

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2020/007619 A2

(43) Date de la publication internationale
09 janvier 2020 (09.01.2020)

(51) Classification internationale des brevets :
G04B 15/02 (2006.01)

[CH/CH] ; Eplatures-Grise 16, 2301 La Chaux-de-Fonds (CH).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2019/066323

(72) Inventeurs : **FORSEY, Stephen** ; Les Frêtes 160, 2416 Les Brenets (CH). **GREUBEL, Robert** ; Les Calame 18, 2400 Le Locle (CH). **DESCHANEL, Fabrice** ; Sur la Roche 42, 25130 Villers-le-Lac (FR). **ZWAHLEN, Christophe** ; La Crête 90, 2416 Les Brenets (CH). **CORNEILLE, Florian** ; Allée des Champs de l'Epine 33, 25700 Mathay (FR).

(22) Date de dépôt international :
20 juin 2019 (20.06.2019)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(74) Mandataire : **E-PATENT S.A.** ; Saint-Honoré 1 Case postale 2510, 2001 Neuchâtel (CH).

(30) Données relatives à la priorité :
18181276.9 02 juillet 2018 (02.07.2018) EP
18209214.8 29 novembre 2018 (29.11.2018) EP

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,

(71) Déposants : **COMPLITIME SA** [CH/CH] ; Eplatures-Grise 16, 2301 La Chaux-de-Fonds (CH). **GFPI SA**

(54) Title: TIMEPIECE ESCAPEMENT MECHANISM

(54) Titre : MECANISME D'ÉCHAPPEMENT HORLOGER

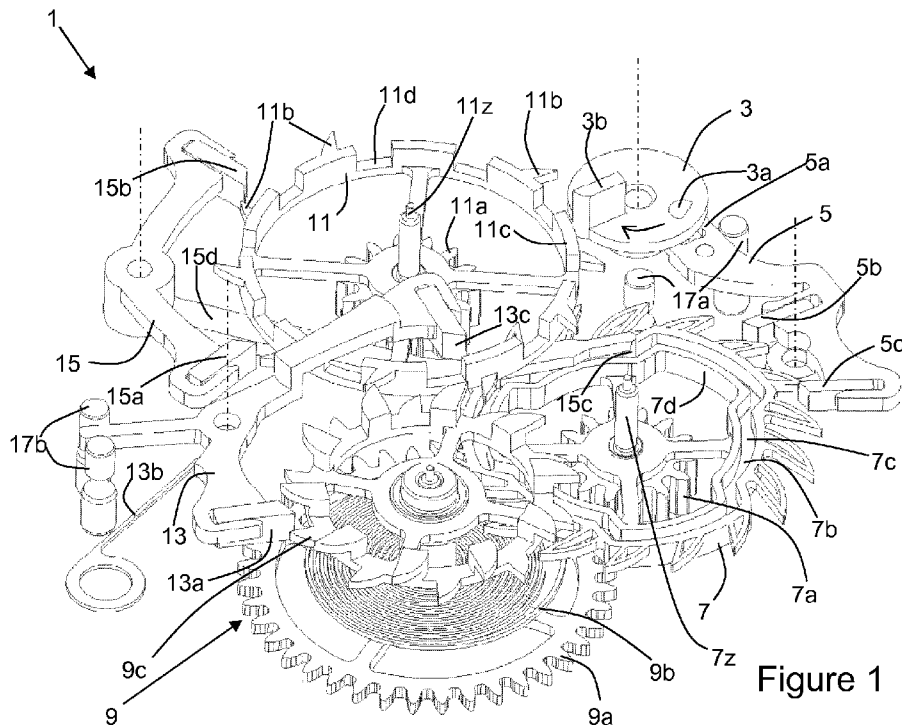


Figure 1

(57) Abstract: Disclosed is an escapement mechanism (1) for a timepiece, designed to cooperate with an oscillator arranged to carry out oscillations, said mechanism (1) comprising: - a count wheel (7) arranged for step-wise forward rotation depending on the oscillations of the oscillator; - an impulse wheel (11) designed to be kinematically linked to a power source, said impulse wheel (11) being arranged to be periodically blocked and released under the control of the count wheel (7) and to supply impulses to the oscillator, characterized in that: - when said escapement mechanism (1) is operating, the count wheel (7) is continuously subjected to a torque; - and the count wheel (7) is arranged to rotate forward by one half-step of its tothing for every vibration of the oscillator.



WO 2020/007619 A2

HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport (règle 48.2(g))*

(57) Abrégé : Mécanisme d'échappement (1) pour pièce d'horlogerie, destiné à coopérer avec un oscillateur agencé pour effectuer des oscillations, ledit mécanisme (1) comprenant : - une roue de comptage (7) agencée pour avancer en rotation par pas en fonction des oscillations dudit oscillateur; - une roue d'impulsion (11) destinée à être en liaison cinématique avec une source motrice, ladite roue d'impulsion (11) étant agencée pour être bloquée et libérée périodiquement sous la commande de ladite roue de comptage (7) et de fournir des impulsions audit oscillateur; caractérisé en ce que : - lors du fonctionnement dudit mécanisme d'échappement (1), ladite roue de comptage (7) est soumise en permanence à un couple; - ladite roue de comptage (7) est agencée pour avancer en rotation à raison d'un

Description**MECANISME D'ECHAPPEMENT HORLOGER****5 Domaine technique**

[0001] La présente invention se rapporte au domaine de l'horlogerie. Elle concerne, plus particulièrement, un mécanisme d'échappement.

Etat de la technique

10 [0002] L'échappement à ancre suisse associé à un oscillateur balancier-spiral est devenu le système réglant le plus souvent utilisé de nos jours. Il est simple, fiable, résistant aux chocs et est bien maîtrisé par les horlogers. Cependant, il n'est pas sans défauts, notamment au niveau du rendement énergétique ainsi qu'en ce qui concerne son isochronisme. En effet, l'interaction à chaque
15 alternance du balancier entre la roue d'échappement et l'ancre ainsi que les chocs engendrés gaspillent beaucoup d'énergie. De plus, le tirage de l'ancre lors du dégagement engendre également une perturbation significative des oscillations du balancier. En effet, l'utilisation d'une ancre pour, à la fois déclencher une impulsion et la transmettre au balancier, n'est pas optimale.

20 [0003] L'échappement à détente représente une amélioration au niveau du rendement et de l'isochronisme, le levier de détente étant actionné une fois par oscillation et l'impulsion étant fournie directement par la roue d'échappement à une palette d'impulsion solidaire en rotation du balancier. Le balancier est ainsi perturbé par l'impulsion une fois par oscillation au lieu
25 de chaque alternance, et cette perturbation est moins importante que dans le cas de l'ancre suisse. En effet, la résistance que fournit le levier de détente est inférieure à celle de l'ancre car l'impulsion est donnée directement par la roue d'échappement au lieu d'être transmise par une ancre ou similaire, ce qui engendre une consommation inférieure en énergie. Le rendement de
30 l'échappement et la réserve de marche du mouvement sont ainsi améliorés.

[0004] Le document CH712052 décrit un échappement particulier à coups perdus. Le balancier porte un système d'entraînement unidirectionnel qui entraîne

une fois par oscillation une roue de comptage à raison d'un pas par entraînement. Cette roue de comptage est positionnée par un sautoir, et comporte une came qui, une fois par n pas de la roue de comptage, soulève un levier de blocage qui retient une roue à impulsion. Cette dernière est ainsi libre de pivoter pour donner une impulsion directement au balancier et est rebloquée par le levier de blocage jusqu'au prochain actionnement.

[0005] Cependant, la présence d'un système d'entraînement unidirectionnel monté solidaire en rotation du balancier présente des difficultés au niveau de sa mise au point et en ce qui concerne l'équilibrage du balancier. En effet, cet agencement est peu, voire même pas, compatible avec des balanciers conventionnels. Par ailleurs, l'utilisation d'un sautoir pour positionner la roue de comptage présente une faible résistance aux chocs et est susceptible d'être améliorée au niveau de la résistance présentée au balancier lors de l'entraînement de ladite roue.

[0006] Le but de l'invention est par conséquent de proposer un échappement pour une pièce d'horlogerie dans lequel les défauts susmentionnés sont au moins partiellement surmontés.

Divulguation de l'invention

[0007] De façon plus précise, l'invention concerne un mécanisme d'échappement pour pièce d'horlogerie, comme défini par la revendication 1.

[0008] Ce mécanisme d'échappement est, bien entendu, destiné à coopérer avec un oscillateur agencé pour effectuer des oscillations, comme par exemple un oscillateur balancier-spiral, comprenant une masse inertielle (appelée typiquement un « balancier »), agencée pour effectuer des oscillations en rotation autour de son axe de rotation sous l'effet d'une force de rappel fournie par un élément élastique tel qu'un ressort spiral.

[0009] Ledit mécanisme comporte :

[0010] - une roue de comptage agencée pour avancer en rotation par pas discrets en fonction des oscillations dudit oscillateur ;

[0011] - une roue d'impulsion destinée à être en liaison cinématique avec une source motrice tel qu'un barillet stockant un ressort moteur, ladite roue

d'impulsion étant agencée pour être bloquée et libérée périodiquement sous la commande directe ou indirecte de ladite roue de comptage, c'est-à-dire en fonction de sa rotation et ainsi de sa position angulaire et également de fournir des impulsions audit oscillateur. En d'autres mots, ce sont les déplacements en rotation de la roue de comptage qui engendrent la libération de la roue d'impulsion, et qui déclenchent ainsi ses rotations périodiques.

5 [0012] Selon l'invention, lors du fonctionnement dudit système, la roue de comptage est soumise en permanence à un couple, par exemple sous l'effet d'un élément élastique qui exerce directement ou indirectement une force dans la direction du sens de rotation de la roue de comptage à tout moment, et ladite roue de comptage est agencée pour avancer en rotation à raison d'un demi pas de sa denture par alternance dudit oscillateur.

10 [0013] Par ces moyens, la perturbation des oscillations de l'oscillateur est minimisée pour deux raisons. Premièrement, aucun sautoir ou cliquet n'est nécessaire pour la rétention de la roue de comptage puisque cette dernière est soumise en permanence à un couple et peut donc être bloquée par une ou plusieurs palettes ou similaires. Ce couple assure l'entraînement en rotation de la roue de comptage, qui ne s'effectue donc pas par un système d'entraînement unidirectionnel solidaire en rotation de l'oscillateur – le seul effet de l'oscillateur étant de libérer la roue de comptage au lieu de l'entraîner. Il va presque sans dire qu'une libération de la roue nécessite moins de force qu'un entraînement direct, ce qui perturbe moins l'oscillateur. Par ailleurs, cette perturbation réduite se partage entre les deux alternances opposées de l'oscillateur au lieu de se concentrer dans l'une des deux. La perturbation se divise donc plutôt symétriquement entre les deux alternances au lieu de représenter une grande perturbation due à un entraînement d'une roue en alternance sur deux. La perturbation de l'oscillateur étant ainsi minimisée, son isochronisme est amélioré, tout en gardant l'excellente réserve de marche que permet un échappement à coup(s) perdu(s).

20 [0014] Avantageusement, le mécanisme comprend un premier levier de blocage agencé pour évoluer entre une première position angulaire et une seconde

position angulaire lors d'une première alternance dudit oscillateur, et pour évoluer entre ladite seconde position angulaire et ladite première position angulaire lors d'une seconde alternance dudit oscillateur, ledit levier de blocage étant agencé pour bloquer la rotation de ladite roue de comptage et pour libérer cette dernière à raison d'un demi pas de sa denture lors de chacune desdites évolutions dudit premier levier de blocage.

5 [0015] Avantageusement, le mécanisme comprend en outre un deuxième levier de blocage agencé pour bloquer et pour libérer ladite roue d'impulsion en fonction de la rotation de ladite roue de comptage. À cet effet, ledit deuxième levier de blocage peut être agencé pour libérer ladite roue d'impulsion à 10 raison d'un pas de sa denture à chaque n alternances dudit oscillateur, n étant un nombre supérieur à deux et de préférence pair, et encore préférentiellement égal à quatre ou à six.

[0016] Avantageusement, le deuxième levier de blocage comprend un suiveur de 15 came agencé pour coopérer avec au moins une came ou au moins un chemin de came solidaire en rotation de ladite roue de comptage. Le suiveur peut être, par exemple, un ergot, une goupille, une fourchette ou similaire qui peut venir de matière avec ladite roue de comptage ou peut être rapporté sur cette dernière ou peut être composé d'un élément solidaire en rotation de la 20 roue de comptage. On peut prévoir, par exemple, plusieurs comes distinctes, une came continue ou un chemin de came continue qui coopère avec un suiveur de came de forme appropriée pour la forme choisie pour la came. On note que le terme « came » est à prendre au sens large, une came pouvant ainsi non seulement présenter une forme conventionnelle mais pouvant 25 également présenter une forme de denture particulière, des goupilles ou ergots, des successions de goupilles ou ergots formant un chemin, une spline etc. ou tout autre élément exerçant une action de came.

[0017] Avantageusement, ledit deuxième levier de blocage comporte au moins une 30 palette agencée pour bloquer et pour libérer (le moment venu) ladite roue d'impulsion. Cette palette peut être en pierre ou similaire ou peut être venue de matière avec ledit levier.

- [0018] Avantageusement, ledit deuxième levier de blocage comporte une seule palette agencée pour bloquer et pour libérer ladite roue d'impulsion, ledit deuxième levier de blocage étant agencé pour être soulevé par une bascule d'actionnement afin de libérer ladite roue d'impulsion. Cette bascule d'actionnement est agencée pour évoluer en translation entre une position retractée dans laquelle ladite bascule d'actionnement est hors de la portée d'une palette d'actionnement solidaire en rotation dudit oscillateur et une position active dans laquelle ladite bascule d'actionnement est susceptible de coopérer avec ladite palette d'actionnement pour soulever ledit deuxième levier de blocage. L'état de ladite bascule d'actionnement, c'est-à-dire si elle se trouve dans une position active ou une position retractée, est déterminé en fonction de la position angulaire de ladite roue de comptage. Dans ce mode de réalisation, la libération de la roue d'impulsion est ainsi commandée par la roue de comptage et déclenchée par la palette d'actionnement.
- [0019] Avantageusement, ladite bascule d'actionnement est agencé pour évoluer entre ladite position active et ladite position retractée sous l'effet d'une bascule de commande portant un suiveur de came agencé pour coopérer avec un chemin de came ou des cames solidaire(s) en rotation de ladite roue de comptage.
- [0020] Avantageusement, ledit couple, auquel ladite roue de comptage est soumise, est fourni par l'intermédiaire d'un élément élastique remonté directement ou indirectement par la roue d'impulsion. Ledit couple reste ainsi substantiellement constant lors du fonctionnement du mécanisme, l'élément élastique étant rechargé chaque fois que la roue d'impulsion se déplace angulairement.
- [0021] Avantageusement, ledit élément élastique fait partie d'un ensemble de recharge comprenant une roue en liaison cinématique avec ladite roue de comptage. Une première extrémité dudit élément élastique peut ainsi être fixée à ladite roue et une seconde extrémité dudit élément élastique étant solidaire en rotation d'une roue de recharge agencée pour être entraînée en rotation par une denture que comporte ladite roue d'impulsion.

