

(19)



(11)

**EP 3 637 195 B1**

(12)

**FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:

**26.03.2025 Bulletin 2025/13**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):  
**G04B 15/14 (2006.01) G04B 15/06 (2006.01)**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):  
**G04B 15/14; G04B 15/06**

(21) Numéro de dépôt: **19202672.2**

(22) Date de dépôt: **11.10.2019**

**(54) DISPOSITIF DE RÉGULATEUR POUR MOUVEMENT D'HORLOGERIE**

REGULIERUNGSVORRICHTUNG FÜR UHRWERK

REGULATING DEVICE FOR TIMEPIECE MOVEMENT

(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**

(30) Priorité: **12.10.2018 EP 18200041**

(43) Date de publication de la demande:  
**15.04.2020 Bulletin 2020/16**

(73) Titulaire: **ROLEX SA  
1211 Genève 26 (CH)**

(72) Inventeur: **COLPO, Fabiano  
1004 Lausanne (CH)**

(74) Mandataire: **Moinas & Savoye SARL  
27, rue de la Croix-d'Or  
1204 Genève (CH)**

(56) Documents cités:  
**EP-A1- 2 551 732 EP-A1- 2 863 272  
EP-A1- 3 327 515 EP-A2- 2 363 763  
WO-A1-2017/109004 CH-B1- 702 313**

**EP 3 637 195 B1**

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

## Description

**[0001]** L'invention concerne un module horloger incluant un dispositif de régulateur pour mouvement d'horlogerie. L'invention concerne encore un mouvement horloger comprenant un tel module. L'invention concerne enfin une pièce d'horlogerie comprenant un tel module ou mouvement.

**[0002]** La majorité des mouvements mécaniques comprennent un régulateur incluant un résonateur de type balancier-spiral et un échappement à ancre suisse coopérant avec le résonateur. Le balancier-spiral constitue la base de temps du mouvement. L'échappement, quant à lui, remplit deux fonctions principales, à savoir entretenir les oscillations du résonateur, et compter ces oscillations.

**[0003]** Ces organes assurent des fonctions essentielles et il est donc nécessaire de concevoir des organes permettant d'éviter tout dysfonctionnement.

**[0004]** Dans le cas de dispositifs de régulateur classiques, on sait qu'un balancier-spiral performant présente une puissance réglante maximisée de sorte à présenter un haut facteur de qualité, typiquement de l'ordre de 320 en position horizontale du mouvement, tout en minimisant l'énergie nécessaire à l'entretien de ses oscillations. D'autre part, il est admis, comme cela est par exemple expliqué dans la publication de 1969 de Pierre Chopard, intitulée « Influence de la géométrie du balancier sur les performances chronométriques de la montre », publiée dans les actes du Colloque International de Chronométrie, et dans le livre « Construction horlogère » (PPUR, 2011) que les balanciers de grand diamètre et de faible masse présentent les meilleures performances pour une inertie donnée.

**[0005]** Par ailleurs, le résonateur doit présenter un encombrement acceptable, compatible avec les dimensions d'un mouvement de montre, notamment de montre-bracelet (par exemple des mouvements présentant des diamètres pouvant être compris entre 20 mm et 35 mm). Typiquement, un résonateur de type balancier-spiral comprend un balancier dont le diamètre est compris entre 7 mm et 12 mm.

**[0006]** On connaît des documents CH702313B1 et WO2017/109004A1 des pièces d'horlogerie dont les bloqueurs d'échappement présentent deux mobiles engrenant l'un avec l'autre.

**[0007]** Le but de l'invention est de fournir un module horloger comprenant un dispositif de régulateur pour mouvement d'horlogerie permettant d'améliorer les dispositifs connus de l'art antérieur. En particulier, l'invention propose un module horloger dont le fonctionnement est optimisé en matière de fiabilité, de précision chronométrique, de pertes d'énergie, ainsi qu'en matière de compacité.

**[0008]** Selon l'invention, un module horloger selon l'invention est défini par la revendication 1.

**[0009]** Différents modes de réalisation du module horloger sont définis par les revendications 2 à 12.

**[0010]** Selon l'invention, un mouvement horloger selon l'invention est défini par la revendication 13.

**[0011]** Selon l'invention, une pièce d'horlogerie selon l'invention est définie par la revendication 14.

**[0012]** Les figures annexées représentent, à titre d'exemple, un mode de réalisation d'une pièce d'horlogerie selon l'invention.

La figure 1 est une vue schématique du mode de réalisation d'une pièce d'horlogerie.

La figure 2 est une vue de détail d'une partie du dispositif de régulateur selon le mode de réalisation de la pièce d'horlogerie.

La figure 3 est une vue en coupe selon le plan III-III de la figure 2 du dispositif de régulateur selon le mode de réalisation de la pièce d'horlogerie.

La figure 4 est une vue schématique d'une variante du mode de réalisation de la pièce d'horlogerie.

Les figures 5 et 6 sont des vues partielles, explosées et en perspective d'un mode de réalisation d'un dispositif de régulateur de la pièce d'horlogerie.

**[0013]** Un mode de réalisation d'une pièce d'horlogerie 400 est décrit ci-après en référence aux figures 1 à 6. La pièce d'horlogerie est par exemple une montre, en particulier une montre bracelet. La pièce d'horlogerie comprend un mouvement horloger 300. Le mouvement horloger peut être un mouvement mécanique, notamment un mouvement automatique.

**[0014]** Le mouvement comprend un module horloger 67.

**[0015]** Le module horloger 67 comprend un dispositif de régulateur 200.

**[0016]** Le dispositif de régulateur 200 comprend un résonateur 10 et un échappement 100.

**[0017]** En particulier, le dispositif de régulateur 200 comprend :

- un élément inertiel 11 du résonateur 10 pivoté autour d'un premier axe A1, l'élément inertiel étant inscrit dans un

premier cylindre de diamètre D centré sur le premier axe et le résonateur 10 ayant une première inertie I ;

- un mobile d'échappement 30 comprenant une roue d'échappement 3 et pivoté autour d'un deuxième axe A3, le mobile d'échappement étant inscrit dans un deuxième cylindre de diamètre D3 centré sur le deuxième axe et ayant une deuxième inertie I3 ;
- un bloqueur 2 comprenant :

- un premier mobile de bloqueur 20a comprenant un premier élément de bloqueur 2a, le premier mobile de bloqueur étant pivoté autour d'un troisième axe A2a, inscrit dans un troisième cylindre de diamètre D2a centré sur le troisième axe et ayant une troisième inertie I2a ; et

- un deuxième mobile de bloqueur 20b comprenant un deuxième élément de bloqueur 2b, le deuxième mobile de bloqueur étant pivoté autour d'un quatrième axe A2b, inscrit dans un quatrième cylindre de diamètre D2b centré sur le quatrième axe et ayant une quatrième inertie I2b,

les premier et deuxième mobiles de bloqueur, en particulier les premier et deuxième éléments de bloqueur, étant agencés de sorte à coopérer, notamment par engrenage, l'un avec l'autre, le dispositif de régulateur étant tel que :

$$\begin{aligned} D2a \times I2a &< 4.10^{-4} \times D \times I, \text{ voire } D2a \times I2a \leq 3.10^{-4} \times D \times I, \text{ voire } D2a \times I2a \leq 2.10^{-4} \times D \times I; \text{ et/ou} \\ D2b \times I2b &< 10^{-4} \times D \times I, \text{ voire } D2b \times I2b \leq 9.10^{-5} \times D \times I, \text{ voire } D2b \times I2b \leq 8.10^{-5} \times D \times I, \text{ et/ou} \\ D3 \times I3 &< 7.10^{-5} \times D \times I, \text{ voire } D3 \times I3 \leq 6.10^{-5} \times D \times I, \text{ voire } D3 \times I3 \leq 5.10^{-5} \times D \times I. \end{aligned}$$

**[0018]** Avantageusement, le premier mobile de bloqueur 20a, en particulier le premier élément de bloqueur 2a, comprend une première denture 21a et le deuxième mobile de bloqueur 20b, en particulier le deuxième élément de bloqueur 2b, comprend une deuxième denture 21b. Ces deux dentures sont agencées pour coopérer et réaliser l'engrenage des premier et deuxième mobiles de bloqueur.

