

CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) CH 717 880 A2

(51) Int. Cl.: G04B 17/04 (2006.01)
G04B 31/02 (2006.01)

Demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) **DEMANDE DE BREVET**

(21) Numéro de la demande: 01179/20

(22) Date de dépôt: 18.09.2020

(43) Demande publiée: 31.03.2022

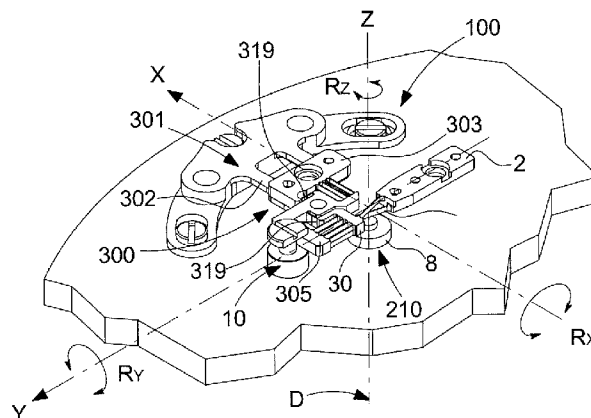
(71) Requérant:
ETA SA Manufacture Horlogère SA,
Schild-Rust-Strasse 17
2540 Grenchen (CH)

(72) Inventeur(s):
Pascal Winkler, 2072 St Blaise (CH)
Raphaël Courvoisier, 2035 Corcelles (CH)
Jean-Luc Helfer, 2525 Le Landeron (CH)
Jérôme Favre, 2000 Neuchâtel (CH)
Dominique Lécho, 2722 Les Reussilles (CH)

(74) Mandataire:
ICB Ingénieurs Conseils en Brevets SA,
Faubourg de l'Hôpital 3
2001 Neuchâtel (CH)

(54) **Mécanisme résonateur à guidage flexible rotatif avec protection antichoc à butée.**

(57) L'invention concerne un mécanisme résonateur (100) d'horlogerie, comportant une structure et un bloc d'ancrage (30) auquel est suspendu au moins un élément inertiel (2) agencé pour osciller selon un premier degré de liberté en rotation R_Z autour d'un axe de pivotement (D) s'étendant selon une première direction Z. L'élément inertiel (2) est soumis à des efforts de rappel exercés par un pivot virtuel comportant une pluralité de lames élastiques sensiblement longitudinales, chacune fixée, à une première extrémité audit bloc d'ancrage (30), et à une deuxième extrémité audit élément inertiel (2), chaque lame élastique étant déformable essentiellement dans plan XY perpendiculaire à la première direction Z. Le bloc d'ancrage (30) est suspendu à la structure par une suspension flexible (300) agencée pour autoriser la mobilité du bloc d'ancrage (30) selon une pluralité de degrés de liberté dont au moins deux dans le plan XY, selon une direction X et selon une direction Y orthogonale à ladite direction X. La suspension flexible (300) comporte, entre ledit bloc d'ancrage (30) et une première masse intermédiaire (303) fixée à la structure directement ou par l'intermédiaire d'une plaque (301) flexible selon la première direction Z, une table de translation transversale à guidage flexible comportant des lames transversales ou des tiges flexibles transversales rectilignes s'étendant selon ladite deuxième direction X. Le mécanisme résonateur comprend des moyens de butée agencés pour limiter la course en rotation et/ou en translation de la suspension flexible (300) dans au moins une direction.



Description

Domaine de l'invention

[0001] L'invention concerne un mécanisme résonateur d'horlogerie, comportant une structure et un bloc d'ancrage auquel est suspendu au moins un élément inertiel, un pivot virtuel comportant une pluralité de lames élastiques sensiblement longitudinales, chacune fixée, à une première extrémité audit bloc d'ancrage, et à une deuxième extrémité audit élément inertiel.

[0002] L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie comportant au moins un tel mécanisme résonateur.

[0003] L'invention concerne le domaine des résonateurs d'horlogerie, et tout particulièrement ceux qui comportent des lames élastiques faisant fonction de moyens de rappel pour la marche de l'oscillateur.

Arrière-plan de l'invention

[0004] La rigidité en torsion de la suspension est un point délicat pour la plupart des oscillateurs d'horlogerie comportant au moins un ressort spiral ou des lames élastiques constituant un guidage flexible, et notamment pour les résonateurs à lames croisées. Et la tenue au chocs dépend aussi de cette rigidité en torsion ; en effet, lors de chocs, la contrainte subie par les lames atteint rapidement des valeurs très importantes, ce qui réduit d'autant la course que peut parcourir la pièce avant de céder. Les amortisseurs de chocs pour les pièces d'horlogerie se déclinent dans de nombreuses variantes. Cependant, ils ont essentiellement pour but de protéger les pivots fragiles de l'axe du résonateur, et non pas les éléments élastiques, tel que classiquement le ressort spiral.

[0005] De nouvelles architectures de mécanismes permettent de maximiser le facteur de qualité d'un résonateur, par l'utilisation d'un guidage flexible avec l'utilisation d'un échappement à ancre avec un très petit angle de levée, selon la demande CH15442016 au nom de ETA Manufacture Horlogère Suisse et ses dérivées, dont les enseignements sont directement utilisables dans la présente invention, et dont le résonateur peut encore être amélioré en ce qui concerne sa sensibilité aux chocs, selon certaines directions particulières. Il s'agit donc de protéger les lames de la rupture en cas de chocs. On se rend compte que les systèmes antichocs proposés à ce jour pour les résonateurs à guidages flexibles, protègent les lames de chocs dans certaines directions seulement, mais pas dans toutes les directions, ou alors qu'ils présentent le défaut de laisser bouger légèrement l'encastrement du pivot virtuel selon sa rotation d'oscillation, ce qui est à éviter autant que possible.

