



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**04.09.2024 Bulletin 2024/36**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):  
**G04B 17/04 (2006.01) G04B 18/02 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **23159143.9**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):  
**G04B 17/045; G04B 18/02**

(22) Date de dépôt: **28.02.2023**

(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 ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Etats d'extension désignés:  
**BA**  
Etats de validation désignés:  
**KH MA MD TN**

(72) Inventeurs:  
• **DI DOMENICO, Gianni**  
**2000 Neuchâtel (CH)**  
• **KAHROBAIYAN, Mohammad Hussein**  
**2043 Boudevilliers (CH)**  
• **LECHOT, Dominique**  
**2722 Les Reussilles (CH)**

(71) Demandeur: **The Swatch Group Research and Development Ltd**  
**2074 Marin (CH)**

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

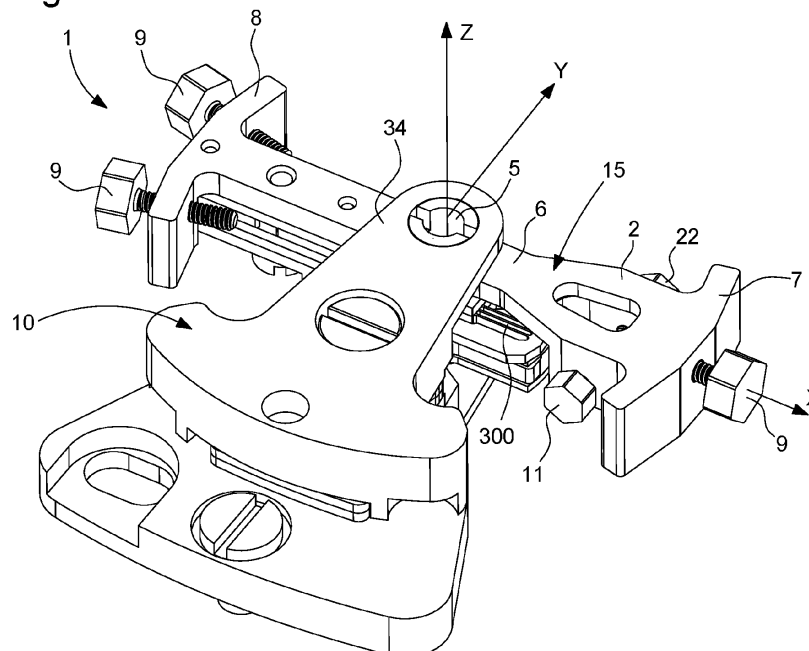
(54) **BALANCIER POUR MÉCANISME RÉSONATEUR D'HORLOGERIE MUNI DE MASSELOTES LATÉRALES DE RÉGLAGE DE L'INERTIE**

(57) L'invention se rapporte à un balancier (15) pour mécanisme résonateur (1) d'horlogerie, comportant un bras principal (6) agencé selon un axe longitudinal, le balancier (15) comprenant au moins une première masselotte latérale (11) de réglage de l'inertie du balancier, la première masselotte latérale (11) étant montée mobile

sur le bras principal (6) du balancier (15) pour pouvoir prendre une pluralité de positions plus ou moins proche du bras principal (6) afin de régler l'inertie du balancier (15).

L'invention se rapporte également à un procédé de mise au point dudit mécanisme résonateur.

Fig. 1



## Description

### Domaine de l'invention

**[0001]** L'invention concerne un balancier à inertie réglable pour mécanisme résonateur d'horlogerie.

**[0002]** L'invention concerne encore un mécanisme résonateur pour mouvement d'horlogerie comportant au moins un tel balancier.

**[0003]** L'invention concerne aussi un procédé de mise au point du mécanisme résonateur.

### Arrière-plan de l'invention

**[0004]** De nouvelles architectures de mécanismes permettent de maximiser le facteur de qualité d'un résonateur, par l'utilisation d'un guidage flexible avec l'utilisation d'un échappement à ancre avec un très petit angle de levée, selon la demande CH15442016 au nom de ETA Manufacture Horlogère Suisse et ses dérivées, dont les enseignements sont directement utilisables dans la présente invention.

**[0005]** La demande CH5182018 ou la demande EP18168765 au nom de ETA Manufacture Horlogère Suisse décrit un mécanisme résonateur d'horlogerie, comportant une structure portant, par une suspension flexible, un bloc d'ancrage auquel est suspendu un élément inertiel oscillant selon un premier degré de liberté en rotation RZ, sous l'action d'efforts de rappel exercés par un pivot virtuel comportant des premières lames élastiques chacune fixée audit élément inertiel et audit bloc d'ancrage, la suspension flexible étant agencée pour autoriser une certaine mobilité du bloc d'ancrage selon tous les degrés de liberté autres que le premier degré de liberté en rotation RZ selon lequel seul est mobile l'élément inertiel pour éviter toute perturbation de son oscillation, et la raideur des autres degrés de liberté du balancier que le premier degré de liberté en rotation RZ est très fortement supérieure à la raideur du pivot virtuel selon ce même premier degré de liberté en rotation RZ.

