

(19)



(11)

EP 3 316 046 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
31.07.2019 Bulletin 2019/31

(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**

(54) MOUVEMENT D'HORLOGERIE OPTIMISÉ

VERBESSERTES UHRWERK

OPTIMISED CLOCK 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

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

(73) Titulaire: **The Swatch Group Research and Development Ltd**
2074 Marin (CH)

(72) Inventeurs:
• **Di Domenico, Gianni**
2000 Neuchâtel (CH)
• **Favre, Jérôme**
2000 Neuchâtel (CH)

- **Léchet, 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)

(56) Documents cités:
WO-A2-2015/097172 JP-A- S5 240 366

EP 3 316 046 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

Domaine 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 deuxième zones aimantées que 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 ou 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 $3T/8$.

15 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 barillet 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 deuxième 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 deuxième 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 deuxième 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 deuxième 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 deuxième 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

1. 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) que 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) tangentielles agencées chacune sensiblement tangentiellement, 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).

2. 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).

3. 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).

4. 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) 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, 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).

5. 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).

6. 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).
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).
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 uns des autres, et, en projection sur ledit plan de projection, se croisant au niveau dudit premier axe de pivotement (D1).
10. Montre (2000) comportant au moins un mouvement (1000) selon l'une des revendications 1 à 9.
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 deuxièmes zones aimantées (25) sont agencées chacune sensiblement tangentielllement, 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.
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).
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 deuxièmes 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.
14. Roue d'échappement magnétique (20) selon la re-

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).

Patentansprüche

- 15 1. Mechanisches Uhrwerk (1000), umfassend einen Resonatormechanismus (100) mit Blättern, der mindestens ein Trägheitselement (10) aufweist, das unter der Wirkung mechanischer Mittel (11) zur elastischen Rückstellung, die mehrere flexible Blätter (13) aufweisen, die einerseits direkt oder indirekt an einer Werkplatte (12) des Resonatormechanismus (100) und andererseits direkt oder indirekt an dem mindestens einen Trägheitselement (10) befestigt sind, um eine erste Schwenkachse (D1) schwingt, wobei der Resonatormechanismus (100) mit einem magnetischen Hemmungsmechanismus (200) gekoppelt ist, der mindestens ein Hemmungsdrehteil (20) aufweist, das um eine zweite Schwenkachse (D2) schwenkt und einem Drehmoment ausgesetzt ist, das durch mindestens eine Energiequelle (300) ausgeübt wird, und das mindestens eine Trägheitselement (10) mindestens zwei erste an ihrem Umfang magnetisierte Bereiche (15) aufweist, die so angeordnet sind, dass sie direkt mit zweiten magnetisierten Bereichen (25) zusammenwirken, die ein Hemmungsdrehteil (20) aufweist und diesem in der Projektion auf eine zu der ersten Schwenkachse (D1) senkrechte Projektionsebene teilweise überlagert sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Hemmungsdrehteil (20) mehrere zweite tangentielle magnetisierte Bereiche (25) aufweist, die jeweils im Wesentlichen tangential angeordnet sind und jeweils derart angeordnet sind, dass sie einen der ersten magnetisierten Bereiche (15) abstoßen, und ferner **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werk (1000) Isochronismuskorrekturmittel umfasst, die einerseits die ersten magnetisierten Bereiche (15) des mindestens einen Trägheitselements (10) und andererseits Kompensationsmagneten (27) im Bereich des mindestens einen Hemmungsdrehteils (20) kombinieren, wobei jeder Kompensationsmagnet (27) in der Nähe eines benachbarten zweiten tangentialen magnetisierten Bereichs (25) angeordnet ist und ein Streufeld in einer von jener des Feldes des benachbarten zweiten tangentialen magnetisierten Bereichs (25) verschiedenen Richtung bewirkt, wobei die Stärke des Streufeldes im Vergleich zu jener des Feldes des benachbarten