[0006] La demande CH5182018 ou la demande EP18168765 au nom de ETA Manufacture Horlogère Suisse décrit un mécanisme résonateur d'horlogerie, comportant une structure portant, par une suspension flexible, un bloc d'ancrage auquel est suspendu un élément inertiel oscillant selon un premier degré de liberté en rotation RZ, sous l'action d'efforts de rappel exercés par un pivot virtuel comportant des premières lames élastiques chacune fixée audit élément inertiel et audit bloc d'ancrage, la suspension flexible étant agencée pour autoriser une certaine mobilité du bloc d'ancrage selon tous les degrés de liberté autres que le premier degré de liberté en rotation RZ selon lequel seul est mobile l'élément inertiel pour éviter toute perturbation de son oscillation, et la rigidité de la suspension selon le premier degré de liberté en rotation RZ est très fortement supérieure à la rigidité du pivot virtuel selon ce même premier degré de liberté en rotation RZ.

[0007] La demande CH715526 ou la demande EP3561607 au nom de ETA Manufacture Horlogère Suisse décrit un mécanisme résonateur d'horlogerie, comportant une structure et un bloc d'ancrage auquel est suspendu au moins un élément inertiel agencé pour osciller selon un premier degré de liberté en rotation RZ autour d'un axe de pivotement s'étendant selon une première direction Z, ledit élément inertiel étant soumis à des efforts de rappel exercés par un pivot virtuel comportant une pluralité de lames élastiques sensiblement longitudinales, chacune fixée, à une première extrémité audit bloc d'ancrage, et à une deuxième extrémité audit élément inertiel, chaque dite lame élastique étant déformable essentiellement dans un plan XY perpendiculaire à ladite première direction Z.

[0008] Cependant, il arrive que ce soit une ou des lames de la suspension flexible, qui se brisent lors d'un choc important, ou qu'elles s'usent prématurément jusqu'à une probable rupture suite à une série de petits chocs. En effet, la suspension flexible évite la rupture du pivot virtuel, mais elle subit le choc à sa place. En particulier, lorsque le mécanisme subit un choc dans la direction Z, qui est perpendiculaire à la suspension flexible, celle-ci subit une rotation autour d'un axe du plan de la suspension, qui peut engendrer une rupture d'une ou plusieurs lames.

Résumé de l'invention

[0009] L'invention se propose d'améliorer le mécanisme résonateur de la demande CH715526 ou la demande EP3561607 au nom de ETA Manufacture Horlogère Suisse pour protéger la suspension flexible des inconvénients cités précédemment.

[0010] À cette fin, l'invention se rapporte à un mécanisme résonateur d'horlogerie, comportant une structure et un bloc d'ancrage auquel est suspendu au moins un élément inertiel agencé pour osciller selon un premier degré de liberté en rotation RZ autour d'un axe de pivotement s'étendant selon une première direction Z, ledit élément inertiel étant soumis à des efforts de rappel exercés par un pivot virtuel comportant une pluralité de lames élastiques sensiblement longitudinales, chacune fixée, à une première extrémité audit bloc d'ancrage, et à une deuxième extrémité audit élément inertiel, chaque

dite lame élastique étant déformable essentiellement dans un plan XY perpendiculaire à ladite première direction Z, ledit bloc d'ancrage étant suspendu à ladite structure par une suspension flexible agencée pour autoriser la mobilité dudit bloc d'ancrage selon une pluralité de degrés de liberté dont au moins deux dans le plan XY, selon une direction X et selon une direction Y orthogonale à ladite direction X, ladite suspension flexible comportant, entre ledit bloc d'ancrage et une première masse intermédiaire, laquelle est fixée à ladite structure directement ou par l'intermédiaire d'une plaque flexible selon ladite première direction Z, une table de translation transversale à guidage flexible et comportant des lames transversales ou des tiges flexibles transversales, rectilignes et s'étendant selon ladite deuxième direction X.

[0011] L'invention est remarquable en ce que le mécanisme comprend des moyens de butée agencés pour limiter la course en rotation et/ou en translation de la suspension flexible dans au moins une direction.

[0012] Ainsi, par les moyens de butée, la suspension flexible est stoppée en cas de choc important, notamment dans la direction Z, pour éviter qu'une de ses lames ou tiges ne se brise. On a une double protection, une première protection pour les lames du pivot virtuel grâce à la suspension flexible, et une deuxième protection pour la suspension flexible grâce aux moyens de butée. Par conséquent, l'invention améliore la protection du mécanisme résonateur contre le risque de casse.

[0013] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, lesdits moyens de butée sont agencés pour limiter la course en rotation et en translation de la suspension flexible dans la direction Z.

[0014] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, lesdits moyens de butée sont agencés pour limiter la course en rotation et en translation de la suspension flexible dans une direction du plan XY.

[0015] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, lesdits moyens de butée comprennent un plot s'étendant perpendiculairement au plan de la suspension flexible.

[0016] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, la course est limitée à une valeur prédéfinie, par exemple 100µm par rapport à la position de repos de ladite suspension flexible.

[0017] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, lesdits moyens de butée sont agencés à une distance correspondant à la valeur prédéfinie.

[0018] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, lesdits moyens de butée sont agencés à travers une ouverture de la première masse intermédiaire, l'ouverture ayant des dimensions correspondant à la valeur prédéfinie.

[0019] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, lesdits moyens de butée comportent un matériau absorbant les chocs, tel que des polymères de type polyoxyméthylène.

[0020] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, lesdits moyens de butée comportent un matériau rigide, tel que du métal.

[0021] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, lesdits moyens de butée comportent au moins deux étages pour contrôler l'ébat des parties intermédiaires.

[0022] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, ladite suspension flexible comporte une deuxième masse intermédiaire et une table de translation longitudinale à guidage flexible, la table de translation longitudinale étant agencée entre ledit bloc d'ancrage et la deuxième masse intermédiaire, la table de translation longitudinale comportant des lames longitudinales ou des tiges flexibles longitudinales, rectilignes et s'étendant selon ladite troisième direction Y, et comporte ladite table de translation transversale entre ladite deuxième masse intermédiaire et ladite première masse intermédiaire.

