



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**06.12.2017 Bulletin 2017/49**

(51) Int Cl.:  
**G04D 7/08 (2006.01) G04B 18/00 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **16172841.5**

(22) Date de dépôt: **03.06.2016**

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

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

(72) Inventeurs:  
• **Paratte, Lionel**  
**2000 Neuchâtel (CH)**  
• **Corson, Donald William**  
**1400 Yverdon-Les-Bains (CH)**  
• **Lécho, Dominique**  
**2722 Les Reussilles (CH)**

(74) Mandataire: **Giraud, Eric et al**  
**ICB**  
**Ingénieurs Conseils en Brevets SA**  
**Faubourg de l'Hôpital 3**  
**2001 Neuchâtel (CH)**

(54) **MECANISME D'HORLOGERIE A REGLAGE D'INERTIE DE BALANCIER**

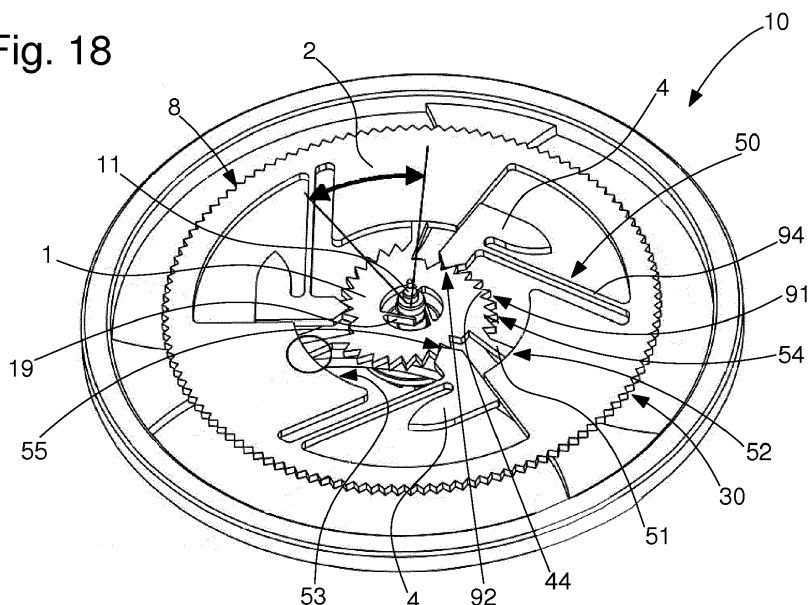
(57) Balancier (10) comportant un anneau (2) distinct de sa serge (12), porté par un flasque (1) par rapport auquel toute rotation de cet anneau (2) sous l'action d'un couple externe modifie la position de masselottes (4) portées élastiquement par le flasque (1), chacune indexable parmi différentes positions angulaires stables correspondant à des inerties différentes du balancier (10).

Mouvement (300) comportant ce balancier (10), un organe de manoeuvre (20) mobile entre des positions embrayée et débrayée qui comporte un moyen d'arrêt

(160) pour immobiliser la serge (12) en position embrayée, et un moyen de commande (80) pour faire tourner l'anneau (2) pour modifier la position des masselottes (4) dans la position embrayée.

Montre (1000) comportant ce mouvement (300), une couronne (110) commandant ce moyen de commande (80), une bague d'embrayage (102) tournante commandant l'embrayage/débrayage de l'organe de manoeuvre (20) sous interaction sans contact avec un outil de réglage (200) externe.

**Fig. 18**



## Description

### Domaine de l'invention

**[0001]** L'invention concerne un balancier d'horlogerie à réglage d'inertie, comportant un arbre portant d'une part une serge par l'intermédiaire d'au moins un bras, et d'autre part un flasque intérieur fixé sur ledit arbre et portant directement ou indirectement un anneau extérieur avec, entre ledit flasque intérieur et ledit anneau extérieur, une pluralité de premières liaisons élastiques de guidage équilibrées dans un plan perpendiculaire à l'axe dudit arbre.

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

**[0003]** L'invention concerne encore une montre comportant un tel mouvement, et un organe de commande constitué par un poussoir ou par une couronne agencée pour commander au travers d'un pignon coulant le mouvement d'une minuterie.

**[0004]** L'invention concerne encore un ensemble horloger comportant une telle montre, et un outil de réglage agencé pour autoriser le réglage d'inertie dudit balancier.

**[0005]** L'invention concerne le domaine des mouvements d'horlogerie mécanique avec oscillateur à balancier, et le réglage de marche d'un tel oscillateur.

### Arrière-plan de l'invention

**[0006]** Pour ajuster la marche d'une montre mécanique, il faut en général ouvrir la boîte et en extraire le mouvement, pour ensuite accéder aux composants permettant le réglage de la marche: rotation de la raquette pour changer la rigidité du spiral, rotation des vis du balancier pour en changer l'inertie, ou autre. Cette opération requiert donc des opérations supplémentaires coûteuses en temps. De plus, le contrôle d'étanchéité doit être refait. Parfois, également, il se produit aussi un décalage de la marche lors de l'opération d'emboîtement.

**[0007]** Dans les mécanismes existants, le mouvement doit être démonté pour accéder aux organes de réglage, la structure ne coopérant pas avec un réglage intérieur. De plus, le risque d'introduire des balourds lors du réglage n'est pas minimisé.

**[0008]** Le document CH 709 052 A2 au nom de Seiko Instruments fait état d'un balancier composé de deux parties, l'une étant rigide et munie de deux cames à 180°, et l'autre composée de deux bras élastiques appuyant sur ces cames, terminées par des masselottes. La rotation relative entre ces deux membres provoque un changement d'inertie par course radiale des masselottes. Une variante est munie d'une denture permettant l'insertion d'un outil spécial terminé par deux goupilles, la rotation de cet outil provoque un déplacement tangentiel précis des masselottes. Bien que tirant avantage de l'absence de jeu, ce réglage nécessite un démontage du mouve-

ment pour accéder avec l'outil au balancier. Ce mode de réglage ne permet pas d'empêcher l'apparition d'un balourd involontaire lors du réglage: le déplacement angulaire imposé par l'outil à l'une des extrémités risque de produire un décalage d'amplitude moindre à l'autre extrémité diamétralement opposée, en raison des frottements.

**[0009]** Le document CH 708 675 A1 au nom de Sercalo Microtechnology Ltd présente une structure monolithique en « LIGA »-métal (Lithographie, Galvanoformung und Abformung) ou « DRIE »-Si (Deep Reactive Ion Etching), comportant plusieurs lames élastiques entre un losange de fixation intérieur et un anneau légèrement elliptique extérieur, pouvant se fixer par des forces élastiques à l'intérieur d'une serge. La mise de marche est effectuée par rotation de l'ellipse élastique externe à l'aide de brucelles, ce qui éloigne ou approche les lames du centre, et change l'inertie. Toutefois il n'existe pas d'outil de réglage intégré. Même en utilisant la technologie silicium permettant d'atteindre une très grande précision de fabrication de cette pièce, le positionnement de la bague elliptique étant effectué en deux points, un balourd risque d'apparaître.

**[0010]** Le document CH 320 818 A au nom de H. Siegwart, décrit également des lames élastiques et un appui élastique s'appuyant à l'intérieur de la serge.

### Résumé de l'invention

**[0011]** L'invention se propose de mettre au point une solution permettant de régler la marche d'un mouvement mécanique, sans devoir ouvrir la boîte de montre, et sans introduire de balourd.

**[0012]** La solution proposée utilise préférentiellement la grande précision de la micro-fabrication silicium, ou similaire, pour réduire au maximum des éventuels balourds introduits lors du réglage, et surtout proposer une solution permettant d'effectuer le réglage sans devoir démonter la montre, avec des moyens de réglage intégrés au mouvement.

**[0013]** A cet effet, l'invention concerne un balancier d'horlogerie à réglage d'inertie, comportant un arbre portant d'une part une serge par l'intermédiaire d'au moins un bras, et d'autre part un flasque intérieur fixé sur ledit arbre et portant directement ou indirectement un anneau extérieur avec, entre ledit flasque intérieur et ledit anneau extérieur, une pluralité de premières liaisons élastiques de guidage équilibrées dans un plan perpendiculaire à l'axe dudit arbre, selon la revendication 1.

**[0014]** L'invention concerne encore un mouvement mécanique d'horlogerie comportant au moins un mécanisme oscillateur d'horlogerie comportant un tel balancier.

**[0015]** L'invention concerne encore une montre comportant un tel mouvement, et un organe de commande, notamment préexistant, constitué par un poussoir ou par une couronne agencée pour commander au travers d'un pignon coulant le mouvement d'une minuterie.

**[0016]** L'invention concerne encore un ensemble horloger comportant une telle montre, et un outil de réglage agencé pour autoriser le réglage d'inertie dudit balancier.

#### Description sommaire des dessins

**[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 illustrant deux familles de variantes de l'invention, où :

- la figure 1 représente, de façon schématisée, et en coupe, un balancier d'horlogerie à réglage d'inertie selon l'invention, qui comporte, dans un premier plan supérieur un anneau extérieur, porteur d'une denture périphérique, monté de façon élastique par rapport à un flasque intérieur solidaire de l'arbre de ce balancier, et agencé pour commander le mouvement de masselottes du balancier, et, dans un deuxième plan inférieur et parallèle au premier, une surface d'appui et de maintien, consistant en une surface extérieure de la serge du balancier, ou en une denture d'une planche inférieure. Ce balancier est représenté face à un organe de manoeuvre selon l'invention, qui comporte, au niveau du plan supérieur une denture de commande agencée pour coopérer avec la denture périphérique, et au niveau du plan inférieur une surface complémentaire d'appui et de maintien;
- la figure 2 est un schéma de principe d'une planche supérieure comportant, entre le flasque intérieur et l'anneau extérieur, d'une part trois premières liaisons élastiques à 120° les unes des autres et remplissant la fonction de guidage en rotation, et, intercalées entre les précédentes, et également disposées à 120° les unes des autres, trois masselottes chacune suspendue de part et d'autre par une deuxième liaison élastique non représentée;
- la figure 3 est similaire à la figure 2, mais avec deux premières liaisons élastiques à un angle de 180° au lieu de 120°, et deux masselottes seulement ;
- la figure 4 représente, de façon schématisée, partielle et en vue de dessus, une partie du mécanisme de réglage d'inertie, dans une première variante où la masselotte comporte un secteur denté qui est suspendu par une liaison à trois cols qui définissent ensemble un triangle isocèle symétrique par rapport à une perpendiculaire à une radiale issue de l'axe du balancier, entre deux tronçons de bras radiaux, l'un issu du flasque intérieur du balancier, et l'autre issu de l'anneau extérieur, le flasque intérieur portant encore un sautoir saillant radialement et coopérant en arrêt de maintien avec des dents du secteur denté, lequel comporte une graduation de repérage de la position angulaire de la masselotte ;
- la figure 5 est une illustration simplifiée des liaisons du mécanisme de la figure 4 ;
- la figure 6 représente, de façon schématisée, par-

tielle et en vue de dessus, une partie du mécanisme de réglage d'inertie, dans une deuxième variante, dite à cames, où la masselotte est un disque comportant deux dents opposées, attaché par une lame flexible perpendiculaire à un bras radial issu du flasque intérieur du balancier, et où l'anneau extérieur porte, sur des pistes non concentriques avec l'axe du balancier, deux secteurs dentés avec lesquels coopèrent les deux dents de la masselotte ;

la figure 7 représente, de façon schématisée, partielle et en vue de dessus, une partie d'un mécanisme de guidage à lames flexibles, dans une variante où le flasque intérieur porte des bras radiaux qui portent, par l'intermédiaire de lames élastiques radiales à deux cols chacune, un secteur concentrique intermédiaire qui est suspendu par l'intermédiaire de deux autres lames élastiques radiales à deux cols chacune, à l'anneau extérieur ;

