



DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
27.03.2024 Bulletin 2024/13

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
G04B 17/04 (2006.01) G04B 43/00 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **22197152.6**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
G04B 17/045; G04B 43/002

(22) Date de dépôt: **22.09.2022**

(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

(71) Demandeur: **CSEM Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique SA - Recherche et Développement**
2002 Neuchâtel (CH)

(72) Inventeurs:
• **Musy, Grégory**
1052 Le-Mont-sur-Lausanne (CH)
• **Barrot, François**
3235 Erlach (CH)

(74) Mandataire: **P&TS SA (AG, Ltd.)**
Avenue J.-J. Rousseau 4
P.O. Box 2848
2001 Neuchâtel (CH)

(54) **MÉCANISME OSCILLATEUR SUR GUIDAGE FLEXIBLE POUR UN MOUVEMENT HORLOGER MÉCANIQUE COMPORTANT UNE SUSPENSION ANTICHOC**

(57) La présente divulgation concerne un mécanisme oscillateur sur guidage flexible comprenant une structure fixe (16), une base de pivot (20), un élément inertiel (11), et un pivot flexible (120) comportant des lames de pivot (12, 13) élastiques, chacune s'étendant entre la base de pivot (20) et l'élément inertiel (11), permettant à ce dernier d'osciller dans un plan d'oscillation (P_o), sensiblement perpendiculaire à un axe de pivotement (A) de l'élément inertiel (11). Une suspension antichoc (200) est liée, d'une part à la base de pivot (20), et, d'autre part, à

la structure fixe (16), et configurée pour maintenir la base de pivot (20) sensiblement fixe pour des intensités de choc inférieures à une valeur de seuil (S) et se déformer par flambage lorsque le mécanisme oscillateur subit un choc d'une intensité dépassant une valeur de seuil (S), de sorte que la base de pivot (20) puisse se déplacer par rapport à la structure fixe (16) selon au moins un degré de liberté en translation dans le plan d'oscillation P_o . La présente divulgation concerne également un mouvement horloger comportant le mécanisme oscillateur.

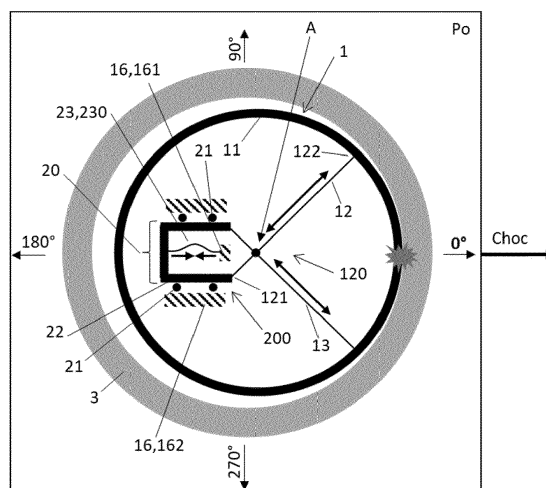


Fig. 2a

Description

Domaine technique

[0001] La présente divulgation concerne le domaine de l'horlogerie, plus précisément le domaine des montres mécaniques à oscillateurs sur guidage flexible et un antichoc associé à un mécanisme oscillateur sur guidage flexible. La présente divulgation concerne également un mouvement horloger comportant le mécanisme oscillateur.

Etat de la technique

[0002] Un oscillateur sur guidage flexible est montré aux **figures 1a** et **1b**. Un tel oscillateur se compose d'un élément inertiel 11 (tel qu'un balancier) et d'un pivot flexible 120 comportant une pluralité de lames de pivot 12, 13 élastiques. Le pivot flexible 120 combine la fonction de ressort et de guidage en rotation de l'élément inertiel 11 autour d'un axe de pivotement A sensiblement perpendiculaire au plan d'oscillation P_0 de l'élément inertiel 11. Pour assurer cette fonction de pivot, les constantes de raideur en rotation et en translation dans toutes les autres directions doivent être particulièrement grandes, en particulier pour les translations dans le plan d'oscillation P_0 . Cette grande rigidité implique que lors d'un choc, la contrainte mécanique engendrée par la déformation des lames de pivot 12, 13 va fortement augmenter pour de très faibles déplacements de l'élément inertiel 11.

[0003] Les chocs que doivent supporter un tel oscillateur sur guidage flexible sont potentiellement de grande intensité, typiquement jusqu'à 5000 G. Pour de tels chocs, il est indispensable de limiter le déplacement de l'élément inertiel 11 et donc la déformation des lames de pivot 12, 13 afin d'éviter la rupture de ces dernières. Les figures 1a et 1b montrent un palier de butée 3 fixe, contre lequel un axe de butée (voir figures 7a et 7b, non représenté aux figures 1a et 1b) rentre en contact avec le palier de butée lors d'un choc d'une intensité supérieure à une valeur de seuil donnée.

[0004] Le document EP3719587A1 de la présente demanderesse décrit un dispositif antichoc destiné à protéger des chocs un oscillateur mécanique horloger à guidage flexible, dans lequel un axe de butée est lié à l'élément inertiel 11 par une liaison rigide, et est logé dans un palier de butée fixe. Ce dispositif de butée est mis en œuvre en dessus et en dessous de l'élément inertiel 11 de sorte à bloquer les déplacements dans le plan, et hors du plan, d'oscillation P_0 de l'élément inertiel et les rotations en torsion (rotation autour de n'importe quel axe compris dans le plan d'oscillation P_0).

[0005] Afin de ne pas perturber l'oscillateur 1, le jeu entre l'axe de butée et le palier de butée 3 doit être suffisamment grand, typiquement 50 μm , pour éviter tout contact entre l'axe de butée et le palier de butée 3 en fonctionnement normal ou pour des chocs de faible in-

tensité qui ne sont pas dangereux pour les lames de pivot 12, 13. Ainsi, idéalement, le pivot flexible 120 doit être suffisamment rigide pour éviter tout contact entre l'axe de butée et le palier de butée 3 pour les faibles chocs et être moins rigide pour les chocs de plus grande intensité qui pourraient endommager les lames de pivot 12, 13, et donc permettre à l'élément inertiel 11 de se déplacer de typiquement 50 μm jusqu'à ce que l'axe de butée rencontre le palier de butée 3.

[0006] Pour tous les pivots sur guidages flexibles, la propriété de rigidité variable s'observe naturellement lors de translations du balancier dans le plan d'oscillation. Cependant certains pivots flexibles caractérisés par au moins trois plans de symétrie (tel que dans le dispositif décrit dans le brevet EP3299905B1 par la présente demanderesse) auront une rigidité qui diminue lors d'un choc important et ce quel que soit la direction (dans le plan d'oscillation) et le sens d'application de ce choc. Les pivots flexibles à un plan de symétrie (tel que décrit dans le brevet EP2911012B1 par la présente demanderesse) auront, quant à eux, une rigidité qui diminuera dans certaines orientations du choc et augmentera pour d'autres. Cette dernière propriété est problématique car, lorsque l'on applique un choc dans certaines directions du plan, le balancier ne se déplacera pas suffisamment pour que l'axe de butée entre en contact avec le palier de butée avant rupture des lames de pivot. Les pivots flexibles à un plan de symétrie gardent néanmoins un grand intérêt du fait qu'ils sont plus simples et plus petits que d'autres pivots flexibles tout en étant aussi performants en terme de sensibilité à la gravité et de défaut d'isochronisme (précision de la montre).

[0007] Un exemple de pivot flexible à un plan de symétrie (traitsillés sur les figures 1a et 1b) est le pivot de type Wittrick. Ce dernier est composé de deux lames de pivot 12, 13 croisées, séparées par un angle de typiquement 90°, liant une base fixe 16 à l'élément inertiel 11. La configuration des lames de pivot 12, 13 implique que, lors d'un choc et dépendamment du sens d'application du choc, les lames de pivot 12, 13 peuvent se trouver soit les deux en traction (figure 1a), soit les deux en compression (figure 1b). Lorsqu'une lame est mise en traction, à la manière d'une corde, elle devient plus rigide. La masse de l'élément inertiel 11 se déplacera alors très faiblement et la contrainte dans les lames de pivot 12, 13 sera très élevée si l'intensité du choc la sollicitant en traction est grande. A l'inverse, si le choc subit par un tel pivot est appliqué dans le sens opposé (figure 1b), les lames seront comprimées ce qui diminuera leur raideur. La masse du balancier va alors pouvoir accomplir de grands déplacements sans que la contrainte dans les lames n'augmente de façon trop importante : on parle de flambage des lames du pivot. Comme mentionné précédemment, le déplacement de l'élément inertiel 11 est limité par un palier de butée 3 qui empêche des déplacements de typiquement plus de 50 μm .

[0008] Cependant, un déplacement de 50 μm peut être suffisant pour provoquer la rupture des lames de pivot

12, 13 si le sens du choc est tel que les lames sont sollicitées en traction. Il n'est pas judicieux de diminuer le jeu de 50 μm car l'élément inertiel 11 rentrerait alors facilement en contact avec le palier de butée 3 ce qui perturberait trop souvent le fonctionnement de l'oscillateur 1. Il n'est pas non plus intéressant d'allonger les lames de pivot 12, 13 afin de diminuer la contrainte maximale, car cela dégraderait la sensibilité à la gravité de l'oscillateur.

[0009] Le brevet EP3561609B1 décrit un dispositif de suspension pour un pivot flexible à un plan de symétrie, permettant la translation dans le plan d'oscillation de l'élément inertiel jusqu'à ce que l'axe de butée rejoigne le palier de butée sans rupture des lames de pivot. Ce dispositif de suspension n'empêche cependant pas des déplacements du pivot en fonctionnement normal ou pour de faibles chocs, ce qui est indésirable lorsque l'on cherche à minimiser les perturbations de l'oscillateur.