- zweiten tangentialen magnetisierten Bereichs (25) schwach ist und das Streufeld so bemessen ist, dass es mit einem der ersten magnetisierten Bereiche (15) des mindestens einen Trägheitselements (10) in Wechselwirkung steht und eine geringe Gangveränderung des Resonatormechanismus (100) erzeugt.
2. Werk (1000) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Hemmungsdrehteil (20) mehrere radiale magnetisierte Bereiche bildende Kompensationsmagneten (27) aufweist, die derart angeordnet sind, dass sie in Zusammenwirkung mit den ersten magnetisierten Bereichen (15), die das mindestens eine Trägheitselement (10) an seiner Peripherie aufweist, die Verzögerung für die Hemmung begrenzen, um den Isochronismus des Resonatormechanismus (100) sicherzustellen.
 3. Werk (1000) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich jeder Kompensationsmagnet (27) senkrecht zu einem zweiten tangentialen magnetisierten Bereich (25) erstreckt.
 4. Werk (1000) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Trägheitselement (10) an seinem Umfang zwei Finger (16) aufweist, die sich in Bezug auf die erste Schwenkachse (D1) radial über die ersten magnetisierten Bereiche (15) hinaus erstrecken, und dass das Hemmungsdrehteil (20) abwechselnd mit den zweiten tangentialen magnetisierten Bereichen (25) mehrere radiale Anschläge (26) aufweist, die jeweils auf die zweite Schwenkachse (D2) zentriert sind und so angeordnet sind, dass sie mechanische Entkopplungsverhinderungsmittel bilden, und die mehreren radialen Anschläge (26) so angeordnet sind, dass sie zu jedem Zeitpunkt mit dem einen oder dem anderen der Finger (16), die einen Anschlag bilden, zusammenwirken, um die Gesamtsicherheit des Resonatormechanismus (100) sicherzustellen.
 5. Werk (1000) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die radialen Anschläge (26) zusammen einen Stern (260) bilden, der auf die zweite Schwenkachse (D2) zentriert ist.
 6. Werk (1000) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Finger (16) im Wesentlichen längs eines Kreises (C) erstrecken, der auf die erste Schwenkachse (D1) zentriert ist.
 7. Werk (1000) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Kompensationsmagneten (27) in Bezug auf die zweite Schwenkachse (D2) radial über die radiale Ausdehnung der radialen Anschläge (26) hinaus erstrecken.
 8. Werk (1000) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Trägheitselement (10) mehrere mit einstellbarer Trägheit Trägheitsgewichte (17) aufweist, die das Einstellen der Position des Trägheitszentrums des Trägheitselements (10) auf der ersten Schwenkachse (D1) ermöglichen.
 9. Werk (1000) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Resonatormechanismus (100) ein Resonator mit gekreuzten Blättern ist, und die mechanischen Rückstellmittel (11) mehrere Blätter (13) aufweisen, die sich auf im Wesentlichen parallelen Ebenen voneinander beabstandet erstrecken und sich in der Projektion auf die Projektionsebene an der ersten Schwenkachse (D1) kreuzen.
 10. Uhr (2000), umfassend mindestens ein Werk (1000) nach einem der Ansprüche 1 bis 9.
 11. Magnetisches Hemmungsrad (20), das zum Schwenken um eine zweite Schwenkachse (D2) angeordnet ist, und an seinem Umfang magnetisierte Bereiche (25) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweiten magnetisierten Bereiche (25) jeweils im Wesentlichen tangential angeordnet sind und dass das magnetische Hemmungsrad (20) Kompensationsmagneten (27) umfasst, jeder Kompensationsmagnet (27) in der Nähe eines benachbarten zweiten tangentialen magnetisierten Bereichs (25) angeordnet ist und ein Streufeld in einer von jener des Feldes des benachbarten zweiten tangentialen magnetisierten Bereichs (25) verschiedenen Richtung bewirkt, und die Stärke des Streufeldes im Vergleich zu jener des Feldes des benachbarten zweiten tangentialen magnetisierten Bereichs (25) schwach ist.
 12. Magnetisches Hemmungsrad (20) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich jeder Kompensationsmagnet (27) senkrecht zu einem zweiten tangentialen magnetisierten Bereich (25) erstreckt.
 13. Magnetisches Hemmungsrad (20) nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hemmungsdrehteil (20) abwechselnd mit den zweiten tangentialen magnetisierten Bereichen (25) mehrere radiale Anschläge (26) umfasst, die jeweils auf die zweite Schwenkachse (D2) zentriert sind und angeordnet sind, um mechanische Entkopplungsverhinderungsmittel zu bilden.
 14. Magnetisches Hemmungsrad (20) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die radialen Anschläge (26) zusammen einen Stern (260) bilden, der auf die zweite Schwenkachse (D2) zentriert ist.

