



CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) CH 706 462 B1

(51) Int. Cl.: G04B 15/06 (2006.01)

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein

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

(12) **FASCICULE DU BREVET**

(21) Numéro de la demande: 00601/12

(22) Date de dépôt: 01.05.2012

(43) Demande publiée: 15.11.2013

(24) Brevet délivré: 28.04.2017

(45) Fascicule du brevet publié: 28.04.2017

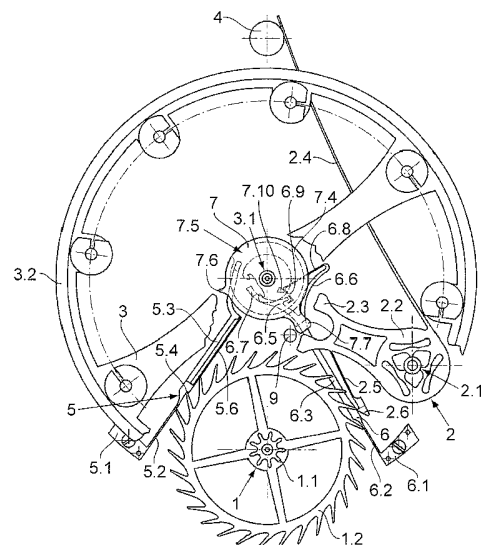
(73) Titulaire(s):
PATEK PHILIPPE SA GENEVE, Rue du Rhône 41
1204 Genève (CH)

(72) Inventeur(s):
Jan Münch, 2400 Le Locle (CH)

(74) Mandataire:
MICHELI & CIE SA, 122,
Rue de Genève, Case postale 61
1226 Thônex (CH)

(54) **Mouvement pour pièce d'horlogerie comprenant un mécanisme d'échappement libre.**

(57) La présente invention a pour objet un mouvement de pièce d'horlogerie comportant un bâti, un barillet, un oscillateur mécanique (3), un mécanisme d'échappement libre comportant un mobile d'échappement (1) relié au barillet par un rouage moteur pour son entraînement et un mobile d'impulsion (2), le mécanisme d'échappement étant agencé pour transmettre à l'oscillateur mécanique (3) des impulsions une fois par alternance pour entretenir son mouvement. Le mobile d'échappement (1) est agencé pour fournir, pendant qu'il avance d'un pas lors d'une première alternance de l'oscillateur mécanique (3), l'énergie totale nécessaire pour entretenir le mouvement de l'oscillateur mécanique (3) pendant cette première alternance et une deuxième alternance successive de l'oscillateur mécanique (3) et pour que cet oscillateur mécanique (3) ne reçoive lors de la première alternance qu'une partie de cette énergie totale, l'autre partie de cette énergie totale étant emmagasinée par le mobile d'impulsion (2) en vue d'être transmise à l'oscillateur mécanique (3) lors de la deuxième alternance successive de celui-ci.



Description

[0001] La présente invention se rapporte aux mécanismes d'échappement libre pour mouvement d'horlogerie.

[0002] Les échappements libres sont aujourd'hui reconnus comme le meilleur moyen pour l'entretien des oscillations d'un système balancier-spiral.

[0003] Les échappements libres pour mouvements d'horlogerie existants peuvent être répertoriés en deux catégories principales selon leurs moyens de pilotage:

- les échappements à détente; et
- les échappements à ancre.

[0004] Les échappements à détente sont des échappements à impulsion directe. La détente est une pièce d'arrêt n'ayant qu'une seule position de repos.

[0005] La roue d'échappement donne une impulsion par période à l'oscillateur sans avoir besoin d'un élément intermédiaire. Par conséquent, le rouage n'avance qu'une fois par période. Une période d'un oscillateur consiste de deux alternances. Du au manque d'impulsion lors de la phase muette, les échappements à détente ne sont pas auto-démarrant.

[0006] Les échappements à ancre existent soit avec impulsion directe de la roue d'échappement au balancier, soit à impulsion indirecte par l'intermédiaire de l'ancre.

[0007] L'ancre est une pièce d'arrêt qui a deux positions de repos. Les échappements à ancre font avancer le rouage une fois par alternance. Seule exception fait l'échappement à ancre à coup perdu, ou la roue d'échappement tombe lors de la phase dite «muette» sur une deuxième surface de repos. Lors de cette phase muette, les échappements à coup perdu connus ne peuvent pas transmettre d'énergie à l'oscillateur. La phase muette, même qu'elle fait avancer le rouage très peu, a pour but de faire sauter l'aiguille des secondes une fois par période de l'oscillateur.

[0008] La plupart des échappements à ancre transmettent l'énergie indirectement par l'intermédiaire de l'ancre.

[0009] Tous les échappements libres connus ont en commun, que la roue d'échappement, une fois dégagée, accélère et transmet de l'énergie à l'oscillateur avant d'amortir son mouvement sur la palette de repos. Cet amortissement d'énergie constitue une perte d'énergie considérable et est bien audible étant une des origines du tic-tac d'une montre.

[0010] La plupart des échappements à ancre ou à détente ont besoin d'une chute entre le dégagement et l'impulsion et/ou entre l'impulsion et le repos. Cette chute est indispensable comme sécurité pour remédier aux tolérances de fabrication. Elle a pour but d'éviter l'accrochement de surfaces fonctionnelles dues aux variations dimensionnelles des composants. Au moins la chute après l'impulsion est une pure perte d'énergie. Elle ne sert qu'à produire le tic-tac bien fort mentionné ci-dessus.

[0011] Le but de la présente invention est de réaliser un mouvement pour pièce d'horlogerie comprenant un mécanisme d'échappement libre dont le pilotage puisse se faire soit par des détentes soit par une ancre qui soit applicable aux pièces d'horlogerie portables et qui transmette de l'énergie à l'oscillateur à chaque alternance de celui-ci tout en permettant de réduire les pertes d'énergie, de réduire les influences inertielles et de rendre l'échappement insensible aux chocs. Un autre but est de réduire ou supprimer les chutes consommatrices d'énergie.

[0012] La présente invention a pour objet un mouvement de pièce d'horlogerie comportant un bâti, un barillet, un oscillateur mécanique, un mécanisme d'échappement libre comportant un mobile d'échappement relié au barillet par un rouage moteur pour son entraînement et un mobile d'impulsion, le mécanisme d'échappement étant agencé pour transmettre à l'oscillateur mécanique des impulsions une fois par alternance pour entretenir son mouvement, caractérisé par le fait que le mobile d'échappement est agencé pour fournir, pendant qu'il avance d'un pas lors d'une première alternance de l'oscillateur mécanique, l'énergie totale nécessaire pour entretenir le mouvement de l'oscillateur mécanique pendant cette première alternance et une deuxième alternance successive de l'oscillateur mécanique et pour que cet oscillateur mécanique ne reçoive lors de la première alternance qu'une partie de cette énergie totale, l'autre partie de cette énergie totale étant emmagasinée par le mobile d'impulsion en vue d'être transmise à l'oscillateur mécanique lors de la deuxième alternance successive de celui-ci.

[0013] Dans une forme d'exécution privilégiée, le mouvement selon l'invention se caractérise par le fait que l'oscillateur mécanique est un balancier-spiral, le mécanisme d'échappement comportant encore une roue d'échappement faisant partie du mobile d'échappement et un plateau solidaire de l'axe du balancier et comportant une cheville d'impulsion: et par le fait que le mobile d'impulsion est pivoté sur le bâti du mouvement d'horlogerie et comporte une fourchette d'impulsion coopérant avec la cheville d'impulsion du plateau, un ressort d'impulsion et un bras terminé par un crochet coopérant avec la denture de la roue d'échappement; et par le fait que le mécanisme d'échappement comprend encore des moyens de pilotage coopérant avec des organes du plateau; ces moyens de pilotage coopérant d'une part avec la roue d'échappement et d'autre part avec le bras du mobile d'impulsion et étant agencés pour libérer la roue d'échappement d'un pas pendant des premières alternances du balancier-spiral s'effectuant dans un premier sens de rotation, et pour dégager le crochet du mobile d'impulsion de la denture de la roue d'échappement pendant des secondes alternances du balancier-spiral s'effectuant dans un second sens de rotation opposé au premier sens de rotation.

[0014] Le dessin annexé illustre schématiquement et à titre d'exemple une forme d'exécution particulière d'un mécanisme d'échappement libre pour mouvement d'horlogerie.

- La fig. 1 illustre schématiquement en plan de dessus les éléments principaux du mécanisme d'échappement libre nécessaire pour illustrer son fonctionnement.
- Les fig. 2 à 8 illustrent le mécanisme d'échappement libre de la fig. 1, le balancier ayant été enlevé pour plus de clarté, dans différentes positions du cycle de fonctionnement.
- La fig. 9 illustre un dispositif de sécurité prévu pour éviter les dégagements intempestifs d'une première détente en cas de chocs.
- La fig. 10 illustre un dispositif de sécurité prévu pour éviter des dégagements intempestifs d'une seconde détente en cas de chocs.
- Les fig. 11 et 12 illustrent un dispositif de sécurité évitant le galop du mécanisme d'échappement lorsque le balancier effectue son arc supplémentaire de la phase muette respectivement de la phase d'armage du mécanisme.
- Les fig. 13 et 14 illustrent la transmission d'énergie pour deux comportements chronométriques différents du mécanisme d'échappement.
- La fig. 15 est une vue isométrique de dessus du mécanisme d'échappement illustré à la fig. 1, le balancier étant retiré pour une meilleure illustration.
- La fig. 16 est une vue isométrique de la première détente des moyens de pilotage.
- La fig. 17 est une vue isométrique de la seconde détente des moyens de pilotage.
- La fig. 18 est une vue isométrique d'un plateau solidaire de l'axe du balancier.

[0015] Le mécanisme d'échappement libre équipant le mouvement de pièce d'horlogerie selon l'invention est un échappement dans lequel la roue d'échappement n'effectue qu'un pas par oscillation du balancier comme dans les mécanismes d'échappement à coup perdu à la différence que dans le présent mécanisme le balancier reçoit deux impulsions par oscillation, une par alternance, ce qui n'est pas le cas dans un échappement à coup perdu classique.

[0016] Dans ce qui suit la forme d'exécution illustrée au dessin va être décrite, cette forme d'exécution du mécanisme d'échappement libre du mouvement selon l'invention est pilotée par deux détentes. Il s'agit là d'une forme d'exécution préférée car elle donne les meilleurs résultats du point de vue énergétique et du rendement du mécanisme mais il est évident que dans d'autres formes d'exécution ce mécanisme d'échappement pourrait être piloté par d'autres moyens de pilotage, par exemple par une ancre. Il est à noter toutefois que dans ce cas l'ancre ne sert qu'au pilotage de l'échappement, c'est-à-dire que l'ancre ne participe pas à la transmission d'énergie de la roue d'échappement à l'axe du balancier.

[0017] La fig. 1 illustre en plan de dessus une vue générale du mécanisme d'échappement libre sans que soient représentés les autres éléments du mouvement d'horlogerie tels que platine et ponts, rouage etc. pour éviter une surcharge des dessins et faciliter la compréhension du mécanisme d'échappement qui équipe le mouvement constituant la présente invention.

