



(11) **EP 4 105 731 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
21.12.2022 Bulletin 2022/51

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
G04B 15/08 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **21180088.3**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
G04B 15/08

(22) Date de dépôt: **17.06.2021**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(72) Inventeurs:
• **MACÉ, Jérôme**
1342 Le Pont (CH)
• **ZAUGG, Alain**
1347 Le Sentier (CH)
• **THEURILLAT-BONJOUR, Quentin**
1337 Vallorbe (CH)

(71) Demandeur: **Montres Breguet S.A.**
1344 L'Abbaye (CH)

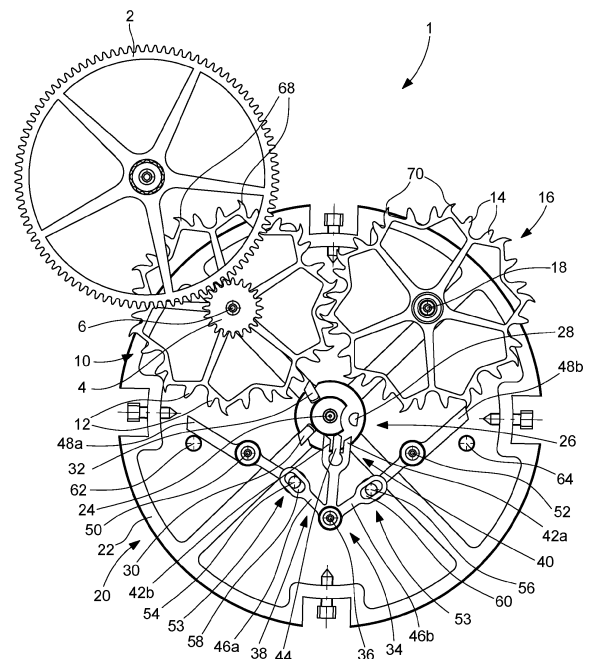
(74) Mandataire: **ICB SA**
Faubourg de l'Hôpital, 3
2001 Neuchâtel (CH)

(54) **ÉCHAPPEMENT NATUREL POUR MOUVEMENT D'HORLOGERIE ET MOUVEMENT D'HORLOGERIE COMPRENANT UN TEL ÉCHAPPEMENT**

(57) L'invention concerne un échappement naturel (1) pour mouvement d'horlogerie effectuant une succession de cycles de fonctionnement composés chacun d'une première et d'une seconde alternance d'un balancier (20) qui comprend une roue de balancier (22) sur un axe (24) de laquelle est ajusté un plateau de balancier (26), cet échappement naturel (1) comprenant une première roue d'échappement (10) agencée pour être entraînée par une roue de seconde (2), cette première roue d'échappement (10) entraînant à son tour une seconde roue d'échappement (16), le plateau de balancier (26) portant une cheville de balancier (28) par laquelle ce plateau de balancier (26) provoque le pivotement d'une ancre (34) à chacune des première et seconde alternances, au moins un premier levier (48a), pivoté autour d'un axe de pivotement (50), étant raccordé à un premier bras (46a) de l'ancre (34) via au moins une articulation à pivotement (53), l'ancre (34) comprenant un second bras (46b) prolongé par un second levier (48b), ces premier et second leviers (48a, 48b) étant agencés pour bloquer respectivement les première et seconde roues d'échappement (10, 16) de manière temporaire au cours des première et seconde alternances d'un cycle de fonctionnement, le débattement des premier et second leviers (48a, 48b) en pivotement étant limité.

L'invention concerne également un mouvement d'horlogerie comprenant un tel échappement naturel (1).

Fig. 1



EP 4 105 731 A1

Description

Domaine technique de l'invention

[0001] La présente invention concerne un échappement naturel pour mouvement d'horlogerie encore connu sous sa dénomination échappement à impulsion tangentielle. La présente invention concerne également un mouvement d'horlogerie comprenant un tel échappement.

Arrière-plan technologique

[0002] Le principe de l'échappement naturel a été imaginé par Abraham Louis Breguet au début du XIXe siècle. L'échappement naturel de Breguet a notamment pour avantage d'être un échappement libre dans la mesure où le balancier n'est perturbé par le fonctionnement de l'échappement que sur une faible fraction de son oscillation. L'échappement naturel de Breguet a aussi pour avantage de donner à chaque alternance une impulsion directe et tangentielle au balancier. Autrement dit, l'énergie est transférée directement de la roue d'échappement au balancier, sans passer par une ancre. Par ailleurs, la transmission de l'énergie se fait uniquement de manière tangentielle, de sorte que les frottements engendrés par le fonctionnement de cet échappement sont limités. Contrairement au balancier d'un échappement à détente, le balancier d'un échappement naturel ne présente pas de coup perdu ; il reçoit une impulsion semblable à chaque alternance, de manière symétrique et plus uniforme, de sorte que les pertes d'énergie mécanique par coup perdu sont supprimées. Toutes ces qualités font ainsi de l'échappement naturel un échappement potentiellement parmi les plus performants.

[0003] Breguet découvrit néanmoins par la suite que l'échappement naturel qu'il avait imaginé présentait certains inconvénients au premier rang desquels on peut citer le fait que la dernière roue d'échappement n'est pas sous la tension du rouage lorsque la première roue donne l'impulsion ou lorsque cette dernière est au repos. Les différents jeux d'engrenage et la qualité de fabrication des différents composants entrant dans la composition d'un échappement naturel de Breguet peuvent ainsi provoquer un mauvais positionnement de la dernière roue d'échappement et, partant, un mauvais fonctionnement de l'échappement s'accompagnant de bruits parasites. En outre, comme la roue d'échappement est libre, sa position est instable, de sorte que la sécurité de fonctionnement d'un tel échappement naturel est médiocre

[0004] Bien entendu, de nombreux perfectionnements ont été apportés à l'échappement naturel de Breguet original pour tenter de surmonter les inconvénients mentionnés ci-dessus. Néanmoins, malgré les efforts des constructeurs horlogers successifs, des difficultés subsistent. Certains horlogers ont ainsi proposé de superposer les deux roues d'échappement, solution qui, bien entendu, augmente l'épaisseur du mouvement et rend

difficile l'intégration d'un tel mouvement dans une boîte de montre. D'autres constructeurs horlogers ont quant à eux proposé de positionner l'ancre entre les deux roues d'échappement, dans le plan de ces dernières. Là aussi, une telle solution est encombrante, cette fois-ci dans le plan du mouvement. De plus, que les roues d'échappement soient superposées ou bien que l'ancre soit disposée entre les deux roues d'échappement, on s'est rendu compte à l'usage que les horlogers éprouvaient des difficultés pour accéder aux divers composants de l'échappement, en particulier lorsqu'il s'agissait d'ajuster la profondeur de pénétration des dents de la première et de la seconde roue d'échappement avec les palettes de sortie et d'entrée de l'ancre.

Résumé de l'invention

[0005] La présente invention a pour but de remédier aux problèmes mentionnés ci-dessus ainsi qu'à d'autres encore en procurant un échappement naturel pour un mouvement d'horlogerie dont le fonctionnement peut notamment être réglé de manière plus précise.

[0006] A cet effet, la présente invention concerne un échappement naturel pour mouvement d'horlogerie effectuant une succession de cycles de fonctionnement composés chacun d'une première et d'une seconde alternance d'un balancier qui comprend une roue de balancier sur un axe de laquelle est ajusté un plateau de balancier, cet échappement naturel comprenant une première roue d'échappement agencée pour être entraînée par une roue de seconde, cette première roue d'échappement entraînant à son tour une seconde roue d'échappement, le plateau de balancier portant une cheville de balancier par laquelle ce plateau de balancier provoque le pivotement d'une ancre à chacune des première et seconde alternances, au moins un premier levier, pivoté autour d'un axe de pivotement, étant raccordé à un premier bras de l'ancre via au moins une articulation à pivotement, l'ancre comprenant un second bras prolongé par un second levier, ces premier et second leviers étant agencés pour bloquer respectivement les première et seconde roues d'échappement de manière temporaire au cours des première et seconde alternances d'un cycle de fonctionnement, des première et seconde butées de limitation limitant respectivement le débattement des premier et second leviers en pivotement.

[0007] Selon des formes spéciales d'exécution de l'invention :

- 50 - les premier et second leviers sont pivotés autour d'axes de pivotement respectifs et sont raccordés respectivement aux premier et second bras de l'ancre via au moins une articulation à pivotement ;
- 55 - les articulations à pivotement sont formées chacune d'un ergot qui fait saillie dans une ouverture oblongue ;

- les articulations à pivotement sont formées chacune d'un ergot qui est engagé dans une fourchette ;
 - les articulations à pivotement sont formées chacune d'une lame flexible ;
 - les première et seconde butées de limitation sont des goupilles ;
 - les première et seconde butées sont usinées dans un élément fixe du mouvement d'horlogerie ;
 - les première et seconde butées de limitation sont des excentriques ;
 - le premier levier est fait d'une pièce et présente une géométrie qui assure la fonction d'une première palette d'arrêt pour bloquer temporairement la première roue d'échappement au cours de la seconde alternance, et le second levier est fait d'une pièce et présente une géométrie qui assure la fonction d'une seconde palette d'arrêt pour bloquer temporairement la seconde roue d'échappement au cours de la première alternance ;
 - le premier levier comprend une première palette d'arrêt pour bloquer temporairement la première roue d'échappement au cours de la seconde alternance, et le second levier comporte une seconde palette d'arrêt pour bloquer temporairement la seconde roue d'échappement au cours de la première alternance ;
 - le plateau de balancier porte une première et une seconde palette d'impulsion par lesquelles ce plateau de balancier reçoit une impulsion motrice directe et tangentielle respectivement de la première roue d'échappement et de la seconde roue d'échappement ;
 - la première roue d'échappement comprend une denture d'entraînement et une denture d'impulsion et de repos qui s'étendent dans un plan unique ou dans deux plans parallèles et par lesquelles cette première roue d'échappement engrène avec la seconde roue d'échappement et fournit l'impulsion motrice directe et tangentielle au plateau de balancier ;
 - la seconde roue d'échappement comprend une denture d'entraînement et une denture d'impulsion et de repos qui s'étendent dans un plan unique ou dans deux plans parallèles et par lesquelles cette seconde roue d'échappement engrène avec la première roue d'échappement et fournit l'impulsion motrice directe et tangentielle au plateau de balancier ;
 - le nombre de dents des dentures d'impulsion et de repos des première et seconde roues d'échappement est compris entre 3 et 14 ;
 - le nombre de dents des dentures d'impulsion et de repos des première et seconde roues d'échappement est égal à 10 ;
 - le nombre de dents de la denture d'impulsion et de repos de la première roue d'échappement est différent du nombre de dents de la denture d'impulsion et de repos de la seconde roue d'échappement ;
 - le nombre de dents de la denture d'impulsion et de repos de la première roue d'échappement est égal à 3, et le nombre de dents de la denture d'impulsion et de repos de la seconde roue d'échappement est égal à 10 ;
 - le nombre de dents de la denture d'impulsion et de repos de la première roue d'échappement est égal à 10, et le nombre de dents de la denture d'impulsion et de repos de la seconde roue d'échappement est égal à 3 ;
 - l'ancre comprend une fourchette formée d'une première et d'une seconde corne, le plateau de balancier venant buter par sa cheville de balancier contre la première corne de la fourchette et provoquant le pivotement de cette ancre dans un premier sens lors de la première alternance, et contre la seconde corne lors de la seconde alternance, provoquant le pivotement de l'ancre dans un second sens opposé au premier ;
 - la fourchette porte un dard qui coopère avec le plateau de balancier pour empêcher les déplacements accidentels de la fourchette pendant une période appelée arc supplémentaire ;
 - les première et seconde roues d'échappement sont monoblocs et comprennent un seul niveau de denture chacune ;
 - un mobile de réduction est disposé entre la roue de seconde et la première roue d'échappement.
- [0008]** L'invention concerne également un mouvement d'horlogerie comprenant un échappement naturel du type décrit ci-dessus.
- [0009]** Grâce à ces caractéristiques, la présente invention procure un échappement naturel dans lequel il est possible, en fonction des dimensions des différents bras de levier entre les bras de l'ancre et les leviers, d'ajuster très précisément les différentes phases de fonctionnement de cet échappement naturel, à savoir les séquences de déclenchement et d'arrêt des première et seconde roues d'échappement, les séquences d'impulsions données par les première et seconde roues d'échappement au plateau de balancier, ainsi que les vitesses auxquelles

