



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

**EP 3 561 603 A1**

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
30.10.2019 Bulletin 2019/44

(51) Int Cl.:  
**G04B 15/06** (2006.01)      **G04B 17/04** (2006.01)  
**G04B 15/14** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: 18169314.4

(22) Date de dépôt: 25.04.2018

(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:  
**KH MA MD TN**

(60) Demande divisionnaire:  
**19159418.3 / 3 561 605  
19159421.7 / 3 561 604**

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

(72) Inventeurs:  

- BORN, Jean-Jacques  
1110 Morges (CH)**
- WINKLER, Pascal  
2072 St-Blaise (CH)**
- DI DOMENICO, Gianni  
2000 Neuchâtel (CH)**

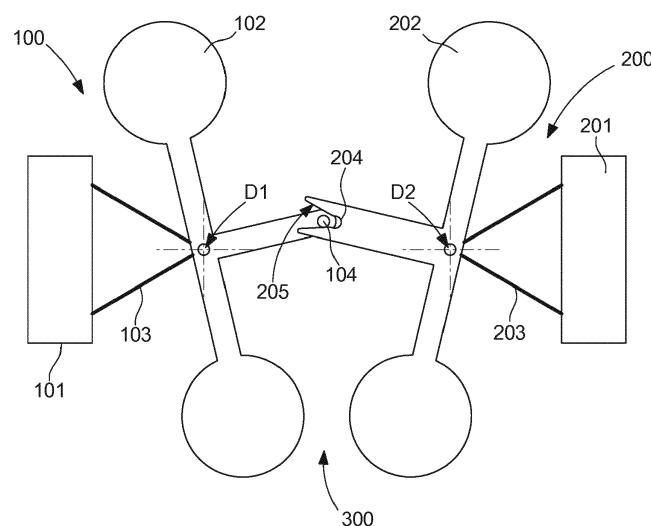
(74) Mandataire: **ICB SA  
Faubourg de l'Hôpital, 3  
2001 Neuchâtel (CH)**

### (54) MECANISME REGULATEUR D'HORLOGERIE A RESONATEURS ARTICULES

(57) Mécanisme régulateur d'horlogerie (300) comportant des résonateurs primaires (100 ; 200) comportant chacun au moins une masse inertielle (102 ; 202) mobile de façon pivotante par rapport à une structure fixe (101 ; 201) à laquelle elle est suspendue par des lames flexibles (103 ; 203), ce mécanisme régulateur (300) comporte des moyens mécaniques de synchronisation d'au moins deux résonateurs primaires (100 ; 200) qui comportent une liaison articulée, notamment avec jeu,

entre les deux masses inertielles (102 ; 202) que comportent ces deux résonateurs primaires (100 ; 200), laquelle liaison articulée est agencée pour autoriser en régime normal le pivotement des deux masses inertielles (102 ; 202) selon des sens de rotation opposés et avec des valeurs d'angles de rotation voisines, et est agencée pour interdire, lors d'un choc, le pivotement des deux masses inertielles (102 ; 202) selon le même sens de rotation.

Fig. 2



**Description****Domaine de l'invention**

**[0001]** L'invention concerne un mécanisme régulateur d'horlogerie comportant une pluralité de résonateurs primaires comportant chacun au moins une masse inertielle mobile de façon pivotante par rapport à une structure fixe à laquelle ladite masse inertielle est suspendue par une pluralité de lames flexibles.

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

**[0003]** L'invention concerne encore une montre comportant au moins un tel mouvement, et/ou comportant au moins un tel mécanisme régulateur.

**[0004]** L'invention concerne le domaine des mécanismes de régulation pour l'horlogerie mécanique.

**Arrière-plan de l'invention**

**[0005]** La technologie des oscillateurs et résonateurs d'horlogerie a beaucoup évolué avec l'apparition des techniques de réalisation de composants en silicium ou matériaux de caractéristiques similaires, qui ont permis l'avènement de guidages flexibles, en particulier à lames, définissant des pivots virtuels, et permettant de s'affranchir des pivots traditionnels, consommateurs d'énergie, sujets à l'usure, et nécessitant des lubrifications adéquates.

**[0006]** De nombreux paramètres restent néanmoins à améliorer : les faibles amplitudes d'oscillation, la transmission d'efforts importants, la sensibilité aux chocs, et, de façon générale la sensibilité aux perturbations du porté, en particulier en ce qui concerne la rotation.

**Résumé de l'invention**

**[0007]** L'invention se propose de réaliser un régulateur à pivots flexibles pour montre mécanique, qui soit insensible à ces perturbations pendant le porté, qui soit peu sensible aux chocs, facile à produire, et avec le meilleur rendement possible par la minimisation des frottements.

**[0008]** A cet effet, l'invention concerne un mécanisme régulateur d'horlogerie selon la revendication 1.

**[0009]** L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie comportant au moins un tel mécanisme régulateur.

**[0010]** L'invention concerne encore une montre comportant au moins un tel mouvement, et/ou comportant au moins un tel mécanisme régulateur.

**Description sommaire des dessins**

**[0011]** D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre, en référence aux dessins annexés, où :

- la figure 1 représente, de façon schématisée, et en vue en plan, un mécanisme régulateur selon l'invention, comportant deux résonateurs comportant chacun une masse inertielle suspendue par lames flexibles, lesquelles masses définissent l'une avec l'autre une liaison articulée avec du jeu, dans une première position angulaire de repos de chaque résonateur;
- la figure 2 représente, de façon similaire à la figure 1, le même mécanisme, dans une position intermédiaire d'oscillation ;
- la figure 3 représente, de façon similaire à la figure 1, un mécanisme similaire, avec échappement sur un des résonateurs ;
- la figure 4 représente, de façon similaire à la figure 1, un mécanisme similaire, avec échappement sur les deux résonateurs, dans une première position angulaire de repos de chaque résonateur;
- la figure 5 représente, de façon similaire à la figure 4, le même mécanisme, dans une position intermédiaire d'oscillation ;
- la figure 6 représente, de façon schématisée, et en vue en plan, un guidage flexible sous forme d'un pivot en tête-bêche ;
- la figure 7 représente, de façon schématisée, et en vue en plan, un guidage flexible sous forme d'un pivot à lames croisées en projection ;
- la figure 8 représente, de façon schématisée, et en vue en plan, un guidage flexible sous forme d'un pivot de type Wittrick ;
- la figure 9 représente, de façon similaire à la figure 1, un mécanisme similaire, avec échappement libre à double impulsion tangentielle directe ;
- la figure 10 est un schéma-blocs représentant une montre comportant un mouvement d'horlogerie incluant un tel mécanisme régulateur.