- 5 [0022] Avantageusement, ladite roue de recharge est agencée pour être retenue par un levier de rétention agencé pour bloquer une rotation de ladite roue de recharge dans un premier sens et pour être soulevée par une dent de ladite roue de recharge lorsque cette dernière pivote dans un deuxième sens, opposé audit premier sens.
- 10 [0023] Avantageusement, ledit levier de rétention est agencé pour coopérer avec une pluralité de butées prévues sur ladite roue d'impulsion, lesdites butées étant agencées pour empêcher ledit levier de rétention de se dégager, sauf lorsque ladite roue de recharge est en train d'être entraînée par ladite roue d'impulsion. Le levier de rétention est ainsi protégé des chocs et aucun déclenchement intempestif de la roue d'impulsion n'est possible.
- 15 [0024] Avantageusement, ladite roue d'impulsion ainsi que ladite roue de recharge comportent chacune une pluralité de dents distribuées entre au moins deux plans différents, chaque dent d'un premier plan se situant angulairement entre deux dents angulairement adjacentes de l'autre plan(s).
- 20 [0025] Avantageusement, une première extrémité dudit élément élastique est solidaire en rotation de ladite roue d'impulsion et une deuxième extrémité dudit élément élastique étant solidaire en rotation d'une roue en liaison cinématique avec ladite roue de comptage. Cette construction est notamment très compacte et ne nécessite aucune roue de recharge séparée.
- 25 [0026] Avantageusement, ledit deuxième levier de blocage comporte une seule palette de blocage agencée pour bloquer la roue d'impulsion ainsi qu'un suiveur de came agencé pour coopérer avec au moins une came que comporte ladite roue de comptage, ladite roue de comptage comportant une pluralité de butées agencées pour empêcher ledit deuxième levier de blocage de libérer ladite roue d'impulsion sauf lorsque ledit suiveur de came est en train d'être actionné par ladite au moins une came. Cet agencement de butées protège le deuxième levier de blocage des chocs, l'empêchant de se soulever sauf lorsqu'il est actionné par ladite au moins une came.
- 30 [0027] Avantageusement, la roue d'impulsion et la roue de comptage sont pivotées chacune autour de leur propre axe de rotation, chacun de ces axes étant

distinct de l'autre, ce qui permet de rendre l'échappement compact en hauteur.

[0028] Ledit mécanisme peut être intégré dans un mouvement d'horlogerie comprenant un mécanisme selon l'une des revendications précédentes ainsi qu'un oscillateur agencé pour coopérer avec ledit mécanisme, ce mouvement pouvant être intégré dans une pièce d'horlogerie.

Brève description des dessins

[0029] D'autres détails de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui suit, faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- Les figures 1 à 10 sont des représentations isométriques d'un premier mode de réalisation d'un échappement selon l'invention, lors de plusieurs de ses phases de fonctionnement ;
- Les figures 11 à 13 sont des représentations isométriques selon différents angles d'un deuxième mode de réalisation d'un échappement selon l'invention, juste avant la libération de la roue de comptage ;
- Les figures 14 à 21 sont des représentations isométriques selon différents angles d'un troisième mode de réalisation d'un échappement selon l'invention, dans plusieurs états de fonctionnement ; et
- La figure 22 est une représentation isométrique de la bascule d'actionnement du troisième mode de réalisation.

25 Modes de réalisation de l'invention

[0030] La figure 1 illustre un premier mode de réalisation d'un mécanisme d'échappement 1 selon l'invention.

[0031] L'échappement 1 coopère avec un oscillateur balancier-spiral, dont seul le plateau 3 a été représenté afin de ne pas surcharger les dessins et dont l'axe de rotation a été représenté par une ligne de chaîne verticale. Ce plateau 3, ainsi que le balancier-spiral auquel il est solidaire en rotation, peuvent être de forme conventionnelle mais d'autres variantes connues (par exemple balanciers sans serges, à haute fréquence ou similaires) sont également

possibles. Le plateau comporte une cheville 3a ainsi qu'une palette d'impulsion 3b, qui peuvent alternativement être montées directement sur le balancier. Ces composants présentent chacun une forme conventionnelle, la cheville 3a servant à faire pivoter un premier levier de blocage 5 par l'intermédiaire d'une fourchette 5a que comporte ce dernier. On note qu'il est également possible que le plateau 3 soit composé de plusieurs pièces, par exemple dans le but de pouvoir régler la position angulaire de l'un ou l'autre de la cheville 3a et de la palette d'impulsion 3b par rapport au plateau 3, et ce sans influencer la position de l'autre.

5 [0032] Ladite fourchette 5a est bien connue dans le contexte de l'échappement à ancre suisse. Elle coopère avec la cheville 3a une fois par alternance afin de déplacer le premier levier de blocage 5 d'une première position angulaire stable (illustrée sur la figure 1), vers une deuxième position angulaire stable (illustrée sur la figure 2) lors d'une alternance du balancier dans un premier sens (horaire selon l'orientation représentée sur la figure 1) et dans l'autre sens lors de l'alternance du balancier dans l'autre sens (antihoraire selon l'orientation de la figure 1). Les positions angulaires extrêmes du premier levier de blocage sont définies par des butées conventionnelles 17a, disposées de part et d'autre d'un bras dudit levier 5.

15 [0033] Le premier levier de blocage 5 comporte une paire de palettes 5b, 5c, qui coopèrent avec une roue de comptage 7, qui est pivotée autour d'un axe de rotation correspondant 7z et qui est soumise à un couple tendant à l'entraîner dans le sens horaire (selon l'orientation de la figure 1) lorsque l'échappement fonctionne. Lorsque le premier levier de blocage 5 se trouve dans sa première position angulaire (voir la figure 1), la palette de sortie 5c bloque une dent de la roue de comptage 7, et, lorsque ledit levier 5 se trouve dans sa deuxième position angulaire, la palette d'entrée 5b bloque à son tour une autre dent de la roue de comptage 7. Ce faisant, lors de chaque alternance du balancier, la roue de comptage 7 avance à raison d'un demi pas de sa denture, un pas entier étant effectué lors d'une oscillation complète, qui se compose par définition de deux alternances successives. Bien que les palettes 5a, 5b aient été représentées ici comme des palettes en pierre

20

25

30

fixées au premier levier de blocage 5, elles peuvent alternativement être venues de matière avec cette dernière. En effet, le terme « palette » signifie plutôt un élément fonctionnel solidaire du levier 5 au lieu d'un élément distinct rapporté sur ce dernier, ce qui s'applique également à toute palette mentionnée dans le présent texte.

5

[0034] Afin de fournir du couple pour assurer l'avancement de la roue de comptage 7, le mécanisme d'échappement 1 comporte, en outre, un ensemble de recharge 9, qui comprend une roue 9a en liaison cinématique avec la roue de comptage 7 par le biais d'un pignon 7a solidaire en rotation de cette dernière. Coaxiale à ladite roue 9a se trouvent une roue de recharge 9c ainsi qu'un élément élastique 9b, dont l'une de ses extrémités est fixée à ladite roue 9a et dont l'autre extrémité est fixée à la roue de recharge 9c. La roue 9a peut pivoter par rapport à la roue de recharge 9c, et, lorsque le mécanisme 1 est au repos, l'élément élastique est soumis à une précontrainte. La roue de comptage 7 est ainsi soumise à un couple à tout moment, ce couple étant fourni par l'élément élastique 9b et tendant à entraîner la roue de comptage 7 dans son sens de rotation. On note que l'élément élastique 9b tel que représenté est un ressort spiral, mais d'autres formes sont également possibles, comme par exemple, une lame-ressort ou tout autre élément élastique connu de l'homme du métier.

10

15

20

[0035] Dans ce mode de réalisation, la roue de recharge 9c est entraînée par la roue d'impulsion 11, comme expliqué ci-dessous, et est empêchée de pivoter dans le mauvais sens par un levier de rétention 13, dont les positions angulaires extrêmes sont définies par des butées ad hoc 17b. Ce levier de rétention 13 comporte une palette de blocage 13a qui, au repos, coopère avec un flanc droit d'une dent que comporte la roue de recharge 9c. Lorsque la roue de recharge 9a est pivotée dans le sens antihoraire (par rapport à la figure 1) par une dent de la roue d'impulsion 11, la palette de blocage 13a est soulevée par le flanc courbe de la dent suivante, comme décrit ci-dessous.

25

30

[0036] La roue d'impulsion 11 est pivotée autour de son propre axe de rotation 11z, et est entraînée par une source motrice tel qu'un barillet, la force arrivant sur

son pignon 11a qui lui est solidaire en rotation. Ce pignon 11a sert ainsi comme entrée de couple pour le mécanisme 1.

5 [0037] La roue d'impulsion 11 comporte une pluralité de dents d'impulsion 11b, agencées selon deux rangées sur deux niveaux différents de la roue d'impulsion 11, les dents d'une rangée étant interposées angulairement entre
celles de l'autre avec des séparations angulaires constantes. Ces dents coopèrent avec la palette d'impulsion 3b, qui présente une hauteur suffisante pour coopérer avec les deux rangées. On note par ailleurs qu'un
10 agencement des dents 11b dans un seul plan est également possible, mais la configuration choisie permet d'éviter que des dents angulairement adjacentes entrent intempestivement en contact avec d'autres éléments, par exemple, lors de l'entraînement de la roue de recharge 9c. Pour le surplus, on peut également agencer les dents selon plus de deux rangées sur plus de
deux niveaux différents, les dents de la roue de recharge 9c étant bien
15 entendu agencées pour coopérer correctement avec les rangées de dents de la roue d'impulsion.

[0038] La roue d'impulsion 11 est bloquée par un deuxième levier de blocage 15, qui comporte une paire de palettes 15a et 15b agencées pour bloquer les
dents 11b de la roue d'impulsion 11 et pour les libérer une par une lorsque le
20 levier de blocage 15 est déplacé de l'une de ses positions angulaires stables à l'autre, de manière conventionnelle. Dans ce mode de réalisation, le deuxième levier de blocage 15 reprend donc la forme d'une ancre, et les mêmes commentaires, qu'émis ci-dessus dans le cadre des palettes 5b et 5c, s'appliquent aux palettes 15a et 15b.

25 [0039] Le déplacement angulaire du deuxième levier de blocage 15 pour effectuer la libération de la roue d'impulsion 11 est commandé par la roue de comptage 7, qui comporte un chemin de came 7b. Ce dernier comporte des tronçons à rayon inférieur 7c et des tronçons à rayon supérieur 7d, régulièrement répartis angulairement. Un suiveur de came 15c, sous forme d'une goupille,
30 est porté par un bras 15d du deuxième levier de blocage 15 et prend place dans ce chemin de came 7b. Ce dernier est conformé pour commander le deuxième levier de blocage 15 afin de libérer la roue d'impulsion une fois par

n oscillations du balancier lors de la transition d'un tronçon à rayon inférieur 7c à un tronçon à rayon supérieur 7d, et inversement. Dans le mode de réalisation illustré, n est trois et, par conséquent, le rayon du chemin de came change chaque trois dents de la roue de comptage, mais il peut en principe changer plus ou moins fréquemment. De ce fait, après le passage de trois dents (c'est-à-dire suite à 6 alternances du balancier), le deuxième levier de blocage 15 change de position angulaire de l'une de ses positions extrêmes à l'autre et l'une des dents 11b de la roue d'impulsion 11 coopère avec la palette d'impulsion 3b afin de transmettre une impulsion à l'oscillateur. Alternativement, la roue de comptage 7 peut comporter une came conventionnelle, un suiveur de came porté par le deuxième levier de blocage 15 étant maintenu en contact avec ladite came par un élément élastique ad hoc. Encore alternativement, la roue de comptage 7 peut comporter une came à rayon constant, le deuxième levier de blocage 15 présentant une fourchette dont les deux bras suivent ladite came.

[0040] Avant d'être bloquée à nouveau par l'une des palettes 15a, 15b du deuxième levier de blocage 15, l'une des dents 11b de la roue d'impulsion coopère avec une dent de la roue de recharge 9c afin de l'entraîner à raison d'un pas de sa denture, cette dernière comportant également deux rangées de dents agencées dans deux plans différents afin de pouvoir coopérer avec la denture à deux rangées de la roue d'impulsion. De ce fait, le levier de rétention 13 est soulevé par le flanc courbe d'une dent, puis retombe dans la trajectoire de la dent suivante sous l'effet d'un ressort de rappel 13b afin de rebloquer la roue de recharge 9c.

[0041] Afin de protéger le levier de rétention 13 des chocs, il comporte, en outre, une palette de sécurité 13c, qui prend place à l'intérieur de la roue d'impulsion 11. Cette dernière comporte une pluralité de butées 11c s'étendant en saillie de sa serge selon une direction parallèle à l'axe de rotation de la roue 11. Ces butées 11c servent à empêcher un soulèvement du levier de rétention 13 sauf lors de l'entraînement de la roue de recharge 9c. À cet effet, les butées 11c sont agencées pour bloquer la palette de sécurité 13c, et des interstices 11d séparant lesdites butées 11c sont

positionnées pour permettre le passage de la palette de sécurité 13c exclusivement au moment de l'entraînement de la roue de recharge 9c. De ce fait, le levier de rétention 13 est empêché de se déplacer angulairement de manière intempestive, par exemple suite à un choc. Même si les butées 11c et les interstices 11d ont été illustrées comme étant venues de matière avec la roue d'impulsion 11, elles peuvent également être définies par un (ou même plusieurs) élément(s) rapporté(s) sur cette dernière.

5

[0042] La construction et le principe général d'opération de l'échappement de la figure 1 ayant été décrits, les phases de son fonctionnement seront maintenant expliquées plus en détails. Par la suite, seuls les signes de référence mentionnés dans le texte dans le contexte d'une figure particulière seront reproduites sur la figure en question.

10

[0043] La figure 1 illustre les positions des composants lors d'une première alternance de l'oscillateur dans le sens indiqué. La roue de comptage 7 est bloquée par la palette de sortie 5c du premier levier de blocage 5, qui se trouve dans sa première position angulaire. Le plateau 3 est en train de pivoter dans le sens horaire (par rapport à la figure 1) et la cheville 3a vient d'entrer dans la fourchette 5a du premier levier de blocage 5. La goupille 15c du deuxième levier de blocage 15 se trouve au début d'un tronçon à rayon inférieur du chemin de came 7b et la roue d'impulsion 11 est bloquée par la palette de sortie 15b du deuxième levier de blocage 15.

15

20

[0044] Sur la figure 2, le plateau 3 a pivoté jusqu'au point où le premier levier de blocage 5 est arrivé dans sa deuxième position angulaire après avoir pivoté dans le sens antihoraire (par rapport à la figure 2). Ce changement de position angulaire a libéré la roue de comptage, qui a pivoté à raison d'un demi pas de sa denture sous l'effet de l'élément élastique 9b, et a été bloquée à nouveau par la palette d'entrée 5b du premier levier de blocage 5. La goupille 15c du deuxième levier de blocage reste dans le même tronçon à rayon inférieur du chemin de came 7b, et le reste du mécanisme demeure ainsi dans le même état.

25

30

- [0045] La figure 3 illustre la situation lors de la prochaine alternance, dans le sens antihoraire (par rapport à la figure 3), après actuation du premier levier de blocage 5 par la cheville 3a. À nouveau, le changement de position angulaire du premier levier de blocage 5 de sa deuxième position angulaire à sa première position angulaire libère la roue de comptage 7 à raison d'encore un demi pas sous l'effet de l'élément élastique 9b, la roue de comptage 7 étant bloquée à nouveau par la palette de sortie 5c du premier levier de blocage 5. Ce faisant, la goupille 15c du deuxième levier de blocage demeure dans le même tronçon à rayon inférieur du chemin de came 7b, et le reste du mécanisme demeure ainsi dans le même état.
- [0046] Ce cycle continue jusqu'à ce que la goupille 15c atteigne la fin du tronçon à rayon inférieur du chemin de came 7b, ce qui a lieu à la sixième alternance comptée depuis l'état illustré sur la figure 1.
- [0047] Le moment du dégagement de la roue de comptage 7 lors de la sixième alternance est illustré sur la figure 4.
- [0048] La roue de comptage 7 a pivoté et la goupille 15c du deuxième levier de blocage 15 vient de monter vers le prochain tronçon du chemin de came 7b, à rayon supérieur 7d.
- [0049] Cette transition de tronçon a fait pivoter le deuxième levier de dégagement 15, qui a soulevé sa palette de sortie et a libéré la roue d'impulsion.
- [0050] Sur la figure 5, la goupille 15c a terminé sa montée dans le tronçon à rayon supérieur 7d et la palette de sortie 5c du premier levier de blocage 5 a bloqué la dent suivante de la roue de comptage 7, ce qui a eu pour effet de l'arrêter.
- [0051] Simultanément, une dent de la roue d'impulsion 11 rattrape la palette d'impulsion 3b et commence à donner une impulsion à cette dernière.
- [0052] La figure 6 illustre l'état des composants à la fin de l'impulsion, juste avant que le contact entre la palette d'impulsion 3b et la dent correspondante de la roue d'impulsion 11 soit rompu. En même temps, une autre dent de la roue d'impulsion entre en contact avec la face droite d'une dent de la roue de recharge 9c, comme indiqué par l'ovale correspondant.