**[0006]** La demande CH715526 ou la demande EP3561607 au nom de ETA Manufacture Horlogère Suisse décrit un mécanisme résonateur d'horlogerie, comportant une structure et un bloc d'ancrage auquel est suspendu au moins un élément inertiel agencé pour osciller selon un premier degré de liberté en rotation RZ autour d'un axe de pivotement s'étendant selon une première direction Z, ledit élément inertiel étant soumis à des efforts de rappel exercés par un pivot virtuel comportant une pluralité de lames élastiques sensiblement longitudinales, chacune fixée, à une première extrémité audit bloc d'ancrage, et à une deuxième extrémité audit élément inertiel, chaque dite lame élastique étant déformable essentiellement dans un plan XY perpendiculaire à ladite première direction Z.

**[0007]** Lorsque le mécanisme résonateur est en fonctionnement, l'élément inertiel effectue un mouvement oscillatoire autour de la direction Z dans le plan XY avec

une fréquence d'oscillation de référence. En outre, l'élément inertiel peut aussi effectuer des oscillations secondaires rotatives autour de la direction X d'une part, et autour de la direction Y d'autre part. Ces oscillations secondaires sont des modes oscillatoires appelés « hors plan », c'est-à-dire hors du plan XY d'oscillation principal de l'élément inertiel.

**[0008]** Ces oscillations secondaires « hors plan » ont un effet plus ou moins limité sur la marche de l'organe réglant.

**[0009]** Cependant, si la fréquence de ces oscillations secondaires est un multiple de la fréquence de référence de l'élément inertiel dans le plan XY, les oscillations secondaires sont plus importantes, et perturbent la marche de l'oscillateur. Ainsi, il faut veiller à ce que la fréquence des oscillations secondaires diffère d'une fréquence multiple de la fréquence de référence.

### Résumé de l'invention

**[0010]** L'invention se propose d'améliorer le mécanisme résonateur de la demande CH715526 ou la demande EP3561607 au nom de ETA Manufacture Horlogère Suisse pour éviter les inconvénients cités précédemment.

**[0011]** À cette fin, l'invention se rapporte à un balancier pour mécanisme résonateur d'horlogerie, comportant un bras principal agencé selon un axe longitudinal.

**[0012]** Le balancier est remarquable en ce qu'il comprend au moins une première masselotte latérale de réglage de l'inertie du balancier, la première masselotte latérale étant montée mobile sur le bras principal du balancier pour pouvoir prendre une pluralité de positions plus ou moins proches du bras principal afin de régler l'inertie du balancier.

**[0013]** Grâce à cette invention, on peut régler le balancier pour contrôler et éviter des oscillations secondaires importantes autour d'au moins un axe, en particulier selon la direction X passant par le centre de masse du balancier, les oscillations secondaires se produisant dans le plan YZ perpendiculaire au plan d'oscillations XY.

**[0014]** Cette ou ces masselottes de réglage latérales permettent de modifier et choisir la fréquence secondaire d'oscillation de manière à éviter un multiple de la fréquence d'oscillation de référence du balancier dans le plan XY. Ainsi, le mécanisme résonateur muni d'un tel balancier est plus précis.

**[0015]** En outre, les masselottes latérales de réglage n'ont pas d'effet notable sur les oscillations de référence autour de la direction Z.

**[0016]** Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, la première masselotte latérale est disposée perpendiculairement à l'axe longitudinal du bras principal pour pouvoir modifier la fréquence d'oscillation du bras principal autour de son axe longitudinal.

**[0017]** Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, la première masselotte latérale est mobile dans le plan principal du balancier.

**[0018]** Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, comprend une deuxième masselotte latérale de réglage de l'inertie disposée sur le bras principal symétriquement à la première masselotte latérale par rapport à l'axe longitudinal du bras principal.

**[0019]** Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, la ou les masselottes latérales sont des vis.

**[0020]** Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, la ou les masselottes latérales sont décentrées sur le bras du balancier.

**[0021]** Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, le balancier comprend en outre au moins une masselotte périphérique de réglage de l'inertie, montée sur deux extrémités du bras principal.

**[0022]** Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, le balancier comprend un moyeu.

**[0023]** Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, le bras principal comporte une partie élargie où sont disposées la ou les masselottes latérales de réglage.

**[0024]** L'invention concerne encore un mécanisme résonateur comprenant une structure et un bloc d'ancrage auquel est suspendu au moins un élément inertiel agencé pour osciller selon un premier degré de liberté en rotation RZ autour d'un axe de pivotement s'étendant selon une première direction Z, ledit élément inertiel étant configuré pour être soumis à des efforts de rappel exercés par des moyens de rappel configurés pour faire osciller l'élément inertiel, l'élément inertiel comprenant un tel balancier.

**[0025]** Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, le balancier est monté de sorte que l'axe longitudinal soit sensiblement perpendiculaire à la première direction Z.

