

(19)



(11)

EP 4 535 088 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
09.04.2025 Bulletin 2025/15

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
G04B 15/06 (2006.01) **G04B 15/10** (2006.01)
G04B 15/14 (2006.01) **G04B 17/04** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **23201571.9**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
G04B 15/06; G04B 15/10; G04B 15/14;
G04B 17/045

(22) Date de dépôt: **04.10.2023**

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(71) Demandeur: **Sowind S.A.**
2300 La Chaux-de-Fonds (CH)

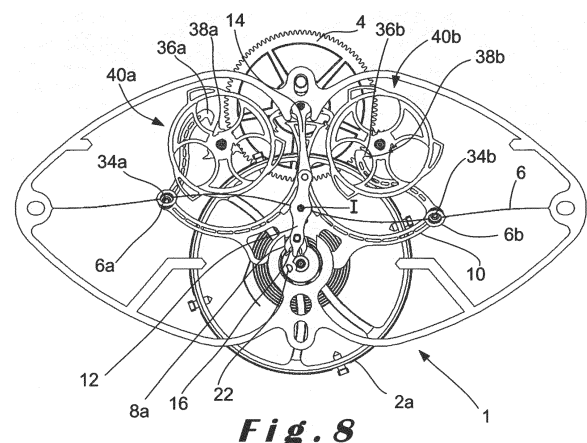
(72) Inventeur: **KUMMER, Matthieu**
2300 La Chaux-de-Fonds (CH)

(74) Mandataire: **Bovard SA Neuchâtel**
Rue des Beaux-Arts 8
2000 Neuchâtel (CH)

(54) MECANISME D'ECHAPPEMENT A RESSORT-LAME BISTABLE

(57) La présente invention concerne un mécanisme d'échappement (1) agencé pour fournir des impulsions mécaniques d'une source motrice à un régulateur oscillant (2) d'un mouvement horloger par l'intermédiaire d'un ressort-lame (6) travaillant en flambage autour d'un point d'inflexion (I), ledit mécanisme comprenant une bascule d'armage (10), une bascule de détente (12) et une bascule de verrouillage (14), ledit ressort-lame (6) étant susceptible, en fonctionnement normal, d'accumuler l'énergie issue de la source motrice transmise par des mobiles d'armage (40a, 40b) lors d'une phase d'armage, de demeurer ensuite dans un état armé lors d'une phase de verrouillage, puis de restituer l'énergie accumulée audit régulateur oscillant (2) lors d'une phase d'impulsion précédée d'une phase de déverrouillage, la bascule de verrouillage (14) comprenant deux bras de verrouillage (56a, 56b) munis chacun d'un organe de verrouillage (58a, 58b) agencé pour coopérer avec un organe de verrouillage (46a, 46b) complémentaire respectif de la bascule d'armage (10) pour bloquer ladite bascule d'armage (10) lors de la phase de verrouillage. Chaque bras de verrouillage (56a, 56b) de ladite bascule de verrouillage (14) comporte, à son extrémité libre, un plan incliné (66a, 66b) configuré pour coopérer avec au plan incliné de démarrage (61a, 61b) prévu en correspondance sur la bascule d'armage (10) lors d'une phase d'auto-démarrage au cours de laquelle une activation de la source motrice entraîne une mise en mouvement de la bascule d'armage (10) dont le libre passage est permis par la bascule de verrouillage (14) jusqu'alors positionnée par la bascule de détente (12) sous l'influence du régulateur oscillant (2) à l'arrêt, ledit mouvement angulaire de la bascule d'armage entraînant un déplacement de la bascule de verrouillage (14) par poussée de l'un des plans inclinés de démarrage (61a, 61b) sur le plan incliné (66a,

66b) correspondant de la bascule de verrouillage (10), de sorte que ladite bascule de verrouillage (14) entraîne en rotation le régulateur oscillant (2) hors de l'angle de levée, le mécanisme d'échappement (1) se positionnant dans une position correspondant à une phase de verrouillage prête à être suivie d'une phase de déverrouillage et d'une phase d'impulsion du fonctionnement normal.

**Fig. 8****EP 4 535 088 A1**

Description

Domaine technique

[0001] La présente invention se rapporte au domaine de l'horlogerie mécanique. Elle concerne, plus particulièrement un mécanisme d'échappement agencé pour fournir des impulsions mécaniques d'une source motrice à un régulateur oscillant de mouvement horloger par l'intermédiaire d'un ressort-lame travaillant en flambage autour d'un point d'inflexion en coopération avec une bascule d'armage, une bascule de détente et une bascule de verrouillage.

[0002] La présente invention concerne également un mouvement horloger comprenant un tel mécanisme d'échappement, ainsi qu'une pièce d'horlogerie comprenant un tel mécanisme d'échappement ou un tel mouvement.

Etat de la technique

[0003] Dans le domaine de l'horlogerie, il est bien connu un mécanisme d'échappement agencé pour fournir des impulsions d'énergie mécanique d'une source motrice à un régulateur oscillant de mouvement horloger par l'intermédiaire d'un ressort-lame travaillant en flambage autour d'un point d'inflexion. On peut citer ici à titre d'exemple le brevet EP 2105806 de la Demanderesse.

[0004] Un tel mécanisme d'échappement permet notamment d'entretenir les oscillations du balancier de manière constante sur toute la durée de la réserve de marche indépendamment de la source d'énergie.

[0005] Divers perfectionnements ont été apportés à ce mécanisme d'échappement pour en améliorer le rendement et la fiabilité de fonctionnement, comme par exemple ceux décrits dans les documents CH 710925, WO 2018/015146, EP 3599514 ou EP 3623875 également au nom de la Demanderesse.

[0006] Un premier perfectionnement décrit dans le brevet CH 710925 ou CH 710685 a consisté à ajouter une bascule de verrouillage qui empêche un déverrouillage intempestif entre les palettes de repos de la bascule d'armage et les ergots des dents des roues d'armage. Une deuxième évolution décrite dans le brevet EP 3623875 a consisté à changer la fonction de cette bascule de verrouillage pour qu'elle devienne un élément de verrouillage et de libération de l'échappement. La bascule d'armage poussée par les roues d'échappement se trouve bloquée par la bascule de verrouillage, celle-ci étant commandée par le balancier via la bascule de détente et son rubis. Les fonctions de l'échappement sont ainsi mieux séquencées et sécurisées, les rebonds sont éliminés et l'énergie fournie par le ressort d'échappement va directement au balancier car le ressort d'échappement ne participe plus au déverrouillage de l'échappement. Le rendement est amélioré.

[0007] Cependant les mécanismes d'échappement obtenus présentent l'inconvénient de ne pas pouvoir

auto-démarrer lors de l'armage de la source motrice ou suite à un choc ayant fortement freiné le balancier spiral. Le couple fourni par le ressort d'échappement n'est alors pas suffisant pour entraîner le balancier, qui est alors à l'arrêt, hors de l'angle de levée pour permettre sa mise en mouvement, c'est-à-dire hors de l'angle pendant lequel la cheville de plateau est en contact avec l'entrée de la fourchette. Cette condition permet aux organes de l'échappement de se positionner pour que l'échappement puisse se verrouiller de manière à pouvoir accumuler l'énergie du ressort lame lors d'une phase de repos et de la restituer lors de l'impulsion déclenchée par le dégagement effectué par le balancier. Ces conditions ne sont pas remplies car la seule liaison entre le ressort d'échappement et le balancier spiral est l'élasticité du ressort d'échappement. Aucun élément ne permet de positionner les composants pour garantir une configuration permettant l'auto-démarrage du mouvement. Une fois ces conditions réunies, le couple du ressort spiral n'est également pas suffisant pour vaincre le repos de l'échappement armé, c'est-à-dire le repos de la bascule d'armage sur la bascule de verrouillage et effectuer le dégagement du rouage moteur. L'échappement va donc rester « pendu » dans une position où le ressort d'échappement a été armé par le rouage moteur et où la bascule d'armage va se trouver en butée contre les repos de la bascule de verrouillage.

[0008] La présente invention a pour but de remédier à ces inconvénients en proposant un mécanisme d'échappement capable d'auto-démarrage agencé pour fournir des impulsions mécaniques d'une source motrice à un régulateur oscillant de mouvement horloger par l'intermédiaire d'un ressort-lame travaillant en flambage autour d'un point d'inflexion.

Divulgation de l'invention

[0009] A cet effet, l'invention concerne un mécanisme d'échappement agencé pour fournir des impulsions d'énergie mécanique d'une source motrice à un régulateur oscillant d'un mouvement horloger par l'intermédiaire d'un ressort-lame travaillant en flambage autour d'un point d'inflexion, ledit mécanisme comprenant une bascule d'armage, une bascule de détente et une bascule de verrouillage de la bascule d'armage agencée en liaison cinématique avec la bascule de détente, ledit ressort-lame étant susceptible, en fonctionnement normal, par l'intermédiaire de ladite bascule d'armage, de ladite bascule de verrouillage et de ladite bascule de détente, d'accumuler l'énergie issue de la source motrice transmise par des mobiles d'armage lors d'une phase d'armage, de demeurer ensuite dans un état armé lors d'une phase de verrouillage, puis de restituer l'énergie accumulée audit régulateur oscillant lors d'une phase d'impulsion précédée d'une phase de déverrouillage, ladite bascule de verrouillage comprenant deux bras de verrouillage munis chacun d'un organe de verrouillage agencé pour coopérer avec un organe de verrouillage

complémentaire respectif de la bascule d'armage pour bloquer ladite bascule d'armage lors de la phase de verrouillage.

[0010] Selon l'invention, chaque bras de verrouillage de ladite bascule de verrouillage comporte, à son extrémité libre, au moins un plan incliné configuré pour coopérer avec un plan incliné de démarrage prévu en correspondance sur la bascule d'armage lors d'une phase d'auto-démarrage au cours de laquelle une activation de la source motrice entraîne une mise en mouvement angulaire de la bascule d'armage dont le libre passage est permis par la bascule de verrouillage jusqu'alors positionnée par la bascule de détente sous l'influence du régulateur oscillant à l'arrêt, ledit mouvement angulaire de la bascule d'armage entraînant un déplacement de la bascule de verrouillage par poussée de l'un des plans inclinés de démarrage de la bascule d'armage sur le plan incliné correspondant de la bascule de verrouillage, de sorte que ladite bascule de verrouillage, par l'intermédiaire de la bascule de détente, entraîne en rotation le régulateur oscillant hors de l'angle de levée, le mécanisme d'échappement se positionnant dans une position correspondant à une phase de verrouillage prête à être suivie d'une phase de déverrouillage et d'une phase d'impulsion du fonctionnement normal.

[0011] D'une manière avantageuse, les plans inclinés de la bascule de verrouillage et les plans inclinés de démarrage de la bascule d'armage sont configurés pour que, pendant la phase d'auto-démarrage, la bascule d'armage, mise en mouvement par l'action des mobiles d'armage eux-mêmes entraînés par la source motrice, positionne la bascule de verrouillage, via leurs plans inclinés respectifs, la bascule de détente et le régulateur oscillant de telle sorte que la bascule d'armage est libre de se déplacer jusqu'à la fin de menée par l'un des mobiles d'armage et la chute de celui-ci.

[0012] Ainsi, la bascule de détente est déplacée pour forcer le régulateur oscillant à se mettre en mouvement donc à sortir de l'angle de levée. Ceci est possible car le régulateur oscillant est proche de la ligne des centres quand le mouvement est à l'arrêt. Dans cette configuration, la position de la bascule de verrouillage ne permet pas à la bascule d'armage de s'arrêter sur l'organe de verrouillage de la bascule de verrouillage et permet à la bascule d'armage entraînée par l'énergie de la source motrice de se déplacer jusqu'à la fin de menée par l'un des mobiles d'armage jusqu'à la chute de celui-ci. A cet instant la bascule de verrouillage impose au régulateur oscillant une position hors de l'angle de levée. Le rouage d'échappement peut alors tourner et réarmer le ressort-lame dans l'autre sens mais cette fois-ci la bascule d'armage entraînée par l'énergie de la source motrice est libre de se déplacer, va se verrouiller contre l'organe de verrouillage de la bascule de verrouillage dans une position correspondant à une phase de verrouillage prête à être suivie d'une phase de déverrouillage et d'une phase d'impulsion du fonctionnement normal. Le système est alors prêt pour être déchargé par le régulateur

oscillant qui revient sur la ligne des centres et qui va recevoir une impulsion par le ressort-lame. Le mouvement démarre.

[0013] La présente invention concerne également un mouvement horloger comprenant un mécanisme d'échappement tel que défini ci-dessus.

[0014] La présente invention concerne également une pièce d'horlogerie comprenant un mécanisme d'échappement ou un mouvement horloger tels que définis ci-dessus.

Brève description des dessins

[0015] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée suivante d'un mode de réalisation de l'invention, donné à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue isométrique d'un mécanisme d'échappement de l'invention, le ressort-lame n'étant pas encore flambé ;
- la figure 2 est une vue isométrique du ressort-lame n'étant pas flambé, de son cadre et de la bascule de détente ;
- la figure 3 est une vue isométrique de la bascule d'armage utilisée dans le mécanisme d'échappement de l'invention, et la figure 3a est une vue de détail de la portion centrale de la bascule d'armage ;
- la figure 4 est une vue isométrique de la bascule de verrouillage utilisée dans le mécanisme d'échappement de l'invention ;
- la figure 5 est une vue de dessus de l'extrémité d'un bras de verrouillage de la bascule de verrouillage ;
- les figures 6 et 7 sont des vues isométriques des mobiles d'armage utilisés dans le mécanisme d'échappement de l'invention ;
- les figures 8 à 20 représentent différentes positions du mécanisme d'échappement de l'invention lors d'un fonctionnement normal ; et
- les figures 21 à 35 représentent différentes positions du mécanisme d'échappement de l'invention lors d'une phase d'auto-démarrage.

Modes de réalisation de l'invention

[0016] En référence à la figure 1, il est représenté un mécanisme d'échappement 1 selon l'invention dans un mode préféré de réalisation. Ce mécanisme, de façon connue décrite par exemple dans le brevet EP 2105806, permet d'entretenir les oscillations d'un régulateur oscil-

lant 2, composé par exemple par un balancier 2a associé à un spiral 2b, en lui délivrant de l'énergie reçue d'une source motrice, telle qu'un barillet par exemple (non représenté), via un mobile 4 terminal du rouage de finissage, tel qu'une roue de cinquième, par l'intermédiaire d'un ressort-lame bistable 6 travaillant en flambage autour d'un point d'inflexion central I, et dont les extrémités sont solidaires d'un cadre 8 de fixation sur un bâti de mouvement horloger. Le ressort-lame 6 est formé d'une lame élastique initialement droite, par exemple une lame en silicium. Il est mis en flambage lors de l'assemblage de sorte qu'il occupe une position stable correspondant à un flambage de premier mode.

[0017] Le ressort-lame 6 coopère avec une bascule d'armage 10, une bascule de détente 12 et une bascule de verrouillage 14 de la bascule d'armage 10 agencée en liaison cinématique avec la bascule de détente 12 afin d'accumuler l'énergie issue de la source motrice lors de phases d'armage, de demeurer ensuite dans un état armé lors de phases de verrouillage et de restituer l'énergie accumulée audit régulateur oscillant 2 lors de phases d'impulsion précédées de phases de déverrouillage, lors d'un fonctionnement normal du mouvement horloger.

[0018] En référence plus particulièrement à la figure 2, la bascule de détente 12 est liée rigidement au ressort-lame 6 sensiblement au niveau de son point d'inflexion central I et pivote ainsi autour de ce point d'inflexion I. Elle comporte, à une extrémité, une fourchette de détente 16 destinée à coopérer avec un double-plateau 20, 21 du balancier 2a, et plus particulièrement avec une cheville de plateau 22 chassée sur le grand plateau 20 du double plateau. Il est prévu également un dard 18 destiné à prévenir tout renversement comme dans un échappement à ancre. Ainsi lors du fonctionnement normal du mouvement horloger, la bascule de détente 12 ne se met en mouvement autour du point d'inflexion I que sous l'action de la cheville de plateau 22 engagée dans sa fourchette de détente 16 lors des alternances du balancier 2a, transmettant ainsi à ce dernier l'énergie élastique accumulée lors de la phase d'armage du ressort-lame 6.

[0019] Les mouvements de la bascule de détente 12 sont limités par des butées sous la forme d'étoiles 8a, 8b par exemple avantageusement intégrés sous forme monolithique au cadre 8.

[0020] La bascule de détente 12 comporte à l'extrémité opposée à sa fourchette de détente 16, une cheville de déverrouillage 24 solidaire de ladite bascule de détente, ladite cheville de déverrouillage 24 coopérant avec une fourchette de liaison 26 de la bascule de verrouillage 14 qui sera décrite en détails ci-après.

[0021] En référence plus particulièrement à la figure 3, la bascule d'armage 10 comporte une portion centrale 28 et deux bras d'armage 30, 32 comprenant respectivement une première portion 30a, 32a et une seconde portion 30b, 32b. Les premières portions 30a, 32a s'étendent symétriquement depuis la portion centrale 28. Leurs extrémités solidaires de la seconde portion 30b,

32b sont liées cinématiquement au ressort-lame 6, notamment dans l'exemple représenté par des tenons d'armage 34a, 34b insérés avec un jeu suffisant dans des oeilletons 6a, 6b du ressort-lame 6. La bascule d'armage 10 est mobile en rotation autour d'un axe passant par le point d'inflexion I. La bascule d'armage 10 et la bascule de détente 12 pivotent donc autour d'un même axe perpendiculaire au plan de la figure 1 passant par le point d'inflexion I. Toutefois, la bascule de détente 12 pivote coaxialement à la bascule d'armage 10 mais de manière indépendante.

[0022] Les secondes portions 30b, 32b des bras d'armage 30, 32 présentent à leur extrémité libre un bec d'armage 36a, 36b respectivement, destiné à coopérer avec une étoile d'armage 38a, 38b d'un mobile d'armage 40a, 40b respectivement.

[0023] En référence plus particulièrement aux figures 6 et 7, les deux mobiles d'armage gauche et droit 40a, 40b comportent également chacun un pignon d'échappement 42a, 42b, coaxial et solidaire de l'étoile d'armage 38a, 38b respectivement et destiné à engrener avec le mobile 4 du rouage de finissage pour pivoter simultanément de façon synchronisée dans un même sens autour d'axes de rotation distincts. Chaque mobile d'armage 40a, 40b comprend également une roue d'inertie 44a, 44b coaxiale et solidaire de l'étoile d'armage 38a, 38b et du pignon d'échappement 42a, 42b.

[0024] Les secondes portions 30b, 32b des bras d'armage 30, 32 ne sont pas symétriques et sont configurées de sorte que le bec d'armage 36a, c'est-à-dire le bec d'armage gauche, est dirigé vers la portion centrale 28 de la bascule d'armage 10 en étant le plus éloigné de l'axe de rotation de la bascule d'armage 10 qui passe par le point d'inflexion I. Le bec d'armage 36b, c'est-à-dire le bec d'armage droit, est dirigé à l'opposé de la bascule d'armage 10 en étant le plus proche de l'axe de rotation de la bascule d'armage 10.

