

(19)



(11)

EP 3 812 843 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

23.04.2025 Bulletin 2025/17

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
G04B 31/06 (2006.01) G04B 17/04 (2006.01)

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
G04B 17/045; G04B 31/06

(21) Numéro de dépôt: **19205242.1**

(22) Date de dépôt: **25.10.2019**

(54) **GUIDAGE FLEXIBLE ET ENSEMBLE DE GUIDAGES FLEXIBLES SUPERPOSÉS POUR
MÉCANISME RÉSONATEUR ROTATIF, NOTAMMENT D'UN MOUVEMENT D'HORLOGERIE**

FLEXIBLE FÜHRUNG UND GESAMTHEIT VON ÜBEREINANDER ANGEORDNETEN FLEXIBLEN
FÜHRUNGEN FÜR SICH DREHENDEN RESONATORMECHANISMUS, INSBESONDERE FÜR
UHRWERK

FLEXIBLE GUIDE AND SET OF STACKED FLEXIBLE GUIDES FOR ROTARY RESONATOR
MECHANISM, IN PARTICULAR FOR A CLOCK MOVEMENT

(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**

(74) Mandataire: **ICB SA**

**Faubourg de l'Hôpital, 3
2001 Neuchâtel (CH)**

(43) Date de publication de la demande:
28.04.2021 Bulletin 2021/17

(56) Documents cités:

**EP-A1- 3 316 047 EP-A1- 3 425 458
EP-A1- 3 435 173 EP-A1- 3 561 606
CH-A2- 713 138**

(73) Titulaire: **ETA SA Manufacture Horlogère Suisse
2540 Grenchen (CH)**

- **KUPPENS P REINIER ET AL: "Permanent
Stiffness Reduction by Thermal Oxidation of
Silicon", JOURNAL OF
MICROELECTROMECHANICAL SYSTEMS, IEEE
SERVICE CENTER, US, vol. 28, no. 5, 1 October
2019 (2019-10-01), pages 900 - 909, XP011748752,
ISSN: 1057-7157, [retrieved on 20190930], DOI:
10.1109/JMEMS.2019.2935379**

(72) Inventeurs:

- **WINKLER, Pascal
2072 St-Blaise (CH)**
- **HELPER, Jean-Luc
2525 Le Landeron (CH)**
- **COSANDIER, Yves-Alain
1020 Renens (CH)**

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] La présente invention concerne un guidage flexible pour mécanisme résonateur rotatif. L'invention se rapporte également à un ensemble de guidages flexibles superposés pour mécanisme résonateur rotatif. L'invention se rapporte encore à un mouvement d'horlogerie muni d'un tel guidage flexible ou d'un tel ensemble de guidages flexibles superposés.

Arrière-plan de l'invention

[0002] La plupart des montres mécaniques actuelles sont munie d'un balancier-spiral et d'un mécanisme d'échappement à ancre suisse. Le balancier-spiral constitue la base de temps de la montre. On l'appelle aussi résonateur.

[0003] L'échappement, quant à lui, remplit deux fonctions principales:

- entretenir les va-et-vient du résonateur ;
- compter ces va-et-vient.

[0004] Le mécanisme d'échappement à ancre suisse a un rendement énergétique faible (environ 30%). Ce faible rendement provient du fait que les mouvements de l'échappement sont saccadés, qu'il y a des chutes ou chemin perdus pour s'accommoder des erreurs d'usinage, et, aussi du fait que plusieurs composants se transmettent leur mouvement via des plans inclinés qui frottent les uns par rapport aux autres.

[0005] Pour constituer un résonateur mécanique, il faut un élément inertiel, un guidage et un élément de rappel élastique. Traditionnellement, un ressort spiral joue le rôle d'élément de rappel élastique pour l'élément inertiel que constitue un balancier. Ce balancier est guidé en rotation par des pivots qui tournent dans des paliers lisses en rubis. Cela donne lieu à des frottements, et donc à des pertes d'énergie et des perturbations de marche, qui dépendent des positions, et que l'on cherche à supprimer.

[0006] Il existe aussi des résonateurs rotatifs pivotant autour d'un axe de rotation et soumis à un couple moteur, qui effectuent un mouvement rotatif continu autour d'un axe.

[0007] La demande EP 17194636.1 décrit un tel mécanisme résonateur comportant une pluralité d'éléments inertiels mobiles par rapport au mobile central du résonateur, et rappelé vers son axe de rotation par des moyens de rappel élastique. En rotation, le résonateur se déploie dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation du résonateur.

[0008] Une autre demande EP17183211.6 montre un résonateur rotatif comportant au moins un élément inertiel agencé pour pivoter par rapport au mobile central

autour d'un axe secondaire perpendiculaire à l'axe du mobile central. En rotation, le résonateur se déploie dans un plan contenant l'axe de rotation du résonateur.

[0009] Dans ces demandes, on trouve notamment des modes de réalisation de résonateurs rotatifs comportant des guidages à lames flexibles comme moyens élastiques de rappel du ou des éléments inertiels. Les guidages flexibles à pivot virtuel permettent d'améliorer sensiblement le rendement des résonateurs horlogers. Les plus simples sont des pivots à lames croisées, composés de deux dispositifs de guidage à lames droites qui se croisent, en général perpendiculairement. Mais il existe aussi des pivots à lames décroisées de type RCC (pour « Remote Center Compliance » en anglais), pour lesquels le centre de rotation est extérieur à la structure du pivot, et qui ont des lames droites ne se croisant pas.

[0010] Il est possible d'optimiser un guidage à lames tridimensionnel pour un résonateur, afin d'essayer de le rendre isochrone avec une marche indépendante de son orientation dans le champ de gravité. Dans le cas des résonateurs rotatifs décrits dans l'état de l'art, on cherche à obtenir un moment de rappel élastique du guidage flexible, qui présente une forme sinusoïdale. Pour certains cas de résonateurs rotatifs décrits dans l'état de l'art, le moment de rappel permettant d'atteindre un isochronisme parfait obéit à la loi suivante :

$M = -k \sin(2\theta)$, où θ est l'angle de déformation du guidage et k une constante de rappel. Ainsi, le moment de rappel augmente jusqu'à un angle de déformation du guidage, par exemple de 45°, puis qu'il diminue jusqu'à un autre angle, par exemple de 90°.

[0011] Cependant, les résonateurs rotatifs à guidage flexible décrits dans l'état de l'art ne répondent pas à cette exigence, de sorte qu'ils n'atteignent pas un isochronisme suffisant pour être performants.

Résumé de l'invention

[0012] Un but de l'invention est, par conséquent, de proposer un guidage flexible pour mécanisme résonateur rotatif, qui évite les problèmes précités.

[0013] A cet effet, l'invention concerne un guidage flexible pour un mécanisme résonateur rotatif, notamment d'un mouvement d'horlogerie, le guidage comprenant un premier support, un élément mobile par rapport au premier support, une première paire de lames flexibles reliant le premier support à l'élément mobile, de sorte que l'élément mobile puisse se déplacer par rapport au premier support par flexion des lames dans un mouvement circulaire autour d'un centre de rotation, le guidage flexible étant agencé sensiblement dans un plan.