- [0053] La figure 7 illustre l'état des composants lors de la recharge de la roue de recharge 9c. La dent de la roue d'impulsion 11, qui interagit à ce moment-là avec la roue de recharge 9c, fait pivoter cette dernière dans le sens antihoraire (par rapport à la figure 7), ce qui remonte l'élément élastique 9b.
- 5 Lors de cet entraînement, la face courbée d'une autre dent de la roue de recharge 9c entre en contact avec la palette de blocage 13a. À ce moment précis, la palette de sécurité 13c est en regard d'un interstice 11d entre deux butées 11c de la roue d'impulsion 11. L'oscillateur continue son parcours et ne nous concerne plus jusqu'à la prochaine alternance.
- 10 [0054] La figure 8 illustre l'état des composants quelques instants après celui décrit sur la figure 7. La palette de blocage 13a a atteint le sommet de la dent de la roue de recharge 9c et la palette de sécurité 13c est rentrée dans l'interstice 11d, ce qui permet un déplacement angulaire suffisant de la part du levier de rétention 13 pour effectuer cette opération.
- 15 [0055] La figure 9 illustre la situation une fois que la palette de blocage 13a a dépassé le sommet de la dent de la roue de recharge 9c. La palette de blocage 13a ainsi que le levier de rétention 13, dont elle est solidaire, retombent dans leur position initiale sous l'effet de leur ressort de rappel 13b. Ce faisant, la palette de sécurité 13c sort de l'interstice 11d et la palette de
- 20 blocage 13a bloque la face droite de la dent suivante de la roue de recharge 9c, l'arrêtant à nouveau. La roue d'impulsion 11 reste libre pour le moment, et continue donc à pivoter dans le sens horaire (par rapport à la figure 9).
- [0056] La figure 10 illustre la fin de cette phase de rotation de la roue d'impulsion 11, l'une de ses dents étant rentrée en contact avec la palette d'entrée 15a du deuxième levier de blocage 15.
- 25 [0057] Six alternances de l'oscillateur plus tard, le même cycle d'impulsion et de recharge se répète, le deuxième levier de blocage 15 permutant depuis sa deuxième position angulaire, comme illustré sur la figure 10, vers sa première position angulaire, comme illustré sur la figure 1, lorsque le suiveur de came
- 30 15c effectue la transition du tronçon à rayon supérieur au tronçon à rayon inférieur du chemin de came 7b. Le système est ainsi remis dans sa position de départ et le cycle entier se répète.

- [0058] Il est ainsi clair que, en modifiant la forme du chemin de came 7b, le constructeur peut modifier le nombre de coups perdus de l'échappement. Il peut même agencer l'échappement pour donner des impulsions de manière asymétrique, c'est-à-dire que le nombre d'alternances comptées peut varier, par exemple selon une séquence de 4 alternances, puis 6 alternances, puis 4 alternances, puis 6 alternances, en agissant sur les longueurs angulaires respectives des tronçons à rayon inférieur 7c et supérieur 7d.
- [0059] Les figures 11 à 13 illustrent un deuxième mode de réalisation d'un mécanisme d'échappement 1 selon l'invention, sous plusieurs angles. Le principe de fonctionnement de ce mode de réalisation reste substantiellement similaire à celui du mode de réalisation des figures 1 à 10 et par conséquent seules les différences structurelles et fonctionnelles seront décrites par la suite.
- [0060] Le deuxième levier de blocage 15 de ce mode de réalisation reprend la forme d'une détente au lieu d'une ancre et, à cet effet, ne comporte qu'une seule palette de blocage 15a. Cette dernière est maintenue en prise avec la roue d'impulsion 11 par le biais d'un élément élastique de rappel 15f, dont l'une des extrémités est fixée à un élément de bâti (non illustré), l'autre exerçant une force sur le levier 15. Les positions angulaires extrêmes de ce dernier sont à nouveau définies par des butées ad hoc 17c. La roue d'impulsion 11, qui ne comporte qu'une seule rangée de dents agencées dans un seul plan, est agencée pour pivoter dans le sens antihoraire (par rapport à la figure 11), mais des modifications pour la faire pivoter dans l'autre sens sont à la portée de l'homme du métier.
- [0061] Le deuxième levier de blocage 15 est actionné par une pluralité de cames 7f, solidaires en rotation de la roue de comptage 7, qui sont agencées pour soulever le suiveur de came 15c, qui est porté à nouveau par un bras 15d du deuxième levier de blocage 15, et est formé comme prolongement de ce dernier en direction de la roue de comptage 7. Une fois par n alternances (n étant 6 ici), l'une des cames 7f, qui présentent ici la forme d'une pluralité de dents individuelles, soulève le deuxième levier de blocage 15, qui laisse échapper une dent de la roue d'impulsion 11. Le deuxième levier de blocage

15 retombe immédiatement sous l'effet de son élément élastique 15f et la rotation de la roue d'impulsion 11, à raison d'un pas, fournit une impulsion à la palette d'impulsion 3b dans le sens horaire (par rapport à la figure 11), par l'intermédiaire d'une autre de ses dents. Puis, la palette 15a rebloque la roue d'impulsion 11.

5

[0062] Afin d'assurer que le deuxième levier de blocage 15 n'est pas soulevé intempestivement suite à un choc, la roue de comptage 7 est munie d'une pluralité de butées 7g s'étendant en saillie depuis la serge de la roue de comptage 7, ces butées 7g étant séparées par des interstices 7h. À nouveau, ces butées 7g s'étendent parallèlement à l'axe de rotation de la roue de comptage 7. Lorsque le suiveur de came 15c n'est pas en regard d'un interstice 7h, il est bloqué par l'une des butées 7g et la roue d'impulsion 11 ne peut ainsi pas être libérée. Par contre, lorsque le suiveur de came 15c coopère avec l'une des cames 7f de la roue de comptage 7 pour déplacer le deuxième levier de blocage 15 afin de libérer la roue d'impulsion 11, ledit suiveur 15c est en regard d'un interstice 7h entre deux butées 7g adjacentes, comme le montre plus clairement la figure 12. De ce fait, le suiveur de came 15c n'est pas bloqué par les butées 7g et le deuxième levier de blocage 15 est libre de pivoter suffisamment pour libérer la roue d'impulsion 11 et ainsi déclencher une impulsion.

10

15

20

[0063] Dans ce mode de réalisation, l'ensemble de recharge 9 est simplifié et monté coaxial à la roue d'impulsion. À cet effet, l'extrémité intérieure de l'élément élastique 9b est solidaire en rotation de la roue d'impulsion 11, et aucune roue de recharge n'est présente. Par conséquent, lors de chaque libération de la roue d'impulsion 11 par le deuxième levier de blocage 15, l'élément élastique 9b est simplement remonté par la rotation de l'axe de cette dernière.

25

[0064] Le cycle de fonctionnement de ce mode de réalisation découle donc de manière similaire à celui du mode de réalisation des figures 1 à 10, mutatis mutandis.

30

- [0065] Les figures 14 à 21 illustrent encore un mode de réalisation d'un mécanisme d'échappement 1 selon l'invention. À nouveau, l'ensemble des signes de référence n'apparaît pas sur chaque figure. Ce mode de réalisation sera expliqué en référence à ses différences par rapport à celui des figures 11 à 13, avec lequel il présente les plus grandes similitudes, notamment au vu du fait que la roue d'impulsion 11 est coaxiale à la roue 9a de l'ensemble de recharge 9 et que le deuxième levier de blocage 15 reprend à nouveau la forme d'une détente présentant une seule palette 15a. La force de rappel du deuxième levier de blocage 15 est fournie par un ressort-lame 15f, mais d'autres formes sont possibles.
- [0066] Cependant, dans ce mode de réalisation le deuxième levier de blocage 15 n'est par commandé directement par le chemin de came 7b solidaire en rotation de la roue de comptage 7, mais indirectement par le biais d'une bascule d'actionnement 19, montée en translation et en pivotement sur un élément de bâti non représenté. Ce pivotement sera décrit ci-dessous dans le cadre de la figure 17 et est limité par des butées conventionnelles 17a.
- [0067] La bascule d'actionnement 19 comporte une extrémité 19a, qui est lié au corps principal de ladite bascule 19 par l'intermédiaire d'une lame 19f qui présente une certaine flexibilité, ladite extrémité 19a étant agencée pour coopérer avec une palette d'actionnement 3d solidaire du plateau 3. Cette dernière peut prendre la forme d'une palette conventionnelle, d'une goupille, d'un doigt ou de toute forme équivalente. Elle peut être venue de matière avec le plateau 3 ou peut être un élément rapporté sur ce dernier. Dans l'état représenté sur la figure 14, juste avant la première libération de la roue de comptage 7 au début d'un cycle de fonctionnement, la bascule d'actionnement 19 est dans une position inactive et son extrémité 19a est hors de portée de la palette d'actionnement 3d et n'a donc aucun effet lors des oscillations de l'oscillateur. On note par ailleurs que ladite extrémité 19a se trouve dans un plan différent de celui de la roue d'impulsion 11, et on reviendra sur ce point ci-dessous.
- [0068] La translation de la bascule d'actionnement 19 est commandée par une bascule de commande 21, montée en pivotement sur un élément de bâti

(non représenté). Une première extrémité de cette bascule 21 porte un suiveur de came 21a qui prend place dans ledit chemin de came 7b, l'autre extrémité 21b étant agencée pour déplacer la bascule d'actionnement 19 en translation selon une direction suivant substantiellement l'axe principal de cette dernière. À cet effet, la bascule de commande 21 porte un plot 21c qui prend place avec jeu dans une fente 19d dans la bascule d'actionnement, cette fente 19d s'étendant substantiellement perpendiculaire à ladite direction et à l'axe principal 19g de ladite bascule 19 (voir la figure 22). D'autres configurations sont bien entendu possibles. Une vis 21d, visible sur les figures 14 et 20 exclusivement, assure que la bascule de commande 21 et la bascule d'actionnement ne se séparent pas l'une de l'autre.

[0069] Le chemin de came 7b est conformé de telle sorte que, lors des quatre alternances du balancier qui suivent, le suiveur 21a reste dans un tronçon à rayon supérieur 7d que comporte ledit chemin de came 7b. Ce faisant, la bascule d'actionnement 19 demeure dans sa position rétractée et son extrémité ne coopère pas avec la palette d'actionnement.

[0070] La figure 15 illustre la situation juste avant la libération de la roue de comptage 7 lors de la cinquième alternance, auquel moment le suiveur de came 21a a atteint le bout d'un tronçon à rayon supérieur 7d du chemin de came 7b.

[0071] Le plateau 3 continue à pivoter dans le sens antihoraire (par rapport à la figure 15), soulève le premier levier de blocage 5 et libère la roue de comptage 7, qui avance à raison d'un demi pas sous l'effet de l'élément élastique 9b comme discuté ci-dessus dans le cadre des autres modes de réalisation.

[0072] Les figures 16 et 17 illustrent en deux vues l'état du mécanisme vers la fin de ladite cinquième alternance, le suiveur de came 21a ayant suivi le chemin de came 7b jusqu'au fond d'un tronçon à rayon inférieur 7c. Ce faisant, la bascule de commande 21 a pivoté dans le sens horaire (selon l'orientation de la figure 16), ce qui a engendré une translation de la bascule d'actionnement 19 en direction du plateau 3, comme indiqué par les flèches. La palette 3d d'actionnement vient de soulever l'extrémité 19a de ladite

5 bascule 19, sans effet sur la position angulaire du corps de cette dernière, grâce à l'élasticité de la lame 19f qui permet à l'extrémité 19a de s'écarter lorsque la palette d'actionnement 3d circule dans le sens antihoraire (également selon l'orientation de la figure 16). Pour le surplus, notons que cet écartement de l'extrémité 19a peut se produire dans différentes directions, selon la configuration et la forme des composants du système « *palette d'actionnement – bascule d'actionnement – lame* », notamment de manière parallèle à l'axe de rotation du plateau, de manière radiale ou encore une combinaison des deux. Les modifications au mécanisme pour 10 permettre des écartements selon ces autres directions sont à la portée de l'homme du métier et ne doivent donc pas être décrites en détail ici.

[0073] Afin que ladite translation soit substantiellement rectiligne, la bascule d'actionnement 19 est guidée par ses deux fentes 19b, 19c, qui s'étendent substantiellement parallèle à l'axe principal 19g (voir la figure 20) de la 15 bascule d'actionnement 19. La première fente 19b loge une goupille 15h qui est solidaire du deuxième levier de blocage 15 à un point éloigné de son axe de rotation. La seconde fente 19c contient un plot 23 qui est solidaire en translation d'un élément de bâti et qui sert d'axe de pivotement pour le deuxième levier de blocage 15. Par conséquent, lorsque la bascule de 20 commande 21 pivote comme décrit précédemment, le levier d'actionnement 19 est déplacé en translation de telle sorte que son extrémité 19a pénètre dans la portée de la palette d'actionnement 3d. La bascule d'actionnement 19 se trouve ainsi dans une position active, dans laquelle elle est susceptible de coopérer avec la palette d'actionnement 3d pour déclencher l'impulsion 25 comme sera décrit par la suite.

[0074] L'alternance en cours continue, le plateau 3 continuant son parcours dans le sens antihoraire (par rapport à la figure 16).

[0075] Lors de l'alternance suivante, c'est-à-dire la sixième depuis la situation illustrée dans la figure 14, la palette d'actionnement 3d, circulant dans le 30 sens horaire (par rapport à la figure 16) entre en contact avec l'extrémité 19a de la bascule d'actionnement 19, comme illustré sur la figure 18. L'interaction entre la palette d'actionnement 3d et la bascule d'actionnement 19 s'effectue

avant que la cheville 3a fasse modifier la position angulaire du premier levier de blocage 5. Puisque l'extrémité 19a est liée au corps principal de la bascule d'actionnement 19 par l'intermédiaire de la lame flexible 19f, la bascule 19 comporte également une butée 19h, substantiellement rigide, contre laquelle l'extrémité 19a et/ou la lame 19f bute afin que la palette d'actionnement 3d puisse agir sur la position angulaire de l'ensemble de la bascule d'actionnement 19 lorsqu'elle circule dans le sens horaire par rapport à la figure 16 (mais pas dans l'autre sens comme mentionné ci-dessus).

5

[0076] Comme illustré à la figure 19, la palette d'actionnement 3d soulève l'extrémité 19a de la bascule d'actionnement 19, ce qui soulève le deuxième levier de blocage 15 grâce à l'interaction entre la première fente 19b et la goupille 15h (voir la figure 17).

10

[0077] La roue d'impulsion 11 est ainsi libérée, l'impulsion est déclenchée et l'une des dents de la roue d'impulsion 11 donne une impulsion à la palette d'impulsion 3b dans le sens antihoraire (par rapport à la figure 19) sous l'effet du couple venant de la source motrice (non illustrée) comme décrit ci-dessus dans le cadre des autres modes de réalisation.

15

[0078] Lorsque la palette d'actionnement 3d dépasse l'extrémité 19a et libère par conséquent la bascule d'actionnement 19, cette dernière ainsi que le deuxième levier de blocage 15 retombent sous l'effet de l'élément élastique 15f, la palette de blocage 15a arrêtant et bloquant la dent suivante de la roue d'impulsion. Cette situation est illustrée sur la figure 20.

