

(19)



(11)

EP 3 128 379 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
02.10.2019 Bulletin 2019/40

(51) Int Cl.:
G04C 5/00 (2006.01) G04B 11/02 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **15179709.9**

(22) Date de dépôt: **04.08.2015**

(54) **ECHAPPEMENT AVEC ROUE D'ECHAPPEMENT AVEC RAMPES DE CHAMP ET DISPOSITIF ANTI-RETOUR**

HEMMUNG MIT HEMMUNGSRAD MIT FELDRAMPEN UND VORRICHTUNG ZUR RÜCKLAUFSICHERUNG

ESCAPEMENT WITH ESCAPE WHEEL WITH FIELD RRAMPS AND A NON-RETURN DEVICE

(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:
08.02.2017 Bulletin 2017/06

(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)**

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

(56) Documents cités:
**EP-A1- 2 887 157 EP-A2- 2 889 704
BE-A- 680 716 CH-A- 17 033
FR-A- 1 258 417 FR-A1- 2 883 276
US-A- 101 398**

EP 3 128 379 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 mécanisme d'échappement d'horlogerie comportant au moins un résonateur et au moins une roue d'échappement agencée pour coopérer avec un dit mécanisme résonateur, ou bien directement, ou bien indirectement au travers d'un arrêtôir que comporte ledit mécanisme d'échappement, ladite roue d'échappement comportant une succession de pistes porteuses de rampes de potentiel de champ magnétique ou électrostatique, lesdites rampes étant agencées pour coopérer avec ledit résonateur ou respectivement avec ledit arrêtôir.

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

[0003] L'invention concerne encore une montre comportant au moins un tel mécanisme d'échappement.

[0004] L'invention concerne le domaine des mécanismes d'échappement pour horlogerie mécanique, et plus particulièrement le domaine des échappements à champ contrôlé, dit échappements magnétiques, ou échappements électrostatiques, ou similaires.

Arrière-plan de l'invention

[0005] Le document EP2887157 au nom de SWATCH GROUP RESEARCH & DEVELOPMENT Ltd décrit un échappement d'horlogerie optimisé, avec un arrêtôir coopérant d'une part avec un plateau de balancier, et d'autre part avec des barrières de champ magnétique ou électrostatique disposées sur des pistes de la roue d'échappement.

[0006] Un tel dispositif améliore de façon très conséquente le rendement de l'échappement, du fait des contacts réduits ou inexistants. Toutefois, sa mise au point est surtout efficace quand le fonctionnement n'est pas trop brusque. Il s'agit en effet d'atténuer les rebonds de la roue d'échappement, qui peuvent, s'ils ne sont pas maîtrisés, conduire à une situation instable. Dans un échappement à ancre suisse traditionnel, entièrement mécanique, la roue d'échappement fournit au balancier-spiral une certaine quantité d'énergie, en provenance d'un barillet ou autre accumulateur similaire. L'excès d'énergie cinétique de la roue d'échappement est dissipé lorsqu'une de ses dents tombe sur le plan de repos de la palette de l'ancre, lors de la chute. Ce choc, très intense, empêche efficacement la roue d'échappement de rebondir.

[0007] Dans un échappement à barrières de champ magnétique ou électrostatique tel qu'il est décrit dans les demandes EP2887157 citée plus haut, EP14186297, EP14186296 et EP14186261 du même déposant, toutes incorporées ici par référence, l'interaction entre une masse polaire de la roue d'échappement (la « dent ») et une masse polaire de l'ancre (la « palette ») est

conservative : l'énergie cinétique de la roue n'est plus dissipée par le choc de la chute, elle est restituée presque intégralement à la roue, dans le sens opposé. Des rebonds sont alors observés. La figure 1 illustre le principe: la roue d'échappement, poussée par le barillet, monte partiellement la barrière de potentiel magnétique (ou électrostatique selon le cas) ; lorsque le couple de la barrière domine celui fourni par le barillet, la roue s'arrête, puis repart dans l'autre sens. La roue oscille ainsi autour d'une position de basculement stable, qui est toujours la même. Les frottements dus aux pivots ainsi qu'aux pertes aérodynamiques finissent par amortir la roue après de nombreuses oscillations.

[0008] Les rebonds sont nécessaires pour un fonctionnement à force constante puisqu'ils permettent de dissiper l'excédent d'énergie. Néanmoins, il est important de contrôler leur durée qui doit être inférieure à la demi-période pour que le système fonctionne de façon stable. D'autre part, il est intéressant d'empêcher totalement les rebonds afin de stocker l'excédent d'énergie dans le potentiel magnétique, ou électrostatique selon le cas, de sorte à pouvoir recycler cette énergie, ce qui a alors pour effet d'augmenter le rendement de l'échappement de façon significative.

[0009] Le document EP2889704 A2 au nom de NIVAROX-FAR SA décrit un mécanisme d'échappement d'horlogerie, comportant une roue d'échappement soumise à un couple de pivotement, de moment inférieur ou égal à un moment nominal, autour d'un premier axe de pivotement, et un résonateur solidaire d'un mobile régulateur monté pivotant autour d'un deuxième axe de pivotement réel ou virtuel. Cette roue d'échappement comporte une pluralité d'actionneurs régulièrement espacés sur sa périphérie, et chacun agencé pour coopérer directement avec au moins une première piste du mobile régulateur. Chaque actionneur comporte des premiers moyens d'arrêt magnétiques ou électrostatiques faisant barrière et agencés pour coopérer avec la première piste qui est magnétisée, respectivement électrisée, ou ferromagnétique, ou respectivement conductrice électrostatique, pour exercer sur la première piste un couple de moment supérieur au moment nominal. Et chaque actionneur comporte encore des deuxième moyens d'arrêt agencés pour constituer une butée de limitation de course, agencée pour constituer un mécanisme d'échappement autonome avec au moins une première surface complémentaire de butée que comporte le mobile régulateur.

[0010] Le document BE680716 au nom de Centre Technique Horloger SA décrit une montre électromécanique, comportant un dispositif de transformation du mouvement oscillant d'un résonateur de fréquence supérieure à 300 Hz en un mouvement de rotation continu et sans saccade, comportant un cliquet solidaire du résonateur entraînant une roue à rochet. Cette dernière est solidaire d'une roue polaire coaxiale, de moment d'inertie inférieur à celui de la roue à rochet, et entraînant magnétiquement une autre roue, de manière à ce que

l'influence, sur la roue à rochet, de l'inertie de la roue entraînée, soit pratiquement négligeable.

Résumé de l'invention

[0011] L'objectif d'un dispositif anti-retour, tel qu'un cliquet ou similaire dans un dispositif d'échappement avec un arrêtir coopérant avec un plateau de balancier, et avec des barrières de champ magnétique ou électrostatique, notamment sous la forme d'une ancre magnétique, est d'empêcher la roue d'échappement de rebondir sur les barrières magnétiques, ou électrostatiques selon le cas.

[0012] L'invention se propose de bloquer les rebonds d'un tel dispositif d'échappement magnétique ou électrostatique, par ajout d'un dispositif anti-retour, lequel permet de stocker temporairement l'énergie de la roue d'échappement dans le potentiel magnétique ou électrostatique, afin de pouvoir la restituer au balancier ou similaire lors de la fonction d'échappement, ce qui a pour effet d'augmenter notablement le rendement de ce type d'échappement, en particulier lorsque le couple fourni par le barillet ou l'accumulateur est élevé.

[0013] Et, plus particulièrement, l'invention s'attache à augmenter le rendement énergétique du mécanisme d'échappement et du mouvement.

[0014] A cet effet, l'invention concerne un mécanisme d'échappement d'horlogerie selon la revendication 1.

[0015] L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie comportant au moins un tel mécanisme d'échappement.

[0016] L'invention concerne encore une montre comportant au moins un tel mécanisme d'échappement.

Description sommaire des dessins

[0017] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre, en référence aux dessins annexés, où :

- la figure 1 représente, de façon schématisée, pour un mécanisme d'échappement de type magnétique, un diagramme illustrant la variation de l'énergie potentielle en ordonnée, en fonction de l'angle au centre en abscisse;
- la figure 2 représente, de façon schématisée, une simulation de l'évolution des rebonds de la roue d'échappement, avec l'angle de rotation de la roue en ordonnée, en fonction du temps en abscisse ;
- la figure 3 représente, de façon schématisée, selon une échelle de puissance en ordonnée en fonction du couple d'entraînement en abscisse, les canaux de pertes d'un échappement à ancre magnétique, la zone triangulaire illustrant la quantité absolue d'énergie perdue par les rebonds de la roue magnétique, et montrant qu'aux faibles valeurs de couple correspondant au désarmage du barillet le fonction-

nement est tout juste assuré, tandis qu'aux fortes valeurs de couple fourni par le barillet ou l'accumulateur correspond un excès d'énergie disponible qui tend à être dissipé par le phénomène de rebond ;

- 5 - la figure 4 représente, de façon similaire à la figure 3, les pertes relatives, avec en ordonnée le ratio des pertes par rapport à la puissance totale, en fonction du couple d'entraînement en abscisse, la zone triangulaire supérieure illustrant la quantité relative d'énergie perdue par les rebonds de la roue magnétique ;
- 10 - la figure 5 représente, de façon similaire à la figure 1, la combinaison propre à l'invention entre le même échappement magnétique et un dispositif anti-retour, schématisé non limitativement par un cliquet ;
- 15 - la figure 6 représente, de façon schématisée, et en vue en plan, un échappement magnétique à arrêtir comportant deux bras chacun portant une masse polaire agencée pour coopérer alternativement avec une piste de la roue d'échappement, laquelle est couplée à un dispositif anti-retour sous forme d'un cliquet ici non limitativement représenté sous forme d'un cliquet unique ;
- 20 - la figure 7 est une variante du mécanisme de la figure 6, où le cliquet ne coopère avec un secteur denté que dans certaines zones angulaires où la fonction d'anti-retour n'est pas nécessaire, de façon à minimiser les pertes lors de l'armage du dispositif anti-retour, notamment par frottement du cliquet dans ce cas de figure ;
- 25 - la figure 8 illustre une configuration de travail particulière du mécanisme de la figure 7, où le cliquet fonctionne en traction quand la roue d'échappement tend à pivoter à l'inverse de son sens normal de fonctionnement ;
- 30 - la figure 9 illustre, en vue en plan, une roue d'échappement simplifiée avec des rampes alternées dépourvues de barrière, et séparées en alternance par des zones de potentiel de champ nul ;
- 35 - la figure 10 illustre, en vue en plan, une roue d'échappement comportant deux pistes concentriques, avec des rampes alternées prolongées par des barrières de potentiel, et un arrêtir de type ancre, à masse polaire unique, monté pivotant pour coopérer de façon alternée avec ces deux pistes ;
- 40 - la figure 11 est un schéma-blocs représentant une montre comportant un mouvement équipé d'un mécanisme d'échappement selon l'invention.
- 45
- 50

Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0018] L'invention propose une solution simple et fiable pour maîtriser les rebonds d'un dispositif d'échappement magnétique ou électrostatique, par ajout d'un dispositif anti-retour, lequel permet d'augmenter le rendement de ce type d'échappement, en particulier lorsque le couple fourni par le barillet ou l'accumulateur est élevé. Ce mécanisme anti-retour permet d'accumuler l'énergie

du barillet ou similaire, pour la restituer dans le résonateur.