**[0019]** Le mobile d'échappement 30 peut typiquement comprendre un arbre 31, la roue d'échappement 3 et un pignon d'échappement 32. Dans ce cas, la roue d'échappement 3 et/ou le pignon d'échappement 32 peuvent être rapportés sur l'arbre 31 ou venus de matière de l'arbre 31.

**[0020]** Le premier mobile de bloqueur 20a peut typiquement comprendre un arbre 21a sur lequel est rapporté le premier élément de bloqueur 2a. Un dard peut éventuellement faire partie de ce mobile.

**[0021]** Le deuxième mobile de bloqueur 20b peut typiquement comprendre un arbre 21b sur lequel est rapporté le deuxième élément de bloqueur 2b.

**[0022]** Le premier mobile de bloqueur, en particulier le premier élément de bloqueur, comprend une fourchette 23a agencée pour coopérer avec le balancier, notamment agencée pour coopérer avec une dent 11a ou une cheville 11a réalisée sur le balancier. Alternativement, la dent ou la cheville pourrait être réalisée sur le premier mobile de bloqueur, en particulier sur le premier élément de bloqueur, et la fourchette pourrait être réalisée sur le balancier. Ainsi, l'impulsion au balancier-spiral est réalisée par l'entremise ou la coopération du premier mobile de bloqueur et du balancier, en particulier par la coopération par contact de la fourchette 23a et de la cheville 11a.

**[0023]** Les études de la Titulaire montrent que le nombre des dents de la roue d'échappement peut être minimisé de sorte à garantir les sécurités adéquates au bon fonctionnement du dispositif d'échappement 100. Ainsi, préférentiellement, le nombre des dents 3a de la roue d'échappement 3 est compris entre 2 et 4. Préférentiellement, le nombre de dents 3a de la roue d'échappement 3 est égal à 3.

**[0024]** Par ailleurs, la valeur minimale du diamètre D3 de la roue d'échappement 3 peut être déterminée géométriquement. Les dents de la roue d'échappement sont ici prévues pour assurer une première fonction de transmission de couple de la roue d'échappement et une deuxième fonction de blocage de la roue d'échappement. La première fonction de transmission de couple de la roue d'échappement intervient lors de phases d'impulsion du dispositif d'échappement, à savoir lorsque la roue d'échappement 3 transmet un couple au bloqueur 2 de sorte à provoquer et à entretenir les oscillations du résonateur 10 par le biais de la fourchette 23a du premier mobile de bloqueur 20a coopérant avec la cheville 11a du balancier 11. Lors des phases d'impulsion, l'extrémité d'une dent 3a de la roue d'échappement 3 coopère avec l'une ou l'autre des surfaces d'impulsion 23a, 23b respectives des mobiles de bloqueur 20a, 20b, en particulier des premier et deuxième éléments de bloqueur. La deuxième fonction de blocage de la roue d'échappement intervient lors de positions de repos du dispositif d'échappement. Dans de telles positions, une extrémité distale d'une dent 3a de la roue d'échappement est en appui à l'encontre d'une surface de blocage 22a, 22b des mobiles 20a, 20b du bloqueur 2. Préférentiellement, une telle surface de blocage du bloqueur est concave afin d'offrir une sécurité en cas d'un choc ou d'un rebond de la roue d'échappement. Préférentiellement encore, une telle surface de blocage 22a, 22b du bloqueur 2 est formée par deux flancs faisant un angle  $\gamma$  compris entre 120° et 170°.

**[0025]** La roue d'échappement et les premier et deuxième mobiles de bloqueur sont agencés de sorte que la roue d'échappement, en particulier ses dents, coopèrent avec les premier et deuxième mobiles de bloqueur. En particulier, la roue d'échappement et les premier et deuxième mobiles de bloqueur sont agencés pour que les dents de la roue

d'échappement agissent par contact sur des surfaces spécifiques 22a, 22b, 23a, 23b des premier et deuxième mobiles de bloqueur, en particulier des premier et deuxième éléments de bloqueur.

**[0026]** Au repos, l'extrémité d'une dent 3a de la roue d'échappement 3 coopère avec l'une ou l'autre des surfaces de blocage 22a, 22b respectives des mobiles de bloqueur 20a, 20b, en particulier des premier et deuxième éléments de bloqueur. Lors de l'impulsion, l'extrémité d'une dent 3a de la roue d'échappement 3 coopère avec l'une ou l'autre des surfaces d'impulsion 23a, 23b respectives des mobiles de bloqueur 20a, 20b, en particulier des premier et deuxième éléments de bloqueur.

**[0027]** Le principe de fonctionnement d'un tel dispositif d'échappement est divulgué au sein de la demande WO2013182243. Comme enseigné dans ce document, les surfaces 22a, 22b se présentent préférentiellement sous la forme de surfaces concaves, de sorte à optimiser la précision dans le positionnement des premier et deuxième mobiles de bloqueur et de la roue d'échappement du dispositif d'échappement en phase de repos du dispositif d'échappement 100, et ce indépendamment d'étoqueaux limitant la course angulaire de la fourchette 23a.

**[0028]** Des étoqueaux ne sont donc pas nécessaires. Par ailleurs, un tel dispositif d'échappement présente un fonctionnement parfaitement symétrique, et n'est pas tributaire du réglage des pénétrations, ni du positionnement des étoqueaux.

**[0029]** Il est ainsi encore possible de tirer profit de tels avantages en optimisant la géométrie de la cheville 11a et de la fourchette 23a de sorte à optimiser le rendement du dispositif d'échappement. Pour ce faire, les flancs de la cheville et de la fourchette peuvent chacun comprendre une portion de cylindre dont la directrice est une développante de cercle. Une telle conformation permet d'atteindre des niveaux de rendement tout à fait performants, en minimisant l'influence de l'angle de levée du balancier sur ses performances d'isochronisme.

**[0030]** Les bonnes performances du dispositif d'échappement peuvent ainsi autoriser une augmentation de l'angle de levée du balancier. Il est ainsi encore possible de minorer l'entraxe entre l'axe A1 du balancier-spiral et l'axe A2a du premier mobile de bloqueur 2a, et donc le diamètre total D2a du premier mobile de bloqueur 2a.

**[0031]** Par ailleurs, il est également possible de proposer un premier mobile de bloqueur 20a dénué de dard, du fait de sa précision de fonctionnement. Il est ainsi encore possible de minorer l'inertie I2a du premier mobile de bloqueur 20a. Cette inertie peut notamment être minimisée par le choix judicieux d'un matériau de faible densité, comme le silicium par exemple, pour réaliser le premier mobile ou le premier élément de bloqueur, ainsi que par une ou plusieurs découpes 24a opérées sur la planche du premier élément de bloqueur 2a.

**[0032]** Il est également possible de minimiser le diamètre total D2b et l'inertie I2b du deuxième mobile de bloqueur 20b. Avantagusement, le diamètre total D2b peut être sensiblement égal au diamètre de tête D2b' de la denture 21b, avec une surface de blocage 22b disposée sensiblement au niveau du diamètre D2b'. Complémentairement, l'inertie I2b du deuxième mobile de bloqueur 20b peut notamment être minimisée par le choix judicieux d'un matériau de faible densité, comme le silicium par exemple, pour réaliser le deuxième mobile ou le deuxième élément de bloqueur, ainsi que par une ou plusieurs découpes, non représentées sur les figures, opérées sur la planche du deuxième élément de bloqueur 2b.

**[0033]** Préférentiellement, les diamètres primitifs D2a\*, D2b\* des dentures 21a, 21b des premier et deuxième mobiles 20a, 20b sont égaux afin de minimiser les différences d'inertie entre ces deux mobiles.

**[0034]** Sur la base de la définition des mobiles de bloqueur, il est également possible de conformer un mobile d'échappement 30 d'échappement 3 dont le diamètre total D3 et l'inertie I3 sont minimisés.

**[0035]** De préférence, les axes A3, A2a, A2b du mobile d'échappement et des premier et deuxième mobiles de bloqueur sont contenus dans un cylindre centré sur le premier axe A1 et de diamètre D', avec  $D' < D$ , voire  $D' \leq 0,9 \times D$ , voire  $D' \leq 0,85 \times D$ .

