

(19)



(11)

EP 4 002 016 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
01.01.2025 Bulletin 2025/01

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
G04B 19/257 ^(2006.01) **G04B 19/02** ^(2006.01)
G04B 13/00 ^(2006.01) **G04B 17/28** ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **20208925.6**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
G04B 19/2575; G04B 13/002; G04B 19/02;
G04B 17/285

(22) Date de dépôt: **20.11.2020**

(54) **MONTRE A MOUVEMENT MECANIQUE A MECANISME DE CONTROLE DE FORCE**

ARMBANDUHR MIT MECHANISCHEM UHRWERK MIT KRAFTSTEUERUNGSMECHANISMUS

WATCH WITH MECHANICAL MOVEMENT WITH FORCE CONTROL MECHANISM

(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

(43) Date de publication de la demande:
25.05.2022 Bulletin 2022/21

(73) Titulaire: **Montres Breguet S.A.**
1344 L'Abbaye (CH)

(72) Inventeur: **ZAUGG, Alain**
1347 Le Sentier (CH)

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

(56) Documents cités:
EP-A1- 3 598 241 WO-A1-2011/113757
WO-A1-2018/193365 CH-A- 330 892
CH-A2- 702 179

EP 4 002 016 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

Domaine de l'invention

[0001] L'invention concerne une montre à mouvement mécanique à mécanisme de contrôle de force, telle que la force due à la gravité lors du porter de la montre et du type à seconde sautante. De préférence, le mécanisme de contrôle de force peut être un mécanisme à tourbillon monté au niveau de l'échappement. La cage du tourbillon entoure le mécanisme d'échappement et de préférence la cage effectue une rotation complète chaque minute avec notamment 60 sauts de seconde effectués.

Arrière-plan de l'invention

[0002] A titre de rappel en horlogerie, un tourbillon, également appelé « cage tournante », est une complication horlogère, ajoutée au mécanisme d'échappement, destinée à améliorer la précision des montres mécaniques en contrebalançant les perturbations de l'isochronisme du résonateur dues à la gravité terrestre. Le critère fondamental, qui signe un tourbillon, par rapport à un carrousel notamment, est la présence d'un rouage fixe sur lequel engrène la cage du tourbillon. Généralement, la cage du tourbillon est montée rotative entre deux points de fixation.

[0003] Il est tenu compte également de la gravité pour compenser toutes les perturbations de l'isochronisme du résonateur. L'échappement est couplé au résonateur. Il interagit avec celui-ci une ou deux fois par période d'oscillation. L'angle parcouru par le résonateur pendant l'interaction est appelé angle de levée. Le reste du parcours du résonateur est appelé angle ou arc supplémentaire.

[0004] Pendant l'angle supplémentaire, le résonateur peut être en contact avec l'échappement (échappement à repos frottant) ou sans contact (échappement libre). Pendant l'angle de levée, l'échappement exécute deux phases principales, qui sont le dégagement (ou comptage) et l'impulsion (ou entretien).

[0005] Dans une complication horlogère, la seconde sautante a pour but d'afficher la seconde par pas d'une seconde entière, ce qui correspond sur un cadran de 60 secondes à 6° d'angle par seconde. Cette seconde sautante est souvent associée à des mécanismes de force constante qui profitent de la particularité de construction de cette seconde sautante. Des mécanismes de seconde morte ou de seconde fixe s'approchent aussi de ces constructions avec la particularité de pouvoir arrêter la seconde à volonté comme un chronographe.

[0006] Plusieurs mécanismes de seconde sautante existent dans la littérature horlogère et les brevets, et sont appliqués. Selon certains exemples, dans une montre Jaquet Droz, il y a le mouvement 1195 de Blancpain. Pour la Marie Antoinette de Breguet, il y a le mécanisme avec la seconde morte.

[0007] Dans la demande de brevet WO 2011/157797

A1, il est décrit un mécanisme d'avance par saut périodique d'une cage pivotante portant une roue et un pignon d'échappement et une ancre coopérant avec la roue et un balancier spiral. De plus, il comprend des moyens de retenue pour autoriser ou interdire le pivotement de ladite cage selon les mouvements ou non. Il y a encore des moyens d'arrêt pour autoriser ou interdire selon leur position angulaire le pivotement des moyens de retenue. Un dispositif à force constante fait coopérer périodiquement les moyens de retenue. Ce dispositif comporte un fouet prévu pour effectuer des tours complets.

[0008] Le principe de ces mécanismes décrits est de retenir le rouage de finissage entre l'échappement et la seconde par un mécanisme, alors qu'un ressort annexe entretient l'échappement avec une force constante dans une phase d'arrêt. Au terme de la seconde, qui est comptée par l'échappement, le rouage libéré permet d'effectuer l'avance d'une seconde. Ainsi l'affichage avance de ce fait et le mécanisme est réarmé en phase de saut.

[0009] Dans un tel mécanisme fonctionnant à des fréquences proches de la seconde, les couples disponibles en horlogerie sont très faibles. C'est pourquoi ces mécanismes sont difficiles à réaliser et en général peu fiables.

[0010] Dans le mécanisme du mouvement 1195 de Blancpain, il y a un système d'arrêt qui distribue une partie de couple dans le blocage de la phase d'arrêt pour compenser les frottements. Cela donne une seconde sautante ayant un déplacement angulaire d'environ 20 % dans la phase d'arrêt pour un saut de 80 %.

[0011] Il peut aussi être envisagé de diminuer la fréquence et de réaliser des minutes mortes au lieu de seconde, ce qui facilite la construction.

[0012] Certains de ces mécanismes peuvent se désynchroniser après un désarmage complet, et se mettre en position de blocage. Cela nécessite un système d'arrêt lié à un mécanisme de réserve de marche, qui arrêtera le mécanisme avant le désarmage complet.

[0013] Dans un mécanisme décrit dans le brevet EP 1 528 443 B1, il est proposé un dispositif de force constante pour une montre, à seconde morte. Ce dispositif permet de déplacer un axe d'un mobile sur une bascule pilotée par un ressort de stockage d'énergie, qui tend à faire pivoter la bascule. Le dispositif comprend un pignon d'une première roue des secondes du mouvement, qui engrène avec un renvoi monté pivotant sur cette bascule, et qui engrène avec le pignon d'une seconde roue des secondes définissant le mobile. La bascule portant un doigt doit s'adapter pour coopérer avec une denture à rochet d'une roue d'arrêt, qui engrène avec la première roue des secondes. Quand le doigt est en prise avec un flanc radial du rochet, le rouage est bloqué notamment composé de la première roue des secondes et du renvoi sans transmission de force de la première roue des secondes et le renvoi. La seconde roue des secondes est contrôlée par l'échappement et ne tourne que quand celui-ci est déplacé par le balancier. L'armage du ressort

est assuré par le déplacement de la bascule en sens contraire, pour lequel le ressort exerce sur la bascule un couple inférieur à celui qu'exerce le ressort de barillet sur la bascule, quand la roue d'arrêt est libérée. Le dispositif permet ainsi l'adaptation du cycle d'armage/désarmage en fonction du nombre de dents de la roue d'arrêt. Ce dispositif permet d'assurer une fonction de seconde sautante, mais l'inconvénient principal est qu'il n'est pas facile à réaliser avec un nombre de composants nécessaires importants pour effectuer cette opération. De plus il y a un déplacement d'un mobile au moment de la seconde sautante, ce qui n'est pas souhaité.

[0014] Le modèle d'utilité CN 209014916 U décrit un mécanisme horloger à tourbillon ayant une roue dentée. La roue dentée est composée d'une portion centrale de passage d'un axe, reliée par des serpentins métalliques de type ressort à une paroi intérieure d'une couronne à denture périphérique extérieure.

[0015] Le brevet EP 3 356 690 B1 décrit un composant horloger ayant un pivot flexible du type à lames croisées séparées bien connu, et ayant des moyens de réglage de la position du point de croisement des lames.

[0016] Le document WO 2018/193365 A1 décrit à la figure 8 une pièce d'horlogerie à mécanisme de contrôle de force comportant une roue de seconde sautante et un dispositif de blocage rotatif.

Résumé de l'invention

[0017] Pour la présente invention, il est recherché de réaliser un affichage de seconde sautante et encore de force constante de manière plus simple, sans déplacement de mobile et sans risque de désynchronisation en fin d'armage et limitant ainsi les frottements pour une utilisation notamment dans un mouvement à tourbillon.

[0018] L'invention a donc pour but de pallier les inconvénients de l'état de la technique en fournissant une montre à mouvement mécanique à mécanisme de compensation ou de contrôle de force du type à seconde sautante palliant les inconvénients des dispositifs de l'art antérieur susmentionnés.

[0019] A cet effet, l'invention concerne une montre à mouvement mécanique à mécanisme de compensation ou de contrôle de force du type à seconde sautante, qui comprend les caractéristiques définies dans la revendication indépendante 1.

[0020] Des formes particulières de réalisation de la montre à mouvement mécanique à mécanisme de compensation ou contrôle de force du type à seconde sautante sont décrites également dans les revendications dépendantes 2 à 18.

[0021] Un avantage de la montre à mouvement mécanique à mécanisme de contrôle de force selon l'invention réside dans le fait qu'il comprend une roue de seconde pour accumuler l'énergie nécessaire à entretenir plusieurs oscillations du mécanisme d'échappement avec l'oscillateur, notamment dans un mode d'arrêt avant le passage dans un mode de saut. En fonction de la

fréquence du résonateur muni d'un échappement traditionnel, la roue de seconde entretient quelques oscillations du résonateur ou oscillateur sans qu'une partie du rouage venant du barillet ne soit entraîné. De préférence, la roue de seconde libère un élément de blocage, tel qu'un fouet après un certain nombre d'oscillations pour faire déplacer notamment la cage du tourbillon de 6° dans le sens des aiguilles d'une montre (SAM) et le rouage de finissage venant du barillet définissant une roue de seconde du type à seconde sautante. Dans le cas du tourbillon selon un exemple de réalisation à au moins la cinquième impulsion de l'oscillateur de 2.5 Hz, le fouet est libéré et par lui, la roue intermédiaire liée au fouet, la roue moyenne, la roue grande moyenne et le barillet pour entraîner la cage du tourbillon d'un pas de 6° dans une direction opposée à l'accumulation de la roue de seconde. Principalement, la cage du tourbillon peut être déplacée angulairement après un certain nombre d'oscillations définissant une seconde. Par cet agencement sans déplacement de mobile, le risque de désynchronisation à la fin de l'armage n'est pas affecté.

[0022] Avantageusement, la roue de seconde est destinée à bouger en phase d'arrêt d'un certain nombre de petits pas suite aux oscillations du ressort spiral de l'oscillateur lié au mécanisme d'échappement, qui est du type à ancre suisse. Dans cette phase d'arrêt ou mode d'arrêt, la roue de seconde tourne dans le sens contraire des aiguilles d'une montre en étant entraînée en rotation par un guidage flexible à lames élastiques, qui est pré-armé. Une portion mobile de ce guidage flexible est fixée sur une face de la roue de seconde, alors qu'une portion fixe de ce guidage flexible est fixée sur un support du mouvement horloger, tel qu'une platine. La portion mobile de ce guidage flexible est de préférence fixée directement en dessous de la roue de seconde. Le guidage flexible est monté par une ouverture axiale, de manière coaxiale à un pignon de seconde, qui est le pignon de seconde et de tourbillon.

[0023] Avantageusement, le guidage flexible à lames élastiques (lames ressort) comprend plusieurs lames élastiques en série reliant des parties plus massives dont les portions mobile et fixe du guidage flexible, et éventuellement d'autres portions intermédiaires. Le guidage flexible à lames élastiques en série peut ainsi être réalisé avec une structure plus robuste capable d'assurer la rotation de la roue de seconde avec un couple de rappel utilisé avantageusement pour remplacer le ressort du mécanisme de contrôle de force et avec un meilleur maintien axial. De plus, un tel guidage flexible à lames élastiques permet d'avoir une absence de frottement, d'usure et de dissipation d'énergie, ainsi qu'une absence de jeu et un guidage précis.

Brève description des dessins

[0024] Les buts, avantages et caractéristiques de la montre à mouvement mécanique à mécanisme de compensation ou contrôle de force apparaîtront mieux

dans la description suivante notamment en regard des dessins sur lesquels :

la figure 1 représente une vue tridimensionnelle depuis dessous des principaux éléments du mouvement de montre à mécanisme de contrôle de force et du type à seconde sautante selon l'invention, la figure 2 représente une vue de dessous du mouvement de montre mécanique à mécanisme de contrôle de force du type à seconde sautante sans la roue moyenne et la roue intermédiaire selon l'invention, les figures 3a, 3b et 3c représentent des vues en plan de trois formes d'exécution de guidages flexibles à lames élastiques ou pivots à lames flexibles à couples plus élevés et meilleur maintien axial pour pouvoir être reliés à la roue de seconde selon l'invention, la figure 4 représente une vue depuis dessous d'une autre forme d'exécution schématique d'un mouvement mécanique traditionnel de montre avec le rouage de finissage sans tourbillon et le mécanisme de contrôle de force selon l'invention, et la figure 5 représente une coupe transversale de bas en haut du mécanisme au centre du tourbillon comme représenté ci-dessus partiellement à la figure 1.

Description détaillée de l'invention

[0025] Dans la description suivante, différents organes ou éléments du mouvement mécanique de montre à mécanisme de contrôle de force et du type à seconde sautante, qui sont bien connus dans ce domaine technique, ne seront décrits que sommairement.

[0026] Il est tout d'abord à noter que la montre à mouvement mécanique à mécanisme de contrôle de force et du type à seconde sautante peut être avec un tourbillon dont la cage enferme un oscillateur et un mécanisme d'échappement comme expliqué ci-après, ou selon un mouvement mécanique traditionnel sans tourbillon, qui sera expliqué par la suite en référence à la figure 4.

