



(11) **EP 3 029 530 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
14.08.2019 Bulletin 2019/33

(51) Int Cl.:
G04B 31/00 (2006.01) G04B 17/28 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **14196157.3**

(22) Date de dépôt: **03.12.2014**

(54) **Mécanisme de tourbillon**

Wirbelmechanismus

Tourbillon mechanism

(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**

(43) Date de publication de la demande:
08.06.2016 Bulletin 2016/23

(73) Titulaire: **Nivarox-FAR S.A.**
2400 Le Locle (CH)

(72) Inventeur: **Stranczl, Marc**
1260 Nyon (CH)

(74) Mandataire: **Ravenel, Thierry Gérard Louis et al**
ICB
Ingénieurs Conseils en Brevets SA
Faubourg de l'Hôpital 3
2001 Neuchâtel (CH)

(56) Documents cités:
WO-A1-2008/125503 WO-A1-2011/006617
CH-A2- 707 808 GB-A- 2 375 619

EP 3 029 530 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne un mécanisme de tourbillon pour mouvement horloger.

[0002] Les documents WO2011/006617 et GB 2375619 décrivent déjà un tourbillon à ancre suisse et roue d'échappement fixe et centrée sur l'axe de la cage de tourbillon.

[0003] Certains mouvements horlogers comprennent un mécanisme de tourbillon. On sait que la marche d'une montre diffère selon la position verticale dans laquelle elle est observée. La cause essentielle provient du déséquilibre ou du balourd du balancier et de celui du spiral. Pour annuler ces différences de marche, il est nécessaire que le centre de gravité du système balancier-spiral soit au centre de rotation de ces éléments et s'y maintienne pendant les oscillations. Le but d'un mécanisme de tourbillon n'est pas de supprimer ces différences, mais de les compenser. Pour y parvenir, on fait prendre à l'ensemble échappement-balancier toutes les positions, en lui imposant une rotation qui, généralement, est d'un tour par minute. Dans ces conditions, on obtient un brassage des positions verticales, ce qui en définitive se solde par une marche moyenne. Le mécanisme réglant de tourbillon est composé généralement d'un échappement comprenant un ensemble balancier-spiral monté dans une cage tournante suspendue entre deux points de pivotement. L'un des inconvénients des mécanismes de tourbillons connus est leur encombrement, et notamment leur épaisseur en raison de l'empilement, suivant l'axe de rotation de la cage, du balancier-spiral et d'un mécanisme d'échappement classique.

[0004] On cherche souvent à réduire l'épaisseur de composants d'un mouvement horloger, par exemple pour des raisons d'esthétiques. Il y a

[0005] Un but de l'invention est de fournir un mécanisme de tourbillon compact, notamment ayant une faible épaisseur, pour un mouvement horloger.

[0006] Un autre but de l'invention est de fournir un mécanisme de tourbillon ayant une faible inertie.

[0007] Un autre but de l'invention est de fournir un mécanisme de tourbillon pour un mouvement horloger ayant un bon rendement.

[0008] Un autre but de l'invention est de fournir un mécanisme de tourbillon pour un mouvement horloger économique et aisé à fabriquer.

[0009] Encore un autre but de l'invention est de fournir un mécanisme de tourbillon pour un mouvement horloger qui présente une très faible consommation d'énergie.

[0010] Encore un autre but de l'invention est de fournir un mécanisme de tourbillon pour un mouvement horloger qui soit robuste.

[0011] Les buts de l'invention sont atteints grâce à un mécanisme de tourbillon pour un mouvement horloger selon la revendication 1. Les revendications dépendantes décrivent des aspects avantageux de l'invention.

[0012] Dans la présente invention est décrit un mécanisme de tourbillon pour un mouvement horloger, com-

prenant un mécanisme de balancier, un mécanisme d'échappement et une cage montée dans une structure du mouvement horloger en rotation autour d'un axe de tourbillon. Le mécanisme de balancier comprend un ressort et une roue de balancier montée dans la cage de manière pivotante autour dudit axe de tourbillon. Le mécanisme d'échappement comprend une roue d'échappement avec des dents et une ancre comprenant des palettes configurées pour engager lesdites dents, l'ancre étant montée dans la cage et couplée en rotation à la cage au moyen d'un dispositif pivot. La roue d'échappement encercle l'axe de tourbillon et est fixée ou solidaire de ladite structure du mouvement horloger. Le dispositif pivot est configuré pour un pivotement élastique et un support de l'ancre et comprend un ou plusieurs bras élastiques reliant l'ancre à une zone d'ancrage fixée à la cage ou solidaire de celle-ci.

[0013] Dans une forme d'exécution, le dispositif pivot comprend une paire desdits bras élastiques.

[0014] Dans une forme d'exécution, la paire de bras élastiques avec la zone d'ancrage peuvent définir une forme sensiblement triangulaire. Dans une forme d'exécution, les bras élastiques peuvent avoir la même longueur et la même géométrie.

[0015] Dans une forme d'exécution, l'ancre pivote autour d'un axe de rotation virtuel se trouvant au croisement des fibres neutres des bras élastiques.

[0016] Dans une forme d'exécution, les dents de la roue d'échappement pointent vers l'extérieur de la roue et les palettes sont disposées radialement à l'extérieur de la roue d'échappement et pointent vers l'intérieur de la roue.

[0017] La cage peut être connectée à une source d'énergie fournissant un couple de rotation sur la cage, la source d'énergie étant couplée à la cage au moyen d'un rouage d'entraînement engrenant un pignon fixé ou solidaire de la cage.

