

(19)



(11)

EP 3 324 247 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
27.11.2019 Bulletin 2019/48

(51) Int Cl.:
G04B 17/04 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **17196269.9**

(22) Date de dépôt: **13.10.2017**

(54) PROTECTION DES LAMES D'UN RÉSONATEUR DE MONTRE MÉCANIQUE

SCHUTZ DER PLATTEN EINES RESONATORS EINER MECHANISCHEN ARMBANDUHR

PROTECTION OF BLADES OF A MECHANICAL WATCH RESONATOR

(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

- **HELFER, Jean-Luc**
2525 Le Landeron (CH)
- **LÉCHOT, Dominique**
2722 Les Reussilles (CH)
- **BORN, Jean-Jacques**
1110 Morges (CH)

(30) Priorité: **16.11.2016 EP 16199012**

(43) Date de publication de la demande:
23.05.2018 Bulletin 2018/21

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

(73) Titulaire: **The Swatch Group Research and Development Ltd**
2074 Marin (CH)

(56) Documents cités:
EP-A1- 3 035 126 EP-A1- 3 035 127
EP-A1- 3 054 356

(72) Inventeurs:
• **WINKLER, Pascal**
2072 St-Blaise (CH)

EP 3 324 247 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

Domaine de l'invention

[0001] L'invention concerne un résonateur à lame pour mouvement mécanique de montre, agencé pour être fixé sur une platine d'un mouvement ou pour constituer une platine, le résonateur comportant une structure fixe, agencée pour être fixée sur la platine ou pour constituer la platine, et par rapport à laquelle structure fixe au moins un élément inertiel est agencé pour vibrer ou/et osciller, et le résonateur comportant au moins une lame élastique s'étendant entre, à une première extrémité un premier ancrage agencé au niveau de la structure fixe et à une deuxième extrémité un deuxième ancrage agencé au niveau d'un au moins un élément inertiel, et la lame étant agencée pour vibrer essentiellement dans un plan principal.

[0002] L'invention concerne le domaine des résonateurs mécaniques d'horlogerie.

Arrière-plan de l'invention

[0003] La plupart des montres mécaniques actuelles utilisent un résonateur à balancier-spiral comme base de temps. Ce dispositif éprouvé depuis des siècles possède toutefois des pivots qui frottent dans leur palier. De nos jours, les techniques de micro-fabrication permettent d'envisager de remplacer le balancier-spiral par un résonateur à lames. Cela permet de supprimer les frottements des pivots. Un tel résonateur à lames est caractérisé par le fait que les lames remplissent, à la fois, la fonction de guidage et la fonction de force de rappel élastique. Le brevet US9207641 du CSEM présente un tel résonateur.

[0004] Malheureusement, en cas de choc sur la montre, les lames du résonateur à lames, qui sont fines et élancées, risquent de se rompre.

[0005] La demande EP3035127A1 du même déposant décrit un oscillateur d'horlogerie comportant un résonateur constitué par un diapason lequel comporte au moins deux parties mobiles oscillantes, fixées à un élément de liaison par des éléments flexibles dont la géométrie détermine un axe de pivotement virtuel de position déterminée par rapport à une plaque, et autour duquel oscille la partie mobile respective, dont le centre de masse est confondu en position de repos avec l'axe de pivotement virtuel respectif. Pour au moins une partie mobile, ces éléments flexibles sont constitués de lames élastiques croisées à distance l'une de l'autre dans deux plans parallèles, dont les projections des directions sur un desdits plans parallèles se croisent au niveau de l'axe de pivotement virtuel de la partie mobile.

[0006] La demande EP3054356A1 du même déposant décrit un résonateur d'horlogerie comportant au moins une masse oscillant par rapport à un élément de liaison fixé à une structure d'un mouvement. Cette masse est suspendue à l'élément de liaison par des lames croisées

élastiques qui s'étendent à distance l'une de l'autre dans deux plans parallèles, et dont les projections sur un des plans se croisent au niveau d'un axe de pivotement virtuel de la masse, et définissent un premier angle qui est l'angle au sommet face auquel s'étend la partie de l'élément de liaison située entre les attaches des lames croisées sur l'élément de liaison. Cet angle au sommet est compris entre 68° et 76° pour un isochronisme optimal.

10 Résumé de l'invention

[0007] La présente invention a pour objectif de proposer un dispositif de protection des lames en cas de choc. On dénommera ci-après « antichoc » un tel dispositif.

15 **[0008]** A cet effet, l'invention concerne un résonateur selon la revendication 1.

[0009] L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie comportant au moins un tel résonateur.

20 **[0010]** L'invention concerne encore une montre comportant au moins un tel mouvement.

Description sommaire des dessins

25 **[0011]** D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre, en référence aux dessins annexés, où :

- 30 - la figure 1 est un schéma-blocs représentant une montre qui comporte un mouvement d'horlogerie, qui comporte une platine avec un résonateur, lequel comporte lui-même une structure et un élément inertiel fixé à cette structure par au moins une lame flexible élastique protégée par un dispositif antichoc;
- 35 - la figure 2 est un schéma-blocs représentant ce dispositif antichoc, qui comporte une base pour sa fixation sur la structure ou sur l'élément inertiel ou sur la platine, laquelle base porte, au travers d'un élément élastique de suspension une navette à laquelle est fixée une première extrémité d'une lame, et un élément flexible précontraint constitué par un ressort précontraint en forme d'agrafe comportant deux têtes d'agrafe coopérant de façon complémentaire, l'une avec un logement de navette, l'autre avec un logement de structure, et des moyens d'arrêt et des moyens de butée,
- 40 - la figure 3 représente, de façon schématisée, un symbole créé pour l'invention et utilisé sur les autres figures pour leur simplification, représentant ce dispositif antichoc avec son élément flexible précontraint, et la lame qu'il porte ;
- 45 - la figure 4 représente, de façon schématisée et en plan, un résonateur mécanique avec deux lames croisées disposées dans des plans parallèles et distants, chaque lame étant reliée à la structure par un dispositif antichoc ;
- 50 - la figure 5 représente, de façon analogue à la figure 4, une variante de ce résonateur mécanique, où cha-

- que lame est reliée, à une de ses extrémités à la structure par un dispositif antichoc, et à l'autre extrémité à l'élément inertiel par un dispositif antichoc ;
- la figure 6 représente, de façon analogue à la figure 5, une autre variante de ce résonateur mécanique, où chaque lame est reliée, à une extrémité à l'élément inertiel par un dispositif antichoc, et où la structure du résonateur est fixée à la platine par deux dispositifs antichoc, selon deux directions perpendiculaires ;
 - la figure 7 est un diagramme d'effort en fonction de la course, montrant la protection d'une lame contre la rupture en compression grâce à une partie élastique précontrainte de l'antichoc ;
 - la figure 8 est un diagramme d'effort en fonction de la course, montrant la protection d'une lame contre la rupture en traction grâce à une partie élastique précontrainte de l'antichoc ;
 - la figure 9 est un schéma de principe montrant une navette porteuse de lame, mobile par rapport à la platine et soumise à l'action une partie élastique précontrainte de l'antichoc ;
 - la figure 10 représente, de façon schématisée et en plan, le détail d'un antichoc, en position de fonctionnement, avec une navette porteuse de lame suspendue par des éléments élastiques parallèles à une base, la navette étant plaquée sur la base par une partie élastique précontrainte, pour la protection de la lame en compression, constituée par une agrafe en forme de U à deux têtes, l'une logée en appui sur la base, l'autre sur la navette ; la figure 11 représente le même dispositif avant assemblage, avec la navette suspendue à l'état libre, et l'agrafe dans sa position libre déployée ;
 - la figure 12 représente, de façon analogue à la figure 11, le détail d'un antichoc, avant assemblage, la partie élastique précontrainte étant cette fois conçue pour la protection de la lame en traction ; la figure 13 montre cet antichoc en position de fonctionnement, avec l'agrafe enserrant à la fois la base et la navette ;
 - la figure 14 représente, de façon schématisée et en vue de côté, un détail d'un antichoc comportant une cage dont une paroi intérieure forme arrêt pour une coquille enserrant l'extrémité d'une lame, cette coquille, tirée par un ressort, étant elle-même agencée pour constituer un arrêt d'une extrémité conique ou à faces obliques de la lame ; la figure 15 est une vue similaire, où un ressort contenu dans la cage repousse l'extrémité d'une lame, qui est arrêtée par une paroi intérieure de la cage ;
 - la figure 16 est une vue similaire à la figure 4, où les lames flexibles croisées du résonateur portent chacune un dispositif antichoc à leur extrémité de jonction avec l'élément inertiel, lequel est encadré extérieurement par des butées supplémentaires ;
 - la figure 17 représente, de façon schématisée et en plan, à l'état libre avant armement, un détail d'un résonateur, avec une lame représentée en oblique et protégée par deux antichocs, l'un comportant une partie élastique précontrainte pour la protection de la lame en compression, et l'autre comportant une partie élastique précontrainte pour la protection de la lame en traction, chacune de ces parties élastiques étant en deux parties et comportant des crochets prévus pour solidariser ces deux parties et pour l'armement de sa précontrainte ;
 - la figure 18 représente un dispositif similaire à celui de la figure 17, et dont les antichocs sont similaires à ceux des figures 10-11 et 12-13 ;
 - la figure 19 est un diagramme d'effort en fonction de la course, montrant la protection d'une lame contre la rupture à la fois en compression et en traction, à chaque fois grâce à une partie élastique précontrainte d'un antichoc ad hoc, tel que représenté sur la figure 17 ou 18 ;
 - la figure 20 représente, de façon schématisée et en plan, à l'état libre avant armement, un détail d'un résonateur, de type circulaire, avec une lame en partie médiane, et, attachées aux extrémités de cette lame, deux parties élastiques précontraintes en forme d'agrafe, similaires à celles des figures 10 à 13, représentées en superposition à l'état libre avant leur mise en précontrainte dans leurs logements respectifs ;
 - la figure 21 représente, de façon schématisée et en plan, un détail d'un résonateur, où le dispositif antichoc et les lames de guidage sont réalisés par la combinaison de deux pivots en vé montés tête-bêche et d'une butée ;
 - les figures 22 et 23 représentent, de façon schématisée, respectivement en vue en plan et de côté, un détail d'un autre résonateur, qui comporte deux lames croisées dans des plans parallèles et distants, chacune protégée par un dispositif antichoc, et où chaque niveau comprend, d'une seule pièce, une lame, un élément élastique de précontrainte, des appuis de positionnement des lames ;
 - les figures 24 à 26 représentent, de façon schématisée et en coupe selon un plan passant par l'axe de pivotement de l'élément inertiel, des moyens de protection antichocs selon la composante axiale parallèle à cet axe de pivotement ;
 - la figure 24 illustre une variante où la course axiale de l'élément inertiel est limitée par des disques de limitation formant des butées axiales au-dessus et en-dessous du résonateur, et un agencement théorique convenant seulement à certains types de lames, avec des butées mécaniques au voisinage des lames, au-dessus et en-dessous du résonateur, formant des moyens de protection axiale des lames ;
 - la figure 25 illustre le cas où chaque lame comporte un œil ou un dégagement au niveau de l'axe de pivotement, permettant le passage d'un arbre, fixé à la platine, et comportant des disques de limitation similaires aux butées mécaniques de la figure 24 ;

l'arbre participe alors aussi à la fonction de limitation de course dans le plan principal ;

- la figure 26, caractéristique de l'invention, est une vue partielle d'une variante de la figure 25, où l'arbre n'est pas fixé rigidement à la platine, mais est suspendu à un antichoc axial à précontrainte comportant des couples de résistance à la compression, et des agrafes, similaires à celles des figures 10 à 13, de résistance à la traction.

Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0012] L'invention se propose de mettre au point une pièce d'horlogerie, en particulier une montre mécanique 300, comportant au moins un résonateur 100 à lames, comportant des lames flexibles élastiques 10 efficacement protégés contre les chocs.

[0013] Plus particulièrement et tel qu'illustré par les figures, mais non limitativement, ce résonateur 100 à lames est un résonateur rotatif.

[0014] Les lames 10 remplissent la fonction de guidage pour l'élément inertiel du résonateur, et elles sont protégées de la rupture en cas de choc par au moins un dispositif antichoc plan 20.

[0015] Les chocs peuvent exercer des efforts dans toute direction de l'espace, et, le résonateur à lames comporte des moyens protégeant les lames des efforts qui leur sont imprimés dans le plan dans lequel elles se déforment en marche normale, qu'on appelle ci-après le plan principal PP.

[0016] Selon l'invention, le résonateur 100 à lames comporte de surcroît des moyens protégeant les lames des efforts qui leur sont imprimés selon une direction dite axiale Z, perpendiculaire à ce plan principal PP. Avantageusement, le résonateur 100 comporte à la fois des moyens de protection dans ce plan PP, et selon la direction axiale. Ainsi les lames peuvent être protégées en traction, en compression, et en cisaillement.

[0017] De façon particulière et avantageuse, les lames 10 remplissent à la fois la fonction de guidage et la fonction d'effort de rappel, c'est-à-dire force de rappel ou/et couple de rappel, selon la configuration du résonateur 100, pour l'élément inertiel 120 du résonateur, ou les éléments inertiels quand le résonateur en comporte plusieurs.

[0018] Plus particulièrement, l'invention concerne un résonateur 100 à lame pour mouvement mécanique 200 de montre 300.

[0019] Ce résonateur 100 est agencé pour être fixé sur une platine 210 d'un tel mouvement 200, ou pour constituer une telle platine 210.

[0020] Ce résonateur 100 comporte une structure 110, notamment mais non limitativement une structure fixe, qui est agencée pour être fixée sur la platine 210, ou pour constituer la platine 210.

[0021] Au moins un élément inertiel 120 est agencé pour vibrer ou/et osciller par rapport à cette structure 110.

[0022] Le résonateur 100 comporte au moins une lame

10 élastique, qui s'étend entre, à une première extrémité 11 un premier ancrage 1 agencé au niveau de la structure 110, et à une deuxième extrémité 12 un deuxième ancrage 2 agencé au niveau d'un au moins un élément inertiel 120. Naturellement, la liaison entre la structure 110 et un élément inertiel 120 peut aussi être assurée par une pluralité de lames, ou encore par une pluralité de lames entre lesquelles sont agencées des masses intermédiaires, comme par exemple dans des pivots flexibles à quatre lames en vé tête-bêche, ou autres. Dans un pareil cas, la notion de « lame » recouvre alors l'équipage interposé entre la structure 110 et l'élément inertiel 120 concerné, et dont au moins un élément est une telle lames flexible.

[0023] Une telle lame élastique 10 est agencée pour vibrer essentiellement dans un plan principal PP.

[0024] Cette au moins une lame 10 constitue un guidage de l'élément inertiel 120, avec lequel elle coopère, dans le plan principal PP.

[0025] Plus particulièrement, le résonateur 1000 comporte une pluralité de telles lames 10.

[0026] Pour la protection antichoc des lames 10 qu'il comporte, le résonateur 100 comporte au moins, au niveau du premier ancrage 1 ou/et au niveau du deuxième ancrage 2, au moins un dispositif antichoc plan 20, lequel est agencé pour protéger chaque au moins une lame 10 de la rupture en cas de choc. A cet effet, ce dispositif antichoc plan 20 comporte au moins un premier élément flexible précontraint 30, avec un effort de précontrainte dans le plan principal PP qui est ajusté à une valeur d'effort de sécurité prédéterminée. Plus particulièrement, le dispositif antichoc plan 20 comporte au moins une partie élastique précontrainte. De façon avantageuse, il est complété par au moins une butée, susceptible de limiter la course de la lame ou de l'élément inertiel.

[0027] Le dispositif antichoc plan 20 comporte avantageusement au moins un premier élément flexible précontraint 30, qui est agencé pour autoriser une variation de longueur lors d'une dilatation ou d'une contraction d'au moins une lame 10 dans une plage de longueurs L_{min} - L_{max} correspondant au fonctionnement normal de cette lame 10 sous l'action d'un effort d'intensité inférieure à un seuil S, et pour interdire une dilatation ou contraction de la au moins une lame 10 en-dehors de la première plage de longueurs L_{min} - L_{max} quand la lame 10 est soumise à un effort de traction ou respectivement de compression d'intensité supérieure au seuil S.

[0028] Dans une réalisation particulière, tel que visible sur la figure 4 ou 5, la partie élastique précontrainte est placée entre le support du résonateur et l'élément inertiel du résonateur, et des butées sont solidaires du support et agissent sur l'élément inertiel du résonateur.

[0029] Dans une autre réalisation particulière, tel que visible sur la figure 6, la partie élastique précontrainte est placée entre le support du résonateur et la platine, et des butées sont solidaires de la platine et agissent sur l'élément inertiel du résonateur.

[0030] De façon avantageuse, au moins l'une des par-

ties élastiques précontraintes est agencée pour protéger au moins l'une des lames de la rupture en compression.

[0031] De façon avantageuse, au moins l'une des parties élastiques précontraintes est agencée pour protéger au moins l'une des lames de la rupture en traction.

[0032] Plus particulièrement, et tel que visible sur les figures 17, 18, et 20, au moins une lame 10, et plus particulièrement encore chaque lame 10, est protégée à la fois par un premier dispositif antichoc plan 20T agencé pour la protéger en traction, et par un deuxième dispositif antichoc plan 20C agencé pour la protéger en compression.

[0033] Dans une réalisation particulière, outre sa fonction de guidage, au moins une lame 10, et plus particulièrement chaque lame 10, est agencée pour exercer un effort de rappel d'un élément inertiel 120 vers une position neutre de celui-ci.

[0034] Dans une réalisation particulière, tel que visible sur la figure 5, le dispositif antichoc plan 20 comporte au moins un premier élément flexible précontraint 30 au niveau du premier ancrage 1 et au moins un premier élément flexible précontraint 30 au niveau du deuxième ancrage 2.

[0035] Dans une réalisation particulière, le dispositif antichoc plan 20 comporte au moins un arrêt 50, qui est agencé pour limiter la course de la première extrémité 11 ou de la deuxième extrémité 12 de la lame 10 concernée, ou/et comporte au moins une butée 60 agencée pour limiter la course du au moins un élément inertiel 120.

[0036] Dans une réalisation particulière, tel que visible sur la figure 14 ou 15, au moins un premier élément flexible précontraint 30 est enfermé dans une cage 40 comportant ou constituant un arrêt 50.

[0037] Dans une réalisation particulière, tel que visible sur la figure 4, 5, ou 16, le au moins un premier élément flexible précontraint 30 est placé entre la structure 110 et un élément inertiel 120, et le dispositif antichoc plan 20 comporte au moins une butée 60 solidaire de la structure 110 et agencé pour limiter la course d'au moins un élément inertiel 120.

[0038] Dans une autre réalisation particulière, tel que visible sur la figure 6, la structure 110 est distincte de la platine 210, et le premier élément flexible précontraint 30 est placé entre la structure 110 et la platine 210, et le dispositif antichoc plan 20 comporte au moins une butée 60 solidaire de la platine 210 et agencée pour limiter la course du au moins un élément inertiel 120.

[0039] Des réalisations particulières de premiers éléments flexibles précontraints 30 sont visibles sur les figures 10 à 13 : la partie élastique précontrainte comporte une base, une navette d'attache de la lame et un ressort précontraint. Ce dispositif antichoc plan 20 particulier comporte une base 70, qui est agencée pour être fixée sur la structure 110, ou sur un élément inertiel 120, ou sur la platine 210. Cette base 70 porte, au travers d'au moins un élément élastique de suspension 80, une navette 90 à laquelle est fixée la première extrémité 11 ou la deuxième extrémité 12 d'une lame 10, et comporte au

moins un premier élément flexible précontraint 30 constitué par un ressort précontraint en forme d'agrafe 31 comportant deux têtes d'agrafe 32. Celles-ci sont agencées pour coopérer de façon complémentaire, l'une avec un logement de navette 92, et l'autre avec un logement de structure 112 que comporte la structure 110 ou un élément inertiel 120 ou la platine 210, dans un état contraint, en traction ou en compression, de l'agrafe 31.

[0040] Dans une première variante, au moins l'une des parties élastiques précontraintes est agencée pour protéger au moins l'une des lames de la rupture en compression.

[0041] Dans une deuxième variante, au moins l'une des parties élastiques précontraintes est agencée pour protéger au moins l'une des lames de la rupture en traction.

[0042] De façon avantageuse, le résonateur comporte des moyens pour protéger ses lames à la fois en compression et en traction, et au moins l'une des lames est protégée de la rupture en traction et en compression par une des parties élastiques précontraintes d'un dispositif antichoc, respectivement, une autre des parties élastiques précontraintes d'un dispositif antichoc, notamment mais non nécessairement d'un autre dispositif antichoc.

Plus particulièrement, les bases, les ressorts précontraints, les navettes d'attache et les lames sont d'une seule pièce.

[0043] Dans une réalisation particulière, tel que visible sur la figure 18, la base 70 et la navette 90 d'attache de la lame 10 sont d'une seule pièce.

[0044] Dans une réalisation particulière, tel que visible sur la figure 17, la base 70, la navette 90 d'attache de la lame 10, et l'agrafe 31 sont d'une seule pièce.

[0045] Plus particulièrement, cette seule pièce est en silicium, ou en silicium et dioxyde de silicium.

[0046] Plus particulièrement, au moins certaines lames 10, ou plus particulièrement toutes les lames, sont en silicium compensé thermiquement par une couche superficielle de dioxyde de silicium. Plus particulièrement, cette couche superficielle a une épaisseur comprise entre 2.5 et 3.0 micromètres.

[0047] Dans une autre variante, les lames sont en métal amorphe ou verre métallique.

[0048] Dans une réalisation particulière, le résonateur 100 comporte un composant monobloc 25 qui regroupe toutes les bases 70, toutes les navettes 90, et toutes les agrafes 31 que comportent les dispositifs antichoc plans 20 que comporte ce résonateur 100.

[0049] Dans une réalisation particulière, ce composant monobloc 25 est en silicium.

[0050] De façon avantageuse, quand le résonateur 100 comporte des butées 60, au moins une de celles-ci est placée au centre de rotation de l'élément inertiel 120 pour que, en cas de choc, le couple perturbateur soit minimal.

