



(11)

EP 3 835 879 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
16.06.2021 Bulletin 2021/24

(51) Int Cl.:
G04B 17/06 (2006.01)
G04B 18/00 (2006.01)
G04B 17/28 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **19214354.3**

(22) Date de dépôt: **09.12.2019**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME KH MA MD TN

(72) Inventeurs:
• **BORN, Jean-Jacques**
1110 Morges (CH)
• **PARATTE, Lionel**
2074 Marin-Epagnier (CH)
• **DI DOMENICO, Gianni**
2000 Neuchâtel (CH)

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

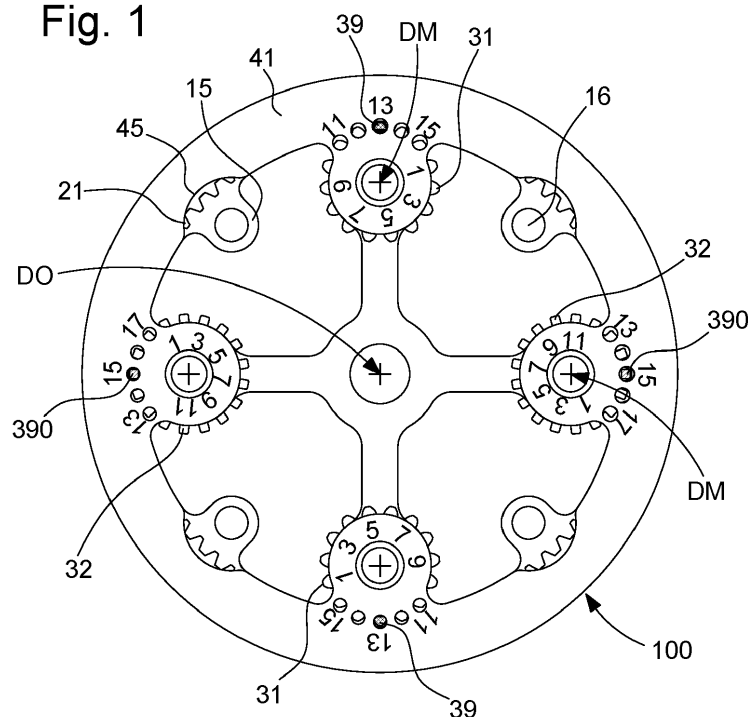
(74) Mandataire: **ICB SA**
Faubourg de l'Hôpital, 3
2001 Neuchâtel (CH)

(54) **MECANISME RESONATEUR D'HORLOGERIE AVEC MASSE INERTIELLE A REGLAGE D'INERTIE ET DE BALOURD**

(57) Masse inertielle (100) à réglage d'inertie et/ou de balourd pour résonateur d'horlogerie (400), comportant une pluralité de mobiles (3) de réglage d'inertie et/ou de balourd, dentés ou cannelés, chacun monté pivotant autour d'un axe de mobile (DM) par rapport à un flasque que comporte la masse inertielle (100), et avec un centre

de masse excentré par rapport à cet axe de mobile (DM), chaque mobile (3) coopérant en engrenement avec une couronne de réglage d'inertie et/ou de balourd (20), dentée ou cannelée, sous une contrainte permanente exercée par un effort de rappel élastique exercé par la couronne (20) et/ou le mobile (3).

Fig. 1



Description

Domaine de l'invention

- 5 **[0001]** L'invention concerne une masse inertielle à réglage d'inertie et/ou de balourd pour résonateur d'horlogerie.
[0002] L'invention concerne encore un ensemble de réglage d'inertie et/ou de balourd pour résonateur d'horlogerie, comportant au moins une telle masse inertielle à réglage d'inertie et/ou de balourd.
[0003] L'invention concerne encore un résonateur d'horlogerie comportant au moins une telle masse inertielle à réglage d'inertie et/ou de balourd ou au moins un tel ensemble de réglage d'inertie et/ou de balourd.
10 **[0004]** L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie comportant au moins un tel résonateur d'horlogerie.
[0005] L'invention concerne encore une pièce d'horlogerie, notamment une montre, comportant au moins un tel mouvement d'horlogerie.
[0006] L'invention concerne encore un procédé de réglage d'inertie et/ou de balourd d'une masse inertielle pour résonateur d'horlogerie.
15 **[0007]** L'invention concerne le domaine du réglage de la marche des mécanismes d'horlogerie.

Arrière-plan de l'invention

- 20 **[0008]** Le document EP3252545 B1 au nom de SWATCH GROUP RESEARCH & DEVELOPMENT Ltd décrit un système pour régler l'inertie et la fréquence d'un balancier de mouvement mécanique d'horlogerie sans ouvrir la boîte de montre. Ce document décrit aussi plusieurs géométries de balanciers réglables.

Résumé de l'invention

- 25 **[0009]** La présente invention se propose de définir un mécanisme résonateur d'horlogerie comportant une masse inertielle, notamment un balancier à inertie réglable, qui puisse compléter les constructions décrites dans les documents EP3252545 B1 et EP3252546 B1 au nom de SWATCH GROUP RESEARCH & DEVELOPMENT Ltd, en permettant d'augmenter la plage de réglage de l'inertie.
[0010] L'invention se propose, encore, de permettre à l'opérateur ou à l'utilisateur effectuant un réglage de marche, de se référer à un tableau corrélant directement l'écart de marche avec des positions discrètes imposées à des mobiles que comporte le mécanisme de masse inertielle selon l'invention.
30 **[0011]** A cet effet, l'invention concerne une masse inertielle à réglage d'inertie et/ou de balourd pour résonateur d'horlogerie, selon la revendication 1.
[0012] L'invention concerne encore un ensemble de réglage d'inertie et/ou de balourd pour résonateur d'horlogerie, comportant au moins une telle masse inertielle à réglage d'inertie et/ou de balourd.
35 **[0013]** L'invention concerne encore un résonateur d'horlogerie comportant au moins une telle masse inertielle à réglage d'inertie et/ou de balourd ou au moins un tel ensemble de réglage d'inertie et/ou de balourd.
[0014] L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie comportant au moins un tel résonateur d'horlogerie.
[0015] L'invention concerne encore une pièce d'horlogerie, notamment une montre, comportant au moins un tel mouvement d'horlogerie.
40 **[0016]** L'invention concerne encore un procédé de réglage d'inertie et/ou de balourd d'une masse inertielle pour résonateur d'horlogerie.

Description sommaire des dessins

- 45 **[0017]** D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre, en référence aux dessins annexés, où :
- la figure 1 représente, de façon schématisée, et en vue en plan, une masse inertielle selon l'invention, sous la forme d'un balancier complet, résultant de l'assemblage d'un flasque inférieur, d'un flasque supérieur, d'une couronne élastique et de mobiles de réglage d'inertie et/ou de balourd, qui sont ici des satellites à balourd, ici non limitativement disposés deux à deux en symétrie par rapport à l'axe d'oscillation de ce balancier;
 - la figure 2 représente, de façon schématisée, et en vue de côté, l'assemblage du flasque inférieur et du flasque supérieur du balancier complet de la figure 1 ;
 - 50 - la figure 3 représente, de façon similaire à la figure 1, le seul flasque inférieur ;
 - la figure 4 représente, de façon similaire à la figure 2, le flasque inférieur de la figure 3 ;
 - la figure 5 représente, de façon similaire à la figure 1, la couronne engrenant avec quatre satellites, deux d'un premier type à 15 dents disposés à midi et à six heures, et deux d'un deuxième type à 17 dents disposés à trois

heures et à neuf heures;

- la figure 6 représente, de façon similaire à la figure 1, le seul flasque supérieur ;
- la figure 7 représente, de façon similaire à la figure 2, le flasque supérieur de la figure 6 ;
- la figure 8 représente, de façon similaire à la figure 2, une variante où le flasque supérieur et le flasque inférieur sont assemblés au moyen d'entretoises, par exemple soudées laser;
- la figure 9A est un détail de la figure 5 montrant l'engrènement entre la couronne et un satellite du premier type, qui comportent des dentures de profils différents, et les points de contact entre eux formant un triangle de forces, qui confère au satellite un positionnement stable ;
- la figure 9B illustre une autre variante dans laquelle chaque mobile 3 est porté par un arbre ou un tourillon muni de deux légères protubérances, ainsi les points de contact forment ensemble un trapèze de forces, qui confère un positionnement du satellite encore meilleur qu'avec le triangle de forces formé par les points de contact de la figure 9A ;
- les figures 10 et 11 représentent, de façon similaire à la figure 9, le détail de l'engrènement d'une couronne avec une denture intérieure à flancs sensiblement droits, avec des mobiles de réglage d'inertie et/ou de balourd qui sont respectivement un satellite du premier type avec une denture à 15 dents sensiblement en forme de développante de cercle, et un satellite du deuxième type avec une denture à 17 dents sensiblement de profil carré ;
- la figure 12 est un diagramme de répartition montrant en abscisse les 255 positions possibles avec cette combinaison particulière de mobiles de réglage d'inertie et/ou de balourd, notamment des premiers satellites à 15 dents et des deuxièmes satellites à 17 dents, et en ordonnée l'écart de marche, en secondes par jour, que permet chacune de ces combinaisons ; une répartition sensiblement sinusoïdale avec un effet de moiré, et le grand nombre de combinaisons, autorisent à la fois une grande résolution et une grande plage de réglage ; la description qui suit donne, de façon partielle, un exemple de tableau indiquant, pour chaque position des satellites et de la couronne, la variation d'inertie correspondante, qui se traduit directement par l'écart de marche associé ;
- la figure 13 montre l'ensemble des inerties relatives à la plage totale de variation d'inertie correspondant aux 255 positions, ordonnées en valeurs croissantes d'inertie, et illustre le très faible écart que l'on peut maîtriser entre deux valeurs discrètes d'inertie consécutives ;
- la figure 14 représente, de façon similaire à la figure 5, le même ensemble de couronne et de satellites, où la couronne comporte une denture externe, qui coopère directement ou indirectement avec une roue menante qui n'est pas un organe fixe, et qui peut être externe au mouvement d'horlogerie, ou qui engrène avec une roue interne au mouvement d'horlogerie ;
- la figure 15 représente, de façon similaire à la figure 5, le même ensemble de couronne et de satellites, où la denture interne de la couronne engrène avec une petite roue, laquelle peut être interne au mouvement d'horlogerie, ou, comme représenté sur cette figure, qui est l'extrémité d'un outil externe au mouvement, guidé par un alésage que comporte le flasque inférieur; la masse inertielle et cet outil externe constituant alors un ensemble de réglage d'inertie;
- la figure 16 montre, en vue de côté, la coopération représentée à la figure 15, et la figure 17 est un détail de l'extrémité de cet outil ;
- la figure 18 représente, de façon similaire à la figure 1, une autre masse inertielle construite sur le même principe, représentée avec un outil adapté pour introduire les satellites : une bague comporte des moyens excentriques externes constituant des cames pour le mouvement radial de chariots coulissants agencés pour immobiliser ou relâcher la couronne élastique dentée, lors d'une rotation de cette bague de 90°, les chariots coulissants compriment et déforment le ressort annulaire, ce qui permet de poser facilement les satellites sans entrer en collision avec la couronne élastique ;
- les figures 19 et 20 sont des détails des flasques de certaines variantes;
- les figures 21 à 26 représentent, de façon similaire aux figures 1 à 7, un balancier permettant le réglage de l'inertie et du balourd, et comportant des satellites coopérant avec des lames élastiques : les satellites pivotent sur des tourillons (ou arbres) formés sur les flasques, les lames élastiques, permettant un petit mouvement radial des satellites, et indexant le mouvement angulaire des satellites dans des positions discrètes ;
- les figures 28 à 30 représentent, en vue en plan, une autre masse inertielle construite sur le même principe, dont les balourds des satellites sont synchronisés, et ne sont pas diamétralement opposés, et des détails de sa construction ;
- la figure 31 représente, de façon similaire à la figure 1, une autre masse inertielle construite sur le même principe, qui comporte une couronne dentée rigide, et dont les satellites sont mobiles en rotation autour de pivots chacun suspendu par une lame élastique à au moins l'un des flasques de la masse inertielle, ou bien à ces deux flasques à la fois ; comme sur les figures 20 et 21, cette masse inertielle fait partie de la famille des masses inertielles synchronisées par une couronne ;
- la figure 32 est un diagramme tridimensionnel schématisant de façon extrêmement simplifiée un réseau de points dans l'espace, qui peut être formé d'un très grand nombre de points dès que l'on met en œuvre un nombre conséquent de satellites, comme par exemple les six mobiles à réglage indépendant de la figure 25, avec lesquels on peut

définir des dizaines de milliers de points correspondant chacun à une valeur de balourd et une valeur d'inertie, ces points sont schématisés ici par des croix dans une sphère enveloppe, dans laquelle la densité de points est variable selon la position dans l'espace; ce nuage de points est représenté de façon purement schématique, et ne représente aucunement les différences locales de densité de points selon les zones au sein de la sphère, qui dépendent de

- la figure 33 est un schéma-blocs représentant une pièce d'horlogerie, notamment une montre, comportant un mouvement avec un résonateur équipé d'au moins une masse inertielle selon l'invention.

Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0018] L'invention concerne une masse inertielle 100 à réglage d'inertie et/ou de balourd pour un résonateur d'horlogerie 400.

[0019] L'invention est plus particulièrement illustrée pour le cas d'un résonateur d'horlogerie 400 de type balancier-spiral, où la masse inertielle est un balancier. Naturellement l'invention est applicable à d'autres types de résonateurs mécaniques, et en particulier à des résonateurs à guidage flexible sur des lames élastiques. L'invention est aussi applicable à des résonateurs électro-mécaniques, et, de façon générale, à tout résonateur dont on souhaite pouvoir corriger la marche de façon simple en agissant sur l'inertie d'au moins une masse inertielle d'un tel résonateur.