la figure 8 est une illustration simplifiée des liaisons du mécanisme de la figure 7 ;

la figure 9 représente, de façon schématisée, partielle et en vue de dessus, un mécanisme où le réglage d'inertie et le guidage sont alternés par secteurs de 60°, sensiblement selon les variantes respectivement des figures 6 et 7 ;

la figure 10 représente, de façon schématisée, partielle et en vue de dessus, un détail avec des ressorts, montés radialement, pour la réduction du couple élastique de rappel, et la figure 11 illustre la variation du couple élastique en fonction de l'angle de déformation, en trait plein sans ces ressorts, et en trait interrompu avec ces ressorts ;

la figure 12 représente, de façon schématisée et en vue de dessus, une troisième variante avec structure flexible planétaire, où le flasque intérieur porte directement des secteurs dentés qui, au besoin, peuvent être non concentriques avec l'axe du balancier, indexé en position par un sautoir solidaire de l'anneau extérieur, et où des masselottes-planètes sont chacune reliées à la fois au flasque intérieur et à l'anneau extérieur, par des lames élastiques sensiblement concentriques ;

la figure 13 est un schéma montrant que les couples provoqués par les balourds des masselotte-planètes de la figure 12 lors d'un choc linéaire s'annulent et ne provoquent pas de rotation involontaire de l'anneau extérieur ;

la figure 14 représente, de façon schématisée, partielle et en vue de dessus, un détail d'un mouvement d'horlogerie comportant un tel balancier, au niveau de l'interface, dans le plan supérieur, entre l'anneau extérieur et l'organe de manoeuvre qui en commande la rotation, comportant un levier muni de roues, le corps de levier étant visible dans un plan inférieur distinct du plan supérieur dans lequel se fait un engrenement entre une roue menante que comporte l'organe de manoeuvre et une denture extérieure que comporte l'anneau extérieur;

- la figure 15 est un détail grossi de cet engrènement ;
- la figure 16 représente, de façon schématisée, partielle et en vue de dessus, un détail d'une montre comportant un tel mouvement d'horlogerie, en particulier : un mécanisme de commande comportant une bague d'embrayage commandant le levier de la figure 14, au niveau de l'interfaçage, dans le plan inférieur, une denture d'une planche inférieure du balancier et un peigne que comporte ce levier, et, au niveau de l'interfaçage supérieur, l'anneau extérieur et l'organe de manoeuvre, ici une roue, qui en commande la rotation ;
- la figure 17 est un détail de variante de réalisation de planche supérieure ou inférieure du balancier avec une pluralité de lames élastiques pinçant l'arbre de balancier ;
- la figure 18 représente, de façon schématisée, et en perspective, une réalisation particulière de balancier, selon une deuxième famille de variantes, qui est une structure de réglage d'inertie à spirale centrale, dans laquelle le pivotage est réalisé par frottement sur trois appuis de centrage ;
- la figure 19 représente, de façon schématisée, et en coupe, un balancier-spiral comportant une planche supérieure monobloc, et dans lequel le blocage de la serge se fait dans ce cas par friction sur le diamètre extérieur de celle-ci ;
- la figure 20 représente, de façon schématisée, et en vue de dessus, une montre comportant un mouvement d'horlogerie, avec un balancier-spiral comportant un balancier selon l'invention, avec son mécanisme de commande de réglage d'inertie commandé par la couronne, et, en perspective, un outillage externe, associé à ce type de montre, agencé pour commander sans contact, au travers de la boîte de la montre, la bague d'embrayage de la figure 16.

#### Description détaillée des modes de réalisation préférés

**[0018]** L'invention propose une solution de réglage de la marche d'un mouvement mécanique, sans ouverture de la boîte de montre, avec un dispositif de réglage d'inertie concernant à la fois un oscillateur équipé de façon particulière, et des moyens de commande accessibles à un utilisateur depuis l'extérieur de la boîte de montre, par exemple par la tige de remontage et de mise à l'heure, par un poussoir, ou autre.

**[0019]** Tel que visible notamment sur la figure 20, l'invention est décrite pour une montre 1000, comportant un mouvement mécanique 300, comportant lui-même au moins un oscillateur 100 comportant au moins un balancier 10, notamment un oscillateur à balancier-spiral, comportant un balancier 10 et au moins un spiral 18.

**[0020]** Plus particulièrement le dispositif de réglage d'inertie selon l'invention comporte une structure flexible de réglage d'inertie de balancier.

**[0021]** Tel que visible sur les figures, notamment sur les figures 1 à 3, l'invention concerne un balancier 10

d'horlogerie à réglage d'inertie, comportant un arbre 11 qui porte au moins une serge 12 par l'intermédiaire d'au moins un bras 13. Ce balancier 10 comporte au moins un flasque intérieur 1 fixé sur l'arbre 11, et au moins un anneau extérieur 2, qui est distinct de la serge 12.

**[0022]** Selon les variantes de l'invention, cet anneau extérieur 2 peut être fixé de différentes façons :

- sur les variantes des figures 4 à 9 et 12 à 16, l'anneau extérieur 2 est relié directement à un flasque intérieur 1, avec lequel il forme de préférence un ensemble monobloc, par une pluralité de premières liaisons élastiques de guidage 3 ;
- sur la variante préférée de la figure 18, le flasque intérieur 1 porte directement ou indirectement l'anneau extérieur 2 avec, entre le flasque intérieur 1 et l'anneau extérieur 2, une pluralité de premières liaisons élastiques de guidage 3. Dans la variante illustrée, le flasque intérieur 1 et l'anneau extérieur 2 sont agencés pour pivoter l'un par rapport à l'autre, sont coplanaires et distincts. Selon l'amplitude de liberté en rotation, une exécution monobloc est possible, et requiert alors un niveau supplémentaire.

**[0023]** Dans l'un ou l'autre cas, ces premières liaisons élastiques de guidage 3 sont équilibrées dans un plan perpendiculaire à l'axe B de l'arbre 11, de sorte que l'arbre 11 se trouve positionné exactement au centre d'inertie de la structure pour éviter les balourds, en particulier dans le cas où le flasque intérieur 1 et l'anneau extérieur 2 font partie d'une même structure monobloc. Cet anneau extérieur 2 est agencé pour pivoter par rapport au flasque intérieur 1, sous l'action d'un couple externe exercé à l'encontre d'un couple résistant exercé par ces premières liaisons élastiques de guidage 3.

**[0024]** Selon l'invention, le balancier 10 comporte une pluralité de masselottes 4.

**[0025]** Selon les variantes :

- sur la première famille de variantes des figures 4 à 9 et 12 à 16, ces masselottes sont fixées chacune par au moins une deuxième liaison élastique 5 à un flasque intérieur 1, et qui, selon les variantes, peuvent encore être fixées par une troisième liaison élastique 50 à un anneau extérieur 2, tel que visible notamment sur les figures 1, 4 et 12. Chaque masselotte 4 comporte des moyens d'indexage en position 6, lesquels sont agencés pour coopérer dans une position stable avec des moyens complémentaires d'indexage en position 7 que comporte un flasque intérieur 1 et/ou un anneau extérieur 2 ;
- sur la deuxième famille de variantes de la figure 18, chaque masselotte 4 est portée par l'anneau extérieur 2 par le moyen d'au moins une lame flexible extérieure 94, et est indexable dans une position angulaire stable définie par la coopération entre une première denture d'indexage 91 portée par le flasque intérieur 1 et une deuxième denture d'indexage 92

qui est portée par la masselotte 4.

**[0026]** L'invention est décrite plus particulièrement dans le cas simple où le balancier comporte un seul flasque intérieur 1, un seul anneau extérieur 2, et est facile à extrapoler pour une construction à plusieurs étages.

**[0027]** Selon l'invention, toute rotation de l'anneau extérieur 2 par rapport au flasque intérieur 1 modifie la position angulaire de ces masselottes 4.

**[0028]** Plus particulièrement, mais non limitativement, les moyens d'indexage en position 6, et les moyens complémentaires d'indexage en position 7 comportent des dents. Il est, encore, imaginable d'effectuer un indexage de type magnétique, ou autre.

**[0029]** Dans cette variante avec dents, et notamment tel que visible sur les figures 4 et 6, le balancier 10 comporte une pluralité de masselottes 4. Dans la première famille de variantes, chacune des masselottes 4 est portée au moins par le flasque intérieur 1 par au moins une deuxième liaison élastique 5 et chacune indexable dans une position angulaire stable définie par la coopération entre une première denture d'indexage 91 portée par le flasque intérieur 1 ou par la masselotte 4, et une deuxième denture d'indexage 92. Cette deuxième denture d'indexage 92 est portée par la masselotte 4 ou par l'anneau extérieur 2 quand la première denture d'indexage 91 est portée par le flasque intérieur 1, ou bien est portée par l'anneau extérieur 2 quand la première denture d'indexage 91 est portée par la masselotte 4. Dans la deuxième famille de variantes, chaque masselotte 4 est portée par l'anneau extérieur 2.

**[0030]** Toute rotation de cet anneau extérieur 2 par rapport au flasque intérieur 1 sous l'action d'un couple externe modifie la position angulaire des masselottes 4 du balancier 10, chacune portée par le flasque intérieur 1 par liaison élastique 5 et chacune indexable parmi différentes positions angulaires stables correspondant à des inerties différentes du balancier 10. La rotation de l'anneau extérieur 2, modifiant la position des masselottes 4, modifie donc le réglage d'inertie du balancier 10.

**[0031]** La figure 1 représente un tel balancier 10 d'horlogerie selon l'invention, qui comporte, dans un premier plan supérieur PS un anneau extérieur 2, porteur d'une denture périphérique 8, et monté de façon élastique par rapport à un flasque intérieur 1 solidaire de l'arbre 11 de ce balancier 10. Le balancier 10 comporte, dans un deuxième plan inférieur PI et parallèle au premier plan supérieur PS, une surface d'appui et de maintien angulaire du balancier, qui consiste, ou bien en une surface extérieure 120 de la serge 12 du balancier 10, ou bien en une denture 15 d'une planche inférieure 14, ou similaire ; la planche inférieure 14 est représentée avec une liaison élastique inférieure 16 avec un moyeu 17 fixé sur l'arbre 11. Ce balancier 10 est représenté face à un organe de manoeuvre 20 selon l'invention, qui comporte, au niveau du plan supérieur PS un moyen de commande 80, notamment porteur d'une denture de commande, notamment sous la forme d'une roue menante 81, agencée

pour coopérer avec la denture périphérique 8 de l'anneau extérieur 2, et au niveau du plan inférieur PI un moyen complémentaire 150 d'appui et de maintien, agencé pour coopérer avec la surface extérieure 120 de la serge 12 notamment par appui élastique frottant, ou de la denture 15 de la planche inférieure 14 par engrènement bloquant. Si les coopérations par dentures au niveau des plans supérieur PS et inférieur PI sont commodes, elles ne sont pas limitatives, et peuvent aussi consister en une friction, ou autre.

**[0032]** Plus particulièrement, la fonction de variation d'inertie est réalisée dans un balancier intégré et redessiné, au lieu d'être ainsi rapportée. Une planche inférieure 14 est fixée à l'arbre 11 du balancier, alors qu'une planche supérieure monobloc 30 est fixée en son centre à l'arbre 11 du balancier, mais peut tourner en son extérieur. Des ressorts de centrage par rapport à l'arbre 11 du balancier, avantageusement réalisés sous la forme de lames élastiques 19, visibles sur la figure 17, permettent d'annuler tout balourd involontaire introduit par l'une ou l'autre des planches inférieure 14 ou supérieure 30 ajoutées. On veillera à adapter judicieusement le nombre de lames élastiques au type de matériau. Par exemple, la rigidité du silicium monocristallin étant anisotrope, et qui par exemple dans le cas d'une coupe perpendiculaire au plan cristallin <100> présente une période azimutale de 90°, ce nombre devrait être pair et égal ou supérieur à 4. Dans le cas d'un matériau isotrope, ce nombre peut être impair et égal ou supérieur à 3. Après insertion sur l'arbre 11, les centres de ces planches y sont de préférence fixées définitivement par un moyen comme, mais non limité à, un collage ou un brasage.