**Description détaillée des modes de réalisation préférés**

**[0012]** L'invention concerne un mécanisme régulateur d'horlogerie 300, comportant une pluralité de résonateurs primaires 100, 200. Ce mécanisme régulateur 300 est un mécanisme à résonateurs articulés

**[0013]** L'invention est applicable en particulier, mais non limitativement, aux résonateurs sur pivots flexibles à faible course, pour montre mécanique, lesquels sont usuellement très sensibles aux perturbations lors du porté, et notamment très sensibles aux accélérations angulaires, notamment en rotation.

**[0014]** Les figures n'illustrent, de façon non limitative, que la variante avec deux tels résonateurs primaires 100, 200, et l'homme du métier saura sans peine extrapoler les caractéristiques de l'invention à un nombre supérieur de résonateurs.

**[0015]** Ces résonateurs primaires 100, 200, comportent chacun au moins une masse inertielle 102, 202, qui est mobile de façon pivotante par rapport à une structure fixe 101, 201, à laquelle la masse inertielle 102, 202, est

suspendue par une pluralité de lames flexibles 103, 203. Ces lames flexibles définissent, de façon connue, un axe de pivotement virtuel autour duquel pivote la masse inertielle concernée, avec un écart très faible, de quelques micromètres ou dizaines de micromètres, notamment inférieur à 30 micromètres, entre la position de l'axe instantané de pivotement et l'axe virtuel théorique imposé par la forme et le positionnement des lames flexibles.

**[0016]** Selon l'invention, ce mécanisme régulateur 300 comporte des moyens mécaniques de synchronisation d'au moins deux tels résonateurs primaires 100, 200. Ces moyens mécaniques de synchronisation comportent une liaison articulée entre deux masses inertielles 102, 202, que comportent les deux résonateurs primaires 100, 200.

**[0017]** Cette liaison articulée est agencée pour autoriser, en régime normal, le pivotement des deux masses inertielles 102, 202, selon des sens de rotation opposés, et avec des valeurs d'angles de rotation voisines. Et la liaison articulée est agencée pour interdire, lors d'un choc, le pivotement des deux masses inertielles 102, 202, selon le même sens de rotation.

**[0018]** Dans une réalisation particulière, cette liaison articulée est avec jeu.

**[0019]** Plus particulièrement et non limitativement, et tel que visible sur les figures 1 à 8, cette liaison articulée résulte de la coopération d'une goupille ou similaire, avec une rainure de forme adaptée : plus particulièrement, une des deux masses inertielles 102, 202, comporte une goupille 104, qui coulisse avec jeu dans une fente 204 que comporte l'autre des deux masses inertielles 102, 202. Cette fente 204 est en forme de vé, de façon à autoriser en régime normal le pivotement des deux masses inertielles 102, 202, selon des sens de rotation opposés et selon la même valeur d'angle de rotation.

**[0020]** Ainsi, tel que visible sur les figures 1 et 2, les deux résonateurs sont synchronisés par la goupille 104 montée sur un premier bras de la première masse inertielle 102 du premier résonateur 100, dont le premier axe de pivotement virtuel est désigné par D1. La goupille 104 coulisse dans la fente 204 dans un deuxième bras de la deuxième masse inertielle 202 du deuxième résonateur 200. Il existe un espace entre la goupille 104 et la fente 204, de façon à minimiser les frottements. La fente 204 est en forme de vé, s'élargissant vers son ouverture 205 en s'éloignant du deuxième axe de pivotement virtuel D2 de la deuxième masse inertielle 202, cette forme en vé permet que le premier résonateur 100 et le deuxième résonateur 200 puissent avoir le même angle de rotation opposée, et permet d'éviter que la goupille 104 et la fente 204 ne se touchent, de façon à ne pas altérer le rendement mécanique du résonateur.

**[0021]** En cas de choc rotatif, le premier résonateur 100 et le deuxième résonateur 200 tendent à tourner dans le même sens, et la liaison articulée les en empêche, ce qui garantit un fonctionnement correct de l'échappement avec lequel coopère au moins un des deux résonateurs. Il n'y a pas d'arrêt intempestif comme ce serait

le cas pour un résonateur unique sur pivot flexible à faible course.

**[0022]** L'entretien des résonateurs peut être effectué de différentes façons.

**[0023]** La figure 3 illustre la configuration où le mécanisme régulateur 300 comporte un oscillateur, lequel comporte un mécanisme d'échappement 400 et l'un des résonateurs primaires 100, 200. Les moyens de synchronisation mécanique selon l'invention, notamment dans la variante avec goupille et fente, telle qu'illustrée, sont agencés pour effectuer l'entretien de chaque autre résonateur primaire 100, 200 : ici le premier résonateur 100 coopère avec l'échappement 400, et le deuxième résonateur 200 est entretenu par le premier.

**[0024]** Plus particulièrement, cet oscillateur comporte une ancre élargie 401, telle que décrite dans la demande EP16200152 au nom de ETA Manufacture Horlogère Suisse, et dans les demandes qui en dépendent: PCT/EP2017/069037, PCT/EP2017/069038, PCT/EP2017/069039, PCT/EP2017/069040, PCT/EP2017/069041, PCT/EP2017/069043, PCT/EP2017/078497, PCT/EP2017/080121.

**[0025]** Un bras 110, que comporte le résonateur primaire 100, 200, avec lequel le mécanisme d'échappement 400 est agencé pour coopérer, le premier résonateur 100 dans le cas de la figure 3, est agencé pour coopérer avec cette ancre élargie 401.

**[0026]** Un deuxième moyen d'entretenir les résonateurs est d'utiliser un échappement à repos frottant, qui agit alternativement sur le premier résonateur 200 et le deuxième résonateur 200. Ainsi, tel que visible sur les figures 4 et 5, le mécanisme régulateur 300 comporte un oscillateur lequel comporte un mécanisme d'échappement 400 à repos frottant qui est agencé pour coopérer alternativement avec deux résonateurs primaires 100, 200, au niveau de palettes 121, 221, que comportent les deux masses inertielles 102, 202, que comportent ces deux résonateurs primaires 100, 200.

**[0027]** Les avantages de cette variante sont nombreux.

**[0028]** En effet, l'énergie est distribuée de façon égale sur les deux résonateurs. Quand les deux résonateurs primaires 100, 200, ont le même réglage en fréquence et en équilibrage, la liaison articulée est en contact mécanique seulement en cas de choc : la goupille 104 et la fente 204 ne se touchent jamais, sauf en cas de perturbation externe. Ceci permet de minimiser la perturbation de la marche due au frottement entre la goupille 104 et la fente 204.