[0014] Le guidage flexible est remarquable en ce qu'il comprend des moyens de précontrainte, les moyens de précontrainte étant configurés pour appliquer une force de flambage des lames flexibles en rapprochant le premier support de l'élément mobile, de sorte que le guidage flexible comprenne deux positions stables de l'élément mobile par rapport au premier support pour lesquelles le

moment de rappel est nul, les deux positions stables présentant un angle de rotation prédéterminé entre elles.

[0015] Grâce à l'invention, on obtient un guidage à lames flexibles qui peut se mouvoir entre deux positions stables, et dont le comportement se rapproche d'un guidage idéal pour un résonateur rotatif. Un tel guidage flexible garantit un isochronisme et une marche indépendante du champ de gravité. En effet, la force de flambage des lames permet de transformer le moment de rappel linéaire d'un guidage flexible sans contrainte en un moment de rappel bistable, le moment de rappel présentant une forme sensiblement sinusoïdale, entre les deux positions angulaires stables de l'élément mobile.

[0016] Selon une forme de réalisation avantageuse, le moment de rappel du guidage flexible présente une forme sensiblement sinusoïdale entre les deux positions angulaires stables.

[0017] Selon une forme de réalisation avantageuse, l'élément mobile présente une symétrie axiale et un centre de rotation, les lames flexibles étant dirigées vers le centre de rotation.

[0018] Selon une forme de réalisation avantageuse, les moyens de précontrainte comprennent un ressort reliant l'élément mobile et le premier support.

[0019] Selon une forme de réalisation avantageuse, le guidage flexible comprend un deuxième support et une deuxième paire de lames flexibles reliant le deuxième support à l'élément mobile, le deuxième support et la deuxième paire de lames étant agencés par symétrie du premier support et de la première paire de lames flexibles par rapport à l'élément mobile, les deux paires de lames flexibles reliant de part et d'autre le premier et le deuxième support à l'élément mobile en son centre de rotation.

[0020] Selon une forme de réalisation avantageuse, les moyens de précontrainte comportent un organe de maintien comprenant deux bras, chaque bras étant fixé à un support, de manière à appliquer la force de flambage sur un support en direction de l'autre support.

[0021] Selon une forme de réalisation avantageuse, l'organe de maintien comprend des structures élastiques agencées sur les bras pour être en contact avec chaque support.

[0022] Selon une forme de réalisation avantageuse, l'élément mobile est en partie déformable au niveau du centre de rotation.

[0023] Selon une forme de réalisation avantageuse, chaque bras de l'organe de maintien comprend une portion déformable.

[0024] L'invention se rapporte également à un ensemble de guidages flexibles superposés comprenant au moins deux guidages flexibles selon l'invention, les supports du deuxième guidage flexible étant fixés à l'élément mobile du premier guidage flexible.

[0025] Selon une forme de réalisation avantageuse, l'ensemble comprend un troisième guidage flexible superposé sur le deuxième guidage flexible, les supports du troisième guidage flexible étant fixés à l'élément mo-

bile du deuxième guidage flexible.

[0026] L'invention se rapporte encore à un mécanisme résonateur rotatif d'un mouvement horloger, le mécanisme comportant un mobile central agencé pour pivoter autour d'un axe central et au moins deux éléments inertiels agencés pour pivoter par rapport au mobile central autour d'un axe secondaire. Le mécanisme comprend deux guidages flexibles, chaque guidage flexible reliant un élément inertiel au mobile centrale.

[0027] L'invention se rapporte aussi à un mécanisme résonateur rotatif d'un mouvement horloger, le mécanisme comportant un mobile central agencé pour pivoter autour d'un axe central et au moins deux éléments inertiels agencés pour pivoter par rapport au mobile central autour d'un axe secondaire. Le mécanisme comprend deux ensembles de guidages flexibles superposés, chaque ensemble reliant un élément inertiel au mobile centrale.

Description sommaire des dessins

[0028] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de plusieurs formes de réalisation données uniquement à titre d'exemples non limitatifs, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement une vue de dessus d'un guidage flexible selon un premier mode de réalisation de l'invention,
- la figure 2 représente schématiquement d'un guidage flexible selon un deuxième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 3 est un graphique représentant le moment de rappel élastique du guidage flexible en fonction de l'angle de rotation,
- la figure 4 représente schématiquement une vue de dessus du guidage flexible de la figure 2 sans précontrainte,
- la figure 5 représente schématiquement une vue en perspective du guidage flexible du premier mode de réalisation en partie désassemblé, les moyens de précontrainte étant séparés du reste du guidage,
- la figure 6 représente schématiquement une vue de dessus d'un guidage flexible selon une première variante du premier mode de réalisation,
- la figure 7 représente schématiquement une vue de dessus d'un guidage flexible selon une deuxième variante du premier mode de réalisation,
- la figure 8 représente schématiquement une vue de dessus d'un guidage flexible selon une troisième

variante du premier mode de réalisation,

- la figure 9 représente schématiquement une vue de dessus d'un ensemble de guidages flexibles selon un mode de réalisation de l'invention, et
- la figure 10 représente schématiquement une vue en perspective de l'ensemble de guidages flexibles de la figure 9.

Description détaillée de modes de réalisation préférés

[0029] Sur la figure 1, est représenté un guidage flexible 1 comprenant un support 2, un élément mobile 3 par rapport au support 2 et deux lames flexibles 4, 5 décroisées reliant l'élément mobile 3 au support 2. L'élément mobile 3 a une forme d'arc de cercle, les lames 4, 5 étant agencées sur le côté interne de l'arc. Les lames 4, 5 sont de même longueur et agencées symétriquement pour rejoindre le support 2. Sans précontrainte, les lames 4, 5 sont orientées selon deux directions, qui se croisent en un point 6 du support 2, le point 6 définissant un centre de rotation de l'élément mobile 3. Par flexion des lames flexibles 4, 5, l'élément mobile 3 peut se déplacer par rapport au support 2. Le guidage flexible 1 est agencé sensiblement dans un plan.

[0030] Selon l'invention, le guidage flexible 1 comprend des moyens de précontrainte 7 configurés pour appliquer une force de flambage des lames flexibles 4, 5 en rapprochant l'élément mobile 3 du support 2. A cette fin, les moyens de précontrainte 7 comprennent, par exemple, un ressort fixé d'une part au support 2 et d'autre part à l'élément mobile 3. De préférence, le ressort est sensiblement fixé au niveau du centre de masse de l'élément mobile 3.

[0031] Le ressort exerce une force de traction qui rapproche l'élément mobile 3 du support 2. Ainsi, une force de flambage contraint les lames à se courber pour mettre l'élément mobile 3 dans une position stable pour laquelle le moment de rappel est nul. Sur la figure 1, l'élément mobile se déplace vers une position stable vers la gauche de la figure 1. Sans précontrainte, l'élément mobile 3 est centré sur l'axe A, tandis que dans la position stable induite par la précontrainte, l'élément mobile 3 est centré sur l'axe B. L'axe B forme un angle α avec l'axe A.

