



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
08.06.2022 Bulletin 2022/23

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
G04B 17/04 (2006.01) G04B 31/02 (2006.01)
G04B 31/00 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **20211343.7**

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

(22) Date de dépôt: **02.12.2020**

(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
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(72) Inventeurs:
• **KAHROBAIYAN, Mohammad Hussein**
2000 Neuchâtel (CH)
• **DI DOMENICO, Gianni**
2000 Neuchâtel (CH)

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

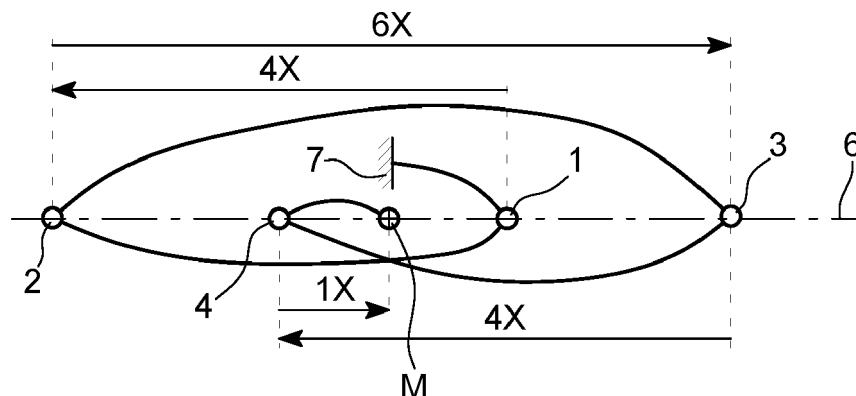
(71) Demandeur: **The Swatch Group Research and Development Ltd**
2074 Marin (CH)

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

(57) L'invention concerne un ensemble (10) de guidages flexibles pour un mécanisme résonateur rotatif, notamment d'un mouvement d'horlogerie, l'ensemble (10) comprenant un support fixe (11) et deux guidages flexibles s'étendant sensiblement dans un même plan ou dans deux plans parallèles différents, les deux guidages flexibles étant agencés en série, le premier guidage flexible comprenant un premier élément mobile (13) par rapport au support fixe (11), une première paire de lames flexibles (12) reliées au premier élément mobile (13), de sorte que le premier élément mobile (13) puisse se déplacer par flexion des lames de la première paire (12) dans un mouvement circulaire autour d'un premier centre

de rotation (17), le deuxième guidage flexible comprenant un deuxième élément mobile (16) par rapport au premier élément mobile (13), une deuxième paire de lames flexibles (15) reliant le deuxième élément mobile (16) au premier élément mobile (13), de sorte que le deuxième élément mobile (16) puisse se déplacer par rapport au premier élément mobile (13) par flexion des lames de la deuxième paire (15) dans un mouvement circulaire autour d'un deuxième centre de rotation (18), caractérisé en ce que le premier centre de rotation (17) et le deuxième centre de rotation (18) sont décalés d'une première distance prédéfinie appartenant à un plan de l'ensemble (10).

Fig. 3



Description

Domaine de l'invention

[0001] La présente invention concerne un ensemble de guidages flexibles pour mécanisme résonateur rotatif. L'invention se rapporte également à un mouvement d'horlogerie muni d'un tel ensemble de guidages flexibles.

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] On connaît aussi des réalisations de résonateurs 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 guidages à lames croisées, composés de deux lames droites qui se croisent. Mais il existe aussi des guidages à lames décroisés de type RCC (pour « Remote Center Compliance » en anglais), qui ont des lames droites ne se croisant pas. Un tel résonateur est décrit dans le document EP 2911012, ou dans les documents EP14199039, et EP16155039.

[0007] L'utilisation d'un guidage flexible permet de remplacer le pivot d'un balancier ainsi que son ressort spiral. Ceci à l'avantage de supprimer les frottements de

pivots et donc d'augmenter le facteur de qualité du résonateur. Toutefois, les guidages flexibles sont connus pour avoir une faible course angulaire (de l'ordre de 10° à 20°, à comparer aux 300° d'un balancier-spiral). La grande course angulaire est nécessaire pour assurer le bon fonctionnement de nombreux échappements mécaniques.

[0008] Pour répondre à ce problème, il a été envisagé de mettre en série plusieurs guidages à lames flexibles, par exemple dans les documents US2018319517, US2019120287 ou EP3451072. Ainsi, on obtient une course angulaire bien plus importante. L'avantage de mettre plusieurs guidages en série est que chaque guidage a une faible amplitude de rotation, ce qui permet d'obtenir un bon isochronisme et un bon guidage.

[0009] Néanmoins, certains inconvénients demeurent présents, notamment le manque de contrôle des mouvements parasites du guidage ou l'effet de la gravité sur le guidage flexible, qui reste important.

Résumé de l'invention

[0010] Un but de l'invention est, par conséquent, de proposer un guidage flexible pour un mécanisme résonateur rotatif, qui évite les problèmes précités.

[0011] A cet effet, l'invention concerne un ensemble de guidages flexibles pour un mécanisme résonateur rotatif, notamment d'un mouvement d'horlogerie, l'ensemble comprenant un support fixe et deux guidages flexibles s'étendant sensiblement dans un même plan ou dans deux plans parallèles différents, les deux guidages flexibles étant agencés en série, le premier guidage flexible comprenant un premier élément mobile par rapport au support fixe, une première paire de lames flexibles reliées au premier élément mobile, de sorte que le premier élément mobile puisse se déplacer par flexion des lames de la première paire dans un mouvement circulaire autour d'un premier centre de rotation, le deuxième guidage flexible comprenant un deuxième élément mobile par rapport au premier élément mobile, une deuxième paire de lames flexibles reliant le deuxième élément mobile au premier élément mobile, de sorte que le deuxième élément mobile puisse se déplacer par rapport au premier élément mobile par flexion des lames de la deuxième paire dans un mouvement circulaire autour d'un deuxième centre de rotation.

[0012] L'ensemble de guidages flexibles est remarquable en ce que le premier centre de rotation et le deuxième centre de rotation sont décalés d'une première distance prédéfinie appartenant à un plan de l'ensemble.

[0013] Grâce à l'invention, on obtient un ensemble de guidages à lames flexibles avec une course angulaire suffisante, un contrôle des mouvements parasites plus précis, et une minimisation de l'effet de la gravité sur la marche du résonateur.

[0014] En effet, en adaptant le décalage entre les guidages flexibles, on peut choisir des mouvements parasites de l'ensemble de guidages flexibles pour les con-

trôler plus facilement. En outre, ce décalage minimise l'effet de la gravité car les guidages flexibles n'ont pas la même disposition.

[0015] Selon une forme de réalisation avantageuse, les lames de la première paire de lames sont croisées.

[0016] Selon une forme de réalisation avantageuse, les lames de la première paire de lames sont décroisées.

[0017] Selon une forme de réalisation avantageuse, les lames de la deuxième paire de lames sont croisées.

[0018] Selon une forme de réalisation avantageuse, les lames de la deuxième paire de lames sont décroisées.

[0019] Selon une forme de réalisation avantageuse, l'ensemble comprend un troisième guidage flexible agencé en série en aval du deuxième guidage flexible, le troisième guidage flexible comportant un troisième élément mobile et une troisième paire de lames flexibles reliant le troisième élément mobile au deuxième élément mobile, de sorte que le troisième élément mobile puisse se déplacer par rapport au deuxième élément mobile par flexion des lames de la troisième paire dans un mouvement circulaire autour d'un troisième centre de rotation.

[0020] Selon une forme de réalisation avantageuse, le troisième centre de rotation est décalé par rapport au deuxième centre de rotation d'une deuxième distance prédéfinie appartenant à un plan de l'ensemble.

[0021] Selon une forme de réalisation avantageuse, les lames de la troisième paire de lames sont croisées.

[0022] Selon une forme de réalisation avantageuse, les lames de la troisième paire de lames sont décroisées.

[0023] Selon une forme de réalisation avantageuse, comprend un quatrième guidage flexible agencé en série, le quatrième guidage flexible comportant un quatrième élément mobile et une quatrième paire de lames flexibles reliant le quatrième élément mobile au troisième élément mobile ou au support, de sorte que le quatrième élément mobile puisse se déplacer par rapport au troisième élément mobile ou au support par flexion des lames de la quatrième paires de lames dans un mouvement circulaire autour d'un quatrième centre de rotation.

[0024] Selon une forme de réalisation avantageuse, le quatrième centre de rotation est décalé par rapport au troisième centre de rotation d'une troisième distance prédéfinie appartenant à un plan de l'ensemble.

[0025] Selon une forme de réalisation avantageuse, les lames de la quatrième paire de lames sont croisées.

[0026] Selon une forme de réalisation avantageuse, les lames de la quatrième paire de lames sont décroisées.

[0027] Selon une forme de réalisation avantageuse, l'ensemble est symétrique par rapport à une ligne longitudinale et/ou par rapport à une ligne transversale en position de repos de l'ensemble.

[0028] Selon une forme de réalisation avantageuse, la première paire de lames flexibles est reliée au support fixe.

[0029] Selon une forme de réalisation avantageuse, les centres de rotation des guidages flexibles sont agencés sur une ligne droite en position de repos de l'ensem-

ble, le centre de masse du résonateur étant de préférence également agencé sur ladite ligne droite.

[0030] Selon une forme de réalisation avantageuse, la rigidité de chaque guidage flexible est choisie selon l'équation suivante :

$$\sum_{i=2}^{N+1} r_i \left(1 + k_1 \sum_{j=3}^i \frac{1}{k_{j-1}} \right)^n = 0$$

où $n = 1, \dots, N-1$, N étant le nombre de guidages flexibles, k_j et k_i étant la rigidité du guidage i et du guidage j , et r_i étant le décalage entre les centres de rotation du guidage flexible i et du guidage flexible $i-1$.