[0018] Dans une forme d'exécution, l'ensemble d'éléments solidaires avec le dispositif pivot peut comprendre un ou plusieurs des éléments suivants : une partie de l'ancre ou l'entier de l'ancre; une partie de la cage ou l'entier de la cage; le ressort du mécanisme de balancier. Le dispositif pivot ou l'ensemble d'éléments solidaires avec le dispositif pivot peuvent former une structure monolithique.

[0019] Dans une forme d'exécution, le dispositif pivot comprend un mécanisme bistable.

[0020] Dans une forme d'exécution, le dispositif pivot ou un ensemble d'éléments solidaires avec le dispositif pivot peuvent être formés par des procédés de dépôt ou de gravage.

[0021] Dans des formes d'exécution, le dispositif pivot ou l'ensemble d'éléments solidaires peuvent notamment être formés par un procédé LIGA.

[0022] Dans des formes d'exécution, le dispositif pivot ou l'ensemble d'éléments solidaires peuvent être en une matière à base de silicium.

[0023] Dans des formes d'exécution, le dispositif pivot

ou l'ensemble d'éléments solidaires peuvent être fabriqués par un procédé de silicium sur isolant appelé « SOI » (de l'anglais : Silicon On Insulator). Dans cette variante, la structure est constituée d'un empilement d'une couche de silicium sur une couche d'isolant. Cet isolant peut par exemple être du dioxyde de silicium (SiO₂).

[0024] Dans des formes d'exécution le dispositif pivot ou l'ensemble d'éléments solidaires peuvent être en Ni, NiP, ou en métal amorphe.

[0025] Le dispositif pivot ou l'ensemble d'éléments solidaires peuvent aussi comporter des structures sacrificielles qui aident à l'assemblage.

[0026] D'autres buts et aspects avantageux de l'invention apparaîtront à la lecture des revendications, ainsi que de la description détaillée de formes d'exécution ci-après, et des dessins annexés, dans lesquels :

La Fig. 1 est une vue schématique en coupe d'un mécanisme de tourbillon pour un mécanisme horloger, selon une forme d'exécution de l'invention ;

La Fig. 2 est une vue d'une partie d'échappement d'un mécanisme de tourbillon pour un mécanisme horloger, selon une forme d'exécution de l'invention ;

La Fig. 3 est une vue d'une partie d'échappement d'un mécanisme de tourbillon pour un mécanisme horloger, selon une autre forme d'exécution de l'invention.

[0027] Faisant référence aux figures, un mécanisme de tourbillon pour un mouvement horloger comprend un mécanisme de balancier 2 et un mécanisme d'échappement 3 montés dans une cage 12.

[0028] Le mécanisme de balancier 2 comprend un ressort 14 et une roue de balancier 16 fixée sur un axe 18 monté de manière pivotante dans la cage 12. Les extrémités 20 opposées de l'axe sont logées dans des paliers 26 disposés dans des parois opposées 28a, 28b de la cage 12. Un ressort 14, qui est dans la forme d'exécution illustrée, sous forme d'une spirale, est fixé par une première extrémité à l'axe 18 (ou directement à la roue de balancier), et par son autre extrémité à la cage 12 de manière à appliquer une force élastique de rotation relative entre la roue de balancier 16 et la cage 12.

[0029] Le mécanisme d'échappement comprend une roue d'échappement 5 munie de dents 9, une ancre 7, et un dispositif de plateau 4 couplé au balancier 2.

[0030] L'ancre comprend une fourchette 13, des palettes 17, 17a, 17b, et une baguette 15 reliant les palettes à la fourchette. La baguette est couplée en rotation à la cage 12 au moyen d'un dispositif pivot 11 élastique que nous décrirons plus en détail ci-dessous. La baguette 15 et les palettes 17 pivotent autour d'un axe de rotation Z_a virtuel se trouvant, dans l'exemple représenté, entre les palettes 17a, 17b approximativement au croisement des

fibres neutres des lames élastiques.

[0031] Les palettes coopèrent avec les dents 9 de la roue d'échappement. Une palette constitue la palette d'entrée 17a et l'autre constitue la palette de sortie 17b. L'ancre comprend en outre un dard 27 fixé sur la fourchette au moyen par exemple d'un axe chassé ou collé dans un trou de fixation à la base de la fourchette. Le dispositif de plateau 4 comprend un grand plateau 6 avec une cheville 10 qui engage les cornes de la fourchette 13 et un petit plateau 8 muni d'une encoche 16 pour le passage du dard 27. Le mécanisme illustré fonctionne selon le principe d'un échappement de type à ancre suisse. Ce principe étant en soi bien connu, les éléments classiques et leur fonctionnement ne seront pas décrits en détail dans la présente.

[0032] Les dents 9 de la roue d'échappement pointent vers l'extérieur de la roue et les palettes 17a, 17b sont disposées radialement à l'extérieur de la roue d'échappement et pointent vers l'intérieur, à savoir vers l'axe de rotation de la cage du tourbillon. Cela permet avantageusement d'augmenter la longueur des bras élastiques 21 du dispositif pivot 11 tout en assurant un mécanisme d'échappement compact. La cage 12 est montée de manière rotative, au moyen de paliers 30a, 30b, dans un bâti 22 ou structure fixe du mouvement horloger. La cage 12 est reliée à une source d'énergie fournissant un couple de rotation sur la cage. Cette source d'énergie peut être couplée à la cage au moyen d'un rouage d'entraînement 24 engrenant un pignon 32 fixé ou solidaire du corps de la cage 12. Un axe de seconde 34 peut être fixé ou être solidaire de la cage 12, par exemple en s'étendant du centre du pignon 32 à travers le palier 30b, aligné avec l'axe de rotation Z₀ de la cage 12. Une aiguille d'affichage des secondes (non-illustrée) peut être fixée à l'extrémité libre de l'axe de seconde 34. D'autres configurations sont toutefois possibles, par exemple l'affichage de secondes peut être couplé par un dispositif de rouages (non-illustré) au pignon 32 ou à une autre roue solidaire ou fixé à la cage 12.