[0010] Afin d'éviter ces déplacements pour de faibles chocs, le document CH713138B1 propose de précharger le dispositif de suspension. Ainsi, le dispositif de suspension ne se déplacera pas avant que la force du choc dépasse la valeur de précharge. Cependant, cette solution nécessite d'assembler plusieurs pièces compliquant la mise en oeuvre, augmentant les coûts et l'imprécision de montage.

Résumé

[0011] La présente divulgation concerne un mécanisme oscillateur sur guidage flexible agencé pour être fixé sur une platine d'un mouvement horloger mécanique. Le mécanisme oscillateur comprend une structure fixe, agencée pour être fixée sur la platine, une base de pivot, un élément inertiel, et un pivot flexible comportant une pluralité de lames élastiques, chacune s'étendant entre, à une première extrémité de la lame, la base de pivot, et, à une deuxième extrémité de la lame, l'élément inertiel, permettant à ce dernier d'osciller dans un plan d'oscillation, sensiblement perpendiculaire à un axe de pivotement de l'élément inertiel. Une suspension antichoc est liée, d'une part à la base de pivot, et, d'autre part à la structure fixe, et configurée pour maintenir la base de pivot sensiblement fixe pour des intensités de choc inférieures à une valeur de seuil et se déformer par flambage lorsque le mécanisme oscillateur subit un choc d'une intensité qui dépasse une valeur de seuil. La base de pivot peut alors se déplacer par rapport à la structure fixe selon au moins un degré de liberté en translation dans le plan d'oscillation P_0 .

[0012] Selon une forme d'exécution, la valeur de seuil est au moins supérieure à 10 G ou à 50 G.

[0013] Un avantage du mécanisme oscillateur 1 décrit ici par rapport à l'état de l'art est qu'il permet de réaliser une suspension antichoc avec un seuil de déclenchement (valeur de seuil S pour le flambage) sans nécessiter une précharge.

[0014] La présente divulgation concerne également un

mouvement horloger comportant le mécanisme oscillateur.

Brève description des figures

[0015] Des exemples de mise en oeuvre de l'invention sont indiqués dans la description illustrée par les figures annexées dans lesquelles :

la figure 1 illustre un mécanisme oscillateur, comprenant des lames de pivot reliant un élément inertiel à une base de pivot fixe, subissant un choc dans l'orientation 0° (figure 1a) et subissant un choc dans l'orientation 180° (figure 1b).

la figure 2 illustre un mécanisme oscillateur, comprenant des lames de pivot reliant un élément inertiel à une base de pivot comprenant un élément de suspension, et subissant un choc dans l'orientation 0° (figure 2a) et dans l'orientation 180° (figure 2b), selon un mode de réalisation;

la figure 3 illustre le mécanisme oscillateur selon un autre mode de réalisation, subissant un choc dans l'orientation 0° (figure 3a) et dans l'orientation 180° (figure 3b);

la figure 4 illustre le mécanisme oscillateur encore selon un autre mode de réalisation, subissant un choc dans l'orientation 0° (figure 4a) et dans l'orientation 180° (figure 4b);

la figure 5 illustre le mécanisme oscillateur encore selon un autre mode de réalisation, subissant un choc dans l'orientation 0° (figure 5a) et dans l'orientation 180° (figure 5b);

la figure 6 illustre le mécanisme oscillateur encore selon un autre mode de réalisation, subissant un choc dans l'orientation 0° (figure 5a), dans l'orientation 180° (figure 5b), dans l'orientation 270° (figure 5c), et dans l'orientation 90° (figure 5d);

la figure 7 montre une vue générale (figure 7a) et partielle (figure 7b) d'un exemple d'implémentation du mécanisme oscillateur;

La figure 8 montre la contrainte maximale dans les lames de pivot en fonction de l'orientation du choc dans le plan du mécanisme oscillateur.

Exemple(s) de mode de réalisation

[0016] Un mécanisme oscillateur 1 sur guidage flexible agencé pour être fixé sur une platine d'un mouvement horloger mécanique, est illustré aux **figures 2 à 6**, selon un mode de réalisation. Le mécanisme oscillateur 1 comprend une structure fixe 16, agencée pour être fixée sur

la platine. Le mécanisme oscillateur 1 comprend également une base de pivot 20, un élément inertiel 11, et un pivot flexible 120 comportant une pluralité de lames de pivot 12, 13 élastiques. Chaque lame de pivot 12, 13 s'étend entre, à une première extrémité 121 de la lame de pivot 12, 13, la base de pivot 20, et, à une deuxième extrémité 122 de la lame de pivot 12, 13, l'élément inertiel 11, permettant à ce dernier d'osciller dans un plan d'oscillation P_0 , sensiblement perpendiculaire à un axe de pivotement A de l'élément inertiel 11.

[0017] Dans les différents modes de réalisation montrés aux figures 2 à 6, le mécanisme oscillateur 1 comprend deux lames de pivot 12, 13. Les deux lames de pivot 12, 13 se croisent selon une droite qui passe à une certaine fraction de la longueur de chaque lame de pivot 12, 13 et qui définit l'axe virtuel de pivotement A du mécanisme oscillateur 1. Cette configuration correspond à un mécanisme oscillateur ayant un plan de symétrie. Cependant, d'autres configurations des lames de pivot 12, 13 sont possibles. Par exemple, le mécanisme oscillateur 1 peut comprendre plus de deux lames de pivot.

[0018] Un palier de butée 3, fixe par rapport au mécanisme oscillateur 1 peut être agencé afin de limiter le déplacement l'élément inertiel 11 par rapport à l'axe de pivotement A du mécanisme oscillateur 1.

[0019] Selon une forme d'exécution, une suspension antichoc 200 est liée, d'une part à la base du pivot 20, et, d'autre part, à la structure fixe 16. La suspension antichoc 200 est configurée pour maintenir la base de pivot 20 sensiblement fixe pour des intensités de choc inférieures à une valeur de seuil S, et se déformer par flambage lorsque le mécanisme oscillateur 1 subit un choc qui dépasse une valeur de seuil S. La suspension antichoc 200 permet à la base de pivot 20 de se déplacer par rapport à la structure fixe 16 selon au moins un degré de liberté en translation dans le plan d'oscillation P_0 , lors du choc dépassant la valeur de seuil S. De la sorte, suite à un choc sollicitant le pivot flexible 120, la contrainte de traction, qui peut apparaître dans les lames de pivot 12, 13, est diminuée.

[0020] Selon une forme d'exécution, la suspension antichoc 200 comporte au moins un élément rigide 22, 24 ne se déformant pas lors du choc. La suspension antichoc 200 comporte également au moins un élément de suspension 23, 25, 27 se déformant par flambage lors d'un choc soumettant l'élément de suspension 23, 25, 27 à un effort de compression dont l'intensité dépasse la valeur de seuil S. L'élément rigide 22, 24 est, d'une part, relié aux lames de pivot 12, 13 et, d'autre part, à la structure fixe 16 par l'intermédiaire de l'élément de suspension 23, 25, 27.

[0021] La suspension antichoc 200 comprend en outre un organe de guidage 21 configuré pour guider le déplacement de la base de pivot 20 selon au moins un degré de liberté en translation, dans le plan d'oscillation P_0 .

[0022] L'élément de suspension 23, 25, 27 peut comprendre une ou plusieurs lames de suspension 230 flexibles.

[0023] Le flambage survient lorsqu'une force est appliquée en compression sur l'élément de suspension 23, 25, 27, par exemple sur une lame de suspension 230. Dans le cas où la force appliquée surpasse la limite de flambage de la lame de suspension 230, la raideur en compression de la lame de suspension 230 (qui peut être très grande) diminue brutalement, provoquant l'effondrement de la lame de suspension 230. La limite en flambage dépend de l'élançement de la lame de suspension 230. Ainsi une lame longue et fine a une limite en flambage faible comparée à une lame épaisse et courte. Cette limite en flambage dépend donc essentiellement de paramètres géométriques et du matériau que l'on peut précisément dimensionner et choisir.

[0024] La valeur de seuil S est au moins supérieure à 10 G. La valeur de seuil S peut également être au moins supérieure à 50 G.

[0025] Dans le mode de réalisation particulier montré aux figures 2a et 2b, la suspension antichoc 200 comporte un premier élément rigide 22 ne se déformant pas lors du choc et un premier élément de suspension 23. L'élément rigide 22 est, d'une part, relié aux lames de pivot 12, 13 et, d'autre part, à la structure fixe 16 par l'intermédiaire du premier élément de suspension 23. Le premier élément flexible 23 se déforme par flambage lors d'un choc soumettant l'élément de suspension 23 à un effort de compression et dont l'intensité dépasse la valeur de seuil S. Lors du choc, les lames de pivot 12, 13 sont soumises à un effort de traction d'autant plus faible que l'élément de suspension 23 les protège en se déformant par flambage.

[0026] Plus particulièrement, dans l'exemple des figures 2a et 2b, le premier élément rigide 22 est relié à une première section 161 de la structure fixe 16 par l'intermédiaire du premier élément de suspension 23. L'élément de suspension 23 comprend une seule lame de suspension 230. Le premier élément rigide 22 est relié à une seconde section 162 de la structure fixe 16 par l'intermédiaire de l'organe de guidage 21.

[0027] L'organe de guidage 21 permet de guider en translation, dans le plan d'oscillation P_0 , le déplacement de la base de pivot 20 induit par la déformation par flambage. Par exemple, l'organe de guidage 21 peut être configuré de manière à bloquer les déplacements de la base de pivot 20 dans les autres directions que la direction correspondant au degré de liberté en translation souhaité. Par exemple, suite à un choc sollicitant la suspension antichoc 200, cette dernière flambe tout en permettant à la base de pivot 20, guidé par l'organe de guidage 21, de se déplacer en translation le long de l'axe de symétrie du pivot flexible 120. Dans les figures 2a et 2b, l'organe de guidage 21 est représenté de manière abstraite par des roulements.