**[0033]** Dans une alternative, les lames élastiques pinçant l'arbre 11 du balancier doivent exercer une friction supérieure au couple maximal exercé sur l'anneau extérieur 2 lors du réglage d'inertie. A cette fin, l'organe de manoeuvre 20 mis en oeuvre pour commander le réglage d'inertie comporte avantageusement un dispositif de tarage pour limiter ce couple imprimé à l'anneau extérieur 2.

**[0034]** Dans une réalisation avantageuse, le balancier 10 comporte une planche supérieure monobloc 30 qui comporte le flasque intérieur 1, les premières liaisons élastiques de guidage 3, l'anneau extérieur 2, les masselottes 4, les deuxième liaisons élastiques 5, les premières dentures d'indexage 91, et les deuxième dentures d'indexage 92, et les troisième liaisons élastiques 50 quand le balancier 10 en comporte.

**[0035]** Dans un mode particulier de réalisation, le flasque intérieur 1 comporte une pluralité de lames élastiques 19 serrant concentriquement l'arbre 11 avec un couple de friction supérieur à la valeur maximale du couple externe.

**[0036]** Dans un autre mode particulier de réalisation, le flasque intérieur 1 est fixé de façon irréversible sur l'arbre 11, par soudage, brasage, collage, ou autre procédé similaire.

**[0037]** Dans un autre mode encore de réalisation, le

flasque intérieur 1 comporte une pluralité de lames élastiques 19 serrant concentriquement l'arbre 11 avec un couple de friction supérieur à la valeur maximale du couple externe, et ces lames élastiques 19 sont fixées de façon irréversible sur l'arbre 11, par soudage, brasage, collage, ou autre procédé similaire.

**[0038]** Dans une variante avantageuse, pour effectuer un arrêt en position angulaire meilleur qu'un simple appui sur la serge, le balancier 10 comporte une planche inférieure 14 fixée directement ou indirectement sur l'arbre 11 et comportant des moyens d'arrêt périphériques 15, tels qu'une denture ou similaire.

**[0039]** Dans une variante avantageuse, pour une commande précise de réglage d'inertie, l'anneau extérieur 2 comporte une denture 8 périphérique et continue axée sur l'axe B de l'arbre 11, et la rotation de la denture 8 modifie la position des masselottes 4 entre deux positions d'indexage stables.

**[0040]** Dans une réalisation particulière, le flasque intérieur 1 est solidaire de l'arbre 11.

**[0041]** Dans une réalisation particulière, le balancier 10 embarque une structure flexible monocouche et micro-usinée, tirant profit de la grande précision de contour des technologies « MEMS », typiquement 1 à 2 micromètres de précision de positionnement, pour une épaisseur de 150 micromètres, constituant une planche supérieure monobloc 30 telle que définie plus haut.

**[0042]** De préférence, afin de conférer au système une précision maximum, les planches sont micro-usinées (techniques issues de la fabrication sur silicium) et si possible chacune dans une seule couche (procédé à un masque), comme représenté.

**[0043]** Il est ainsi possible de rajouter une telle planche supérieure monobloc 30 sur un balancier existant pour lui apporter la fonction de réglage d'inertie offerte par l'invention, sans occupation notable de volume dans l'oscillateur.

**[0044]** Quand le balancier 10 comporte une planche inférieure 14, celle-ci peut également être réalisée dans une technologie « MEMS » ou similaire.

**[0045]** Bien sûr, toute autre technologie aussi précise, adaptée et connue de l'homme du métier est envisageable, telle que découpage laser, jet d'eau, ou autre.

**[0046]** Les figures 2 à 11 illustrent des variantes de mécanismes flexibles de réglage d'inertie, selon l'invention, dans un mode de réalisation avantageux mais non limitatif comportant une planche supérieure monobloc 30.

**[0047]** De façon générale, tel que visible sur les figures 2 et 3, l'anneau extérieur 2, notamment pourvu d'une denture 8 dans la réalisation préférée illustrée, peut pivoter élastiquement par rapport à son centre, lequel est fixé à l'arbre 11 de balancier comme exposé plus haut. Des portions angulaires de 180°, 120°, 90°, 72°, ..., et au nombre de respectivement 2, 3, 4, 5, ..., sont disposées entre le centre et l'anneau extérieur 2. Elles sont chargées de réaliser les deux fonctions principales, soit le guidage par exemple avec des lames élastiques, et le

réglage d'inertie par exemple avec des masselottes mobiles. On peut imaginer que ces fonctions soient alternées par secteur angulaire, ou encore intégrées si cela est possible. La règle d'adaptation du nombre de secteurs au matériau, citée plus haut pour le nombre des lames de centrage, s'applique également ici.

**[0048]** Les figures 2 et 3 illustrent deux variantes, à 120° et à 180°, d'une planche supérieure 30 comportant, entre le flasque intérieur et l'anneau extérieur, une alternance de premières liaisons élastiques remplissant la fonction de guidage en rotation, et, intercalées entre les précédentes, de masselottes chacune suspendue élastiquement.

**[0049]** Dans une première variante visible sur la figure 4, la première denture d'indexage 91 est portée par le flasque intérieur 1 et est constituée par un sautoir intérieur 42 saillant radialement, et la deuxième denture d'indexage 92 est portée par la masselotte 4 et est un premier secteur denté 43. Cette masselotte est suspendue par une liaison à trois premiers cols 45, 21, 41, qui définissent ensemble un triangle isocèle ACC' symétrique par rapport à une perpendiculaire à une radiale issue de l'axe B du balancier 10, entre deux tronçons de bras radiaux, l'un issu du flasque intérieur 1, et l'autre issu de l'anneau extérieur 2. La masselotte 4 en forme de secteur de cercle peut pivoter élastiquement en C, lors du déplacement angulaire de l'anneau extérieur 2, mue par le triangle de pivots élastiques C'-A-C. Le sautoir intérieur 42 coopère en arrêt de maintien avec des dents du secteur denté 43, et permet le positionnement précis de la masselotte 4. Une graduation de repérage 93 sur la masselotte 4 permet la lecture de sa position angulaire. Un dimensionnement correct de la mécanique provoque le déplacement synchronisé dans les mêmes crans de toutes masselottes, au risque de provoquer un balourd. Une variante consiste en un mécanisme comportant un seul sautoir et une seule crémaillère d'indexation pour la structure complète, avec une masselotte de compensation pour ramener le centre de gravité au centre de rotation du balancier.

**[0050]** Dans une deuxième variante visible sur la figure 6, la première denture d'indexage 91 est portée par la masselotte 4 et comporte au moins une dent 46, et la deuxième denture d'indexage 92 est portée par l'anneau extérieur 2 et comporte au moins un deuxième secteur denté 72 de centre distinct de l'axe B de l'arbre 11. Dans cette deuxième variante, dite à cames, la masselotte 4 est un disque comportant deux dents 46 opposées, attaché par une lame flexible 47 perpendiculaire à un bras radial 49 issu du flasque intérieur 1. L'anneau extérieur 2 porte, sur des pistes, de rayons RA et RB, non concentriques avec l'axe B du balancier 10, ce qui permet de modifier l'inertie, deux secteurs dentés 72, avec lesquels coopèrent les deux dents 46 de la masselotte 4. La modification d'inertie vient du changement de la position radiale de la masselotte 4, qui résulte elle-même du changement de position relative angulaire entre la masselotte et l'anneau extérieur 2, via la pente corres-

pendant au rayon RB ou RA. Cette deuxième variante comporte, comme la première, une plage bidirectionnelle de réglage. Il faut remarquer qu'en position neutre, dans les deux solutions il n'y a pas de serrage/contrainte entre sautoir et crémaillère, l'espace sera aussi fin que l'on peut micro-usiner des fentes dans un procédé monocouche (un seul masque photo-lithographique). Cet espace (de type 5 micromètres pour 0.10 mm d'épaisseur) peut être bien entendu ramené à 0 ou moins (état contraint) pour les autres positions angulaires.

**[0051]** La figure 7 illustre un mécanisme de guidage à lames flexibles, dans une variante où le flasque intérieur 1 porte des bras radiaux qui portent eux-mêmes, par l'intermédiaire de lames élastiques radiales 31 à deux deuxièmes cols 34 chacune, un secteur concentrique intermédiaire 33 qui est suspendu par l'intermédiaire de deux autres lames élastiques radiales 32 à deux deuxièmes cols 34 chacune, à l'anneau extérieur 2. L'anneau extérieur 2 est suspendu sur deux lames concourantes au centre, fixées sur le coude intermédiaire 33, lequel est lui-même relié au flasque intérieur 1. Il s'agit de la mise en série de deux guidages rotatifs RCC (remote center compliance = élasticité à centre de rotation distant). Le principe est expliqué en figure 8, qui illustre la liaison articulée au niveau des deuxièmes cols, pour une demi-structure avec les quatre deuxièmes cols 34 remplacés par des pivots K'L'M'N'. On voit bien que le centre instantané de rotation pour de petites amplitudes est au niveau de l'axe B de l'arbre 11 du balancier 10.

**[0052]** La figure 9 illustre un mécanisme où le réglage d'inertie et le guidage sont alternés par secteurs de 60°, sensiblement selon les variantes respectivement des figures 6 et 7. La modification d'inertie vient du changement de la position radiale de la masselotte 4, qui résulte elle-même du changement de position relative angulaire entre la masselotte et l'anneau extérieur 2, via la pente correspondant au rayon RB ou RA. Entre les bras radiaux issus du flasque intérieur 1 et l'anneau extérieur 2 on voit des paires constituées, d'une part de lames élastiques radiales 31 vues plus haut, et aussi des ressorts 36, montés radialement, pour la réduction du couple élastique de rappel. Ces ressorts diminuent la rigidité de rotation naturelle des lames, si l'on veut éviter un couple trop fort à exercer sur l'anneau extérieur 2 et utiliser un système d'indexation crémaillère-sautoir à force constante basse. Comme il est impossible de lithographier des ressorts armés, on peut utiliser des crochets pour armer des ressorts fabriqués en position détendue : de façon avantageuse, quand le balancier 10 comporte une planche supérieure monobloc 30, confectionnée par un procédé « LIGA » ou « MEMS » ou similaire, chaque ressort 36 est constitué de demi-ressorts 361, munis de crochets 362 présentés tête-bêche, éloignés l'un de l'autre lors de l'élaboration de la planche monobloc 30, tel que visible en partie gauche de la figure, et qu'il suffit ensuit d'accrocher pour former un attelage 363 pour obtenir l'effort de rappel requis. La figure 11 illustre la variation du couple élastique CE en fonction de l'angle de déformation

$\theta$ , en trait plein sans ces ressorts, et en trait interrompu avec ces ressorts.

**[0053]** Dans une troisième variante illustrée à la figure 12, la première denture d'indexage 91 est portée par le flasque intérieur 1, et comporte un troisième secteur denté 44 dont le centre est distinct de l'axe B de l'arbre 11, et la deuxième denture d'indexage 92 est portée par l'anneau extérieur 2, et est constituée par un sautoir extérieur 29. Plus particulièrement le balancier 10 comporte ici une planche supérieure monobloc 30 qui est une structure flexible planétaire dont les planètes sont des masselottes à balourd permettant le réglage d'inertie, qui sont liées au flasque intérieur 1 et/ou à l'anneau extérieur 2 par le biais de lames élastiques.

