



CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH 711 404 A2**

(51) Int. Cl.: **G04C 5/00** (2006.01)
G04B 15/14 (2006.01)

Demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) **DEMANDE DE BREVET**

(21) Numéro de la demande: 01129/15

(71) Requéérant:
The Swatch Group Research and Development Ltd,
Rue des Sors 3
2074 Marin (CH)

(22) Date de dépôt: 04.08.2015

(72) Inventeur(s):
Gianni Di Domenico, 2000 Neuchâtel (CH)
Jérôme Favre, 2000 Neuchâtel (CH)

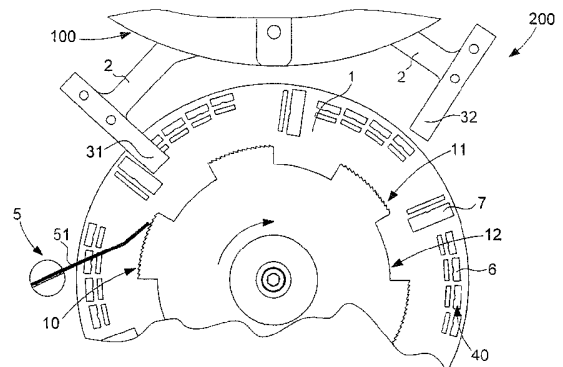
(43) Demande publiée: 15.02.2017

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

(54) **Mécanisme d'échappement d'horlogerie comportant une roue d'échappement avec rampes de champ et anti-retour.**

(57) L'invention concerne un 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 tel mécanisme résonateur (100), ou bien directement, ou bien indirectement au travers d'un arrêtoir (2) que comporte ce mécanisme d'échappement (200), cette roue d'échappement (1) comportant une succession de pistes (4) porteuses de rampes (6) de potentiel de champ magnétique ou électrostatique, ces rampes (6) étant agencées pour coopérer avec le résonateur (100) ou respectivement avec l'arrêtoir (2).

Ce mécanisme d'échappement (200) comporte un dispositif anti-retour (5) agencé pour s'opposer au recul de la roue d'échappement (1).



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 arrêtait 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 arrêtait.

[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 EP 2 887 157 au nom de SWATCH GROUP RESEARCH & DEVELOPMENT Ltd décrit un échappement d'horlogerie optimisé, avec un arrêtait 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 inexistant. 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 EP 2 887 157 citée plus haut, EP 14 186 297, EP 14 186 296 et EP 14 186 261 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 fig. 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 (a 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 dûs 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.

Résumé de l'invention

[0009] L'objectif d'un dispositif anti-retour, tel qu'un cliquet ou similaire dans un dispositif d'échappement avec un arrêtait 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.

[0010] 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.

[0011] Et, plus particulièrement, l'invention s'attache à augmenter le rendement énergétique du mécanisme d'échappement et du mouvement.

[0012] A cet effet, l'invention concerne un mécanisme d'échappement d'horlogerie selon la revendication 1.

[0013] L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie comportant au moins un tel mécanisme d'échappement.

[0014] L'invention concerne encore une montre comportant au moins un tel mécanisme d'échappement.

Description sommaire des dessins

[0015] 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 fig. 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 fig. 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 fig. 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 fonctionnement 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;
- la fig. 4 représente, de façon similaire à la fig. 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;
- la fig. 5 représente, de façon similaire à la fig. 1, la combinaison propre à l'invention entre le même échappement magnétique et un dispositif antiretour, schématisé non limitativement par un cliquet;
- la fig. 6 représente, de façon schématisée, et en vue en plan, un échappement magnétique à arrêtair 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;
- la fig. 7 est une variante du mécanisme de la fig. 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;
- la fig. 8 illustre une configuration de travail particulière du mécanisme de la fig. 7, où le cliquet fonctionne en traction quand la roue d'échappement tend à pivoter à l'inverse de son sens normal de fonctionnement;
- la fig. 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;
- la fig. 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 arrêtair de type ancre, à masse polaire unique, monté pivotant pour coopérer de façon alternée avec ces deux pistes;
- la fig. 11 est un schéma-blocs représentant une montre comportant un mouvement équipé d'un mécanisme d'échappement selon l'invention.

Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0016] 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.

[0017] 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 arrêtair 2 que comporte ce mécanisme d'échappement 200.

[0018] L'invention est illustrée, de façon non limitative, avec un échappement à arrêtair, cet arrêtair 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.

[0019] 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.

[0020] 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.

[0021] 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.

[0022] 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.

[0023] La fig. 1 reprend les enseignements de la demande EP 28 871 573, relatifs à un dispositif d'échappement 200 magnétique avec un arrêt 2 à masse polaire unique 30 pivotant de façon à coopérer alternativement avec une piste interne et une piste externe, tel que représenté sur la fig. 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 fig. 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.

[0024] Cette fig. 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 fig. 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.

[0025] 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.

[0026] 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 fig. 2.

[0027] 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.

[0028] 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 fig. 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 triangulaire) 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.

[0029] La zone triangulaire représente la quantité absolue d'énergie perdue par les rebonds de la roue magnétique.

[0030] La fig. 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 fig. 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.

[0031] 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.

[0032] 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.

[0033] Le principe est illustré sur la fig. 5. Le point de basculement dépend désormais du couple, l'énergie transmise est alors variable.

[0034] 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.

[0035] Diverses configurations de répartition des champs sur la ou les pistes 4 de la roue d'échappement 1 sont utilisables.

[0036] Dans un premier mode de réalisation illustré par la fig. 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.

[0037] 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.

[0038] 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.

[0039] 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.

[0040] 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.

[0042] Dans la configuration particulière de la fig. 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.

[0043] Dans une configuration enchaînée comme sur la fig. 10, sur une piste 4, 40, 41, 42, chaque dite première zone 71 fait immédiatement suite à la quatrième zone 74 précédente.

[0044] Plus particulièrement, sur la roue d'échappement 1 dans son entier, chaque première zone 71 fait immédiatement suite à la quatrième zone 74 précédente.

[0045] Dans une configuration morcelée comme sur la fig. 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.

[0046] 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.

[0047] Dans des variantes particulières, comme notamment sur la fig. 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.

[0048] 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.

[0049] La fig. 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.

[0050] 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.

[0051] Sur la fig. 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.

[0052] 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.

[0053] Concernant la denture 10, divers aménagements sont imaginables.

[0054] La variante de la fig. 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.

[0055] 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 fig. 10 montre trois dents 13 seulement pour chaque zone utile ZU.

[0056] 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.

[0057] La fig. 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 fig. 6, il y a six équivalents-dents à la roue et cent-quatre-vingt au niveau de la denture qui coopère avec le cliquet.

[0058] 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 fig. 7. L'auto-démarrage de l'échappement est alors également amélioré, à condition que la lame du cliquet ne soit pas trop pré-armée.

[0059] La fig. 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.

[0060] 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.

[0061] Une deuxième variante, en fig. 8, concerne un cliquet qui travaille en traction, lorsque la roue tend à reculer.

[0062] De nombreux autres dispositifs anti-retour peuvent être envisagés, comme par exemple le système utilisé dans les inverseurs automatiques dans les mouvements automatiques à remontage par masse oscillante, tel que décrit sur: <http://www.horlogerie-suisse.com/technique/les-complications/les-inverseurs-automatiques>.

[0063] On peut encore utiliser, en combinaison, une lame dure sur une roue molle, en caoutchouc ou similaire.

[0064] 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>.

[0065] 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.

[0066] 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.

[0067] Bien sûr, on peut choisir, toutes autres choses égales par ailleurs, de tout simplement augmenter la réserve de marche du mouvement.

[0068] La fig. 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 fig. 8. Le démarrage est encore simplifié, et la gamme de couple utilisable est encore plus grande.