les première et secondes roues d'échappement se dégagent des premier et second leviers. L'ajustement précis du fonctionnement de l'échappement naturel selon l'invention est également permis dans le cas où les butées de limitation qui limitent le débattement des premier et second leviers en pivotement sont des excentriques. De même, le réglage fin du fonctionnement de l'échappement naturel est également rendu possible par le fait que le premier levier est distinct du second levier, de sorte que les phases de fonctionnement de la première roue d'échappement peuvent être mises au point et ajustées indépendamment des phases de fonctionnement de la seconde roue d'échappement, de sorte que, si nécessaire, un fonctionnement dissymétrique de l'échappement naturel selon l'invention peut être obtenu. Située hors du volume des première et seconde roues d'échappement, l'ancre est plus facile à réaliser et bien moins encombrante, de sorte qu'elle est plus facile à loger dans un mouvement d'horlogerie que lorsqu'elle est disposée entre les deux roues d'échappement. L'échappement naturel selon l'invention offre également un accès plus facile aux horlogers et permet à ces derniers des mesures et des réglages plus commodes. Par ailleurs, dans le cas où les première et seconde roues d'échappement sont monoblocs et comprennent un seul niveau de denture chacune, ces première et seconde roues d'échappement ne sont pas actives selon deux niveaux étagés distincts et sont donc moins encombrantes et plus aisées à usiner. De plus, la nécessaire indexation des dents servant à transmettre les impulsions motrices au plateau de balancier lorsque l'on utilise deux roues d'échappement superposées est évité. En effet, dans le cas de l'invention, l'indexation de la denture unique des première et seconde roues d'échappement qui assure à la fois l'engrènement de ces deux roues d'entraînement entre elles et la transmission des impulsions motrices au plateau de balancier découle de la forme même de cette denture.

Brève description des figures

[0010] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront plus clairement de la description détaillée qui suit d'un mode de réalisation d'un échappement naturel selon l'invention, cet exemple étant donné à titre purement illustratif et non limitatif seulement en liaison avec le dessin annexé sur lequel :

- la figure 1 est une vue d'ensemble de l'échappement naturel selon l'invention dans sa position de repos dans laquelle la seconde roue d'échappement est en appui sur le second levier ;
- la figure 2 est une vue de dessus de l'échappement naturel selon l'invention dans sa position dans laquelle la cheville de balancier arrive en contact avec la première corne de la fourchette, ce qui va provoquer le début du dégagement de la seconde roue

d'échappement de sa prise avec le second levier ;

- 5 - la figure 3 est une vue de dessus de l'échappement naturel selon l'invention dans sa position dans laquelle le plateau de balancier entraîne l'ancre et les leviers, ce qui provoque le début de la première chute par dégagement de la seconde roue d'échappement de sa prise avec le second levier ;
- 10 - la figure 4 est une vue de dessus de l'échappement naturel selon l'invention dans sa position dans laquelle la première roue d'échappement vient prendre appui sur la première palette d'impulsion et commence à donner une impulsion au plateau de balancier, ce qui marque la fin de la première chute ;
- 15 - la figure 5 est une vue de dessus de l'échappement naturel selon l'invention dans sa position dans laquelle la première roue d'échappement imprime l'impulsion au plateau de balancier tandis que le second levier vient prendre appui contre la seconde butée de limitation ;
- 20 - la figure 6 est une vue de dessus de l'échappement naturel selon l'invention dans sa position dans laquelle la première roue d'échappement finit d'imprimer une impulsion au plateau de balancier, ce qui marque le début de la seconde chute, tandis que le second levier est en appui sur la seconde butée de limitation ;
- 25 - la figure 7 est une vue de dessus de l'échappement naturel selon l'invention dans sa position dans laquelle la première roue d'échappement prend appui sur le premier levier, ce qui marque la fin de la seconde chute, tandis que le plateau de balancier finit son alternance librement ;
- 30 - la figure 8 illustre schématiquement le cas où les articulations à pivotement par lesquelles les leviers sont raccordés aux bras de l'ancre sont formées chacune d'un ergot qui est engagé dans une fourchette ;
- 35 - la figure 9 illustre schématiquement le cas où les leviers sont reliés aux bras de l'ancre au moyen de lames flexibles ;
- 40 - la figure 10 illustre schématiquement le cas où les articulations à pivotement par lesquelles les leviers sont raccordés aux bras de l'ancre sont formées chacune de 2 portions d'engrenage de type râteau ;
- 45 - la figure 11 illustre schématiquement le cas dans lequel les première et seconde butées de limitation sont des excentriques ;
- 50 - la figure 12 illustre schématiquement le cas où les leviers portent des palettes d'arrêt ;
- 55

- la figure 13 illustre le cas dans lequel l'extrémité libre des premier et second leviers présente un décrochement qui permet à ces premier et second leviers d'assurer la fonction de butée de limitation par appui d'une dent de la denture d'impulsion et de repos de la première roue d'échappement, respectivement de la seconde roue d'échappement, sur ces décrochements ;
- la figure 14 illustre le cas dans lequel le nombre de dents de la denture d'impulsion et de repos de la première roue d'échappement est égal à 10, et le nombre de dents de la denture d'impulsion et de repos de la seconde roue d'échappement est égal à 3.

Description détaillée de l'invention

[0011] La présente invention procède de l'idée générale inventive qui consiste à munir l'un au moins des bras de l'ancre d'un échappement naturel également connu sous sa dénomination échappement à impulsion tangentielle d'un levier pivoté autour d'un axe de pivotement et raccordé au bras de l'ancre via au moins une articulation à pivotement. Grâce à cette caractéristique, il est possible, par ajustement du bras de levier entre le bras de l'ancre et le levier qui est raccordé à ce bras, de régler très finement les différentes phases de fonctionnement de l'échappement naturel selon l'invention. De même, les première et seconde roues d'échappement n'étant actives que selon un seul niveau, elles sont moins épaisses et donc moins encombrantes et plus faciles à usiner. En outre, l'indexation de leurs dents d'impulsion découle de la forme même de leurs dentures et pas d'un assemblage fastidieux de deux roues d'échappement superposées.

[0012] Désigné dans son ensemble par la référence numérique générale 1, l'échappement naturel selon l'invention est représenté dans sa position de repos à la figure 1. Cet échappement naturel 1 est agencé pour être entraîné par une roue de seconde 2 qui, selon un mode d'exécution préféré mais non limitatif, engrène avec un pignon 4 monté fixe sur un axe 6 d'une première roue d'échappement 10. Cette première roue d'échappement 10 engrène quant à elle via une première denture d'entraînement 12 avec une seconde denture d'entraînement 14 d'une seconde roue d'échappement 16 qui pivote autour d'un axe 18.

[0013] L'échappement naturel 1 comprend également un balancier 20 qui comporte une roue de balancier 22 sur un axe 24 de laquelle est ajusté un plateau de balancier 26. Ce plateau de balancier 26 porte une cheville de balancier 28 de même qu'une première et une seconde palette d'impulsion 30 et 32 dont les rôles respectifs seront décrits ci-après.

[0014] L'échappement naturel 1 selon l'invention comprend aussi une ancre 34 pivotée autour d'une tige d'ancre 36. Cette ancre 34 comporte un corps d'ancre 38 qui porte une fourchette 40 formée d'une première et d'une seconde corne 42a et 42b ainsi que d'un dard 44. Ce

dard 44 coopère avec le plateau de balancier 26 dans le but d'empêcher les déplacements accidentels de la fourchette 40 en dehors des périodes communément appelées arcs supplémentaires, périodes durant lesquelles le plateau de balancier 26 est proche de sa position de repos appelée angle de levée.

[0015] Conformément à l'invention et comme on peut le voir à l'examen de la figure 1, le corps d'ancre 38 comporte un premier et un second bras 46a et 46b qui sont préférentiellement mais non limitativement disposés de manière symétrique de part et d'autre de la fourchette 40. Des premier et second leviers 48a, 48b, pivotés autour d'axes de pivotement respectifs 50 et 52, sont raccordés aux premier et second bras 46a, 46b du corps d'ancre 38 via une articulation à pivotement 53. Dans cette forme d'exécution simplifiée de l'invention, le premier levier 48a est fait d'une pièce et présente une géométrie qui assure la fonction d'une première palette d'arrêt pour bloquer temporairement la première roue d'échappement 10 au cours d'un cycle de fonctionnement de l'échappement naturel 1, et le second levier 48b présente une géométrie qui assure la fonction d'une seconde palette d'arrêt pour bloquer temporairement la seconde roue d'échappement 16 au cours du même cycle de fonctionnement de l'échappement naturel 1.