[0028] Les figures 3a et 3b illustrent le mécanisme oscillateur 1 des figures 2a et 2b dans lequel l'organe de guidage 21 comprend deux lames de guidage 210 arrangées sensiblement parallèles. On notera que l'organe de guidage 21 peut également comporter plus que deux

lames de guidage 210. La lame de guidage 210 est préférentiellement dimensionnée de manière à minimiser la rigidité de l'organe de guidage 21 dans la direction de son degré de liberté afin de ne pas ajouter une tension supplémentaire dans les lames de pivot 12, 13. D'autres configurations de l'organe de guidage 21 sont également possibles.

[0029] Dans la figure 3a, le choc est dirigé vers la droite et les lames de pivot 12, 13 sont soumises à un effort de traction. L'orientation du choc est illustrée par la flèche et correspond à l'angle 0° . L'élément de suspension 23 flambe lorsque le mécanisme oscillateur 1 subit un choc qui dépasse la valeur de seuil S. La base de pivot 20 se déplace alors dans l'orientation du choc ce qui permet de diminuer l'effort de traction dans les lames de pivot 12, 13. Lorsque la base du pivot 20 n'est pas déplacée, les deux lames de guidage 210 s'étendent, entre la seconde section 162 de la structure fixe 16 et le premier élément rigide 22, dans une direction sensiblement perpendiculaire à la direction dans laquelle le premier élément de suspension 23 se déforme. Lorsque l'élément de suspension 23 flambe, les deux lames de guidage 210 fléchissent dans la direction de déplacement de la base de pivot 20, guidant ainsi ce dernier dans la direction correspondant au degré de liberté en translation, ici entre 180° et 0° , dans le plan d'oscillation P_0 .

[0030] Dans la figure 3b, le choc est dirigé vers la gauche et les lames de pivot 12, 13 sont soumises à un effort de compression. Les lames de pivot 12, 13 peuvent être configurées de manière à flamber lorsque le mécanisme oscillateur 1 subit un choc dont l'intensité dépasse la valeur de seuil S, résultant dans une diminution de la raideur des lames de pivot 12, 13 et un déplacement de l'élément inertiel 11. Dans un tel cas, l'élément de suspension 23 est en traction, il ne flambe donc pas et la base de pivot 20 ne se déplace pas.

[0031] Les figures 4a et 4b illustrent le mécanisme oscillateur 1 selon une forme de réalisation alternative à celle des figures 3a et 3b, dans laquelle l'élément de suspension 23 comprend deux lames de suspension 230. Les deux lames de suspension 230 sont préférentiellement arrangées sensiblement parallèles l'une avec l'autre. Chacune des lames de suspension 230 est configurée pour flamber lorsque le mécanisme oscillateur 1 subit un choc dont l'intensité dépasse la valeur de seuil S. Dans ce cas, les lames de pivot sont en traction et les lames de suspension 230 sont en compression. Chacune des deux lames de suspension 230 peuvent avantageusement avoir une forme plus élancée que la lame de suspension 230 unique de l'élément de suspension 23 selon la configuration des figures 3a et 3b, dans le cas où l'on souhaite le flambage des deux lames de suspension 230 à la même valeur de seuil S que celle de la lame de suspension 230 unique. La configuration de l'élément de suspension 23 selon les figures 3a et 3b permet de bloquer de manière plus rigide les degrés de liberté en rotation de la base de pivot 20, ce qui permet de diminuer la sensibilité à la gravité du mécanisme oscillateur 1.

[0032] Similairement aux figures 3a et 3b, la figure 4a montre le mécanisme oscillateur 1 subissant un choc dirigé vers la droite (0°) soumettant les lames de pivot 12, 13 à un effort de traction. Dans la figure 4b, le choc est dirigé vers la gauche (180°) et les lames de pivot 12, 13 sont soumises à un effort de compression. Comme discuté ci-dessus, les lames de pivot 12, 13 peuvent alors flamber lorsque l'effort dans les lames de pivot 12, 13 est en compression et que l'intensité du choc dépasse la valeur de seuil S.

[0033] Dans le mode de réalisation particulier montré aux figures 5a et 5b, la suspension antichoc 200 comprend un premier élément rigide 22 et un second élément rigide 24. La suspension antichoc 200 comprend également un premier élément de suspension 23 et un second élément de suspension 25. Le premier élément rigide 22 est relié à la structure fixe 16 par l'intermédiaire du second élément de suspension 25, du second élément rigide 24 et du premier élément de suspension 23. Le premier élément de suspension 23 est configuré pour se déformer en flambage dans une direction sensiblement parallèle à la direction de déformation en flambage du second élément de suspension 25 mais dans le sens opposé. La base de pivot 20 peut donc se déplacer selon un degré de liberté en translation dans deux orientations (0° et 180°) dans le plan d'oscillation P_0 , lorsque le mécanisme oscillateur 1 subit des chocs dans des orientations diamétralement opposées et dirigées selon la bissectrice de l'angle formé par les lames 12 et 13.

[0034] Plus particulièrement dans l'exemple des figures 5a et 5b, le premier élément rigide 22 est relié à une première section 161 de la structure fixe 16 par l'intermédiaire du second élément de suspension 25, du second élément rigide 24 et du premier élément de suspension 23. Le premier élément rigide 22 est également relié à une seconde section 162 de la structure fixe 16 par l'intermédiaire de l'organe de guidage 21.

[0035] Dans cet exemple, l'élément de suspension 23 comprend deux lames de suspension 230 sensiblement parallèles l'une avec l'autre. L'organe de guidage 21 comporte également deux lames de guidage 210. Les deux lames de guidage 210 sont arrangées sensiblement parallèles l'une avec l'autre. Lors du déplacement de la base de pivot 20, les deux lames de guidage 210 fléchissent dans la direction de déplacement de la base de pivot 20, guidant ainsi ce dernier dans la direction correspondant au degré de liberté en translation, ici entre 180° et 0° , dans le plan d'oscillation P_0 .

[0036] La figure 5a montre le mécanisme oscillateur 1 subissant un choc dirigé vers la droite (0°), soumettant les lames de pivot 12, 13 à un effort de traction et le premier élément flexible 23 à un effort de compression. Le premier élément flexible 23 se déforme par flambage lorsque l'intensité du choc dépasse la valeur de seuil S.

[0037] Dans la figure 5b, le choc est dirigé vers la droite (180°) et les lames de pivot 12, 13 sont soumises à un effort de compression. Contrairement à l'exemple de la figure 4b, les lames de pivot 12, 13 ne flambent pas. Par

exemple, la limite en flambage des lames de pivot 12, 13 est trop élevée (par exemple dans le cas où les lames de pivot 12, 13 sont dimensionnées très courtes). Dans cette configuration, le second élément de suspension 25, qui est soumis à un effort de compression, flambe, permettant à l'élément inertiel de se déplacer lorsque le choc dépasse la valeur seuil S.

[0038] Les figures 6a à 6d illustrent le mécanisme oscillateur 1 selon une autre forme de réalisation, dans lequel la suspension antichoc 200 comprend un premier élément rigide 22 et un second élément rigide 24. La suspension antichoc 200 comprend également un premier élément de suspension 23, un second élément de suspension 25, et un troisième élément de suspension 27.

[0039] De manière similaire à la configuration des figures 3a et 3b, l'élément rigide 22 est, d'une part, relié aux lames de pivot 12, 13 et, d'autre part, à la structure fixe 16 (par exemple à la première section 161 de la structure fixe 16) par l'intermédiaire du premier élément de suspension 23. Le premier élément flexible 23 se déforme par flambage lors d'un choc dont l'intensité dépasse la valeur de seuil S. Les lames de pivot 12, 13 sont soumises à un effort de traction et le premier élément flexible 23 est soumis à un effort de compression. L'élément rigide 22 est également relié à la structure fixe 16 (par exemple à la seconde section 162 de la structure fixe 16), par l'intermédiaire du second élément de suspension 25, du second élément rigide 24 et du troisième élément de suspension 27. Le premier élément de suspension 23 est configuré pour se déformer dans une direction sensiblement perpendiculaire à la direction de déformation du second élément de suspension 25 et troisième élément de suspension 27. La base de pivot 20 peut alors être déplacée selon deux degrés de liberté en translation par rapport à la structure fixe 16, sensiblement perpendiculaire l'un par rapport à l'autre, et dans le plan d'oscillation P_0 .

[0040] La figure 6a montre le mécanisme oscillateur 1 subissant un choc dirigé vers la droite (0°), soumettant les lames de pivot 12, 13 à un effort de traction. Le premier élément flexible 23 est soumis à un effort de compression et se déforme par flambage lorsque l'intensité du choc dépasse la valeur de seuil S. Dans la figure 6b, le choc est dirigé vers la gauche (180°) et les lames de pivot 12, 13 sont soumises à un effort de compression. Le fonctionnement de la base de pivot 20 pour un choc dans les orientations 0° et 180° est similaire à celui de la base de pivot 20 dans les configurations des figures 4a et 4b.

[0041] Dans la figure 6c, le choc est dirigé vers le bas (270°). Le second élément flexible 25 est soumis à un effort de compression et se déforme par flambage lorsque l'intensité du choc dépasse la valeur de seuil S. Dans la figure 6d, le choc est dirigé vers le haut (90°). Le troisième élément flexible 27 est soumis à un effort de compression et se déforme par flambage lorsque l'intensité du choc dépasse la valeur de seuil S. La présence du

deuxième et troisième éléments flexibles 25, 27 permet à la base de pivot 20 de se déplacer dans les deux orientations 90° et 270° et dans le plan d'oscillation P_0 .