[0019] L'invention concerne un mécanisme d'échappement 200 d'horlogerie comportant au moins un résonateur 100. Le mécanisme d'échappement 200 comporte au moins un mobile d'échappement. Ce mobile est décrit et illustré ici dans le cas particulier et non limitatif d'une roue d'échappement 1, mais il peut prendre d'autres formes, telle qu'un cylindre, ou autre. Dans cette variante non limitative, le mécanisme d'échappement 200 comporte au moins une roue d'échappement 1, laquelle est agencée pour coopérer avec un tel mécanisme résonateur 100, ou bien directement, ou bien indirectement au travers d'un arrêt 2 que comporte ce mécanisme d'échappement 200.

[0020] L'invention est illustrée, de façon non limitative, avec un échappement à arrêt 2, cet arrêt 2 étant constitué dans un exemple particulier, là encore non limitatif, par une ancre pivotante comportant, selon le cas une masse polaire 3 unique agencée pour coopérer alternativement avec des pistes de la roue d'échappement comportant des champs magnétiques ou électrostatiques d'intensité variable, ou bien deux masses polaires 3 agencées pour coopérer alternativement avec au moins une piste 4 de la roue d'échappement 1 comportant des champs magnétiques ou électrostatiques d'intensité variable.

[0021] L'invention s'applique aussi pour d'autres types de mécanismes d'échappement, à cylindre, naturel, ou autre, dans le cas de la coopération directe sans arrêt 2.

[0022] La roue d'échappement 1 comportant une succession de pistes 4, ou encore, selon les variantes décrites ci-dessous 40, 41, 42. Ces pistes 4 sont porteuses de rampes 6 de potentiel croissant de champ magnétique ou électrostatique. Ces rampes 6 sont agencées pour coopérer avec le résonateur 100, ou respectivement avec l'arrêt 2.

[0023] Selon l'invention, ce mécanisme d'échappement 200 comporte au moins un dispositif anti-retour 5, qui est agencé pour s'opposer au retour de la roue d'échappement 1, c'est-à-dire pour l'empêcher de reculer par rapport à son sens normal de pivotement.

[0024] Plus particulièrement, le mécanisme d'échappement 200 comporte un arrêt 2 coopérant, d'une part avec un plateau que comporte le mécanisme résonateur 100, notamment un plateau de balancier dans le cas d'un résonateur à balancier-spiral, et coopérant d'autre part avec des rampes 6 de potentiel de champ magnétique ou électrostatique, par au moins une masse polaire 3, ou encore, selon les variantes décrites ci-dessous 30, 31, 32, que comporte cet arrêt 2. Cette masse polaire 3 est agencée pour évoluer dans le champ correspondant à ces rampes 6 de potentiel de champ magnétique ou électrostatique.

[0025] La figure 1 reprend les enseignements de la demande EP28871573, relatifs à un dispositif d'échappement 200 magnétique avec un arrêt 2 à masse polaire unique 30 pivotant de façon à coopérer alternative-

ment avec une piste interne et une piste externe, tel que représenté sur la figure 10. Ce diagramme illustre la variation de l'énergie potentielle, en ordonnée, le long des pistes magnétisées, en fonction de l'angle au centre en abscisse, pour chacune des deux pistes de la figure 1 : piste intérieure en trait plein, et piste extérieure en trait interrompu, chacune comportant une succession de zones magnétisées avec des intensités différentes, et exerçant des efforts de répulsion différents en interaction avec la masse polaire de l'ancre quand cette dernière est dans leur voisinage immédiat, les zones immédiatement voisines des deux pistes concentriques voisines étant aussi de niveau de magnétisation différent.

[0026] Cette figure 1 montre l'accumulation d'énergie potentielle prélevée de la roue d'échappement 1 sur les tronçons P1-P2 et P3-P4 correspondant chacun à une demi-période, et sa restitution par l'ancre 2 au balancier lors du changement de piste de la masse polaire P2-P3 et P4-P5. Cette figure 1 montre une position particulière PP, au niveau d'un changement de pente significatif entre une rampe 6 et une barrière 7 de potentiel qui la prolonge, autour de laquelle position PP les rebonds sont amortis du fait du jeu des pentes de potentiel des champs. La valeur ER désigne l'énergie de la rampe 6 en ce point, c'est-à-dire la différence entre le niveau énergétique de ce point particulier PP, et le niveau de potentiel minimal des pistes 4 de la roue d'échappement 1.

[0027] L'invention est décrite et illustrée ici dans l'alternative magnétique, avec dispositif anti-retour sur la roue d'échappement ; l'homme du métier saura réaliser les alternatives électrostatique et mixte en référence aux demandes de brevet cités plus haut, du même déposant.

[0028] La dissipation d'énergie lors des rebonds se fait classiquement par frottements, au moins partiellement visqueux, en particulier au niveau des pivots, et par pertes aérodynamiques, tel que visible sur la figure 2.

[0029] Un avantage important des mécanismes d'échappement à champ magnétique ou électrostatique est que le point de basculement est fixe, parfaitement reproductible, et l'énergie transmise est constante. Dans une telle configuration, l'ancre bascule toujours à la même position, au pied de la barrière magnétique quand elle existe (ce qui n'est pas toujours le cas, on peut aussi avoir la combinaison d'une simple rampe et d'une butée mécanique pour jouer le rôle de la barrière de potentiel). L'arrêt ou ancre transmet donc toujours la même quantité d'énergie au balancier, ce qui en fait un système à force constante, l'excédent étant dissipé par des rebonds.

[0030] Le barillet ne fournissant pas toujours le même couple, cet excédent d'énergie dissipé par rebonds n'est pas constant, comme on peut le voir sur la figure 3, qui montre les différents canaux de pertes de l'échappement à ancre magnétique, soient, de bas en haut :

- puissance utile reçue par le résonateur PU;
- pertes ancre (chocs) PAC ;
- pertes dans les rebonds de la roue (secteur triangu-

laire) PRDR ; ces pertes peuvent être importantes quand le barillet est complètement armé ; le système est dimensionné pour fonctionner tout juste à couple faible, en fin de désarmage du barillet ;

- pertes rotation roue et rouage PRER,
- la droite oblique supérieure représentant le cumul, c'est-à-dire la puissance totale fournie par le barillet PTFB.

[0031] La zone triangulaire représente la quantité absolue d'énergie perdue par les rebonds de la roue magnétique.

[0032] La figure 4 montre, dans le même ordre, les mêmes grandeurs qui sont représentées en valeurs relatives par rapport à la puissance totale fournie à la roue d'échappement. Cette figure 4 montre que, lorsque le couple du barillet est élevé, la proportion d'énergie perdue (non-transmise au balancier-spiral) dans les rebonds devient très importante, presque 50 %. La suppression intégrale des rebonds n'est pas possible.

[0033] L'invention s'astreint à minimiser le plus possible ces rebonds en ajoutant un dispositif anti-retour, tel qu'un cliquet ou similaire, agissant sur la roue d'échappement.

[0034] Il s'agit, à la fois, de limiter les rebonds au minimum, et surtout d'augmenter le rendement du mécanisme d'échappement, et par conséquent, la réserve de marche du mouvement d'horlogerie.

[0035] Le principe est illustré sur la figure 5. Le point de basculement dépend désormais du couple, l'énergie transmise est alors variable

L'échappement peut donc transférer davantage d'énergie au balancier-spiral. Le rendement est amélioré. Le système perd sa caractéristique de force constante et devient un échappement à force variable avec le couple, comme un échappement à ancre suisse traditionnel.

[0036] Diverses configurations de répartition des champs sur la ou les pistes 4 de la roue d'échappement 1 sont utilisables.

[0037] Dans un premier mode de réalisation illustré par la figure 10, l'arrêt 2 comporte une masse polaire 3 qui est une masse polaire unique 30 agencée pour coopérer successivement et alternativement avec deux pistes 4 qui sont une première piste 41 et une deuxième piste 42.

[0038] Dans un deuxième mode de réalisation, l'arrêt 2 comporte deux masses polaires 3, qui sont une première masse polaire 31 et une deuxième masse polaire 32, agencées pour coopérer successivement et alternativement avec une piste 4 qui est une piste unique 40.

[0039] Et la roue d'échappement 1 comporte, agencées de façon périodique selon un pas P, une pluralité de zones utiles ZU, chacune située entre, d'une part une zone de minimum de potentiel d'une telle piste 4, 40, 41, 42, donnée, et d'autre part une zone de maximum de potentiel d'une telle piste 4, 40, 41, 42, laquelle zone de maximum de potentiel suit immédiatement la zone de

minimum de potentiel considérée de cette piste donnée.

[0040] Et chaque franchissement d'une telle zone de maximum de potentiel d'une piste 4, 40, 41, 42, par une masse polaire 3, 30, 31, 32, correspond à un basculement de l'arrêt 2

Dans la configuration particulière comportant à la fois des rampes 6 et des barrières 7 de potentiel, les rampes 6 de potentiel de champ magnétique ou électrostatique disposées sur ces pistes 4, 40, 41, 42, comportent chacune une barrière 7 de potentiel à leur extrémité de potentiel de champ maximal, tendant à s'opposer à son franchissement par une masse polaire 3 de l'arrêt 2.

[0041] Plus particulièrement, sur une telle piste 4, 40, 41, 42, chaque rampe 6 est prolongée par une barrière 7 de champ magnétique ou électrostatique, cette barrière 7 comportant immédiatement à la suite de la rampe 6, au niveau du point particulier PP, une première zone 71 de croissance rapide de potentiel dont le gradient est supérieur au gradient maximal de la rampe 6 concernée.

Cette première zone 71 est suivie par une deuxième zone 72 de maximum de potentiel où la concavité de la courbe de potentiel est inversée par rapport à la première zone 71. La deuxième zone 72 est immédiatement suivie d'une troisième zone 73 de décroissance de potentiel où la concavité de la courbe de potentiel est inversée par rapport à la deuxième zone 72, et cette troisième zone 73 s'achève par une quatrième zone 74 de minimum de potentiel.