**[0026]** Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, le balancier est monté de sorte que le plan principal du balancier soit sensiblement perpendiculaire à la première direction Z.

**[0027]** L'invention concerne aussi un procédé de mise au point d'un tel mécanisme résonateur d'horlogerie, le procédé comprenant :

- une première étape de mesure d'une fréquence d'oscillation de référence de l'élément inertiel autour de la direction Z dans le plan XY,
- une deuxième étape de mesure d'au moins une fréquence d'oscillation secondaire de l'élément inertiel dans le plan YZ autour de la direction X,
- une troisième étape de comparaison de la fréquence d'oscillation secondaire à la fréquence d'oscillation de référence, pour vérifier que la fréquence d'oscillation secondaire a une valeur sensiblement différente d'un multiple de la fréquence d'oscillation de référence, et
- dans le cas où la fréquence d'oscillation secondaire

a une valeur proche ou sensiblement égale à un multiple de la fréquence d'oscillation de référence, une quatrième étape de modification de la position de la ou des masselottes de réglage par rapport au bras principal pour que la fréquence d'oscillation secondaire soit sensiblement différente d'un multiple de la fréquence d'oscillation de référence.

**[0028]** Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, le procédé comprend une cinquième étape de vérification, dans laquelle on mesure la fréquence d'oscillation secondaire pour vérifier que la nouvelle position des masselottes latérales de réglage permet d'obtenir une valeur différente d'un multiple de la fréquence d'oscillation de référence.

#### Description sommaire des dessins

**[0029]** D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre, en référence aux dessins annexés, où :

- la figure 1 représente, de façon schématisée et en vue en perspective, un mécanisme résonateur à lames flexibles comportant un balancier selon l'invention,
- la figure 2 représente, de façon schématisée et en vue de côté, le mécanisme résonateur à lames flexibles de la figure 1,
- la figure 3 représente, de façon schématisée, et en vue de dessous, le balancier selon l'invention, et
- la figure 4 représente, de façon schématisée, un diagramme du procédé de mise au point du mécanisme résonateur selon l'invention.

#### Description détaillée des modes de réalisation préférés

**[0030]** L'invention concerne en premier lieu un balancier et un mécanisme résonateur d'horlogerie comportant un tel balancier.

**[0031]** Sur les figures 1 et 2, ce mécanisme résonateur 1 d'horlogerie comporte une structure 10 et un bloc d'ancrage 30, auquel est suspendu au moins un élément inertiel 2 agencé pour osciller selon un premier degré de liberté en rotation RZ autour d'un axe de pivotement s'étendant selon une première direction Z. Le bloc d'ancrage 30 est suspendu à la structure 10 par une suspension flexible 300 munie de lames flexibles, qui est agencée pour autoriser la mobilité du bloc d'ancrage 30 selon cinq degrés de liberté flexibles de la suspension qui sont :

- un premier degré de liberté en translation selon la première direction Z,

- un deuxième degré de liberté en translation selon une deuxième direction X orthogonale à la première direction Z,
- un troisième degré de liberté en translation selon une troisième direction Y orthogonale à la deuxième direction X et à la première direction Z,
- un deuxième degré de liberté en rotation RX autour d'un axe s'étendant selon la deuxième direction X, et
- un troisième degré de liberté en rotation RY autour d'un axe s'étendant selon la troisième direction Y.

**[0032]** La structure 10 comporte une plate-forme supérieure 34 et une plate-forme inférieure 35, entre lesquelles est suspendu l'élément inertiel 2.

**[0033]** Cet élément inertiel 2 est soumis à des efforts de rappel exercés par des moyens de rappel. Dans le mode de réalisation, les moyens de rappel sont un pivot flexible 200 comportant une pluralité de lames élastiques 3 sensiblement longitudinales, chacune fixée, à une première extrémité au bloc d'ancrage 30, et à une deuxième extrémité à l'élément inertiel 2. Sur les figures, le mécanisme résonateur 1 comporte deux lames élastiques 3 croisées. Une lame élastique 3 est déformable essentiellement dans un plan XY perpendiculaire à la première direction Z.

**[0034]** Grâce aux moyens de rappel, l'élément inertiel 2 peut osciller dans le plan XY, la première direction Z étant perpendiculaire au plan XY.

**[0035]** L'élément inertiel 2 comprend une attache 20 sur laquelle les lames 3 élastiques sont fixées.

**[0036]** L'élément inertiel 2 comprend encore un balancier 15 assemblé à l'attache 20. Le balancier 15 est allongé en forme d'os sensiblement symétrique. Le balancier 15 comprend un bras principal 6 agencé selon un axe longitudinal du balancier 15 correspondant à la direction X lorsque le mécanisme 1 est au repos, et que le balancier n'oscille pas.

**[0037]** Le balancier 15 comprend en outre deux extrémités 7, 8 du bras principal 6, qui sont plus larges que le bras principal 6. Les extrémités 7, 8 et le bras principal 6 sont par exemple formés d'une même matière. Alternativement, les extrémités 7, 8 sont montées sur le bras principal 6.