[0023] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, lesdits moyens de butée sont disposés à proximité de la deuxième masse intermédiaire, de sorte que lesdits moyens de butée sont agencés pour coopérer en appui de butée avec ladite deuxième masse intermédiaire pour la protection desdites lames ou tiges transversales ou longitudinales au moins contre les chocs dans la direction Z.

[0024] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, la mobilité dudit bloc d'ancrage est possible selon cinq degrés de liberté de la suspension flexible qui sont un premier degré de liberté en translation selon ladite première direction Z, un deuxième degré de liberté en translation selon la deuxième direction X orthogonale à ladite première direction Z, un troisième degré de liberté en translation selon la troisième direction Y orthogonale à ladite deuxième direction X et à ladite première direction Z, un deuxième degré de liberté en rotation RX autour d'un axe s'étendant selon ladite deuxième direction X, et un troisième degré de liberté en rotation RY autour d'un axe s'étendant selon ladite troisième direction Y.

[0025] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, ladite suspension flexible comporte une deuxième masse intermédiaire et une table de translation longitudinale à guidage flexible, la table de translation longitudinale étant agencée entre ledit bloc d'ancrage et la deuxième masse intermédiaire, la table de translation longitudinale comportant des lames longitudinales ou des tiges flexibles longitudinales, rectilignes et s'étendant selon ladite troisième direction Y, et comporte ladite table de translation transversale entre ladite deuxième masse intermédiaire et ladite première masse intermédiaire.

[0026] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, ladite table de translation longitudinale comporte au moins deux dites lames ou tiges flexibles longitudinales, parallèles entre elles et de même longueur.

[0027] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, ladite table de translation longitudinale et ladite table de translation transversale comportent chacune au moins deux dites lames ou tiges flexibles, chaque dite lame ou tige étant

caractérisée par son épaisseur selon ladite deuxième direction X quand ladite lame ou tige s'étend selon ladite troisième direction Y ou inversement, par sa hauteur selon ladite première direction Z, et par sa longueur selon la direction selon laquelle s'étend ladite lame ou tige, ladite longueur étant au moins cinq fois plus grande que ladite hauteur, ladite hauteur étant au moins aussi grande que ladite épaisseur.

[0028] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, ladite table de translation transversale comporte au moins deux dites lames ou tiges flexibles transversales, parallèles entre elles et de même longueur.

[0029] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, lesdites lames ou tiges transversales de ladite table de translation transversale ont un premier plan de symétrie parallèle audit axe transversal et passant par ledit axe de pivotement, et/ou un deuxième plan de symétrie parallèle audit axe transversal et orthogonal audit axe de pivotement, et/ou un troisième plan de symétrie perpendiculaire audit axe transversal et parallèle audit axe de pivotement.

[0030] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, ledit mécanisme résonateur comporte des moyens de butée axiale comportant au moins une première butée axiale et une deuxième butée axiale pour limiter la course en translation dudit élément inertiel au moins selon ladite première direction Z, lesdits moyens de butée axiale étant agencés pour coopérer en appui de butée avec ledit élément inertiel pour la protection desdites lames longitudinales au moins contre les chocs axiaux selon ladite première direction Z, et en ce que ledit deuxième plan de symétrie est sensiblement à égale distance de ladite première butée axiale et de ladite deuxième butée axiale.

[0031] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, ledit axe longitudinal croise ledit axe transversal.

[0032] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, le mécanisme résonateur comprend un produit visqueux agencé sur les lames ou tiges des tables de translation, pour dissiper l'énergie en cas de choc.

[0033] L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie comportant au moins un mécanisme résonateur selon l'invention, et/ou au moins un mécanisme oscillateur d'horlogerie comportant un mécanisme résonateur d'horlogerie et un mécanisme d'échappement, qui sont agencés pour coopérer l'un avec l'autre

Description sommaire des dessins

[0034] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre, en référence aux dessins annexés, où :

- la figure 1 représente, de façon schématisée, et en perspective, un mécanisme résonateur à lames élastiques, comportant une masse inertielle suspendue à un bloc d'ancrage par un pivot virtuel, et des moyens de butée selon l'invention.
- la figure 2 représente, de façon schématisée, et en perspective, un premier mode de réalisation du mécanisme avec les différents degrés de liberté de la masse inertielle que comporte le mécanisme résonateur de la figure 1, les moyens de butée étant agencés à proximité de la première masse intermédiaire ; le balancier est déposé pour rendre visible le guidage flexible avec les deux lames élastiques croisées en projections, ainsi que les deux tables de translation ;
- la figure 3 représente, de façon schématisée, et en perspective, un deuxième mode de réalisation du mécanisme dans lequel les moyens de butée sont agencés dans une ouverture de la première masse intermédiaire ;
- la figure 4 représente, de façon schématisée, et en perspective, une suspension flexible du mécanisme résonateur ;
- la figure 5 est un détail des lames flexibles rectilignes à section sensiblement rectangulaire ; et
- la figure 6 représente un mode de réalisation des moyens de butée.

Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0035] L'invention concerne un mécanisme résonateur d'horlogerie, qui constitue une variante des résonateurs décrits dans la demande CH5182018 ou la demande EP18168765 au nom de ETA Manufacture Horlogère Suisse, incorporées ici par référence, et dont l'homme du métier saura combiner les caractéristiques avec celles propres à la présente invention. Représenté sur les figures 1 à 3, ce mécanisme résonateur 100 d'horlogerie comporte une structure 1 et un bloc d'ancrage 30, auquel est suspendu au moins un élément inertiel 2 agencé pour osciller selon un premier degré de liberté en rotation RZ autour d'un axe de pivotement D s'étendant selon une première direction Z. L'élément inertiel 2 comprend un balancier 20. Le balancier a une forme d'os, le balancier comprenant un segment droit muni d'un bulbe à chaque extrémité. Chaque bulbe peut comporter des petites masselottes 29 pour régler l'inertie de l'élément inertiel 2. Cet élément inertiel 2 est soumis à des efforts de rappel exercés par un pivot virtuel 200 comportant une pluralité de lames élastiques 3 sensiblement longitudinales, chacune fixée, à une première extrémité au bloc d'ancrage 30, et à une deuxième extrémité à l'élément inertiel 2. Chaque lame élastique 3 est déformable essentiellement dans un plan XY perpendiculaire à la première direction Z.