[0025] L'indexation des mobiles d'armage 40a, 40b est telle que lorsque l'un des becs d'armage 36a, 36b est au contact de l'une des étoiles d'armage 38a, 38b, l'autre bec d'armage 36a, 36b n'est pas au contact de l'autre étoile d'armage 38a, 38b. Différentes sûretés et sécurités sont prévues par l'homme du métier cet effet. Par exemple, en fin de menée d'une dent de l'étoile d'armage 38a, 38b sur le bec d'armage 36a, 36b correspondant, il doit se produire une chute de sécurité avant que l'autre dent de l'étoile d'armage 38a, 38b entre en contact avec le bec d'armage 36a, 36b correspondant.

[0026] Ainsi, lorsque l'étoile d'armage 38a du mobile d'armage 40a entraîne le bec d'armage 36a du bras d'armage 30 pour faire pivoter la bascule d'armage 10 dans un sens (ici sens horaire) pour armer le ressort-lame 6, le mobile d'armage 40b est dépourvu de contact avec le bec d'armage 36b du bras d'armage 32. Inversement, lorsque l'étoile d'armage 38b du mobile d'armage 40b entraîne le bec d'armage 36b du bras d'armage 32 pour faire pivoter la bascule d'armage 10 dans l'autre sens (ici sens antihoraire) pour armer le ressort-

lame 6, le mobile d'échappement 40a est dépourvu de contact avec le bec d'armage 36a du bras d'armage 30.

[0027] La portion centrale 28 de la bascule d'armage 10 comporte à son extrémité opposée à son centre de rotation I, ou queue, deux becs de repos 46a, 46b, ou projections, symétriques l'un de l'autre par rapport à un axe médian de ladite portion centrale 28, et destinés à coopérer avec la bascule de verrouillage 14 comme décrit en détails ci-après. Chaque bec de repos 46a, 46b est obtenu par l'intersection de la tranche courbe de la queue de la portion centrale 28 avec un plan incliné supérieur 61a, 61b formant avec la tranche de la courbe un angle aigu. Lesdits plans inclinés 61a, 61b constituent les plans inclinés de démarrage dont le rôle sera expliqué ci-après.

[0028] Le mécanisme 1 selon l'invention comporte en outre une bascule de verrouillage 14 de la bascule d'armage 10, représentée plus particulièrement sur la figure 4. Cette bascule de verrouillage 14 est destinée à opérer le verrouillage de la bascule d'armage 10 lorsque le ressort-lame est armé dans un état métastable aussi proche que possible de son état instable. La bascule de verrouillage 14 est solidaire d'un axe 48 monté pivotant sur le bâti du mouvement horloger et est agencée en liaison cinématique avec la bascule de détente 12. Elle comporte dans le mode de réalisation représenté une baguette 50 s'étendant depuis un corps central 52 traversé par l'axe 48 selon un axe longitudinal, ladite baguette 50 étant munie, à une première extrémité, de la fourchette de liaison 26 à ladite bascule de détente 12 par l'intermédiaire de la cheville de déverrouillage 24. A cet effet, la fourchette 26 de la bascule de verrouillage 14 comporte deux cornes 26a, 26b délimitant un espace entre-cornes 54 dans lequel s'insère ladite cheville de déverrouillage 24 de la bascule de détente 12.

[0029] A sa deuxième extrémité opposée à la fourchette de liaison 26, la bascule de verrouillage 14 comporte également deux bras de verrouillage 56a, 56b s'étendant symétriquement l'un de l'autre par rapport à l'axe longitudinal de la baguette 50 depuis le corps central 52. Ces bras de verrouillage 56a, 56b sont concentriques à l'axe de pivotement 48 de la bascule de verrouillage 14 pour qu'il n'y ait pas de tirage entre la bascule d'armage 10 et la bascule de verrouillage 14. Un tirage suffisant est déjà assuré par le ressort-lame 6 de l'échappement.

[0030] Les deux bras de verrouillage 56a, 56b sont munis chacun d'un organe de verrouillage agencé pour coopérer avec un organe de verrouillage complémentaire respectif de la bascule d'armage 10 afin de bloquer ladite bascule d'armage 10 lors de la phase de verrouillage.

[0031] Avantagement, l'organe de verrouillage est constitué par un bec de repos 58a, 58b respectivement de la bascule de verrouillage 14, et l'organe de verrouillage complémentaire de la bascule d'armage 10 est constitué par le bec de repos 46a, 46b respectivement décrit ci-dessus.

[0032] Cela signifie que lors d'une phase de verrouillage de fonctionnement normal, soit l'étoile d'armage droite 38b est en butée sur le bec d'armage droit 36b de la bascule d'armage 10 tandis que le bec de repos gauche 46a de la bascule d'armage 10 est en butée contre le bec de repos gauche 58a de la bascule de verrouillage 14, soit l'étoile d'armage gauche 38a est en butée sur le bec d'armage gauche 36a de la bascule d'armage 10 tandis que le bec de repos droit 46b de la bascule d'armage 10 est en butée contre le bec de repos droit 58b de la bascule de verrouillage 14, de sorte que tous les composants de l'échappement sont immobiles, seul le balancier 2a terminant librement son oscillation.

[0033] Conformément à l'invention, chaque bras de verrouillage 56a, 56b de la bascule de verrouillage 14 comporte à son extrémité libre, à la suite de l'organe de verrouillage constitué par le bec de repos 58a, 58b respectivement, au moins un plan incliné 66a, 66b représentés sur les figures 4 et 5, configuré pour créer une surface de contact et coopérer avec un plan incliné de démarrage 61a, 61b (représentés sur la figure 3a) prévu en correspondance sur la bascule d'armage 10 lors d'une phase d'auto-démarrage au cours de laquelle une activation de la source motrice entraîne une mise en mouvement angulaire de ladite bascule d'armage 10 qui, en devenant motrice sur la bascule de verrouillage 14, entraîne un déplacement de ladite bascule de verrouillage 14 qui pivote selon son axe 48 par la poussée de l'un des plans inclinés de démarrage 61a, 61b de la bascule d'armage 10 en mouvement sur le plan incliné 66a, 66b de la bascule de verrouillage 14 qui se situe en vis-à-vis du plan incliné de démarrage 61a, 61b correspondant, soit ici les plans inclinés droits 66b et le plan incliné de démarrage 61b, de sorte que ladite bascule de verrouillage 14, devenue à son tour motrice sur le régulateur oscillant 2 par l'intermédiaire de la bascule de détente 12 dont la cheville de déverrouillage 24 travaille avec la fourchette 26 de la bascule de verrouillage 14 et dont la fourchette de détente 16 entraîne la cheville de plateau 22, entraîne en rotation ledit régulateur oscillant 2 hors de l'angle de levée (c'est-à-dire l'angle pendant lequel la cheville de plateau 22 est en contact avec l'entrée de la fourchette 16). En parallèle, le mécanisme d'échappement 1 se positionne dans une position correspondant à une phase de verrouillage prête à être suivie d'une phase de déverrouillage et d'une phase d'impulsion du fonctionnement normal.

[0034] De préférence, les plans inclinés 66a, 66b de la bascule de verrouillage 14 sont de forme complémentaire aux plans inclinés de démarrage 61a, 61b correspondants de la bascule d'armage 10.

[0035] Avantagement, chaque bras de verrouillage 56a, 56b de la bascule de verrouillage 14 comprend successivement en direction de son extrémité libre un premier segment, qui forme le bec de repos 58a, 58b respectivement constituant l'organe de verrouillage de la bascule de verrouillage, et un deuxième segment 62a, 62b, lesdits premier et deuxième segments 58a, 62a ou

58b, 62b étant reliés notamment par les plans inclinés 60a, 60b respectifs.

[0036] Plus spécifiquement, et en relation avec la figure 5, le premier segment est de forme sensiblement circulaire concentrique à l'axe de pivotement 48 de la bascule de verrouillage 14. Il présente sur sa face intérieure en regard de la baguette 50 une surface concentrique à l'axe de pivotement 48 qui constitue la face de repos du bec de repos 58a, 58b.

[0037] Le deuxième segment 62a, 62b est d'épaisseur e' inférieure à l'épaisseur e du premier segment 58a, 58b. Le deuxième segment 62a, 62b présente sur sa face intérieure en regard de la baguette 50 une surface concentrique à l'axe de pivotement 48 et au premier segment 58a, 58b et plus éloignée de la baguette 50 que la surface concentrique du premier segment 58a, 58b.

[0038] Lesdits premier et deuxième segments 58a, 62a ou 58b, 62b sont reliés par :

- des plans inclinés 60a, 60b comprenant un premier plan incliné 64 agencé pour former un chanfrein pour l'organe de verrouillage complémentaire de la bascule d'armage, i.e. le bec de repos 46a, 46b, et un deuxième plan incliné 66a, 66b formant un angle obtus avec la surface concentrique à l'axe de pivotement 48 du premier segment 58a, 58b, choisi pour que le contact du plan incliné de démarrage 61a, 61b de la bascule d'armage 10 en mouvement angulaire avec ledit deuxième plan incliné 66a, 66b entraîne une rotation de la bascule de verrouillage 14 selon l'axe de pivotement 48, les plans inclinés 66a, 66b de la bascule de verrouillage 14 étant de préférence de forme complémentaire aux plans inclinés de démarrage 61a, 61b correspondants,
- et un décrochement 68 configuré pour permettre à l'organe de verrouillage complémentaire (i.e. le bec de repos 46a, 46b) de la bascule d'armage 10 de pouvoir s'y engager afin de permettre à ladite bascule d'armage 10 de terminer sa course.

[0039] D'une manière particulièrement avantageuse, les plans inclinés, ici le plan incliné droits 66b, de la bascule de verrouillage 14 sont configurés pour que, pendant la phase d'auto-démarrage, la bascule d'armage 10 (dont la mise en mouvement angulaire a permis au ressort-lame 6 d'accumuler l'énergie issue de la source motrice et de positionner, par l'intermédiaire de la bascule de détente 12, la bascule de verrouillage 14 pour que le plan incliné de démarrage, ici 61b, de la bascule d'armage 10 en mouvement angulaire puisse pousser sur le plan incliné 66b de la bascule de verrouillage 14 en vis-à-vis), positionne la bascule de verrouillage 14, la bascule de détente 12 et le régulateur oscillant 2 de telle sorte que la bascule d'armage 10, entraînée par l'énergie de la source motrice, est libre de se déplacer jusqu'à la fin de menée par l'un des mobiles d'armage

40a, 40b, ici le mobile d'armage 40a, et la chute de celui-ci.

[0040] De plus, d'une manière particulièrement avantageuse, les plans inclinés 66a, 66b de la bascule de verrouillage 14 sont configurés pour pousser sur les plans inclinés de démarrage 61a, 61b correspondants de la bascule d'armage 10 afin d'éloigner ladite bascule d'armage 10 des organes de verrouillage (i.e. le bec de repos 58a, 58b) de la bascule de verrouillage 14 lorsque l'énergie motrice devient insuffisante pour entraîner la bascule d'armage 10. En effet, lorsque l'énergie motrice devient insuffisante, le balancier 2a va encore effectuer quelques alternances et entraîner la bascule de verrouillage 14 avec lui mais aussi le ressort-lame 6 qui va imposer une position à la bascule d'armage 10. Les plans inclinés 66a, 66b de la bascule de verrouillage 14 vont devenir moteur sur la bascule d'armage 10 en l'éloignant de manière douce. Sans ces plans inclinés 66a, 66b, la bascule de verrouillage 14, sous l'action de l'énergie cinétique du balancier 2a en mouvement, se bloquerait sèchement sur la bascule d'armage 10, ce qui pourrait détériorer la bascule de verrouillage 14 ou sa fourchette 26, la bascule d'armage 10, la bascule de détente 12 ou la cheville de plateau 22. Ainsi, grâce aux plans inclinés 66a, 66b, la bascule de verrouillage 14 ne se bloque pas sur les becs de repos 46a, 46b de la bascule d'armage 10 quand celle-ci n'est plus sous l'influence de la force motrice des étoiles d'armage 38a, 38b en fin de réserve de marche.

[0041] Selon un autre aspect de l'invention, chaque bras de verrouillage 56a, 56b comprend, sur la surface du deuxième segment 62a, 62b concentrique à l'axe de pivotement 48, une gorge 70a, 70b s'étendant perpendiculairement aux faces supérieure et inférieure du bras de verrouillage 56a, 56b et agencée pour constituer un point de capillarité pour un lubrifiant. La portion du deuxième segment 62a, 62b entre le décrochement 68 et la gorge 70a, 70b respectivement constitue avantageusement un étocau 71a, 71b pour les becs de repos 46a, 46b de la bascule d'armage 10 afin d'empêcher un déplacement angulaire excessif de ladite bascule d'armage 10. Des gorges 72a, 72b constituant un point de capillarité pour un lubrifiant sont également prévues en haut des portions de bras constituant les becs de repos 58a, 58b.

[0042] Les étocaux 71a, 71b sont une butée de sécurité pour empêcher un mouvement angulaire excessif de la bascule d'armage 10, ceci durant une phase où ladite bascule d'armage 10 est libre, c'est à dire entre la fin de menée par une étoile d'armage 38a, 38b, et le début de menée par l'autre étoile 38a, 38b, et au moment où le ressort-lame 6 est dans sa position de flambage naturelle.

[0043] Les étocaux 71a, 71b permettent également à la bascule d'armage 10 de toujours pouvoir rester dans une position angulaire qui permet aux étoiles d'armage 38a, 38b, des mobiles d'armage 40a, 40b, de rentrer en contact avec les becs d'armage 36a, 36b de la bascule d'armage 10.

[0044] Les étocaux 71a, 71b limitent un déplacement angulaire excessif de la bascule d'armage 10, ce qui permet aux plans inclinés 66a, 66b de la bascule de verrouillage 14 de pouvoir toujours être moteurs sur la bascule d'armage 10 en cas de choc ou de démarrage. Sans cette butée, lors d'un choc, les tenons d'armage 34a, 34b de la bascule d'armage 10 pourraient buter fortement contre l'intérieur des oeillets 6a, 6b du ressort-lame 6 et le forcer plus loin que sa position de flambage naturelle.

[0045] Selon un autre aspect de l'invention, la baguette 50 de la bascule de verrouillage 14 présente une longueur (selon son axe longitudinal) prise entre son centre de pivotement passant par l'axe de pivotement 48 et la partie fonctionnelle de l'espace entre-cornes 54 qui est supérieure ou égale au double de la longueur de la bascule de détente 12 prise entre son point d'inflexion I et la cheville de déverrouillage 24. En d'autres termes, le point de contact entre la bascule de verrouillage 14 et la bascule de détente 12 se trouve dans une proportion 2/3 -1/3 de l'entraxe total (distance entre le centre de pivotement de la bascule de verrouillage 14 et le point d'inflexion I de la bascule de détente 12). Dans les mécanismes d'échappement de l'art antérieur, la longueur de la baguette de la bascule de verrouillage 14 est inférieure à la moitié de longueur de la bascule de détente 12.

[0046] L'augmentation de la longueur de la baguette 50 de la bascule de verrouillage et donc le raccourcissement de l'emplacement de la cheville de déverrouillage 24 sur la bascule de détente 12, permet d'avoir un bras de levier plus long qui a deux effets :

- diminution de l'angle parcouru par la bascule de verrouillage, et donc diminution du couple nécessaire au balancier 2a pour vaincre le dégagement de l'échappement, ceci diminue les pertes et augmente l'amplitude du balancier
- augmentation de l'angle parcouru par le balancier 2a lorsque la bascule de verrouillage est motrice durant la phase d'auto-démarrage.

[0047] Le fonctionnement normal du mécanisme d'échappement 1 selon l'invention est expliqué ci-dessous en référence aux figures 8 à 20.

[0048] La figure 8 représente le mécanisme d'échappement 14 selon l'invention après une phase d'impulsion. Le balancier 2a ayant déjà reçu une impulsion oscille librement le long de son arc supplémentaire ascendant. Le ressort-lame 6 est flambé dans son état stable de premier ordre, et est au repos non armé. La bascule d'armage 10 est positionnée de sorte que l'étoile d'armage droite 38b du mobile d'armage droit 40b se trouve en début de menée du bec d'armage droit 36b de la bascule d'armage 10. Le bec d'armage gauche 36a de la bascule d'armage 10 a laissé échapper la dent de l'étoile d'armage gauche 38a du mobile d'armage gauche 40a.

[0049] S'en suit une phase d'armage de la bascule d'armage 10 par l'étoile d'armage droite 38b, l'énergie étant transmise depuis la source motrice jusqu'au mobile 4 qui tourne dans le sens antihoraire, entraînant les deux mobiles d'armage 40a, 40b simultanément dans le sens horaire via leur pignon d'échappement 42a, 42b. Seul le mobile d'armage droit 40b peut transmettre l'énergie à la bascule d'armage 10 via l'étoile d'armage droite 38b et le bec d'armage droit 36b, en créant un couple d'entraînement de manière à faire pivoter la bascule d'armage 10 dans le sens antihoraire. La bascule d'armage 10 pivote alors autour de son axe I en armant le ressort-lame 6 flambé par l'intermédiaire des tenons d'armage 34a, 34b insérés dans les oeillets 6a, 6b du ressort-lame 6. La bascule de détente 12 est en appui contre l'étocau 8a. Le balancier 2a se trouvant dans son arc supplémentaire, la cheville de plateau 22 est hors de l'entrée de la fourchette de détente 16 de la bascule de détente. Dans ces conditions, l'armage du ressort-lame 6 va plaquer la bascule de détente 12 contre l'étocau 8a.

[0050] En référence à la figure 9, à la fin de la phase d'armage, le ressort-lame 6 s'est déformé pour passer d'un flambage de premier ordre à un flambage proche du second ordre, en étant armé dans un état métastable, aussi proche que possible de son état instable. L'étoile d'armage droite 38b se trouve en butée sur le bec d'armage droit 36b de la bascule d'armage 10 et le bec de repos gauche 46a de la bascule d'armage 10 se trouve verrouillé en butée contre le bec de repos gauche 58a du bras de verrouillage gauche 56a de la bascule de verrouillage 14, comme montré sur le détail à la figure 10 sur laquelle le mobile terminal 4, ici la roue de cinquième, n'est pas représenté. Le mécanisme d'échappement 1 se trouve alors dans sa phase de verrouillage dans laquelle tous les composants de l'échappement sont immobiles. Seul le balancier 2a termine librement son oscillation le long de son arc supplémentaire, la cheville de plateau 22 étant proche de son entrée en contact avec la fourchette de détente 16 de la bascule de détente 12.

[0051] Puis arrivent les phases de déverrouillage et d'impulsion en référence à la figure 11 et à la figure 12 sur laquelle le mobile terminal 4 n'est pas représenté.

[0052] La cheville de plateau 22 du balancier 2a venant de son arc supplémentaire descendant est entrée dans la fourchette de détente 16 de la bascule de détente 12 provoquant une rotation de celle-ci de sorte que la bascule de détente 12 se décolle de l'étocau 8a. Ce mouvement de la bascule de détente 12 force le déplacement du ressort-lame 6 au-delà de son état métastable. Le mouvement instantané du ressort-lame 6, avec ses oeillets 6a, 6b, de son état métastable à un état flambé du second ordre provoque la rotation de la bascule de détente 12 autour du point d'inflexion I dans le sens antihoraire. Ladite bascule de détente 12 devient motrice et va entraîner avec elle la cheville de plateau 22 pour commencer à transmettre l'impulsion au balancier 2a. Pendant ce temps, le rouage est toujours à l'arrêt car le bec de repos gauche 46a de la bascule d'armage 10 est

toujours en contact avec le bec de repos gauche 58a de la bascule de verrouillage 14, comme montré sur le détail à la figure 12.