[0020] Selon l'invention, cette masse inertielle 100 comporte une pluralité de mobiles 3 de réglage d'inertie et/ou de balourd, dentés ou cannelés, ou comportant des moyens d'indexage angulaire discrets. Chacun de ces mobiles 3 de réglage d'inertie et/ou de balourd est monté pivotant autour d'un axe de mobile DM par rapport à au moins un flasque que comporte la masse inertielle 100 : flasque inférieur 10 ou flasque supérieur 40 dans le cas des figures. Le centre de masse de chaque mobile 3 de réglage d'inertie et/ou de balourd est excentré par rapport à cet axe de mobile DM. Ce balourd est notamment mais non limitativement réalisé par au moins un évidement 312, 322, que comporte chacun de ces mobiles 3. Avantagusement ces évidements 312, 322, sont agencés pour l'introduction d'un outil spécial, ou de brucelles, ou similaire, pour le réglage angulaire du mobile 3 concerné.

[0021] L'invention est décrite ici dans le cas particulier et non limitatif d'entraînements par dentures. Naturellement l'invention est aussi applicable à d'autres moyens d'entraînement et d'indexation, tels que cannelures, picots, ou autres.

[0022] Chaque mobile 3 de réglage d'inertie et/ou de balourd coopère en engrènement ou en coopération d'indexage avec une couronne de réglage d'inertie et/ou de balourd 20, dentée ou cannelée, ou pourvue de moyens d'indexage complémentaire, selon le type de moyens d'indexage que comporte chaque mobile 3 de réglage d'inertie et/ou de balourd, sous une contrainte permanente, qui est exercée par un effort de rappel élastique qui est exercé par la couronne 20 et/ou par un effort de rappel élastique exercé par le mobile 3 de réglage d'inertie et/ou de balourd ou par le flasque 10, 40, qui porte ce mobile 3.

[0023] Ainsi, la couronne 20 est, soit flexible, soit rigide.

[0024] Dans une réalisation particulière, au moins deux types différents de mobiles 3 de réglage d'inertie et/ou de balourd ont des nombres différents de dents ou de cannelures.

[0025] Dans une réalisation particulière, tous les mobiles 3 de réglage d'inertie et/ou de balourd 3 d'une même masse inertielle 100 sont indexables de façon combinée, c'est-à-dire sont liés cinématiquement de façon à tourner d'un même angle lors d'une opération de réglage.

[0026] Dans une autre réalisation particulière, au moins un mobile de réglage d'inertie et/ou de balourd 3 est indexable indépendamment d'un ensemble d'au moins deux autres mobiles 3 qui sont indexables de façon combinée.

[0027] Dans une autre réalisation particulière encore, au moins trois mobiles 3 de réglage d'inertie et/ou de balourd sont indexables indépendamment les uns des autres pour un réglage combiné de balourd et d'inertie de la masse inertielle 100.

[0028] Dans encore une autre réalisation particulière, tous les mobiles 3 de réglage d'inertie et/ou de balourd d'une même masse inertielle 100 sont indexables indépendamment les uns des autres pour un réglage combiné de balourd et d'inertie de la masse inertielle 100.

[0029] Les figures 1 à 18 concernent le cas d'une couronne élastique, la figure 19 le cas de supports élastiques au niveau de l'un des flasques, et la figure 20 le cas de satellites élastiques.

[0030] Dans l'exemple qui suit, non limitatif, la masse inertielle 100 est un balancier, notamment et non limitativement d'un diamètre d'environ 10 mm, qui comporte :

- un flasque inférieur 10, comportant ici une serge 11, des portées 13 et 14, des bras 12, un alésage central 17 au niveau de l'axe d'oscillation DO de la masse inertielle 100, et des pattes 15 porteuses de perçages de guidage 16;
- un flasque supérieur 40, comportant ici une serge 41, des portées 43 et 44, et des dégagements 45 en périphérie d'un grand évidement central autour de l'axe d'oscillation DO de la masse inertielle 100; les portées 43 et 44 comportent avantagusement des premiers orifices 431 selon un premier pas de 15 divisions avec un marquage associé, et des deuxièmes orifices 441 selon un deuxième pas de 17 divisions avec un marquage associé ;

- des mobiles de réglage d'inertie et/ou de balourd 3, qui sont constitués ici par :

- deux premiers satellites 31 d'un premier type, avec un premier alésage central 311, avec un balourd créé non limitativement par des premiers évidements 312, et une première denture 310 comportant 15 dents identiques, chaque premier satellite 31 comportant un premier repérage 39 de type décalque ou marque sur une dent, ou similaire, pour repérer sa position angulaire ; ce repérage 39 est représenté avec une zone plus foncée sur la figure 10, sur la figure 5, et sur la figure 1 au travers de premiers orifices 431 que comporte le flasque supérieur 40 ;
- deux deuxièmes satellites 32 d'un deuxième type, avec un deuxième alésage central 321, avec un balourd créé non limitativement par des deuxièmes évidements 322, et une deuxième denture 320 comportant 17 dents identiques, chaque deuxième satellite 32 comportant un deuxième repérage 390 de type décalque ou marque sur une dent, ou similaire, pour repérer sa position angulaire ; ce deuxième repérage 390 est représenté avec une zone plus foncée sur la figure 11, sur la figure 5, et sur la figure 1 au travers de deuxièmes orifices 441 que comporte le flasque supérieur 40 ;

- une couronne 20 élastique, qui comporte une serge 2 portant au moins une denture, selon le cas denture intérieure 21 et/ou denture extérieure 22 ; dans le cas de la figure 5 la denture intérieure 21 comporte 72 dents ;

[0031] De tels satellites 31, 32, sont de très petite taille. Aussi, pour avoir une bonne précision de fabrication, les technologies de micro-usinages sont particulièrement avantageuses. On peut utiliser toutes les matières micro-usinables. Pour des raisons de solidité, la technologie préférentielle est le procédé "LIGA" (de l'allemand "Lithographie, Galvanoformung, Abformung", ou « lithographie / galvanisation par électrodéposition / formage »), en particulier, mais non limitativement de type nickel phosphore (amagnétique) à un ou deux niveaux. Naturellement on peut utiliser des variantes de ce procédé, notamment mettant en œuvre des rayons UV au lieu des rayons X, du procédé originel, ou encore d'autres technologies voisines bien connues de l'homme du métier, notamment spécialiste des MEMS (de l'anglais « Microelectromechanical systems » ou « micro-systèmes électromécaniques ») et de la fabrication de composants en matériau micro-usinable en silicium, silicium oxydé, DLC, ou similaires.

[0032] Les figures 1, 5, 9, 10, 11, 14, 15, illustrent un cas particulier et avantageux où les mobiles de réglage d'inertie et/ou de balourd 3, notamment des satellites 31, 32, sont montés par paires diamétralement opposées par rapport à l'axe d'oscillation DO de la masse inertielle 100. Le montage de ce balancier formant la masse inertielle 100 de ces figures est le suivant :

- les quatre satellites 31 et 32 sont placés, par paires diamétralement opposées par rapport à l'axe d'oscillation DO de la masse inertielle 100, sur le flasque inférieur 10, en particulier par coopération d'alésages 311, respectivement 321, qu'ils comportent, avec des tourillons 131, 141, du flasque inférieur 10 (ou inversement), avec l'orientation visible sur les figures 1 et 5, qui correspond à la position de chaque satellite qui correspond au milieu de la plage de réglage de l'inertie.
- la couronne 20, qui est une couronne élastique, est placée à force autour des quatre satellites 31 et 32. La couronne 20 est légèrement trop petite, elle est donc en tension et a un rôle de ressort et assure le rattrapage des jeux; cette couronne 20 comporte une serge 2 portant au moins une denture, selon le cas denture intérieure 21 et/ou denture extérieure 22 ;
- chassage du flasque supérieur 40, soit directement sur le flasque inférieur 10 tel que visible sur la figure 2 au niveau de bossages 46 du flasque supérieur 40 coopérant avec des logement 16 du flasque inférieur, ou l'inverse, soit au moyens d'entretoises 1040 tel que visible sur la figure 8. Dans une variante on fait des points de soudage au laser, ou on réalise une jonction irréversible par un procédé similaire, pour garantir le maintien des deux flasques inférieur 10 et supérieur 40 l'un avec l'autre ;
- le balancier 100 est ensuite, classiquement, apparié avec son spiral. L'ensemble balancier-spiral peut alors, comme pour un balancier standard, être équilibré et mis à la fréquence de façon grossière par enlèvement ou ajout de matière, puis de façon fine à l'aide de l'objet de l'invention.

[0033] Plus particulièrement, chaque mobile 3 de réglage d'inertie et/ou de balourd est enfermé entre le flasque inférieur 10 et le flasque supérieur 40.

[0034] Plus particulièrement, la couronne 20 est enfermée entre le flasque inférieur 10 et le flasque supérieur 40.

[0035] De préférence le flasque inférieur 10 ou le flasque supérieur 40 comporte, en face d'au moins un mobile 3, et de préférence en face de chaque mobile 3, au moins un marquage ou/et un orifice 431, 441, de repérage d'un témoin visuel unique que comporte ce mobile 3 de réglage d'inertie et/ou de balourd.

[0036] Plus particulièrement, le flasque inférieur 10 et le flasque supérieur 40 sont fixés l'un à l'autre de façon irréversible.

[0037] Dans cette exécution selon les figures 1, 5, 9, 10, 11, 14, 15, le rôle principal de la couronne élastique 20, est

de synchroniser les positions angulaires des deux paires de satellites 31, 32, de sorte à ne faire varier que l'inertie sans introduire de balourd. De plus, la tension de la couronne élastique 20 appliquée sur les tourillons 131, 141, des flasques inférieur 10 et supérieur 40 élimine les jeux entre les différents composants, et crée des positions stables à chaque avance d'un pas, notamment d'une dent, de chacun des quatre mobiles 3 à la fois, ce qui permet de s'affranchir d'un sautoir, qui est en général nécessaire en horlogerie pour imposer des positions stables mais qui est un gros consommateur d'espace.

[0038] Dans cet exemple particulier, la combinaison des positions des quatre satellites 31 et 32 permet d'obtenir 255 positions stables, et au maximum autant d'inerties différentes, en tournant la couronne 20, par la combinaison des 15 dents et des 17 dents que comportent respectivement ces satellites 31 et 32.

[0039] La figure 9A montre la position des points de contact :

- 38 entre la couronne 20 et le satellite 31 ou 32,
- et 37 entre le satellite et l'arbre de guidage du satellite, notamment un tourillon 131. Cette position formant un triangle de forces avec les points 38 et 37 est stable et correspond à un minimum d'énergie potentielle élastique.

[0040] La figure 9B illustre une autre variante dans laquelle chaque mobile 3 est porté par un arbre ou un tourillon muni de deux légères protubérances 3110, ainsi les points de contact forment ensemble un trapèze de forces, qui confère un positionnement du satellite encore meilleur qu'avec un triangle, en raison d'une moindre déformabilité. En effet, le triangle peut passer d'isocèle (position nominale) à irrégulier (position décentrée) à cause du frottement entre un arbre et un alésage circulaires, alors que le trapèze de forces ne se déforme quasiment pas.

[0041] Lors de la rotation, la couronne 20 est soumise à une flexion qui force l'ensemble du système à se repositionner dans une position stable et centro-symétrique.

[0042] La couronne 20 comporte une denture de synchronisation intérieure 21, et, dans une variante une denture extérieure 22. Les figures 15 et 18 illustrent d'autres variantes de résonateur complet, les dents externes 22 de la couronne 20 sont cachées par le flasque supérieur.

[0043] Les figures 10 et 11 illustrent une variante particulière où, avantageusement, la forme des dents de la couronne et des satellites diffère selon le composant concerné. Les formes des dents 39, respectivement 390, des premiers satellites 31 à 15 dents, et respectivement des deuxièmes satellites 32 à 17 dents, sont optimisées pour minimiser le jeu en position stable et ne pas coincer lors de la rotation. Les formes des dents sont différentes, car les pas dentaires ne sont pas les mêmes, puisque dans cette variante particulière, les diamètres primitifs (et donc les balourds) sont identiques.

[0044] Il est aussi possible, dans une autre variante non illustrée, d'avoir des dents de même forme pour les deux paires de satellites, en changeant le diamètre de l'une des paires pour avoir des pas dentaires équivalents.

[0045] Pour effectuer le réglage de l'inertie du balancier, on voit donc, dans ce même exemple des figures 1, 5, 9, 10, 11, 14, 15, que la combinaison des positions des quatre satellites 31 et 32 permet d'obtenir, au maximum 255 valeurs d'inertie différentes (15 dents x 17 dents, comme le montre le graphe de la marche sur la figure 12, en fonction des clics de rotation de la couronne 20 (données d'inertie et de masses des planétaires et du balancier spécifiques). La position zéro correspond à la situation de la figure 5, et l'on tourne ensuite la couronne 20 dans le sens anti-horaire.

[0046] L'allure sinusoïdale du graphe de marche selon les réglages de balourd est un effet moiré, ou un battement de la combinaison des deux paires de balourds légèrement décalés au niveau du nombre de dents.