[0051] Dans une variante particulière de résonateur, tel que visible sur la figure 21, le résonateur 100 comporte un dispositif antichoc plan 20 et des lames 10, qui sont

agencés de façon à constituer deux pivots en vé tête-bêche, et en combinaison avec une butée fixe 60 que comporte la structure 110 ou un élément inertiel 120 ou la platine 210, placée au centre de rotation de l'élément inertiel 120. Dans ce cas, il n'y a pas besoin de précontrainte pour créer un effet de seuil. L'effet de seuil est créé par le fait que, quelle que soit la direction du choc, l'une des lames du pivot peut flamber pour limiter la traction dans la lame située vis-à-vis.

[0052] Dans une variante particulière de résonateur dit à lames croisées, et tel que visible sur les figures 4, 5, 6, 16, 22, 23, le résonateur comporte une pluralité de lames 10, qui forment les unes avec les autres un pivot à lames croisées.

[0053] Dans la variante particulière des figures 22 et 23, ce pivot à lames croisées est constitué de deux niveaux 150, correspondant à des plaques découpées, et chaque niveau 150 comprend, d'une seule pièce, une lame 10, un élément élastique de précontrainte avec un premier élément flexible précontraint 30, et des appuis 160 de positionnement des lames.

[0054] Plus particulièrement et de façon complémentaire à cette protection plane, le résonateur 100 comporte encore, avantageusement, pour la protection antichoc tridimensionnelle des lames 10 qu'il comporte, selon une direction axiale Z perpendiculaire au plan principal PP, des moyens de protection axiale 400.

[0055] Ces moyens de protection axiale 400 comportent, ou bien des butées axiales 401, 401A, 401B, ou bien au moins un dispositif antichoc axial 402.

[0056] Plus particulièrement, les butées axiales 401, 401A, 401B, sont des butées de limitation de course axiale d'au moins un élément inertiel 120, ou/et d'au moins une lame 10.

[0057] De préférence, ces butées axiales 401, 401A, 401B, sont des butées de limitation de course axiale qui sont agencées pour coopérer en appui de butée avec une surface d'un élément inertiel 120, ou d'un élément rapporté sur un élément inertiel, tel qu'un disque ou similaire, notamment un disque transparent permettant de visualiser l'état des lames 10.

[0058] En effet, la coopération directe de butées axiales avec des lames 10 est théoriquement possible, mais dans la pratique est difficile à mettre en application quand les lames 10 sont en silicium ou dans un matériau similaire, et, quoique protégées du choc, peuvent être endommagées par d'autres contraintes de contact, ce qui explique la préférence pour des butées axiales agencées pour coopérer avec l'élément inertiel. Une telle disposition est toutefois utilisable en cas d'utilisation de lames-ressort classiques en acier, ou similaire.

[0059] La figure 24 illustre une variante où la course axiale de l'élément inertiel 120 est limitée par des disques de limitation 61A et 61B formant des butées axiales au-dessus et en-dessous du résonateur, et un agencement théorique convenant seulement à certains types de lames, avec des butées mécaniques 401A et 401B au voisinage des lames 10, au-dessus et en-dessous du réso-

nateur, formant des moyens de protection axiale des lames.

[0060] La figure 25 illustre une variante mieux adaptée à des lames 10 en silicium ou en matériau micro-usinable, verre métallique, ou similaire, où chaque lame 10A, 10B, comporte un œil ou un dégagement au niveau de l'axe de pivotement, permettant le passage d'un arbre, fixé à la platine 210, et qui comportant des disques de limitation statiques 401 et 401B, qui sont agencés pour coopérer en appui de butée avec des disques de limitation mobiles 161A et 161B solidaires de l'élément inertiel 120, tandis que les lames 10A et 10B sont agencées pour rester à distance des disques de limitation statiques 401 et 401B quand ces derniers sont en contact avec ces disques de limitation mobiles 161A et 161B. L'arbre participe alors aussi à la fonction de limitation de course dans le plan principal.

[0061] Plus particulièrement, le dispositif antichoc axial 402 comporte un deuxième élément flexible précontraint axialement 403.

[0062] La figure 26, caractéristique de l'invention, est une variante de la figure 25, où l'arbre qui porte les disques de limitation statiques 401 et 401B n'est pas fixé rigidement à la platine 210, mais est suspendu à un antichoc axial 402 à précontrainte comportant des couples de résistance à la compression, et des agrafes, similaires à celles des figures 10 à 13, de résistance à la traction. Le ressort précontraint en forme d'agrafe comporte des têtes d'agrafe 432, agencées pour coopérer de façon complémentaire, l'une avec un logement de navette d'arbre 490, et l'autre avec un logement de structure fixe 470 que comporte la platine 120, des ressorts 405 étant interposés entre une face inférieure de l'arbre, et une face supérieure d'un champignon que comporte la platine 210, ces ressorts 405 exerçant un effort de répulsion tendant à s'opposer à l'effort de rappel des agrafes 403. Comme sur la figure 25, l'arbre comporte des disques de limitation statiques 401 et 401B, agencés pour coopérer en appui de butée avec des disques de limitation mobiles 161A et 161B agencés pour être fixés à l'élément inertiel 120, tandis que les lames 10A et 10B sont agencées pour rester à distance des disques de limitation statiques 401 et 401B quand ces derniers sont en contact avec ces disques de limitation mobiles 161A et 161B.

[0063] Dans une variante avantageuse, le résonateur 100 comporte à la fois, selon la direction axiale Z, de tels moyens de protection axiale 400 qui comportent, d'une part des butées axiales 401, 401A, 401B, de limitation de course axiale d'au moins un élément inertiel 120, ou/et d'au moins une lame 10, et d'autre part au moins un tel dispositif antichoc axial 402 comportant un deuxième élément flexible précontraint axialement 403. Plus particulièrement, le résonateur 100 comporte à la fois, selon la direction axiale Z, des moyens de protection axiale 400 qui comportent, d'une part des butées axiales 401, 401A, 401B, de limitation de course axiale d'au moins un élément inertiel 120, et d'autre part au moins un tel dispositif antichoc axial 402 comportant un deuxième élément

flexible précontraint axialement 403.

[0064] L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie 200 comportant au moins un tel résonateur 100.

[0065] Dans une réalisation particulière, ce mouvement 200 comporte deux résonateurs 100 rotatifs, qui sont montés en diapason pour annuler les réactions au niveau de la platine 210.

[0066] Dans une autre réalisation particulière, le mouvement 200 comporte trois résonateurs 100 rotatifs montés à 120° et déphasés d'un tiers de leur période.

[0067] L'invention concerne encore une montre 300 comportant au moins un tel mouvement 200.

[0068] L'invention apporte de nombreux avantages, et en particulier une excellente protection contre les chocs.

[0069] Lors de l'utilisation d'un premier élément flexible précontraint coopérant avec une navette, la mobilité de cette navette permet d'éviter la rupture des lames (par compliance).

[0070] La précontrainte est nécessaire pour que la rigidité des lames en mode « sans choc » ne soit pas affectée.

[0071] La réalisation d'une seule pièce en silicium usiné par DRIE, ou similaire, évite des assemblages fastidieux.

Revendications

1. Résonateur (100) à lame pour mouvement mécanique (200) de montre (300), agencé pour être fixé sur une platine (210) d'un dit mouvement (200) ledit résonateur (100) comportant une structure (110), agencée pour être fixée sur ladite platine (210) ou pour constituer ladite platine (210), et par rapport à laquelle structure (110) au moins un élément inertiel (120) est agencé pour vibrer ou/et osciller, et ledit résonateur (100) comportant au moins une lame (10) élastique s'étendant entre, à une première extrémité (11) un premier ancrage (1) agencé au niveau de ladite structure (110) et à une deuxième extrémité (12) un deuxième ancrage (2) agencé au niveau d'un dit au moins un élément inertiel (120), et ladite lame (10) étant agencée pour vibrer essentiellement dans un plan principal (PP), où ladite au moins une lame (10) constitue un guidage dudit élément inertiel (120) dans ledit plan principal (PP), et où, pour la protection antichoc des dites lames (10) qu'il comporte, ledit résonateur (100) comporte au moins, au niveau dudit premier ancrage (1) ou/et au niveau dudit deuxième ancrage (2), au moins un dispositif antichoc plan (20) agencé pour protéger chaque dite au moins une lame (10) de la rupture en cas de choc, ledit dispositif antichoc plan (20) comportant au moins un premier élément flexible précontraint (30) avec un effort de précontrainte dans ledit plan principal (PP) ajusté à une valeur d'effort de sécurité prédéterminée, **caractérisé en ce que**, pour la protection antichoc tri-

dimensionnelle des dites lames (10) qu'il comporte, ledit résonateur (100) comporte, selon une direction axiale (Z) perpendiculaire audit plan principal (PP), des moyens de protection axiale (400) qui comportent, d'une part des butées axiales (401 ; 401A ; 401B) de limitation de course axiale dudit au moins un élément inertiel (120), et d'autre part un dispositif antichoc axial (402) comportant un deuxième élément flexible précontraint axialement (403).

2. Résonateur (100) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit dispositif antichoc plan (20) comporte au moins un premier élément flexible précontraint (30) agencé pour autoriser une variation de longueur lors d'une dilatation ou d'une contraction de ladite au moins une lame (10) dans une plage de longueurs (Lmin ; Lmax) correspondant au fonctionnement normal de ladite au moins une lame (10) sous l'action d'un effort d'intensité inférieure à un seuil (S), et pour interdire une dilatation ou contraction de ladite au moins une lame (10) en-dehors de ladite première plage de longueurs (Lmin ; Lmax) quand ladite lame (10) est soumise à un effort de traction ou respectivement de compression d'intensité supérieure audit seuil (S).

3. Résonateur (100) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** chaque dite lame (10) est protégée à la fois par un premier dit dispositif antichoc plan (20) agencé pour la protéger en traction, et par un deuxième dit dispositif antichoc plan (20) agencé pour la protéger en compression.

4. Résonateur (100) selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** chaque dite lame (10) est agencée pour exercer un effort de rappel dudit au moins un élément inertiel (120) vers une position neutre de celui-ci.

5. Résonateur (100) selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** ledit résonateur (100) à lame est un résonateur rotatif.

6. Résonateur (100) selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** ledit dispositif antichoc plan (20) comporte au moins un premier élément flexible précontraint (30) au niveau dudit premier ancrage (1), et un autre premier élément flexible précontraint (30) au niveau dudit deuxième ancrage (2).

7. Résonateur (100) selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** ledit dispositif antichoc plan (20) comporte au moins un arrêt (50) agencé pour limiter la course de ladite première extrémité (11) ou de ladite deuxième extrémité (12), ou/et au moins une butée (60) agencée pour limiter la course dudit au moins un élément inertiel (120).