[0036] Le bloc d'ancrage 30 est suspendu à la structure 1 par une suspension flexible 300, qui est agencée pour autoriser la mobilité du bloc d'ancrage 30 selon cinq degrés de liberté flexibles de la suspension qui sont :

- un premier degré de liberté en translation selon la première direction Z,
- un deuxième degré de liberté en translation selon une deuxième direction X orthogonale à la première direction Z,
- un troisième degré de liberté en translation selon une troisième direction Y orthogonale à la deuxième direction X et à la première direction Z,
- un deuxième degré de liberté en rotation RX autour d'un axe s'étendant selon la deuxième direction X, et

– un troisième degré de liberté en rotation RY autour d'un axe s'étendant selon la troisième direction Y.

[0037] Le principe est d'utiliser la souplesse en torsion d'une table de translation pour mieux gérer les rigidités en torsion de la suspension. Pour ce faire, on oriente les lames des tables XY de manière à ce que la direction de plus grande flexibilité en torsion vise l'axe de rotation du résonateur. On gère leur souplesse en torsion en rapprochant les lames les unes des autres.

[0038] Ainsi, la suspension flexible 300 comporte, entre le bloc d'ancrage 30 et une première masse intermédiaire 303, laquelle est fixée à la structure 1 directement ou par l'intermédiaire d'une plaque 301 flexible selon la première direction Z, une table de translation transversale 32 à guidage flexible, et qui comporte des lames transversales 320 ou des tiges flexibles transversales, rectilignes et s'étendant selon la deuxième direction X.

[0039] Dans une réalisation particulière non limitative, et tel qu'illustré par les figures, la suspension flexible 300 comporte encore, entre le bloc d'ancrage 30 et une deuxième masse intermédiaire 305, une table de translation longitudinale 31 à guidage flexible, et qui comporte des lames longitudinales 310 ou des tiges flexibles longitudinales, rectilignes et s'étendant selon la troisième direction Y. Et, entre la deuxième masse intermédiaire 305 et la première masse intermédiaire 303, la table de translation transversale 32 à guidage flexible comporte des lames transversales 320 ou des tiges flexibles transversales, rectilignes et s'étendant selon la deuxième direction X.

[0040] Plus particulièrement, l'axe longitudinal D1 croise l'axe transversal D2, et en particulier l'axe longitudinal D1, l'axe transversal D2, et l'axe de pivotement D sont concourants.

[0041] De façon plus particulière, la table de translation longitudinale 31 et la table de translation transversale 32 comportent chacune au moins deux lames ou tiges flexibles, chaque lame ou tige étant caractérisée par son épaisseur selon la deuxième direction X quand la lame ou tige s'étend selon la troisième direction Y ou inversement, par sa hauteur selon la première direction Z, et par sa longueur selon la direction selon laquelle s'étend la lame ou tige, la longueur étant par exemple au moins cinq fois plus grande que la hauteur, la hauteur étant au moins aussi grande que l'épaisseur, et plus particulièrement au moins cinq fois plus grande que cette épaisseur, et plus particulièrement encore au moins sept fois plus grande que cette épaisseur.

[0042] Plus particulièrement, la table de translation transversale 32 comporte au moins deux lames ou tiges flexibles transversales, parallèles entre elles et de même longueur. Les figures 1 à 5 illustrent une variante non limitative avec quatre lames transversales parallèles, et, plus particulièrement, chacune constituée de deux demi-lames agencées sur deux niveaux superposées, et s'étendant dans le prolongement l'une de l'autre selon la première direction Z. Ces demi-lames peuvent être, ou bien entièrement libres l'une par rapport à l'autre, ou bien solidarisées par collage ou similaire, ou par croissance de SiO_2 dans le cas d'une exécution en silicium, ou similaire. Naturellement, la table de translation longitudinale 31, quand elle existe puisqu'elle est facultative, peut obéir au même principe de construction. Le nombre, la disposition, et la section de ces lames ou tiges, peuvent varier sans s'écarter de la présente invention.

[0043] Selon l'invention, le mécanisme résonateur 100 comprend des moyens de butée 10 agencés pour limiter la course en rotation et/ou en translation de la suspension flexible 300 dans au moins une direction. De préférence, les moyens de butée limitent la course de la suspension flexible 300 dans la direction Z. Ainsi, en cas de choc sur le mécanisme résonateur dans la direction Z, la suspension flexible 300 effectue une rotation selon RX ou RY, mais est bloquée par les moyens de butée, de sorte que les lames de la suspension sont préservées. À cette fin, les moyens de butée viennent en appui au-dessus et/ou en-dessous de la suspension flexible pour retenir la suspension dans la direction Z.

[0044] En outre, les moyens de butée limitent la course en rotation et en translation de la suspension flexible dans une direction du plan XY. Ainsi, en cas de choc sur le mécanisme résonateur dans le plan XY, la suspension flexible 300 effectue une rotation selon RZ, mais est bloquée par les moyens de butée. À cette fin, les moyens de butée viennent en appui latéralement contre la suspension flexible pour retenir la suspension dans le plan XY. La course est limitée à une valeur prédéfinie, par exemple 100µm par rapport à la position de repos de ladite suspension flexible 300 dans la direction Z. À cette fin, lesdits moyens de butée 10 sont agencés à une distance correspondant à la valeur prédéfinie.