Dans la configuration particulière de la figure 10, chaque zone utile ZU est située entre, d'une part une quatrième zone 74 de minimum de potentiel d'une dite piste 4, 40, 41, 42, donnée, et d'autre part une deuxième zone 72 de maximum de potentiel d'une telle piste 4, 40, 41, 42, suivant immédiatement cette quatrième zone 74 de minimum de potentiel de cette piste donnée. Et chaque franchissement d'une telle deuxième zone 72 de maximum de potentiel d'une piste 4, 40, 41, 42, par une telle masse polaire 3, 30, 31, 32, correspond à un basculement de l'arrêt 2.

Dans une configuration enchaînée comme sur la figure 10, sur une piste 4, 40, 41, 42, chaque dite première zone 71 fait immédiatement suite à la quatrième zone 74 précédente.

Plus particulièrement, sur la roue d'échappement 1 dans son entier, chaque première zone 71 fait immédiatement suite à la quatrième zone 74 précédente.

Dans une configuration morcelée comme sur la figure 9, sur une piste 4, 40, 41, 42, chaque première zone 71 est séparée de la quatrième zone 74 précédente par une cinquième zone 75 de potentiel constant ou nul.

Plus particulièrement, sur la roue d'échappement 1 dans son entier, chaque première zone 71 est séparée de la quatrième zone 74 précédente par une cinquième zone 75 de potentiel constant ou nul.

Dans des variantes particulières, comme notamment sur la figure 9, les rampes 6 de potentiel de champ magnétique ou électrostatique disposées sur les pistes 4 sont dépourvues de barrière de potentiel à leur

extrémité de potentiel de champ maximal, et les pistes 4 comportent chacune une alternance de zones de potentiel nul et de telles rampes 6. Et, avantageusement, en pareils cas, les rampes 6 de potentiel de champ magnétique ou électrostatique disposées sur les pistes 4, 40, 41, 42, sont chacune associées, au niveau de sa zone de potentiel maximal, à une butée mécanique interdisant son franchissement par une masse polaire 3 de l'arrêt 2.

Dans les variantes avec arrêt 2, le dispositif anti-retour 5 peut comporter, non limitativement : un cliquet de compression 51, un cliquet de traction 52, un cliquet de compression intérieur 53, ou encore un cliquet de traction intérieur, ou des combinaisons de ces différents cliquets, ou tout autre mécanisme tendant à s'opposer au recul de la roue d'échappement 1.

[0048] La figure 6 montre un cliquet de compression 51 comportant une première liaison élastique avec une première partie fixe du mécanisme d'échappement 200 extérieure à l'arrêt 2 et à la roue d'échappement 1, ce cliquet de compression 51 coopère avec au moins une denture 10 solidaire en pivotement de la roue d'échappement 1. Un seul cliquet 51 est représenté pour ne pas surcharger la figure, mais il est clair, ainsi que pour les autres variantes, que le mécanisme peut comporter une pluralité de tels cliquets, y compris de types différents. De la même façon, le mécanisme peut comporter plusieurs dentures, par exemple au-dessus et en-dessous du plan médian de la roue 1, et éventuellement en alternance.

[0049] De préférence, cette au moins une denture 10 est une denture à dents de loup, autorisant l'avance de la roue d'échappement 1 par glissement sur le cliquet de compression 51 et s'opposant au recul de la roue d'échappement 1 en soumettant cet au moins un cliquet de compression 51 à un effort de flambage quand la roue d'échappement 1 tend à reculer.

[0050] Sur la figure 7, le dispositif anti-retour 5 comporte au moins un cliquet de traction 52 comportant une deuxième liaison élastique avec une deuxième partie fixe du mécanisme d'échappement 200 extérieure à l'arrêt 2 et à la roue d'échappement 1. Cet au moins un cliquet de traction 52 coopère avec cette au moins une denture 10, et est agencé pour fonctionner en traction et exercer sur la roue d'échappement 1 un couple tendant à la faire avancer, quand la roue d'échappement 1 tend à reculer. Ce cliquet de traction 52 peut être, soit constitué par le cliquet de compression 51 précédent, soit constitué par un cliquet distinct. La denture 10 est de préférence agencée de façon analogue au cas précédent.

[0051] Dans une autre variante, on embarque le cliquet sur la roue d'échappement et on agencant la denture sur une roue fixe. Le dispositif anti-retour 5 comporte alors au moins un cliquet de compression intérieur 53 comportant une troisième liaison élastique avec la roue d'échappement 1 et coopérant avec au moins une denture 10 que comporte un anneau denté intérieurement fixé sur une partie fixe du mécanisme d'échappement

200 extérieure à l'arrêt 2 et à la roue d'échappement 1.

[0052] Concernant la denture 10, divers aménagements sont imaginables.

[0053] La variante de la figure 7 montre que cette au moins une denture 10 comporte périodiquement, en alternance avec des zones munies de dents 11, des zones dépourvues de dents 12 pour minimiser les pertes quand la fonction d'anti-retour n'est pas nécessaire, quand ladite masse polaire 3 de l'arrêt 2 coopère avec une zone 8 de potentiel nul (ou à gradient nul : de potentiel constant) d'une piste 4, 40, 41, 42, ou une zone de bas potentiel d'une rampe 6.

[0054] Pour assurer le fonctionnement minimal, il faut que la au moins une denture 10 comporte au moins une dent 13 sur chaque zone utile ZU. Ceci permet de réduire le coût de découpe ou de taillage des dents. Par exemple, la figure 10 montre trois dents 13 seulement pour chaque zone utile ZU.

[0055] Dans une version plus classique, cette au moins une denture 10 comporte, sur les zones munies de dents qu'elle comporte, au moins vingt fois plus de dents que la roue d'échappement 1 ne comporte de pas P (dits aussi équivalents-dents), chaque pas P correspondant à la course entre deux basculements successifs de l'arrêt 2. Bien sûr, des pertes par frottement existent, elles sont néanmoins constantes, et n'altèrent pas les performances chronométriques.

[0056] La figure 6 illustre une variante de dispositif anti-retour constitué par un cliquet sur la roue d'échappement magnétique. Dans une variante avantageuse, le cliquet possède une résolution élevée, qui garantit que l'anti-retour de la roue s'effectue correctement. De préférence, le dispositif anti-retour comporte au moins vingt fois plus de dents qu'il n'y a d'équivalents-dents à la roue d'échappement. Sur l'exemple non limitatif de la figure 6, il y a six équivalents-dents à la roue et cent-quatre-vingt au niveau de la denture qui coopère avec le cliquet.

[0057] L'armage des dents du cliquet consomme un peu d'énergie et altère le rendement de l'échappement. Il est possible de minimiser ce problème en ne plaçant des dents que dans les régions fonctionnelles, tel qu'illustré sur la figure 7. L'auto-démarrage de l'échappement est alors également amélioré, à condition que la lame du cliquet ne soit pas pré-armée.

[0058] La figure 7 montre ainsi des zones épargnées, de façon à minimiser les pertes, dans les domaines de travail où la fonction d'anti-retour n'est pas nécessaire, c'est-à-dire dans les zones de plus bas (ou nul) potentiel de champ.

[0059] Les figures 6 et 7 montrent une première variante où le cliquet comporte une lame élastique, qui travaille en compression lorsque la roue tente de reculer.

[0060] Une deuxième variante, en figure 8, concerne un cliquet qui travaille en traction, lorsque la roue tend à reculer.

[0061] De nombreux autres dispositifs anti-retour peuvent être envisagés, comme par exemple le système utilisé dans les inverseurs automatiques dans les mouve-

ments automatiques à remontage par masse oscillante, tel que décrit sur : <http://www.horlogerie-suisse.com/technique/les-complications/les-inverseurs-automatiques>

On peut encore utiliser, en combinaison, une lame dure sur une roue molle, en caoutchouc ou similaire.

[0062] Dans une autre variante, ce dispositif anti-retour 5 comporte au moins un dispositif de roue libre, ou un mécanisme à faible hystérèse de roulement de type « OneWay » de la société « MPS » : <http://www.mps-watch.com/fr/bearing-technologies/produits.html#c581>.

[0063] La présence d'un dispositif anti-retour offre un autre avantage qui se cumule aux avantages liés au fonctionnement : le potentiel magnétique peut être moins élevé, ce qui simplifie la fabrication des aimants, et abaisse les coûts.

[0064] Une autre combinaison consiste à utiliser le potentiel original, mais avec un barillet dimensionné au plus juste, donc beaucoup moins encombrant, ce qui est toujours recherché en horlogerie, en particulier dans les cas de montres dames ou de montres à complications.

[0065] Bien sûr, on peut choisir, toutes autres choses égales par ailleurs, de tout simplement augmenter la réserve de marche du mouvement.

[0066] La figure 9 illustre une autre réalisation simplifiée, avec des pistes magnétiques ou électrostatiques sans barrière de champ, uniquement avec des rampes alternées, avec des zones comportant un potentiel nul, intercalées entre les rampes, tel qu'illustré sur la figure 8. Le démarrage est encore simplifié, et la gamme de couple utilisable est encore plus grande.

[0067] On comprend que l'utilisation d'un dispositif anti-retour ne permet pas de s'affranchir des butées mécaniques anti-choc mentionnées dans le document EP2887157.

[0068] La réalisation de mécanismes d'échappement selon l'invention est possible aussi bien avec des technologies traditionnelles, notamment fraisage ou étampage, ou encore l'usinage laser permettant d'obtenir une résolution plus élevée, appréciable pour l'usinage de la denture 10.

[0069] On peut, encore, minimiser la puissance nécessaire pour faire fonctionner le dispositif d'anti-retour, en utilisant les technologies de fabrication modernes, telles que la gravure profonde du silicium ou le LIGA. En particulier, on cherche à minimiser l'inertie, la constante du ressort, ou encore le coefficient de frottement.

[0070] L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie comportant au moins un tel mécanisme d'échappement.

[0071] L'invention concerne encore une montre comportant au moins un tel mécanisme d'échappement

[0072] En somme, le dispositif anti-retour selon l'invention permet, au prix d'un aménagement de faible coût et d'encombrement limité, d'obtenir une forte augmentation du rendement du mécanisme d'échappement, et, en conséquence, de la réserve de marche du mouvement.