[0027] Les figures 1 et 2 représentent une partie d'un mouvement mécanique 1 de montre qui est représentée sans la source d'énergie, telle que le barillet qui est le ressort moteur et qui est relié, dans ce cas de figure, à une fusée reliée par une chaîne au tambour de barillet pour son entraînement. Il n'est également pas représenté une roue grande moyenne, qui est entraînée en rotation par une denture en périphérie de la fusée selon une forme d'exécution traditionnelle. Cette énergie est appliquée sous forme d'un couple sur le pignon de la roue moyenne 10.

[0028] Les figures 1 et 2 représentent donc une partie d'un mouvement mécanique horloger comprenant un rouage de finissage 5, 8, 9, 10 dans lequel est disposé un mécanisme de contrôle de force du mouvement mécanique 1 de montre. Ce mécanisme de contrôle de force

peut être similaire à un dispositif à force constante. Le rouage de finissage est agencé entre une source d'énergie non représentée, qui est de préférence un barillet à ressort, et un mécanisme d'échappement par exemple à ancre suisse 13 et ayant un mobile d'échappement 11 sous forme de roue, retenue et libérée alternativement par un oscillateur 14, qui est de préférence un balancier spiral et dont l'énergie pour son maintien en oscillation est fournie par ledit mobile d'échappement 11. Le mobile d'échappement 11 est agencé pour pouvoir tourner dans un même sens de rotation à chaque demi-oscillation de l'oscillateur 14.

[0029] Le mobile d'échappement 11 engrène avec une roue de seconde 2 qui est définie par la suite aussi comme une roue de seconde fixe SFA. Cette roue de seconde 2 est appelée une roue de seconde fixe SFA, même si elle n'est pas fixe dans son fonctionnement. Cette roue de seconde fixe SFA 2 peut tourner dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (SIAM) pour entretenir le fonctionnement du mécanisme d'échappement lié à l'oscillateur dans un mode d'arrêt, et tourner dans le sens des aiguilles d'une montre (SAM) dans un mode de saut pour effectuer un saut correspondant à 1 seconde. Aussi bien dans la forme d'exécution avec un tourbillon, que dans la forme d'exécution sans tourbillon, il y a toujours une phase d'arrêt et une phase de saut de manière à faire un saut sur l'affichage correspondant à une seconde.

[0030] Pour ce faire, la roue de seconde fixe SFA 2 comporte de préférence une denture en périphérie engrenant avec un pignon denté d'échappement 12 coaxial audit mobile d'échappement 11. Comme expliqué ci-après dans une phase d'arrêt du rouage de finissage, la roue de seconde fixe SFA 2 tourne en sens inverse des aiguilles de la montre (SIAM) par la force de rappel du guidage flexible 4 et entraîne le mobile d'échappement 11 à chaque demi-oscillation de l'oscillateur 14 par l'intermédiaire du pignon denté d'échappement 12 de manière à entretenir le fonctionnement de l'oscillateur et du mécanisme d'échappement dans cette phase d'arrêt.

[0031] Pendant cette phase d'arrêt, la roue de seconde fixe SFA 2 pivote en SIAM sur son guidage flexible 4 autour de la cage 15 du tourbillon sans toucher celle-ci, qui est arrêtée. Ce pivotement SIAM de la SFA 2 s'effectue jusqu'au moment de la libération du rouage de finissage 5, 8, 9, 10 par lequel un saut d'une seconde est effectué par la cage 15 de tourbillon et son pignon de seconde 5, entraînant avec lui la roue de seconde fixe SFA 2, qui est liée au mobile d'échappement 11, dans la phase de saut dans le sens des aiguilles d'une montre SAM.

[0032] Pour définir la phase d'arrêt et la phase de saut, le mécanisme de contrôle de force comprend d'une part un élément de blocage rotatif 7 agencé pour coopérer avec un organe d'arrêt 3 en liaison avec la roue de seconde fixe SFA 2 dans le mode d'arrêt. Comme illustré aux figures 1 et 2, cet organe d'arrêt 3 peut être un râteau 3, monté rotatif à une première extrémité du râteau 3

autour d'un axe 33 disposé par exemple entre une platine de montage de mouvement et un pont de moyenne non représentés. Une seconde extrémité libre du râteau 3 comprend dans une partie de blocage, une portion de bordure en forme de doigt 3b disposé librement à l'intérieur d'un logement de guidage entre deux dents d'une came 6. La came 6 est fixée solidaire de ladite roue de seconde fixe SFA 2 à proximité de son centre de manière à entraîner en rotation le râteau 3 dans chaque sens. La seconde extrémité libre du râteau 3 comprend d'autre part, une pièce d'arrêt 3a, telle qu'une palette 3a, disposée d'un côté opposé à la portion de bordure 3b et agencée pour bloquer l'élément de blocage rotatif 7 dans un mode d'arrêt. La palette 3a peut être réalisée dans un matériau dur réduisant les frottements avec l'élément de blocage 7 en contact de la palette 3a dans une phase d'arrêt. Cette pièce d'arrêt, qui est la palette 3a, peut être réalisée dans un matériau réduisant le frottement tel que du rubis.

[0033] Pour entraîner en rotation la roue de seconde fixe SFA 2 notamment dans un mode d'arrêt, un guidage flexible 4 à lames élastiques 4a ou lames ressort, qui est pré-armé, est relié directement à la roue de seconde fixe SFA 2. Le guidage flexible 4 agit comme un ressort sur la roue de seconde fixe SFA 2. Pour ce faire, le guidage flexible 4 comprend une portion mobile 4c avec au moins une ouverture 17 mais de préférence deux ouvertures 17 pour la fixation sur une face de la roue de seconde fixe SFA 2. De préférence, le guidage flexible 4 est fixé sur une face inférieure de la roue de seconde fixe SFA 2.

[0034] Il est à noter qu'il est défini des lames élastiques 4a, ces lames peuvent être de section transversale rectangulaire, hexagonale, voire ronde. Ces lames élastiques ont une géométrie : longueur et section qui doit être bien déterminée pour assurer la fonction ressort pour entraîner en rotation la roue de seconde fixe SFA 2 avec le couple nécessaire. On peut se référer à l'ouvrage W. H. Wittrick indiqué ci-après, pour la réalisation des guidages flexibles 4 à lames élastiques 4a.

[0035] Comme représenté à la figure 5, au moins un moyen de fixation 27 dans ou à travers la ou les ouvertures 17 est ainsi prévu pour fixer la roue de seconde fixe SFA 2 sur la portion mobile 4c du guidage flexible 4. De préférence, ce moyen de fixation 27 peut être au moins un prolongement de matière de la roue de seconde fixe SFA 2 pour ne former qu'une seule pièce avec la roue. Deux prolongements de matière 27 peuvent être prévus pour être insérés par exemple à force respectivement dans les deux ouvertures 17 de la portion mobile 4c du guidage flexible 4 pour assurer un bon maintien et sans dépasser de chaque ouverture 17. Il peut encore être prévu une bordure autour de chaque prolongement de matière 27 et pouvant venir directement de matière avec le prolongement de matière correspondant pour assurer un espace entre la face inférieure de la roue de seconde fixe SFA 2 et une face supérieure du guidage flexible 4.

[0036] Le guidage flexible 4 comprend encore une portion fixe 4b avec au moins une ouverture 16, mais

de préférence deux ouvertures 16 pour être montée et fixée par l'intermédiaire d'un ensemble vis et écrou non représentés sur un support du mouvement horloger, tel qu'une platine. Plusieurs lames élastiques 4a ou portions de lames élastiques relient la portion mobile 4c à la portion fixe 4b ainsi que des portions intermédiaires éventuellement entre les portions mobile 4c et fixe 4b. Le guidage flexible 4 est monté par une ouverture axiale, de manière coaxiale au pignon de seconde 5, et autour d'un tube axial de la roue de seconde fixe SFA 2 coaxiale à l'axe du pignon de seconde 5.

[0037] Il est à noter encore qu'il peut être envisagé d'avoir deux ouvertures de fixation prévues dans la roue de seconde fixe SFA 2 pour recevoir par insertion à force deux prolongements de matière de la portion mobile 4c du guidage flexible 4 de manière équivalente mais inversement à ce qui a été décrit ci-dessus. Le moyen de fixation peut aussi être un ensemble vis et écrou passant par des ouvertures de la portion mobile et de la roue de seconde fixe SFA 2, mais avec ce type de montage, trop d'espace est gaspillé. De même, la fixation de la portion fixe 4b du guidage flexible 4 sur la platine peut être effectuée par un autre moyen que l'ensemble vis et écrou, en prenant exemple de la fixation de la roue de seconde fixe SFA 2 sur le guidage flexible 4. En position de repos c'est-à-dire dès le passage du mode de saut au mode d'arrêt, les lames élastiques 4a du guidage flexible 4 doivent être précontraintes pour accumuler une énergie mécanique pour faire tourner la roue de seconde fixe SFA 2 en particulier dans le sens contraire des aiguilles d'une montre (SIAM).

[0038] La rotation de la roue de seconde fixe SFA 2 entraîne également le mobile d'échappement 11 par l'intermédiaire d'un pignon d'échappement 12 coaxial du mobile d'échappement du mécanisme d'échappement à ancre suisse 13. Ceci est avantageux pour maintenir en fonction le mécanisme d'échappement avec l'oscillateur 14 dans cette phase d'arrêt par l'énergie mécanique accumulée dans le guidage flexible 4 à lames élastiques 4a agissant sur la roue de seconde fixe SFA 2 pour la faire tourner dans un sens inverse des aiguilles d'une montre (SIAM).

[0039] Le râteau 3 est relié sans l'action d'un ressort à une came 6 fixée sur la roue de seconde fixe SFA 2 pour bloquer ou libérer ledit rouage de finissage selon la position angulaire de ladite roue de seconde fixe SFA 2 par la retenue d'un fouet 7, comme élément de blocage. Ce fouet 7 vient en contact d'une pièce d'arrêt 3a de la partie de blocage du râteau 3. Cette pièce d'arrêt est une palette 3a, comme décrit ci-dessus.

[0040] Dans le cas de figure présenté, la roue de seconde fixe SFA 2 peut tourner de 5 petits pas correspondant à 6° d'angle représentant 1 seconde en sens inverse. Le fouet 7 est lui-même entraîné par le rouage de finissage et retenu par la pièce d'arrêt 3a. Une fois libéré à la fin de la phase d'arrêt, la rotation du râteau 3 libère le fouet 7 qui déclenche la phase de saut. Pendant la phase de saut, le fouet 7 effectue une rotation correspondant à

un saut de 1 seconde, entraîné par le rouage de finissage, dans le cas représenté, un demi-tour. Le rouage de finissage entraîne de même la cage 15 de tourbillon par le pignon de seconde 5 et la roue de seconde fixe SFA 2 dans le sens des aiguilles d'une montre (SAM), ce qui réarme le guidage flexible 4. Ce guidage flexible 4 de la roue de seconde fixe SFA 2 est agencé pour accumuler de l'énergie lorsque ladite roue de seconde fixe SFA 2 est entraînée en SAM pendant la phase de saut et la restituer à ladite roue de seconde fixe SFA 2 en SIAM pendant la phase d'arrêt.

[0041] Généralement dans la phase d'arrêt, plusieurs demi-oscillations de l'oscillateur 14 interviennent avant la libération du rouage de finissage. Cela signifie que la fréquence de l'oscillateur 14 est généralement plus élevée que 1 Hz et par exemple dans ce cas présent, peut être établi à 2.5 Hz. Comme la roue de seconde fixe SFA 2 tourne dans la phase d'arrêt à chaque petit pas correspondant à une demi-oscillation (alternance), on peut compter 5 demi-oscillations de l'oscillateur 14 dans la phase d'arrêt jusqu'au moment de la libération de l'élément de blocage rotatif 7 pour la phase de saut. Le guidage flexible 4 lié à la roue de seconde fixe SFA 2 doit donc fournir de l'énergie pendant les 5 demi-oscillations de l'oscillateur 14 ou la cage est arrêtée, et être réarmé pendant le saut de ladite cage 15.

[0042] Le guidage flexible 4 représenté sur la figure 2 comprend une portion fixe 4b disposée dans un logement à large ouverture en forme de V de la portion mobile 4c, qui comprend une ouverture axiale, qui est coaxiale à l'axe du pignon de seconde 5. Deux ouvertures traversantes 16 sont prévues dans la portion fixe 4b et disposée sur une même ligne avec l'ouverture axiale. Deux ouvertures traversantes 17 sont prévues dans la portion mobile 4c et disposées pratiquement sur une même ligne avec l'ouverture axiale.

[0043] Dans cette forme d'exécution, cinq lames élastiques 4a successives relient un premier côté intérieur de la portion mobile 4c à un premier côté intérieur de la portion fixe 4b. Une première lame élastique 4a depuis la portion mobile 4c est reliée à une première portion centrale intermédiaire. Une seconde lame élastique 4a depuis la première portion centrale intermédiaire est reliée à une première portion périphérique intermédiaire. Une troisième lame élastique 4a depuis la première portion périphérique intermédiaire est reliée à une seconde portion centrale intermédiaire. Une quatrième lame élastique 4a depuis la seconde portion centrale intermédiaire est reliée à une seconde portion périphérique intermédiaire. Une cinquième lame élastique depuis la seconde portion périphérique intermédiaire est reliée à un premier côté intérieur de la portion fixe 4b.

[0044] Cinq lames élastiques 4a successives relient un second côté intérieur de la portion mobile 4c à un second côté intérieur de la portion fixe 4b. Une seconde lame élastique 4a depuis la portion mobile 4c est reliée à la même première portion centrale intermédiaire. Une seconde lame élastique 4a depuis la même première por-

tion centrale intermédiaire est reliée à la même première portion périphérique intermédiaire. Une troisième lame élastique 4a depuis la première portion périphérique intermédiaire est reliée à la même seconde portion centrale intermédiaire. Une quatrième lame élastique 4a depuis la seconde portion centrale intermédiaire est reliée à la même seconde portion périphérique intermédiaire. Une cinquième lame élastique depuis la seconde portion périphérique intermédiaire est reliée à un premier côté intérieur de la portion fixe 4b.