**[0038]** Les extrémités 7, 8 comportent des masselottes périphériques 9 de réglage de l'inertie sont montées sur chaque extrémité 7, 8. La première extrémité 7 comprend une masselotte périphérique 9 et le deuxième extrémité 8 comprend deux masselottes axiale 9. Ces masselottes périphériques 9 de réglage permettent de régler la marche du mécanisme résonateur en modifiant l'inertie du balancier 15, en particulier par rapport à la direction Z.

**[0039]** D'autre part, ces masselottes périphériques 9 permettent l'ajustement de la position du centre de masse de l'élément inertiel 2 selon les directions X et Y. Le réglage des masselottes périphériques 9 se fait selon un

procédé bien connu de l'homme du métier. En effet, il suffit de mesurer la marche dans les quatre positions verticales pour déduire les déplacements qu'il faut effectuer pour chacune des trois masselottes périphériques 9, en utilisant des équations connues de l'homme du métier.

**[0040]** De préférence, ces masselottes périphériques 9 sont des vis dont on peut modifier la position par rapport aux extrémités 7, 8.

**[0041]** L'élément inertiel 2 est configuré pour osciller au moins en partie autour d'un premier plot de pivotement 5 s'étendant depuis la plate-forme supérieure 34 de la structure 10, le plot de pivotement 5 étant configuré pour permettre le pivotement de l'élément inertiel 2 autour de lui.

**[0042]** A cette fin, le bras principal comprend un moyeu 16 pour y insérer le premier plot de pivotement 5. Le moyeu 16 a un diamètre plus large que le premier plot 5 afin de permettre au balancier 15 de tourner autour de lui. Le moyeu 16 est de préférence agencé au milieu du bras.

**[0043]** Selon l'invention, le balancier 15 comprend au moins une masselotte latérale 11 de réglage de l'inertie du balancier 15, la masselotte 11 étant montée sur le bras principal 6. Dans ce mode de réalisation, le balancier 15 comprend deux masselottes latérales 11 montées sur le bras principal 6. Les deux masselottes latérales 11 sont montées symétriquement sur le bras principal 6 par rapport à l'axe longitudinal du balancier 15.

**[0044]** Ces masselottes latérales 11 sont disposées perpendiculairement à l'axe longitudinal du bras principal 6 pour pouvoir modifier la fréquence d'oscillation du bras principal 6 autour de son axe longitudinal. Les masselottes latérales 11 sont en outre mobiles dans le plan principal XY du balancier 16.

**[0045]** Chaque masselotte latérales 11 est mobile pour pouvoir prendre une pluralité de positions plus ou moins proches du bras principal 6. Ainsi, on peut régler l'inertie du balancier autour de la direction X. En effet, lorsqu'on écarte les masselottes du bras principal, on augmente l'inertie du balancier autour de la direction X, tandis que lorsqu'on rapproche les masselottes du bras principal, on diminue l'inertie du balancier 15 autour de la direction X.

**[0046]** Les masselottes latérales 11 sont des vis munies d'une tête polygonale et d'une tige filetée s'étendant depuis la tête polygonale. Afin d'augmenter la plage de réglage de l'inertie autour de la direction X, il est possible de fabriquer plusieurs variantes des masselottes latérales 11 ayant des têtes de tailles différentes.

**[0047]** Les masselottes latérales 11 sont en outre décentrées sur le bras principal 6 vers la première extrémité 7. Le bras principal 6 comporte une partie élargie 12 où sont disposées les masselottes latérales 11 de réglage. La partie élargie 12 s'étend depuis la première extrémité 7, et comprend une cavité centrale 13 bordée par deux parois latérales 14, dans lesquels les vis sont vissées.

**[0048]** Grâce à ces masselottes latérales 11, on peut

modifier la fréquence d'oscillation secondaire du balancier 15 autour de la direction X, en particulier pour éviter une valeur multiple de la fréquence d'oscillation de référence du balancier 15 autour de la direction Z dans le plan XY.

**[0049]** L'élément inertiel 2 comprend en outre une ancre 25 assemblée sous l'attache 20, l'ancre 25 étant centrée sur le balancier 15 et le moyeu 16. L'ancre 25 comprend deux bras principaux 17, 18 en arcs de cercle dont les extrémités sont configurées pour coopérer avec une roue d'échappement, non représentée sur les figures. L'échappement peut être de type mécanique ou de type magnétique, ou une combinaison des deux de type magnéto-mécanique.

