



CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **718 986 B1**

(51) Int. Cl.: **G04B 17/28** (2006.01)

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) **FASCICULE DU BREVET**

(21) Numéro de la demande: 070288/2021

(22) Date de dépôt: 20.09.2021

(43) Demande publiée: 31.03.2023

(24) Brevet délivré: 28.03.2024

(45) Fascicule du brevet publié: 28.03.2024

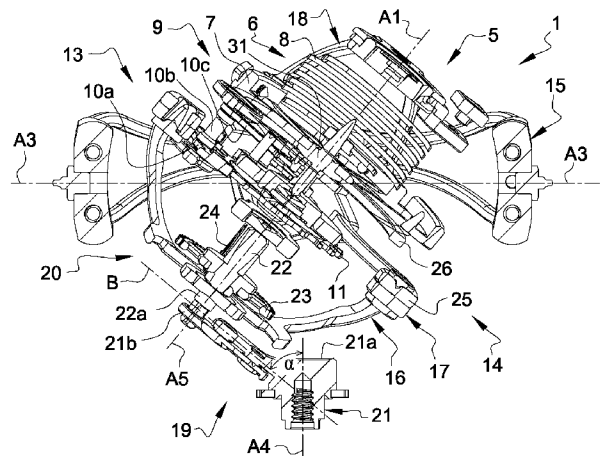
(73) Titulaire(s):
RICHEMONT INTERNATIONAL SA, Route des Biches 10
1752 Villars-sur-Glâne (CH)

(72) Inventeur(s):
Mathieu Barraud, 39460 Foncine le Haut (FR)

(74) Mandataire:
LLR Suisse, Route des Hôtels 12
1884 Villars-sur-Ollon (CH)

(54) **Mouvement horloger comprenant un dispositif de suspension de l'oscillateur.**

(57) L'invention se rapporte à un mouvement horloger comportant un oscillateur (5) muni d'un dispositif (9) d'échappement, et un dispositif (13) de suspension de l'oscillateur (5) agencé pour autoriser uniquement deux degrés de liberté en rotation afin d'autoriser l'oscillateur (5) à changer d'orientation dans un volume prédéfini, le mouvement horloger (3) comportant en outre un dispositif (19) de transmission oblique de force au dispositif (9) d'échappement permettant de changer l'orientation de l'oscillateur (5) dans le volume prédéfini à chaque oscillation du résonateur (5) afin de rendre moins sensible l'oscillateur (5) à la force de gravité.



Description

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

[0001] La présente invention se rapporte à un mouvement horloger à faible sensibilité par rapport à la gravité et, plus particulièrement, un mouvement horloger dont les déplacements de l'oscillateur permettent de rendre moins sensible l'oscillateur à la force de gravité pour diminuer les écarts de marche entre les différentes positions horizontales et verticales du mouvement horloger et, incidemment de la pièce d'horlogerie.

ARRIÈRE-PLAN TECHNIQUE DE L'INVENTION

[0002] Afin de rendre moins sensible à la gravité un mouvement horloger et notamment son résonateur, il existe déjà des mécanismes tourbillon ou carrousel permettant d'entraîner le résonateur en rotation autour de lui-même afin d'annuler les écarts de marche dans les positions verticales. Toutefois, même avec ces mécanismes, l'écart de marche est toujours sensible aux variations de positions horizontales.

RÉSUMÉ DE L'INVENTION

[0003] L'invention a pour but de proposer un mouvement horloger à faible sensibilité par rapport à la gravité quelle que soit sa position afin de réduire son écart de marche.

[0004] À cet effet, l'invention se rapporte à un mouvement horloger comportant un oscillateur comprenant un résonateur apte à osciller autour d'un premier axe de rotation pour servir de base de temps au mouvement horloger et un dispositif d'échappement appliquant sélectivement au résonateur une force du mouvement horloger afin d'entretenir et compter les oscillations du résonateur, caractérisé en ce que le mouvement horloger comporte en outre un système de support de l'oscillateur comprenant un dispositif de suspension agencé pour autoriser uniquement deux degrés de liberté en rotation selon des deuxième et troisième axes concourants, lesdits deuxième axe et troisième axe étant différents du premier axe, afin d'autoriser l'oscillateur à changer d'orientation dans un volume prédéfini, et un dispositif de transmission oblique de force au dispositif d'échappement afin de rendre moins sensible l'oscillateur à la force de gravité.

[0005] Avantageusement selon l'invention, on comprend que l'oscillateur se déplace selon un mouvement complexe apte à le rendre moins sensible aux conséquences de la force de gravité tout en étant guidé en permanence, c'est-à-dire tout en sachant à l'avance le mouvement qu'il va effectuer en fonction des géométries du dispositif de suspension et du dispositif de transmission oblique de force. On en déduit immédiatement que, quelle que soit la position du mouvement horloger (typiquement quelles que soient les positions horizontales et verticales), l'oscillateur par son déplacement complexe permet de réduire l'écart de marche du mouvement horloger.

[0006] Par conséquent, à l'aide du dispositif de suspension simple et robuste, on évite d'utiliser un mécanisme du type à tourbillon ou carrousel difficile à fabriquer et à régler, tout en permettant d'obtenir un effet de diminution de la sensibilité à la gravité dans toutes les positions du mouvement horloger, c'est-à-dire aussi bien horizontales que verticales.

[0007] En outre, le dispositif de transmission par sa transmission d'un mouvement rotatif excentrique et oblique, c'est-à-dire incliné permet d'imposer sélectivement le mouvement complexe de l'oscillateur à l'intérieur du volume prédéfini par le dispositif de suspension.

[0008] L'invention peut également comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques optionnelles suivantes, prises seules ou en combinaison.

[0009] Le dispositif de transmission oblique peut comprendre un arbre coudé dont une première extrémité est montée rotative par rapport à une partie fixe du mouvement horloger selon un quatrième axe et reçoit la force du mouvement horloger, et dont une deuxième extrémité transmet, selon une inclinaison prédéterminée de l'arbre coudé par rapport au quatrième axe, la force au dispositif d'échappement permettant de changer l'orientation de l'oscillateur dans le volume prédéfini à chaque oscillation du résonateur.

[0010] Le dispositif de suspension est préférentiellement du type Cardan et peut comporter une cage interne montée pivotante selon un deuxième axe longitudinal dans un anneau externe, lui-même monté pivotant selon un troisième axe transversal, perpendiculaire ou non au deuxième axe longitudinal, par rapport à une partie fixe du mouvement horloger, l'oscillateur étant monté dans la cage interne.

[0011] Le dispositif de suspension Cardan permet avantageusement à l'avance de choisir le volume prédéfini dans lequel le mouvement de l'oscillateur, et plus généralement de la cage interne, sera circonscrit au sein de l'espace interne de l'anneau externe. On comprend que plus l'inclinaison et la proximité de la deuxième extrémité de l'arbre coudé sont prononcées par rapport au quatrième axe de rotation de l'arbre coudé, moins l'angle d'ouverture du cône formé par le déplacement du premier axe de rotation du résonateur sera important.

[0012] Par conséquent, par rapport à une suspension Cardan d'un chronomètre de marine, dans l'invention, c'est avantageusement l'oscillateur qui est guidé (et non le boîtier du chronomètre de marine) et déplacé selon le mouvement excentrique et incliné de l'arbre coudé (et non par la force de gravité induite sur le boîtier du chronomètre de marine).

[0013] La cage interne peut comporter une partie inférieure recevant un rouage de transmission de force du dispositif de transmission oblique couplé entre l'arbre coudé et une roue d'échappement du dispositif d'échappement, une partie intermédiaire recevant le dispositif d'échappement et une partie supérieure recevant le résonateur. La cage interne comporte donc une architecture en étages dont la partie intermédiaire est préférentiellement reliée latéralement, par liaisons pivotantes selon le deuxième axe longitudinal, à la surface interne de l'anneau externe du dispositif de suspension Cardan.

[0014] Le rouage de transmission du dispositif de transmission oblique peut comprendre un arbre de transmission monté pivotant selon un cinquième axe (qui peut être confondu avec le premier axe de rotation du résonateur) dans la partie inférieure de la cage interne, relié de manière fixe par rapport à la deuxième extrémité de l'arbre coudé et muni d'une roue dentée induisant un mouvement relatif par rapport à la partie inférieure de la cage interne lors de la rotation de l'arbre coudé pour transmettre la force de l'arbre coudé à un pignon monté dans la partie inférieure et relié à la roue d'échappement. On comprend qu'aucune transmission par engrenage n'est utilisée pour transmettre la force de l'arbre coudé à l'arbre de transmission monté pivotant selon le cinquième axe mais qu'une simple liaison par encastrement est utilisée. C'est donc le déplacement relatif de l'ensemble arbre coudé - arbre de transmission par rapport à la cage interne qui permet de transmettre la force de l'ensemble arbre coudé - arbre de transmission au dispositif d'échappement afin d'entretenir et compter les oscillations du résonateur. De manière préférée, la liaison par encastrement est obtenue par un ensemble tenon - mortaise à section polygonale afin qu'aucun déplacement relatif ne soit possible entre l'arbre coudé et l'arbre du rouage de transmission. Enfin, comme expliqué ci-dessus, il n'est pas essentiel que le cinquième axe de rotation soit confondu avec le premier axe de rotation du résonateur pour que l'invention fonctionne. Le cinquième axe de rotation pourrait donc être excentré par rapport au premier axe de rotation.