[0033] Les composants formant le mécanisme de balancier 2 ainsi que l'ancre 7 du mécanisme d'échappement 3 sont portés par la cage 12 et tournent donc avec la cage par rapport au bâti 22 ou à une structure fixe du mouvement horloger. La roue d'échappement 5 est fixée ou solidaire du bâti ou d'une structure fixe du mouvement horloger.

[0034] Pendant que la roue de balancier parcourt son arc d'oscillation et que l'une des palettes 17a, 17b engage une dent 9 de la roue d'échappement 5, la cage 12 reste immobile, ainsi que le mécanisme d'échappement 3 et le rouage d'entraînement 24. La cage est bien sous l'effet de la force motrice qui agit sur le pignon de cage 32, mais aucune rotation n'est possible car l'ancre 7, qui est fixé au corps de la cage 12, est arrêtée contre une dent de la roue d'échappement 5 qui est en relation fixe avec le bâti.

[0035] Dès que la palette 17a, 17b est libérée d'une dent de la roue d'échappement, la cage 12 tourne d'un

petit angle, par exemple d'un angle égal au déplacement de l'aiguille de seconde, pour s'immobiliser aussitôt que les fonctions d'échappement sont terminées et que l'une des palettes 17a, 17b est de nouveau arrêtée contre une dent 9 de la roue d'échappement 5. Après ce déplacement, l'ensemble porté par la cage 12 occupe une nouvelle position de repos.

[0036] Pendant la rotation de la cage 12, le pignon 32 est entraîné dans un mouvement de rotation, provoqué par son engrènement dans la denture du rouage d'entraînement 24.

[0037] Le mécanisme de balancier 2 se trouve à l'intérieur et dans l'axe de rotation de la cage 12 et ses pivots tournent dans des paliers solidaires de la cage. Quant aux autres pièces de l'échappement à l'exception de la roue d'échappement 5, elles pivotent avec la cage 12. Ainsi, dans un temps relativement court, par exemple en une minute, par sauts successifs, toute la cage 12 aura accompli un tour en entraînant avec elle tous les organes qu'elle porte. On sait que la marche d'une montre diffère selon la position verticale dans laquelle elle est observée, la cause essentielle provenant du déséquilibre ou balourd du balancier et de celui du spiral. En faisant prendre au dispositif balancier toutes les positions en rotation, par exemple d'un tour par minute, on obtient un brassage des positions verticales qui se solde par une marche moyenne compensant ces différences.

[0038] Dans des formes d'exécution, telles que illustrées dans les figures 1 à 3, le dispositif pivot 11 comprend une zone d'ancrage 12a, et un ou plusieurs bras élastiques 21 couplant l'ancre 7 à la zone d'ancrage 12a.

[0039] La zone d'ancrage peut être fixée directement au corps 28 de la cage 12, ou à un organe fixé de manière statique à la cage 12. Dans une variante, la zone d'ancrage 12a peut aussi être formée d'un seul tenant avec le corps 28 de la cage 12. L'ancre 7 peut avantageusement être formée d'un seul tenant avec le ou les bras élastiques 21.

[0040] Dans une forme d'exécution avantageuse, le dispositif pivot comprend au moins deux bras élastiques 21 connectés de part et d'autre de la baguette 15 de l'ancre. Dans la variante illustrée, les au moins deux bras élastiques 21 avec la zone d'ancrage 12a forment essentiellement un triangle. Les bras élastiques peuvent avantageusement être disposés essentiellement dans un plan orthogonal à l'axe de rotation Z_a virtuel de l'ancre. Les bras élastiques peuvent notamment être réalisés sous la forme de lames minces. D'autres formes et configurations de bras élastiques sont toutefois possibles dans le cadre de l'invention dans la mesure où ils remplissent la double fonction de support et de ressort, pour supporter l'ancre et simultanément permettre à l'ancre de pivoter pour la fonction d'échappement. Dans la forme d'exécution illustrée, le dispositif pivot 11 sert donc en tant que ressort et de support pour l'ancre 7 pivotant autour de l'axe de rotation Z_a , sans avoir besoin d'un autre pivot ou support pour l'ancre. Cela permet avantageusement, entre autres, de réduire les pertes dues aux

frottements dans des paliers, et de réduire l'encombrement de l'ensemble comprenant l'ancre et son support. Par ailleurs il n'y a pas de besoin de lubrification du pivot.

[0041] Dans le cadre de l'invention, il est aussi possible d'avoir une ancre comprenant un axe de pivot supporté par des paliers solidaires de la cage ou fixés à la cage. L'axe de pivot serait disposé à une position alignée avec l'axe de rotation Z_a virtuel de l'ancre illustré dans les figures 1 à 3. Dans cette variante (non-illustrée), le dispositif pivot de l'ancre peut avoir une configuration similaire à des pivots d'ancres connus.