[0031] Selon une forme de réalisation avantageuse, les guidages flexibles sont identiques et suivent l'équation suivante :

$$\sum_{i=2}^{N+1} r_i (i-1)^n = 0$$

où $n = 1, \dots, N-1$, N étant le nombre de guidages flexibles.

[0032] Selon une forme de réalisation avantageuse, les guidages flexibles suivent l'équation suivante :

$$\frac{r_{k+1}}{r_1} = (-1)^k \binom{N}{k}$$

où $k = 0, 1, \dots, N$, N étant le nombre de guidage flexibles. On choisit la valeur du nombre k en fonction du nombre de pivots et en suivant la règle du triangle de Pascal.

[0033] L'invention se rapporte également à un mécanisme résonateur rotatif d'un mouvement horloger, le mécanisme comportant une masse oscillante et un ensemble de guidages flexible selon l'invention.

Description sommaire des dessins

[0034] 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 première disposition de guidages flexibles d'un ensemble de guidages flexibles selon l'invention,
- la figure 2 représente schématiquement une deuxième disposition de guidages flexibles d'un ensemble

de guidages flexibles selon l'invention,

- la figure 3 représente schématiquement une troisième disposition de guidages flexibles d'un ensemble de guidages flexibles selon l'invention,
- la figure 4 représente schématiquement un ensemble de guidages flexibles selon un premier mode de réalisation,
- la figure 5 représente schématiquement un ensemble de guidages flexibles selon un deuxième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 6 représente schématiquement un ensemble de guidages flexibles selon un troisième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 7 représente schématiquement un ensemble de guidages flexibles selon un quatrième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 8 représente schématiquement un ensemble de guidages flexibles selon un cinquième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 9 représente schématiquement un ensemble de guidages flexibles selon un sixième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 10 représente schématiquement un ensemble de guidages flexibles selon un septième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 11 représente schématiquement un ensemble de guidages flexibles selon un huitième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 12 représente schématiquement un ensemble de guidages flexibles selon un neuvième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 13 représente schématiquement un ensemble de guidages flexibles selon un dixième mode de réalisation de l'invention, et
- la figure 14 représente schématiquement un ensemble de guidages flexibles selon un onzième mode de réalisation de l'invention.

Description détaillée de modes de réalisation préférés

[0035] Sur la figure 1, est représenté une disposition théorique d'une pluralité de centres de rotation de guidages flexibles, chaque guidage flexible comprenant un centre de rotation 1, 2, 3, 4, 5, ..., N autour duquel il tourne. Les guidages flexibles sont agencés en série en différentes positions, de sorte que les centre de rotation 1,

2, 3, 4, 5, ..., N de chaque guidage flexible soient décalés l'un par rapport à l'autre en position de repos de l'ensemble. La position de repos correspond à une absence de mouvement des guidages flexibles, les guidages étant tous dans une position d'équilibre. Autrement dit, aucun centre de rotation n'a de position identique à un autre centre de rotation. Chaque centre de rotation a une position définie par rapport au centre de rotation du guidage flexible en série précédent, sauf le premier guidage flexible 1, qui est déterminé par rapport à l'origine d'un repère. Chaque centre de rotation d'un guidage flexible est décalé par rapport au centre de rotation du guidage flexible précédent. Ainsi, le centre de rotation du deuxième guidage flexible 2 est décalé d'une distance $\vec{r}_2$ par rapport au centre de rotation du premier guidage flexible 1, et le centre de rotation du troisième guidage flexible 3 est décalé d'une distance $\vec{r}_3$ par rapport au centre de rotation d'un deuxième guidage flexible 2, et ainsi de suite jusqu'au dernier guidage flexible N. Selon la disposition des guidages flexibles, l'ensemble a un centre de masse M disposé à une distance $\vec{r}_{N+1}$ du centre de rotation du dernier guidage flexible N. Sur la figure, tous les centres de rotation sont décalés les uns par rapport aux autres, mais selon différents modes de réalisation, certains centres de rotation peuvent être superposés.

[0036] De préférence, on dispose les guidages flexibles, de sorte que les centres de rotation de tous les guidages flexibles soient agencés sur une même droite 6, comme le montre la figure 2. Ainsi, les centres de rotation 1, 2, 3, 4, 5, ..., N de chaque guidage flexible sont décalés l'un par rapport à l'autre d'une distance prédéfinie sur la même ligne. Cette disposition des guidages de l'ensemble permet de diminuer l'effet de la gravité sur l'ensemble. En effet, le mouvement du centre de masse est inférieur au cas générale de la figure 1.

[0037] Selon un cas particulier, on dispose les guidages flexibles selon l'équation suivante :

$$\sum_{i=2}^{N+1} r_i \left(1 + k_1 \sum_{j=3}^i \frac{1}{k_{j-1}} \right)^n = 0$$

pour $n = 1, \dots, N-1$, N étant le nombre de guidage flexibles appartenant à l'ensemble, k_j étant la rigidité du guidage j , et r_j étant la distance du décalage entre les centres de rotation du guidage flexible i et du guidage flexible $i-1$.

[0038] La distance r_1 est la distance entre le centre de rotation du guidage 1 et un support fixe 7 de l'ensemble. Cette disposition des guidages de l'ensemble permet de diminuer encore davantage l'effet de la gravité sur l'ensemble, car le mouvement du centre de gravité est encore moindre.

[0039] Selon un cas particulier où tous les guidages flexibles sont identiques avec la même rigidité k , l'équation devient :

$$\sum_{i=2}^{N+1} r_i (i-1)^n = 0$$

pour $n = 1, \dots, N-1$, N étant le nombre de guidage flexibles appartenant à l'ensemble. Cette disposition des guidages de l'ensemble permet de diminuer le coût de fabrication de l'ensemble, car les guidages sont identiques, donc plus faciles à fabriquer.

[0040] En variante, les guidages sont identiques avec des rigidités différentes, ou bien ils sont différents avec des rigidités identiques. Dans ces cas, on choisit des guidages flexibles selon l'équation binômiale suivante :

$$\frac{r_{k+1}}{r_1} = (-1)^k \binom{N}{k}$$

où $k = 0, 1, \dots, N$, N étant le nombre de guidages flexibles, r_{k+1} étant la distance du décalage entre les centres de rotation du guidage flexible $k+1$ et du guidage flexible k . La valeur du nombre k est choisie en fonction du nombre de guidages et en suivant la règle du triangle de Pascal. Le triangle de Pascal a la forme suivante :

$$\begin{array}{ccccccc} & & & & 1 & & & \\ & & & & 1 & -1 & & \\ & & & 1 & -2 & 1 & & \\ & & 1 & -3 & 3 & -1 & & \\ & 1 & -4 & 6 & -4 & 1 & & \\ 1 & -5 & 10 & -5 & 1 & & & \\ & & & & \dots & & & \end{array}$$

[0041] Avec un ensemble de deux guidages flexibles, on sélectionne les coefficients k de la troisième ligne. Pour un ensemble de trois guidages, on sélectionne les coefficients k de la quatrième ligne. Pour un ensemble de quatre guidages, on sélectionne les coefficients k de la cinquième ligne, et ainsi de suite pour les guidages supplémentaires. Le dernier nombre correspond au décalage du centre de masse de l'ensemble. Lorsqu'un coefficient est de signe négatif, le décalage est en sens inverse sur la droite 6, par rapport aux décalages dont le coefficient k est positif.

[0042] Par exemple sur la figure 3, pour un ensemble de quatre guidages flexibles, le premier centre de rotation 1 du premier guidage est agencé à une distance X du support 7 avec le coefficient 1 sur la droite 6. Le deuxième centre de rotation 2 du deuxième guidage est décalé d'une distance $-4X$ du premier centre de rotation 1 sur la droite 6. Le troisième centre de rotation 3 du troisième guidage est décalé d'une distance $6X$ du deuxième centre de rotation 2 sur la droite 6. Le quatrième centre de

rotation 4 du quatrième guidage est décalé d'une distance $-4X$ du troisième centre de rotation 3 sur la droite 6. Enfin, l'ensemble est configuré pour que le centre de masse M de l'ensemble soit disposé à une distance X du quatrième centre de rotation 4 sur la droite 6.

[0043] Cette disposition des guidages de l'ensemble permet de diminuer davantage l'effet de la gravité sur l'ensemble, car le mouvement du centre de gravité est moindre que la variante précédente.

[0044] Les modes de réalisation des ensembles des figures 4 à 14 comportent des guidages flexibles dont les centres de rotation sont agencés sur une même ligne.

[0045] Les figures 4 et 5 montrent un premier 10 et un deuxième 20 mode de réalisation d'un ensemble de deux guidages flexibles assemblés en série. L'ensemble 10, 20 comprend un support 11, 21 et deux guidages flexibles agencés chacun sensiblement dans un plan. Le support 11, 21 a une forme de plaque rectangulaire allongée agencée latéralement par rapport à l'ensemble 10, 20.

[0046] Le premier guidage flexible comprend un premier élément mobile 13, 23 par rapport au support 11, 21 et une première paire de lames flexibles 12, 22 reliant le support 11, 21 au premier élément mobile 13, 23. Ainsi, le premier élément mobile 13, 23 peut se déplacer par rapport au support 11, 21 par flexion des lames de la première paire 12, 22 dans un mouvement circulaire autour d'un premier centre de rotation 17, 27. Le premier élément mobile 13, 23 a une forme tubulaire décrivant un rectangle, un grand côté 14, 24 du rectangle étant rehaussé par rapport aux autres côtés pour être dans le plan du deuxième guidage flexible. Le rectangle est agencé latéralement, de manière sensiblement parallèle au support 11, 21 en position de repos de l'ensemble.