15. Magnetisches Hemmungsrad (20) nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Kompensationsmagneten (27) radial in Bezug auf die zweite Schwenkachse (D2) über die radiale Ausdehnung der radialen Anschläge (26) hinaus erstrecken.

Claims

1. Mechanical timepiece movement (1000) comprising a strip resonator mechanism (100) that includes at least one inertial element (10) oscillating about a first pivot axis (D1) under the action of mechanical elastic return means (11) comprising a plurality of flexible strips (13), fixed, on the one hand, directly or indirectly, to a structure (12) of said resonator mechanism (100), and on the other hand, directly or indirectly, to said at least one inertial element (10), said resonator mechanism (100) being coupled to a magnetic escapement mechanism (200), which includes at least one escape wheel set (20) pivoting about a second pivot axis (D2) and subjected to a torque exerted by at least one source of energy (300), and said at least one inertial element (10) including at least two first magnetized areas (15) at the periphery thereof, arranged to cooperate directly with second magnetized areas (25) comprised in one said escape wheel set (20) and in partial superposition therewith in projection onto a projection plane perpendicular to said first pivot axis (D1), **characterized in that** said at least one escape wheel set (20) includes a plurality of said second tangential magnetized areas (25) each arranged substantially tangentially, and each arranged to repel one of said first magnetized areas (15), and further **characterized in that** said movement (1000) includes isochronism correction means combining, on the one hand, said first magnetized areas (15) of said at least one inertial element (10), and, on the other hand, compensating magnets (27) on said at least one escape wheel set (20), each said compensating magnet (27) being arranged in proximity to one said second nearby tangential magnetized area (25) and producing a leakage field in a different direction from that of the field of said second nearby tangential magnetized area (25), and said leakage field being dimensioned to interact with one of said first magnetized areas (15) of said at least one inertial element (10) and to produce a low variation in the operation of said resonator mechanism (100).
2. Movement (1000) according to claim 1, **characterized in that** said at least one escape wheel set (20) includes a plurality of said compensating magnets (27), which form radial magnetized areas arranged to limit the delay at the escapement, in cooperation with said first magnetized areas (15) comprised at

the periphery of said at least one inertial element (10), to ensure the isochronism of said resonator mechanism (100).

- 5 3. Movement (1000) according to claim 1 or claim 2, **characterized in that** each said compensating magnet (27) extends perpendicular to a said second tangential magnetized area (25).
- 10 4. Movement (1000) according to any of claims 1 to 3, **characterized in that** said at least one inertial element (10) includes, at the periphery thereof, two fingers (16) extending radially, with respect to said first pivot axis (D1), beyond said first magnetized areas (15), and **in that** said escape wheel set (20) includes, alternated with said second tangential magnetized areas (25), a plurality of radial stops (26) each centred on said second pivot axis (D2) and arranged to form mechanical anti-disengagement means, said plurality of radial stops (26) being arranged to cooperate, at all times, with one or other of said stop fingers (16), to ensure complete security of said resonator mechanism (100).
- 20 5. Movement (1000) according to claim 4, **characterized in that** said radial stops (26) together form a star (260) centred on said second pivot axis (D2).
- 30 6. Movement (1000) according to claim 4 or claim 5, **characterized in that** said fingers (16) extend substantially in a circle (C) centred on said first pivot axis (D1).
- 35 7. Movement (1000) according to claim 4 or claim 5, **characterized in that** said compensating magnets (27) extend radially, with respect to said second pivot axis (D2), beyond the radial reach of said radial stops (26).
- 40 8. Movement (1000) according to any of claims 1 to 7, **characterized in that** said inertial element (10) includes a plurality of inertia blocks (17) with adjustable inertia, permitting adjustment of the position of the centre of inertia of said inertial element (10) on said first pivot axis (D1).
- 45 9. Movement (1000) according to any of claims 1 to 8, **characterized in that** said resonator mechanism (100) is a crossed strip resonator, said mechanical return means (11) including a plurality of strips (13) extending on substantially parallel levels, at a distance from each other, and, in projection onto said projection plane, intersecting at said first pivot axis (D1).
- 50 10. Watch (2000) including at least one movement (1000) according to any of claims 1 to 9.
- 55