Revendications

1. Mécanisme d'échappement (200) d'horlogerie comportant au moins un résonateur (100) et au moins une roue d'échappement (1) agencée pour coopérer avec un dit mécanisme résonateur (100), ou bien directement, ou bien indirectement au travers d'un arrêt (2) que comporte ledit mécanisme d'échappement (200), ladite roue d'échappement (1) comportant une succession de pistes (4 ; 40 ; 41 ; 42) porteuses de rampes (6) de potentiel croissant de champ magnétique ou électrostatique, lesdites rampes (6) étant agencées pour coopérer avec ledit résonateur (100) ou respectivement avec ledit arrêt (2), **caractérisé en ce que** ledit mécanisme d'échappement (200) comporte au moins un dispositif anti-retour (5) agencé pour s'opposer au retour de ladite roue d'échappement (1), **caractérisé en ce que** ledit mécanisme d'échappement (200) comporte un arrêt (2) coopérant, d'une part avec un plateau que comporte ledit mécanisme résonateur (100), et d'autre part avec des rampes (6) de potentiel de champ magnétique ou électrostatique, par au moins une masse polaire (3 ; 30 ; 31 ; 32) que comporte ledit arrêt (2) et qui est agencée pour évoluer dans le champ correspondant auxdites rampes (6) de potentiel de champ magnétique ou électrostatique, **caractérisé en ce que** ledit dispositif anti-retour (5) comporte au moins un cliquet de compression (51) comportant une première liaison élastique avec une première partie fixe dudit mécanisme d'échappement (200) extérieure audit arrêt (2) et à ladite roue d'échappement (1), ledit au moins un cliquet de compression (51) coopérant avec au moins une denture (10) solidaire en pivotement de ladite roue d'échappement (1), et **caractérisé en ce que** ladite au moins une denture (10) est une denture à dents de loup autorisant l'avance de ladite roue d'échappement (1) par glissement sur ledit cliquet de compression (51) et s'opposant au recul de ladite roue d'échappement (1) en soumettant ledit au moins un cliquet de compression (51) à un effort de flambage quand ladite roue d'échappement (1) tend à reculer.
2. Mécanisme d'échappement (200) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit arrêt (2) comporte, ou bien une dite masse polaire (3) qui est une masse polaire unique (30) agencée pour coopérer successivement et alternativement avec deux dites pistes (4) qui sont une première piste (41) et une deuxième piste (42), ou bien deux dites masses polaires (3) qui sont une première masse polaire (31) et une deuxième masse polaire (32) agencées pour coopérer successivement et alternativement avec une dite piste (4) qui est une piste unique (40), et **en ce que** ladite roue d'échappement (1) comporte, agencées de façon périodique selon un pas (P), une pluralité de zones utiles (ZU) chacune située entre,

- d'une part une zone de minimum de potentiel d'une dite piste (4 ; 40 ; 41 ; 42) donnée, et d'autre part une zone de maximum de potentiel d'une dite piste (4 ; 40 ; 41 ; 42) suivant immédiatement ladite zone de minimum de potentiel de ladite piste (4 ; 40 ; 41 ; 42) donnée, et **en ce que** chaque franchissement d'une dite zone de maximum de potentiel d'une dite piste (4 ; 40 ; 41 ; 42) par une dite masse polaire (3 ; 30 ; 31 ; 32) correspond à un basculement dudit arrêtoir (2).
3. Mécanisme d'échappement (200) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** lesdites rampes (6) de potentiel de champ magnétique ou électrostatique disposées sur lesdites pistes (4 ; 40 ; 41 ; 42) comportent chacune une barrière (7) de potentiel à leur extrémité de potentiel de champ maximal, tendant à s'opposer à son franchissement par ladite masse polaire (3) dudit arrêtoir (2).
 4. Mécanisme d'échappement (200) selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que**, sur une dite piste (4 ; 40 ; 41 ; 42) chaque dite rampe (6) est prolongée par une barrière (7) de champ magnétique ou électrostatique, ladite barrière (7) comportant immédiatement à la suite de ladite rampe (6) une première zone (71) de croissance rapide de potentiel dont le gradient est supérieur au gradient maximal de ladite rampe (6), ladite première zone (71) étant suivie par une deuxième zone (72) de maximum de potentiel où la concavité de la courbe de potentiel est inversée par rapport à ladite première zone (71), ladite deuxième zone (72) étant immédiatement suivie d'une troisième zone (73) de décroissance de potentiel où la concavité de la courbe de potentiel est inversée par rapport à ladite deuxième zone (72), et ladite troisième zone (73) s'achevant par une quatrième zone (74) de minimum de potentiel.
 5. Mécanisme d'échappement (200) selon les revendications 2 et 4, **caractérisé en ce que** chaque dite zone utile (ZU) est située entre, d'une part une dite quatrième zone (74) de minimum de potentiel d'une dite piste (4 ; 40 ; 41 ; 42) donnée, et d'autre part une dite deuxième zone (72) de maximum de potentiel d'une dite piste (4 ; 40 ; 41 ; 42) suivant immédiatement ladite quatrième zone (74) de minimum de potentiel de ladite dite piste (4 ; 40 ; 41 ; 42) donnée, et **en ce que** chaque franchissement d'une dite deuxième zone (72) de maximum de potentiel d'une dite piste (4 ; 40 ; 41 ; 42) par une dite masse polaire (3 ; 30 ; 31 ; 32) correspond à un basculement dudit arrêtoir (2).
 6. Mécanisme d'échappement (200) selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé en ce que**, sur une dite piste (4 ; 40 ; 41 ; 42), chaque dite première zone (71) fait immédiatement suite à ladite quatrième zone (74) précédente.
 7. Mécanisme d'échappement (200) selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé en ce que**, sur ladite roue d'échappement (1), chaque dite première zone (71) fait immédiatement suite à ladite quatrième zone (74) précédente.
 8. Mécanisme d'échappement (200) selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé en ce que**, sur une dite piste (4 ; 40 ; 41 ; 42), chaque dite première zone (71) est séparée de ladite quatrième zone (74) précédente par une cinquième zone (75) de potentiel constant ou nul.
 9. Mécanisme d'échappement (200) selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé en ce que**, sur ladite roue d'échappement (1), chaque dite première zone (71) est séparée de ladite quatrième zone (74) précédente par une cinquième zone (75) de potentiel constant ou nul.
 10. Mécanisme d'échappement (200) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** lesdites rampes (6) de potentiel de champ magnétique ou électrostatique disposées sur lesdites pistes (4) sont dépourvues de barrière de potentiel à leur extrémité de potentiel de champ maximal, et **en ce que** lesdites pistes (4) comportent chacune une alternance de zones de potentiel constant ou nul (8) et de dites rampes (6).
 11. Mécanisme d'échappement (200) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** lesdites rampes (6) de potentiel de champ magnétique ou électrostatique disposées sur lesdites pistes (4 ; 40 ; 41 ; 42) sont chacune associées, au niveau de sa zone de potentiel maximal, à une butée mécanique interdisant son franchissement par une dite masse polaire (3) dudit arrêtoir (2).
 12. Mécanisme d'échappement (200) selon l'une des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** ledit dispositif anti-retour (5) est agencé pour minimiser les rebonds de ladite roue d'échappement (1) sur au moins une partie de la course angulaire de ladite roue d'échappement (1).
 13. Mécanisme d'échappement (200) selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** ledit dispositif anti-retour (5) comporte au moins un cliquet de traction (52) comportant une deuxième liaison élastique avec une deuxième partie fixe dudit mécanisme d'échappement (200) extérieure audit arrêtoir (2) et à ladite roue d'échappement (1), ledit au moins un cliquet de traction (52) coopérant avec ladite au moins une denture (10) et agencé pour fonctionner en traction et exercer sur ladite roue

d'échappement (1) un couple tendant à la faire avancer, quand ladite roue d'échappement (1) tend à reculer, ledit cliquet de traction (52) étant, soit constitué par ledit cliquet de compression (51), soit constitué par un cliquet distinct.

14. Mécanisme d'échappement (200) selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** ledit dispositif anti-retour (5) comporte au moins un cliquet de compression intérieur (53) comportant une troisième liaison élastique avec ladite roue d'échappement (1) et coopérant avec une denture (10) que comporte un anneau denté intérieurement fixé sur une partie fixe dudit mécanisme d'échappement (200) extérieure audit arrêt (2) et à ladite roue d'échappement (1). 10
15. Mécanisme d'échappement (200) selon l'une des revendications 1 à 14, **caractérisé en ce que** ladite au moins une denture (10) comporte périodiquement, en alternance avec des zones munies de dents (11), des zones dépourvues de dents (12) pour minimiser les pertes quand la fonction d'anti-retour n'est pas nécessaire, quand ladite masse polaire (3) dudit arrêt (2) coopère avec une zone de potentiel nul d'une dite piste (4 ; 40 ; 41 ; 42) ou une zone de bas potentiel d'une dite rampe (6). 20 25
16. Mécanisme d'échappement (200) selon la revendication 2 ou 4, et selon l'une des revendications 1 à 15, **caractérisé en ce que** ladite au moins une denture (10) comporte au moins une dent (13) sur chaque dite zone utile (ZU). 30
17. Mécanisme d'échappement (200) selon la revendication 2 ou 4, et selon l'une des revendications 1 à 15, **caractérisé en ce que** ladite au moins une denture (10) comporte, sur les zones munies de dents qu'elle comporte, au moins vingt fois plus de dents que ladite roue d'échappement (1) ne comporte de dit pas (P), chaque dit pas (P) correspondant à la course entre deux basculements successifs dudit arrêt (2). 35 40
18. Mécanisme d'échappement (200) selon l'une des revendications 1 à 17, **caractérisé en ce que** ledit dispositif anti-retour (5) comporte au moins un dispositif de roue libre. 45
19. Mouvement d'horlogerie (300) comportant au moins un mécanisme d'échappement (200) selon l'une des revendications 1 à 18. 50
20. Montre (400) comportant au moins un mécanisme d'échappement (200) selon l'une des revendications 1 à 18. 55

Patentansprüche

1. Uhren-Hemmungsmechanismus (200), umfassend mindestens einen Resonator (100) und mindestens ein Hemmungsrad (1), das so angeordnet ist, dass es mit einem Resonatormechanismus (100) entweder direkt oder indirekt über eine Arretiervorrichtung (2) zusammenwirkt, die der Hemmungsmechanismus (200) aufweist, wobei das Hemmungsrad (1) eine Folge von Bahnen (4; 40; 41; 42) aufweist, die Feldpotentialrampen (6) mit zunehmendem magnetischen oder elektrostatischen Feldpotential tragen, wobei die Feldpotentialrampen (6) so angeordnet sind, dass sie mit dem Resonator (100) oder bzw. mit der Arretiervorrichtung (2) zusammenwirken, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hemmungsmechanismus (200) mindestens eine Rücklaufsicherung (5) aufweist, die dazu angeordnet ist, dem Rücklauf des Hemmungsrades (1) entgegenzuwirken, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hemmungsmechanismus (200) eine Arretiervorrichtung (2) aufweist, die einerseits mit einer Platte, die der Resonatormechanismus (100) aufweist, und andererseits mit den magnetischen oder elektrostatischen Feldpotentialrampen (6) über mindestens eine Polmasse (3; 30; 31; 32) zusammenwirkt, die die Arretiervorrichtung (2) aufweist und die so angeordnet ist, dass sie sich in dem Feld bewegen, das den magnetischen oder elektrostatischen Feldpotentialrampen (6) entspricht, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rücklaufsicherung (5) mindestens eine Drucksperrklinke (51) aufweist, die eine erste elastische Verbindung mit einem ersten festen Teil des Hemmungsmechanismus (200) außerhalb der Arretiervorrichtung (2) und des Hemmungsrades (1) umfasst, wobei die mindestens eine Drucksperrklinke (51) mit mindestens einer Zahnung (10) zusammenwirkt, die mit dem Hemmungsrad (1) drehfest verbunden ist, und **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Zahnung (10) eine Zahnung mit Wolfszähnen ist, die die Vorwärtsbewegung des Hemmungsrades (1) durch Gleiten über die Drucksperrklinke (51) zulassen und dem Rücklauf des Hemmungsrades (1) entgegenwirken, indem sie auf die mindestens eine Drucksperrklinke (51) eine Knickkraft ausüben, wenn das Hemmungsrad (1) bestrebt ist, zurückzulaufen.
2. Hemmungsmechanismus (200) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Arretiervorrichtung (2) entweder eine Polmasse (3), die eine einzelne Polmasse (30) ist, die so angeordnet ist, dass sie nacheinander und abwechselnd mit zwei Bahnen (4), die eine erste Bahn (41) und eine zweite Bahn (42) sind, zusammenzuwirken, oder zwei Polmassen (3), die eine erste Polmasse (31) und eine zweite Polmasse (32) sind, die so angeordnet sind, dass sie nacheinander und abwechselnd mit einer Bahn