[0053] Au milieu de la phase d'impulsion représentée sur la figure 13, le ressort-lame 6 est en train de fournir son impulsion au balancier 2a par l'intermédiaire de la fourchette de la bascule de détente 12. Ladite bascule de détente 12 tournant dans le sens antihoraire autour du point d'inflexion I, entraîne d'une part le balancier 2a dans le sens horaire par sa fourchette et la cheville de plateau 22, et d'autre part la bascule de verrouillage 14 autour de son axe 48 dans le sens horaire par l'intermédiaire de la cheville de déverrouillage 24 insérée dans la fourchette 26 de la bascule de verrouillage 14. Par conséquent, comme montré sur le détail à la figure 14 sur laquelle le mobile terminal 4 n'est pas représenté, le bec de repos gauche 58a de la bascule de verrouillage 14 s'est déplacé et a libéré le bec de repos gauche 46a de la bascule d'armage 14. Ladite bascule d'armage 14 ne retient plus la force motrice du rouage car elle est libre. Le rouage est donc libéré mais ne tourne pas encore car l'inertie des roues 44a, 44b l'en empêche.

[0054] A la fin de la phase d'impulsion représentée sur la figure 15, sous l'influence du ressort-lame 6, la bascule de détente 12 s'est déplacée dans le sens antihoraire jusqu'à venir en appui contre l'étoile 8b, en entraînant avec elle le balancier 2a par l'intermédiaire de la fourchette de détente 16 et de la cheville de plateau 22. La bascule de verrouillage 14 sous l'influence de la bascule de détente 12 par l'intermédiaire de la cheville de déverrouillage 24 insérée dans la fourchette 26 de la bascule de verrouillage 14 s'est également déplacée dans le sens horaire, en s'éloignant du bec de repos gauche 46a de la bascule d'armage 10, comme montré sur le détail à la figure 16 sur laquelle le mobile terminal 4 n'est pas représenté. La bascule de verrouillage 14 a libéré la bascule d'armage 10, qui alors déverrouillée, n'offre plus aucune résistance, les tenons d'armage 34a, 34b de la bascule d'armage 10 n'étant plus en contact avec les œilletons 6a, 6b du ressort-lame 6 à la suite du passage dudit ressort-lame 6 dans son état stable du premier ordre inverse de celui de la figure 8. Le rouage ayant vaincu l'inertie l'empêchant de tourner durant l'impulsion peut commencer à tourner, le mobile 4 pouvant reprendre sa rotation dans le sens antihoraire.

[0055] En référence à la figure 17, le balancier 2a poursuit son oscillation le long de son arc supplémentaire ascendant. Le rouage libéré a commencé à tourner, entraîné par le mobile 4 qui tourne dans le sens antihoraire, entraînant simultanément les mobiles d'armage 40a, 40b dans le sens horaire. L'étoile d'armage 38b pousse le bec d'armage droit 36b de la bascule d'armage 10 jusqu'à arriver pointe sur pointe, comme montré sur le détail à la figure 18. La bascule d'armage 10 tourne alors dans le sens anti-horaire, sans armer le ressort-lame 6, ses tenons d'armage 34a, 34b n'étant plus en contact avec les œilletons 6a, 6b du ressort-lame 6. Le bec de repos gauche 46a de la bascule d'armage 10 s'approche de

l'étoile gauche 71a du bras de verrouillage gauche 56a de la bascule de verrouillage 14 sans le toucher grâce à une sécurité de fonctionnement prévue à cet effet, et se loge dans le décrochement 68 sous les plans inclinés 60a, comme montré sur le détail à la figure 18 sur laquelle le mobile terminal 4 n'est pas représenté.

[0056] Puis, en référence à la figure 19, le balancier 2a poursuit son oscillation le long de son arc supplémentaire ascendant. Les mobiles d'armage 40a, 40b poursuivent leur rotation dans le sens horaire de sorte que l'étoile d'armage droite 38b quitte le bec d'armage droit 36b de la bascule d'armage 10. De ce fait, le rouage chute et l'étoile d'armage gauche 38a vient en contact avec le bec d'armage gauche 36a de la bascule d'armage 10, comme montré sur le détail à la figure 20 sur laquelle le mobile terminal 4 n'est pas représenté. Le cycle mené par l'étoile d'armage droite 38b est terminé. A partir de ce moment, un nouveau cycle va reprendre tel que décrit ci-dessus, mais dans le sens inverse en étant mené par l'étoile d'armage gauche 38a, de sorte que la bascule d'armage 10 va armer le ressort-lame 6 en se déplaçant dans le sens horaire.

[0057] Lors d'une phase d'arrêt, quand le mouvement horloger s'est arrêté en fin de réserve de marche par manque de force motrice, les composants du mécanisme d'échappement de l'invention se comportent de la façon suivante :

- le ressort-lame 6 est dans sa position naturelle flambé au repos non armé, comme représenté sur les figures 8 ou 19 ;
- la bascule d'armage 10 par l'intermédiaire des tenons d'armage 34a, 34b qui se trouvant à l'intérieur de œilletons 6a, 6b est dans une position imposée par le ressort-lame 6. Les étoiles d'armage 38a, 38b des mobiles d'armage 40a, 40b sont dans une position identique à celle des figures 8 ou 19. En effet, sans force motrice suffisante, elles pourront uniquement venir s'appuyer contre l'un ou l'autre des becs d'armage 36a, 36b de la bascule d'armage 10 sans réussir à la faire bouger car celle-ci, via ses tenons d'armage 34a, 34b, est dans une position imposée par le ressort-lame 6 ;
- la bascule de détente 12 et la bascule de verrouillage liées par la cheville de déverrouillage 24 sont sous l'influence du ressort-lame 6 dans une position de stabilité identique à celle des figures 8 ou 19, la bascule de détente 12 souhaitant être appuyée contre l'un ou l'autre des étocaux 8a, 8b ;
- le balancier 2a est sous l'influence du ressort spiral 2b et voudrait se trouver sur la ligne des centres. La cheville de plateau 22 étant dans l'entrée de cornes de la fourchette de détente 16 de la bascule de détente 12, ladite bascule de détente 12 est juste légèrement décollée de l'étoile 8a ou 8b, car le

ressort-lame 6 n'est pas assez fort pour contrer complètement le couple du spiral 2b.

- au moment où la force motrice devient insuffisante, le balancier 2a grâce l'énergie cinétique emmagasinée va encore effectuer quelques alternances et devenir moteur sur le ressort-lame 6 jusqu'à l'arrêt complet de tous les éléments du mécanisme. La bascule d'armage 10 positionnée par le ressort-lame 6 via ses tenons d'armage 34a, 34b et les oeilletons 6a, 6b, peut se trouver sur le passage des becs de repos 58a, 58b de la bascule de verrouillage 14. Avantageusement, grâce à ses plans inclinés 66a, 66b, la bascule de verrouillage 14 va pousser les inclinés des becs de repos 46a, 46b de la bascule d'armage 10 et dégager celle-ci en direction de sa position centrale pour ne rien endommager.

[0058] Le mécanisme d'échappement 1 est en position pour entamer une phase d'auto-démarrage conformément à l'invention, expliquée ci-dessous en référence aux figures 21 à 35.

[0059] En référence à la figure 21, les éléments du mécanisme d'échappement 1 sont en position comme décrit ci-dessus dans une phase d'arrêt : le mobile 4 et les mobiles d'armage 40, 40 sont à l'arrêt, la position de la bascule d'armage 10 est influencée par le ressort-lame 6 et la position de la bascule de détente 12 est légèrement décollée des étocaux, ici l'étocau 8b, sous l'influence du spiral 2b. Le balancier 2a est à l'arrêt.

[0060] En référence à la figure 22, lorsqu'un utilisateur alimente la source motrice, par exemple en remontant un barillet, le mobile 4 se met à tourner dans le sens antihoraire. Les mobiles d'armage 40a, 40b commencent à tourner dans le sens horaire jusqu'à ce que l'une des étoiles d'armage 38a ou 38b rencontre le bec d'armage 36a, 36b correspondant de la bascule d'armage 10. Ici c'est l'étoile d'armage droite 38b qui va rencontrer le bec d'armage droit 36b de la bascule d'armage 10 de sorte que la bascule d'armage 10 est poussée dans le sens anti-horaire. Le ressort-lame 6 étant déjà positionné de ce côté, les tenons d'armage 34a, 34b de la bascule d'armage 10 peuvent se déplacer librement dans les oeilletons 6a, 6b et amener l'étoile d'armage droite 38b jusqu'en fin de menée. La bascule de verrouillage 14 est positionnée par la bascule de détente 12. Celle-ci n'étant pas appuyée contre les étocaux 8a, 8b sous l'influence du spiral 2b comme décrit ci-dessus, le bec de repos gauche 46a de la bascule d'armage 10 ne rentre pas en contact avec le bec de repos gauche 58a du bras de verrouillage 56a de la bascule de verrouillage 14 en se logeant dans le décrochement 68 proche de son deuxième plan incliné 66, comme montré sur le détail à la figure 23 sur laquelle le mobile terminal 4 n'est pas représenté. Ainsi, la bascule de verrouillage 14 laisse le passage libre à la bascule d'armage 10. Il est par ailleurs à noter qu'à la suite d'un choc ou d'une perturbation, la bascule d'armage 10 par ses plans inclinés de

démarrage 61a, 61b, pourra dégager la bascule de verrouillage en travaillant sur ses plans inclinés 66a, 66b de manière à imprimer un petit mouvement au balancier 2a.

[0061] En référence à la figure 24, suite à la fin de menée de l'étoile d'armage droite 38b, celle-ci quitte le bec d'armage droit 36b de la bascule d'armage 10. De ce fait, le rouage chute jusqu'à ce qu'une dent de l'étoile d'armage gauche 38a entre en contact avec le bec d'armage gauche 36a de la bascule d'armage 10. L'étoile d'armage gauche 38a mène alors la bascule d'armage 10 jusqu'à ce que les tenons d'armage 34a, 34b de la bascule d'armage 10 arrivent en contact avec les oeilletons 6a, 6b du ressort-lame 6.

[0062] Une première phase d'armage de la phase d'auto-démarrage peut commencer en référence à la figure 25, l'étoile d'armage gauche 38a étant entraînée par le mobile d'armage gauche 40a et travaillant avec le bec d'armage gauche 36a de la bascule d'armage 10, de sorte que ladite bascule d'armage 10 va se déplacer dans le sens horaire. Ladite bascule d'armage 10 va commencer à armer le ressort-lame 6 dans un mouvement horaire par l'intermédiaire de ses tenons d'armage 34a, 34b travaillant dans les oeilletons 6a, 6b du ressort-lame 6. La bascule de détente 12 sous l'influence du couple du spiral 2b n'est pas appuyée contre les étocaux 8a, 8b, comme expliqué ci-dessus. Cela oblige la bascule de détente 12 à pivoter autour du point d'inflexion I pour suivre le mouvement horaire du ressort-lame 6, en entraînant le balancier 2a via la cheville de plateau 22 prise dans la fourchette de détente 16. Le balancier 2a va commencer à tourner dans le sens antihoraire en direction de la ligne des centres.

[0063] A la différence d'un cycle de fonctionnement normal pendant lequel l'armage du ressort-lame 6 plaque la bascule de détente 12 contre l'un des étocaux 8a, 8b, du fait du balancier 2a qui se trouve dans son arc supplémentaire, la cheville de plateau 22 étant hors de l'entrée de la fourchette de détente 16 comme décrit ci-dessus en relation avec les figures 8 à 10, l'armage du ressort-lame 6 pendant la phase d'auto-démarrage emmène la bascule de détente 12 dans le sens de l'armage du ressort-lame 6. Le spiral 2b aide aussi à décoller la bascule de détente 12 des étocaux 8a, 8b car son couple tend à ramener le balancier 2a sur la ligne des centres.

[0064] En référence à la figure 26, l'armage du ressort-lame 6 dans le sens horaire se poursuit, l'étoile d'armage gauche 38a tournant dans le sens horaire poussant le bec d'armage gauche 36a de la bascule d'armage 10, de sorte que ladite bascule d'armage 10 va se déplacer dans le sens horaire. Le ressort-lame 6 emmène avec lui la bascule de détente 12 dans le sens horaire qui elle-même déplace la bascule de verrouillage 14 dans le sens antihoraire de sorte que ladite bascule de verrouillage 14 se positionne pour que le bec de repos droit 46b de la bascule d'armage 10 en mouvement angulaire dans le sens horaire puisse pousser le premier plan incliné chanfreiné 64 des plans inclinés 60b du bras de verrouillage

droit 56b en vis-à-vis de la bascule de verrouillage 14, soit ici le premier plan incliné droit 64, comme montré sur le détail à la figure 27.

[0065] En référence à la vue de détail de la figure 28 sur laquelle le mobile terminal 4 n'est pas représenté, la bascule d'armage 10 continue sa rotation dans le sens horaire toujours sous l'action de l'étoile d'armage gauche 38a poussant le bec d'armage gauche 36a de la bascule d'armage 10. Ainsi, le plan incliné de démarrage droit 61b de la bascule d'armage 10, devenue motrice, pousse sur le deuxième plan incliné droit 66b de la bascule de verrouillage 14, ce qui va l'entraîner dans le sens anti-horaire. La bascule de verrouillage 14 devient à son tour motrice, son mouvement étant communiqué à la bascule de détente 12 et au balancier 2a via la fourchette 26 et la cheville de détente 24 puis via la fourchette de détente 16 et la cheville de plateau 22. Ainsi, la bascule de détente 12 devient motrice sous l'action de la bascule de verrouillage 14, elle-même poussée par la bascule d'armage 10. La bascule de détente 12 devenue motrice déplace le balancier 2a dans le sens antihoraire hors de l'angle de levée par l'intermédiaire de sa fourchette de détente 16 travaillant avec la cheville de plateau 22, ce qui met en mouvement ledit régulateur oscillant 2, le balancier 2a commençant à tourner.

[0066] En référence à la figure 29, la bascule de détente 12 continue de tourner en sens horaire et, si l'armage du ressort-lame 6 par les tenons d'armage 34a, 34b insérés dans les oeillets 6a, 6b du ressort-lame 6 est suffisant, force ledit ressort-lame 6 à passer au-delà de son instabilité pour retourner dans un mode stable inverse au mode stable représenté sur la figure 26.

[0067] En revenant en position stable, le ressort-lame 6 devient moteur sur la bascule de détente 12 qui par l'intermédiaire de sa fourchette de détente 16 travaillant avec la cheville de plateau 22 donne une impulsion au balancier 2a, qui favorise son auto-démarrage, comme représenté sur la figure 30. La bascule de détente 12 est momentanément appuyée contre l'étoile de gauche 8.

[0068] Les plans inclinés 66a, 66b de la bascule de verrouillage 14 et les plans inclinés de démarrage 61a, 61b de la bascule d'armage 10 sont configurés pour que la bascule d'armage 10 impose à la bascule de verrouillage 14, à la bascule de détente 12 et au régulateur oscillant 2 une position idéale à atteindre, le balancier 2a étant alors forcé dans une position hors de l'angle de levée et la bascule d'armage 10 étant alors libre de se déplacer.

[0069] Plus particulièrement en relation avec la figure 31, la bascule de détente 12, en s'étant appuyée contre l'étoile de gauche 8a, met en position la bascule de verrouillage 14 afin de laisser passer le bec de repos droit 46b de la bascule d'armage 10 qui peut s'engager dans le décrochement 68 droit du bras de verrouillage droit 56b. Ainsi, la bascule d'armage 10 ne peut pas s'arrêter sur le bec de repos droit 58b de la bascule de verrouillage 14. La bascule d'armage 10 peut alors se déplacer librement, entraînée par le rouage moteur, tout en imposant au

balancier 2a sa position hors de l'angle de levée maintenue par la bascule d'armage 10, la bascule de verrouillage 14 et la bascule de détente 12, jusqu'à ce que l'étoile d'armage gauche 38a entraînée par le mobile 4 termine sa menée sur le bec d'armage gauche 36a de la bascule d'armage 10 et chute jusqu'à ce que l'étoile d'armage droite 38b arrive en contact avec le bec d'armage droit 36b de la bascule d'armage 10, comme représenté sur la figure 32.

[0070] Le rouage d'échappement entraîné par la source motrice peut alors tourner de sorte que l'étoile d'armage droite 38b entraînée par le mobile 4 arme la bascule d'armage 10 dans le sens anti-horaire par son bec d'armage droit 36b jusqu'à ce que le bec de repos gauche 46a de la bascule d'armage 10 arrive en butée contre le bec de repos gauche 58a du bras de verrouillage gauche 56a de la bascule de verrouillage 14, comme représenté à la figure 33 et à la vue de détail figure 34. Durant ce mouvement de la bascule d'armage 10, ses tenons d'armage 34a, 34b ont armé le ressort-lame 6 via ses oeillets 6a, 6b. Le ressort-lame 6 est maintenant armé proche de l'instabilité. Le mécanisme d'échappement est alors dans une position correspondant à une phase de verrouillage prête à être suivie d'une phase de déverrouillage et d'une phase d'impulsion du fonctionnement normal. Le balancier 2a est toujours dans son arc supplémentaire ascendant.

[0071] En référence à la figure 35, le rouage est maintenant arrêté et le ressort-lame 6 est armé proche de l'instabilité. Le retour du balancier 2a dans le sens horaire va amener la cheville de plateau 22 dans la fourchette de détente 16 et dégager le ressort-lame 6 pour que celui-ci donne son impulsion au balancier 2a. Cette configuration est identique à celle décrite à la figure 11 qui correspond à une impulsion classique du fonctionnement normal. A partir de cette étape, l'échappement a terminé sa phase d'auto-démarrage et va fonctionner de manière classique, comme décrit ci-dessus en référence aux figures 8 à 20.

Revendications

1. Mécanisme d'échappement (1) agencé pour fournir des impulsions mécaniques d'une source motrice à un régulateur oscillant (2) d'un mouvement horloger par l'intermédiaire d'un ressort-lame (6) travaillant en flambage autour d'un point d'inflexion (I), ledit mécanisme comprenant une bascule d'armage (10), une bascule de détente (12) et une bascule de verrouillage (14) de la bascule d'armage (10) agencée en liaison cinématique avec la bascule de détente (12), ledit ressort-lame (6) étant susceptible, en fonctionnement normal, par l'intermédiaire de ladite bascule d'armage (10), de ladite bascule de verrouillage (14) et de ladite bascule de détente (12), d'accumuler l'énergie issue de la source motrice transmise par des mobiles d'armage (40a, 40b) lors d'une

phase d'armage, de demeurer ensuite dans un état armé lors d'une phase de verrouillage, puis de restituer l'énergie accumulée audit régulateur oscillant (2) lors d'une phase d'impulsion précédée d'une phase de déverrouillage, ladite bascule de verrouillage (14) comprenant deux bras de verrouillage (56a, 56b) munis chacun d'un organe de verrouillage (58a, 58b) agencé pour coopérer avec un organe de verrouillage (46a, 46b) complémentaire respectif de la bascule d'armage (10) pour bloquer ladite bascule d'armage (10) lors de la phase de verrouillage, **caractérisé en ce que** chaque bras de verrouillage (56a, 56b) de ladite bascule de verrouillage (14) comporte, à son extrémité libre, au moins un plan incliné (66a, 66b) configuré pour coopérer avec un plan incliné de démarrage (61a, 61b) prévu en correspondance sur la bascule d'armage (10) lors d'une phase d'auto-démarrage au cours de laquelle une activation de la source motrice entraîne une mise en mouvement angulaire de la bascule d'armage (10) dont le libre passage est permis par la bascule de verrouillage (14) jusqu'alors positionnée par la bascule de détente (12) sous l'influence du régulateur oscillant (2) à l'arrêt, ledit mouvement angulaire de la bascule d'armage (10) entraînant un déplacement de la bascule de verrouillage (14) par poussée de l'un des plans inclinés de démarrage (61a, 61b) de la bascule d'armage (10) sur le plan inclinés (66a, 66b) correspondant de la bascule de verrouillage (10), de sorte que ladite bascule de verrouillage (14), par l'intermédiaire de la bascule de détente (12), entraîne en rotation le régulateur oscillant (2) hors de l'angle de levée, le mécanisme d'échappement (1) se positionnant dans une position correspondant à une phase de verrouillage prête à être suivie d'une phase de déverrouillage et d'une phase d'impulsion du fonctionnement normal.