[0042] Dans le cas de la variante selon la figure 1, le pivot flexible tend à revenir à la position de repos. Il faut donc augmenter l'angle de tirage sur les levées pour garantir le tirage. En résumé, l'ancre suisse a besoin de tirage pour fonctionner correctement. Ce tirage est réalisé par une inclinaison du plan de repos des levées. Faisant référence à la figure 3, dans une forme d'exécution le dispositif pivot 11 comprend un mécanisme bistable 26. Avec un mécanisme bistable, la bistabilité remplace la fonction du tirage et les levées peuvent avoir des plans de repos qui ne provoquent pas de recul de la roue d'échappement. Dans cette variante, le mécanisme bistable comprend une paire de tirants élastiques 36, chacun couplé à une extrémité à l'ancre 7, et chacun à l'autre extrémité comprenant un crochet 38 engageant des dents d'un rochet 40 (denture en dents de loup). Pour créer une bistabilité avec ce type de pivot flexible, il faut appliquer une charge qui a tendance à faire flamber les poutres du guidage flexible. Le système de crochet 38 permet de régler la précontrainte en flambage du guidage flexible afin de trouver la précharge qui rend le système bistable. Dans le cadre de cette invention, d'autres formes de construction bistables peuvent être utilisées.

[0043] Dans cette variante avec un mécanisme de pivot bistable, le tirage via les angles sur les palettes peut être réduit ou supprimé car cette fonction est remplie par la bistabilité du mécanisme de pivot. Cela permet d'augmenter le rendement du système d'échappement.

[0044] Avantageusement, selon une forme d'exécution le dispositif pivot 11 ou un ensemble d'éléments solidaires avec le dispositif pivot tels qu'une partie 15, 13 de l'ancre 7 ou l'entier de l'ancre, et/ou encore une partie de la cage 12 ou l'entier de la cage, et/ou encore le ressort 14 du mécanisme de balancier peuvent être formés par des procédés de dépôt ou de gravage.

[0045] Dans des formes d'exécution, le dispositif pivot ou l'ensemble d'éléments solidaires peuvent notamment être formés en métal précieux ou non, typiquement par la technique électroformage connue sous l'abréviation L.I.G.A. provenant des termes allemands « RöntgenLithographie, Galvanoformung & Abformung » et dans laquelle on remplit un moule à un ou plusieurs niveaux à l'aide d'un métal, par exemple, à l'aide d'une galvanoplastie de Ni ou de Ni-P. Bien entendu, tout type d'électroformage, du type L.I.G.A. ou non, capable de former l'ensemble ou une partie du dispositif pivot décrit plus haut est envisageable.

[0046] Dans des formes d'exécution, le dispositif pivot ou l'ensemble d'éléments solidaires peuvent avantageusement former une structure monolithique.

[0047] Dans des formes d'exécution, le dispositif pivot ou l'ensemble d'éléments solidaires peuvent être en une matière à base de silicium.

[0048] Dans des formes d'exécution, le dispositif pivot ou l'ensemble d'éléments solidaires peuvent être fabriqués par un procédé de silicium sur isolant appelé « SOI » (de l'anglais : Silicon On Insulator). Dans cette variante, la structure est constituée d'un empilement d'une couche de silicium sur une couche d'isolant. Cet isolant peut par exemple être du dioxyde de silicium (SiO₂). La plaquette de SOI subit un plusieurs gravages successifs à travers des masques de formes appropriée. Les gravages peuvent être réalisés par voie humide ou par voie sèche. Typiquement on utilisera un gravage ionique réactif profond anisotrope également connu sous l'abréviation D.R.I.E. provenant des termes anglais « Deep Reactive Ion Etching ».

[0049] Dans des formes d'exécution le dispositif pivot ou l'ensemble d'éléments solidaires peuvent être en métal amorphe.

[0050] Le dispositif pivot ou l'ensemble d'éléments solidaires peuvent aussi comporter des structures sacrificielles qui aident à l'assemblage.

[0051] L'invention permet avantageusement d'améliorer le fonctionnement d'un mécanisme de tourbillon par rapport aux solutions conventionnelles en supprimant un mobile dans la cage du mécanisme de tourbillon. Le mécanisme de tourbillon résultant peut être ainsi beaucoup plus plat car il y a un mobile en moins et le rendement est amélioré car l'inertie est plus faible. En effet, le mécanisme de tourbillon selon des formes d'exécution de l'invention peut avoir une plus faible inertie de par son plus faible nombre de composants. Dans une variante utilisant la bistabilité du guidage flexible, cela permet de réduire le tirage sur les palettes et réduire ou supprimer le recul, ce qui permet d'améliorer le rendement.

Liste de références

[0052]

mouvement horloger
22 bâti
30 paliers

24 rouage d'entraînement

1 mécanisme de tourbillon
2 mécanisme de balancier

14 ressort
16 roue de balancier
18 axe
20 extrémités

3 mécanisme d'échappement

5 une roue d'échappement
9 dent
7 une ancre

11 dispositif pivot

21 bras élastique
12a élément de support
26 mécanisme bistable

36 tirant élastique
38 crochet
40 dents de rochet

12a zone d'ancrage

13 fourchette
27 dard
15 baguette
17 palettes

palette d'entrée 17a
palette de sortie 17b

4 dispositif plateau

6 grand plateau
10 cheville

8 petit plateau
encoche

12 cage
28 corps

28a, 28b parois
26 paliers
32 pignon d'échappement
34 roue de seconde

Z_0 axe de rotation du dispositif de tourbillon
 Z_a axe de rotation virtuel de l'ancre