[0018] Ce mécanisme d'échappement libre se compose:

- d'un mobile d'échappement 1 formé du pignon d'échappement 1.1 de neuf dents et de la roue d'échappement 1.2 comportant trente dents dans l'exemple illustré. Ce mobile d'échappement 1 est pivoté sur des parties fixes d'un mouvement d'horlogerie.
- d'un mobile d'impulsion 2 composé d'un axe d'impulsion 2.1 et d'un corps d'impulsion 2.2 chassé sur l'axe d'impulsion 2.1. Ce mobile d'impulsion 2 est également pivoté sur les parties fixes d'un mouvement d'horlogerie. Ce mobile d'impulsion 2 comporte à son extrémité une fourchette 2.3. Le mobile d'impulsion 2 comporte encore un ressort d'impulsion 2.4 dont l'extrémité libre prend appui sur une première butée 4 solidaire d'une partie fixe du mouvement d'horlogerie. Ce mobile d'impulsion est enfin muni d'un bras élastique 2.5 se terminant par un crochet 2.6 présentant une face de repos. L'élasticité du bras élastique 2.5 tend à appliquer le crochet 2.6 contre la denture de la roue d'échappement 1.2 et cette face de repos du crochet 2.6 positionne le mobile d'impulsion 2 par rapport à ladite roue d'échappement 1.2 qui est entraînée par son pignon d'échappement 1.1 relié par le rouage du mouvement (non illustré) au barillet du mouvement (non illustré).
- de moyens de pilotage du mécanisme d'échappement comportant une première détente 5 et une seconde détente 6 fixées sur une partie fixe du mouvement d'horlogerie et coopérant avec un plateau 7 solidaire de l'axe 3.1 d'un balancier 3 d'un oscillateur formé d'un balancier-spiral. La serge 3.2 du balancier 3 est rivée sur l'axe de balancier 3.1 et le plateau 7 est chassé sur ledit axe de balancier 3.1. Le spiral de cet oscillateur n'est pas représenté. L'oscillateur,

CH 706 462 B1

soit le balancier-spiral, est bien connu dans l'état de l'art et pivote également entre des parties fixes du mouvement d'horlogerie. Dans l'exemple illustré, l'oscillateur possède une fréquence de 5 hertz (Hz).

[0019] Le plateau 7 est constitué dans l'exemple illustré d'un grand plateau 7.1 et d'un petit plateau 7.2 (voir fig. 18).

[0020] Le grand plateau 7.1 comporte une planche 7.3 comprenant des moyens de fixation par exemple un trou pour être chassé sur l'axe de balancier 3.1 et une jupe périphérique 7.4. Cette jupe 7.4 présente une ouverture 7.5 et un nez de dégagement 7.6 faisant saillie radialement sur la face périphérique externe de cette jupe 7.4. Ce nez de dégagement 7.6 est destiné à coopérer avec la première détente 5. La planche 7.3 du grand plateau 7.1 comporte sur sa périphérie une cheville d'impulsion 7.7 destinée à coopérer avec la fourchette 2.3 du mobile d'impulsion 2.

[0021] La face inférieure du petit plateau 7.2 porte une cheville de dégagement 7.10 destinée à coopérer avec la seconde détente 6. Ce petit plateau comporte encore sur sa périphérie un dégagement 7.11 destiné à coopérer avec la seconde détente 6.

[0022] La première détente 5 (fig. 16) comporte un plot de fixation 5.1 permettant de la fixer sur une partie fixe du mouvement d'horlogerie, une portion élastique 5.2 reliant le plot de fixation 5.1 à une portion rigide 5.3 comportant une surface de repos 5.4 destinée à coopérer avec les dents de la roue d'échappement 1.2. Cette portion rigide 5.3 s'étend favorablement en direction du plateau 7 et comporte à son extrémité un doigt 5.5 disposé au repos, la détente 5 bloquant la roue d'échappement, entre la jupe 7.4 du grand plateau et la périphérie du petit plateau 7.2. Une lame ressort 5.6 est fixée par une extrémité sur la partie rigide 5.3 de la première détente 5 et s'étend en direction du plateau 7 pour se terminer en une extrémité libre comportant une palette 5.7 de plus grande largeur que la première détente 5 et destinée à coopérer avec le nez de dégagement 7.6 du plateau 7.

[0023] La seconde détente 6 comporte un plot de fixation 6.1 et une portion flexible 6.2 reliant ce plot de fixation 6.1 à une portion rigide 6.3 s'étendant partiellement sous la denture de la roue d'échappement 1.2 et dont la face latérale 6.4 opposée à l'axe du mobile d'échappement 1, coopère avec le crochet 2.6 du mobile d'impulsion 2. La position de repos de cette seconde détente 6 est déterminée par une seconde butée 9 contre laquelle cette seconde détente s'appuie de par son élasticité propre. L'extrémité libre de cette seconde détente 6 comporte deux branches 6.5, 6.6 allant en s'écartant l'une de l'autre. L'extrémité de la première branche 6.5 comporte un ergot 6.7 s'étendant à l'intérieur de la jupe 7.4 du plateau 7 et coopérant avec la face périphérique externe du petit plateau 7.2 et son dégagement 7.11.

[0024] L'extrémité de la seconde branche 6.6 de la seconde détente 6 porte un ressort de dégagement 6.8 s'étendant sensiblement tangentiellement au trajet de la cheville de dégagement 7.10 du plateau 7. L'extrémité de ce ressort de dégagement 6.8 forme favorablement un crochet pour limiter le fléchissement maximal du ressort de dégagement 6.8, ceci évitant une déformation plastique ou la casse dudit ressort 6.8. En position de repos cette seconde détente 6 est en appui contre une seconde butée 9 solidaire d'une partie fixe du mouvement d'horlogerie. Dans cette position de repos la face latérale 6.4 de cette seconde détente 6 n'est pas en contact avec le crochet 2.6 du mobile d'impulsion et le crochet 2.6 repose sur une des dents de la roue d'échappement 1.2.

[0025] Les détentes 5 et 6 ainsi que le mobile d'impulsion 2 sont assemblées sous précontrainte, armées, ce qui permet de disposer de chaînes de cotes très simples pour les calculs de tolérance car la plupart des fluctuations sont compensées par l'élasticité de ces éléments. La roue d'échappement 1.2 est indexée par la première détente 5 et cette roue d'échappement indexe elle-même le mobile d'impulsion 2.

[0026] En cas de besoin une seule correction peut être envisagée lors de l'achevage, c'est le centrage du mobile d'impulsion 2 par rapport à la droite reliant les points de pivotement du mobile d'impulsion 2 et du balancier 3 pour que la fourchette 2.3 du mobile d'impulsion 2 soit positionnée symétriquement par rapport à ladite droite. Ce réglage du positionnement du mobile d'impulsion peut se faire par une vis à tête excentrique. Pour ce faire, la première détente 5 peut coulisser linéairement le long de son axe longitudinal. Le guidage linéaire est effectué favorablement par un guidage flexible avec des ressorts parallèles précontraints contre la vis excentrique.

[0027] Le fonctionnement de ce mécanisme d'échappement comporte deux phases principales:

- premièrement la phase d'armage pendant la première alternance du balancier pendant laquelle la roue d'échappement et tout le rouage du mouvement d'horlogerie avance d'un pas,
- deuxièmement la phase muette pendant la seconde alternance du balancier pendant laquelle la roue d'échappement et tout le rouage du mouvement d'horlogerie ne bouge pas.

[0028] Néanmoins pendant chacune de ces deux phases, phase d'armage et phase muette, une quantité déterminée d'énergie est transmise au balancier par l'intermédiaire du mobile d'impulsion qui lui reçoit l'énergie à transmettre soit directement par la roue d'échappement pendant la phase d'armage soit par son ressort d'impulsion pendant la phase muette.

[0029] En référence aux fig. 2 à 4 la première alternance ou phase d'armage va maintenant être décrite:

[0030] Supposons que le balancier 3 revient en sens horaire de son point de retour. La roue d'échappement 1.2 est immobile et repose par une de ses dents sur la surface de repos 5.4 de la première détente 5 (fig. 2 et 16). Le balancier 3 traverse son arc supplémentaire descendant jusqu'au point d'élongation de 25°. La cheville d'impulsion 7.7 du plateau 7 entre dans la fourchette 2.3 du mobile d'impulsion 2 sans la toucher. Le nez de dégagement 7.6 du plateau 7 entre en

contact avec la lame ressort 5.6 de la première détente 5 et pousse cette lame ressort 5.6 et toute la première détente dont la portion flexible 5.2 fléchit pour éloigner la surface de repos 5.4 de la dent de la roue d'échappement 1.2 avec laquelle elle est en contact. La surface de repos 5.4 glisse sensiblement radialement sur la dent de la roue d'échappement 1.2. Pendant ce glissement la roue d'échappement 1.2 ne bouge pas encore. La première détente 5 parcourt la distance de repos, sécurité nécessaire pour garantir le blocage de la roue d'échappement malgré les imperfections des composants dues aux tolérances de fabrication.

[0031] Une fois dégagée de la surface de repos 5.4 de la première détente 5 (fig. 3), la roue d'échappement accélère entraînée qu'elle est par le barillet et le rouage du mouvement d'horlogerie. La rotation de la roue d'échappement 1.2 entraîne le mobile d'impulsion 2 par son crochet 2.6 qui est toujours en prise avec une dent de la roue d'échappement 1.2. La fourchette 2.3 du mobile d'impulsion 2 rattrape la cheville d'impulsion 7.7 du plateau 7 et transmet une impulsion au balancier jusqu'à ce que la dent suivante de la roue d'échappement 1.2 vienne reposer sur la surface de repos 5.4 de la première détente qui une fois qu'elle a échappé au nez de dégagement 7.6 du plateau 7 est revenue en position de repos sous l'effet de son élasticité propre en contact avec la roue d'échappement. La roue d'échappement 1.2 est à nouveau bloquée (fig. 4).

[0032] La fig. 13 illustre le couple C transmis au balancier 3 par le mobile d'impulsion 2 lors de la phase d'armage en fonction de l'angle α du déplacement angulaire du mobile d'impulsion 2. C2 représente le couple au mobile d'impulsion 2 mis à disposition par la roue d'échappement lorsque le barillet du mouvement d'horlogerie est complètement armé. C1 représente le couple disponible à la fin de la réserve de marche du barillet. Quelle que soit l'armage du barillet on a donc toujours au moins le couple C1 à disposition pour transmettre de l'énergie au balancier 3.

[0033] Pendant cette phase d'armage le mobile d'impulsion 2 reçoit de la roue d'échappement 1.2 par son crochet 2.6 un couple au moins égal à C1. Ce couple fait basculer le mobile d'impulsion 2 dans le sens antihoraire de sa position α_0 (fourchette 2.3 à droite) en position α_1 (fourchette 2.3 gauche). Une partie ($E_{var} + E_1$) de l'énergie transmise au mobile d'impulsion est transmise par la fourchette 2.3 de celui-ci à la cheville d'impulsion 7.7 et donc au balancier 3 tandis qu'une autre partie E2 de l'énergie disponible est utilisée pour armer le ressort d'impulsion 2.4 du mobile d'impulsion. La répartition entre l'énergie E1 transmise au balancier et celle E2 servant à armer le ressort 2.4 du mobile d'impulsion 2 dépend de la caractéristique ou constante K de ce ressort 2.4 comme on le voit en comparant les fig. 13 et 14. En effet, la pente de la courbe caractéristique du ressort 2.4, représentée par l'équation $C' = k \cdot \alpha$, modifie la distribution de l'énergie dans le temps entre l'impulsion donnée au balancier 3 et l'armage du ressort 2.4 du mobile d'impulsion 2 pendant la phase d'armage.