[0016] Selon une première forme d'exécution de l'invention, les premier et second leviers 48a, 48b portent chacun un ergot 54, respectivement 56, qui fait saillie dans une ouverture oblongue 58, respectivement 60, ménagée dans les premier et second bras 46a, 46b du corps d'ancre 38. Bien entendu, les ergots 54 et 56 pourraient être portés par les premier et second bras 46a, 46b, et les ouvertures oblongues 58, 60 pourraient être ménagées dans les premier et second leviers 48a, 48b. Ainsi, par engagement des ergots 54, 56 dans les ouvertures oblongues 58, 60, les premier et second leviers 48a, 48b sont aptes à pivoter par rapport aux premier et second bras 46a, 46b du corps d'ancre 38.

[0017] Selon une autre forme d'exécution de l'invention illustrée à la figure 8, les ouvertures oblongues 58, 60 peuvent être remplacées par des fourchettes 72 dans lesquelles des renflements 73 prévus aux extrémités en regard des premier et second leviers 48a, 48b sont engagés.

[0018] Selon encore une autre forme d'exécution de l'invention illustrée à la figure 9, les premier et second leviers 48a, 48b sont reliés aux premier et second bras 46a, 46b du corps d'ancre 38 au moyen de lames flexibles 74. Ce mode de réalisation permet de réaliser le corps d'ancre 38 et les premier et second leviers 48a, 48b d'un seul tenant.

[0019] Selon encore une autre forme d'exécution de l'invention illustrée à la figure 10, les articulations à pivotement 53 par lesquelles les premier et second leviers 48a, 48b sont raccordés aux premier et second bras 46a, 46b du corps d'ancre 38 sont formées chacune de deux portions d'engrenage qui ensemble constituent un râteau 75. Enfin, l'échappement naturel 1 est complété par une

première et une seconde butée de limitation 62 et 64 du type goupilles qui limitent le débattement des premier et second leviers 48a, 48b en pivotement.

[0020] Dans le mode d'exécution de l'échappement naturel 1 selon l'invention illustré au dessin, on suppose que la roue de seconde 2 qui fournit à l'échappement naturel 1 l'énergie nécessaire à son fonctionnement tourne dans le sens des aiguilles d'une montre. La roue de seconde 2 tend par conséquent à faire tourner le pignon 4 et la première roue d'échappement 10 sur l'axe 6 de laquelle est fixé le pignon 4 dans le sens antihoraire, et la seconde roue d'échappement 16 dans le sens horaire.

[0021] Un cycle de fonctionnement de l'échappement naturel 1 selon l'invention comprend deux alternances au cours desquelles le plateau de balancier 26 va aller successivement d'une première position extrême à une seconde position extrême en passant par une position de repos médiane, puis de sa seconde position extrême à sa première position extrême en repassant une seconde fois par sa position de repos médiane. Ainsi, au début d'un cycle (voir figure 1), le plateau de balancier 26 tourne vers sa position de repos médiane en tournant dans le sens des aiguilles d'une montre, tandis que la seconde roue d'échappement 16 est en appui sur le second levier 48b.

[0022] A un moment donné de son déplacement illustré à la figure 2, le plateau de balancier 26 arrive dans une position dans laquelle il bute par sa cheville de balancier 28 contre la seconde corne 42b de la fourchette 40 et commence à provoquer le pivotement de l'ancre 34 dans le sens contraire des aiguilles d'une montre. Le pivotement de l'ancre 34 dans le sens antihoraire a pour effet de commencer à libérer la seconde roue d'échappement 16 de sa prise avec le second levier 48b, ce qui va permettre à la roue de seconde 2 d'entraîner, via la première roue d'échappement 10, la seconde roue d'échappement 16 dans le sens horaire.

[0023] A la figure 3, l'échappement naturel 1 est dans une position dans laquelle le plateau de balancier 26 entraîne l'ancre 34, ce qui provoque le début de la première chute par dégagement de la seconde roue d'échappement 16 de sa prise avec le second levier 48b. Par « chute », on entend les périodes de fonctionnement de l'échappement naturel 1 selon l'invention durant lesquelles les première et seconde roues d'échappement 10 et 16 ne sont en contact ni avec l'un ou l'autre des premier et second leviers 48a, 48b, ni avec l'une ou l'autre des première et seconde palettes d'impulsion 30, 32.

[0024] On comprendra qu'en même temps que la première roue d'échappement 10 entraîne la seconde roue d'échappement 16 en pivotement dans le sens horaire, la première roue d'échappement 10 commence également à donner une impulsion motrice au plateau de balancier 26 via une dent 66 d'une denture d'impulsion et de repos 68 qui entraîne la première palette d'impulsion 30 (voir figure 4). Cette impulsion motrice est dite directe et tangentielle car elle est donnée directement par la première roue d'échappement 10 au plateau de balancier

26 et que le chemin de la dent 66 rattrape celui de la première palette d'impulsion 30 du plateau de balancier 26 de manière tangentielle, ce qui permet un contact quasi ponctuel et sans frottement. On notera par ailleurs que la venue de la dent 66 de la première roue d'échappement 10 en contact avec la première palette d'impulsion 30 du plateau de balancier 26 marque la fin de la première chute.

[0025] La figure 5 est une vue de dessus de l'échappement naturel 1 selon l'invention dans sa position dans laquelle la première roue d'échappement 10 imprime l'impulsion au plateau de balancier 26, tandis que le second levier 48b pivote autour de son axe de pivotement 52 et vient prendre appui contre la seconde butée de limitation 64. Ce mouvement est commandé par l'ancre 34 qui, entraînée par la cheville de balancier 28, pivote autour de sa tige d'ancre 36 dans le sens contraire des aiguilles d'une montre.

[0026] A la figure 6, la première roue d'échappement 10 finit d'imprimer une impulsion au plateau de balancier 26, ce qui marque le début de la seconde chute. On voit en effet que la dent 66 de la première roue d'échappement 10 n'est plus en contact avec la première palette d'impulsion 30 du plateau de balancier 26. Par ailleurs, le second levier 48b est en appui sur la seconde butée de limitation 64.

[0027] Finalement, la figure 7 est une vue de dessus de l'échappement naturel 1 selon l'invention dans sa position de repos médiane dans laquelle la première roue d'échappement 10 prend appui sur le premier levier 48a, ce qui marque la fin de la seconde chute, tandis que le plateau de balancier 26 finit son alternance librement en tournant dans le sens horaire. L'alternance suivante au cours de laquelle le plateau de balancier 26 va tourner dans le sens antihoraire reproduit les mêmes fonctions que celles illustrées aux figures 2 à 7 de manière symétrique dans l'ordre inverse.

[0028] La figure 8 illustre schématiquement le cas où les articulations à pivotement 53 par lesquelles les premier et second leviers 48a, 48b sont raccordés aux premier et second bras 46a, 46b de l'ancre 34 sont formées chacune d'un ergot 54, 56 qui est engagé dans une fourchette 72.

[0029] La figure 9 illustre schématiquement le cas où les articulations à pivotement 53 par lesquelles les premier et second leviers 48a, 48b sont raccordés aux premier et second bras 46a, 46b de l'ancre 34 sont formées chacune d'une lame flexible 74.

[0030] La figure 11 illustre schématiquement le cas dans lequel les première et seconde butées de limitation 62, 64 sont des excentriques 76. Les première et seconde butées de limitation peuvent également être usinées dans un élément fixe tel qu'une platine ou un pont du mouvement d'horlogerie.

[0031] La figure 12 illustre schématiquement le cas où une seconde palette d'arrêt 78 pour bloquer temporairement la seconde roue d'échappement 16 au cours de la première alternance est rapportée sur le second levier

48b, et où une première palette d'arrêt 80 pour bloquer temporairement la première roue d'échappement 10 au cours de la seconde alternance est rapportée sur le premier levier 48a. Ces première et seconde palettes d'arrêt 80 et 78 sont par exemple réalisées en rubis.

[0032] La figure 13 illustre le cas dans lequel l'extrémité libre des premier et second leviers 48a, 48b présente un décrochement 82 qui assure la fonction des butées de limitation 62, 64 par appui d'une dent de la denture d'impulsion et de repos 68, 70 de la première roue d'échappement 10, respectivement de la seconde roue d'échappement 16, sur ces décrochements 82. Ce mode de réalisation permet ainsi de s'affranchir des butées de limitation 62, 64 tout en conservant un mode de fonctionnement analogue à celui décrit ci-dessus en liaison avec les figures 1 et 7. En effet, lorsque, par exemple, la seconde roue d'échappement 16 tourne dans le sens antihoraire et vient prendre appui sur le décrochement 82 du second levier 48b par l'une des dents de sa denture d'impulsion et de repos 70, cette seconde roue d'échappement 16 tendrait à faire pivoter le second levier 48b par tirage autour de son axe de pivotement 52 dans le sens antihoraire. Néanmoins, malgré l'absence de la butée de limitation 64 qui ne peut donc s'opposer au pivotement du second levier 48b, le pivotement de ce second levier 48b est empêché par appui de l'une des dents de la denture d'impulsion et de repos 70 de la seconde roue d'échappement 16 sur le décrochement 82 ménagé à l'extrémité libre de ce second levier 48b. Cet appui s'oppose à la force de tirage. Le second levier 48b échappe à sa position de blocage lorsque l'ancre 34 pivote dans le sens horaire, ce qui a pour effet de faire pivoter ce second levier 48b dans le sens antihoraire, tandis que le premier levier 48a pivote lui aussi dans le sens antihoraire et se rapproche de la première roue d'échappement 10. On notera que les premier et second leviers 48a, 48b, pivotés autour de leurs axes de pivotement 50, 52 respectifs, sont raccordés aux premier et second bras 46a, 46b du corps d'ancre 38 via une articulation à pivotement 53 formée d'un ergot 55 porté par les premier et second bras 46a, 46b du corps d'ancre 38 dans l'exemple représenté, et qui fait saillie dans une ouverture circulaire 57 correspondante ménagée dans les premier et second leviers 48a, 48b.

[0033] La figure 14 illustre le cas dans lequel le nombre de dents de la denture d'impulsion et de repos 68 de la première roue d'échappement 10 est égal à 10, et le nombre de dents de la denture d'impulsion et de repos 70 de la seconde roue d'échappement 16 est égal à 3. Les principes de réalisation de ce mode particulier d'exécution de l'échappement naturel 1 selon l'invention restent les mêmes : les premier et second leviers 48a, 48b, pivotés autour de leurs axes de pivotement 50, 52 respectifs, sont raccordés aux premier et second bras 46a, 46b du corps d'ancre 38 via une articulation à pivotement 53 formée d'un ergot 55 porté par les premier et second bras 46a, 46b du corps d'ancre 38 dans l'exemple représenté, et qui fait saillie dans une ouverture circulaire 57

correspondante ménagée dans les premier et second leviers 48a, 48b.