[0045] On constate que la partie fixe 4b est disposée à l'intérieur entre la portion mobile 4c et les deux portions périphériques intermédiaires. De plus, les deux portions centrales intermédiaires forment un arc de cercle centré sur l'axe du pignon de seconde 5, et il en est de même pour les deux portions périphériques intermédiaires également centrées sur l'axe du pignon de seconde 5.

[0046] Cependant, il peut être prévu plus ou moins de demi-oscillations de l'oscillateur 14 dans la phase d'arrêt fonction de la fréquence d'oscillation de l'oscillateur 14. Chaque demi-oscillation doit être égale à 0.2 s pour un oscillateur de 2.5 Hz. Le nombre n de demi-oscillations de l'oscillateur peut donc être choisi que pour une fréquence de l'oscillateur supérieure à 1 Hz, par exemple pour au moins n = 3 demi-oscillations pour 1.5Hz ou n = 5 pour 2.5Hz. Le nombre de petits pas effectués par la roue de seconde fixe SFA 2 en phase d'arrêt doit correspondre à un saut de 1 seconde en phase de saut.

[0047] Il peut aussi être envisagé de faire des sauts de période plus grande que 1 seconde, ce qui généralise la règle ci-dessus à une fréquence d'oscillateur supérieure à la fréquence des sauts d'affichage. De cette manière, il pourrait être envisagé de sauter toutes les minutes.

[0048] En référence à la forme d'exécution présentée aux figures 1 et 2, l'élément de blocage rotatif 7 est un fouet sous la forme d'une tige montée rotative en son centre. Le fouet est solidaire d'un pignon axial de blocage 8 pour engrener avec une roue intermédiaire 9 du rouage de finissage. Le râteau de blocage 3 est monté rotatif à une première extrémité opposée à la partie de blocage, qui comprend la palette d'arrêt 3a. Comme précédemment indiqué, le râteau de blocage rotatif 3 comporte à une seconde extrémité, la portion de bordure 3b, qui est un doigt 3b guidé à l'intérieur d'un logement réalisé dans la came 6, qui est solidaire de la roue de seconde fixe SFA 2. Cette came 6 formée de deux dents avec le logement entre les deux dents commande le pivotement du râteau 3, qui comprend la palette 3a de blocage disposée d'un côté opposé au doigt 3b. Comme indiqué ci-dessus, cette palette 3a peut être réalisée dans un matériau dur réduisant les frottements avec l'élément de blocage 7 en contact de la palette 3a dans une phase d'arrêt.

[0049] La palette 3a est agencée pour coopérer en appui avec ledit élément de blocage 7, qui est un fouet, pour bloquer ledit rouage de finissage dans une phase d'arrêt, ou pour libérer ledit élément de blocage 7 et ledit rouage de finissage dans une phase de saut. Le fouet 7 comprend une première partie de tige de blocage et une

seconde partie de tige de blocage par rapport à son centre qui comprend le pignon axial de blocage 8. Une fois que la palette 3a n'est plus en contact avec la première partie de tige du fouet 7 ou la seconde partie de tige du fouet 7, dans la phase de saut, le fouet 7 est mis en rotation et tourne sur 180° pour permettre la rotation du rouage de finissage avant une nouvelle position de blocage du rouage de finissage dans un mode d'arrêt. Dans le mode de saut, la cage 15 du tourbillon est entraînée en rotation de 6° dans le sens des aiguilles d'une montre (SAM) par le rouage de finissage pour ajouter une seconde au temps. La roue de seconde fixe SFA 2 est entraînée avec la cage 15, qui est liée au pignon de seconde coaxial 5 de 6° d'angle pour réarmer le guidage flexible 4 du râteau SFA. La roue de seconde fixe SFA 2 est entraînée par la cage 15, car le mécanisme d'échappement tourne également avec la cage. Le réarmage du guidage flexible 4 s'effectue rapidement, ce qui fait que l'extrémité du fouet 7 revient directement en contact de la palette d'arrêt 3a une fois que le fouet 7 a tourné de 180°. Dès ce nouveau blocage, une nouvelle opération de phase d'arrêt intervient.

[0050] On comprend que la rotation de 180° du fouet 7 avant un nouvel arrêt est directement et dynamiquement liée aux inerties des composants en mouvement. En particulier l'inertie du fouet 7, qui a la rotation la plus rapide, à une grande importance. On préférera donc une construction du fouet 7 favorisant une inertie faible, telle qu'elle peut être obtenue avec les moyens de fabrication LIGA en Nickel ou Nickel Phosphore ou les moyens de fabrication DRIE en silicium. Ces moyens de fabrication permettent la réalisation de fouet 7 de géométrie précise et avantageuse pour limiter l'inertie du fouet 7.

[0051] Pendant la phase d'arrêt, le mobile d'échappement 11 est entraîné dans un premier sens de rotation (SIAM) par la roue de seconde fixe SFA 2, ce qui correspond à chaque demi-oscillation de l'oscillateur 14 entretenant. 5 petits pas sont effectués par le mobile d'échappement 11 entraîné en rotation par la roue de seconde fixe SFA 2 et par l'intermédiaire du pignon d'échappement 12. Cela désarme ledit guidage flexible 4 qui entraîne la roue de seconde fixe SFA 2 et déplace ladite palette 3a dans le sens de la libération du fouet 7.

[0052] Comme le rouage de finissage est bloqué dans le mode d'arrêt à l'exception de la roue de seconde fixe SFA 2, le guidage flexible 4 lié à la roue de seconde fixe SFA 2 libère de l'énergie pour faire tourner ladite roue de seconde fixe SFA 2 pour entraîner le mobile d'échappement 11. Dans le mode de saut, dès que le fouet 7 n'est plus en contact avec la palette 3a, le rouage de finissage par l'intermédiaire du pignon axial de blocage 8 du fouet 7, est agencé pour faire pivoter par l'intermédiaire du pignon de seconde 5 et de la cage 15 de tourbillon, ladite roue de seconde fixe SFA 2. Cette roue de seconde fixe SFA 2 avec la cage 15 de tourbillon tournent de 6° d'angle dans un deuxième sens de rotation, qui est le sens des aiguilles d'une montre (SAM) opposé audit premier sens de rotation imposé au mobile d'échappement 11 par la

roue de seconde fixe SFA 2, selon une course correspondant à un saut angulaire d'une seconde. La cage 15 du tourbillon est pivotée de 6° d'angle dans le mode de saut dans le sens des aiguilles d'une montre (SAM) dans une direction opposée au pivotement de la roue de seconde fixe SFA 2 dans la phase d'arrêt. Au terme du saut, le fouet 7 revient en appui contre la palette 3a pour bloquer à nouveau le rouage de finissage à l'exception de la roue de seconde fixe SFA 2. Le fouet 7 avec ses deux parties de tige de même longueur fait une rotation de 180° pour passer du mode de saut au mode d'arrêt suivant.

[0053] Il est à noter que le fouet 7 est lié au rouage de finissage et au barillet par la roue intermédiaire 9 pour le faire tourner autour de son axe central à chaque mode de saut de 1 seconde et pour libérer le rouage de finissage 5, 8, 9, 10, ainsi que la cage 15 du tourbillon dans cette forme d'exécution. La force du ou des ressorts d'entraînement du rouage de finissage est supérieure à l'énergie mécanique accumulée dans le guidage flexible 4. Ainsi, le rouage de finissage est immédiatement mis en fonction dès sa libération ce qui permet de garder un bon synchronisme dans le temps, étant donné également que le mécanisme d'échappement et l'oscillateur 14 sont maintenus en fonction pendant la phase d'arrêt même si le rouage de finissage est bloqué excepté la roue de seconde fixe SFA 2.

[0054] Tous les éléments du mécanisme de contrôle de force décrits ci-dessus sont montés sur une platine, un pont de moyenne, un pont de fouet, qui ne sont pas représentés pour ne pas surcharger les dessins.

[0055] Comme déjà mentionné ci-dessus, la roue de seconde fixe SFA 2 comporte une denture en périphérie engrenant avec le pignon denté d'échappement 12 coaxial au mobile d'échappement 11. Une roue moyenne 10, que comporte le rouage de finissage, a une denture en périphérie engrenant avec le pignon denté axial de seconde 5 coaxial à la roue de seconde fixe SFA 2, et dont l'axe du pignon de seconde 5 est relié à la cage 15 de tourbillon. Une roue intermédiaire 9, que comporte également ledit rouage de finissage, comporte un pignon denté axial intermédiaire 19 engrenant avec la denture en périphérie de la roue moyenne 10. La roue intermédiaire 9 comporte une denture en périphérie pour engrener avec ledit pignon axial de blocage 8 solidaire de l'élément de blocage rotatif 7, qui est le fouet. Dans la phase de saut lors de la libération dudit rouage de finissage, le pignon denté axial intermédiaire 19 est agencé pour laisser tourner la roue moyenne 10, pour lui permettre de faire pivoter la cage de tourbillon 15 par l'intermédiaire du pignon de seconde 5 dans ledit deuxième sens de rotation SAM. Dans ce deuxième sens de rotation le pignon de seconde 5 fournit l'énergie à accumuler dans le guidage flexible 4 en faisant tourner la roue de seconde fixe SFA 2 en SAM.

[0056] Pour déterminer certaines valeurs dimensionnelles en fonction des éléments décrits ci-dessus on peut mentionner que le verrouillage se fait par un rouage

depuis la moyenne 10 et cun fouet 7 de grand diamètre. Cela permet de limiter le déplacement pendant la seconde, de limiter les frottements, et sortir le pivotement du fouet 7 de la surface occupée par la cage de tourbillon sur la platine.

[0057] Le rapport important entre moyenne 0.116 t/min et le fouet 0.5 t/sec (30 t/min) demande un mobile intermédiaire, qui est la roue intermédiaire 9. Cela donne par exemple un rapport roue moyenne 10 et roue intermédiaire 9 à $Z = 120/7$ et $m = 0.07$ mm, et un rapport roue intermédiaire 9 et fouet 7 à $Z = 90/6$ et $m = 0.07$ mm.

[0058] Selon une version alternative, il est possible d'entraîner le fouet 7 depuis la cage 15 de tourbillon directement. Cela demande de réaliser une cage de tourbillon avec une denture extérieure en prise avec le pignon axial de blocage 8, qui est le pignon de fouet. Le rapport entre la cage 15 et le fouet 7 est 1 t/min et fouet 0.5 t/sec (30 t/min), peut se faire avec un rouage direct. Le rapport denture extérieur du tourbillon au pignon de fouet est $Z = 180/6$ avec $m = 0.079$ mm avec une position du fouet identique à celle de la version précédente. Cependant l'esthétisme de la cage de tourbillon est pénalisé par cette denture extérieure.

[0059] La prise de repos (phase d'arrêt) sur la palette 3a du râteau 3 est de 0.08 mm, ce qui est confortable pour une ancre d'échappement, mais probablement un peu faible en regard de la longueur du râteau. La construction peut facilement gagner 25 % en augmentant le rayon de travail de la palette 3a. De toute façon, l'augmentation de déplacement (pour la sécurité) sur la palette 3a augmente les risques liés aux frottements.

[0060] A titre de rappel en référence par exemple à la figure 2, dans la phase d'arrêt, le rouage de finissage est verrouillé par l'appui du fouet 7 sur la palette 3a du râteau 3, et le mobile d'échappement 11 avec son pignon d'échappement 12 est entraîné par la roue de seconde fixe SFA 2 avec le guidage flexible 4. Dans la phase de saut, la palette 3a du râteau 3 libère le rouage de finissage. Le pignon de seconde 5 tourne de 6° (une seconde) et réarme le guidage flexible 4 pour la roue de seconde 2. Le râteau 3 de SFA verrouille le rouage de finissage. Le doigt 3b du râteau 3 suit le mouvement de la came 6 jusqu'à ce que la palette 3a ne soit plus en contact avec l'extrémité du fouet 7 pour libérer le rouage de finissage. On ne répétera pas tous les autres éléments déjà cités auparavant, qui sont suffisamment clairement montrés dans les figures précédentes.

[0061] Les figures 3a, 3b et 3c représentent trois formes d'exécution différentes du guidage flexible 4, qui peut être fixé d'une part sous la roue de seconde fixe SFA 2, et d'autre part à un support du mouvement, tel qu'une platine. De telles formes d'exécution permettent d'avoir des couples plus élevés et un meilleur maintien axial. Ces trois formes d'exécution sont également différentes de la forme d'exécution présentée aux figures 1 et 2 et décrite ci-dessus.

[0062] Sur la figure 3a, on peut voir la portion fixe 4b et la portion mobile 4c du guidage flexible 4, qui sont reliées

toutes les deux par plusieurs lames élastiques 4a ou lames ressort, de préférence deux lames élastiques en forme de V. Chacune des lames élastiques 4a relie une extrémité périphérique de chaque portion fixe 4b et mobile 4c. Il est encore prévu deux ouvertures traversantes 16 dans la portion fixe 4b pour une fixation sur un support du mouvement, et deux ouvertures traversantes 17 dans la portion mobile 4c pour une fixation sur la roue de seconde fixe SFA 2. La position de ces ouvertures traversantes 16, 17 est aussi dépendante de la dimension de la roue de seconde fixe SFA 2 et de ses parties de fixation. La portion fixe 4b comprend encore une ouverture axiale 25 pour le montage du guidage flexible 4 coaxialement à l'axe du pignon de seconde 5 et de préférence sur le tube axial de la roue de seconde fixe SFA 2.

