(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 887 151 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
18.10.2017 Bulletin 2017/42

(21) Numéro de dépôt: **14197767.8**

(22) Date de dépôt: **12.12.2014**

(51) Int Cl.:
G04B 15/08 *(2006.01)* ***G04B 15/14*** *(2006.01)*
G04B 31/00 *(2006.01)* ***G04B 31/012*** *(2006.01)*

(54) **Elément oscillant pour mouvement horloger**

Schwungelement für Uhrwerk

Oscillating element for a clockwork

(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

(30) Priorité: **12.12.2013 CH 20552013**

(43) Date de publication de la demande:
24.06.2015 Bulletin 2015/26

(73) Titulaire: **Richemont International S.A.**
1752 Villars-sur-Glâne (CH)

(72) Inventeurs:
- **Lambert, Carla**
  25500 Montlebon (FR)
- **Sellez, Emilie**
  25500 Montlebon (FR)
- **Hasse, Alexander**
  01445 Radebeul (DE)
- **Jähne, René**
  8600 Dübendorf (CH)
- **Straumann, Kurt**
  4512 Bellach (CH)

(74) Mandataire: **P&TS SA (AG, Ltd.)**
Av. J.-J. Rousseau 4
P.O. Box 2848
2001 Neuchâtel (CH)

(56) Documents cités:
EP-A1- 2 455 821
EP-A2- 2 273 323
WO-A1-2012/010408
DE-A1- 2 714 020
GB-A- 463 375
US-A- 3 678 683

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).

EP 2 887 151 B1

Description

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne un élément oscillant pour mouvement horloger mécanique.

Etat de la technique

[0002] Les mouvements horlogers mécaniques comportent de nombreux éléments oscillants, notamment des éléments mis en rotation alternativement dans un sens puis dans l'autre. Le balancier, le spiral, l'ancre d'échappement, la masse de remontage, et certaines complications constituent des exemples de tels éléments oscillants.

[0003] La réserve de marche d'une montre mécanique dépend notamment des pertes dues aux frottements dans le rouage et dans les pivot de l'organe réglant. Il est donc avantageux de réduire ces frottements afin d'augmenter la réserve de marche. Les frottements au niveau des pièces oscillant rapidement, notamment dans l'échappement, sont particulièrement critiques. Le rendement d'un échappement à ancre suisse classique est typiquement de l'ordre de 40% environ ; 60% de l'énergie transmise par le rouage à l'échappement est donc perdue en frottements.

[0004] Une partie substantielle de ces frottements se produisent au niveau des paliers. En dépit de l'utilisation de rubis et de progrès dans la lubrification, le frottement entre l'axe de l'ancre et le palier qui maintient cet axe représente donc un facteur critique de déperdition de l'énergie emmagasinée dans le barillet.

[0005] Par ailleurs, les paliers conventionnels requièrent un jeu entre les pivots de l'axe mobile et le palier afin de permettre à l'axe de pivoter. La précision de ce jeu dépend des tolérances de fabrication et de l'usure progressive du palier. Il en résulte un positionnement mal contrôlé de l'axe et du composant monté sur cet axe. Dans le cas d'une ancre, ce jeu se reporte sur la position relative des palettes et de la roue d'ancre, ce qui provoque également des pertes énergétiques.

[0006] On connaît dans l'état de la technique des mécanismes compliants qui sont souvent utilisés pour réduire les frottements ou améliorer la précision d'un déplacement. Un mécanisme compliant est un mécanisme qui, contrairement aux mécanismes basés sur des corps rigides, permet un déplacement grâce à la flexibilité d'au moins un membre. Par exemple, un élément compliant permet la rotation d'un axe grâce à la flexibilité d'au moins un membre. Les éléments compliants évitent donc en partie ou en totalité le frottement de pièces en mouvement relatif l'un contre l'autre, et les déperditions d'énergie ainsi que l'usure des pièces qui résultent de ce frottement. Ils permettent en outre de résoudre élégamment les problèmes causés par le jeu des paliers conventionnels.

[0007] Une application des éléments compliants au domaine horloger est décrite dans la demande de brevet EP2037335A2. Ce document décrit notamment une ancre d'échappement sans axe et qui peut tourner grâce à la déformation de deux bras dont les axes se croisent au point de rotation virtuel de l'ancre. Les bras de fixation et l'ancre forment une seule pièce relativement fragile. De surcroit, les bras de fixation occupent une surface relativement importante dans le plan de l'ancre qui est souvent particulièrement encombré ; cette place n'est pas disponible pour d'autres organes.

[0008] EP2273323A2 décrit un oscillateur mécanique basé sur un mécanisme compliant. Le mécanisme illustré sur la figure 4 comporte un système de précontrainte exercée depuis l'axe du balancier.

[0009] WO2012/010408 décrit une ancre d'échappement à pivot élastique.

[0010] US3678683décrit un organe-réglant et un échappement. L'ancre est montée sur un axe conventionnel.

[0011] DE2714020 décrit une roue dentée pour montres à quartz, permettant une rotation sans bruit et avec un couple minime. Le pivot est remplacé par des lames flexibles entre la périphérie du pignon et la couronne dentée, permettant ainsi à cette couronne de tourner avec un jeu élastique.

[0012] EP2455821 concerne une roue d'échappement dont le pivot est remplacé par un mécanisme compliant.

[0013] WO2011/1201801 décrit un dispositif de blocage pour roue dentée basé sur une autre liaison compliante. A nouveau, ce dispositif est réalisé d'un seul tenant ou d'un seul tenant à l'exception des palettes, rendant sa conception difficile. Une liaison compliante intégrée au bloqueur présente en outre l'inconvénient de pas pouvoir être adaptée facilement à un bloqueur existant ; il est nécessaire de redessiner complètement l'ensemble du bloqueur.

[0014] Un autre inconvénient des solutions décrites dans ces antériorités est qu'il est très difficile de contrôler ou de modifier le couple nécessaire à la mise en rotation des dispositifs de blocage.

Bref résumé de l'invention

[0015] Un but de la présente invention est de proposer un élément oscillant pour mouvement horloger exempt des limitations des éléments oscillants connus, en particulier un élément oscillant capable d'osciller avec un couple minimal et des pertes énergétiques aussi réduites que possible.

[0016] Un autre but de la présente invention est de proposer un élément oscillant pour mouvement horloger capable d'osciller avec un couple et des pertes énergétiques aussi constants que possible.

[0017] Un autre but de la présente invention est de proposer un élément oscillant basé sur une liaison compliante mais qui ne présente pas les inconvénients des liaisons compliantes existantes.

[0018] Un autre but de la présente invention est de

proposer un élément oscillant pour mouvement horloger basé sur une liaison compliante et dont l'encombrement dans le plan de l'ancre oscillante soit aussi réduit que possible.

[0019] Selon un premier aspect de l'invention, ces buts sont atteints au moyen d'un élément oscillant pour mouvement horloger comportant :

un axe ;
une ancre monté sur une première partie de cet axe de manière à pouvoir tourner avec cet axe ;
un élément compliant monté sur une deuxième partie de l'axe de manière à permettre audit axe de tourner lorsque l'élément compliant se déforme élastiquement ;
l'élément compliant comportant plusieurs poutres flexibles formant une intersection, ledit axe étant monté à l'intersection entre lesdites poutres;
un élément élastique de précontrainte pour exercer une force de précontrainte sur l'élément compliant de manière à modifier le couple nécessaire à la mise en rotation dudit axe ;
ledit élément élastique de précontrainte comportant au moins deux brins;
une extrémité de chaque brin étant liée rigidement à une extrémité d'une desdites poutres.

[0020] Selon cet aspect, cette construction permet de séparer les deux fonctions de l'élément oscillant en deux composants sur deux plans différents. Le premier composant fonctionnel, c'est-à-dire l'ancre, se trouve sur un premier plan et le deuxième composant est constitué par un élément compliant sur un autre plan. L'ancre constitue un composant fonctionnel sur le premier plan qui assure une fonction dans le cadre du mouvement de montre ; le deuxième composant compliant sur le deuxième plan n'assure aucune fonction à part celle de pivot « virtuel » pour l'axe du premier composant. De préférence, la première et la deuxième parties de l'axe sont une première et une deuxième extrémités de l'axe respectivement.