[0015] Selon une alternative destinée respectivement aux deuxième et troisième modes de réalisation de l'invention, le quatrième axe de rotation de la première extrémité de l'arbre coudé peut être soit vertical et perpendiculaire au troisième axe transversal de l'anneau externe, soit horizontal et perpendiculaire au troisième axe transversal de l'anneau externe. Cette alternative est essentiellement guidée par le choix de rendre encore plus complexe le mouvement de l'oscillateur pour rendre encore moins sensible l'oscillateur à la force de gravité.

[0016] Ainsi, dans la première partie de l'alternative relative au deuxième mode de réalisation, le système de support peut comporter en outre un mécanisme de rotation du troisième axe transversal autour du quatrième axe vertical afin de rendre encore moins sensible l'oscillateur à la force de gravité. On comprend que le mécanisme de rotation permet d'obtenir un effet similaire à un mécanisme tourbillon appliqué au dispositif de suspension Cardan (et non à un résonateur comme dans un organe réglant tourbillon connu).

[0017] D'autre part, dans la deuxième partie de l'alternative relative au troisième mode de réalisation, le système de support peut comporter en outre un mécanisme de pivotement de l'oscillateur autour du quatrième axe et/ou un mécanisme de rotation du troisième axe transversal autour d'un sixième axe vertical perpendiculaire au troisième axe transversal afin de rendre encore moins sensible l'oscillateur à la force de gravité. On comprend que le mécanisme de rotation permet d'obtenir un effet similaire à un simple ou double mécanisme tourbillon appliqué au dispositif de suspension Cardan (et non à un résonateur comme dans un organe réglant tourbillon connu).

[0018] Enfin, l'invention se rapporte à une pièce d'horlogerie caractérisée en ce qu'elle comprend un mouvement horloger tel que présenté plus haut.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0019] D'autres particularités et avantages de l'invention ressortiront clairement de la description qui en est faite ci-après, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'une pièce d'horlogerie selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue en perspective d'un premier mode de réalisation d'un système de support selon l'invention ;
- la figure 3 est une vue en coupe selon le plan III-III de la figure 2 ;
- les figures 4 et 5 sont des vues en perspective d'un deuxième mode de réalisation d'un système de support selon l'invention ;
- les figures 6 et 7 sont des vues en coupe selon deux plans verticaux différents du deuxième mode de réalisation d'un système de support selon l'invention ;
- les figures 8 et 9 sont des vues en perspective d'un troisième mode de réalisation d'un système de support selon l'invention ;
- la figure 10 est une vue en coupe selon le plan X-X de la figure 9 ;

- Les figures 11 à 14 sont des vues en perspective de configurations successives du premier mode de réalisation d'un système de support selon l'invention dont l'arbre coudé a été déplacé selon quatre angles différents autour du quatrième axe de rotation.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE D'AU MOINS UN MODE DE RÉALISATION DE L'INVENTION

[0020] Sur les différentes figures, les éléments identiques ou similaires portent les mêmes références, éventuellement additionnés d'un indice. La description de leur structure et de leur fonction n'est donc pas systématiquement reprise.

[0021] Dans tout ce qui suit, les orientations sont les orientations des figures. En particulier, les termes „supérieur“, „inférieur“, „gauche“, „vertical“, „droit“, „au-dessus“, „en-dessous“, „vers l'avant“ et „vers l'arrière“ s'entendent généralement par rapport au sens de représentation des figures.

[0022] Par „pièce d'horlogerie 2“, on entend tous les types d'instruments de mesure ou de comptage du temps tels que les pendules, les pendulettes, les montres, etc...

[0023] Par „mouvement horloger 3“, on entend tous les types de mécanisme capables de compter le temps qu'ils soient alimentés à base d'énergie mécanique (par exemple un barillet) ou électrique (par exemple une batterie).

[0024] Par „partie fixe du mouvement horloger 3“, on entend tous les éléments ou organes fixes par rapport à la platine ou la platine elle-même.

[0025] Par „dispositif 13 de suspension du type Cardan“, on entend un mécanisme de suspension à la Cardan comportant deux éléments concentriques indépendants comme une cage 14 interne et un anneau 15 externe, respectivement mobiles autour de deux axes A2, A3. Ces derniers peuvent, par exemple, être perpendiculaires l'un par rapport à l'autre ou non. L'objet à suspendre, ici un oscillateur 5, est fixé sur l'élément interne (comme la cage 14 interne) et l'élément externe (comme l'anneau 15 externe) est monté pivotant directement ou indirectement (suivant les modes de réalisation) sur une partie fixe du mouvement horloger 3. Il a été notamment constaté que des angles entre les deux axes A2, A3 égaux à quarante-cinq degrés, quatre-vingts degrés et quatre-vingt-dix degrés permettaient tous d'obtenir des mouvements complexes de l'oscillateur 5.

[0026] Dans la présente description, pour clarifier l'explication de l'invention des axes (A1, A2, etc.) sont déclarés arbitrairement comme un premier axe, un deuxième axe, etc. Il s'agit d'une simple nomenclature pour différencier et dénommer des éléments géométriques non identiques. Cette nomenclature n'implique pas une priorité d'un axe par rapport à un autre et on peut aisément interchanger de telles dénominations sans sortir du cadre de la présente description. Cette nomenclature n'implique pas non plus un ordre, c'est-à-dire qu'un troisième axe pourrait être utilisé sans qu'un premier axe et/ou un deuxième axe soit nécessaire pour la mise en oeuvre de l'invention.

[0027] Comme illustré à la figure 1, l'invention se rapporte à un mouvement horloger 3 destiné à être intégré à une pièce d'horlogerie 2 comme par exemple une montre bracelet. Le mouvement horloger 3 comporte préférentiellement un oscillateur 5 avec un résonateur 6 du type balancier 7 - spiral 8 et un dispositif 9 d'échappement du type à ancre suisse 10.

[0028] Le résonateur 6 est apte à osciller autour d'un premier axe A1 de rotation pour servir de base de temps au mouvement horloger 3. Dans les exemples des figures 2 à 14, le résonateur 6 comporte un balancier 7 du type à inertie variable permettant de corriger son moment d'inertie, par exemple, à l'aide de vis réglantes et un spiral 8 du type cylindrique permettant d'obtenir un développement concentrique du spiral pendant les oscillations. Comme expliqué ci-dessous, le dispositif 9 d'échappement applique au résonateur 6 une force du mouvement horloger 3 afin d'entretenir et compter les oscillations du résonateur 6.

[0029] Selon une particularité commune à tous les modes de réalisation de l'invention, le mouvement horloger 3 comporte en outre un système 1 de support de l'oscillateur 5 comprenant un dispositif 13 de suspension et un dispositif 19 de transmission de force oblique. Le dispositif 13 de suspension est agencé pour autoriser uniquement deux degrés de liberté en rotation selon des deuxième A2 et troisième A3 axes concourants, lesdits deuxième axe A2 et troisième axe A2 étant différents du premier axe A1. Un tel dispositif 13 de suspension est préférentiellement du type Cardan et comporte une cage 14 interne montée pivotante selon le deuxième axe A2 longitudinal par rapport à un anneau 15 externe. L'anneau 15 externe est monté pivotant selon le troisième axe A3 transversal, perpendiculaire ou non au deuxième axe A2 longitudinal, par rapport à une partie fixe du mouvement horloger 3 telle que la platine à l'aide de deux paliers. Comme visible aux figures 2 à 14, l'oscillateur 5 est monté, préférentiellement directement, dans la cage 14 interne afin d'autoriser l'oscillateur 5 à changer d'orientation dans un volume prédéfini. On comprend donc que le dispositif 13 de suspension Cardan permet avantageusement à l'avance de choisir le volume prédéfini dans lequel le mouvement de l'oscillateur 5, et plus généralement de la cage 14 interne, sera circonscrit au sein de l'espace interne de l'anneau 15 externe.