2. Mécanisme d'échappement (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les plans inclinés (66a, 66b) de la bascule de verrouillage (14) et les plans inclinés de démarrage (61a, 61b) de la bascule d'armage (10) sont configurés pour que, pendant la phase d'auto-démarrage, la bascule d'armage (10) positionne la bascule de verrouillage (14), la bascule de détente (12) et le régulateur oscillant de telle sorte que la bascule d'armage (10), entraînée par l'énergie de la source motrice, est libre de se déplacer jusqu'à la fin de menée par l'un des mobiles d'armage (40a, 40b) et la chute de celui-ci.
3. Mécanisme d'échappement (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les plans inclinés (66a, 66b) de la bascule de verrouillage (14) sont configurés pour pousser sur le plan incliné de démarrage (61a, 61b) correspondant de la bascule d'armage (10) afin d'éloigner ladite bascule d'armage (10) des organes de verrouillage

(58a, 58b) de la bascule de verrouillage (14) lorsque l'énergie motrice devient insuffisante pour entraîner la bascule d'armage (10).

4. Mécanisme d'échappement (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la bascule de verrouillage (14) comprend une baguette (50) munie à une première extrémité d'une fourchette (26) de liaison à la bascule de détente (12), les deux bras de verrouillage (56a, 56b) s'étendant depuis une deuxième extrémité symétriquement par rapport à l'axe longitudinal de la baguette (50).
5. Mécanisme d'échappement (1) selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la fourchette (26) de la bascule de verrouillage (14) comporte deux cornes (26a, 26b) délimitant un espace entre-cornes (54) dans lequel coopère une cheville de déverrouillage (24) solidaire de la bascule de détente (12).
6. Mécanisme d'échappement (1) selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la baguette (50) de la bascule de verrouillage (14) présente une longueur entre son centre de pivotement passant par l'axe de pivotement (48) et la partie fonctionnelle de l'espace entre-cornes (54) qui est supérieure ou égale au double de la longueur de la bascule de détente (12) entre son point d'inflexion (I) et la cheville de déverrouillage (24).
7. Mécanisme d'échappement (1) selon l'une des revendications 4 à 6, **caractérisé en ce que** chaque bras de verrouillage (56a, 56b) de la bascule de verrouillage (14) comprend successivement en direction de son extrémité libre un premier segment présentant, sur sa face intérieure en regard de la baguette (50), une surface concentrique à l'axe de pivotement (48) de la bascule de verrouillage (14) et un deuxième segment (62a, 62b) de moindre épaisseur, présentant sur sa face intérieure en regard de la baguette (50), une surface concentrique à l'axe de pivotement (48) de la bascule de verrouillage (14), le premier segment formant un bec de repos constituant l'organe de verrouillage (58a, 58b), lesdits premier et deuxième segments étant reliés par un premier plan incliné (64) pour former un chanfrein pour l'organe de verrouillage (46a, 46b) complémentaire de la bascule d'armage (10), un deuxième plan incliné (66) formant un angle obtus avec la surface concentrique à l'axe de pivotement (48) de la bascule de verrouillage (14) du premier segment choisi pour que le contact du plan incliné de démarrage (61a, 61b) de la bascule d'armage (10) en mouvement avec ledit deuxième plan incliné (66) entraîne une rotation de la bascule de verrouillage (14) selon son axe de pivotement (48), et un décrochement (68) configuré pour permettre à l'organe de verrouillage (46a, 46b) complémentaire de la bascule d'armage

(10) de pouvoir s'y engager.

8. Mécanisme d'échappement (1) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** chaque bras de verrouillage (56a, 56b) comprend, sur la surface concentrique à l'axe de pivotement (48) de la bascule de verrouillage (14) du deuxième segment (62a, 62b), une gorge (70a, 70b) s'étendant perpendiculairement aux faces supérieure et inférieure du bras de verrouillage (56a, 56b), la portion dudit deuxième segment (62a, 62b) entre le décrochement (68) et la gorge (70a, 70b) étant agencée pour constituer un étocau (71a, 71b) pour empêcher un déplacement angulaire excessif de la bascule d'armage (10).

5
10
15
9. Mécanisme d'échappement (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend deux mobiles d'armage (40a, 40b) comprenant chacun un pignon d'échappement (42a, 42b) destiné à engrener avec un mobile (4) du rouage de finissage du mouvement horloger pour pivoter simultanément dans un même sens autour d'axes de rotation distincts et une étoile d'armage (38a, 38b) destinée à coopérer avec un bec d'armage (36a, 36b) prévu à l'extrémité d'un bras d'armage (30, 32) de la bascule d'armage (10), l'indexation de ces mobiles d'armage (40a, 40b) étant telle que lorsque l'un des becs d'armage (36a, 36b) est au contact de l'une des étoiles d'armage (38a, 38b), l'autre bec d'armage (36a, 36b) n'est pas au contact de l'autre étoile d'armage (38a, 38b).

20
25
30
10. Mécanisme d'échappement (1) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** chaque mobile d'armage (40a, 40b) comprend une roue d'inertie (44a, 44b).

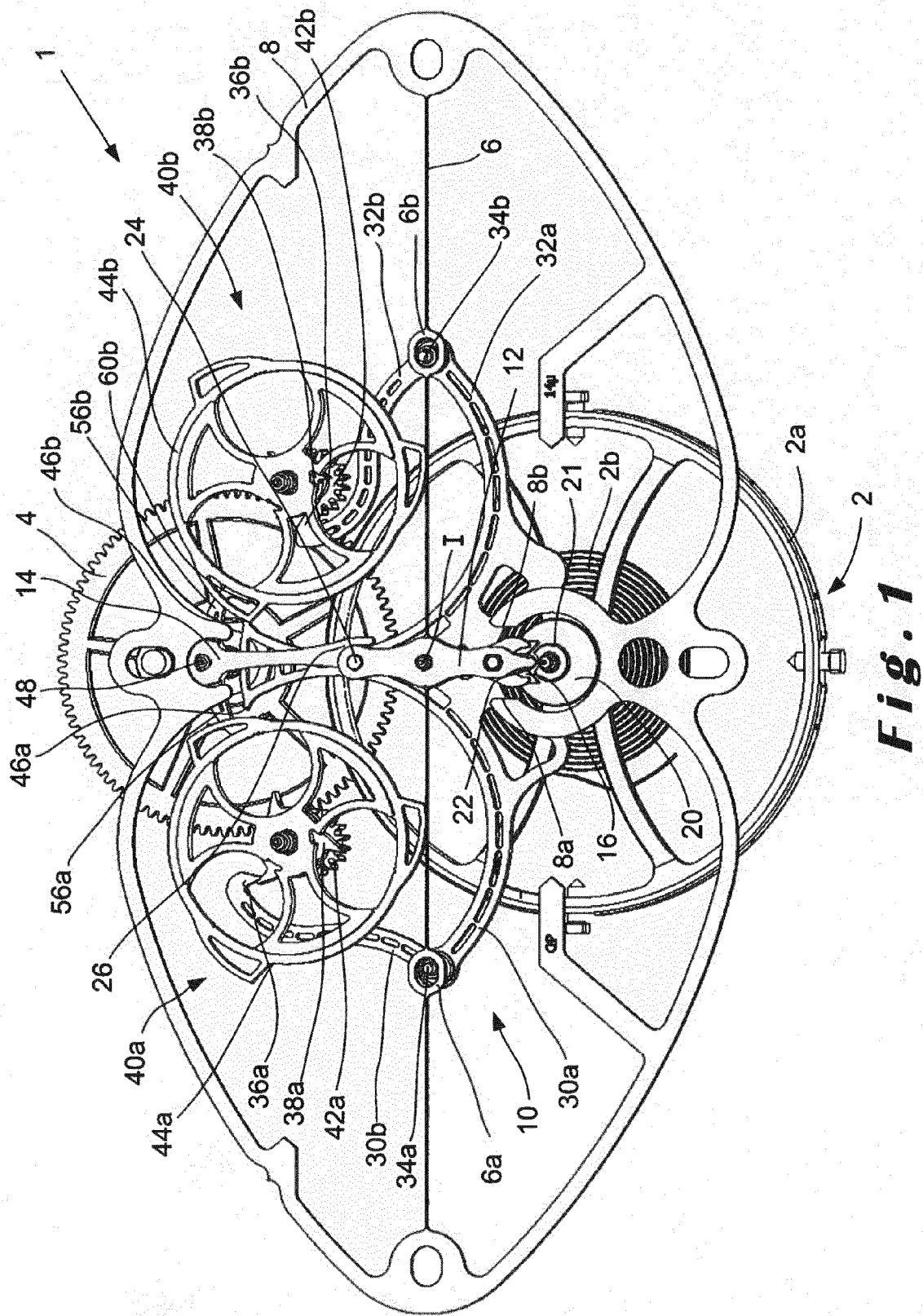
35
11. Mouvement horloger comprenant un mécanisme d'échappement (1) selon l'une des revendications 1 à 10.

40
12. Pièce d'horlogerie comprenant un mécanisme d'échappement (1) selon l'une des revendications 1 à 10 ou un mouvement horloger selon la revendication 11.