[0034] La répartition d'énergie entre l'impulsion donnée au balancier et l'énergie stockée dans le ressort 2.4 est équivalente (rapport 1:1) pour le barillet armé à fond (couple maximal = C2, fig. 13 ou fig. 14). Les surfaces ($E_{var} + E_1$) et E2 quantifiant les énergies sont identiques.

[0035] Entre les fig. 13 et 14, seules les répartitions temporelles varient, la valeur d'énergie (taille de surfaces) étant identique, car entre fig. 13 et fig. 14 la raideur k du ressort 2.4 ainsi que son préarmage varient en même temps.

[0036] Pour une meilleure compréhension de ce fait, les fig. 13 et 14 montrent la ligne «0» liant le centre de rotation du balancier 3 au centre de rotation du mobile d'impulsion 2. Cette ligne, parfaitement centrée entre les positions extrêmes α_0 et α_1 du mobile d'impulsion, correspond également à la position du point mort théorique de l'oscillateur.

[0037] On voit clairement que le ressort 2.4 plus raide (fig. 13) transmet plus d'énergie avant le point mort que la configuration en fig. 14. Malgré que l'énergie totale transmise lors d'une impulsion soit sensiblement identique, les deux cas fig. 13 et fig. 14 se distinguent par l'influence chronométrique de l'échappement sur l'oscillateur, car la transmission d'une partie plus grande d'énergie en fig. 13 avant le point mort fera plus avancer l'oscillateur que la configuration en fig. 14.

[0038] Lors de l'impulsion, la cheville de dégagement 7.10 du plateau 7 glisse sur le ressort de dégagement 6.8 de la seconde détente 6 et force cette seconde détente contre la seconde butée 9. Ce faisant le ressort de dégagement 6.8 se déforme pour laisser passer la cheville de dégagement 7.10 puis revient en position de repos.

[0039] La cheville d'impulsion 7.7 du plateau 7 quitte la fourchette 2.3 du mobile d'impulsion 2 et le balancier effectue son arc supplémentaire ascendant avec un mouvement en sens horaire jusqu'au point de retour du balancier 3. En référence aux fig. 5 à 8 la seconde alternance ou phase muette va être décrite ci-dessous.

[0040] La roue d'échappement 1.2 reste au repos pendant toute cette phase en appui par une de ses dents sur la surface de repos 5.4 de la première détente 5. En conséquence le rouage ne bouge pas non plus. Le balancier revient en sens antihoraire de son arc supplémentaire (fig. 5). La cheville de dégagement 7.10 du plateau 7 entre en contact avec la butée d'entraînement 6.9 de la seconde détente 6 et déplace cette seconde détente 6 par flexion de sa portion élastique 6.2 en direction du mobile d'impulsion 2 entraînant par sa face latérale 6.4 le crochet 2.6 du mobile d'impulsion 2. Ce faisant le crochet 2.6 du mobile d'impulsion glisse sur la dent de la roue d'échappement 1.2 et après avoir parcouru la distance de repos ce crochet 2.6 échappe à la roue d'échappement 1.2 et libère le mobile d'impulsion 2 (fig. 6). Le mobile d'impulsion 2 pivote en sens horaire sous l'action de son ressort d'impulsion 2.4 qui a été armé lors de la phase d'armage. La fourchette 2.3 du mobile d'impulsion 2 rattrape la cheville d'impulsion 7.7 du plateau 7 et transmet une impulsion au balancier 3.

[0041] La cheville de dégagement 7.10 du plateau 7 échappe à la butée d'entraînement 6.9 de la seconde détente 6 et celle-ci revient en position de repos contre la seconde butée 9 par son élasticité propre (fig. 7).

[0042] Le crochet 2.6 du mobile d'impulsion 2, libéré de la seconde détente 6, tombe sur la dent suivante de la roue d'échappement 1.2 et bloque le mobile d'impulsion 2.

[0043] L'énergie E2 transmise au balancier 3 par le mobile d'impulsion 2 lors de cette phase muette est celle que le ressort 2.4 du mobile d'impulsion 2 avait emmagasinée lors de la phase d'armage.

[0044] Pendant la phase muette le nez de dégagement 7.6 du plateau 7 passe outre la première détente 5 par déformation de sa lame ressort 5.6 (fig. 8).

[0045] La cheville d'impulsion 7.7 du plateau 7 quitte la fourchette 2.3 du mobile d'impulsion 2 et le balancier effectue son arc supplémentaire ascendant avec un mouvement en sens antihoraire jusqu'au point de retour. Le mécanisme se retrouve dans la position illustrée à la fig. 2 et un nouveau cycle peut commencer.

[0046] Comme on l'a vu de la description de l'exemple du mécanisme d'échappement, ce mécanisme d'échappement comporte une roue d'échappement, un mobile d'impulsion et des moyens de pilotage. La roue d'échappement transmet, pendant une alternance du balancier, l'énergie du barillet au mobile d'impulsion qui arme son ressort et transmet une partie de l'énergie reçue au balancier. Pendant l'autre alternance du balancier le mobile d'impulsion transmet audit balancier de l'énergie fournie par son ressort d'impulsion préalablement armé lors de l'alternance précédente.

[0047] Ce mécanisme d'échappement réalise donc un échappement à coup perdu dans lequel on a nécessairement une transmission d'énergie au balancier pendant chaque alternance de celui-ci.

[0048] La particularité de ce mécanisme d'échappement est qu'il donne une impulsion même pendant la phase muette sans que la roue d'échappement ne tourne. Ceci est obtenu par l'armage du ressort d'impulsion 2.4 du mobile d'impulsion 2 une alternance sur deux, cette énergie emmagasinée dans ledit ressort étant restituée au balancier lors de l'alternance muette.

[0049] Le ressort d'impulsion 2.4 du mobile d'impulsion 2 peut être réalisé de différentes manières, par exemple par un ressort spiral ou comme dans l'exemple décrit par un ressort à lame ce qui permet d'obtenir un assemblage le plus plat possible ainsi qu'une caractéristique ou pente élevée de la courbe d'élasticité de ce ressort. Contrairement aux échappements connus qui transmettent la plupart d'énergie à la fin de l'impulsion, la raideur élevée du ressort d'impulsion 2.4 du mobile d'impulsion 2 provoque une forte impulsion avant le point mort qu'il délivre immédiatement à l'oscillateur, ici le balancier-spiral. Les pertes d'énergie dues au dégagement sont ainsi immédiatement compensées.

[0050] Ceci est également valable pour les pertes dues au dégagement de la deuxième détente, car les énergies transmises ainsi que leur répartition dynamique sont identiques ou semblables pendant la phase d'armage et la phase muette.

[0051] Le couple du ressort d'impulsion 2.4 du mobile d'impulsion 2 armé n'est que faiblement inférieur au couple transmis par le rouage, on retrouve presque un équilibre de force. La force motrice doit forcément être supérieure au couple maximal du ressort d'impulsion 2.4 du mobile d'impulsion 2 pour assurer l'armage complet de ce ressort d'impulsion et du mobile d'impulsion et le bon positionnement des pièces mobiles du mécanisme. En pratique il est préférable que le couple maximum sur le mobile d'impulsion 2 ne dépasse pas 95% du couple minimal, à la fin de la réserve de marche, fourni par la roue d'échappement 1.2.

[0052] Ainsi, l'échappement utilise une partie de l'énergie disponible pour armer le ressort 2.4 ce qui diminue progressivement l'énergie cinétique de la roue d'échappement par la résistance croissante du ressort 2.4 au lieu d'amortir ladite énergie cinétique entièrement par le choc de la roue d'échappement rentrant en pleine vitesse en butée avec la palette de l'élément de pilotage (ancrage ou détente) et provoquant le tic-tac du mouvement.

[0053] Ce quasi-équilibre provoque un ralentissement de la roue d'échappement 1.2 à la fin de la phase d'armage. Il en résulte un rendement maximal car seule une très faible énergie sera disponible à la fin des impulsions pour être amortie par la collision des composants mobiles avec leurs butées. On réduit ainsi les pertes d'énergie dues à l'arrêt de la roue d'échappement sur la face de repos 5.4 de la première détente 5 en phase d'armage ainsi que les pertes dues à l'arrêt du mobile d'impulsion 2 par le contact de son crochet 2.6 avec une dent de la roue d'échappement 1.2 à la fin de l'impulsion lors de la phase muette.

[0054] Ce mécanisme d'échappement n'ayant pas de chute, le pas entier entre deux dents de la roue d'échappement 1.2 est exploitable pour la transmission d'énergie. La taille de la dent n'a plus d'effet négatif sur le rendement, ce qui garantit des dents rigides. Une augmentation du nombre de dents de la roue d'échappement 1.2 n'affaiblit plus la rigidité des dents ni ne provoque une baisse de rendement due aux chutes comme ceci est inévitable pour les constructions courantes.

[0055] La roue d'échappement 1.2 n'effectue pas de recul. Les éléments de pilotage que sont les deux détentes 5 et 6 sont précontraints et retrouvent leur position de repos après un choc grâce à leur élasticité propre.

[0056] Il n'y a pas de glissement entre la roue d'échappement 1.2 et le mobile d'impulsion, ce qui réduit les pertes et l'usure et permet de supprimer la lubrification. La sécurité en cas de choc est assurée car les première 5 et seconde 6 détentes ne peuvent fléchir et donc se déplacer que lorsque le doigt 5.5 de la première détente 5 se trouve en regard de l'ouverture 7.5 de la jupe 7.4 du plateau 7, respectivement que l'ergot 6.7 de la seconde détente 6 se trouve en regard du dégagement 7.11 du plateau 7. Ce mécanisme d'échappement est donc insensible aux chocs.

[0057] Ce mécanisme d'échappement évite un des grands inconvénients des échappements à détente connus soit le galop de l'échappement qui consiste en un deuxième dégagement lors de la même alternance aux très grandes amplitudes de l'oscillateur. En effet, un tel second dégagement est ici exclu car la cheville d'impulsion 7.7 du plateau 7 entre en contact avec les flancs extérieurs des cornes de la fourchette 2.3 du mobile d'impulsion 2 (fig. 11 et 12). Contrairement aux échappements à ancre, ces butées, ici lesdites cornes de la fourchette 2.3, ne sont pas rigides mais élastiques car le mobile d'impulsion 2 peut se déplacer. Lors de la phase muette ce déplacement provoque un recul de la roue d'échappement et absorbe ainsi l'énergie superflue de l'oscillateur (fig. 11). Si ce rebattement se produit en phase d'armage (fig. 12) alors le ressort d'impulsion 2.4 du mobile d'impulsion 2 absorbera cette énergie superflue.

[0058] Un tel rebattement élastique perturbe moins la marche de la montre que les rebattements violents des échappements à ancre existants.