[0034] Il va de soi que la présente invention n'est pas limitée au mode de réalisation qui vient d'être décrit et que diverses modifications et variantes simples peuvent être envisagées sans sortir du cadre de l'invention tel que défini par les revendications annexées. On comprendra en particulier que, bien que l'échappement naturel 1 selon l'invention ait été décrit en liaison avec une ancre 34 aux bras 46a, 46b de laquelle sont reliés des premier et second leviers 48a, 48b, il est tout à fait envisageable, dans une forme d'exécution simplifiée de l'invention, de ne prévoir qu'un seul levier raccordé à pivotement à l'un des bras de l'ancre, l'autre levier étant fait d'un seul tenant avec le second bras de l'ancre 34. On notera également qu'un mobile de réduction peut être disposé entre la roue de seconde 2 et la première roue d'échappement 10. La première roue d'échappement 10 comprend une première denture d'entraînement 12 par laquelle elle engrène avec une seconde denture d'entraînement 14 de la seconde roue d'échappement 16. De même, les première et seconde roues d'échappement 10, 16 comprennent chacune une denture d'impulsion et de repos 68, 70 par lesquelles elles fournissent une impulsion motrice directe et tangentielle au plateau de balancier 26. Les dentures d'entraînement 12, 14 et d'impulsion et de repos 68, 70 de chacune des première et seconde roues d'échappement 10, 16 s'étendant dans un plan unique ou dans deux plans parallèles. De préférence, les première et seconde roues d'échappement 10, 16 sont monobloc. Le nombre de dents de la denture d'impulsion et de repos 68 de la première roue d'échappement 10 peut être différent du nombre de dents de la denture d'impulsion et de repos 70 de la seconde roue d'échappement 16. Ce nombre peut être compris entre 3 et 14, par exemple égal à 10. Dans un exemple particulier, le nombre de dents de la denture d'impulsion et de repos 68 de la première roue d'échappement 10 est égal à 10 et le nombre de dents de la denture d'impulsion et de repos 70 de la seconde roue d'échappement 16 est égal à 3. L'invention concerne également un mouvement d'horlogerie comprenant un échappement naturel 1 du type décrit ci-dessus.

45 Nomenclature

[0035]

1. Echappement naturel
2. Roue de seconde
4. Pignon
6. Axe
10. Première roue d'échappement
12. Première denture d'entraînement
14. Seconde denture d'entraînement
16. Seconde roue d'échappement
18. Axe
20. Balancier

22.	Roue de balancier		
24.	Axe		
26.	Plateau de balancier		
28.	Cheville de balancier		
30.	Première palette d'impulsion	5	
32.	Seconde palette d'impulsion		
34.	Ancre		
36.	Tige d'ancre		
38.	Corps d'ancre		
40.	Fourchette	10	
42a.	Première corne		
42b.	Seconde corne		
44.	Dard		
46a.	Premier bras		
46b.	Second bras	15	
48a.	Premier levier		
48b.	Second levier		
50.	Axe de pivotement		
52.	Axe de pivotement		
53.	Articulations à pivotement	20	
54.	Ergot		
55.	Ergot		
56.	Ergot		
57.	Ouverture circulaire		
58.	Ouverture oblongue	25	
60.	Ouverture oblongue		
62.	Première butée de limitation		
64.	Seconde butée de limitation		
66.	Dent		
68.	Denture d'impulsion et de repos	30	
70.	Denture d'impulsion et de repos		
72.	Fourchette		
73.	Renflements		
74.	Lame flexible		
75.	Râteaux	35	
76.	Excentriques		
78.	Seconde palette d'arrêt		
80.	Première palette d'arrêt		
82.	Décrochements	40	

Revendications

1. Echappement naturel (1) pour mouvement d'horlogerie effectuant une succession de cycles de fonctionnement composés chacun d'une première et d'une seconde alternance d'un balancier (20) qui comprend une roue de balancier (22) sur un axe (24) de laquelle est ajusté un plateau de balancier (26), cet échappement naturel (1) comprenant une première roue d'échappement (10) agencée pour être entraînée par une roue de seconde (2), cette première roue d'échappement (10) entraînant à son tour une seconde roue d'échappement (16), le plateau de balancier (26) portant une cheville de balancier (28) par laquelle ce plateau de balancier (26) provoque le pivotement d'une ancre (34) à chacune des première et seconde alternances, au moins un premier levier (48a), pivoté autour d'un axe de pivotement (50), étant raccordé à un premier bras (46a) de l'ancre (34) via au moins une articulation à pivotement (53), l'ancre (34) comprenant un second bras (46b) prolongé par un second levier (48b), ces premier et second leviers (48a, 48b) étant agencés pour bloquer respectivement les première et seconde roues d'échappement (10, 16) de manière temporaire au cours des première et seconde alternances d'un cycle de fonctionnement, le débattement des premier et second leviers (48a, 48b) en pivotement étant limité.
2. Echappement naturel (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les premier et second leviers (48a, 48b) sont pivotés autour d'axes de pivotement (50, 52) respectifs et sont raccordés respectivement aux premier et second bras (46a, 46b) de l'ancre (34) via au moins une articulation à pivotement (53).
3. Echappement naturel (1) selon l'une des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** la ou les articulations à pivotement (53) sont formées chacune d'un ergot (54, 56) qui fait saillie dans une ouverture oblongue (58, 60).
4. Echappement naturel (1) selon l'une des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** les articulations à pivotement (53) sont formées chacune d'un ergot (54, 56) qui est engagé dans une fourchette (72).
5. Echappement naturel (1) selon l'une des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** les articulations à pivotement (53) sont formées chacune d'une lame flexible (74).
6. Echappement naturel (1) selon l'une des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** les articulations à pivotement (53) sont formées chacune de deux portions d'engrenage qui ensemble constituent un râteau (75).
7. Echappement naturel (1) selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le débattement en pivotement des premier et second leviers (48a, 48b) est limité par des première et seconde butées de limitation (62, 64).
8. Echappement naturel (1) selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** les première et seconde butées de limitation (62, 64) sont des goupilles.
9. Echappement naturel (1) selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** les première et seconde butées de limitation (62, 64) sont usinées dans un élément fixe du mouvement d'horlogerie.
10. Echappement naturel (1) selon la revendication 7,

caractérisé en ce que les première et seconde butées de limitation (62, 64) sont des excentriques.

11. Echappement naturel (1) selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** le premier levier (48a) est fait d'une pièce et présente une géométrie qui assure la fonction d'une première palette d'arrêt pour bloquer temporairement la première roue d'échappement (10) au cours de la seconde alternance, et le second levier (48b) est fait d'une pièce et présente une géométrie qui assure la fonction d'une première palette d'arrêt pour bloquer temporairement la seconde roue d'échappement (16) au cours de la première alternance.
12. Echappement naturel (1) selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** le premier levier (48a) comprend une première palette d'arrêt (80) rapportée pour bloquer temporairement la première roue d'échappement (10) au cours de la seconde alternance, et le second levier (48b) comporte une seconde palette d'arrêt (78) rapportée pour bloquer temporairement la seconde roue d'échappement (16) au cours de la première alternance.
13. Echappement naturel (1) selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** le plateau de balancier (26) porte une première et une seconde palette d'impulsion (30, 32) par lesquelles ce plateau de balancier (26) reçoit une impulsion motrice directe et tangentielle respectivement de la première roue d'échappement (10) et de la seconde roue d'échappement (16).
14. Echappement naturel (1) selon l'une des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** la première roue d'échappement (10) comprend une première denture d'entraînement (12) par laquelle elle engrène avec une seconde denture d'entraînement (14) de la seconde roue d'échappement (16), et **en ce que** les première et seconde roues d'échappement (10, 16) comprennent chacune une denture d'impulsion et de repos (68, 70) par lesquelles elles fournissent une impulsion motrice directe et tangentielle au plateau de balancier (26), les dentures d'entraînement (12, 14) et d'impulsion et de repos (68, 70) de chacune des première et seconde roues d'échappement (10, 16) s'étendant dans un plan unique ou dans deux plans parallèles.
15. Echappement naturel (1) selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** les première et seconde roues d'échappement (10, 16) sont monoblocs.
16. Echappement naturel (1) selon l'une des revendications 14 et 15, **caractérisé en ce que** le nombre de dents de la denture d'impulsion et de repos (68) de la première roue d'échappement (10) est différent
- du nombre de dents de la denture d'impulsion et de repos (70) de la seconde roue d'échappement (16).
17. Echappement naturel (1) selon l'une des revendications 14 à 16, **caractérisé en ce que** le nombre de dents des dentures d'impulsion et de repos (68, 70) des première et seconde roues d'échappement (10, 16) est compris entre 3 et 14.
18. Echappement naturel (1) selon la revendication 17, **caractérisé en ce que** le nombre de dents des dentures d'impulsion et de repos (68, 70) des première et seconde roues d'échappement (10, 16) est égal à 10.
19. Echappement naturel (1) selon la revendication 17, **caractérisé en ce que** le nombre de dents de la denture d'impulsion et de repos (68) de la première roue d'échappement (10) est égal à 3, et le nombre de dents de la denture d'impulsion et de repos (70) de la seconde roue d'échappement (16) est égal à 10.
20. Echappement naturel (1) selon la revendication 19, **caractérisé en ce que** le nombre de dents de la denture d'impulsion et de repos (68) de la première roue d'échappement (10) est égal à 10, et le nombre de dents de la denture d'impulsion et de repos (70) de la seconde roue d'échappement (16) est égal à 3.
21. Echappement naturel (1) selon l'une des revendications 14 à 20, **caractérisé en ce que** une extrémité libre des premier et second leviers (48a, 48b) présente un décrochement (82) qui permet de limiter le débattement en pivotement de ces premier et second leviers (48a, 48b) par appui d'une dent de la denture d'impulsion et de repos (68, 70) de la première roue d'échappement (10), respectivement de la seconde roue d'échappement (16), sur ces décrochements (82).
22. Echappement naturel (1) selon l'une des revendications 1 à 21, **caractérisé en ce que** l'ancre (34) comprend une fourchette (40) formée d'une première et d'une seconde corne (42a, 42b), le plateau de balancier (26) venant buter par sa cheville de balancier (28) contre la seconde corne (42b) de la fourchette (40) et provoquant le pivotement de cette ancre (34) dans un premier sens lors de la première alternance, et contre la première corne (42a) lors de la seconde alternance, provoquant le pivotement de l'ancre (34) dans un second sens opposé au premier.
23. Echappement naturel (1) selon la revendication 22, **caractérisé en ce que** la fourchette (40) porte un dard (44) qui coopère avec le plateau de balancier (26) pour empêcher les déplacements accidentels de la fourchette (40) pendant une période appelée

arc supplémentaire.