8. Résonateur (100) selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'**au moins un dit premier élément flexible précontraint (30) est enfermé dans une cage (40) comportant ou constituant un dit arrêt (50).
9. Résonateur (100) selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** ledit au moins un premier élément flexible précontraint (30) est placé entre ladite structure (110) et un dit au moins un élément inertiel (120), et **en ce que** ledit dispositif antichoc plan (20) comporte au moins une butée (60) solidaire de ladite structure (110) et agencé pour limiter la course dudit au moins un élément inertiel (120).
10. Résonateur (100) selon la revendication 4 ou 6, **caractérisé en ce que** ladite structure (110) est distincte de ladite platine (210), et **en ce que** ledit au moins un premier élément flexible précontraint (30) est placé entre ladite structure (110) et ladite platine (210), et **en ce que** ledit dispositif antichoc plan (20) comporte au moins une butée (60) solidaire de ladite platine (210) et agencée pour limiter la course dudit au moins un élément inertiel (120).
11. Résonateur (100) selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** ledit au moins un dispositif antichoc plan (20) comporte une base (70), qui est agencée pour être fixée sur ladite structure (110) ou sur un dit au moins un élément inertiel (120) ou sur ladite platine (210), ladite base (70) portant, au travers d'au moins un élément élastique de suspension (80), une navette (90) à laquelle est fixée ladite première extrémité (11) ou ladite deuxième extrémité (12) de ladite au moins une lame (10), et comporte au moins un dit premier élément flexible précontraint (30) constitué par un ressort précontraint en forme d'agrafe (31) comportant deux têtes d'agrafe (32) agencées pour coopérer de façon complémentaire, l'une avec un logement de navette (92), et l'autre avec un logement de structure (112) que comporte ladite structure (110) ou le dit au moins un élément inertiel (120) ou ladite platine (210), dans un état contraint, en traction ou en compression, de ladite agrafe (31).
12. Résonateur (100) selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** ladite base (70) et ladite navette (90) d'attache de ladite lame (10) sont d'une seule pièce.
13. Résonateur (100) selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** ladite base (70), ladite navette (90) d'attache de ladite lame (10), et ladite agrafe (31) sont d'une seule pièce.
14. Résonateur (100) selon l'une des revendications 11 à 13, **caractérisé en ce que** ledit résonateur (100) comporte un composant monobloc (25) qui regroupe toutes les dites bases (70), toutes les dites navettes (90), et toutes les dites agrafes (31) que comportent les dispositifs antichoc plan (20) que comporte ledit résonateur (100).
15. Résonateur (100) selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** ledit composant monobloc (25) est en silicium.
16. Résonateur (100) selon l'une des revendications 1 à 15, **caractérisé en ce que** chaque lame (10) que comporte ledit résonateur (100) est en silicium compensé thermiquement.
17. Résonateur (100) selon l'une des revendications 1 à 15, **caractérisé en ce que** chaque lame (10) que comporte ledit résonateur (100) est en métal amorphe.
18. Résonateur (100) selon la revendication 9 ou 10, **caractérisé en ce que** au moins une dite butée (60) est placée au centre de rotation dudit élément inertiel (120) de façon à minimiser le couple perturbateur en cas de choc.
19. Résonateur (100) selon l'une des revendications 1 à 18, **caractérisé en ce que** ledit résonateur (100) comporte un dit dispositif antichoc plan (20) et des dites lames (10) agencés de façon à constituer deux pivots en vé tête-bêche, et en combinaison avec une butée fixe (60) que comporte ladite structure (110) ou le dit au moins un élément inertiel (120) ou ladite platine (210), placée au centre de rotation dudit élément inertiel (120).
20. Résonateur (100) selon l'une des revendications 1 à 19, **caractérisé en ce que** ledit résonateur comporte une pluralité de dites lames (10) formant les unes avec les autres un pivot à lames croisées.
21. Résonateur (100) selon la revendication 20, **caractérisé en ce que** ledit pivot à lames croisées comporte au moins deux niveaux (150), chacun comportant, d'une seule pièce, une dite lame (10), un premier élément flexible précontraint (30), et des appuis de positionnement des lames (160).
22. Mouvement d'horlogerie (200) comportant au moins un résonateur (100) selon l'une des revendications 1 à 21.
23. Mouvement d'horlogerie (200) selon la revendication 22, **caractérisé en ce que** ledit mouvement (200) comporte deux dits résonateurs (100) rotatifs montés en diapason pour annuler les réactions au niveau de ladite platine (210).
24. Mouvement d'horlogerie (200) selon la revendica-

tion 22, **caractérisé en ce que** ledit mouvement (200) comporte trois dits résonateurs (100) rotatifs montés à 120° et déphasés d'un tiers de leur période.

25. Montre (300) comportant au moins un mouvement (200) selon l'une des revendications 22 à 24.

Patentansprüche

1. Plattenresonator (100) für ein mechanisches Werk (200) einer tragbaren Uhr (300), der dazu vorgesehen ist, an einer Werkplatte (210) eines Werks (200) befestigt zu werden, wobei der Resonator (100) eine Struktur (110) aufweist, die dazu vorgesehen ist, an der Werkplatte (210) befestigt zu werden oder die Werkplatte (210) zu bilden, und in Bezug auf diese Struktur (110) mindestens ein Trägheitselement (120) zum Schwingen und/oder Oszillieren angeordnet ist, und der Resonator (100) mindestens eine elastische Zunge (10) umfasst, die sich zwischen einer ersten Verankerung (1) an einem ersten Ende (11), die in Bezug auf die Struktur (110) angeordnet ist, und einer zweiten Verankerung (2) an einem zweiten Ende (12), die in Bezug auf das mindestens eine Trägheitselement (120) angeordnet ist, erstreckt, wobei die Zunge (10) so angeordnet ist, dass sie im Wesentlichen in einer Hauptebene (PP) schwingt, wo die mindestens eine Zunge (10) eine Führung des Trägheitselements (120) in der Hauptebene (PP) bildet und wo der Resonator (100) für den Stoßschutz der Zungen (10), die er umfasst, mindestens in Bezug auf die erste Verankerung (1) und/oder in Bezug auf die zweite Verankerung (2) mindestens eine ebene Stoßschutzeinrichtungsanordnung (20) aufweist, die dazu vorgesehen ist, jede der mindestens einen Zungen (10) vor einem Bruch im Fall eines Schlages zu schützen, wobei die ebene Stoßschutzeinrichtungsanordnung (20) mindestens ein erstes vorgespanntes flexibles Element (30) mit einer auf einen vorgegebenen Belastungssicherheitswert eingestellten Vorspannkraft in der Hauptebene (PP) umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Resonator (100) für den dreidimensionalen Stoßschutz der Zungen (10), die er umfasst, in einer zu der Hauptebene (PP) senkrechten axialen Richtung (Z) axiale Schutzmittel (400) umfasst, die einerseits axiale Anschläge (401; 401A; 401B) zum Begrenzen des axialen Hubs des mindestens einen Trägheitselements (120) und andererseits eine axiale Stoßschutzeinrichtung (402), die ein zweites axial vorgespanntes flexibles Element (403) aufweist, umfassen.
2. Resonator (100) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ebene Stoßschutzeinrichtungsanordnung (20) mindestens ein erstes vorgespanntes flexibles Element (30) umfasst, das so be-

schaffen ist, dass es eine Längenänderung bei einer Ausdehnung oder einer Kontraktion der mindestens einen Zunge (10) innerhalb eines Längenbereichs (L_{min} ; L_{max}) entsprechend dem Normalbetrieb der mindestens einen Zunge (10) unter der Wirkung einer Kraft mit einer Stärke unterhalb eines Schwellenwerts (S) zulässt und eine Ausdehnung oder Kontraktion der mindestens einen Zunge (10) außerhalb des ersten Längenbereichs (L_{min} ; L_{max}) verhindert, wenn die Zunge (10) einer Zugkraft bzw. einer Druckkraft mit einer Stärke oberhalb des Schwellenwerts (S) unterworfen wird.

3. Resonator (100) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Zunge (10) sowohl durch eine erste ebene Stoßschutzeinrichtungsanordnung (20), vorgesehen für den Zugschutz, als auch durch eine zweite ebene Stoßschutzeinrichtungsanordnung (20), vorgesehen für den Druckschutz, geschützt ist.
4. Resonator (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Zunge (10) dafür ausgelegt ist, eine Rückstellkraft des mindestens einen Trägheitselements (120) in seine Neutralstellung auszuüben.
5. Resonator (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Plattenresonator (100) ein Drehresonator ist.
6. Resonator (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ebene Stoßschutzeinrichtungsanordnung (20) mindestens ein erstes vorgespanntes flexibles Element (30) in Bezug auf die erste Verankerung (1) und ein weiteres erstes vorgespanntes flexibles Element (30) in Bezug auf die zweite Verankerung (2) umfasst.
7. Resonator (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ebene Stoßschutzeinrichtungsanordnung (20) mindestens eine Sperre (50) aufweist, die dafür ausgelegt ist, den Hub des ersten Endes (11) oder des zweiten Endes (12) zu begrenzen, und/oder mindestens einen Anschlag (60) aufweist, der dafür ausgelegt ist, den Hub des mindestens einen Trägheitselements (120) zu begrenzen.
8. Resonator (100) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein erstes vorgespanntes flexibles Element (30) in einen Käfig (40) eingeschlossen ist, der eine Sperre (50) aufweist oder bildet.
9. Resonator (100) nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine erste vorgespannte flexible Element (30) zwischen der

- Struktur (110) und mindestens einem Trägheitselement (120) angeordnet ist und dass die ebene Stoßschutzeinrichtungsanordnung (20) mindestens einen Anschlag (60) aufweist, der mit der Struktur (110) fest verbunden ist und so angeordnet ist, dass er den Hub des mindestens einen Trägheitselements (120) begrenzt.
10. Resonator (100) nach Anspruch 4 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Struktur (110) von der Werkplatte (210) verschieden ist, dass das mindestens eine erste vorgespannte flexible Element (30) zwischen der Struktur (110) und der Werkplatte (210) angeordnet ist und dass die ebene Stoßschutzeinrichtungsanordnung (20) mindestens einen Anschlag (60) aufweist, der mit der Werkplatte (210) fest verbunden ist und so angeordnet ist, dass er den Hub des mindestens einen Trägheitselements (120) begrenzt.
11. Resonator (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine ebene Stoßschutzeinrichtungsanordnung (20) eine Basis (70) umfasst, die dazu vorgesehen ist, an der Struktur (110) oder an mindestens einem Trägheitselement (120) oder an der Werkplatte (210) befestigt zu werden, wobei die Basis (70) über mindestens ein elastisches Aufhängungselement (80) ein Schützen (90) trägt, an dem das erste Ende (11) oder das zweite Ende (12) der mindestens einen Zunge (10) befestigt ist, und mindestens ein erstes vorgespanntes flexibles Element (30) umfasst, das durch eine vorgespannte Feder in Form einer Klammer (31) gebildet ist, die zwei Klammernköpfe (32) aufweist, die so angeordnet sind, dass sie auf komplementäre Weise mit einer Aufnahme des Schützens (92) bzw. mit einer Aufnahme der Struktur (112), die die Struktur (110) oder das mindestens eine Trägheitselement (120) oder die Werkplatte (210) aufweist, in einem entweder durch Zug oder durch Druck vorgespannten Zustand der Klammer (31) zusammenwirken.
12. Resonator (100) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Basis (70) und das Schützen (90) zur Befestigung der Zunge (10) einteilig ausgebildet sind.
13. Resonator (100) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Basis (70), das Schützen (90) zur Befestigung der Zunge (10) und die Klammer (31) einteilig ausgebildet sind.
14. Resonator (100) nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Resonator (100) eine einteilige Komponente (25) umfasst, die sämtliche Basen (70), sämtliche Schützens (90) und sämtliche Klammern (31), die die ebene Stoßschutzeinrichtungsanordnung (20) umfassen, welche der Resonator (100) enthält, gruppiert.
15. Resonator (100) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die einteilige Komponente (25) aus Silicium hergestellt ist.
16. Resonator (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Zunge (10), die der Resonator (100) umfasst, aus thermisch kompensiertem Silicium hergestellt ist.
17. Resonator (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Zunge (10), die der Resonator (100) umfasst, aus einem amorphen Metall hergestellt ist.
18. Resonator (100) nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Anschlag (60) im Drehzentrum des Trägheitselements (120) derart angeordnet ist, dass das Stördrehmoment im Fall eines Schlages minimiert wird.
19. Resonator (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Resonator (100) eine ebene Stoßschutzeinrichtungsanordnung (20) und Zungen (10) umfasst, die so angeordnet sind, dass sie zwei einander entgegengerichtete Vs mit Angelpunkt bilden, und mit einem festen Anschlag (60) kombiniert sind, den die Struktur (110) oder das mindestens eine Trägheitselement (120) oder die Werkplatte (210) aufweist und der im Drehzentrum des Trägheitselements (120) angeordnet ist.
20. Resonator (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Resonator mehrere Zungen (10) umfasst, die miteinander einen Angelpunkt mit gekreuzten Zungen bilden.
21. Resonator (100) nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Angelpunkt mit gekreuzten Zungen mindestens zwei Ebenen (150) aufweist, die jeweils einteilig eine Zunge (10), ein erstes vorgespanntes flexibles Element (30) und Zungenpositionierungsabstützungen (160) umfassen.
22. Uhrwerk (200), umfassend mindestens einen Resonator (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 21.
23. Uhrwerk (200) nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werk (200) zwei Drehresonatoren (100) umfasst, die als Stimmgabel montiert sind, um Gegenkräfte in Bezug auf die Werkplatte (210) aufzuheben.
24. Uhrwerk (200) nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werk (200) drei Drehresonato-