20

[0079] Puisque la bascule de commande 21 se trouve encore dans la position des figures 16 à 19, la bascule d'actionnement 19 est toujours dans sa position active. Afin d'éviter que la palette d'impulsion 3b bute contre l'extrémité 19a de ladite bascule 19, ce qui arrêterait l'oscillateur, ladite palette 3b comporte une découpe 3f ce qui évite tout contact entre ces deux éléments, l'interaction entre la roue d'impulsion 11 et ladite palette 3b s'effectuent dans un plan différent à celui de ladite découpe 3f.

25

30

[0080] Puis, la cheville 3a entraîne le premier levier de blocage 5 dans le sens antihoraire (par rapport à la figure 20), ce qui libère et fait avancer la roue de

comptage 7 à raison d'un demi pas, le suiveur de came 21a remonte vers le prochain tronçon à rayon supérieur 7d. Ce faisant, la bascule de commande 21 pivote dans le sens antihoraire (par rapport à la figure 20), retirant ainsi la bascule d'actionnement 19 de telle sorte que son extrémité 19a n'est plus dans la portée de la palette d'actionnement 3d et le mécanisme se retrouve ainsi dans la situation illustrée sur la figure 14. Le cycle de fonctionnement peut ainsi recommencer.

[0081] Par ces moyens, à nouveau la roue de comptage 7 commande la libération périodique de la roue d'impulsion 11, même si cette dernière est déclenchée par la palette d'actionnement 3d. En d'autres mots, la position de la bascule d'actionnement 19 est commandée par la roue de comptage 7 via la bascule de commande 21, la position active de la bascule d'actionnement 19 autorisant le déclenchement de l'impulsion.

[0082] Afin d'éviter que la bascule d'actionnement 19 ne soit déplacée en cas de choc et qu'elle n'entre en rotation et/ou en translation - alors qu'elle ne doit pas se trouver dans la zone de passage de la palette d'actionnement 3d (entre la 6^{ème} et la 4^{ème} alternance suivante) - des butées 17a sont prévues afin d'éviter une rotation intempestive de cette bascule : en effet, ceci aurait pour effet de lever le 2^{ème} levier de blocage 15 et de libérer la roue d'impulsion 11 à un instant non-désiré.

[0083] De plus, pour éviter que cette bascule 19 ne se déplace en translation dans ladite zone, le suiveur de came 21a, se trouvant dans le chemin de came 7b (ayant donc un effet antichoc), est empêché de se déplacer intempestivement.

[0084] Cependant, un agencement de cames similaire à celui du mode de réalisation des figures 11 à 13 est également possible, moyennant un agencement antichoc approprié.

[0085] De plus, ente les 5^{èmes} et 6^{ème} alternances, afin que la roue d'impulsion 11 ne soit pas libérée intempestivement en cas de choc, le deuxième levier de blocage 15 porte un doigt 15g, agencé pour buter contre le pourtour du

plateau 3 lorsque ce deuxième levier de blocage 15 n'est pas autorisé à se lever. Afin d'autoriser la libération de la roue d'impulsion 11, exclusivement lorsque le plateau 3 se trouve dans la bonne orientation, une encoche 3f est prévue dans le plateau 3. Lorsque le doigt 15g se trouve en regard de ladite encoche 3f (voir les figures 18 et 19), le deuxième levier de blocage 15 est autorisé à se lever afin de libérer la roue d'impulsion 11 dans le cas où une interaction entre la palette d'actionnement 3d et la bascule d'actionnement 19 aurait lieu.

[0086] Par ailleurs, d'autres agencements pour le guidage de la bascule d'actionnement 19 sont bien entendu possibles, et l'ensemble de recharge 9 du mode de réalisation des figures 1 à 10 peut également être appliqué dans ce mode de réalisation.

[0087] Les effets techniques obtenus par ces constructions sont les suivants.

[0088] En ce qui concerne le premier levier de blocage 5, les forces engendrées lors de son interaction avec la cheville 3a sont minimales et sont engendrées de manière « symétrique ». De ce fait, la perturbation de l'oscillateur est minimisée et se divise entre les alternances dans les deux sens de rotation au lieu de se concentrer dans une seule perturbation plus significative, une fois par oscillation.

[0089] Le fait que la roue de comptage 7 est soumise à un couple par le biais de l'élément élastique 9b, a pour conséquence d'éviter toute utilisation d'un sautoir ou similaire pour retenir la roue de comptage 7, qui est simplement bloquée par les palettes du premier levier de blocage 5 de façon similaire à une ancre conventionnelle. À cet effet, un angle de tirage peut être prévu pour les surfaces de repos des palettes 5b et 5c, de façon connue. De ce fait, l'oscillateur n'entraîne pas lui-même la roue de comptage 7, comme c'est le cas dans le document CH712052. L'oscillateur déclenche simplement la rotation de la roue de comptage 7 sous l'effet de l'élément élastique 9b. Il va sans dire qu'un tel déclenchement nécessite significativement moins de force qu'un entraînement direct surmontant l'effet d'un sautoir, et par conséquent les perturbations de l'oscillateur sont minimisées.

- [0090] Puisque la roue de comptage 7 est entraînée par l'élément élastique 9b qui est rechargé à chaque pas de la roue d'impulsion 11, ledit couple reste relativement constant et la résistance au dégagement du premier levier de blocage 5 reste également substantiellement constant et ne varie pas selon l'état de remontage du ressort de barillet du mouvement dans lequel l'échappement 1 est intégré.
- [0091] Puisque le rendement de cet échappement 1 est très bon, on peut augmenter le nombre de coups perdus de l'échappement 1, c'est-à-dire en ne fournissant une impulsion qu'une fois chaque deux ou trois (ou même plus) d'oscillations, la réserve de marche du mouvement étant ainsi améliorée par rapport à un échappement conventionnel puisque la roue d'impulsion 11 pivote moins fréquemment. Pour le surplus, les perturbations de l'oscillateur dues aux impulsions sont également réduites en diminuant la fréquence d'impulsions, ce qui augmente l'isochronisme de l'oscillateur.
- [0092] On note par ailleurs que le mécanisme d'échappement 1 selon l'invention, dans toutes ses variantes, est compatible avec une intégration dans un système à tourbillon à un, deux, ou trois axes de rotation.
- [0093] En ce qui concerne les matériaux qui peuvent être utilisés pour réaliser les divers composants du mécanisme d'échappement 1, ces derniers peuvent être composés de matériaux « traditionnels », tels que des métaux et des alliages (acier, laiton, nickel, nickel phosphore, ...), des matériaux à base de silicium (Si, SiOx, SiCx, SiNx, ...) sous forme monocristallin, polycristallin ou amorphe, le diamant, le rubis, le saphir, le corindon, des verres, des céramiques, des verres-céramiques, des polymères, des composites etc. Les composants peuvent être usinés de manière conventionnelle, mais peuvent également être issus de technologies additives tels que le LIGA, le frittage, l'impression 3D etc. en divers matériaux (par exemple en epoxy ou autre matière polymère), selon le matériau. De plus, des revêtements de différentes matières peuvent être prévus aux endroits sollicités afin de renforcer leur résistance, réduire les frottements ou similaire (diamant, etc.).

[0094] Bien que l'invention ait été particulièrement montrée et décrite en se référant à des modes de réalisation particuliers, d'autres variantes sont possibles sans sortir du cadre de l'invention comme définie dans les revendications.

5 [0095] Par exemple, en considérant le mode de réalisation des figures 11 à 13, le deuxième levier de blocage 15 peut prendre la forme d'une ancre, comme celui des figures 1 à 10, les cames 7f étant remplacées par une came conventionnelle ou un chemin de came comme celui des figures 1 à 10. L'utilisation d'un chemin de came pour l'actionnement d'un deuxième levier de blocage ayant la forme d'une ancre permettra de supprimer les butées 7g
10 sur la roue de comptage 7 puisqu'un tel agencement est résistant aux chocs.

[0096] Alternativement, l'homme du métier peut modifier l'agencement des figures 1 à 10 de telle sorte que le deuxième levier de blocage 15 ne comporte qu'une seule palette de blocage et qu'il agisse ainsi comme détente.

15 [0097] Par ailleurs, dans le cas où le mécanisme d'échappement 1 est incorporé dans une pendule et n'est pas soumis à des chocs, les butées 11c resp. 7g peuvent être supprimées, la palette de sécurité 13c du mode de réalisation des figures 1-10 pouvant également être supprimée.

Revendications

1. Mécanisme d'échappement (1) pour pièce d'horlogerie, destiné à coopérer avec un oscillateur agencé pour effectuer des oscillations, ledit mécanisme (1)
5 comprenant :
 - une roue de comptage (7) agencée pour avancer en rotation par pas en fonction des oscillations dudit oscillateur ;
 - une roue d'impulsion (11) destinée à être en liaison cinématique avec une source motrice, ladite roue d'impulsion (11) étant agencée pour être bloquée et
10 libérée périodiquement sous la commande de ladite roue de comptage (7) et de fournir des impulsions audit oscillateur ;caractérisé en ce que :
 - lors du fonctionnement dudit mécanisme d'échappement (1), ladite roue de comptage (7) est soumise en permanence à un couple ;
 - 15 - ladite roue de comptage (7) est agencée pour avancer en rotation à raison d'un demi pas de sa denture par alternance dudit oscillateur.
2. Mécanisme (1) selon la revendication 1, comprenant en outre un premier levier de blocage (5) agencé pour évoluer entre une première position angulaire et une
20 seconde position angulaire lors d'une première alternance dudit oscillateur, et pour évoluer entre ladite seconde position angulaire et ladite première position angulaire lors d'une seconde alternance dudit oscillateur, ledit levier de blocage (5) étant agencé pour bloquer la rotation de ladite roue de comptage (7) et de libérer cette dernière à raison d'un demi pas de sa denture lors de chacune
25 desdites évolutions dudit premier levier de blocage (5).
3. Mécanisme (1) selon l'une des revendications précédentes, comprenant en outre un deuxième levier de blocage (15) agencé pour bloquer et pour libérer ladite roue d'impulsion (11) en fonction de la rotation de ladite roue de comptage (7).
- 30 4. Mécanisme (1) selon la revendication 3, dans lequel ledit deuxième levier de blocage (15) est agencé pour libérer ladite roue d'impulsion (11) à raison d'un

pas à chaque n alternances dudit oscillateur, n étant un nombre supérieur à deux.

5. Mécanisme (1) selon l'une des revendications 3 et 4, dans lequel ledit deuxième levier de blocage (15) comprend un suiveur de came (15c) agencé pour coopérer avec au moins une came (7f) ou au moins un chemin de came (7b) solidaire en rotation de ladite roue de comptage (7).
6. Mécanisme (1) selon l'une des revendications 2-5, dans lequel ledit deuxième levier de blocage (15) comporte au moins une palette (15a, 15b) agencée pour bloquer et pour libérer ladite roue d'impulsion (11).
7. Mécanisme (1) selon l'une des revendications 3 et 4, dans lequel ledit deuxième levier de blocage (15) comporte une seule palette (15a) agencée pour bloquer et pour libérer ladite roue d'impulsion (11), ledit deuxième levier de blocage (15) étant agencé pour être soulevé par une bascule d'actionnement (19) afin de libérer ladite roue d'impulsion (11), ladite bascule d'actionnement (19) étant agencée pour évoluer en translation entre une position retractée dans laquelle ladite bascule d'actionnement (19) est hors de portée d'une palette d'actionnement (3d) solidaire en rotation dudit oscillateur, et une position active dans laquelle ladite bascule d'actionnement (19) est susceptible de coopérer avec ladite palette d'actionnement (3d) pour soulever ledit deuxième levier de blocage (15), l'état de ladite bascule d'actionnement (19) étant déterminé en fonction de la position angulaire de ladite roue de comptage (7).
8. Mécanisme (1) selon la revendication précédente, dans lequel ladite bascule d'actionnement (19) est agencée pour évoluer entre ladite position active et ladite position retractée sous l'effet d'une bascule de commande portant un suiveur de came agencé pour coopérer avec un chemin de came ou des cames solidaire(s) en rotation de ladite roue de comptage (7).

9. Mécanisme (1) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ledit couple, auquel ladite roue de comptage (7) est soumise, est fourni par l'intermédiaire d'un élément élastique (9b) agencé pour être remonté par ladite roue d'impulsion (11).
- 5
10. Mécanisme (1) selon la revendication précédente, dans lequel ledit élément élastique (9b) fait partie d'un ensemble de recharge (9) comprenant une roue (9a) en liaison cinématique avec ladite roue de comptage (7).
- 10
11. Mécanisme (1) selon la revendication précédente, dans lequel une première extrémité dudit élément élastique (9b) est fixée à ladite roue (9a) et une seconde extrémité dudit élément élastique (9b) est solidaire en rotation d'une roue de recharge (9c) agencée pour être entraînée en rotation par une denture que comporte ladite roue d'impulsion (11).
- 15
12. Mécanisme (1) selon la revendication précédente, dans lequel ladite roue de recharge (9c) est agencée pour être retenue par un levier de rétention (13) agencé pour bloquer une rotation de ladite roue de recharge (9c) dans un premier sens et pour être soulevé par une dent de ladite roue de recharge (9c) lorsque cette dernière pivote dans un deuxième sens opposé audit premier sens.
- 20
13. Mécanisme (1) selon la revendication précédente, dans lequel ledit levier de rétention (13) est agencé pour coopérer avec une pluralité de butées (11c) prévues sur ladite roue d'impulsion (11), lesdites butées (11c) étant agencées pour empêcher audit levier de rétention (13) de se dégager, sauf lorsque ladite roue de recharge (9c) est en train d'être entraînée par ladite roue d'impulsion (11).
- 25
14. Mécanisme (1) selon la revendication précédente, dans lequel ladite roue d'impulsion (11) ainsi que ladite roue de recharge (9c) comportent chacune une pluralité de dents distribuées entre au moins deux plans différents.
- 30

15. Mécanisme (1) selon la revendication 9, dans lequel une première extrémité dudit élément élastique (9b) est solidaire en rotation de ladite roue d'impulsion (11), une deuxième extrémité dudit élément élastique étant solidaire en rotation d'une roue (9a) en liaison cinématique avec ladite roue de comptage (7).
- 5
16. Mécanisme (1) selon les revendications 6 et 15, dans lequel ledit deuxième levier de blocage (15) comporte une seule palette de blocage (15a) agencée pour bloquer la roue d'impulsion ainsi qu'un suiveur de came (15c) agencé pour coopérer avec au moins une came (7f) que comporte ladite roue de comptage (7), ladite roue de comptage (7) comportant une pluralité de butées (7g) agencées pour empêcher ledit deuxième levier de blocage (15) de libérer ladite roue d'impulsion (11), sauf lorsque ledit suiveur de came (15c) est en train d'être actionné par ladite au moins une came (7f).
- 10
17. Mécanisme (1) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ladite roue d'impulsion (11) et ladite roue de comptage (7) sont pivotées chacune sur un axe de rotation respectif (11z, 7z), cesdits axes (11z, 7z) étant distincts l'un de l'autre.
- 15
18. Mouvement d'horlogerie comprenant un mécanisme (1) selon l'une des revendications précédentes ainsi qu'un oscillateur agencé pour coopérer avec ledit mécanisme.
- 20
19. Pièce d'horlogerie comprenant un mouvement selon la revendication précédente.