[0045] Dans un premier mode de réalisation, représenté sur la figure 2, lesdits moyens de butée 10 sont disposés à proximité de la deuxième masse intermédiaire 305, de sorte que lesdits moyens de butée 10 sont agencés pour coopérer en appui de butée avec ladite deuxième masse intermédiaire 305. Lesdits moyens de butée 10 sont agencés au moins en partie en porte-à-faux au-dessus de ladite deuxième masse intermédiaire 305 pour réduire sa course dans la direction Z. Ainsi, on obtient une protection desdites lames ou tiges transversales 320, ou longitudinales 310 au moins contre les chocs selon l'axe Z autour des axes de rotation RX ou RY. En cas de choc, la suspension flexible 300 se déplace dans la direction Z autour des axes de rotations RX ou RY.

[0046] En outre, lesdits moyens de butée 10 étant disposés à proximité de la deuxième masse intermédiaire 305, ils réduisent sa course dans le plan XY. Ainsi, on obtient une protection supplémentaire desdites lames ou tiges transversales 320, ou longitudinales 310 au moins contre les chocs radiaux dans le plan XY autour de l'axe de rotation RZ. En cas de choc, la suspension flexible 300 se déplace dans le plan XY pour absorber les chocs. Si le choc est trop important, la course de la suspension flexible 300 est réduite car la deuxième masse intermédiaire 305 est arrêtée par les moyens de butée 10.

[0047] Sur les figures 2 et 3, lesdits moyens de butée 10 comprennent un plot s'étendant perpendiculairement au plan de la suspension flexible. Sur la figure 6, le plot comprend un premier tronçon cylindrique 11 encastré dans un élément statique

du mouvement, tel un pont ou une platine, par des moyens d'encliquetage 14, puis un deuxième tronçon cylindrique 12 plus étroit au-dessus du premier tronçon 11 et une tête de vis 13 sur le deuxième tronçon 12. La tête de vis 13 a une largeur plus grande que le deuxième tronçon 12. La tête de vis 13 est en porte-à faux au-dessus de la deuxième masse intermédiaire 305 pour réduire sa course dans la direction Z. Ainsi, lesdits moyens de butée 10 comportent au moins deux étages pour contrôler l'ébat des parties intermédiaires dans la direction Z.

[0048] D'autres formes de butées sont évidemment possibles, telles que des plots non étagés, des plots cubiques, des vis, ou une partie d'un élément statique du mouvement. Dans un second mode de réalisation, représentés sur la figure 3, lesdits moyens de butée 10 sont agencés à travers une ouverture 15 de la suspension flexible 300. L'ouverture 15 a des dimensions correspondant à la valeur prédéfinie pour obtenir le débattement souhaité, le rayon étant par exemple sensiblement équivalent à la valeur prédéfinie dans le cas d'une ouverture circulaire. Ainsi, le bord de l'ouverture 15 touche les moyens de butée 10, en cas de choc violent dans le plan XY, tandis que les moyens de butée agissent de la même manière que le premier mode de réalisation en cas de choc dans la direction Z. Les moyens de butés sont assemblés à un élément statique du mouvement sous la suspension flexible 300.

[0049] Selon différentes variantes de chaque mode de réalisation, les moyens de butée peuvent être prévus seulement dans le plan XY ou dans la direction Z. Autrement dit, les modes de réalisation décrits mentionnent plusieurs directions, mais ils peuvent être prévus seulement pour la direction Z ou dans le plan XY par exemple, en choisissant des dimensions adéquates. Dans une variante de chaque mode de réalisation, lesdits moyens de butée 10 comportent un matériau absorbant les chocs, tels que des polymères, par exemple de type polyoxyméthylène.

[0050] Selon une autre variante de chaque mode de réalisation, lesdits moyens de butée 10 comportent un matériau rigide, tel que du métal.

[0051] De façon particulière, le mécanisme résonateur 100 comporte des moyens de butée axiale comportant au moins une première butée axiale 7 et une deuxième butée axiale 8 pour limiter la course en translation de l'élément inertiel 2 au moins selon la première direction Z, les moyens de butée axiale étant agencés pour coopérer en appui de butée avec l'élément inertiel 2 pour la protection des lames longitudinales 3 au moins contre les chocs axiaux selon la première direction Z, et le deuxième plan de symétrie est sensiblement à égale distance de la première butée axiale 7 et de la deuxième butée axiale 8.

[0052] Dans une variante particulière, le mécanisme résonateur 100 comporte une plaque 301, comportant au moins une lame flexible 302 s'étendant dans un plan perpendiculaire à l'axe de pivotement D, et fixée à la structure 1 et à la première masse intermédiaire 303, et qui est agencée pour autoriser une mobilité de la première masse intermédiaire 303 selon la première direction Z. Plus particulièrement, la plaque 301 comporte au moins deux lames flexibles 302 coplanaires. Une telle plaque 301 est toutefois facultative si la hauteur des lames des tables de translation XY est faible par rapport à la hauteur des lames flexibles 3, en particulier inférieure au tiers de la hauteur des lames flexibles 3.

[0053] Dans une réalisation avantageuse, le mécanisme résonateur 100 comporte un ensemble monobloc, qui regroupe au moins le bloc d'ancrage 30, une embase de l'au moins un élément inertiel 2, le pivot virtuel 200, la suspension flexible 300, la première masse intermédiaire 303, et la table de translation transversale 32, et comporte au moins un élément sécable 319 agencé pour solidariser les composants de l'ensemble monobloc pendant leur assemblage sur la structure 1, et dont la rupture libère l'ensemble des composants mobiles de l'ensemble monobloc.

[0054] Plus particulièrement, l'ensemble monobloc comporte encore au moins la deuxième masse intermédiaire 305 et la table de translation longitudinale 31.

[0055] Comme exposé ci-dessus, la technologie utilisée pour la fabrication permet d'obtenir deux lames distinctes dans la hauteur d'un wafer silicium, ce qui favorise la souplesse en torsion de la table sans l'assouplir pour la translation. Et le mécanisme résonateur 100 peut ainsi avantageusement comporter au moins deux ensembles monoblocs élémentaires superposés, qui regroupent chacun un niveau du bloc d'ancrage 30, et/ou d'une embase de l'au moins un élément inertiel 2, et/ou du pivot virtuel 200, et/ou de la suspension flexible 300, et/ou de la première masse intermédiaire 303, et/ou de la table de translation transversale 32, et/ou d'un élément sécable 319 ; chaque ensemble monobloc élémentaire peut être assemblé à au moins un autre ensemble monobloc élémentaire par collage ou similaire, par assemblage mécanique, ou par croissance de SiO_2 dans le cas d'une exécution en silicium, ou similaire.