ren (100) umfasst, die unter 120° montiert sind und um ein Drittel ihrer Periode phasenverschoben sind.

25. Uhr (300), umfassend mindestens ein Werk (200) nach einem der Ansprüche 22 bis 24.

Claims

1. Strip resonator (100) for a mechanical movement (200) of a watch (300) arranged to be fixed to a plate (210) of a said movement (200), said resonator (100) including a structure (110), arranged to be fixed to said plate (210) or to form said plate (210), and with respect to which structure (110) at least one inertial element (120) is arranged to vibrate and/or to oscillate, and said resonator (100) including at least one elastic strip (10) extending between, at a first end (11), a first anchorage (1) arranged on said structure (110), and at a second end (12), a second anchorage (2) arranged on a said at least one inertial element (120), and said strip (10) being arranged to vibrate essentially in a main plane (PP), wherein said at least one strip (10) forms a bearing for said inertial element (120) in said main plane (PP), and wherein, for the anti-shock protection of said strips (10) comprised therein, said resonator (100) includes, on said first anchorage (1) and/or on said second anchorage (2), at least one flat anti-shock device (20), arranged to protect each said at least one strip (10) against rupture in the event of a shock, said flat, anti-shock device (20) including at least a first prestressed flexible element (30), pretensioned with a prestressing force in said main plane (PP), set at a predetermined safe stress value, **characterised in that**, for the three-dimensional anti-shock protection of said strips (10) comprised therein, said resonator (100) includes, in an axial direction (Z) perpendicular to said main plane (PP), axial protection means (400), which include, on the one hand, axial banking members (401; 401A; 401B) for limiting the axial travel of said at least one inertial element (120), and on the other hand, an axial anti-shock device (402) comprising a second axially prestressed flexible element (403).
2. Resonator (100) according to claim 1, **characterised in that** said flat, anti-shock device (20) includes at least a first prestressed flexible element (30) arranged to allow a variation in length during the expansion or contraction of said at least one strip (10) within a range of lengths (Lmin; Lmax) corresponding to normal operation of said at least one strip (10) under the action of a stress of intensity lower than a threshold (S), and to prevent the expansion or contraction of said at least one strip (10) outside said first range of lengths (Lmin; Lmax) when said strip (10) is subjected to a tensile or respectively compressive stress of intensity higher than said threshold

(S).

3. Resonator (100) according to claim 1 or 2, **characterised in that** each said strip (10) is protected both by a first said flat, anti-shock device (20) arranged for protection against tensile stress, and by a second said flat, anti-shock device (20) arranged for protection against compressive stress.
4. Resonator (100) according to one of claims 1 to 3, **characterised in that** each said strip (10) is arranged to exert a force returning said at least one inertial element (120) towards a neutral position thereof.
5. Resonator (100) according to one of claims 1 to 4, **characterised in that** said strip resonator (100) is a rotating resonator.
6. Resonator (100) according to one of claims 1 to 5, **characterised in that** said flat, anti-shock device (20) includes at least a first prestressed flexible element (30) at said first anchorage (1) and another first prestressed flexible element (30) at said second anchorage (2).
7. Resonator (100) according to one of claims 1 to 6, **characterised in that** said flat, anti-shock device (20) includes at least one stop (50), arranged to limit the travel of said first end (11) or of said second end (12), and/or at least one banking member (60) arranged to limit the travel of said at least one inertial element (120).
8. Resonator (100) according to claim 7, **characterised in that** at least one said first prestressed flexible element (30) is enclosed in a frame (40) including or forming a said stop (50).
9. Resonator (100) according to claim 7 or 8, **characterised in that** said at least one first prestressed flexible element (30) is placed between said structure (110) and a said at least one inertial element (120), and **in that** said flat, anti-shock device (20) includes at least one banking member (60) integral with said structure (110) and arranged to limit the travel of said at least one inertial element (120).
10. Resonator (100) according to claim 4 or 6, **characterised in that** said structure (110) is distinct from said plate (210), and **in that** said at least one first prestressed flexible element (30) is placed between said structure (110) and said plate (210), and **in that** said flat, anti-shock device (20) includes at least one banking member (60) integral with said plate (210) and arranged to limit the travel of said at least one inertial element (120).

11. Resonator (100) according to one of claims 1 to 10, **characterised in that** said at least one flat, anti-shock device (20) includes a base (70), which is arranged to be fixed to said structure (110) or to a said at least one inertial element (120) or to said plate (210), said base (70) carrying, by means of at least one elastic suspension element (80), a shuttle (90) to which is fixed said first end (11) or said second end (12) of said at least one strip (10), and includes at least one said first prestressed flexible element (30) formed by a prestressed spring clip (31) comprising two clip heads (32) arranged to cooperate in a complementary manner, one with a shuttle housing (92), and the other with a structure housing (112) comprised in said structure (110) or said at least one inertial element (120) or said plate (210), in a tensile or compressive stressed state of said clip (31). 5
12. Resonator (100) according to claim 11, **characterised in that** said base (70) and said shuttle (90) for attachment of said strip (10) are in one piece. 10
13. Resonator (100) according to claim 12, **characterised in that** said base (70), said shuttle (90) for attachment of said strip (10) and said clip (31) are in one piece. 15
14. Resonator (100) according to one of claims 11 to 13, **characterised in that** said resonator (100) comprises a one-piece component (25) which unites all said bases (70), all said shuttles (90) and all said clips (31) comprised in the flat, anti-shock devices (20) contained in said resonator (100). 20
15. Resonator (100) according to claim 14, **characterised in that** said one-piece component (25) is made of silicon. 25
16. Resonator (100) according to one of claims 1 to 15, **characterised in that** each strip (10) comprised in said resonator (100) is made of temperature compensated silicon. 30
17. Resonator (100) according to one of claims 1 to 15, **characterised in that** each strip (10) comprised in said resonator (100) is made of amorphous metal. 35
18. Resonator (100) according to claim 9 or 10, **characterised in that** at least one said banking member (60) is placed at the centre of rotation of said inertial element (120) in order to minimise disruptive torque in the event of a shock. 40
19. Resonator (100) according to one of claims 1 to 18, **characterised in that** said resonator (100) includes a said flat, anti-shock device (20) and said strips (10) arranged to form two V-shaped pivots mounted head-to-tail, and in combination with a fixed banking member (60) comprised in said structure (110) or said at least one inertial element (120) or said plate (210), placed at the centre of rotation of said inertial element (120). 45
20. Resonator (100) according to one of claims 1 to 19, **characterised in that** said resonator includes a plurality of said strips (10) together forming a crossed strip pivot. 50
21. Resonator (100) according to claim 20, **characterised in that** said crossed strip pivot includes at least two levels (150), each comprising, in one piece, a said strip (10), a first prestressed flexible element (30), and positioning supports for the strips (160). 55
22. Timepiece movement (200) including at least one resonator (100) according to one of claims 1 to 21.
23. Timepiece movement (200) according to claim 22, **characterised in that** said movement (200) includes two said rotating resonators (100) mounted in a tuning fork arrangement to cancel out reaction forces on said plate (210).
24. Timepiece movement (200) according to claim 22, **characterised in that** said movement (200) includes three said rotating resonators (100) mounted at 120° and phase shifted by one third of a period.
25. Watch (300) including at least one movement (200) according to one of claims 22 to 24.

