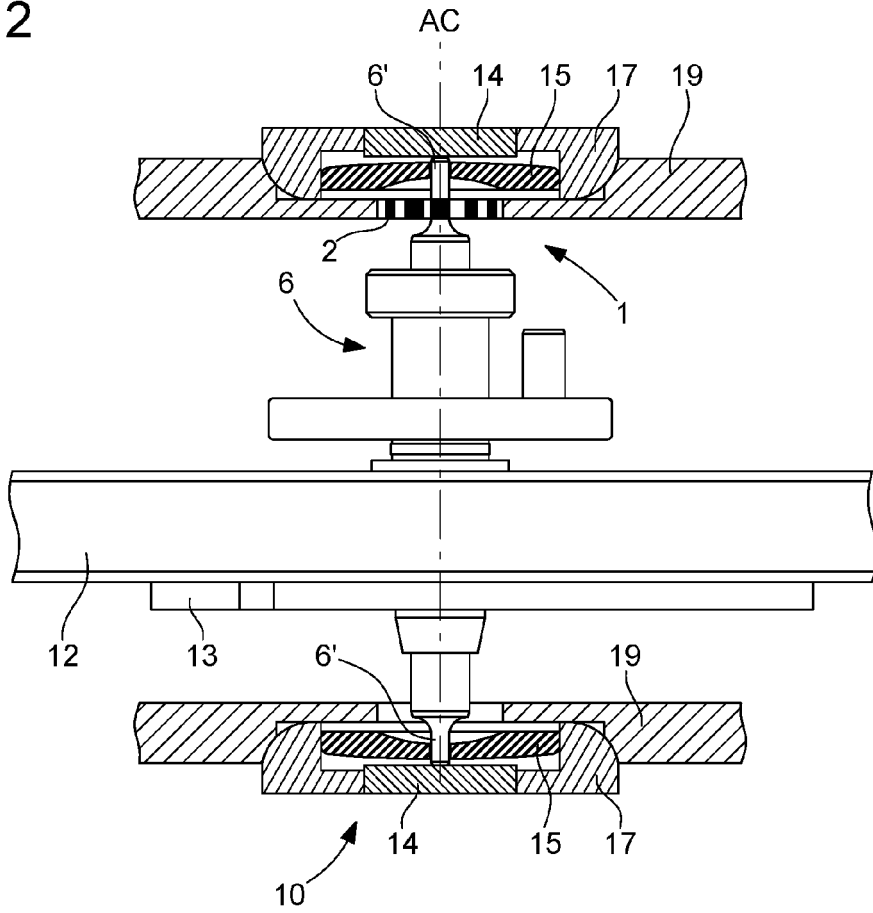


Fig. 3a

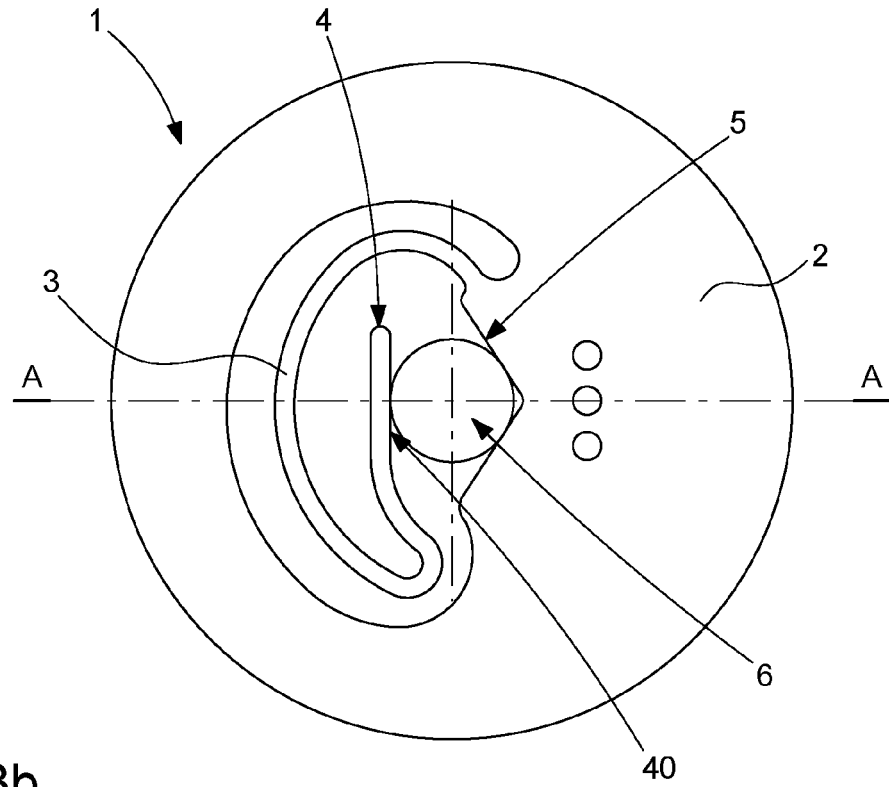


Fig. 3b

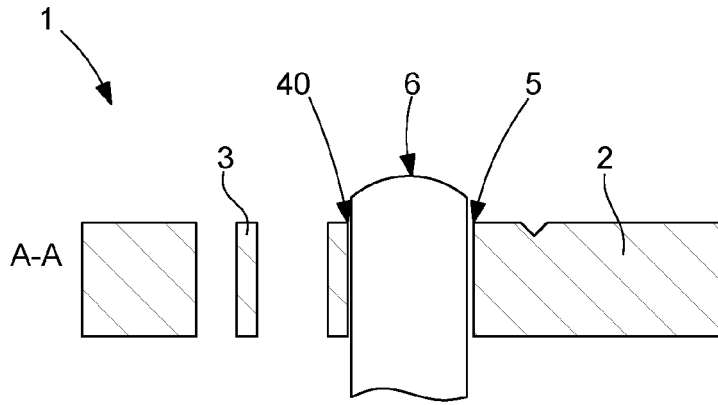


Fig. 3c

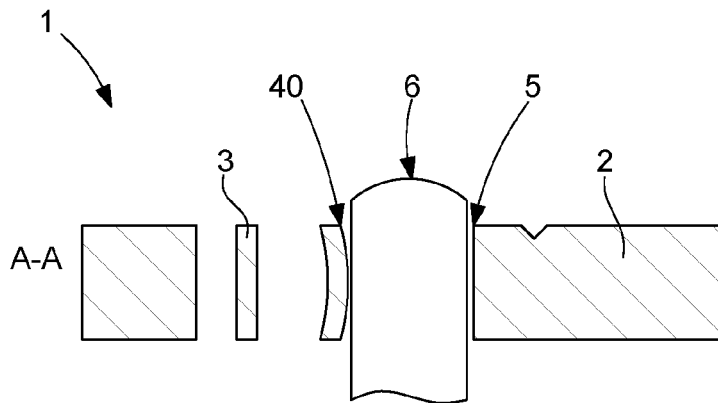


Fig. 4

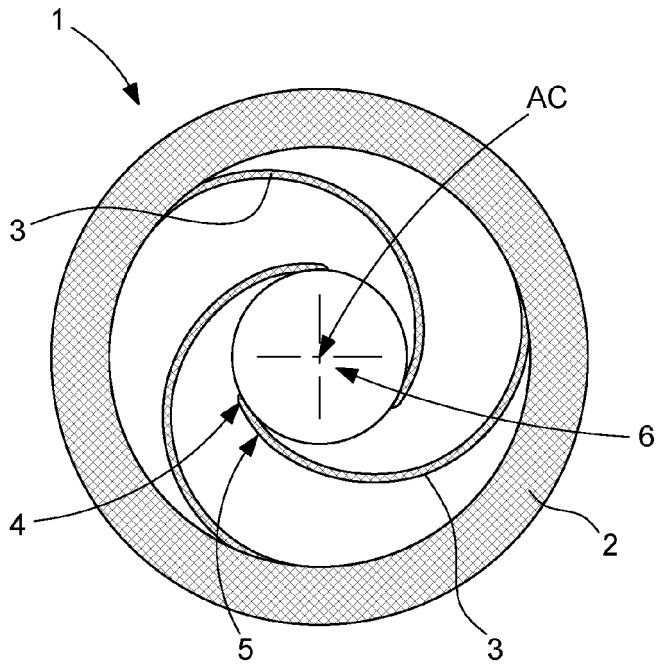


Fig. 5

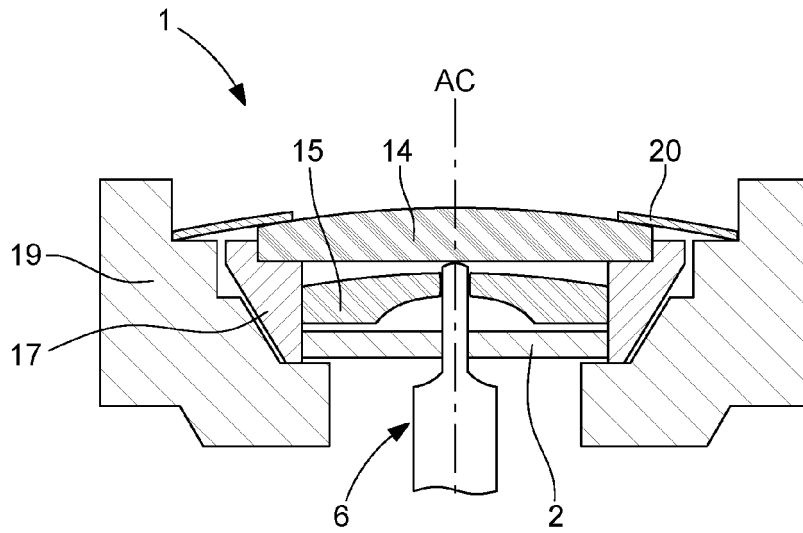
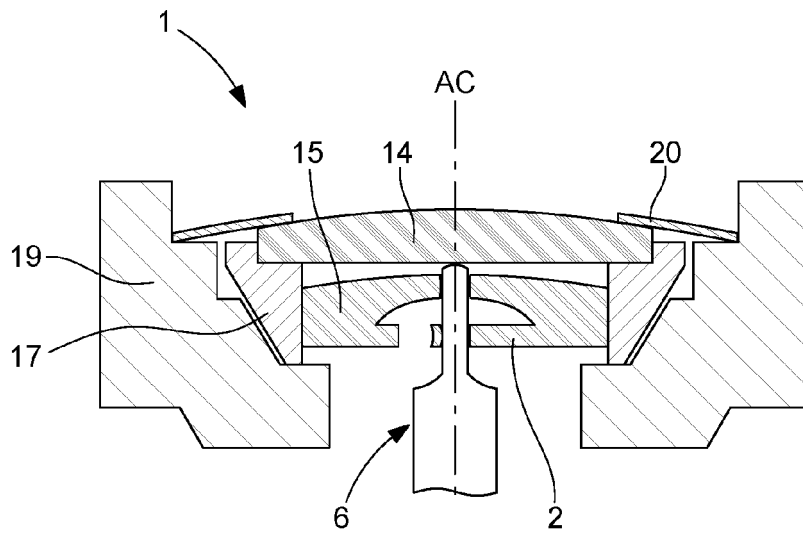


Fig. 6





Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 22 16 1628

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	CH 705 906 A2 (ETA SA MFT HORLOGERE SUISSE [CH]) 28 juin 2013 (2013-06-28)	1, 2, 9, 11, 16, 18-20, 22-25	INV. G04B31/004 G04B31/02 G04B31/08