[0032] Il existe une deuxième position stable, non représentée sur la figure 1, dans laquelle l'élément mobile 3 peut se positionner par rapport au support, et pour laquelle le moment de rappel est nul. La deuxième position est symétrique de la première par rapport à l'axe A, l'élément mobile étant déplacée vers la droite en formant un angle $-\alpha$ avec l'axe A. Ainsi, entre les deux positions stables, l'angle est égal à 2α . En outre, le moment de rappel du guidage flexible 1 présente une forme sensiblement sinusoïdale. Grâce aux moyens de précontrainte 7, l'élément mobile 3 peut passer d'une position stable à l'autre en fonction des forces qui le sollicitent.

[0033] Dans une application à un mécanisme résona-

teur rotatif, tels que ceux décrits dans les demandes citées dans le préambule, on utilise deux guidages flexibles pour remplacer ceux décrits dans ces demandes. Les supports sont fixés à l'élément central, tandis que les éléments mobiles sont fixés chacun à un élément inertiel.

[0034] Les figure 2 et 5 montrent un deuxième mode de réalisation d'un guidage flexible 10 selon l'invention. Pour la compréhension, nous avons également représenté sur la figure 4, le même guidage flexible 10 sans moyens de précontrainte. Le guidage flexible 10 comprend un premier 11 et un deuxième 12 support, un élément mobile 13 par rapport aux supports 11, 12, deux paires de lames flexibles décroisées 14, 15, 16, 17 permettant à l'élément mobile 13 de se mouvoir par rapport aux supports 11, 12. Le guidage flexible 10 est agencé sensiblement dans un plan. Chaque paire de lames 14, 15, 16, 17 relie un des supports 11, 12 à l'élément mobile 13. Les lames d'une paire 14, 15, 16, 17 rejoignent l'élément mobile au niveau d'un centre de rotation 18 de l'élément mobile 13. Les supports 11, 12 ont une forme de parallélogramme munie d'un bloc arrière 19, 21. Les lames 14, 15, 16, 17 partent de deux extrémités opposées du support 11, 12 vers le milieu de l'élément mobile 13. Le guidage flexible 10 est agencé sensiblement dans un plan.

[0035] L'élément mobile 13 comprend une partie longitudinale 22 et une structure 23, 24 en U à chaque extrémité de la partie longitudinale 22. Chaque extrémité est raccordée au centre de la base du U de la structure 23, 24. Ainsi, l'élément mobile 13 présente une symétrie axiale le long de sa partie longitudinale 22. Le milieu de la partie longitudinale forme le centre de rotation 18 de l'élément mobile 14.

[0036] Sans moyens de précontrainte, tel que représenté sur la figure 4, les lames 14, 15, 16, 17 d'une paire et les supports 11, 12 ont une forme de triangle isocèle, dont le sommet principal est agencé au milieu de l'élément mobile 13. Le guidage flexible 10 présente deux axes de symétrie perpendiculaires X, Y. Le premier axe X passe longitudinalement par l'axe de la partie longitudinale 22, et le deuxième axe Y passe par les supports 23, 24 de manière à les diviser en deux parties égales. Les deux axes X, Y passent également par le centre de rotation 18 du guidage flexible 10. Ainsi, les deux lames 14, 15, 16, 17 d'une même paire sont symétriques par rapport au deuxième axe Y. Les deux structures en U sont également symétriques par rapport au deuxième axe de symétrie Y. Les deux supports 11, 12 sont symétriques par rapport au premier axe de symétrie X.

[0037] L'élément mobile 22 est configuré pour pouvoir tourner autour du centre de rotation 18 grâce à la flexibilité des lames 14, 15, 16, 17. Le centre de rotation est 18 agencé sensiblement au niveau de son centre de masse. Selon l'actionnement du guidage 10, l'élément mobile 13 tourne dans le plan du guidage flexible 10. Sans précontrainte, le moment de rappel élastique est linéaire en fonction de l'angle de rotation par rapport à la position d'équilibre du mécanisme. De plus, il n'existe dans ce cas

qu'une seule position stable correspondant à la position de repos de l'élément mobile. L'élément mobile est dirigé selon le premier axe de symétrie X, telle que montrée sur la figure 4.

[0038] Selon l'invention, le guidage flexible 10 comprend des moyens de précontrainte 27 configurés pour appliquer une force F de flambage des lames flexibles 14, 15, 16, 17 en rapprochant chaque support 11, 12 de l'élément mobile 13. A cette fin, le guidage flexible 10 est doté d'un organe de maintien desdits supports 11, 12, l'organe de maintien formant lesdits moyens de précontrainte 27. L'organe de maintien présente un corps 25 en forme de U dont les deux bras 26, 28, qui sont sensiblement parallèles, appuient chacun sur l'un des supports 11, 12. La distance entre les deux bras est inférieure à la distance entre les deux supports 11, 12 sans précontrainte. Ainsi, Les bras 26, 28 pressent sur les supports 11, 12 en appliquant la force F, qui permet le flambage des lames flexibles 14, 15, 16, 17 pour rapprocher chaque support 11, 12 de l'élément mobile 13. La force de flambage F est dirigée selon le deuxième axe de symétrie Y du guidage flexible 10. Ainsi, les lames flexibles 14, 15, 16, 17 des deux paires sont sensiblement courbées. En réaction, l'élément mobile 13 se déplace en rotation d'un angle déterminé α pour atteindre une première position stable. L'angle α est défini par rapport au premier axe de symétrie X, la première position stable étant dirigée vers le haut sur la figure 2. En outre, le guidage flexible 10 présente une deuxième position angulaire stable, non représentée sur les figures, l'élément mobile 13 se déplaçant en rotation d'un angle déterminé $-\alpha$ vers le bas. Les deux positions angulaires sont définies par rapport au premier axe de symétrie X et forment un angle égal à 2α . La deuxième position est symétrique de la première par rapport au premier axe de symétrie X du guidage flexible 10. Les valeurs des angles des positions stables dépendent de la force appliquée par les moyens de précontrainte.

[0039] La figure 3 montre un graphique représentant le moment de rappel du guidage flexible 10 en fonction de l'angle de rotation de l'élément mobile 13. Sans moyens de précontrainte, le guidage flexible de la figure 4, serait une droite passant par 0. Grâce aux moyens de précontrainte 27, le moment de rappel décrit une fonction sensiblement sinusoïdale d'une période entre les deux positions stables. Les deux positions stables 28, 29 correspondent au moment de rappel nul et sont situées à l'angle $\pm a$. Ainsi, on modifie le moment élastique de rappel du guidage flexible 10, de sorte que le moment de rappel présente deux positions stables et une forme sensiblement sinusoïdale.