24. Echappement naturel (1) selon l'une des revendications 1 à 23, **caractérisé en ce qu'un** mobile de réduction est disposé entre la roue de seconde (2) et la première roue d'échappement (10). 5
25. Mouvement d'horlogerie comprenant un échappement naturel (1) selon l'une des revendications 1 à 24. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

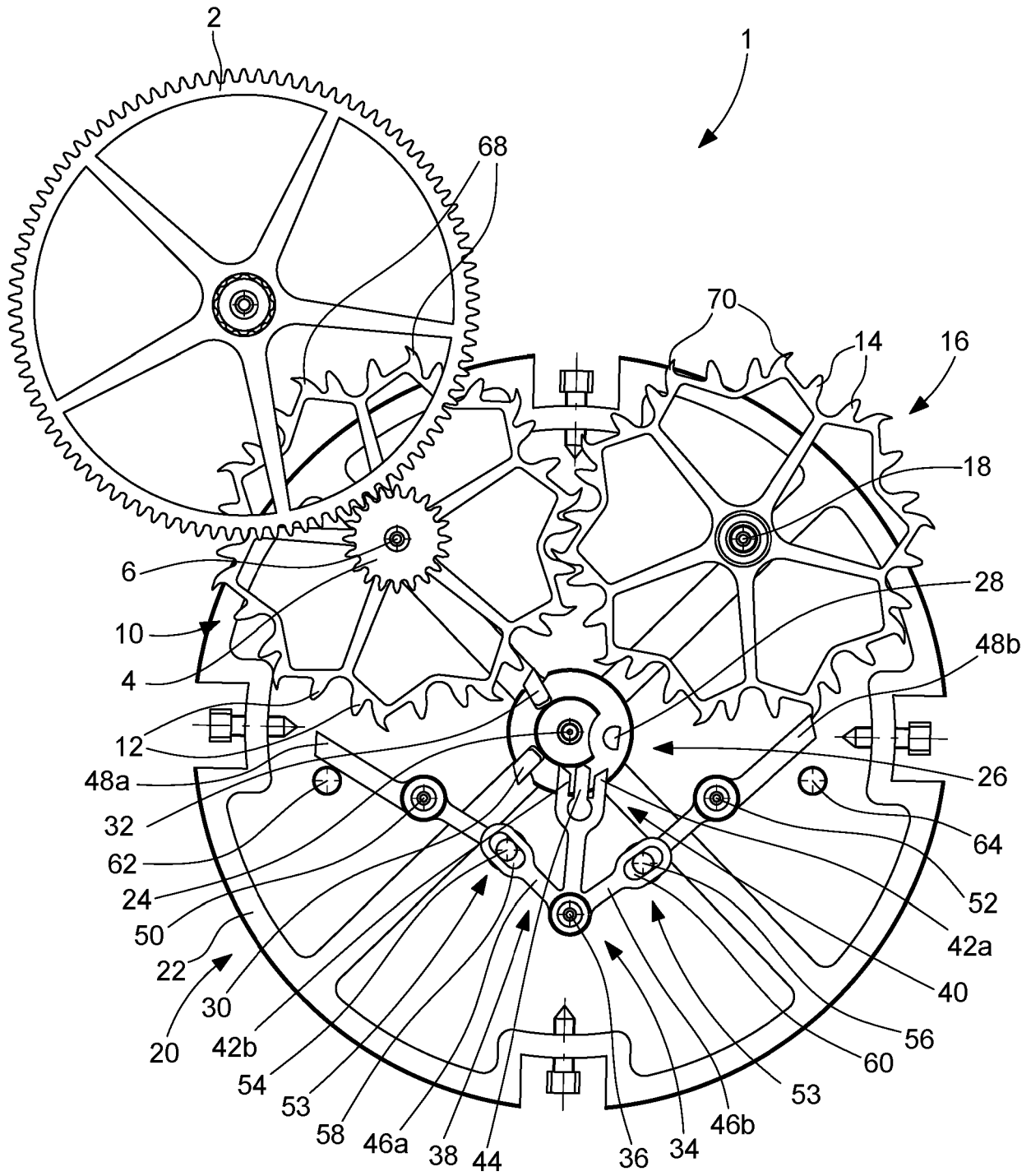


Fig. 2

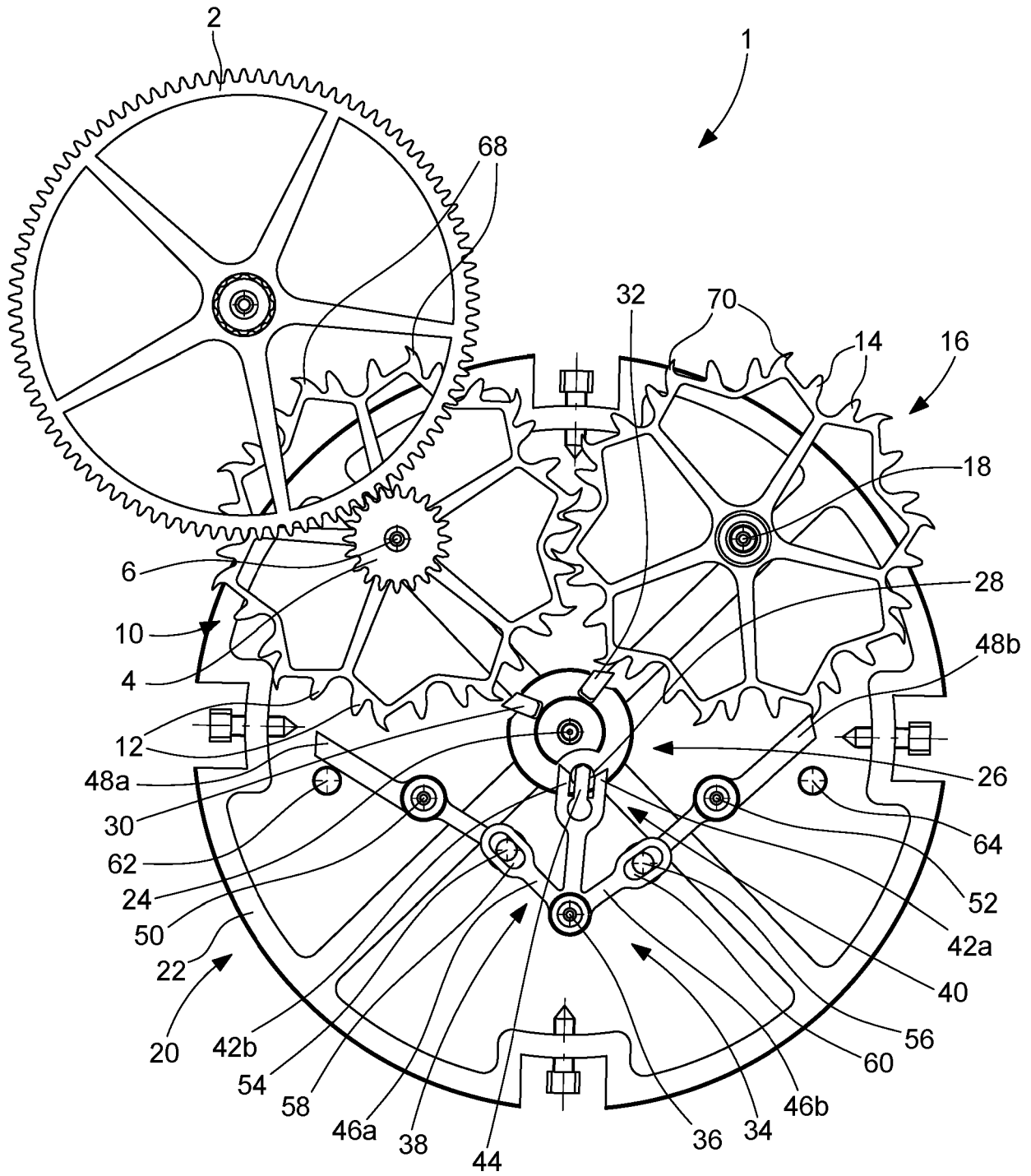


Fig. 3

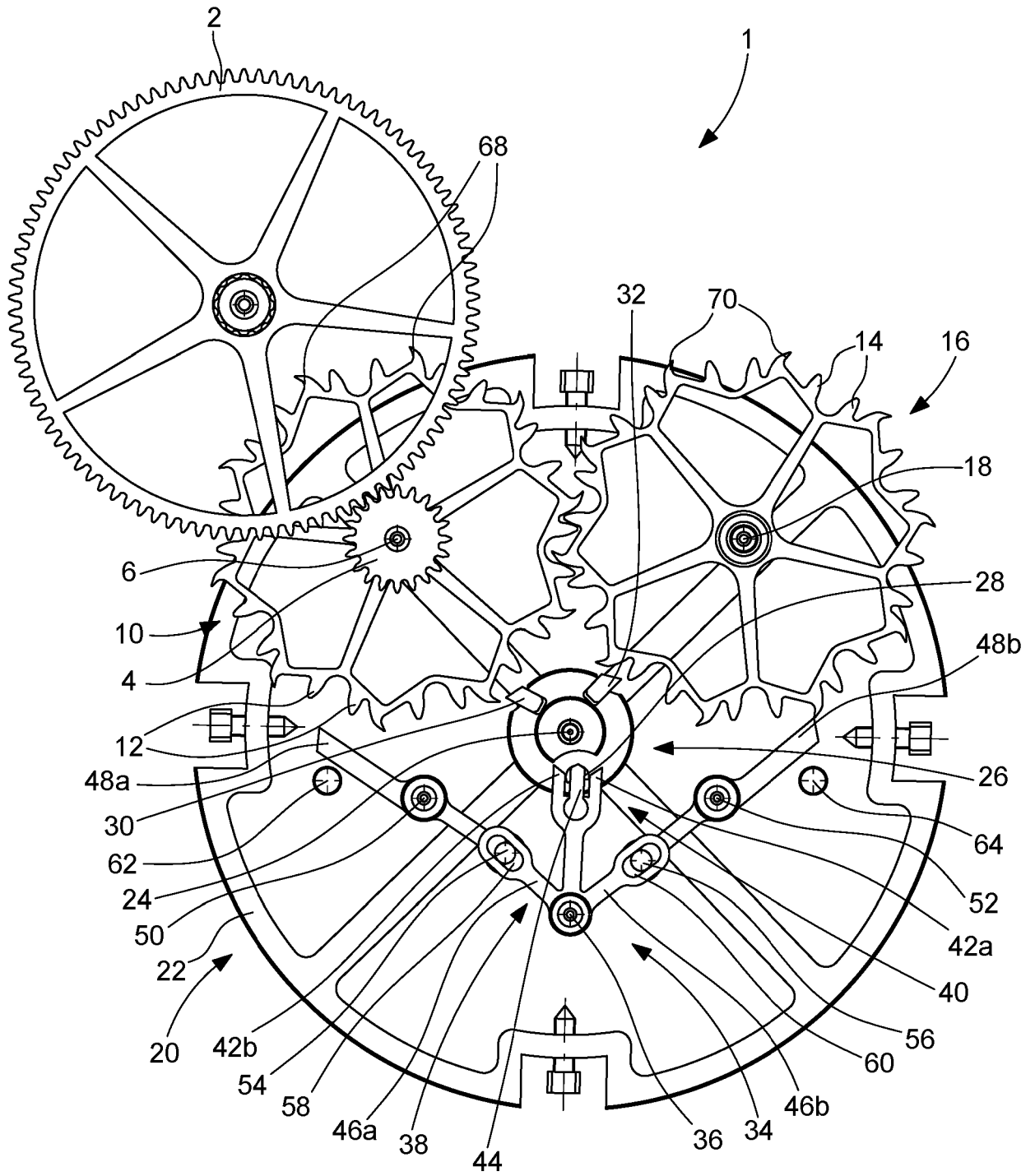