Fig. 1

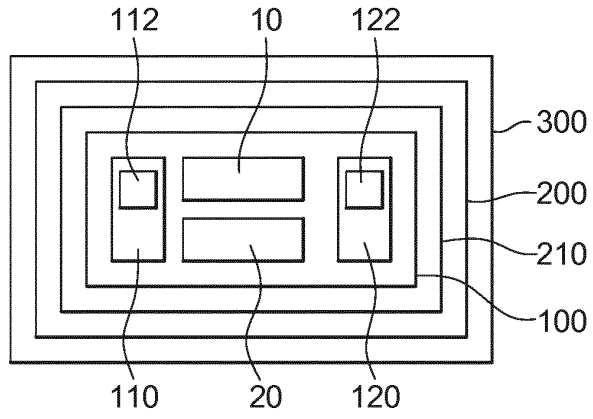


Fig. 2

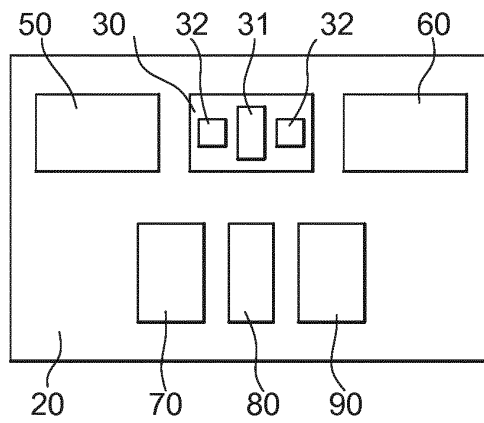


Fig. 3

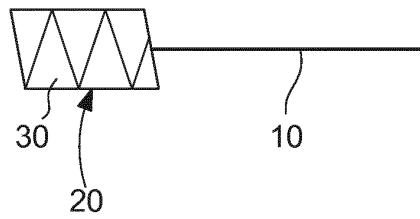


Fig. 4

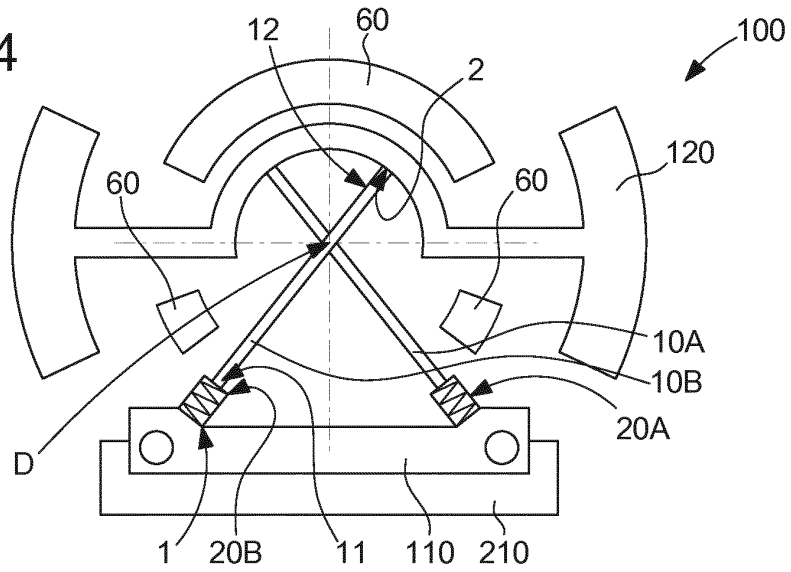


Fig. 5

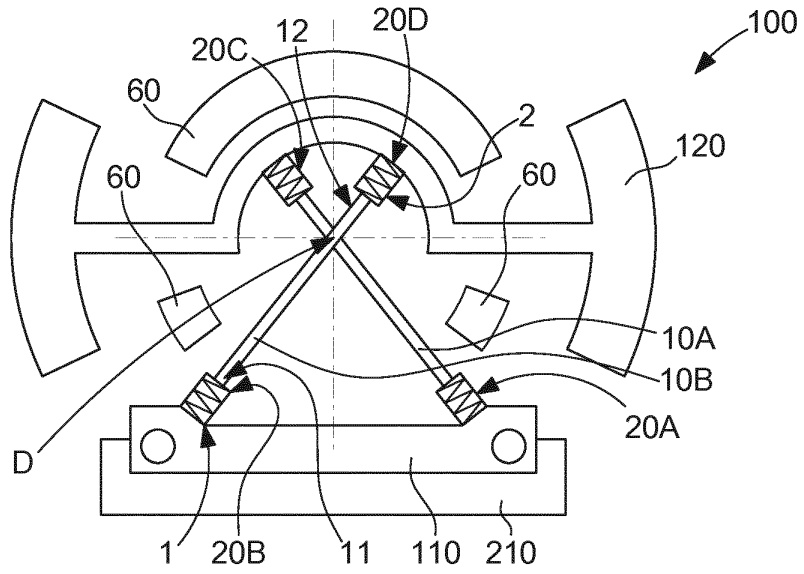


Fig. 6

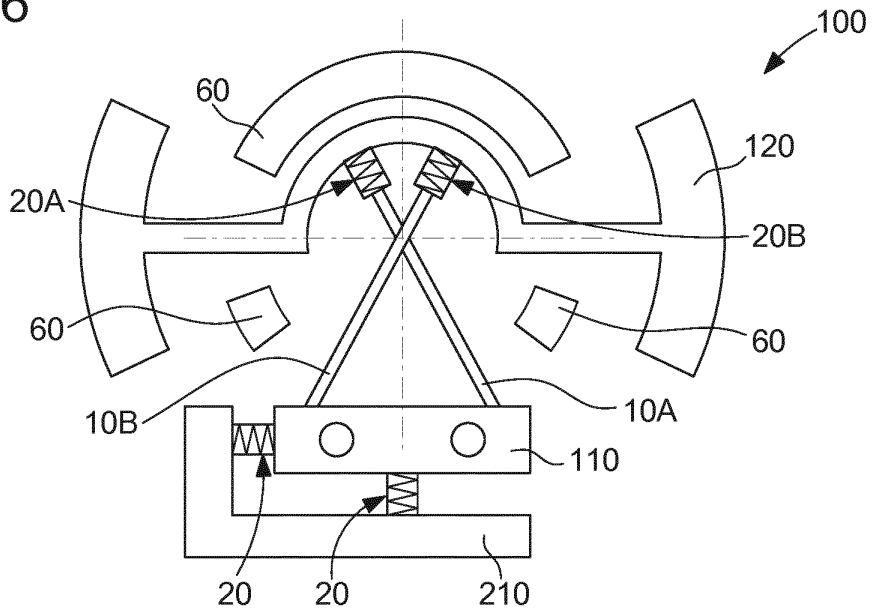


Fig. 7

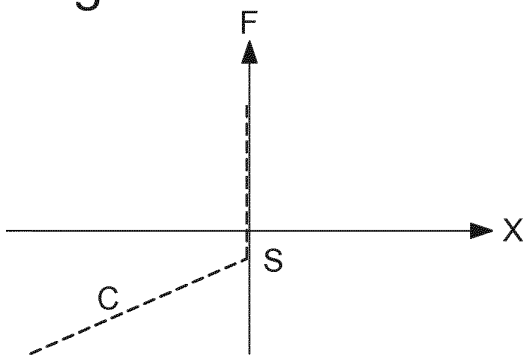


Fig. 8

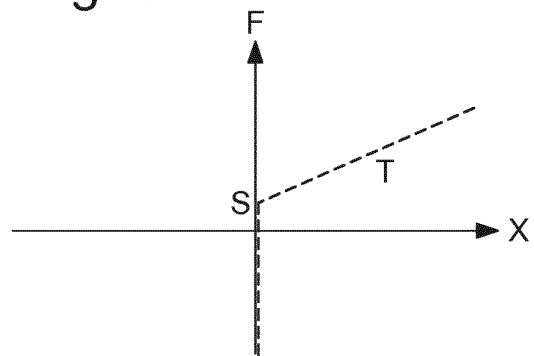


Fig. 9

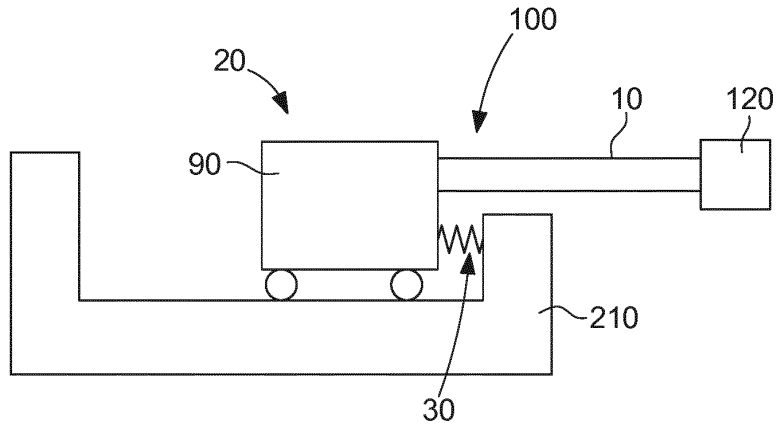