[0047] On peut voir qu'autour des maxima des sinus, la résolution par cran est fine, et qu'il y a plusieurs maxima à différentes hauteurs, ce qui confère au système à la fois une grande résolution et une grande plage de réglage. Comme il n'existe pas de relation linéaire entre le numéro du clic et l'inertie, le tableau ci-dessous est un extrait d'un tableau global recensant la totalité des réglages pour les 255 positions, et indique seulement quelques positions angulaires des satellites (sur les 255 possibles) et de la couronne, et les variations d'inertie correspondantes par rapport à la valeur médiane à la position 128. Le graphe montre la variation d'inertie pour les 255 positions relativement à la plage totale de variation d'inertie ($I_{\max} - I_{\min}$). Les satellites dans ce balancier sont dans la position médiane du réglage de l'inertie.

	variation d'inertie	satellite 15 dents	satellite 17 dents	couronne
	$dI/(I_{\max}-I_{\min})$	position i	position j	position k
1	-0.500	9	11	-4
2	-0.492	9	10	-124
3	-0.489	10	11	-123
4	-0.481	10	10	12

EP 3 835 879 A1

(suite)

	variation d'inertie	satellite 15 dents	satellite 17 dents	couronne
	dl/(Imax-Imin)	position i	position j	position k
5	-0.475	9	12	116
6	-0.468	8	11	115
7	-0.464	10	12	-3
...	...	...	...	...
125	-0.0061	6	6	8
126	-0.0027	1	10	63
127	-0.0003	2	11	64
128	0	13	15	0
129	-0.0003	9	2	-64
130	-0.0027	10	3	-63
131	-0.0061	5	7	-8
...	...	...	...	...
251	0.475	2	1	-116
252	0.481	1	3	-12
253	0.489	1	2	123
254	0.492	2	3	124
255	0.500	2	2	4

Si on prend un exemple, selon la position correspondant à la ligne 4 du tableau ci-dessus :

- le premier satellite 31 à 15 dents est à la position $i=10$, et le deuxième satellite 32 à 17 dents est à la position $j=10$;
- la mesure de la marche indique qu'il faut augmenter l'inertie d'une valeur de 0.969 ;
- on ajoute 0.969 à -0.481 (première colonne du tableau) et on obtient 0.488 pour la nouvelle inertie résultante ;
- on cherche la valeur d'inertie la plus proche sur le tableau et on prend les valeurs de la ligne 253 du tableau : le premier satellite 31 à 15 dents doit aller à la position $i=1$, et le deuxième satellite 32 à 17 dents doit aller à la position $j=2$;
- pour faire le changement il faut tourner la couronne de la position 12 à la position 123 (dernière colonne du tableau). Pour aider l'opérateur, un algorithme permet avantageusement de calculer le nombre de tours des satellites à effectuer.

[0048] On comprend que les satellites diamétralement opposés sont réglés de façon identique, pour garantir que le centre de masse de l'ensemble de la masse inertielle 100 reste sur son axe d'oscillation DO. Des réglages différenciés permettraient certes d'obtenir encore plus de possibilités de réglage d'inertie et/ou de balourd, mais au prix d'un balourd résultant excentré par rapport à l'axe d'oscillation DO, ce qui n'est généralement pas souhaité.

[0049] Dans cet exemple particulier, les satellites ont 15 et 17 dents, mais il existe une grande quantité de combinaisons de nombres de dents qui permettent d'avoir des satellites de différentes tailles avec un nombre de combinaisons de positions qui suit la taille du satellite ou le nombre de dents. Le graphe de la figure 13 montre toutes ces inerties relatives ordonnées en valeurs croissantes. La résolution la moins bonne correspond au saut maximum entre deux valeurs consécutives. On voit bien que ces sauts maximums sont très faibles par rapport à la plage entière.

[0050] Dans une variante particulière, le nombre de dents ou cannelures d'au moins un type de satellite est un nombre premier.

[0051] Dans une autre variante particulière, les nombres de dents ou cannelures d'au moins deux différents types de satellites sont des nombres premiers entre eux.

[0052] Dans une autre variante encore, les nombres de dents ou cannelures de tous les différents types de satellites sont des nombres premiers entre eux.

[0053] De plus, en modifiant le déphasage angulaire entre la denture des satellites et leur balourd, il est possible non seulement d'atteindre 255 niveaux discrets uniques, mais encore des sauts maximums réduits. La résolution peut être ainsi optimisée.

[0054] Pour la commande du réglage d'inertie et/ou de balourd quand le résonateur est en position dans une montre, il est possible d'effectuer le réglage de l'inertie avec une roue interne au mouvement, tel que visible sur la figure 14.

[0055] Les documents EP3252545 B1 et EP3252546 B1 au nom de SWATCH GROUP RESEARCH & DEVELOPMENT Ltd, incorporés ici par référence, concernent un mécanisme qui permet de faire tourner la couronne avec une roue menante 5, que comporte un mécanisme d'entraînement 50. De préférence, la forme des dents externes 22 de la couronne 20, et celle des dents 51 de la roue menante 5, est très pointue, ceci pour minimiser les efforts et le risque d'endommager les dents lors de l'engagement.

[0056] La manipulation est aisée, car le déplacement tangentiel unitaire d'un cran est de 0.44 mm au niveau de la couronne 20, un chemin suffisamment long pour ce diamètre d'exemple de 10 mm.

[0057] Une autre variante, tel que visible sur les figures 15 à 17, consiste à effectuer le réglage de l'inertie avec une roue externe 6 montée à l'extrémité d'un outil 7 manipulé par l'horloger : l'inertie peut être aussi modifiée directement sur le balancier avec un outil composé d'un tournevis avec au bout une roue dentée, ou similaire. Pour faciliter le positionnement de l'outil, le flasque inférieur 10 comporte avantageusement des perçages 16, par exemple sur des pattes 15, notamment face à des dégagements 45 de la serge 41 du flasque supérieur 40, pour centrer et guider l'extrémité distale de cet outil 7, notamment un tourillon 71 ou similaire, pour guider l'extrémité de l'outil 7 qui dépasse de sa roue externe 6. Le flasque supérieur 40 comporte un dégagement 45 au droit de chaque perçage 16 (notamment réalisé dans une patte 15), ainsi la denture 61 de la roue externe 6 de l'outil 7 peut engrener directement avec la denture intérieure 21 de la couronne 20.

[0058] En ayant la possibilité de régler l'inertie avec un tel outil externe 7, on peut aussi, dans une autre réalisation voisine, envisager un balancier 100 conventionnel sans réglage intégré interne. Dans ce cas on peut éliminer la denture externe de la couronne 20.

[0059] Dans une variante, en conservant la denture externe 22 de la couronne 20, on peut aussi envisager de mettre les satellites 31, 32, à l'extérieur de la couronne 20.

[0060] La figure 18 illustre un outil adapté pour introduire les satellites lors de l'assemblage : une bague 9 comporte des cames excentriques internes 91 pour le mouvement radial de chariots coulissants 8 agencés pour immobiliser ou relâcher la couronne élastique 20, lors d'une rotation de cette bague de 90°, les chariots coulissants compriment et déforment la couronne élastique 20, ce qui permet de poser facilement les satellites 3 sans entrer en collision avec la couronne élastique 20.

[0061] Les figures 19 et 20 sont des détails des flasques de certaines variantes.

[0062] Les figures 21 à 27 concernent une masse inertielle, qui ne comporte pas de couronne dentée élastique, et dont les satellites 31, 32 sont indépendants les uns des autres, et sont indexés par des lames élastiques 28 solidaires de l'un des flasques de la masse inertielle.

[0063] Les figures 28 à 30 illustrent un balancier à trois mobiles de réglage d'inertie et/ou de balourd constitués par des troisièmes satellites 60, qui cachent, sur cette figure, trois bras joignant la serge à la partie centrale d'axe D0. Ces trois troisièmes satellites identiques 60 ont ici des dentures 61 à 30 dents, et la couronne 20 comporte 72 dents. Le réglage de l'inertie est simplifié étant donné une relation monotone sinusoïdale entre clics et inertie, mais il n'y a que 16 positions de réglage. Le maintien du centre de masse sur l'axe d'oscillation est assuré par la synchronisation de réglages identiques sur chacun des troisièmes satellites 60. Tous les balourds sont synchronisés.

[0064] La figure 31 concerne une autre masse inertielle 100, qui comporte une couronne dentée rigide 20, et dont les satellites 3 sont montés élastiquement sur des lames flexibles 28 formées dans au moins l'un des deux flasques, ou bien dans les deux flasques, le principe étant en tout point identique à celui illustré par les figures 1 à 15.

[0065] L'invention concerne encore un ensemble de réglage d'inertie et/ou de balourd 150 pour un résonateur d'horlogerie 400 comportant au moins une telle masse inertielle à réglage d'inertie et/ou de balourd 100, cet ensemble 150 comportant cette masse inertielle à réglage d'inertie et/ou de balourd 100. Selon l'invention, cet ensemble de réglage d'inertie et/ou de balourd 150 comporte d'une part un diagramme bidimensionnel (figure 12) ou tridimensionnel (figure 32), associé à un tableau ou à un fichier de valeurs d'autre part, définissant ensemble la valeur de l'inertie et/ou du balourd de la masse inertielle à réglage d'inertie et/ou de balourd 100 selon la position occupée par chacun des mobiles 3 de réglage d'inertie et/ou de balourd que comporte cette masse inertielle à réglage d'inertie et/ou de balourd 100.

[0066] Plus particulièrement, cet ensemble de réglage d'inertie et/ou de balourd 150 comporte un outil comportant une roue externe 6 agencée pour engrener avec une denture 21, 22, que comporte la couronne 20 de cette masse inertielle 100, ou similaire.

[0067] L'invention concerne encore un résonateur d'horlogerie 400 comportant au moins une telle masse inertielle à réglage d'inertie et/ou de balourd 100 ou au moins un tel ensemble de réglage d'inertie et/ou de balourd 150.

[0068] L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie 500 comportant au moins un tel résonateur 400. Ce mouvement 500 comporte avantageusement un mécanisme d'entraînement 50, agencé pour coopérer avec une denture

de la couronne 20. La figure 14 illustre le cas où ce mécanisme d'entraînement 50 comporte une roue menante 5, qui comporte une denture 51 agencée pour coopérer avec la denture externe 22 de la couronne 20, dans le cas illustré non limitatif où la couronne comporte une telle denture. Bien sûr un agencement similaire est possible si la couronne 20 comporte un autre moyen d'indexation qu'une denture, tel que cannelure ou autre, la roue menante 5 comporte alors le profil adéquat, complémentaire à celui de la couronne 20.

[0069] Dans une exécution particulière, non illustrée pour ne pas surcharger les figures, ce mécanisme d'entraînement 50 est débrayable, pour ne pas freiner la masse inertielle 100 pendant l'oscillation du mécanisme résonateur 400, ni perturber cette oscillation de quelque façon que ce soit. Les figures 1, 14, 16, 20, 21 des documents EP3252545 B1 et EP3252546 B1 au nom de SWATCH GROUP RESEARCH & DEVELOPMENT Ltd décrivent un tel mécanisme d'em-

brayage à magnéto-coupleur intégré à la montre.

[0070] L'invention concerne encore une pièce d'horlogerie 1000, notamment une montre, comportant au moins un mouvement d'horlogerie 500 comportant au moins un tel résonateur 400.

[0071] L'invention se prête à de nombreuses variantes. Ainsi une autre variante, illustrée par les figures 21 à 26, concerne un balancier avec des satellites 31, 32, coopérant avec des lames élastiques 28 : les satellites 31, 32, pivotent alors sur des arbres 27 portés par le ou les flasques. Les lames élastiques 28 permettent un mouvement radial des satellites, et indexent leur mouvement angulaire. La fonction de ressort de rattrapage de jeu de la couronne est reprise par ces lames élastiques 28. La figure 25 illustre six mobiles 3 à réglages indépendants ; d'autres configurations sont envisageables, notamment à quatre mobiles indépendants, ou autre.

[0072] La variante illustrée comporte trois paires de satellites, avec dans l'exemple, mais non limité à, 15 et 17 dents, qui permettent de régler le balourd et l'inertie du balancier : on garde ainsi l'avantage de la facilité de réglage avec des positions discrètes et indépendantes les unes des autres des satellites. L'outil de la figure 16 peut aussi être utilisé pour procéder au réglage. Naturellement, d'autres variantes sont imaginables, par exemple un balancier avec un nombre pair de satellites de chaque sorte, par exemple huit satellites, dont quatre pour le réglage du balourd et quatre pour le réglage de l'inertie, ce qui permet alors de bien découpler les deux réglages. Ainsi, certains mobiles 3 sont affectés au seul réglage de l'inertie, et les autres mobiles 3 sont affectés au seul réglage du balourd. On peut aussi imaginer des mobiles satellites 3 ayant des diamètres différents entre eux, et/ou des mobiles satellites 3 portés sur des diamètres de portage différents, et/ou des mobiles satellites 3 avec des balourds différents entre eux, et/ou des mobiles satellites 3 avec des évidements 312, 322, différents entre eux, et/ou des mobiles satellites 3 en matériaux de densités différentes, ou autres, de façon à couvrir un ensemble de points important, de façon similaire au nuage de points de la figure 32.

[0073] La figure 32 illustre ainsi une configuration particulière dans laquelle au moins trois mobiles sont indexables indépendamment les uns des autres pour un réglage combiné de balourd et d'inertie de la masse inertielle 100. Par analogie à la figure 12 qui est un diagramme de répartition plan de 255 valeurs d'inertie différentes, la figure 32 est un diagramme tridimensionnel schématisant de façon extrêmement simplifiée un réseau de points dans l'espace, qui peut être formé d'un très grand nombre de points dès que l'on met en œuvre un nombre conséquent de satellites, comme par exemple les six mobiles 3 à réglage indépendant de la figure 25, avec lesquels on peut définir des dizaines de milliers de points correspondant chacun à une valeur de balourd et une valeur d'inertie, ces points sont schématisés ici par des croix dans une sphère enveloppe, dans laquelle la densité de points est variable selon la position dans l'espace (comme elle l'est aussi sur la figure 12). La valeur de balourd B est donnée par la projection d'un point M considéré sur le plan XY, selon les coordonnées Xb et Yb, tandis que la valeur de l'inertie I est donnée par sa projection sur l'axe Z et sa coordonnée Zi: un point M dans la sphère correspond à une position unique de chacun des mobiles satellites 3.

[0074] La fonction de ressort peut être aussi assurée par les satellites 3 eux-mêmes, les techniques de micro-structuration permettant de former des rayons élastiques

[0075] L'invention concerne encore un procédé de réglage d'inertie et/ou de balourd d'une masse inertielle pour résonateur d'horlogerie, selon lequel :

- on se munit d'un ensemble de réglage d'inertie et/ou de balourd 150 pour un résonateur d'horlogerie 400, selon l'invention, ledit ensemble 150 comportant une telle masse inertielle à réglage d'inertie et/ou de balourd 100, et les éléments associés, soit d'une part un dit diagramme bidimensionnel ou tridimensionnel, et d'autre part un dit tableau ou fichier de valeurs ;
- on effectue une mesure de la marche du résonateur ;
- on détermine la valeur algébrique de la correction d'inertie à effectuer ;
- on recherche dans ledit tableau ou fichier la valeur la plus proche de cette correction d'inertie ;
- on détermine la nouvelle position à donner à chaque mobile satellite 3 ;
- on effectue la mise en position de chaque mobile satellite par la mise en rotation de la couronne et/ou dudit mobile satellite selon la configuration de ladite masse inertielle.