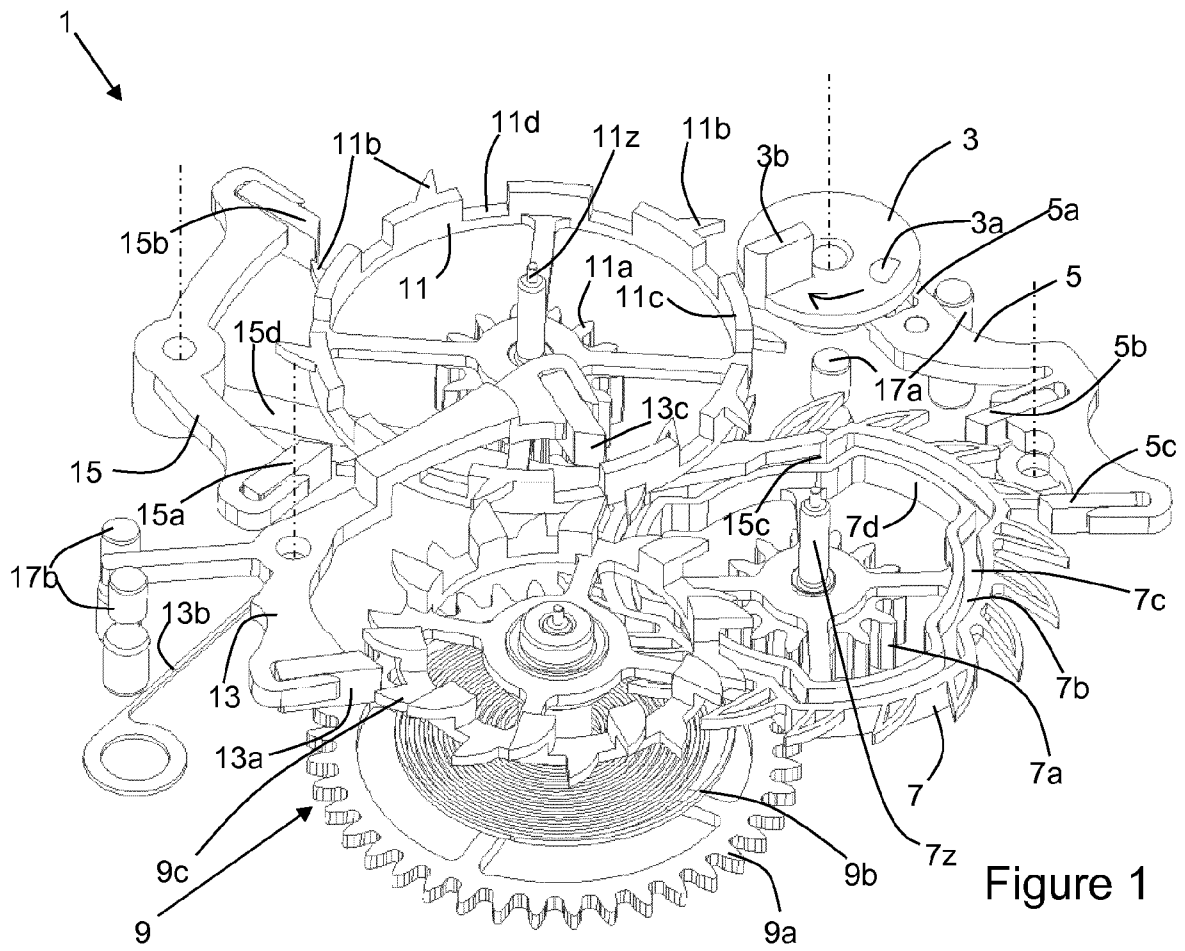


Figure 1

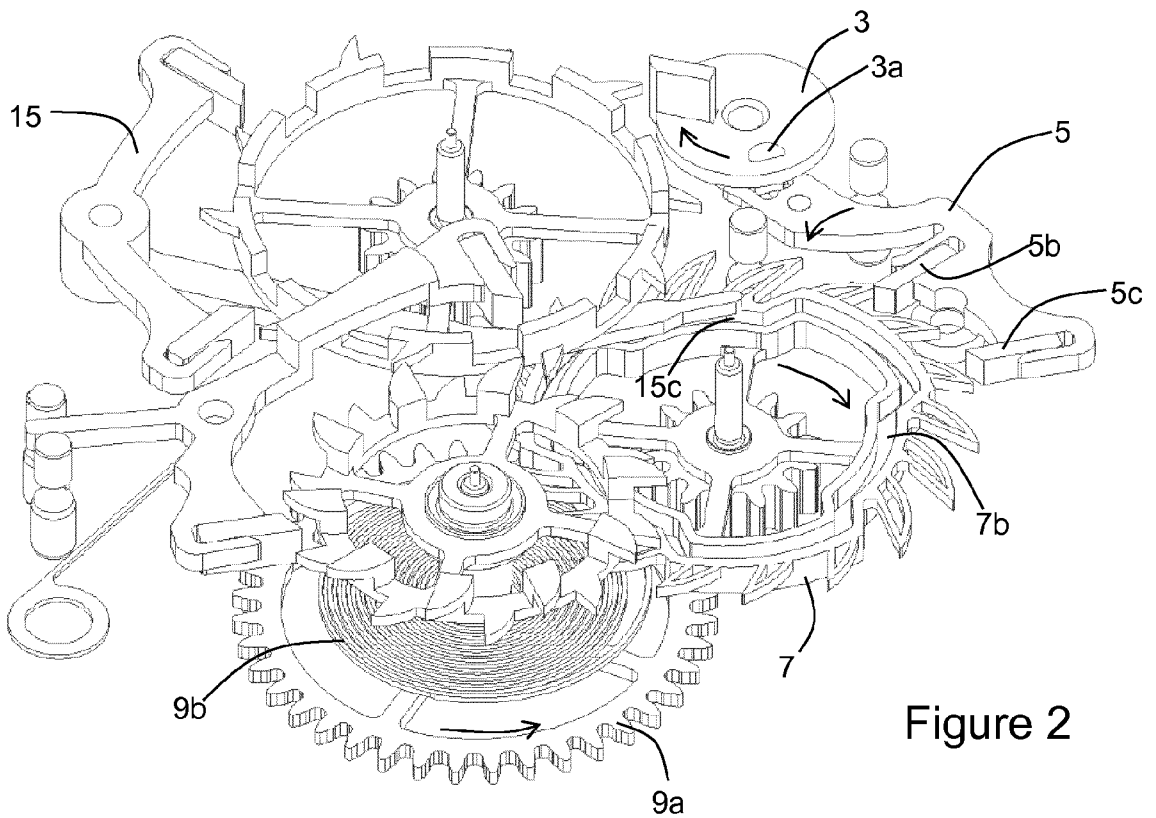
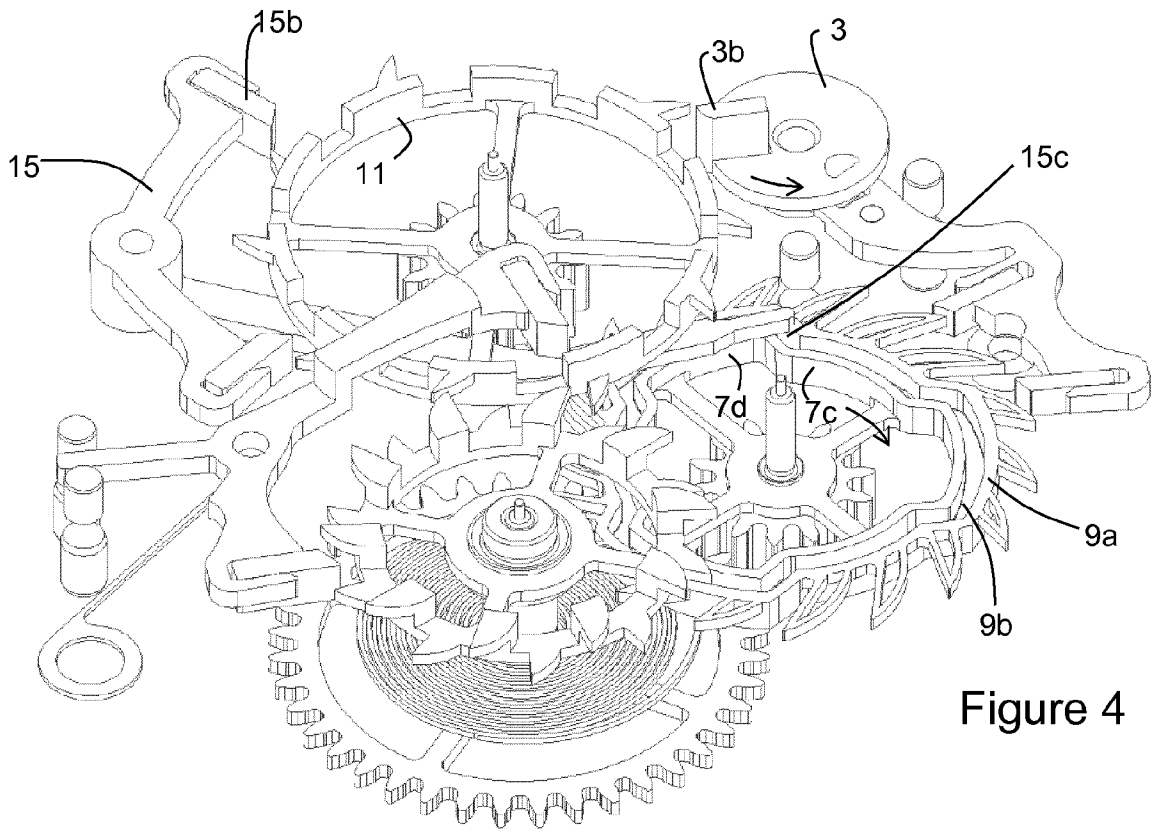
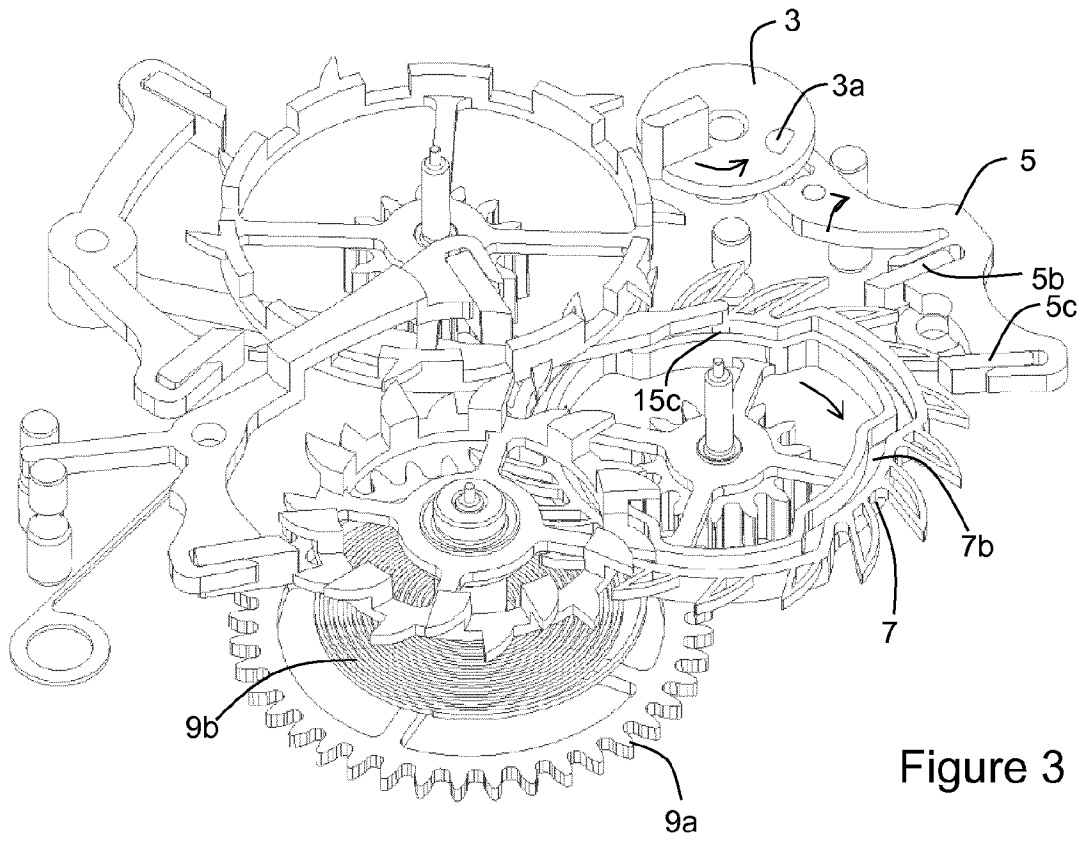