- (4) zusammenzuwirken, die eine einzelne Bahn (40) ist, umfasst, und dass das Hemmungsrad (1) mehrere Nutzzonen (ZU) aufweist, die periodisch mit einer Schrittweite (P) angeordnet sind und von denen sich jede zwischen einerseits einer Zone mit minimalem Potential einer bestimmten Bahn (4; 40; 41; 42) und andererseits einer Zone mit maximalem Potential einer Bahn (4; 40; 41; 42), die der Zone mit minimalem Potential der bestimmten Bahn (4; 40; 41; 42) unmittelbar folgt, befindet, und dass jedes Überschreiten einer Zone mit maximalem Potential einer Bahn (4; 40; 41; 42) durch eine Polmasse (3; 30; 31; 32) einer Schwenkung der Arretiervorrichtung (2) entspricht.
3. Hemmungsmechanismus (200) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die magnetische oder elektrostatische Feldpotentialrampen (6), die auf den Bahnen (4; 40; 41; 42) angeordnet sind, an ihrem Ende mit maximalem Feldpotential jeweils eine Potentialbarriere (7) aufweisen, die dazu neigt, ihrer Überschreitung durch die Polmasse (3) der Arretiervorrichtung (2) entgegenzuwirken.
 4. Hemmungsmechanismus (200) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf einer Bahn (4; 40; 41; 42) jede Feldpotentialrampe (6) durch eine magnetische oder elektrostatische Feldbarriere (7) verlängert ist, wobei die Barriere (7) unmittelbar nach der Feldpotentialrampe (6) eine erste Zone (71) mit schnell zunehmendem Potential aufweist, dessen Gradient größer als der maximale Gradient der Feldpotentialrampe (6) ist, und der ersten Zone (71) eine zweite Zone (72) mit maximalem Potential folgt, wobei die Konkavität der Potentialkurve in Bezug auf die erste Zone (71) umgekehrt ist, und der zweiten Zone (72) unmittelbar eine dritte Zone (73) mit abnehmendem Potential folgt, wobei die Konkavität der Potentialkurve in Bezug auf die zweite Zone (72) umgekehrt ist und die dritte Zone (73) in einer vierten Zone (74) mit minimalem Potential endet.
 5. Hemmungsmechanismus (200) nach den Ansprüchen 2 und 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich jede Nutzzone (ZU) zwischen einerseits einer vierten Zone (74) mit minimalem Potential einer bestimmten Bahn (4; 40; 41; 42) und andererseits einer zweiten Zone (72) mit maximalem Potential einer Bahn (4; 40; 41; 42), die der vierten Zone (74) mit minimalem Potential der bestimmten Bahn (4; 40; 41; 42) unmittelbar folgt, befindet und dass jedes Überschreiten einer zweiten Zone (72) mit maximalem Potential einer Bahn (4; 40; 41; 42) durch eine Polmasse (3; 30; 31; 32) einer Schwenkung der Arretiervorrichtung (2) entspricht.
 6. Hemmungsmechanismus (200) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf einer Bahn (4; 40; 41; 42) jede erste Zone (71) der vorhergehenden vierten Zone (74) unmittelbar folgt.
 7. Hemmungsmechanismus (200) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf dem Hemmungsrad (1) jede erste Zone (71) der vorhergehenden vierten Zone (74) unmittelbar folgt.
 8. Hemmungsmechanismus (200) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf einer Bahn (4; 40; 41; 42) jede erste Zone (71) von der vorhergehenden vierten Zone (74) durch eine fünfte Zone (75) mit konstantem Potential oder ohne Potential getrennt ist.
 9. Hemmungsmechanismus (200) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf dem Hemmungsrad (1) jede erste Zone (71) von der vorhergehenden vierten Zone (74) durch eine fünfte Zone (75) mit konstantem Potential oder ohne Potential getrennt ist.
 10. Hemmungsmechanismus (200) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die magnetische oder elektrostatische Feldpotentialrampen (6), die auf den Bahnen (4) angeordnet sind, an ihrem Ende mit maximalem Feldpotential keine Potentialbarriere aufweisen und dass die Bahnen (4) jeweils einen Wechsel von Zonen (8) mit konstantem Potential oder ohne Potential und der Feldpotentialrampen (6) aufweisen.
 11. Hemmungsmechanismus (200) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die magnetische oder elektrostatische Feldpotentialrampen (6), die auf den Bahnen (4; 40; 41; 42) angeordnet sind, jeweils in Bezug auf ihre Zone mit maximalem Potential einem mechanischen Anschlag zugeordnet sind, der sein Überschreiten durch eine Polmasse (3) der Arretiervorrichtung (2) verhindert.
 12. Hemmungsmechanismus (200) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rücklaufsicherung (5) so angeordnet ist, dass sie die Rückstöße des Hemmungsrades (1) zumindest auf einem Teil der Winkelbahn des Hemmungsrades (1) minimiert.
 13. Hemmungsmechanismus (200) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rücklaufsicherung (5) mindestens eine Zugklinke (52) umfasst, die eine zweite elastische Verbindung mit einem zweiten festen Teil des Hemmungsmechanismus (200) außerhalb der Arretiervorrichtung (2) und des Hemmungsrades (1) aufweist, wobei die mindestens eine Zugklinke (52) mit der mindestens eine Zahnung (10) zusammenwirkt und so

angeordnet ist, dass sie auf Zug arbeitet und auf das Hemmungsrad (1) ein Drehmoment ausübt, das bestrebt ist, es vorwärts zu bewegen, während das Hemmungsrad (1) bestrebt ist zurückzulaufen, wobei die Zugklinke (52) entweder durch die Drucksperrklinke (51) oder durch eine andere Klinke gebildet ist.

14. Hemmungsmechanismus (200) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rücklaufsicherung (5) mindestens eine innere Drucksperrklinke (53) umfasst, die eine dritte elastische Verbindung mit dem Hemmungsrad (1) aufweist und mit einer Zahnung (10) zusammenwirkt, die ein Innenzahnungsring enthält, der an einem festen Teil des Hemmungsmechanismus (200) außerhalb der Arretiervorrichtung (2) und des Hemmungsrades (1) befestigt ist. 10
15. Hemmungsmechanismus (200) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Zahnung (10) periodisch und abwechselnd mit den gezahnten Zonen (11) ungezahnte Zonen (12) aufweist, um die Verluste zu minimieren, wenn die Rücklaufsicherungsfunktion nicht erforderlich ist, wenn die Polmasse (3) der Arretiervorrichtung (2) mit einer potentialfreien Zone einer Bahn (4; 40; 41; 42) oder mit einer Zone mit niedrigem Potential einer Feldpotentialrampe (6) zusammenwirkt. 20 25 30
16. Hemmungsmechanismus (200) nach Anspruch 2 oder 4 und nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Zahnung (10) in jeder Nutzzone (ZU) mindestens einen Zahn (13) aufweist. 35
17. Hemmungsmechanismus (200) nach Anspruch 2 oder 4 und nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Zahnung (10) in den mit Zähnen versehenen Zonen, die sie aufweist, mindestens zwanzig Mal mehr Zähne aufweist als das Hemmungsrad (1) Schrittweiten (P) aufweist, wobei jede Schrittweite (P) der Bahn zwischen zwei aufeinander folgenden Schwenkungen der Arretiervorrichtung (2) entspricht. 40 45
18. Hemmungsmechanismus (200) nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rücklaufsicherung (5) mindestens eine Vorrichtung mit einem Freilaufgrad umfasst. 50
19. Uhrwerk (300), umfassend mindestens einen Hemmungsmechanismus (200) nach einem der Ansprüche 1 bis 18. 55
20. Uhr (400), umfassend mindestens einen Hemmungsmechanismus (200) nach einem der Ansprü-

che 1 bis 18.

Claims

1. Timepiece escapement mechanism (200) comprising at least one resonator (100) and at least one escape wheel (1) arranged such that it engages with one said resonator mechanism (100), or directly or indirectly through a stopping device (2) comprised in said escapement mechanism (200), said escape wheel (1) comprising a succession of tracks (4; 40; 41; 42) bearing ramps (6) of increasing magnetic or electrostatic field potential, said ramps (6) being arranged such that they engage with said resonator (100) or respectively with said stopping device (2), **characterised in that** said escapement mechanism (200) comprises at least one non-return device (5) arranged to oppose the return of said escape wheel (1), **characterised in that** said escapement mechanism (200) comprises a stopping device (2) engaging, on the one hand with a plate comprised in said resonator mechanism (100), and on the other hand with ramps (6) of magnetic or electrostatic field potential, by at least one pole piece (3; 30; 31; 32) comprised in said stopping device (2) and that is arranged such that it moves in the field corresponding to said ramps (6) of magnetic or electrostatic field potential, **characterised in that** said non-return device (5) comprises at least one pressing pawl (51) comprising a first resilient connection with a first fixed part of said escapement mechanism (200) external to said stopping device (2) and to said escape wheel (1), said at least one pressing pawl (51) engaging with at least one toothing (10) pivotably connected to said escape wheel (1), and **characterised in that** said at least one toothing (10) is a wolf tooth toothing allowing said escape wheel (1) to advance by sliding on said pressing pawl (51) and opposing the recoil of said escape wheel (1) by subjecting said at least one pressing pawl (51) to a buckling force when said escape wheel (1) has a tendency to recoil.
2. Escapement mechanism (200) according to claim 1, **characterised in that** said stopping device (2) comprises, either one said pole piece (3) which is a single pole piece (30) arranged such that it successively and alternately engages with two said tracks (4) which are a first track (41) and a second track (42), or two said pole pieces (3) which are a first pole piece (31) and a second pole piece (32) arranged such that they successively and alternately engage with one said track (4) which is a single track (40), and **in that** said escape wheel (1) comprises, arranged periodically according to a pitch (P), a plurality of useful areas (ZU), each of which is situated between, on the one hand an area of minimum potential of one said given track (4; 40; 41; 42), and on the other hand