[0030] Dans les exemples illustrés aux figures 2 à 14, la cage 14 interne comporte une partie 16 inférieure, une partie 17 intermédiaire et une partie 18 supérieure. La cage 14 interne comporte donc une architecture en étages dont la partie 17 intermédiaire est préférentiellement reliée latéralement, par liaisons pivotantes selon le deuxième axe A2 longitudinal, à la surface interne de l'anneau 15 externe. Les parties inférieure 16 et supérieure 18 sont de géométries similaires en forme de bol dont chaque base comporte un palier. On remarque que la partie 18 supérieure étant destinée à recevoir le résonateur 6, son palier associé est du type pare-chocs (gorge de réception, pierre contre-pivot, coussinet et élément

de retenue élastique) alors que celui de la partie 16 inférieure comporte un coussinet simple. Dans l'exemple des figures 2 à 14, les parties inférieure 16 et supérieure 18 sont attachées avec un décalage de quatre-vingt-dix degrés par rapport au premier axe A1 de rotation sur deux faces opposées de la partie 17 intermédiaire par vissage. Pour cela, la partie 17 intermédiaire comporte une planche 25 centrale recevant un deuxième palier du type pare-chocs (gorge de réception, pierre contre-pivot, coussinet et élément de retenue élastique) pour l'autre extrémité pivotante du résonateur 6, un palier inférieur de l'ancre 10 et étant attachée à la partie 16 inférieure.

[0031] La partie 17 intermédiaire comporte en outre une planche 26 supérieure et un berceau 27 inférieure de part et d'autre de la planche 25 centrale. La planche 26 supérieure de forme sensiblement annulaire est montée entre la planche 25 centrale et le balancier 7 du résonateur 6 à l'aide de deux piliers 29 (mieux visible à la figure 6) diamétralement opposés par rapport au premier axe A1 et recevant un palier supérieur de l'ancre 10. Le berceau 27 inférieur est uniquement destiné à recevoir un palier du type coussinet simple pour être associé fonctionnellement avec celui de la partie 16 inférieure de la cage 14 interne pour monter pivotant une partie du rouage 20 de transmission. Enfin, la planche 25 centrale comporte des plots 28 dont les parties supérieures sont attachées à la partie 18 supérieure de la cage 14 interne et dont les faces externes reçoivent les pivots (non visibles) destinés à coopérer chacun avec un palier du type pare-chocs (gorge de réception, pierre contre-pivot, coussinet et élément de retenue élastique) ménagé dans l'anneau 15 externe du dispositif 13 de suspension Cardan.

[0032] Dans les exemples illustrés aux figures 2 à 14, le résonateur 6 est reçu dans la partie 18 supérieure et monté pivotant entre le palier pare-chocs de la partie 18 supérieure et le palier pare-chocs de la planche 25 centrale. Comme visible aux figures 2 à 14, le résonateur 6 est monté de manière traditionnelle sur un arbre 31 pivotant. Le spiral 8 cylindrique est ainsi, d'une part, pitonné à la partie 18 supérieure latéralement par rapport au palier pare-chocs et, d'autre part, à une virole emmanchée sur l'arbre 31 pivotant. Coaxialement en-dessous de la virole, le balancier 7 est monté sur l'arbre 31 pivotant également (mieux visible à la figure 7). Bien entendu, d'autres types de résonateur et/ou un même type de résonateur avec des organes différents sont possibles sans sortir du cadre de l'invention comme, par exemple, un résonateur à diapason ou un résonateur avec un balancier 7 et/ou un spiral 8 différent(s).

[0033] Dans les exemples illustrés aux figures 2 à 14, le dispositif 9 d'échappement est reçu dans la partie 17 intermédiaire et est du type à ancre suisse. L'ancre 10 est montée pivotante entre un palier coussinet de la planche 26 supérieure et un palier coussinet de la planche 25 centrale. L'ancre 10 comporte trois parties monobloc ou non (mieux visibles aux figures 2, 3 et 6). La première partie 10a comporte les bras munis des palettes d'entrée et de sortie. La deuxième partie 10b sensiblement cylindrique permet d'espacer et de solidariser en rotation les première 10a et troisième 10c parties. La troisième partie 10c comporte la fourchette et le dard destinés à coopérer avec l'ensemble double plateau - cheville monté de manière habituelle sur l'arbre 31 (mieux visible aux figures 6 et 7). On peut voir à la figure 2, que la première partie 10a est ménagé dans un dégagement de la planche 25 centrale permettant au levées d'entrée et de sortie de coopérer latéralement avec la roue 11 d'échappement. Cette dernière est montée pivotante à l'aide d'un arbre 12 monté entre un palier coussinet de la partie 16 inférieure et un palier coussinet de la planche 25 centrale (mieux visible à la figure 6).

[0034] Bien entendu, d'autres types de dispositif 9 d'échappement et/ou un même type de dispositif 9 d'échappement avec des organes différents sont possibles sans sortir du cadre de l'invention comme, par exemple, un dispositif 9 d'échappement du type à détente ou à cylindre, ou un dispositif 9 d'échappement avec une roue 11 et/ou une ancre 10 différente(s).

[0035] Dans les exemples illustrés aux figures 2 à 14, le rouage 20 de transmission du dispositif 19 de transmission oblique est reçu dans la partie 16 inférieure. le rouage 20 de transmission comporte deux arbres 12, 22 destinés à transmettre la force au dispositif 9 d'échappement. L'arbre 22 est monté pivotant selon un cinquième axe A5 entre un palier coussinet de la partie 16 inférieure et un palier coussinet du berceau 26 inférieur (mieux visible aux figures 3 et 7) et comporte une roue 23 dentée. On remarque en outre que l'arbre 22 comporte une extrémité 22a qui traverse le palier coussinet de la partie 16 inférieure afin de pouvoir coopérer avec l'extrémité 21b de l'arbre 21 coudé comme expliqué ci-dessous. L'arbre 12 est monté pivotant selon un axe sensiblement parallèle au cinquième axe A5 entre un palier coussinet de la partie 16 inférieure et un palier coussinet de la planche 25 centrale (mieux visible aux figures 3 et 6) et comporte, à une extrémité, un pignon 24 destiné à être couplé à la roue 23 dentée et, à l'autre extrémité, la roue 11 d'échappement.

[0036] Avantagusement selon l'invention, le dispositif 19 de transmission oblique de force comprend préférentiellement un arbre 21 coudé. Ainsi, une première extrémité 21a de l'arbre 21 coudé est montée rotative par rapport à une partie fixe du mouvement horloger 3 selon un quatrième axe A4 et reçoit la force du mouvement horloger 3 comme par exemple la force transmise par un rouage couplé à d'une source d'énergie mécanique telle qu'un ressort-moteur de barillet. Une deuxième extrémité 21b transmet, selon une inclinaison α prédéterminée selon un axe B de l'arbre 21 coudé par rapport au quatrième axe A4, la force au dispositif 9 d'échappement permettant de changer l'orientation de l'oscillateur 5 dans le volume prédéfini à chaque oscillation du résonateur 6 afin de rendre moins sensible l'oscillateur 5 à la force de gravité.

[0037] Avantagusement selon l'invention, on comprend que l'oscillateur 5 se déplace selon un mouvement complexe apte à le rendre moins sensible aux conséquences de la force de gravité tout en étant guidé en permanence, c'est-à-dire tout en sachant à l'avance le mouvement qu'il va effectuer en fonction des géométries du dispositif 13 de suspension Cardan et de l'arbre 21 coudé. On en déduit immédiatement que, quelle que soit la position du mouvement horloger 3 (typiquement quelles que soient les positions horizontales et verticales), l'oscillateur 5 par son déplacement complexe permet de réduire l'écart de marche du mouvement horloger 3. Préférentiellement, l'inclinaison α prédéterminée selon un

axe B de l'arbre 21 coudé par rapport au quatrième axe A4 est sensiblement égale à quarante-cinq degrés pour maximiser l'amplitude du mouvement complexe. Bien entendu, suivant l'effet souhaité, l'inclinaison α prédéterminée selon un axe B de l'arbre 21 coudé par rapport au quatrième axe A4 peut être choisie entre une valeur supérieure à zéro degré et inférieure à quatre-vingt-dix degrés.

[0038] De plus, le dispositif 19 de transmission par sa transmission d'un mouvement rotatif excentrique et incliné par l'arbre 21 coudé permet d'imposer sélectivement le mouvement complexe de l'oscillateur 5, et plus généralement de la cage 14 interne, à l'intérieur du volume prédéfini par le dispositif 13 de suspension Cardan. On comprend en effet que plus l'inclinaison selon un axe B et la proximité de la deuxième extrémité 21 b de l'arbre 21 coudé sont prononcées par rapport au quatrième axe A4 de rotation de l'arbre 21 coudé, moins l'angle d'ouverture du cône formé par le déplacement du premier axe A1 de rotation du résonateur 6 sera important.