Figure 2



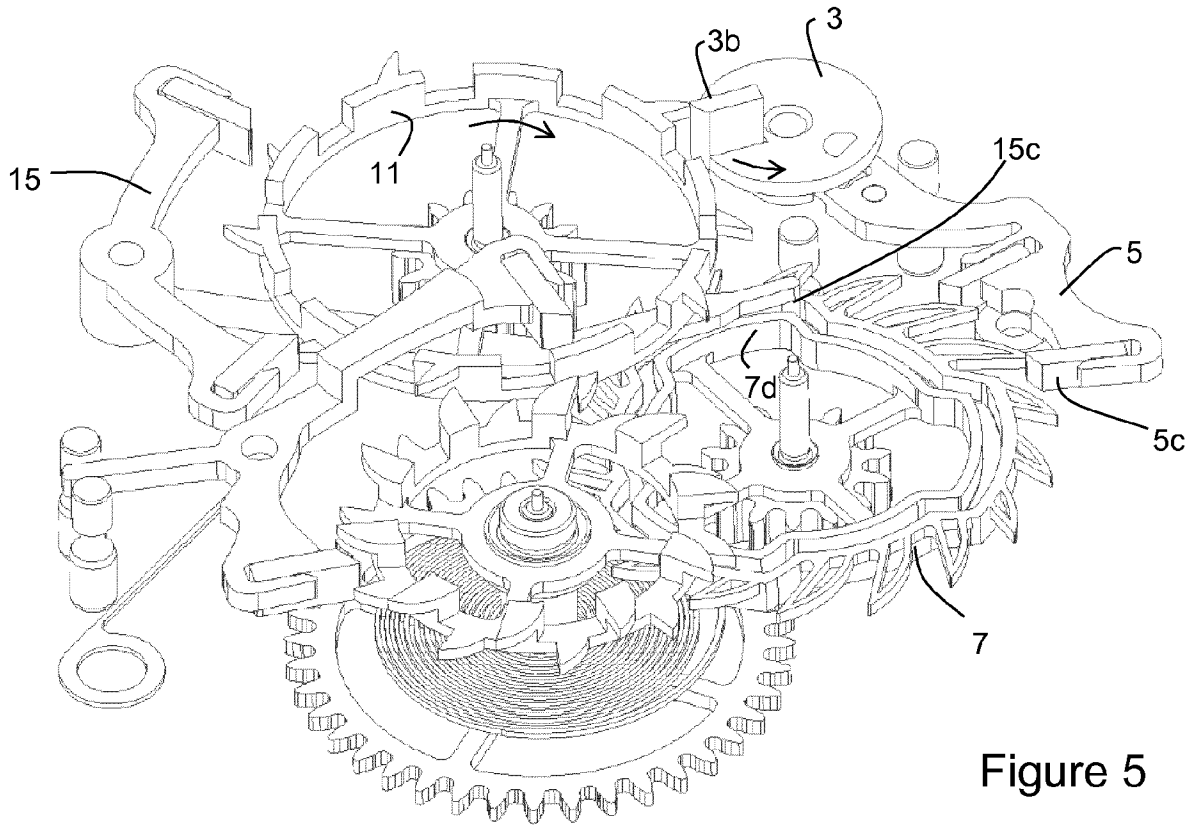


Figure 5

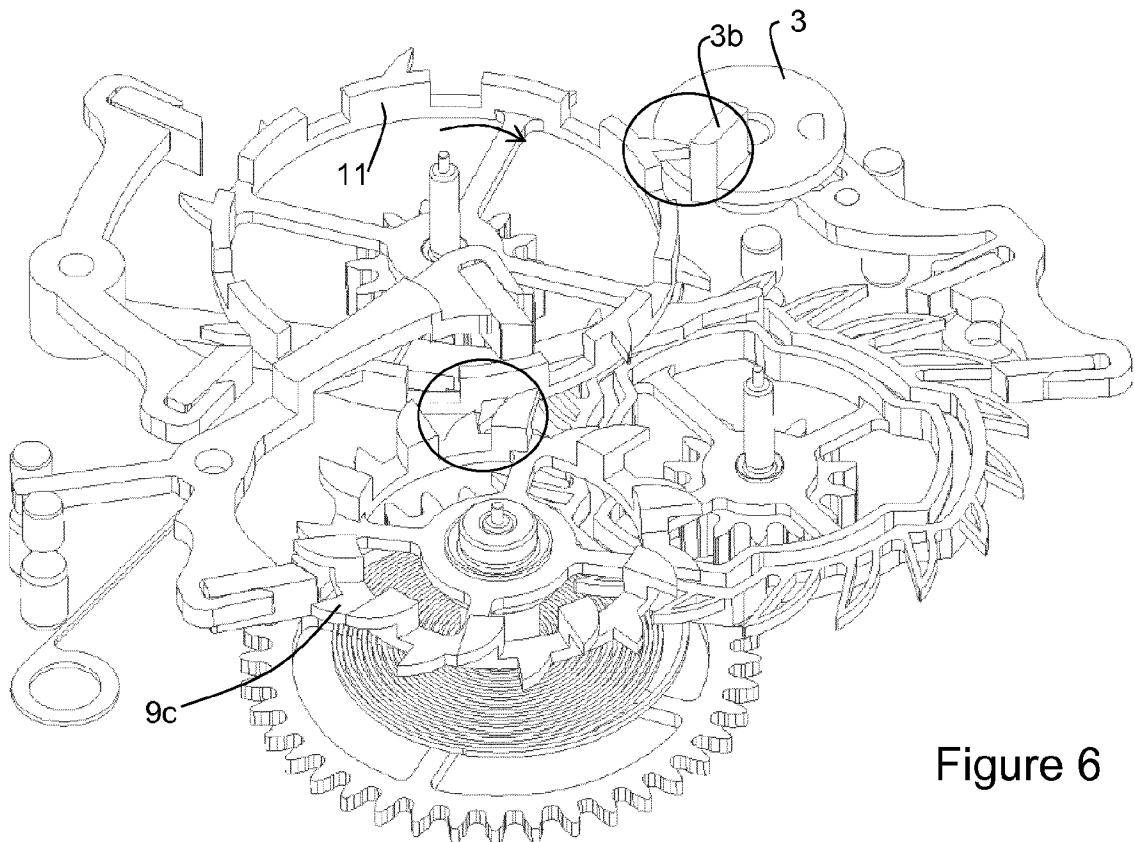


Figure 6

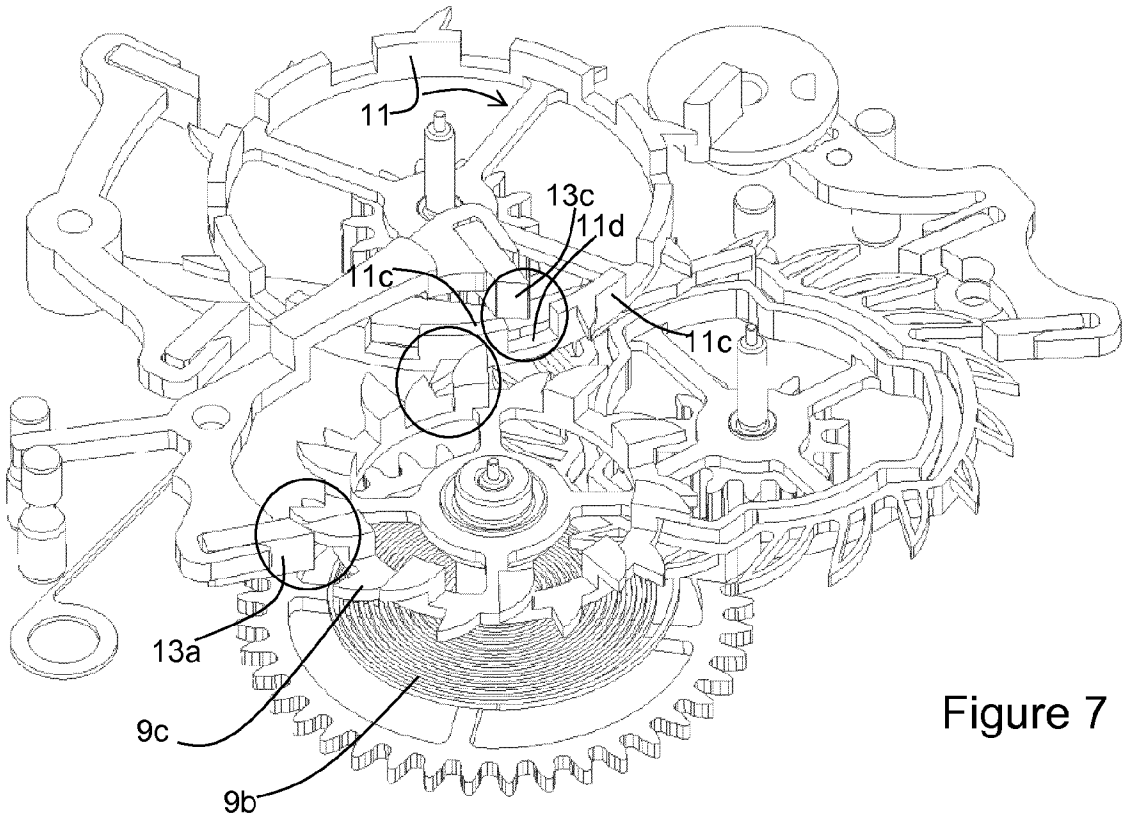


Figure 7

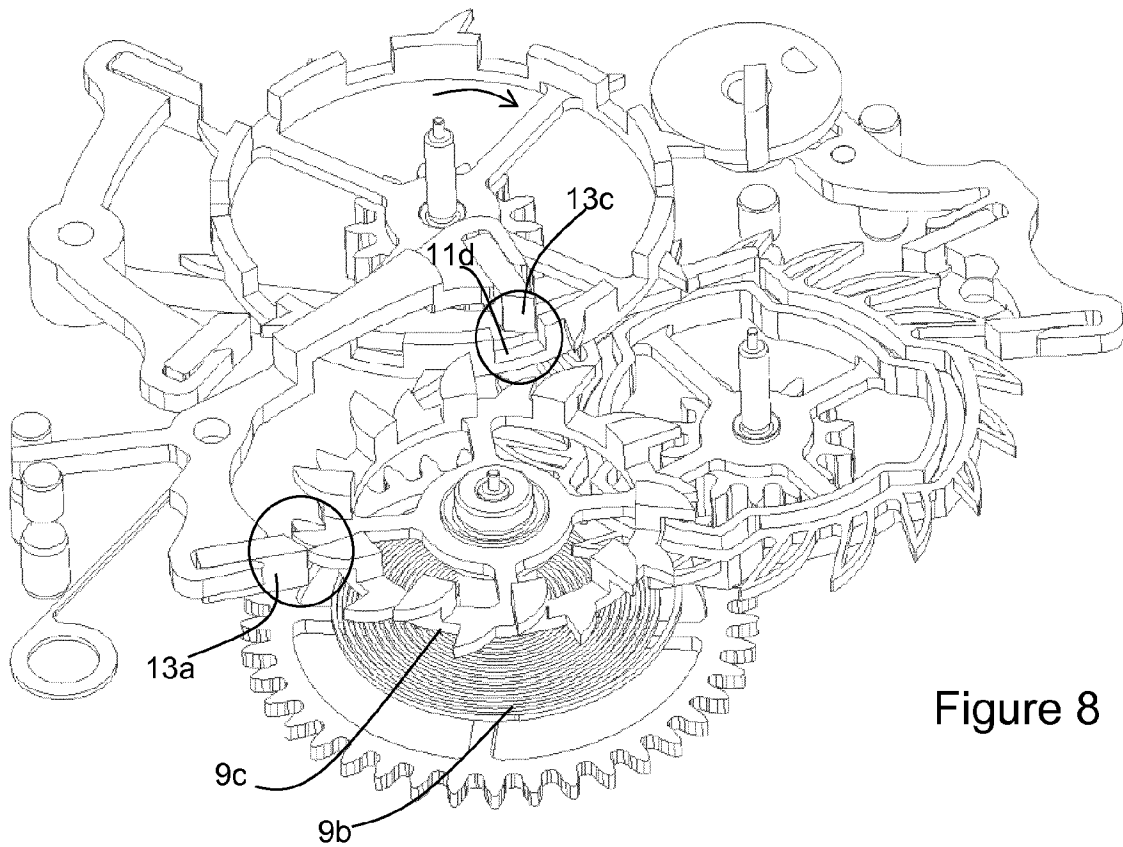


Figure 8

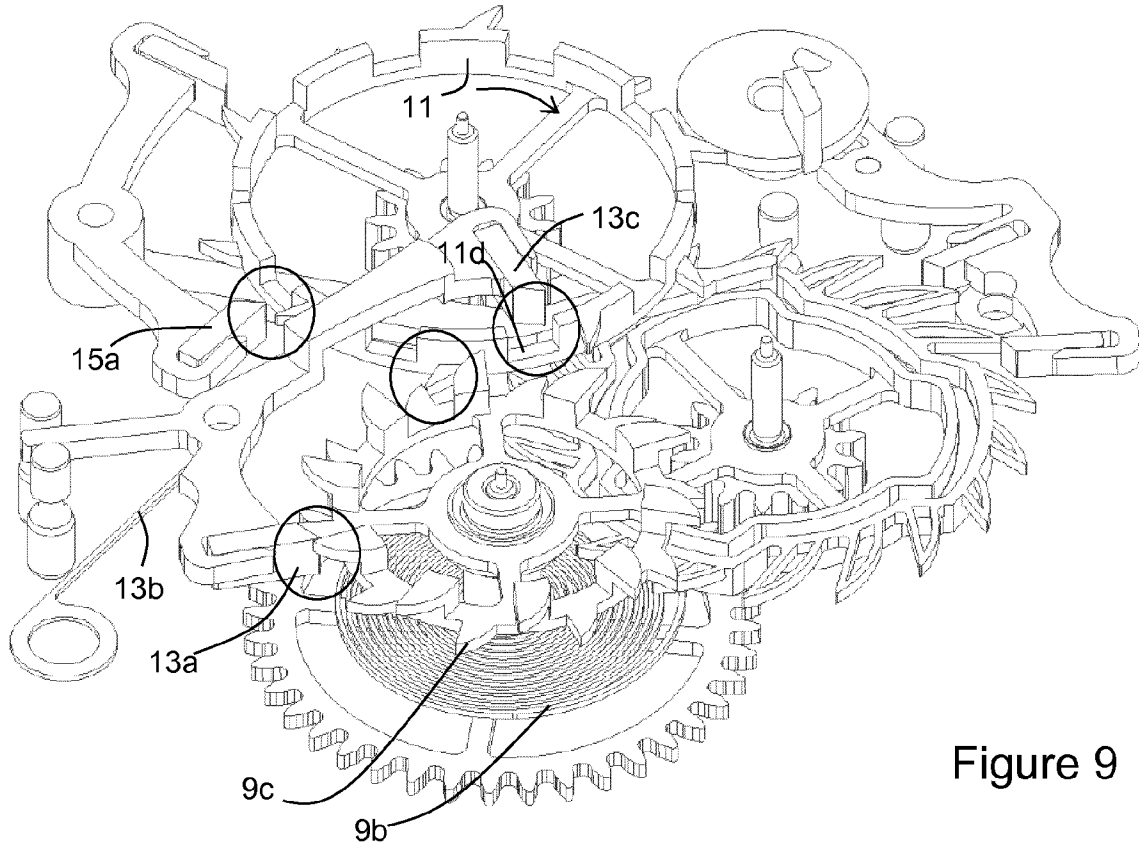


Figure 9

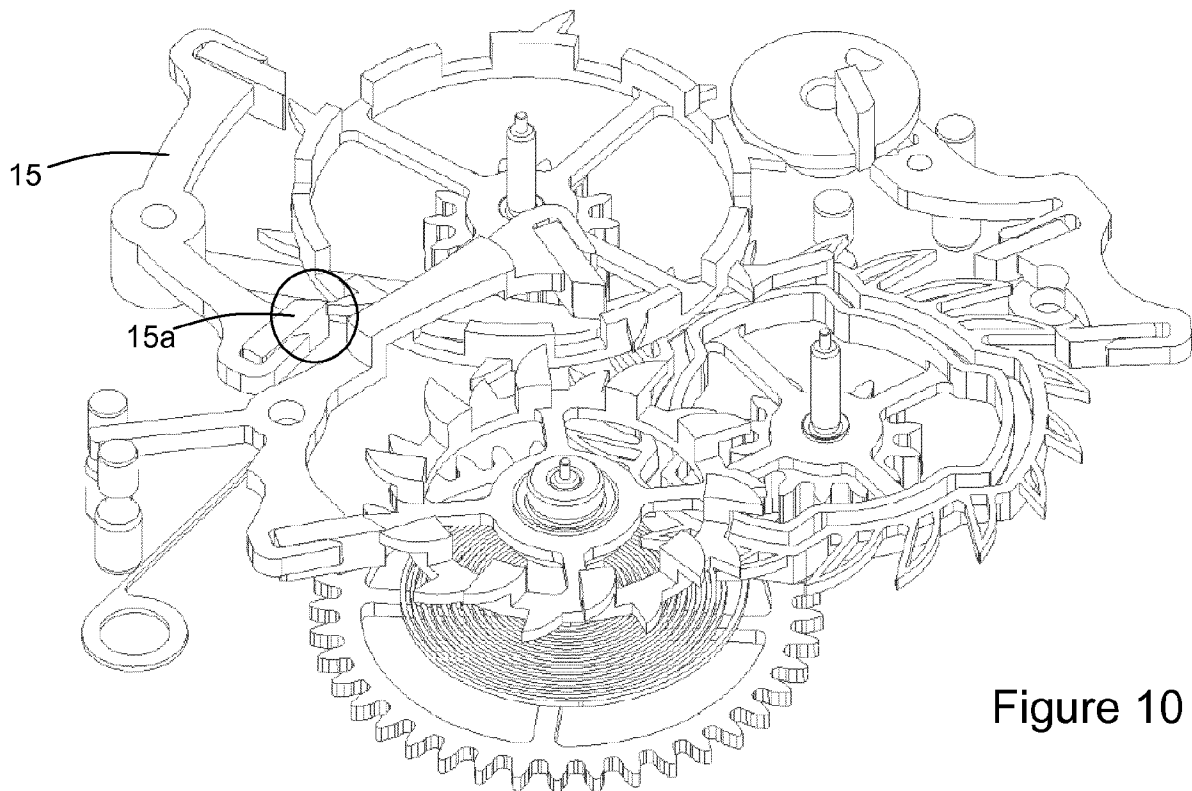
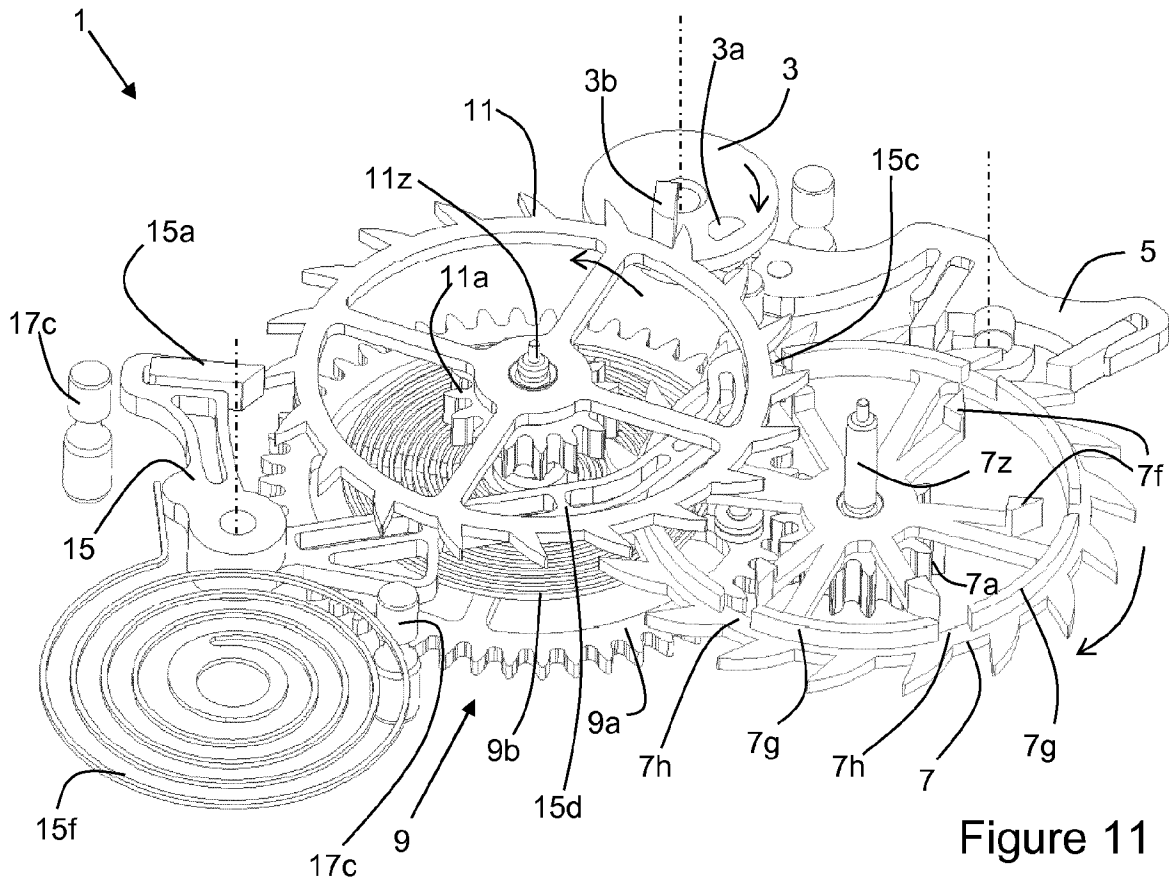