**[0036]** De préférence encore, le dispositif de régulateur est tel que

$$D2a < 0,4 \times D, \text{ voire } D2a \leq 0,35 \times D, \text{ voire } D2a \leq 0,3 \times D ;$$

et/ou

$$D2b < 0,35 \times D, \text{ voire } D2a \leq 0,3 \times D, \text{ voire } D2a \leq 0,25 \times D ;$$

et/ou

$$D3 < 0,4 \times D, \text{ voire } D3 \leq 0,35 \times D, \text{ voire } D3 \leq 0,3 \times D.$$

**[0037]** De préférence, le dispositif de régulateur est tel que

$$D2b \times I2b \leq D2a \times I2a.$$

[0038] Plus particulièrement, le dispositif de régulateur est tel que

$$D2b < D2a$$

[0039] De préférence, le dispositif de régulateur est tel que  $D^5 \times f / l > 20.10^{-2} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$  avec  $f$  la fréquence du résonateur, la fréquence étant de préférence supérieure ou égale à 4 Hz.

[0040] Des études de la Titulaire montrent qu'une optimisation de la menée de la roue d'échappement conduit à un rouage multiplicatif entre le mobile d'échappement 30 et les premier et deuxième mobiles de bloqueur 20a, 20b. Ainsi, sachant que les surfaces de blocage 22a, 22b prévues pour coopérer avec les extrémités distales des dents 3a peuvent être avantageusement disposées sensiblement au niveau des diamètres  $D2a'$ ,  $D2b'$  en regard des axes respectifs  $A2a$ ,  $A2b$ , les conditions suivantes sont de préférence observées :

$$D2b' < D3 ;$$

et/ou

$$D2a' < D3,$$

avec :

$D2a'$  un diamètre, relativement à l'axe  $A2a$ , d'un cylindre sur lequel repose la surface de blocage 22a du premier mobile de bloqueur 20a, et

$D2b'$  un diamètre, relativement à l'axe  $A2b$ , d'un cylindre sur lequel repose la surface de blocage 22b du deuxième mobile de bloqueur 20b.

[0041] De préférence, le dispositif de régulateur est tel que  $7 \text{ mm} \leq D \leq 11 \text{ mm}$ . Une telle condition permet avantageusement de minimiser l'encombrement dans le plan des premier et deuxième mobiles de bloqueur et du mobile d'échappement 30 en les confinant sous le balancier-spiral (vu selon l'axe du balancier). Cette condition est avantageuse pour les mouvements dont le diamètre total  $D^*$  peut être compris entre 18 mm et 35 mm, et particulièrement avantageuse pour les mouvements de taille « dame » dont le diamètre total  $D^*$  peut être compris entre 18 mm et 22 mm.

[0042] De préférence, la dent 11a ou la cheville 11a, les premier et deuxième éléments de bloqueur 2a, 2b et la roue d'échappement 3 sont agencés sur un même niveau ou sur un même plan P, comme représenté sur la figure 3. Ainsi, les éléments 11a, 2a, 2b, 3 peuvent coopérer sur un seul et même plan P, c'est-à-dire qu'il existe un plan P perpendiculaire ou sensiblement perpendiculaire aux axes  $A1$ ,  $A2a$ ,  $A2b$ ,  $A3$  et passant par les zones de contact entre :

- la cheville et la fourchette ;
- le premier mobile de bloqueur, en particulier le premier élément de bloqueur, et le deuxième mobile de bloqueur, en particulier le deuxième élément de bloqueur ;
- le premier mobile de bloqueur, en particulier le premier élément de bloqueur, et la roue d'échappement ;
- le deuxième mobile de bloqueur, en particulier le deuxième élément de bloqueur, et la roue d'échappement.

[0043] Une telle conformation permet de minimiser l'épaisseur du dispositif de régulateur, notamment de minimiser l'épaisseur du dispositif d'échappement, tout en mettant en œuvre des pièces 11a, 2a, 2b, 2c qui sont planes et dont la fabrication est facilitée.

[0044] Une telle conformation permet ainsi de libérer de l'espace dans le plan du mouvement. Elle permet notamment de libérer de l'espace de sorte à pivoter un mobile intermédiaire 40 faisant une interface entre un rouage de finissage 50 du mouvement 300, notamment entre un organe moteur 5, et le dispositif d'échappement 100, comme représenté sur la figure 4. Avantageusement, ce mobile intermédiaire 40 comprend une roue 4 qui peut être conformée pour transmettre un premier effort durant les phases d'impulsion du dispositif d'échappement et un deuxième effort durant les phases de dégagement du dispositif d'échappement, le premier effort étant sensiblement supérieur au deuxième effort du bloqueur 2. L'axe de rotation  $A4$  du mobile 40 est contenu ou non au sein du cylindre C de diamètre  $D'$ .

[0045] Selon l'invention, le module 67 comprend un premier pont 6 et un deuxième pont 7, et les premier et deuxième mobiles de bloqueur et le mobile d'échappement sont pivotés entre le premier pont 6 et le deuxième pont 7. Le deuxième pont 7 peut, par exemple, être plan. Ces première et deuxième ponts peuvent bien sûr comporter des moyens de pivotement comme des paliers, notamment des pierres de pivotement.

[0046] Ainsi, dans le mode de réalisation de la figure 4, les trois mobiles 20a, 20b, et 30 sont pivotés par deux ponts 6, 7, et le mobile 40 est pivoté par un pont de rouage 8 pivotant au moins partiellement le rouage de finissage du mouvement.

**[0047]** Les première et deuxième ponts 6, 7, et au moins les mobiles 20a, 20b, 30 constituent le module 67 pouvant être rapporté sur une platine 9 du mouvement 300 comme représenté sur les figures 5 et 6. Ainsi, au moins les mobiles 20a, 20b, 30 peuvent être assemblés indépendamment des autres pièces du mouvement. Une telle solution est particulièrement avantageuse dans le cas où les mobiles 20a, 20b, 30 sont destinés à mettre en œuvre, au moins partiellement, un dispositif d'échappement prévu pour équiper différents mouvements. Ainsi, le module 67 peut être assemblé, contrôlé, lubrifié en amont de l'assemblage final des composants du mouvement. Une telle solution est particulièrement avantageuse lorsque les éléments 2a, 2b, 3 sont fabriqués dans un matériau fragile comme le silicium. La figure 4 illustre un tel module intégrant les mobiles 20a, 20b, 30, le mobile 40 étant pivoté par le pont de rouage 8 représenté schématiquement sur la figure 4.

**[0048]** Dans les différentes variantes de réalisation, le résonateur peut être de type balancier-spiral, soit comprenant un balancier 11 et un spiral 12. Dans le cas où l'élément inertiel est un balancier, le diamètre D peut être le diamètre du pourtour externe de la serge de balancier. Si cette serge présente des protubérances, comme des moyens de réglage par exemple, le diamètre D à considérer sera un diamètre externe équivalent, obtenu en considérant un balancier virtuel avec une même inertie I de résonateur et avec une même section de serge, mais sans les protubérances sur la serge et qui génère les mêmes frottements aérodynamiques.

**[0049]** Dans les différentes variantes de réalisation, le résonateur peut alternativement comprendre une structure monolithique comportant un élément inertiel dont les oscillations sont entretenues par des lames flexibles pouvant jouer le rôle de dispositif de pivotement du résonateur. Dans ce cas, le diamètre D se rapporte au diamètre extérieur de l'élément inertiel. Si cet élément inertiel présente des protubérances au niveau de sa périphérie extérieure, comme des moyens de réglage par exemple, le diamètre D à considérer sera un diamètre externe équivalent, obtenu en considérant un élément inertiel virtuel avec une même inertie I de résonateur et avec une géométrie de l'élément inertiel semblable à celle de l'élément inertiel de référence (obtenue par homothétie), mais sans les protubérances sur la périphérie extérieure et qui génère les mêmes frottements aérodynamiques.

**[0050]** Dans les différentes variantes de réalisation, l'échappement peut être à impulsion indirecte, notamment à double impulsion indirecte, et/ou à entraînement tangentiel.

**[0051]** Le dispositif régulateur est réalisé sur le module 67 qui peut être directement rapporté sur un mouvement ou sur un bâti pour constituer un mouvement.