[0047] Le deuxième guidage flexible comprend un deuxième élément mobile 16, 26 par rapport au premier élément mobile 13, 23 et une deuxième paire de lames flexibles 15, 25 reliant le deuxième élément mobile 16, 26 au premier élément mobile 13, 23. Ainsi, le deuxième élément mobile 16, 26 peut se déplacer par rapport au premier élément mobile 13, 23 par flexion des lames de la deuxième paire 15, 25 dans un mouvement circulaire autour d'un deuxième centre de rotation 18, 28. Le deuxième élément mobile 16, 26 a une forme de plaque rectangulaire allongée agencée latéralement, de manière sensiblement parallèle au support 11, 21 et au premier élément mobile 13, 23 en position de repos de l'ensemble 10, 20.

[0048] Les lames flexibles 12, 15, 22, 25 d'une même paire se croisent et sont soudées en leur croisement. Les lames d'une même paire sont jointes au support 11, 21 ou à l'élément mobile 13, 16, 26, 23 sur un même côté. Les lames de la deuxième paire 15, 25 sont jointes sur le même côté rehaussé 14, 24 du premier élément mobile 13, 23.

[0049] Dans le premier mode de réalisation de l'ensemble 10 de la figure 4, les deux guidages flexibles s'étendent l'un après l'autre, tandis que dans le deuxième mode de réalisation de l'ensemble 20 de la figure 5, les

deux guidages flexibles se superposent en grande partie, le deuxième guidage flexible étant orienté dans l'autre sens par-dessus le premier guidage par rapport au premier mode de réalisation 10.

[0050] Selon l'invention, le premier centre de rotation 17, 27 et le deuxième centre de rotation 18, 28 sont décalés d'une première distance prédéfinie pour les deux modes de réalisation. Les centres de rotation sont agencés sensiblement au croisement des paires de lames 12, 15, 22, 25 de chaque guidage flexible en position de repos de l'ensemble 10, 20. Dans le premier mode de réalisation 10, la distance est plus importante que dans le deuxième mode de réalisation 20.

[0051] Le troisième mode de réalisation de la figure 6 est une variante du deuxième mode de réalisation, dans lequel les deux paires de lames croisées 32, 35 ne sont pas jointes en leur croisement. En outre, le premier élément 33 mobile a une forme rectangulaire, munie d'une partie rehaussée 34 pour être dans le plan du deuxième guidage flexible. Les deux guidages sont principalement superposés l'un sur l'autre, avec un décalage pour décaler les deux centres de rotation 37, 38 d'une première distance prédéfinie. Le support 31 et le deuxième élément mobile 36 de l'ensemble 30 sont presque superposés.

[0052] La figure 7 montre un quatrième mode de réalisation d'un ensemble 40 comprenant un support 41 et quatre guidages flexibles agencés en série. Les guidages sont agencés sensiblement dans le même plan. Le support 41 a une forme de plaque rectangulaire allongée agencée latéralement par rapport à l'ensemble 40.

[0053] Le premier guidage flexible comprend un premier élément mobile 43 par rapport au support 41, et une première paire 42 de lames flexibles reliant le support 41 au premier élément mobile 43. Ainsi, le premier élément mobile 43 peut se déplacer par rapport au support 41 par flexion des lames de la première paire 42 dans un mouvement circulaire autour d'un premier centre de rotation 47. Le premier élément mobile 43 a une forme d'arc de cercle dont la courbure est orientée vers le support 41.

[0054] Le deuxième guidage flexible comprend un deuxième élément mobile 46 par rapport au premier élément mobile 43, et une deuxième paire 45 de lames flexibles reliant le deuxième élément mobile 46 au premier élément mobile 43. Ainsi, le deuxième élément mobile 46 peut se déplacer par rapport au premier élément mobile 43 par flexion des lames de la deuxième paire 45 dans un mouvement circulaire autour d'un deuxième centre de rotation 48. Le deuxième élément mobile 46 a une forme de H dont le tronçon 39 central est allongé.

[0055] Selon l'invention, le premier centre de rotation 47 et le deuxième centre de rotation 48 sont décalés d'une première distance prédéfinie. Les centres de rotation 47, 48 sont agencés sensiblement au croisement d'une ligne colinéaire des lames de chaque guidage flexible en position de repos.

[0056] L'ensemble 40 comprend un troisième guidage flexible agencé en série en aval du deuxième guidage

flexible. Le troisième guidage flexible comporte un troisième élément mobile 51, et une troisième paire de lames flexibles 49 reliant le troisième élément mobile 51 au deuxième élément mobile 46. Ainsi, le troisième élément mobile 51 peut se déplacer par rapport au deuxième élément mobile 46 par flexion des lames de la troisième paire 49 dans un mouvement circulaire autour d'un troisième centre de rotation. Le troisième centre de rotation est sensiblement au même endroit que le deuxième centre de rotation 48. Le troisième élément mobile 51 est en forme d'arc de cercle disposé symétriquement à l'autre arc de cercle du premier élément mobile 43 par rapport au tronçon 39 du corps en H qui est au milieu de l'ensemble 40. Les deux arcs sont disposés dans le H, de part et d'autre du tronçon 39.

[0057] L'ensemble comprend un quatrième guidage flexible agencé en série en aval du troisième guidage flexible, le quatrième guidage flexible comportant un quatrième élément mobile 53 et une quatrième paire 52 de lames flexibles reliant le quatrième élément mobile 53 au troisième élément mobile 51. Ainsi, le quatrième élément mobile 53 peut se déplacer par rapport au troisième élément mobile 51 par flexion des lames de la quatrième paire 52 dans un mouvement circulaire autour d'un quatrième centre de rotation 44. Le quatrième centre de rotation 44 est décalé par rapport au deuxième et troisième centre de rotation 48 d'une deuxième distance prédéfinie, qui est sensiblement égale à la première distance. Le quatrième élément mobile 53 a une forme de plaque rectangulaire allongée agencée parallèlement au support 41 en position de repos de l'ensemble 40. La courbure de l'arc du troisième élément mobile 51 est orientée vers le quatrième élément mobile 53. Le support 41 et le quatrième élément mobile 53 sont agencés à l'extérieur du H derrière chaque arc.

[0058] Les quatre guidages flexibles ont des lames décroisées. Les lames d'une même paire 42, 45, 49, 52 de lames sont disposées du même côté du support 41 et/ou de l'élément mobile 43, 46 51, 53 correspondant. Deux guidages flexibles sont agencés symétriquement deux à deux. Ainsi, l'ensemble 40 de guidages flexibles est symétrique par rapport à une ligne longitudinale et une ligne transversale en position de repos, les deux lignes étant sensiblement perpendiculaires.

[0059] Dans le cinquième mode de réalisation de la figure 8, un ensemble 50 comprend un support 61 et trois guidages flexibles agencés en série, chaque guidage étant agencé sensiblement dans le même plan. Le support 61 a une forme de plaque rectangulaire allongée munie d'une excroissance sur laquelle les lames sont jointes.

[0060] Le premier guidage flexible comprend un premier élément mobile 63 par rapport au support 61, une première paire de lames flexibles 62 reliant le support 61 au premier élément mobile 63. Ainsi, le premier élément mobile 63 peut se déplacer par rapport au support 61 par flexion des lames de la première paire 62 dans un mouvement circulaire autour d'un premier centre de rotation

57. Le premier élément mobile 63 a une forme en U.

[0061] Le deuxième guidage flexible comprend un deuxième élément mobile 66 par rapport au premier élément mobile 63, et une deuxième paire de lames flexibles 65 reliant le deuxième élément mobile 66 au premier élément mobile 63. Ainsi, le deuxième élément mobile 66 peut se déplacer par rapport au premier élément mobile 63 par flexion des lames de la deuxième paire 65 dans un mouvement circulaire autour d'un deuxième centre de rotation 58. Le deuxième élément mobile 66 a une forme en U.

[0062] L'ensemble comprend un troisième guidage flexible agencé en série en aval du deuxième guidage flexible. Le troisième guidage flexible comporte un troisième élément mobile 67 par rapport au deuxième élément mobile 66, et une troisième paire de lames flexibles 59 reliant le troisième élément mobile 67 au deuxième élément mobile 66. Ainsi, le troisième élément mobile 67 peut se déplacer par rapport au deuxième élément mobile 66 par flexion des lames de la troisième paire 59 dans un mouvement circulaire autour d'un troisième centre de rotation 54. Le troisième élément mobile 67 a une forme de plaque rectangulaire allongée munie d'une excroissance sur laquelle les lames sont jointes. Le troisième centre de rotation 54 est décalé par rapport au deuxième centre de rotation 58 d'une deuxième distance prédéfinie sensiblement égale à la première distance.

[0063] Le premier et le troisième guidage flexible ont des lames flexibles décroisées. Le deuxième guidage flexible a des lames flexibles croisées, les lames étant jointes en leur croisement. Les deux U se font faces, de sorte que les intérieurs des U soient en vis-à-vis. Les deux U sont joints l'un à l'autre par la deuxième paire de lames 65 formant un X, les extrémités des lames étant assemblées à l'intérieur des U. Le support 61 et le troisième élément mobile 67 sont agencés chacun à l'intérieur des U, les excroissances étant dirigée vers l'extérieur du U. La première 62 et la troisième paire 59 de lames sont jointes à l'intérieur des U après les lames de la deuxième paire 58.

[0064] L'ensemble de guidages flexibles est symétrique par rapport à une ligne longitudinale et par rapport une ligne transversale en position de repos, les deux lignes étant sensiblement perpendiculaires.

[0065] Le sixième mode de réalisation de la figure 9 montre un ensemble 60 comprenant un support 71 et deux guidages flexibles agencés en série dans un plan. Le support 71 a une forme de plaque rectangulaire allongée agencée latéralement par rapport à l'ensemble 60.