[0069] 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 EP 2 887 157.

[0070] 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.

[0071] 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.

[0072] L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie comportant au moins un tel mécanisme d'échappement.

[0073] L'invention concerne encore une montre comportant au moins un tel mécanisme d'échappement.

[0074] 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).
2. Mécanisme d'échappement (200) d'horlogerie selon la revendication 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.
3. Mécanisme d'échappement (200) selon la revendication 2, 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 arrêt (2).
4. Mécanisme d'échappement (200) selon la revendication 2 ou 3, 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 arrêt (2).

5. Mécanisme d'échappement (200) selon l'une des revendications 1 à 4, 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.
6. Mécanisme d'échappement (200) selon les revendications 3 et 5, 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).
7. Mécanisme d'échappement (200) selon la revendication 5 ou 6, 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.
8. Mécanisme d'échappement (200) selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que, sur ladite roue d'échappement (1), chaque dite première zone (71) fait immédiatement suite à ladite quatrième zone (74) précédente.
9. Mécanisme d'échappement (200) selon la revendication 5 ou 6, 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.
10. Mécanisme d'échappement (200) selon la revendication 5 ou 6, 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.
11. Mécanisme d'échappement (200) selon l'une des revendications 1 à 3, 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).
12. Mécanisme d'échappement (200) selon la revendication 2 ou 3, 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).
13. Mécanisme d'échappement (200) selon l'une des revendications 1 à 12, 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).
14. Mécanisme d'échappement (200) selon la revendication 2 ou 3 ou l'une des revendications 4 à 13 quand elles dépendent de la revendication 2, 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 arrêtoir (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).
15. Mécanisme d'échappement (200) selon la revendication 14, 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.
16. Mécanisme d'échappement (200) selon la revendication 2 ou 3 ou l'une des revendications 4 à 13 quand elles dépendent de la revendication 2, 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.
17. Mécanisme d'échappement (200) selon la revendication 2 ou 3 ou l'une des revendications 4 à 13 quand elles dépendent de la revendication 2, 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 arrêtoir (2) et à ladite roue d'échappement (1).

18. Mécanisme d'échappement (200) selon l'une des revendications 14 à 17, 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 arrêtoir (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).
19. Mécanisme d'échappement (200) selon la revendication 3 ou 5, et selon l'une des revendications 14 à 17, caractérisé en ce que ladite au moins une denture (10) comporte au moins une dent (13) sur chaque dite zone utile (ZU).
20. Mécanisme d'échappement (200) selon la revendication 3 ou 5, et selon l'une des revendications 14 à 17, 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 arrêtoir (2).
21. Mécanisme d'échappement (200) selon l'une des revendications 1 à 20, caractérisé en ce que ledit dispositif anti-retour (5) comporte au moins un dispositif de roue libre.
22. Mouvement d'horlogerie (300) comportant au moins un mécanisme d'échappement (200) selon l'une des revendications 1 à 21.
23. Montre (400) comportant au moins un mécanisme d'échappement (200) selon l'une des revendications 1 à 21.