**[0050]** Un deuxième plot 19 de pivotement s'étendant depuis la plate-forme inférieure 35 de la structure 10 est inséré dans l'ancre 25 selon l'axe de rotation de l'élément inertiel 2. L'ancre 25 comprend un deuxième trou 21 dans lequel le deuxième plot 19 est inséré, le deuxième trou 21 étant plus large que le deuxième plot 19 pour éviter tout contact entre l'ancre 25 et le deuxième trou 21. Le deuxième plot 19 est agencé dans l'axe du premier plot 5. Ainsi, l'élément inertiel 2 entoure le premier 5 et le deuxième plot 19, qui sont insérés, l'un dans le balancier 15 et l'autre dans l'ancre 25, de manière à permettre l'oscillation de l'élément inertiel 2 selon un axe de rotation passant par les deux plots 5, 19. L'amplitude d'oscillation de l'élément inertiel 2 dans le plan d'oscillation est par exemple comprise dans un intervalle allant de 20 à 40°. La fréquence d'oscillation est par exemple supérieure à dix Hertz.

**[0051]** L'invention concerne aussi un procédé de mise au point 40 d'un mécanisme résonateur d'horlogerie tel que celui présenté ci-dessus, afin d'éviter les oscillations secondaires importantes dans les plans perpendiculaires au plan XY, en particulier les oscillations rotatives secondaires autour de la direction X.

**[0052]** Représenté sur la figure 4, le procédé 40 comprend une première étape de mesure 41 d'une fréquence d'oscillation de référence de l'élément inertiel 2 autour de la direction Z dans le plan XY. A cette fin, on mesure le nombre d'oscillation de l'élément inertiel 2 par secondes. On utilise par exemple un procédé de mesure à l'aide d'un système de mesure laser, qui est bien connu de l'homme du métier.

**[0053]** Dans une deuxième étape 42, on mesure une fréquence d'oscillation secondaire de l'élément inertiel 2 dans le plan YZ autour de la direction X.

**[0054]** Une troisième étape 43 consiste à comparer la fréquence d'oscillation secondaire à la fréquence d'oscillation de référence. Plus précisément, on vérifie si la fréquence d'oscillation secondaire a une valeur sensiblement différente d'un multiple de la fréquence d'oscillation de référence.

**[0055]** Dans le cas où la fréquence d'oscillation secondaire a une valeur sensiblement différente d'un multiple de la fréquence d'oscillation de référence, on ne modifie pas la position des masselottes latérales 11 de réglage

par rapport au bras principal 6.

**[0056]** Si la fréquence d'oscillation secondaire a une valeur proche ou sensiblement égale à un multiple de la fréquence d'oscillation de référence, le procédé comprend une quatrième étape 44. La quatrième étape 44 consiste à modifier la position des masselottes latérales 11 de réglage par rapport au bras principal 6 pour que la fréquence d'oscillation secondaire soit sensiblement différente d'un multiple de la fréquence d'oscillation de référence.

**[0057]** Le procédé peut comprendre une cinquième étape 45 de vérification, dans laquelle on mesure la fréquence d'oscillation secondaire pour vérifier que la nouvelle position des masselottes latérales 11 de réglage permet d'obtenir une valeur différente d'un multiple de la fréquence d'oscillation de référence. Ainsi, en cas de nécessité, la position des masselottes latérales 11 peut à nouveau être modifiée si la fréquence d'oscillation secondaire mesurée n'est pas satisfaisante.

**[0058]** Bien entendu, la présente invention ne se limite pas à l'exemple illustré mais est susceptible de diverses variantes et modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art.

## Revendications

1. Balancier (15) pour mécanisme résonateur (1) d'horlogerie, comportant un bras principal (6) agencé selon un axe longitudinal, **caractérisé en ce qu'il** comprend au moins une première masselotte latérale (11) de réglage de l'inertie du balancier, la première masselotte latérale (11) étant montée mobile sur le bras principal (6) du balancier (15) pour pouvoir prendre une pluralité de positions plus ou moins proches du bras principal (6) afin de régler l'inertie du balancier (15).
2. Balancier selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la masselotte latérale (11) est disposée perpendiculairement à l'axe longitudinal du bras principal (6) pour pouvoir modifier la fréquence d'oscillation du bras principal (6) autour de son axe longitudinal.
3. Balancier selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la masselotte latérale (11) est mobile dans le plan principal du balancier (15).
4. Balancier selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend une deuxième masselotte latérale (22) de réglage de l'inertie disposée sur le bras principal (6) symétriquement à la première masselotte latérale (11) par rapport à l'axe longitudinal du bras principal (6).
5. Balancier selon l'une, quelconque, des revendica-