[0066] Le premier guidage flexible comprend un premier élément mobile 73 par rapport au support 71, une première paire de lames flexibles 72 reliant le support 71 au premier élément mobile 73. Ainsi, le premier élément mobile 73 peut se déplacer par rapport au support 71 par flexion des lames de la première paire 72 dans un mouvement circulaire autour d'un premier centre de rotation 77. Le premier élément mobile 73 a une forme de U,

l'intérieur du U étant orienté vers le support latéralement.

[0067] Le deuxième guidage flexible comprend un deuxième élément mobile 76 par rapport au premier élément mobile 73, et une deuxième paire de lames flexibles 75 reliant le deuxième élément mobile 76 au premier élément mobile 76. Ainsi, le deuxième élément mobile 76 peut se déplacer par rapport au premier élément mobile 73 par flexion des lames de la deuxième paire 75 dans un mouvement circulaire autour d'un deuxième centre de rotation 78. Le deuxième élément mobile 76 a une forme de plaque rectangulaire allongée munie d'une excroissance sur laquelle les lames sont jointes.

[0068] Selon l'invention, le premier centre de rotation 77 et le deuxième centre de rotation 78 sont décalés d'une première distance prédéfinie. Les centres de rotation 77, 78 sont agencés sensiblement au croisement d'une ligne colinéaire des lames de chaque guidage flexible en position de repos. Ainsi, le premier centre de rotation 77 est formé au niveau du croisement, tandis que le deuxième centre de rotation est formé au niveau de l'excroissance du deuxième élément mobile 76.

[0069] Le premier guidage flexible a des lames flexibles croisées, les lames étant jointes en leur croisement. Le deuxième guidage flexible a des lames flexibles décroisées.

[0070] Le support et le U sont joints l'un à l'autre par la deuxième paire de lames 75 formant un X, les extrémités des lames étant assemblées à l'intérieur des U d'une part et sur le côté de la plaque rectangulaire d'autre part. Le deuxième élément mobile 76 est agencé à l'intérieur du U, l'excroissance étant dirigée vers l'extérieur du U. La première et la deuxième paire de lames 72, 75 sont jointes à l'intérieur des U.

[0071] Dans le septième mode de réalisation de la figure 10, l'ensemble 70 est une variante du cinquième mode de réalisation de la figure 9, dans lequel les lames flexibles de la deuxième paire 85 sont croisées, le deuxième élément mobile 86 étant agencé perpendiculairement au support 81 à l'intérieur du U du premier élément mobile 83. Le premier centre de rotation 87 de la première paire de lames 82 est décalé par rapport au deuxième centre de rotation 88.

[0072] Sur la figure 11, le huitième mode de réalisation d'un ensemble 80 comprend un support 91 et trois guidages flexibles agencés en série sensiblement dans le même plan. Le support 91 a une forme de plaque rectangulaire allongée agencée latéralement par rapport à l'ensemble 80.

[0073] Le premier guidage flexible comprend un premier élément mobile 93 par rapport au support 91, une première paire de lames flexibles 92 reliant le support 91 au premier élément mobile 93. Ainsi, le premier élément mobile 93 peut se déplacer par rapport au support 91 par flexion des lames de la première paire 92 dans un mouvement circulaire autour d'un premier centre de rotation 97. Le premier élément mobile 93 a une forme en W avec des extrémités recourbées.

[0074] Le deuxième guidage flexible comprend un

deuxième élément mobile 96 par rapport au premier élément mobile 93, et une deuxième paire de lames flexibles 95 reliant le deuxième élément mobile 96 au premier élément mobile 93. Ainsi, le deuxième élément mobile 96 peut se déplacer par rapport au premier élément mobile 93 par flexion des lames de la deuxième paire 95 dans un mouvement circulaire autour d'un deuxième centre de rotation 98. Le deuxième élément mobile 96 a également une forme en W avec des extrémités recourbées, le W étant agencé de manière sensiblement parallèle au premier élément mobile 93 en position inversée.

[0075] La base des W se font faces. Les deux W sont joints l'un à l'autre par la deuxième paire 95 de lames formant un X, les extrémités des lames étant assemblées aux extrémités recourbées des W. La première et la troisième paire de lames sont jointes sur le sommet intérieur du W.

[0076] L'ensemble comprend un troisième guidage flexible agencé en série en aval du deuxième guidage flexible. Le troisième guidage flexible comporte un troisième élément mobile 89 par rapport au deuxième élément mobile 96, et une troisième paire de lames flexibles 99 reliant le troisième élément mobile 89 au deuxième élément mobile 96. Ainsi, le troisième élément mobile 89 peut se déplacer par rapport au deuxième élément mobile 96 par flexion des lames de la troisième paire 99 dans un mouvement circulaire autour d'un troisième centre de rotation 94. Le troisième élément mobile 89 a une forme de plaque rectangulaire allongée agencée de manière sensiblement parallèle au premier élément mobile 93 et aux W.

[0077] Le premier et le troisième guidage flexible ont des paires 92, 99 de lames flexibles décroisées. Le deuxième guidage flexible a une paire de lames flexibles 95 croisées, les lames étant jointes en leur croisement. Les lames d'une même paire de lames sont disposées du même côté du support et/ou de l'élément mobile. Les lames de la deuxième paire de lames 95 sont jointes aux extrémités recourbée de chaque W.

[0078] Selon l'invention, le premier centre de rotation 97 et le deuxième centre de rotation 98 sont décalés d'une première distance prédéfinie. Le troisième centre de rotation 94 est également décalé par rapport au deuxième centre 98 de rotation d'une deuxième distance prédéfinie. Les centres de rotation 97, 98 sont agencés sensiblement au croisement d'une ligne colinéaire des lames de chaque paire 92, 95, 99 de chaque guidage flexible en position de repos. Ainsi, le deuxième centre de rotation 97 est formé au niveau du croisement, tandis que le premier 98 et le troisième 94 centre de rotation est formé au niveau du sommet interne des W.

[0079] L'ensemble 80 de guidages flexibles est symétrique par rapport à une ligne longitudinale et par rapport une ligne transversale en position de repos, les deux lignes étant sensiblement perpendiculaires.

[0080] Dans le neuvième mode de réalisation de la figure 12, l'ensemble 90 comprend un support 101 et trois guidages flexibles agencés en série sensiblement dans

un même plan. Le support 101 a une forme de plaque rectangulaire allongée, agencée latéralement par rapport à l'ensemble 90.

[0081] Le premier guidage flexible comprend un premier élément mobile 103 par rapport au support 101, une première paire de lames flexibles 102 reliant le support 101 au premier élément mobile 103. Ainsi, le premier élément 103 mobile peut se déplacer par rapport au support 101 par flexion des lames de la première paire 102 dans un mouvement circulaire autour d'un premier centre de rotation 107. Le premier élément mobile 103 a une forme de triangle dont un sommet comporte une excroissance arrondie.

[0082] Le deuxième guidage flexible comprend un deuxième élément mobile 106 par rapport au premier élément mobile 103, et une deuxième paire de lames flexibles 105 reliant le deuxième élément mobile 106 au premier élément mobile 103. Ainsi, le deuxième élément mobile 106 peut se déplacer par rapport au premier élément mobile 103 par flexion des lames de la deuxième paire 105 dans un mouvement circulaire autour d'un deuxième centre de rotation 108. Le deuxième élément mobile 106 a une forme de triangle dont un sommet comporte une excroissance arrondie. Les excroissances ont pour fonction de permettre l'accrochage des lames décroisées.

[0083] L'ensemble 90 comprend un troisième guidage flexible agencé en série en aval du deuxième guidage flexible. Le troisième guidage flexible comporte un troisième élément mobile 110 par rapport au deuxième élément mobile 106, et une troisième paire de lames flexibles 109 reliant le troisième élément mobile 110 au deuxième élément mobile 106. Ainsi, le troisième élément mobile 110 peut se déplacer par rapport au deuxième élément mobile 106 par flexion des lames de la troisième paire 109 dans un mouvement circulaire autour d'un troisième centre de rotation 104. Le troisième élément mobile 110 a une forme de plaque rectangulaire allongée, sensiblement parallèle au support 101.

[0084] Les lames d'une même paire de lames sont disposées du même côté du support et/ou de l'élément mobile. Les lames flexibles de la première 102 et de la troisième 109 de lames sont décroisées. Les lames flexibles de la deuxième 105 de lames sont croisées.

[0085] Les deux triangles sont agencés entre le support 101 et le troisième élément mobile 110, les excroissances étant orientées vers le deuxième élément mobile 103 et le troisième 106 élément mobile. La première 102 et la troisième 109 de lames sont jointes aux excroissances, tandis que les lames de la deuxième 105 sont jointes à la base des triangles.

[0086] L'ensemble 90 de guidages flexibles est symétrique par rapport à une ligne longitudinale et par rapport une ligne transversale en position de repos, les deux lignes étant sensiblement perpendiculaires.

[0087] Selon l'invention, le premier centre de rotation 107 et le deuxième centre de rotation 108 sont décalés

d'une première distance prédéfinie. Les centres de rotation sont agencés sensiblement au croisement d'une ligne colinéaire des lames de chaque paire 102, 105, 109 de chaque guidage flexible en position de repos. En outre le troisième centre de rotation 104 est aussi décalé par rapport au deuxième centre de rotation 108 d'une deuxième distance prédéfinie.

[0088] Sur la figure 13, le dixième mode de réalisation d'un ensemble 100 selon l'invention comprend un support 111 et quatre guidages flexibles agencés en série. Le premier et le deuxième guidage sont agencés dans un premier plan, tandis que le troisième et le quatrième guidage sont agencés dans un second plan sensiblement parallèle au premier. Le support a une forme de plaque rectangulaire allongée agencée latéralement par rapport au guidage 100.