[0076] Plus particulièrement, on effectue la détermination de la nouvelle position à donner à chaque mobile satellite 3 de façon à minimiser le balourd résultant des mobiles satellites 3.

[0077] Naturellement ce procédé est applicable au diagramme bidimensionnel de la figure 12 comme au diagramme tridimensionnel de la figure 32.

[0078] En somme, l'invention se distingue en ce que :

- une couronne faisant ressort coopère avec des satellites, rattrape les jeux et crée des positions stables et précises sans créer de balourd dynamique ;
- un large choix de combinaisons de satellites, avec des nombres de dents différents, des diamètres différents, des balourds différents crée, par un effet moiré, un nombre élevé de valeurs d'inertie discrètes du balancier tout en ayant un rapport plage/résolution élevé.

[0079] L'invention offre ainsi de nombreux avantages :

- possibilité d'utilisation de composants micro-usinés solides et précis. L'absence de lames fines augmente leur solidité ;
- réglage fin et reproductible de l'inertie d'une masse inertielle d'oscillateur, et donc de la marche ;
- haute résolution ;
- possibilité de réglage depuis l'intérieur et/ou l'extérieur de la montre ;
- plage de réglage d'inertie et/ou de balourd élevée, et absence de balourd dynamique ;
- rattrapage des jeux par la légère contrainte entre la couronne et les satellites, et maintien des mobiles dans plusieurs dizaines ou centaines de positions stables ;
- réglage exact sur la base d'un tableau de positions ;
- indication précise et facilement lisible du réglage de l'inertie ;
- manipulation aisée car la course unitaire (un clic) est relativement grande à l'échelle horlogère ;
- maintien du centre de masse sur l'axe d'oscillation de la masse inertielle si on choisit une géométrie centro-symétrique, avec un réglage identique des satellites diamétralement opposés ;
- absence de butée en rotation donc absence de risque de casse lors du réglage ;
- dans le cas où la masse inertielle est un balancier :
- à chaque position, toute la géométrie est équivalente, sauf le balourd des satellites et la fine serge flexible. Ceci minimise les balourds dynamiques du balancier ;
- large dégagement au centre du balancier pour le logement du spiral ;
- montage classique de la serge de balancier sur l'arbre de balancier.

Revendications

1. Masse inertielle (100) à réglage d'inertie et/ou de balourd pour résonateur d'horlogerie (400), **caractérisée en ce que** ladite masse inertielle (100) comporte une pluralité de mobiles (3) de réglage d'inertie et/ou de balourd, dentés ou cannelés, chacun monté pivotant autour d'un axe de mobile (DM) par rapport à un flasque (10, 40) que comporte ladite masse inertielle (100), et avec un centre de masse excentré par rapport audit axe de mobile (DM), chaque dit mobile (3) coopérant en engrènement avec une couronne de réglage d'inertie et/ou de balourd (20), dentée ou cannelée, sous une contrainte permanente exercée par un effort de rappel élastique exercé par ladite couronne (20) et/ou par un effort de rappel élastique exercé par ledit mobile (3) ou par le flasque (10, 40) qui le porte.
2. Masse inertielle (100) selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'**au moins trois dits mobiles (3) de réglage d'inertie et/ou de balourd sont indexables indépendamment les uns des autres pour un réglage combiné de balourd et d'inertie de ladite masse inertielle (100).
3. Masse inertielle (100) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce qu'**au moins deux types différents de dits mobiles (3) de réglage d'inertie et/ou de balourd ont des nombres différents de dents ou de cannelures.
4. Masse inertielle (100) selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** le nombre de dents ou de cannelures d'au moins un dit mobile (3) de réglage d'inertie et/ou de balourd est un nombre premier.
5. Masse inertielle (100) selon la revendication 3 ou la revendication 4 dépendant de la revendication 3, **caractérisée en ce qu'**au moins deux dits types différents de dits mobiles (3) de réglage d'inertie et/ou de balourd ont des nombres différents de dents ou de cannelures.
6. Masse inertielle (100) selon la revendication 3 ou une revendication dépendant de la revendication 3, **caractérisée**

en ce que les nombres de dents ou de cannelures d'au moins deux types différents de dits mobiles (3) de réglage d'inertie et/ou de balourd sont des nombres premiers entre eux.

- 5 7. Masse inertielle (100) selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** lesdits mobiles (3) de réglage d'inertie et/ou de balourd sont agencés par paires de mobiles de même type montées en symétrie par rapport à l'axe d'oscillation (DO) de ladite masse inertielle (100).
- 10 8. Masse inertielle (100) selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisée en ce que** chaque dit mobile (3) de réglage d'inertie et/ou de balourd a un balourd réalisé par au moins un évidement (312 ; 322), agencé pour l'introduction d'un outil pour le réglage angulaire dudit mobile (3) de réglage d'inertie et/ou de balourd concerné.
- 15 9. Masse inertielle (100) selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce que** chaque dit mobile (3) de réglage d'inertie et/ou de balourd est enfermé entre un flasque inférieur (10) et un flasque supérieur (40).
- 20 10. Masse inertielle (100) selon la revendication 9, **caractérisée en ce que** ladite couronne (20) est enfermée entre ledit flasque inférieur (10) et ledit flasque supérieur (40).
- 25 11. Masse inertielle (100) selon la revendication 9 ou 10, **caractérisée en ce que** ledit flasque inférieur (10) ou ledit flasque supérieur (40) comporte au moins un marquage ou/et un orifice (431 ; 441) de repérage d'un témoin visuel unique que comporte un dit mobile (3) de réglage d'inertie et/ou de balourd.
- 30 12. Masse inertielle (100) selon l'une des revendications 9 à 11, **caractérisée en ce que** ledit flasque inférieur (10) et ledit flasque supérieur (40) sont fixés l'un à l'autre de façon irréversible.
- 35 13. Masse inertielle (100) selon la revendication 3 ou une revendication dépendant de la revendication 3, **caractérisée en ce qu'**au moins deux dits types différents de dits mobiles (3) de réglage d'inertie et/ou de balourd ont des profils différents de dents ou de cannelures.
- 40 14. Masse inertielle (100) selon l'une des revendications 9 à 11, **caractérisée en ce que** ladite masse inertielle (100) est associée à un tableau destiné à l'opérateur tableau corrélant directement l'écart de marche avec des positions discrètes numérotées imposées auxdits mobiles (3) de réglage d'inertie et/ou de balourd et à ladite couronne (20).
- 45 15. Masse inertielle (100) selon l'une des revendications 1 à 14, **caractérisée en ce que** certains dits mobiles (3) sont affectés au seul réglage de l'inertie, et que les autres desdits mobiles (3) sont affectés au seul réglage du balourd.
- 50 16. Ensemble de réglage d'inertie et/ou de balourd (150) pour un résonateur d'horlogerie (400), comportant au moins une masse inertielle à réglage d'inertie et/ou de balourd (100) selon une des revendications 1 à 15, et un diagramme bidimensionnel ou tridimensionnel associé à un tableau ou à un fichier de valeurs, définissant ensemble la valeur de l'inertie et/ou du balourd de ladite masse inertielle à réglage d'inertie et/ou de balourd (100) selon la position occupée par chacun des dits mobiles (3) de réglage d'inertie et/ou de balourd que comporte ladite masse inertielle à réglage d'inertie et/ou de balourd (100).
- 55 17. Ensemble de réglage d'inertie et/ou de balourd (150) selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** ledit ensemble (150) comporte au moins un outil comportant une roue dentée (6) agencée pour engrener avec une denture (21 ; 22) que comporte ladite couronne (20).
18. Résonateur d'horlogerie (400) comportant au moins une masse inertielle à réglage d'inertie et/ou de balourd (100) selon une des revendications 1 à 15, ou au moins un ensemble de réglage d'inertie et/ou de balourd (150) selon la revendication 16 ou 17.
19. Mouvement d'horlogerie (500) comportant au moins un résonateur d'horlogerie (400) selon la revendication 18.
20. Mouvement (500) selon la revendication 19, **caractérisé en ce que** ledit mouvement (500) comporte un mécanisme d'entraînement (50), agencé pour coopérer avec une denture que comporte ladite couronne (20).
21. Mouvement (500) selon la revendication 20, **caractérisé en ce que** ledit mécanisme d'entraînement (50) comporte une roue menante (5), dont la denture (51) est agencée pour coopérer avec la denture externe (22) de ladite couronne (20) et ledit mécanisme d'entraînement (50) est débrayable, pour ne pas freiner la masse inertielle (100)

pendant l'oscillation dudit mécanisme résonateur (400) porteur de ladite masse inertielle (100).

22. Pièce d'horlogerie ou montre (1000), comportant au moins un mouvement d'horlogerie (500) selon l'une des revendications 19 à 21.

23. Procédé de réglage d'inertie et/ou de balourd d'une masse inertielle (100) pour résonateur d'horlogerie (400), selon lequel :

- on se munit d'un ensemble de réglage d'inertie et/ou de balourd (150) selon la revendication 16 ou 17,
- on effectue une mesure de la marche dudit résonateur (400);
- on détermine la valeur algébrique de la correction d'inertie à effectuer ;
- on recherche dans ledit tableau ou fichier la valeur la plus proche de ladite correction d'inertie ;
- on détermine la nouvelle position à donner à chaque dit mobile satellite (3) ;
- on effectue la mise en position de chaque dit mobile satellite (3) par la mise en rotation de ladite couronne (20) et/ou dudit mobile satellite (3) selon la configuration de ladite masse inertielle (100).

24. Procédé selon la revendication 23, selon lequel on effectue la détermination de la nouvelle position à donner à chaque dit mobile satellite (3) de façon à minimiser le balourd résultant desdits mobiles satellites (3).