A	* alinéas [0024], [0050]; figures 3, 4 *	3-8, 10, 12-15, 17, 21	
X	CH 700 496 B1 (PATEK PHILIPPE SA GENEVE [CH]) 15 septembre 2010 (2010-09-15)	1, 9, 24, 25	
A	* alinéa [0021]; figures 1, 5, 9 *	2-8, 10, 12-15, 21	
A	FR 3 039 292 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]; ARNANO [FR]) 27 janvier 2017 (2017-01-27) * page 2, ligne 27 *	1	
A	EP 2 142 965 B2 (ETA SA MFT HORLOGERE SUISSE [CH]) 26 février 2014 (2014-02-26) * figure 6 *	11, 16	
A	EP 3 106 933 A1 (MONTRES BREGUET SA [CH]) 21 décembre 2016 (2016-12-21) * alinéa [0008] *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
A	CH 708 089 B1 (SWATCH GROUP RES & DEV LTD [CH]) 14 juillet 2017 (2017-07-14) * alinéa [0036] *	23	G04B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		2 septembre 2022	Scordel, Maxime
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
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		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	

EPO FORM 1503 03:82 (P04C02)



5

REVENDEICATIONS DONNANT LIEU AU PAIEMENT DE TAXES

La présente demande de brevet européen comportait lors de son dépôt les revendications dont le paiement était dû.

