



(11)

EP 3 316 046 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
02.05.2018 Bulletin 2018/18

(51) Int Cl.:
G04B 15/06 (2006.01) **G04B 15/10 (2006.01)**
G04B 17/10 (2006.01) **G04B 17/26 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **16195405.2**(22) Date de dépôt: **25.10.2016**

(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:

- **Di Domenico, Gianni**
2000 Neuchâtel (CH)

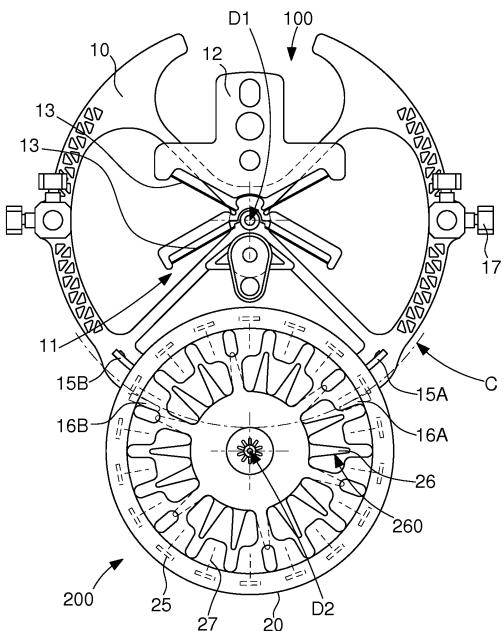
- **Favre, Jérôme**
2000 Neuchâtel (CH)
- **Léchot, Dominique**
2722 Les Reussilles (CH)
- **Hinaux, Baptiste**
1005 Lausanne (CH)
- **Matthey, Olivier**
1422 Grandson (CH)
- **Born, Jean-Jacques**
1110 Morges (CH)

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

(54) MOUVEMENT D'HORLOGERIE OPTIMISÉ

(57) Mouvement (1000) d'horlogerie, comportant un résonateur (100) à lames flexibles (13) coopérant avec un mécanisme d'échappement (200) magnétique, dont un mobile d'échappement (20) comporte des zones aimantées (25) tangentielles repoussant des premières zones aimantées (15) d'un élément inertiel (10) du résonateur (100), ce mouvement (1000) comporte des moyens de correction d'isochronisme combinant ces premières zones aimantées (15) et des aimants compensateurs (27) au niveau du mobile d'échappement (20), chacun agencé à proximité d'une zone aimantée tangentielle (25) et exerçant un champ de fuite dans une autre direction que celle du champ de la zone aimantée tangentielle (25), l'intensité du champ de fuite étant faible par rapport à celle du champ de la zone aimantée tangentielle (25), et ledit champ de fuite interagissant avec une des premières zones aimantées (15) pour produire une faible variation de marche du mécanisme résonateur (100).

Fig. 1



DescriptionDomaine de l'invention

[0001] L'invention concerne un mouvement mécanique d'horlogerie, comportant un mécanisme résonateur à lames qui comporte au moins un élément inertiel oscillant autour d'un premier axe de pivotement sous l'action de moyens de rappel élastique mécaniques comportant une pluralité de lames flexibles fixées d'une part, directement ou indirectement, à une structure dudit mécanisme résonateur, et d'autre part, directement ou indirectement, audit au moins un élément inertiel, ledit mécanisme résonateur étant couplé avec un mécanisme d'échappement magnétique qui comporte au moins un mobile d'échappement pivotant autour d'un deuxième axe de pivotement et soumis à un couple exercé par au moins une source d'énergie, et ledit au moins un élément inertiel comportant au moins deux premières zones aimantées à sa périphérie, agencées pour coopérer directement avec des deuxièmes zones aimantées qui comporte un dit mobile d'échappement et en superposition partielle avec lui en projection sur un plan de projection perpendiculaire audit premier axe de pivotement.

[0002] L'invention concerne encore une montre comportant au moins un tel mouvement.

[0003] L'invention concerne encore une roue d'échappement magnétique agencée pour pivoter autour d'un deuxième axe de pivotement, et comportant à sa périphérie des zones aimantées.

[0004] L'invention concerne le domaine des mouvements d'horlogerie comportant des résonateurs à lames, et comportant des mécanismes d'échappement magnétiques.

Arrière-plan de l'invention

[0005] Des échappements magnétiques sont connus depuis les années 1960-1970, et ont fait l'objet de demandes de brevets: US 2946183 au nom de Clifford, JPS 5240366, JPS 5245468U, JPS 5263453U. Ces dispositifs ne sont souvent pas faciles à intégrer dans une montre, en raison de leur encombrement. Surtout, ils présentent l'inconvénient d'être anisochrones, c'est-à-dire que l'entretien perturbe la marche du résonateur, et la valeur de cette perturbation de marche varie avec l'amplitude d'oscillation.

[0006] Les demandes EP 2891930 et WO2015 097172 au nom de THE SWATCH GROUP RESEARCH & DEVELOPMENT Ltd proposent des agencements qui permettent de réduire considérablement la perturbation de marche provoquée par l'entretien, afin que sa variation avec l'amplitude devienne négligeable. Toutefois, en pratique il est difficile de construire un système idéalement isochrone, car il faut utiliser un entrefer de très faible dimension, c'est-à-dire de dimension négligeable comparée à l'amplitude d'oscillation de l'élément de couplage du résonateur. Dans ces situations, il serait utile de dis-

poser d'un mécanisme qui permette de compenser l'anisochronisme résiduel produit par un échappement non idéal.