[0059] Ce mécanisme d'échappement permet d'augmenter de façon importante le nombre de dents de la roue d'échappement sans en augmenter son diamètre. Il est possible de doubler ou plus le nombre de dents de la roue d'échappement par rapport à un échappement à ancre classique sans en augmenter le diamètre. Il est alors possible d'utiliser ce mécanisme d'échappement avec un oscillateur de fréquence élevée, 5 hertz ou plus, sans avoir besoin de prévoir un mobile supplémentaire entre la roue de seconde et le pignon d'échappement et sans avoir besoin de rapports d'engrenages élevés pour conserver la vitesse angulaire imposée par la roue de seconde. On réalise en fait déjà une grande démultiplication par le fait que la roue d'échappement n'avance que d'un pas pour deux alternances de l'oscillateur et du fait de pouvoir augmenter le nombre de dents dans un diamètre donné de la roue d'échappement grâce à l'utilisation du mobile d'impulsion 2.

[0060] Le mécanisme d'échappement est auto-démarrant car l'oscillateur reçoit de l'énergie pendant chacune de ses alternances.

[0061] Dans ce mécanisme d'échappement une grande partie de l'énergie est transmise avant le point mort de l'oscillateur, il en résulte une avance aux petites amplitudes du balancier. Cette caractéristique est originale et inédite, les mécanismes d'échappement connus provoquent généralement du retard.

[0062] Le présent mécanisme d'échappement permet d'influencer à volonté le comportement chronométrique de l'échappement et d'éliminer les défauts de marche dus à l'échappement ou d'équilibrer d'autres défauts d'isochronisme, par exemple provenant du spiral, par un réglage du mécanisme d'échappement. En effet, dans ce mécanisme d'échappement il est possible de régler et d'ajuster la distribution temporelle d'énergie fournie au balancier dans la phase d'armage et dans la phase muette par rapport au point mort de l'oscillateur en jouant sur la raideur ou caractéristique élastique du ressort d'impulsion 2.4 du mobile d'impulsion. On peut ainsi en choisissant la caractéristique de ce ressort d'impulsion 2.4 du mobile d'impulsion obtenir un échappement ne présentant ni avance ni retard chronométrique.

[0063] Avec le présent mécanisme d'échappement le rouage du mouvement d'horlogerie qui en est équipé n'avance qu'une fois par période, soit pendant une alternance sur deux de l'oscillateur. Lors de l'alternance muette le rouage ne tourne pas, bien que l'oscillateur reçoive une impulsion. On réduit ainsi la perte d'énergie due à l'inertie du rouage lors de sa mise en marche.

[0064] A la fin de la première alternance, soit de la phase d'armage, le mobile d'impulsion et la roue d'échappement se trouvent quasiment en équilibre de force. Cette particularité permet de récupérer l'énergie cinétique emmagasinée dans le rouage. Les pertes dues à l'inertie du rouage, y compris une éventuelle cage de tourbillon, participent à l'armage du ressort d'impulsion 2.4 du mobile d'impulsion 2. En phase muette, le ressort d'impulsion 2.4 du mobile d'impulsion 2 est quasiment déchargé avant que le crochet 2.6 dudit mobile d'impulsion 2 ne tombe sur une dent de la roue d'échappement, il y aura également moins d'énergie dissipée.

[0065] Pratiquement, lors de la marche d'un mouvement d'horlogerie comportant un mécanisme d'échappement tel que décrit, le tic-tac produit est bien moins fort que dans les échappements connus indiquant clairement une réduction de l'énergie dissipée par des chocs.

[0066] Le présent mécanisme d'échappement est particulièrement bien adapté à être intégré dans les cages d'un tourbillon à fréquence d'oscillateur élevée d'un mouvement d'horlogerie, car il permet malgré l'utilisation d'un oscillateur à fréquence élevée la conservation d'un rapport d'engrenage ordinaire du fait du grand nombre de dents de la roue d'échappement et de plus, il permet de récupérer l'énergie cinétique du rouage y compris des cages de tourbillon.

[0067] D'une façon générale le mouvement d'horlogerie muni du mécanisme d'échappement comprend un bâti sur lequel sont montés un barillet, un rouage reliant cinématiquement ce barillet à un mobile d'échappement et un oscillateur muni d'un balancier. Le mécanisme d'échappement comporte une roue d'échappement faisant partie du mobile d'échappement et un plateau solidaire de l'axe du balancier comportant une cheville d'impulsion.

[0068] Ce mécanisme d'échappement comporte encore:

- un mobile d'impulsion, pivoté sur le bâti du mouvement, comportant une fourchette d'impulsion agencée pour coopérer avec la cheville d'impulsion du plateau; un ressort d'impulsion; et un bras comportant un crochet adapté à coopérer avec une denture de la roue d'échappement; et

– des moyens de pilotage agencés pour libérer la roue d'échappement d'un pas pendant des premières alternances du balancier s'effectuant dans un premier sens de rotation, et dégageant le crochet du mobile d'impulsion de la denture de la roue d'échappement pendant des secondes alternances du balancier s'effectuant dans un second sens de rotation opposé au premier sens de rotation.

[0069] Les moyens de pilotage comportent des organes de commande portés par le plateau 7 formé dans l'exemple illustré par le nez de dégagement 7.6 et la cheville de dégagement 7.10.

[0070] Ces moyens de pilotage comportent encore soit une ancre soit, comme dans l'exemple illustré, deux détentes commandées par lesdits organes de commande.

[0071] Enfin, le mécanisme d'échappement comporte encore des sécurités portées par le plateau 7, dans l'exemple illustré la jupe 7.4 du grand plateau et la périphérie du petit plateau 7.2, interdisant tout déplacement intempestif, par exemple sous l'effet de chocs, des moyens de pilotage du mécanisme.

[0072] Il va de soi que le ressort d'impulsion du mobile d'impulsion peut être réalisé de différentes façons, une lame ressort comme dans l'exemple décrit mais aussi un ressort spiral ou un ressort à boudin.

[0073] Le bras, terminé par un crochet, du mobile d'impulsion peut être un bras élastique comme dans l'exemple décrit ou réalisé par une bielle articulée sur le corps du mobile d'impulsion et contrainte contre la roue d'échappement par un ressort ou encore être réalisé par un guidage linéaire.

[0074] Le ressort d'impulsion 2.4 du mobile d'impulsion pourrait être fixé de manière amovible sur le corps 2.2 du mobile d'impulsion pour pouvoir adapter à ce mobile d'impulsion un ressort d'impulsion correspondant à l'énergie que l'on veut transmettre au balancier lors des secondes alternances de celui-ci comme cela a été expliqué en relation avec les fig. 13 et 14.

[0075] Il va de soi que la réalisation des moyens de pilotage et des organes de sécurité peut être différente de celle décrite dans l'exemple illustré pour autant que les fonctions nécessaires au fonctionnement du mécanisme d'échappement soient réalisées.

[0076] On remarque que dans l'exemple décrit et illustré les axes de la roue d'échappement 1.2, du mobile d'impulsion 2 et du balancier 3 forment, vus de dessus, un triangle équilatéral. Dans une variante ce triangle pourrait être isocèle ou scalène.

[0077] Il va de soi que la fréquence de l'oscillateur peut être différente de 5 Hz, par exemple 3 Hz ou 4 Hz. Dans d'autres variantes la fréquence peut être plus élevée que 5 Hz.

[0078] On constate en fait que ce mécanisme d'échappement pour mouvement de pièce d'horlogerie est destiné à transmettre à un oscillateur mécanique des impulsions une fois par alternance pour entretenir son mouvement. Un mobile d'échappement fournit pendant qu'il avance d'un pas lors d'une première alternance de l'oscillateur l'énergie totale nécessaire pour entretenir le mouvement de l'oscillateur pendant deux alternances successives de l'oscillateur et que cet oscillateur ne reçoit lors d'une première alternance qu'une partie de l'énergie et que l'autre partie de cette énergie totale est emmagasinée par un mobile d'impulsion en vue d'être transmise à l'oscillateur lors d'une deuxième alternance de celui-ci.

[0079] De plus, le mobile d'impulsion reste en contact avec la roue d'échappement lors de la première alternance du balancier tout en basculant d'une première position α_0 une seconde position α_1 ; des moyens de pilotage provoquent la perte de contact entre la roue d'échappement et le mobile d'impulsion lors de la deuxième alternance de l'oscillateur pendant laquelle le mobile d'impulsion revient dans une première position α_0 sous l'effet de l'énergie emmagasinée pendant la première alternance de l'oscillateur tout en transmettant une partie de cette énergie audit oscillateur pendant sa seconde alternance.

[0080] Enfin, ce mobile d'impulsion est relié au bâti du mouvement de la pièce d'horlogerie par un élément élastique précontraint, dans l'exemple illustré le ressort d'impulsion 2.4.

[0081] En fait généralement les détentes existantes pour des échappements de mouvements horlogers sont complexes et formées de plusieurs pièces assemblées. Les détentes monobloc décrites en référence au présent échappement sont simples, faciles à usiner avec les méthodes d'usinage modernes (DRIE) et peuvent bien entendu être utilisées sur tous types d'échappements horlogers à détentes. Une de leurs originalités est d'être réalisées en une seule pièce. Une autre de leurs originalités est qu'elles présentent chacune deux portions 5.2, 5.6 ou 6.2, 6.8 élastiques. Enfin, ces détentes peuvent être fabriquées dans des matériaux cassant, non déformables plastiquement, tel que le silicium par exemple.

[0082] Dans le cas d'une détente du type de celle illustrée à la fig. 16, on remarque qu'elle permet le passage libre du nez de dégagement 7.6 lors de la phase muette même si la détente est réalisée en une seule pièce, monobloc, dans un matériau non déformable plastiquement tel que le silicium. Cette détente monobloc 5 comporte ainsi un espace entre la lame ressort 5.6 et la partie rigide 5.3 obtenu par le procédé d'usinage DRIE. Lors du dégagement, le nez de dégagement 7.6 entre d'abord en contact avec le deuxième niveau 5.7 de la lame ressort 5.6 et la déplace jusqu'à ce qu'elle entre en butée avec la partie rigide 5.3 de la détente. On a ici un système de ressorts en série composé de la lame ressort flexible 5.6 et de la portion flexible 5.2 de la détente 5.

[0083] Dans le cas de la seconde détente 6, également monobloc, la lame flexible formant le ressort de dégagement 6.8 étant tangentielle à la trajectoire de la cheville de dégagement 7.10, il n'y a pas d'effet de rattrapage de jeu comme pour la première détente 5. Le dégagement est immédiat. Cette seconde détente 6 peut être également réalisée par le procédé DRIE et être monobloc.

[0084] Il va de soi que cette seconde détente peut également être sécurisée par une jupe qui remplacerait la came 7.2 ou petit plateau du plateau 7 décrit ci-devant.

[0085] Ces détentes monobloc sont avantageuses et sont de fabrication facile, présentent une haute précision, ne nécessitent plus d'assemblage ou de manipulation ultérieure à leur usinage. Elles présentent moins d'inertie, sont moins influencées par la gravité. Dans le cas de la première détente 5 le contact entre la lame flexible 5.6 et le nez de dégagement 7.6 est flexible et il n'y a donc pas d'effet de rebondissement.

[0086] Ces deux formes d'exécution de détentes monobloc s'appliquent à l'échappement décrit dans ce qui précède, mais peuvent également être utilisées dans des échappements à détente classique (impulsion directe).