[0021] L'élément compliant n'occupe donc aucun espace dans le premier plan de l'ancre. Les deux composants peuvent être réalisés et dimensionnés indépendamment l'un de l'autre, permettant une optimisation sans compromis de chaque composant. L'élément compliant peut par exemple être utilisé avec des composants fonctionnels existants, sans modification de ces composants. Les deux composants sont liés l'un à l'autre par un axe.

[0022] De plus, l'élément compliant agit sur un axe (qui est solidaire du composant fonctionnel) et non pas directement sur la périphérie du composant fonctionnel comme est le cas dans l'art antérieur. Ceci est avantageux, par exemple pour des composants fragiles ou qui ont des formes complexes.

[0023] L'expression « élément compliant» désigne dans ce texte un élément qui permet un déplacement d'une pièce, par exemple une rotation d'un axe, grâce à la déformation élastique, par exemple la flexion, d'au moins une partie de l'élément. Par rapport à un palier ou à un roulement par exemple, un élément compliant peut donc fonctionner sans frottement entre partie mobile (par exemple un axe) et partie fixe.

[0024] Avantageusement, l'élément compliant est réalisé de manière à permettre une rotation d'un axe avec un couple aussi faible que possible. Il n'exerce par conséquent aucune force de rappel sur l'axe, ou seulement un couple de rappel négligeable ou en tout cas volontairement choisi pour être aussi faible que possible, au moins dans la plage d'oscillations prévue.

[0025] Dans un mode de réalisation avantageux, l'élément compliant comporte deux poutres flexibles formant une intersection en croix. Cette construction permet de minimiser l'encombrement et de faciliter la synthèse et la simulation. Les poutres peuvent être par exemple des poutres droites.

[0026] D'autres types d'éléments compliants peuvent aussi être utilisés.

[0027] L'axe est monté à l'intersection entre lesdites poutres. Une ou de préférence deux extrémités de deux branches adjacentes de la croix peuvent être fixées au bâti du mouvement grâce à des points de montage prévus à cet effet. Les points de montage peuvent être par exemple des ouvertures pour le chassage ou le collage d'axes de fixation. La ou les extrémités de la ou des deux branches peuvent ainsi être fixes par rapport au bâti, tandis que l'extrémité des deux autres branches, ainsi que le point d'intersection, peuvent être mobiles lorsque les branches de l'élément compliant se déforment.

[0028] L'élément élastique de précontrainte permet d'exercer une force de précontrainte sur l'élément compliant de manière à modifier le couple nécessaire à la mise en rotation dudit axe. De manière préférentielle, la précontrainte est choisie de manière à minimiser le couple nécessaire à la mise en rotation de l'axe. La précontrainte est avantageusement exercée simultanément sur deux branches adjacentes de la croix de l'élément compliant.

[0029] L'élément élastique de précontrainte peut être lié intégralement à l'élément compliant, ou même former un seul élément, ce qui facilite le montage et l'alignement.

[0030] Dans le cas préférentiel d'un élément compliant comportant deux poutres croisées formant une intersection en croix avec quatre branches en X, l'élément élastique de précontrainte peut exercer une force de précontrainte sur les deux extrémités de deux branches adjacentes de la croix.

[0031] Cette force de précontrainte peut être exercée directement par l'élément élastique de précontrainte sur l'élément compliant.

[0032] Cette force de précontrainte peut être exercée par l'élément élastique de précontrainte sur l'élément compliant au travers d'une pièce d'appui au travers de deux branches. Cette solution a l'avantage de répartir la force de précontrainte sur les deux branches.

[0033] Cette force de précontrainte peut être exercée

par l'élément élastique de précontrainte sur l'élément compliant au travers d'une pièce d'appui au travers de deux branches et d'une liaison articulée. Cette solution a l'avantage de permettre un déplacement relatif de l'élément élastique de précontrainte par rapport à l'élément compliant.

[0034] L'élément élastique de précontrainte peut être conformé de manière à comporter deux brins. Une extrémité de chaque brin est liée rigidement à une extrémité d'une branche fixe de la croix, une autre portion de chaque brin exerce une force de précontrainte sur l'extrémité libre d'une autre branche de la croix. De préférence, l'élément élastique de précontrainte et l'élément compliant se trouve du moins en partie dans le même plan.

[0035] L'élément élastique de précontrainte étant dimensionné et structuré de manière à exercer une force de précontrainte sensiblement constante sur l'élément compliant même lorsque l'élément compliant se déforme. Des calculs et des simulations ont démontré qu'une force de précontrainte constante permet de minimiser le couple nécessaire à la rotation de l'axe, et d'éviter que ce couple ne dépende de la position angulaire.

[0036] Les brins peuvent être liés l'un à l'autre de manière à former un anneau.

[0037] L'axe peut être chassé et/ou collé dans l'ancre et/ou dans l'élément compliant.

[0038] Selon un aspect indépendant de l'invention, les buts susmentionnés sont atteints au moyen d'un élément oscillant pour mouvement horloger comportant :

une ancre;
un élément compliant qui permet à l'ancre de tourner lorsque l'élément compliant se déforme élastiquement ;
ledit élément compliant comportant au moins deux poutres déformables qui se croisent entre elles à distance de leurs extrémités, de manière à former une croix,
le centre de rotation de l'ancre étant au centre de ladite croix.

[0039] Cette disposition des poutres en croix permet d'obtenir une symétrie centrale des forces exercées par les poutres déformables sur le point de rotation.

[0040] Dans ce cas, l'ancre et l'élément compliant peuvent être dans le même plan (au moins partiellement) sans être nécessairement liés entre eux par un axe. Alternativement, l'ancre et l'élément compliant peuvent se trouver dans des plans différents liés ensemble par un axe.

[0041] Dans ce cas également, au moins un élément élastique de précontrainte peut être prévu en option pour exercer une force de précontrainte sur l'élément compliant de manière à modifier le couple nécessaire à la mise en rotation du composant fonctionnel. Cet élément élastique de précontrainte peut agir par exemple sur les extrémités distales des poutres.

[0042] L'ancre peut être une ancre suisse pour échappement à ancre suisse.

[0043] Selon un aspect indépendant, l'invention concerne aussi un organe réglant comprenant une ancre oscillante compliante, par exemple une ancre oscillant grâce à un élément oscillant selon n'importe lequel des modes de réalisation décrits dans cette demande, fixé sur un porte-échappement qui porte aussi la roue d'échappement ainsi que, de préférence, l'axe de balancier avec le balancier et le spiral.

Brève description des figures

[0044] Des exemples de mise en oeuvre de l'invention sont indiqués dans la description illustrée par les figures annexées dans lesquelles :

La figure 1 illustre une vue en perspective d'un élément oscillant selon un premier mode de réalisation de l'invention.

La figure 2 illustre une vue de dessus d'un élément oscillant selon le premier mode de réalisation de l'invention.

La figure 3 illustre une vue de côté d'un élément oscillant selon l'invention.

La figure 4 illustre une vue en perspective d'un élément oscillant selon un deuxième mode de réalisation de l'invention.

La figure 5 illustre une vue en perspective d'un élément oscillant selon un troisième mode de réalisation de l'invention.

La figure 6 illustre une vue de dessus d'un élément oscillant selon un quatrième mode de réalisation de l'invention.

La figure 7 est une vue en éclaté d'un élément oscillant selon un cinquième mode de réalisation de l'invention.

Exemple(s) de mode de réalisation de l'invention

[0045] Un mode de réalisation particulier de l'invention va maintenant être décrit. Dans cet exemple préférentiel, le composant fonctionnel 2 que l'on souhaite faire osciller à une extrémité de l'axe 3 est une ancre, plus particulièrement une ancre suisse pour échappement à ancre suisse..