**[0052]** Selon un autre aspect ne faisant pas partie de l'invention, un mode de réalisation d'un dispositif de régulateur comprend :

- un élément inertiel 11 d'un résonateur 10 pivoté autour d'un premier axe A1, l'élément inertiel étant inscrit dans un premier cylindre de diamètre D centré sur le premier axe et le résonateur 10 ayant une première inertie I ;
- un mobile d'échappement 30 comprenant une roue d'échappement 3 et pivoté autour d'un deuxième axe A3, le mobile d'échappement étant inscrit dans un deuxième cylindre de diamètre D3 centré sur le deuxième axe et ayant une deuxième inertie I3 ;
- un bloqueur 2 comprenant :
  - un premier mobile de bloqueur 20a comprenant un premier élément de bloqueur 2a, le premier mobile de bloqueur étant pivoté autour d'un troisième axe A2a, inscrit dans un troisième cylindre de diamètre D2a centré sur le troisième axe et ayant une troisième inertie I2a ; et
  - un deuxième mobile de bloqueur 20b comprenant un deuxième élément de bloqueur 2b, le deuxième mobile de bloqueur étant pivoté autour d'un quatrième axe A2b, inscrit dans un quatrième cylindre de diamètre D2b centré sur le quatrième axe et ayant une quatrième inertie I2b,

les premier et deuxième mobiles de bloqueur étant agencés de sorte à coopérer, notamment par engrenage, l'un avec l'autre, les axes A3, A2a, A2b du mobile d'échappement et des premier et deuxième mobiles de bloqueur sont contenus dans un cylindre C centré sur le premier axe A1 et de diamètre D', avec  $D' < D$ , voire  $D' \leq 0,9 \times D$ , voire  $D' \leq 0,85 \times D$ .

**[0053]** Les solutions décrites précédemment sont avantageuses car elles mettent en œuvre des dispositifs d'échappement performant présentant un haut niveau de rendement, tout en minimisant leur impact sur l'isochronisme du résonateur. Elles permettent d'atteindre un fonctionnement sûr et sans défaut dans toutes les conditions d'utilisation, notamment lors de chocs. Pour répondre à ces objectifs, le dispositif d'échappement à entraînement tangentiel est avantageux car il nécessite peu d'énergie, les frottements étant minimisés, autant que faire se peut, entre la roue d'échappement et le bloqueur grâce à des transmissions de type engrenage. Comme enseigné au sein de la demande de brevet WO2017109004, l'intensité de l'effort de dégagement d'un tel dispositif d'échappement peut être sensiblement inférieure à l'intensité de l'effort d'impulsion de ce même dispositif d'échappement, ce qui a pour avantage de minimiser grandement son impact sur l'isochronisme du résonateur. Par ailleurs, un tel dispositif d'échappement comprend un bloqueur comportant deux mobiles de bloqueur liés cinématiquement entre eux de telle sorte que si un choc angulaire agit dans un sens sur un premier mobile, celui-ci est limité dans son déplacement par le deuxième mobile. De par sa

conformation, un tel dispositif d'échappement présente ainsi un fonctionnement sûr et sans défaut dans toutes les conditions d'utilisation, notamment lors de chocs. Il est ainsi encore possible de minimiser l'inertie des éléments prenant part à un tel dispositif d'échappement de façon à optimiser son rendement et de minimiser son influence sur l'isochronisme d'un balancier-spiral performant.

**[0054]** Dans tout ce document, par « inertie du résonateur », on entend l'inertie de l'ensemble des éléments mobiles du résonateur. Dans le cas d'un résonateur de type balancier-spiral, l'ensemble des éléments mobiles comprend notamment le balancier 11, le spiral 12 et les moyens de pivotement mobiles, comme, par exemple, un arbre de balancier.

**[0055]** Bien entendu, dans tout ce document, par « inertie d'un élément », on entend l'inertie de l'élément autour de son axe de rotation en fonctionnement. La première inertie I est l'inertie de l'élément inertiel 11 autour du premier axe A1. La deuxième inertie I3 est l'inertie du mobile d'échappement 30 autour du deuxième axe A3. La troisième inertie I2a est l'inertie du premier mobile de bloqueur 20a autour du troisième axe A2a. La quatrième inertie I2b est l'inertie du deuxième mobile de bloqueur 20b autour du quatrième axe A2b.

**[0056]** Dans tout ce document, par « mobile », on entend de préférence un ensemble pivoté autour d'un axe. L'ensemble peut être monobloc ou constitués de plusieurs parties fixées les unes aux autres ou en liaison encastrement.

**[0057]** Bien entendu, dans tout ce document, par « un élément inscrit dans un cylindre ayant un diamètre D centré sur un axe », on entend que le diamètre D est le plus petit diamètre centré sur l'axe tel que l'élément est inclus dans le cylindre.

## Revendications

1. Module horloger (67) comprenant un dispositif de régulateur (200) pour mouvement d'horlogerie (300), le dispositif de régulateur (200) comprenant :

- un élément inertiel (11) d'un résonateur (10) pivoté autour d'un premier axe (A1), l'élément inertiel étant inscrit dans un premier cylindre de diamètre D centré sur le premier axe et le résonateur (10) ayant une première inertie I ;

- un mobile d'échappement (30) comprenant une roue d'échappement (3) et pivoté autour d'un deuxième axe (A3), le mobile d'échappement étant inscrit dans un deuxième cylindre de diamètre D3 centré sur le deuxième axe et ayant une deuxième inertie I3 ;

- un bloqueur (2) comprenant :

◦ un premier mobile de bloqueur (20a) comprenant un premier élément de bloqueur (2a), le premier mobile de bloqueur étant pivoté autour d'un troisième axe (A2a), inscrit dans un troisième cylindre de diamètre D2a centré sur le troisième axe et ayant une troisième inertie I2a ; et

◦ un deuxième mobile de bloqueur (20b) comprenant un deuxième élément de bloqueur (2b), le deuxième mobile de bloqueur étant pivoté autour d'un quatrième axe (A2b), inscrit dans un quatrième cylindre de diamètre D2b centré sur le quatrième axe et ayant une quatrième inertie I2b,

les premier et deuxième mobiles de bloqueur étant agencés de sorte à coopérer, notamment par engrenage, l'un avec l'autre, le dispositif de régulateur étant tel que :

$D2a \times I2a < 4.10^{-4} \times D \times I$ , voire  $D2a \times I2a \leq 3.10^{-4} \times D \times I$ , voire  $D2a \times I2a \leq 2.10^{-4} \times D \times I$ ; et/ou

$D2b \times I2b < 10^{-4} \times D \times I$ , voire  $D2b \times I2b \leq 9.10^{-5} \times D \times I$ , voire  $D2b \times I2b \leq 8.10^{-5} \times D \times I$ , et/ou

$D3 \times I3 < 7.10^{-5} \times D \times I$ , voire  $D3 \times I3 \leq 6.10^{-5} \times D \times I$ , voire  $D3 \times I3 \leq 5.10^{-5} \times D \times I$ ,

les premier et deuxième mobiles de bloqueur et le mobile d'échappement étant pivotés entre un premier pont (6) et un deuxième pont (7).

2. Module horloger selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les axes (A3, A2a, A2b) du mobile d'échappement et des premier et deuxième mobiles de bloqueur sont contenus dans un cylindre centré sur le premier axe (A1) et de diamètre D', avec  $D' < D$ , voire  $D' \leq 0,9 \times D$ , voire  $D' \leq 0,85 \times D$ .

3. Module horloger selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le dispositif de régulateur est tel que

$D2a < 0,4 \times D$ , voire  $D2a \leq 0,35 \times D$ , voire  $D2a \leq 0,3 \times D$  ;

et/ou

$$D2b < 0,35 \times D, \text{ voire } D2a \leq 0,3 \times D, \text{ voire } D2a \leq 0,25 \times D ;$$

; et/ou

5

$$D3 < 0,4 \times D, \text{ voire } D3 \leq 0,35 \times D, \text{ voire } D3 \leq 0,3 \times D.$$

4. Module horloger selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de régulateur est tel que

10

$$D2b \times l2b \leq D2a \times l2a.$$

5. Module horloger selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de régulateur est tel que  $D^5 \times f / l > 20.10^{-2} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$  avec  $f$  étant la fréquence du résonateur, la fréquence étant de préférence supérieure ou égale à 4 Hz.