[0039] Par conséquent, par rapport à une suspension Cardan d'un chronomètre de marine, dans l'invention, c'est avantageusement l'oscillateur 5 qui est guidé (et non le boîtier du chronomètre de marine) et déplacé selon le mouvement excentrique et incliné de l'arbre 21 coudé (et non par la force de gravité induite sur le boîtier du chronomètre de marine).

[0040] Comme visible aux figures 3, 5 et 10 notamment, l'arbre 22 de transmission est relié, par son extrémité 22a, de manière fixe par rapport à la deuxième extrémité 21b de l'arbre 21 coudé induisant un mouvement relatif de la roue 23 dentée par rapport à la partie 16 inférieure de la cage 14 interne lors de la rotation de l'arbre 21 coudé selon le quatrième axe A4. La force de l'arbre 21 coudé est donc transmise ensuite au pignon 24 puis à la roue 11 d'échappement. On comprend qu'aucune transmission par engrenage n'est utilisée pour transmettre la force de l'arbre 21 coudé à l'arbre 22 de transmission mais qu'une simple liaison par encastrement est utilisée. C'est donc le déplacement relatif de l'ensemble arbre 21 coudé - arbre 22 de transmission qui permet de transmettre la force de l'ensemble arbre 21 coudé - arbre 22 de transmission au dispositif 9 d'échappement afin d'entretenir et compter les oscillations du résonateur 6. Dans les exemples illustrés aux figures 2 à 14, la liaison par encastrement est obtenue par un ensemble tenon - mortaise à section polygonale carrée afin qu'aucun déplacement relatif ne soit possible entre l'arbre 21 coudé et l'arbre 22 de transmission. Comme déjà expliqué ci-dessus, il n'est pas essentiel que le cinquième axe A5 de l'arbre 22 de transmission soit confondu avec le premier axe A1 de rotation du résonateur 6 pour que l'invention fonctionne, bien que ce soit le cas dans les exemples illustrés aux figures 2 à 14.

[0041] Trois modes de réalisation sont présentés dans les figures 2 à 14. Les trois modes de réalisation diffèrent principalement par l'orientation du quatrième axe A4 ou par les fonctionnalités apportées par rapport au premier mode de réalisation le plus simple. Le premier mode de réalisation est présenté aux figures 2 à 3 et 11 à 14. On peut voir que, dans le premier mode de réalisation, le quatrième axe A4 est sensiblement vertical, c'est-à-dire perpendiculaire au troisième axe A3 transversal de l'anneau 15 externe. Par comparaison entre les figures 11 et 13 et, 13 et 14, entre lesquelles un angle de cent quatre-vingt degrés et quatre-vingt-dix degrés a été imposé à l'arbre 21 coudé par rapport au quatrième axe A4 vertical, on s'aperçoit que l'anneau 15 externe pivote selon un mouvement de va-et-vient par rapport au troisième axe A3 induisant une composante de tangage à l'oscillateur 5. En outre, par comparaison entre les figures 12 et 13, entre lesquelles un angle de quarante-cinq degrés a été imposé à l'arbre 21 coudé par rapport au quatrième axe A4 vertical, on s'aperçoit que la cage 14 interne pivote selon un mouvement complexe par rapport aux deuxième A2 et troisième axe A3 induisant respectivement des composantes de roulis et de tangage à l'oscillateur 5.

[0042] Avantageusement selon le premier mode de réalisation de l'invention, on comprend que l'oscillateur 5 se déplace selon un mouvement complexe apte à le rendre moins sensible aux conséquences de la force de gravité par sa transmission d'un mouvement rotatif excentrique et incliné par l'arbre 21 coudé tout en étant guidé en permanence, c'est-à-dire tout en sachant à l'avance le mouvement qu'il va effectuer en fonction des géométries du dispositif 13 de suspension Cardan. On en déduit immédiatement que, quelle que soit la position du mouvement horloger 3 (typiquement quelles que soient les positions horizontales et verticales), l'oscillateur 5 par son déplacement complexe permet de réduire l'écart de marche du mouvement horloger 3.

[0043] Le deuxième mode de réalisation est présenté aux figures 4 à 7. On peut voir que, comme le premier mode de réalisation, dans le deuxième mode de réalisation, le quatrième axe A4 est sensiblement vertical, c'est-à-dire perpendiculaire au troisième axe A3 transversal de l'anneau 15 externe. Toutefois, par rapport au premier mode de réalisation, le système 1 de support du deuxième mode de réalisation comporte en outre un mécanisme 32 de rotation du troisième axe A3 transversal autour du quatrième axe A4 vertical afin de rendre encore moins sensible l'oscillateur 5 à la force de gravité. On comprend que le mécanisme 32 de rotation permet d'obtenir un effet similaire à un mécanisme tourbillon appliqué au dispositif 13 de suspension Cardan (et non à un résonateur comme dans un organe réglant tourbillon connu).

[0044] À cet effet, le mécanisme 32 de rotation comporte principalement une structure 33 porteuse entourant au moins partiellement le dispositif 13 de suspension Cardan et destinée à recevoir par exemple à l'aide de paliers pare-chocs (gorge de réception, pierre contre-pivot, coussinet et élément de retenue élastique), les pivots de l'anneau 15 externe. On comprend donc que le mécanisme 32 de rotation permet d'induire une composante de lacet à l'oscillateur 5 dans le deuxième mode de réalisation par rapport au premier mode de réalisation afin de rendre encore moins sensible l'oscillateur 5 à la force de gravité.

[0045] Dans l'exemple particulier du deuxième mode de réalisation dans lequel la structure 33 porteuse et l'arbre 21 coudé sont l'un et l'autre déplacés à rotation autour du quatrième axe A4, le système 1 de support comporte un train épicycloïdal

34 destiné à faciliter l'intégration (compacité, robustesse) des actions mécaniques et transmettre une force à la structure 33 porteuse et à l'arbre 21 coudé en même temps selon un rapport de vitesses et de sens prédéterminés. À la figure 6 par exemple, on peut voir un portesatellites 34d solidaire d'une partie fixe du mouvement horloger 3 et supportant trois satellites 34b (seulement deux visibles) dentés. Les satellites 34b sont couplés entre un planétaire 34a extérieur relié à une source d'énergie du mouvement horloger 3 et un planétaire 34c intérieur solidaire de la première extrémité 31a de l'arbre 21 coudé. En outre, pour faciliter les mouvements relatifs entre les planétaires 34a, 34c et le portesatellites 34d, un double palier à bille est préférentiellement utilisé. On comprend donc que la vitesse de rotation de l'arbre 21 coudé sera supérieure à celle de la structure 33 porteuse et en sens inverse.

[0046] Le mouvement complexe obtenu est la résultante des vitesses de rotation distinctes entre l'arbre 21 coudé et la structure 33 porteuse. À titre d'exemple, l'arbre 21 coudé peut accomplir une rotation dans le sens inverse des aiguilles d'une montre en vingt secondes alors que la structure 33 porteuse peut accomplir une rotation dans le sens des aiguilles d'une montre en soixante secondes. De cette manière, la rotation de la structure 33 porteuse pourrait visualiser l'écart d'une minute. En outre, le balancier 7 pourrait réaliser trois révolutions complètes de l'arbre 21 coudé pour retrouver à nouveau une position identique. La durée d'un cycle complet du balancier 7 forme ainsi une période du mouvement complexe. Le choix d'une rotation selon des sens opposées entre l'arbre 21 coudé et la structure 33 porteuse est préférée, mais n'est pas obligatoire.

[0047] Le troisième mode de réalisation est présenté aux figures 8 à 10. On peut voir que, contrairement aux premier et deuxième modes de réalisation, dans le troisième mode de réalisation, le quatrième axe A4 est sensiblement horizontal et perpendiculaire au troisième axe A3 transversal de l'anneau 15 externe. À la manière du deuxième mode de réalisation, le système 1 de support du troisième mode de réalisation comporte en outre un mécanisme 35 de rotation du troisième axe A3 transversal autour d'un sixième axe A6 vertical afin de rendre encore moins sensible l'oscillateur 5 à la force de gravité. On comprend que le mécanisme 35 de rotation permet d'obtenir un effet similaire à un mécanisme tourbillon appliqué au dispositif 13 de suspension Cardan.