Fig. 1

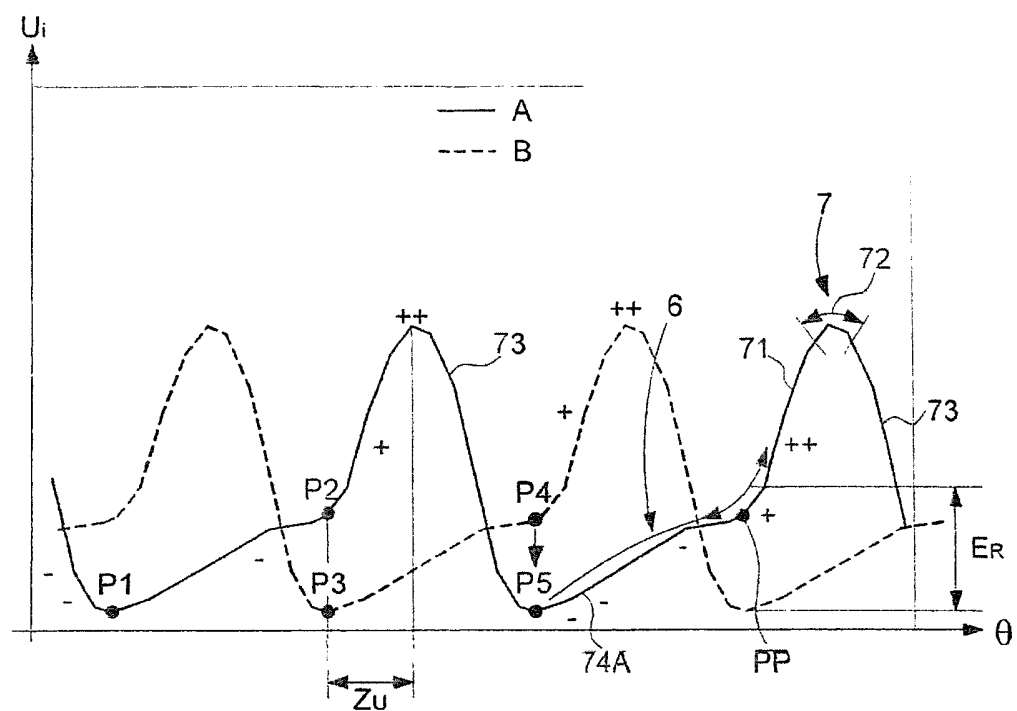


Fig. 2

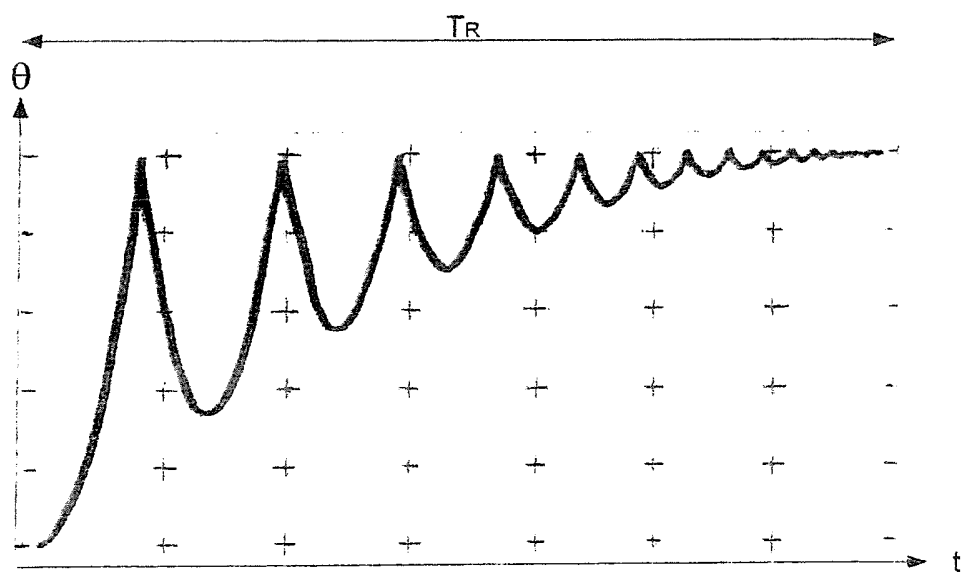