15

6. Module horloger selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de régulateur est tel que

20

$$D2b < D2a ;$$

et/ou

25

$$D2b' < D3 ;$$

et/ou

30

$$D2a' < D3,$$

avec :

$D2a'$  étant un diamètre d'un cylindre sur lequel repose une surface de blocage (22a) du premier mobile de bloqueur (20a), et

35

$D2b'$  étant un diamètre d'un cylindre sur lequel repose une surface de blocage (22b) du deuxième mobile de bloqueur (20b).

7. Module horloger selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de régulateur est tel que  $7 \text{ mm} \leq D \leq 11 \text{ mm}$ .

40

8. Module horloger selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif comprend :

- sur l'élément inertiel, respectivement sur le premier mobile de bloqueur, une dent (11a) ou une cheville (11a) dont les flancs comprennent une portion de cylindre à profil de développante de cercle, et

45

- sur le premier mobile de bloqueur, respectivement sur l'élément inertiel, une fourchette (23a) dont les flancs comprennent une portion de cylindre à profil de développante de cercle.

9. Module horloger selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le premier mobile de bloqueur (20a), en particulier le premier élément de bloqueur (2a), est en silicium et/ou comprend des découpes (24a) sur sa planche et/ou **en ce que** le deuxième mobile de bloqueur (20b), en particulier le deuxième élément de bloqueur (2b), est en silicium et/ou comprend des découpes sur sa planche.

50

10. Module horloger selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la roue d'échappement comprend deux ou trois ou quatre dents et/ou **en ce que** le dispositif comprend un résonateur du type à balancier-spiral, l'élément inertiel étant un balancier.

55

11. Module horloger selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la dent (11a) ou la cheville (11a),



les premier et deuxième éléments de bloqueur et la roue d'échappement sont agencés sur un même niveau ou sur un même plan (P).

12. Module horloger selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend un mobile intermédiaire (40) agencé entre un rouage de finissage (50) du mouvement (300) et le mobile d'échappement, le mobile intermédiaire (40) comprenant une roue (4) conformée pour transmettre au bloqueur un premier effort durant les phases d'impulsion d'échappement et pour transmettre au bloqueur un deuxième effort durant les phases de dégagement d'échappement, le premier effort étant supérieur au deuxième effort.

13. Mouvement horloger (300) comprenant un module horloger selon l'une des revendications 1 à 12.

14. Pièce d'horlogerie (400), notamment montre bracelet, comprenant un mouvement horloger (300) selon la revendication précédente et/ou un module horloger (67) selon l'une des revendications 1 à 12.

## Patentansprüche

1. Uhrmodul (67), das eine Reguliervorrichtung (200) umfasst, für ein Uhrwerk (300), wobei die Reguliervorrichtung (200) umfasst:

- ein Trägheitselement (11) eines Resonators (10), das um eine erste Achse (A1) drehbar gelagert ist, wobei das Trägheitselement in einen ersten Zylinder mit dem Durchmesser D einbeschrieben ist, der auf die erste Achse zentriert ist, und wobei der Resonator (10) eine erste Trägheit I hat;

- ein Hemmungsdrehteil (30), das ein Hemmungsrads (3) umfasst und um eine zweite Achse (A3) drehbar gelagert ist, wobei das Hemmungsdrehteil in einen zweiten Zylinder mit dem Durchmesser D3 einbeschrieben ist, der auf die zweite Achse zentriert ist, und eine zweite Trägheit I3 hat;

- einen Blockierer (2), umfassend:

o ein erstes Blockiererdrehteil (20a), das ein erstes Blockiererelement (2a) umfasst, wobei das erste Blockiererdrehteil um eine dritte Achse (A2a) drehbar gelagert ist, in einen dritten Zylinder mit dem Durchmesser D2a einbeschrieben ist, der auf die dritte Achse zentriert ist, und eine dritte Trägheit I2a hat; und

o ein zweites Blockiererdrehteil (20b), das ein zweites Blockiererelement (2b) umfasst, wobei das zweite Blockiererdrehteil um eine vierte Achse (A2b) drehbar gelagert ist, in einen vierten Zylinder mit dem Durchmesser D2b einbeschrieben ist, der auf die vierte Achse zentriert ist, und eine vierte Trägheit I2b hat,

wobei die ersten und zweiten Blockiererdrehteile so angeordnet sind, dass sie, insbesondere durch Verzahnung, miteinander zusammenwirken, wobei die Reguliervorrichtung derart ist, dass:

$D2a \times I2a < 4 \cdot 10^{-4} \times D \times I$ , sogar  $D2a \times I2a \leq 3 \cdot 10^{-4} \times D \times I$ , sogar  $D2a \times I2a \leq 2 \cdot 10^{-4} \times D \times I$ ; und/oder

$D2b \times I2b < 10^{-4} \times D \times I$ , sogar  $D2b \times I2b \leq 9 \cdot 10^{-5} \times D \times I$ , sogar  $D2b \times I2b \leq 8 \cdot 10^{-5} \times D \times I$ ; und/oder

$D3 \times I3 < 7 \cdot 10^{-5} \times D \times I$ , sogar  $D3 \times I3 \leq 6 \cdot 10^{-5} \times D \times I$ , sogar  $D3 \times I3 \leq 5 \cdot 10^{-5} \times D \times I$ ,

wobei die ersten und zweiten Blockiererdrehteile und das Hemmungsdrehteil zwischen einer ersten Brücke (6) und einer zweiten Brücke (7) drehbar gelagert sind.

2. Uhrmodul nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Achsen (A3, A2a, A2b) des Hemmungsdrehteils und der ersten und zweiten Blockiererdrehteile in einem Zylinder enthalten sind, der auf die erste Achse (A1) zentriert ist und den Durchmesser D' hat, mit  $D' < D$ , sogar  $D' \leq 0,9 \times D$ , sogar  $D' \leq 0,85 \times D$ .

3. Uhrmodul nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reguliervorrichtung derart ist, dass

$D2a < 0,4 \times D$ , sogar  $D2a \leq 0,35 \times D$ , sogar  $D2a \leq 0,3 \times D$ ;

und/oder

$D2b < 0,35 \times D$ , sogar  $D2a \leq 0,3 \times D$ , sogar  $D2a \leq 0,25 \times D$ ;

und/oder

$$D3 < 0,4 \times D, \text{ sogar } D3 \leq 0,35 \times D, \text{ sogar } D3 \leq 0,3 \times D.$$

4. Uhrmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reguliervorrichtung derart ist, dass  $D2b \times I2b \leq D2a \times I2a$ .

5. Uhrmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reguliervorrichtung derart ist, dass  $D^5 \times f / I > 20 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$ , wobei f die Frequenz des Resonators ist, wobei die Frequenz bevorzugt größer als oder gleich 4 Hz ist.

6. Uhrmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reguliervorrichtung derart ist, dass  $D2b < D2a$ ; und/oder

$$D2b' < D3;$$

und/oder

$$D2a' < D3,$$

wobei:

D2a' ein Durchmesser eines Zylinders ist, auf dem eine Blockierfläche (22a) des ersten Blockiererdrehteils (20a) aufliegt, und

D2b' ein Durchmesser eines Zylinders ist, auf dem eine Blockierfläche (22b) des zweiten Blockiererdrehteils (20b) aufliegt.

7. Uhrmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reguliervorrichtung derart ist, dass  $7 \text{ mm} \leq D \leq 11 \text{ mm}$ .

8. Uhrmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung umfasst:

- auf dem Trägheitselement beziehungsweise auf dem ersten Blockiererdrehteil einen Zahn (11a) oder einen Stift (11a), dessen Flanken einen Zylinderabschnitt mit Kreisevolventenprofil umfassen, und
- auf dem ersten Blockiererdrehteil beziehungsweise auf dem Trägheitselement eine Gabel (23a), deren Flanken einen Zylinderabschnitt mit Kreisevolventenprofil umfassen.

9. Uhrmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Blockiererdrehteil (20a), insbesondere das erste Blockiererelement (2a), aus Silizium ist und/oder Ausschnitte (24a) auf seiner Platte umfasst, und/oder dadurch, dass das zweite Blockiererdrehteil (20b), insbesondere das zweite Blockiererelement (2b), aus Silizium ist und/oder Ausschnitte auf seiner Platte umfasst.

10. Uhrmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hemmungsrad zwei oder drei oder vier Zähne umfasst, und/oder dadurch, dass die Vorrichtung einen Resonator vom Typ mit Unruh-Spiralfeder umfasst, wobei das Trägheitselement eine Unruh ist.

11. Uhrmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zahn (11a) oder der Stift (11a), die ersten und zweiten Blockiererelemente und das Hemmungsrad auf einem selben Niveau oder auf einer selben Ebene (P) angeordnet sind.

12. Uhrmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es ein Zwischendrehteil (40) umfasst, das zwischen einem Finissage-Räderwerk (50) des Uhrwerks (300) und dem Hemmungsrad angeordnet ist, wobei das Zwischendrehteil (40) ein Rad (4) umfasst, das dazu ausgebildet ist, an den Blockierer eine erste Kraft während der Hemmungsantriebsphasen zu übertragen und an den Blockierer eine zweite Kraft während der Hemmungsauslösungsphasen zu übertragen, wobei die erste Kraft größer als die zweite Kraft ist.

13. Uhrwerk (300), das ein Uhrmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 12 umfasst.

14. Uhr (400), insbesondere Armbanduhr, die ein Uhrwerk (300) nach dem vorhergehenden Anspruch und/oder ein Uhrmodul (67) nach einem der Ansprüche 1 bis 12 umfasst.

## Claims

1. A watch module (67) comprising a regulator device (200) for a watch movement (300), the regulator device (200) comprising:

- an inertial element (11) of a resonator (10) pivoted about a first axis (A1), the inertial element being inscribed within a first cylinder having a diameter D centered on the first axis and the resonator (10) having a first inertia I;  
- an escapement mobile (30) comprising an escape wheel (3) and pivoted about a second axis (A3), the escapement mobile being inscribed within a second cylinder having a diameter D3 centered on the second axis and having a second inertia I3;

- a blocking member (2) comprising:

o a first blocking lever mobile (20a) comprising a first blocking lever element (2a), the first blocking lever mobile being pivoted about a third axis (A2a), inscribed within a third cylinder having a diameter D2a centered on the third axis and having a third inertia I2a; and

o a second blocking lever mobile (20b) comprising a second blocking lever element (2b), the second blocking lever mobile being pivoted about a fourth axis (A2b), inscribed within a fourth cylinder having a diameter D2b centered on the fourth axis and having a fourth inertia I2b,

the first and second blocking lever mobiles being arranged in such a way as to cooperate, especially by gearing, with each other, the regulator device being such that:

$$D2a \times I2a < 4.10^{-4} \times D \times I, \text{ or } D2a \times I2a \leq 3.10^{-4} \times D \times I, \text{ or } D2a \times I2a \leq 2.10^{-4} \times D \times I;$$

and/or

$$D2b \times I2b < 10^{-4} \times D \times I, \text{ or } D2b \times I2b \leq 9.10^{-5} \times D \times I, \text{ or } D2b \times I2b \leq 8.10^{-5} \times D \times I;$$

and/or

$$D3 \times I3 < 7.10^{-5} \times D \times I, \text{ or } D3 \times I3 \leq 6.10^{-5} \times D \times I, \text{ or } D3 \times I3 \leq 5.10^{-5} \times D \times I,$$

wherein the first and second blocking lever mobiles and the escapement mobile are pivoted between a first bridge (6) and a second bridge (7).

2. The module according to claim 1, wherein the axes (A3, A2a, A2b) of the escapement mobile and of the first and second blocking lever mobiles are contained within a cylinder centered on the first axis (A1) and having a diameter D', where  $D' < D$ , or  $D' \leq 0.9 \times D$ , or  $D' \leq 0.85 \times D$ .

3. The module according to claim 1 or 2, wherein the regulator device is such that

$$D2a < 0.4 \times D, \text{ or } D2a \leq 0.35 \times D, \text{ or } D2a \leq 0.3 \times D;$$

and/or

$$D2b < 0.35 \times D, \text{ or } D2a \leq 0.3 \times D, \text{ or } D2a \leq 0.25 \times D;$$

and/or

$$D3 < 0.4 \times D, \text{ or } D3 \leq 0.35 \times D, \text{ or } D3 \leq 0.3 \times D.$$

4. The module according to one of the preceding claims, wherein the regulator device is such that

$$D2b \times l2b \leq D2a \times l2a.$$

5. The module according to one of the preceding claims, wherein the regulator device is such that  $D^5 \times f/l > 20.10^{-2} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$ , where  $f$  is the frequency of the resonator, the frequency preferably being greater than or equal to 4 Hz.

6. The module according to one of the preceding claims, wherein the regulator device is such that

$$D2b < D2a;$$

and/or

$$D2b' < D3;$$

and/or

$$D2a' < D3,$$

where:

$D2a'$  is a diameter of a cylinder on which a blocking surface (22a) of the first blocking lever mobile (20a) rests, and  $D2b'$  is a diameter of a cylinder on which a blocking surface (22b) of the second blocking lever mobile (20b) rests.

7. The module according to one of the preceding claims, wherein the regulator device is such that

$$7 \text{ mm} \leq D \leq 11 \text{ mm}.$$

8. The module according to one of the preceding claims, wherein the device comprises:

- on the inertial element, respectively on the first blocking lever mobile, a tooth (11a) or a pin (11a) of which the flanks comprise a portion of cylinder having a profile of an involute of a circle, and
- on the first blocking lever mobile, respectively on the inertial element, a fork (23a) of which the flanks comprise a portion of cylinder having a profile of an involute of a circle.

9. The module according to one of the preceding claims, wherein the first blocking lever mobile, in particular the first blocking lever element, is made of silicon and/or comprises cutouts (24a) on its plate, and/or wherein the second blocking lever mobile, in particular the second blocking lever element, is made of silicon and/or comprises cutouts on its plate.

10. The module according to one of the preceding claims, wherein the escape wheel comprises two or three or four teeth and/or wherein it comprises a resonator of the balance wheel and hairspring type, the inertial element being a balance wheel.

11. The module according to one of the preceding claims, wherein the tooth (11a) or the pin (11a), the first and second blocking lever elements and the escape wheel are arranged on the same level or in the same plane (P).

12. The module according to one of the preceding claims, wherein it comprises an intermediate mobile (40) arranged

between a going train (50) of the movement (300) and the escapement mobile, the intermediate mobile (40) comprising a wheel (4) configured to transmit to the blocking member a first effort during the pulse phases of the escapement and to transmit to the blocking member a second effort during the phases of disengagement of the escapement, the first effort being greater than the second effort.

5

**13.** A watch movement (300) comprising a watch module according to one of claims 1 to 12.

**14.** A timepiece (400), especially a wristwatch, comprising a watch movement (300) according to the preceding claim and/or a watch module (67) according to one of claims 1 to 12.