[0063] Sur la figure 3b, on peut voir une portion fixe 4b et deux portions mobiles 4c disposées chacune dans un logement respectif en forme de V de la portion fixe et en opposition symétriquement l'un par rapport à l'autre. Les deux portions mobiles 4c sont encore reliées par plusieurs lames élastiques 4a en liaison avec une portion intermédiaire à proximité de l'ouverture axiale 25 du guidage flexible 4. Deux ouvertures traversantes 16 dans la portion fixe 4b sont réalisées dans la portion la plus compacte, et une ouverture traversante 17 dans chaque portion mobile 4c est réalisée. Cette structure à la figure 3b permet d'augmenter le couple de rappel et la rigidité d'ensemble par l'ajout de paires de lames en parallèle.

[0064] Finalement sur la figure 3c, on peut voir une portion fixe 4b disposée dans un logement à large ouverture en forme de V de la portion mobile 4c, qui comprend cette fois l'ouverture axiale 25. Deux ouvertures traversantes 16 sont prévues dans la portion fixe 4b et disposées sur une même ligne avec l'ouverture axiale 25. Deux ouvertures traversantes 17 sont prévues dans la portion mobile 4c et disposées pratiquement sur une même ligne avec l'ouverture axiale 25. Dans cette forme d'exécution, quatre lames élastiques 4a successives relient un premier côté intérieur de la portion mobile 4c à un premier côté intérieur de la portion fixe 4b, où deux premières lames élastiques 4a depuis la portion mobile 4c sont reliées par une première portion centrale intermédiaire, alors que deux secondes lames élastiques 4a depuis la portion fixe 4c sont reliées par une seconde portion centrale intermédiaire, les deux lames intermédiaires étant reliées par une première portion périphérique intermédiaire. Quatre lames élastiques 4a successives relient un second côté intérieur de la portion mobile 4c à un second côté intérieur de la portion fixe 4b, où deux premières lames élastiques 4a depuis la portion mobile 4c sont reliées par la même première portion centrale intermédiaire, alors que deux secondes lames élastiques 4a depuis la portion fixe 4c sont reliées par la même seconde portion centrale intermédiaire, les deux lames intermédiaires étant reliées par une seconde portion périphérique intermédiaire. Cette structure de la figure 3c permet de diminuer le couple de rappel et augmenter

l'angle de rotation par l'ajout de paires de lames en série.

[0065] Il est clair que le type de matériaux choisis pour réaliser ces guidages flexibles 4 sont des matériaux utilisés pour réaliser des ressorts métalliques. Dans les différentes variantes de guidage flexible 4 décrit ci-dessus, chaque guidage flexible 4 peut être sous la forme d'une plaque plane, dans l'épaisseur peut être choisie sensiblement équivalente à l'épaisseur de la portion centrale de la roue de seconde fixe SFA 2.

[0066] La figure 4 représente à titre complémentaire une autre forme d'exécution schématique d'un mouvement mécanique traditionnel de montre avec le rouage de finissage et le mécanisme de contrôle de force selon l'invention. Certains éléments déjà décrits en référence aux figures 1 et 2 se retrouvent dans cette forme d'exécution du mouvement traditionnel, qui ne comprend pas de tourbillon. Mais il y a une accumulation d'énergie par un guidage flexible 4 à lames croisées 4a relié à un organe d'arrêt 3 relié à une couronne 32 montée rotative sur la roue de seconde fixe SFA 2. Le guidage flexible 4 comprend une portion fixe de base, qui peut être fixée par des vis 44 sur un support de mouvement de montre, et une portion mobile qui peut être directement la couronne 32 liée à l'organe d'arrêt 3. Les lames élastiques 4a sont fixées par exemple par des points de soudure 34 à la couronne 32. Dans ce cas de figure comme précédemment indiqué, le guidage flexible 4 doit faire tourner la roue de seconde fixe SFA 2 avec l'organe d'arrêt 3 dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (SIAM) dans la phase d'arrêt du mouvement.

[0067] Dans cette forme d'exécution, on peut à nouveau spécifier les deux phases, qui sont d'une part la phase d'arrêt et d'autre part la phase de saut. Dans la phase d'arrêt, le rouage de finissage 5, 8, 9, 10 est verrouillé par l'appui d'une dent de l'élément de blocage 7 contre l'organe d'arrêt 3. Le mobile d'échappement 11 est entraîné par la roue de seconde fixe SFA 2 dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (SIAM) par l'action du guidage flexible 4 sur l'organe d'arrêt 3 lié à la roue de seconde fixe SFA 2. Dans la phase de saut, l'organe d'arrêt 3 est déplacé pour libérer le rouage de finissage. Au même moment, le pignon de seconde 5 tourne de 6° dans le sens des aiguilles d'une montre (SAM) et entraînant la couronne 53 par l'intermédiaire des roues satellites 51, 52 également dans le sens des aiguilles d'une montre, ce qui permet également de réarmer le guidage flexible 4. Comme l'organe d'arrêt 3 revient en position de blocage, l'organe d'arrêt 3 verrouille à nouveau le rouage de finissage pour une nouvelle opération en phase d'arrêt pour entretenir le fonctionnement du mécanisme d'échappement lié à l'oscillateur.

[0068] Des roues satellites 51, 52 sont encore montées en liaison avec le pignon de seconde 5 coaxial à la roue de seconde 2. L'organe d'arrêt 3 peut être un plateau arqué 3 pivotant autour d'un axe et entraîné par le guide flexible 4 dans cette forme d'exécution. Dans une phase d'arrêt, l'organe d'arrêt 3 est en contact avec une dent d'un élément de blocage 7, qui comprend dans

une portion centrale un pignon axial de blocage 8 pour entraîner la roue intermédiaire 9 ayant une denture en périphérie. L'élément de blocage 7 peut comprendre plusieurs dents sur son pourtour pour venir en contact avec l'organe d'arrêt 3 dans la phase d'arrêt. Dans la phase de saut, l'élément de blocage 7 est libéré pour tourner d'un angle de 120° définissant le saut de seconde, comme il y a 3 dents de blocage.

[0069] Dans la phase d'arrêt, le mobile d'échappement 11 est entraîné par la roue de seconde fixe SFA 2 par l'intermédiaire de son pignon coaxial d'échappement 12 en prise avec une denture en périphérie de la roue de seconde fixe SFA 2. Au moment de la phase de saut, cette énergie accumulée est fournie au rouage de finissage pour le saut de la seconde. La roue moyenne 10 entraînée par le pignon intermédiaire 19 de la roue intermédiaire 9, a une denture en périphérie pour engrener avec le pignon coaxial de seconde 5 pour le saut de la seconde. Sans influence directe sur cette phase de saut, une roue grande moyenne 21 a une denture en périphérie pour engrener avec un pignon coaxial de moyenne 20. Par l'action du pignon de seconde 5, lorsque le rouage de finissage est en opération, l'agencement par le différentiel avec les roues satellites 51, 52 et la couronne 53 permet de réarmer le guidage flexible 4 de la SFA pour se retrouver de nouveau dans le mode d'arrêt avec l'organe d'arrêt 3 bloquant l'élément de blocage 7 par une de ses dents.

[0070] Il est à noter que le guidage flexible 4 à lames élastiques 4a croisées est bien connu. Une configuration particulière où les lames se croisent au sept huitièmes de leur longueur a déjà été divulguée dans les travaux de W. H. Wittrick, « The properties of crossed flexure pivots and the influence of the point at which the strips cross » dans The Aeronautical Quarterly II(4), pages 272 à 292 (1951). De plus, les pivotements à lames flexibles sont connus et décrits en particulier dans l'ouvrage rédigé par Simon Heinein, intitulé "Conception des guidages flexibles" et édité par PPUR presses polytechniques, en 2001.

[0071] Le mobile ou roue de seconde peut être pivoté sur un roulement à billes porté par la platine.

[0072] La figure 5 montre une coupe transversale de bas en haut du mécanisme au centre du tourbillon comme représenté en partie ci-dessus en référence à la figure 1 ou à la figure 2. On remarque surtout sur cette figure que le pignon de seconde 5 est l'axe de la cage 15 du tourbillon. La roue de seconde fixe SFA pivote concentriquement à l'axe du tourbillon sans le toucher grâce au maintien en position du système de guidage à lames flexibles. La cage 15 du tourbillon enferme le mécanisme d'échappement avec le mobile échappement 11, l'ancre suisse 13 et en liaison à l'oscillateur 14 qui est le balancier spiral.

[0073] La roue de seconde fixe SFA 2 engrène avec le pignon d'échappement 12, ce qui fait que lorsque la cage 15 de tourbillon tourne à chaque seconde, une rotation est effectuée aussi pour le mécanisme d'échappement lié à l'oscillateur et également la roue de seconde fixe

SFA 2.

[0074] Le guidage flexible 4 est fixé sur la roue de seconde fixe SFA 2. Pour ce faire, au moins un moyen de fixation 27 dans ou à travers les ouvertures 17 est ainsi prévu pour fixer la roue de seconde fixe SFA 2 sur la portion mobile du guidage flexible 4 comme précédemment indiqué. Ces moyens de fixation 27 sont de préférence des prolongements de matière de portions centrales de la roue de seconde 2 de manière à être insérés à force dans les ouvertures 17 du guidage flexible 4. Ces prolongements de matière 27, ainsi qu'une bordure autour de ces prolongements de matière viennent directement de matière justement avec le reste de la roue de seconde pour ne former qu'une seule pièce.

[0075] Comme expliqué précédemment, une portion de bordure en forme de doigt 3b du rateau 3 est disposée librement à l'intérieur d'un logement de guidage entre deux dents d'une came 6 visible à la figure 2. Comme la came 6 est fixée solidaire de ladite roue de seconde fixe SFA 2 à proximité de son centre, cela permet d'entraîner en rotation le rateau 3, qui comprend d'un autre côté la palette de blocage 3a pour bloquer le fouet 7 dans un mode d'arrêt. Le fouet 7 comprend encore un pignon axial de blocage 8, qui peut être mis en rotation à la libération du fouet 7 dans le mode de saut. Tous les autres éléments ont déjà été expliqués ci-dessus et ne seront pas répétés une nouvelle fois.

[0076] A partir de la description qui vient d'être faite, de multiples variantes de réalisation de la montre à mouvement mécanique à mécanisme de contrôle de force et du type à seconde sautante peuvent être conçues par l'homme du métier sans sortir du cadre de l'invention définie par les revendications. Le mouvement mécanique peut être un mouvement mécanique traditionnel avec une roue de seconde fixe SFA également en liaison pour entraîner ou entretenir le mobile d'échappement avec l'oscillateur dans une phase d'arrêt.

Revendications

1. Montre à mouvement mécanique (1) à mécanisme de contrôle de force, et du type à seconde sautante, le mécanisme de contrôle de force étant disposé dans un rouage de finissage (5, 8, 9, 10) du mouvement mécanique, qui est agencé entre une source d'énergie et un mobile d'échappement (11) que comporte un mécanisme d'échappement lié à un oscillateur (14) destiné à être mis en oscillation en fonctionnement normal par un entraînement généré par ladite source d'énergie pour faire tourner ledit mobile d'échappement (11) toujours dans un seul sens de rotation à chaque demi-oscillation de l'oscillateur (14), ledit mobile d'échappement (11) engrenant avec une roue de seconde (2),

montre dans laquelle ledit mécanisme de contrôle de force comprend un élément de blo-

cage rotatif (7) agencé pour coopérer avec un organe d'arrêt (3) en liaison à ladite roue de seconde (2) pour bloquer dans un mode d'arrêt ou libérer dans un mode de saut ledit rouage de finissage selon la position angulaire de ladite roue de seconde (2),

caractérisée en ce que le mécanisme de contrôle de force comprend également :

un guidage flexible (4) à lames élastiques (4a) fixé d'une part à la roue de seconde (2) et d'autre part à un support du mouvement horloger, tel qu'une platine, ledit guidage flexible (4) à lames élastiques (4a) étant dans un état pré-armé dans le

mode d'arrêt et agencé pour entraîner en rotation la roue de seconde (2) et le mécanisme d'échappement lié à l'oscillateur (14) à chaque demi-oscillation de l'oscillateur (14) en mode d'arrêt,

et un rouage de finissage permettant à l'élément de blocage rotatif (7) et à un pignon de seconde (5) coaxial à ladite roue de seconde (2) de tourner afin d'effectuer un saut d'une seconde en mode de saut,

et permettant également d'effectuer un réarmage du guidage flexible (4) à lames élastiques (4a) tout en permettant de bloquer l'élément de blocage rotatif (7) et le rouage de finissage pour le mode d'arrêt suivant le mode de saut.

2. Montre à mouvement mécanique (1) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le guidage flexible (4) à lames élastiques (4a) une fois pré-armé, est agencé pour déplacer progressivement l'organe d'arrêt (3) dans le mode d'arrêt jusqu'à une position de libération de l'élément de blocage rotatif (7) au passage dans le mode de saut, et pour entraîner en rotation la roue de seconde (2) et permettre d'entraîner le mécanisme d'échappement lié à l'oscillateur (14) dans le mode d'arrêt.

3. Montre à mouvement mécanique (1) selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** l'organe d'arrêt (3) est un rateau (3) monté rotatif autour d'un axe (33) à une première extrémité et comprenant à une partie de blocage à une seconde extrémité, une portion de bordure (3b) en forme de dent disposée dans un logement de guidage d'une came (6) fixée solidairement à la roue de seconde (2) à proximité de son centre de manière à être entraîné en rotation, et **en ce qu'une** pièce d'arrêt (3a), telle qu'une palette (3a) à la seconde extrémité de la partie de blocage, est disposée d'un côté opposé à la portion de bordure (3b) et agencée pour bloquer l'élément de blocage rotatif (7) dans un mode d'arrêt.

4. Montre à mouvement mécanique (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce**

que l'élément de blocage rotatif (7) est un fouet (7), qui est réalisé selon un procédé LIGA ou DRIE.