Revendications

1. Mouvement de pièce d'horlogerie comportant un bâti, un barillet, un oscillateur mécanique (3), un mécanisme d'échappement libre comportant un mobile d'échappement (1) relié au barillet par un rouage moteur pour son entraînement et un mobile d'impulsion (2), le mécanisme d'échappement étant agencé pour transmettre à l'oscillateur mécanique (3) des impulsions une fois par alternance pour entretenir son mouvement, caractérisé par le fait que le mobile d'échappement (1) est agencé pour fournir, pendant qu'il avance d'un pas lors d'une première alternance de l'oscillateur mécanique (3), l'énergie totale nécessaire pour entretenir le mouvement de l'oscillateur mécanique (3) pendant cette première alternance et une deuxième alternance successive de l'oscillateur mécanique (3) et pour que cet oscillateur mécanique (3) ne reçoive lors de la première alternance qu'une partie de cette énergie totale, l'autre partie de cette énergie totale étant emmagasinée par le mobile d'impulsion (2) en vue d'être transmise à l'oscillateur mécanique (3) lors de la deuxième alternance successive de celui-ci.
2. Mouvement selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le mobile d'impulsion (2) est agencé pour rester en contact avec le mobile d'échappement (1) lors de la première alternance de l'oscillateur mécanique (3) tout en basculant d'une première position (α_0) à une seconde position (α_1); par le fait que le mécanisme d'échappement comprend des moyens de pilotage (6, 7.10) agencés pour provoquer la perte de contact entre le mobile d'échappement (1) et le mobile d'impulsion (2) lors de la deuxième alternance successive de l'oscillateur mécanique (3), le mobile d'impulsion (2) étant agencé pour revenir dans sa première position (α_0) pendant la deuxième alternance successive de l'oscillateur mécanique (3) sous l'effet de l'énergie emmagasinée par ledit mobile d'impulsion (2) pendant la première alternance de l'oscillateur mécanique (3) tout en transmettant une partie de cette énergie emmagasinée audit oscillateur mécanique (3).
3. Mouvement selon la revendication 2, caractérisé par le fait que l'oscillateur mécanique est un balancier-spiral (3); par le fait que le mécanisme d'échappement comporte encore une roue d'échappement (1.2) faisant partie du mobile d'échappement (1) et un plateau (7) solidaire de l'axe du balancier-spiral (3), comportant une cheville d'impulsion (7.7); par le fait que le mobile d'impulsion (2) est pivoté sur le bâti du mouvement d'horlogerie et comporte une fourchette d'impulsion (2.3) coopérant avec la cheville d'impulsion (7.7) du plateau (7), un ressort d'impulsion (2.4) et un bras (2.5) terminé par un crochet (2.6) coopérant avec la denture de la roue d'échappement (1.2); et par le fait que les moyens de pilotage (5, 6, 7.6, 7.10) sont agencés pour coopérer avec des organes du plateau (7); ces moyens de pilotage coopérant d'une part avec la roue d'échappement et d'autre part avec le bras (2.5) du mobile d'impulsion (2) et étant agencés pour libérer la roue d'échappement (1.2) d'un pas pendant des premières alternances du balancier-spiral (3) s'effectuant dans un premier sens de rotation, et dégager le crochet (2.6) du mobile d'impulsion (2) de la denture de la roue d'échappement (1.2) pendant des secondes alternances du balancier-spiral (3) s'effectuant dans un second sens de rotation opposé au premier sens de rotation.
4. Mouvement selon la revendication 3, caractérisé par le fait que le ressort d'impulsion (2.4) est un ressort à lame.
5. Mouvement selon l'une des revendications 3 et 4, caractérisé par le fait que le ressort d'impulsion (2.4) est venu d'une pièce de fabrication avec le mobile d'impulsion (2).
6. Mouvement selon l'une des revendications 3 et 4, caractérisé par le fait que le ressort d'impulsion est monté de façon amovible sur le corps (2.2) du mobile d'impulsion ou venu d'une pièce de fabrication avec ce corps (2.2).
7. Mouvement selon l'une des revendications 3 à 6, caractérisé par le fait que l'extrémité libre du ressort d'impulsion (2.4) prend appui sur une première butée (4).
8. Mouvement selon l'une des revendications 3 à 7, caractérisé par le fait que les moyens de pilotage comportent une première détente (5) agencée pour être appliquée contre la denture de la roue d'échappement (1.2) par une action élastique et pour coopérer avec un nez de dégagement (7.6) solidaire du plateau (7).

CH 706 462 B1

9. Mouvement selon la revendication 8, caractérisé par le fait que la première détente (5) comporte une portion élastique (5.2) et une portion rigide (5.3), cette dernière comportant une face de repos (5.4) servant de butée à une dent de la roue d'échappement (1.2) pour empêcher celle-ci de tourner.
10. Mouvement selon la revendication 9, caractérisé par le fait que la première détente (5) comporte une lame ressort (5.6) fixée par une de ses extrémités sur la portion rigide (5.3) de cette première détente et par le fait que l'extrémité libre de cette lame ressort (5.6) comporte une palette (5.7) située sur le chemin du nez de dégagement (7.6) du plateau (7).
11. Mouvement selon la revendication 10, caractérisé par le fait que l'extrémité libre de la première détente (5) comporte un doigt (5.5) coopérant avec une jupe (7.4) du plateau (7), la jupe (7.4) présentant une ouverture latérale (7.5).
12. Mouvement selon l'une des revendications 3 à 11, caractérisé par le fait que les moyens de pilotage comportent une seconde détente (6) agencée pour coopérer avec une cheville de dégagement (7.10) portée par le plateau (7).
13. Mouvement selon la revendication 12, caractérisé par le fait que la seconde détente (6) comporte une portion élastique (6.2) et une portion rigide (6.3) se terminant par deux branches (6.5; 6.6) dont l'une (6.5) comporte un ergot (6.7) coopérant avec la surface périphérique d'un petit plateau (7.2) muni d'un dégagement (7.11).
14. Mouvement selon la revendication 13, caractérisé par le fait que l'autre branche (6.6) de la portion rigide (6.3) de la seconde détente (6) porte un ressort de dégagement (6.8) se terminant par une butée d'entraînement (6.9), ce ressort de dégagement (6.8) et cette butée d'entraînement (6.9) coopérant à tour de rôle avec la cheville de dégagement (7.10) du plateau (7).
15. Mouvement selon l'une des revendications 12 à 14, caractérisé par le fait que la seconde détente (6) présente une face latérale (6.4) coopérant avec le crochet (2.6) du bras (2.5) du mobile d'impulsion (2).
16. Mouvement selon la revendication 15, caractérisé par le fait que la seconde détente (6) s'appuie en position de repos sur une seconde butée (9) par son élasticité propre.
17. Mouvement selon l'une des revendications 3 à 16, caractérisé par le fait que la roue d'échappement (1.2) comporte trente dents ou plus.
18. Mouvement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que l'oscillateur mécanique (3) à une fréquence de 3 hertz, 4 hertz, 5 hertz ou plus.
19. Mouvement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que les axes de pivotement de l'oscillateur mécanique (3), du mobile d'échappement (1) et du mobile d'impulsion (2) forment, vu en plan, un triangle isocèle, équilatéral ou scalène.