Fig. 3

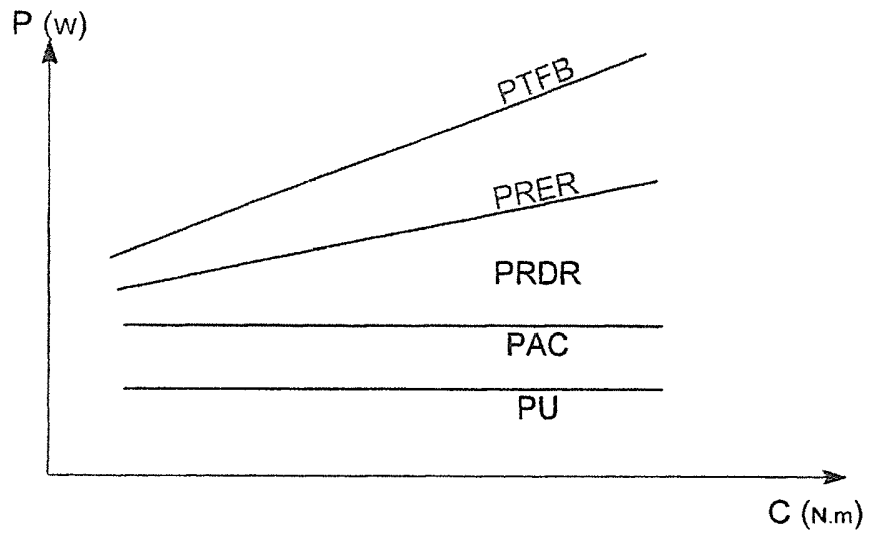


Fig. 4

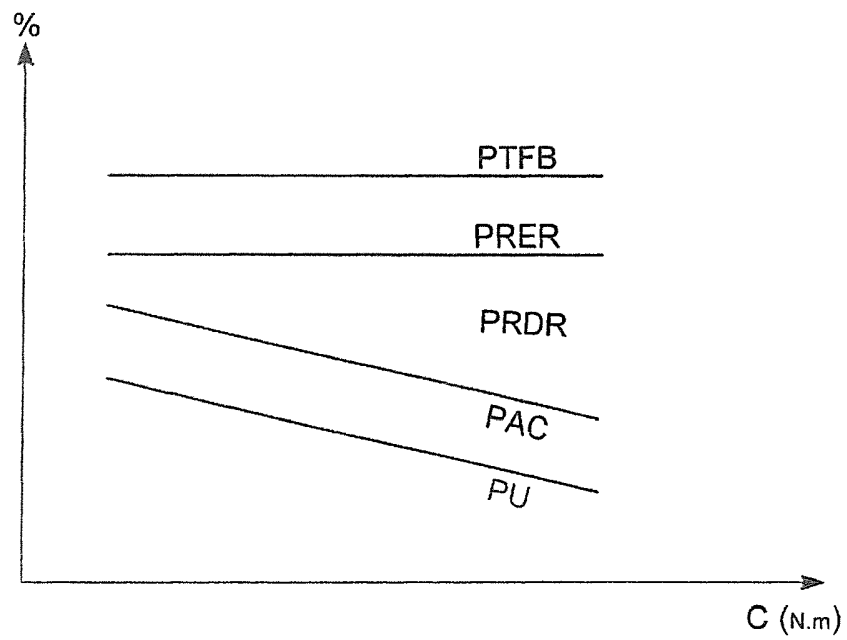