- an area of maximum potential of one said track (4; 40; 41; 42) immediately following said area of minimum potential of said given track (4; 40; 41; 42), and **in that** each crossing of one said area of maximum potential of one said track (4; 40; 41; 42) by one said pole piece (3; 30; 31; 32) corresponds to a tipping of said stopping device (2).
3. Escapement mechanism (200) according to either claim 1 or claim 2, **characterised in that** said ramps (6) of magnetic or electrostatic field potential arranged on said tracks (4; 40; 41; 42) each comprise a potential barrier (7) at the maximum field potential end thereof, tending to oppose the crossing thereof by said pole piece (3) of said stopping device (2).
 4. Escapement mechanism (200) according to one of claims 1 to 3, **characterised in that**, on one said track (4; 40; 41; 42), each said ramp (6) is extended by a magnetic or electrostatic field barrier (7), said barrier (7) comprising, immediately after said ramp (6) a first area (71) of rapid growth of potential, the gradient whereof is higher than the maximum gradient of said ramp (6), said first area (71) being followed by a second area (72) of maximum potential, where the concavity of the potential curve is inverted in relation to said first area (71), said second area (72) being immediately followed by a third area (73) of decline in potential where the concavity of the potential curve is inverted in relation to said second area (72), and said third area (73) ending at a fourth area (74) of minimum potential.
 5. Escapement mechanism (200) according to claims 2 and 4, **characterised in that** each said useful area (ZU) is situated between, on the one hand, one said fourth area (74) of minimum potential of one said given track (4; 40; 41; 42), and on the other hand one said second area (72) of maximum potential of one said track (4; 40; 41; 42) immediately following said fourth area (74) of minimum potential of one said given track (4; 40; 41; 42), and **in that** each crossing of one said second area (72) of maximum potential of one said track (4; 40; 41; 42) by one said pole piece (3; 30; 31; 32) corresponds to a tipping of said stopping device (2).
 6. Escapement mechanism (200) according to either claim 4 or claim 5 **characterised in that**, on one said track (4; 40; 41; 42), each said first area (71) immediately follows said preceding fourth area (74).
 7. Escapement mechanism (200) according to either claim 4 or claim 5 **characterised in that**, on said escape wheel (1), each said first area (71) immediately follows said preceding fourth area (74).
 8. Escapement mechanism (200) according to either claim 4 or claim 5 **characterised in that**, on one said track (4; 40; 41; 42), each said first area (71) is separated from said preceding fourth area (74) by a fifth area (75) of constant or zero potential.
 9. Escapement mechanism (200) according to either claim 4 or claim 5 **characterised in that**, on said escape wheel (1), each said first area (71) is separated from said preceding fourth area (74) by a fifth area (75) of constant or zero potential.
 10. Escapement mechanism (200) according to either claim 1 or claim 2, **characterised in that** said ramps (6) of magnetic or electrostatic field potential arranged on said tracks (4) are devoid of any potential barrier at the maximum field potential end thereof, and **in that** said tracks (4) each comprise an alternation of areas of constant or zero potential (8) and of said ramps (6).
 11. Escapement mechanism (200) according to either claim 1 or claim 2, **characterised in that** said ramps (6) of magnetic or electrostatic field potential arranged on said tracks (4; 40; 41; 42) are each associated, at the area of maximum potential thereof, with a mechanical stop preventing the crossing thereof by a said pole piece (3) of said stopping device (2).
 12. Escapement mechanism (200) according to one of claims 1 to 11, **characterised in that** said non-return device (5) is arranged such that it minimises the rebounds of said escape wheel (1) on at least one part of the angular stroke of said escape wheel (1).
 13. Escapement mechanism (200) according to one of claims 1 to 12, **characterised in that** said non-return device (5) comprises at least one traction pawl (52) comprising a second resilient connection with a second fixed part of said escapement mechanism (200) external to said stopping device (2) and to said escape wheel (1), said at least one traction pawl (52) engaging with said at least one toothing (10) and arranged such that it operates by traction and exerts a torque on said escape wheel (1) that tends to cause it to advance, when said escape wheel (1) has a tendency to recoil, said traction pawl (52) being formed either by said pressing pawl (51) or by a separate pawl.
 14. Escapement mechanism (200) according to one of claims 1 to 12, **characterised in that** said non-return device (5) comprises at least one inner pressing pawl (53) comprising a third resilient connection with said escape wheel (1) and engaging with a toothing (10) comprised in a toothed ring internally attached to a fixed part of said escapement mechanism (200) external to said stopping device (2) and to said escape wheel (1).

15. Escapement mechanism (200) according to one of claims 1 to 14, **characterised in that** said at least one toothing (10) periodically comprises, alternating with areas fitted with teeth (11), areas devoid of teeth (12) in order to minimise losses when the non-return function is not necessary, when said pole piece (3) of said stopping device (2) engages with an area of zero potential of one said track (4; 40; 41; 42) or an area of low potential of one said ramp (6). 5 10
16. Escapement mechanism (200) according to either claim 2 or claim 4, and according to one of claims 1 to 15, **characterised in that** said at least one toothing (10) comprises at least one tooth (13) in each said useful area (ZU). 15
17. Escapement mechanism (200) according to either claim 2 or claim 4, and according to one of claims 1 to 15, **characterised in that** said at least one toothing (10) comprises, in the areas fitted with teeth comprised therein, at least twenty times more teeth than said escape wheel (1) has said pitches (P), each said pitch (P) corresponding to the stroke between two successive tipping movements of said stopping device (2). 20 25
18. Escapement mechanism (200) according to one of claims 1 to 17, **characterised in that** said non-return device (5) comprises at least one free wheel device. 30
19. Clock movement (300) comprising at least one escapement mechanism (200) according to one of claims 1 to 18.
20. Watch (400) comprising at least one escapement mechanism (200) according to one of claims 1 to 18. 35