Fig.2

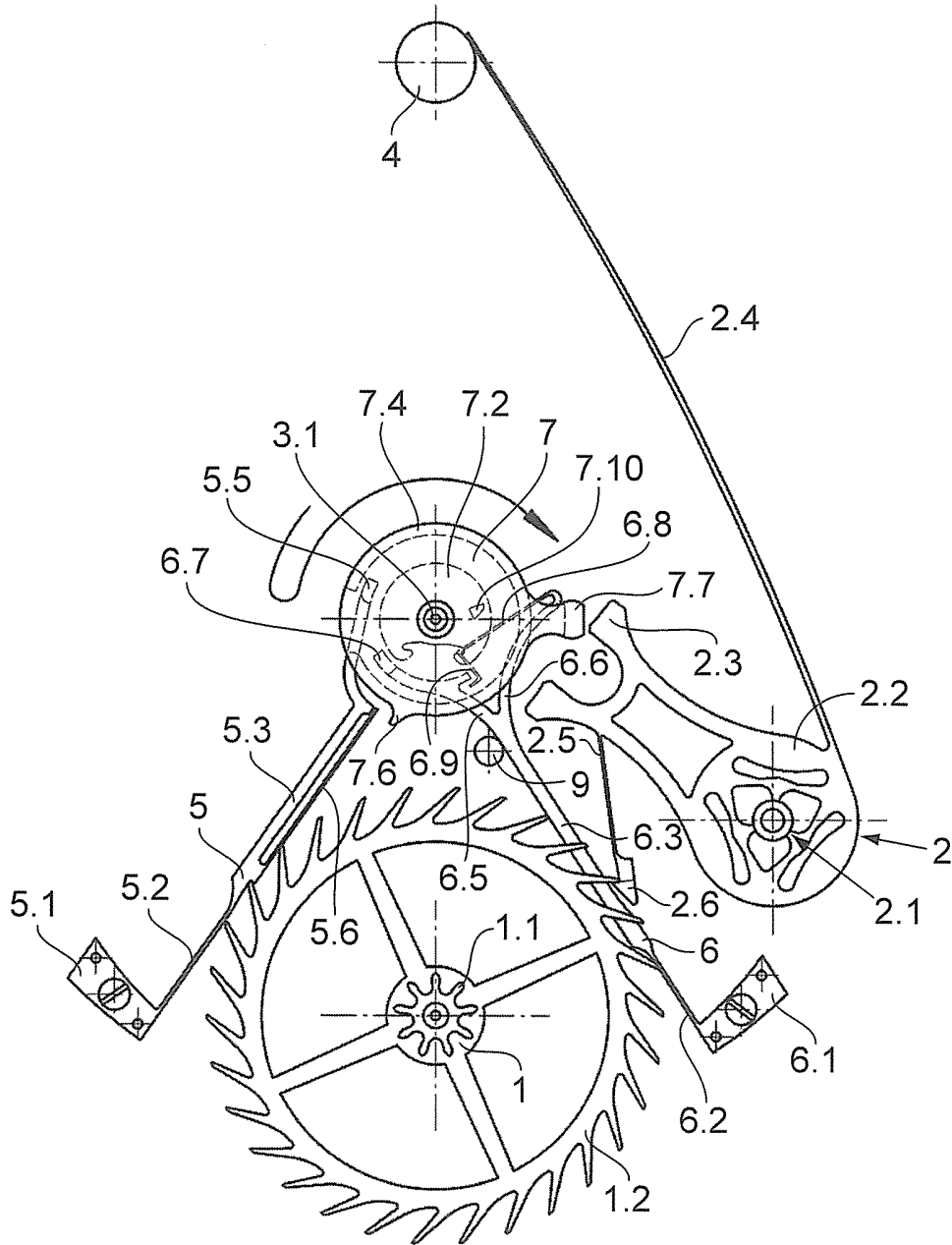


Fig.3

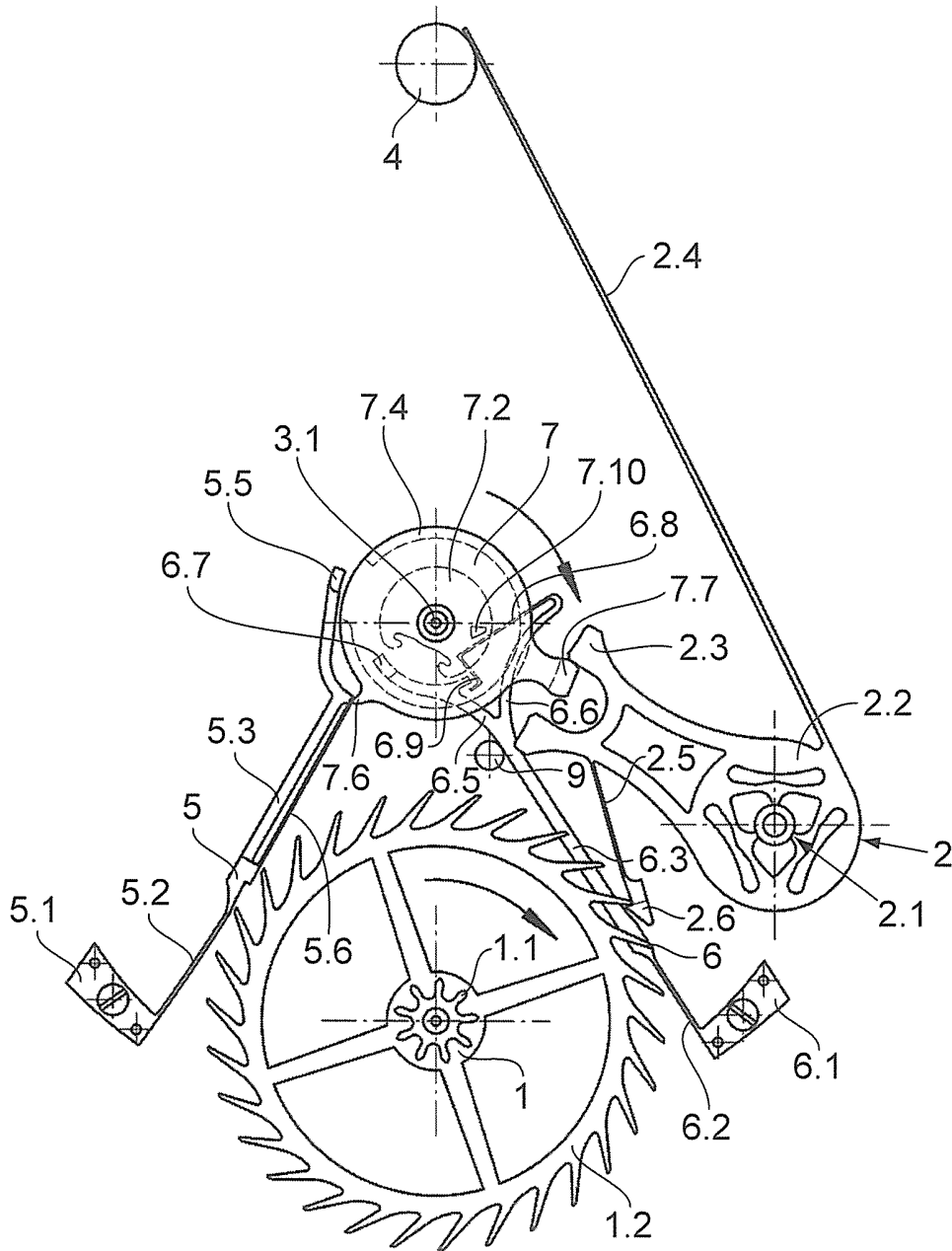


Fig.5

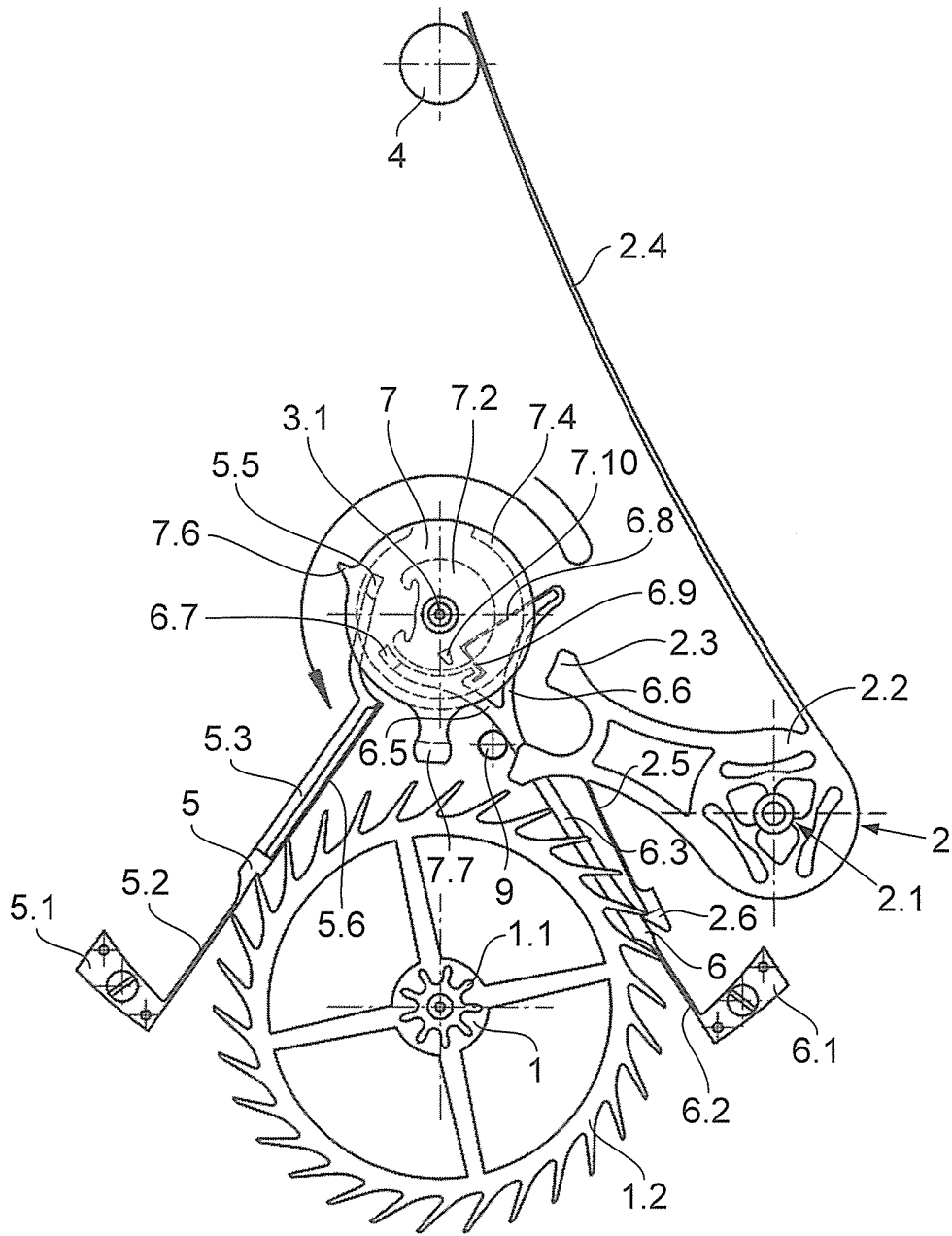


Fig.6

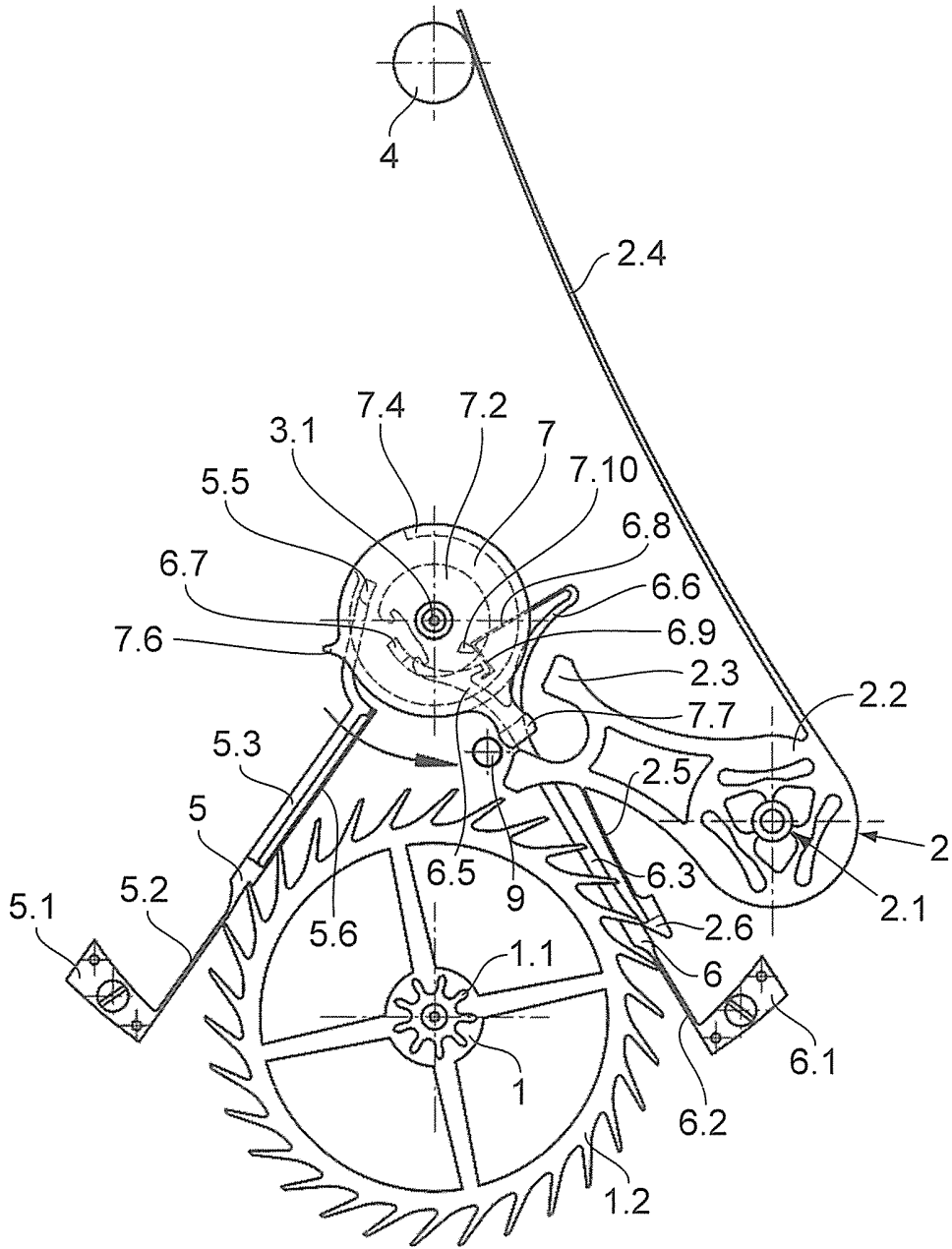


Fig.7