Fig. 5

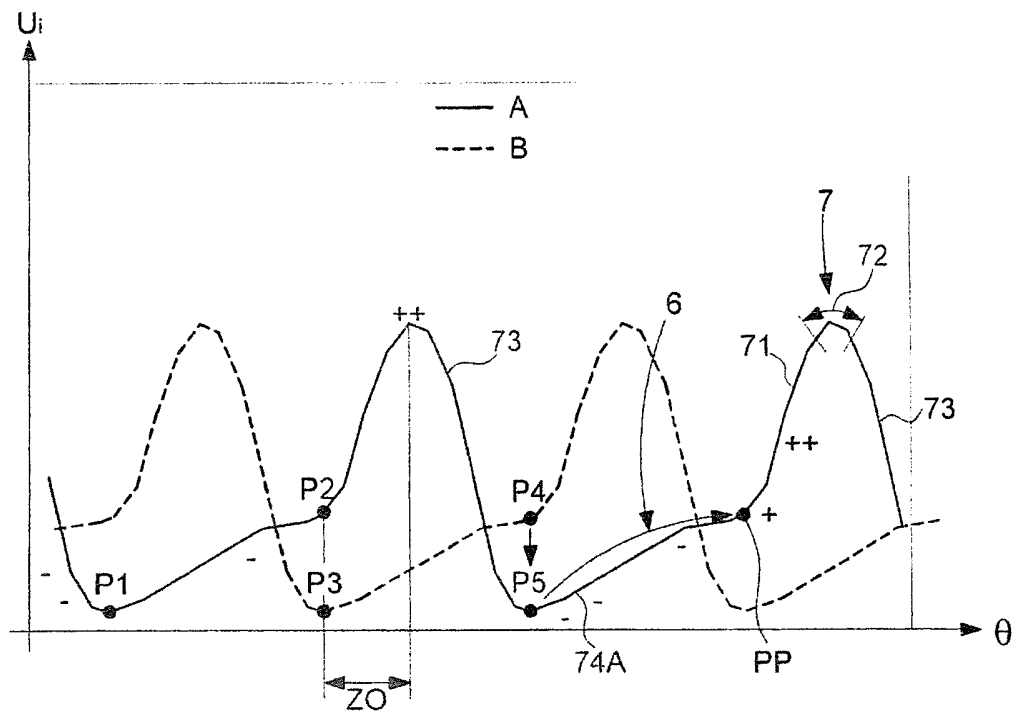


Fig. 6

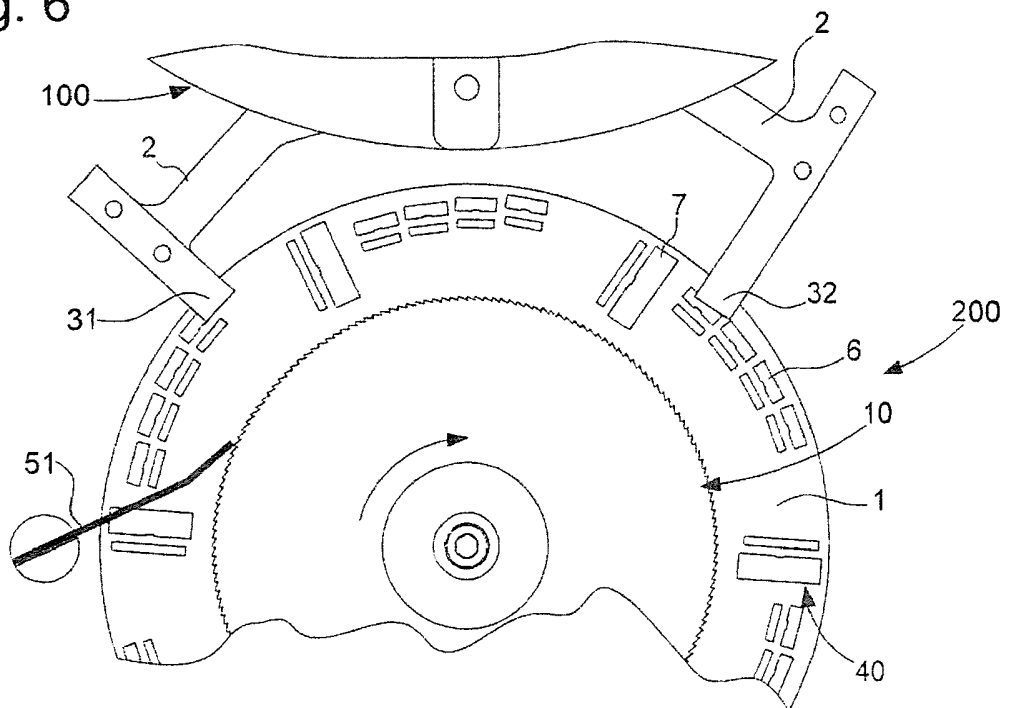


Fig. 7