Figure 10



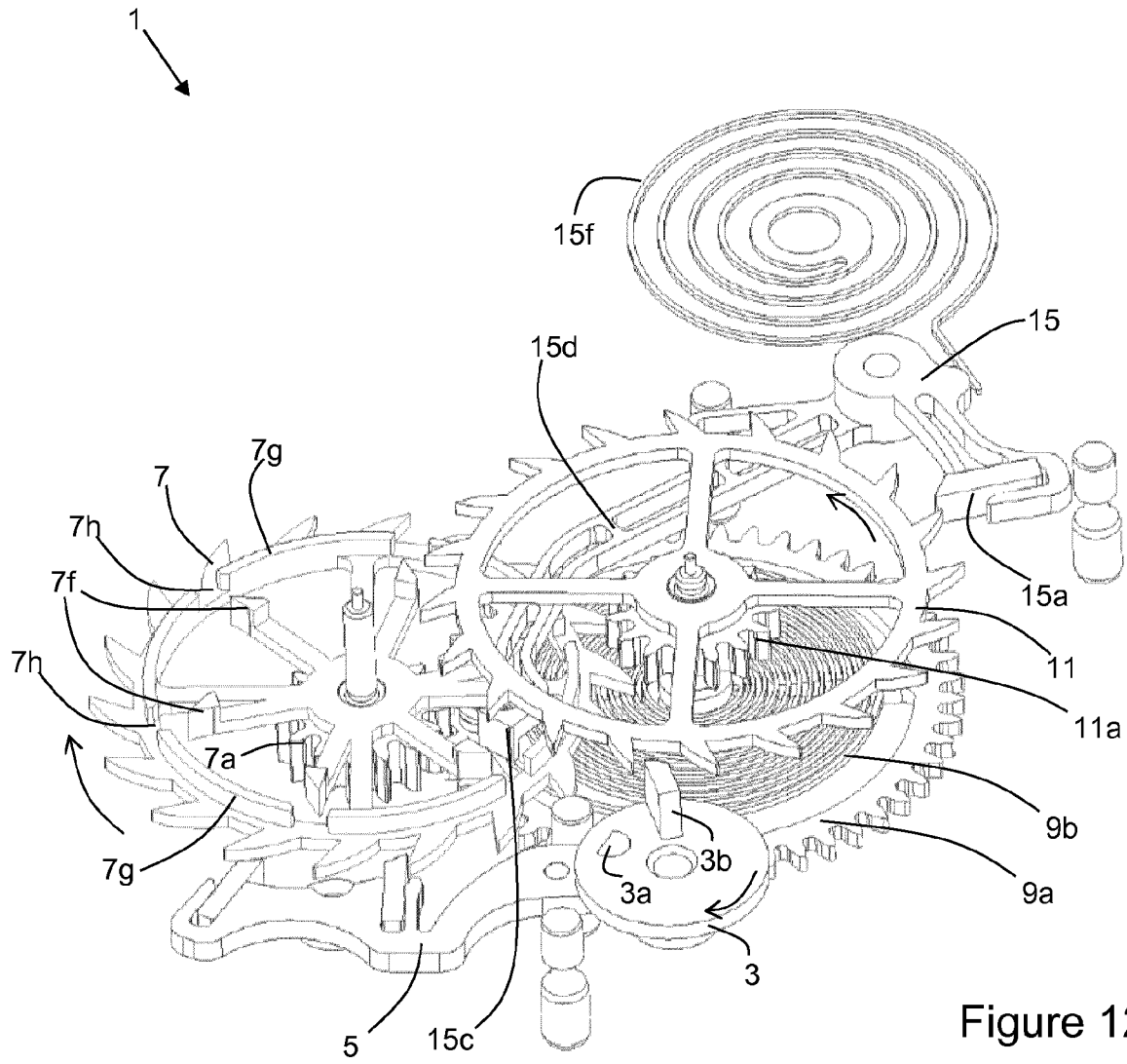


Figure 12

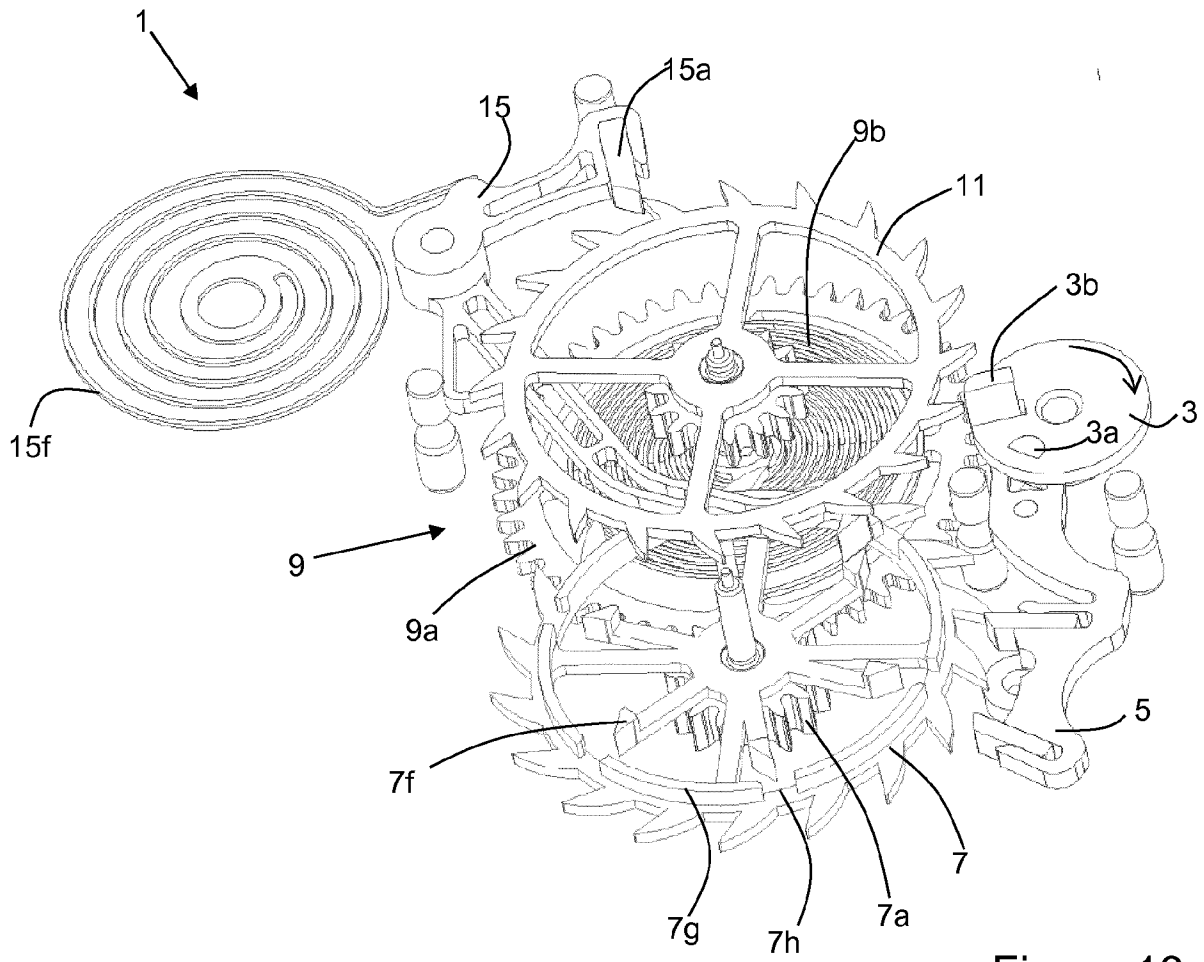


Figure 13

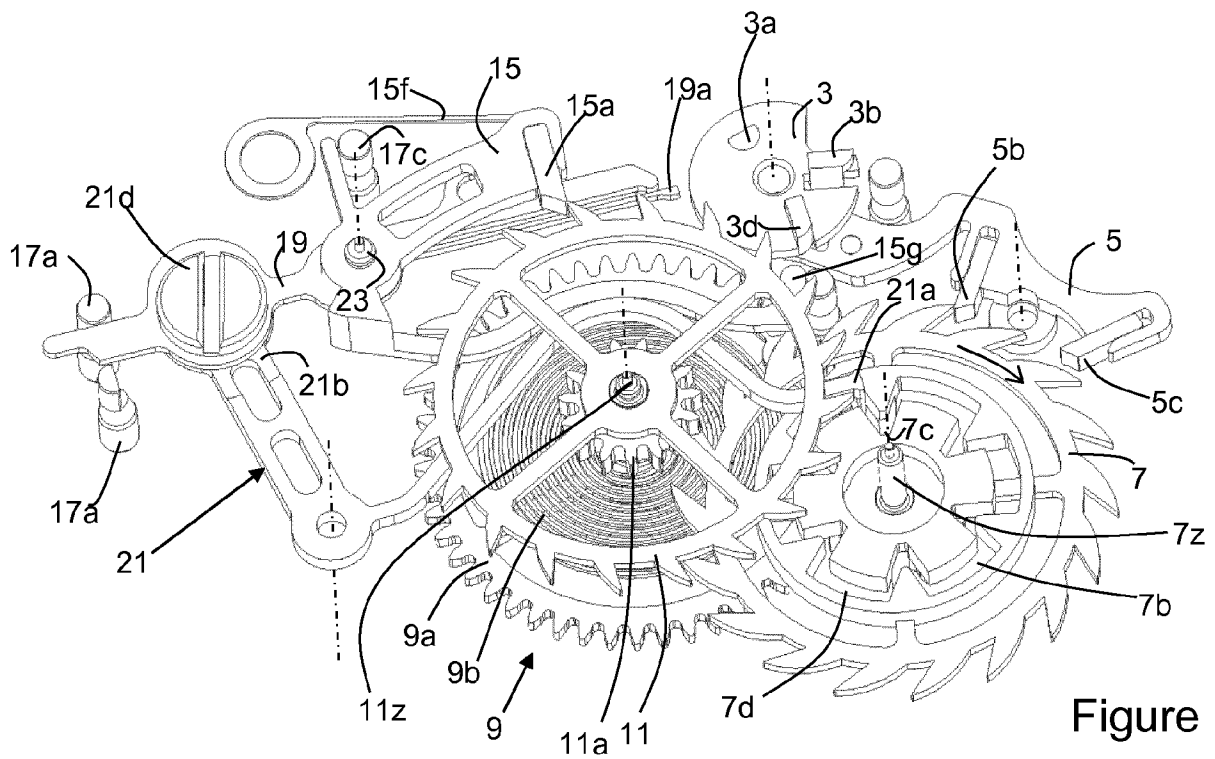


Figure 14

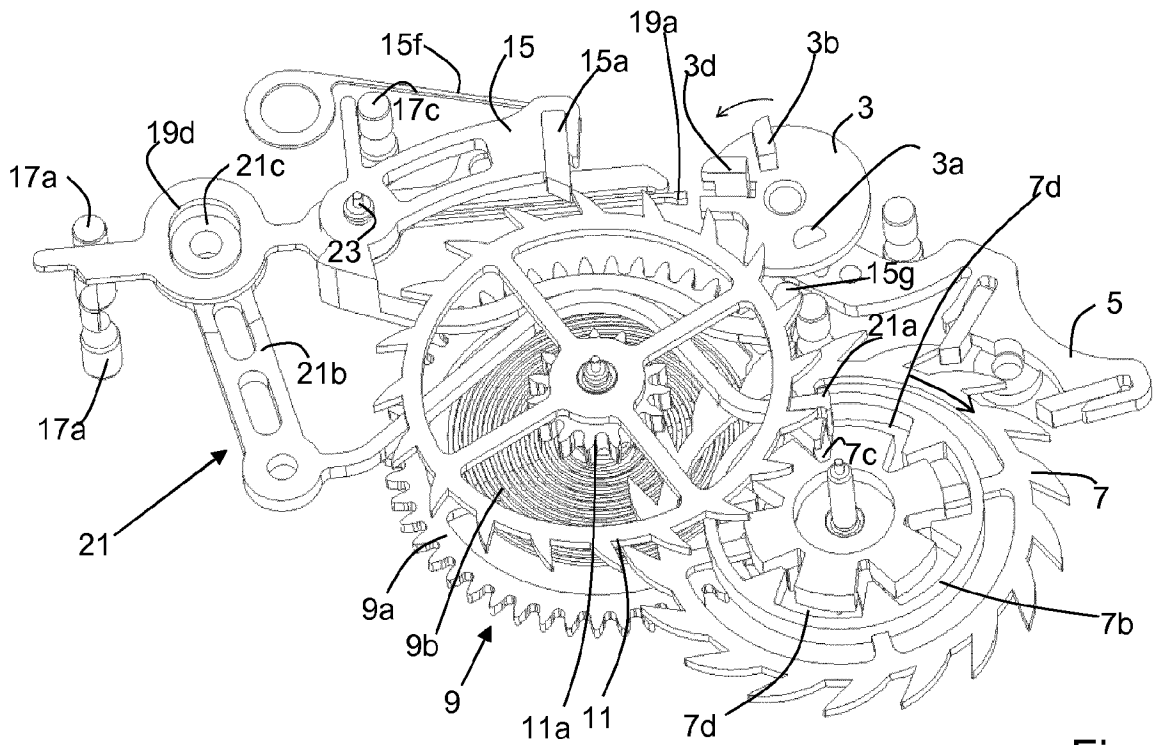


Figure 15

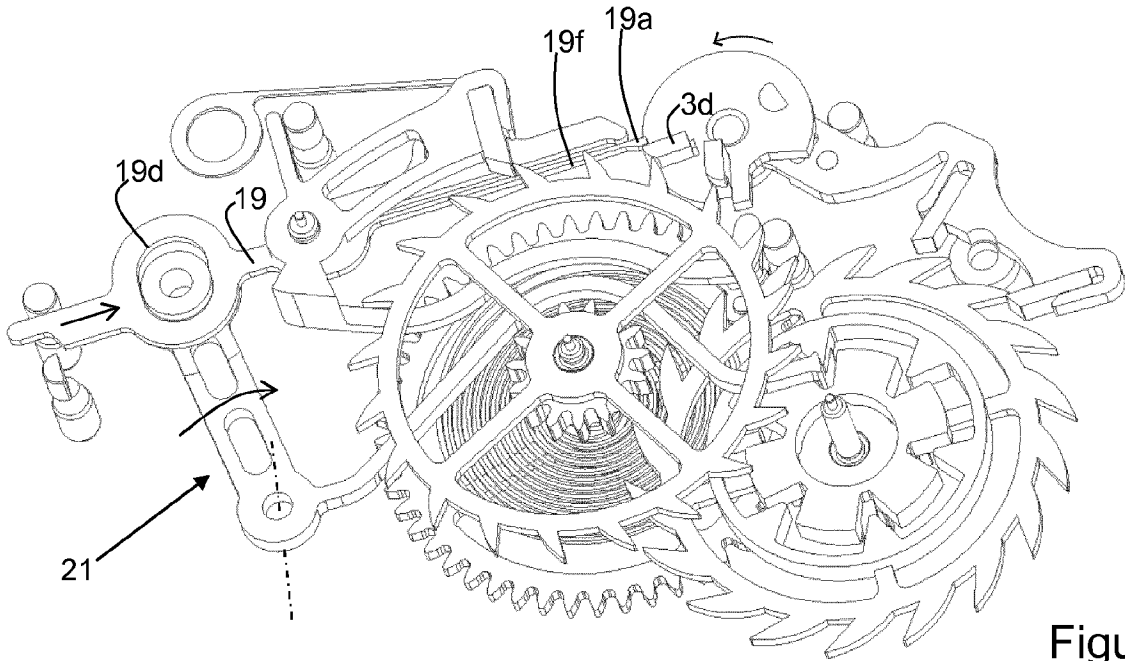


Figure 16