[0042] On remarque que, lorsque le choc est dirigé vers le bas (90° , figure 6c) ou vers le haut (270° , figure 6d), les lames de suspension 230 du premier élément de suspension 23 jouent le rôle de l'organe de guidage 21 et guident le déplacement de la base de pivot 20 dans les deux orientations opposées entre 270° et 90° . Lorsque le choc est dirigé vers la droite (0° , figure 6a), les lames de suspension 230 du second et troisième éléments de suspension 25, 27 jouent le rôle de l'organe de guidage 21 et guident le déplacement de la base de pivot 20 dans l'orientations vers 0° .

[0043] Selon une variante non représentée de la configuration des figures 6a-b, la suspension antichoc 200 peut comprendre seulement le premier et le second élément de suspension 23, 25 et seulement le premier élément rigide 22. L'élément rigide 22 est alors relié à la structure fixe 16 (par exemple à la seconde section 162 de la structure fixe 16) par l'intermédiaire du second élément de suspension 25. Dans cette configuration, le second élément flexible 25 se déforme par flambage pour un choc est dirigé vers le bas (270°) et lorsque son intensité dépasse la valeur de seuil S. Le second élément flexible 25 ne se déforme pas lorsque le choc est dirigé vers le haut (90°).

[0044] Il peut être avantageux que chacun des premier, second et troisième éléments flexibles 23, 25, 27 flambe pour sensiblement la même valeur de seuil S.

[0045] Les figures 7a et 7b montrent une implémentation possible du mécanisme oscillateur 1. La figure 7a montre une vue générale du mécanisme oscillateur 1 et la figure 7b montre une vue partielle du mécanisme oscillateur de la figure 7a. Le mécanisme oscillateur 1 comprend l'élément inertiel 11 (ou balancier) et la base de pivot 20. Les deux lames de pivot 12, 13 s'étendent sensiblement à 90° l'une par rapport à l'autre. Les lames de pivot 12, 13 sont reliées d'une part à la base de pivot 20 et d'autre part à l'élément inertiel 11. La suspension antichoc 200 comprend l'organe de guidage 21 comportant deux lames de guidage 210, et le premier élément de suspension 23 comportant une lame de suspension 230. La lame de suspension 230 peut comprendre une légère courbure afin de garantir qu'elle se déformera selon le mode de flambage désiré. Par mode de flambage désiré, on entend un mode de déformation particulière de la lame suspension 230. Par exemple il peut être souhaitable que le ventre de la lame de suspension 230, lorsqu'elle se déforme en flambage, se forme dans un sens déterminé (convexe, concave).

[0046] Le mécanisme oscillateur 1 comprend également un axe de butée 14 lié à l'élément inertiel 11 par une liaison rigide 15. L'axe de butée 14 est logé dans un palier de butée 3, fixe par rapport au mécanisme oscillateur 1. L'axe de butée 14 et le palier de butée 3 peuvent être arrangés des deux côtés du mécanisme oscillateur 1, par rapport au plan d'oscillation P_0 (voir la figure 7b).

Le jeu radial entre l'axe de butée 14 et le palier de butée 3 est typiquement d'environ 50 μm .

[0047] Selon une variante particulière de réalisation, chacune des lames de pivot 12, 13 a une longueur d'environ 2 mm, une hauteur d'environ 0.2 mm, et une épaisseur d'environ 10 μm . La lame de suspension 230 a une longueur d'environ 2 mm, une hauteur d'environ 0.2 mm, et une épaisseur d'environ 10 μm . Chacune des lames de guidage 210 a une longueur d'environ 1 mm, une hauteur d'environ 0.4 mm, et une épaisseur d'environ 10 μm . Le matériau utilisé pour réaliser la structure peut être le silicium, par exemple, mis en forme par un procédé de gravure profonde (DRIE).

[0048] Un avantage du mécanisme oscillateur 1 décrit ici par rapport à l'état de l'art est qu'il permet de réaliser une suspension antichoc avec un seuil de déclanchement (intensité du choc de valeur de seuil S pour le flambage) sans devoir précharger cette suspension antichoc. La base de pivot 20 peut alors être stable lors de fonctionnement normal du mécanisme oscillateur 1 pour des faibles chocs (au-dessous de la valeur de seuil S). Le mécanisme oscillateur 1 ne nécessite pas l'ajout de pièces supplémentaires et d'étapes d'assemblage supplémentaires.

[0049] La figure 8 montre, dans le cas où le pivot de la figure 7a est réalisé en silicium, la contrainte maximale dans les lames de pivot 12, 13 en fonction de l'orientation du choc dans le plan d'oscillation P_o , lorsque l'élément inertiel 11 est pivoté à un angle de 14° (correspondant à un angle maximal) et subit un choc de 5000 G. On notera que la contrainte maximale que peut supporter le silicium se situe autour de 1000 MPa. En l'absence de l'élément de suspension 23, 25, 27, les lames de pivot 12, 13 risquent de se rompre pour tout choc subit par le mécanisme oscillateur 1 selon une orientation entre 0° et $\pm 80^\circ$. Entre $\pm 80^\circ$ et $\pm 180^\circ$, les lames de pivot 12, 13 flambent et la contrainte reste en dessous de 1000 MPa. En présence de l'élément de suspension 23, 25, 27, la contrainte maximale dans les lames de pivot 12, 13 reste inférieure à 1000 MPa quelle que soit l'orientation du choc subit par le mécanisme oscillateur 1.

[0050] La présente divulgation concerne également un mouvement horloger comportant le mécanisme oscillateur 1.

Numéros de référence employés sur les figures

[0051]

1	mécanisme oscillateur
3	palier de butée
11	élément inertiel, balancier
12, 13	lame de pivot
120	pivot flexible
121	une première extrémité
122	deuxième extrémité
14	axe de butée
15	liaison rigide

16	structure fixe
161	première section de la structure fixe
162	seconde section de la structure fixe
20	base de pivot
5 200	suspension antichoc
21	organe de guidage
210	lame de guidage
22	élément rigide, premier élément rigide
23	élément de suspension, premier élément de suspension
10 230	lame de suspension
24	élément rigide, second élément rigide
25	élément de suspension, second élément de suspension
15 27	élément de suspension, troisième élément de suspension
A	axe de pivotement
P_o	plan d'oscillation

20

Revendications

1. Mécanisme oscillateur (1) sur guidage flexible agencé pour être fixé sur une platine d'un mouvement horloger mécanique, le mécanisme oscillateur comprenant:

25

30

35

40

45

50

55

une structure fixe (16), agencée pour être fixée sur la platine;
une base de pivot (20);
un élément inertiel (11); et
un pivot flexible (120) comportant une pluralité de lames de pivot (12, 13) élastiques, chacune s'étendant entre, à une première extrémité (121) de la lame de pivot (12, 13), la base de pivot (20), et, à une deuxième extrémité (122) de la lame de pivot (12, 13), l'élément inertiel (11), permettant à ce dernier d'osciller dans un plan d'oscillation (P_o), sensiblement perpendiculaire à un axe de pivotement (A) de l'élément inertiel (11);

caractérisé en ce que

une suspension antichoc (200) est liée, d'une part à la base de pivot (20) et, d'autre part, à la structure fixe (16), et configurée pour maintenir la base de pivot (20) sensiblement fixe pour des intensités de choc inférieur à une valeur de seuil (S) et se déformer par flambage lorsque le mécanisme oscillateur (1) subit un choc d'une intensité qui dépasse une valeur de seuil (S), de sorte que la base de pivot (20) puisse se déplacer selon au moins un degré de liberté en translation dans le plan d'oscillation P_o par rapport à la structure fixe (16).

2. Mécanisme oscillateur selon la revendication 1, dans lequel ladite valeur de seuil (S) est au moins supérieure à 10 G ou à 50 G.

3. Mécanisme oscillateur selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la suspension antichoc (200) comporte au moins un élément rigide (22, 24) ne se déformant pas lors du choc et au moins un élément de suspension (23, 25, 27) se déformant par flambage lors d'un choc soumettant l'élément de suspension (23, 25, 27) à un effort de compression dont l'intensité dépasse la valeur de seuil (S); l'élément rigide (22, 24) étant, d'une part, relié aux lames de pivot (12, 13) et, d'autre part, à la structure fixe (16) par l'intermédiaire de l'élément de suspension (23, 25, 27). 5
4. Mécanisme oscillateur selon la revendication 3, dans lequel la suspension antichoc (200) comprend en outre un organe de guidage (21) configuré pour guider le déplacement de la base de pivot (20) selon au moins un degré de liberté en translation dans le plan d'oscillation P_0 . 10
5. Mécanisme oscillateur selon la revendication 4, dans lequel ladite suspension antichoc (200) comprend un premier élément de suspension (23) et un premier élément rigide (22), de sorte que la base de pivot (20) peut se déplacer selon un degré de liberté en translation dans le plan d'oscillation P_0 et dans une seule direction. 15
6. Mécanisme oscillateur selon la revendication 4, dans lequel ledit au moins un élément rigide comprend un premier et un second élément rigide (22, 24), et ledit au moins un élément de suspension comprend un premier et un second élément de suspension (23, 25). 20
7. Mécanisme oscillateur selon la revendication 6, dans lequel le premier élément rigide (22) est relié, d'une part, à la structure fixe (16) par l'intermédiaire du second élément de suspension (25), du second élément rigide (24) et du premier élément de suspension (23); et dans lequel le premier élément de suspension (23) est configuré pour se déformer dans une direction sensiblement parallèle à la direction de déformation du second élément de suspension (25), de sorte que la base de pivot (20) peut se déplacer dans le plan d'oscillation P_0 selon un degré de liberté en translation selon deux orientations, lorsque le mécanisme oscillateur (1) subit des chocs dans des orientations diamétralement opposées. 25
8. Mécanisme oscillateur selon l'une des revendications 5 à 7, dans lequel le premier élément rigide (22) est relié à la structure fixe (16) par l'intermédiaire de l'organe de guidage (21). 30
9. Mécanisme oscillateur selon l'une des revendications 4 à 8, dans lequel l'organe de guidage (21) comprend au moins deux lames de suspension (210) flexibles. 35
10. Mécanisme oscillateur selon la revendication 6, dans lequel le premier élément rigide (22) est, d'une part, relié aux lames de pivot (12, 13) et, d'autre part, à la structure fixe (16) par l'intermédiaire du premier élément de suspension (23); dans lequel le premier élément rigide (22) est également relié à la structure fixe (16) par l'intermédiaire du second élément de suspension (25) et du second élément rigide (24); et dans lequel le premier élément de suspension (23) est configuré pour se déformer dans une direction sensiblement perpendiculaire à la direction de déformation du second élément de suspension (25), de sorte que la base de pivot (20) peut se déplacer dans le plan d'oscillation P_0 selon deux degrés de liberté en translation par rapport à la structure fixe (16) et sensiblement perpendiculaires l'un par rapport à l'autre. 40
11. Mécanisme oscillateur selon la revendication 10, dans lequel le premier élément de suspension (23) prend la fonction de l'organe de guidage (21) lorsque le second élément de suspension (25) est déformé en flambage, et le second élément de suspension (25) prend la fonction de l'organe de guidage (21) lorsque le premier élément de suspension (23) est déformé en flambage. 45
12. Mécanisme oscillateur selon la revendication 10, dans lequel ledit au moins un élément flexible comprend en outre un troisième élément de suspension (27); et dans lequel le premier élément rigide (22) est relié à la structure fixe (16) par l'intermédiaire du second élément de suspension (25), du second élément rigide (24), et du troisième élément de suspension (27), de sorte que la base de pivot (20) peut se déplacer dans des orientations diamétralement opposées selon que le second élément de suspension (25) ou le troisième élément de suspension (27) est déformé en flambage. 50
13. Mécanisme oscillateur selon la revendication 12, dans lequel le second et le troisième élément de suspension (25, 27) prennent la fonction de l'organe de guidage (21) lorsque le premier élément de suspension (23) est déformé en flambage. 55
14. Mécanisme oscillateur selon l'une des revendica-