[0056] Plus particulièrement, un tel ensemble monobloc élémentaire comporte encore au moins un niveau de la deuxième masse intermédiaire 305 et/ou de la table de translation longitudinale 31.

[0057] L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie comportant au moins un tel mécanisme résonateur 100.

[0058] L'invention concerne encore une montre comportant au moins un tel mouvement et/ou au moins un tel mécanisme résonateur 100.

Revendications

1. Mécanisme résonateur (100) d'horlogerie, comportant une structure (1) et un bloc d'ancrage (30) auquel est suspendu au moins un élément inertiel (2) agencé pour osciller selon un premier degré de liberté en rotation RZ autour d'un axe de pivotement (D) s'étendant selon une première direction Z, ledit élément inertiel (2) étant soumis à des efforts de

rappel exercés par un pivot virtuel (200) comportant une pluralité de lames élastiques (3) sensiblement longitudinales, chacune fixée, à une première extrémité audit bloc d'ancrage (30), et à une deuxième extrémité audit élément inertiel (2), chaque dite lame élastique (3) étant déformable essentiellement dans un plan XY perpendiculaire à ladite première direction Z, ledit bloc d'ancrage (30) étant suspendu à ladite structure (1) par une suspension flexible (300) agencée pour autoriser la mobilité dudit bloc d'ancrage (30) selon une pluralité de degrés de liberté dont au moins deux dans le plan XY, selon une direction X et selon une direction Y orthogonale à ladite direction X, ladite suspension flexible (300) comportant, entre ledit bloc d'ancrage (30) et une première masse intermédiaire (303), laquelle est fixée à ladite structure (1) directement ou par l'intermédiaire d'une plaque (301) flexible selon ladite première direction Z, une table de translation transversale (32) à guidage flexible et comportant des lames transversales ou des tiges flexibles transversales, rectilignes (320) et s'étendant selon ladite deuxième direction X, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de butée agencés pour limiter la course en rotation et/ou en translation de la suspension flexible (300) dans au moins une direction.

2. Mécanisme résonateur (100) selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits moyens de butée sont agencés pour limiter la course en rotation et en translation de la suspension flexible (300) dans la direction Z.
3. Mécanisme résonateur (100) selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que lesdits moyens de butée sont agencés pour limiter la course en rotation et en translation de la suspension flexible (300) dans une direction du plan XY.
4. Mécanisme résonateur (100) selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdits moyens de butée comprennent un plot s'étendant perpendiculairement au plan XY.
5. Mécanisme résonateur (100) selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, caractérisé en ce que la course est limitée à une valeur prédéfinie, par exemple 100µm par rapport à la position de repos de ladite suspension flexible (300).
6. Mécanisme résonateur (100) selon la revendication 5, caractérisé en ce que lesdits moyens de butée sont agencés à une distance correspondant à la valeur prédéfinie.
7. Mécanisme résonateur (100) selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdits moyens de butée sont agencés à travers une ouverture la suspension flexible 300, l'ouverture ayant des dimensions correspondant à la valeur prédéfinie.
8. Mécanisme résonateur (100) selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdits moyens de butée comportent un matériau absorbant les chocs, tel que des polymères de type polyoxyméthylène.
9. Mécanisme résonateur (100) selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdits moyens de butée comportent un matériau rigide, tel que du métal.
10. Mécanisme résonateur (100) selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdits moyens de butée comportent au moins deux étages pour contrôler l'ébat des parties intermédiaires.
11. Mécanisme résonateur (100) selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite suspension flexible (300) comporte une deuxième masse intermédiaire (305) et une table de translation longitudinale (31) à guidage flexible, la table de translation longitudinale (31) étant agencée entre ledit bloc d'ancrage (30) et la deuxième masse intermédiaire (305), la table de translation longitudinale (31) comportant des lames longitudinales ou des tiges flexibles longitudinales, rectilignes (310) et s'étendant selon ladite troisième direction Y, et comporte ladite table de translation transversale (32) entre ladite deuxième masse intermédiaire (305) et ladite première masse intermédiaire (303).
12. Mécanisme résonateur (100) selon la revendication 9, caractérisé en ce que lesdits moyens de butée sont disposés à proximité de la deuxième masse intermédiaire (305), de sorte que lesdits moyens de butée sont agencés pour coopérer en appui de butée avec ladite deuxième masse intermédiaire (305) pour la protection desdites lames ou tiges transversales (320) ou longitudinales (310) au moins contre les chocs dans la direction Z.
13. Mécanisme résonateur (100) selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, caractérisé en ce que la mobilité dudit bloc d'ancrage (30) est possible selon cinq degrés de liberté de la suspension flexible qui sont un premier degré de liberté en translation selon ladite première direction Z, un deuxième degré de liberté en translation selon la deuxième direction X orthogonale à ladite première direction Z, un troisième degré de liberté en translation selon la troisième direction Y orthogonale à ladite deuxième direction X et à ladite première direction Z, un deuxième degré de liberté en rotation RX autour d'un axe s'étendant selon ladite deuxième direction X, et un troisième degré de liberté en rotation RY autour d'un axe s'étendant selon ladite troisième direction Y.
14. Mécanisme résonateur (100) selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite suspension flexible (300) comporte une deuxième masse intermédiaire (305) et une table de translation longitudinale (31) à guidage flexible, la table de translation longitudinale (31) étant agencée entre ledit bloc d'ancrage (30) et la deuxième masse intermédiaire (305), la table de translation longitudinale (31) comportant des lames longitudinales ou des tiges flexibles longitudinales, rectilignes (310) et s'étendant selon ladite troisième direction Y, et comporte

ladite table de translation transversale (32) entre ladite deuxième masse intermédiaire (305) et ladite première masse intermédiaire (303).