**[0054]** Plus particulièrement, le flasque intérieur 1 porte directement des secteurs dentés 44 non concentriques avec l'axe B du balancier 10, indexés chacun en position par un sautoir extérieur 29 solidaire de l'anneau extérieur 2, et où les masselottes 4 sont chacune reliée à la fois au flasque intérieur 1 et à l'anneau extérieur 2, par des lames élastiques 48 sensiblement concentriques l'une à l'autre et à l'axe B de l'arbre 11.

**[0055]** Cette troisième variante fonctionne comme un mouvement planétaire, dans lequel les deux masselottes 4 (planètes) roulent entre le flasque intérieur 1 et l'anneau extérieur 2, lesquels sont tenus ensemble par ces lames élastiques 48 qui s'enroulent autour des masselottes 4. A mesure que l'angle de rotation augmente, le couple élastique de rappel dû aux lames élastiques 48 peut varier, notamment mais non nécessairement augmenter. Ainsi, pour éviter un dérapage du système d'indexation, il est possible d'incliner la crémaillère de troisième secteur denté 44 de façon à obtenir une force de retenue qui compense le couple des lames 48 par l'action du sautoir extérieur 29. Dans une réalisation particulière, cette force de retenue est progressive. Relevons que ce système est insensible aux chocs. En effet, les couples provoqués par les balourds des masselottes-planètes lors d'un choc linéaire s'annulent et ne provoquent pas de rotation involontaire de l'anneau extérieur 2, tel que visible sur la figure 13. Ceci est également valable pour N masselottes-planètes sollicitées dans toute direction dans le plan du mouvement. Les sautoirs extérieurs 29 doivent vaincre les couples de rappel exercés par les lames élastiques 48, et, ce qui est très important, centrer l'anneau extérieur 2 pour ne pas introduire de balourd.

**[0056]** Une autre réalisation, de la deuxième famille de variantes, est illustrée à la figure 18: il s'agit d'une structure de réglage d'inertie à spirale centrale, dans laquelle le pivotage n'est pas élastique, mais réalisé par frottement sur des appuis, ici trois appuis de centrage.

**[0057]** Dans ce mode de réalisation, le balancier 10 d'horlogerie à réglage d'inertie comporte un arbre 11 portant d'une part une serge 12 par l'intermédiaire d'au moins un bras 13, et d'autre part un flasque intérieur 1 fixé sur cet arbre 11 et portant, directement ou indirectement, un anneau extérieur 2, avec, entre ce flasque intérieur 1 et cet anneau extérieur 2, une pluralité de pre-

mières liaisons élastiques de guidage 3, qui sont équilibrées dans un plan perpendiculaire à l'axe B de l'arbre 11.

**[0058]** Selon l'invention, dans ce mode de réalisation, l'anneau extérieur 2 est distinct de la serge 12, et est agencé pour pivoter par rapport au flasque intérieur 1 sous l'action d'un couple externe exercé à l'encontre d'un couple résistant exercé par les premières liaisons élastiques de guidage 3.

**[0059]** Ce balancier 10 comporte une pluralité de masselottes 4, chacune portée par l'anneau extérieur 2 par le moyen d'au moins une lame flexible extérieure 94, et chacune indexable dans une position angulaire stable définie par la coopération entre une première denture d'indexage 91 portée par le flasque intérieur 1 et une deuxième denture d'indexage 92 qui est portée par la masselotte 4. Toute rotation de l'anneau extérieur 2 par rapport au flasque intérieur 1 modifie la position angulaire des masselottes 4. Et l'anneau extérieur 2 comporte des portées 53 de guidage en glissement d'appuis 52 que comporte le flasque intérieur 1. Chaque portée 5 se déploie sur un secteur angulaire correspondant à la plage de réglage du balancier 10. Les appuis 52 que comporte le flasque intérieur 1 sont avantageusement situés en extrémité de bras 51 sensiblement radiaux par rapport à l'axe B de l'arbre 11. Dans une réalisation particulière, ces bras 51 sont flexibles, mais sont moins flexibles que les lames flexibles extérieures 94.

**[0060]** Plus particulièrement, le flasque intérieur 1 comporte, en tant que première denture d'indexage 91, une spirale crantée 44 fixée à l'arbre 11 du balancier 10, formée ici de trois tronçons crantés de cote radiale évolutive, alors que l'anneau extérieur 2 porte des masselottes 4, au nombre de trois dans cet exemple non limitatif, solidaires chacune par le moyen d'au moins une lame flexible extérieure 94. Dans ce même exemple non limitatif, l'anneau extérieur 2 comporte ici trois portées 53 sur lesquelles glissent trois appuis 52, sur un secteur angulaire de 30°, correspondant à la plage de réglage, que comportent des bras 51 de la spirale crantée 44. La rotation relative entre l'anneau extérieur 2 et la spirale crantée 44, avec laquelle coopèrent des dents 55, au niveau de la deuxième denture d'indexage 92 de chaque masselotte 4, provoque le déploiement centro-symétrique des masselottes 4.

**[0061]** Dans une application particulière et non limitative, pour un balancier 10 avec une serge 12 de diamètre 10,6 mm, une planche supérieure monobloc 30 en silicium de diamètre 7,9 mm et d'épaisseur 150 micromètres, une inertie totale de  $1,83 \cdot 10^{-9} \text{ kg.m}^2$ , le réglage de marche correspondant aux 30° d'amplitude de réglage atteint 37,4 secondes par jour.

**[0062]** Les crans de la spirale crantée 44 peuvent bien entendu être adaptés et réduits, notamment pour atteindre une résolution demandée de par exemple 0,5 secondes par jour. De façon avantageuse, ce mécanisme comporte encore des éléments de guidage vertical pour assurer la tenue en Z de l'anneau extérieur 2, non repré-

sentés sur la figure. Les appuis 52 de centrage de l'anneau extérieur 2 et les portées 53 sont avantageusement éloignés d'un jeu, non nul, d'une valeur de quelques micromètres, et adapté pour garantir la chute simultanée des sautoirs du balancier 10 lors d'un réglage tangentiel. Ainsi ce sont les masselottes 4 qui centrent parfaitement l'anneau extérieur 2 à la spirale crantée 44, elle-même centrée sur l'arbre 11 par des lames flexibles 19. Lors de la sollicitation en rotation de l'anneau extérieur 2, la fonction des bras 51 est de garantir que les dents 55 des trois masselottes 4 tombent de façon synchrone dans leurs crans de spirale crantée 44, de sorte qu'il n'y ait pas de décalage. De ce fait, le couple exercé par les lames via ces crans est plus élevé que le couple de friction en fin de chute des masselottes dans les crans.

**[0063]** Dans une réalisation avantageuse, ce balancier 10 comporte une planche monobloc qui comporte l'anneau extérieur 2, les masselottes 4, les lames flexibles extérieures 94 et les deuxième dentures d'indexage 92. Dans une réalisation avantageuse, le flasque intérieur 1 comporte une pluralité de lames élastiques 19 serrant concentriquement l'arbre 11 avec un couple de friction supérieur à la valeur maximale du couple externe. Dans une autre réalisation, ce flasque intérieur 1 est fixé de façon irréversible sur l'arbre 11.

**[0064]** Naturellement, ce mode de réalisation peut être réalisé avec un nombre d'éléments différents.

**[0065]** L'invention concerne encore un mouvement mécanique 300 d'horlogerie, tel que visible notamment sur la figure 20, comportant au moins un mécanisme oscillateur 100 d'horlogerie comportant un tel balancier 10, et un organe de manoeuvre 20 agencé pour commander le réglage d'inertie du balancier 10 par modification de la position d'au moins certaines des masselottes 4 que comporte le balancier 10. Cet organe de manoeuvre 20 est mobile entre une position embrayée et au moins une position débrayée. Selon l'invention, l'organe de manoeuvre 20 comporte un moyen d'arrêt 160 agencé pour immobiliser directement ou indirectement la serge 12 dans la position embrayée, et au moins un moyen de commande 80, notamment denté, agencé pour, dans la position embrayée, entraîner en rotation l'anneau extérieur 2, notamment une denture 8 que comporte l'anneau extérieur 2, pour modifier la position des masselottes 4 avec lesquelles coopère l'anneau extérieur 2.

**[0066]** L'invention concerne encore, tel que visible notamment sur la figure 20, une montre 1000 comportant un tel mouvement 300, un organe de commande constitué par un poussoir ou par une couronne 110 agencée pour commander au travers d'un pignon coulant 111 le mouvement d'une minuterie 112. Cette minuterie 112 comporte une roue d'entrée 115, qui est agencée pour entraîner au moins un tel moyen de commande 80 denté dans la position embrayée de l'organe de manoeuvre 20. Et la montre 1000 selon l'invention comporte une bague d'embrayage 102 mobile en rotation pour commander l'embrayage ou le débrayage de l'organe de manoeuvre 20, et cette bague d'embrayage 102 est de préférence



cachée à l'utilisateur.

**[0067]** Un tel agencement permet la transformation d'une montre existante, comportant, préexistants, un organe de commande tel que couronne, poussoir, lunette, targette ou similaire, un pignon coulant, et une minuterie.

**[0068]** L'invention est décrite ici dans le cas particulier, non limitatif, d'un balancier 10 comportant une planche supérieure monobloc 30, dont l'anneau extérieur 2 comporte une denture 8.

**[0069]** Tel que visible notamment sur la figure 16, par rotation de cette planche supérieure monobloc 30 relativement à la serge 12 du balancier 10, ou, comme ici à la planche inférieure 14 quand le balancier 10 en comporte une, et qui est synchrone avec la serge 12, cette serge 12 étant au préalable bloquée en rotation, et pour n'importe quelle position angulaire de la serge 12, l'inertie de la planche supérieure monobloc 30, et donc du balancier 10, change. La rotation de l'anneau extérieur 2, notamment de cette planche supérieure monobloc 30 est effectuée par le moyen de commande 80 de l'organe de manoeuvre 20, notamment sous la forme d'une roue menante 81 adjacente au balancier 10, portée par un levier 150 bistable que comporte le moyen d'arrêt 160, dans le mode de réalisation non limitatif illustré par les figures. Le levier 150 est embrayé/débrayé latéralement par l'action mécanique d'une bague rotative 102 périphérique au mouvement d'horlogerie 300 qui comporte l'oscillateur 100, ce qui permet d'accéder à l'oscillateur 100 où qu'il se trouve sur le pourtour.

**[0070]** La figure 16 montre un exemple d'une partie de ce mécanisme d'embrayage. La bague d'embrayage 102 agit sur deux pentes 154 et 155 du levier 150 par un doigt 103 qu'elle comporte, pour commander le basculement du levier 150, selon son sens de rotation. La position dessinée en trait plein montre le levier 150 en position de blocage de la denture 15 de la planche inférieure 14, par un peigne 151 que comporte le levier 150, dans une position « ON »: le balancier 10 est en prise avec la minuterie et la couronne 110 de la montre 1000. Un sautoir de levier 156 introduit une bistabilité sur le levier 150. Pour passer en position « OFF » de déblocage, en trait interrompu sur la figure, la bague 102 tourne vers le bas et provoque le basculement et le débrayage du levier 150, libérant le balancier 10.

**[0071]** Si ici le levier 150 comporte un peigne 151 pour coopérer avec la denture inférieure 15 de la planche inférieure 14, on comprend qu'il peut aussi, quand le balancier 10 est dépourvu de planche inférieure 14, comporter une surface de friction agencée pour coopérer et notamment entrer en contact avec la surface extérieure 120 de la serge 12.

**[0072]** Quand on relâche le levier 150, la structure flexible est maintenue par un sautoir intégré, tel le sautoir intérieur 42 de la figure 4, ou le sautoir extérieur 29 de la figure 12. Ce sautoir intégré retient la masselotte 4, et exerce un couple de rappel suffisant pour retenir aussi l'anneau extérieur 2.