5. Montre à mouvement mécanique (1) selon l'une des revendications précédentes, pour laquelle la montre est une montre à tourbillon, dont l'axe d'une cage (15) du tourbillon enfermant le mécanisme d'échappement lié à l'oscillateur (14), est le pignon de seconde (5), **caractérisée en ce que** dans le mode d'arrêt avec blocage du rouage de finissage (5, 8, 9, 10), la roue de seconde (2) est agencée pour entraîner par petits pas dans un premier sens de rotation, le mobile d'échappement (11) à chaque demi-oscillation de l'oscillateur (14) par l'action du guidage flexible (4) à lames élastiques (4a) pré-armé et fixé à la roue de seconde (2), et ce que dans le mode de saut à la libération du rouage de finissage, le pignon de seconde (5) est entraîné par une roue (10) du rouage de finissage pour effectuer un saut angulaire d'une seconde correspondant au nombre de petits pas effectués pour l'entraînement de la roue de seconde (2) dans le mode d'arrêt, dans un second sens de rotation opposé au premier sens de rotation, la cage (15) du tourbillon, le mécanisme d'échappement avec l'oscillateur (14) et la roue de seconde (2) lié au mécanisme d'échappement étant déplacés en rotation d'un angle de 6° correspondant à une seconde dans le mode de saut, et un réarmage du guidage flexible (4) est effectué pour débiter le mode d'arrêt successif avec blocage du rouage de finissage.
6. Montre à mouvement mécanique (1) selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** le premier sens de rotation est une rotation dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, alors que le second sens de rotation est une rotation dans le sens des aiguilles d'une montre.
7. Montre à mouvement mécanique (1) selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** l'élément de blocage (7) est un fouet (7), qui comprend une première partie de tige de blocage et une seconde partie de tige de blocage par rapport à son centre qui comprend le pignon axial de blocage (8) de telle manière à effectuer un demi-tour dans le mode de saut avant d'être bloqué par la palette (3a) du râteau (3) dans le mode d'arrêt.
8. Montre à mouvement mécanique (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la roue de seconde (2) comporte une denture en périphérie engrenant avec un pignon denté d'échappement (12) coaxial audit mobile d'échappement (11), une roue moyenne (10) du rouage de finissage ayant une denture en périphérie engrenant avec le pignon denté axial de seconde (5) coaxial à ladite roue de seconde (2), une roue intermédiaire

(9) que comporte également ledit rouage de finissage comportant un pignon denté axial intermédiaire (19) engrenant avec une denture en périphérie de la roue moyenne (10), ladite roue intermédiaire (9) comportant une denture en périphérie pour engrener avec ledit pignon axial de blocage (8) solidaire dudit élément de blocage rotatif (7).

9. Montre à mouvement mécanique (1) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le mécanisme d'échappement est un mécanisme d'échappement à ancre suisse (13) du mouvement mécanique, et **en ce que** ledit oscillateur (14) est un balancier-spiral destiné à être mis en oscillation par un entraînement généré par un ressort de barillet constituant ladite source d'énergie en mode normal de fonctionnement.
10. Montre à mouvement mécanique (1) selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** la palette (3a) du râteau (3) est réalisée dans un matériau dur, tel qu'en rubis, pour réduire les frottements.
11. Montre à mouvement mécanique (1) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le guidage flexible (4) comprend au moins une portion fixe (4b), au moins une portion mobile (4c), et des lames élastiques (4a) reliant la portion fixe (4b) à la portion mobile (4c).
12. Montre à mouvement mécanique (1) selon la revendication 11, **caractérisée en ce que** la portion fixe (4b) est agencée pour être fixée sur un support du mouvement, et **en ce que** la portion mobile (4c) est agencée pour être fixée à la roue de seconde (2).
13. Montre à mouvement mécanique (1) selon la revendication 12, **caractérisée en ce que** la portion fixe (4b) comprend au moins une ouverture (16) pour le passage d'un moyen de fixation sur le support du mouvement, et **en ce que** la portion mobile (4c) comprend au moins une ouverture (17) pour fixer la roue de seconde (2).
14. Montre à mouvement mécanique (1) selon la revendication 13, **caractérisée en ce que** la portion fixe (4b) et la portion mobile (4c) du guidage flexible (4) sont reliées toutes les deux par plusieurs lames élastiques (4a), de préférence deux lames élastiques (4a) en forme de V, **en ce que** chacune des lames élastiques (4a) relie une extrémité périphérique de chaque portion fixe (4b) et chaque portion mobile (4c), **en ce que** deux ouvertures traversantes (16) dans la portion fixe (4b) sont prévues pour une fixation sur un support du mouvement, et **en ce que** deux ouvertures traversantes (17) dans la portion mobile (4c) sont prévues pour une fixation sur la roue de seconde (2).

15. Montre à mouvement mécanique (1) selon la revendication 13, **caractérisée en ce qu'une** portion fixe (4b) est prévue, alors que deux portions mobiles (4c) sont disposées chacune dans un logement respectif en forme de V de la portion fixe et en opposition symétriquement l'une par rapport à l'autre, **en ce que** les deux portions mobiles (4c) sont encore reliées par plusieurs lames élastiques (4a) en liaison avec une portion intermédiaire à proximité de l'ouverture axiale (25) du guidage flexible (4), **en ce que** deux ouvertures traversantes (16) sont réalisées dans la portion fixe (4b) et **en ce qu'une** ouverture traversante (17) par portion mobile (4c) est réalisée.
16. Montre à mouvement mécanique (1) selon la revendication 11, **caractérisée en ce que** le guidage flexible (4) comprend une portion fixe (4b) disposée dans un logement à large ouverture en forme de V de la portion mobile (4c), qui comprend une ouverture axiale (25), **en ce que** deux ouvertures traversantes (16) sont prévues dans la portion fixe (4b) et disposées sur une même ligne avec l'ouverture axiale (25), **en ce que** deux ouvertures traversantes (17) sont prévues dans la portion mobile (4c) et disposées pratiquement sur une même ligne avec l'ouverture axiale (25), **en ce que** quatre lames élastiques (4a) successives relient un premier côté intérieur de la portion mobile (4c) à un premier côté intérieur de la portion fixe (4b), où deux premières lames élastiques (4a) depuis la portion mobile (4c) sont reliées par une première portion centrale intermédiaire, alors que deux secondes lames élastiques (4a) depuis la portion fixe (4c) sont reliées par une seconde portion centrale intermédiaire, les deux lames intermédiaires étant reliées par une première portion périphérique intermédiaire, **en ce que** quatre lames élastiques (4a) successives relient un second côté intérieur de la portion mobile (4c) à un second côté intérieur de la portion fixe (4b), où deux premières lames élastiques (4a) depuis la portion mobile (4c) sont reliées par la même première portion centrale intermédiaire, alors que deux secondes lames élastiques 4a depuis la portion fixe (4c) sont reliées par la même seconde portion centrale intermédiaire, les deux lames intermédiaires étant reliées par une seconde portion périphérique intermédiaire.
17. Montre à mouvement mécanique (1) selon la revendication 11, **caractérisée en ce que** la portion fixe (4b) est disposée dans un logement à large ouverture en forme de V de la portion mobile (4c), qui comprend une ouverture axiale (25), qui est coaxiale à l'axe du pignon de seconde (5), **en ce que** deux ouvertures traversantes (16) sont prévues dans la portion fixe (4b) et disposées sur une même ligne avec l'ouverture axiale (25), **en ce que** deux ouvertures traversantes (17) sont prévues dans la portion mobile (4c) et disposées pratiquement sur une même

me ligne avec l'ouverture axiale (25), **en ce que** cinq lames élastiques (4a) successives relient un premier côté intérieur de la portion mobile (4c) à un premier côté intérieur de la portion fixe (4b), **en ce qu'une** première lame élastique (4a) depuis la portion mobile (4c) est reliée à une première portion centrale intermédiaire, **en ce qu'une** seconde lame élastique (4a) depuis la première portion centrale intermédiaire est reliée à une première portion périphérique intermédiaire, **en ce qu'une** troisième lame élastique (4a) depuis la première portion périphérique intermédiaire est reliée à une seconde portion centrale intermédiaire, **en ce qu'une** quatrième lame élastique (4a) depuis la seconde portion centrale intermédiaire est reliée à une seconde portion périphérique intermédiaire, **en ce qu'une** cinquième lame élastique depuis la seconde portion périphérique intermédiaire est reliée à un second côté intérieur de la portion fixe (4a), **en ce que** cinq lames élastiques (4a) successives relient un second côté intérieur de la portion mobile (4c) à un second côté intérieur de la portion fixe (4b), **en ce qu'une** première lame élastique (4a) depuis la portion mobile (4c) est reliée à la même première portion centrale intermédiaire, **en ce qu'une** seconde lame élastique (4a) depuis la même première portion centrale intermédiaire est reliée à la même première portion périphérique intermédiaire, **en ce qu'une** troisième lame élastique (4a) depuis la première portion périphérique intermédiaire est reliée à la même seconde portion centrale intermédiaire, **en ce qu'une** quatrième lame élastique (4a) depuis la seconde portion centrale intermédiaire est reliée à la même seconde portion périphérique intermédiaire, et **en ce qu'une** cinquième lame élastique depuis la une même seconde portion périphérique intermédiaire est reliée à un premier côté intérieur de la portion fixe (4b).

18. Montre à mouvement mécanique (1) selon la revendication 1, pour laquelle la montre comprend un mouvement mécanique traditionnel sans tourbillon, **caractérisée en ce que** la roue de seconde (2) pivote sur le pignon de seconde (5), qui est relié par un ou deux satellites rotatifs (51, 52) à une première couronne (53) formant un engrenage différentiel non solidaire de la roue de seconde (2), **en ce que** le guidage flexible (4) à lames élastiques (4a) croisées est relié à un organe d'arrêt (3), qui est relié à une seconde couronne (32) montée sur la roue de seconde (2) et coaxiale à l'axe de rotation, **en ce que** le guidage flexible (4) comprend une portion fixe de base fixée par un moyen de fixation (44) sur un support de mouvement de montre, et une portion mobile qui peut être directement la seconde couronne (32) liée à l'organe d'arrêt (3), **en ce que** les lames élastiques (4a) croisées sont fixées à une de leurs extrémités à la seconde couronne (32).

Patentansprüche

1. Uhr mit mechanischem Uhrwerk (1) mit einem Kraftkontrollmechanismus und vom Typ springende Sekunde, wobei der Kraftkontrollmechanismus in einem Räderwerk (5, 8, 9, 10) des mechanischen Uhrwerks angeordnet ist, das zwischen einer Energiequelle und einem Hemmungsdrehteil (11) angeordnet ist, der in einem Hemmungsmechanismus enthalten ist, der mit einem Oszillator (14) verbunden ist, der dazu bestimmt ist, im Normalbetrieb durch einen von der Energiequelle erzeugten Antrieb in Schwingung versetzt zu werden, um den Hemmungsdrehteil (11) bei jeder Halbschwingung des Oszillators (14) immer in einer einzigen Drehrichtung zu drehen, wobei der Hemmungsdrehteil (11) mit einem Sekundenrad (2) kämmt,

Uhr, bei der der Kraftkontrollmechanismus ein drehbares Verriegelungselement (7) umfasst, das so beschaffen ist, dass es in Verbindung mit dem Sekundenrad (2) mit einem Anschlagselement (3) zusammenwirkt, um das Räderwerk gemäß der Winkelposition des Sekundenrads (2) in einem Stoppmodus zu verriegeln oder in einem Sprungmodus freizugeben,
dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftkontrollmechanismus außerdem umfasst:

eine flexible Führung (4) mit elastischen Klingen (4a), die einerseits am Sekundenrad (2) und andererseits an einem Träger des Uhrwerks, beispielsweise einer Platte, befestigt ist, wobei sich die flexible Führung (4) mit elastischen Klingen (4a) im Stoppmodus in einem vorgespannten Zustand befindet und so beschaffen ist, dass sie das Sekundenrad (2) und den mit dem Oszillator (14) verbundenen Hemmungsmechanismus bei jeder Halbschwingung des Oszillators (14) im Stoppmodus in Drehung versetzt,
und ein Räderwerk, das die Drehung des drehbaren Verriegelungselements (7) und eines zum Sekundenrad (2) koaxialen Sekundenrads (5) ermöglicht, um einen einsekündigen Sprung im Sprungmodus auszuführen,
und auch das erneute Spannen der flexiblen Führung (4) mit den elastischen Klingen (4a) zu ermöglichen, während das drehbare Verriegelungselement (7) und das Räderwerk für den auf den Sprungmodus folgenden Stoppmodus verriegelt werden können.

2. Uhr mit mechanischem Uhrwerk (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die flexible Führung

(4) mit elastischen Klingen (4a), sobald sie vorgespannt ist, so beschaffen ist, dass sie das Anschlagselement (3) im Stoppmodus allmählich in eine Position der Freigabe des drehbaren Verriegelungselements (7) beim Übergang zum Sprungmodus verschiebt und das Sekundenrad (2) in Drehung versetzt und den Antrieb des mit dem Oszillator (14) verbundenen Hemmungsmechanismus im Stoppmodus ermöglicht.

3. Uhr mit mechanischem Uhrwerk (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anschlagselement (3) ein Rechen (3) ist, der an einem ersten Ende um eine Achse (33) drehbar gelagert ist und an einem zweiten Ende ein Verriegelungsteil umfasst, wobei ein zahnförmiger Kantenabschnitt (3b) in einem Führungsgehäuse einer Kurvenscheibe (6) angeordnet ist, die mit dem Sekundenrad (2) nahe dessen Zentrum fest verbunden ist, um in Drehung versetzt zu werden, und dass ein Anschlagteil (3a), wie z. B. eine Palette (3a) am zweiten Ende des Verriegelungsteils, auf einer dem Kantenabschnitt (3b) gegenüberliegenden Seite angeordnet und so beschaffen ist, dass es das drehbare Verriegelungselement (7) in einem Stoppmodus verriegelt.