[0089] Le premier guidage flexible comprend un premier élément mobile 113 par rapport au support 111, et une première paire de lames flexibles 112 reliant le support 111 au premier élément mobile 113. Ainsi, le premier élément mobile 113 peut se déplacer par rapport au support 111 par flexion des lames de la première paire 112 dans un mouvement circulaire autour d'un premier centre de rotation 117. Le premier élément mobile 113 a une forme de plaque sensiblement carrée.

[0090] Le deuxième guidage flexible comprend un deuxième élément mobile 116 par rapport au premier élément mobile 113, et une deuxième paire de lames flexibles 115 reliant le deuxième élément mobile 116 au premier élément mobile 113. Ainsi, le deuxième élément mobile 116 peut se déplacer par rapport au premier élément mobile 113 par flexion des lames de la deuxième paire 115 dans un mouvement circulaire autour d'un deuxième centre de rotation 118. Le deuxième élément mobile 116 a une structure tubulaire en forme de rectangle délimitant la longueur et la largeur de l'ensemble 100 en position de repos de l'ensemble 100.

[0091] L'ensemble 100 comprend un troisième guidage flexible agencé en série en aval du deuxième guidage flexible. Le troisième guidage flexible comporte un troisième élément mobile 120 par rapport au deuxième élément mobile 116, et une troisième paire de lames flexibles 119 reliant le troisième élément mobile 120 au deuxième élément mobile 116. Ainsi, le troisième élément mobile 120 peut se déplacer par rapport au deuxième élément mobile 116 par flexion des lames de la troisième paire 119 dans un mouvement circulaire autour d'un troisième centre de rotation 123. Le troisième élément mobile 120 a une structure tubulaire en forme de carré dont les dimensions sont inférieures au rectangle du deuxième élément mobile 116.

[0092] L'ensemble comprend un quatrième guidage flexible agencé en série en aval du troisième guidage flexible, le quatrième guidage flexible comportant un quatrième élément mobile 122 et une quatrième paire de lames flexibles 121 reliant le quatrième élément mobile 122 au troisième élément mobile 120. Ainsi, le quatrième élément mobile 122 peut se déplacer par rapport au troi-

sième élément mobile 120 par flexion des lames la quatrième paire 121 dans un mouvement circulaire autour d'un quatrième centre de rotation 124. Le quatrième élément mobile 122 a une forme de plaque rectangulaire allongée agencée latéralement par rapport à l'ensemble 100 en position de repos de l'ensemble 100.

[0093] Selon l'invention, le premier centre de rotation 117 et le deuxième centre de rotation 118 sont décalés d'une première distance prédéfinie dans le premier plan. Le troisième centre de rotation 123 est décalé par rapport au deuxième centre de rotation 118 d'une deuxième distance prédéfinie dans le deuxième plan. Le quatrième centre de rotation 124 est décalé par rapport au troisième centre de rotation 123 d'une troisième distance prédéfinie dans le deuxième plan. Les centres de rotation 117, 118, 123, 124 sont agencés sensiblement au croisement d'une ligne colinéaire des lames de chaque paire de lames flexibles en position de repos de l'ensemble 100.

[0094] Les lames d'une même paire de lames sont disposées du même côté du support et/ou de l'élément mobile. Deux guidages flexibles sont agencés symétriquement deux à deux. Ainsi, l'ensemble 100 de guidages flexibles est symétrique par rapport à une ligne longitudinale et une ligne transversale en position de repos, les deux lignes étant sensiblement perpendiculaires.

[0095] L'invention se rapporte également à un mécanisme résonateur rotatif d'horlogerie, non représenté sur les figures. Le mécanisme résonateur est muni d'une masse oscillante et d'un ensemble de guidages flexibles tels que l'un des modes de réalisation décrits précédemment. La masse oscillante est par exemple un balancier de forme annulaire ou un membre en forme d'os, qui est assemblé sur le dernier élément mobile en série de l'ensemble.

[0096] La figure 14 montre un quatrième mode de réalisation d'un ensemble 110 comprenant un support 131 et quatre guidages flexibles agencés en série. Les guidages sont agencés sensiblement dans le même plan. Le support 131 a une forme de plaque rectangulaire allongée agencée latéralement par rapport à l'ensemble 110.

[0097] Le premier guidage flexible comprend un premier élément mobile 133 par rapport au support 131, et une première paire 132 de lames flexibles reliées au premier élément mobile 133. Ainsi, le premier élément mobile 133 peut se déplacer par flexion des lames de la première paire 132 dans un mouvement circulaire autour d'un premier centre de rotation 137. Le premier élément mobile 133 a une forme de H dont le tronçon 139 central est allongé.

[0098] Le deuxième guidage flexible comprend un deuxième élément mobile 136 par rapport au premier élément mobile 133, et une deuxième paire 135 de lames flexibles reliant le deuxième élément mobile 136 au premier élément mobile 133. Ainsi, le deuxième élément mobile 136 peut se déplacer par rapport au premier élément mobile 133 par flexion des lames de la deuxième paire 135 dans un mouvement circulaire autour d'un deuxième

centre de rotation 138. Le deuxième élément mobile 136 a une forme d'arc de cercle dont la courbure n'est pas orientée vers le support 131.

[0099] Selon l'invention, le premier centre de rotation 137 et le deuxième centre de rotation 138 sont décalés d'une première distance prédéfinie. Les centres de rotation 137, 138 sont agencés sensiblement au croisement d'une ligne colinéaire des lames de chaque guidage flexible en position de repos.

[0100] L'ensemble 110 comprend un troisième guidage flexible agencé en série en aval du deuxième guidage flexible. Le troisième guidage flexible comporte un troisième élément mobile 141, et une troisième paire de lames flexibles 139 reliant le troisième élément mobile 141 au deuxième élément mobile 136. Ainsi, le troisième élément mobile 141 peut se déplacer par rapport au deuxième élément mobile 136 par flexion des lames de la troisième paire 139 dans un mouvement circulaire autour d'un troisième centre de rotation. Le troisième centre de rotation est sensiblement au même endroit que le deuxième centre de rotation 138. Le troisième élément mobile 141 a une forme de plaque rectangulaire allongée agencée parallèlement au support 131 en position de repos de l'ensemble 40. La courbure de l'arc du deuxième élément mobile 136 est orientée vers le troisième élément mobile 141. Le support 131 et le troisième élément mobile 141 sont agencés à l'extérieur du H derrière chaque arc.

[0101] L'ensemble comprend un quatrième guidage flexible agencé en série en amont du premier guidage flexible, le quatrième guidage flexible comportant un quatrième élément mobile 143 et une quatrième paire 142 de lames flexibles reliant le quatrième élément mobile 143 au support 131. Ainsi, le quatrième élément mobile 143 peut se déplacer par rapport au support 131 par flexion des lames de la quatrième paire 142 dans un mouvement circulaire autour d'un quatrième centre de rotation. Le quatrième centre de rotation est sensiblement au même endroit que le premier centre de rotation 137. Les lames de la première paire de lames 132 relient le quatrième élément mobile 143 au premier élément mobile 133, pour permettre au premier élément mobile 133 de se déplacer par rapport au quatrième élément mobile 143 par flexion des lames de la première paire de lames 132 dans un mouvement circulaire autour du premier centre de rotation 137. Le quatrième élément mobile 143 est en forme d'arc de cercle dont la courbure est orientée vers le support 131. Le quatrième élément mobile 143 est disposé symétriquement à l'autre arc de cercle du deuxième élément mobile 136 par rapport au tronçon 139 du corps en H qui est au milieu de l'ensemble 110. Les deux arcs sont disposés dans le H, de part et d'autre du tronçon 139.

[0102] Les quatre guidages flexibles ont des lames décroisées. Les lames d'une même paire 132, 135, 139, 142 de lames sont disposées du même côté du support 131 et/ou de l'élément mobile 133, 136, 141, 143 correspondant. Deux guidages flexibles sont agencés symétriquement deux à deux. Ainsi, l'ensemble 110 de guidages

flexibles est symétrique par rapport à une ligne longitudinale et une ligne transversale en position de repos, les deux lignes étant sensiblement perpendiculaires.

[0103] 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.

10 Revendications

1. Ensemble (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 80, 90, 100, 110) de guidages flexibles pour un mécanisme résonateur rotatif, notamment d'un mouvement d'horlogerie, l'ensemble comprenant un support fixe (11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91, 101, 111, 131) et deux guidages flexibles s'étendant sensiblement dans un même plan ou dans deux plans parallèles différents, les deux guidages flexibles étant agencés en série, le premier guidage flexible comprenant un premier élément mobile (13, 23, 43, 53, 63, 73, 83, 93, 103, 113, 133) par rapport au support fixe (11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91, 101, 111, 131), une première paire de lames flexibles (12, 22, 32, 42, 62, 72, 82, 92, 102, 112, 132) reliées au premier élément mobile (13, 23, 43, 53, 63, 73, 83, 93, 103, 113, 133), de sorte que le premier élément mobile (13, 23, 43, 53, 63, 73, 83, 93, 103, 113, 133) puisse se déplacer par flexion des lames de la première paire (12, 22, 32, 42, 62, 72, 82, 92, 102, 112, 132) dans un mouvement circulaire autour d'un premier centre de rotation (17, 27, 37, 47, 57, 87, 97, 107, 117, 137), le deuxième guidage flexible comprenant un deuxième élément mobile (16, 26, 36, 46, 66, 76, 86, 96, 106, 116, 136) par rapport au premier élément mobile (13, 23, 43, 53, 63, 73, 83, 93, 103, 113, 133), une deuxième paire de lames flexibles (15, 25, 35, 45, 65, 75, 85, 95, 105, 115, 135) reliant le deuxième élément mobile (16, 26, 36, 46, 66, 76, 86, 96, 106, 116, 136) au premier élément mobile (13, 23, 43, 53, 63, 73, 83, 93, 103, 113, 133), de sorte que le deuxième élément mobile (16, 26, 36, 46, 66, 76, 86, 96, 106, 116, 136) puisse se déplacer par rapport au premier élément mobile (13, 23, 43, 53, 63, 73, 83, 93, 103, 113, 133) par flexion des lames de la deuxième paire (15, 25, 35, 45, 65, 75, 85, 95, 105, 115, 135) dans un mouvement circulaire autour d'un deuxième centre de rotation (18, 28, 38, 48, 58, 78, 88, 98, 108, 118, 138), **caractérisé en ce que** le premier centre de rotation (17, 27, 37, 47, 57, 87, 97, 107, 117, 137) et le deuxième centre de rotation (18, 28, 38, 48, 58, 78, 88, 98, 108, 118, 138) sont décalés d'une première distance prédéfinie appartenant à un plan de l'ensemble (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 80, 90, 100, 110).
2. Ensemble de guidages flexibles selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les lames de la pre-