[0048] À cet effet, le mécanisme 35 de rotation comporte principalement une structure 36 porteuse entourant le dispositif 13 de suspension Cardan et destinée à recevoir par exemple à l'aide de paliers pare-chocs (gorge de réception, pierre contre-pivot, coussinet et élément de retenue élastique), les pivots de l'anneau 15 externe. On comprend donc que le mécanisme 35 de rotation permet d'induire une composante de lacet sur trois cent soixante degrés (tour complet) à l'oscillateur 5 dans le troisième mode de réalisation par rapport au premier mode de réalisation afin de rendre encore moins sensible l'oscillateur 5 à la force de gravité.

[0049] En outre, le troisième mode de réalisation peut prévoir, en addition ou en substitution du mécanisme 35 de rotation, un mécanisme 37 de pivotement de l'oscillateur 5 autour du quatrième axe A4 afin de rendre encore moins sensible l'oscillateur 5 à la force de gravité. On comprend donc que le mécanisme 35 de rotation permet d'induire une composante de tangage supplémentaire sur trois cent soixante degrés (tour complet) à l'oscillateur 5 dans le troisième mode de réalisation par rapport au premier mode de réalisation afin de rendre encore moins sensible l'oscillateur 5 à la force de gravité. Ainsi, en combinaison, les mécanismes 35 et 37 ajoutent un déplacement assimilable à un double tourbillon selon des axes perpendiculaires.

[0050] Dans l'exemple particulier du troisième mode de réalisation dans lequel les mécanismes 35 et 37, la même structure 36 porteuse est utilisée pour les deux mécanismes 35 et 37 afin de faciliter l'intégration (compacité, robustesse) des actions mécaniques et transmettre une force à la structure 36 porteuse et à l'arbre 21 coudé en même temps selon un rapport de vitesses et de sens prédéterminés. À la figure 10 par exemple, on peut voir une cage 36a annulaire recevant les pivots de l'anneau 15 externe et, de manière perpendiculaire, la première extrémité 21a de l'arbre 21 coudé. Afin de permettre la rotation de la cage 36a annulaire autour du quatrième axe A4, un arbre 36e est utilisé. Il est sensiblement opposé à la première extrémité 21a de l'arbre 21 coudé par rapport au troisième axe A3.

[0051] La première extrémité 21a de l'arbre 21 et l'arbre 36e se prolonge dans des paliers pare-chocs (gorge de réception, pierre contre-pivot, coussinet et élément de retenue élastique) monté dans un support 36b annulaire dont la denture périphérique est reliée à une source d'énergie du mouvement horloger 3. Sous le support et coaxialement, une couronne 36d dentée est présente et reliée à une partie fixe du mouvement horloger 3. Enfin, un renvoi 36c et un double renvoi (non visible) sont respectivement solidaires de l'arbre 36e et de la première extrémité 21a et tous les deux couplés à la couronne 36d dentée.

[0052] On comprend donc, par l'entraînement du support 36b qui entraîne sur trois cent soixante degrés l'oscillateur 5 autour du sixième axe A6, que la vitesse de rotation de l'arbre 21 coudé sera supérieure à celle support 36b par le déplacement relatif du double renvoi contre la couronne 36d dentée selon un mouvement expliqué dans le premier mode de réalisation et que la vitesse de rotation de l'arbre 36e sera supérieure à celle support 36b par le déplacement relatif du renvoi 36c contre la couronne 36d dentée en entraînant sur trois cent soixante degrés l'oscillateur 5 autour du quatrième axe A4. Il est également immédiat que le renvoi supplémentaire de l'arbre 21 coudé par rapport à celui 36c de l'arbre 36e induit des sens de rotation inverse entre eux et, si cela est souhaité, des vitesses différentes de rotation.

[0053] L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation et variantes présentés et d'autres modes de réalisation et variantes apparaîtront clairement à l'homme du métier. Ainsi, les modes de réalisation et variantes sont combinables entre eux sans sortir du cadre de l'invention.

[0054] Ainsi, le dispositif 13 de suspension ne saurait se limiter à un mécanisme de suspension à la Cardan. Il pourrait en substitution être du type à élément flexible tel qu'un soufflet ou à lames élastiques ou du type à liaison rotule à doigt pour permettre d'offrir les mêmes mouvements complexes à l'oscillateur 5. En outre, le dispositif 19 de transmission oblique ne saurait se limiter à un arbre 21 coudé. Il pourrait en substitution être du type à renvoi conique pour permettre une transmission inclinée de force au dispositif 9 d'échappement.

Revendications

1. Mouvement horloger (3) comportant un oscillateur (5) comprenant un résonateur (6) apte à osciller autour d'un premier axe (A1) de rotation pour servir de base de temps au mouvement horloger (3) et un dispositif (9) d'échappement appliquant sélectivement au résonateur (6) une force du mouvement horloger (3) afin d'entretenir et compter les oscillations du résonateur (6), **caractérisé en ce que** le mouvement horloger (3) comporte en outre un système (1) de support de l'oscillateur (5) comprenant un dispositif (13) de suspension agencé pour autoriser uniquement deux degrés de liberté en rotation selon des deuxième (A2) et troisième (A3) axes concourants, lesdits deuxième axe (A2) et troisième axe (A3) étant différents du premier axe (A1), afin d'autoriser l'oscillateur (5) à changer d'orientation dans un volume prédéfini, et un dispositif (19) de transmission oblique de force au dispositif (9) d'échappement permettant de changer l'orientation de l'oscillateur (5) dans le volume prédéfini à chaque oscillation du résonateur (6) afin de rendre moins sensible l'oscillateur (5) à la force de gravité.
2. Mouvement horloger (3) selon la revendication précédente, dans lequel le dispositif (19) de transmission oblique comprend un arbre (21) coudé dont une première extrémité (21a) est montée rotative par rapport à une partie fixe du mouvement horloger (3) selon un quatrième axe (A4) et reçoit la force du mouvement horloger (3), et dont une deuxième extrémité (21 b) transmet, selon une inclinaison (a) prédéterminée de l'arbre (21) coudé par rapport au quatrième axe (A4), la force au dispositif (9) d'échappement permettant de changer l'orientation de l'oscillateur (5) dans le volume prédéfini à chaque oscillation du résonateur (6).
3. Mouvement horloger (3) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le dispositif (13) de suspension est du type Cardan et comporte une cage (14) interne montée pivotante selon le deuxième axe (A2) dans un anneau (15) externe, lui-même monté pivotant selon le troisième axe (A3), perpendiculaire au deuxième axe (A2), par rapport à une partie fixe du mouvement horloger (3), l'oscillateur (5) étant monté dans la cage (14) interne.
4. Mouvement horloger (3) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le dispositif (13) de suspension est du type Cardan et comporte une cage (14) interne montée pivotante selon le deuxième axe (A2) dans un anneau (15) externe, lui-même monté pivotant selon le troisième axe (A3), non perpendiculaire au deuxième axe (A2), par rapport à une partie fixe du mouvement horloger (3), l'oscillateur (5) étant monté dans la cage (14) interne.
5. Mouvement horloger (3) selon la revendication 3 ou 4, dans lequel la cage (14) interne comporte une partie (16) inférieure recevant un rouage (20) de transmission de force du dispositif (19) de transmission oblique couplé entre l'arbre (21) coudé et une roue (11) d'échappement du dispositif (9) d'échappement, une partie (17) intermédiaire recevant le dispositif (9) d'échappement et une partie (18) supérieure recevant le résonateur (6).
6. Mouvement horloger (3) selon la revendication précédente, dans lequel le rouage (20) de transmission du dispositif (19) de transmission oblique comprend un arbre (22) de transmission monté pivotant selon un cinquième axe (A5) dans la partie (16) inférieure de la cage (14) interne, relié de manière fixe par rapport à la deuxième extrémité (21b) de l'arbre (21) coudé et muni d'une roue (23) dentée induisant un mouvement relatif par rapport à la partie (16) inférieure de la cage (14) interne lors de la rotation de l'arbre (21) coudé pour transmettre la force de l'arbre (21) coudé à un pignon (24) monté dans la partie (16) inférieure et relié à la roue (11) d'échappement.
7. Mouvement horloger (3) selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, dans lequel le quatrième axe (A4) de rotation de la première extrémité (21a) de l'arbre (21) coudé est vertical et perpendiculaire au troisième axe (A3) transversal de l'anneau (15) externe.
8. Mouvement horloger (3) selon la revendication précédente, dans lequel le système (1) de support comporte en outre un mécanisme (32) de rotation du troisième axe (A3) transversal autour du quatrième axe (A4) vertical afin de rendre encore moins sensible l'oscillateur (5) à la force de gravité.
9. Mouvement horloger (3) selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, dans lequel le quatrième axe (A4) de rotation de la première extrémité (21a) de l'arbre (21) coudé est horizontal et perpendiculaire au troisième axe (A3) transversal de l'anneau (15) externe.
10. Mouvement horloger (3) selon la revendication précédente, dans lequel le système (1) de support comporte en outre un mécanisme (37) de pivotement de l'oscillateur (5) autour du quatrième axe (A4) horizontal afin de rendre encore moins sensible l'oscillateur (5) à la force de gravité.
11. Mouvement horloger (3) selon la revendication 9 ou 10, dans lequel le système (1) de support comporte en outre un mécanisme (35) de rotation du troisième axe (A3) transversal autour d'un sixième axe (A6) vertical perpendiculaire au troisième axe (A3) transversal afin de rendre encore moins sensible l'oscillateur (5) à la force de gravité.