11. Magnetic escape wheel (20) arranged to pivot about a second pivot axis (D2), and comprising magnetized areas (25) at the periphery thereof, **characterized in that** said second magnetized areas (25) are each substantially tangentially arranged, and **in that** said magnetic escape wheel (20) includes compensating magnets (27), each said compensating magnet (27) being arranged in proximity to a said second nearby tangential magnetized area (25) and producing a leakage field in a different direction to that of the field of said second nearby tangential magnetized area (25), and the intensity of said leakage field being low compared with that of the field of said second nearby tangential magnetized area (25).
12. Magnetic escape wheel (20) according to claim 11, **characterized in that** each said compensating magnet (27) extends perpendicular to a said second tangential magnetized area (25).
13. Magnetic escape wheel (20) according to claim 11 or claim 12, **characterized in that** said escape wheel set (20) includes, alternated with said second tangential magnetized areas (25), a plurality of radial stops (26) each centred on said second pivot axis (D2) and arranged to form mechanical anti-disengagement means.
14. Magnetic escape wheel (20) according to claim 13, **characterized in that** said radial stops (26) together form a star (260) centred on said second pivot axis (D2).
15. Magnetic escape wheel (20) according to claim 13 or claim 14, **characterized in that** said compensating magnets (27) extend radially, with respect to said second pivot axis (D2), beyond the radial reach of said radial stops (26).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