45

50

55



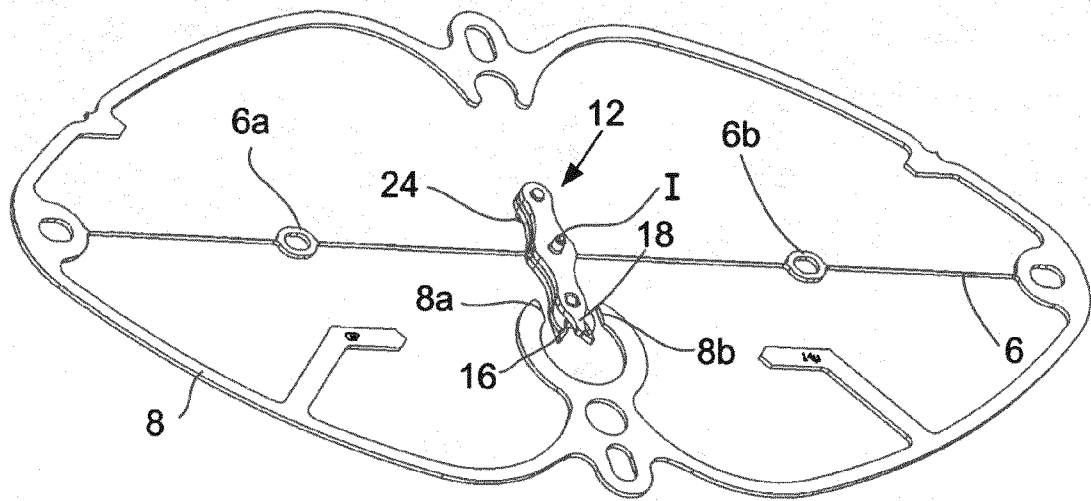


Fig. 2

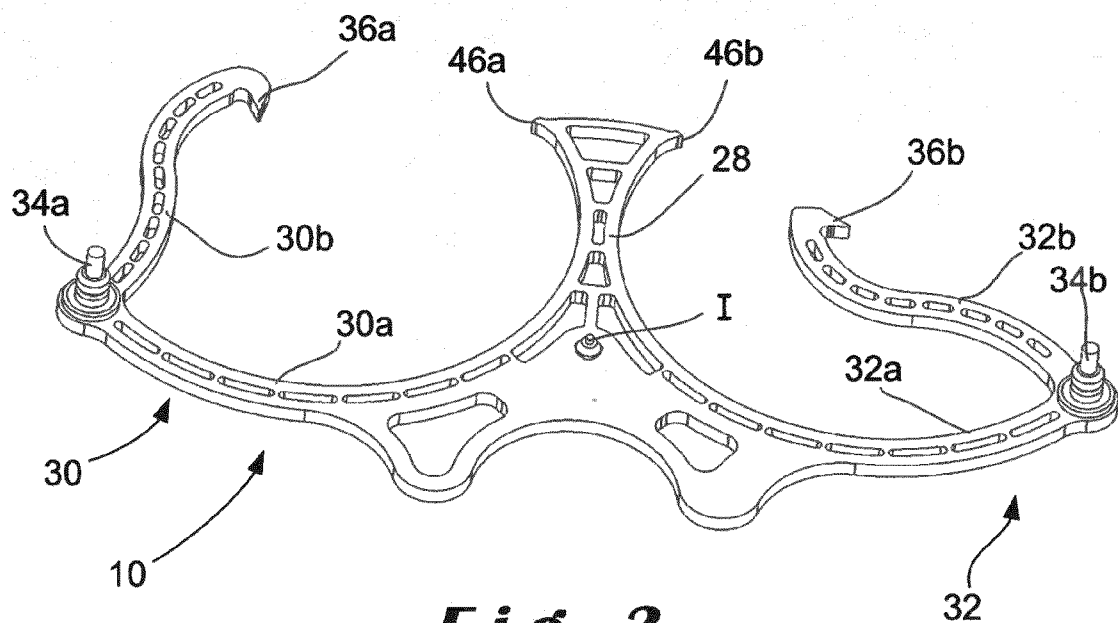


Fig. 3

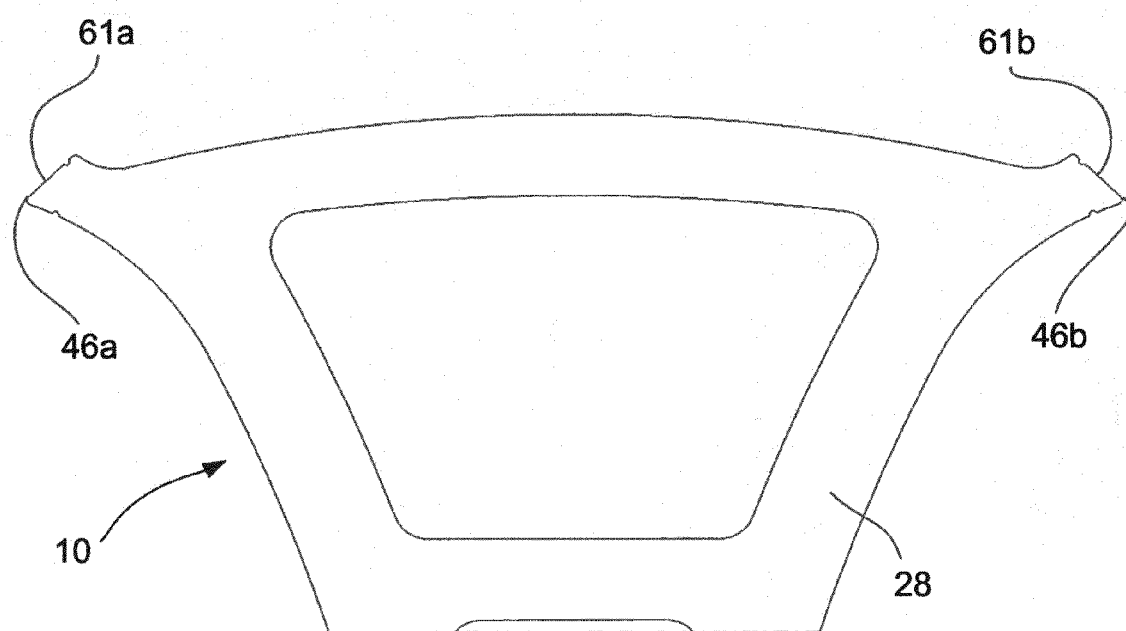


Fig. 3a

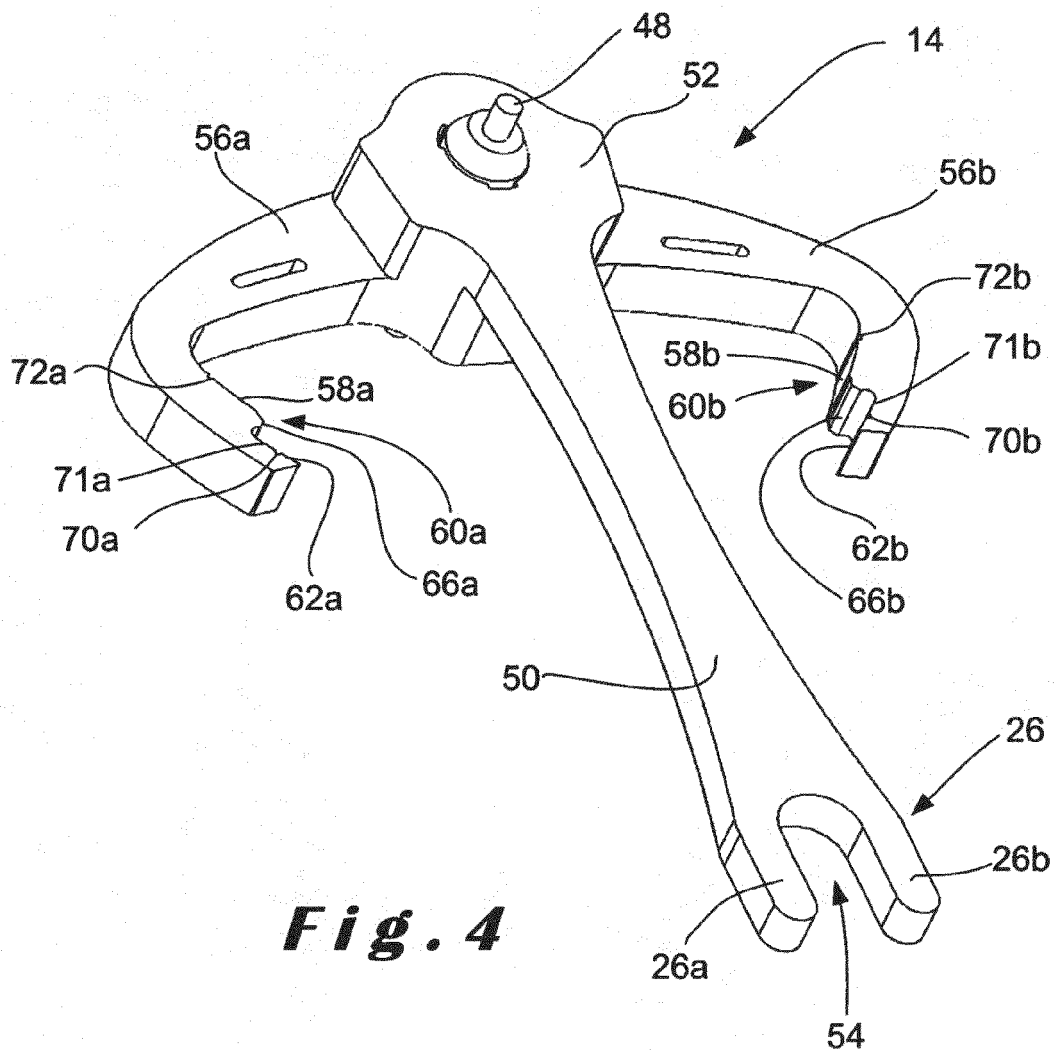


Fig. 4

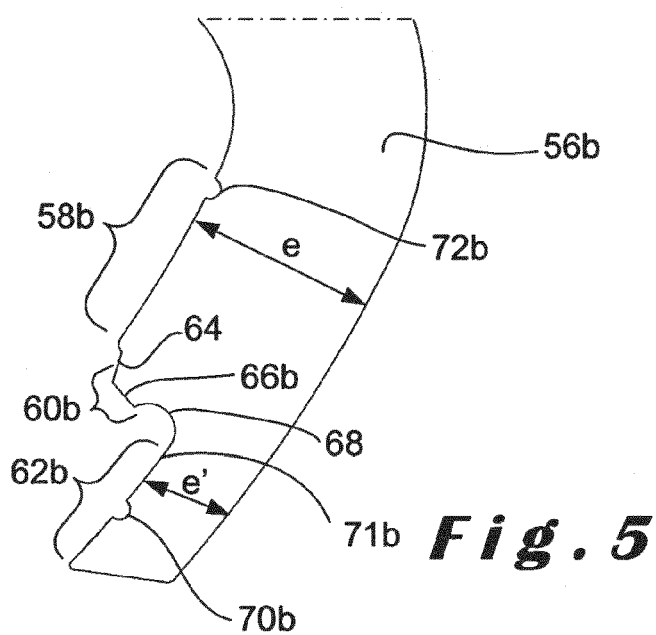


Fig. 5

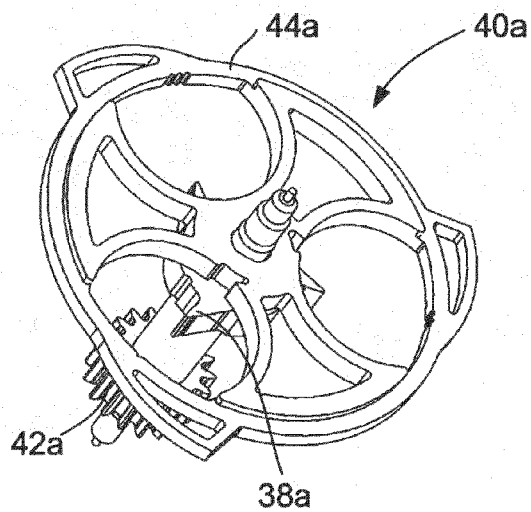


Fig. 6

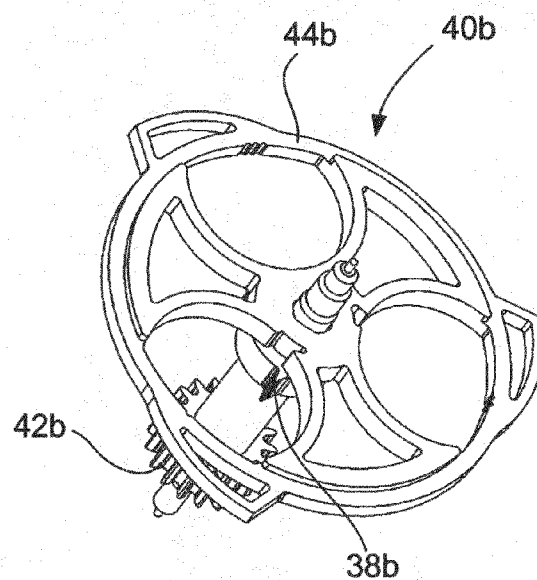


Fig. 7

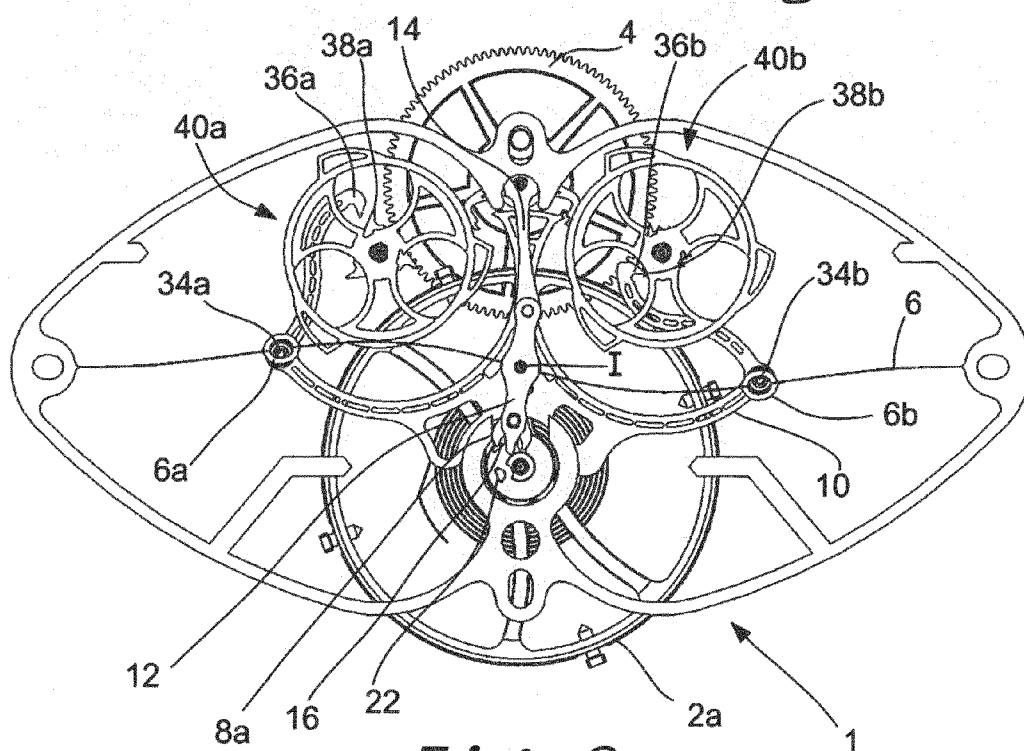


Fig. 8

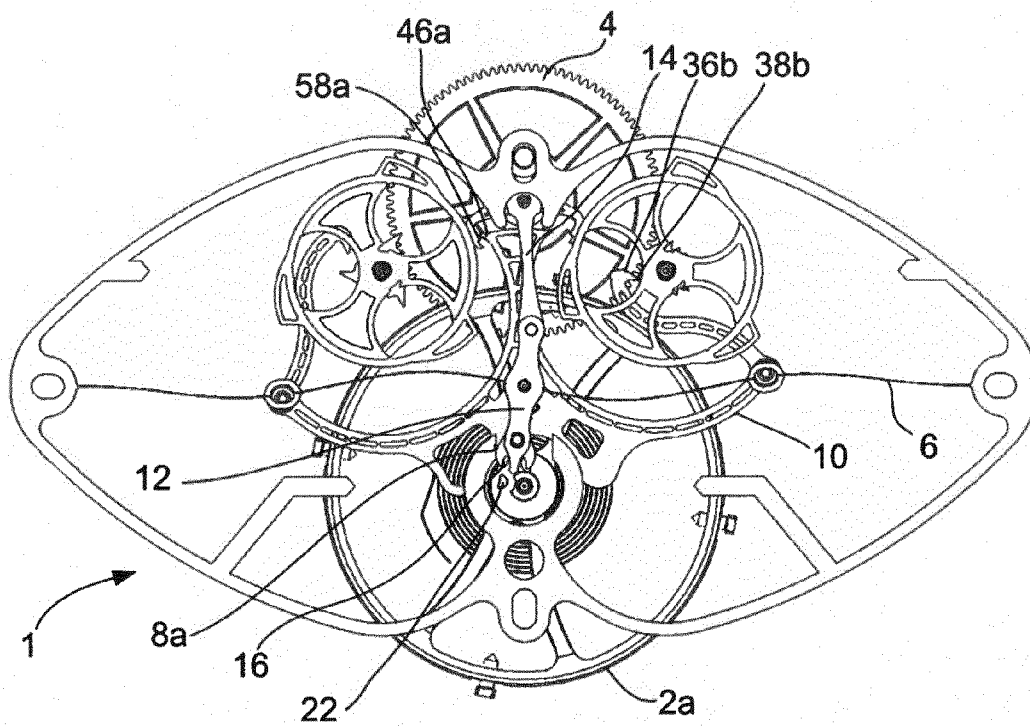


Fig. 9