- tions précédentes, **caractérisé en ce que** la ou les masselottes latérales (11, 22) sont des vis.
6. Balancier selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la ou les masselottes latérales (11, 22) sont décentrées sur le bras principal (6) du balancier (15). 5
7. Balancier selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend en outre au moins une masselotte périphérique axiale (9) de réglage de l'inertie, montée sur deux extrémités (7, 8) du bras principal (6). 10
8. Balancier selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend un moyeu (16). 15
9. Balancier selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le bras principal (6) comporte une partie élargie (12) où sont disposées la ou les masselottes latérale (11, 22) de réglage. 20
10. Mécanisme résonateur (1) comprenant une structure (10) et un bloc d'ancrage (30) auquel est suspendu au moins un élément inertiel (2) agencé pour osciller selon un premier degré de liberté en rotation RZ autour d'un axe de pivotement (D) s'étendant selon une première direction Z, ledit élément inertiel (2) étant configuré pour être soumis à des efforts de rappel exercés par des moyens de rappel configurés pour faire osciller l'élément inertiel (2), **caractérisé en ce que** l'élément inertiel (2) comprend un balancier (15) selon l'une, quelconque, des revendications précédentes. 25 30 35
11. Mécanisme résonateur selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le balancier (15) est monté de sorte que l'axe longitudinal du bras principal (6) est sensiblement perpendiculaire à la première direction Z. 40
12. Mécanisme résonateur selon la revendication 10 ou 11, **caractérisé en ce que** le balancier (15) est monté de sorte que le plan principal du balancier (15) est sensiblement perpendiculaire à la première direction Z. 45
13. Procédé (40) de mise au point d'un mécanisme résonateur (100) d'horlogerie selon l'une, quelconque des revendications 10 à 12, **caractérisé en ce qu'il** comprend : 50
- une première étape (41) de mesure d'une fréquence d'oscillation de référence de l'élément inertiel (2) autour de la direction Z dans le plan XY, 55
  - une deuxième étape (42) de mesure d'au moins une fréquence d'oscillation secondaire de l'élément inertiel (2) dans le plan YZ autour de la direction X,
  - une troisième étape (43) de comparaison de la fréquence d'oscillation secondaire à la fréquence d'oscillation de référence, pour vérifier que la fréquence d'oscillation secondaire a une valeur sensiblement différente d'un multiple de la fréquence d'oscillation de référence, et dans le cas où la fréquence d'oscillation secondaire a une valeur proche ou sensiblement égale à un multiple de la fréquence d'oscillation de référence, une quatrième étape (44) de modification de la position de la ou des masselottes de réglage par rapport au bras principal pour que la fréquence d'oscillation secondaire soit sensiblement différente d'un multiple de la fréquence d'oscillation de référence.
14. Procédé selon la revendication 13, **caractérisé en ce qu'il** comprend une cinquième étape (45) de vérification, dans laquelle on mesure la fréquence d'oscillation secondaire pour vérifier que la nouvelle position des masselottes latérales (11) de réglage permet d'obtenir une valeur différente d'un multiple de la fréquence d'oscillation de référence.