**[0073]** De préférence, afin de conférer au système une

précision maximum, les planches inférieure 14 et supérieure 30 sont micro-usinées (techniques issues de la fabrication sur silicium) et si possible dans une seule couche (procédé à un masque), comme représenté. Le levier 150, embrayé par l'action de la bague 102, s'approche latéralement du balancier 10 (position ON) et maintient angulairement celui-ci à l'aide de son peigne 151 en prise avec la planche inférieure 14 attachée au balancier 10. La roue menante 81 engrène alors simultanément la planche supérieure 30.

**[0074]** La montre 1000 selon l'invention comporte un organe de commande constitué par un poussoir, une targette, ou similaire, ou, comme représenté sur les figures, notamment sur la figure 20, une couronne 110, laquelle présente l'avantage d'un réglage réversible dans les deux sens. La mise en rotation par la couronne 110, mobile classiquement entre au moins deux positions T1 et T3, entraîne au travers du pignon coulant 111 le mouvement de la minuterie 112, de la roue d'entrée 115, de la roue menante 81, et donc l'anneau extérieur 2 de la planche supérieure 30, lequel peut pivoter et changer l'inertie du balancier 10.

**[0075]** Pour garantir une insertion sans effort des dentures, celles-ci sont pointues, tel que visible sur la figure 15. Une fois insérées, leur profil étant droit, à la rigueur légèrement négatif, le cisaillement des forces de contact exercées par la roue menante 81 et par le peigne 151 du levier 150 sur les deux planches, supérieure 30, et inférieure 14, ne provoque pas de résultante radiale susceptible de déplacer les pivots antichoc du balancier 10.

**[0076]** La minuterie 112 peut entraîner une roue au centre 113 porteuse d'une aiguille 114 permettant de visualiser le réglage effectué.

**[0077]** L'invention concerne encore un ensemble horloger comportant une telle montre 1000, tel que visible sur les figures 20 et 21, et un outil de réglage 200 qui est agencé pour commander la rotation de la bague d'embrayage 102. De façon avantageuse et propre à l'invention, la bague d'embrayage 102 et l'outil de réglage 200, en particulier constitué par une clé magnétique, tel qu'illustré, comportent des zones magnétiques complémentaires 101, respectivement 201, pour l'entraînement en rotation de la bague d'embrayage 102 sous l'action de l'outil de réglage 200 quand les zones magnétiques complémentaires 101 et 201 sont en coopération au travers de la boîte de la montre 1000. La bague 102 est avantageusement, dans une variante particulière, munie de cibles ferromagnétiques 101 : P, Q, R, S, judicieusement placées et cachées, de façon que seule une clé extérieure 200 ayant des plots magnétiques 201, notamment aimants néodymes ou similaire, placés à certains endroits P', Q', R', S', et mise en regard, puisse décrocher si besoin et tourner. L'avantage d'une bague 102 uniquement ferromagnétique, et de forme sensiblement circulaire, globalement de révolution, est son insensibilité aux champs magnétiques externes susceptible de la faire pivoter, et aux objets ferromagnétiques externes, dans le cas indésirable de présence d'aimants.

**[0078]** La figure 20 illustre une vue d'ensemble du dispositif de réglage de marche par modification de l'inertie du balancier 10, sans ouvrir la montre 1000 et sans ajouter de poussoir. La bague d'embrayage 102 comportant les cibles ferromagnétiques 101 est mue en rotation par une clé magnétique 200, outil externe à la montre, comportant les plots magnétiques 201, lorsque celle-ci est positionnée coaxialement à la montre (avec leurs axes confondus). La bague 102 peut être d'abord attirée axialement contre les aimants, puis une rotation de la clé 200 provoque une rotation de la bague 102 par couple réluctant sur les cibles ferromagnétiques 101. La position angulaire de ces cibles étant cachée à l'utilisateur, seule la bonne clé pourra provoquer la rotation de la bague. Le but étant de faire faire le réglage par le SAV, afin de ne pas ternir le renom de la marque en cas de tentative de réglage infructueuse de la part du porteur. La clé magnétique 200 coopère ainsi avec la bague d'embrayage 102, dont le nombre et la position des cibles ferromagnétiques 101 sont cachées à l'utilisateur, afin d'empêcher une tentative infructueuse de réglage de la part de l'utilisateur. De préférence, les plots magnétiques 201 sont également cachés au niveau de la clé 200.

**[0079]** Le processus de réglage de marche se déroule comme suit. En premier lieu, le pivotement de la bague 102 à l'aide de la clé magnétique 200 provoque le basculement du levier 150 en direction du balancier 10, dans le but d'engrener la roue menante 81 du levier 150 avec le dispositif de réglage d'inertie rotatif embarqué sur le balancier 10. On passe ainsi de la position OFF à la position ON. La roue menante 81 est solidaire de la roue de renvoi 115 de la minuterie 112. Ensuite, en tirant la couronne 110 en position T3 (réglage de l'heure), la couronne 110 est à la fois en prise avec l'aiguille des minutes 114 et le réglage d'inertie du balancier 10, via le pignon coulant 111 et le renvoi. La rotation de la couronne 110 permet alors l'ajustement d'inertie, avec en plus une lecture de cette correction possible par l'aiguille des minutes 114, ce qui est très pratique. Une fois le réglage effectué, on débraye le levier 150 à l'aide de la clé 200 en repassant de position ON en position OFF, puis on effectue une mise à l'heure et on remet finalement la couronne 110 en position T1.

**[0080]** En somme, l'invention permet :

- de modifier l'inertie du balancier, notamment sur une plage de typiquement 10 à 100 secondes par jour, voire davantage;
- par modification de position de masselottes entre différentes positions stables, puisqu'elles sont toujours accrochées dans des crans ;
- à l'aide d'au moins un élément flexible à inertie réglable micro-usiné, embarqué sur ce balancier ;
- de disposer d'un mécanisme d'embrayage de la rotation de couronne vers le changement d'inertie via une clé magnétique agissant sur une bague d'embrayage au travers de l'emboîtement.

## Revendications

1. Balancier (10) d'horlogerie à réglage d'inertie, comportant un arbre (11) portant d'une part une serge (12) par l'intermédiaire d'au moins un bras (13), et d'autre part un flasque intérieur (1) fixé sur ledit arbre (11) et portant directement ou indirectement un anneau extérieur (2), avec, entre ledit flasque intérieur (1) et ledit anneau extérieur (2), une pluralité de premières liaisons élastiques de guidage (3) équilibrées dans un plan perpendiculaire à l'axe (B) dudit arbre (11), **caractérisé en ce que** ledit anneau extérieur (2) est distinct de ladite serge (12) et agencé pour pivoter par rapport audit flasque intérieur (1) sous l'action d'un couple externe exercé à l'encontre d'un couple résistant exercé par lesdites premières liaisons élastiques de guidage (3), **caractérisé en ce que** ledit balancier (10) comporte une pluralité de masselottes (4) chacune portée par ledit anneau extérieur (2) par le moyen d'au moins une lame flexible extérieure (94) et chacune indexable dans une position angulaire stable définie par la coopération entre une première denture d'indexage (91) portée par ledit flasque intérieur (1) et une deuxième denture d'indexage (92) qui est portée par ladite masselotte (4), et **en ce que** toute rotation dudit anneau extérieur (2) par rapport audit flasque intérieur (1) modifie la position angulaire desdites masselottes (4), et **en ce que** ledit anneau extérieur (2) comporte des portées (53) de guidage en glissement d'appuis (52) que comporte ledit flasque intérieur (1).
2. Balancier (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** chaque dite portée (5) se déploie sur un secteur angulaire correspondant à la plage de réglage dudit balancier (10).
3. Balancier (10) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** lesdits appuis (52) que comporte ledit flasque intérieur (1) sont situés en extrémité de bras (51) sensiblement radiaux par rapport audit axe (B) dudit arbre (11).
4. Balancier (10) selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** ledit balancier (10) constitue une structure de réglage d'inertie à spirale centrale, dans laquelle le pivotage est réalisé par frottement desdits appuis (52) sur lesdites portées (53), et **en ce que** ledit flasque intérieur (1) comporte, en tant que dite première denture d'indexage (91), une spirale crantée (44) fixée audit arbre (11), et **en ce que** toute rotation relative entre ledit anneau extérieur (2) et ladite spirale crantée (44), avec laquelle coopèrent des dents (55) que comporte ladite deuxième denture d'indexage (92) de chaque dite masselotte (4), provoque le déploiement centro-symétrique desdites masselottes (4).

5. Balancier (10) selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** ledit balancier (10) comporte encore des éléments de guidage vertical pour assurer la tenue axiale en Z, parallèlement audit axe (B) dudit arbre (11), dudit anneau extérieur (2).
6. Balancier (10) selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** lesdits appuis (52) dudit anneau extérieur (2), et lesdites portées (53) sont éloignés d'un jeu non nul d'une valeur de quelques micromètres et adapté pour garantir la chute simultanée des sautoirs dudit balancier (10) lors d'un réglage tangentiel.
7. Balancier (10) selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** ledit balancier (10) comporte une planche monobloc qui comporte ledit anneau extérieur (2), lesdites masselottes (4), lesdites lames flexibles extérieure (94) et lesdites deuxième dentures d'indexage (92).
8. Balancier (10) selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** ledit flasque intérieur (1) comporte une pluralité de lames élastiques (19) servant concentriquement ledit arbre (11) avec un couple de friction supérieur à la valeur maximale dudit couple externe.
9. Balancier (10) selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** ledit flasque intérieur (1) est fixé de façon irréversible sur ledit arbre (11).
10. Balancier (10) selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** ledit anneau extérieur (2) comporte une denture (8) périphérique et continue axée sur l'axe (B) dudit arbre (11), et **en ce que** la rotation de ladite denture (8) modifie la position desdites masselottes (4) entre deux positions d'indexage stables.
11. Mouvement mécanique (300) d'horlogerie comportant au moins un mécanisme oscillateur (100) d'horlogerie comportant un dit balancier (10) selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** ledit mouvement mécanique (300) comporte un organe de manoeuvre (20) agencé pour commander le réglage d'inertie dudit balancier (10) par modification de la position d'au moins certaines desdites masselottes (4) que comporte ledit balancier (10), ledit organe de manoeuvre (20) étant mobile entre une position embrayée et au moins une position débrayée, **caractérisé en ce que** ledit organe de manoeuvre (20) comporte un moyen d'arrêt (160) agencé pour immobiliser directement ou indirectement ladite serge (12) dans ladite position embrayée, et au moins un moyen de commande (80) agencé pour, dans ladite position embrayée, entraîner en rotation ledit anneau extérieur (2) pour modifier la position desdites masselottes (4) avec lesquelles coopère ledit anneau extérieur (2).
12. Mouvement mécanique (300) selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** la rotation dudit anneau extérieur (2) est effectuée par ledit moyen de commande (80) qui comporte une roue menante (81) adjacente audit balancier (10), portée par un levier (150) bistable que comporte ledit moyen d'arrêt (160), ledit levier (150) étant embrayé/débrayé latéralement par l'action mécanique d'une bague rotative (102) périphérique audit mouvement d'horlogerie (300).
13. Montre (1000) comportant un dit mouvement (300) selon la revendication 12, et un organe de commande constitué par un poussoir ou par une couronne (110) agencée pour commander au travers d'un pignon coulant (111) le mouvement d'une minuterie (112), **caractérisée en ce que** ladite minuterie (112) comporte une roue d'entrée (115) agencée pour entraîner au moins un dit moyen de commande (80) dans ladite position embrayée dudit organe de manoeuvre (20), et encore **caractérisée en ce que** ladite montre (1000) comporte une bague d'embrayage (102) mobile en rotation pour commander l'embrayage ou le débrayage dudit organe de manoeuvre (20).
14. Ensemble horloger comportant une dite montre (1000) selon la revendication 13, et un outil de réglage (200) agencé pour autoriser le réglage d'inertie dudit balancier (10), **caractérisée en ce que** ledit outil de réglage (200) est agencé pour commander la rotation de ladite bague d'embrayage (102), et **en ce que** ladite bague d'embrayage (102) et ledit outil de réglage (200) comportent des zones magnétiques complémentaires (101 ; 201) pour l'entraînement en rotation de ladite bague d'embrayage (102) sous l'action dudit outil de réglage (200) quand lesdites zones magnétiques complémentaires (101 ; 201) sont en coopération.
15. Ensemble horloger selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** ledit outil de réglage (200) est une clé magnétique comportant des plots magnétiques (201) et agencée pour coopérer avec ladite bague d'embrayage (102), dont les zones magnétiques (101) sont des cibles ferromagnétiques (101) dont le nombre et la position sont cachés à l'utilisateur, afin d'empêcher une tentative infructueuse de réglage de la part de l'utilisateur.