CH 718 986 B1

12. Mouvement horloger (3) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le dispositif (9) d'échappement est du type à ancre suisse.
13. Mouvement horloger (3) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le résonateur (6) est du type à balancier - spiral.
14. Pièce d'horlogerie (2) **caractérisée en ce qu'**elle comprend un mouvement horloger (3) selon l'une des revendications précédentes.

Fig. 1

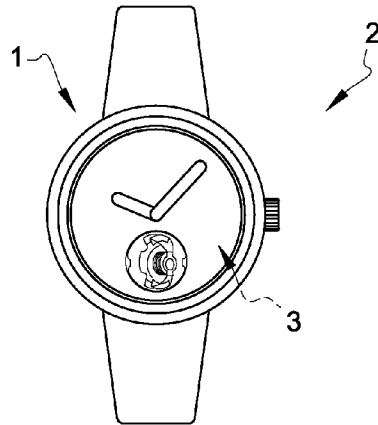


Fig. 2

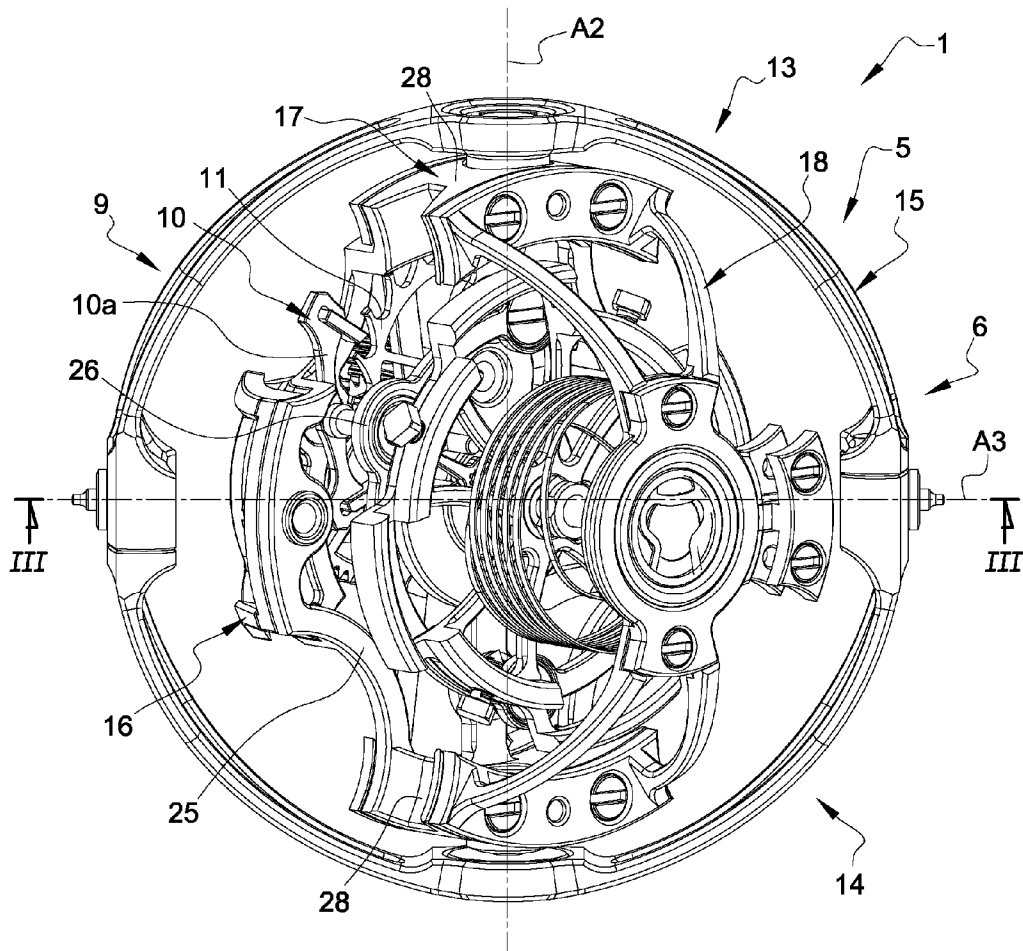


Fig. 3

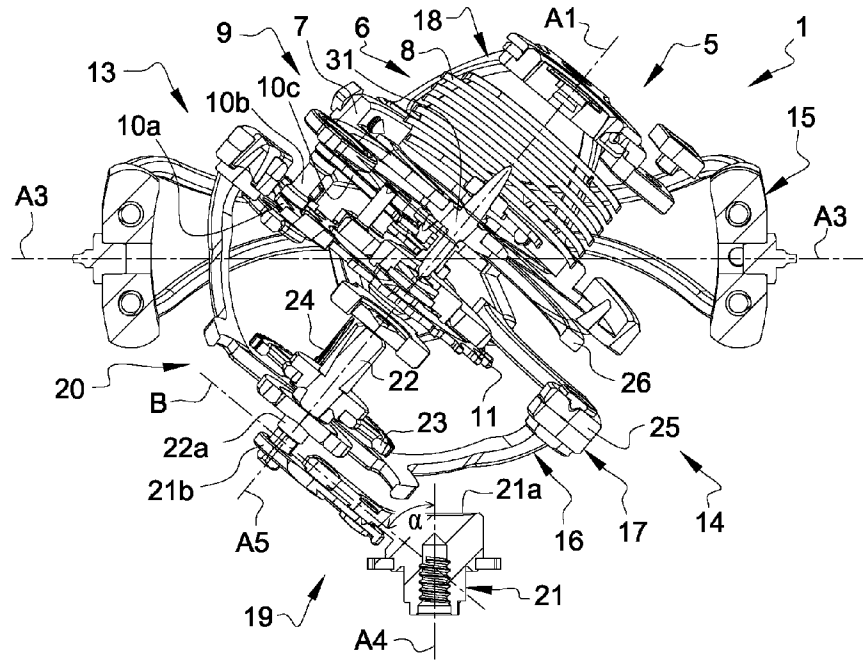


Fig. 4

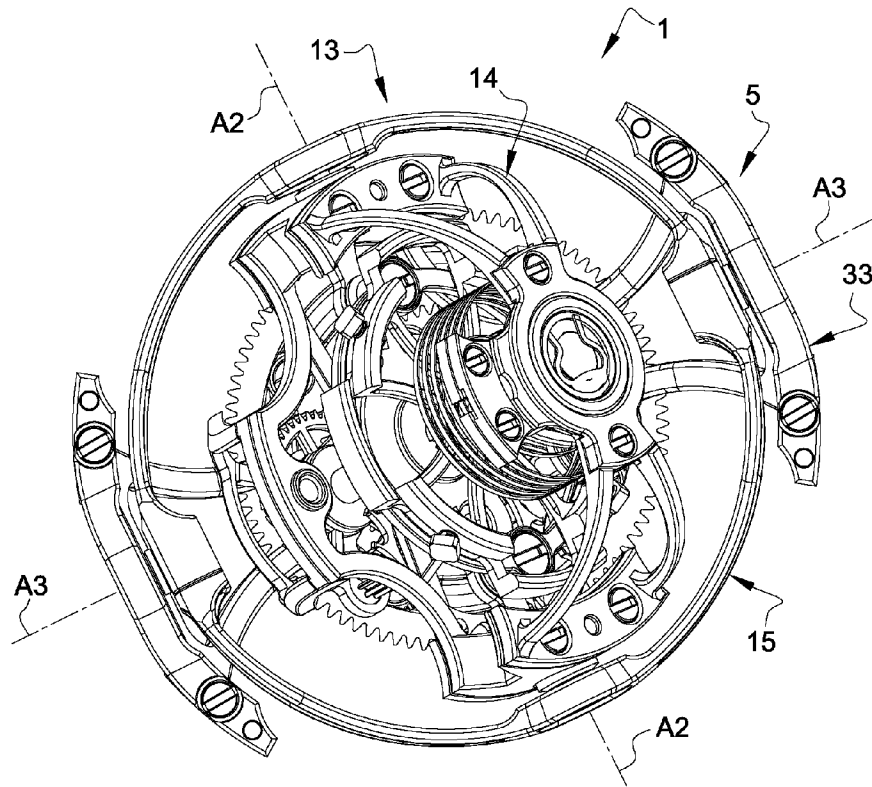


Fig. 5

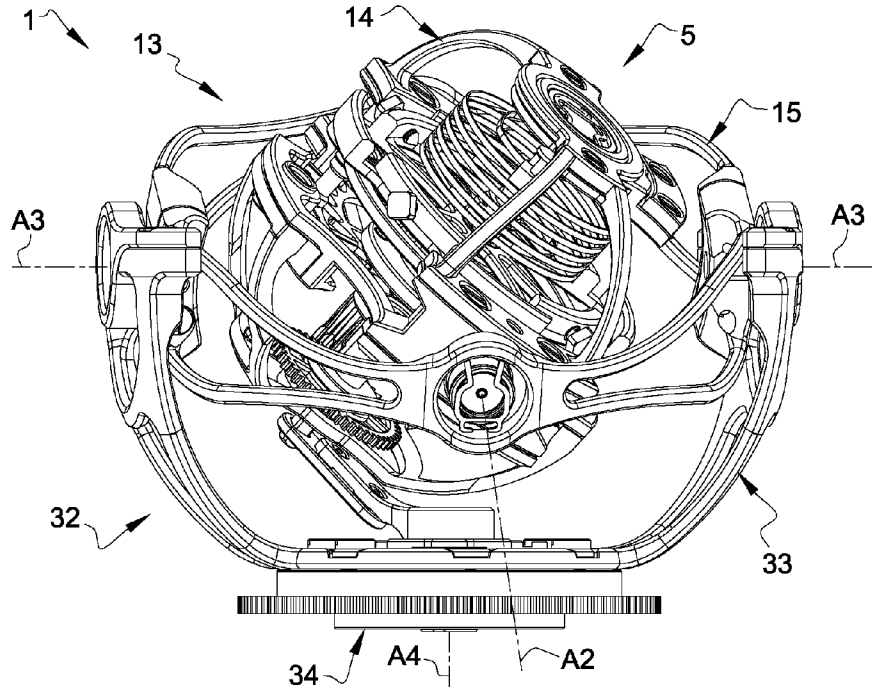


Fig. 6

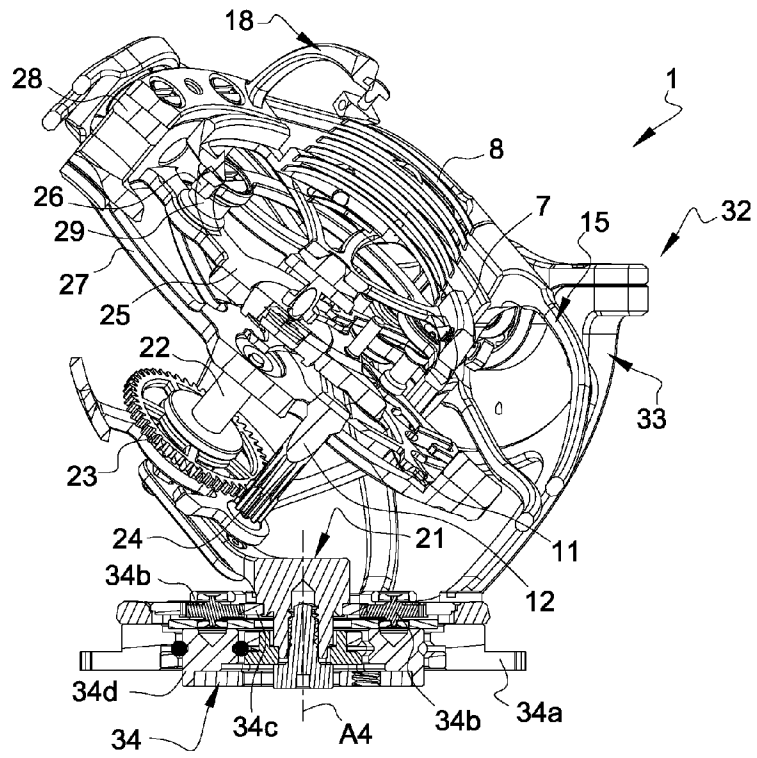