[0040] L'élément mobile 13 peut passer d'une position stable à l'autre selon le mouvement que suit le guidage flexible 10. En particulier dans un mécanisme résonateur rotatif, où le guidage flexible 10 suit un mouvement de rotation autour d'un axe principal du mécanisme. L'élément mobile 13 se positionne dans une position en fonction de la force centrifuge qu'il subit. Grâce à un

tel guidage flexible 10, la vitesse de rotation du résonateur reste sensiblement constante, même si la force d'entraînement appliquée sur le mécanisme résonateur varie.

[0041] Les figures 6, 7 et 8 sont des variantes du deuxième mode de réalisation décrit précédemment, et reprennent l'essentiel de ses caractéristiques.

[0042] Dans une première variante du deuxième mode de réalisation du guidage flexible 30, représentée sur la figure 6, l'organe de maintien comporte des absorbeurs 38, 39 en matériau élastique. Les absorbeurs 38, 39 sont agencés sur les bras 26, 28 de l'organe de maintien. Ils ont par exemple une forme de U dont les parois sont munies de languettes repliées vers l'intérieur du U. En position de fonctionnement, les languettes sont agencées de part et d'autre du bloc arrière, en appui sur la face arrière du support 11, 12. Ainsi, les languettes peuvent se déformer lorsque le support 11, 12 est poussé par les lames flexibles 14, 15, 16, 17, par exemple lors d'un changement de position stable de l'élément mobile 13.

[0043] Les absorbeurs 38, 39 sont disposés aux extrémités des parois pour être en contact avec les supports 11, 12 du guidage flexible 30. Ainsi, ces absorbeurs 38, 39 permettent d'améliorer la courbure du moment de rappel élastique entre les positions stables, afin de leur donner une forme encore plus proche d'une fonction sinusoïdale.

[0044] Sur la figure 7, une deuxième variante consiste en ce que la partie longitudinale 42 de l'élément mobile 33 est en partie flexible. La partie longitudinale 42 est percée d'un orifice traversant oblong longitudinal bordé par deux parois. Sous l'effet du mouvement de l'élément mobile d'une position stable à l'autre, les parois se courbent. De manière similaire à la première variante, le moment de rappel élastique décrit une fonction plus proche d'une forme sinusoïdale. La partie longitudinale 42 comprend des tubes d'insertion 43, 44, 45, 46 sur le côté extérieur des parois pour les lames flexibles 14, 15, 16, 17.

[0045] Une troisième variante, représentée sur la figure 8, comprend un organe de maintien munie d'une portion flexible 48, 49 en amont de chaque extrémité des bras 34, 36. Ces portions 48, 49 apportent de la flexibilité aux bras 34, 36 lors du changement de position stable de l'élément mobile. Chaque portion flexible 48, 49 comprend ici deux parois flexibles 51, 52, 53, 54 séparées par une ouverture traversante, de sorte que sous l'effet du mouvement de l'élément mobile 23 et de la flexion des lames 14, 15, 16, 17, qui pousse sur l'organe de maintien, les parois se déforment. De manière similaire aux deux premières variantes, le moment de rappel élastique décrit une fonction plus proche d'une forme sinusoïdale.

[0046] L'invention concerne également un ensemble 60 de guidages flexibles superposés. Sur les figures 9 et 10, l'ensemble 60 comprend trois guidages flexibles 61, 62, 63 tels que ceux décrits dans le deuxième mode de réalisation, à la différence que seul le premier guidage

flexible 61 comporte un organe de maintien du deuxième mode de réalisation. Les deux autres guidages flexibles 62, 63 ont des moyens de précontraintes différents. Les deux supports 67, 68 du deuxième guidage flexible 62 sont fixés à l'élément mobile 64 du premier guidage flexible 61. Les supports 69, 71 du troisième guidage flexible 63 sont fixés à l'élément mobile 65 du deuxième guidage flexible 62. Pour cela, le bloc arrière de chaque support est inséré dans une structure en U de l'élément mobile du guidage inférieur.

[0047] Pour appliquer une contrainte sur le guidage flexible supérieur 62, 63, la distance entre les deux structures en U de l'élément mobile 64, 65 du mobile inférieur est inférieure à la distance entre les deux supports 67, 68, 69, 71 du guidage supérieur 62, 63 sans précontrainte. Ainsi, les supports 67, 68, 69, 71 du guidage flexible supérieur 62, 63 sont maintenus comprimés entre les deux structures en U de l'élément mobile 64, 65 du guidage inférieur 61, 62. La force de flambage des lames flexibles est obtenue par cet emboîtement des supports 67, 68, 69, 71.

[0048] Pour chaque guidage flexible 61, 62, 63, l'angle de débattement entre les deux positions stables est égal à $2a$, a étant l'angle formé par la position de l'élément mobile avec précontrainte par rapport à la position de l'élément mobile sans précontrainte. $2a$ est par exemple compris entre 20 et 40° , de préférence sensiblement égal à 30° . Ainsi, en superposant trois dispositifs, on obtient un angle global de 90° . Avec un tel angle global, on aboutit à un guidage flexible idéal pour son utilisation dans un mécanisme résonateur d'horlogerie.

[0049] En position de repos, le guidage flexible supérieur est orienté dans une direction formant un angle correspondant à l'angle formé entre les deux positions stables de l'élément mobile. Ainsi le deuxième axe de symétrie du guidage flexible supérieur forme un angle avec le deuxième axe de symétrie du guidage flexible supérieur, par exemple de 30° .

[0050] L'invention se rapporte également à un mécanisme résonateur rotatif d'horlogerie, non représenté sur les figures.

[0051] Dans une première variante, le mécanisme résonateur est muni d'un guidage flexible selon le premier ou le deuxième mode de réalisation.

[0052] Dans une deuxième variante, le mécanisme résonateur est muni d'un ensemble de guidages flexibles superposés selon l'invention.

[0053] Le guidage flexible ou l'ensemble de guidages flexibles superposés a pour fonction de permettre aux masses mobiles du mécanisme résonateur de s'écarter du centre de rotation, lorsque la force de rotation du mécanisme est plus forte, ou de s'en rapprocher, lorsque la force de rotation du mécanisme est plus faible. Ainsi, on conserve une vitesse de rotation sensiblement constante, quelle que soit la tension du ressort de barillet.

[0054] Dans les exemples de mécanisme résonateur rotatif des demandes citées dans le préambule, on remplace les guidages flexibles qui y sont décrites, par un

guidage flexible selon l'invention ou un ensemble de guidages flexibles superposés selon l'invention. Pour cela, l'organe de maintien du guidage inférieur est fixé à l'axe, tandis qu'un support du guidage supérieur est fixé à la masse mobile du résonateur. Par symétrie, un deuxième ensemble est assemblé de la même manière pour permettre à l'autre masse mobile du résonateur de se mouvoir par rapport au centre de rotation du résonateur.

[0055] Naturellement, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits en référence aux figures et des variantes pourraient être envisagées sans sortir du cadre de l'invention telle que définie par le jeu de revendications annexé.