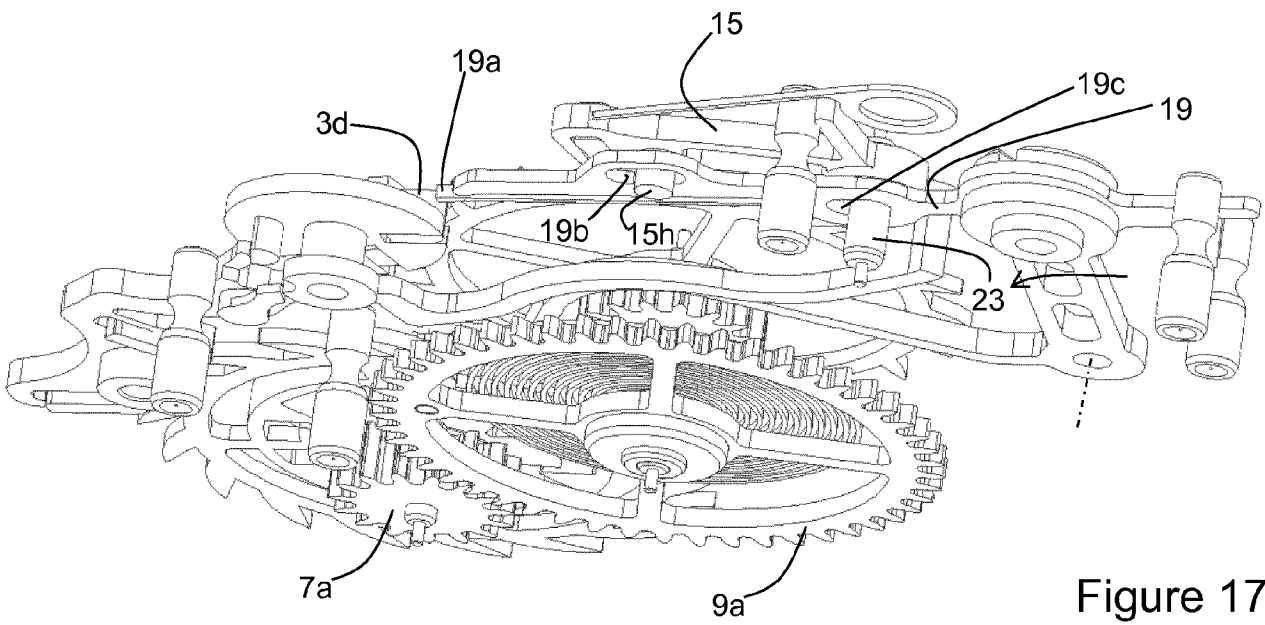


Figure 17

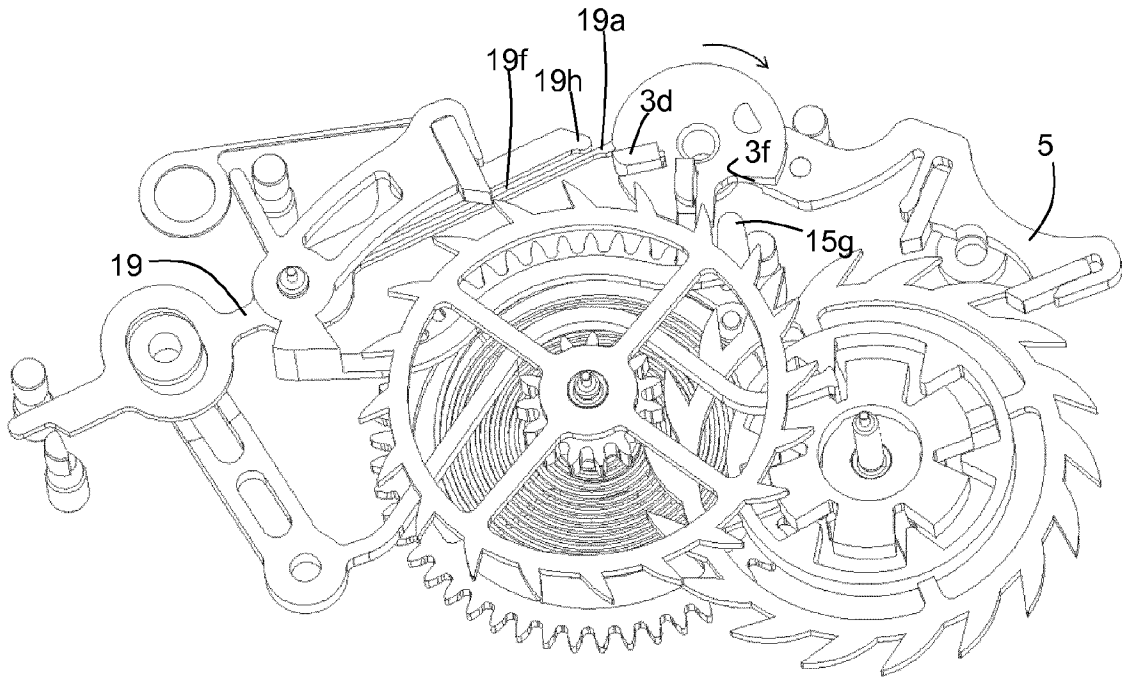


Figure 18

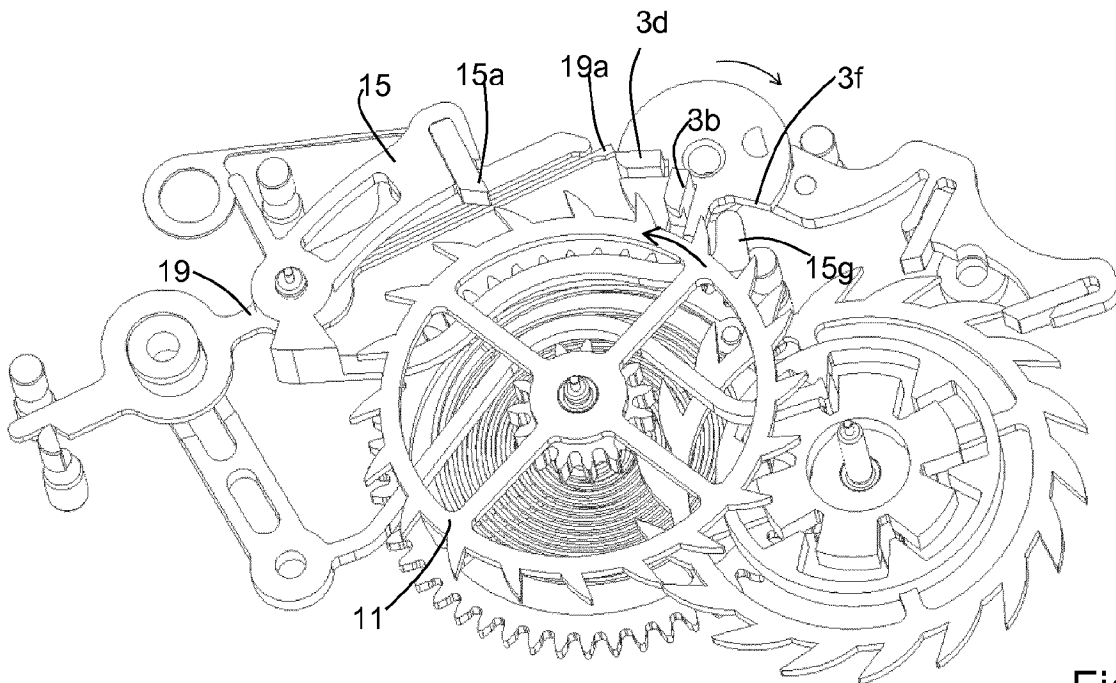


Figure 19

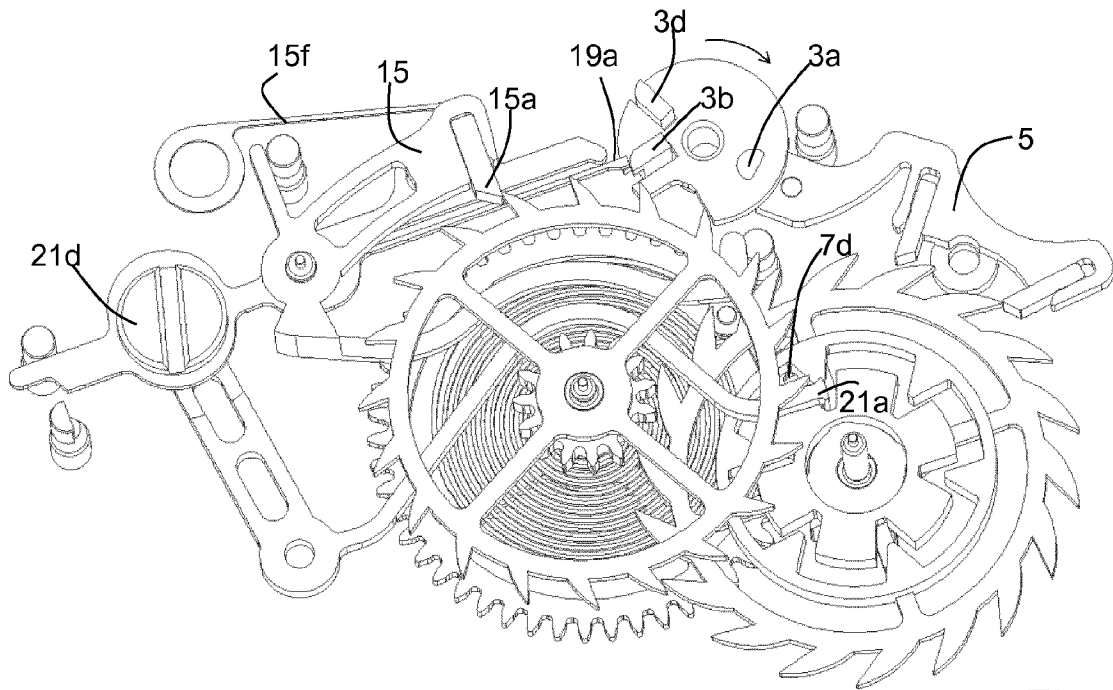


Figure 20

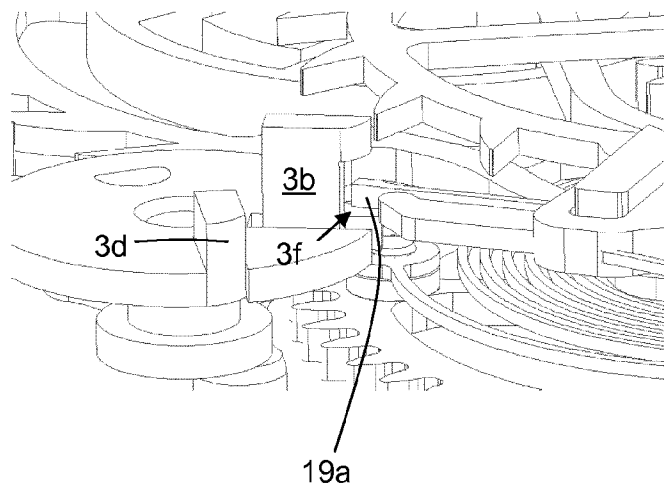


Figure 21

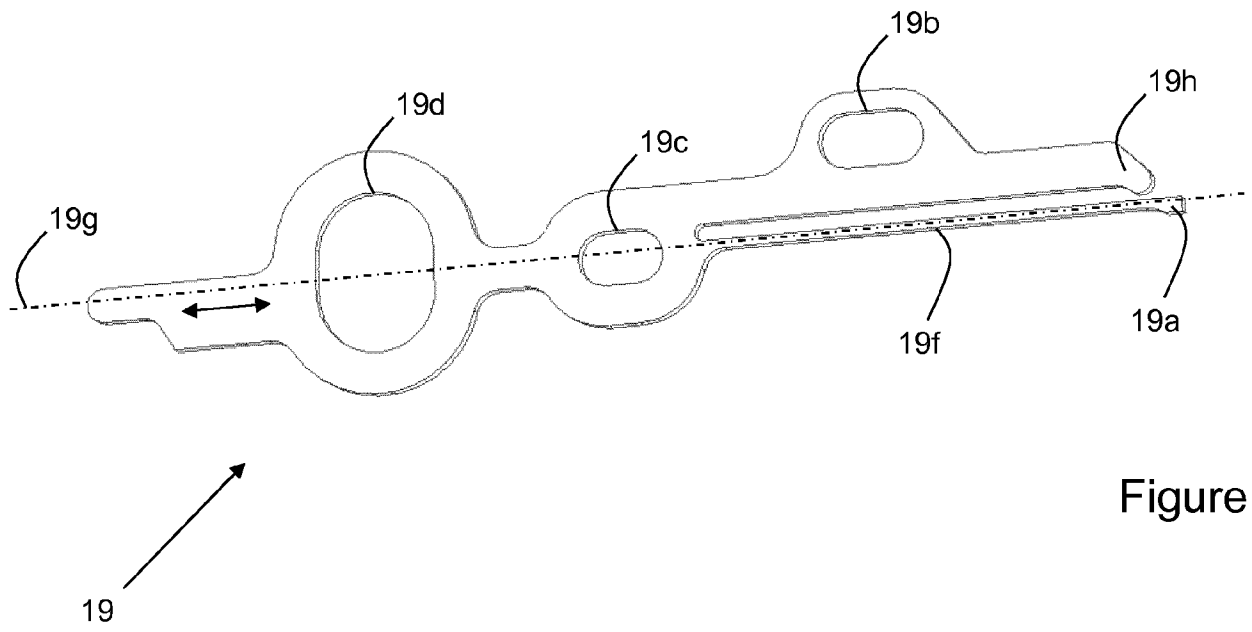


Figure 22