Fig. 1

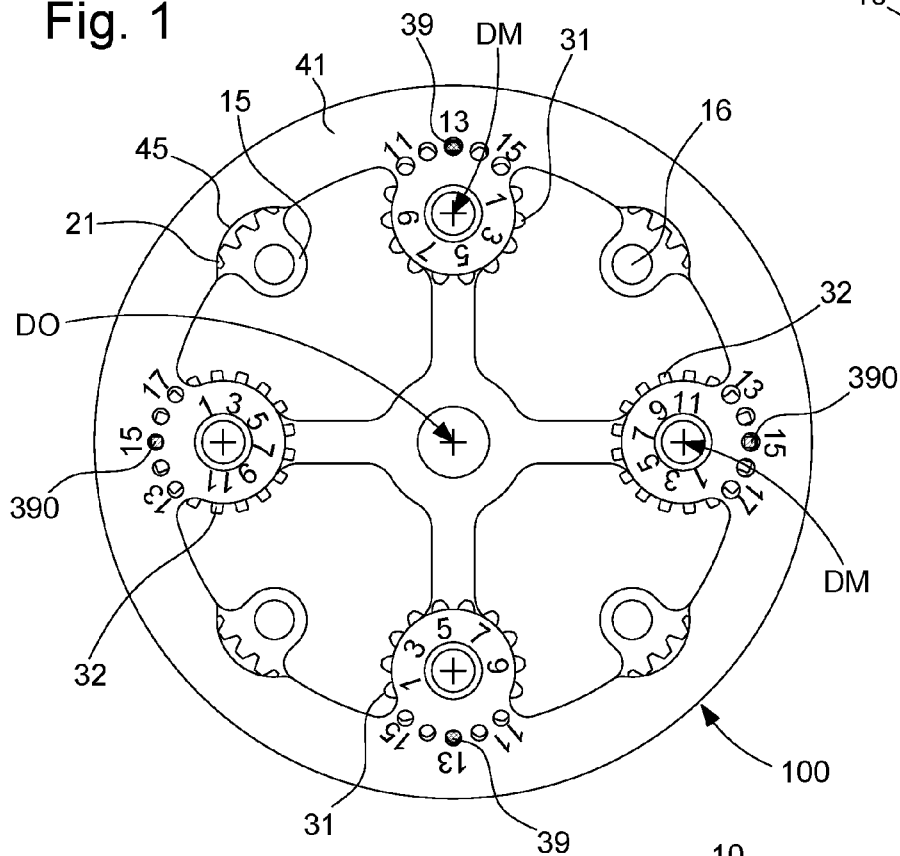


Fig. 2

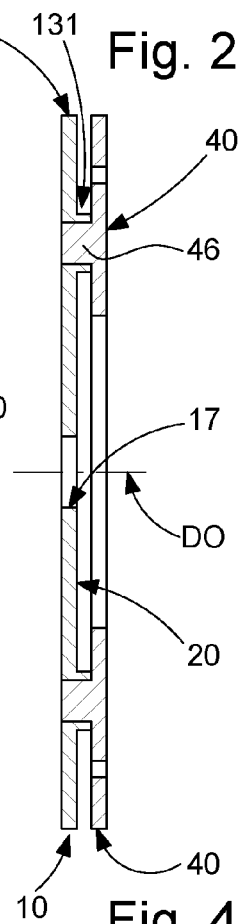


Fig. 3

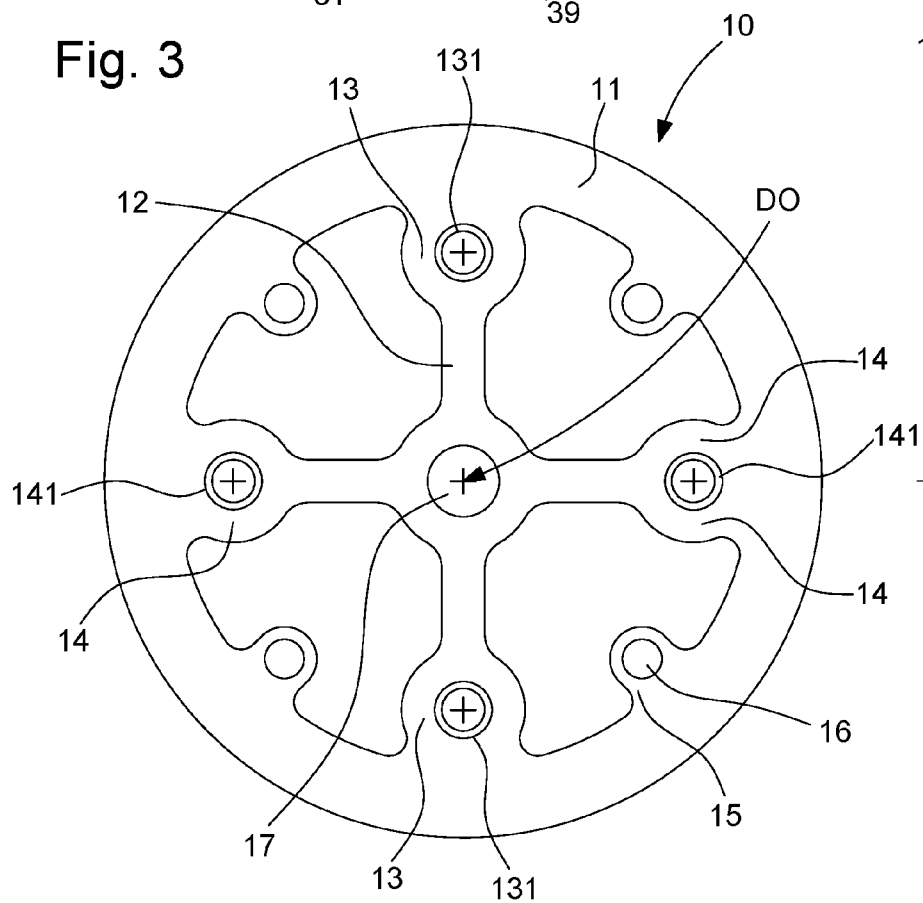


Fig. 4

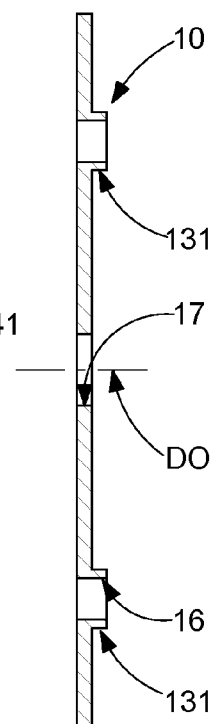


Fig. 5

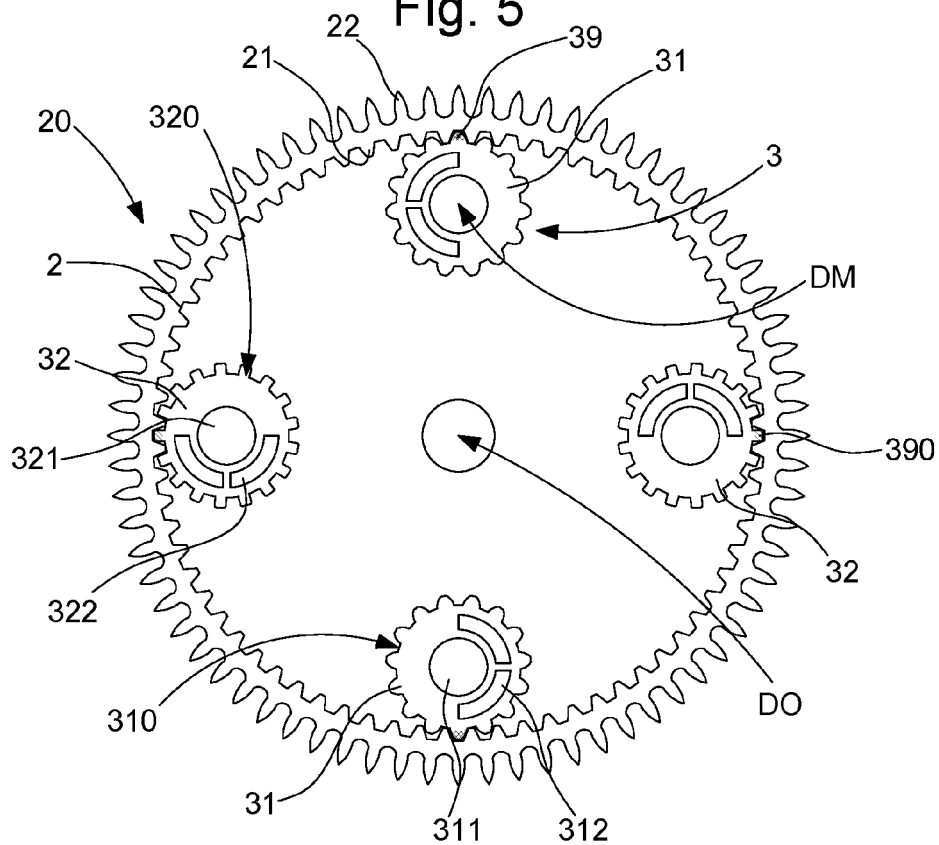


Fig. 6

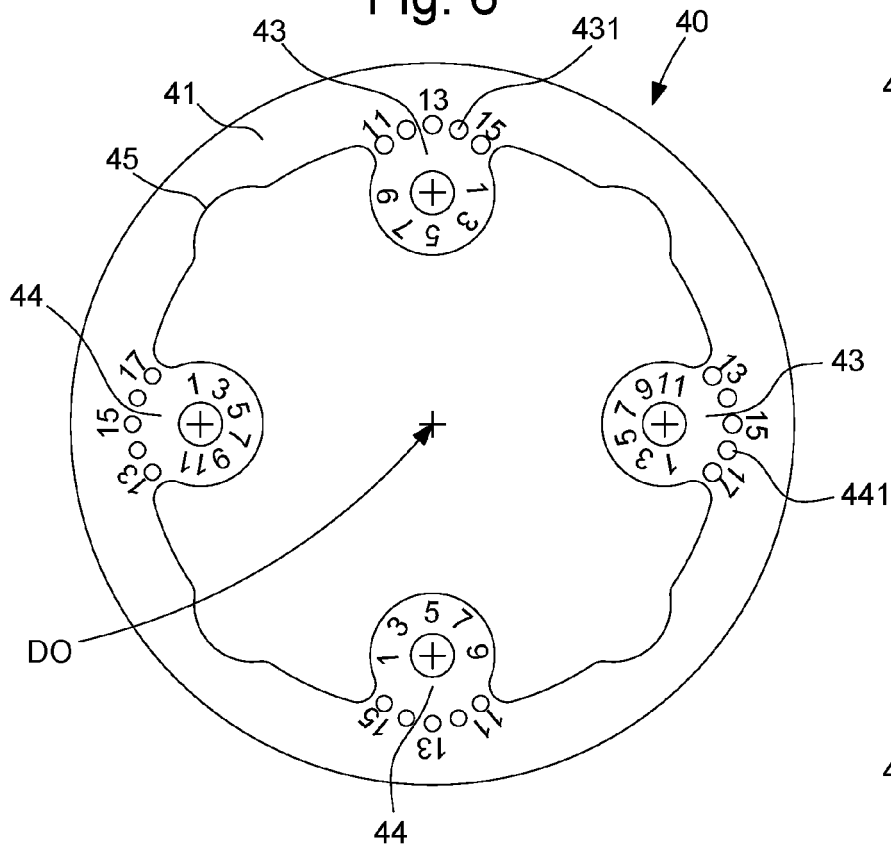


Fig. 7

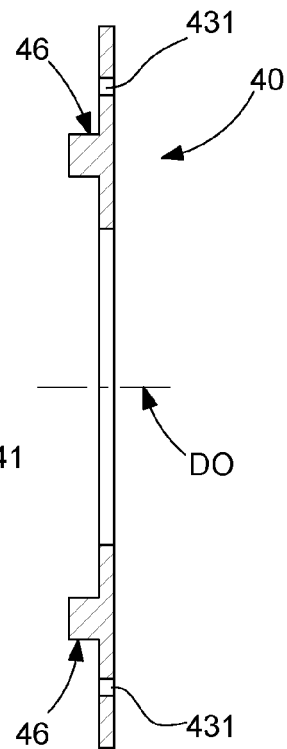


Fig. 8

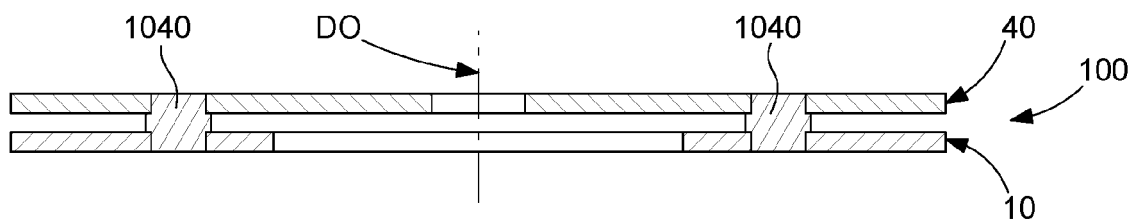


Fig. 9B

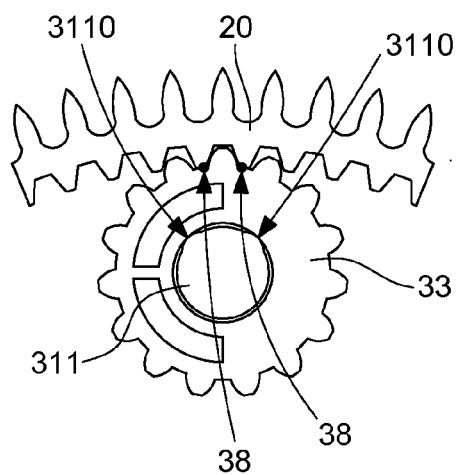


Fig. 9A

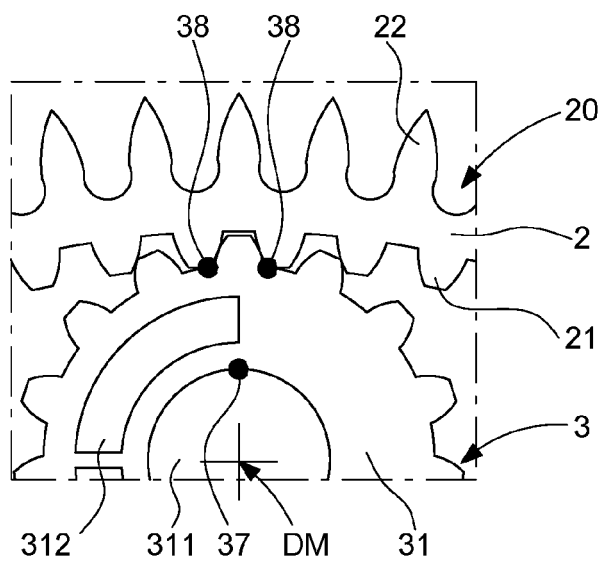


Fig. 10

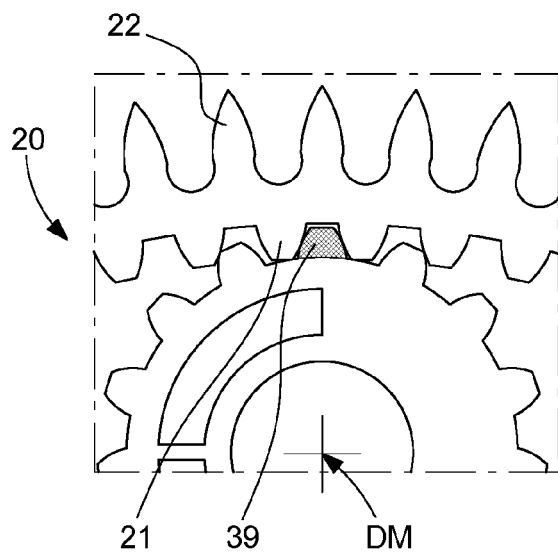


Fig. 11

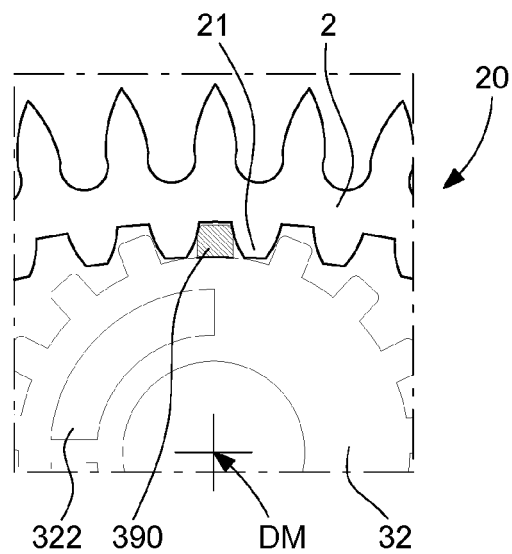


Fig. 12

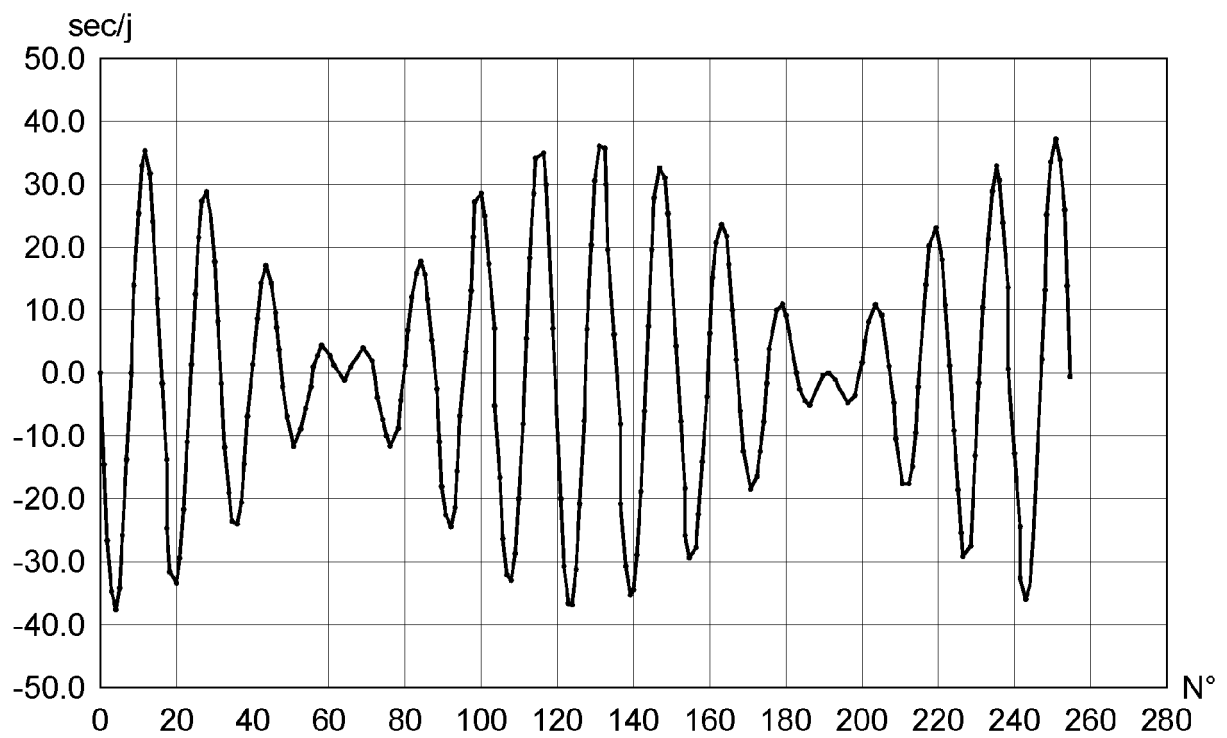


Fig. 13

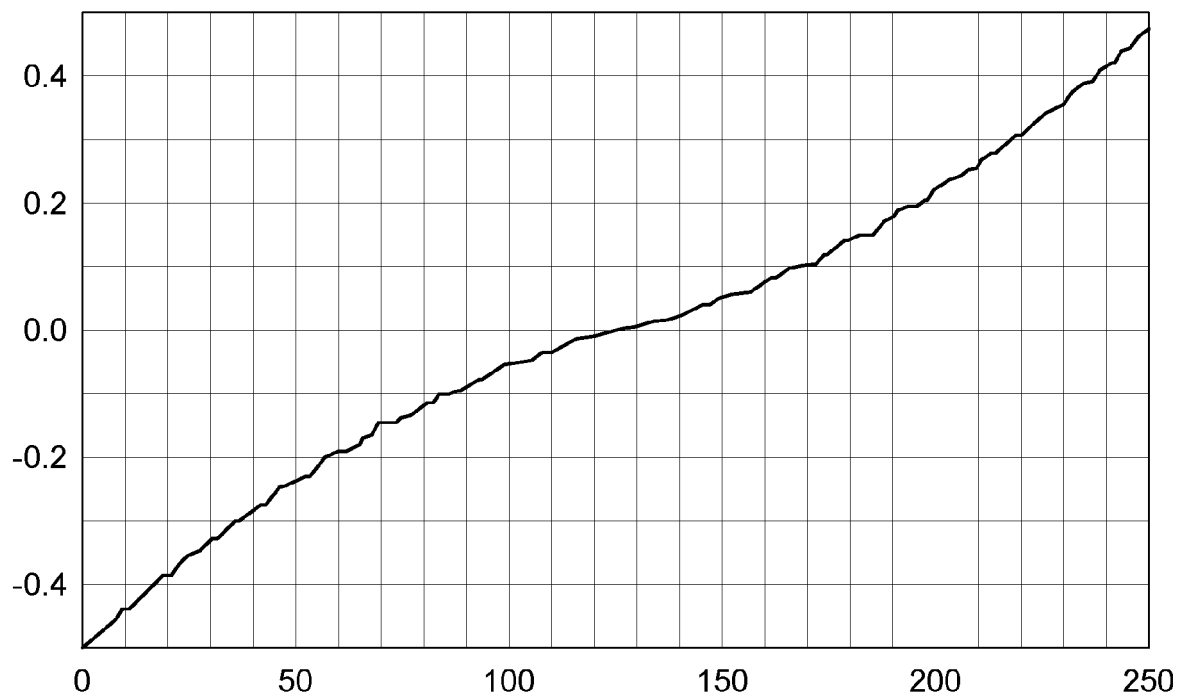


Fig. 14

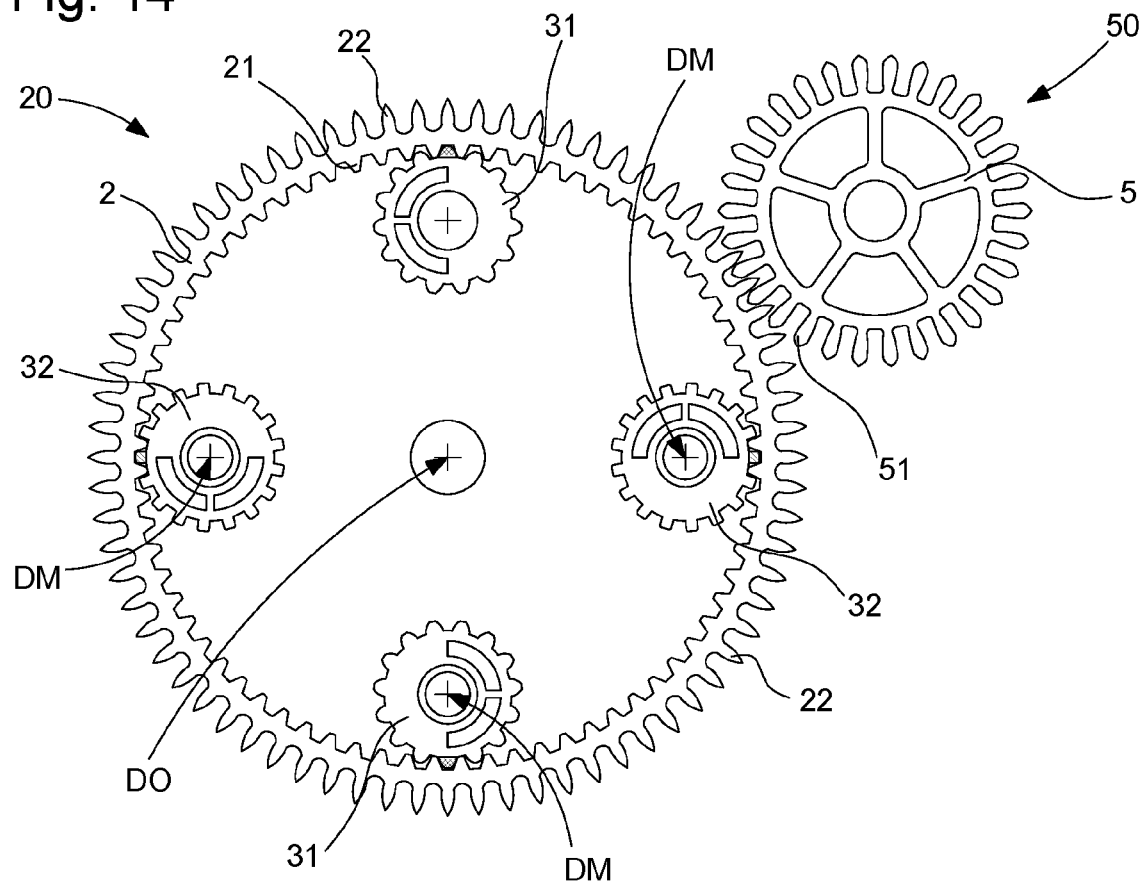


Fig. 15

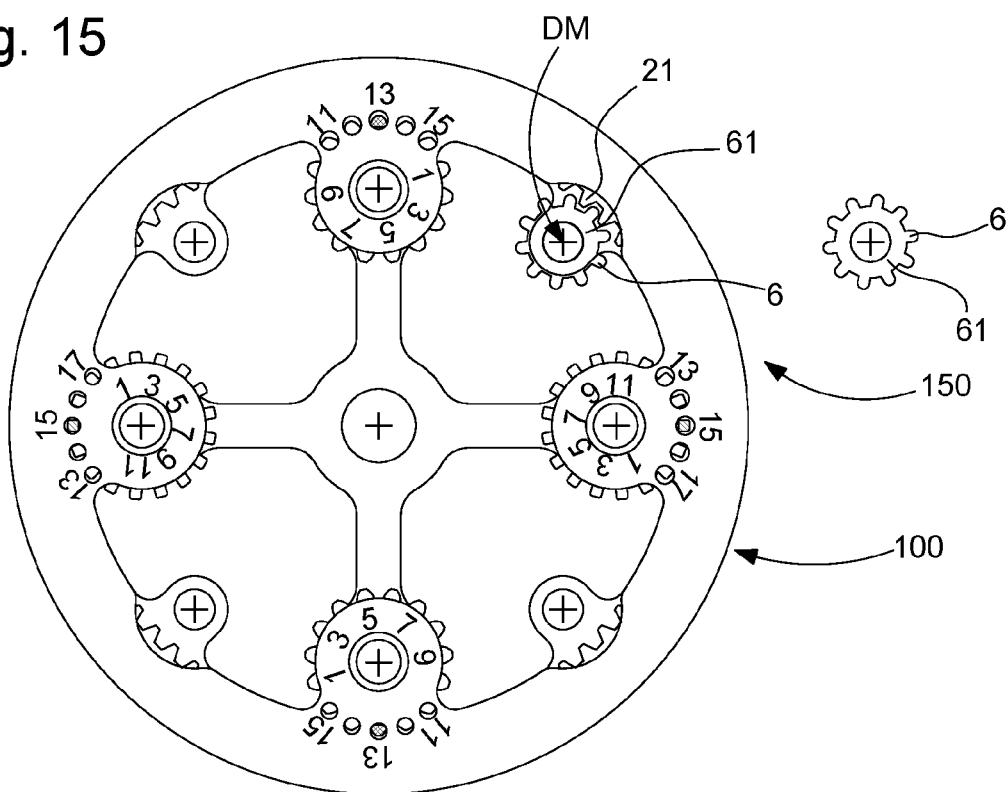