- mière paire de lames (12, 22, 32, 72, 82, 112) sont croisées.
3. Ensemble de guidages flexibles selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les lames de la première paire de lames (42, 62, 92, 102, 132) sont décroisées. 5
 4. Ensemble de guidages flexibles selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les lames de la deuxième paire (15, 25, 35, 45, 85, 95, 105, 115) de lames sont croisées. 10
 5. Ensemble de guidages flexibles selon l'une, quelconque, des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les lames de la deuxième paire (45, 65, 75, 135) de lames sont décroisées. 15
 6. Ensemble de guidages flexibles selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend un troisième guidage flexible agencé en série en aval du deuxième guidage flexible, le troisième guidage flexible comportant un troisième élément mobile (51, 67, 89, 110, 120, 141) et une troisième paire de lames flexibles (49, 59, 99, 109, 119, 139) reliant le troisième élément mobile (51, 67, 89, 110, 120, 141) au deuxième élément mobile (16, 26, 36, 46, 66, 76, 86, 96, 106, 116, 136), de sorte que le troisième élément mobile (51, 67, 89, 110, 120, 141) puisse se déplacer par rapport au deuxième élément mobile (16, 26, 36, 46, 66, 76, 86, 96, 106, 116, 136) par flexion des lames de la troisième paire (49, 59, 99, 109, 119, 139) dans un mouvement circulaire autour d'un troisième centre de rotation (54, 94, 104, 123). 20 25 30 35
 7. Ensemble de guidages flexibles selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le troisième centre de rotation (54, 94, 104, 123) est décalé par rapport au deuxième centre de rotation (58, 98, 108, 118) d'une deuxième distance prédéfinie appartenant à un plan de l'ensemble. 40
 8. Ensemble de guidages flexibles selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que** les lames de la troisième paire de lames (119) sont croisées. 45
 9. Ensemble de guidages flexibles selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que** les lames de la troisième paire de lames (49, 59, 99, 109, 139) sont décroisées. 50
 10. Ensemble de guidages flexibles selon l'une, quelconque, des revendications 6 à 9, **caractérisé en ce qu'il** comprend un quatrième guidage flexible agencé en série, le quatrième guidage flexible comportant un quatrième élément mobile (53, 122, 143) et une quatrième paire de lames flexibles (52, 121, 142) reliant le quatrième élément mobile (53, 122, 143) au troisième élément mobile (51, 120) ou au support (131), de sorte que le quatrième élément mobile (53, 122, 143) puisse se déplacer par rapport au troisième élément mobile (51, 120,) ou au support (131) par flexion des lames de la quatrième paires de lames (52, 121, 142) dans un mouvement circulaire autour d'un quatrième centre de rotation (44, 124). 55
 11. Ensemble de guidages flexibles selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le quatrième centre de rotation (44, 124) est décalé par rapport au troisième centre de rotation (123) d'une troisième distance prédéfinie appartenant à un plan de l'ensemble.
 12. Ensemble de guidages flexibles selon la revendication 10 ou 11, **caractérisé en ce que** les lames de la quatrième paire de lames (121) sont croisées.
 13. Ensemble de guidages flexibles selon la revendication 10 ou 11, **caractérisé en ce que** les lames de la quatrième paire de lames (52, 142) sont décroisées.
 14. Ensemble de guidages flexibles selon l'une, quelconque, des revendications 10 à 13, **caractérisé en ce qu'il** est symétrique par rapport à une ligne longitudinale et/ou par rapport à une ligne transversale en position de repos de l'ensemble.
 15. Ensemble de guidages flexibles selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la première paire de lames flexibles (12, 22, 32, 42, 62, 72, 82, 92, 102, 112) est reliée au support fixe (11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91, 101, 111).
 16. Ensemble de guidages flexibles selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les centres de rotation (1, 2, 3, 4, 5, 6, N, 17, 18, 27, 28, 37, 38, 44, 47, 48, 54, 57, 58, 78, 87, 88, 94, 97, 98, 104, 107, 108, 117, 118, 123, 124) des guidages flexibles sont agencés sur une ligne droite (6) en position de repos de l'ensemble (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 80, 90, 100), le centre de masse (M) du résonateur étant de préférence également agencé sur ladite ligne droite (6).
 17. Ensemble de guidages flexibles selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la rigidité de chaque guidage flexible est choisie selon l'équation suivante :

$$\sum_{i=2}^{N+1} r_i \left(1 + k_1 \sum_{j=3}^i \frac{1}{k_{j-1}} \right)^n = 0 \quad 5$$

où $n = 1, \dots, N - 1$, N étant le nombre de guidages flexibles, k_j et k_i étant la rigidité du guidage i et du guidage j , et r_i étant le décalage entre les centres de rotation du guidage flexible i et du guidage flexible $i - 1$. 10

18. Ensemble de guidages flexibles selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les guidages flexibles sont identiques et suivent l'équation suivante : 15

$$\sum_{i=2}^{N+1} r_i (i - 1)^n = 0 \quad 20$$

où $n = 1, \dots, N - 1$, N étant le nombre de guidages flexibles. 25

19. Ensemble de guidages flexibles selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les guidages flexibles suivent l'équation suivante : 30

$$\frac{r_{k+1}}{r_1} = (-1)^k \binom{N}{k} \quad 35$$

où $k = 0, 1, \dots, N$, N étant le nombre de guidages flexibles et la valeur du nombre k étant choisie en fonction du nombre de pivots et en suivant la règle du triangle de Pascal. 40

20. Mécanisme résonateur rotatif, notamment pour mouvement horloger, comportant une masse oscillante, **caractérisé en ce qu'il** comprend un ensemble de guidages flexibles (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 80, 90, 100) selon l'une, quelconque, des revendications précédentes. 45