40

45

50

55

Fig. 1

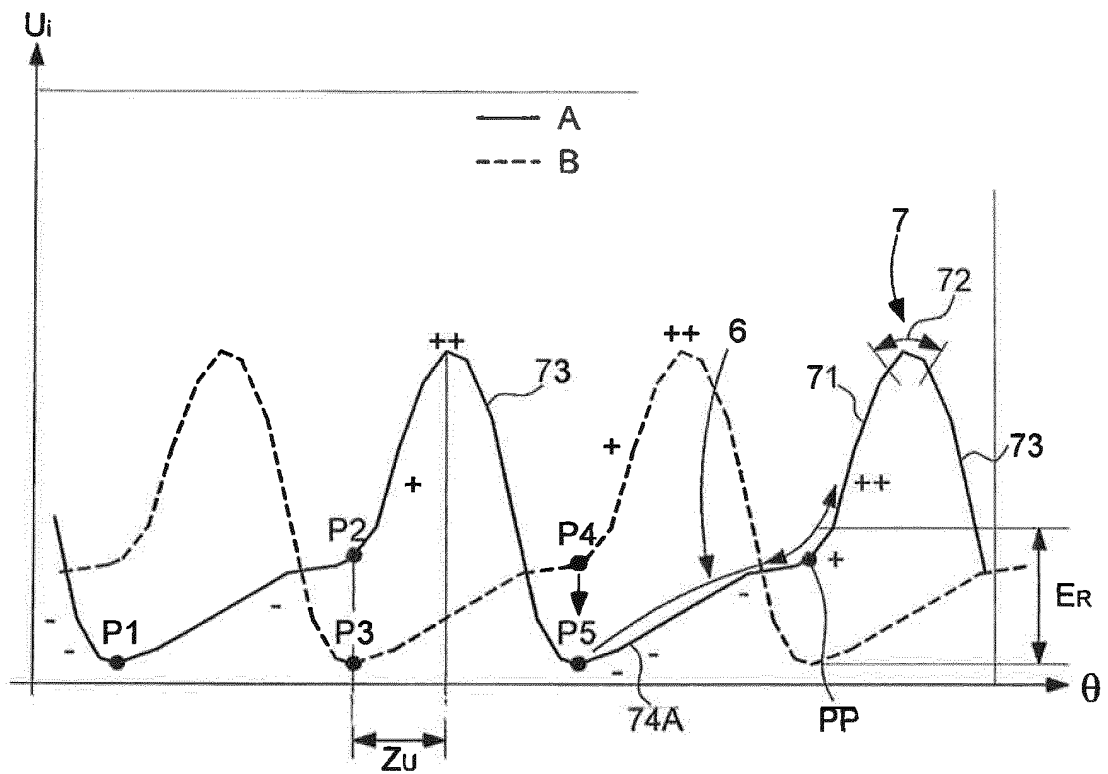


Fig. 2

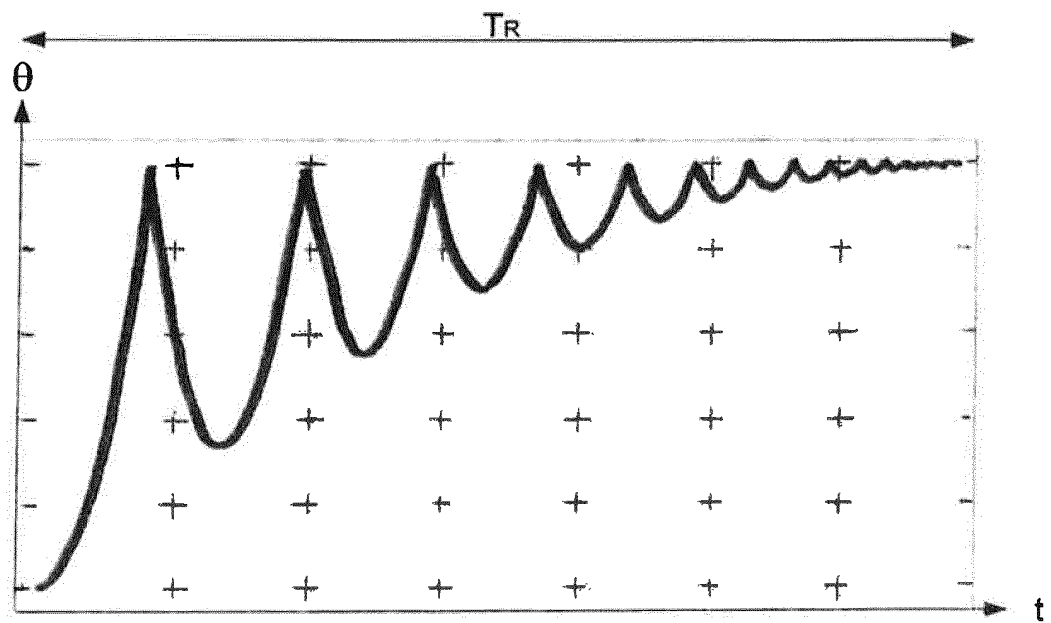


Fig. 3

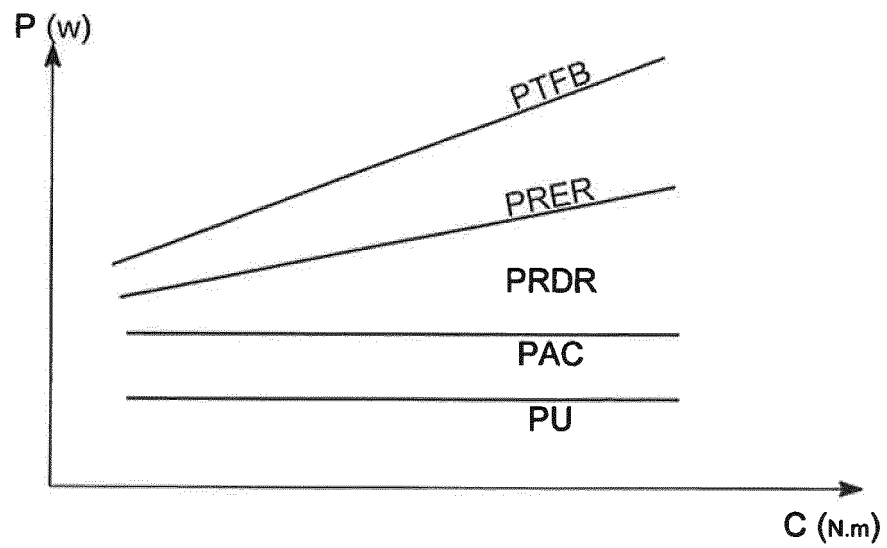


Fig. 4

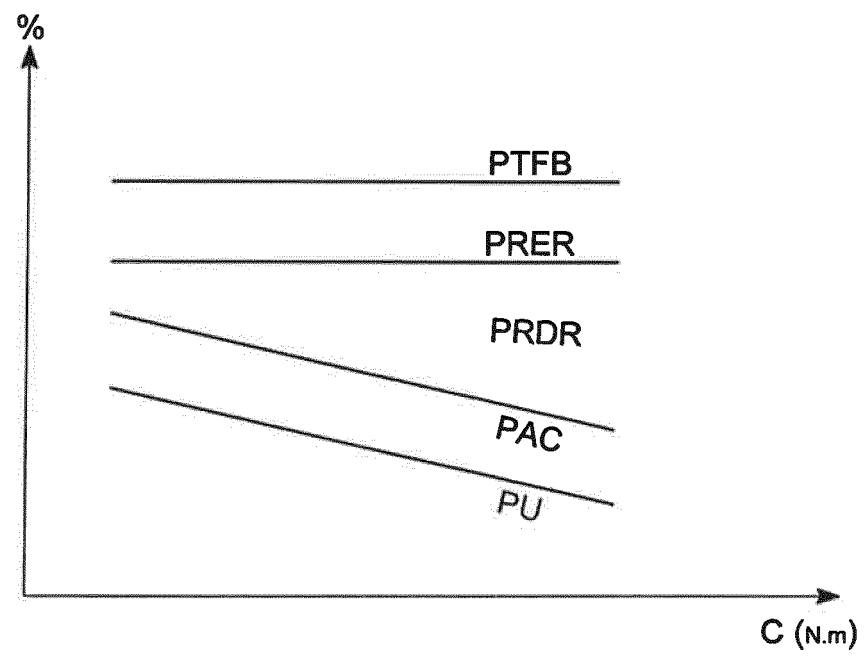


Fig. 5

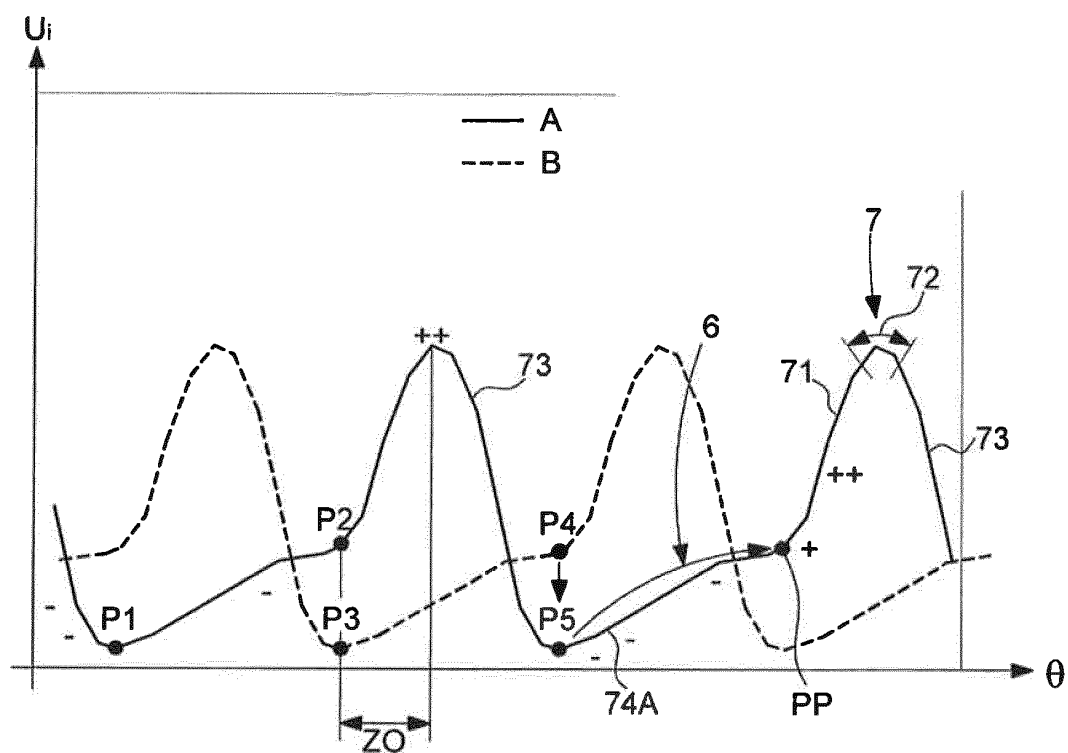


Fig. 6

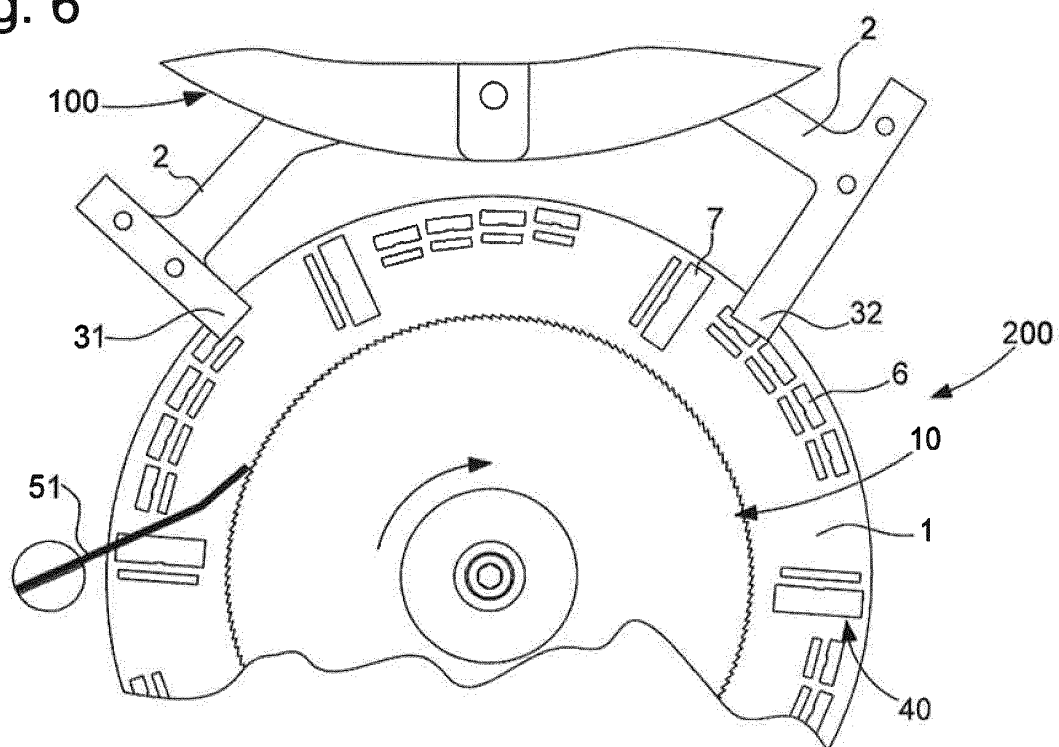


Fig. 7

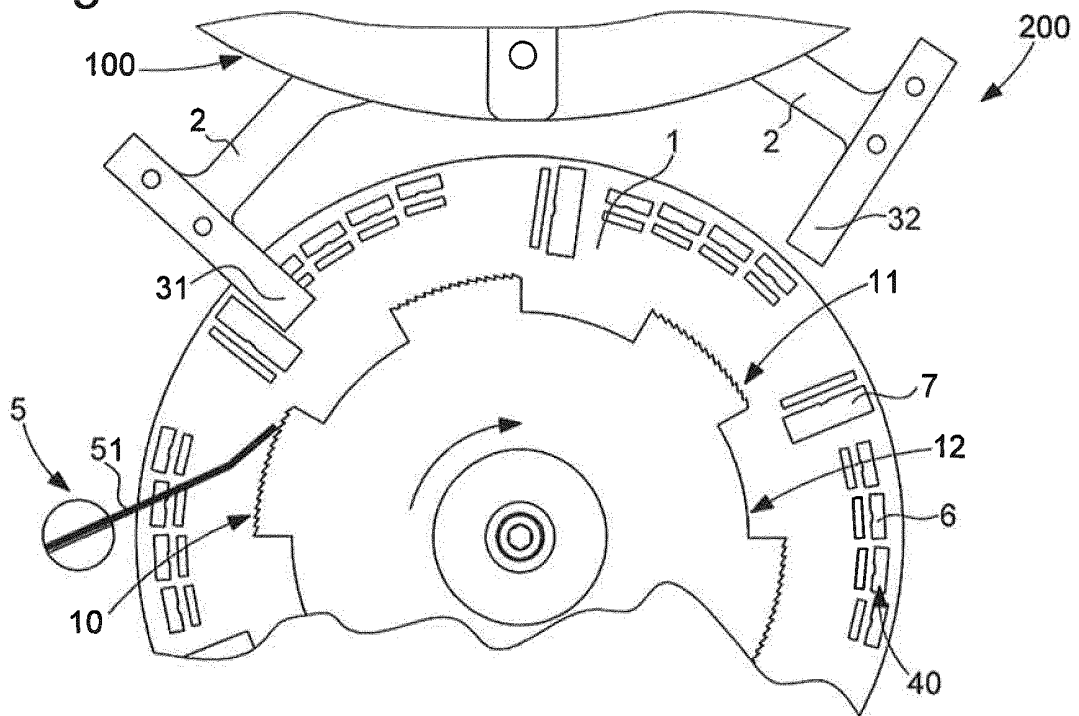


Fig. 8