**[0029]** De préférence, la géométrie des palettes 121, 221, est la même pour les deux résonateurs, ce qui permet d'optimiser les chemins de frottement. Par rapport à un échappement à repos frottant traditionnel, qui a les deux palettes sur le même mobile, la configuration selon l'invention, avec une palette par mobile, permet de choisir la géométrie de palette avec le même rendement, sans être obligé d'utiliser des palettes courbes telles que connues de l'échappement Graham. Les figures 4 et 5 illus-

trent une variante préférée, avec une roue d'échappement 420 avec des dents 421 courbes, et agencées pour coopérer avec les palettes 121, 221, qui sont droites. Cette configuration autorise une confection de palettes en rubis qui reste économique, et il est possible de combiner des palettes en rubis avec une roue d'échappement 420 en silicium ou similaire, et, ainsi, d'éviter les forces de contact élevées d'un couple silicium-silicium, si l'on devait réaliser des palettes courbes en silicium. En effet, l'exécution de la roue d'échappement 420 en silicium reste très avantageuse, car elle permet de minimiser son inertie, que l'on peut encore améliorer avec un évidement maximal et une épaisseur minimale. Les palettes sont plus épaisses que la roue, et la fabrication en rubis par la méthode traditionnelle est tout à fait appropriée.

**[0030]** Ainsi, plus particulièrement, le mécanisme d'échappement 400 à repos frottant comporte une roue d'échappement 420 en silicium et/ou dioxyde de silicium, et les palettes 121 ; 221 sont en rubis de façon à minimiser les forces de contact entre les dents 421 de la roue d'échappement 420 et les palettes 121, 221.

**[0031]** Un troisième moyen d'entretenir les résonateurs consiste à utiliser un mécanisme régulateur 300 articulé, qui comporte un oscillateur lequel comporte un mécanisme d'échappement 400 libre à double impulsion tangentielle directe, tel que visible sur la figure 9. Ce mécanisme régulateur 300 comporte une liaison cinématique 600 entre deux masses inertielles 102, 202, que comportent deux résonateurs primaires 100, 200, et qui sont agencées pour pivoter en sens contraire. Ces deux masses inertielles 102, 202, comportent des palettes 121, 221, agencées pour coopérer avec des dents 421, que comporte une roue d'échappement 420 que comporte le mécanisme d'échappement 400, de façon à produire une impulsion directe de la roue d'échappement 420 à l'une des palettes 121, 221, à chaque alternance de l'oscillation. Cette liaison cinématique 600 comporte avantageusement la liaison articulée avec jeu, selon l'invention, entre les deux masses inertielles 102, 202.

**[0032]** Ce mécanisme est comparable à un échappement coaxial, dans lequel l'impulsion directe de l'ancre est remplacée ici par une impulsion directe sur la masse inertielle du deuxième résonateur.

**[0033]** Plus particulièrement, dans une variante illustrée par la figure 9, le mécanisme régulateur 300 comporte un arrêteoir bistable 700, qui est agencé pour coopérer, d'une part par un premier bras 701 avec une des dents 421 pour l'arrêt de la roue d'échappement 420, et d'autre part par une fourchette 703 avec une cheville 207 que comporte une des deux masses inertielles 102, 202. Cet arrêteoir à deux positions stables, qui ressemble à une ancre, ne sert que de repos pour arrêter la roue d'échappement par ce premier bras 701. Le pivotement de la deuxième masse inertielle fait échapper la cheville 207 de la fourchette 703, et libère alors le pivotement de l'arrêteoir 700, et ainsi autorise la rotation de la roue d'échappement.

**[0034]** Selon ce troisième moyen, le mécanisme

d'échappement 400 est libre à double impulsion tangentielle directe.

**[0035]** En effet, il est libre car le résonateur est libre pendant une partie de son oscillation, ce qui est favorable d'un point de vue chronométrique.

**[0036]** Il est à double impulsion, car une impulsion se produit à chaque alternance de l'oscillation.

**[0037]** Il est à impulsion tangentielle, car le contact qui produit l'impulsion se produit sensiblement sur la ligne qui relie le centre d'inertie de la masse inertielle considérée au centre de la roue d'échappement (par opposition à l'impulsion frottante d'un échappement à ancre suisse traditionnel).

**[0038]** Il est à impulsion directe car l'impulsion est donnée directement de la roue au résonateur, sans nécessairement passer par une ancre.

**[0039]** On comprend que cette double impulsion directe n'est possible que parce que les deux masses inertielles pivotent selon des sens opposés. Ainsi, la roue d'échappement, qui tourne toujours dans le même sens, peut pousser l'une des masses inertielles lors de la première alternance, et l'autre lors de la deuxième alternance.

**[0040]** Les lignes en trait interrompu A, B, C, D de la figure 9 illustrent des agencements relatifs avantageux: la droite A joignant les pivots virtuels des deux guidages flexibles est perpendiculaire à la direction B issue du centre de la roue d'échappement qui est la médiatrice de ces deux pivots, l'impulsion entre une dent 421 et une palette 121, 221, se faisant au voisinage de cette droite B; l'un des pivots définit avec l'axe de l'arrêteoir 700 une droite C, perpendiculaire à la droite D joignant l'axe de la roue d'échappement et l'axe de l'arrêteoir; le contact entre la cheville 207 et la fourchette 703 se fait au voisinage de cette droite C.

**[0041]** En ce qui concerne les pivots flexibles, différentes configurations sont utilisables.

**[0042]** La figure 6 illustre le cas où la pluralité de lames flexibles 103, 203, comporte au moins un pivot comportant des vés tête-bêche, cette configuration étant connue pour être insensible aux positions de la montre.

**[0043]** La figure 7 illustre le cas où la pluralité de lames flexibles 103, 203, comporte au moins un pivot à lames dans deux plans parallèles et croisées en projection, cette configuration étant également connue pour être insensible aux positions de la montre lors du porté.

**[0044]** La figure 8 illustre le cas où la pluralité de lames flexibles 103, 203, comporte au moins un pivot en V de type Wittrick, qui est connue pour être sensible aux positions de la montre lors du porté. Toutefois, grâce aux moyens de synchronisation avec la liaison articulée, cette configuration est aussi utilisable, car la liaison articulée annule la sensibilité aux positions. Cette variante est particulièrement simple à réaliser.

**[0045]** L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie 500 comportant au moins un tel mécanisme régulateur d'horlogerie 300.

**[0046]** L'invention concerne encore une montre 1000 comportant au moins un tel mouvement 500, et/ou comportant au moins un tel mécanisme régulateur 300.