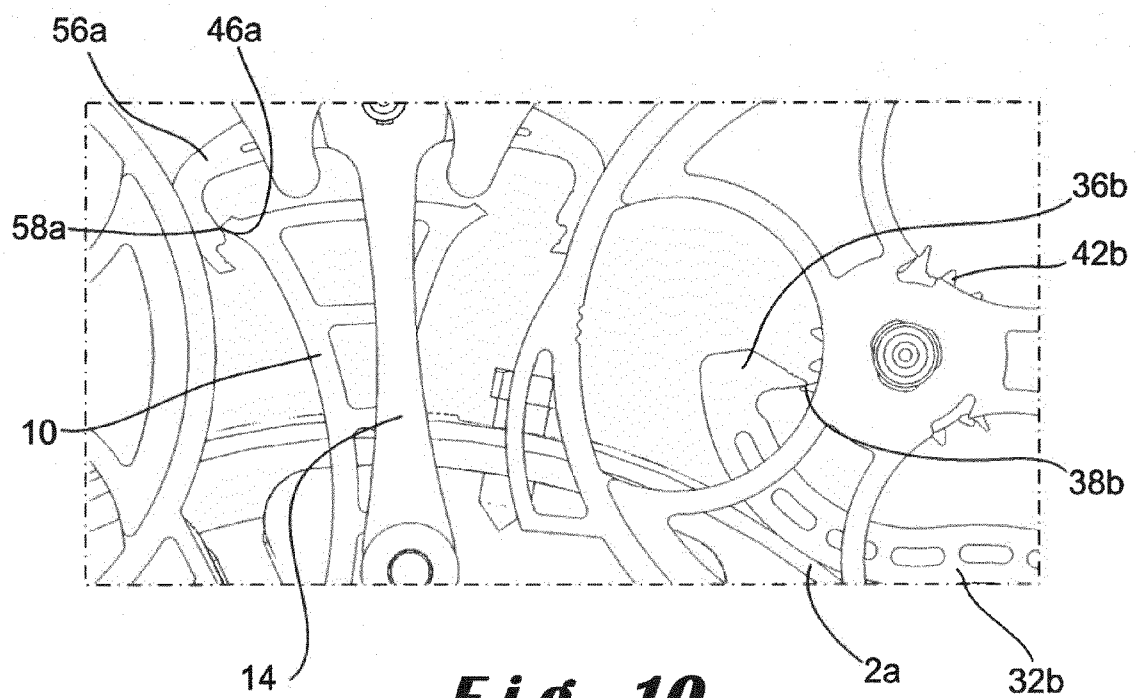


Fig. 10

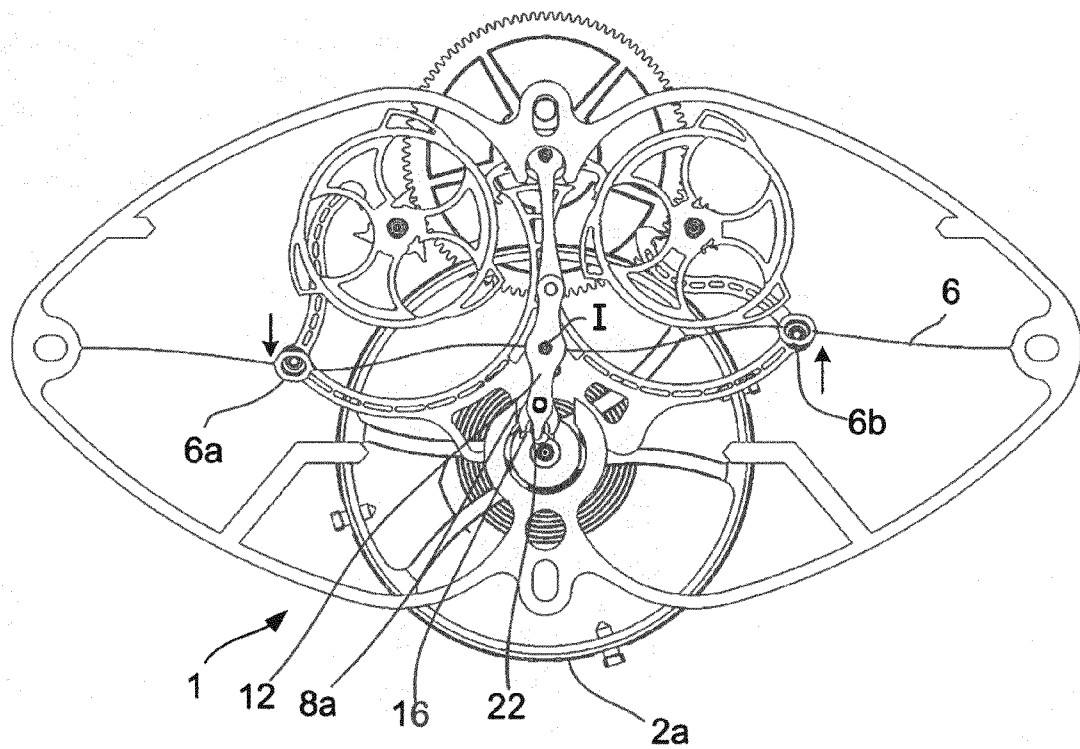


Fig. 11

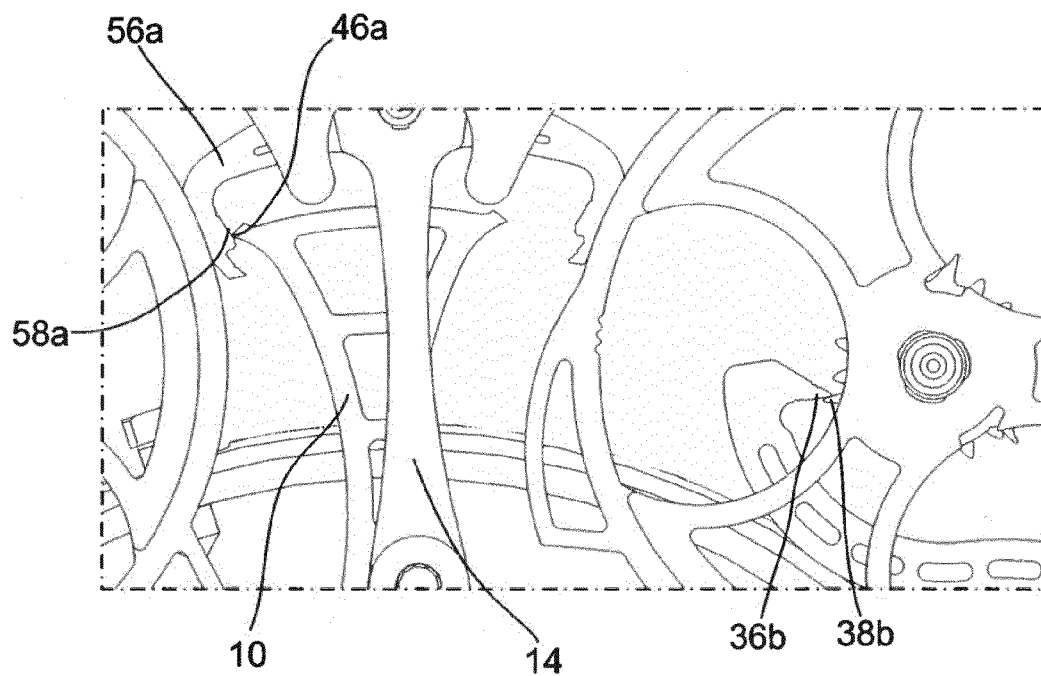


Fig. 12

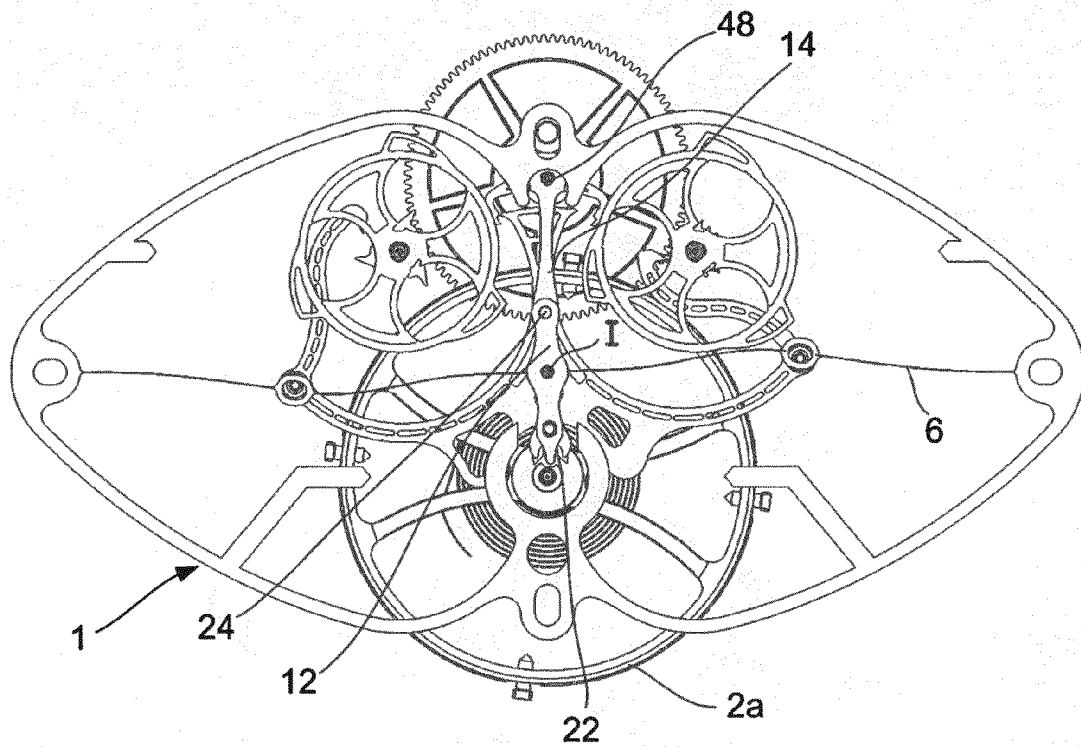


Fig. 13

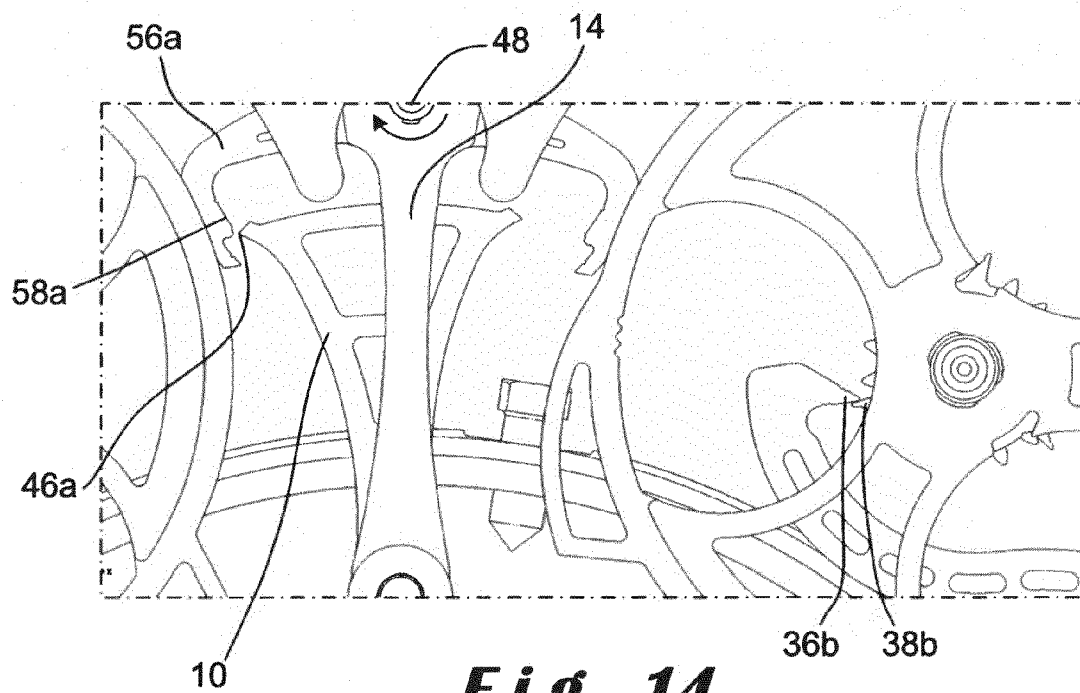


Fig. 14

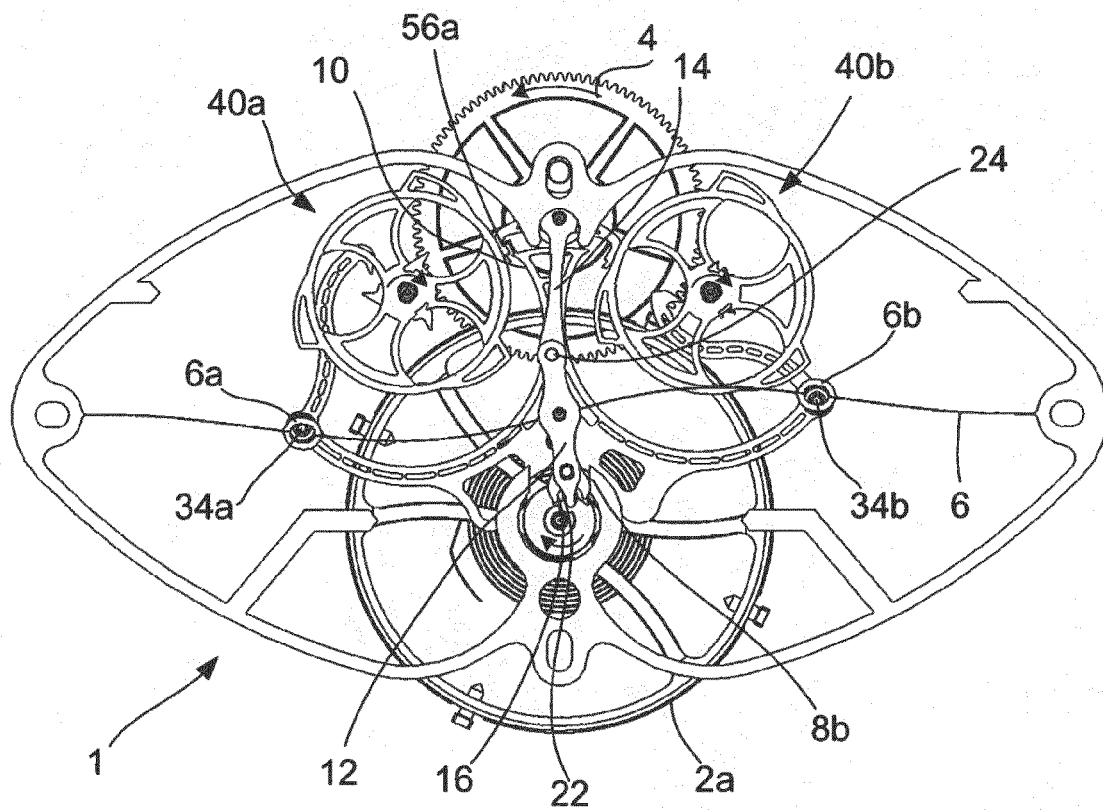


Fig. 15

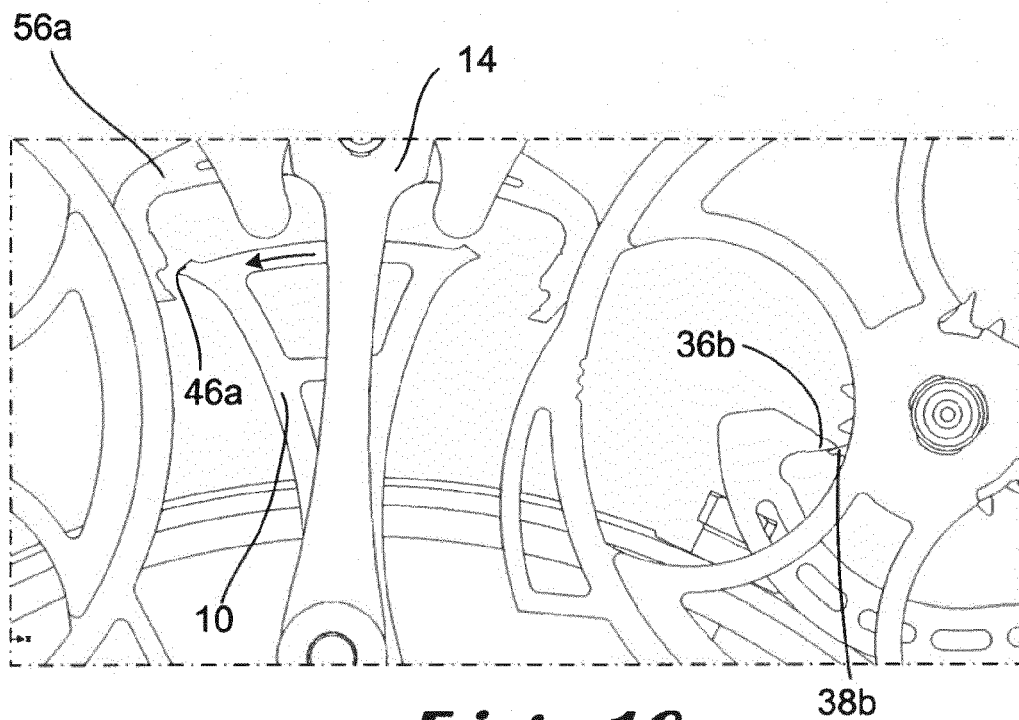


Fig. 16

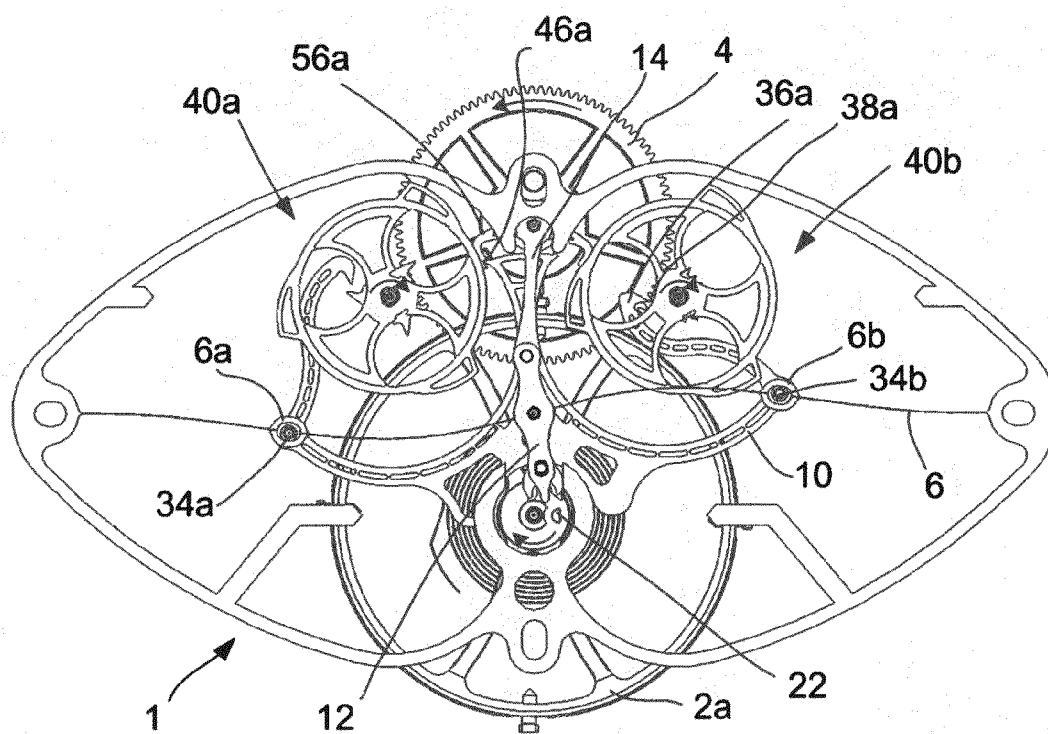


Fig. 17

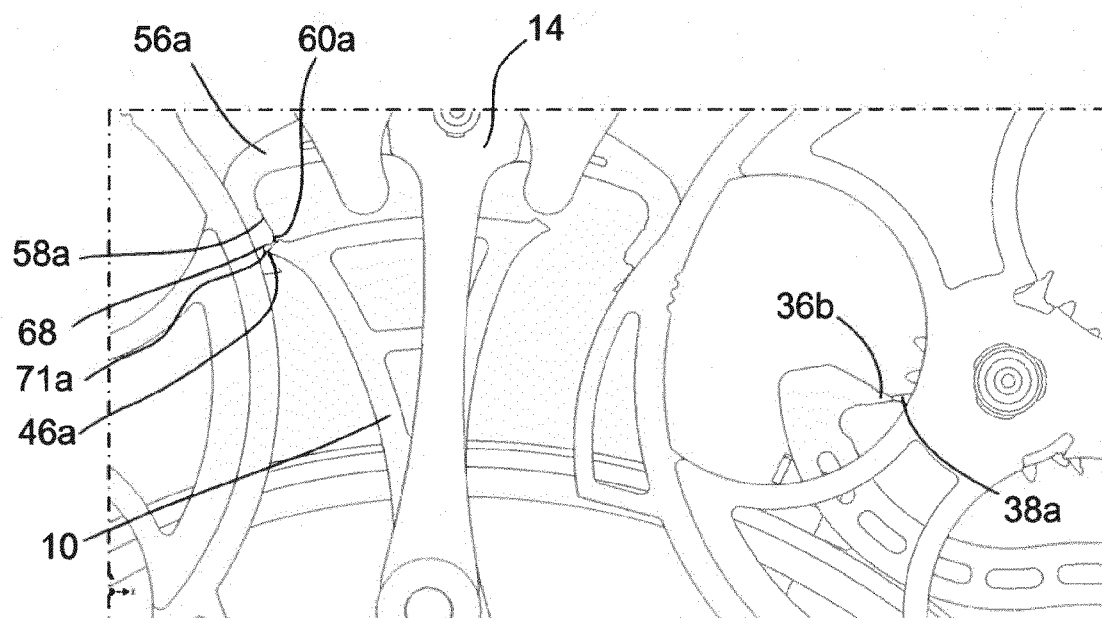


Fig. 18