Revendications

1. Guidage flexible pour un mécanisme résonateur rotatif, notamment d'un mouvement d'horlogerie, le guidage (1, 10, 30, 40, 50) comprenant un premier support (2, 11), un élément mobile (3, 13) par rapport au premier support (2, 11), une première paire de lames flexibles (14, 15) reliant le premier support (2, 11) à l'élément mobile (3, 13), de sorte que l'élément mobile (3, 13) puisse se déplacer par rapport au premier support (2, 11) par flexion des lames (14, 15) dans un mouvement circulaire autour d'un centre de rotation (6, 18), le guidage flexible (1, 10, 30, 40, 50) étant agencé sensiblement dans un plan, et comprenant des moyens de précontrainte (7, 27, 37, 47), **caractérisé en ce que** les moyens de précontrainte (7, 27, 37, 47) sont configurés pour appliquer une force de flambage des lames flexibles (14, 15) en rapprochant le premier support (2, 11) de l'élément mobile (3, 13), de sorte que le guidage flexible (1, 10, 30, 40, 50) comprenne deux positions stables (28, 29) de l'élément mobile (3, 13) par rapport au premier support (2, 11) pour lesquelles le moment de rappel est nul, les deux positions stables (28, 29) présentant un angle de rotation prédéterminé ($2a$) entre elles.
2. Guidage flexible selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le moment de rappel du guidage flexible (1, 10, 30, 40, 50) présente une forme sensiblement sinusoïdale entre les deux positions angulaires stables (28, 29).
3. Guidage flexible selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'élément mobile (3, 13) présente une symétrie axiale et un centre de rotation (6, 18), les lames flexibles (14, 15) étant dirigées vers le centre de rotation (6, 18).
4. Guidage flexible selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** les moyens de précontrainte (7) comprennent un ressort reliant l'élément mobile (3) et le premier support (2).

5. Guidage flexible selon l'une, quelconque, des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'il** comprend un deuxième support (12) et une deuxième paire de lames flexibles (16, 17) reliant le deuxième support (12) à l'élément mobile (13), le deuxième support (12) et la deuxième paire de lames (16, 17) étant agencés par symétrie du premier support (11) et de la première paire de lames flexibles (14, 15) par rapport à l'élément mobile (13), les deux paires de lames flexibles (16, 17) reliant de part et d'autre le premier et le deuxième support (11, 12) à l'élément mobile (13) en son centre de rotation (18). 5 10
6. Guidage flexible selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** les moyens de précontrainte (27, 37) comportent un organe de maintien comprenant deux bras (26, 28, 34, 36), chaque bras étant fixé à un support (11, 12), de manière à appliquer la force de flambage sur un support (11, 12) en direction de l'autre support (11, 12). 15 20
7. Guidage flexible selon la revendication 5 ou 6, **caractérisé en ce que** l'organe de maintien comprend des structures élastiques (38, 39) agencées sur les bras (26, 28) pour être en contact avec chaque support (11, 12). 25
8. Guidage flexible selon la revendication 5 ou 6, **caractérisé en ce que** l'élément mobile (33) est en partie flexible au niveau du centre de rotation (18). 30
9. Guidage flexible selon la revendication 5 ou 6, **caractérisé en ce que** chaque bras (34, 36) de l'organe de maintien comprend une portion déformable (48, 49). 35
10. Ensemble de guidages flexibles superposés, **caractérisé en ce qu'il** comprend au moins deux guidages flexibles (61, 62) selon l'une, quelconque, des revendications 5 à 9, les supports (67, 68) du deuxième guidage flexible (62) étant fixés à l'élément mobile (64) du premier guidage flexible (61). 40
11. Ensemble selon la revendication précédente, **caractérisé en ce qu'il** comprend un troisième guidage flexible (63) superposé sur le deuxième guidage flexible (62), les supports (69, 71) du troisième guidage flexible (63) étant fixés à l'élément mobile (65) du deuxième guidage flexible (62). 45
12. Mécanisme résonateur rotatif, notamment pour mouvement horloger, comportant un mobile central agencé pour pivoter autour d'un axe central et deux éléments inertiels agencés pour pivoter par rapport au mobile central autour d'un axe secondaire, **caractérisé en ce qu'il** comprend deux guidages flexibles (1, 10, 30, 40, 50) selon l'une, quelconque, des revendications 1 à 9, chaque guidage flexible (1, 10, 30, 40, 50) reliant un élément inertiel au mobile centrale. 50 55

13. Mécanisme résonateur rotatif, notamment pour mouvement horloger, comportant un mobile central agencé pour pivoter autour d'un axe central et deux éléments inertiels agencés pour pivoter par rapport au mobile central autour d'un axe secondaire, **caractérisé en ce qu'il** comprend deux ensembles de guidages flexibles superposés (60) selon l'une, quelconque, des revendications 10 et 11, chaque guidage flexible (60) reliant un élément inertiel au mobile centrale.

Patentansprüche

1. Flexible Führung für einen drehbaren Resonatormechanismus, insbesondere eines Uhrwerks, wobei die Führung (1, 10, 30, 40, 50) einen ersten Träger (2, 11), ein in Bezug zum ersten Träger (2, 11) bewegliches Element (3, 13), ein erstes Paar flexibler Klingen (14, 15), die den ersten Träger (2, 11) mit dem beweglichen Element (3, 13) verbinden, sodass sich das bewegliche Element (3, 13) in Bezug zum ersten Träger (2, 11) durch Biegen der Klingen (14, 15) in einer Kreisbewegung um einen Drehmittelpunkt (6, 18) bewegen kann, wobei die flexible Führung (1, 10, 30, 40, 50) im Wesentlichen in einer Ebene angeordnet ist, und Vorspannmittel (7, 27, 37, 47) umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorspannmittel (7, 27, 37, 47) konfiguriert sind, um eine Knickungskraft der flexiblen Klingen (14, 15) durch Annähern des ersten Trägers (2, 11) an das bewegliche Element (3, 13) auszuüben, sodass die flexible Führung (1, 10, 30, 40, 50) zwei stabile Positionen (28, 29) des beweglichen Elements (3, 13) in Bezug auf den ersten Träger (2, 11) umfasst, bei denen das Rückstellmoment null ist, wobei die beiden stabilen Positionen (28, 29) einen vorbestimmten Drehwinkel (2a) zwischen sich aufweisen.
2. Flexible Führung nach dem vorstehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rückstellmoment der flexiblen Führung (1, 10, 30, 40, 50) zwischen den beiden stabilen Winkelpositionen (28, 29) eine im Wesentlichen sinusförmige Form aufweist.
3. Flexible Führung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das bewegliche Element (3, 13) eine axiale Symmetrie und einen Drehmittelpunkt (6, 18) aufweist, wobei die flexiblen Klingen (14, 15) in Richtung des Drehmittelpunkts (6, 18) gerichtet sind.
4. Flexible Führung nach dem vorstehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vor-

spannmittel (7) eine Feder umfassen, die das bewegliche Element (3) und den ersten Träger (2) verbindet.