[0046] L'ancre 2 comporte dans cet exemple deux palettes 20A et 20B, une fourchette 21 et un dard 22. Elle peut être réalisée en acier ou avantageusement en silicium ou dans un autre matériau permettant une fabrication par l'un des procédés parmi les procédés de photolithographie, DRIE (abréviation pour « Deep Reactive Ion Etching ») ou LIGA (abréviation pour « Lithographie, Gal-

vanoformung, Abformung »). Elle est montée sur une première extrémité de l'axe 3 par chassage, par exemple dans le cas d'une ancre métallique, ou par collage, par exemple dans le cas d'une ancre en silicium. Alternativement, l'axe 3 et l'ancre 2 peuvent être formés en une seule pièce. Une ancre intégrant les palettes et/ou le dard en un ensemble monolithique peut également être envisagée.

[0047] L'axe 3 n'est pas un axe de mobile conventionnel qui pivote dans des paliers. A la place l'élément oscillant comporte, de préférence à l'autre extrémité de l'axe 3, un élément compliant 4. Dans le mode de réalisation des figures 1 à 3, l'élément compliant est du type en croix et comporte donc deux poutres rectilignes 5A, 5B qui se croisent en X. L'axe 3 est monté à l'intersection entre les deux poutres 5A, 5B, cette intersection étant coïncidente avec le centre de rotation de l'élément compliant. Des poutres non rectilignes peuvent être utilisées, y compris des poutres courbes ou coudées. Les quatre branches de la croix sont référencées par les numéros 7A à 7D.

[0048] Les extrémités distales de deux branches adjacentes 7A, 7B de la croix sont munies de points de fixation 6A, 6B pour les fixer sur une partie du bâti du mouvement, tel que la platine, un pont, un porte-échappement, ou une cage de tourbillon. Dans un mode de réalisation préférentiel, l'élément oscillant est fixé au moyen d'axes ou de goupilles ou de vis insérées dans ces deux points de fixation. L'élément oscillant peut être fixé sur un porte-échappement qui porte aussi la roue d'échappement ainsi que, de préférence, l'axe de balancier avec le balancier et le spiral. Cette configuration facilite l'alignement et le montage de divers composants de l'organe réglant.

[0049] Dans le mode de réalisation illustré, un élément de connexion 60 est lié intégralement à l'extrémité distale des deux branches 7A, 7B et muni de deux points de fixation 6A, 6B sous forme de trous traversants. Cette configuration permet notamment de déplacer les ponts de fixation par rapport aux poutres élastiques 5A, 5B dont la longueur déformable peut ainsi être maximisée.

[0050] Des simulations numériques ont démontré que le couple nécessaire pour faire tourner l'axe 3 peut être contrôlé, et par exemple réduit ou même minimisé, en exerçant constamment une force de contrainte sur les poutres 5A, 5B. Dans le mode de réalisation des figures 1 à 3, les deux branches 7C, 7D sont libres et opposées aux deux branches fixes 7A, 7B. Dans ce cas, une force de contrainte est exercée au moyen d'un élément élastique, ici d'un ressort annulaire définissant deux brins 80A, 80B. Cet élément élastique est avantageusement intégral avec les deux poutres 5A, 5B de la croix. Cette solution monolithique permet notamment de faciliter le montage et l'alignement des différents composants. On remarque qu'avec cette solution, le centre de rotation n'est pas complètement fixe, mais le déplacement de celui-ci est maîtrisé, répétable et généralement inférieur au jeu traditionnel d'un pivot d'une tige d'ancre conventionnelle dans une pierre, qui est typiquement entre 4μm à 14μm.

[0051] Les deux brins 80A, 80B partent de l'élément de connexion 60 près des extrémités fixes de la croix et entourent les deux poutres 5A, 5B de manière à exercer une force de précontraintes sur les extrémités distales des branches libres 7C, 7D. Plus particulièrement, une extrémité 81A, 81B de chaque brin est liée rigidement à une extrémité de chaque branche fixe 7A, 7B de la croix. Ils sont donc réunis en un seul anneau.

[0052] Dans cet exemple, l'élément élastique 80A, 80B appuie directement aux points 81C, 81D contre les extrémités distales des branches 7C, 7D.

[0053] Dans un mode de réalisation préférentiel, la force de précontrainte est exercée par l'élément élastique 80A, 80B au travers d'une pièce d'appui 9 qui répartit et égalise la pression contre les deux branches 7C, 7D. Cette solution permet d'assurer une pression égale sur les deux branches 7C, 7D même en cas de légères différences de longueur dues par exemple aux imperfections de fabrication. L'élément d'appui 9 peut être intégral, monolithique avec les deux branches 7C, 7D.

[0054] Un élément de liaison articulé 90 est avantageusement lié de façon pivotante d'une part aux brins 80A, 80B, d'autre part à la pièce d'appui 9. Cet élément de liaison garantit une distance constante entre ces deux éléments tout en permettant une rotation par rapport aux lames 80A, 80B et par rapport à la pièce 9. Dans l'exemple illustré, il a une forme d'os avec une tête, ou épiphyse, approximativement hémisphérique à chaque extrémité d'une partie centrale. Chaque tête collabore avec une coupole correspondante dans les brins 80A, 80B respectivement dans la pièce d'appui 9.

[0055] La force de précontrainte exercée par les brins 80A, 80B dépend de la longueur de l'élément de liaison 90 et du déplacement qu'il provoque sur la pièce d'appui 9 et sur les extrémités des branches 7C, 7D. Pour une production en série, un élément oscillant peut être livré avec plusieurs éléments de liaison de différentes longueurs pour ajuster la force de précontrainte. Le montage de l'élément oscillant peut comprendre le choix d'un élément de liaison 90 de longueur adaptée parmi plusieurs éléments de liaison de différentes longueurs. Dans un mode de réalisation préférentiel, la longueur idéale de l'élément de liaison 90 est déterminée par simulation numérique une fois pour toutes lors de la conception, et appliquée.

[0056] L'élément compliant est donc constitué dans cet exemple de deux pièces : la structure en croix 5A, 5B avec l'élément élastique 80A, 80B ainsi que les éléments 9 et 60 ; et l'élément de liaison 90. Comme dans les autres variantes décrites plus loin, ces deux pièces peuvent être réalisées en acier, en silicium, etc.

[0057] La figure 4 illustre une deuxième variante d'élément oscillant 1 pour mouvement horloger. Le composant 2 oscillant est une ancre, représentée sans ses palettes mais qui pourrait naturellement être équipée de palettes.

[0058] Dans cette variante, l'élément compliant 4 comporte trois poutres flexibles 5C, 5D 5E en étoile autour de l'axe 3. L'élément élastique de précontrainte 8 est constitué par trois brins 80C, 80D, 80E formant un triangle, par exemple un triangle équilatéral. Les extrémités des trois poutres sont liées aux trois pointes respectives du triangle.

[0059] La précontrainte s'exerce donc de la même façon sur toutes les trois poutres 5C à 5E. L'extrémité des trois poutres n'est pas bloquée. Un avantage est notamment que le centre de l'axe 3 reste quasiment immobile même lors de rotation de la pièce 2.

[0060] L'élément oscillant 1 est fixé au bâti du mouvement par les trois points de montage 6C, 6D, 6E directement sur l'élément de précontrainte 80C à 80E. Dans cet exemple, les points de montage sont liés aux milieux des brins 80C à 80E. Dans cette variante, c'est un déplacement appliqué sur les brins 80C à 80E qui crée la contrainte. Il n'y a pas de pièce d'appui (« os »).

[0061] Des éléments compliants avec un nombre de bras en étoile différent de trois peuvent être envisagés, par exemple des éléments compliants avec 2, 4, 5, .. N bras en étoile autour de l'axe 3. L'espace angulaire entre les différents ras est de préférence constant et égal à 360° / N.

[0062] La figure 5 illustre une troisième variante d'élément compliant 4 destiné à être intégré dans un élément oscillant pour mouvement horloger. Comme dans la première variante, l'élément compliant 4 comporte deux poutres 5A, 5B formant une croix autour de l'axe 3. Le composant oscillant, une ancre d'échappement non représentée, est destiné être monté sur l'axe 3 dans un autre plan que l'élément compliant 4.

[0063] Les deux poutres 5A, 5B en X forment quatre branches 7A à 7D dont les extrémités sont liées deux par deux grâce aux éléments de connexion 60 respectivement 61.