## Revendications

1. Mécanisme régulateur d'horlogerie (300) comportant une pluralité de résonateurs primaires (100 ; 200) comportant chacun au moins une masse inertielle (102 ; 202) mobile de façon pivotante par rapport à une structure fixe (101 ; 201) à laquelle ladite masse inertielle (102 ; 202) est suspendue par une pluralité de lames flexibles (103 ; 203), **caractérisé en ce que** ledit mécanisme régulateur (300) comporte des moyens mécaniques de synchronisation d'au moins deux dits résonateurs primaires (100 ; 200) qui comportent une liaison articulée entre les deux dites masses inertielles (102 ; 202) que comportent lesdits deux résonateurs primaires (100 ; 200), laquelle liaison articulée est agencée pour autoriser en régime normal le pivotement desdites deux masses inertielles (102 ; 202) selon des sens de rotation opposés et avec des valeurs d'angles de rotation voisines, et est agencée pour interdire, lors d'un choc, le pivotement desdites deux masses inertielles (102 ; 202) selon le même sens de rotation. 10
2. Mécanisme régulateur d'horlogerie (300) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ladite liaison articulée est une liaison avec jeu. 15
3. Mécanisme régulateur d'horlogerie (300) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** une desdites deux masses inertielles (102 ; 202) comporte une goupille (104) qui coulisse avec jeu dans une fente (204) que comporte l'autre desdites deux masses inertielles (102 ; 202), ladite fente (204) étant en forme de V de façon à autoriser en régime normal le pivotement desdites deux masses inertielles (102 ; 202) selon des sens de rotation opposés et selon la même valeur d'angle de rotation. 20
4. Mécanisme régulateur d'horlogerie (300) selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** ledit mécanisme régulateur (300) comporte un oscillateur lequel comporte un mécanisme d'échappement (400) et l'un desdits résonateurs primaires (100 ; 200), et **en ce que** lesdits moyens de synchronisation mécanique sont agencés pour effectuer l'entretien de chaque autre dit résonateur primaire (100 ; 200). 25
5. Mécanisme régulateur d'horlogerie (300) selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** ledit oscillateur comporte une ancre élargie (401) avec laquelle est agencé pour coopérer un bras (110) que comporte ledit résonateur primaire (100 ; 200) avec lequel ledit 30
6. Mécanisme régulateur d'horlogerie (300) selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** ledit mécanisme régulateur (300) comporte un oscillateur lequel comporte un mécanisme d'échappement (400) à repos frottant qui est agencé pour coopérer alternativement avec deux dits résonateurs primaires (100 ; 200), au niveau de palettes (121 ; 221) que comportent les deux dites masses inertielles (102 ; 202) que comportent lesdits deux résonateurs primaires (100 ; 200). 35
7. Mécanisme régulateur d'horlogerie (300) selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** lesdits deux résonateurs primaires (100 ; 200) ont le même réglage en fréquence et en équilibrage, et **en ce que** ladite liaison articulée est en contact mécanique seulement en cas de choc. 40
8. Mécanisme régulateur d'horlogerie (300) selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que** ledit mécanisme d'échappement (400) à repos frottant comporte une roue d'échappement (420) avec des dents (421) qui sont courbes, et agencées pour coopérer avec lesdites palettes (121 ; 221) qui sont droites. 45
9. Mécanisme régulateur d'horlogerie (300) selon l'une des revendications 6 à 8, **caractérisé en ce que** ledit mécanisme d'échappement (400) à repos frottant comporte une roue d'échappement (420) en silicium et/ou dioxyde de silicium, et **en ce que** lesdites palettes (121 ; 221) sont en rubis de façon à minimiser les forces de contact entre les dents (421) de ladite roue d'échappement (420) et lesdites palettes (121 ; 221). 50
10. Mécanisme régulateur d'horlogerie (300) selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** ledit mécanisme régulateur (300) comporte un oscillateur lequel comporte un mécanisme d'échappement (400) libre à double impulsion tangentielle directe, comporte une liaison cinématique (600), comportant ladite liaison articulée, entre deux dites masses inertielles (102 ; 202) que comportent deux dits résonateurs primaires (100 ; 200) et qui sont agencées pour pivoter en sens contraire, lesquelles dites deux masses inertielles (102 ; 202) comportent des palettes (121 ; 221) agencées pour coopérer avec des dents (421) que comporte une roue d'échappement (420) que comporte ledit mécanisme d'échappement (400), de façon à produire une impulsion directe de ladite roue d'échappement (420) à l'une desdites palettes (121 ; 221) à chaque alternance de l'oscillation. 55
11. Mécanisme régulateur d'horlogerie (300) selon la re- 60

mécanisme d'échappement (400) est agencé pour coopérer.

6. Mécanisme régulateur d'horlogerie (300) selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** ledit mécanisme régulateur (300) comporte un oscillateur lequel comporte un mécanisme d'échappement (400) à repos frottant qui est agencé pour coopérer alternativement avec deux dits résonateurs primaires (100 ; 200), au niveau de palettes (121 ; 221) que comportent les deux dites masses inertielles (102 ; 202) que comportent lesdits deux résonateurs primaires (100 ; 200). 10
7. Mécanisme régulateur d'horlogerie (300) selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** lesdits deux résonateurs primaires (100 ; 200) ont le même réglage en fréquence et en équilibrage, et **en ce que** ladite liaison articulée est en contact mécanique seulement en cas de choc. 15
8. Mécanisme régulateur d'horlogerie (300) selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que** ledit mécanisme d'échappement (400) à repos frottant comporte une roue d'échappement (420) avec des dents (421) qui sont courbes, et agencées pour coopérer avec lesdites palettes (121 ; 221) qui sont droites. 20
9. Mécanisme régulateur d'horlogerie (300) selon l'une des revendications 6 à 8, **caractérisé en ce que** ledit mécanisme d'échappement (400) à repos frottant comporte une roue d'échappement (420) en silicium et/ou dioxyde de silicium, et **en ce que** lesdites palettes (121 ; 221) sont en rubis de façon à minimiser les forces de contact entre les dents (421) de ladite roue d'échappement (420) et lesdites palettes (121 ; 221). 25
10. Mécanisme régulateur d'horlogerie (300) selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** ledit mécanisme régulateur (300) comporte un oscillateur lequel comporte un mécanisme d'échappement (400) libre à double impulsion tangentielle directe, comporte une liaison cinématique (600), comportant ladite liaison articulée, entre deux dites masses inertielles (102 ; 202) que comportent deux dits résonateurs primaires (100 ; 200) et qui sont agencées pour pivoter en sens contraire, lesquelles dites deux masses inertielles (102 ; 202) comportent des palettes (121 ; 221) agencées pour coopérer avec des dents (421) que comporte une roue d'échappement (420) que comporte ledit mécanisme d'échappement (400), de façon à produire une impulsion directe de ladite roue d'échappement (420) à l'une desdites palettes (121 ; 221) à chaque alternance de l'oscillation. 30
11. Mécanisme régulateur d'horlogerie (300) selon la re- 35

vendication 10, **caractérisé en ce que** ledit mécanisme régulateur (300) comporte un arrêtoir bistable (700) agencé pour coopérer, d'une part par un premier bras (701) avec une desdites dents (421), et d'autre part par une fourchette (703) avec une cheville (207) que comporte une desdites deux masses inertielles (102 ; 202). 5