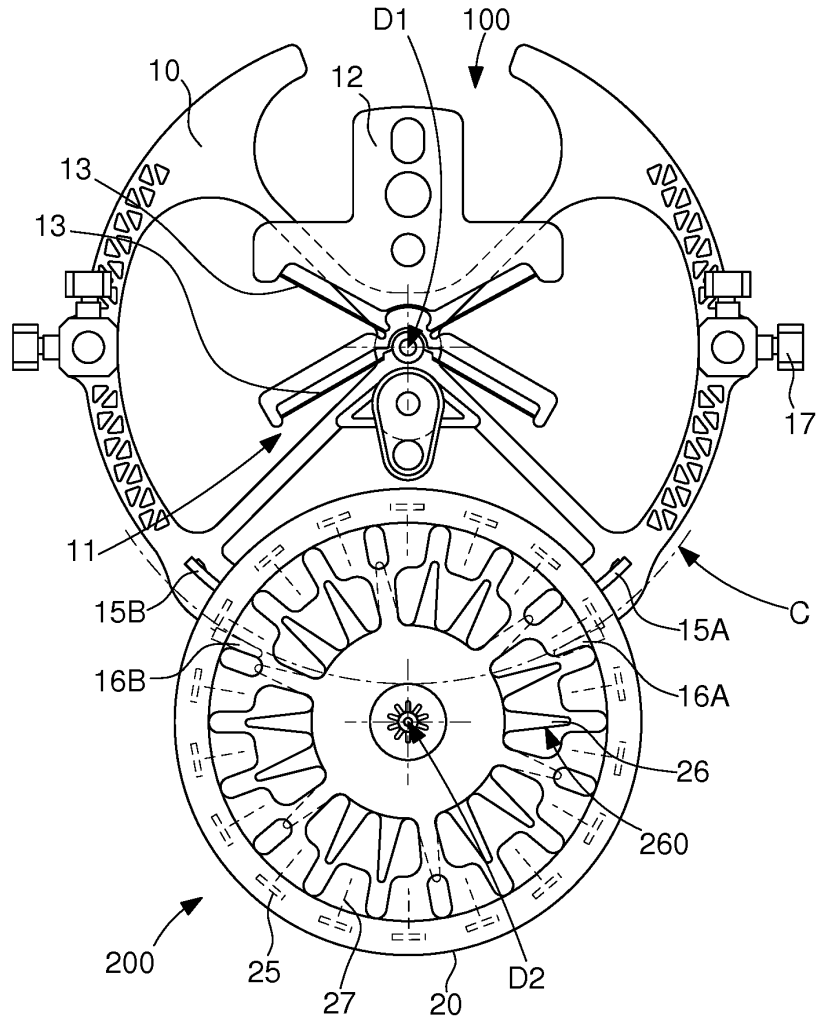


Fig. 2

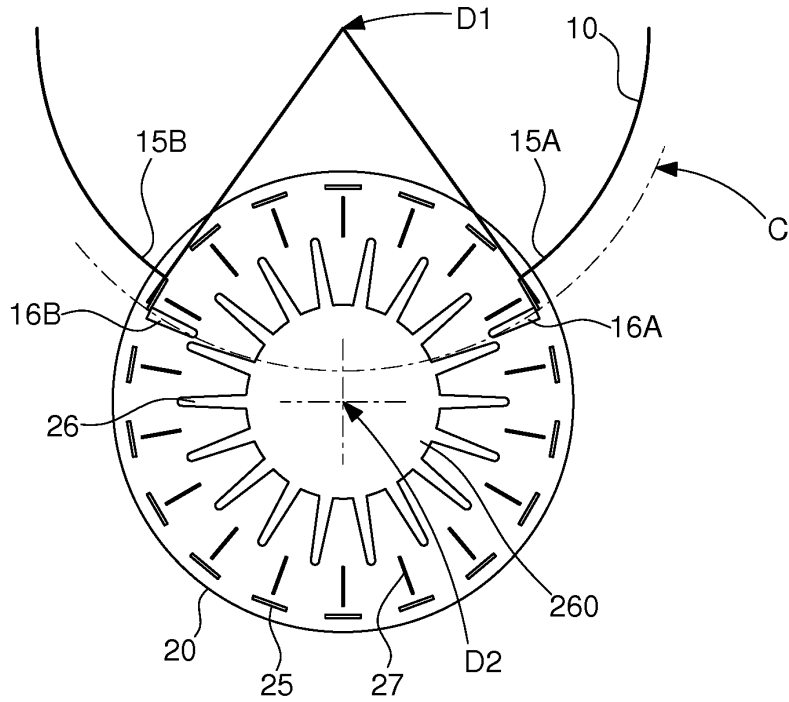


Fig. 3

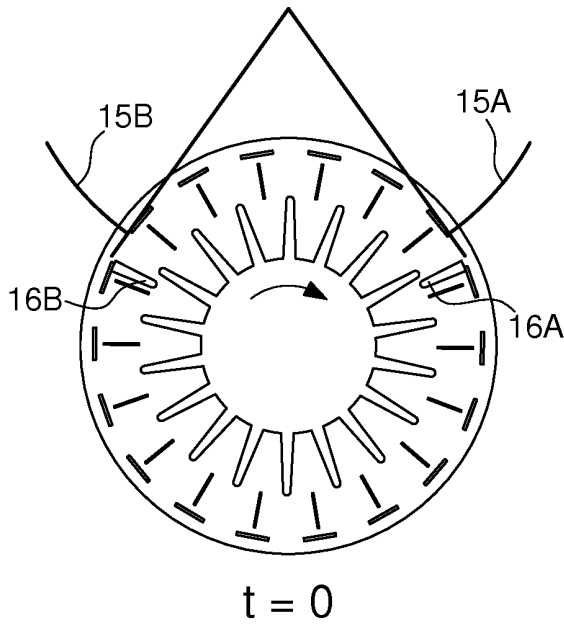


Fig. 4

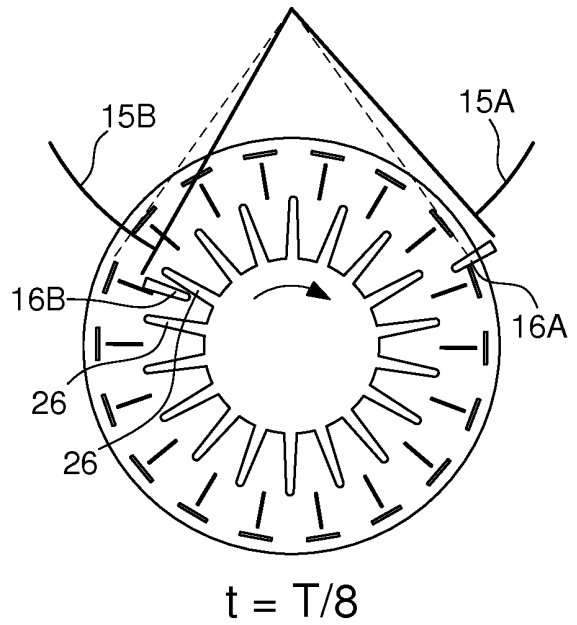


Fig. 5