[0064] Un élément élastique de précontrainte 8 en anneau comporte deux brins 80A, 80B qui rejoignent le centre de l'élément de connexion 60 avec le centre de l'élément de connexion 61, en formant un anneau. Cet élément élastique 8 exerce une force de précontrainte directement sur les extrémités distales des quatre branches 7A à 7D. Plus particulièrement, une extrémité 81A, 81B de chaque brin est liée rigidement à une extrémité de chaque branche fixe 7A, 7B de la croix. Aucune pièce de liaison 9 n'est utilisée entre l'élément de précontrainte et les éléments de connexion 60, 61.

[0065] L'élément compliant 4 est monté sur le bâti du mouvement grâce à deux points de montage 6F, 6G directement sur l'élément de contrainte 8, par exemple au milieu des brins 80A respectivement 80B. Comme la seconde variante, l'amplitude de la force de précontrainte est identique sur toutes les poutres. Le centre de l'axe 3 reste donc immobile même lors de rotation de la pièce 2.

[0066] La figure 6 illustre une quatrième variante d'élément compliant 4 destiné à être intégré dans un élément oscillant pour mouvement horloger. Cette variante correspond à la troisième variante, si ce n'est que les extrémités libres des quatre branches 7A à 7D sont liées à l'élément de précontrainte 8 au moyen de deux pièces d'appui 9A, 9B reliant les branches deux à deux, et d'éléments de liaison en forme d'os 90A, 90B liant ces pièces d'appui 9A, 9B aux brins 80A, 80B de l'élément de précontrainte. Ces éléments de liaison permettent un déplacement selon plusieurs degrés de liberté de l'élément de précontrainte 8 par rapport aux pièces d'appui 9A, 9B et par rapport à l'extrémité de poutres. Dans cette variante, c'est un déplacement appliqué sur les pièces d'appui 9A, 9B qui crée la contrainte.

[0067] La forme et la structure de l'élément élastique est optimisée, par exemple par approximations successives, de manière à ce que la force de précontrainte reste sensiblement constante même lorsque les différentes poutres de l'élément compliant se déforment, dans toute la plage de déformation usuelle. On garantit ainsi que le couple de rappel exercé sur l'axe 3 soit indépendant de sa position angulaire. Dans un mode de réalisation, l'épaisseur des brins 80A, 80B est irrégulière afin d'atteindre cet objectif.

[0068] La figure 7 illustre une cinquième variante d'élément compliant 4 destiné à être intégré dans un élément oscillant pour mouvement horloger. Cette variante se distingue de celle de la figure 5 principalement par la forme de l'élément élastique de précontrainte ; les autres éléments peuvent être identiques à ceux décrits en relation avec la figure 5 et ne seront donc pas décrits.

[0069] L'élément élastique de précontrainte 8 est formé de deux bras 80A, 80B qui ne se rejoignent pas directement, mais relient entre eux des paires de points sur les éléments de connexion 60, 61. Plus précisément, le bras 80B relie le point 600 près d'une extrémité de l'élément de connexion 60 avec le point 610 près de l'extrémité correspondante de l'autre élément de connexion 61 ; le bras 80A relie le point 601 près d'une extrémité de l'élément de connexion 60 avec le point 611 près de l'extrémité correspondante de l'autre élément de connexion 61

[0070] Les points de montage 6H, 61 de l'élément de contrainte 8 sur le bâti se trouvent sur l'élément de précontrainte 8, comme dans la figure 5. Toutefois, ces points de montage ne sont pas directement au milieu des brins 80A, 80B, mais sont reliés à ces brins par des éléments élastiques 80C respectivement 80D. Dans cet exemple, chacun des éléments élastiques 80C, 80D est constitué par un anneau dont un point est lié à un brin 80A, respectivement 80D, et un autre point à 180° est lié à un côté d'un point de montage 6H, 61 opposé au brin. De cette manière, les points de montage 6H, 61 ne limitent pas ou quasiment pas la liberté des brins 80A, 80B de se déplacer, ce qui permet à l'élément de contrainte 8 dans son ensemble d'exercer une contrainte plus importante sur l'élément compliant 4.

[0071] Comme illustré sur la figure 7, l'élément compliant 4 peut être assemblé sur une plaquette 11 réalisée par exemple en LIGA et comportant des plots 110 des-

tinés à recevoir les points de montage 6H, 61. La plaquette 11 peut être montée sur le bâti du mouvement ou faire partie de ce bâti. Cette plaquette 11 permet d'obtenir un meilleur contrôle de la précontrainte appliquée sur l'élément compliant 4 par une meilleure précision des entraxes entre les plots 110. Plus particulièrement, les plots 110 et la plaquette 11 forment de préférence une seule même pièce, ainsi les erreurs d'alignement lors du montage peuvent être pratiquement. De plus, on obtient une plus grande facilité d'assemblage de l'ensemble sur le bâti du mouvement, et donc le remplacement de cet ensemble si besoin. Finalement, cette plaquette peut être intégrée à un porte échappement, et elle peut servir pour le réglage de la position de l'ancre en déplaçant la plaquette sur le bâti du mouvement. Cette plaquette 11 peut être utilisée en combinaison avec des éléments oscillants différents de celui de la figure 7, par exemple avec un élément oscillant selon n'importe quel mode de réalisation selon l'une des figures 1 à 6.

[0072] Tous les modes de réalisation décrits plus haut comportant un élément compliant dans un premier plan relié par un axe à une ancre en tant que composant fonctionnel dans un autre plan. Il est possible de modifier ces modes de réalisation de manière à ce que l'élément compliant et l'ancre se trouvent intégralement ou en partie dans le même plan.

[0073] Par exemple, il est possible de prévoir un élément oscillant pour mouvement horloger comportant une ancre, un élément compliant dans le même plan et qui permet à cette ancre de tourner lorsque l'élément compliant se déforme élastiquement, et au moins un élément élastique de précontrainte qui exerce une force de précontrainte sur l'élément compliant de manière à modifier le couple nécessaire à la mise en rotation de l'ancre.

[0074] L'élément élastique de précontrainte peut se trouver dans le même plan que l'élément compliant, et/ou dans le même plan que l'ancre, ou dans un autre plan.

[0075] Dans ce cas, l'ancre et l'élément compliant peuvent être dans le même plan (au moins partiellement) sans être nécessairement liés entre eux par un axe. Alternativement, l'ancre et l'élément compliant peuvent se trouver dans des plans différents liés ensemble par un axe.

[0076] De la même façon, il est aussi possible de réaliser un élément oscillant pour mouvement horloger comportant un élément compliant 4 formé de plusieurs poutres 5A, 5B qui se croisent, le point d'intersection des poutres définissant un centre de rotation pour l'ancre dans le même plan ou dans un autre plan que l'élément compliant. Le nombre de poutres peut être de deux, trois, etc. Les poutres sont avantageusement disposées symétriquement autour du centre de rotation. Un élément élastique de précontrainte 8 est prévu pour exercer une force de précontrainte sur les extrémités distales des poutres, de manière à modifier le couple nécessaire à la mise en rotation de l'ancre.

Revendications

1. Elément oscillant (1) pour mouvement horloger comportant :

   un axe (3) ;
   une ancre (2) montée sur une première partie dudit axe (3) de manière à pouvoir tourner avec ledit axe ;
   un élément déformable élastiquement (4) monté sur une deuxième partie de l'axe (3) de manière à permettre à cet axe de tourner lorsque ledit élément déformable élastiquement se déforme élastiquement ;
   l'élément déformable élastiquement (4) comportant plusieurs poutres flexibles (5A, 5B,5C, 5D,5E) formant une intersection, ledit axe (3) étant monté à l'intersection entre lesdites poutres;

   caractérisé en ce que l'élément oscillant comporte:

   un élément élastique de précontrainte (8) pour exercer une force de précontrainte sur l'élément déformable élastiquement (4) de manière à modifier le couple nécessaire à la mise en rotation dudit axe (3) ;
   ledit élément élastique de précontrainte (8) comportant au moins deux brins (80A, 80B) ;
   une extrémité (81A, 81B) de chaque brin étant liée à une extrémité d'une desdites poutres.

2. Elément selon la revendication 1, lesdits brins (80A, 80B) étant appuyés contre deux extrémités libres adjacentes de deux poutres par l'intermédiaire d'une pièce d'appui (9).