Fig. 4

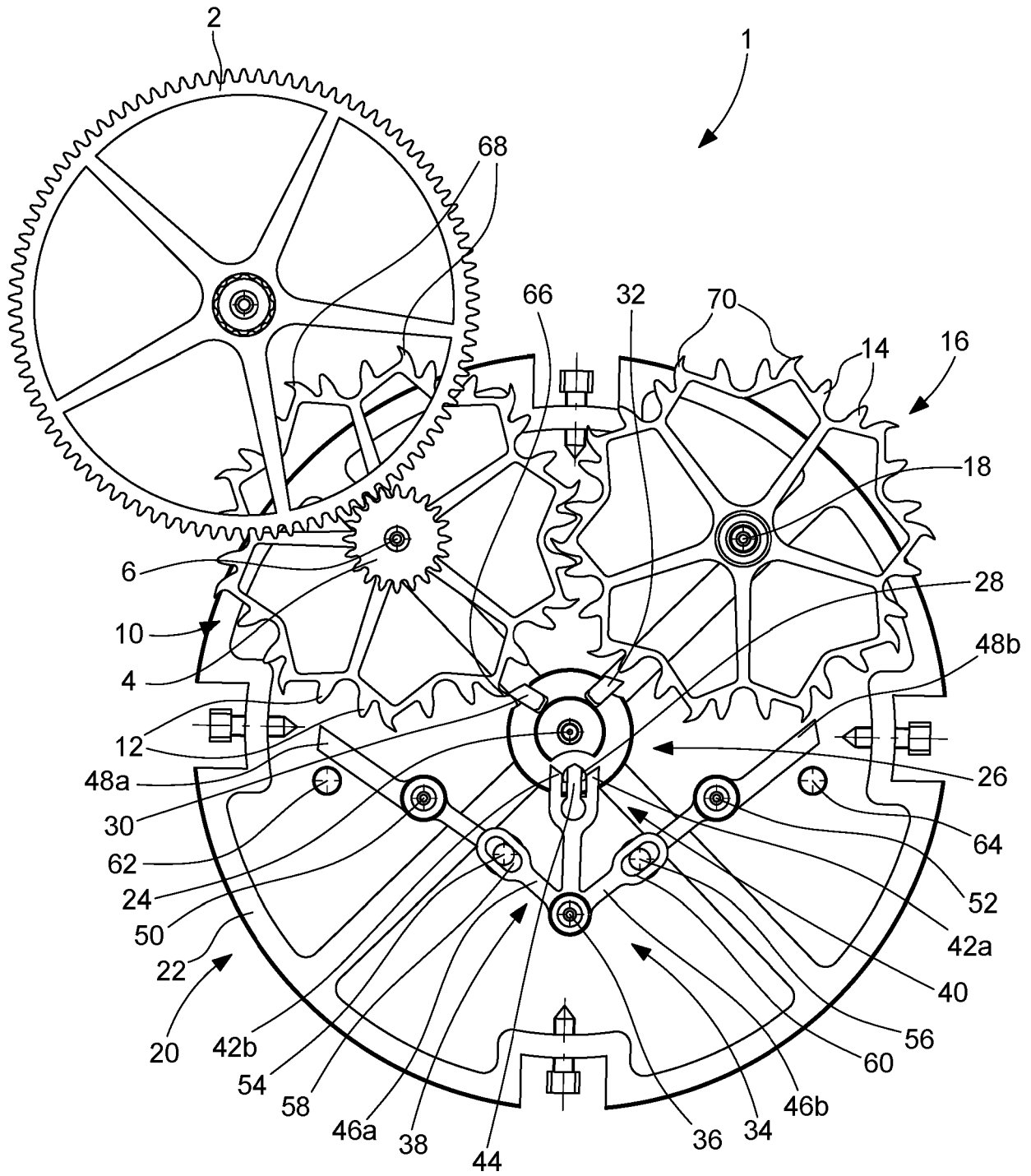


Fig. 5

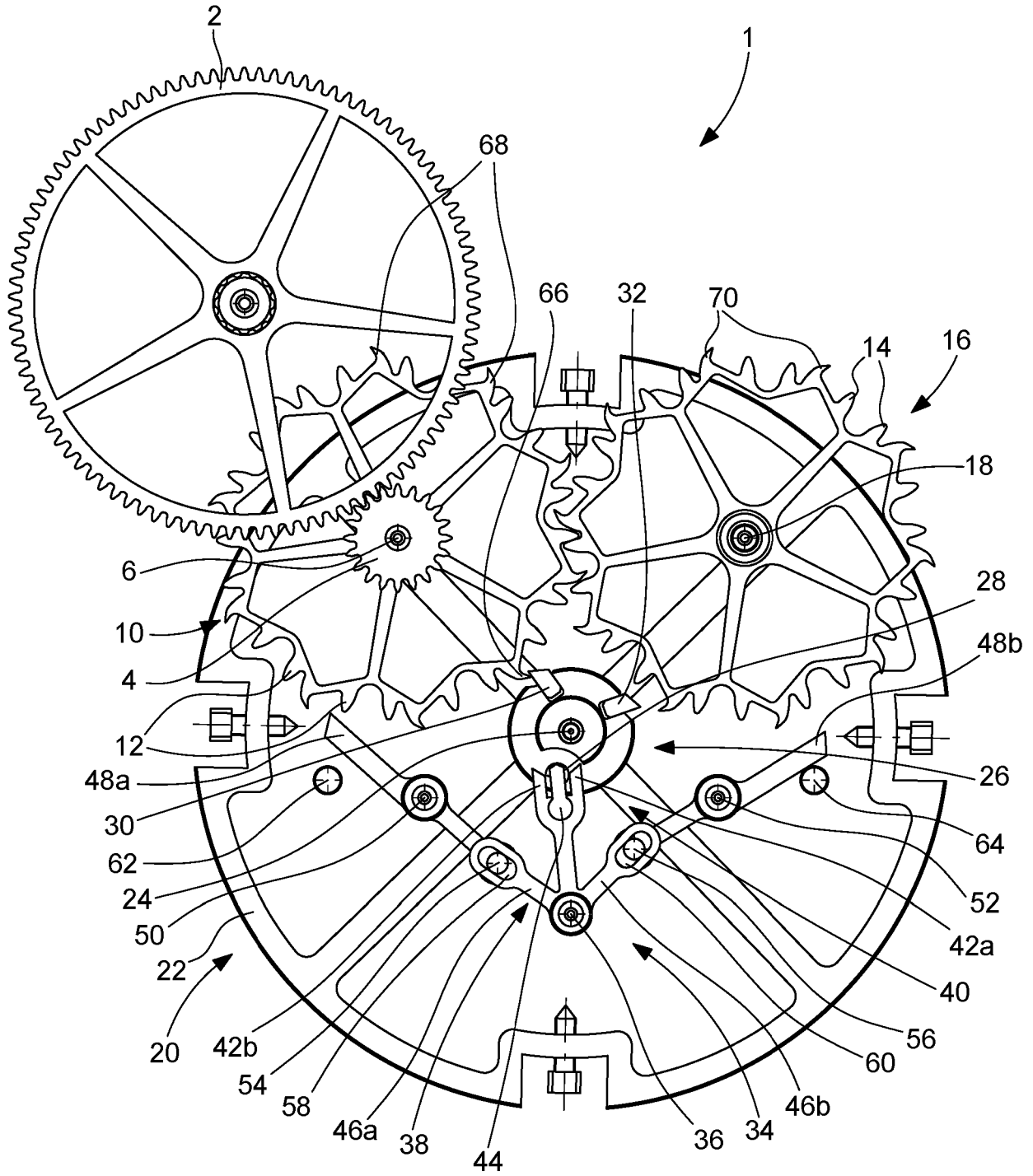


Fig. 6

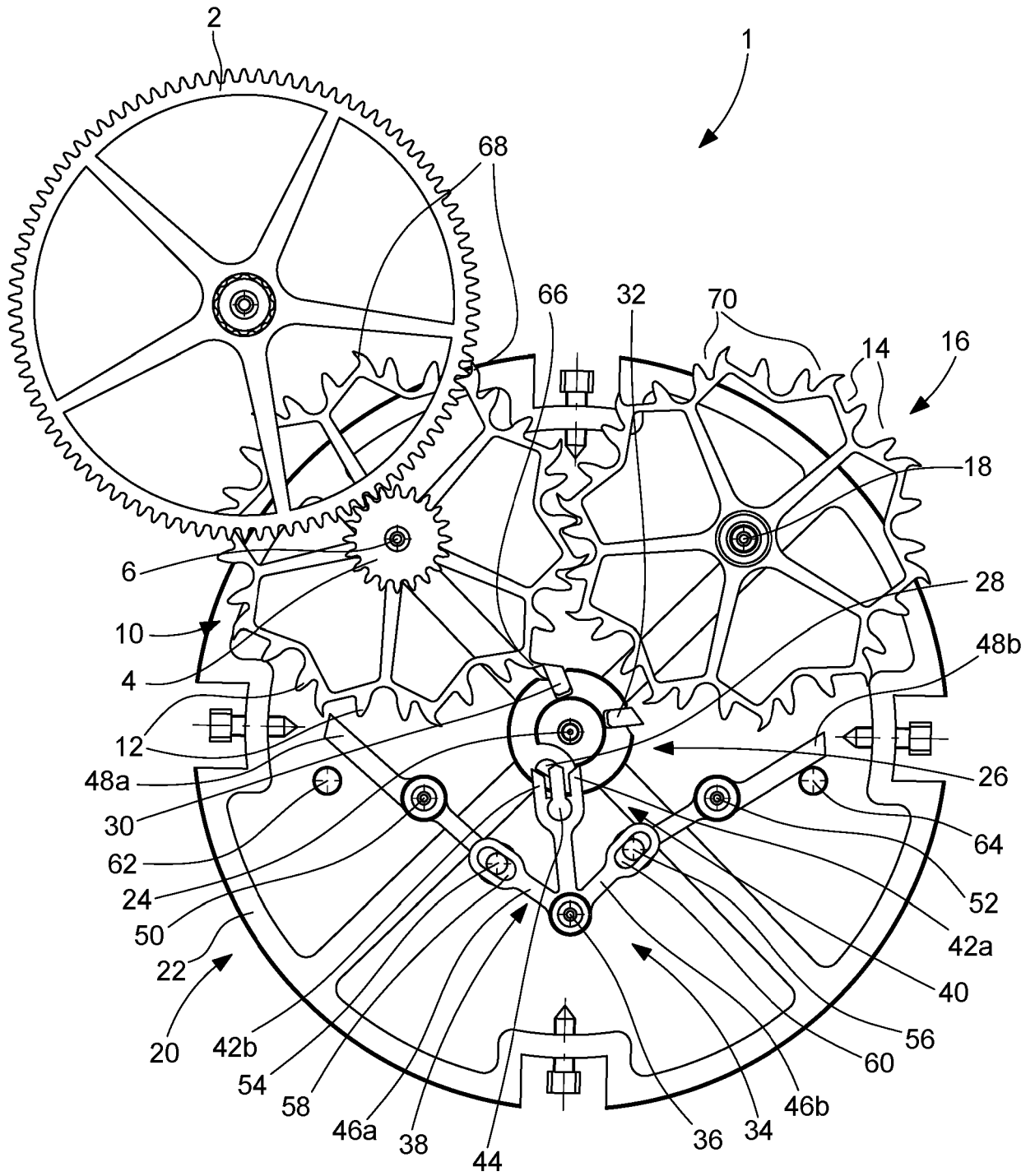


Fig. 7

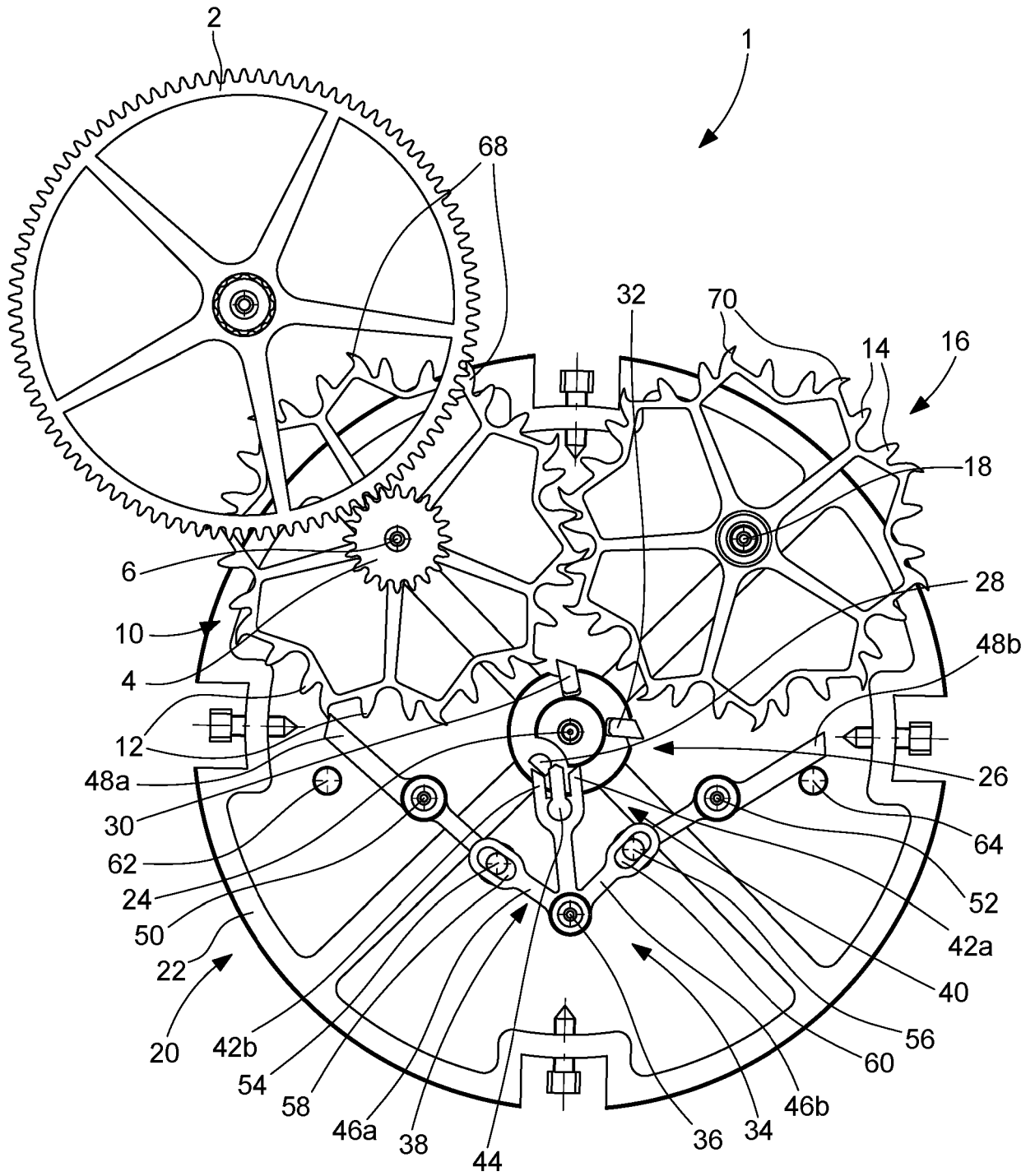


Fig. 8

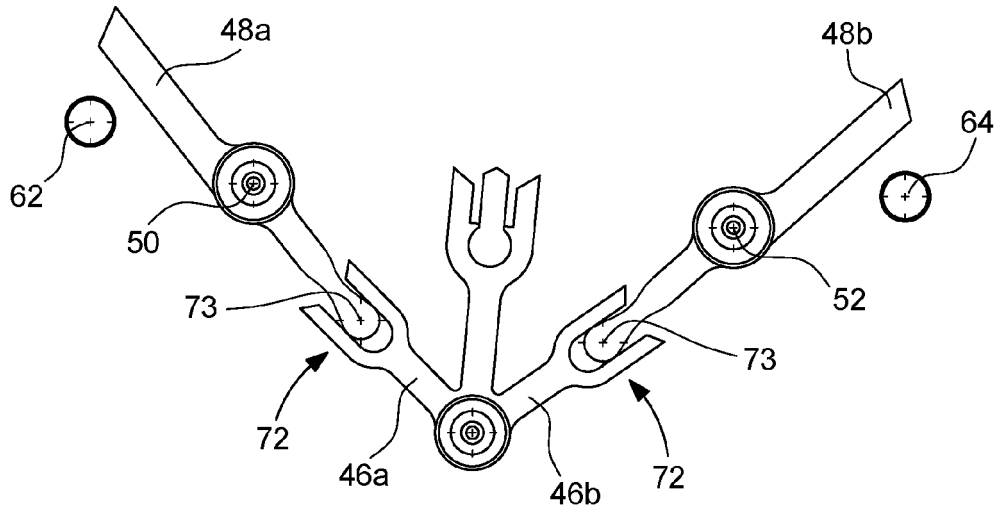


Fig. 9

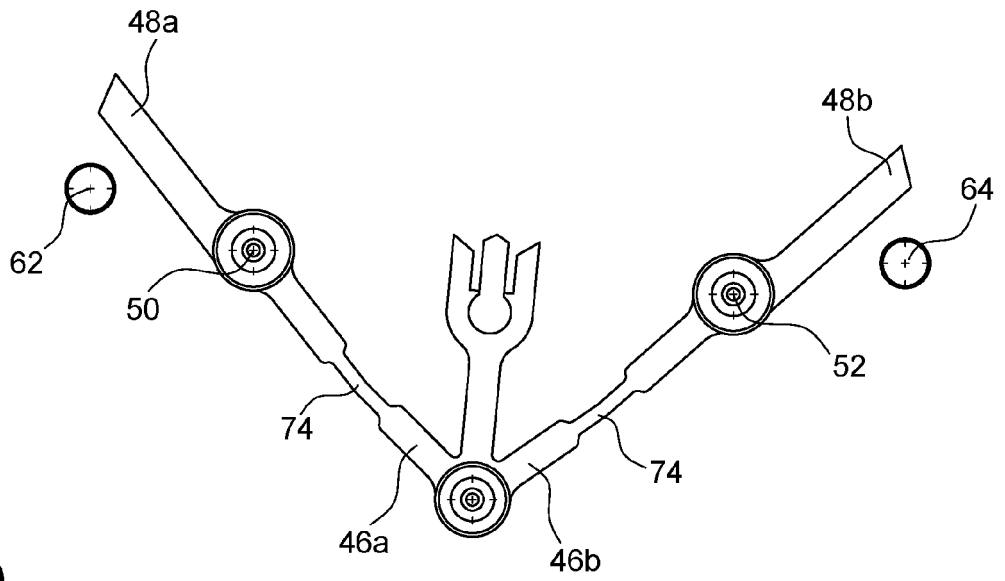


Fig. 10

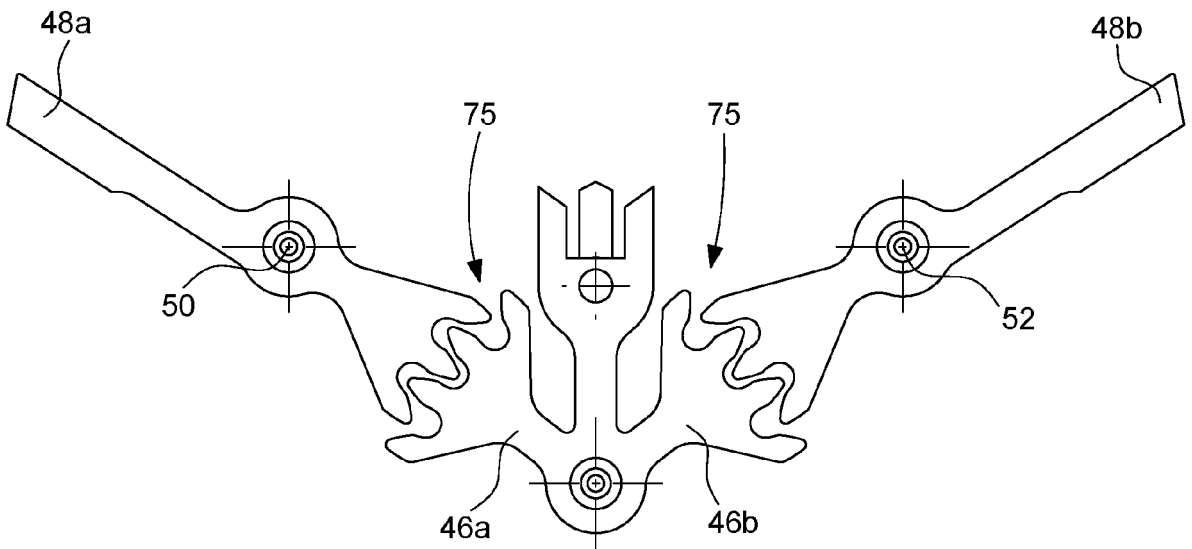


Fig. 11

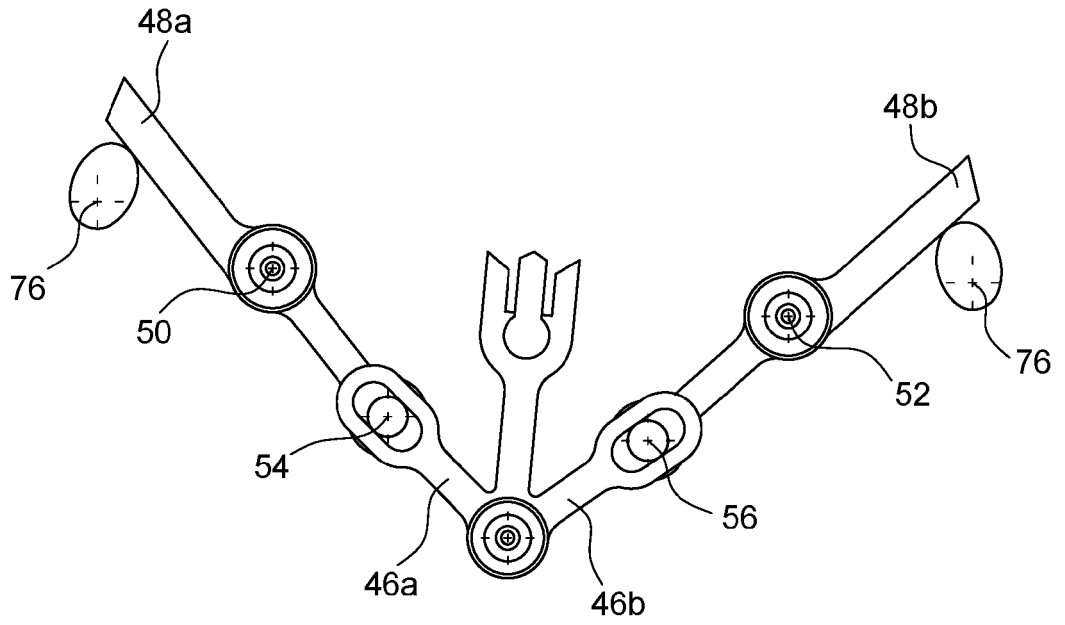


Fig. 12

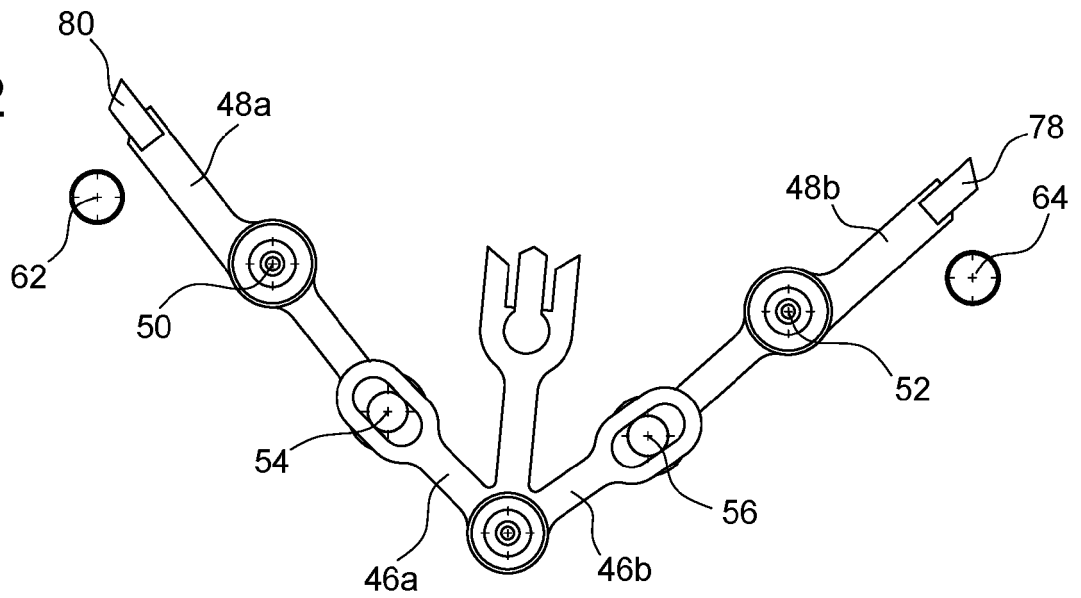
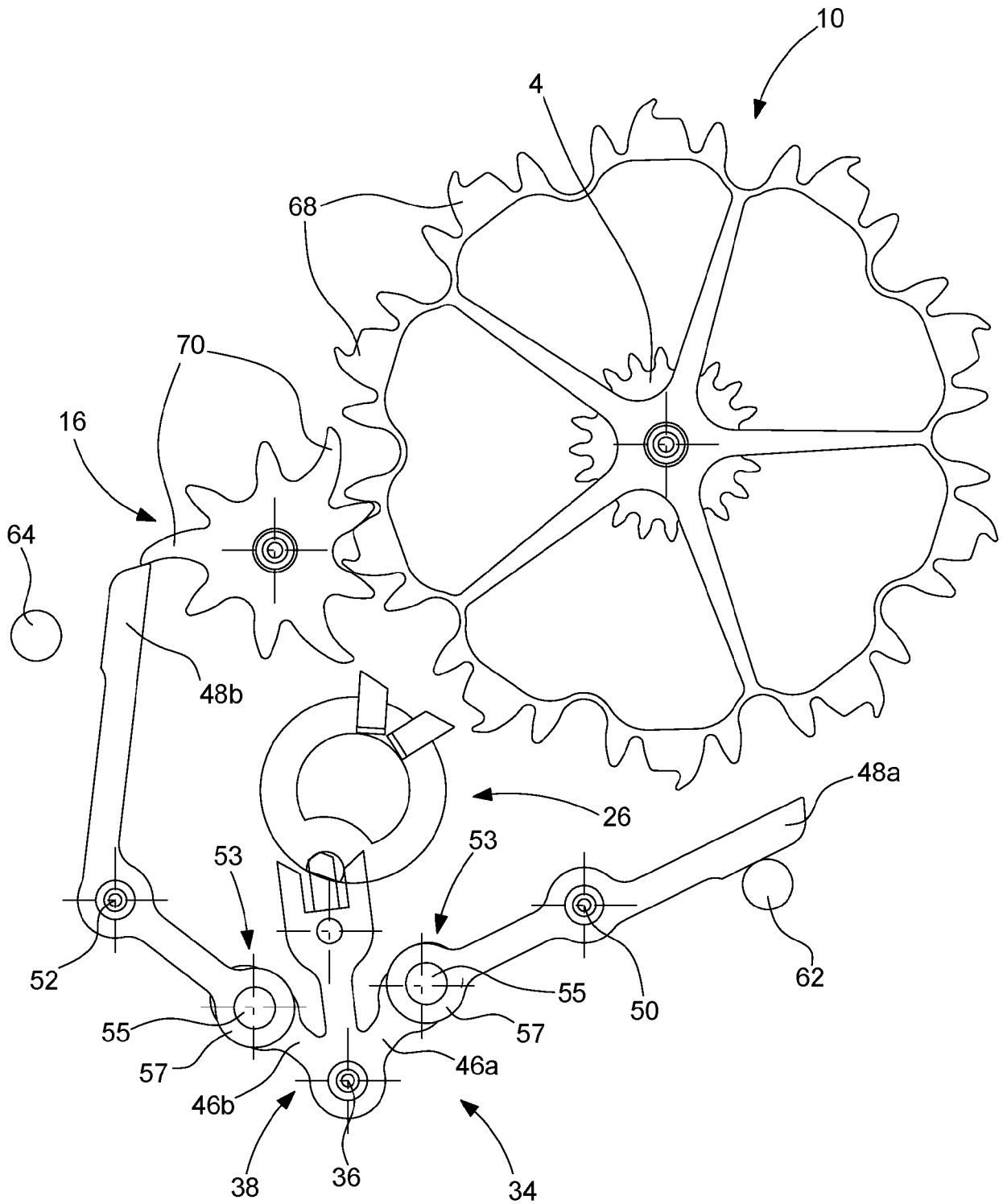


Fig. 14





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 21 18 0088

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	EP 2 487 546 A1 (MONTRES JOURNE S A [CH]) 15 août 2012 (2012-08-15) * abrégé * * pages - *	1-25	INV. G04B15/08
A	CH 713 531 A2 (SEIKO INSTR INC [JP]) 14 septembre 2018 (2018-09-14) * abrégé * * figures *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			G04B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 4 novembre 2021	Examineur Lupo, Angelo
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 21 18 0088

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

04-11-2021

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2487546 A1	15-08-2012	EP 2487546 A1	15-08-2012
		JP 5972586 B2	17-08-2016
		JP 2012168172 A	06-09-2012
		US 2012207000 A1	16-08-2012

CH 713531 A2	14-09-2018	CH 713531 A2	14-09-2018
		CN 108572538 A	25-09-2018
		JP 6869758 B2	12-05-2021
		JP 2018151250 A	27-09-2018

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82