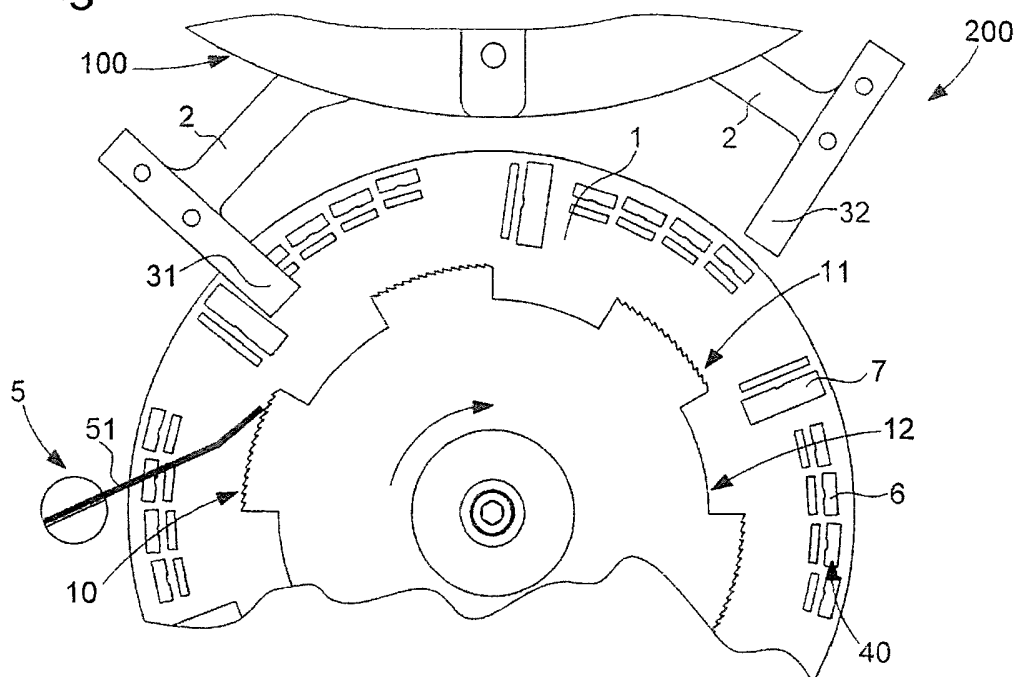


Fig. 8

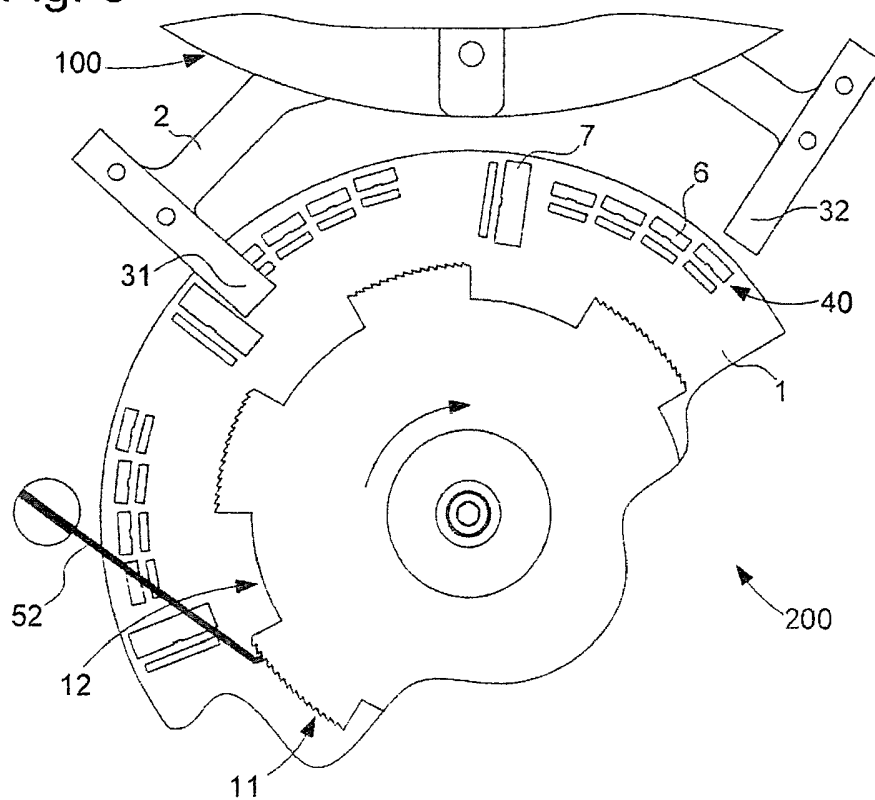


Fig. 9