Revendications

1. Mécanisme de tourbillon pour un mouvement horloger, comprenant un mécanisme de balancier (2), un mécanisme d'échappement (3) et une cage (12) montée dans une structure du mouvement horloger en rotation autour d'un axe de tourbillon (Z_0), le mécanisme de balancier comprenant un ressort (14) et une roue de balancier (16) montée dans la cage de manière pivotante autour dudit axe de tourbillon, le mécanisme d'échappement comprenant une roue d'échappement (5) avec des dents (9) et une ancre

- (7) comprenant des palettes (17, 17a, 17b) configurées pour engager lesdites dents, l'ancre étant montée dans la cage et couplée en rotation à la cage au moyen d'un dispositif pivot (11), dans lequel la roue d'échappement encercle l'axe de tourbillon et est fixée ou solidaire de ladite structure du mouvement horloger, mécanisme **caractérisé en ce que** le dispositif pivot est configuré pour un pivotement élastique et un support de l'ancre et **en ce que** le dispositif pivot comprend un ou plusieurs bras élastiques (21) reliant l'ancre à une zone d'ancrage (12a) fixée à, ou solidaire de, la cage.
2. Mécanisme selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le dispositif pivot comprend une paire desdits bras élastiques.
 3. Mécanisme selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la paire de bras élastiques avec la zone d'ancrage présente une forme essentiellement triangulaire.
 4. Mécanisme selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'ancre pivote autour d'un axe de rotation (Za) virtuel se situant à l'intersection des fibres neutres des bras élastiques.
 5. Mécanisme selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les dents de la roue d'échappement pointent vers l'extérieur de la roue et les palettes sont disposées radialement à l'extérieur de la roue d'échappement et pointent vers l'intérieur de la roue.
 6. Mécanisme selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la cage est connectée à une source d'énergie fournissant un couple de rotation sur la cage, la source d'énergie étant couplée à la cage au moyen d'un rouage d'entraînement (24) engrenant un pignon (32) fixé ou solidaire de la cage.
 7. Procédé de fabrication d'un mécanisme selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif pivot ou un ensemble d'éléments solidaires avec le dispositif pivot sont formés par des procédés de dépôt ou de gravage.
 8. Procédé de fabrication d'un mécanisme selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** l'ensemble d'éléments solidaires avec le dispositif pivot comprend un ou plusieurs des éléments suivants : une partie de l'ancre ou l'entier de l'ancre ; une partie de la cage ou l'entier de la cage ; le ressort du mécanisme de balancier.
 9. Procédé de fabrication d'un mécanisme selon l'une des deux revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif pivot ou l'ensemble d'éléments solidaires avec le dispositif pivot forment une structure monolithique.
 10. Procédé de fabrication d'un mécanisme selon l'une des trois revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le procédé de dépôt comprend un procédé d'électroformage du type LIGA.
 11. Procédé de fabrication d'un mécanisme selon l'une des deux revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif pivot ou l'ensemble d'éléments solidaires avec le dispositif pivot sont en l'une ou plusieurs des matières suivantes : matière à base de silicium, Ni, NiP, métal amorphe.
 12. Mécanisme selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le dispositif pivot comprend un mécanisme bistable (26).
 13. Mouvement de montre comprenant un mécanisme selon l'une des revendications 1 à 6 ou 12.
- ## 25 Patentansprüche
1. Tourbillonmechanismus für ein Uhrwerk, umfassend einen Unruhmechanismus (2), einen Hemmungsmechanismus (3) und ein Gestell (12), das in einer Struktur des Uhrwerks um die Tourbillonachse (Z0) drehbar montiert ist, wobei der Unruhmechanismus eine Feder (14) und ein in dem Gestell schwenkbar um die Tourbillonachse montiertes Unruhrad (16) aufweist, der Hemmungsmechanismus ein Hemmungsrad (5) mit Zähnen (9) und einen Anker (7) mit Paletten (17, 17a, 17b), die konfiguriert sind, mit den Zähnen in Eingriff zu gelangen, umfasst, wobei der Anker in dem Gestell montiert ist und mittels einer Schwenkvorrichtung (11) mit dem Gestell drehbar gekoppelt ist, bei der das Hemmungsrad die Tourbillonachse umgibt und an der Struktur des Uhrwerks befestigt oder damit montiert ist und wobei der Mechanismus **dadurch gekennzeichnet ist, dass** die Schwenkvorrichtung für ein elastisches Schwenken und zum Tragen des Ankers konfiguriert ist und dass die Schwenkvorrichtung einen oder mehrere elastische Arme (21) aufweist, die den Anker mit einem Verankerungsbereich (12a), der an dem Gestell befestigt oder damit montiert ist, verbinden.
 2. Mechanismus nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwenkvorrichtung ein Paar elastischer Arme aufweist.
 3. Mechanismus nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Paar elastischer Arme mit dem Verankerungsbereich eine

im Wesentlichen dreieckige Form aufweist.