4. Uhr mit mechanischem Uhrwerk (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das drehbare Verriegelungselement (7) eine Peitsche (7) ist, die nach einem LIGA- oder DRIE-Verfahren hergestellt ist.

5. Uhr mit mechanischem Uhrwerk (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Uhr eine Tourbillonuhr ist, bei der die Achse eines Tourbillongestells (15), das den mit dem Oszillator (14) verbundenen Hemmungsmechanismus enthält, der Sekundentrieb (5) ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Stoppmodus mit verriegeltem Räderwerk (5, 8, 9, 10) das Sekundenrad (2) so beschaffen ist, dass es den Hemmungsdrehteil (11) in kleinen Schritten in einer ersten Drehrichtung bei jeder Halbschwingung des Oszillators (14) durch die Wirkung der flexiblen Führung (4) mit elastischen Klingen (4a) antreibt, die vorgespannt und am Sekundenrad (2) befestigt ist, und dass im Sprungmodus, wenn das Räderwerk losgelassen wird, der Sekundentrieb (5) von einem Rad (10) des Räderwerks angetrieben wird, um einen Winkelsprung von einer Sekunde auszuführen, der der Anzahl der kleinen Schritte entspricht, die für den Antrieb des Sekundenrads (2) im Stoppmodus in einer zweiten Drehrichtung entgegengesetzt zur ersten Drehrichtung aufgeführt wurden, wobei das Tourbillongestell (15), der Hemmungsmechanismus mit dem Oszillator (14) und das Sekundenrad (2), das mit dem Hemmungsmechanismus verbunden ist, um einen Winkel von 6° gedreht werden, der einer Sekunde im Sprungmodus

entspricht, und ein erneutes Spannen der flexiblen Führung (4) ausgeführt wird, um den sukzessiven Stoppmodus mit verriegeltem Räderwerk zu beginnen.

6. Uhr mit mechanischem Uhrwerk (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Drehrichtung eine Drehung im Gegenuhrzeigersinn ist, während die zweite Drehrichtung eine Drehung im Uhrzeigersinn ist.
7. Uhr mit mechanischem Uhrwerk (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verriegelungselement (7) eine Peitsche (7) ist, die einen ersten Verriegelungswellenteil und einen zweiten Verriegelungswellenteil in Bezug auf ihre Mitte umfasst, die den axialen Verriegelungstrieb (8) umfasst, um im Sprungmodus eine halbe Umdrehung auszuführen, bevor sie durch die Palette (3a) des Rechens (3) im Stoppmodus verriegelt wird.
8. Uhr mit mechanischem Uhrwerk (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sekundenrad (2) eine Umfangsverzahnung aufweist, die mit einem gezahnten Hemmungstrieb (12) kämmt, der koaxial zu dem Hemmungsdrehteil (11) ist, wobei ein mittleres Rad (10) des Räderwerks eine Umfangsverzahnung aufweist, die mit dem gezahnten axialen Sekundenrieb (5) kämmt, der koaxial zu dem Sekundenrad (2) ist, wobei ein Zwischenrad (9), das ebenfalls zu dem Räderwerk gehört, einen axialen, gezahnten Zwischenrieb (19) aufweist, der mit einer Umfangsverzahnung des mittleren Rades (10) kämmt, wobei das Zwischenrad (9) eine Umfangsverzahnung aufweist, um mit dem axialen Verriegelungstrieb (8) zu kämmen, der fest mit dem drehbaren Verriegelungselement (7) verbunden ist.
9. Uhr mit mechanischem Uhrwerk (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hemmungsmechanismus ein Schweizer Ankerhemmungsmechanismus (13) des mechanischen Uhrwerks ist, und dass der Oszillator (14) eine Unruh-Spiralfeder ist, die dazu bestimmt ist, durch einen Antrieb in Schwingung versetzt zu werden, der von einer die Energiequelle bildenden Zugfeder im normalen Betriebsmodus erzeugt wird.
10. Uhr mit mechanischem Uhrwerk (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Palette (3a) des Rechens (3) aus einem harten Material, wie Rubin, hergestellt ist, um Reibungen zu verringern.
11. Uhr mit mechanischem Uhrwerk (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die flexible Führung (4) mindestens einen festen Abschnitt (4b), mindestens einen beweglichen Abschnitt (4c) und

elastische Klingen (4a) umfasst, die den festen Abschnitt (4b) mit dem beweglichen Abschnitt (4c) verbinden.

- 5 12. Uhr mit mechanischem Uhrwerk (1) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der feste Abschnitt (4b) so beschaffen ist, dass er an einem Uhrwerksträger befestigt wird, und dass der bewegliche Abschnitt (4c) so beschaffen ist, dass er an dem Sekundenrad (2) befestigt wird.
- 10 13. Uhr mit mechanischem Uhrwerk (1) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der feste Abschnitt (4b) mindestens eine Öffnung (16) für den Durchgang eines Befestigungsmittels am Uhrwerksträger aufweist und dass der bewegliche Abschnitt (4c) mindestens eine Öffnung (17) für die Befestigung des Sekundenrades (2) aufweist.
- 15 14. Uhr mit mechanischem Uhrwerk (1) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der feste Abschnitt (4b) und der bewegliche Abschnitt (4c) der flexiblen Führung (4) beide durch mehrere elastische Klingen (4a), vorzugsweise zwei V-förmige elastische Klingen (4a), verbunden sind, dass jeder der elastischen Klingen (4a) ein Umfangsende jedes festen Abschnitts (4b) und jedes beweglichen Abschnitts (4c) verbindet, dass zwei Durchgangsöffnungen (16) in dem festen Abschnitt (4b) zur Befestigung an einem Bewegungsträger vorgesehen sind, und dass zwei Durchgangsöffnungen (17) in dem beweglichen Abschnitt (4c) zur Befestigung an dem Sekundenrad (2) vorgesehen sind.
- 20 25 30 35 40 45 15. Uhr mit mechanischem Uhrwerk (1) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein fester Abschnitt (4b) vorgesehen ist, während zwei bewegliche Abschnitte (4c) jeweils in einem V-förmigen Gehäuse des festen Abschnitts und symmetrisch gegenüberliegend angeordnet sind, dass auch die beiden beweglichen Abschnitte (4c) durch mehrere elastische Klingen (4a) in Verbindung mit einem Zwischenabschnitt nahe der axialen Öffnung (25) der flexiblen Führung (4) verbunden sind, und dass zwei Durchgangsöffnungen (16) in dem festen Abschnitt (4b) vorgesehen sind und dass eine Durchgangsöffnung (17) pro beweglichem Abschnitt (4c) vorgesehen ist.
- 50 55 16. Uhr mit mechanischem Uhrwerk (1) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die flexible Führung (4) einen festen Abschnitt (4b) umfasst, der in einem Gehäuse mit einer breiten V-förmigen Öffnung des beweglichen Abschnitts (4c) angeordnet ist, das eine axiale Öffnung (25) aufweist, dass zwei Durchgangsöffnungen (16) in dem festen Abschnitt (4b) vorgesehen und auf derselben Linie mit der axialen Öffnung (25) angeordnet sind, dass zwei

Durchgangsöffnungen (17) in dem beweglichen Abschnitt (4c) vorgesehen und praktisch auf der gleichen Linie mit der axialen Öffnung (25) angeordnet sind, dass vier aufeinanderfolgende elastische Klingen (4a) eine erste Innenseite des beweglichen Abschnitts (4c) mit einer ersten Innenseite des festen Abschnitts (4b) verbinden, wobei zwei erste elastische Klingen (4a) von dem ersten beweglichen Abschnitt (4c) durch einen ersten zentralen Zwischenabschnitt verbunden sind, während zwei zweite elastische Klingen (4a) von dem festen Abschnitt (4c) durch einen zweiten zentralen Zwischenabschnitt verbunden sind, wobei die beiden Zwischenklingen durch einen ersten peripheren Zwischenabschnitt verbunden sind, dass vier aufeinanderfolgende elastische Klingen (4a) eine zweite Innenseite des beweglichen Abschnitts (4c) mit einer zweiten Innenseite des festen Abschnitts (4b) verbinden, wobei zwei erste elastische Klingen (4a) von dem beweglichen Abschnitt (4c) durch denselben ersten zentralen Zwischenabschnitt verbunden sind, während zwei zweite elastische Klingen 4a von dem festen Abschnitt (4c) durch denselben zweiten zentralen Zwischenabschnitt verbunden sind, wobei die beiden Zwischenklingen durch einen zweiten peripheren Zwischenabschnitt verbunden sind.

17. Uhr mit mechanischem Uhrwerk (1) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der feste Abschnitt (4b) in einem Gehäuse mit einer breiten V-förmigen Öffnung im beweglichen Abschnitt (4c) angeordnet ist, das eine axiale Öffnung (25) aufweist, die koaxial zur Achse des Sekundentriebs (5) ist, dass zwei Durchgangsöffnungen (16) im festen Abschnitt (4b) vorgesehen und auf der gleichen Linie mit der axialen Öffnung (25) angeordnet sind, dass zwei Durchgangsöffnungen (17) in dem beweglichen Abschnitt (4c) vorgesehen und praktisch auf der gleichen Linie mit der axialen Öffnung (25) angeordnet sind, dass fünf aufeinanderfolgende elastische Klingen (4a) eine erste Innenseite des beweglichen Abschnitts (4c) mit einer ersten Innenseite des festen Abschnitts (4b) verbinden, dass eine erste elastische Klinge (4a) von dem beweglichen Abschnitt (4c) mit einem ersten zentralen Zwischenabschnitt verbunden ist, dass eine zweite elastische Klinge (4a) von dem ersten zentralen Zwischenabschnitt mit einem ersten peripheren Zwischenabschnitt verbunden ist, dass eine dritte elastische Klinge (4a) von dem ersten peripheren Zwischenabschnitt mit einem zweiten zentralen Zwischenabschnitt verbunden ist, dass eine vierte elastische Klinge (4a) von dem zweiten zentralen Zwischenabschnitt mit einem zweiten peripheren Zwischenabschnitt verbunden ist, dass eine fünfte elastische Klinge von dem zweiten peripheren Zwischenabschnitt mit einer zweiten Innenseite des festen Abschnitts (4a) verbunden ist, dass fünf aufeinander-

folgende elastische Klingen (4a) eine zweite Innenseite des beweglichen Abschnitts (4c) mit einer zweiten Innenseite des festen Abschnitts (4b) verbinden, dass eine erste elastische Klinge (4a) von dem beweglichen Abschnitt (4c) mit demselben ersten zentralen Zwischenabschnitt verbunden ist, dass eine zweite elastische Klinge (4a) von demselben ersten zentralen Zwischenabschnitt mit demselben ersten peripheren Zwischenabschnitt verbunden ist, dass eine dritte elastische Klinge (4a) von dem ersten peripheren Zwischenabschnitt mit demselben zweiten zentralen Zwischenabschnitt verbunden ist, dass eine vierte elastische Klinge (4a) von dem zweiten zentralen Zwischenabschnitt mit demselben zweiten peripheren Zwischenabschnitt verbunden ist, und dass eine fünfte elastische Klinge von demselben zweiten peripheren Zwischenabschnitt mit einer ersten Innenseite des festen Abschnitts (4b) verbunden ist.

18. Uhr mit mechanischem Uhrwerk (1) nach Anspruch 1, bei der die Uhr ein herkömmliches mechanisches Uhrwerk ohne Tourbillon umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sekundenrad (2) auf dem Sekundentrieb (5) schwenkt, der über ein oder zwei drehbare Satelliten (51, 52) mit einer ersten Krone (53) verbunden ist, die ein Differentialgetriebe bildet, das nicht mit dem Sekundenrad (2) verbunden ist, dass die flexible Führung (4) mit gekreuzten elastischen Klingen (4a) mit einem Anschlagelement (3) verbunden ist, das mit einer zweiten Krone (32) verbunden ist, die auf dem Sekundenrad (2) und koaxial zur Drehachse montiert ist, dass die flexible Führung (4) einen festen Basisabschnitt, der durch ein Befestigungsmittel (44) an einem Uhrwerksträger befestigt ist, und einen beweglichen Abschnitt umfasst, der die zweite Krone (32) selbst sein kann, die mit dem Anschlagelement (3) verbunden ist, und dass die gekreuzten elastischen Klingen (4a) an ihrem einen Ende an der zweiten Krone (32) befestigt sind.

Claims

1. Mechanical movement watch (1) with a force control mechanism, and of the jumping seconds type, the force control mechanism being arranged in a going train (5, 8, 9, 10) of the mechanical movement, which is arranged between an energy source and an escape wheel set (11) comprised in an escapement mechanism connected to an oscillator (14) intended to be set in oscillation in normal operation by a drive generated by said energy source to rotate said escape wheel set (11) always in a single direction of rotation at each half-oscillation of the oscillator (14), said escape wheel set (11) meshing with a seconds wheel (2),

watch wherein said force control mechanism comprises a rotating locking element (7) arranged to cooperate with a stop member (3) in conjunction with said seconds wheel (2) to lock said going train in a stop mode or release said going train in a jump mode, depending on the angular position of said seconds wheel (2), **characterized in that** the force control mechanism also comprises :

a flexure bearing (4) with elastic strips (4a) attached, on the one hand to the seconds wheel (2), and on the other hand to a support of the watch movement, such as a plate, said flexure bearing (4) with elastic strips (4a) being in a pre-wound state in the stop mode and arranged to drive in rotation the seconds wheel (2) and the escapement mechanism connected to the oscillator (14) at each half-oscillation of the oscillator (14) in the stop mode, and the going train allowing the rotating locking element (7) and a seconds-wheel pinion (5) coaxial to said seconds wheel (2) to rotate in order to make a one-second jump in the jump mode, and also allowing the flexure bearing (4) with elastic strips (4a) to be rewound while allowing the rotating locking element (7) and the going train to be locked for the stop mode following the jump mode.