[0007] Il existe une autre situation où un tel mécanisme de correction d'isochronisme serait utile. En effet, il faut garder à l'esprit que c'est l'oscillateur complet, composé du résonateur entretenu par l'échappement, qui doit être isochrone. Il arrive que la marche du résonateur libre varie avec l'amplitude, autrement-dit le résonateur seul, c'est-à-dire sans entretien, est anisochrone. Dans une telle situation, il serait utile de pouvoir compenser l'anisochronisme du résonateur par l'anisochronisme de l'entretien.

15 Résumé de l'invention

[0008] L'invention se propose de réaliser un oscillateur mécanique isochrone, comportant un résonateur à lames flexibles entretenu par un échappement magnétique.

[0009] Pour obtenir un oscillateur isochrone, il faut que l'anisochronisme du résonateur soit compensé par l'anisochronisme du retard à l'échappement. Le correcteur d'isochronisme est une amélioration de l'échappement qui a pour but de réaliser cette compensation.

[0010] L'invention concerne ainsi un oscillateur comportant un résonateur à lames flexibles entretenu par un échappement magnétique avec correcteur d'isochronisme.

[0011] L'invention concerne un mouvement d'horlogerie selon la revendication 1.

[0012] L'invention concerne encore une montre comportant au moins un tel mouvement.

[0013] L'invention concerne encore une roue d'échappement magnétique selon la revendication 11.

Description sommaire des dessins

[0014] 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 oscillateur selon l'invention;
- la figure 2 représente, de façon similaire à la figure 1, uniquement les zones aimantées de l'élément inertiel du résonateur et du mobile d'échappement, ainsi que les composants mécaniques de l'élément inertiel du résonateur et du mobile d'échappement formant des butées d'anti-décrochage ;
- les figures 3 à 10 représentent, de façon similaire à la figure 2, le fonctionnement de l'échappement magnétique, à des instants décalés d'un huitième de période ;
- la figure 11 est un schéma-blocs figurant une montre comportant un tel oscillateur et une source d'énergie.

Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0015] La présente description se base, de façon non limitative, sur le mécanisme d'échappement magnétique décrit dans le document WO2015 097172.

[0016] L'invention combine avec un tel mécanisme d'échappement, un mécanisme qui permet de produire un anisochronisme contrôlé, dont le but est :

- de compenser l'anisochronisme résiduel d'un échappement non idéal, et/ou
- de compenser l'anisochronisme résiduel d'un résonateur à lames flexibles non idéal.

[0017] Dans un mode particulier de réalisation, on agence la roue d'échappement avec des aimants dans une configuration particulière, et dans des zones qui permettent de produire une faible perturbation contrôlée sur la variation de marche due à l'entretien.

[0018] Un oscillateur selon l'invention est illustré par les figures 1 et 2. Cet oscillateur comporte un résonateur à lames flexibles, entretenu par un échappement magnétique. Deux aimants situés sur le mobile inertiel du résonateur sont ici pris en sandwich entre deux disques, que comporte, dans ce cas particulier non limitatif, la roue d'échappement. Naturellement, le mécanisme d'échappement magnétique peut aussi être à un seul niveau

[0019] Ces aimants du résonateur sont en répulsion avec les aimants de la roue d'échappement. Il est important de remarquer qu'il n'y a pas de contact entre le résonateur et la roue d'échappement.

[0020] De façon particulière, au moins un disque de la roue d'échappement comporte une première rangée d'aimants périphériques, tangentiels ou sensiblement tangentiels, dénommés ci-après « aimants tangentiels », qui sont les aimants destinés à coopérer en répulsion avec les aimants du résonateur.

[0021] De façon plus particulière, au moins un disque de la roue d'échappement comporte une deuxième rangée d'aimants compensateurs, qui ont pour fonction d'ajuster le retard à l'échappement, de sorte à compenser l'anisochronisme éventuel du résonateur, de façon à obtenir un oscillateur qui est globalement isochrone.

[0022] Dans une réalisation avantageuse illustrée par les figures, et non limitative, ces aimants compensateurs sont radiaux, ou sensiblement radiaux, et sont dénommés ci-après « aimants radiaux »,

[0023] Les figures 3 à 10, décalées entre elles d'un huitième de période, illustrent le fonctionnement de l'échappement magnétique, où les deux aimants du résonateur sont repoussés à tour de rôle par les aimants tangentiels de la roue d'échappement.

[0024] Plus précisément, durant la première alternance visible sur les figures 3 à 6, l'un des aimants tangentiels de la roue d'échappement s'approche de la position de l'aimant de droite, dit premier aimant, du résonateur qui est ainsi repoussé vers la droite, et l'aimant de gauche, dit deuxième aimant, du résonateur pénètre alors

dans l'entrefer de la roue d'échappement dans une zone où il n'y a pas d'aimant tangentiel.

[0025] Durant la seconde alternance, visible sur les figures 3 à 6, c'est le deuxième aimant (de gauche) du résonateur qui est repoussé vers la gauche par un aimant tangentiel de la roue, alors que le premier aimant (de droite) du résonateur pénètre dans l'entrefer de la roue d'échappement.

[0026] Le correcteur d'isochronisme résulte de la coopération d'aimants compensateurs de la roue d'échappement avec le premier aimant ou le deuxième aimant du résonateur.

[0027] En effet, lors de la première alternance, le résonateur effectue une évolution libre entre $t=T/8$ et $3T/8$.

Durant ce laps de temps, on peut influencer la marche de l'oscillateur en positionnant des aimants, et en particulier ces aimants radiaux, à proximité de l'aimant du résonateur qui pénètre dans la roue d'échappement. Il en va de même pour la seconde alternance entre $t=5T/8$ et $7T/8$.