4. Mechanismus nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Anker um eine virtuelle Drehachse (Za) dreht, die sich im Schnittpunkt neutraler Fasern der elastischen Arme befindet.
5. Mechanismus nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zähne des Hemmungsrades auswärtsgerichtet des Rades sind und die Paletten radial außerhalb des Hemmungsrades angeordnet und einwärtsgerichtet des Rades sind.
6. Mechanismus nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gestell mit einer Energiequelle verbunden ist, die ein Drehmoment für das Gestell bereitstellt, wobei die Energiequelle mit dem Gestell mittels eines Antriebsräderwerks (24) gekoppelt ist, das mit einem an dem Gestell befestigten oder damit montierten Ritzel (32) in Eingriff steht.
7. Verfahren zum Herstellen eines Mechanismus nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwenkvorrichtung oder eine Anordnung von mit der Schwenkvorrichtung montierten Elementen durch Ablagerungs- oder Ätzverfahren gebildet werden.
8. Verfahren zum Herstellen eines Mechanismus nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anordnung von mit der Schwenkvorrichtung montierten Elementen eines oder mehrere der folgenden Elemente umfasst: einen Teil des Ankers oder den gesamten Anker; einen Teil des Gestells oder das gesamte Gestell; die Feder des Unruhmechanismus.
9. Verfahren zum Herstellen eines Mechanismus nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwenkvorrichtung oder die Anordnung von mit der Schwenkvorrichtung montierten Elementen eine monolithische Struktur bilden.
10. Verfahren zum Herstellen eines Mechanismus nach einem der drei vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ablagerungsverfahren ein Elektroformungsverfahren des LIGA-Typs umfasst.
11. Verfahren zum Herstellen eines Mechanismus nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwenkvorrichtung oder die Anordnung von mit der Schwenkvorrichtung montierten Elementen aus einem oder meh-

ren der folgenden Materialien hergestellt sind: Material auf Basis von Silizium, Ni, NiP, amorphes Metall.

- 5 12. Mechanismus nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwenkvorrichtung einen bistabilen Mechanismus (26) umfasst.
- 10 13. Uhrwerk, umfassend einen Mechanismus nach einem der Ansprüche 1 bis 6 oder 12.

Claims

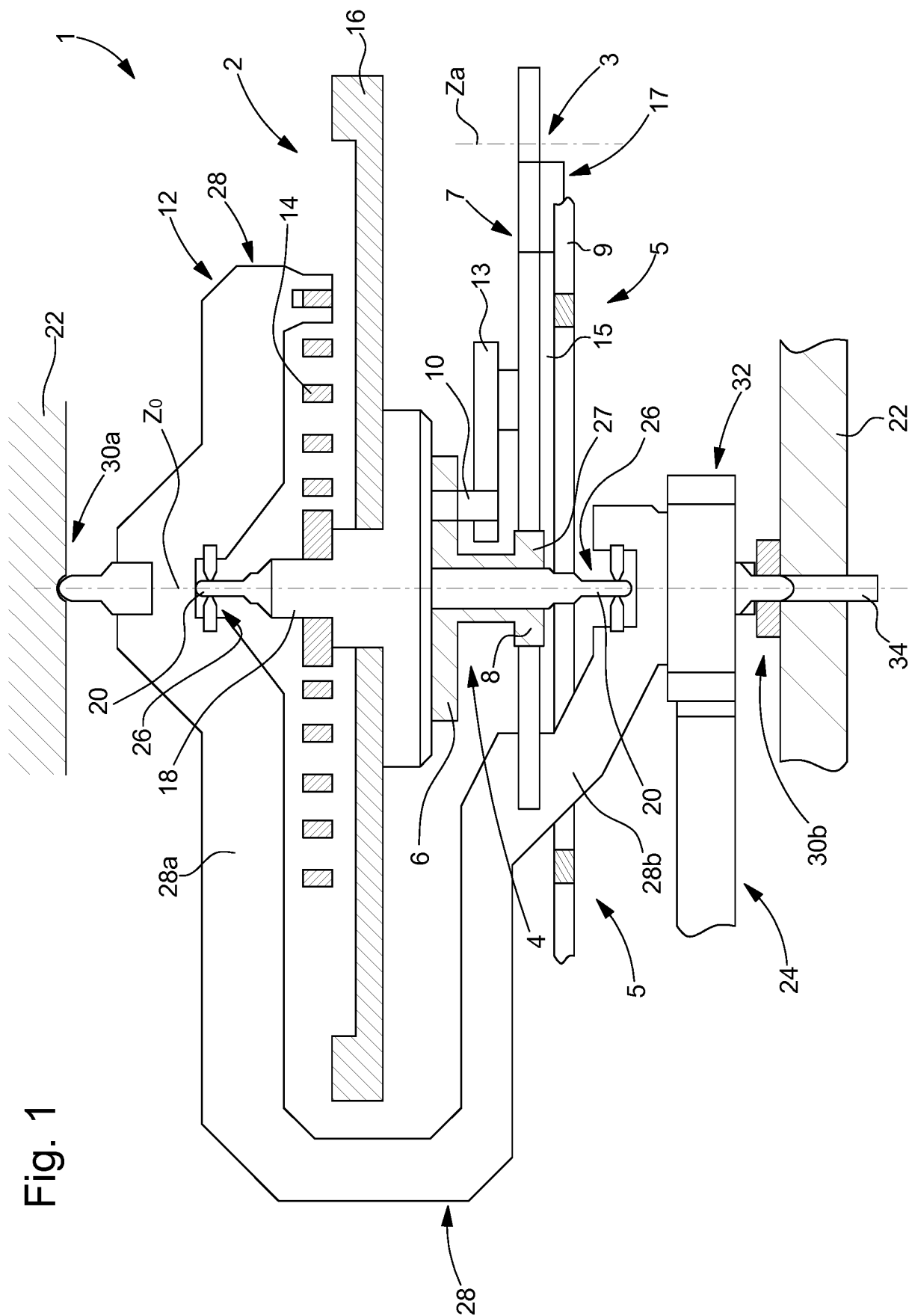
- 15 1. Tourbillon mechanism for a timepiece movement, comprising a balance mechanism (2), an escapement mechanism (3) and a carriage (12) mounted in a structure of the timepiece movement in rotation about a tourbillon axis (Z0), the balance mechanism comprising a spring (14) and a balance wheel (16) mounted in the carriage to pivot about said tourbillon axis, the escapement mechanism comprising an escape wheel (5) with teeth (9) and a pallet-lever (7) comprising pallet-stones (17, 17a, 17b) configured to engage said teeth, the pallet-lever being mounted in the carriage and coupled in rotation to the carriage by means of a pivot device (11), wherein the escape wheel encircles the tourbillon axis and is attached to or integral with said structure of the timepiece movement, which mechanism is **characterized in that** the pivot device is configured to pivot elastically and to support the pallet-lever, and **in that** the pivot device includes one or more elastic arms (21) connecting the pallet-lever to an anchoring area (12a) attached to, or integral with the carriage.
- 20 2. Mechanism according to the preceding claim, **characterized in that** the pivot device includes a pair of said elastic arms.
- 25 3. Mechanism according to the preceding claim, **characterized in that** the pair of elastic arms form an essentially triangular shape with the anchoring area.
- 30 4. Mechanism according to any of the preceding claims, **characterized in that** the pallet-lever pivots about a virtual axis of rotation (Za) located at the intersection of the neutral fibres of the elastic arms.
- 35 5. Mechanism according to any of the preceding claims, **characterized in that** the escape wheel teeth point outwards from the wheel and the pallet-stones are disposed radially on the outside of the escape wheel and point towards the inside of the wheel.
- 40 6. Mechanism according to any of the preceding