10

15

20

25

30

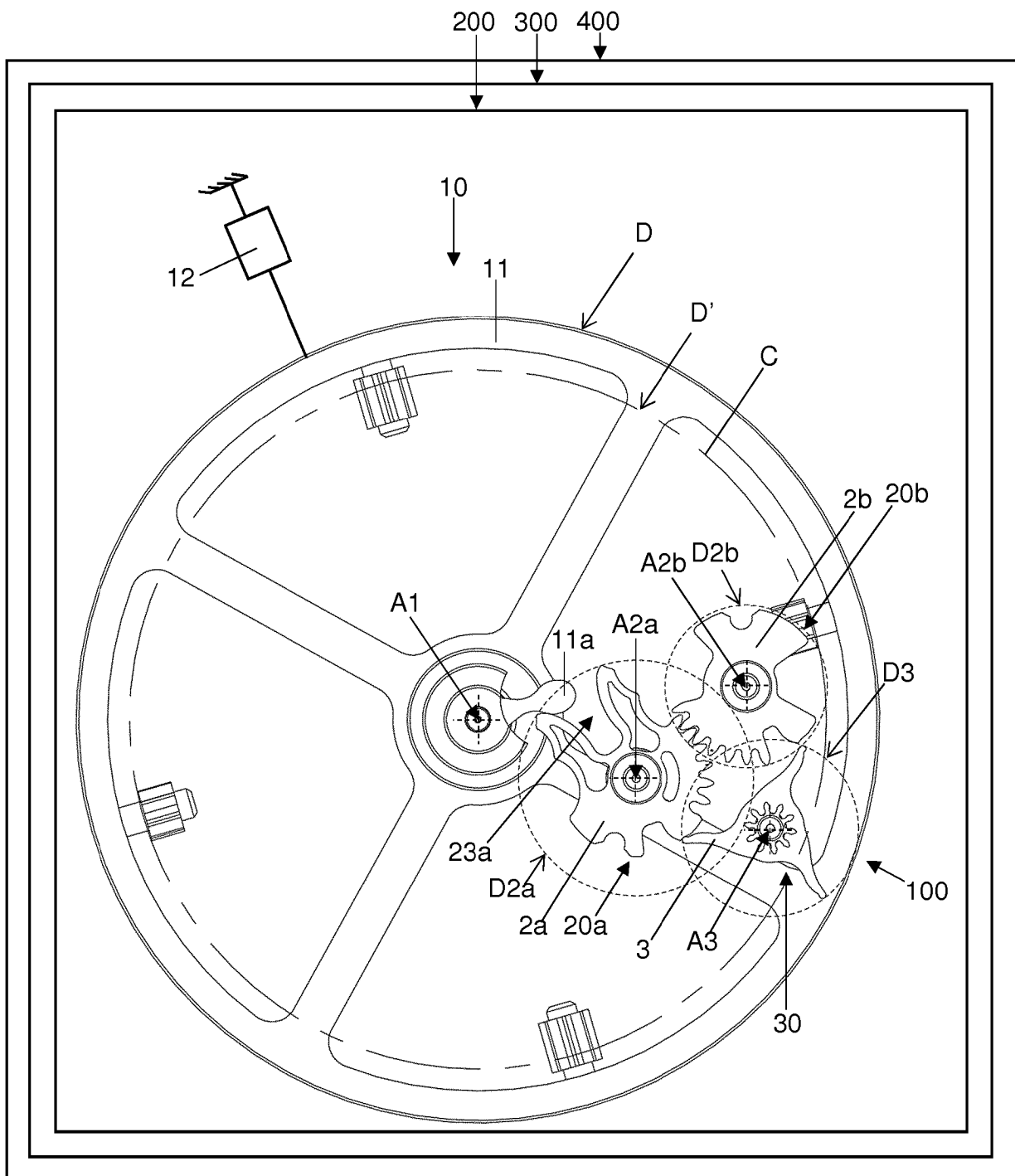
35

40

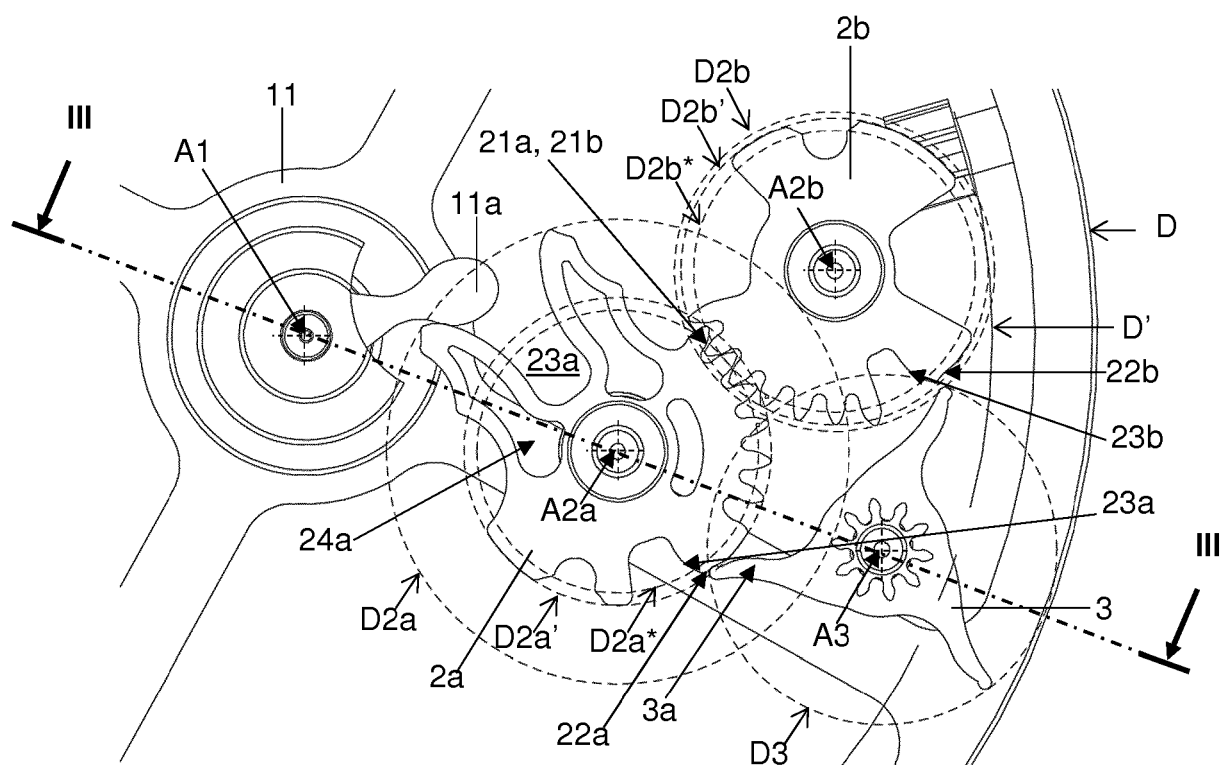
45

50

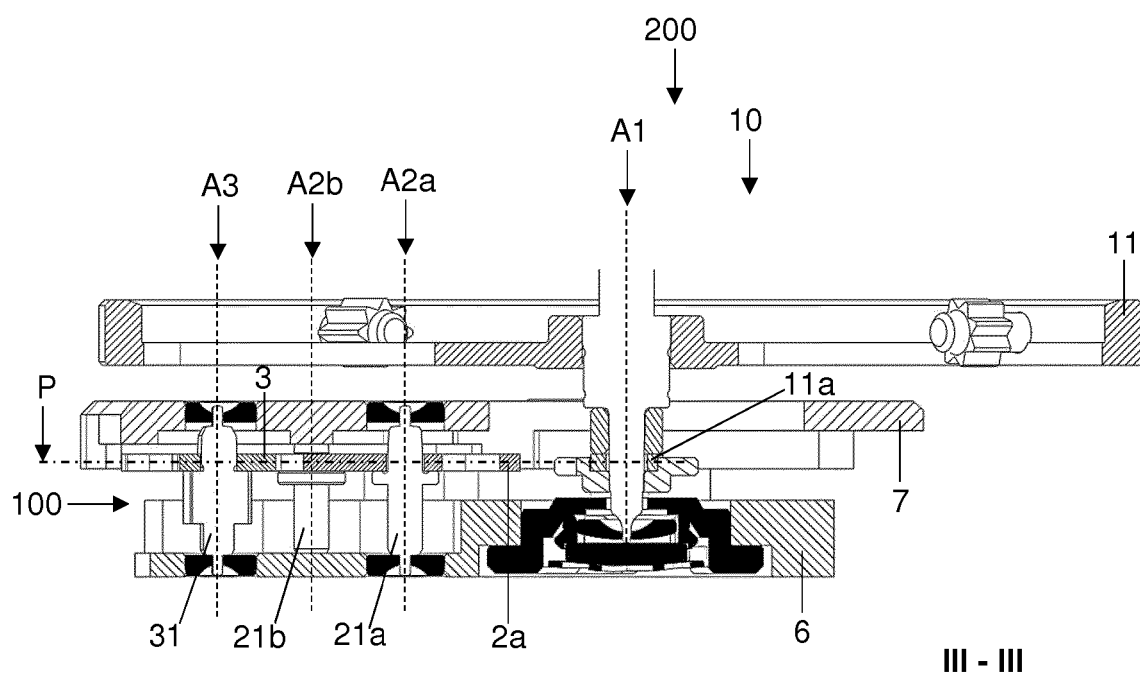
55



### Figure 1



## Figure 2



### Figure 3

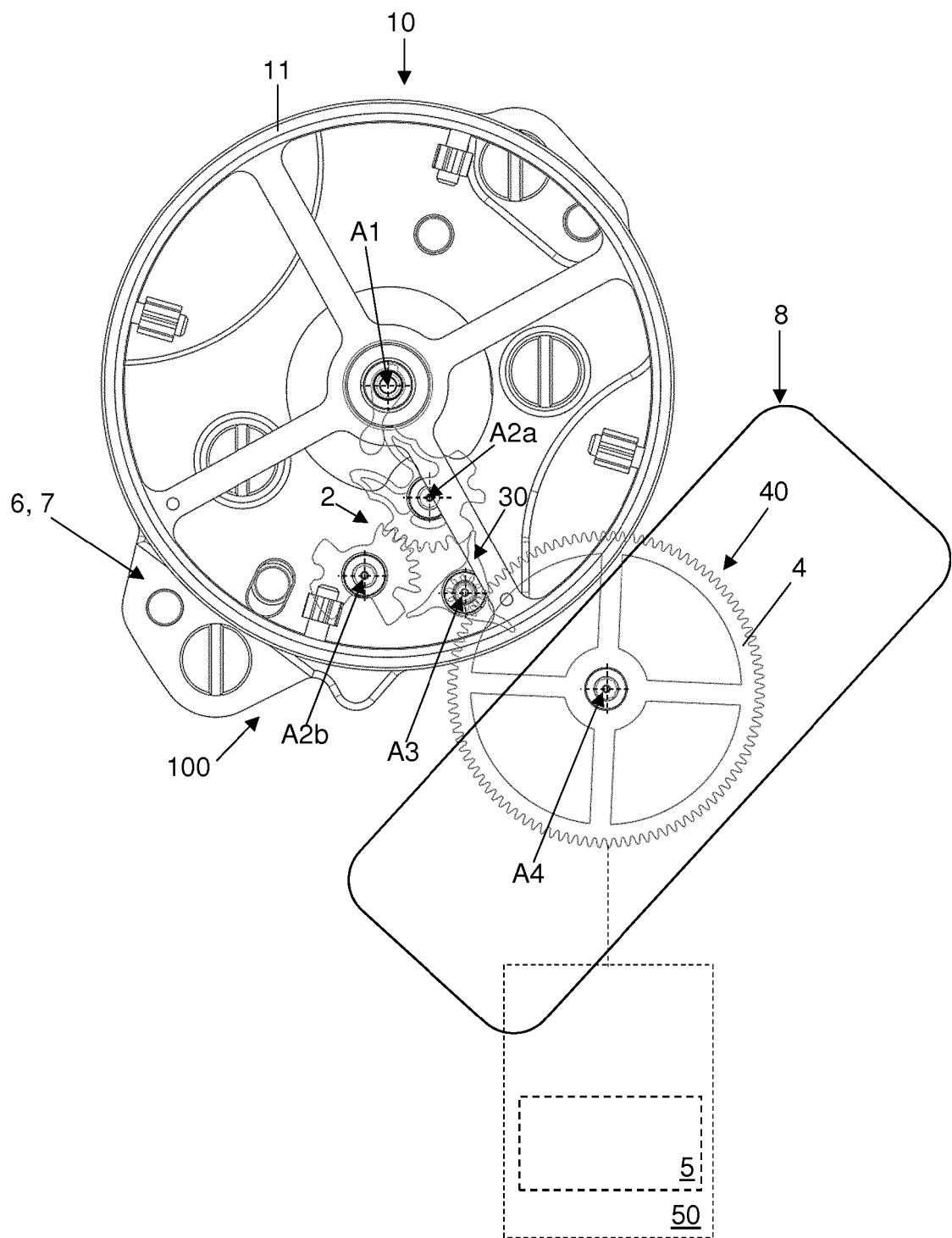


Figure 4



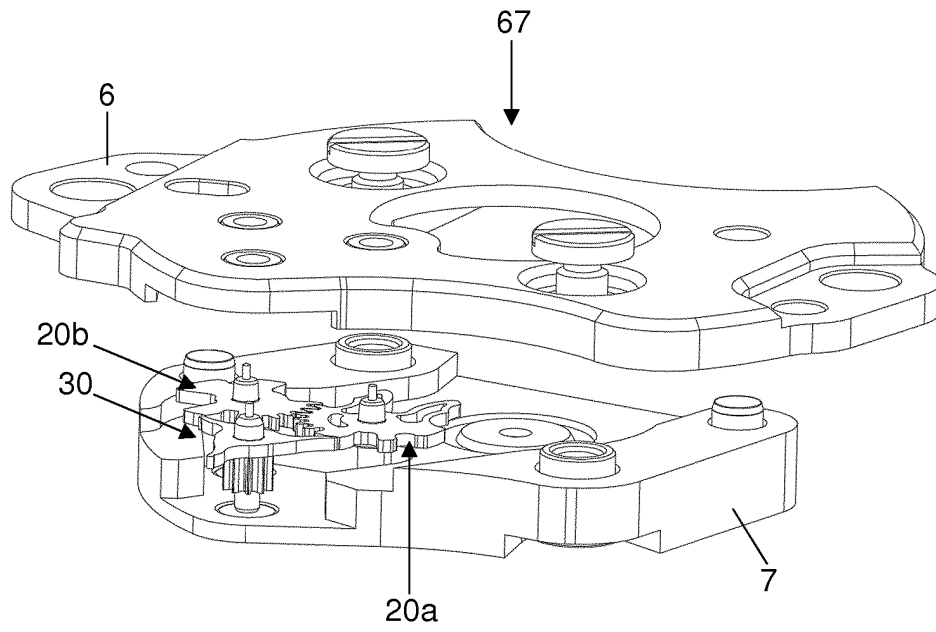


Figure 5

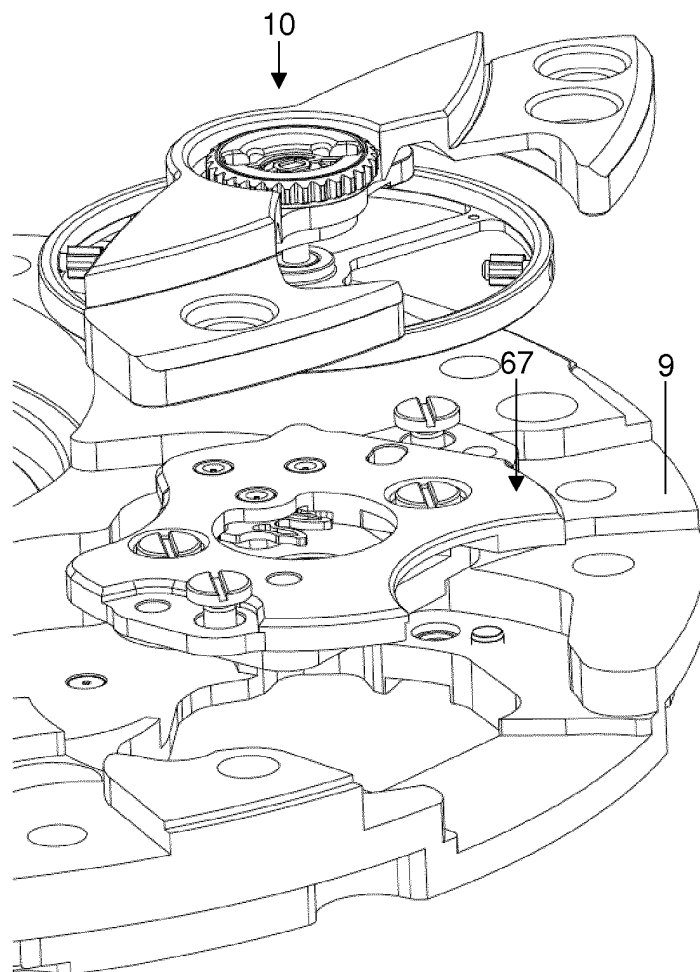


Figure 6

## 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 702313 B1 [0006]
- WO 2017109004 A1 [0006]
- WO 2013182243 A [0027]
- WO 2017109004 A [0053]

### Littérature non-brevet citée dans la description

- **PIERRE CHOPARD.** *Influence de la géométrie du balancier sur les performances chronométriques de la montre* [0004]
- Construction horlogère. *PPUR*, 2011 [0004]