10

Une partie seulement des taxes de revendication ayant été acquittée dans les délais prescrits, le présent rapport de recherche européenne a été établi pour les revendications pour lesquelles aucun paiement n'était dû ainsi que pour celles dont les taxes de revendication ont été acquittées, à savoir les revendication(s):

15

Aucune taxe de revendication n'ayant été acquittée dans les délais prescrits, le présent rapport de recherche européenne a été établi pour les revendications pour lesquelles aucun paiement n'était dû.

20

ABSENCE D'UNITE D'INVENTION

La division de la recherche estime que la présente demande de brevet européen ne satisfait pas à l'exigence relative à l'unité d'invention et concerne plusieurs inventions ou pluralités d'inventions, à savoir:

25

voir feuille supplémentaire B

30

Toutes les nouvelles taxes de recherche ayant été acquittées dans les délais impartis, le présent rapport de recherche européenne a été établi pour toutes les revendications.

35

Comme toutes les recherches portant sur les revendications qui s'y prêtaient ont pu être effectuées sans effort particulier justifiant une taxe additionnelle, la division de la recherche n'a sollicité le paiement d'aucune taxe de cette nature.

40

Une partie seulement des nouvelles taxes de recherche ayant été acquittée dans les délais impartis, le présent rapport de recherche européenne a été établi pour les parties qui se rapportent aux inventions pour lesquelles les taxes de recherche ont été acquittées, à savoir les revendications:

45

Aucune nouvelle taxe de recherche n'ayant été acquittée dans les délais impartis, le présent rapport de recherche européenne a été établi pour les parties de la demande de brevet européen qui se rapportent à l'invention mentionnée en premier lieu dans les revendications, à savoir les revendications:

50

55

Le présent rapport supplémentaire de recherche européenne a été établi pour les parties de la demande de brevet européen qui se rapportent à l'invention mentionnée en premier lieu dans les revendications (Règle 164 (1) CBE)



**ABSENCE D'UNITÉ D'INVENTION
FEUILLE SUPPLÉMENTAIRE B**

Numéro de la demande

EP 22 16 1628

5

La division de la recherche estime que la présente demande de brevet européen ne satisfait pas à l'exigence relative à l'unité d'invention et concerne plusieurs inventions ou pluralités d'inventions, à savoir :

10

1. revendications: 1-10, 12-15, 21, 24, 25

Guidage d'un arbre

15

2. revendications: 11, 16-20, 22, 23

Minimiser les frottements sur un palier

20

25

30

35

40

45

50

55

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

EP 22 16 1628

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.

02-09-2022

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
CH 705906	A2	28-06-2013	AUCUN	

CH 700496	B1	15-09-2010	AUCUN	

FR 3039292	A1	27-01-2017	CH 712929 B1	15-09-2020
			FR 3039292 A1	27-01-2017
			WO 2017017000 A1	02-02-2017

EP 2142965	B2	26-02-2014	AT 487965 T	15-11-2010
			CN 101669075 A	10-03-2010
			EP 1986059 A1	29-10-2008
			EP 2142965 A2	13-01-2010
			HK 1142693 A1	10-12-2010
			JP 5524827 B2	18-06-2014
			JP 2010539440 A	16-12-2010
			US 2011164478 A1	07-07-2011
			WO 2008132135 A2	06-11-2008

EP 3106933	A1	21-12-2016	CH 711220 A2	30-12-2016
			CN 106257075 A	28-12-2016
			EP 3106933 A1	21-12-2016
			JP 6114858 B2	12-04-2017
			JP 2017009583 A	12-01-2017
			US 2016370765 A1	22-12-2016

CH 708089	B1	14-07-2017	AUCUN	

EPO FORM P0460

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

EP 4 242 752 A1

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

- CH 239786 [0004]
- EP 3258325 B1 [0005]
- CH 269552 [0005]
- EP 3382472 A1 [0006]
- CH 707501 A2 [0008]
- CH 716957 A2 [0040]
- EP 3396470 A1 [0043]