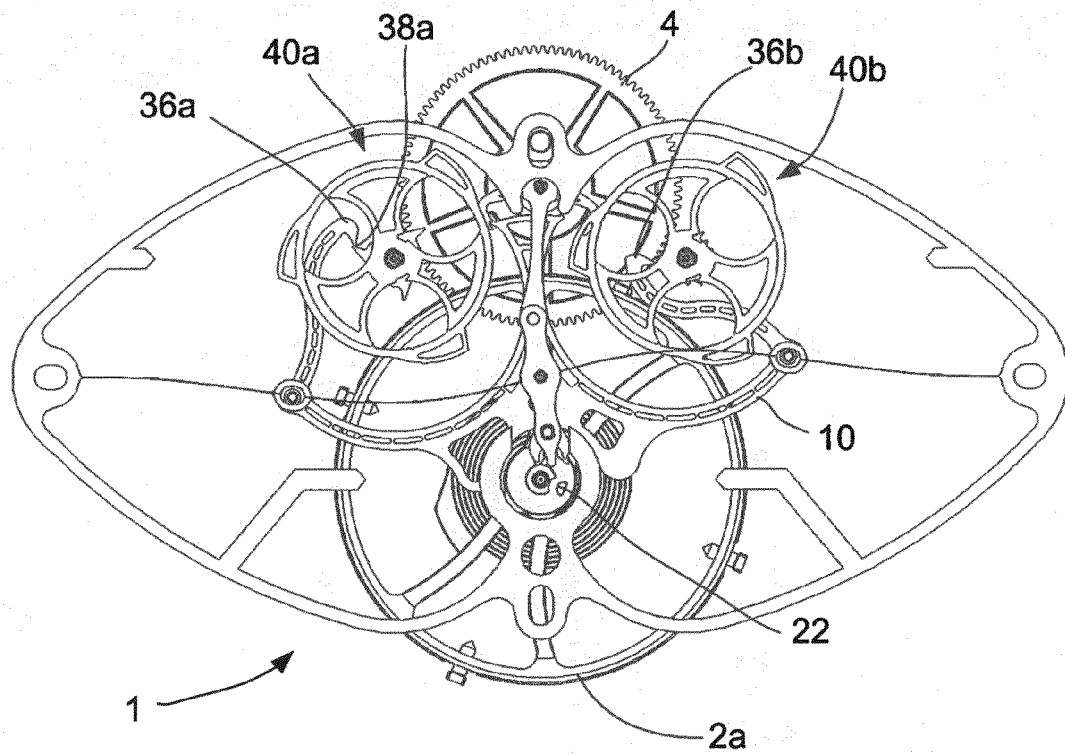


Fig. 19

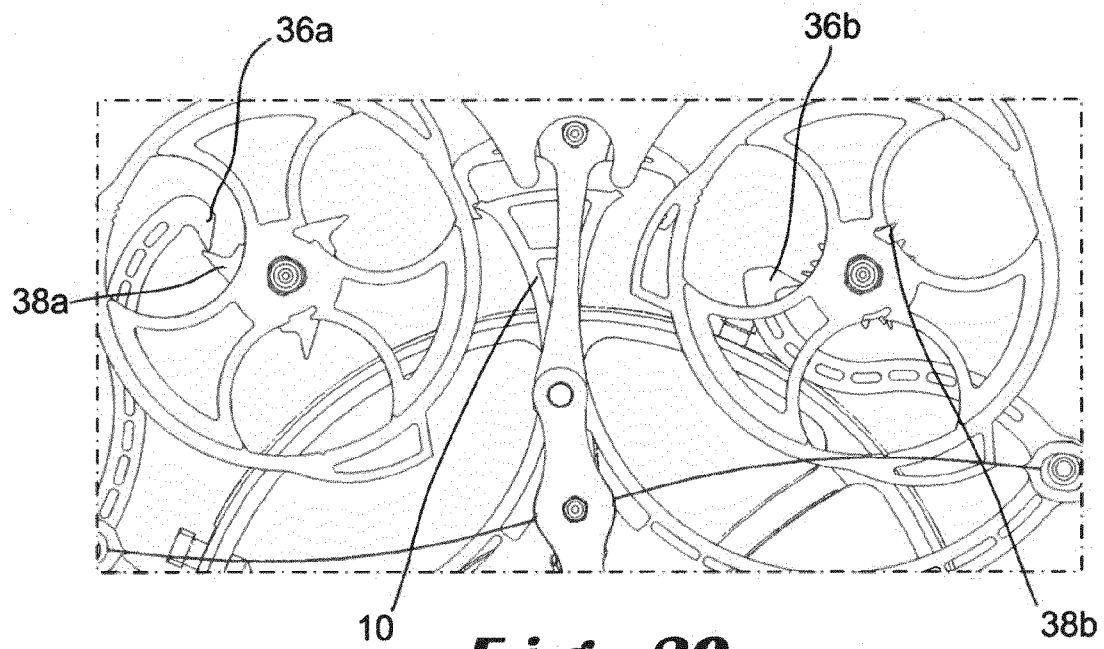


Fig. 20

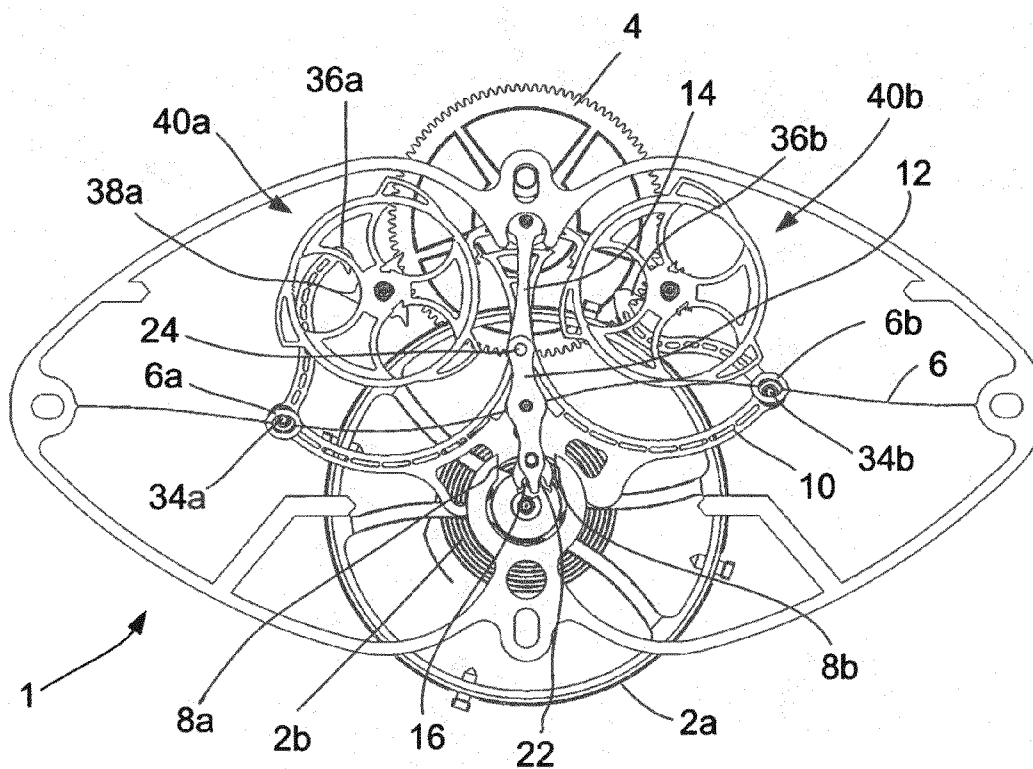


Fig. 21

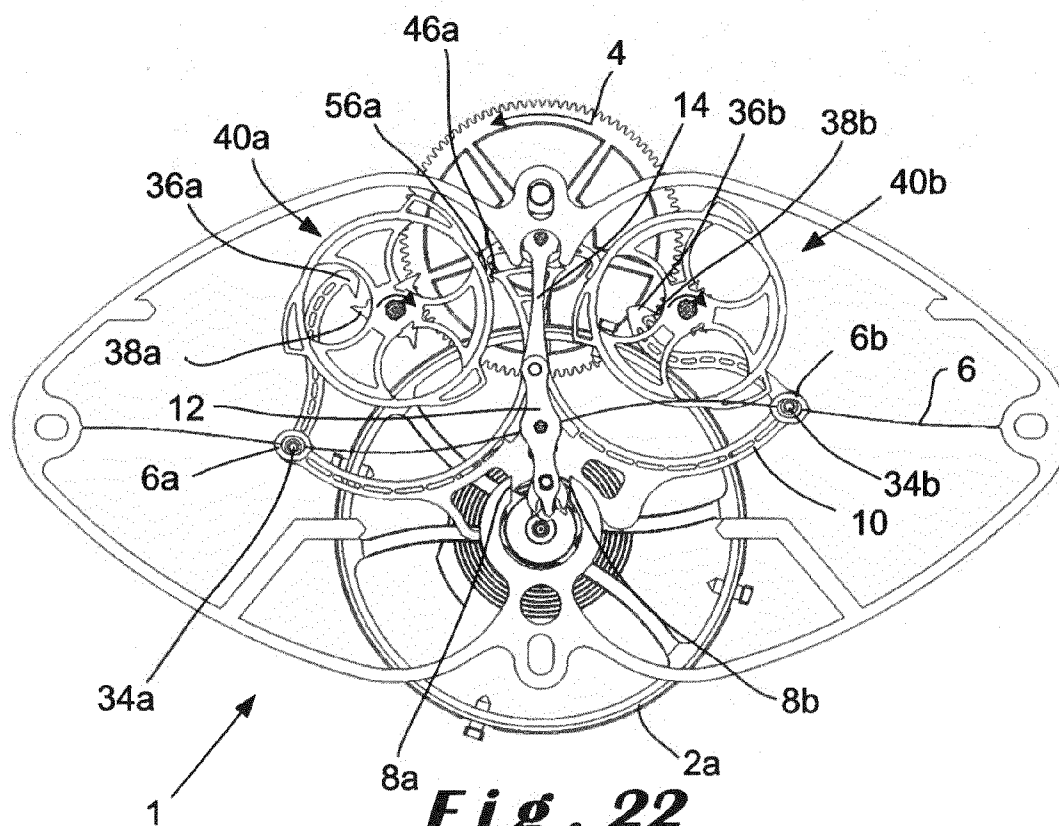


Fig. 22

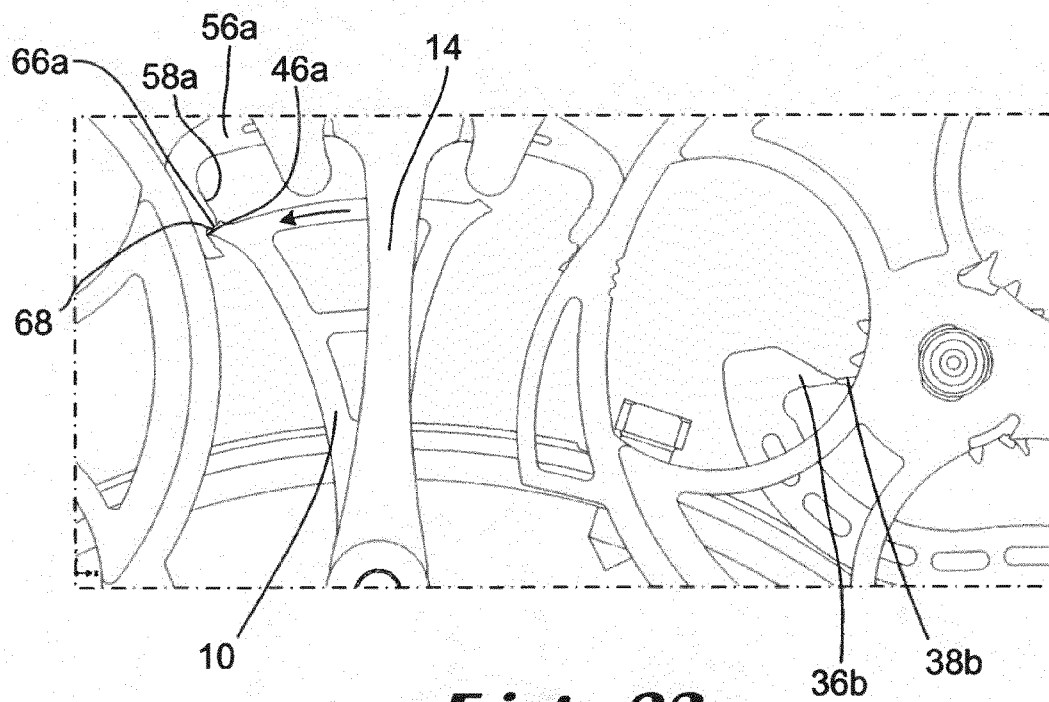


Fig. 23

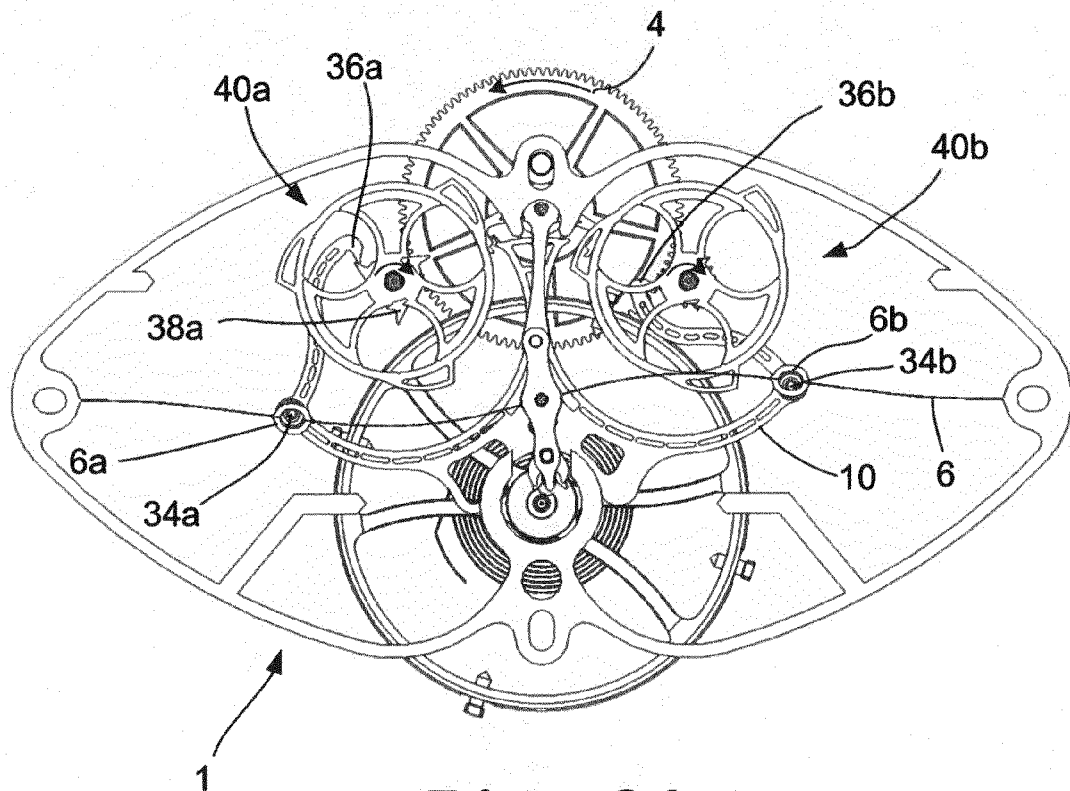


Fig. 24

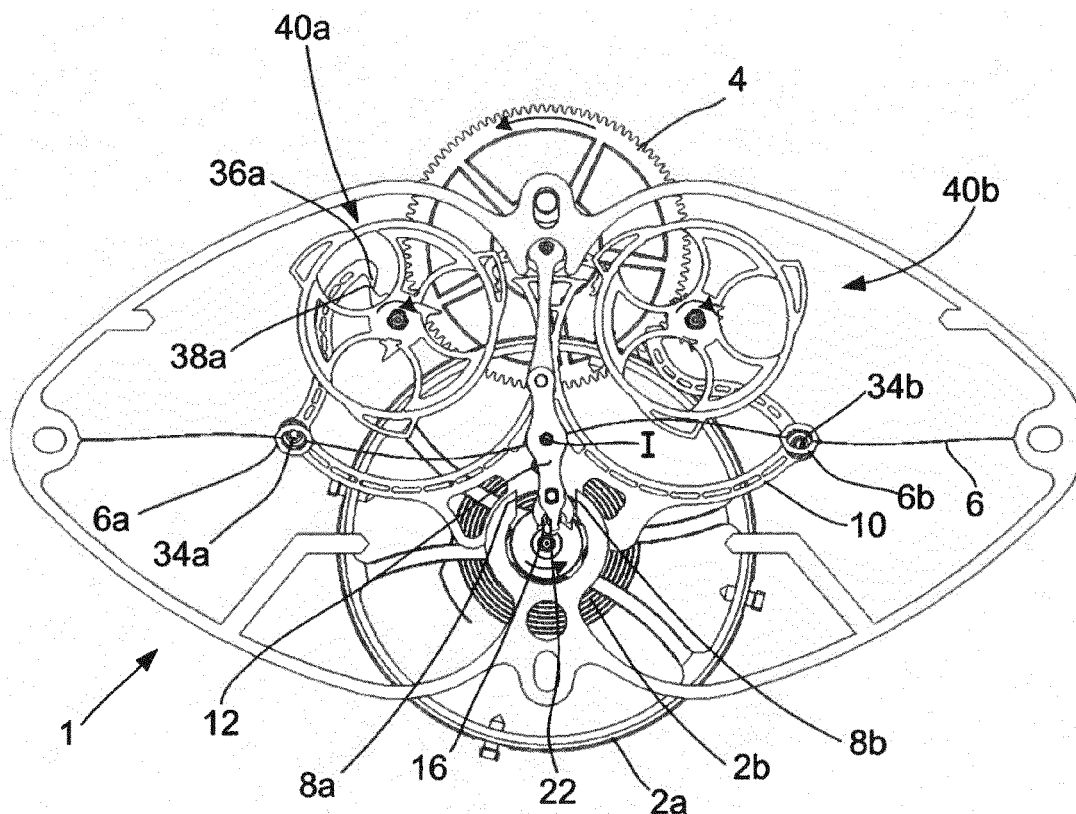


Fig. 25

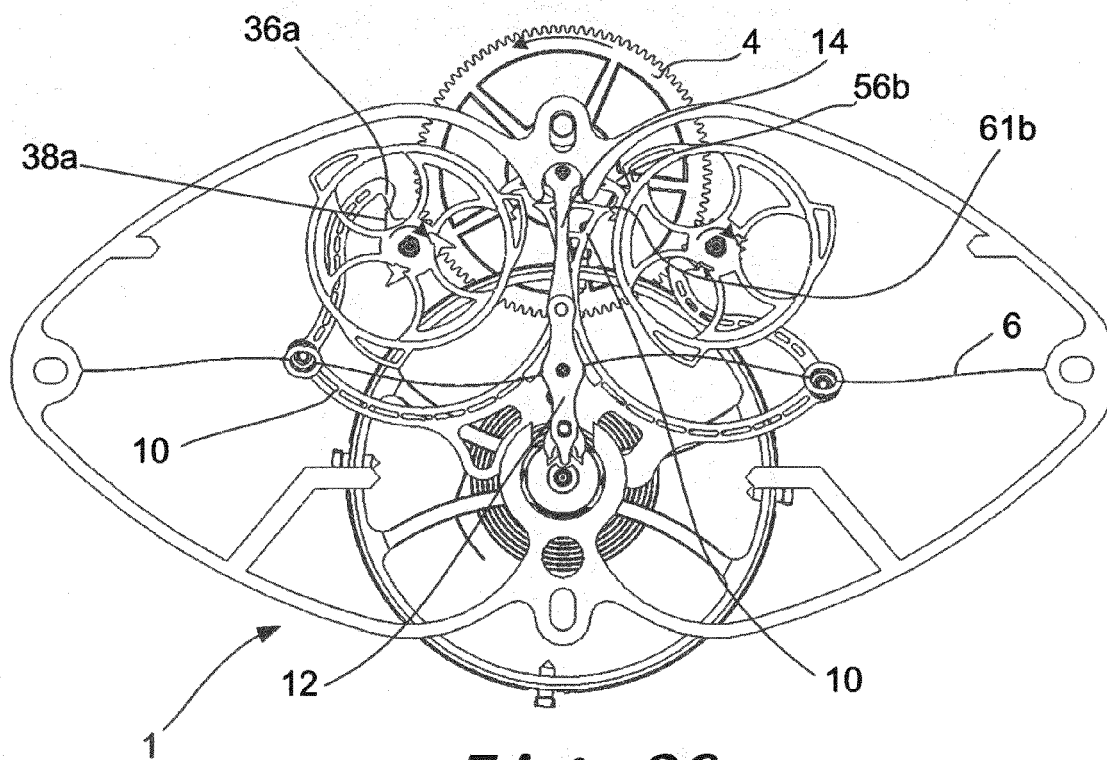
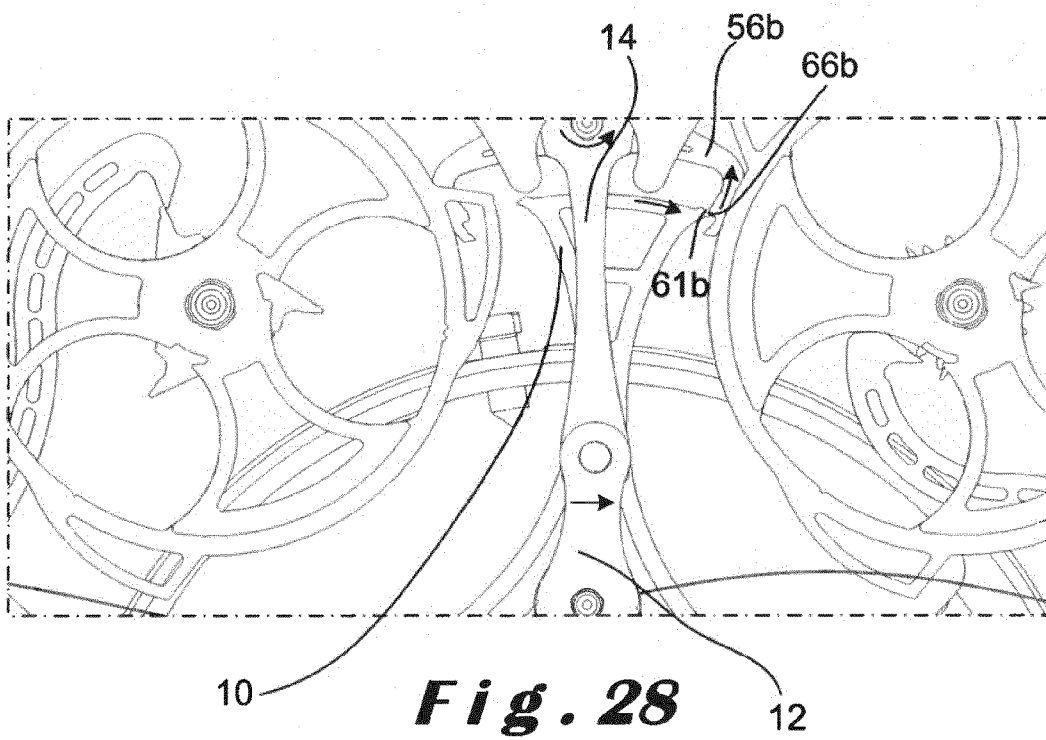
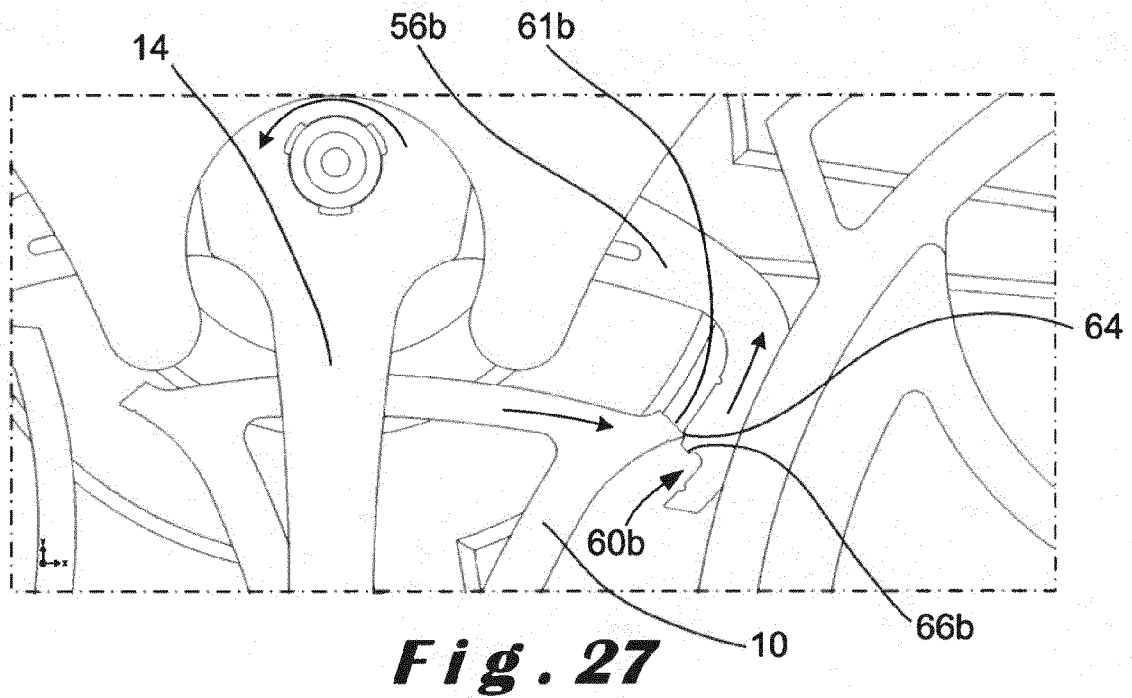