3. Elément selon la revendication 2, comprenant au moins un point de montage (6A-6B) pour monter ledit élément oscillant sur un bâti du mouvement horloger, ledit point de montage étant lié à ladite pièce d'appui (9).

4. Elément selon l'une des revendications 1 ou 2, comprenant au moins un point de montage (6C-6D ; 6F-6G, 6H-6I) pour monter ledit élément oscillant sur un bâti du mouvement horloger,
   ledit point de montage étant lié à l'élément élastique de précontrainte (8).

5. Elément selon la revendication 4, ledit au moins un point de montage (6H-6I) étant lié via une liaison élastique (80C, 80D) audit élément élastique de précontrainte (8).

6. Elément selon la revendication 4, ledit au moins un point de montage (6F-6G) étant prévu dans ledit élément élastique de précontrainte (8).

7. Elément selon l'une des revendications 1 à 6, ledit élément élastique de précontrainte (8) et l'élément déformable élastiquement (4) formant un seul composant.

8. Elément selon l'une des revendications 1 à 7, l'élément déformable élastiquement (4) comportant deux dites poutres (5A, 5B) formant une intersection en croix avec quatre branches (7A, 7B, 7C, 7D), ledit élément élastique de précontrainte (8) exerçant une force de précontrainte sur les deux extrémités d'exactement deux branches adjacentes (7C, 7D) de ladite croix.

9. Elément selon l'une des revendications 1 à 7, l'élément déformable élastiquement (4) comportant deux dites poutres (5A, 5B) formant une intersection en croix avec quatre branches (7A, 7B, 7C, 7D), ledit élément élastique de précontrainte (8) exerçant une force de précontrainte sur les extrémités de chacune de ces quatre branches.

10. Elément selon l'une des revendications 1 à 7, l'élément déformable élastiquement (4) comportant trois branches en étoile (5A à 5C), ledit élément élastique de précontrainte (8) exerçant une force de précontrainte sur les extrémités libres de chacune de ces trois branches.

11. Elément selon l'une des revendications 2 à 10, ladite pièce d'appui (9) étant liée auxdits brins (80A, 80B) par l'intermédiaire d'une liaison articulée (90).

12. Elément selon l'une des revendications 1 à 11, lesdits brins (80A, 80B) étant liés l'un à l'autre de manière à former un anneau.

13. Elément selon l'une des revendications 2 à 12, comportant une première pièce d'appui (60) en appui simultané contre deux extrémités (7A, 7B) adjacentes desdites poutres, une deuxième pièce d'appui (61) en appui simultané contre deux autres extrémités (7C, 7D) adjacentes desdites poutres, chacun desdits brins (80A, 80B) reliant la première pièce d'appui (60) avec la deuxième pièce d'appui (61).

14. Elément selon l'une des revendications 1 à 13, ledit élément élastique de précontrainte (80A, 80B) étant dimensionné et structuré de manière à exercer une force de précontrainte sensiblement constante sur l'élément déformable élastiquement (5A, 5B) même lorsque l'élément déformable élastiquement se déforme.

15. Elément selon l'une des revendications précédentes, l'axe (3) étant chassé ou collé dans l'ancre et/ou dans l'élément déformable élastiquement.

Patentansprüche

1. Schwingelement (1) für Uhrwerk mit:

   einer Welle (3);
   einem Anker (2), der auf einem ersten Teil der besagten Welle (3) montiert ist, um mit der besagten Welle drehen zu können;
   einem elastisch verformbaren Element (4), das auf einem zweiten Teil der Welle (3) montiert ist, sodass diese Welle zu drehen vermag, wenn das besagte elastisch verformbare Element sich elastisch verformt;
   wobei das elastisch verformbare Element (4) mehrere flexible Balken (5A, 5B,5C,5D,5E) umfasst, welche einen Schnittpunkt bilden, wobei die besagte Welle (3) am Schnittpunkt zwischen den besagten Balken montiert ist;
   einem Vorspannungs-Federelement (8), um eine Vorspannkraft auf das elastisch verformbare Element (4) auszuüben, um das für das Drehen der besagten Welle (3) erforderliche Drehmoment zu ändern;
   wobei das besagte Vorspannungs-Federelement (8) mindestens zwei Stränge (80A, 80B) umfasst;
   wobei ein Ende (81A, 81B) von jedem Strang mit einem Ende einer der besagten Balken verbunden ist.

2. Element gemäss Anspruch 1, wobei die besagten Stränge (80A, 80B) gegen zwei anliegende freie Enden von zwei Balken mittels eines Stützkörpers (9) gestützt werden.

3. Element gemäss Anspruch 2, mit mindestens einem Montagepunkt (6A-6B), um das besagte Schwingelement auf ein Gestell des Uhrwerks zu montieren, wobei der besagte Montagepunkt mit dem besagten Stützkörper (9) verbunden ist.

4. Element gemäss einem der Ansprüche 1 oder 2, mit mindestens einem Montagepunkt (6C-6D ; 6F-6G, 6H-6I), um das besagte Schwingelement auf ein Gestell des Uhrwerks zu montieren,
   wobei der besagte Montagepunkt mit dem Vorspannungs-Federelement (8) verbunden ist.

5. Element gemäss Anspruch 4, wobei der besagte mindestens eine Montagepunkt (6H-6I) mittels einer elastischen Verbindung (80C, 80D) mit dem besagten Vorspannungs-Federelement (8) verbunden ist.

6. Element gemäss Anspruch 4, wobei der besagte mindestens eine Montagepunkt (6F-6G) im besagten Vorspannungs-Federelement (8) vorgesehen ist.

7. Element gemäss einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das besagte Vorspannungs-Federelement (8) und das elastisch verformbare Element (4) eine einzige Komponente bilden.

8. Element gemäss einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das elastisch verformbare Element (4) zwei besagte Balken (5A, 5B) umfasst, welche eine kreuzförmige Schnittstelle mit vier Schenkeln (7A, 7B, 7C, 7D) bilden, wobei das besagte Vorspannungs-Federelement (8) eine Vorspannkraft auf die beiden Enden von genau zwei anliegenden Schenkel (7C, 7D) des besagten Kreuzes ausübt.

9. Element gemäss einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das elastisch verformbare Element (4) zwei besagte Balken (5A, 5B) umfasst, welche eine kreuzförmige Schnittstelle mit vier Schenkeln (7A, 7B, 7C, 7D) bilden, wobei das besagte Vorspannungs-Federelement (8) eine Vorspannkraft auf die Enden von jedem dieser vier Schenkel ausübt.

10. Element gemäss einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das elastisch verformbare Element (4) drei sternförmige Schenkel (5A à 5C) umfasst, wobei das besagte Vorspannungs-Federelement (8) eine Vorspannkraft auf die freien Enden von jedem dieser drei Schenkel ausübt.

11. Element gemäss einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei der besagte Stützkörper (9) mittels einer Gelenkverbindung (90) mit den besagten Strängen (80A, 80B) verbunden ist.

12. Element gemäss einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die besagten Stränge (80A, 80B) miteinander verbunden sind, um einen Ring zu bilden.

13. Element gemäss einem der Ansprüche 2 bis 12, mit einem ersten Stützkörper (60), der gleichzeitig gegen zwei anliegende Enden (7A, 7B) der besagten Balken gestützt wird, einem zweiten Stützkörper (61), der gleichzeitig gegen zwei anderen anliegende Enden (7C, 7D) der besagten Balken gestützt wird, wobei jeder der besagten Stränge (80A, 80B) den ersten Stützkörper (60) mit dem zweiten Stützkörper (61) verbindet.

14. Element gemäss einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei das besagte Vorspannungs-Federelement (80A, 80B) so bemessen und strukturiert ist, um eine im Wesentlichen konstante Vorspannkraft auf das elastisch verformbare Element (5A, 5B) auszuüben, auch währendem sich das elastisch verformbares Element verformt.

15. Element gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Welle (3) in den Anker und/oder in das elastisch verformbare Element eingetrieben oder geleimt wird.