Fig. 7

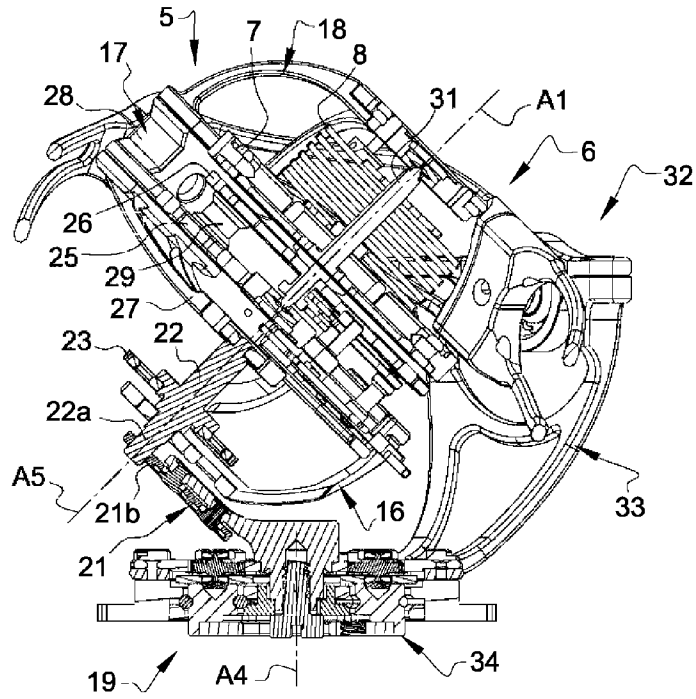


Fig. 8

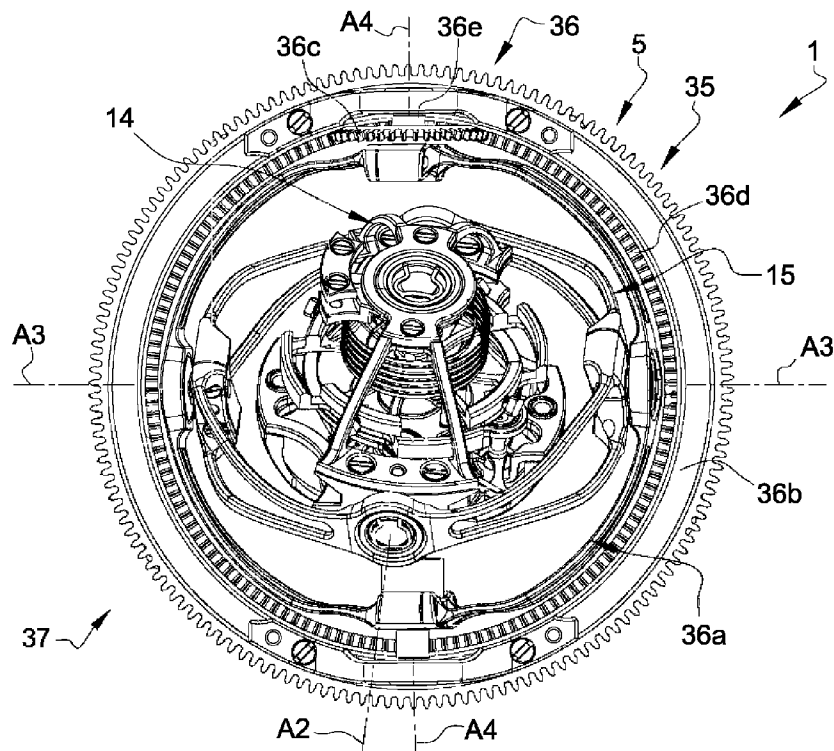


Fig. 9

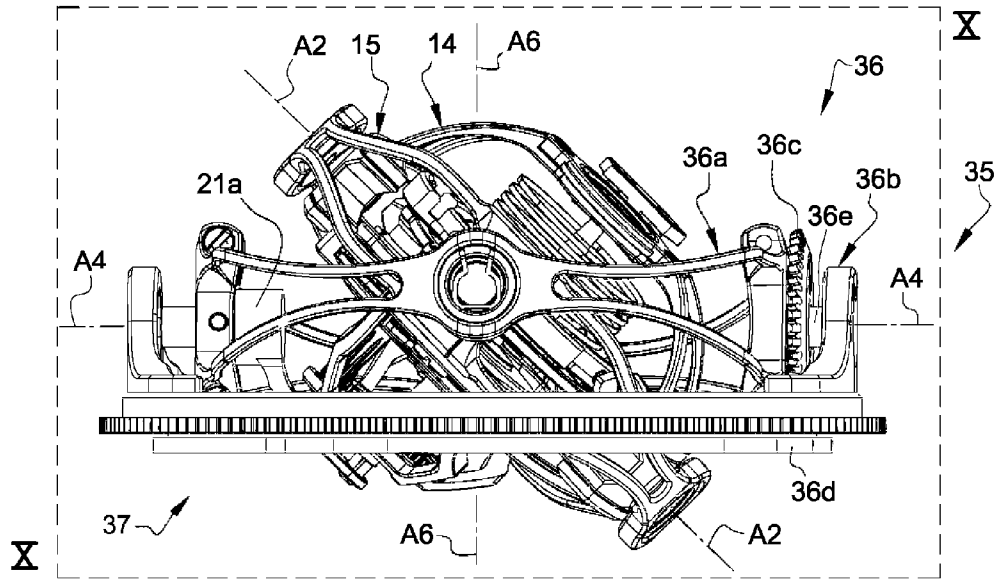


Fig. 10

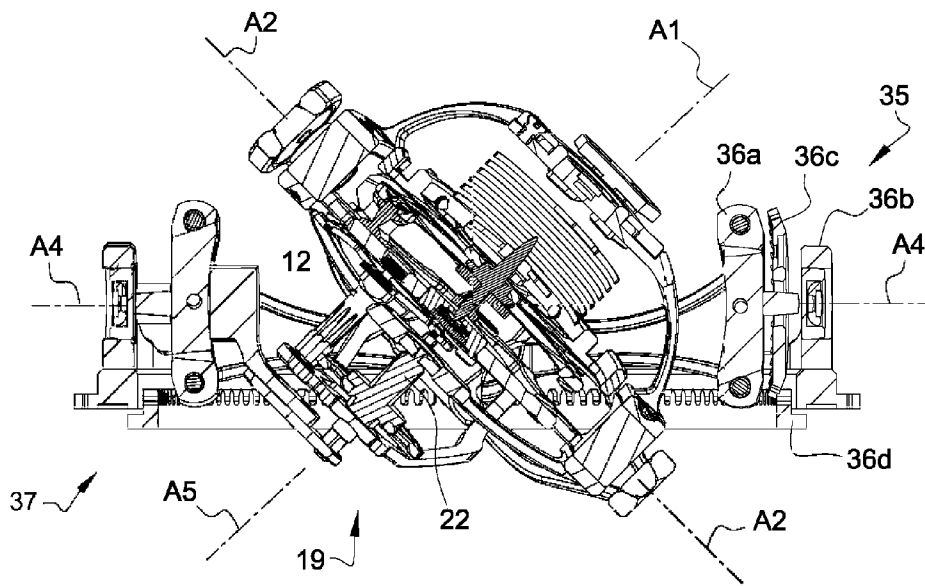


Fig. 11

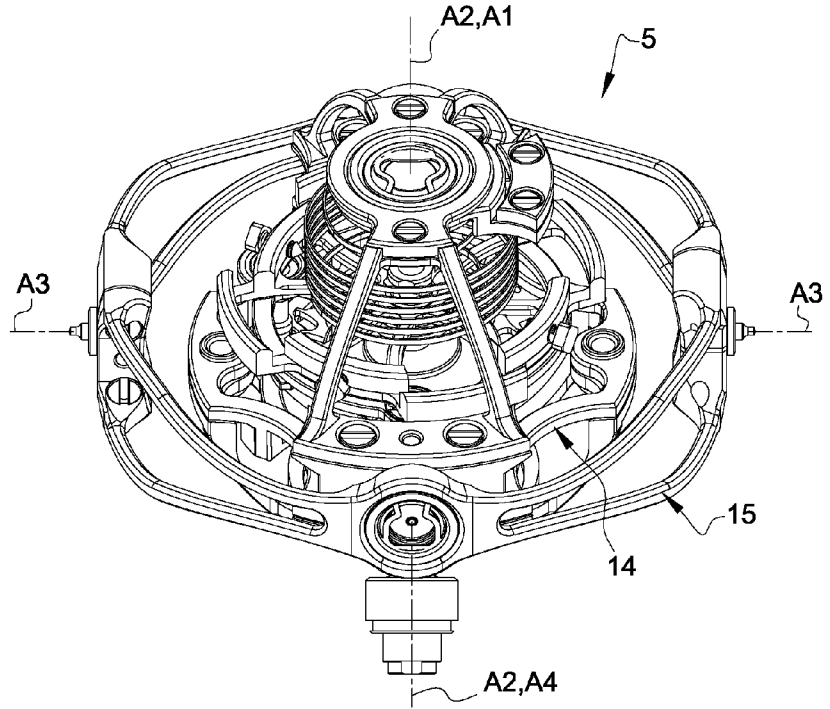


Fig. 12

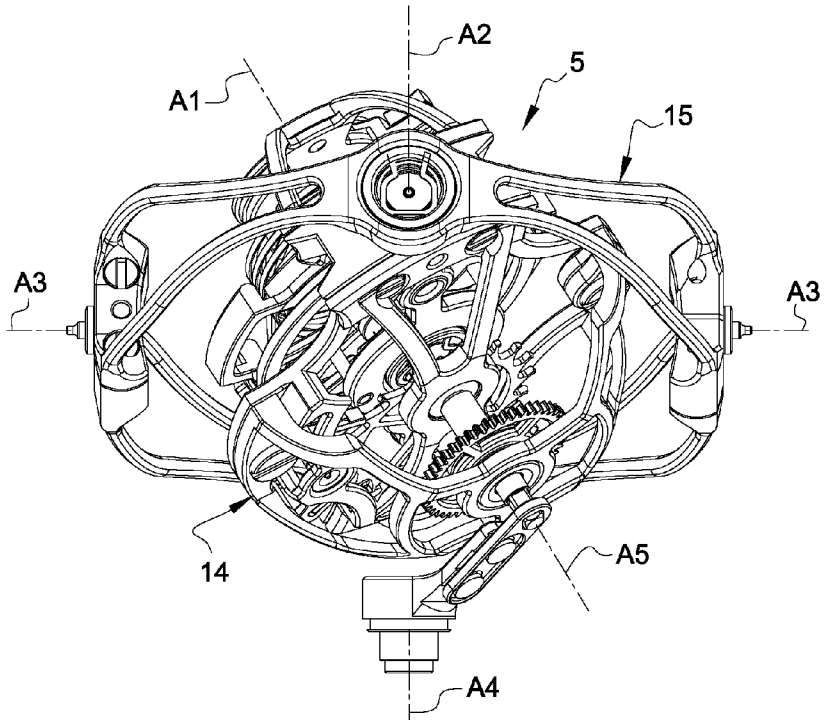


Fig. 13

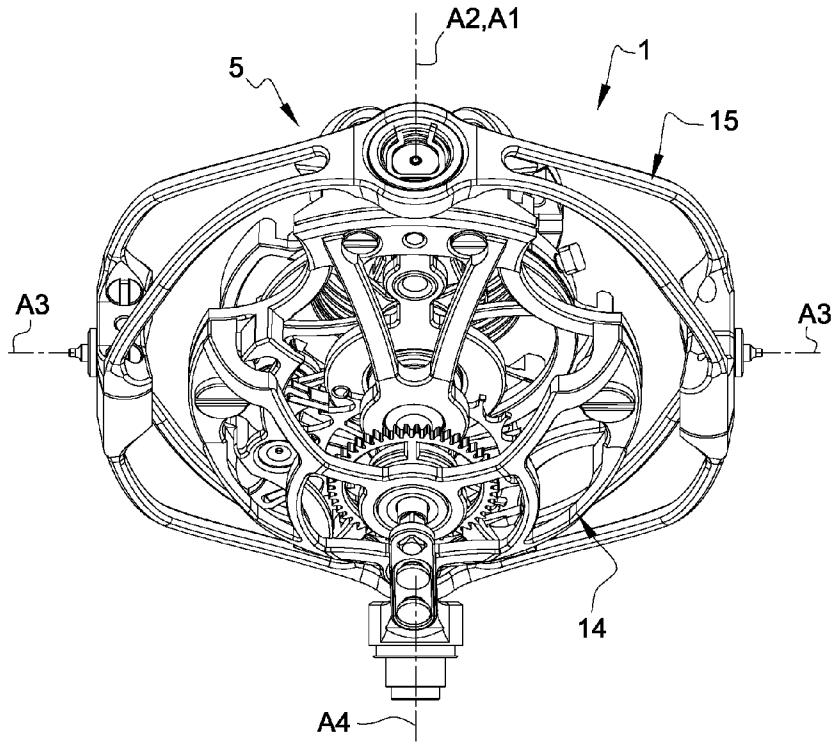


Fig. 14