Fig. 16

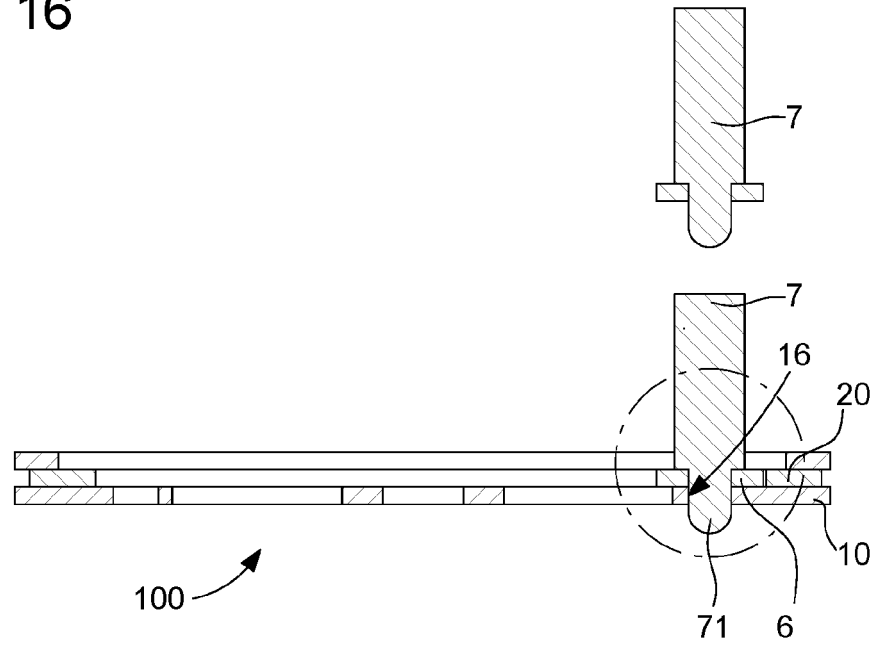


Fig. 17

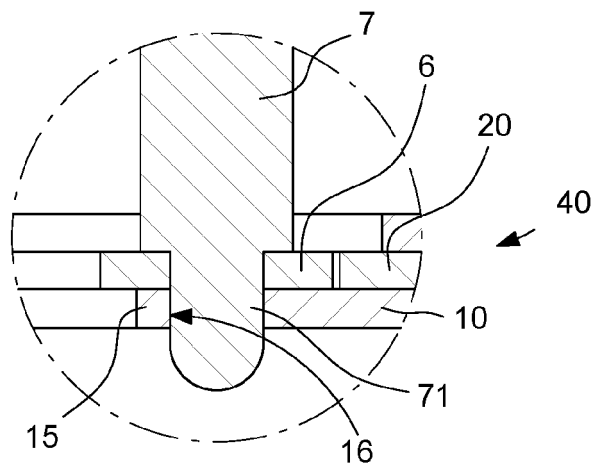


Fig. 33

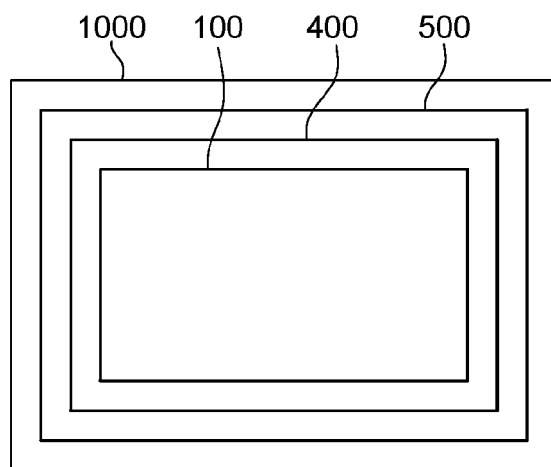


Fig. 18

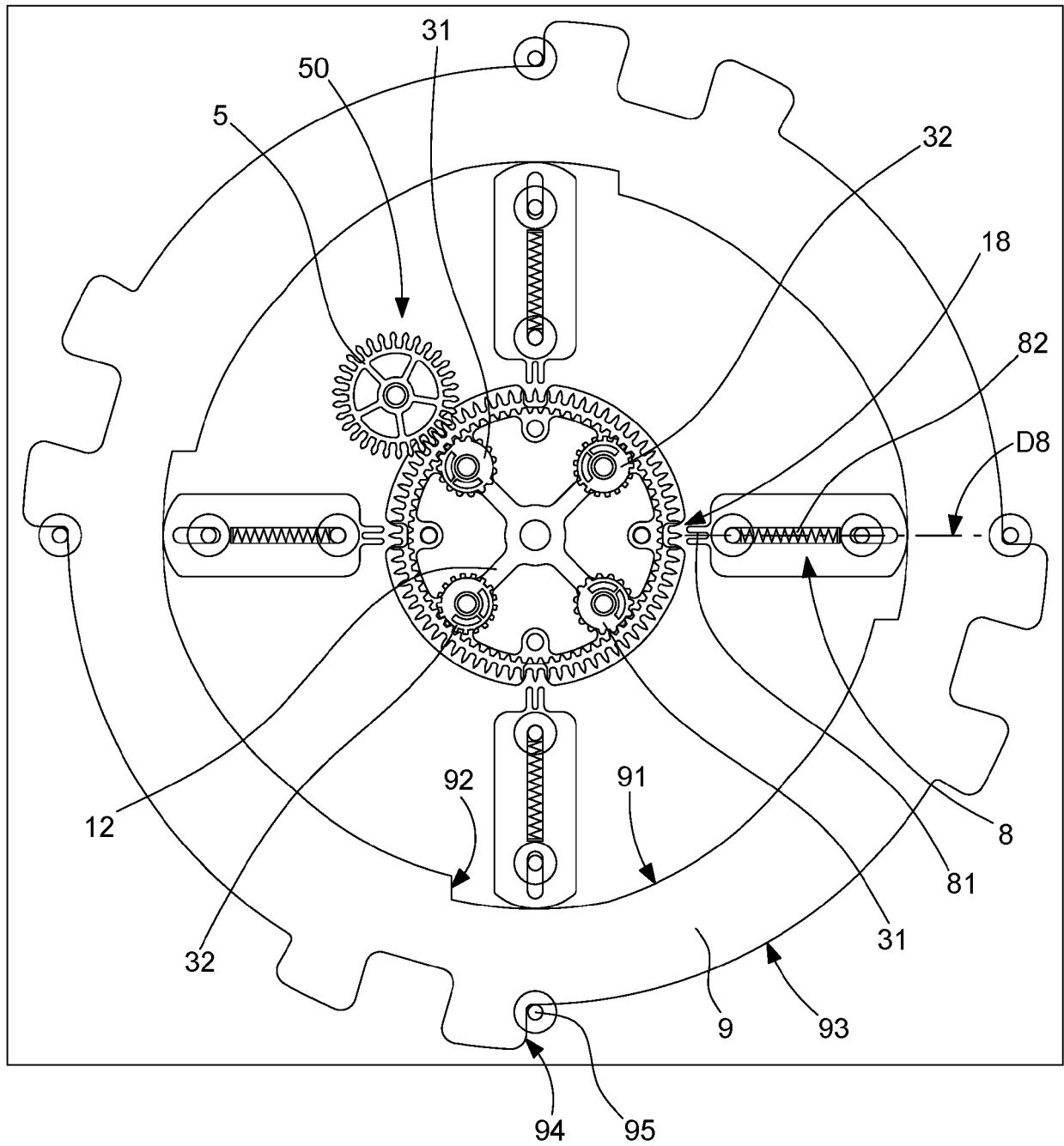


Fig. 19

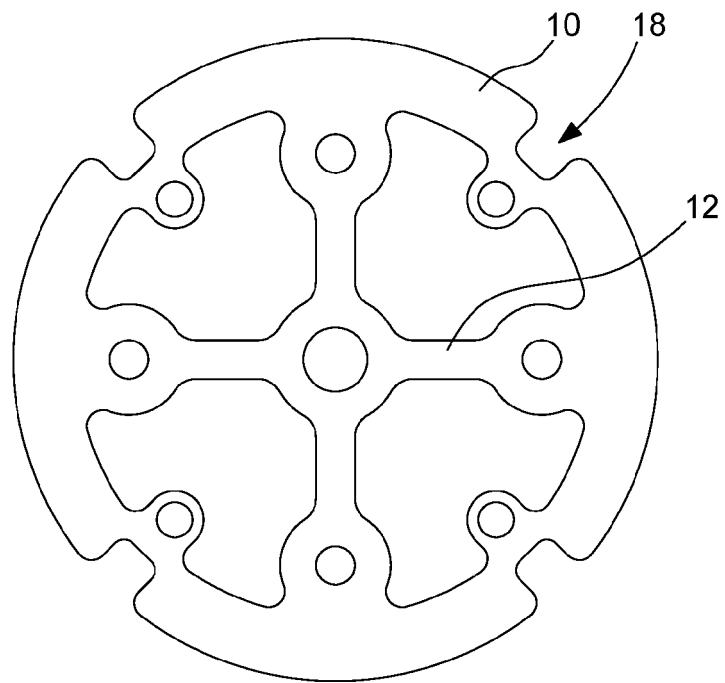


Fig. 20

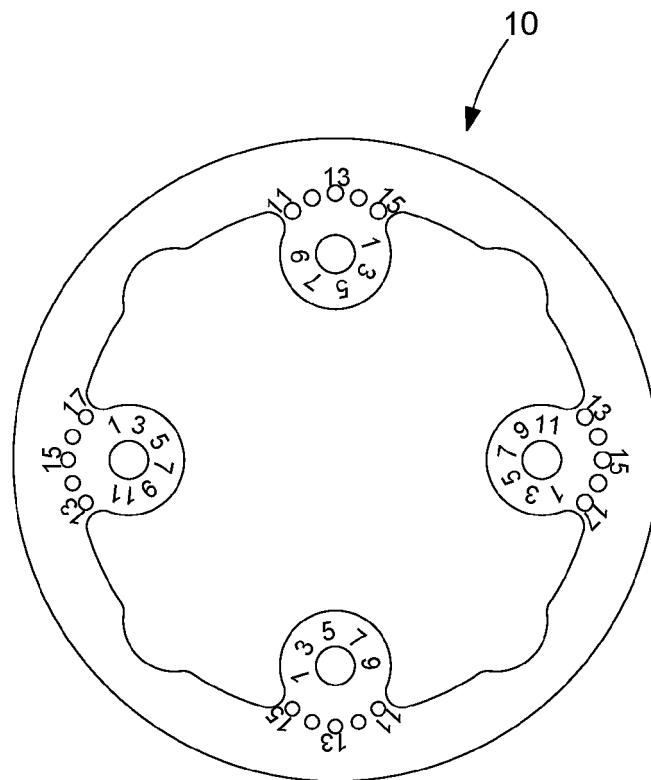


Fig. 21

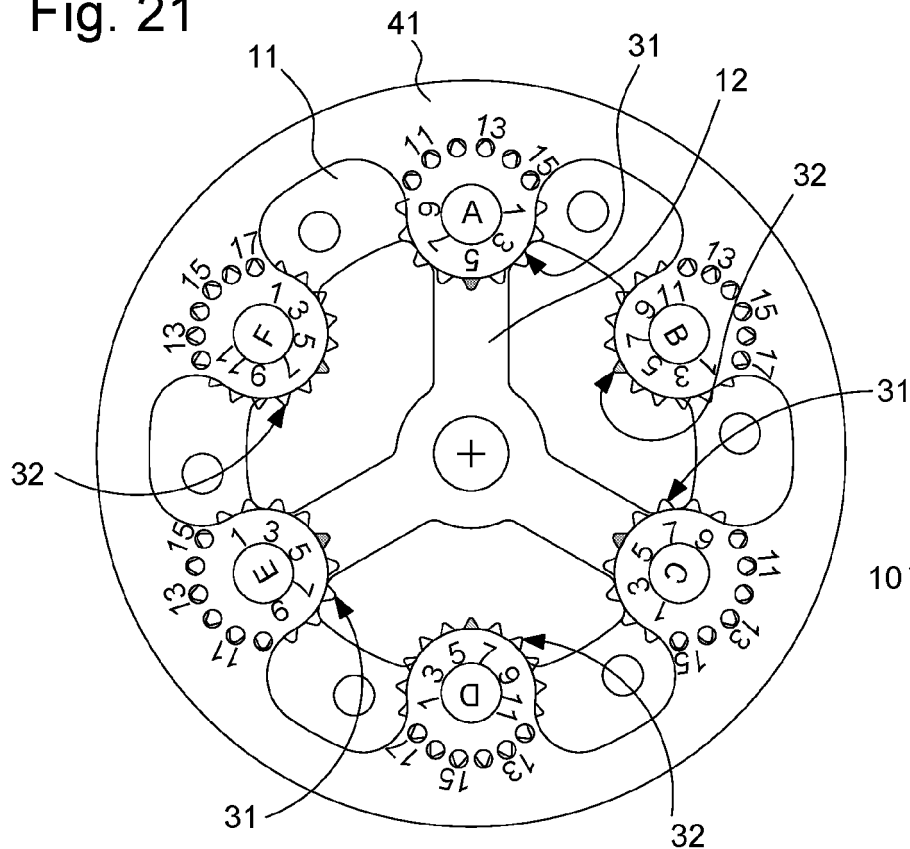


Fig. 22

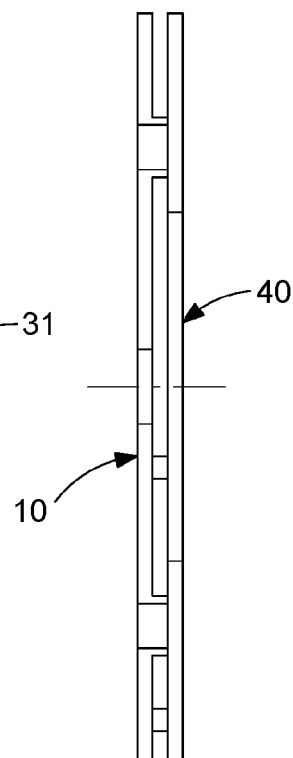


Fig. 23

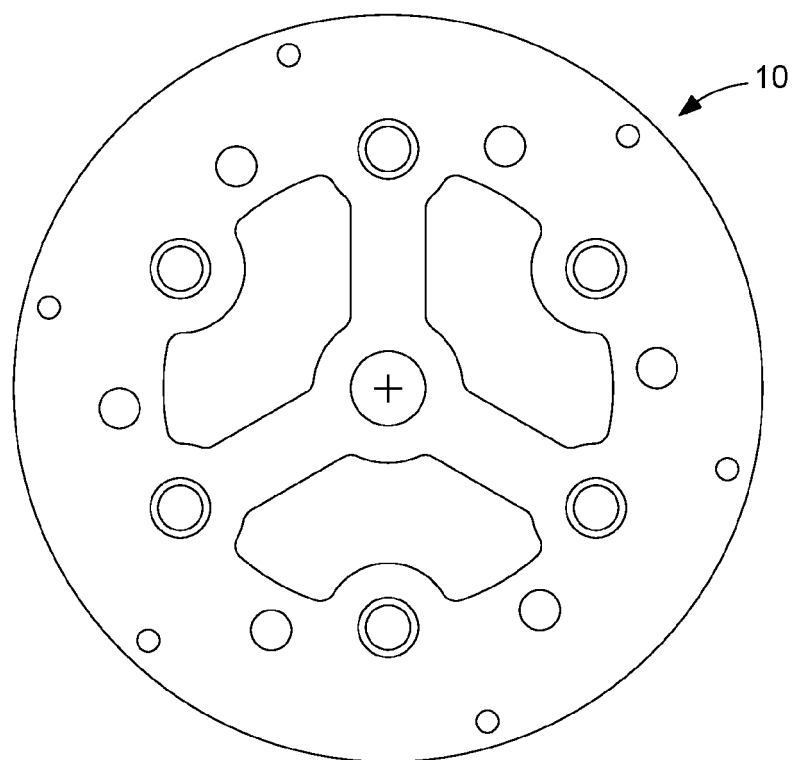


Fig. 24

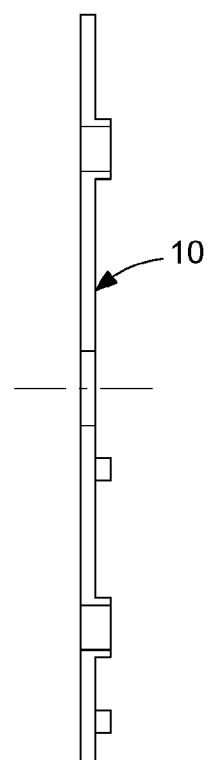


Fig. 25

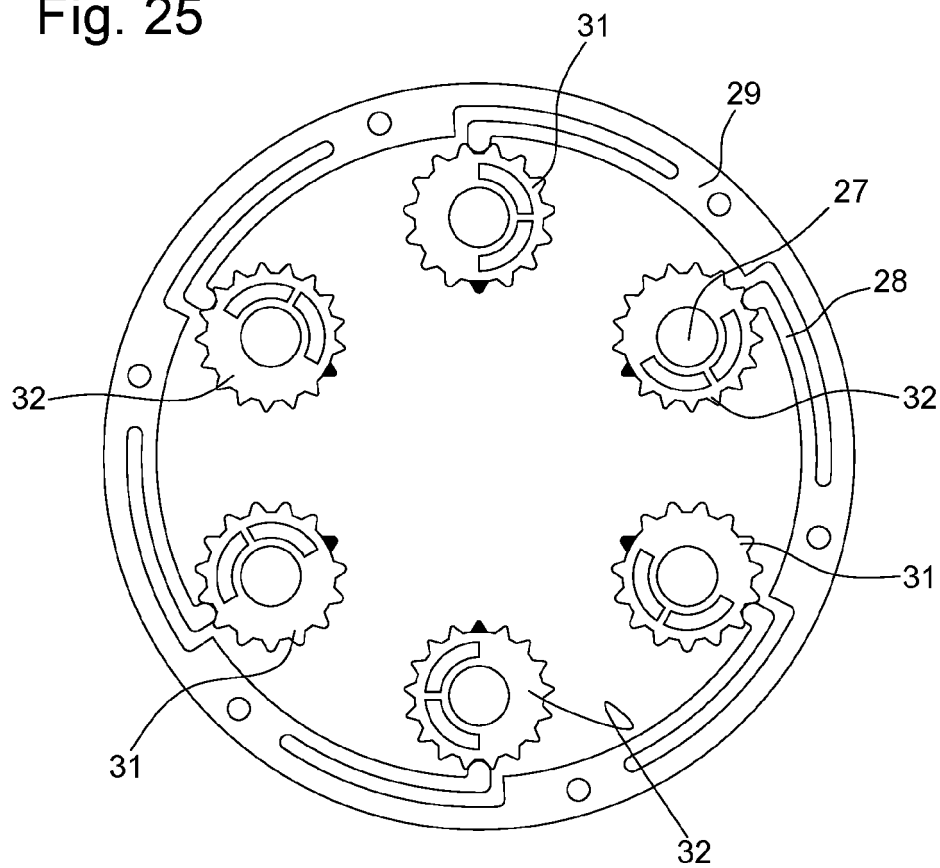


Fig. 26

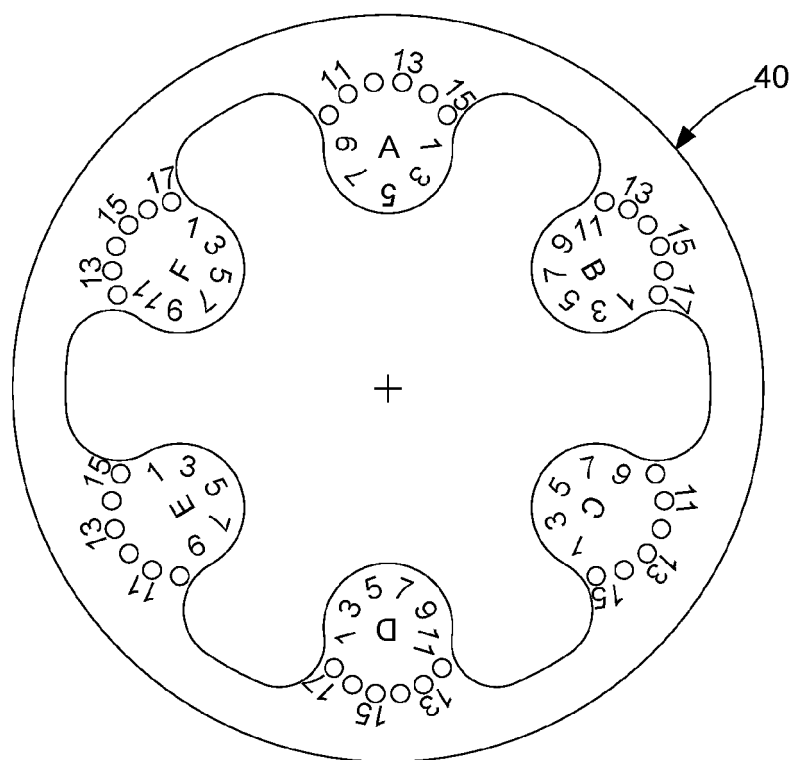


Fig. 27

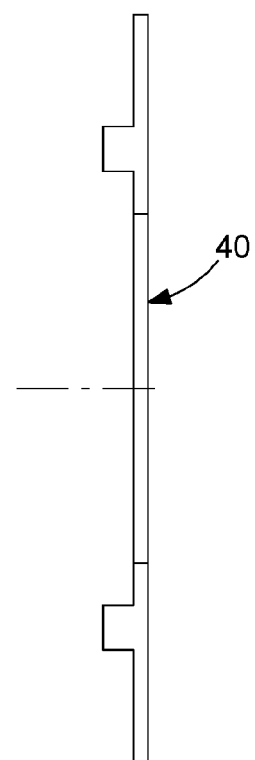


Fig. 28

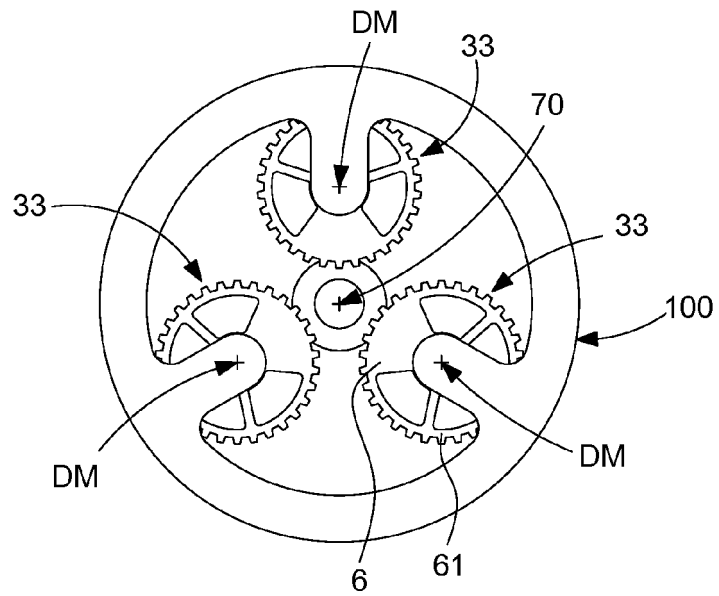


Fig. 29

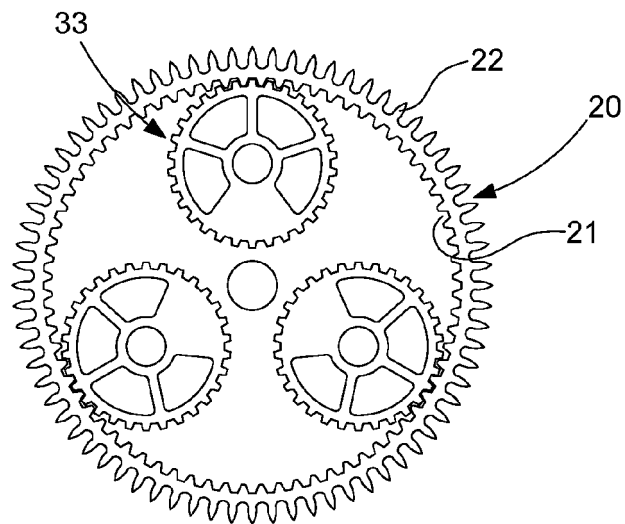


Fig. 30