Fig. 10

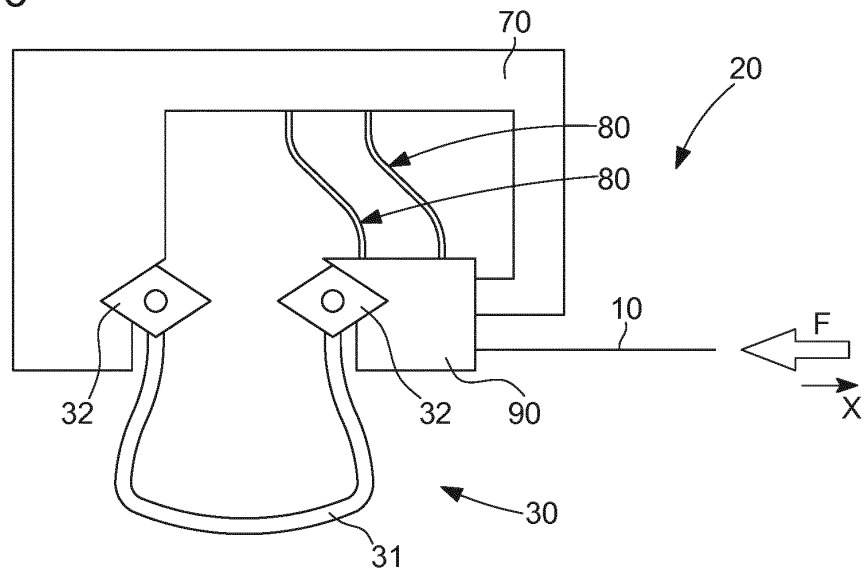


Fig. 11

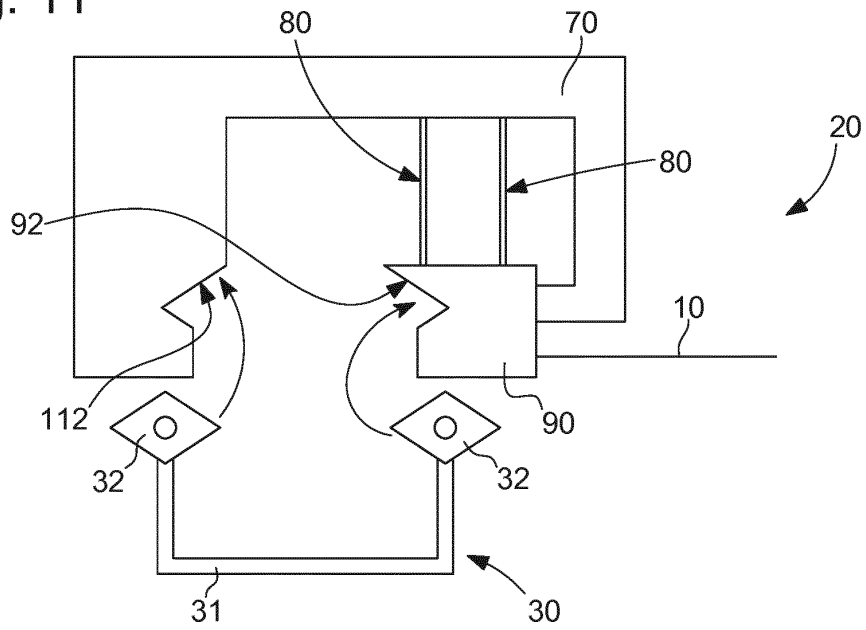


Fig. 12

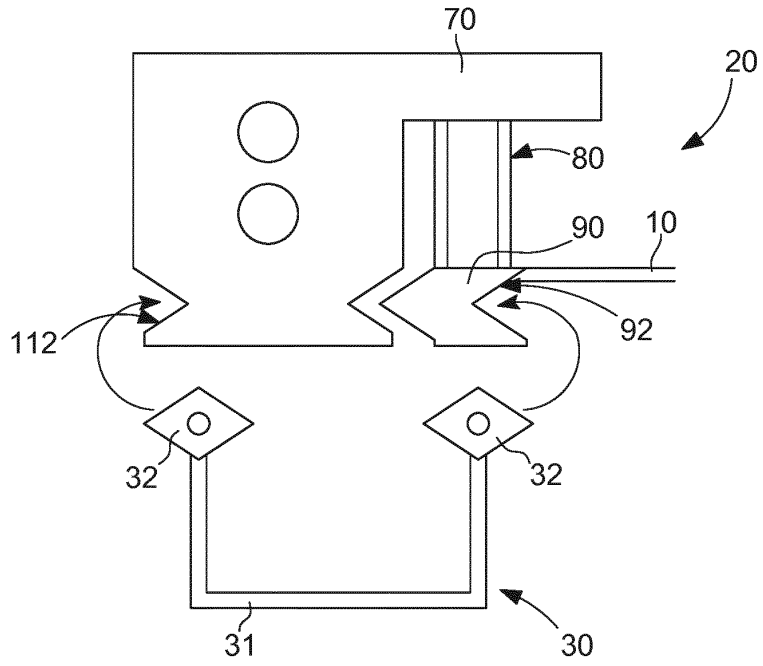


Fig. 13

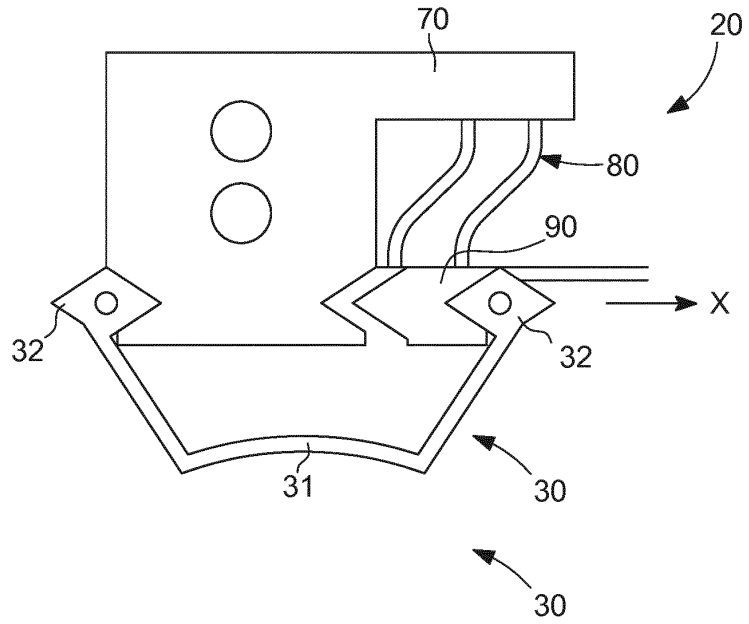


Fig. 14

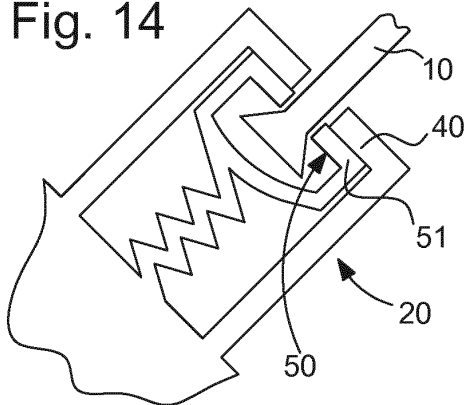


Fig. 15

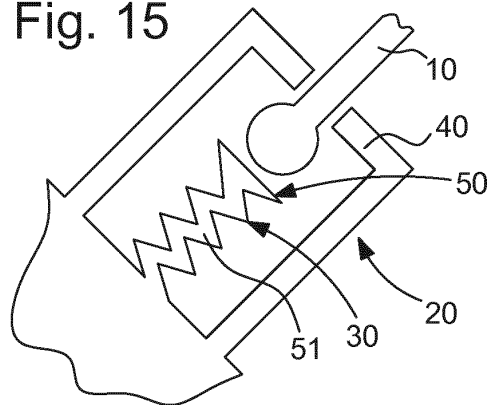


Fig. 16

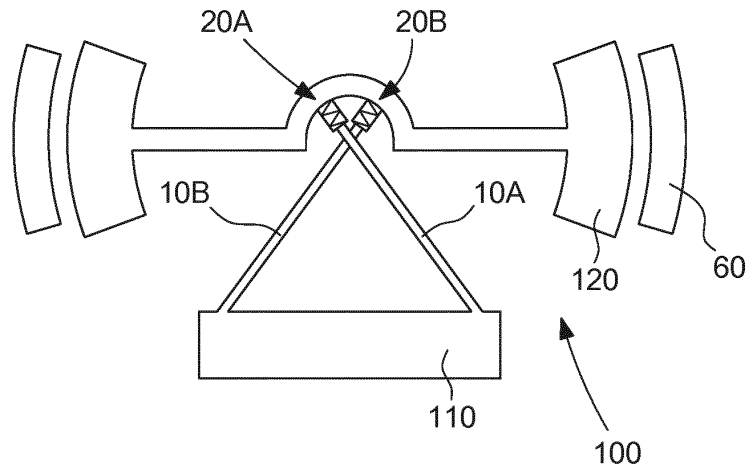


Fig. 17

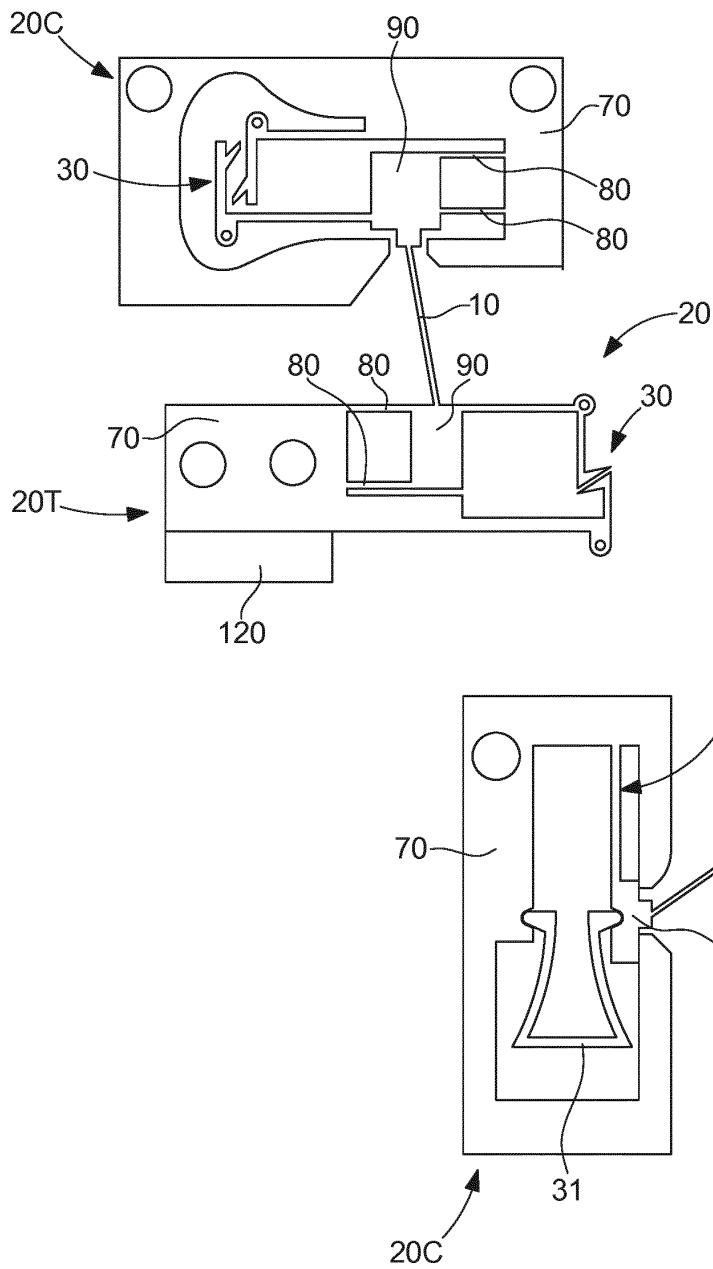


Fig. 18

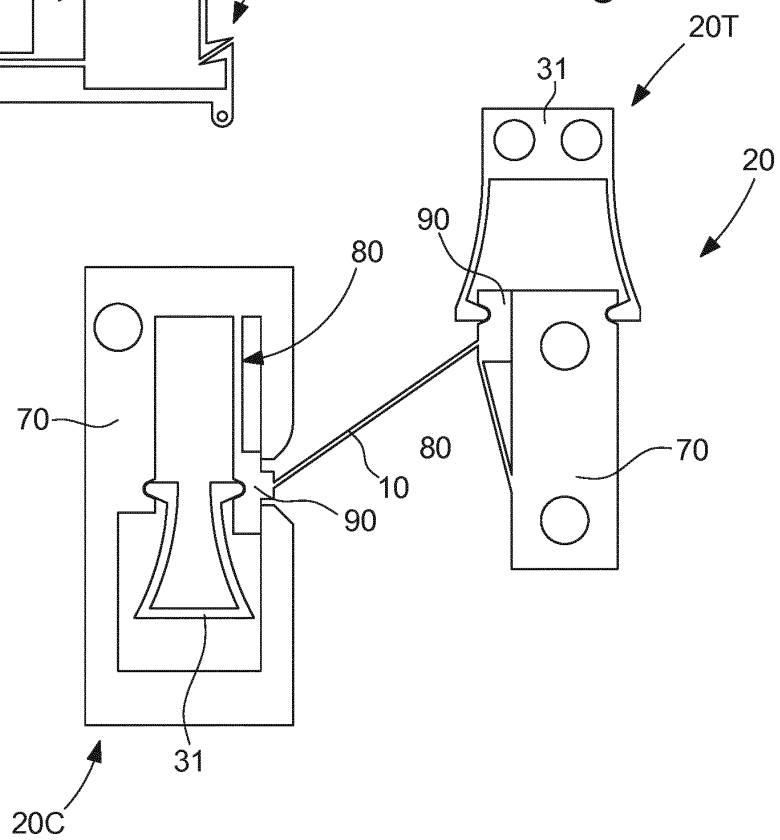