Claims

1. Oscillating element (1) for watch movement comprising:

   a staff (3);
   pallets (2) mounted on a first portion of said staff (3) so as to be rotatable with said staff;
   an elastically deformable element (4) mounted on a second portion of the staff (3) so as to allow this staff to rotate when said elastically deformable element deforms elastically;
   wherein the elastically deformable element (4) has a plurality of flexible beams (5A, 5B, 5C, 5D, 5E) forming an intersection, said staff (3) being mounted at the intersection between said beams;

   characterized in that the oscillating element comprises:

   an elastic biasing element (8) for exerting a biasing force on the elastically deformable element (4) so as to alter the torque required to rotate said staff (3);
   wherein said elastic biasing element (8) has at least two strands (80A, 80B);
   one end (81A, 81B) of each strand being connected to one end of one of said beams.

2. Element according to claim 1, wherein said strands (80A, 80B) are pressed against two adjacent free ends of two beams via a support member (9).

3. Element according to claim 2, comprising at least one mounting point (6A-6B) for mounting said oscillating element onto a frame of the watch movement, wherein said mounting point is connected to said support member (9).

4. Element according to one of the claims 1 or 2, comprising at least one mounting point (6C-6D; 6F-6G, 6H-6I) for mounting said oscillating element onto a frame of the watch movement, wherein said mounting point is linked to the elastic biasing element (8).

5. Element according to claim 4, wherein said at least one mounting point (6H-6I) is connected via an elastic connection (80C, 80D) to said elastic biasing element (8).

6. Element according to claim 4, wherein said at least one mounting point (6F-6G) is provided in said elastic biasing element (8).

7. Element according to one of the claims 1 to 6, wherein said elastic biasing element (8) and the elastically deformable element (4) form a single component.

8. Element according to one of the claims 1 to 7, wherein the elastically deformable element (4) comprises two beams (5A, 5B) forming a cross intersection with four branches (7A, 7B, 7C, 7D), wherein said elastic biasing element (8) exerts a prestressing force on the two ends of exactly two adjacent branches (7C, 7D) of said cross.

9. Element according to one of the claims 1 to 7, wherein the elastically deformable element (4) comprises two said beams (5A, 5B) forming a cross intersection with four branches (7A, 7B, 7C, 7D), wherein said elastic biasing element (8) exerts a prestressing force on the ends of each of these four branches.

10. Element according to one of the claims 1 to 7, wherein the elastically deformable element (4) comprises three branches (5A to 5C) in a star, wherein said elastic biasing element (8) exerts a prestressing force on the free ends of each of these three branches.

11. Element according to one of the claims 2 to 10, wherein said support member (9) is connected to said strands (80A, 80B) via an articulated connection (90).

12. Element according to one of the claims 1 to 11, wherein said strands (80A, 80B) are connected to each other so as to form a ring.

13. Element according to one of the claims 2 to 12, comprising a first support member (60) bearing simultaneously against two adjacent ends (7A, 7B) of said beams, a second support member (61) bearing simultaneously against two other adjacent ends (7C, 7D) of said beams, wherein each of said strands (80A, 80B) connects the first support member (60) with the second support member (61).

14. Element according to one of the claims 1 to 13, wherein said elastic biasing element (80A, 80B) is sized and structured so as to exert a substantially constant prestressing force on the elastically deformable element (5A, 5B) even when the elastically deformable element deforms.

15. Element according to one of the preceding claims, wherein the staff (3) is driven or glued in the pallets and/or in the elastically deformable element.