Fig. 26



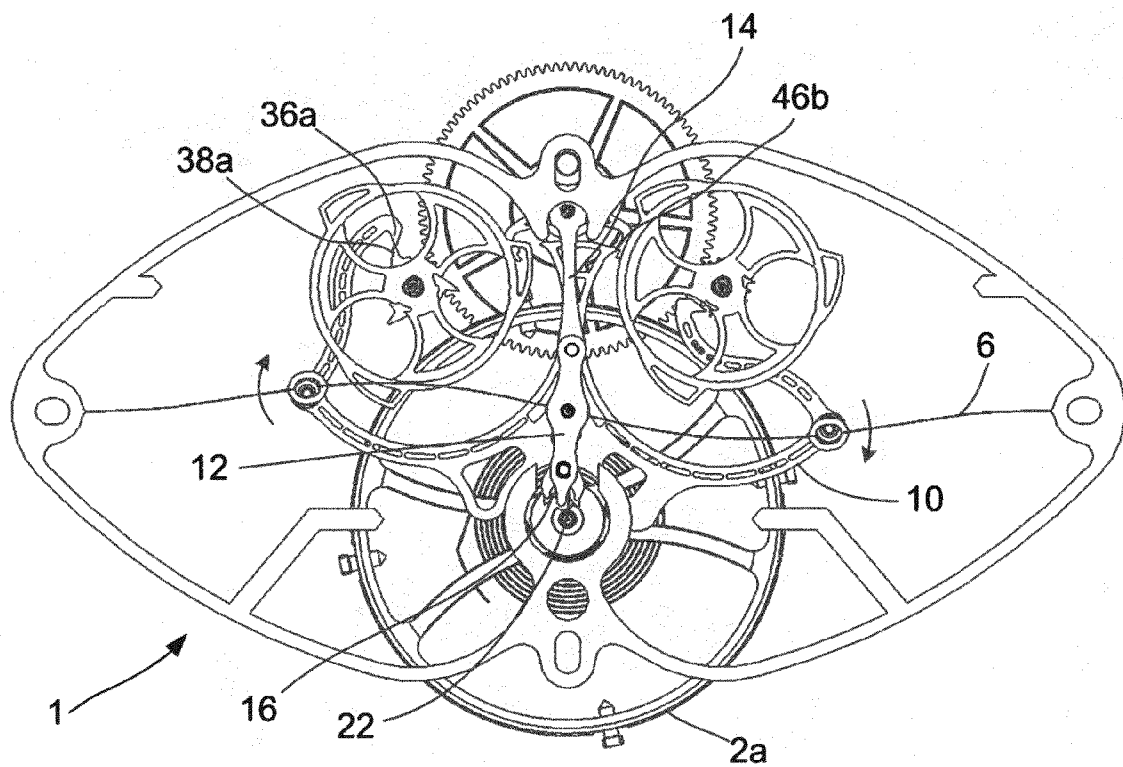


Fig. 29

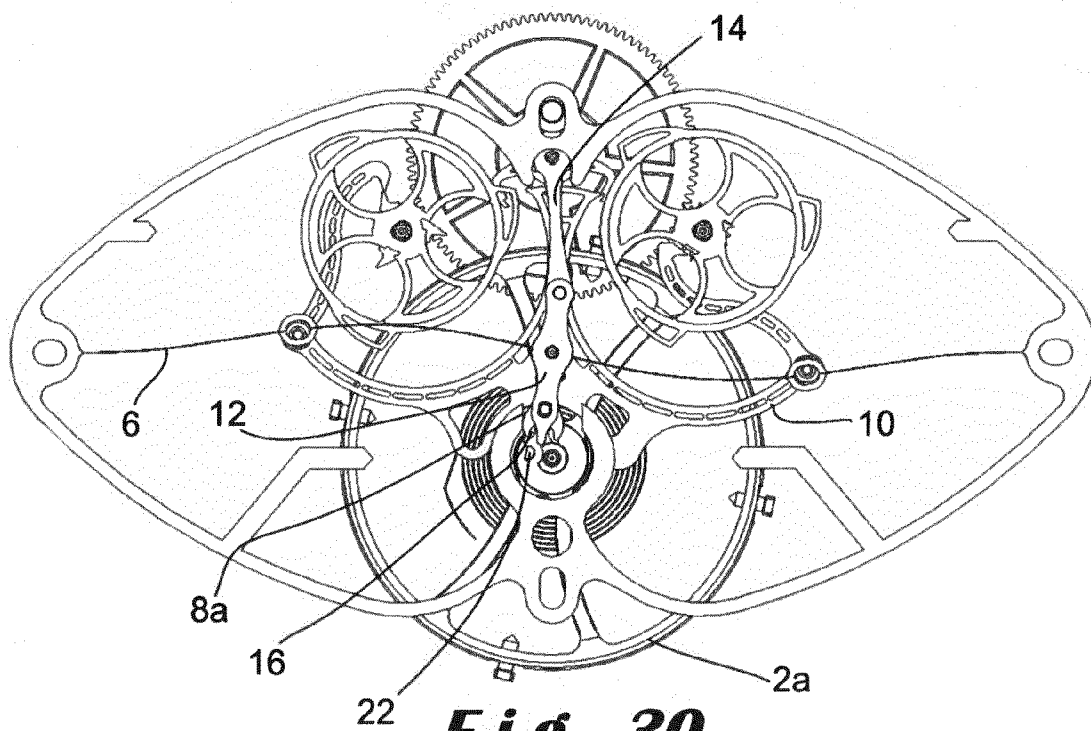


Fig. 30

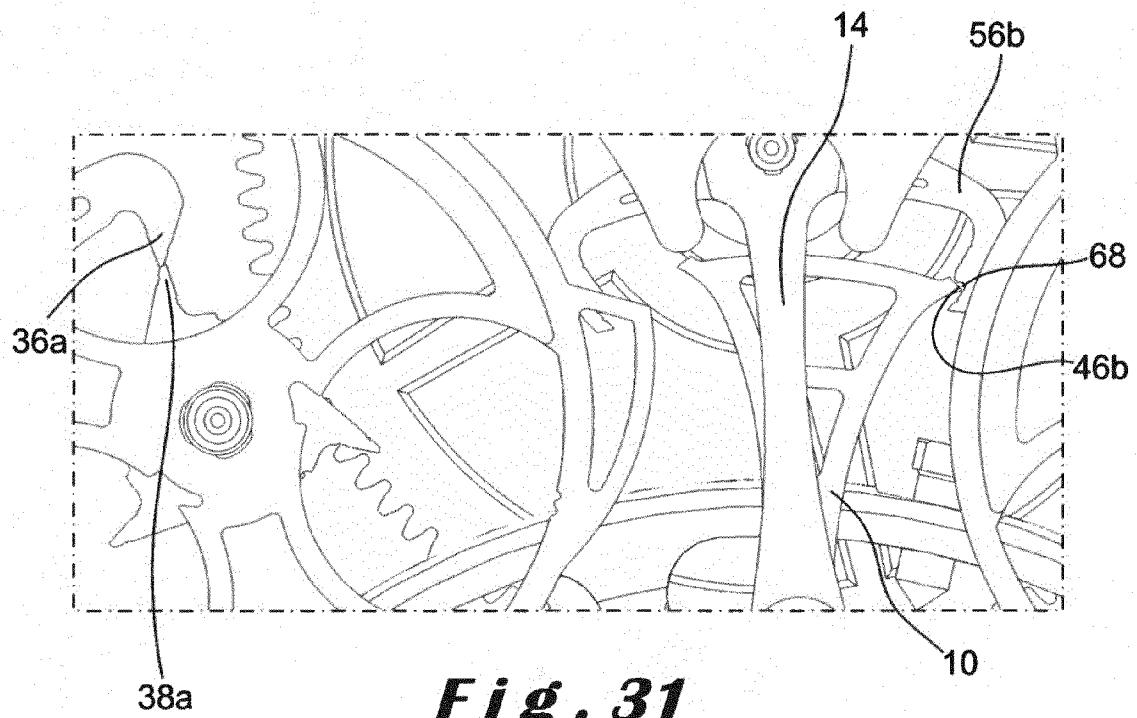


Fig. 31

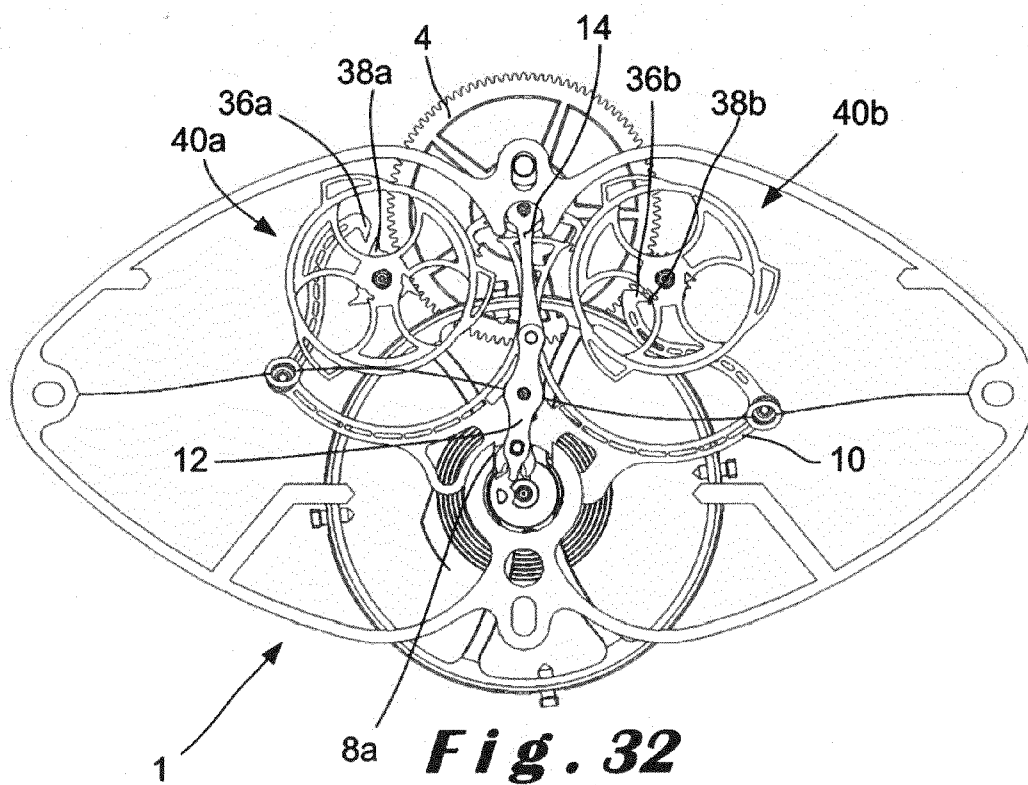


Fig. 32

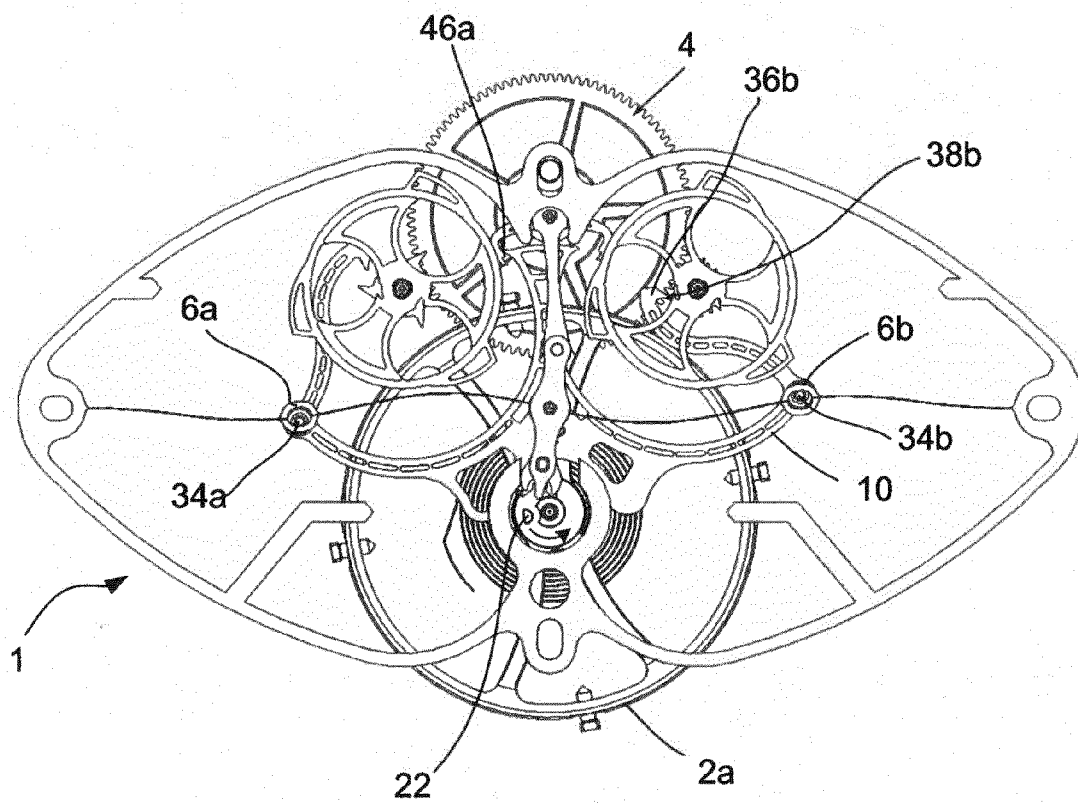


Fig. 33

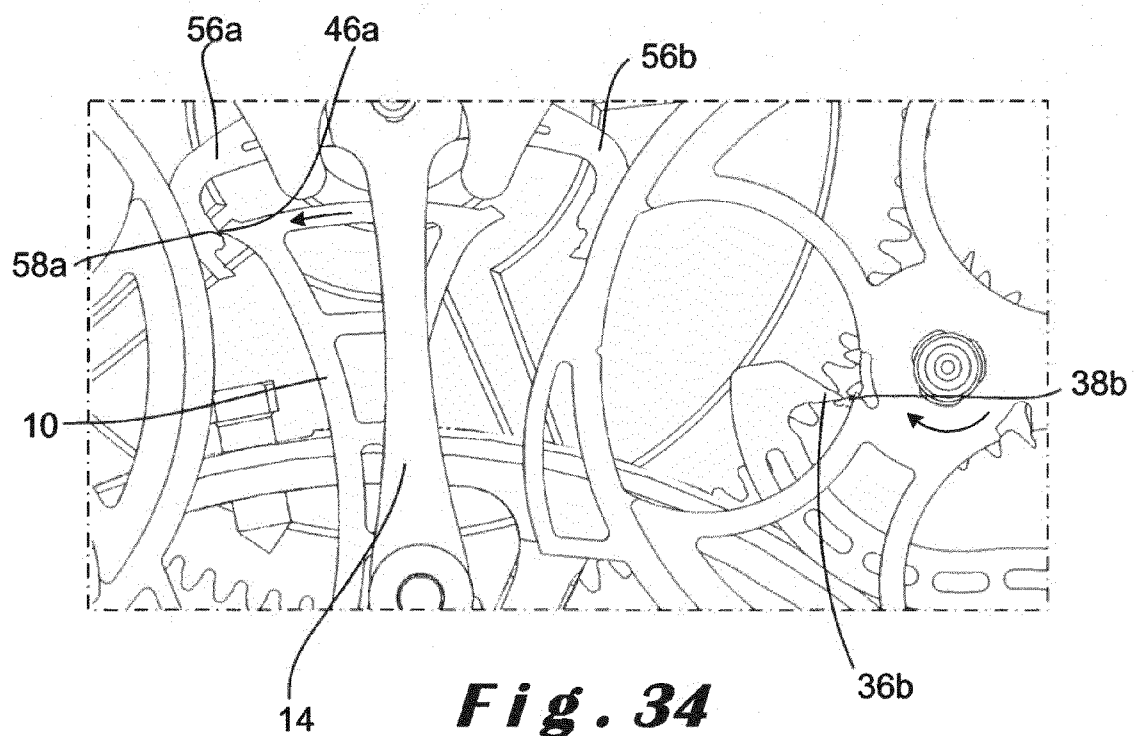


Fig. 34

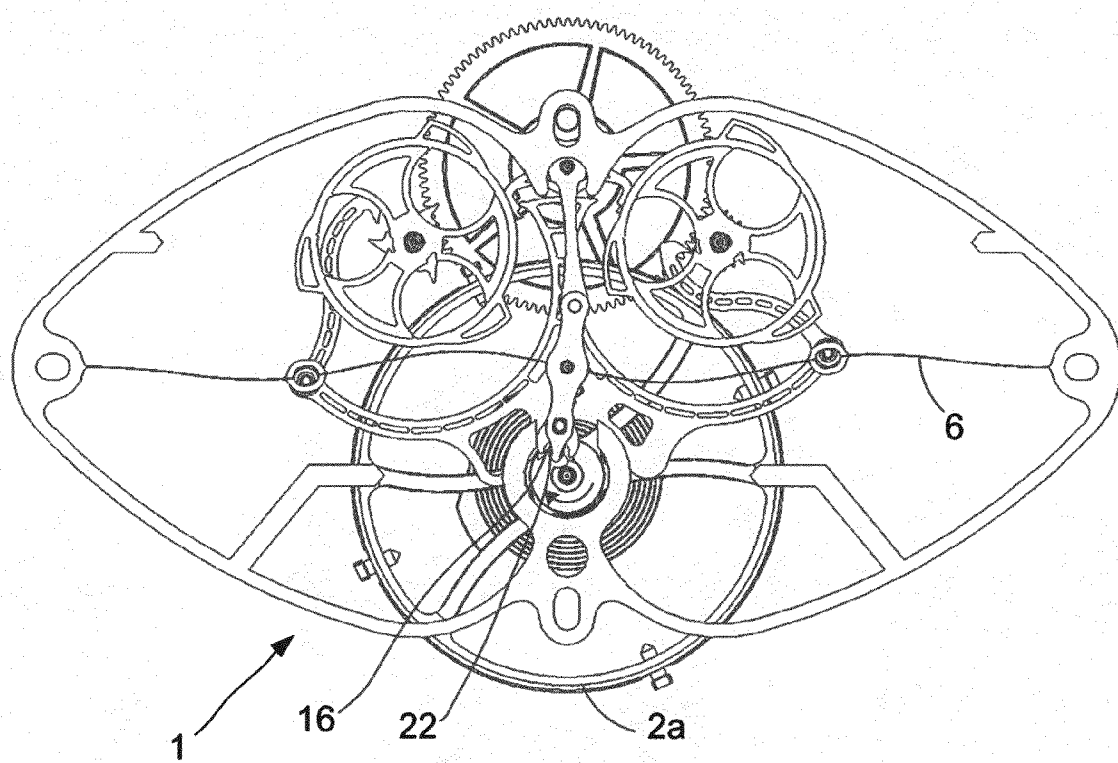


Fig. 35



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 23 20 1571

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,D	EP 3 599 514 A1 (SOWIND S A [CH]) 29 janvier 2020 (2020-01-29) * alinéas [0025] - [0067]; figures 1-22 * -----	1-12	INV. G04B15/06 G04B15/10 G04B15/14 G04B17/04
A,D	EP 3 623 875 A1 (SOWIND S A [CH]) 18 mars 2020 (2020-03-18) * alinéas [0025] - [0045]; figures 1-9 * -----	1-12	
A,D	CH 710 925 B1 (SOWIND S A [CH]) 15 avril 2020 (2020-04-15) * alinéas [0018] - [0032]; figures 1-7 * -----	1-12	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			G04B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		29 février 2024	Cavallin, Alberto
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 23 20 1571**

- 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.

29-02-2024

10	Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
	EP 3599514 A1	29-01-2020	AUCUN	
15	EP 3623875 A1	18-03-2020	AUCUN	
	CH 710925 B1	15-04-2020	CH 710685 A1	15-08-2016
20			CH 710925 A2	30-09-2016
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0460

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 2105806 A [0003] [0016]
- CH 710925 [0005] [0006]
- WO 2018015146 A [0005]
- EP 3599514 A [0005]
- EP 3623875 A [0005] [0006]
- CH 710685 [0006]