2. Mechanical movement watch (1) according to claim 1, **characterized in that** the flexure bearing (4) with elastic strips (4a), once pre-wound, is arranged to gradually move the stop member (3) in the stop mode to a position of release of the rotating locking element (7) at the switch to the jump mode, and to drive in rotation the seconds wheel (2) and to allow the escapement mechanism connected to the oscillator (14) to be driven in the stop mode.
3. Mechanical movement watch (1) according to claim 2, **characterized in that** the stop member (3) is a rack (3) rotatably mounted about an arbor (33) at a first end and comprising a locking part at a second end, a tooth-shaped edge portion (3b) arranged in a guide housing of a cam (6) fixedly secured to the seconds wheel (2) close to the centre thereof in order to be driven in rotation, and **in that** a stop piece (3a), such as a pallet stone (3a) at the second end of the locking part, is arranged on a side opposite the edge portion (3b) and arranged to lock the rotating locking element (7) in a stop mode.
4. Mechanical movement watch (1) according to any of the preceding claims, **characterized in that** the rotating locking element (7) is a flirt (7), which is made by a LIGA or DRIE method.

5. Mechanical movement watch (1) according to any of the preceding claims, wherein the watch is a tourbillon watch, wherein the arbor of a tourbillon carriage (15) containing the escapement mechanism connected to the oscillator (14) is the seconds-wheel pinion (5), **characterized in that** in the stop mode with the going train (5, 8, 9, 10) locked, the seconds wheel (2) is arranged to drive the escape wheel set (11) in small steps in a first direction of rotation, at each half-oscillation of the oscillator (14) by the action of the flexure bearing (4) with elastic strips (4a) which is pre-wound and attached to the seconds wheel (2), and **in that**, in the jump mode, when the going train is released, the seconds-wheel pinion (5) is driven by a wheel (10) of the going train to make an angular jump of one second corresponding to the number of small steps made to drive the seconds wheel (2) in the stop mode, in a second direction of rotation opposite to the first direction of rotation, the tourbillon carriage (15), the escapement mechanism with the oscillator (14) and the seconds wheel (2) connected to the escapement mechanism being moved in rotation by an angle of 6° corresponding to one second in the jump mode, and the flexure bearing (4) is rewound to start the successive stop mode with the going train locked.
6. Mechanical movement watch (1) according to claim 5, **characterized in that** the first direction of rotation is a rotation in the anticlockwise direction, while the second direction of rotation is a rotation in the clockwise direction.
7. Mechanical movement watch (1) according to claim 3, **characterized in that** the locking element (7) is a flirt (7), which comprises a first locking shaft portion and a second locking shaft portion with respect to the centre thereof which comprises the axial locking pinion (8) so as to make one half-revolution in the jump mode before being locked by the pallet stone (3a) of the rack (3) in the stop mode.
8. Mechanical movement watch (1) according to any of the preceding claims, **characterized in that** the seconds wheel (2) comprises a peripheral toothing meshing with a toothed escape pinion (12) coaxial to said escape wheel set (11), a medium wheel (10) of the going train having a peripheral toothing meshing with the toothed axial seconds-wheel pinion (5) coaxial to said seconds wheel (2), an intermediate wheel (9) also comprised in said going train comprising an axial toothed intermediate pinion (19) meshing with a peripheral toothing of the medium wheel (10), said intermediate wheel (9) comprising a peripheral toothing for meshing with said axial locking pinion (8) integral with said rotating locking element (7).

9. Mechanical movement watch (1) according to claim 1, **characterized in that** the escapement mechanism is a Swiss lever escapement mechanism (13) of the mechanical movement, and **in that** said oscillator (14) is a balance/balance spring intended to be set in oscillation by a drive generated by a main-spring forming said energy source in normal operating mode.
10. Mechanical movement watch (1) according to claim 3, **characterized in that** the pallet stone (3a) of the rack (3) is made of a hard material, such as ruby, to reduce friction.
11. Mechanical movement watch (1) according to claim 1, **characterized in that** the flexure bearing (4) comprises at least one fixed portion (4b), at least one movable portion (4c), and elastic strips (4a) connecting the fixed portion (4b) to the movable portion (4c).
12. Mechanical movement watch (1) according to claim 11, **characterized in that** the fixed portion (4b) is arranged to be secured to a movement support, and **in that** the movable portion (4c) is arranged to be secured to the seconds wheel (2).
13. Mechanical movement watch (1) according to claim 12, **characterized in that** the fixed portion (4b) comprises at least one opening (16) for the passage of a means of attachment to the movement support, and **in that** the movable portion (4c) comprises at least one opening (17) for attaching the seconds wheel (2).
14. Mechanical movement watch (1) according to claim 13, **characterized in that** the fixed portion (4b) and the movable portion (4c) of the flexure bearing (4) are both connected by several elastic strips (4a), preferably two V-shaped elastic strips (4a), **in that** each of the elastic strips (4a) connects a peripheral end of each fixed portion (4b) and each movable portion (4c), **in that** two through openings (16) are provided in the fixed portion (4b) for attachment to a movement support, and **in that** two through openings (17) are provided in the movable portion (4c) for attachment to the seconds wheel (2).
15. Mechanical movement watch (1) according to claim 13, **characterized in that** one fixed portion (4b) is provided, whereas two movable portions (4c) are each arranged in a respective V-shaped housing of the fixed portion and symmetrically opposite one another, **in that** the two movable portions (4c) are also connected by several elastic strips (4a) in conjunction with an intermediate portion close to the axial opening (25) of the flexure bearing (4), **in that** two through openings (16) are made in the fixed portion (4b) and **in that** one through opening (17) is made per movable portion (4c).
16. Mechanical movement watch (1) according to claim 11, **characterized in that** the flexure bearing (4) comprises a fixed portion (4b) arranged in a wide V-shaped housing of the movable portion (4c), which comprises an axial opening (25), **in that** two through openings (16) are provided in the fixed portion (4b) and arranged on the same line with the axial opening (25), **in that** two through openings (17) are provided in the movable portion (4c) and arranged practically on the same line with the axial opening (25), **in that** four successive elastic strips (4a) connect a first inner side of the movable portion (4c) to a first inner side of the fixed portion (4b), wherein two first elastic strips (4a) from the first movable portion (4a) are connected by a first central intermediate portion, whereas two second elastic strips (4a) from the fixed portion (4c) are connected by a second central intermediate portion, the two intermediate strips being connected by a first peripheral intermediate portion, **in that** four successive elastic strips (4a) connect a second inner side of the movable portion (4c) to a second inner side of the fixed portion (4b), wherein two first elastic strips (4a) from the movable portion (4c) are connected by the same first central intermediate portion, whereas two second elastic strips (4a) from the fixed portion (4c) are connected by the same second central intermediate portion, the two intermediate portions being connected by a second peripheral intermediate portion.
17. Mechanical movement watch (1) according to claim 11, **characterized in that** the fixed portion (4b) is arranged inside a housing with a wide V-shaped opening in the movable portion (4c), which comprises an axial opening (25), which is coaxial to the axis of seconds-wheel pinion (5), **in that** two through openings (16) are provided in the fixed portion (4b) and arranged on the same line with the axial opening (25), **in that** two through openings (17) are provided in the movable portion (4c) and arranged practically on the same line with the axial opening (25), **in that** five successive elastic strips (4a) connect a first inner side of the movable portion (4c) to a first inner side of the fixed portion (4b), **in that** a first elastic strip (4a) from the movable portion (4c) is connected to a first central intermediate portion, **in that** a second elastic strip (4a) from the first central intermediate portion is connected to a first peripheral intermediate portion, **in that** a third elastic strip (4a) from the first peripheral intermediate portion is connected to a second central intermediate portion, **in that** a seconds elastic strip (4a) from the second central intermediate portion is connected to a second peripheral intermediate portion, **in that** a fifth elastic strip from the second peripheral intermediate portion

is connected to a second inner side of fixed portion (4a), **in that** five successive elastic strips (4a) connect a second inner side of the movable portion (4c) to a second inner side of the fixed portion (4b), **in that** a first elastic strip (4a) from the movable portion (4c) is connected to the same first central intermediate portion, **in that** a second elastic strip (4a) from the same first central intermediate portion is connected to the same first peripheral intermediate portion, **in that** a third elastic strip (4a) from the first peripheral intermediate portion is connected to the same second central intermediate portion, **in that** a fourth elastic strip (4a) from the second central intermediate portion is connected to the same second peripheral intermediate portion, and **in that** a fifth elastic strip from the same second peripheral intermediate portion is connected to a first inner side of fixed portion (4b).

18. Mechanical movement watch (1) according to claim 1 wherein the watch comprises a conventional mechanical movement without a tourbillon, **characterized in that** the seconds wheel (2) pivots on the seconds-wheel pinion (5), which is connected by one or two rotating planet wheels (51, 52) to a first crown (53) forming a differential gear not secured to the seconds wheel (2), **in that** the flexure bearing (4) with crossed elastic strips (4a) is connected to a stop member (3), which is connected to a second crown (32) mounted on the seconds wheel (2) and coaxial to the axis of rotation, **in that** the flexure bearing (4) comprises a fixed base portion attached by an attachment means (44) to a watch movement support, and a movable portion which can be the second crown (32) itself, connected to the stop member (3), **in that** the crossed elastic strips (4a) are attached at one end thereof to the second crown (32).

40

45

50

55

Fig. 1

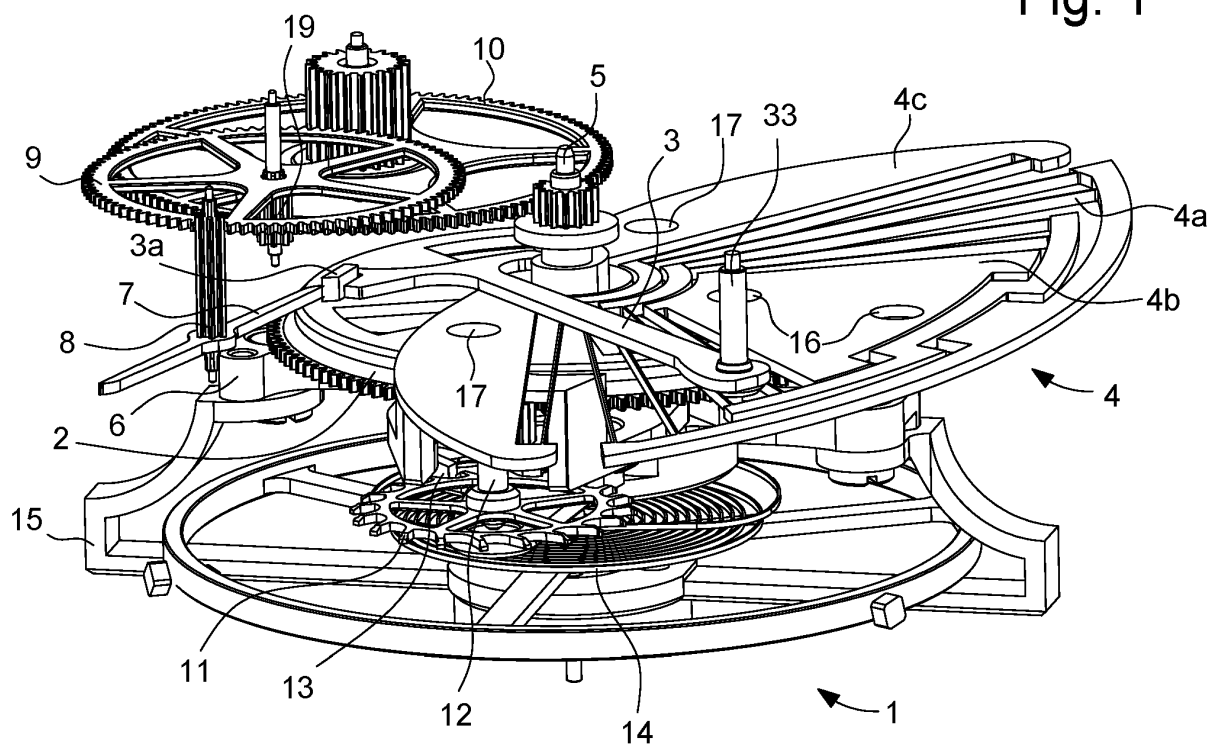
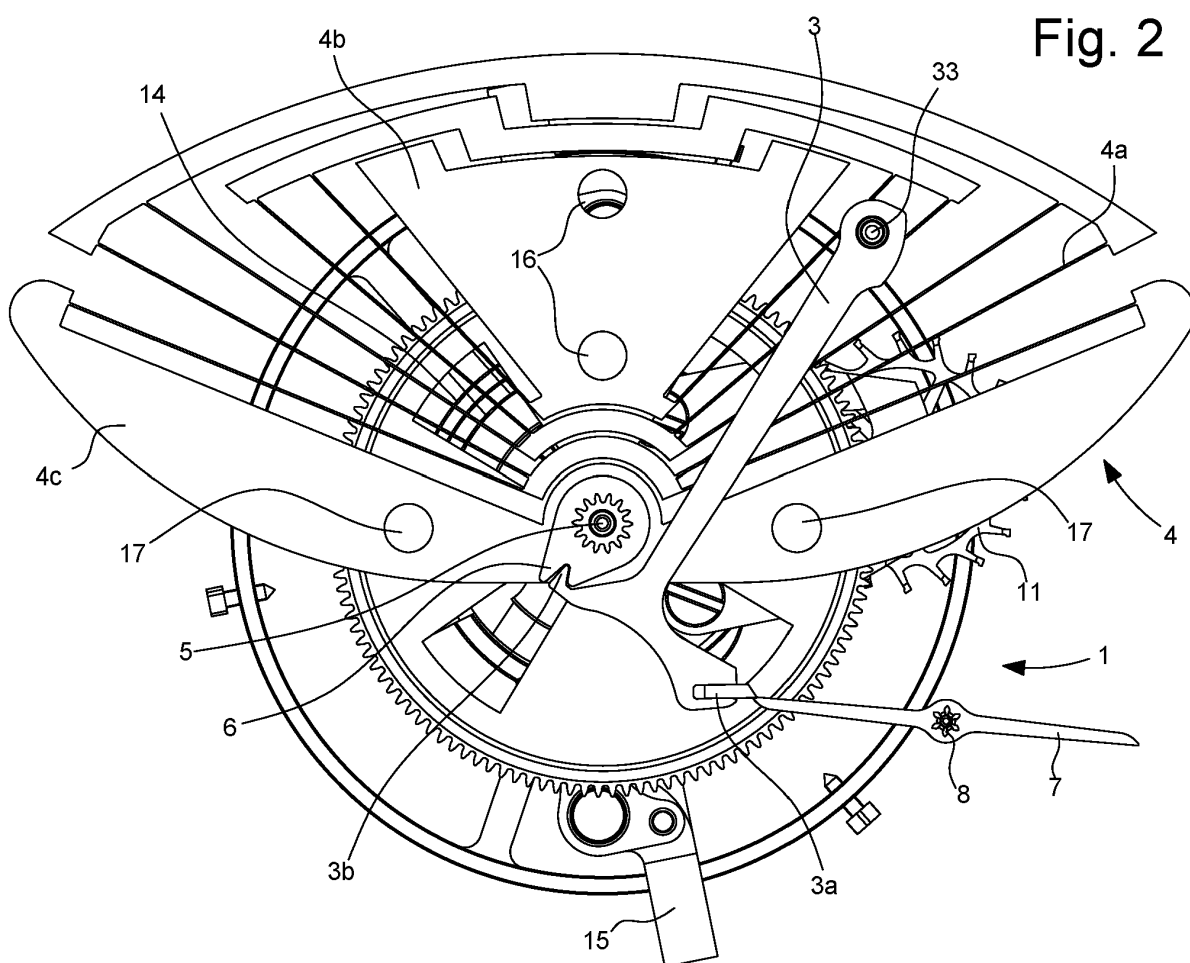