[0028] D'une façon générale, l'anisochronisme résiduel qu'il faut corriger est faible, qu'il vienne de l'échappement ou du résonateur. Il faut donc veiller à produire une variation de marche qui soit faible, et dont la valeur varie avec l'amplitude d'oscillation.

[0029] Dans l'exemple illustré sur les figures, on a choisi de disposer les aimants compensateurs sensiblement dans la direction radiale sur la roue, ou encore strictement dans la direction radiale de la roue comme illustré sur les figures, dans une zone adjacente à la trajectoire de l'aimant du résonateur. De cette façon c'est le faible champ de fuite de ces aimants compensateurs, notamment aimants radiaux, qui interagit avec l'aimant du résonateur et par conséquent qui produit une faible variation de marche. Les dimensions (longueur, largeur) des aimants radiaux, ainsi que leur position radiale, sont ajustées finement afin que la dépendance à l'amplitude d'oscillation de la variation de marche compense exactement l'anisochronisme résiduel du résonateur ou de l'échappement. Cet ajustement doit être fait de cas en cas, en adaptant la géométrie des aimants radiaux. Notons que la largeur peut aussi être variable en fonction de la distance radiale.

[0030] De façon avantageuse, afin d'assurer l'anti-décrochage de l'oscillateur en cas de choc violent, le mécanisme comporte des butées mécaniques d'anti-décrochage : la roue d'échappement est équipée d'une étoile et l'élément inertiel, notamment un balancier, du résonateur est équipé de deux doigts. Ces éléments agissent comme des butées mécaniques lors d'un choc qui provoquerait le décrochage de l'échappement magnétique. Cette géométrie particulière, avec deux doigts sur l'élément inertiel, permet d'obtenir une sécurité totale dans le sens suivant : à chaque instant, l'un des deux doigts pénètre la zone des butées qui se trouvent sur la roue, afin d'assurer l'anti-décrochage en cas de choc. Notons qu'il n'y a aucun contact mécanique entre ces éléments lors du fonctionnement normal de l'échappe-

ment magnétique.

[0031] Plus particulièrement, en référence aux figures, le mouvement 1000 mécanique d'horlogerie comporte un mécanisme résonateur 100 à lames, lequel qui comporte au moins un élément inertiel 10 oscillant autour d'un premier axe de pivotement D1 sous l'action de moyens de rappel élastique mécaniques 11.

[0032] Ces moyens de rappel élastique mécaniques 11 comportent une pluralité de lames 13 flexibles fixées d'une part, directement ou indirectement, à une structure 12 du mécanisme résonateur 100, et d'autre part, directement ou indirectement, à au moins un élément inertiel 10.

[0033] Ce mécanisme résonateur 100 est couplé avec un mécanisme d'échappement 200 magnétique, lequel comporte au moins un mobile d'échappement 20 pivotant autour d'un deuxième axe de pivotement D2, et qui est soumis à un couple exercé par au moins une source d'énergie 300, telle qu'un bâillet ou similaire.

[0034] Au moins un tel élément inertiel 10 comporte au moins deux premières zones aimantées 15 à sa périphérie, agencées pour coopérer directement avec des deuxièmes zones aimantées 25 que comporte un mobile d'échappement 20 et en superposition partielle avec lui en projection sur un plan de projection perpendiculaire au premier axe de pivotement D1, une seule première zone aimantée 15 coopérant avec au moins une deuxièmes zones aimantée 25 du mobile d'échappement 20 à un instant donné.

[0035] Selon l'invention, cet au moins un mobile d'échappement 20 comporte une pluralité de deuxièmes zones aimantées 25 tangentielles, qui sont agencées chacune sensiblement tangentiellement, et chacune agencée pour repousser l'une des premières zones aimantées 15.

[0036] Et le mouvement 1000 comporte des moyens de correction d'isochronisme combinant, d'une part certaines des premières zones aimantées 15, et d'autre part des aimants compensateurs 27 agencés au niveau du au moins un mobile d'échappement 20.

[0037] Chaque aimant compensateur 27 est agencé à proximité d'une deuxième zone aimantée tangentielle 25 voisine, et exerce un champ de fuite dans une autre direction que celle du champ de la deuxième zone aimantée tangentielle 25 voisine.

[0038] L'intensité du champ de fuite est faible par rapport à celle du champ de la deuxième zone aimantée tangentielle 25 voisine. Ce champ de fuite est dimensionné pour interagir avec une des premières zones aimantées 15, et produire une faible variation de marche du mécanisme résonateur 100.

[0039] De préférence, au moins un mobile d'échappement 20 comporte une pluralité de tels aimants compensateurs 27, qui constituent des zones aimantées radiales agencées pour limiter le retard à l'échappement, en coopération avec les premières zones aimantées 15 que comporte un élément inertiel 10 à sa périphérie, pour assurer l'isochronisme du mécanisme résonateur 100.

[0040] Plus particulièrement, chaque aimant compensateur 27 s'étend au droit d'une deuxième zone aimantée tangentielle 25.