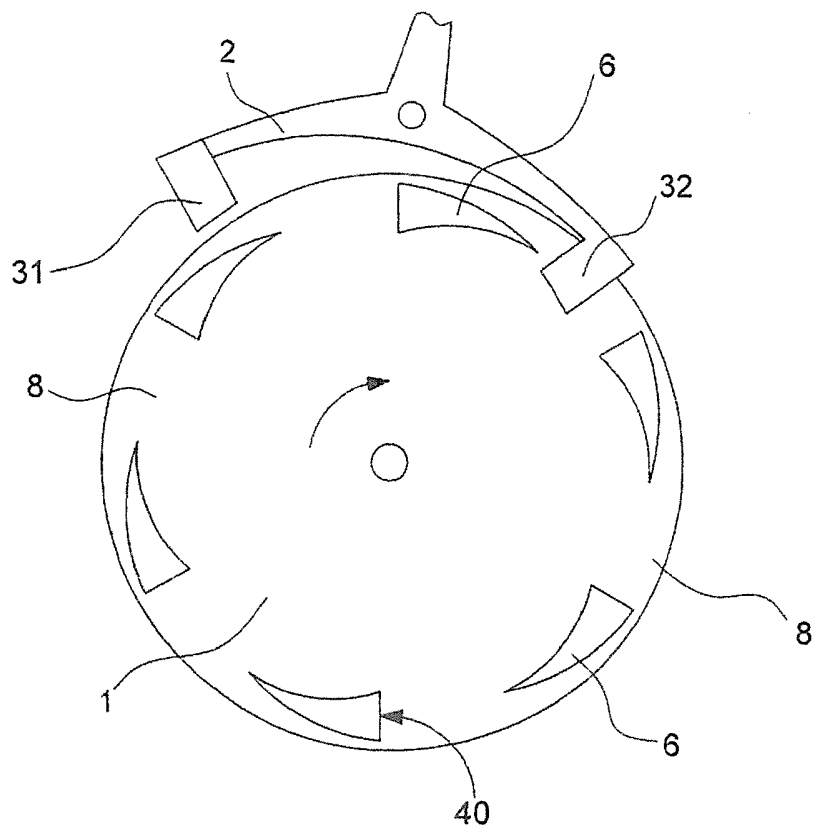


Fig. 11

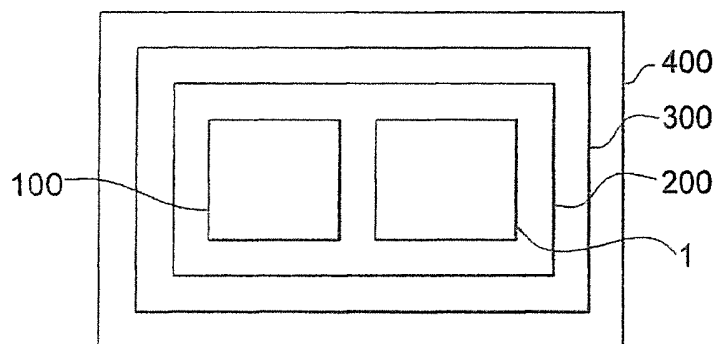


Fig. 10