Fig. 1

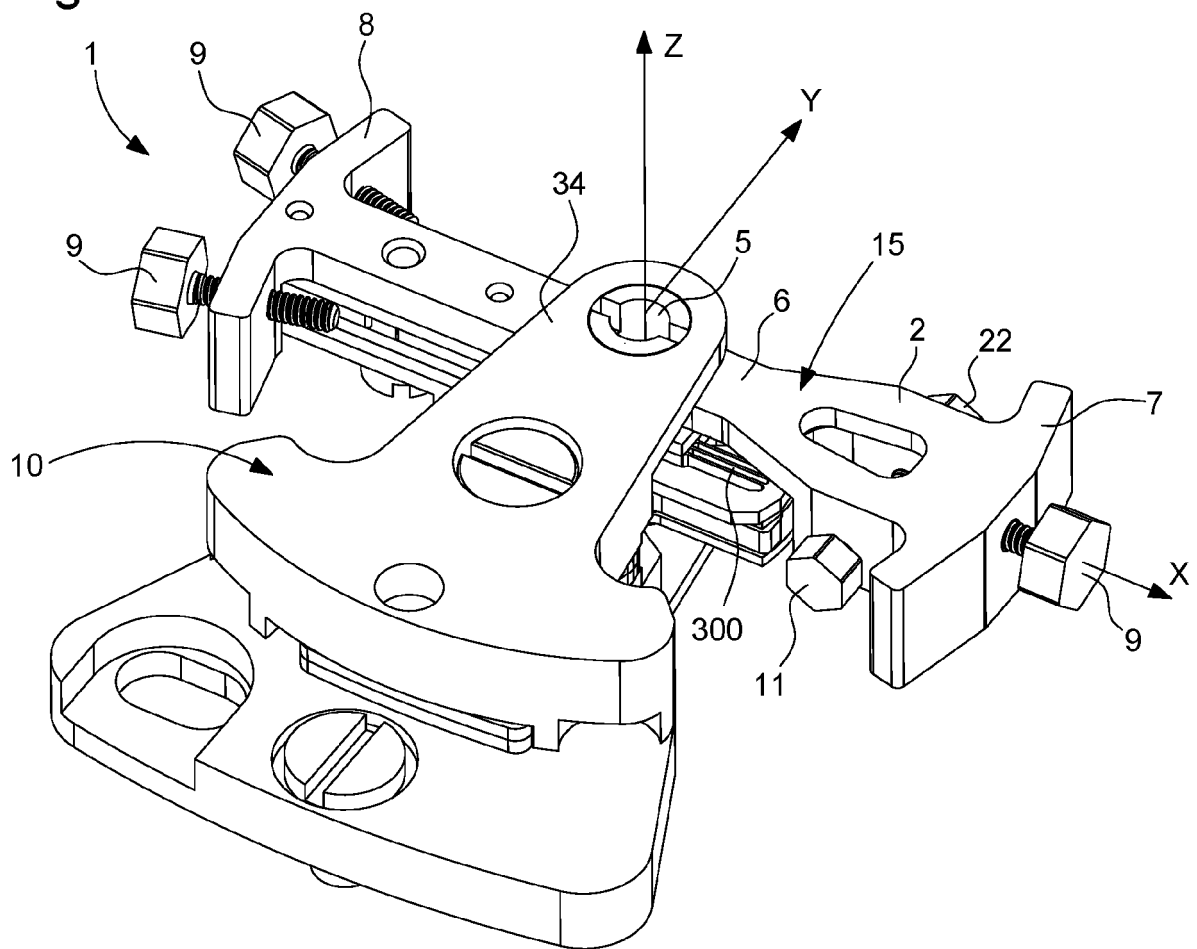


Fig. 2

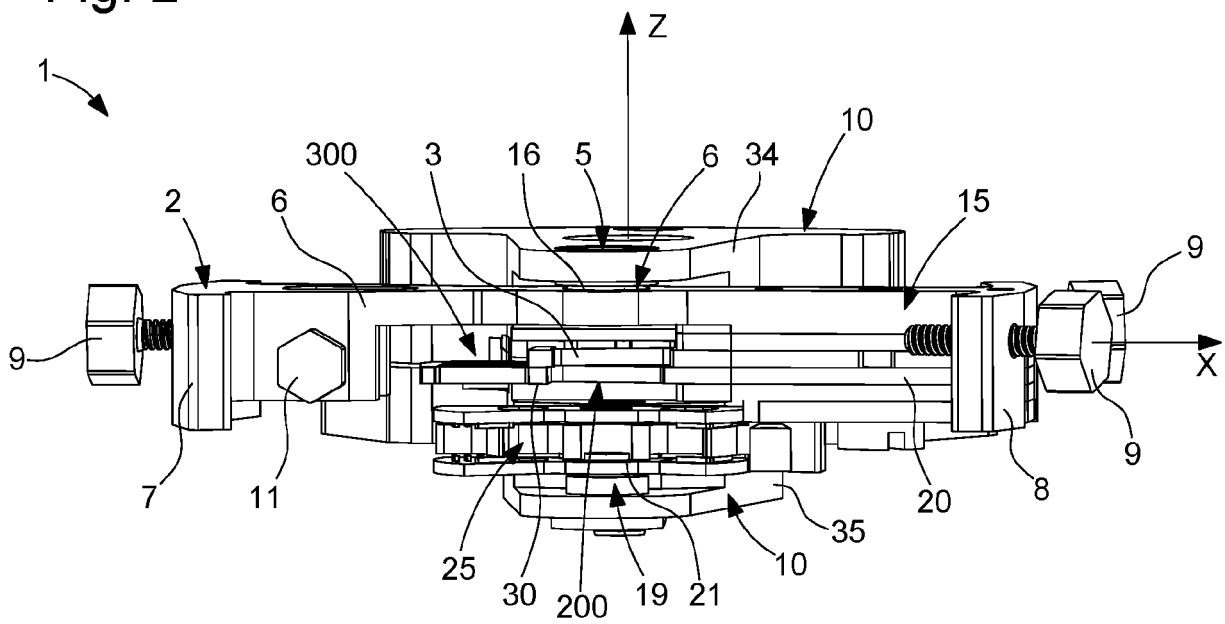


Fig. 3

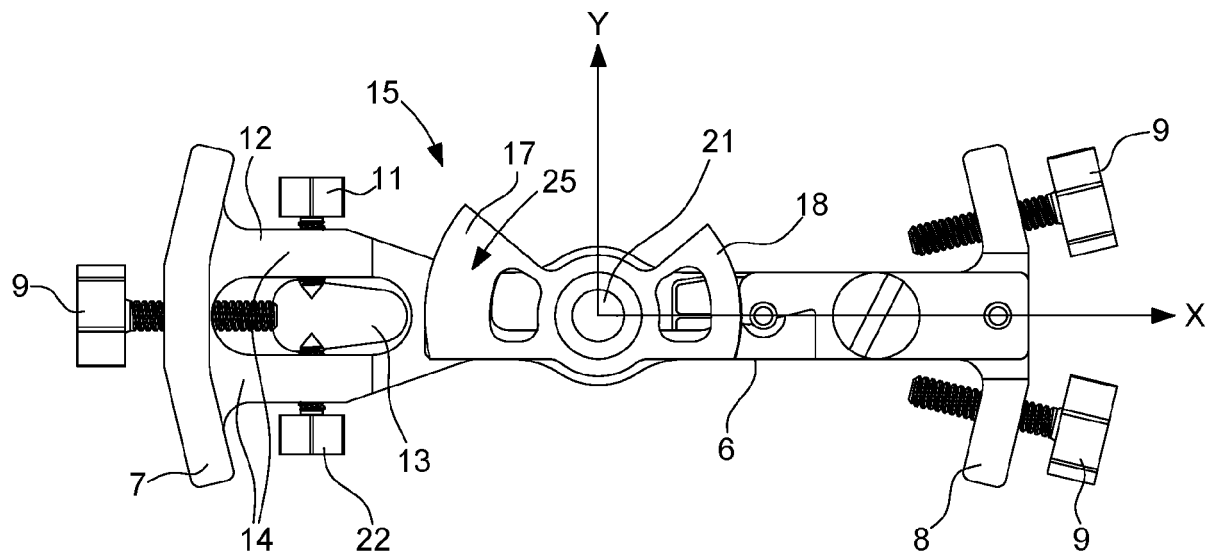
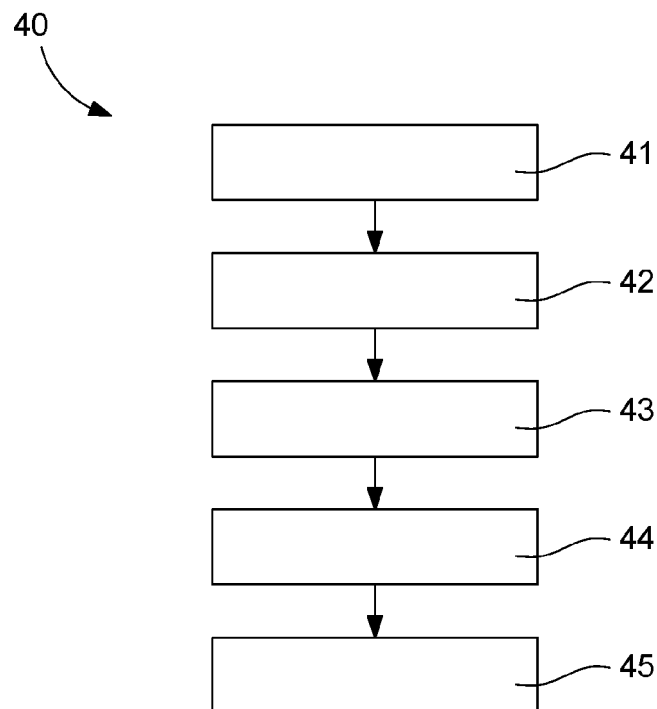


Fig. 4







## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 23 15 9143

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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	EP 3 627 242 A1 (SWATCH GROUP RES & DEV LTD [CH]) 25 mars 2020 (2020-03-25)	1-12	INV.
A	* alinéa [0018] - alinéa [0023] *	13, 14	G04B17/04
	* figures 1, 2 *		G04B18/02
	-----		
X	EP 3 561 609 A1 (ETA SA MFT HORLOGERE SUISSE [CH]) 30 octobre 2019 (2019-10-30)	1-12	
A	* alinéa [0018] - alinéa [0027] *	13, 14	
	* alinéa [0041] - alinéa [0054] *		
	* figures 3, 4, 7-9 *		
	-----		
X, D	CH 715 526 A2 (ETA SA MFT HORLOGERE SUISSE [CH]) 15 mai 2020 (2020-05-15)	1-12	
A	* figures 1-3 *	13, 14	
	-----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			G04B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		11 août 2023	Jacobs, Peter
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			