15. Mécanisme résonateur (100) selon la revendication 14, caractérisé en ce que ladite table de translation longitudinale (31) comporte au moins deux dites lames ou tiges flexibles longitudinales, parallèles entre elles et de même longueur.
16. Mécanisme résonateur (100) selon la revendication 15, caractérisé en ce que ladite table de translation longitudinale (31) et ladite table de translation transversale (32) comportent chacune au moins deux dites lames ou tiges flexibles, chaque dite lame ou tige étant caractérisée par son épaisseur selon ladite deuxième direction X quand ladite lame ou tige s'étend selon ladite troisième direction Y ou inversement, par sa hauteur selon ladite première direction Z, et par sa longueur selon la direction selon laquelle s'étend ladite lame ou tige, ladite longueur étant au moins cinq fois plus grande que ladite hauteur, ladite hauteur étant au moins aussi grande que ladite épaisseur.
17. Mécanisme résonateur (100) selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite table de translation transversale (32) comporte au moins deux dites lames ou tiges flexibles transversales, parallèles entre elles et de même longueur.
18. Mécanisme résonateur (100) selon la revendication 17, caractérisé en ce que lesdites lames ou tiges transversales de ladite table de translation transversale (32) ont un premier plan de symétrie parallèle audit axe transversal (D2) et passant par ledit axe de pivotement (D), et/ou un deuxième plan de symétrie parallèle audit axe transversal (D2) et orthogonal audit axe de pivotement (D), et/ou un troisième plan de symétrie perpendiculaire audit axe transversal (D2) et parallèle audit axe de pivotement (D).
19. Mécanisme résonateur (100) selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit mécanisme résonateur (100) comporte des moyens de butée axiale comportant au moins une première butée axiale (7) et une deuxième butée axiale (8) pour limiter la course en translation dudit élément inertiel (2) au moins selon ladite première direction Z, lesdits moyens de butée axiale étant agencés pour coopérer en appui de butée avec ledit élément inertiel (2) pour la protection desdites lames longitudinales (3) au moins contre les chocs axiaux selon ladite première direction Z, et en ce que ledit deuxième plan de symétrie est sensiblement à égale distance de ladite première butée axiale (7) et de ladite deuxième butée axiale (8).
20. Mécanisme résonateur (100) selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit axe longitudinal (D1) croise ledit axe transversal (D2).
21. Mécanisme résonateur (100) selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend un produit visqueux agencé sur les lames ou tiges des tables de translation (31, 32), pour dissiper l'énergie en cas de choc.
22. Mouvement d'horlogerie comportant au moins un mécanisme résonateur (100) selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, et/ou au moins un mécanisme oscillateur d'horlogerie comportant un mécanisme résonateur (100) d'horlogerie selon l'une, quelconque, des revendications précédentes et un mécanisme d'échappement, qui sont agencés pour coopérer l'un avec l'autre.