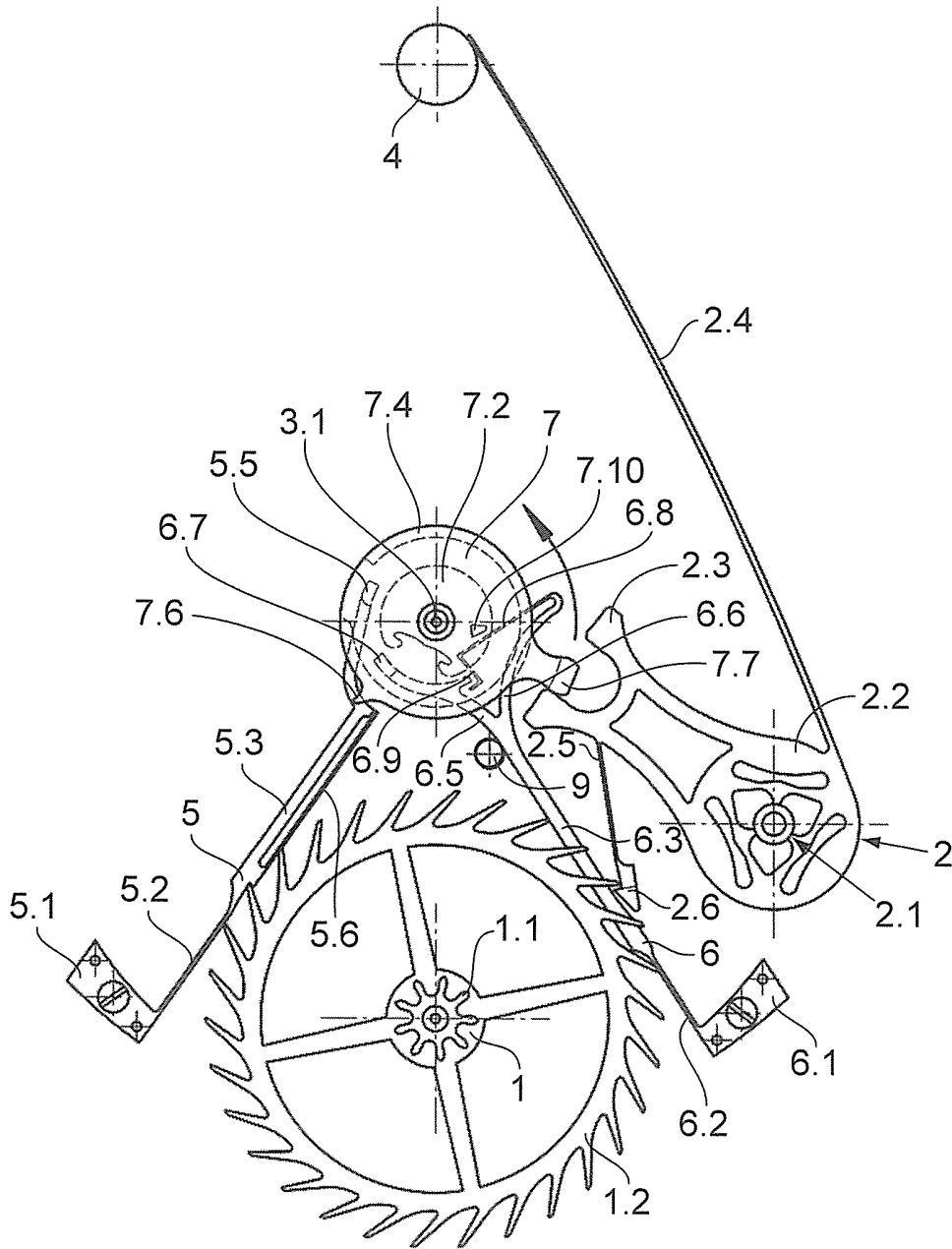


Fig.9

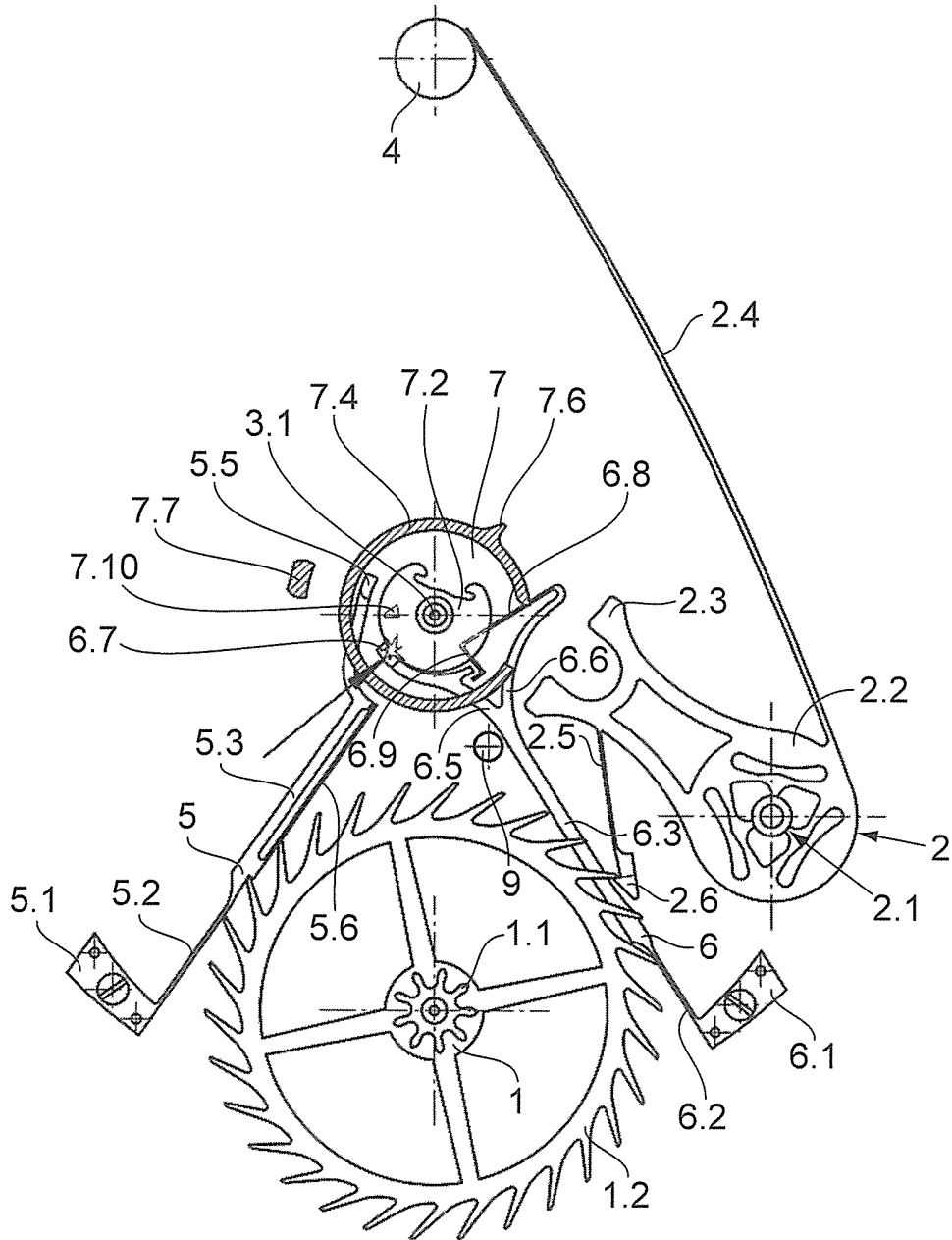


Fig.11

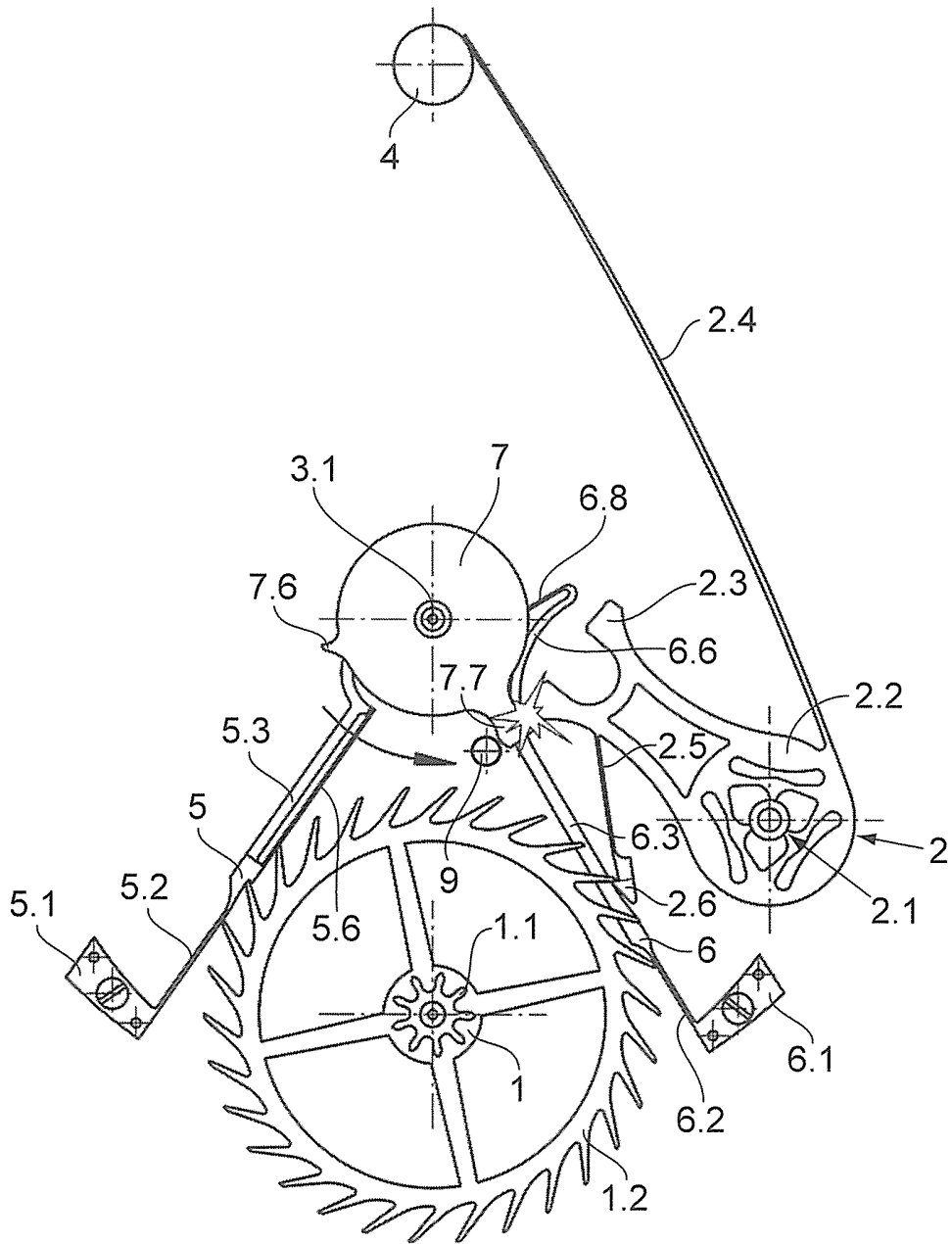


Fig.13

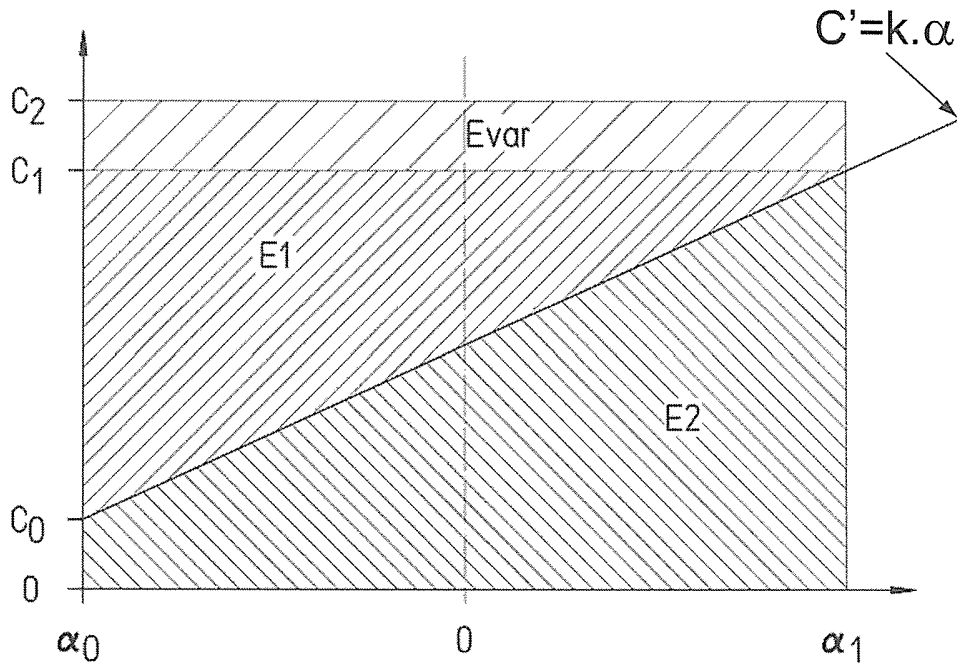


Fig.14