claims, **characterized in that** the carriage is connected to an energy source providing a rotational torque on the carriage, the energy source being coupled to the carriage by means of a drive train (24) meshing with a pinion (32) that is attached to or integral with the carriage. 5

7. Method of manufacturing a mechanism according to any of the preceding claims, **characterized in that** the pivot device or a set of elements integral with the pivot device are formed by deposition or etching methods. 10
8. Method of manufacturing a mechanism according to the preceding claim, **characterized in that** the set of elements integral with the pivot device includes one or more of the following elements: part of the pallet-lever or the entire pallet-lever; part of the carriage or the entire carriage; the spring of the balance mechanism. 15
20
9. Method of manufacturing a mechanism according to any of the preceding two claims, **characterized in that** the pivot device or the set of elements integral with the pivot device form a one-piece structure. 25
10. Method of manufacturing a mechanism according to one of the preceding three claims, **characterized in that** the deposition method comprises a LIGA electroforming method. 30
11. Method of manufacturing a mechanism according to any of the preceding two claims, **characterized in that** the pivot device or the set of elements integral with the pivot device are made of one or more of the following materials: silicon-based material, Ni, NiP, amorphous metal. 35
12. Mechanism according to any of claims 1 to 6, **characterized in that** the pivot device includes a bistable mechanism (26). 40
13. Watch movement including a mechanism according to any of claims 1 to 6 or claim 12. 45