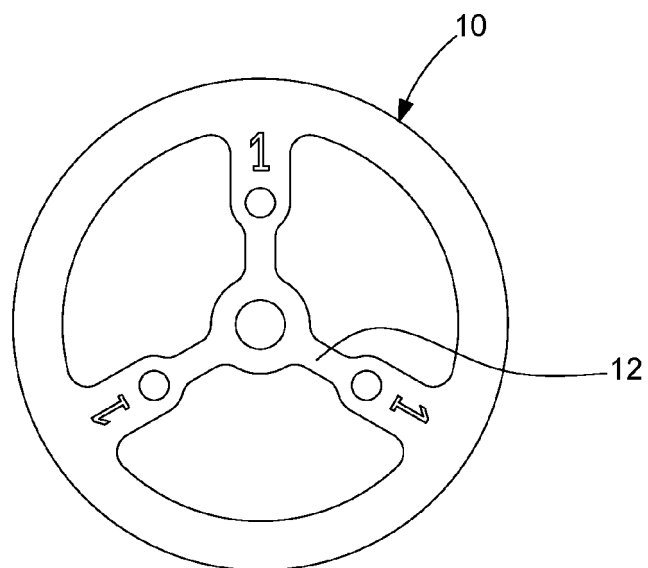


Fig. 31

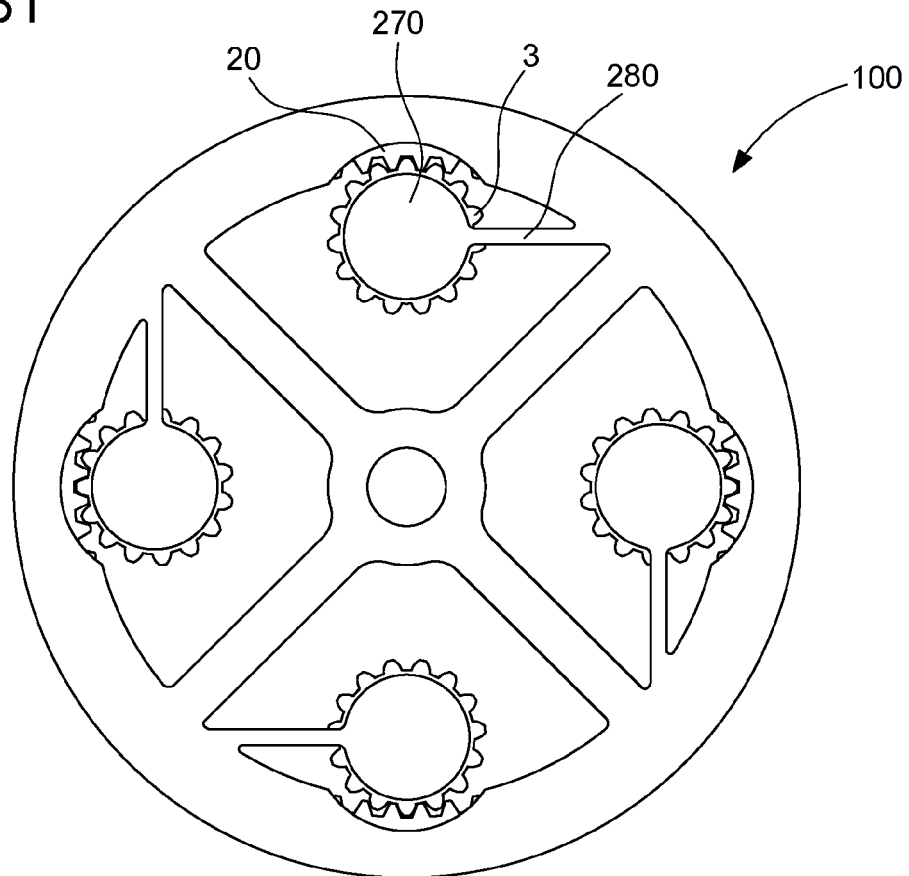
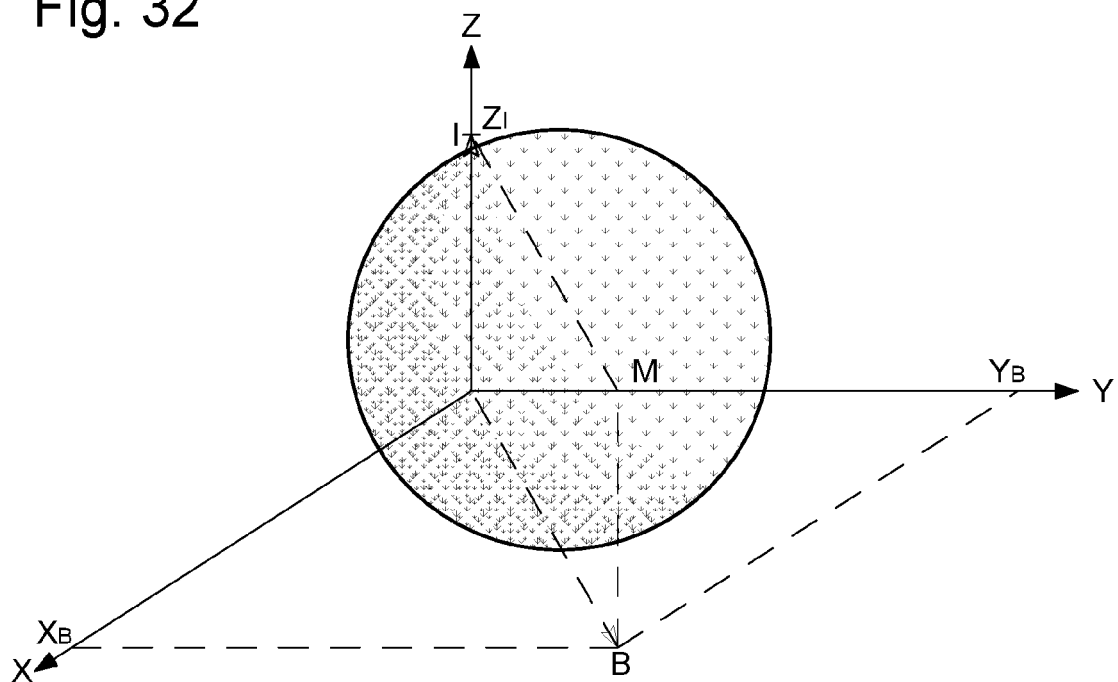


Fig. 32





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 19 21 4354

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Y	FR 675 597 A (C IZURIETA CHIRIBOGA) 12 février 1930 (1930-02-12)	1,4,7,8, 15-20, 22-24	INV. G04B17/06 G04B17/28 G04B18/00
A	* page 2, lignes 49-73 * * figure 3 *	2,3,5,6, 13,21	
Y	CH 703 462 A2 (NIVAROX SA [CH]) 31 janvier 2012 (2012-01-31)	1,4,7,8, 15-20, 22-24	
	* figure 3 * * alinéas [0065] - [0066] *		
X	FR 1 598 034 A (HAMILTON WATCH COMPANY) 29 juin 1970 (1970-06-29)	1,4, 8-12, 14-20, 22-24	
A	* page 7, ligne 16 - page 8, ligne 20 * * figures 7, 8 *	2,3,5,6, 13,21	
A	FR 351 979 A (JOSEPH ALEXANDRE FREUND [CH]) 31 juillet 1905 (1905-07-31) * page 1, ligne 47 - page 2, ligne 12 * * figures 1-3 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) G04B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 19 mai 2020	Examineur Pirozzi, Giuseppe
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 19 21 4354

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

19-05-2020

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 675597 A	12-02-1930	AUCUN	
CH 703462 A2	31-01-2012	AUCUN	
FR 1598034 A	29-06-1970	CH 515539 A	28-05-1971
		CH 1540068 A4	28-05-1971
		DE 1902364 A1	04-09-1969
		FR 1598034 A	29-06-1970
		GB 1227458 A	07-04-1971
		US 3455104 A	15-07-1969
FR 351979 A	31-07-1905	AUCUN	

EPO FORM P0460

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 3252545 B1 [0008] [0009] [0055] [0069]
- EP 3252546 B1 [0009] [0055] [0069]