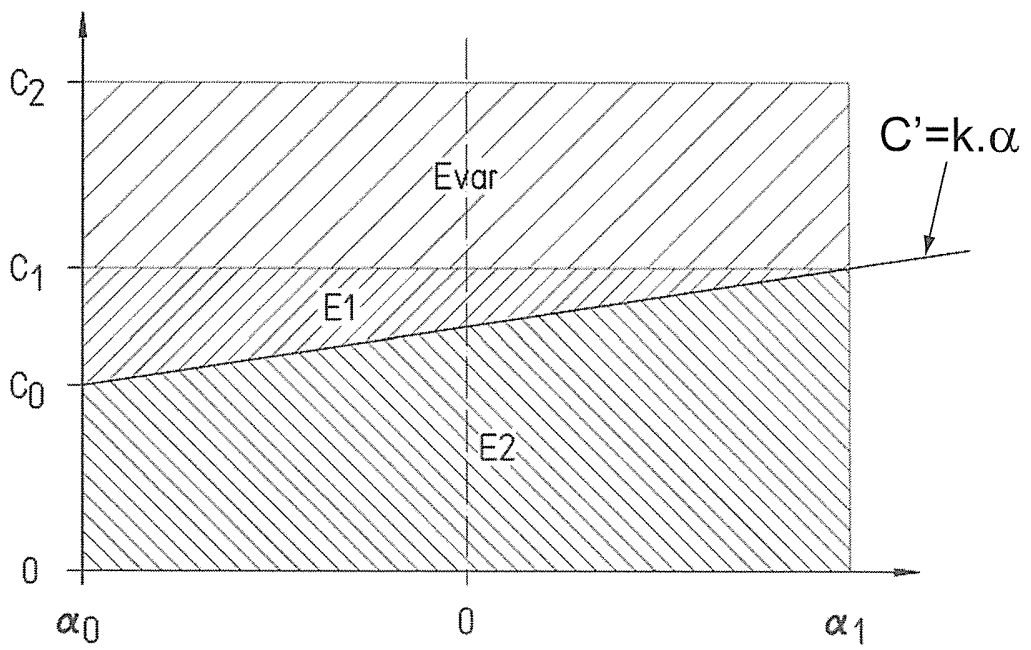


Fig.15

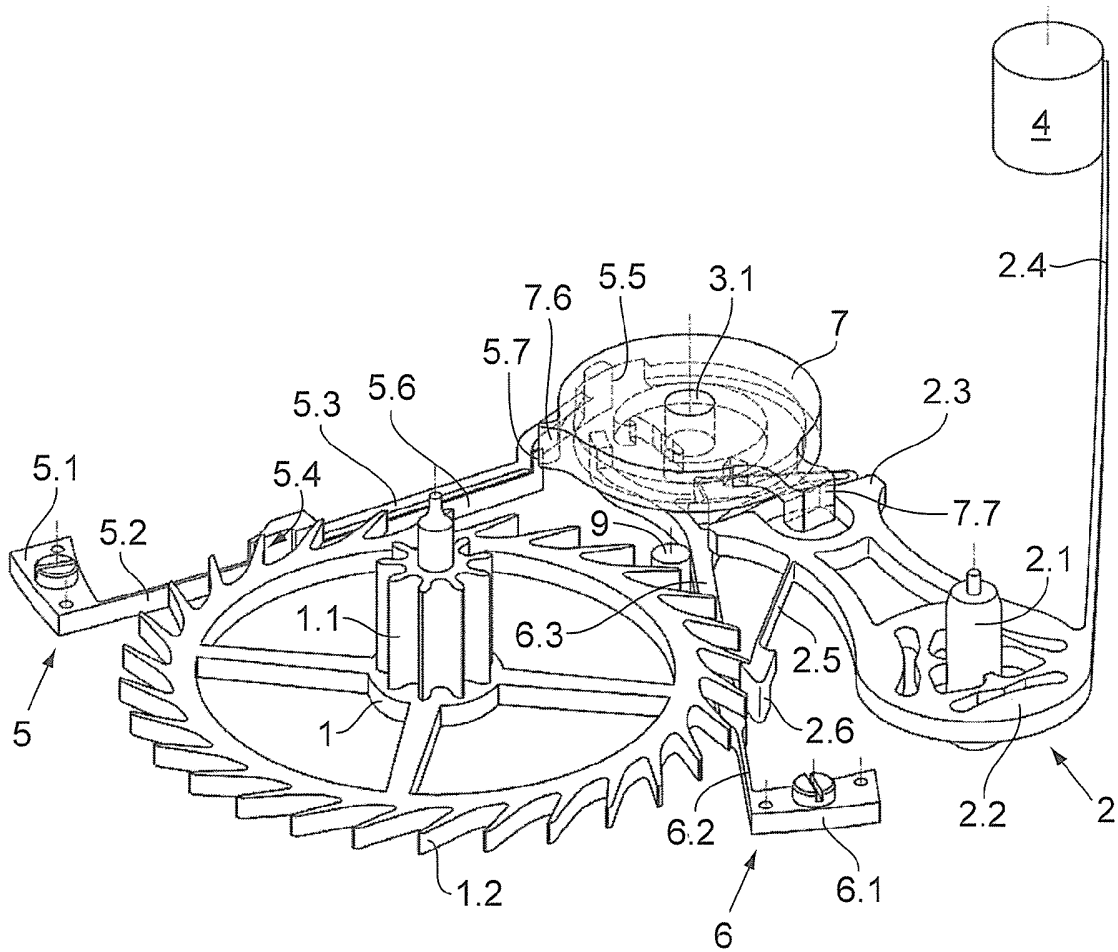


Fig.16

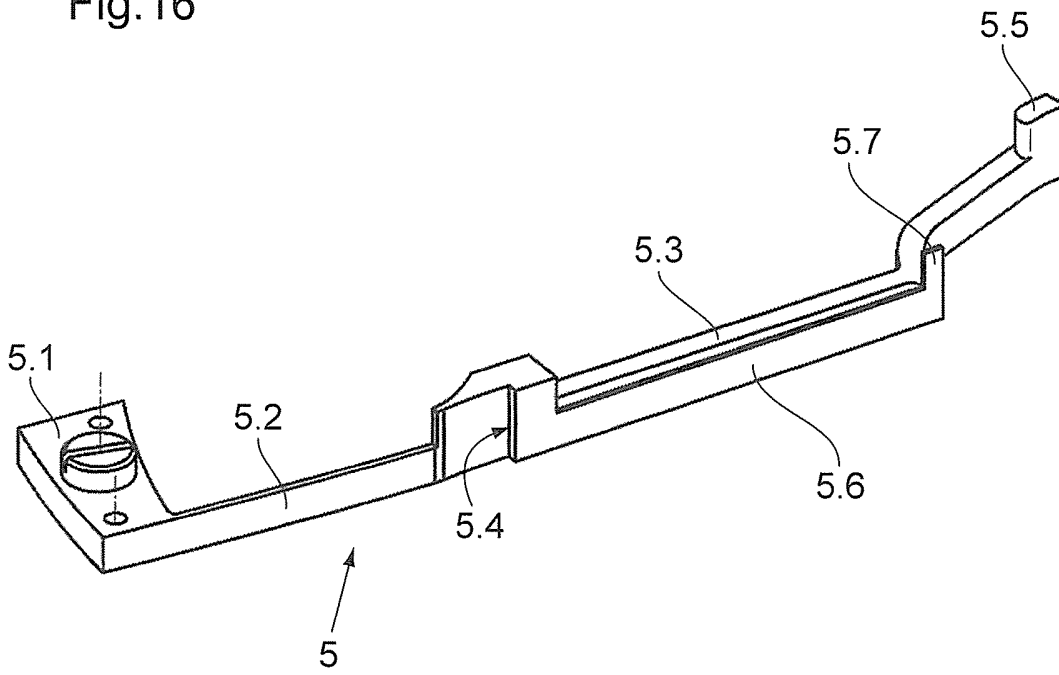


Fig.17

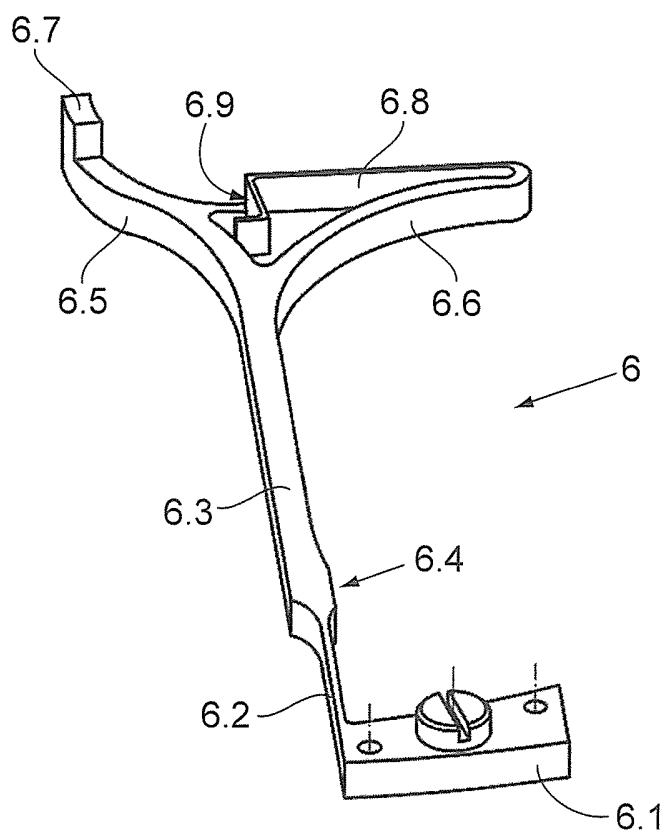


Fig.18