Fig. 2



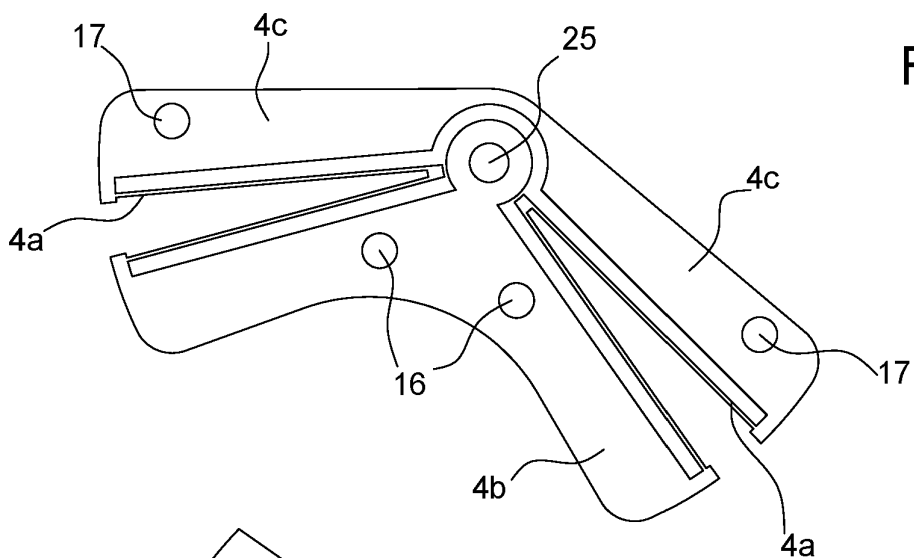


Fig. 3a

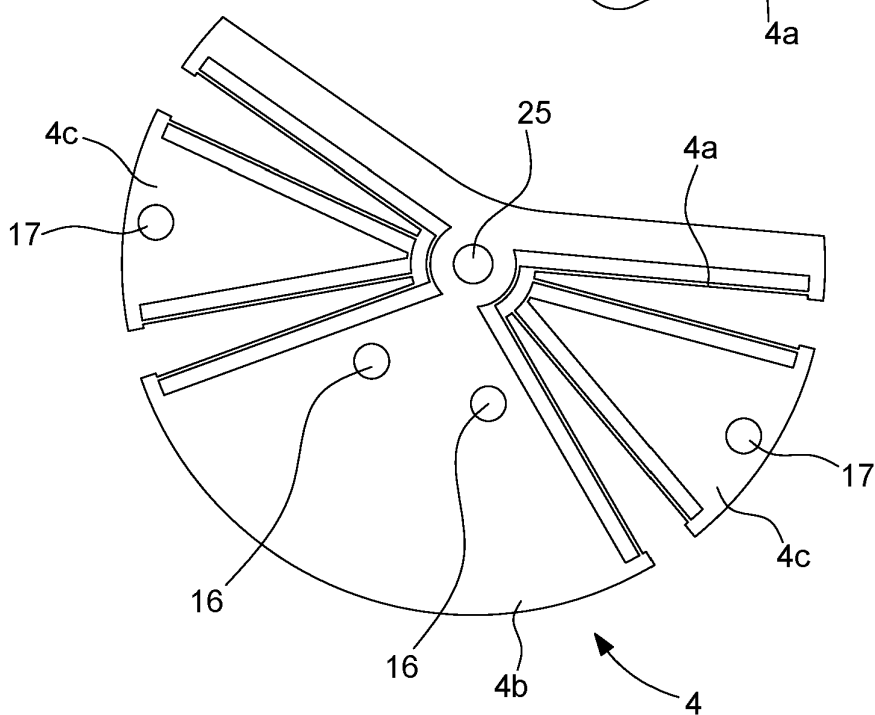


Fig. 3b

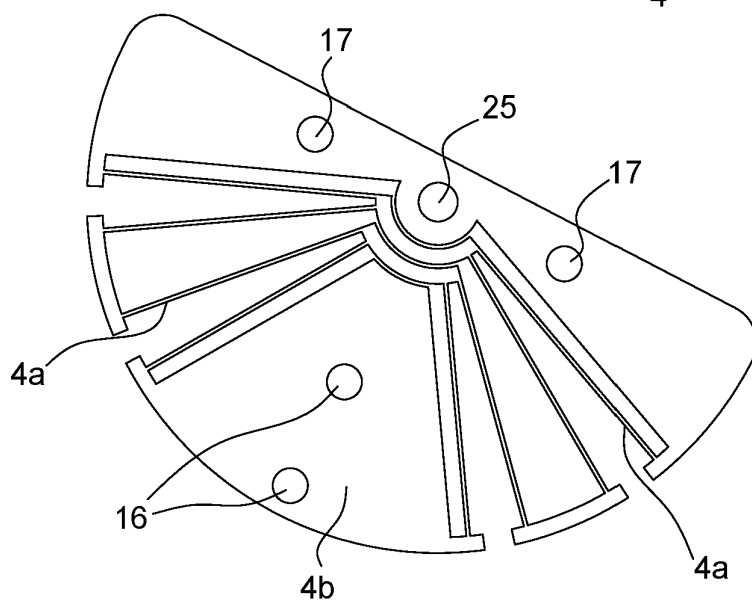


Fig. 3c

Fig. 4

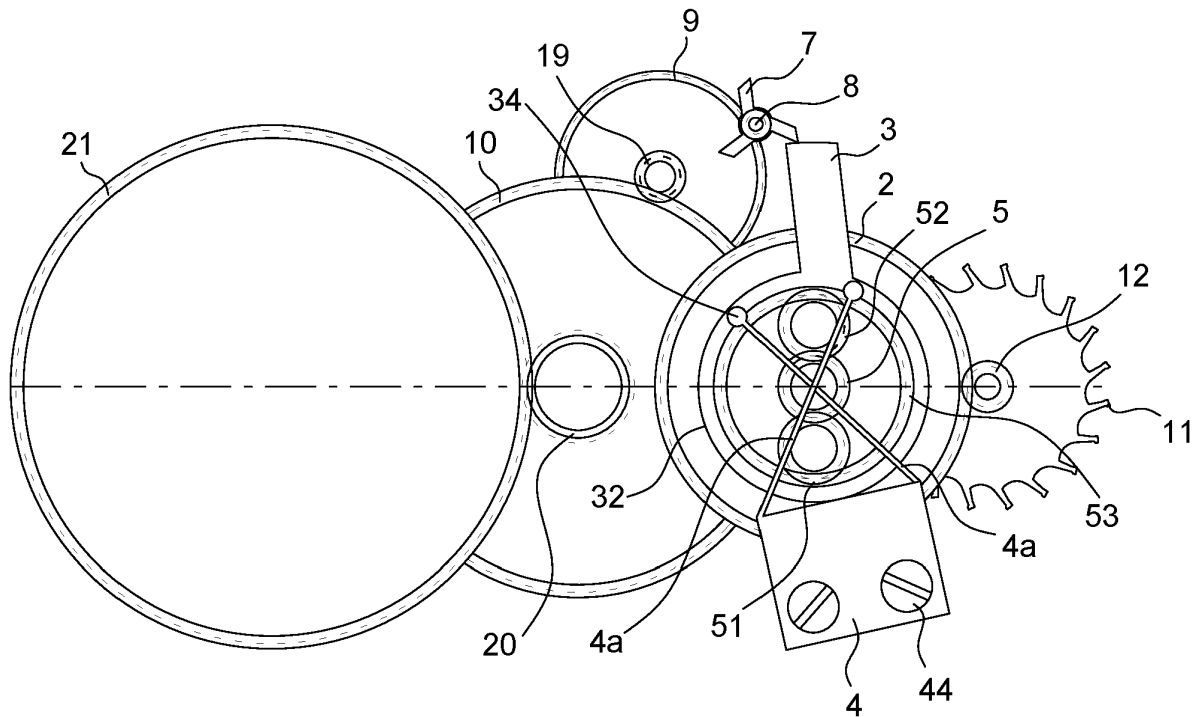
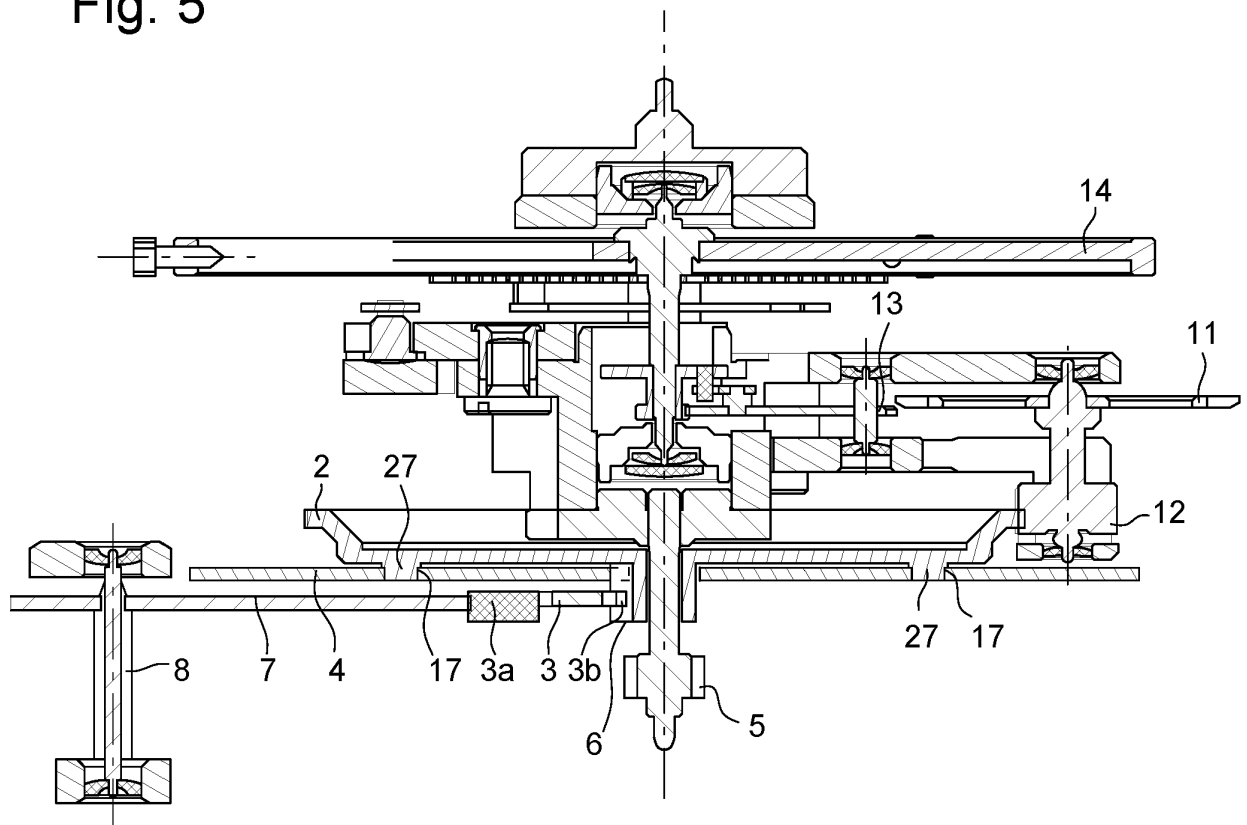


Fig. 5



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

- WO 2011157797 A1 [0007]
- EP 1528443 B1 [0013]
- CN 209014916 U [0014]
- EP 3356690 B1 [0015]
- WO 2018193365 A1 [0016]

Littérature non-brevet citée dans la description

- **W. H. WITTRICK.** The properties of crossed flexure pivots and the influence of the point at which the strips cross. *The Aeronautical Quarterly*, 1951, vol. II (4), 272-292 [0070]
- **SIMON HEINEIN.** Conception des guidages flexibles. PPUR presses polytechniques, 2001 [0070]