[0041] Pour assurer l'anti-décrochage, dans une variante avantageuse, au moins un élément inertiel 10 comporte à sa périphérie deux doigts 16 s'étendant radialement, par rapport au premier axe de pivotement D1, au-delà des premières zones aimantées 15. Et le mobile d'échappement 20 comporte, en alternance avec les deuxièmes zones aimantées 25 tangentielles, une pluralité de butées, notamment des butées radiales 26, chacune axée sur le deuxième axe de pivotement D2, et agencée pour constituer des moyens mécaniques d'anti-décrochement, en coopération avec l'un des doigts 16 formant butée. La géométrie choisie, avec deux doigts 16 sur l'élément inertiel, permet d'obtenir une sécurité totale dans le sens suivant : à chaque instant, l'un des deux doigts 16 pénètre la zone des butées qui se trouvent sur la roue, afin d'assurer l'anti-décrochage en cas de choc. Une sécurité totale du mécanisme résonateur 100 est ainsi assurée, grâce à l'agencement de cette pluralité de butées radiales 26, qui est agencée pour coopérer, à tout instant, avec l'un ou l'autre des doigts 16 formant butée.

[0042] Plus particulièrement, les butées radiales 26 forment ensemble une étoile 260 axée sur le deuxième axe de pivotement D2.

[0043] Plus particulièrement, les doigts 16 s'étendent sensiblement selon un cercle C centré sur le premier axe de pivotement D1.

[0044] Plus particulièrement, les aimants compensateurs 27 s'étendent radialement, par rapport au deuxième axe de pivotement D2, au-delà de l'emprise radiale des butées radiales 26.

[0045] Dans une variante particulière, au moins un élément inertiel 10 comporte une pluralité de masselottes 17 d'inertie réglable permettant, d'une part, l'ajustement de la fréquence, et d'autre part, l'ajustement de la position du centre d'inertie de l'élément inertiel 10, ou de l'ensemble de l'équipage mobile du résonateur 100, sur le premier axe de pivotement D1.

[0046] Plus particulièrement, le mécanisme résonateur 100 est un résonateur à lames croisées, les moyens de rappel mécaniques 11 comportant une pluralité de lames 13 s'étendant sur des niveaux sensiblement parallèles, à distance les unes des autres, et, en projection sur le plan de projection, se croisant au niveau du premier axe de pivotement D1.

[0047] L'invention concerne encore une montre 2000 comportant au moins un tel mouvement 1000.

[0048] L'invention concerne aussi une roue d'échappement magnétique 20 agencée pour pivoter autour d'un deuxième axe de pivotement D2, et comportant à sa périphérie des zones aimantées 25. Selon l'invention les deuxièmes zones aimantées 25 sont agencées chacune sensiblement tangentiellement, et la roue d'échappement magnétique 20 comporte des aimants compensateurs 27, chaque aimant compensateur 27 étant agencé

à proximité d'une deuxième zone aimantée tangentielle 25 voisine, et exerçant un champ de fuite dans une autre direction que celle du champ de la deuxième zone aimantée tangentielle 25 voisine, et l'intensité du champ de fuite étant faible par rapport à celle du champ de la deuxième zone aimantée tangentielle 25 voisine.

[0049] Plus particulièrement, chaque aimant compensateur 27 s'étend au droit d'une deuxième zone aimantée tangentielle 25.

[0050] Plus particulièrement, le mobile d'échappement 20 comporte, en alternance avec les deuxièmes zones aimantées 25 tangentielles, une pluralité de butées radiales 26 chacune axée sur le deuxième axe de pivotement D2 et agencée pour constituer des moyens mécaniques d'anti-décrochement.

[0051] Plus particulièrement, les butées radiales 26 forment ensemble une étoile 260 axée sur le deuxième axe de pivotement D2.

[0052] Plus particulièrement, les aimants compensateurs 27 s'étendent radialement, par rapport au deuxième axe de pivotement D2, au-delà de l'emprise radiale des butées radiales 26.

Revendications

- Mouvement (1000) mécanique d'horlogerie, comportant un mécanisme résonateur (100) à lames qui comporte au moins un élément inertiel (10) oscillant autour d'un premier axe de pivotement (D1) sous l'action de moyens de rappel élastique mécaniques (11) comportant une pluralité de lames (13) flexibles fixées d'une part, directement ou indirectement, à une structure (12) dudit mécanisme résonateur (100), et d'autre part, directement ou indirectement, audit au moins un élément inertiel (10), ledit mécanisme résonateur (100) étant couplé avec un mécanisme d'échappement (200) magnétique qui comporte au moins un mobile d'échappement (20) pivotant autour d'un deuxième axe de pivotement (D2) et soumis à un couple exercé par au moins une source d'énergie (300), et ledit au moins un élément inertiel (10) comportant au moins deux premières zones aimantées (15) à sa périphérie, agencées pour coopérer directement avec des deuxièmes zones aimantées (25) qui comporte un dit mobile d'échappement (20) et en superposition partielle avec lui en projection sur un plan de projection perpendiculaire audit premier axe de pivotement (D1), **caractérisé en ce que** ledit au moins un mobile d'échappement (20) comporte une pluralité de dites deuxièmes zones aimantées (25) tangentielle agencées chacune sensiblement tangentielle, et chacune agencée pour repousser l'une desdites premières zones aimantées (15), et encore **caractérisé en ce que** ledit mouvement (1000) comporte des moyens de correction d'isochronisme combinant, d'une part des dites premières zones aimantées (15) dudit au moins

un élément inertiel (10), et d'autre part des aimants compensateurs (27) au niveau dudit au moins un mobile d'échappement (20), chaque dit aimant compensateur (27) étant agencé à proximité d'une dite deuxième zone aimantée tangentielle (25) voisine et exerçant un champ de fuite dans une autre direction que celle du champ de ladite deuxième zone aimantée tangentielle (25) voisine, et l'intensité dudit champ de fuite étant faible par rapport à celle du champ de ladite deuxième zone aimantée tangentielle (25) voisine, et ledit champ de fuite étant dimensionné pour interagir avec une desdites premières zones aimantées (15) dudit au moins un élément inertiel (10) et produire une faible variation de marche dudit mécanisme résonateur (100).