5. Flexible Führung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen zweiten Träger (12) und ein zweites Paar flexibler Klingen (16, 17) umfasst, die den zweiten Träger (12) mit dem beweglichen Element (13) verbinden, wobei der zweite Träger (12) und das zweite Paar Klingen (16, 17) symmetrisch zum ersten Träger (11) und zum ersten Paar flexibler Klingen (14, 15) in Bezug zum beweglichen Element (13) angeordnet sind, wobei die beiden Paare flexibler Klingen (16, 17) den ersten und den zweiten Träger (11, 12) beiderseits mit dem beweglichen Element (13) in dessen Drehmittelpunkt (18) verbinden. 5
6. Flexible Führung nach dem vorstehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorspannmittel (27, 37) ein Halteorgan beinhalten, das zwei Arme (26, 28, 34, 36) umfasst, wobei jeder Arm an einem Träger (11, 12) befestigt ist, um die Knickungskraft auf einen Träger (11, 12) in Richtung des anderen Trägers (11, 12) auszuüben. 10
7. Flexible Führung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Halteorgan elastische Strukturen (38, 39) umfasst, die an den Armen (26, 28) angeordnet sind, um mit jedem Träger (11, 12) in Kontakt zu stehen. 15
8. Flexible Führung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das bewegliche Element (33) im Bereich des Drehmittelpunkts (18) teilweise flexibel ist. 20
9. Flexible Führung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Arm (34, 36) des Halteorgans einen verformbaren Abschnitt (48, 49) umfasst. 25
10. Einheit von übereinander angeordneten flexiblen Führungen, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie mindestens zwei flexible Führungen (61, 62) nach einem der Ansprüche 5 bis 9 umfasst, wobei die Träger (67, 68) der zweiten flexiblen Führung (62) an dem beweglichen Element (64) der ersten flexiblen Führung (61) befestigt sind. 30
11. Einheit nach dem vorstehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine dritte flexible Führung (63) umfasst, die über der zweiten flexiblen Führung (62) angeordnet ist, wobei die Träger (69, 71) der dritten flexiblen Führung (63) an dem beweglichen Element (65) der zweiten flexiblen Führung (62) befestigt sind. 35

12. Drehbarer Resonatormechanismus, insbesondere für ein Uhrwerk, der einen zentralen Drehteil, der angeordnet ist, um um eine zentrale Achse zu schwenken, und zwei Trägheitselemente, die angeordnet sind, um in Bezug zum zentralen Drehteil um eine sekundäre Achse zu schwenken, beinhaltet, **dadurch gekennzeichnet, dass** er zwei flexible Führungen (1, 10, 30, 40, 50) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 umfasst, wobei jede flexible Führung (1, 10, 30, 40, 50) ein Trägheitselement mit dem zentralen Drehteil verbindet. 40

13. Drehbarer Resonatormechanismus, insbesondere für ein Uhrwerk, der einen zentralen Drehteil, der angeordnet ist, um um eine zentrale Achse zu schwenken, und zwei Trägheitselemente, die angeordnet sind, um in Bezug zum zentralen Drehteil um eine sekundäre Achse zu schwenken, beinhaltet, **dadurch gekennzeichnet, dass** er zwei Einheiten von übereinander angeordneten flexiblen Führungen (60) nach einem der Ansprüche 10 und 11 umfasst, wobei jede flexible Führung (60) ein Trägheitselement mit dem zentralen Drehteil verbindet. 45

Claims

1. A flexible guide for a rotary resonator mechanism, in particular of a horological movement, the guide (1, 10, 30, 40, 50) comprising a first support (2, 11), an element (3, 13) movable relative to the first support (2, 11), a first pair of flexible strips (14, 15) connecting the first support (2, 11) to the movable element (3, 13), so that the movable element (3, 13) can displace relative to the first support (2, 11) by bending the strips (14, 15) in a circular movement about a centre of rotation (6, 18), the flexible guide (1, 10, 30, 40, 50) being arranged substantially in a plane, and comprising prestressing means (7, 27, 37, 47), **characterised in that** the prestressing means (7, 27, 37, 47) are configured to apply a force for buckling the flexible strips (14, 15) by bringing the first support (2, 11) closer to the movable element (3, 13), so that the flexible guide (1, 10, 30, 40, 50) comprises two stable positions (28, 29) of the element (3, 13) movable relative to the first support (2, 11) for which the return moment is zero, the two stable positions (28, 29) having a predetermined angle of rotation (2 a) therebetween. 50
2. The flexible guide according to the preceding claim, **characterised in that** the return moment of the flexible guide (1, 10, 30, 40, 50) has a substantially sinusoidal shape between the two stable angular positions (28, 29). 55
3. The flexible guide according to claim 1 or 2, **characterised in that** the movable element (3, 13) has an

axial symmetry and a centre of rotation (6, 18), the flexible strips (14, 15) being directed towards the centre of rotation (6, 18).

4. The flexible guide according to the preceding claim, **characterised in that** the prestressing means (7) comprise a spring connecting the movable element (3) and the first support (2). 5
5. The flexible guide according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** it comprises a second support (12) and a second pair of flexible strips (16, 17) connecting the second support (12) to the movable element (13), the second support (12) and the second pair of strips (16, 17) being arranged by symmetry of the first support (11) and the first pair of flexible strips (14, 15) relative to the movable element (13), the two pairs of flexible strips (16, 17) connecting on either side the first and the second support (11, 12) to the movable element (13) at its centre of rotation (18). 10 15 20
6. The flexible guide according to the preceding claim, **characterised in that** the prestressing means (27, 37) include a holding component comprising two arms (26, 28, 34, 36), each arm being fixed to a support (11, 12), so as to apply the buckling force on one support (11, 12) towards the other support (11, 12). 25 30
7. The flexible guide according to claim 5 or 6, **characterised in that** the holding component comprises elastic structures (38, 39) arranged on the arms (26, 28) to be in contact with each support (11, 12). 35
8. The flexible guide according to claim 5 or 6, **characterised in that** the movable element (33) is partly flexible at the centre of rotation (18). 40
9. The flexible guide according to claim 5 or 6, **characterised in that** each arm (34, 36) of the holding component comprises a deformable portion (48, 49). 45
10. A set of superimposed flexible guides, **characterised in that** it comprises at least two flexible guides (61, 62) according to any one of claims 5 to 9, the supports (67, 68) of the second flexible guide (62) being fixed to the movable element (64) of the first flexible guide (61). 50
11. The set according to the preceding claim, **characterised in that** it comprises a third flexible guide (63) superimposed on the second flexible guide (62), the supports (69, 71) of the third flexible guide (63) being fixed to the movable element (65) of the second flexible guide (62). 55
12. A rotary resonator mechanism, in particular for a

horological movement, including a central moving body arranged to pivot about a central axis and two inertial elements arranged to pivot relative to the central moving body about a secondary axis, **characterised in that** it comprises two flexible guides (1, 10, 30, 40, 50) according to any one of claims 1 to 9, each flexible guide (1, 10, 30, 40, 50) connecting an inertial element to the central moving body.