Fig. 1

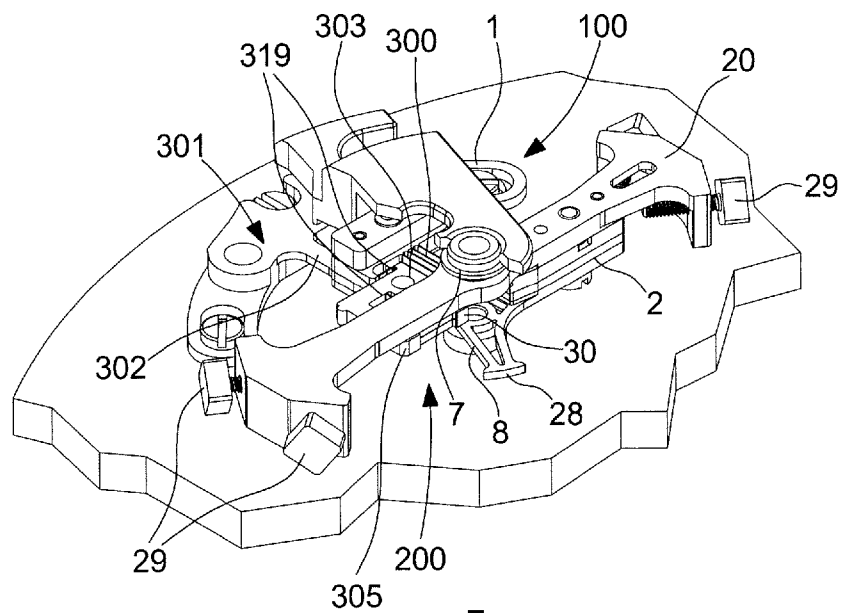


Fig. 2

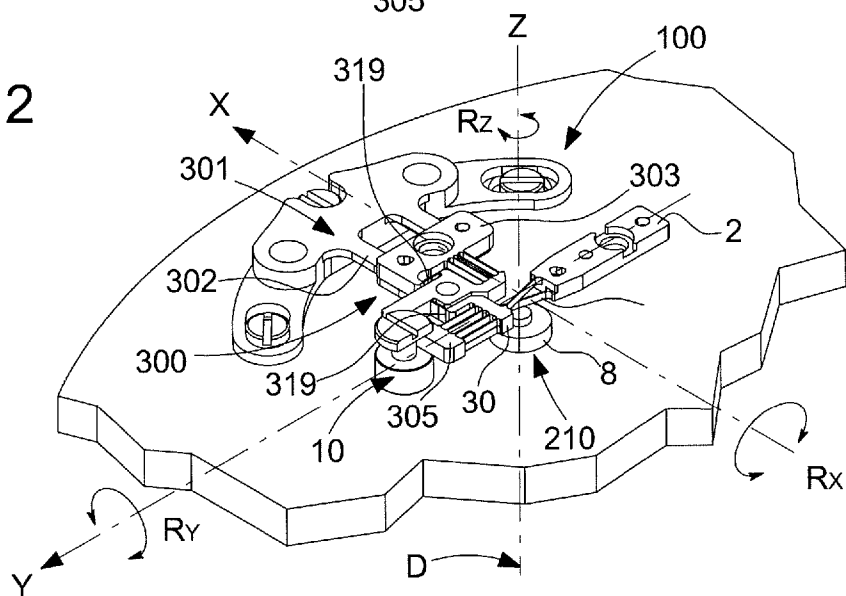


Fig. 3

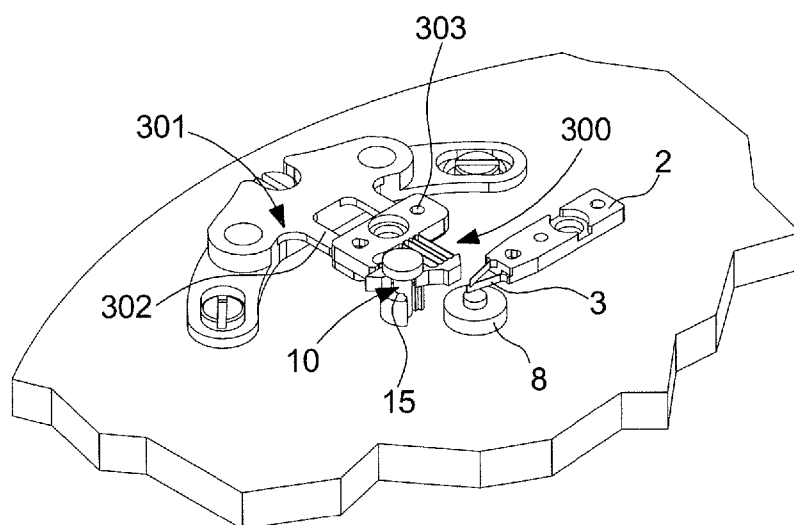


Fig. 4

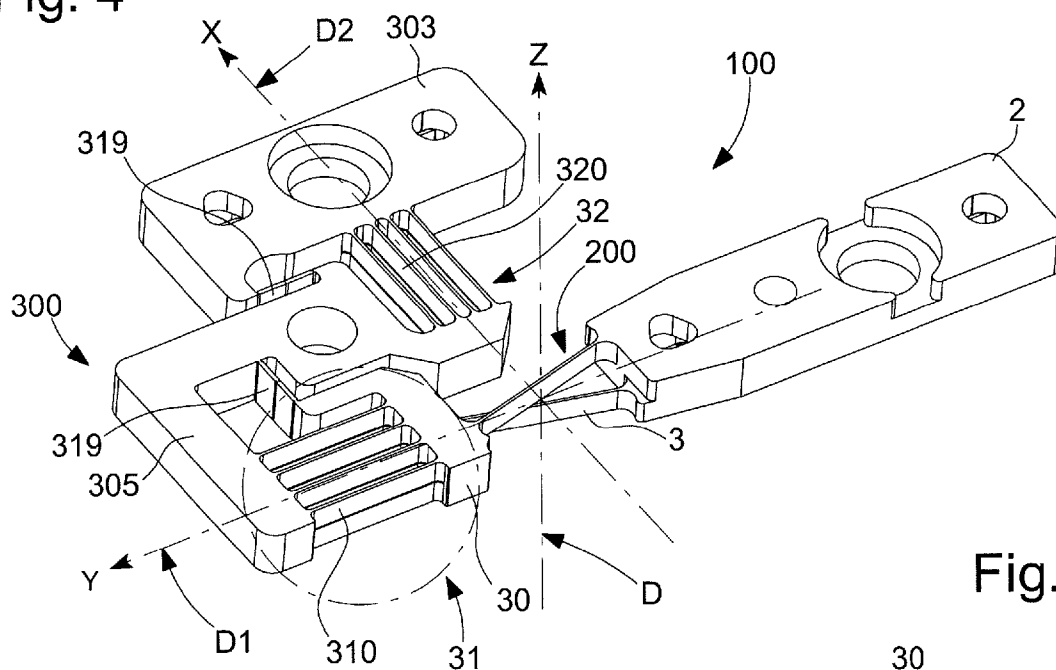


Fig. 5

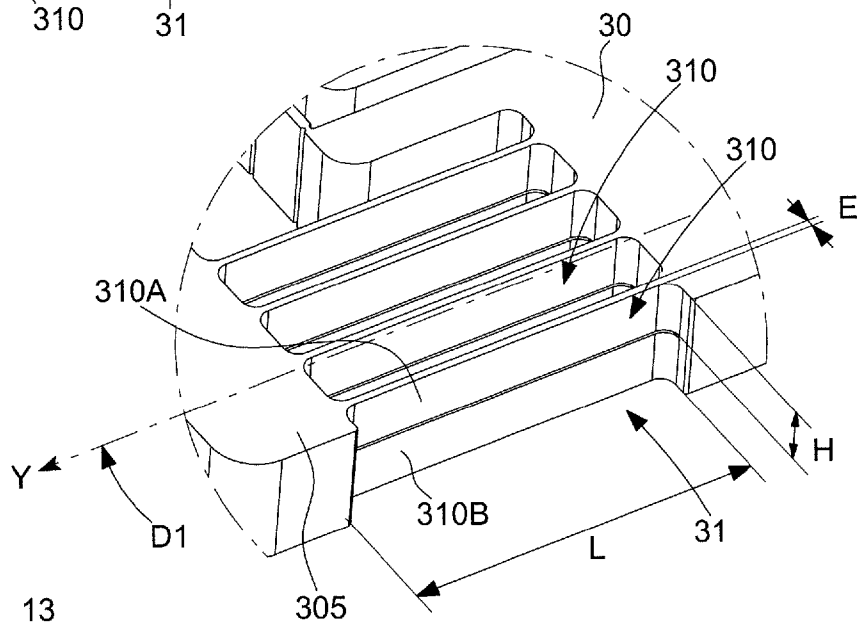


Fig. 6