50

55

Fig. 1

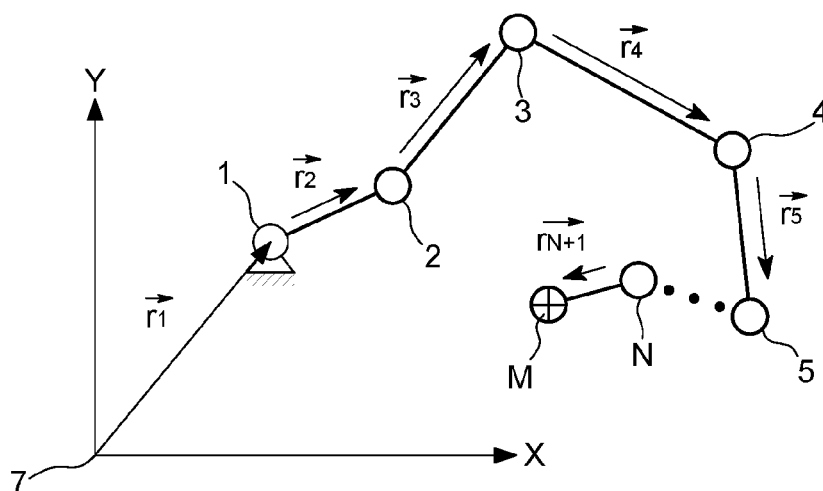


Fig. 2

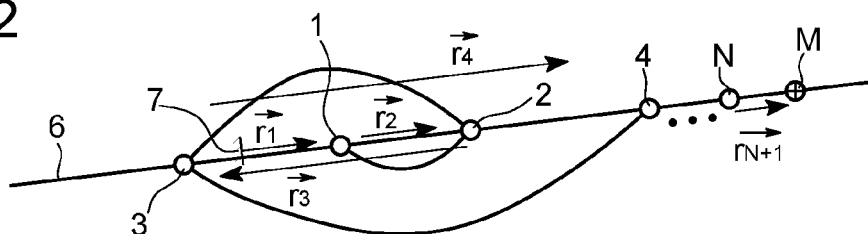


Fig. 3

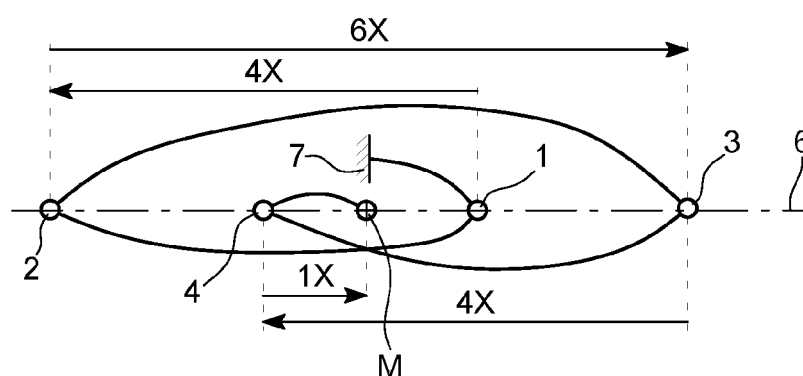


Fig. 4

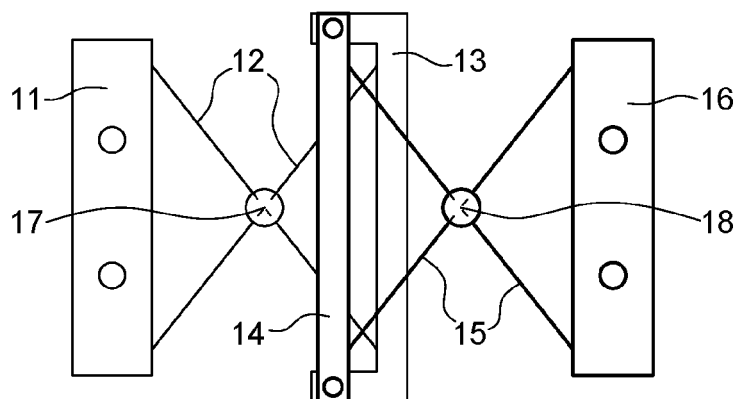


Fig. 5

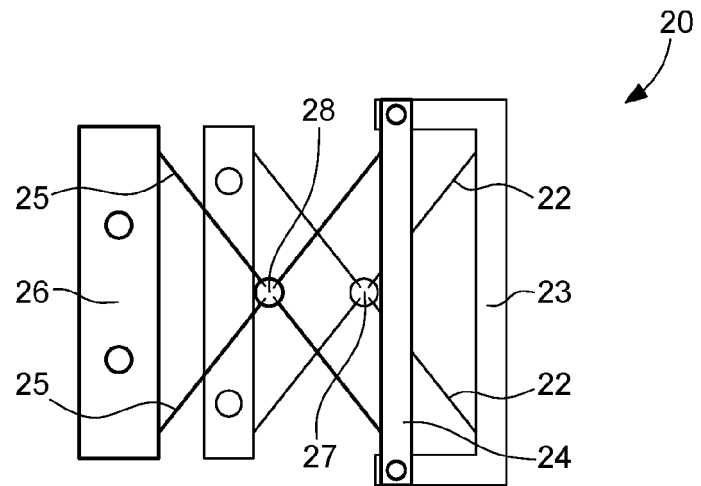


Fig. 6

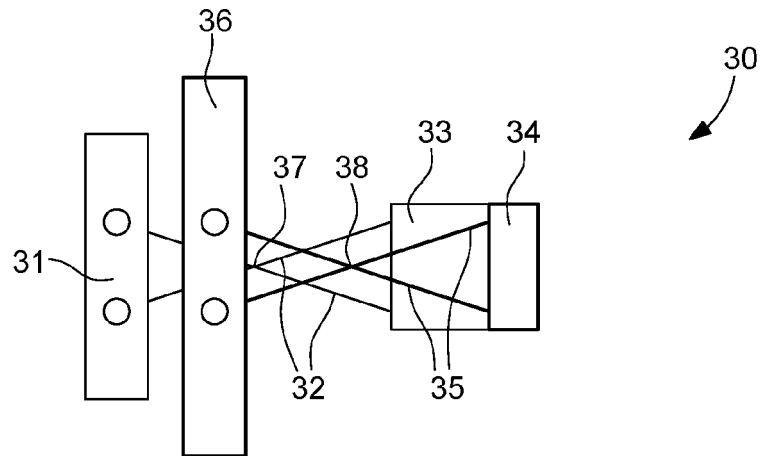


Fig. 7

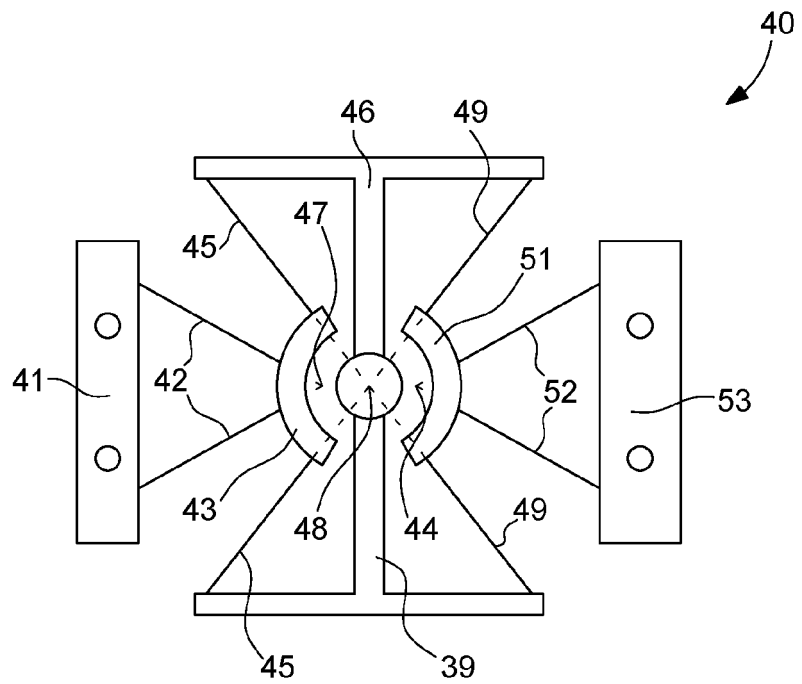


Fig. 8

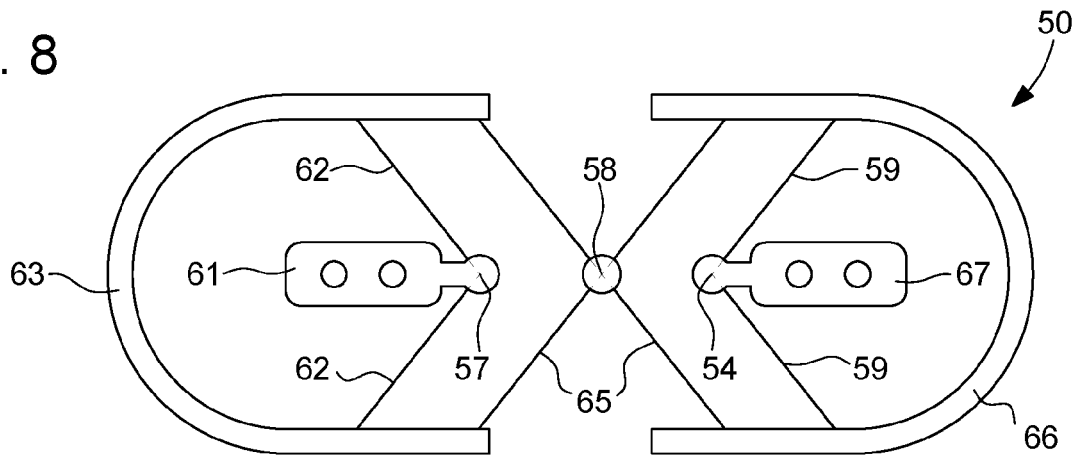


Fig. 9

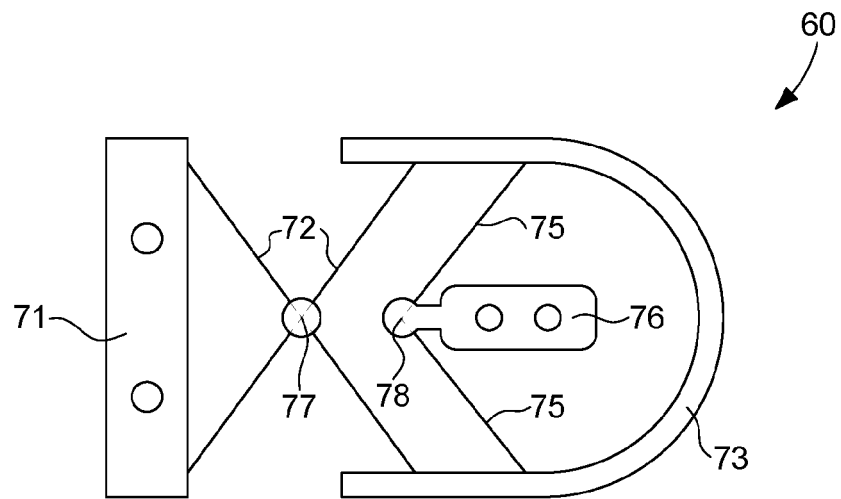


Fig. 10

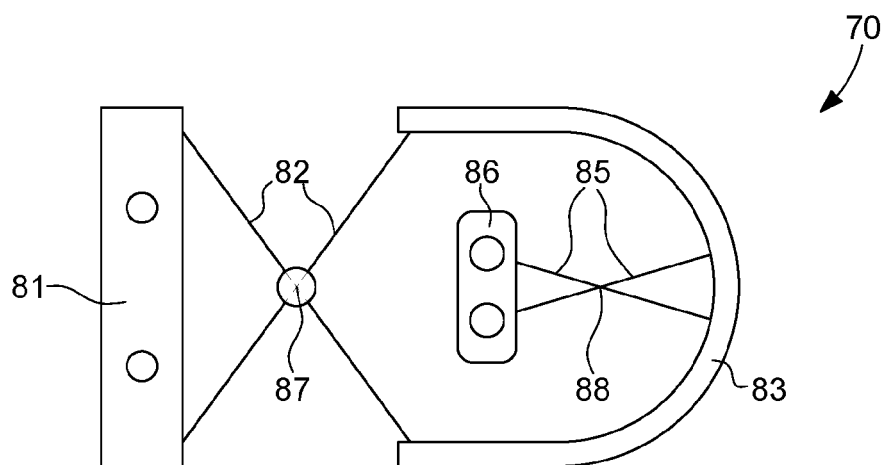


Fig. 11

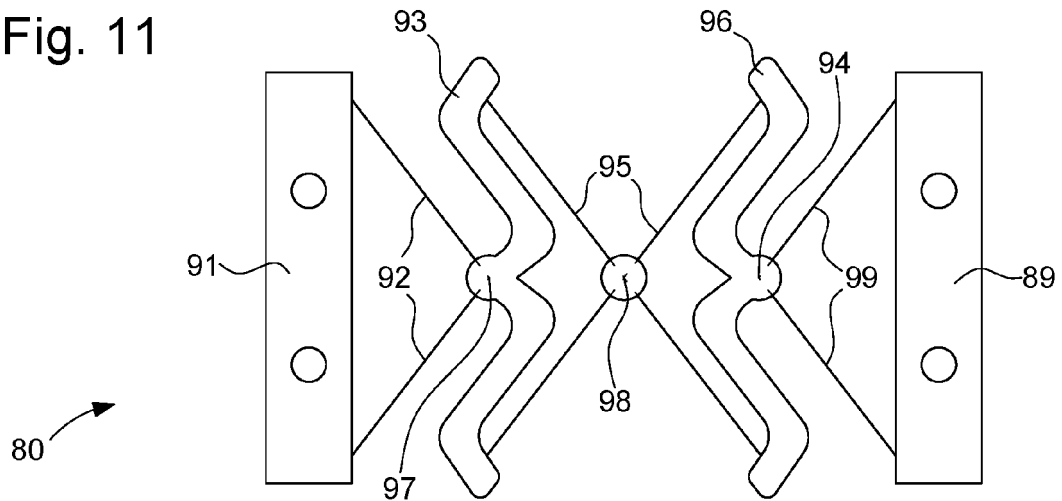


Fig. 12

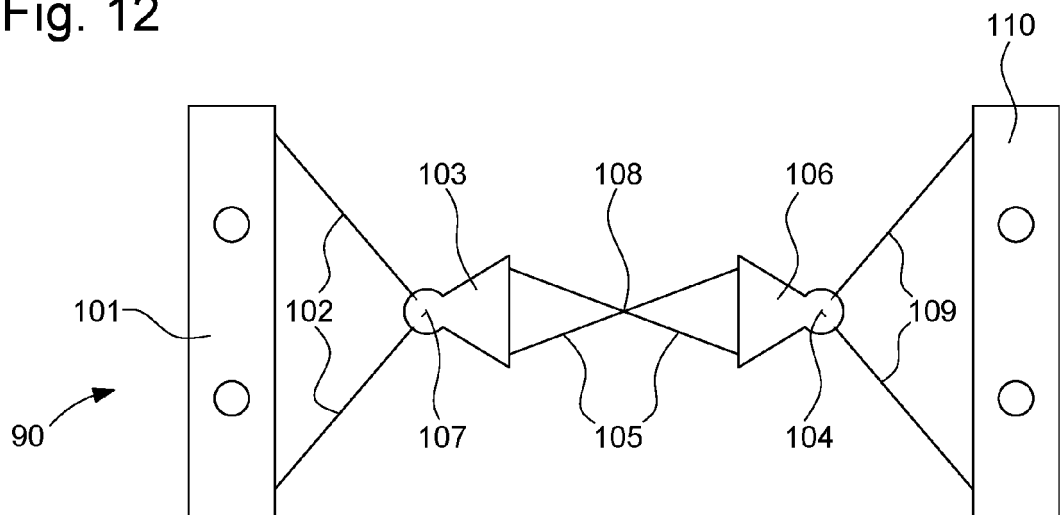


Fig. 13

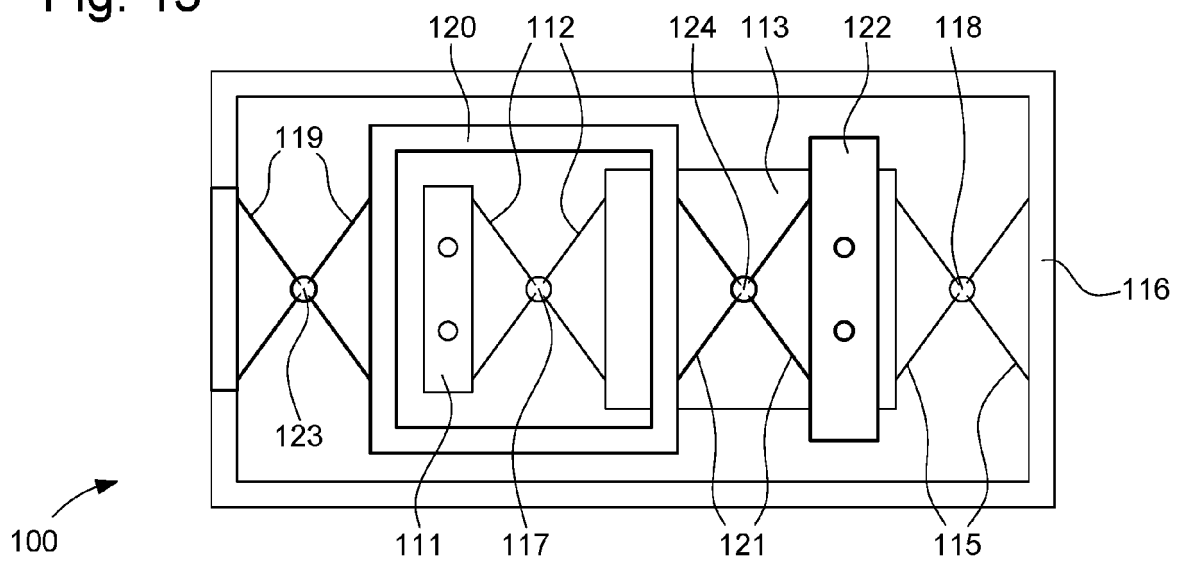
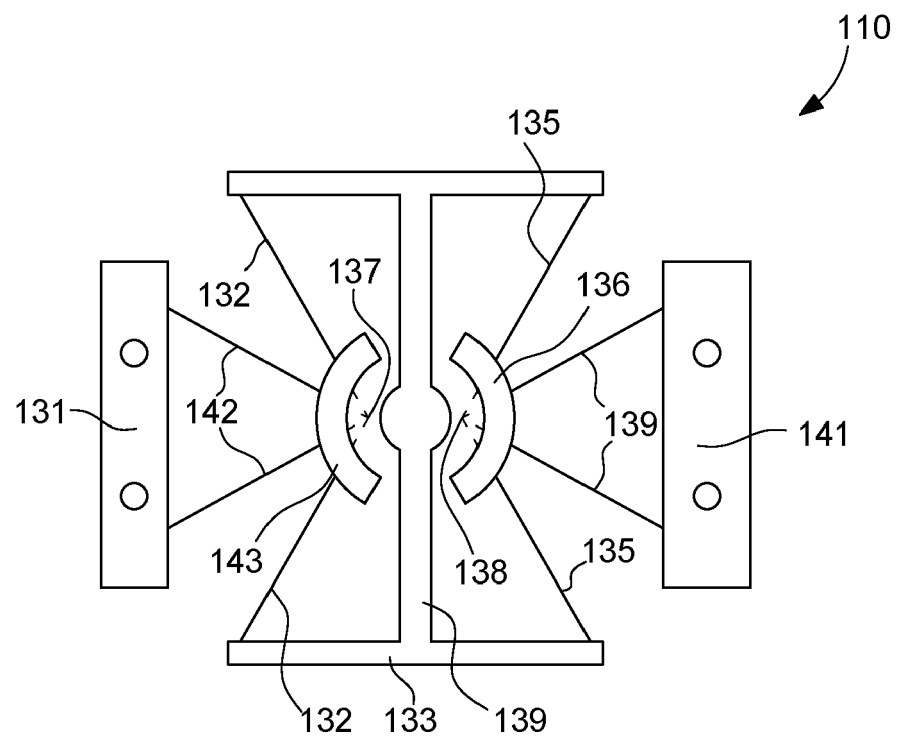


Fig. 14





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 20 21 1343

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X A	EP 3 430 478 A1 (LVMH SWISS MFT SA [CH]) 23 janvier 2019 (2019-01-23) * figure 3 *	1-9,15, 16,20 10-14, 17-19	INV. G04B17/04 G04B31/02 G04B31/00
X	EP 3 035 126 A1 (SWATCH GROUP RES & DEV LTD [CH]) 22 juin 2016 (2016-06-22) * figure 8 * * alinéa [0015] * * alinéa [0051] *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			G04B