13. The rotary resonator mechanism, in particular for a horological movement, including a central moving body arranged to pivot about a central axis and two inertial elements arranged to pivot relative to the central moving body about a secondary axis, **characterised in that** it comprises two sets of superimposed flexible guides (60) according to any one of claims 10 and 11, each flexible guide (60) connecting an inertial element to the central moving body.

Fig. 1

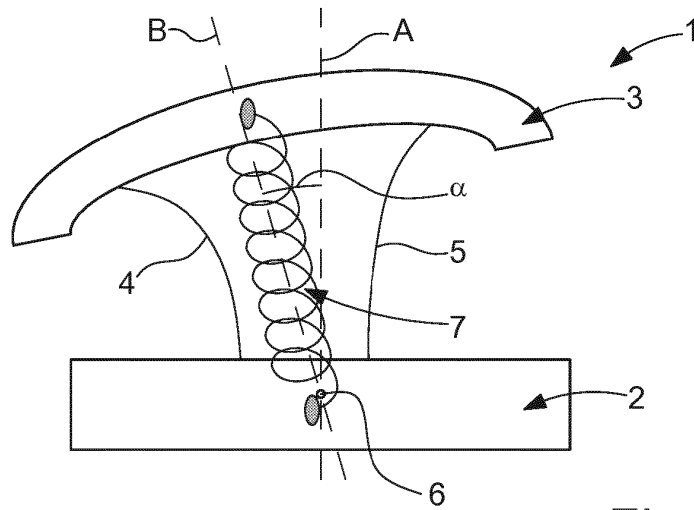


Fig. 2