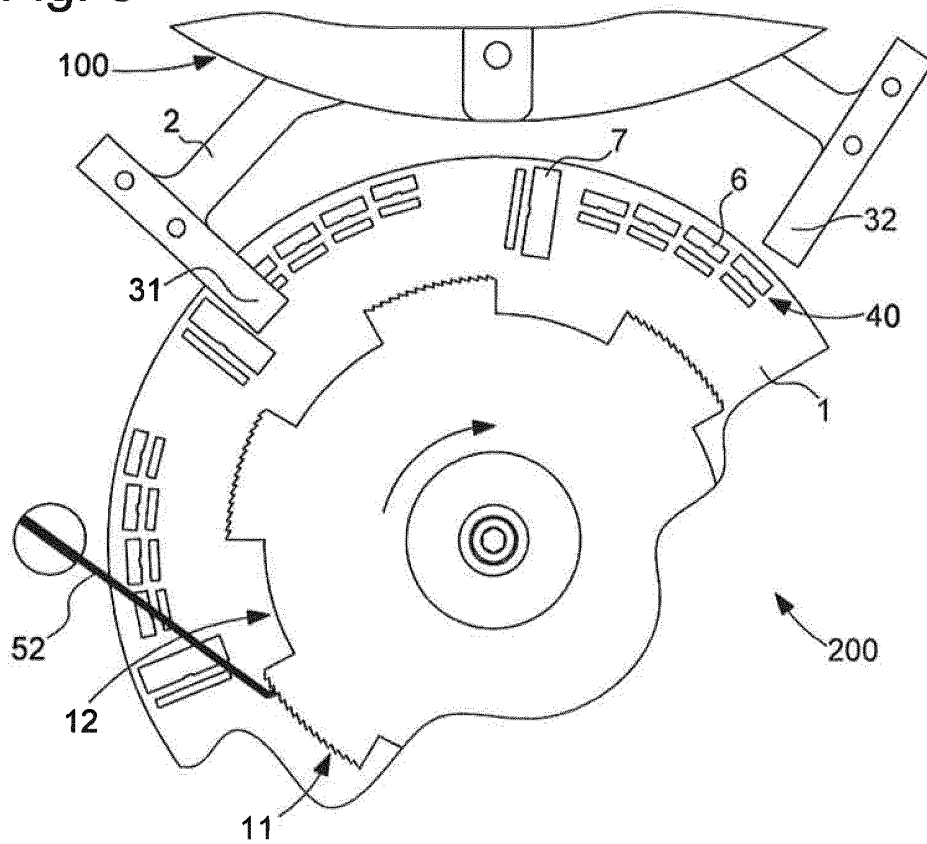


Fig. 9

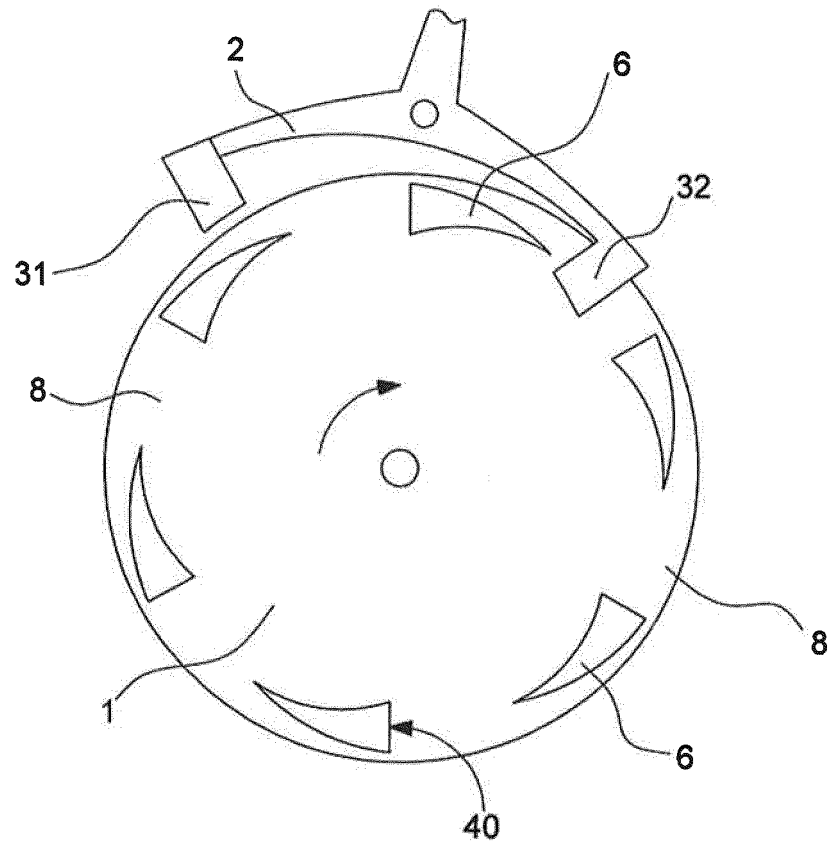


Fig. 11

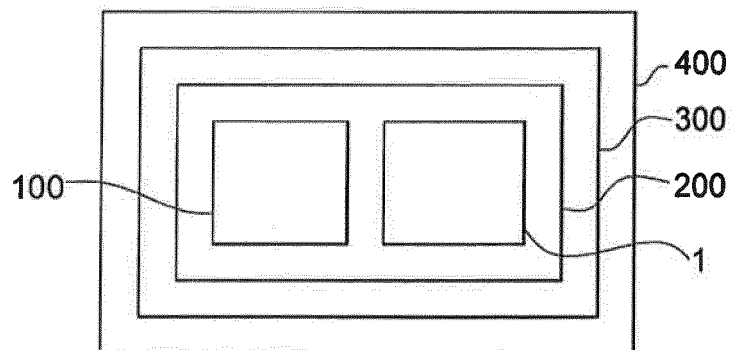
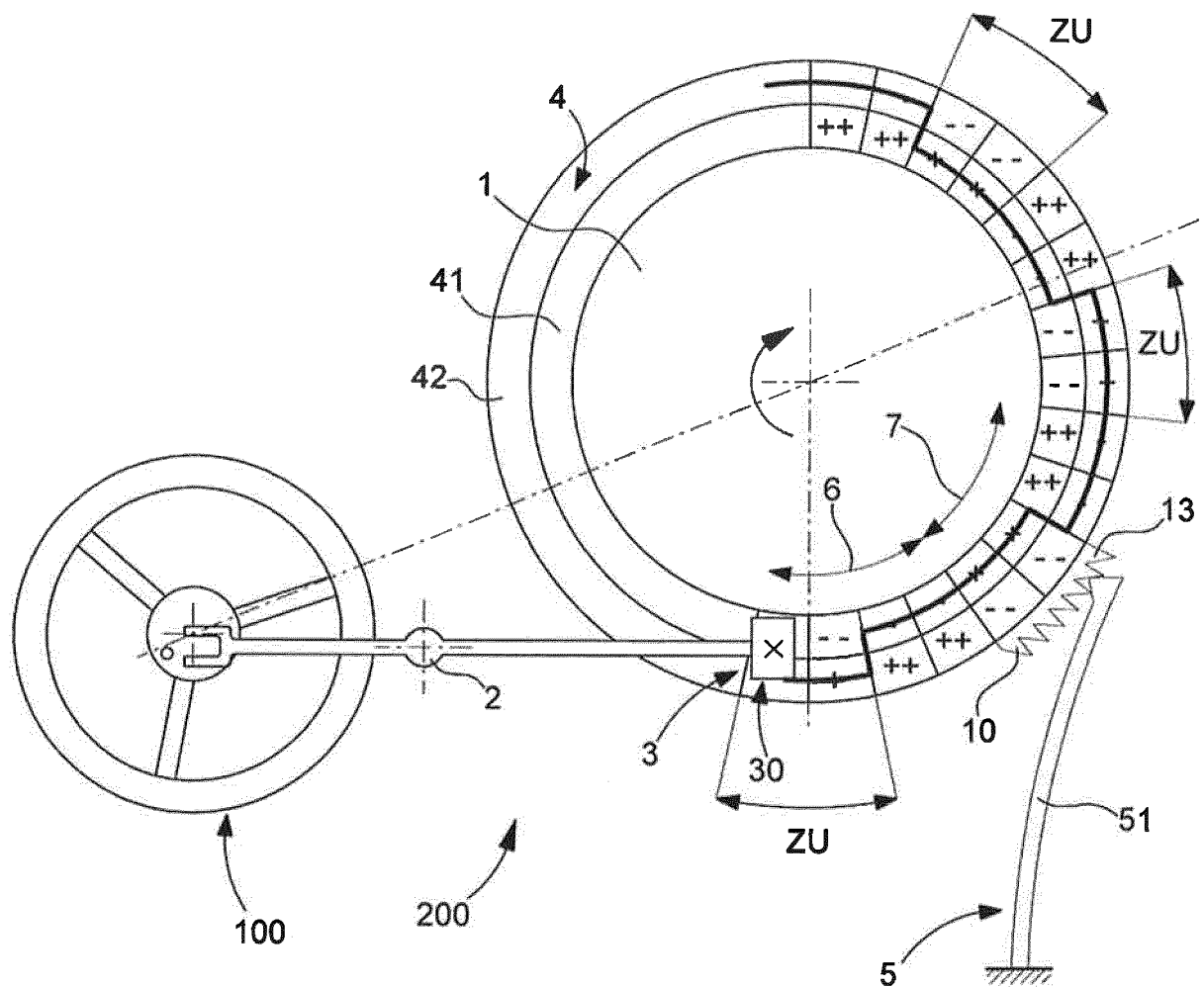


Fig. 10



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 2887157 A [0005] [0007] [0067]
- EP 14186297 A [0007]
- EP 14186296 A [0007]
- EP 14186261 A [0007]
- EP 2889704 A2 [0009]
- BE 680716 [0010]
- EP 28871573 A [0025]