2 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 30 avril 2021	Examineur Lupo, Angelo
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 20 21 1343

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

30-04-2021

10

Document brevet cité
au rapport de recherche

Date de
publication

Membre(s) de la
famille de brevet(s)

Date de
publication

15

EP 3430478 A1 23-01-2019 CN 109478035 A 15-03-2019
EP 3430478 A1 23-01-2019
FR 3048791 A1 15-09-2017
JP 2019508702 A 28-03-2019
US 2019079454 A1 14-03-2019
WO 2017157868 A1 21-09-2017

20

EP 3035126 A1 22-06-2016 CH 710524 A2 30-06-2016
CN 105980938 A 28-09-2016
EP 3035126 A1 22-06-2016
EP 3234699 A1 25-10-2017
JP 6231686 B2 15-11-2017
JP 6401354 B2 10-10-2018
JP 6449951 B2 09-01-2019
JP 2017223701 A 21-12-2017
JP 2017223702 A 21-12-2017
JP 2017503155 A 26-01-2017
US 2017010586 A1 12-01-2017
WO 2016096677 A1 23-06-2016

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0460

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- EP 2911012 A [0006]
- EP 14199039 A [0006]
- EP 16155039 A [0006]
- US 2018319517 A [0008]
- US 2019120287 A [0008]
- EP 3451072 A [0008]