- Mouvement (1000) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit au moins un mobile d'échappement (20) comporte une pluralité de dits aimants compensateurs (27) qui constituent des zones aimantées radiales agencées pour limiter le retard à l'échappement, en coopération avec lesdites premières zones aimantées (15) que comporte ledit au moins un élément inertiel (10) à sa périphérie, pour assurer l'isochronisme dudit mécanisme résonateur (100).
- Mouvement (1000) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** chaque dit aimant compensateur (27) s'étend au droit d'une dite deuxième zone aimantée tangentielle (25).
- Mouvement (1000) selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** ledit au moins un élément inertiel (10) comporte à sa périphérie deux doigts (16) s'étendant radialement, par rapport audit premier axe de pivotement (D1), au-delà desdites premières zones aimantées (15), et **en ce que** ledit mobile d'échappement (20) comporte, en alternance avec lesdites deuxièmes zones aimantées (25) tangentielle, une pluralité de butées radiales (26) chacune axée sur ledit deuxième axe de pivotement (D2) et agencée pour constituer des moyens mécaniques d'anti-décrochement, ladite pluralité de butées radiales (26) étant agencée pour coopérer, à tout instant, avec l'un ou l'autre desdits doigts (16) formant butée, pour assurer une sécurité totale dudit mécanisme résonateur (100).
- Mouvement (1000) selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** lesdites butées radiales (26) forment ensemble une étoile (260) axée sur ledit deuxième axe de pivotement (D2).
- Mouvement (1000) selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé en ce que** lesdits doigts (16) s'étendent sensiblement selon un cercle (C) centré sur ledit premier axe de pivotement (D1).

7. Mouvement (1000) selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé en ce que** lesdits aimants compensateurs (27) s'étendent radialement, par rapport audit deuxième axe de pivotement (D2), au-delà de l'emprise radiale desdites butées radiales (26). 10
8. Mouvement (1000) selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** ledit élément inertiel (10) comporte une pluralité de masselottes (17) d'inertie réglable permettant l'ajustement de la position du centre d'inertie dudit élément inertiel (10) sur ledit premier axe de pivotement (D1). 15
9. Mouvement (1000) selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** ledit mécanisme résonateur (100) est un résonateur à lames croisées, lesdits moyens de rappel mécaniques (11) comportant une pluralité de lames (13) s'étendant sur des niveaux sensiblement parallèles, à distance les unes des autres, et, en projection sur ledit plan de projection, se croisant au niveau dudit premier axe de pivotement (D1). 20
10. Montre (2000) comportant au moins un mouvement (1000) selon l'une des revendications 1 à 9. 25
11. Roue d'échappement magnétique (20) agencée pour pivoter autour d'un deuxième axe de pivotement (D2), et comportant à sa périphérie des zones aimantées (25), **caractérisée en ce que** lesdites deuxières zones aimantées (25) sont agencées chacune sensiblement tangentiellement, et **en ce que** ladite roue d'échappement magnétique (20) comporte des aimants compensateurs (27), chaque dit aimant compensateur (27) étant agencé à proximité d'une dite deuxième zone aimantée tangentielle (25) voisine et exerçant un champ de fuite dans une autre direction que celle du champ de ladite deuxième zone aimantée tangentielle (25) voisine, et l'intensité dudit champ de fuite étant faible par rapport à celle du champ de ladite deuxième zone aimantée tangentielle (25) voisine. 30
12. Roue d'échappement magnétique (20) selon la revendication 11, **caractérisée en ce que** chaque dit aimant compensateur (27) s'étend au droit d'une dite deuxième zone aimantée tangentielle (25). 40
13. Roue d'échappement magnétique (20) selon la revendication 11 ou 12, **caractérisée en ce que** ledit mobile d'échappement (20) comporte, en alternance avec lesdites deuxières zones aimantées (25) tangentielles, une pluralité de butées radiales (26) chacune axée sur ledit deuxième axe de pivotement (D2) et agencée pour constituer des moyens mécaniques d'anti-décrochement. 50
14. Roue d'échappement magnétique (20) selon la re- 55
- vendication 13, **caractérisée en ce que** lesdites butées radiales (26) forment ensemble une étoile (260) axée sur ledit deuxième axe de pivotement (D2).
- 5 15. Roue d'échappement magnétique (20) selon la revendication 13 ou 14, **caractérisée en ce que** lesdits aimants compensateurs (27) s'étendent radialement, par rapport audit deuxième axe de pivotement (D2), au-delà de l'emprise radiale desdites butées radiales (26). 10