Fig. 19

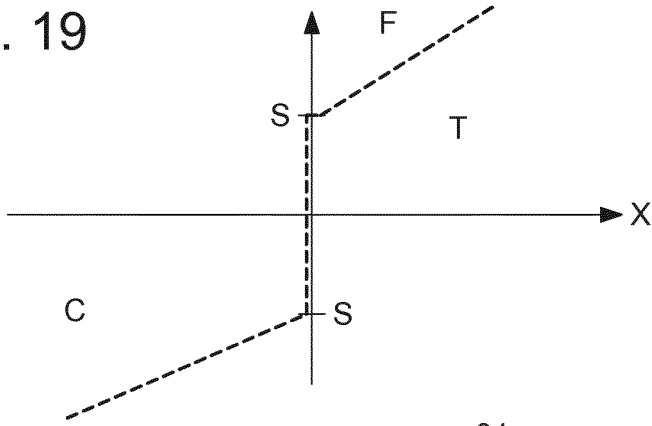


Fig. 20

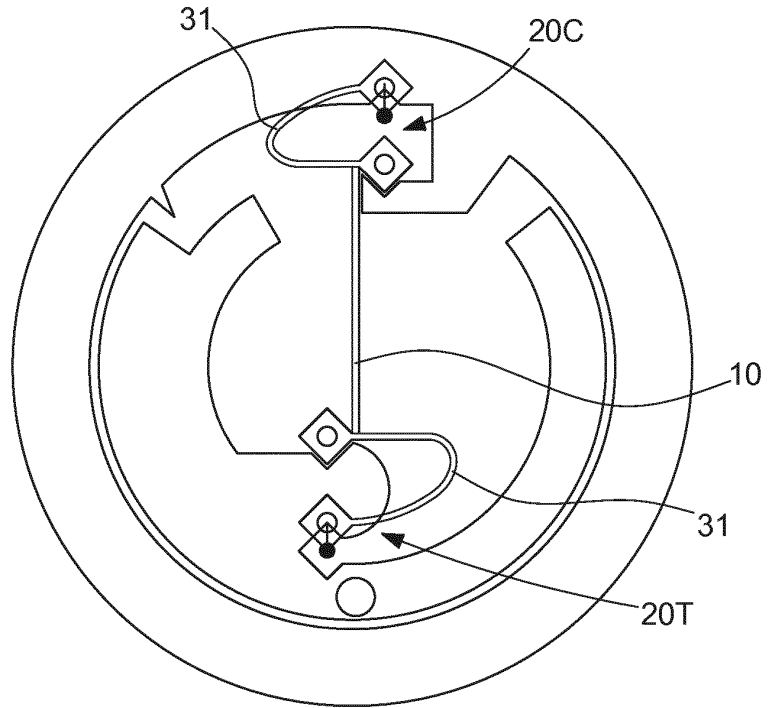
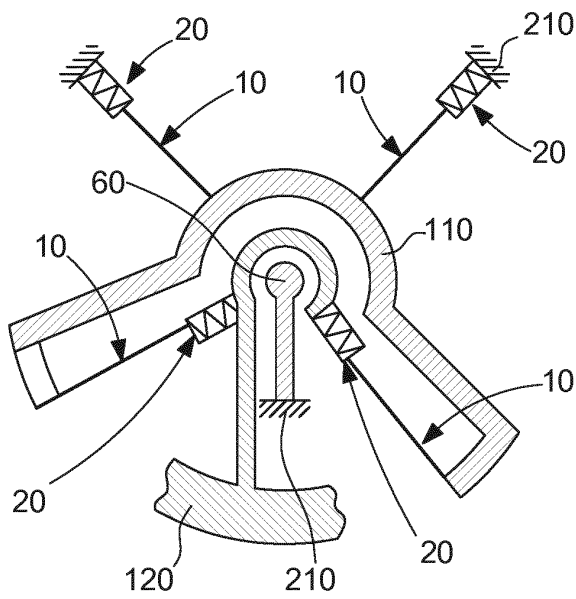


Fig. 21



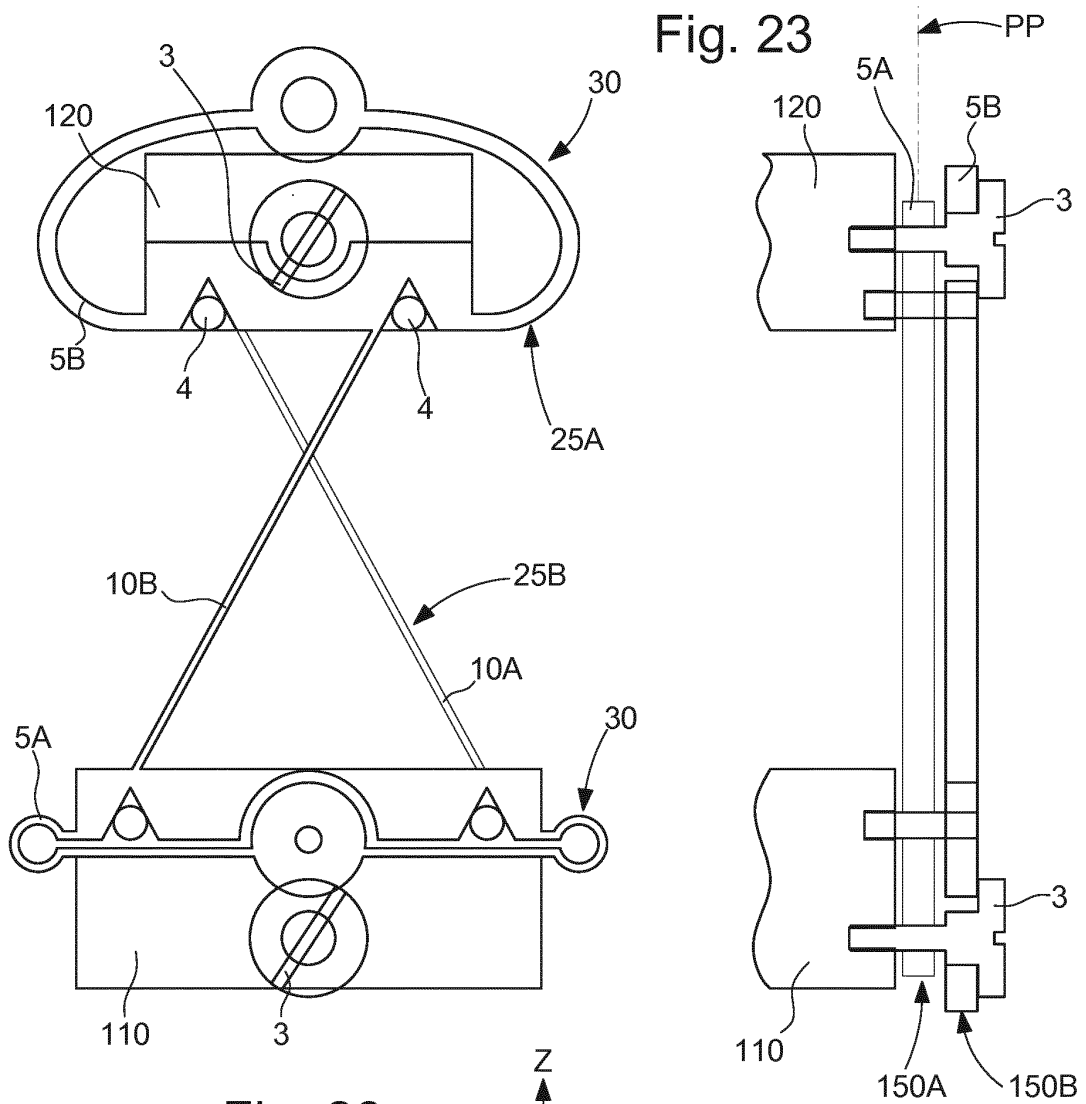


Fig. 26

Fig. 23

Fig. 24

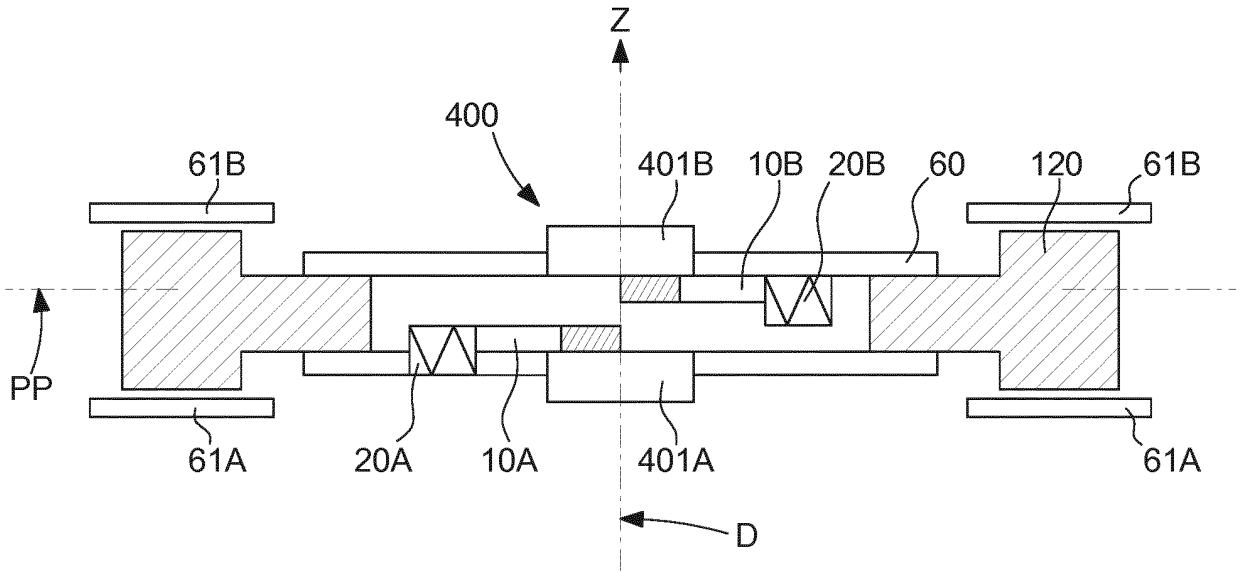
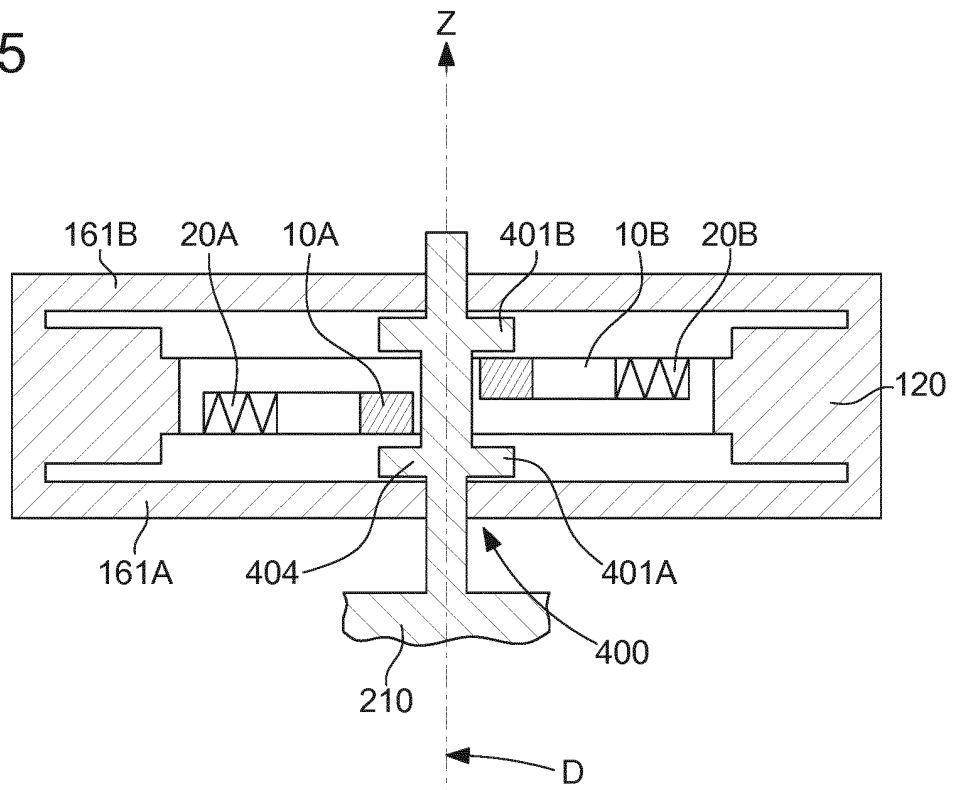


Fig. 25



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

- US 9207641 B [0003]
- EP 3035127 A1 [0005]
- EP 3054356 A1 [0006]