tions 1 à 13, dans lequel ledit au moins un élément de suspension (23, 25, 27) comprend au moins une lame flexible.

15. Mouvement horloger comportant au moins un mécanisme oscillateur (1) selon l'une des revendications 1 à 14.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

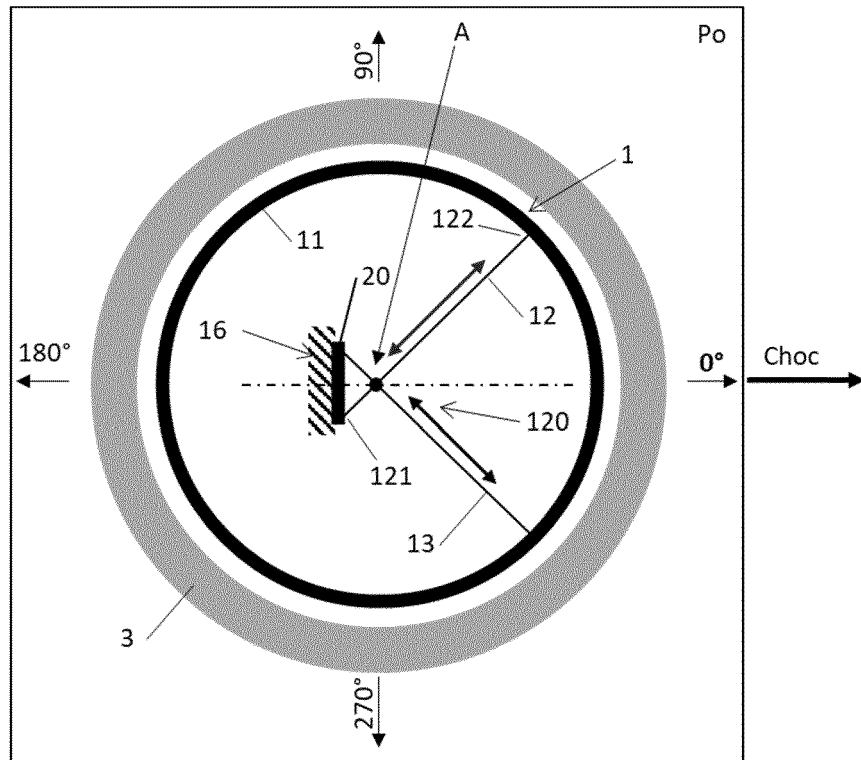


Fig. 1a

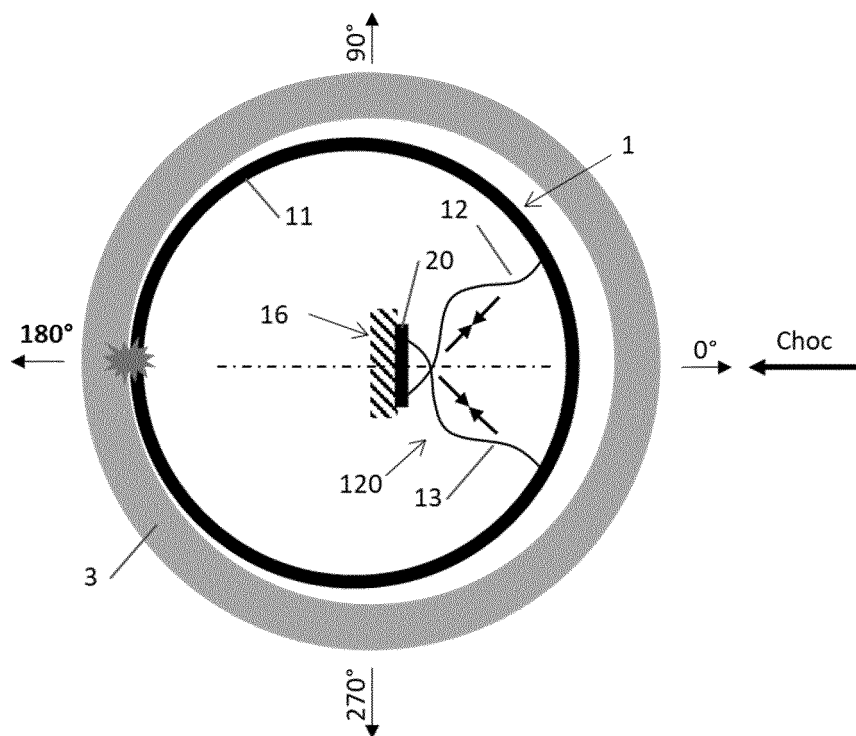


Fig. 1b

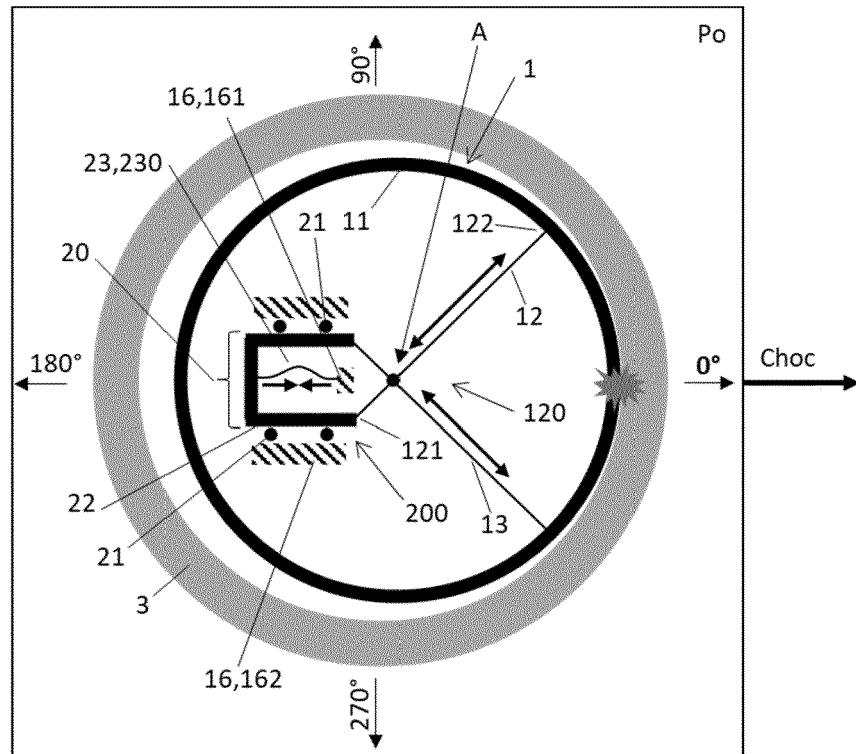


Fig. 2a

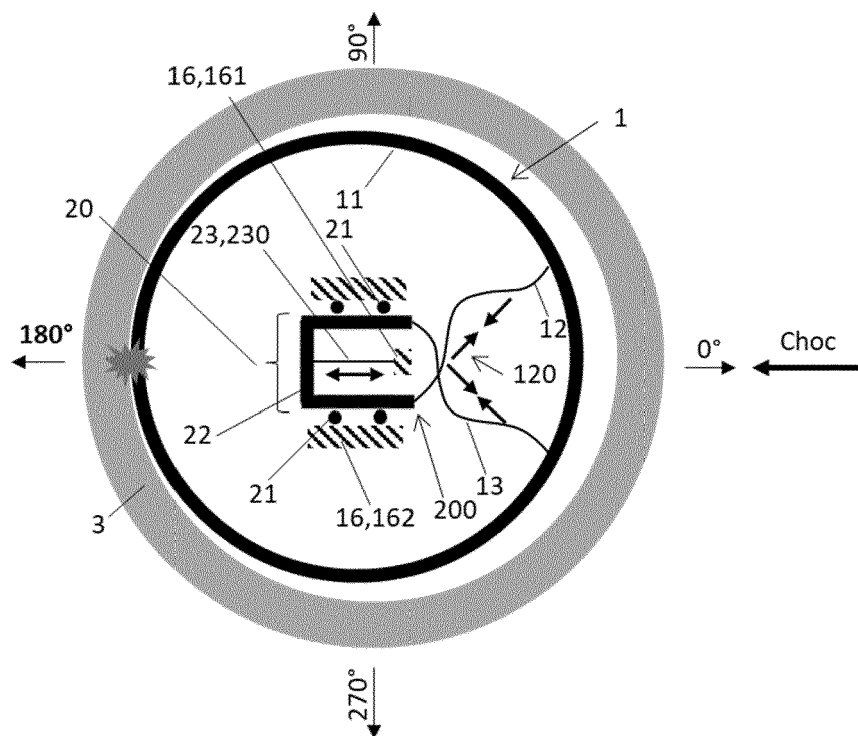


Fig. 2b

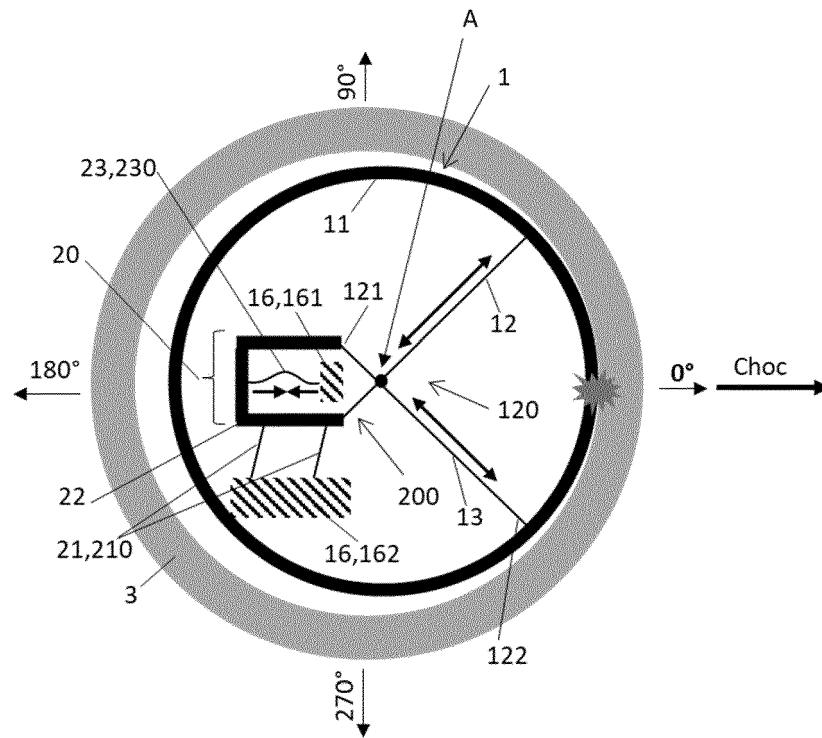


Fig. 3a

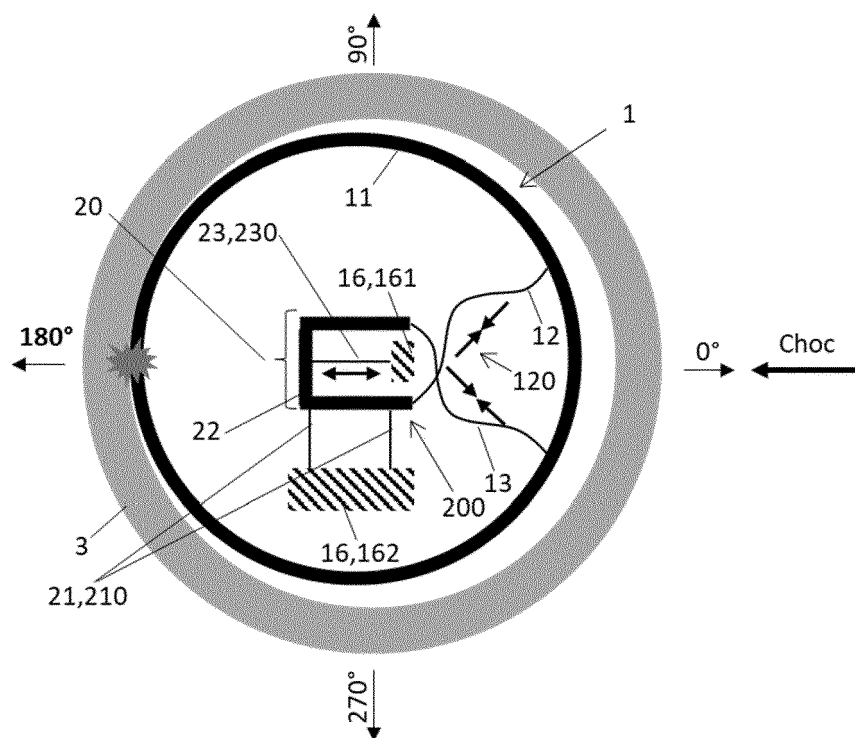


Fig. 3b

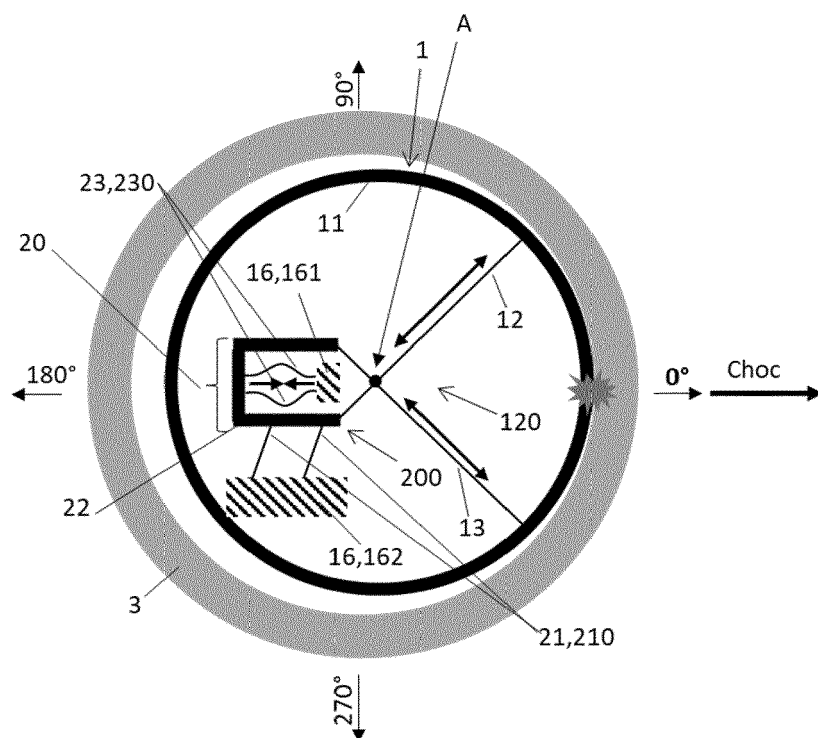


Fig. 4a

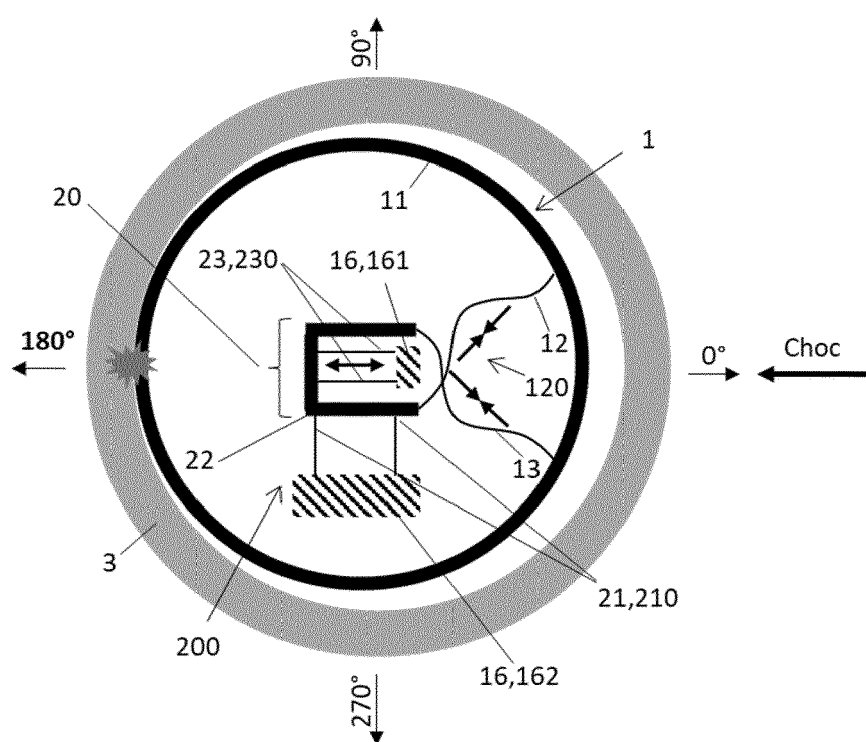