Fig. 1

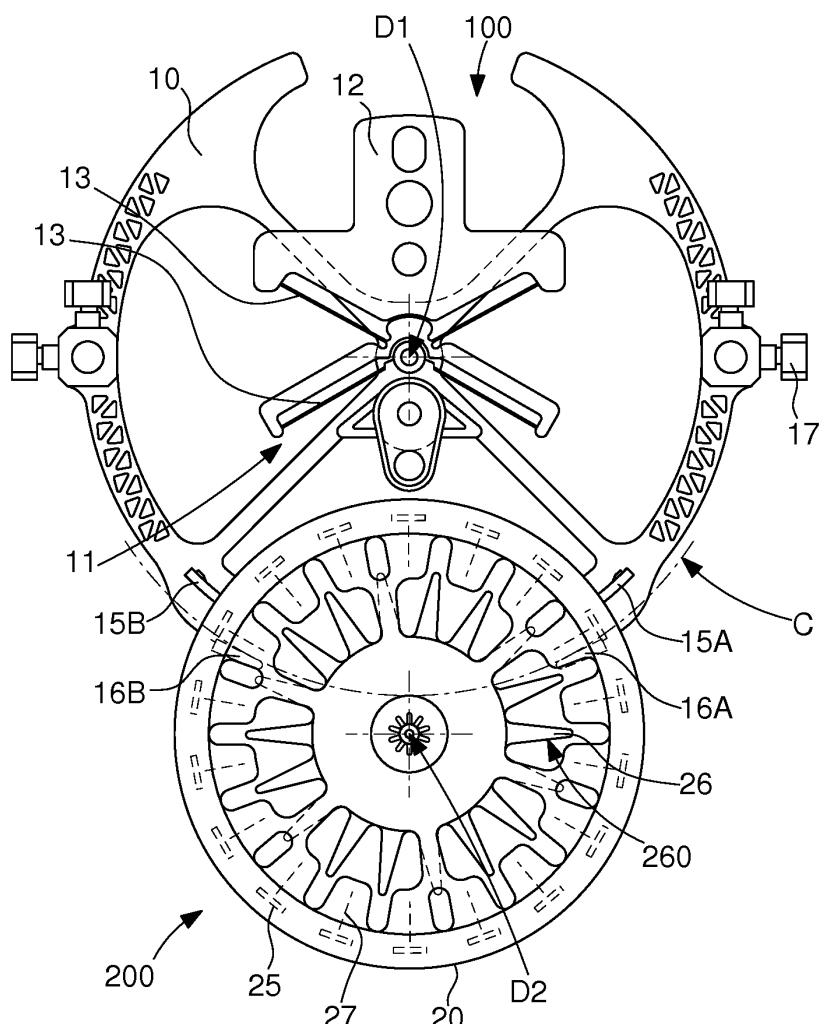


Fig. 2

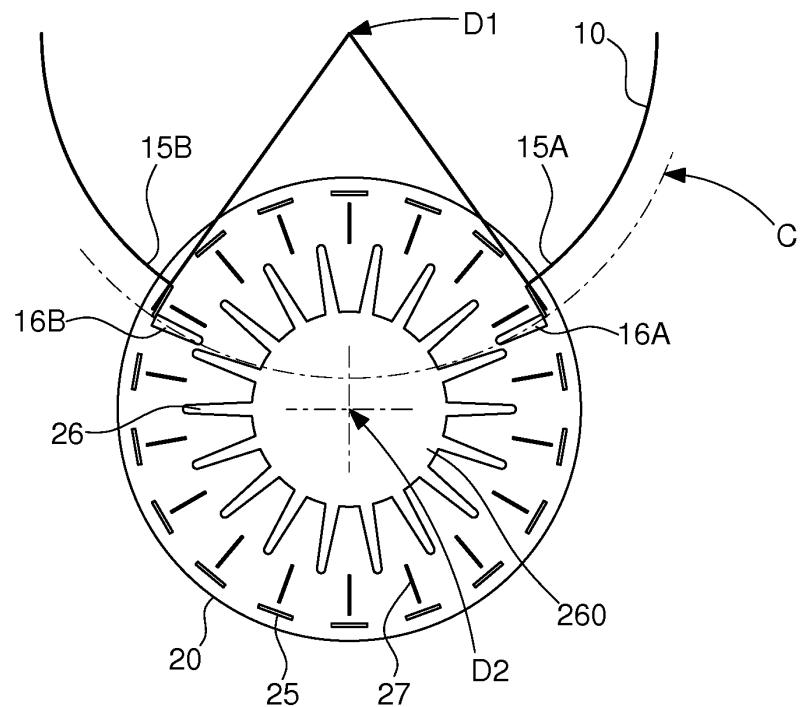
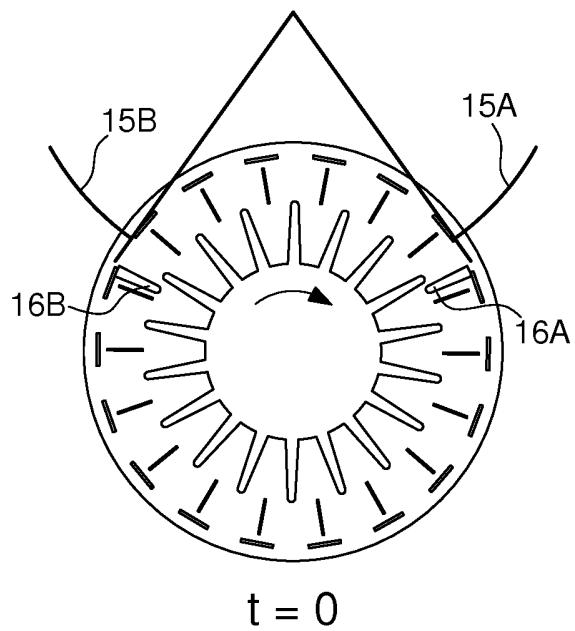
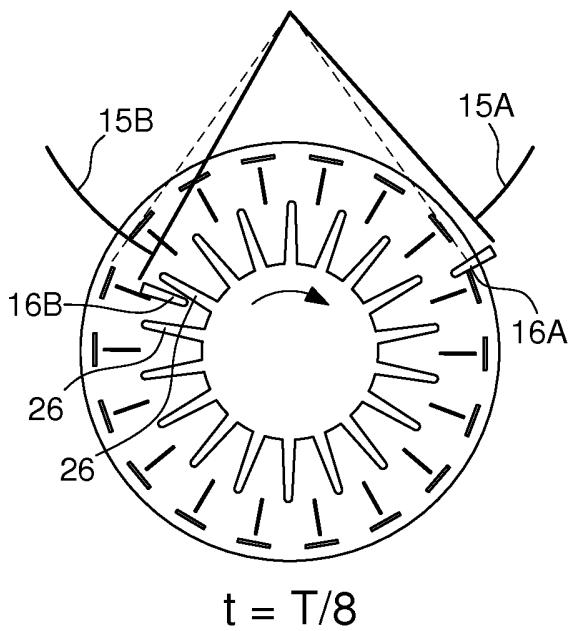