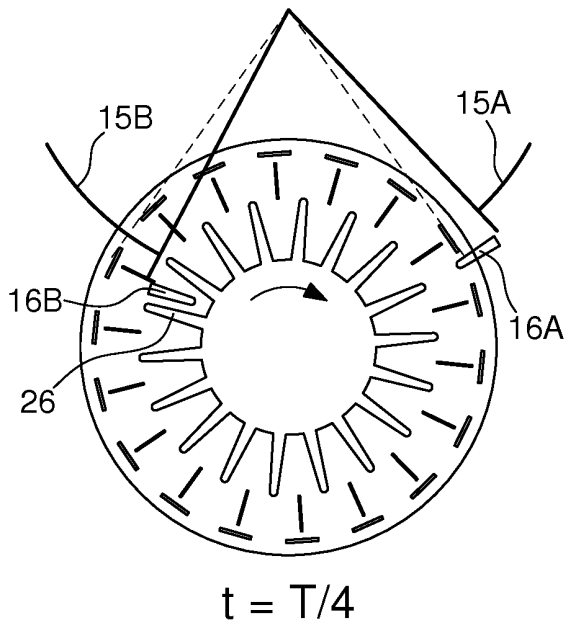


Fig. 6

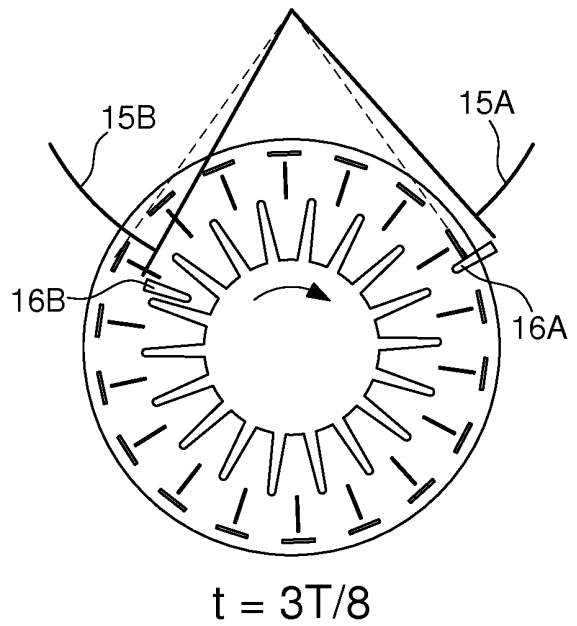


Fig. 7

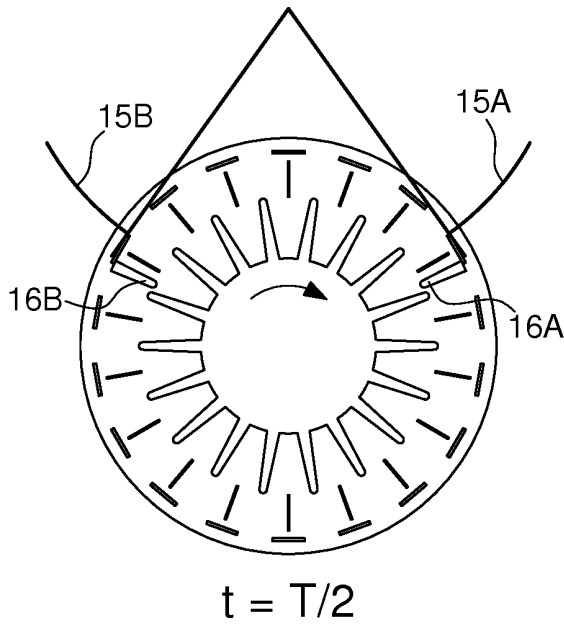


Fig. 8

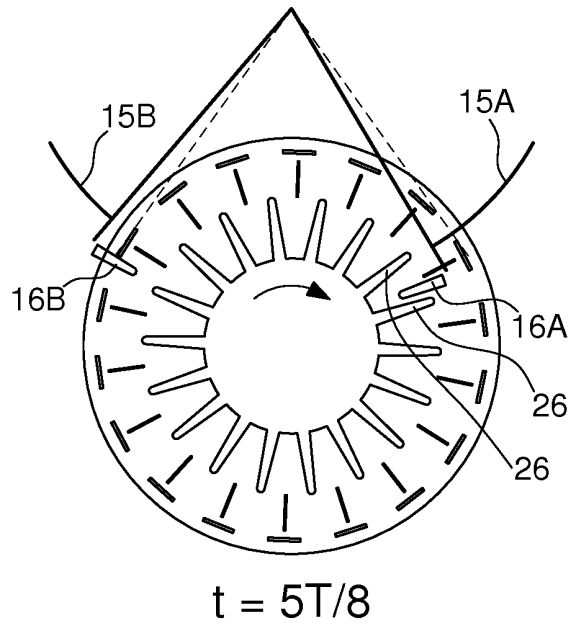


Fig. 9