Fig. 4b

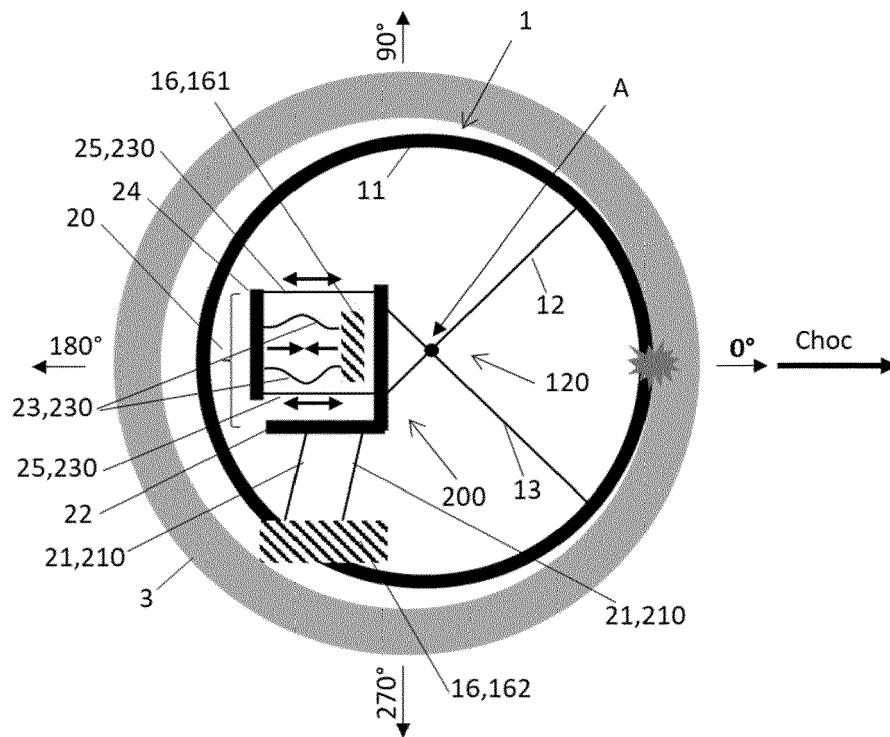


Fig. 5a

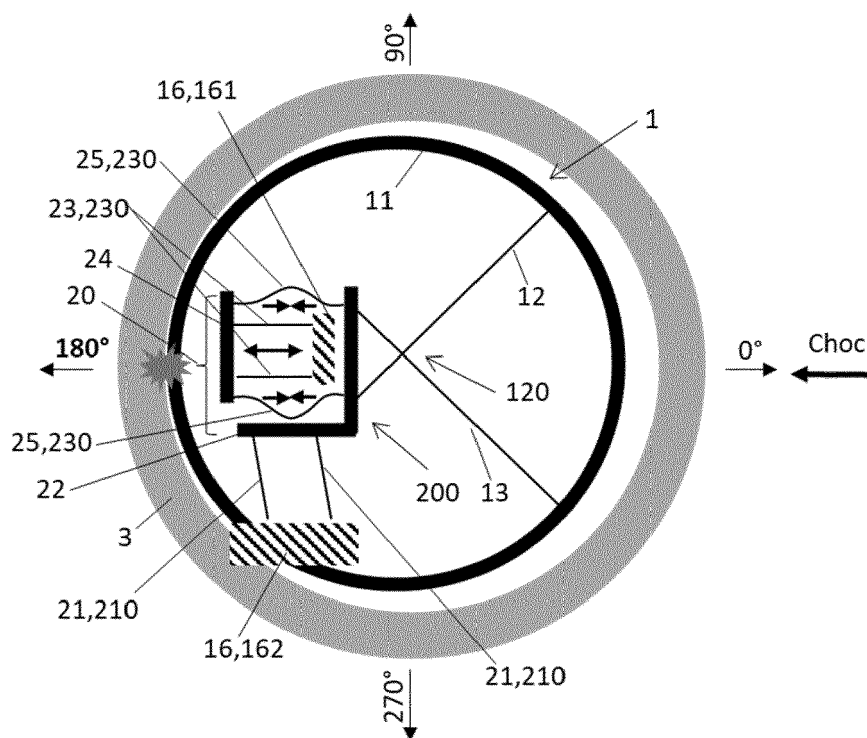


Fig. 5b

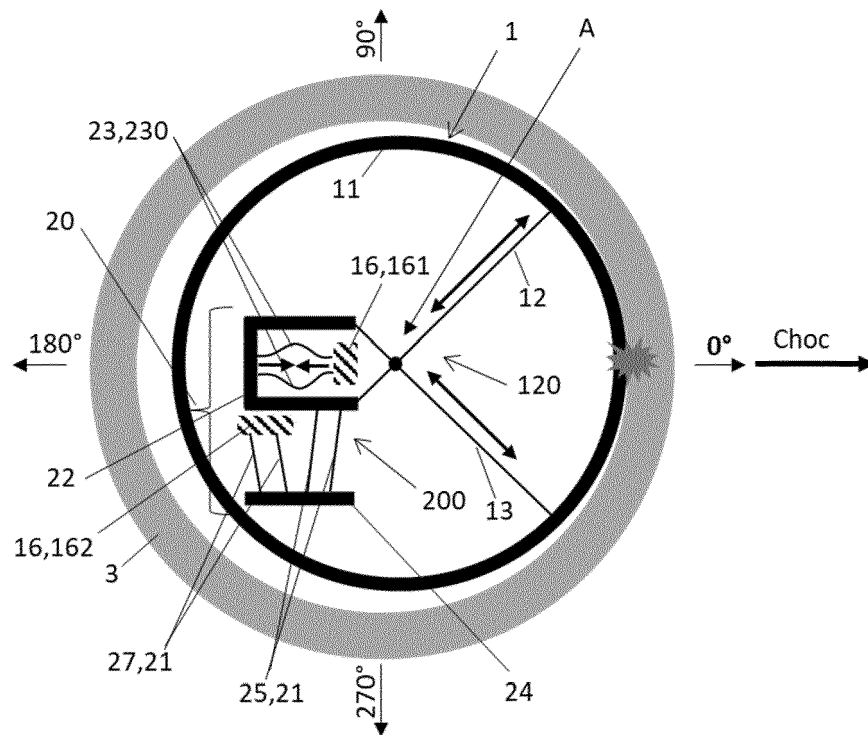


Fig. 6a

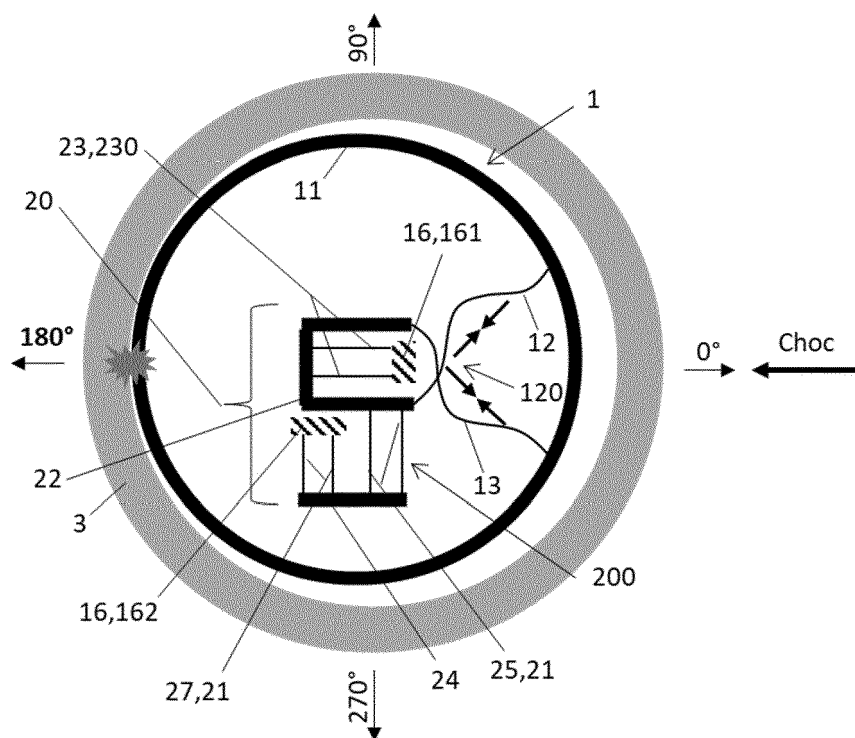


Fig. 6b

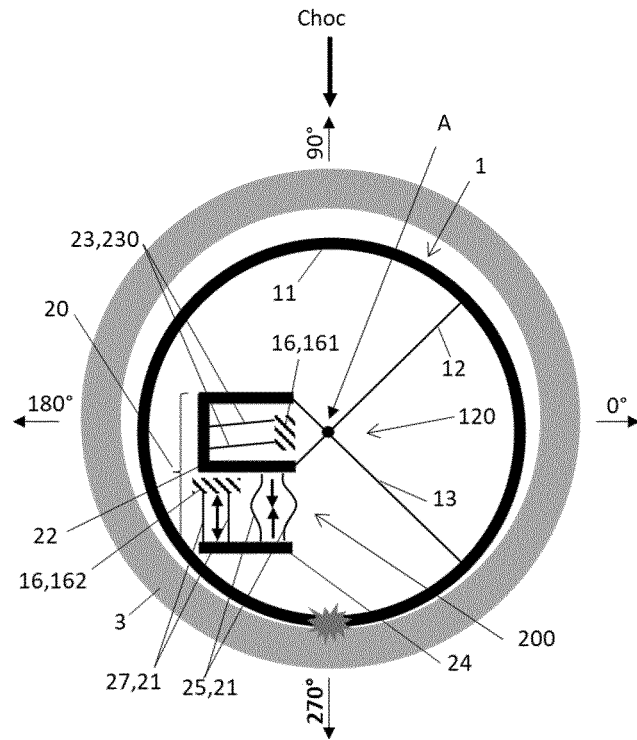


Fig. 6c

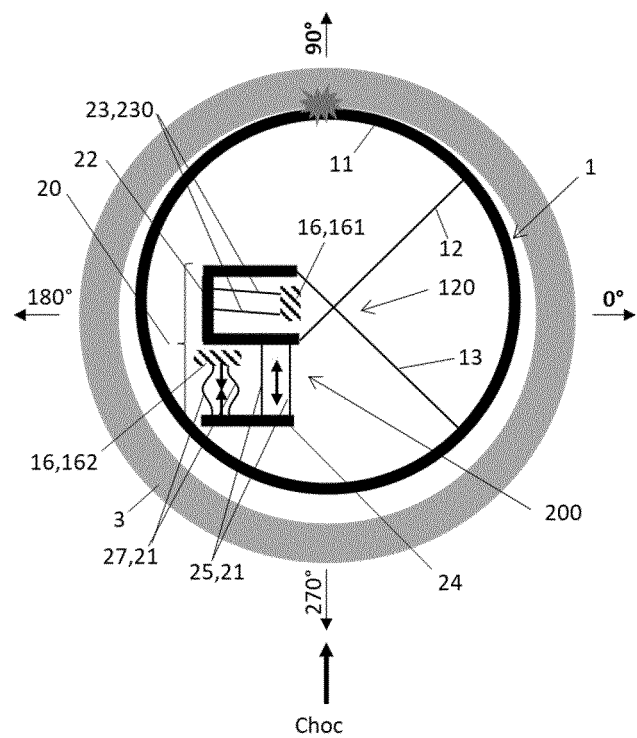


Fig. 6d

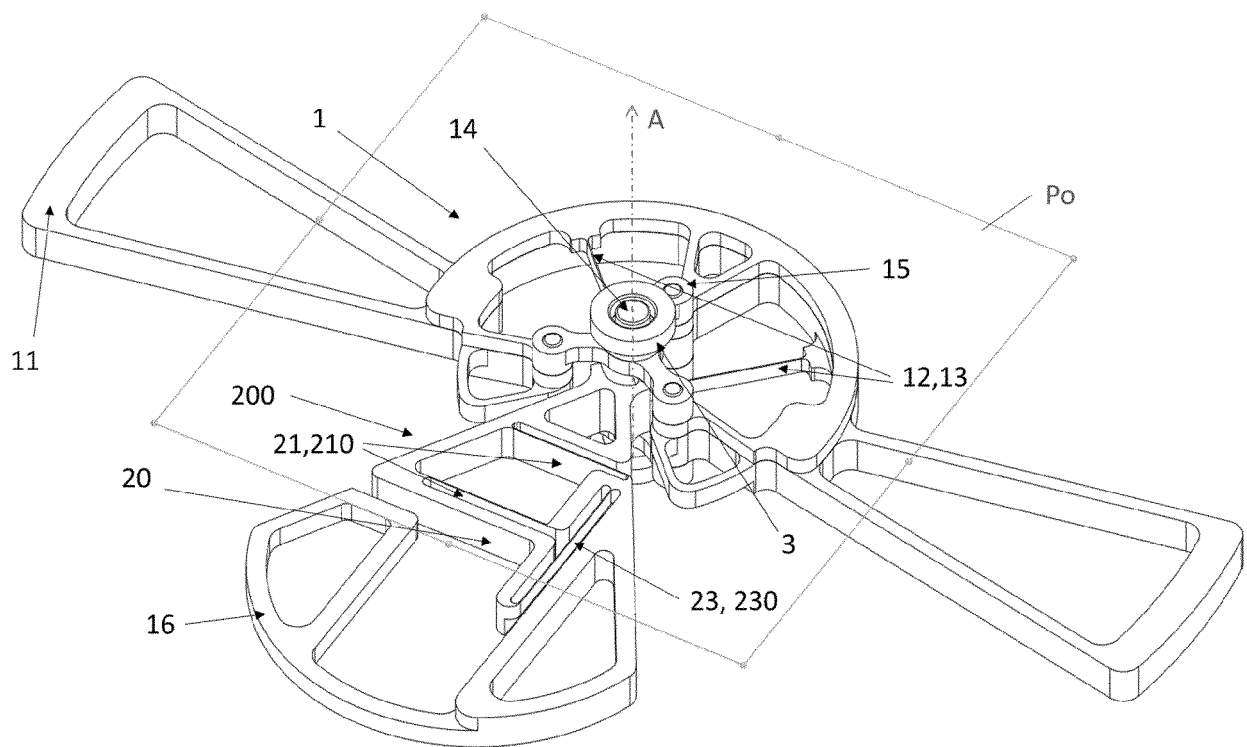


Fig. 7a

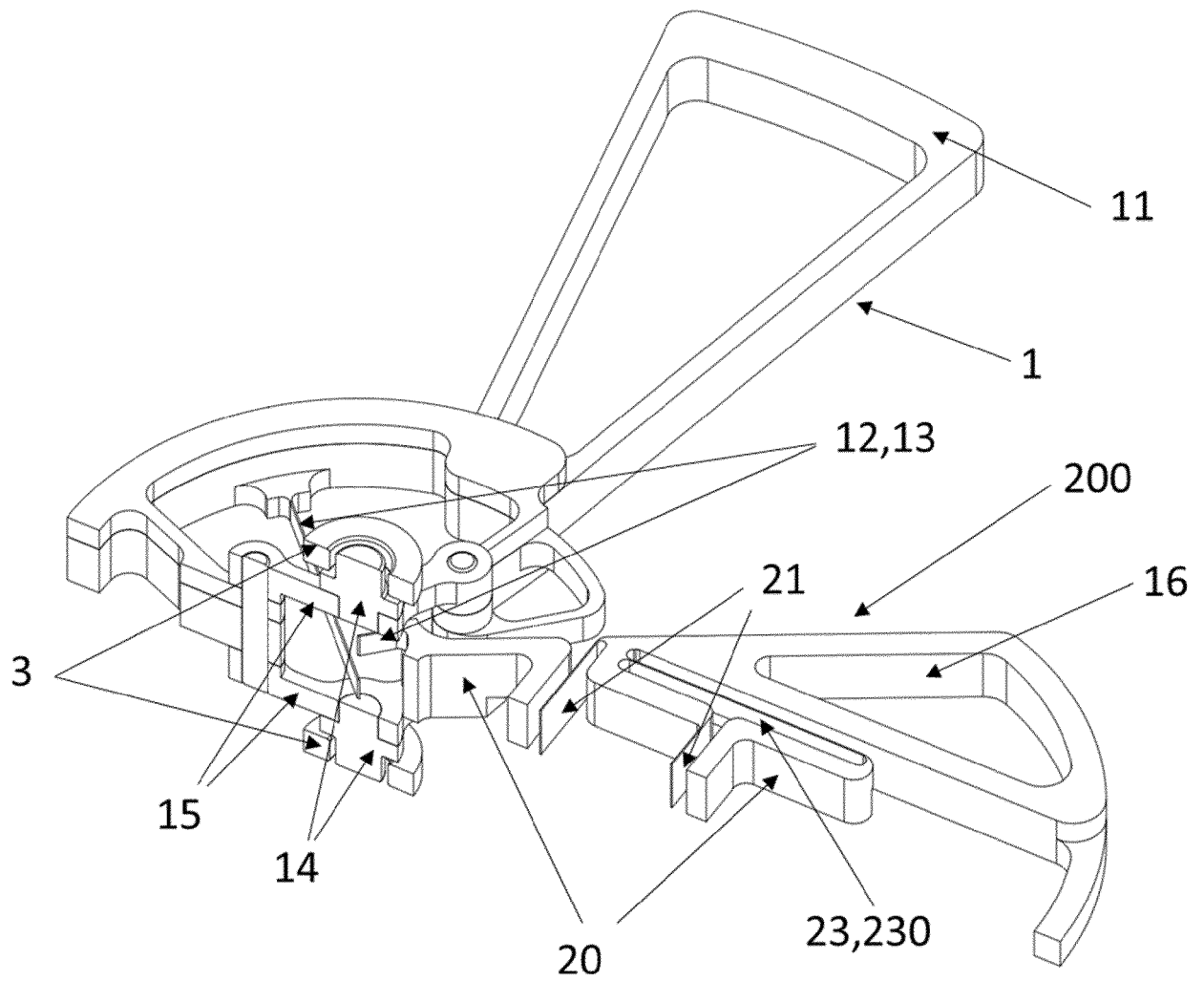


Fig. 7b



Fig. 8



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 22 19 7152

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 3 324 247 A1 (SWATCH GROUP RES & DEV LTD [CH]) 23 mai 2018 (2018-05-23)	1, 3, 14, 15	INV.