Fig. 1

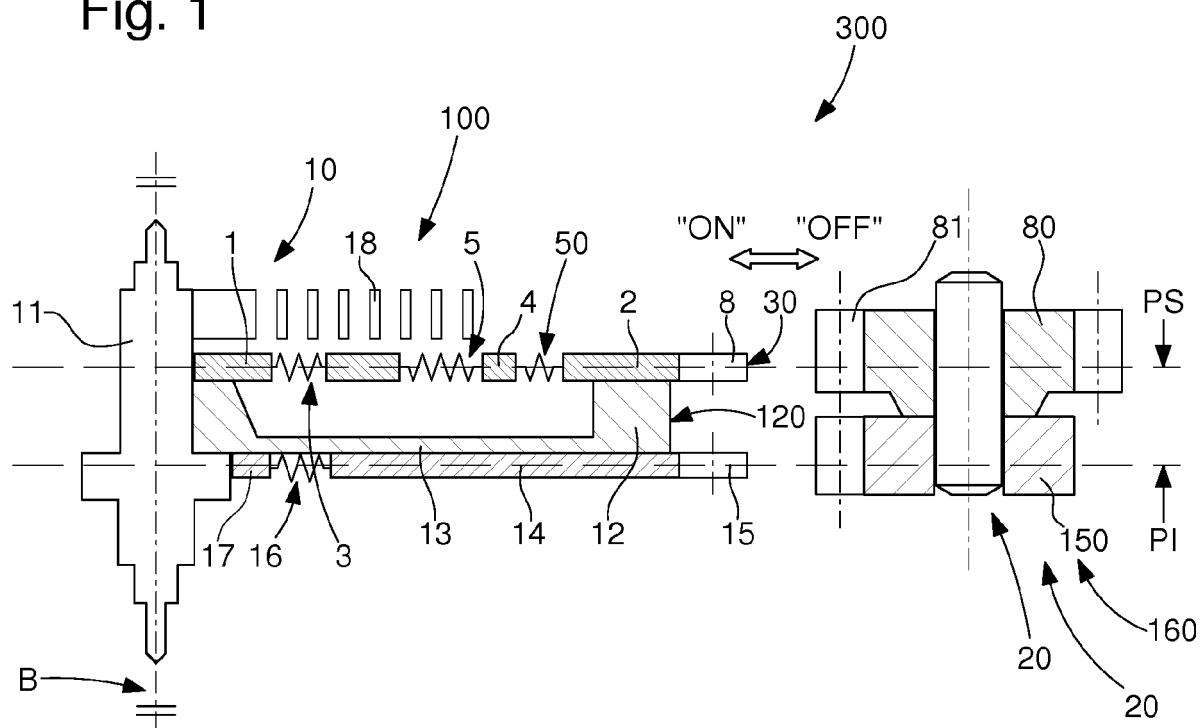


Fig. 2

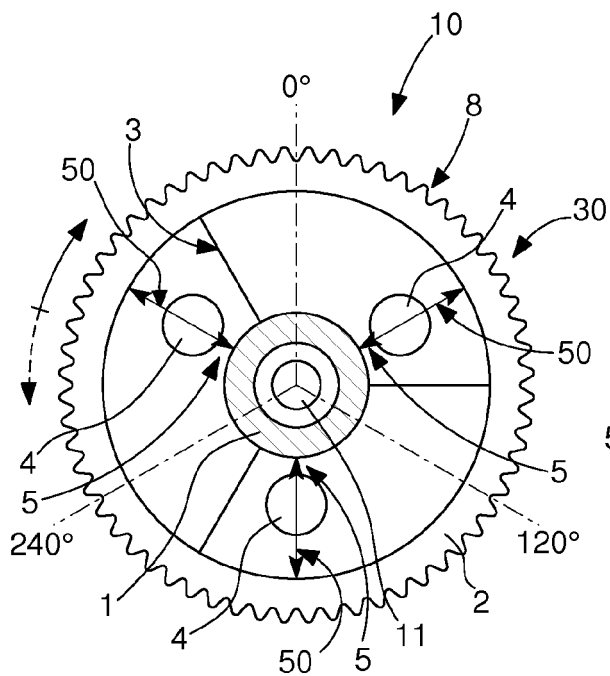


Fig. 3

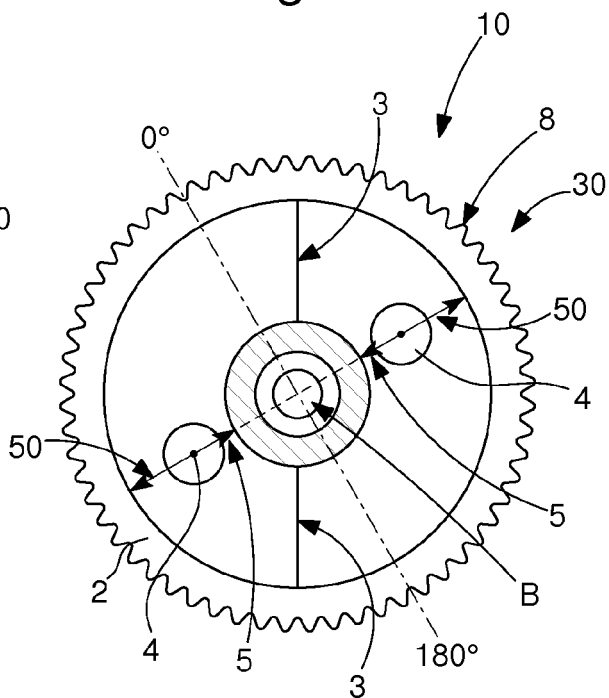


Fig. 4

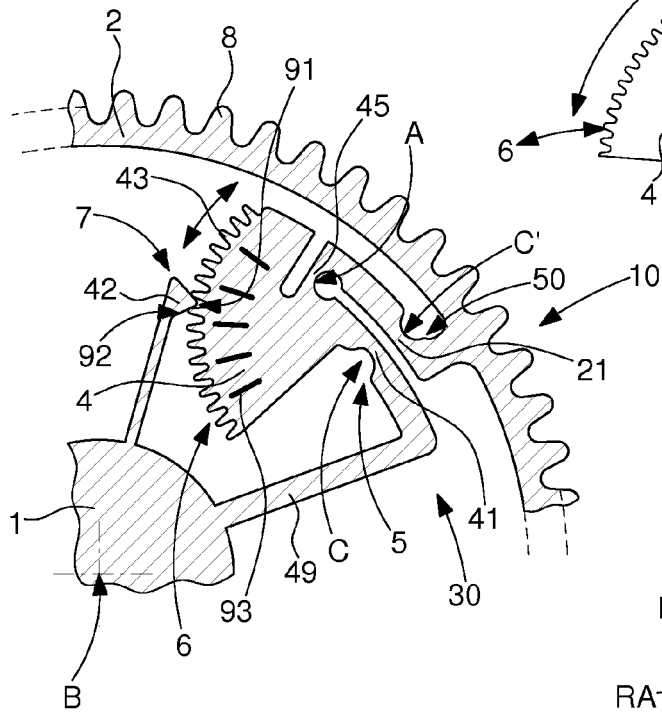


Fig. 5

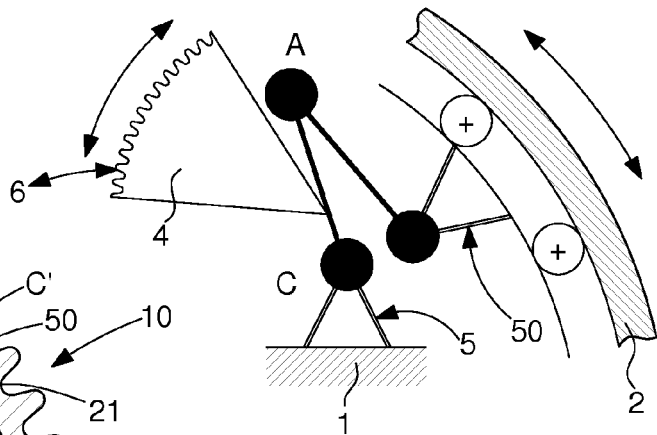


Fig. 6

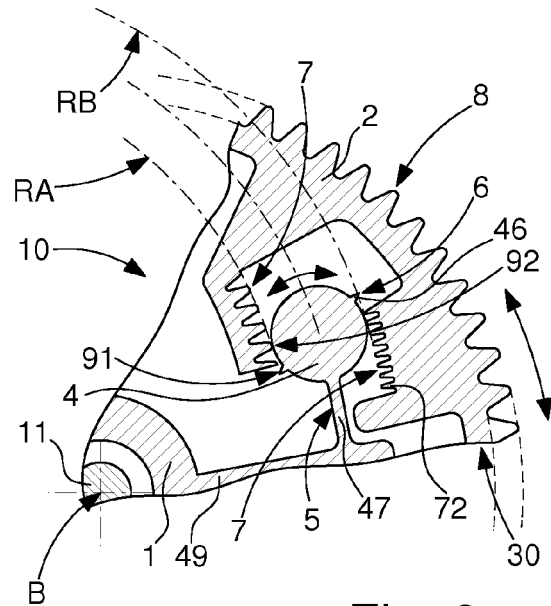


Fig. 7

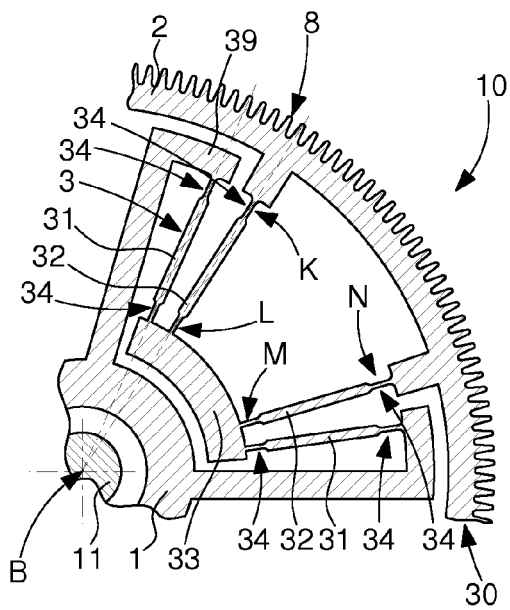


Fig. 8

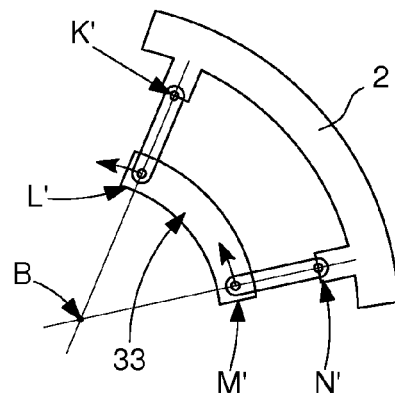


Fig. 9

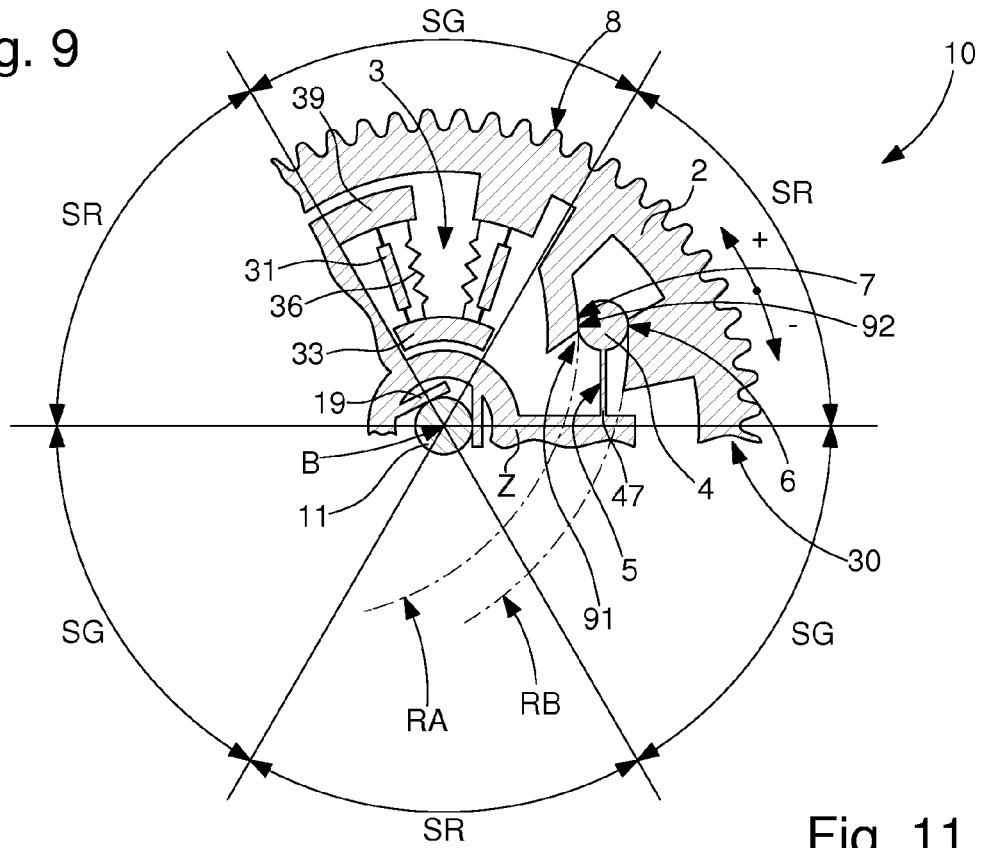


Fig. 10

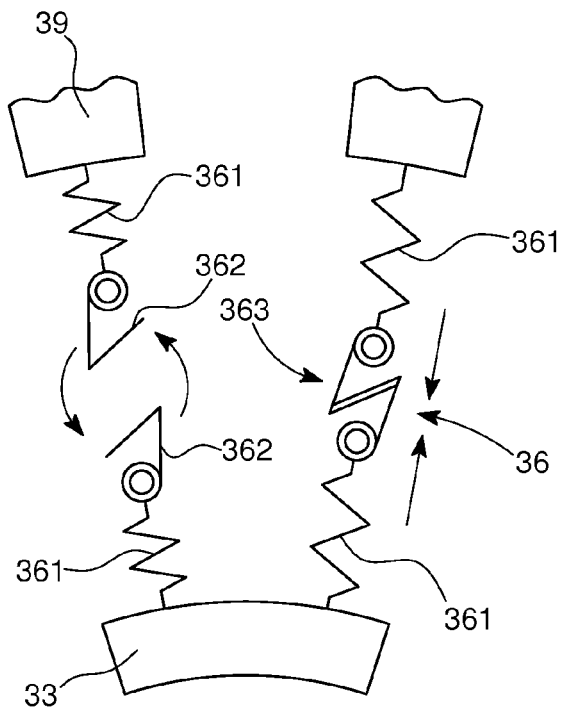


Fig. 11

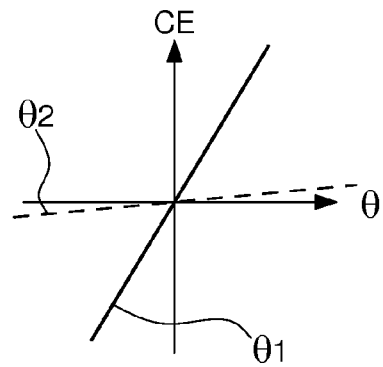


Fig. 13

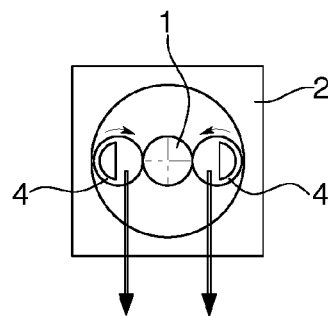


Fig. 12

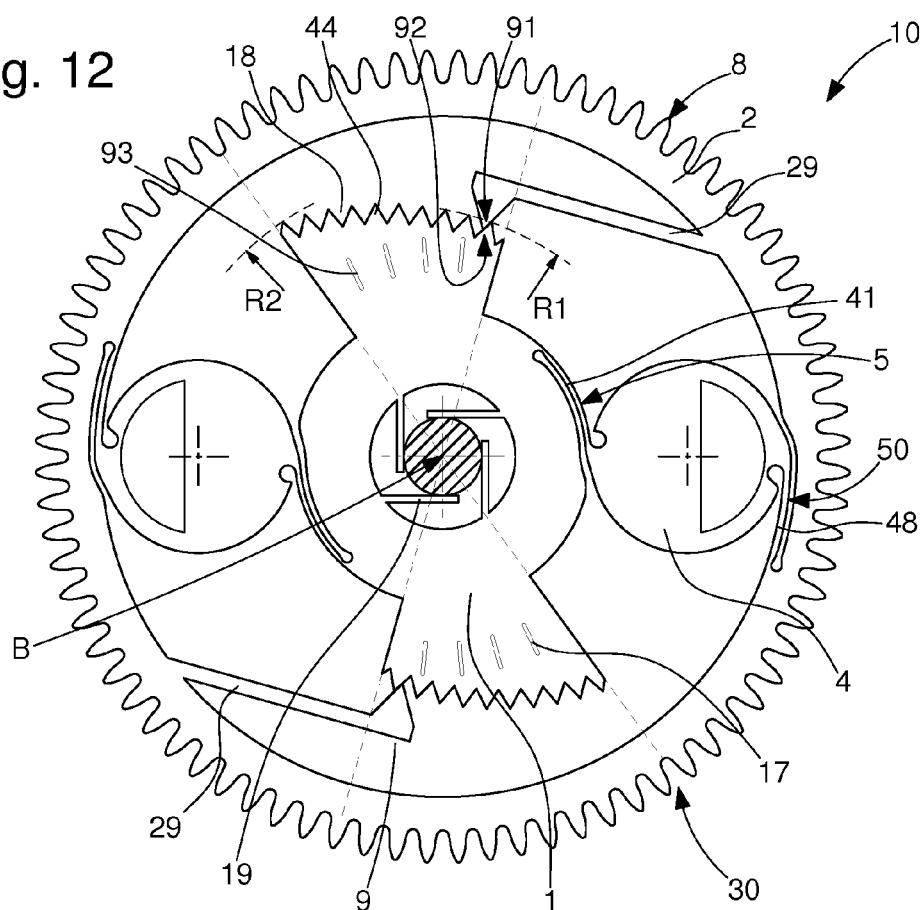


Fig. 14

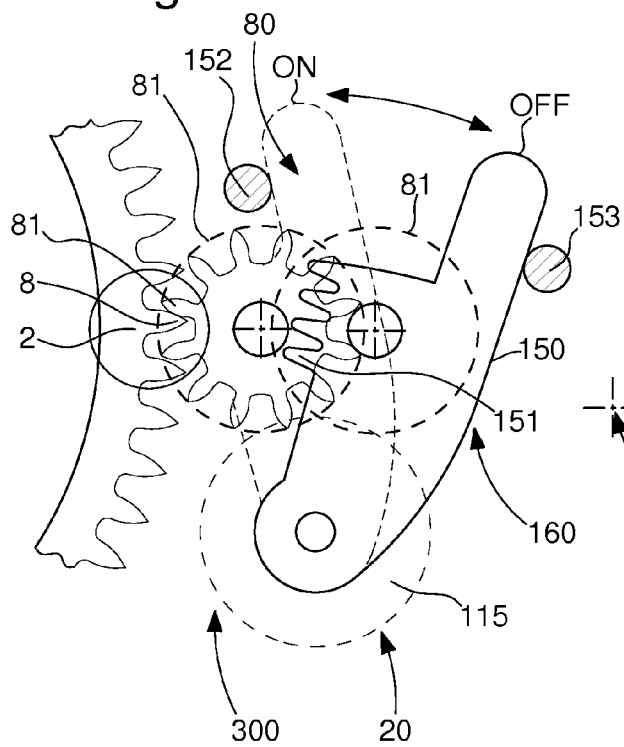


Fig. 15

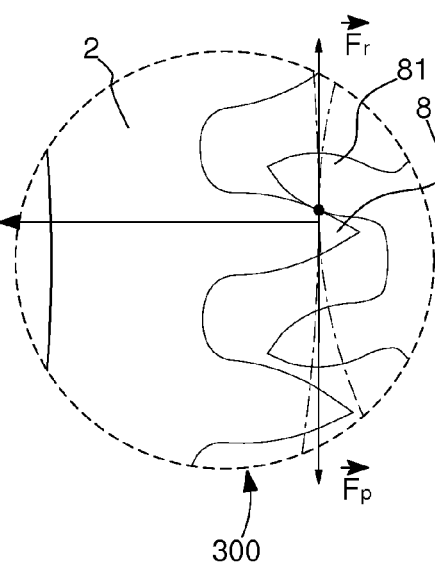


Fig. 16

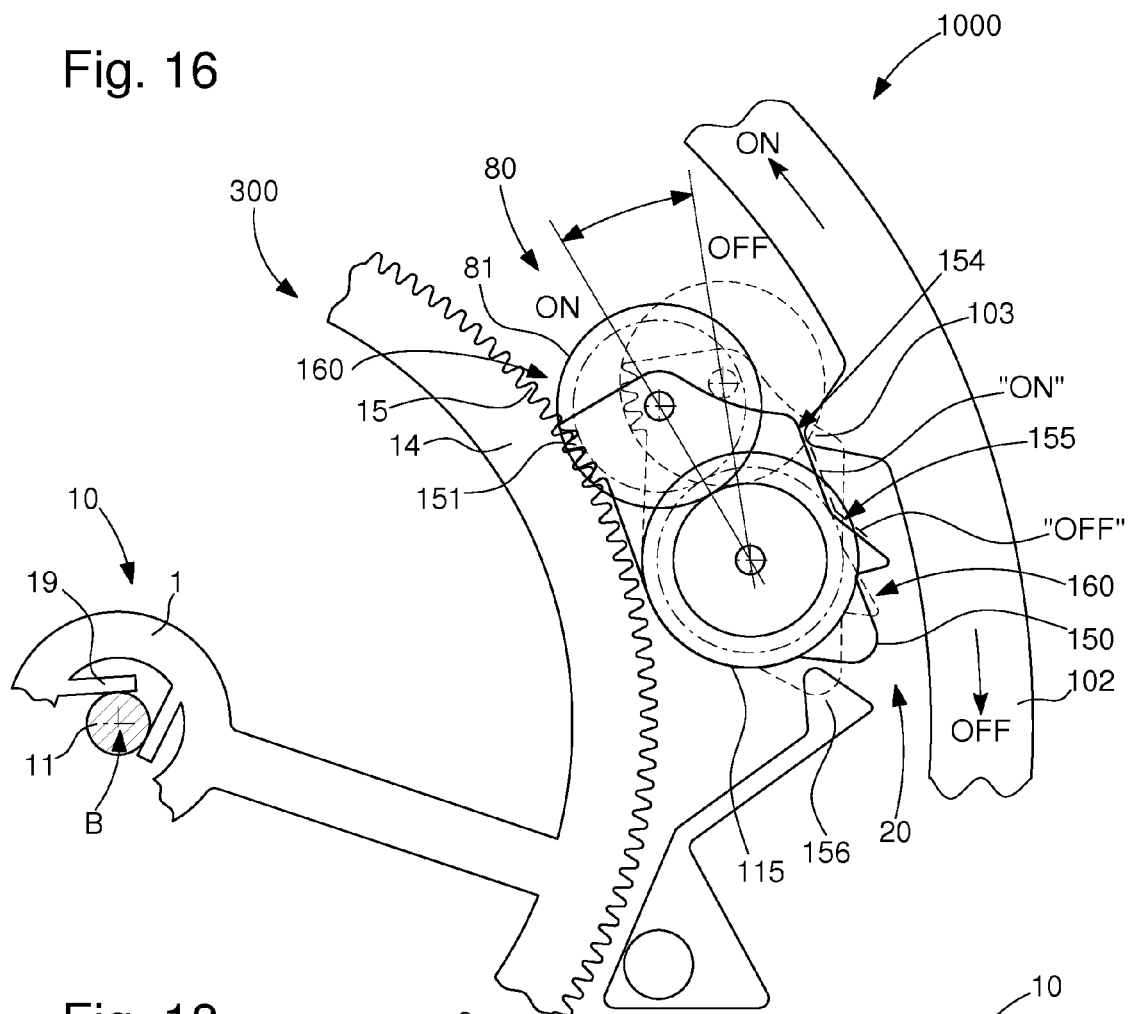