12. Mécanisme régulateur d'horlogerie (300) selon l'une des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** ladite pluralité de lames flexibles (103 ; 203) comporte au moins un pivot comportant des vés tête-bêche et insensible aux positions. 10
13. Mécanisme régulateur d'horlogerie (300) selon l'une des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** ladite pluralité de lames flexibles (103 ; 203) comporte au moins un pivot à lames dans deux plans parallèles et croisées en projection, insensible aux positions. 15  
20
14. Mécanisme régulateur d'horlogerie (300) selon l'une des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** ladite pluralité de lames flexibles (103 ; 203) comporte au moins un pivot en vé de type Wittrick, dont ladite liaison articulée annule la sensibilité aux positions. 25
15. Mouvement d'horlogerie (500) comportant au moins un mécanisme régulateur d'horlogerie (300) selon l'une des revendications 1 à 14. 30
16. Montre (1000) comportant au moins un mouvement d'horlogerie (500) selon la revendication 17, et/ou comportant au moins un mécanisme régulateur d'horlogerie (300) selon l'une des revendications 1 à 15. 35

40

45

50

55

Fig. 1

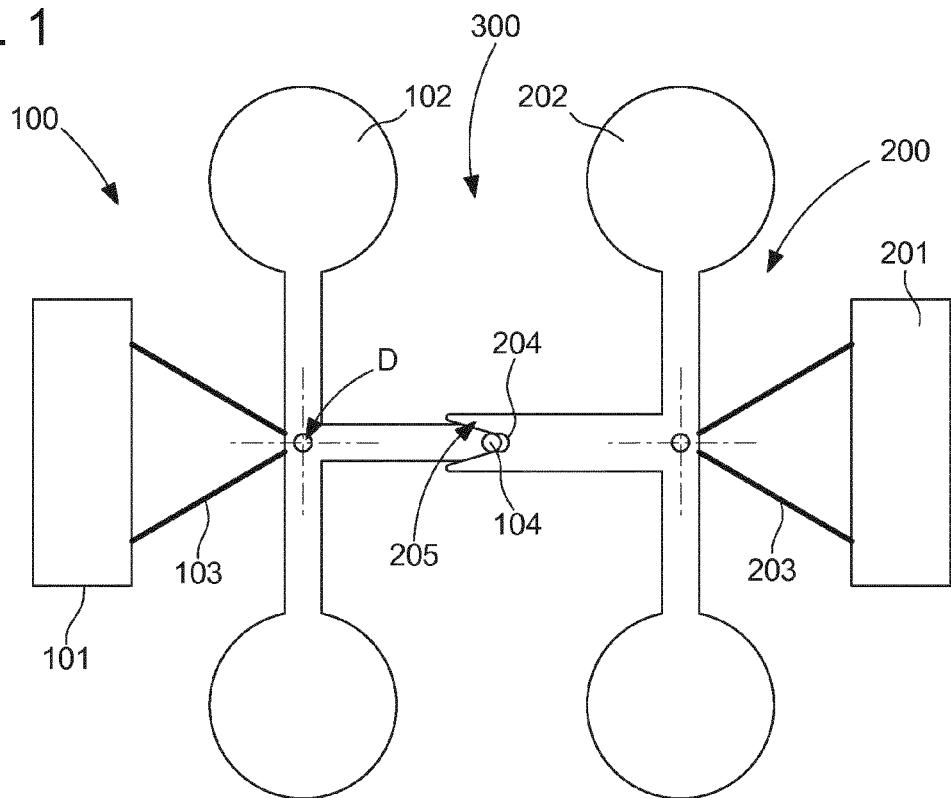


Fig. 2

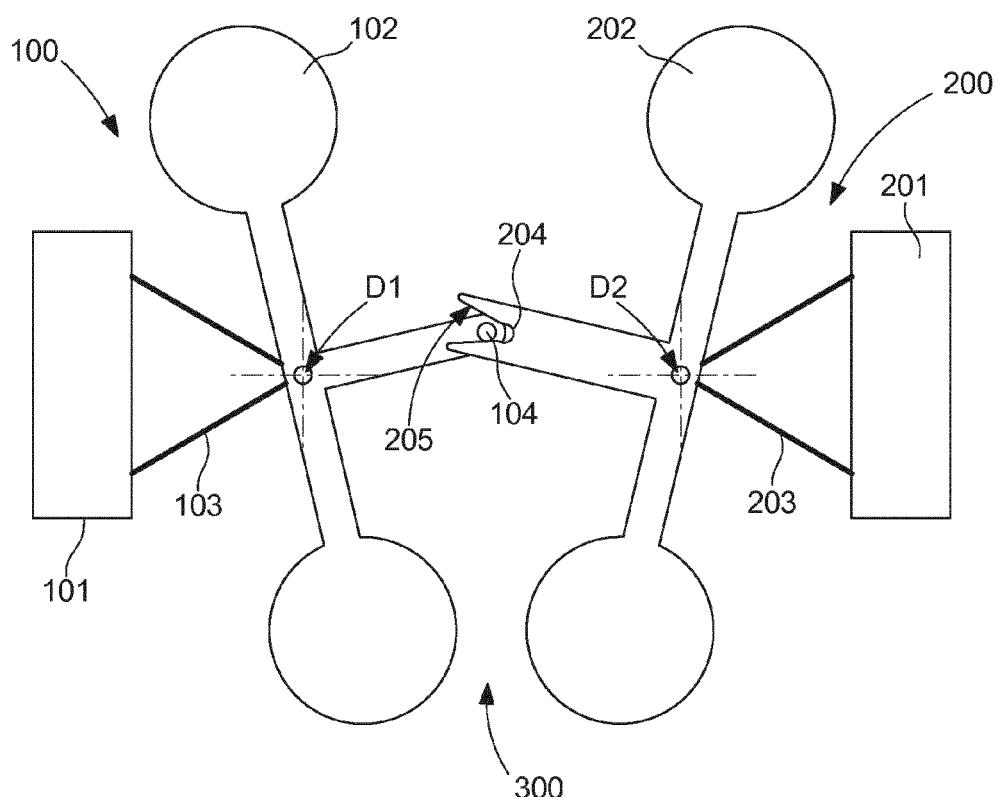


Fig. 3

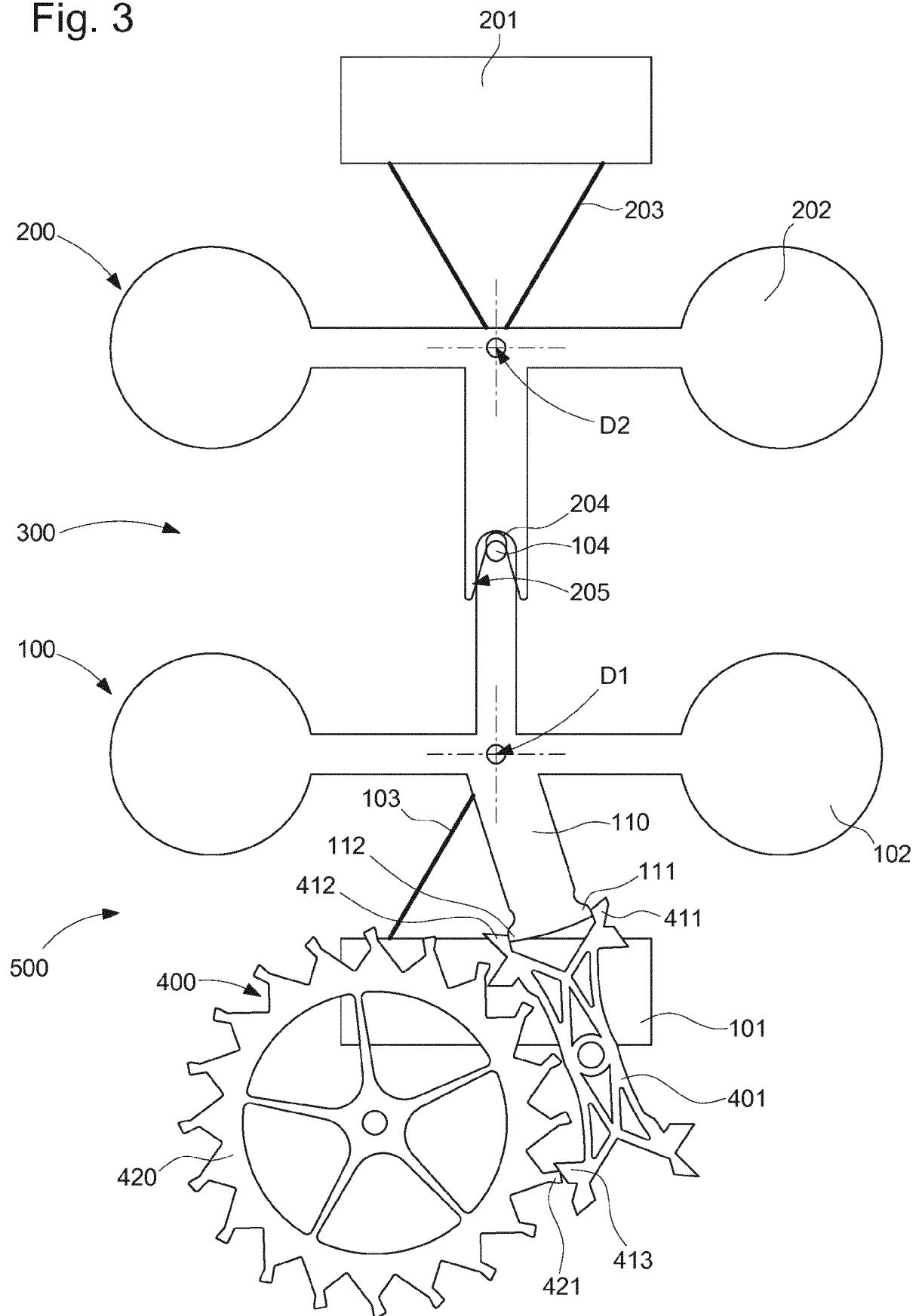


Fig. 4

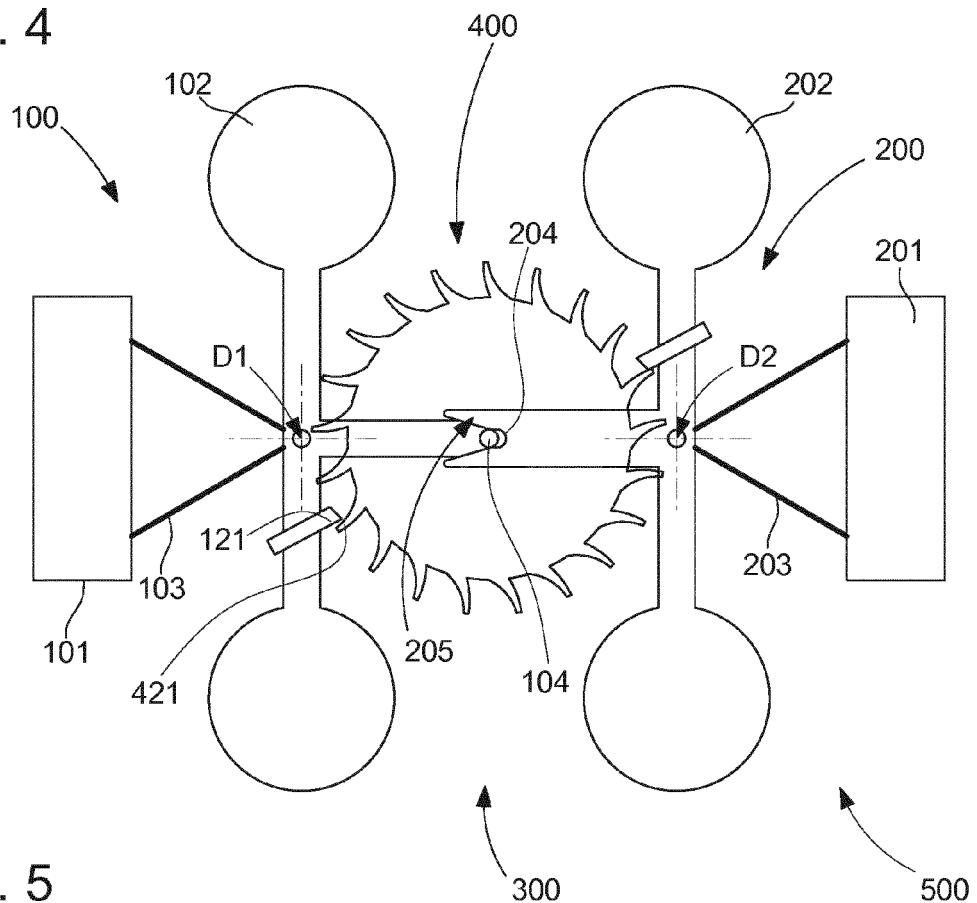


Fig. 5

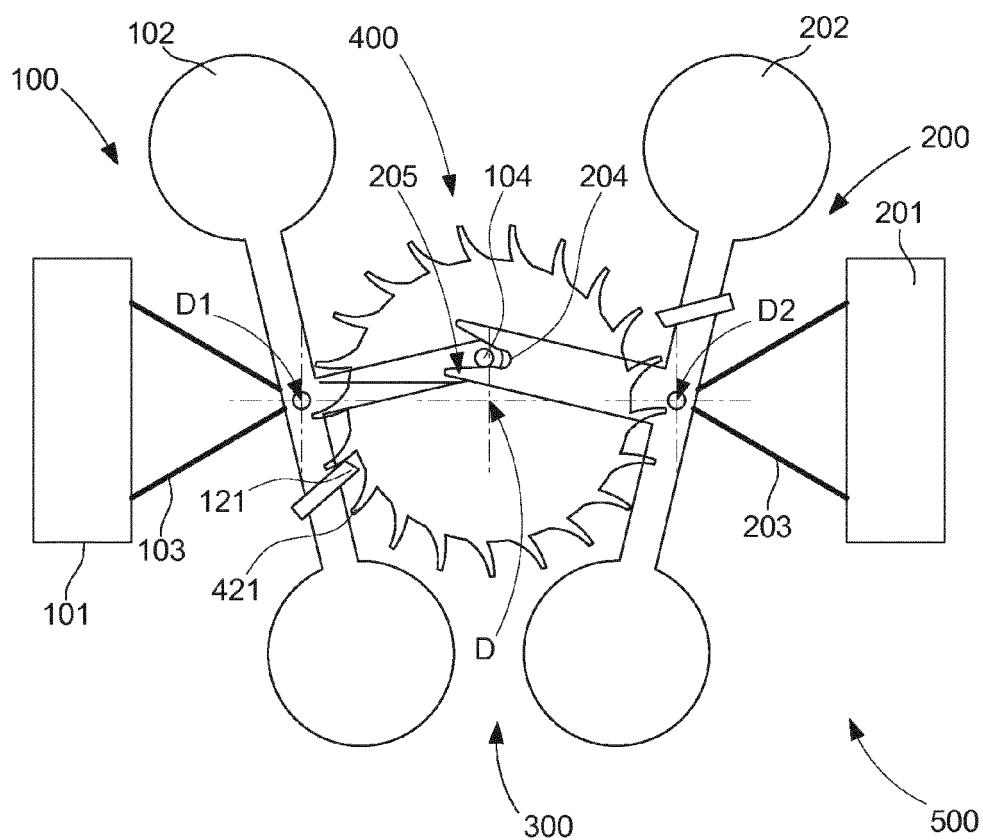


Fig. 6

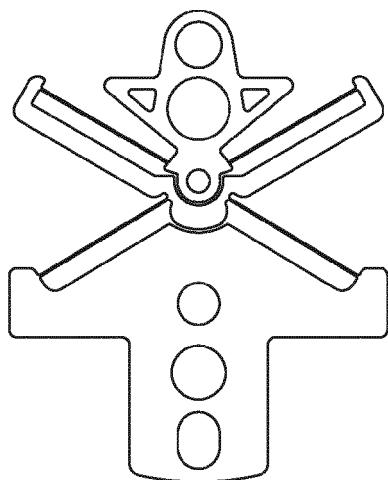


Fig. 7

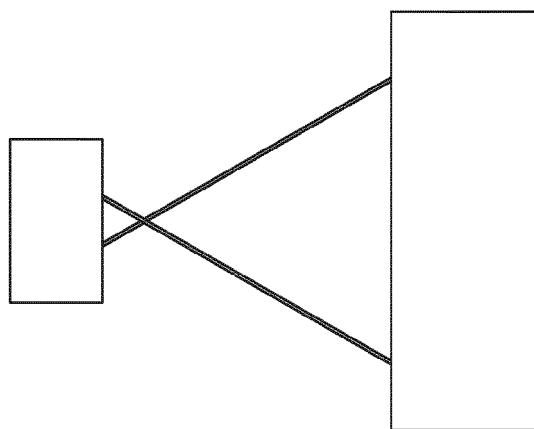


Fig. 8

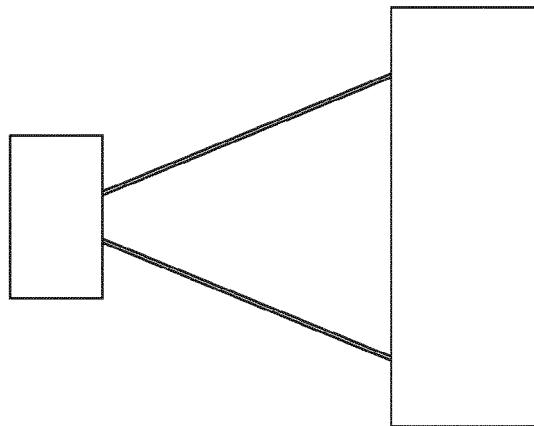


Fig. 9

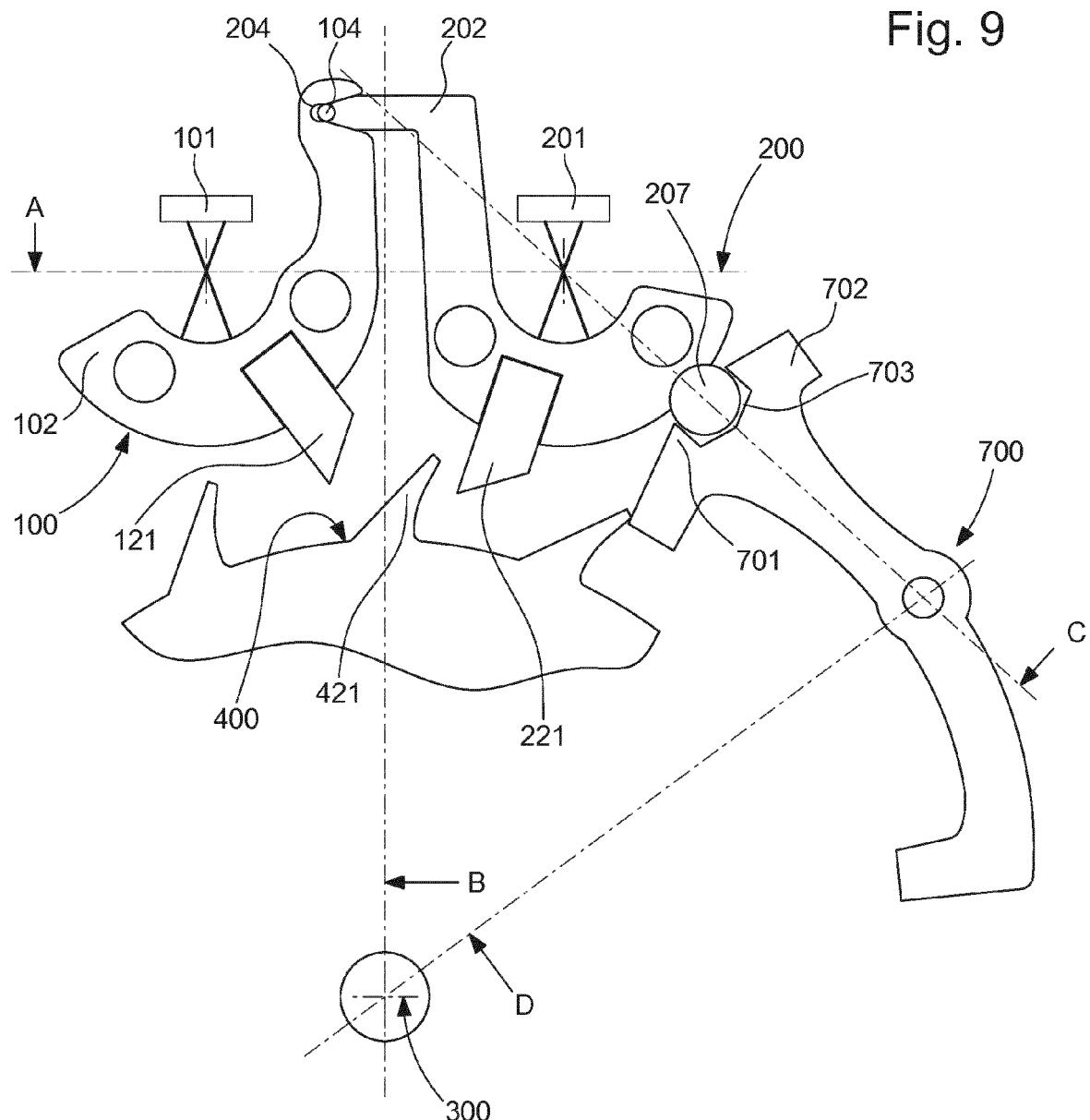
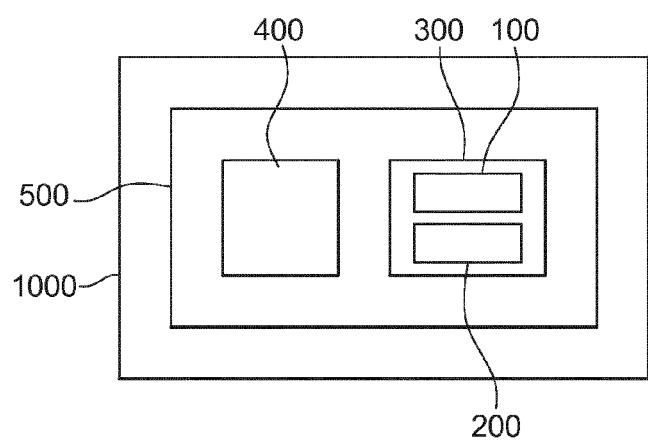


Fig. 10





## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 18 16 9314

5

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS				
	Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
10	Y	FR 2 928 015 A1 (LENOBLE JEAN PAUL [FR]) 28 août 2009 (2009-08-28)	1,2,4, 12,15,16	INV. G04B15/06
	A	* page 14, ligne 15 - page 16, ligne 12; figure 6 *	3,5-11, 13,14	G04B17/04 G04B15/14
15	Y	EP 3 206 089 A1 (SWATCH GROUP RES & DEV LTD [CH]) 16 août 2017 (2017-08-16)	1,2,4, 12,15,16	
	A	* alinéa [0005] *	3,5-11, 13,14	
20	X	EP 3 128 380 A1 (ETA SA MFT HORLOGÈRE SUISSE [CH]) 8 février 2017 (2017-02-08)	1-3,12, 13,15,16	
	A	* alinéas [0020], [0023], [0028], [0031], [0036], [0043] - [0044]; revendication 16 *	4-11	