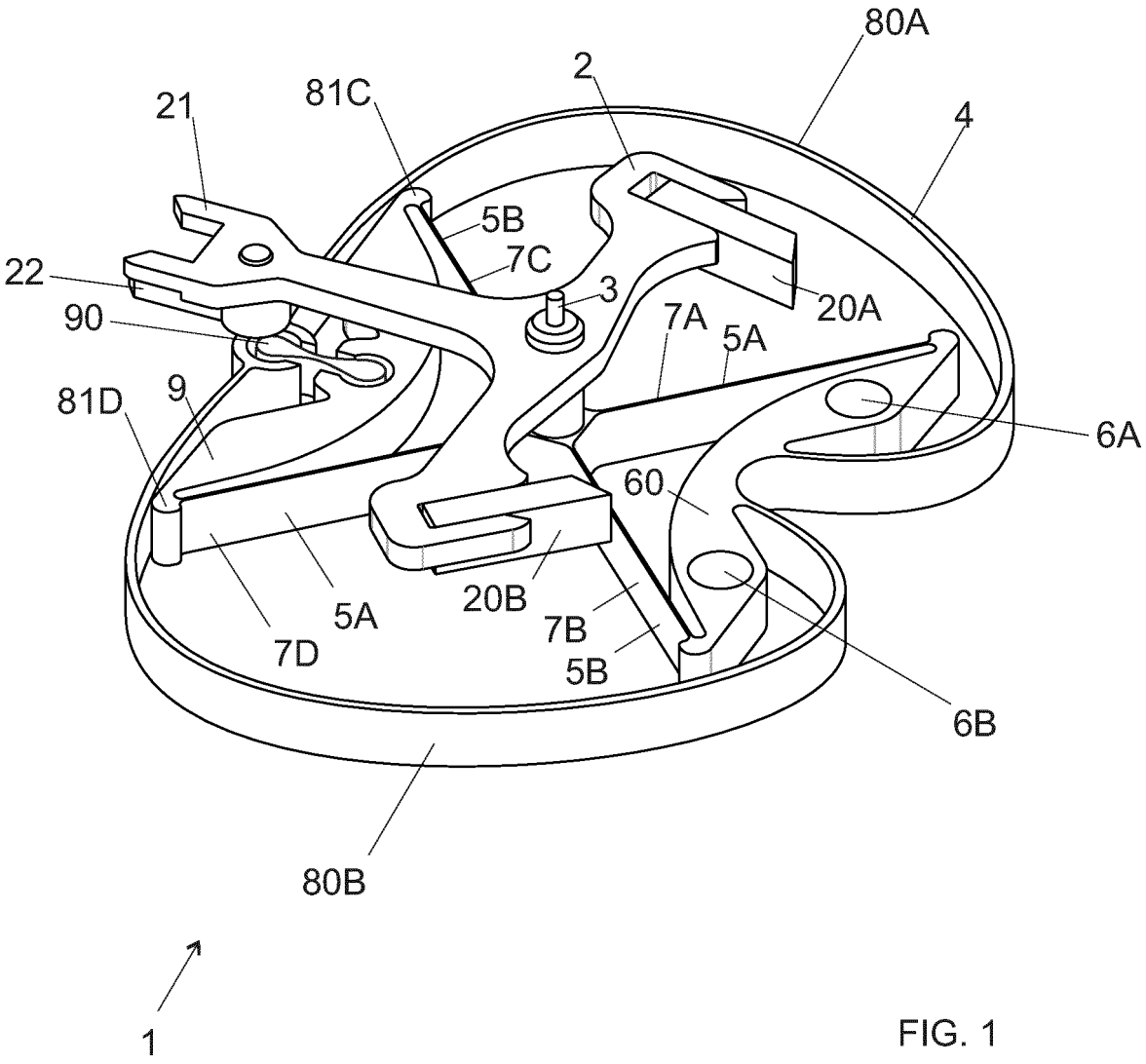

80A
2
21
81C
4
5B
7C
22
3
20A
90
7A
5A
9
81D
6A
60
20B
5A
7B
7D
5B
6B
80B
1

FIG. 1

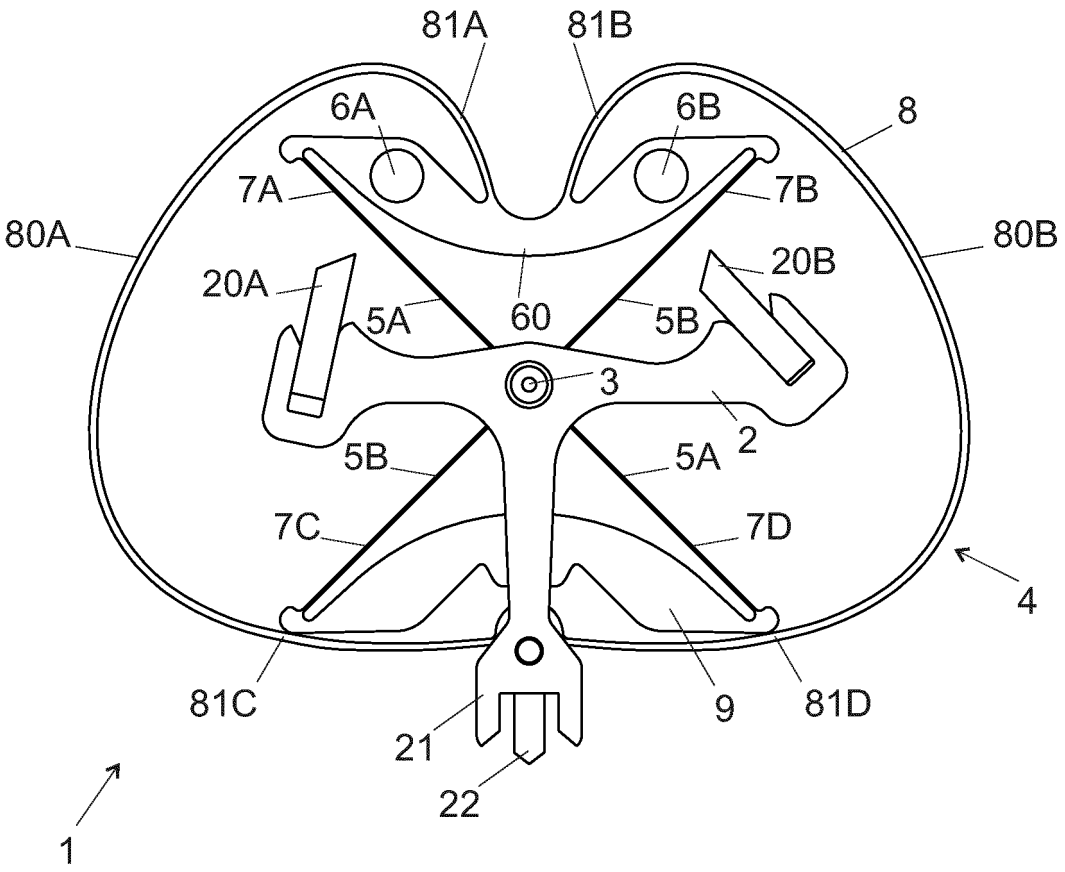

81A
81B
6A
6B
8
7A
7B
80A
80B
20A
20B
5A
60
5B
3
2
5B
5A
7C
7D
4
81C
21
9
81D
22
1

FIG. 2

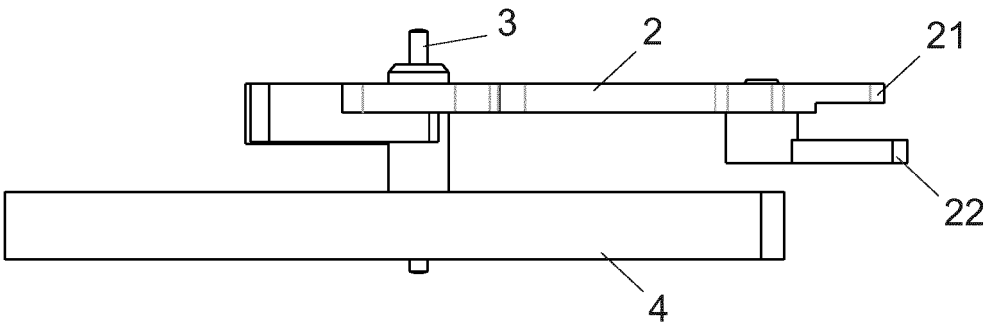


FIG. 3

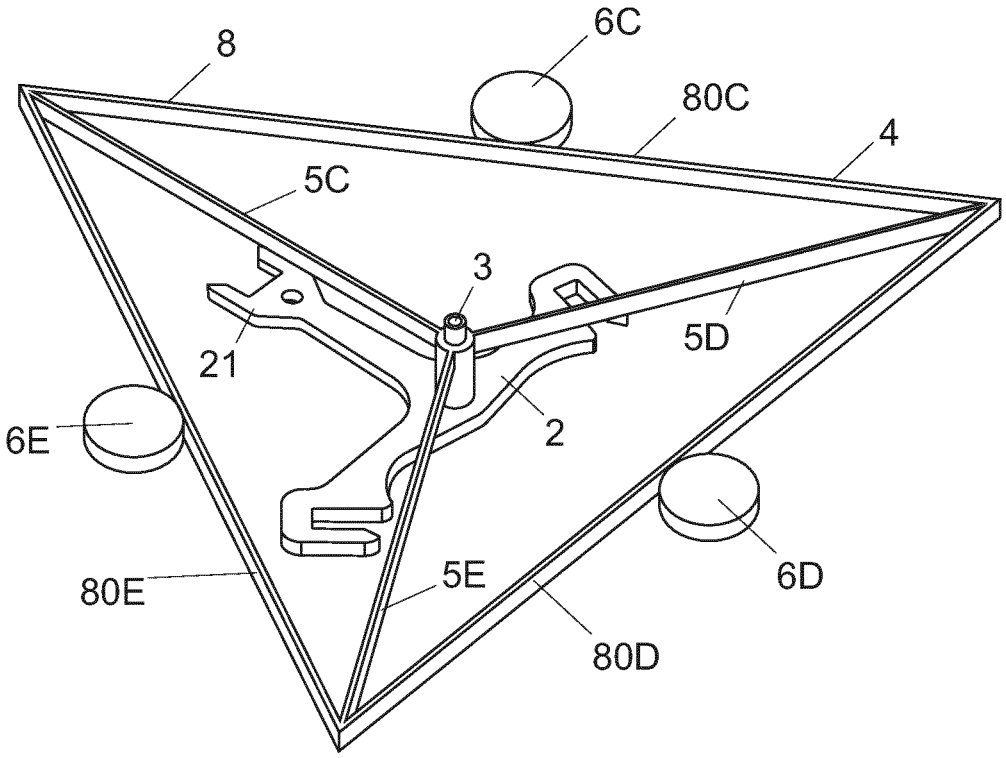


FIG. 4



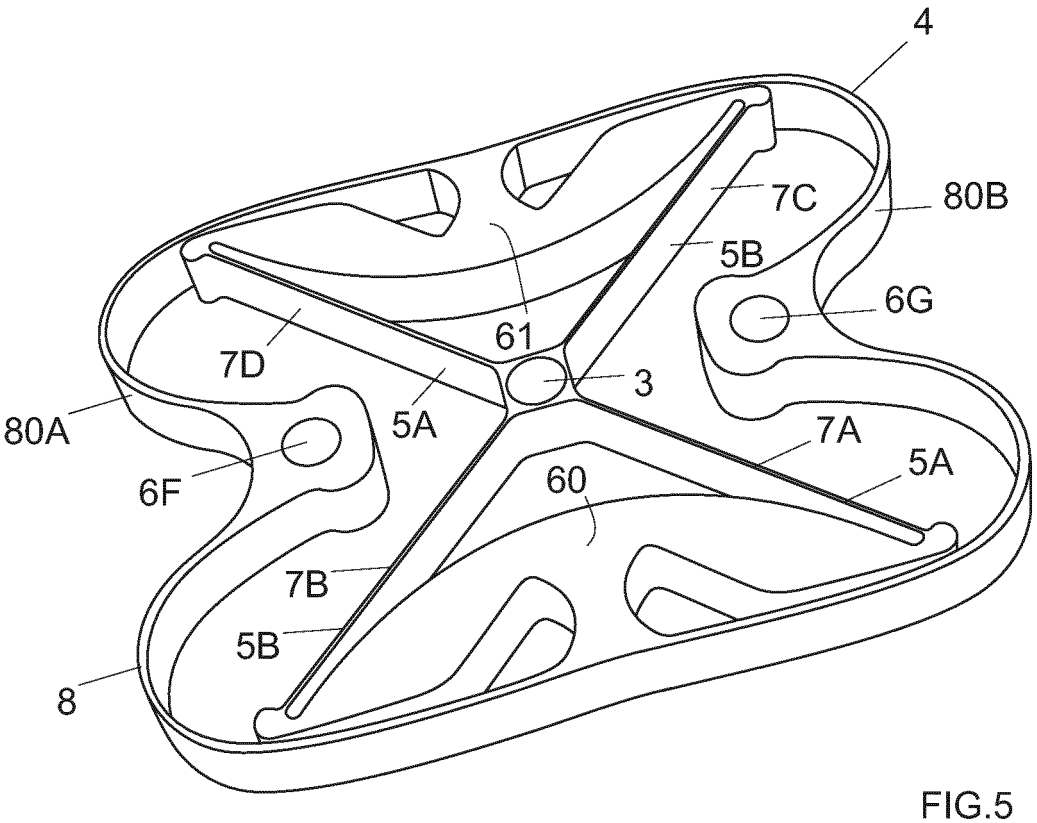


FIG.5