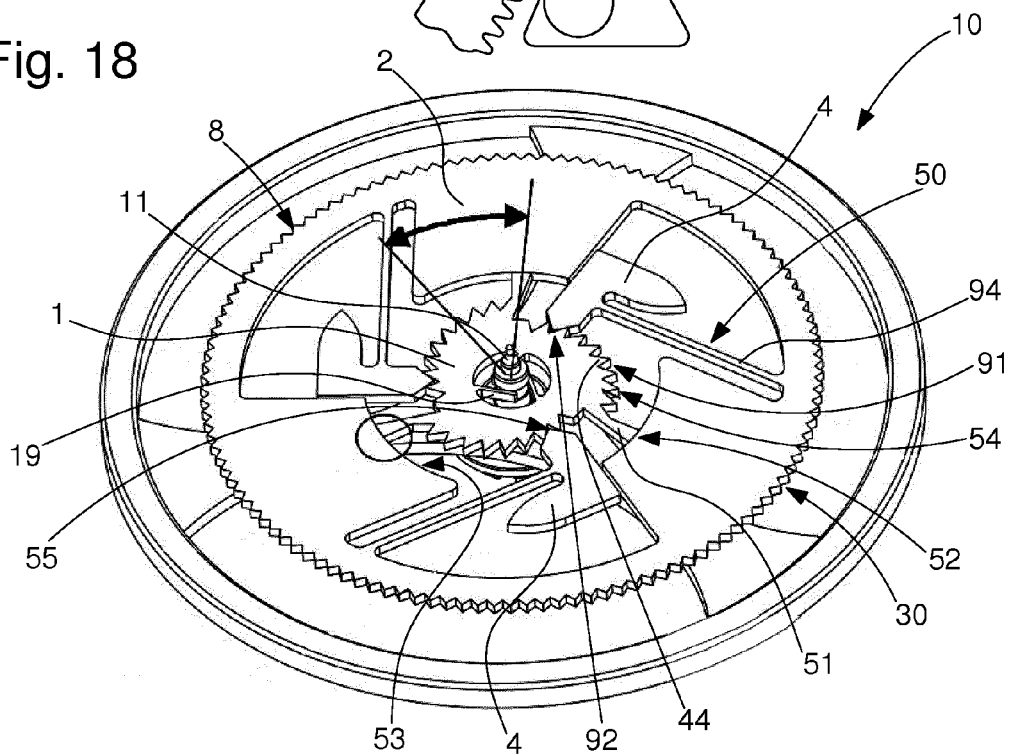


Fig. 18





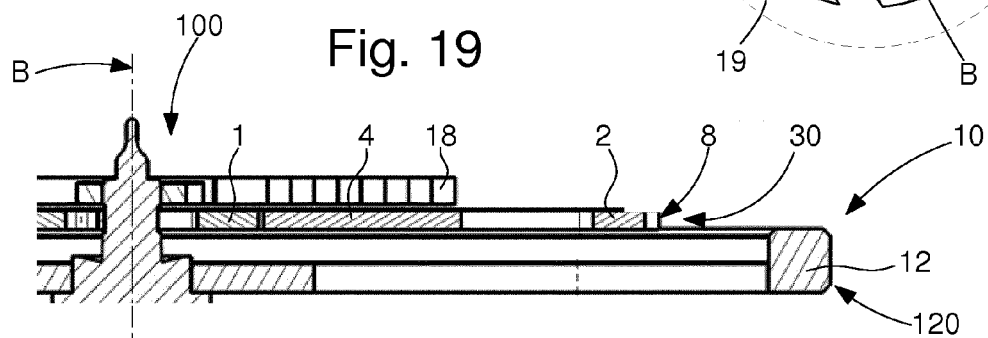
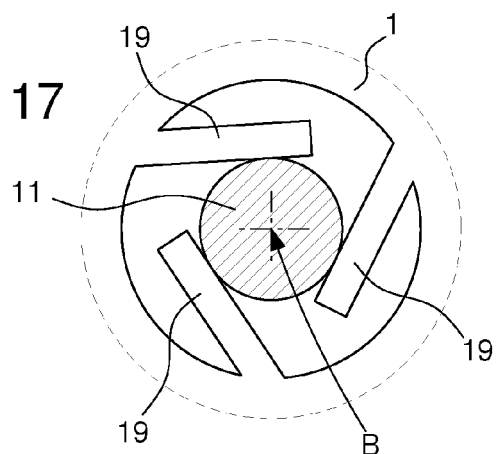
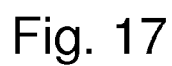
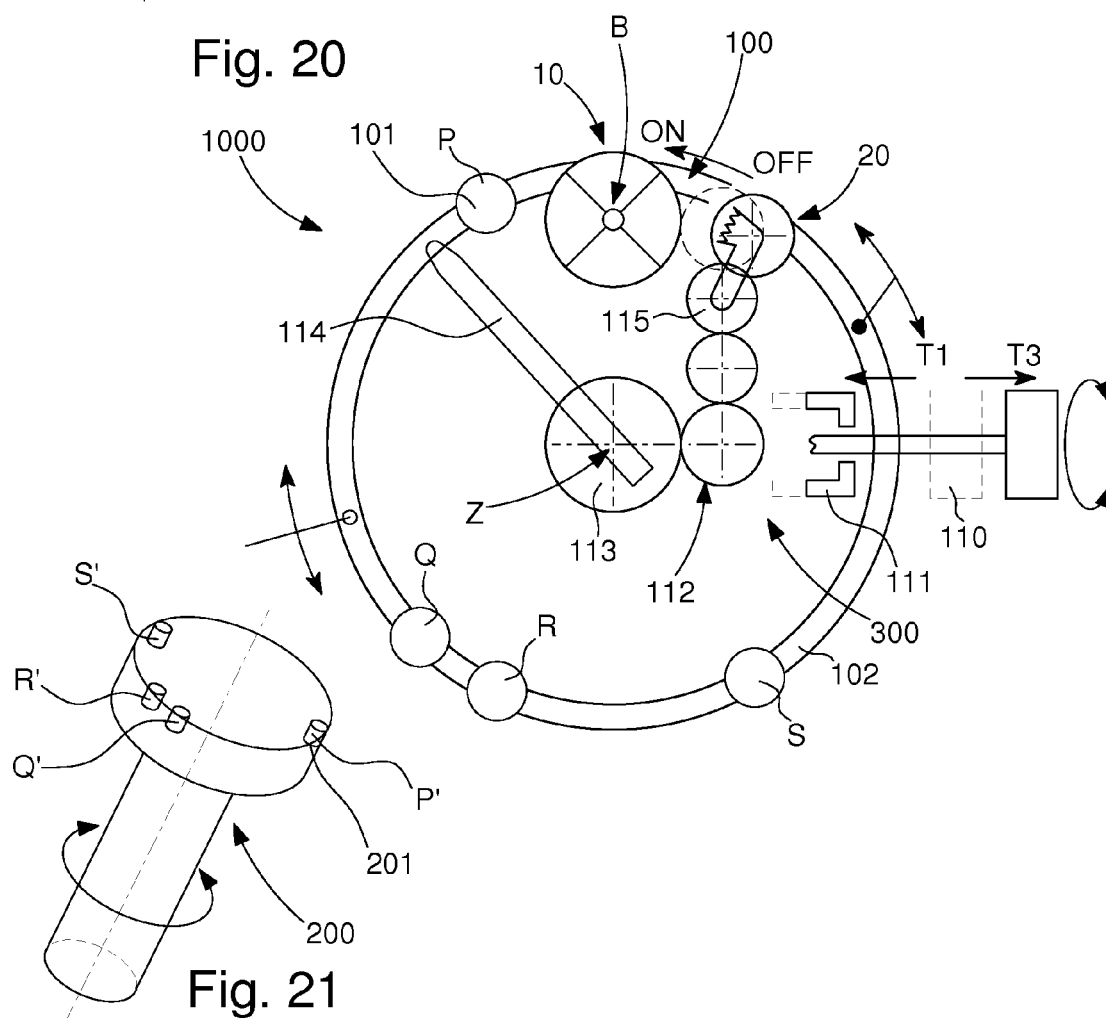


Fig. 20





## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 16 17 2841

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)
A	CH 709 052 A2 (SEIKO INSTR INC [JP]) 30 juin 2015 (2015-06-30) * abrégé * * figures 6A,6B *	1-15	INV. G04D7/08 G04B18/00
A,D	CH 320 818 A (SIEGWART HANS [FR]) 15 avril 1957 (1957-04-15) * figures 5,7 *	1	
A	DE 928 398 C (HETTICH HUGO) 31 mai 1955 (1955-05-31) * page 2, ligne 42 - ligne 55 * * figure 1 *	1	
A	CH 333 583 A (CIANA JEAN CHARLES [CH]) 31 octobre 1958 (1958-10-31) * figure 1 * * page 1, ligne 28 - ligne 36 *	1	
A	CH 342 898 A (ROLEX MONTRES [CH]) 30 novembre 1959 (1959-11-30) * figure 1 * * page 1, ligne 29 - ligne 48 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) G04D G04B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>La Haye</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>9 novembre 2016</b>	Examineur <b>Lupo, Angelo</b>
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 16 17 2841

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.

09-11-2016

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
CH 709052 A2	30-06-2015	CH 709052 A2	30-06-2015
		CN 104749933 A	01-07-2015
		JP 2015143673 A	06-08-2015
		US 2015185700 A1	02-07-2015
CH 320818 A	15-04-1957	AUCUN	
DE 928398 C	31-05-1955	AUCUN	
CH 333583 A	31-10-1958	AUCUN	
CH 342898 A	30-11-1959	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**

- CH 709052 A2 [0008]
- CH 708675 A1 [0009]
- CH 320818 A [0010]