25	X	FR 1 574 359 A (HANS MEYER) 11 juillet 1969 (1969-07-11)	1-3,13, 15,16	
	A	* page 4, lignes 30-33; figure 4 * * page 3, lignes 10-23 *	4-12,14	
30				DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
				G04B
35				
40				
45				
50	3	Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications		
		Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
		La Haye	26 novembre 2018	Cavallin, Alberto
		CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
		X : particulièrement pertinent à lui seul	T : théorie ou principe à la base de l'invention	
		Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie	E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date	
		A : arrête-plan technologique	D : cité dans la demande	
		O : divulgation non-écrite	L : cité pour d'autres raisons	
		P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant

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

EP 18 16 9314

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.

26-11-2018

10	Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)			Date de publication
	FR 2928015	A1	28-08-2009	AUCUN		
15	EP 3206089	A1	16-08-2017	CH	712105 A2	15-08-2017
				CH	713055 A2	30-04-2018
				CN	107065493 A	18-08-2017
				EP	3206089 A1	16-08-2017
				EP	3355130 A1	01-08-2018
20				JP	6285584 B2	28-02-2018
				JP	2017142246 A	17-08-2017
				US	2017227930 A1	10-08-2017
25	EP 3128380	A1	08-02-2017	CH	711402 A2	15-02-2017
				CN	106444335 A	22-02-2017
				EP	3128380 A1	08-02-2017
				JP	6255067 B2	27-12-2017
				JP	2017032553 A	09-02-2017
				US	2017038730 A1	09-02-2017
30	FR 1574359	A	11-07-1969	CH	490701 A	30-01-1970
				CH	1089267 A4	30-01-1970
				DE	1773819 A1	18-11-1971
				FR	1574359 A	11-07-1969
				GB	1182379 A	25-02-1970
35				NL	6810171 A	04-02-1969
				SE	350859 B	06-11-1972
				US	3520127 A	14-07-1970
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0460

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

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

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

**Documents brevets cités dans la description**

- EP 16200152 A [0024]
- EP 2017069037 W [0024]
- EP 2017069038 W [0024]
- EP 2017069039 W [0024]
- EP 2017069040 W [0024]
- EP 2017069041 W [0024]
- EP 2017069043 W [0024]
- EP 2017078497 W [0024]
- EP 2017080121 W [0024]