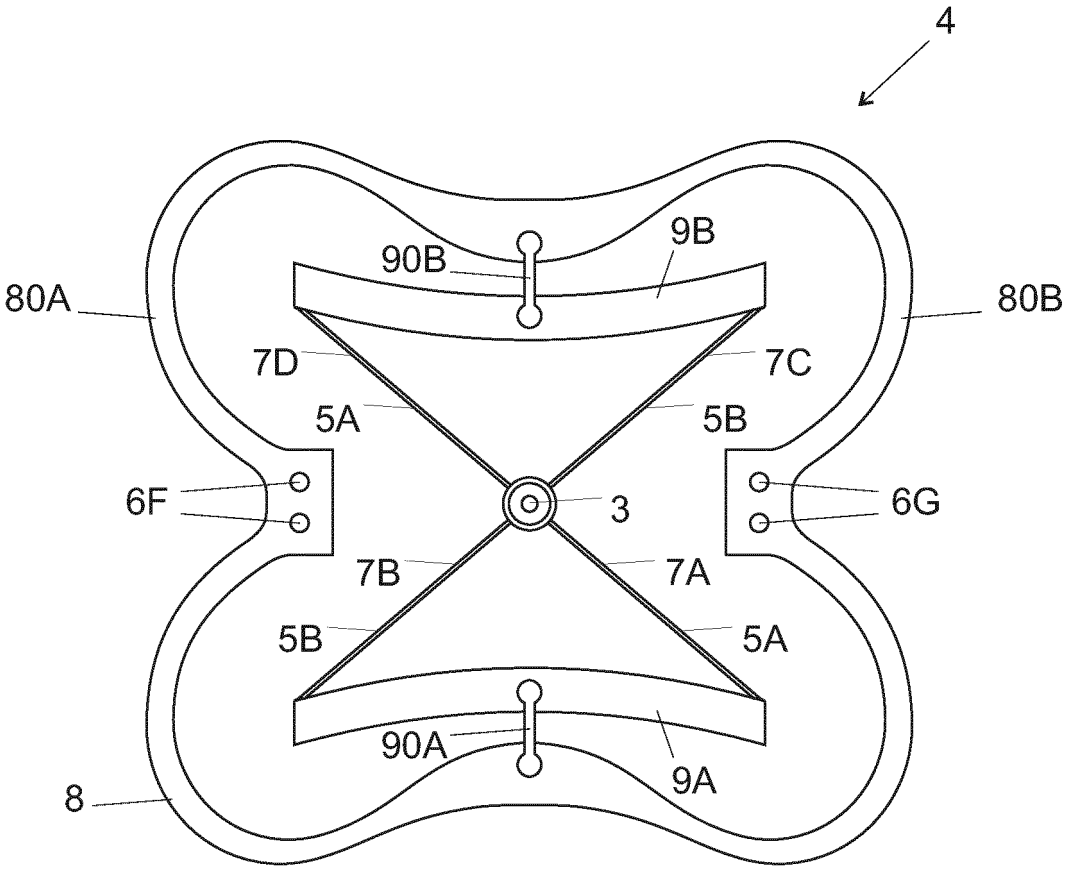


FIG. 6

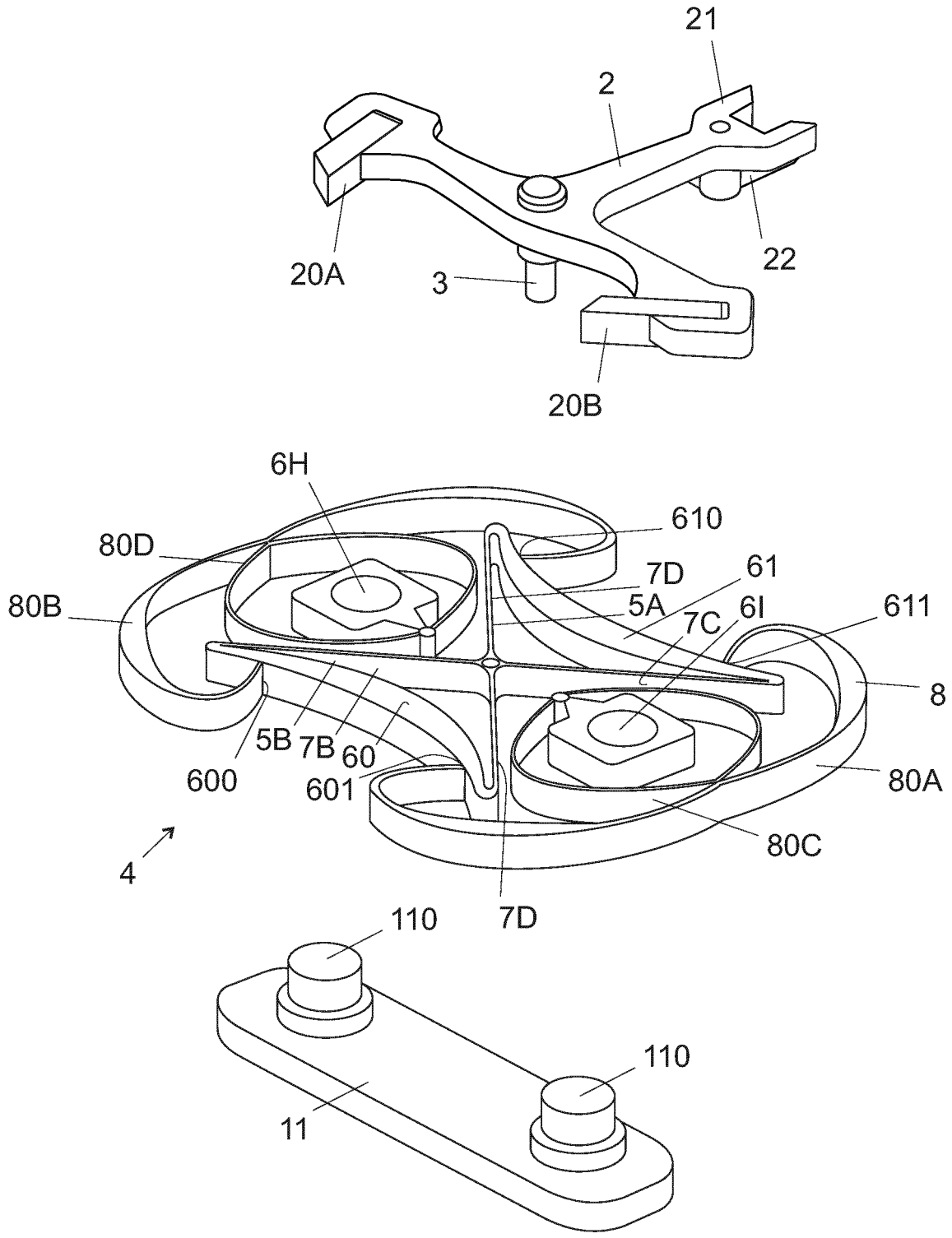

21
2
20A
3
22
20B
6H
610
80D
7D
61
80B
5A
6I
611
7C
8
5B
7B
60
600
601
80A
80C
4
7D
110
110
11

FIG. 7

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 2037335 A2 **[0007]**
- EP 2273323 A2 **[0008]**
- WO 2012010408 A **[0009]**
- US 3678683 A **[0010]**
- DE 2714020 **[0011]**
- EP 2455821 A **[0012]**
- WO 20111201801 A **[0013]**