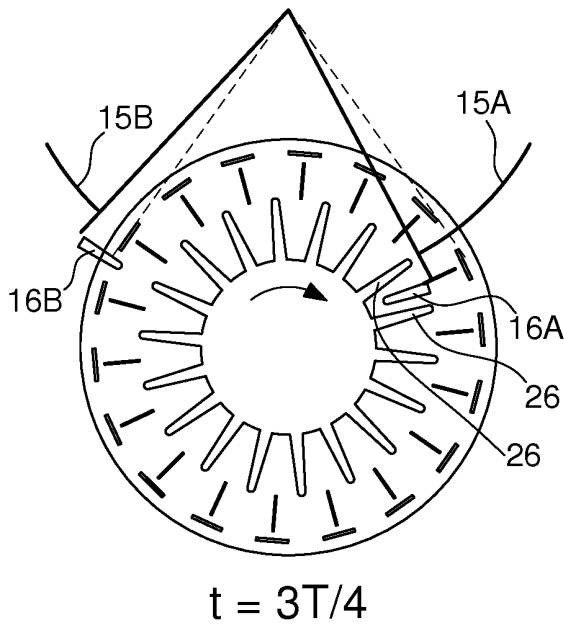


Fig. 10

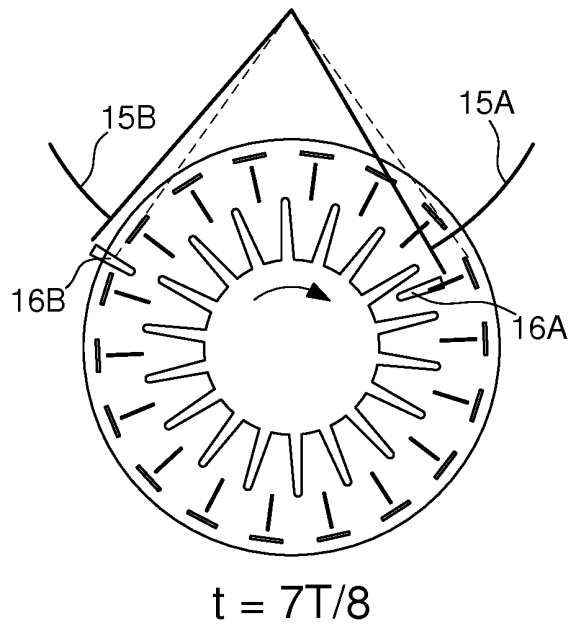
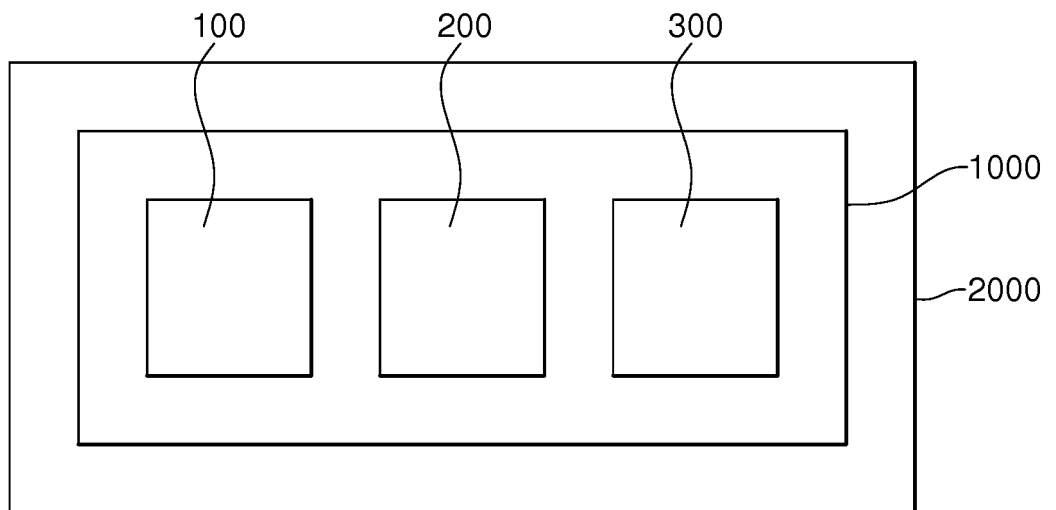


Fig. 11



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]**