Y	* alinéa [0050] - alinéa [0052] *	2	G04B17/04
A	* figure 21 *	4-12	G04B43/00
X	EP 4 016 193 A1 (OMEGA SA [CH]) 22 juin 2022 (2022-06-22) * figures 7-10 *	1, 3	
Y, D	EP 3 719 587 A1 (CSEM CT SUISSE DELECTRONIQUE MICROTECHNIQUE SA RECH DEVELOPPEMENT [CH]) 7 octobre 2020 (2020-10-07) * alinéa [0012] *	2	
			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		2 février 2023	Lupo, Angelo
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 22 19 7152

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.

02-02-2023

10	Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
15	EP 3324247 A1 23-05-2018	CH 713164 A2 31-05-2018		
		CH 713165 A2 31-05-2018		
		CH 713166 A2 31-05-2018		
		CH 713167 A2 31-05-2018		
		CN 108073065 A 25-05-2018		
		EP 3324247 A1 23-05-2018		
		JP 6453982 B2 16-01-2019		
		JP 2018081094 A 24-05-2018		
20	US 2018136609 A1 17-05-2018			
25	EP 4016193 A1 22-06-2022	CN 114721243 A 08-07-2022		
		EP 4016193 A1 22-06-2022		
		EP 4016194 A1 22-06-2022		
		JP 2022097417 A 30-06-2022		
		US 2022197218 A1 23-06-2022		
30	EP 3719587 A1 07-10-2020	CH 716041 A1 15-10-2020		
		EP 3719587 A1 07-10-2020		
		US 2020319597 A1 08-10-2020		
35				
40				
45				
50				
55				

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 3719587 A1 [0004]
- EP 3299905 B1 [0006]
- EP 2911012 B1 [0006]
- EP 3561609 B1 [0009]
- CH 713138 B1 [0010]