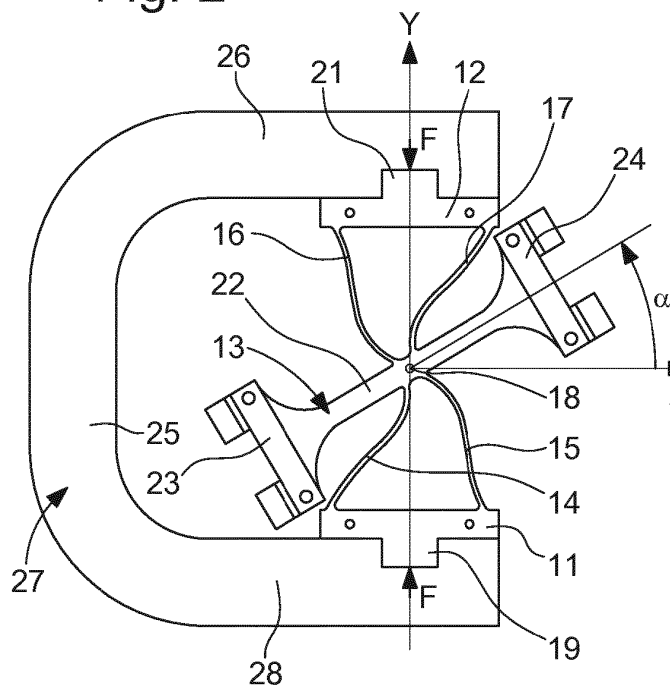


Fig. 3

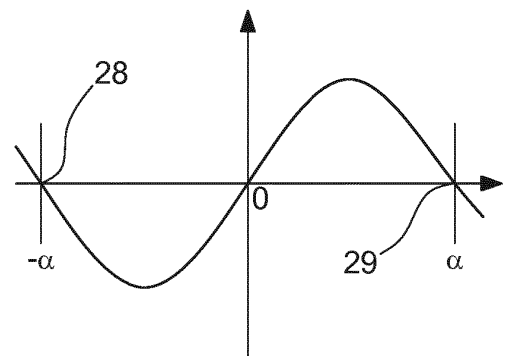


Fig. 4

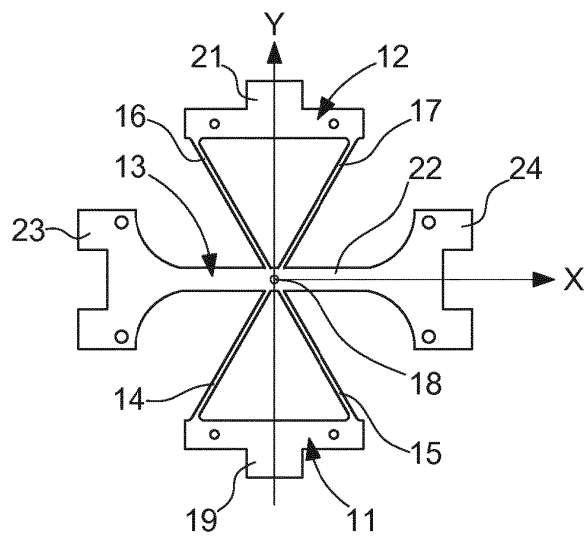


Fig. 5

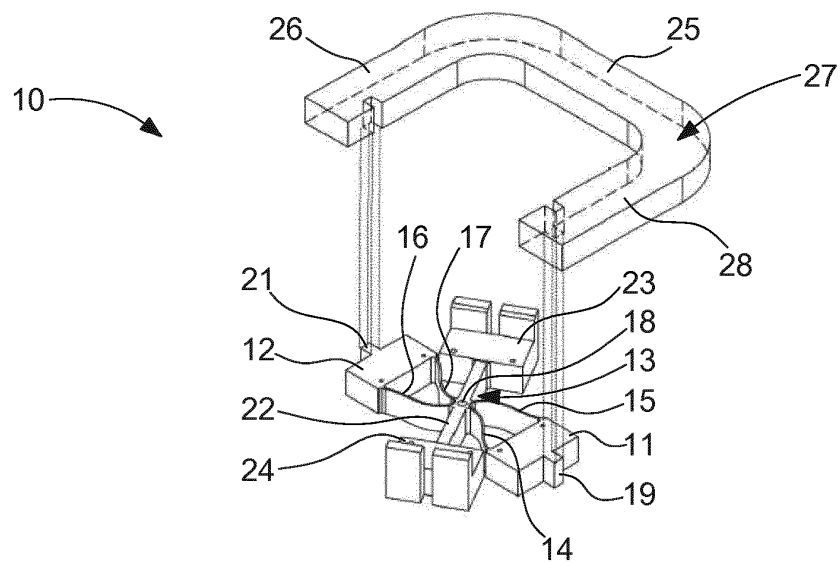


Fig. 6

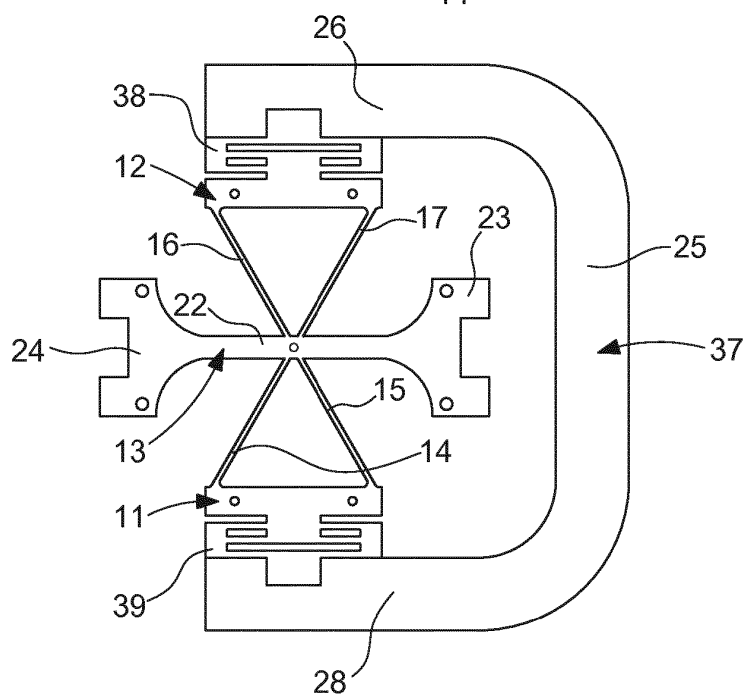


Fig. 7

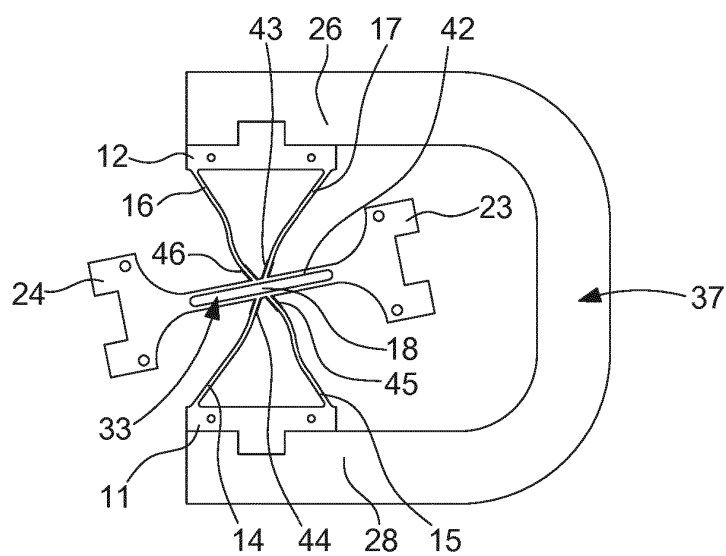


Fig. 8

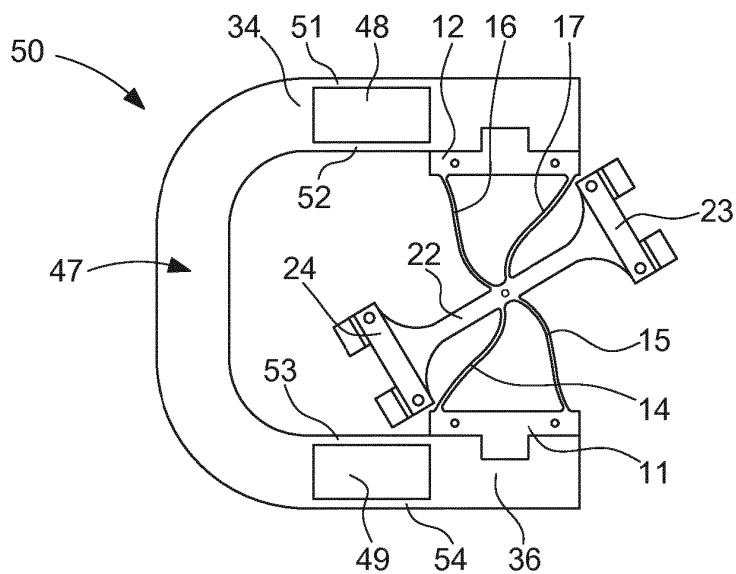


Fig. 9

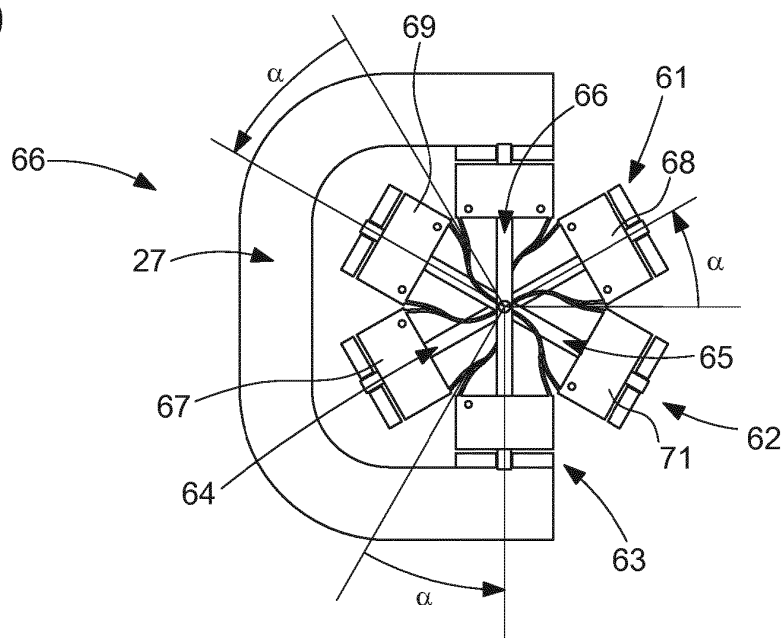
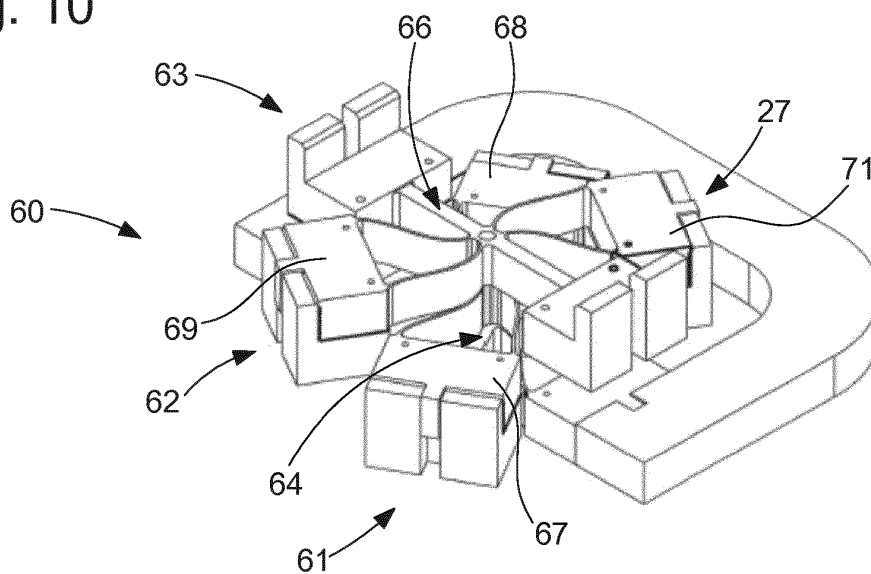


Fig. 10



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 17194636 [0007]
- EP 17183211 [0008]