Fig. 3



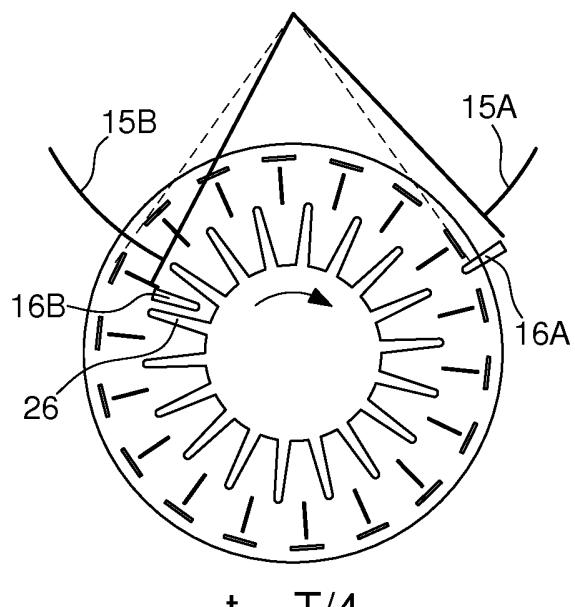
$t = 0$

Fig. 4



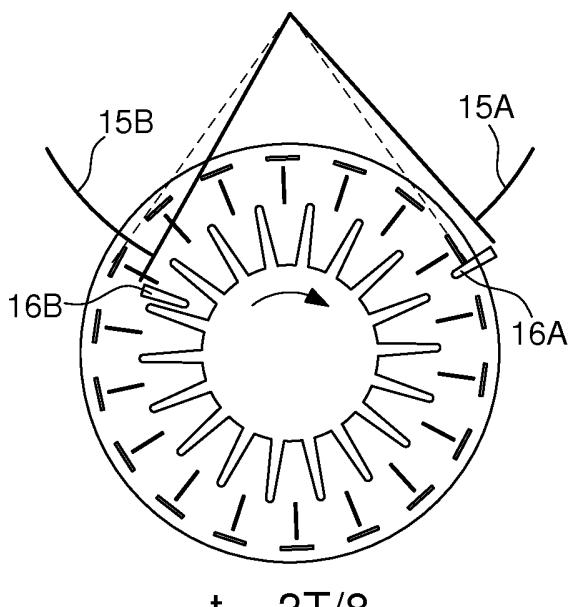
$t = T/8$

Fig. 5



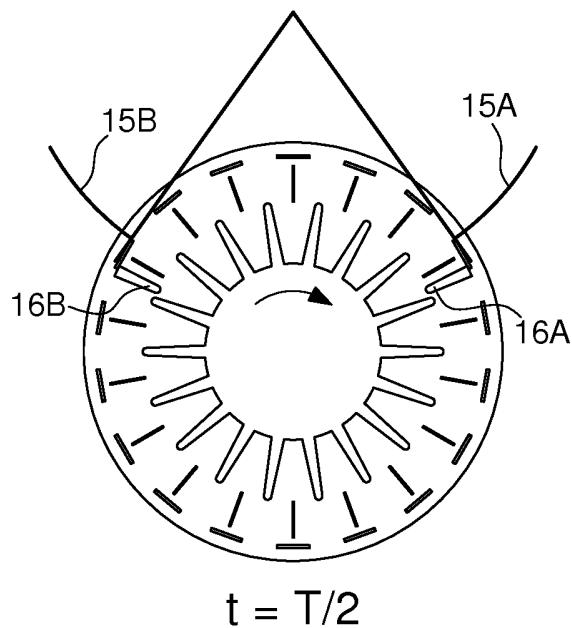
$t = T/4$

Fig. 6



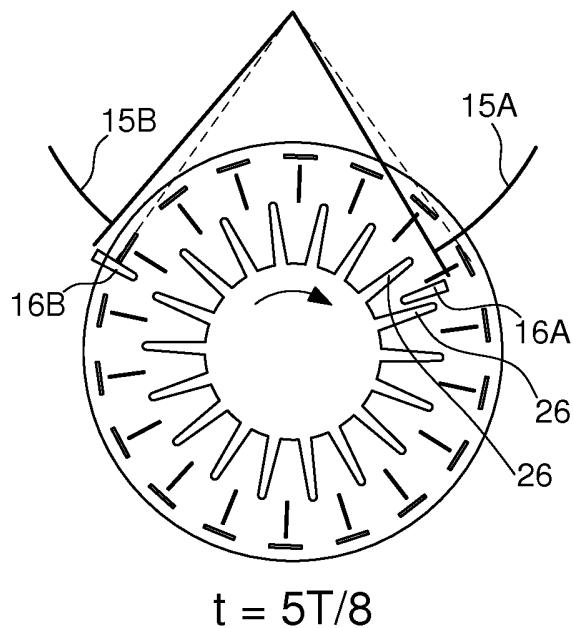
$t = 3T/8$

Fig. 7



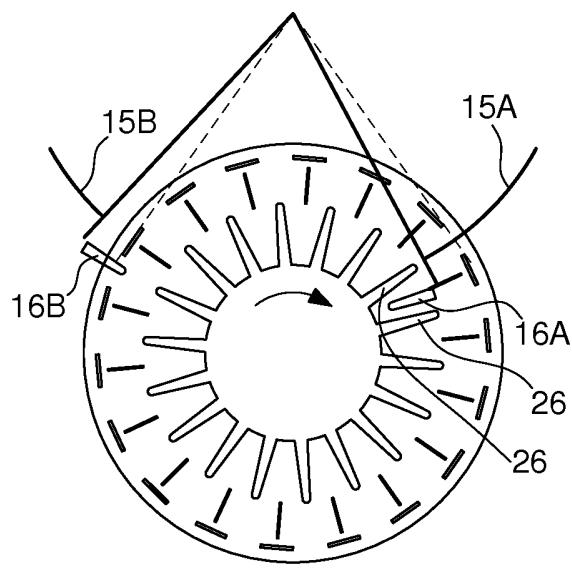
$t = T/2$

Fig. 8



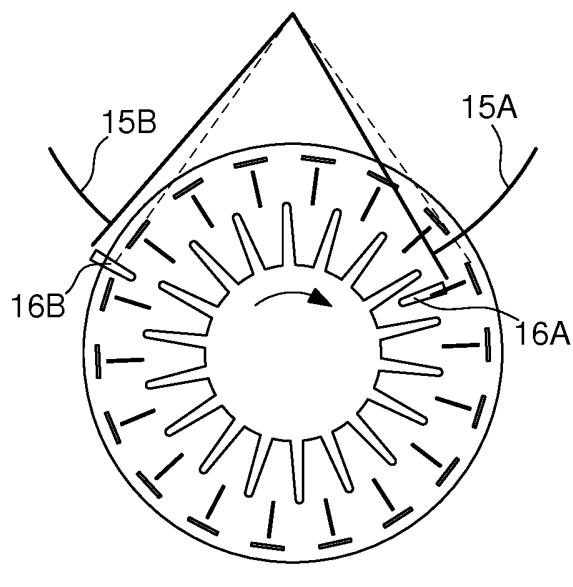
$t = 5T/8$

Fig. 9



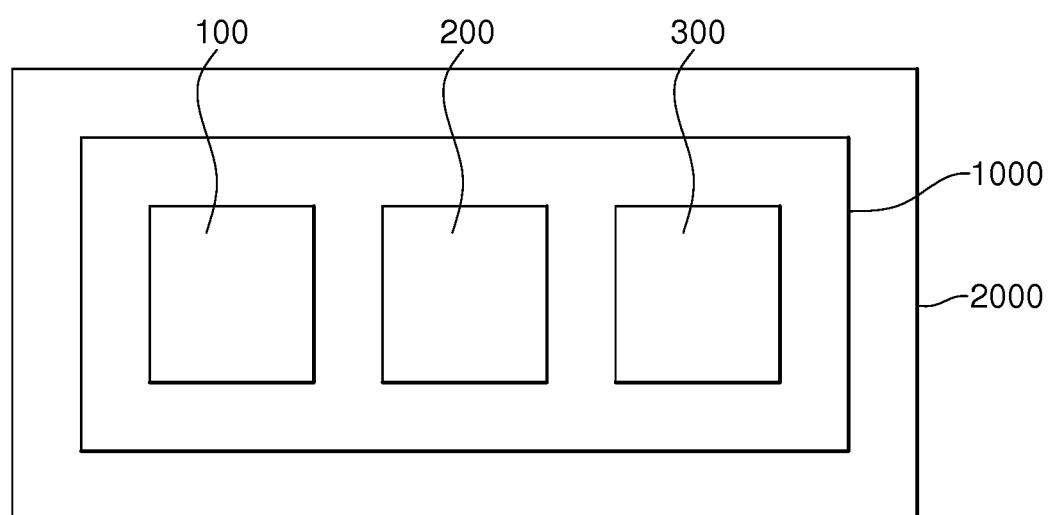
$t = 3T/4$

Fig. 10



$t = 7T/8$

Fig. 11





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 16 19 5405

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	A,D WO 2015/097172 A2 (SWATCH GROUP RES & DEV LTD [CH]) 2 juillet 2015 (2015-07-02) * pages 8,9, 52 - page 54; figures 19-22 * ----- A,D JP S52 40366 A (JIEKOO KK) 29 mars 1977 (1977-03-29) * le document en entier * -----	1-15	INV. G04B15/06 G04B15/10 G04B17/10 G04B17/26
15		1-15	
20			
25			
30			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
35			G04B G04C
40			
45			
50	Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications		
55	Lieu de la recherche La Haye	Date d'achèvement de la recherche 24 avril 2017	Examinateur Camatchy Toppé, A
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 19 5405

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.

24-04-2017

10	Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
15	WO 2015097172 A2 02-07-2015 CN 106030422 A 12-10-2016 EP 3087435 A2 02-11-2016 US 2016357155 A1 08-12-2016 WO 2015097172 A2 02-07-2015			
20	JP S5240366 A 29-03-1977 AUCUN			
25				
30				
35				
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

- US 2946183 A, Clifford [0005]
- JP S5240366 B [0005]
- JP S5245468 U [0005]
- JP S5263453 U [0005]
- EP 2891930 A [0006]
- WO 2015097172 A [0006] [0015]