50

55



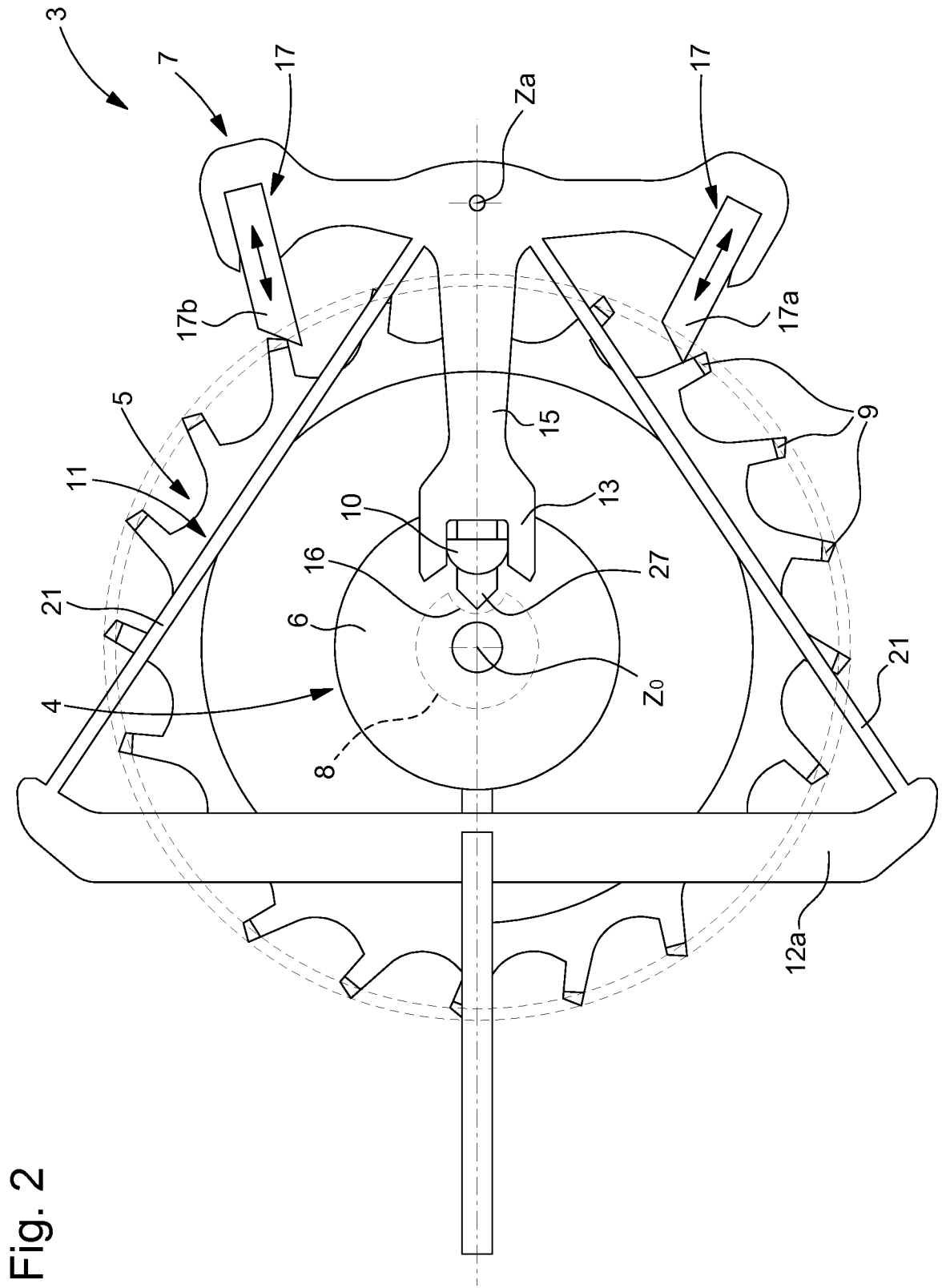


Fig. 2

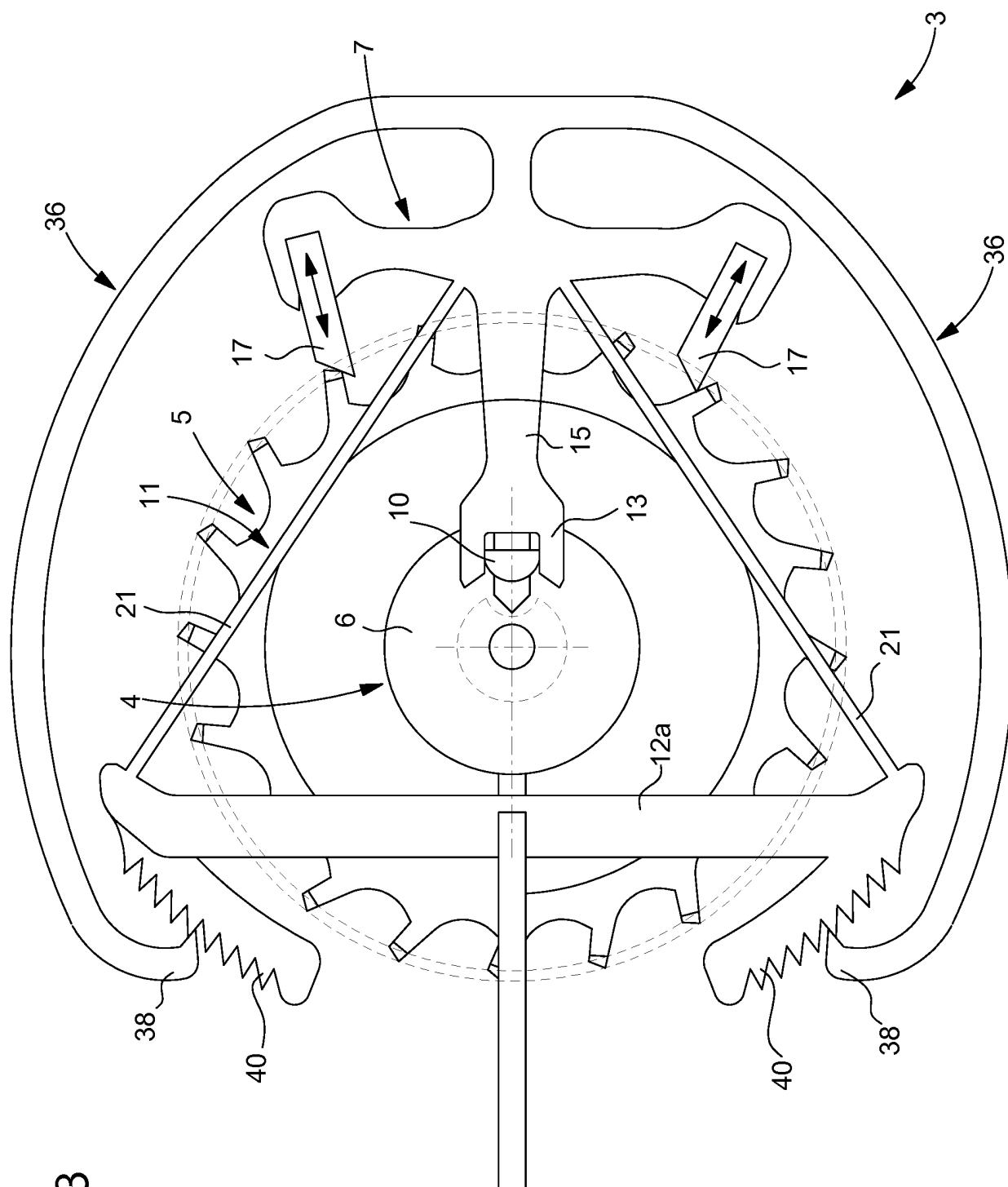


Fig. 3

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

- WO 2011006617 A [0002]
- GB 2375619 A [0002]