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

EP 23 15 9143

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.

11-08-2023

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
<b>EP 3627242 A1</b>	<b>25-03-2020</b>	<b>CN 110928170 A</b>	<b>27-03-2020</b>
		<b>EP 3627242 A1</b>	<b>25-03-2020</b>
		<b>JP 6796697 B2</b>	<b>09-12-2020</b>
		<b>JP 2020046426 A</b>	<b>26-03-2020</b>
		<b>US 2020089168 A1</b>	<b>19-03-2020</b>
<hr/>			
<b>EP 3561609 A1</b>	<b>30-10-2019</b>	<b>CH 714922 A2</b>	<b>31-10-2019</b>
		<b>CN 110389519 A</b>	<b>29-10-2019</b>
		<b>EP 3561609 A1</b>	<b>30-10-2019</b>
		<b>JP 6763991 B2</b>	<b>30-09-2020</b>
		<b>JP 6828117 B2</b>	<b>10-02-2021</b>
		<b>JP 2019191159 A</b>	<b>31-10-2019</b>
		<b>JP 2020076770 A</b>	<b>21-05-2020</b>
		<b>US 2019324401 A1</b>	<b>24-10-2019</b>
<hr/>			
<b>CH 715526 A2</b>	<b>15-05-2020</b>	<b>AUCUN</b>	
<hr/>			

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**

- CH 15442016 [0004]
- CH 5182018 [0005]
- EP 18168765 A [0005]
- CH 715526 [0006] [0010]
- EP 3561607 A [0006] [0010]