



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
23.03.2022 Bulletin 2022/12

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

(21) Numéro de dépôt: **20214330.1**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
G04B 17/045; G04B 31/02

(22) Date de dépôt: **15.12.2020**

(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:
• **FAVRE, Jérôme**
2000 Neuchâtel (CH)
• **LECHOT, Dominique**
2722 Les Reussilles (CH)
• **HINAUX, Baptiste**
1006 Lausanne (CH)
• **DI DOMENICO, Gianni**
2000 Neuchâtel (CH)
• **WINKLER, Pascal**
2072 St-Blaise (CH)

(30) Priorité: **18.09.2020 EP 20196863**

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

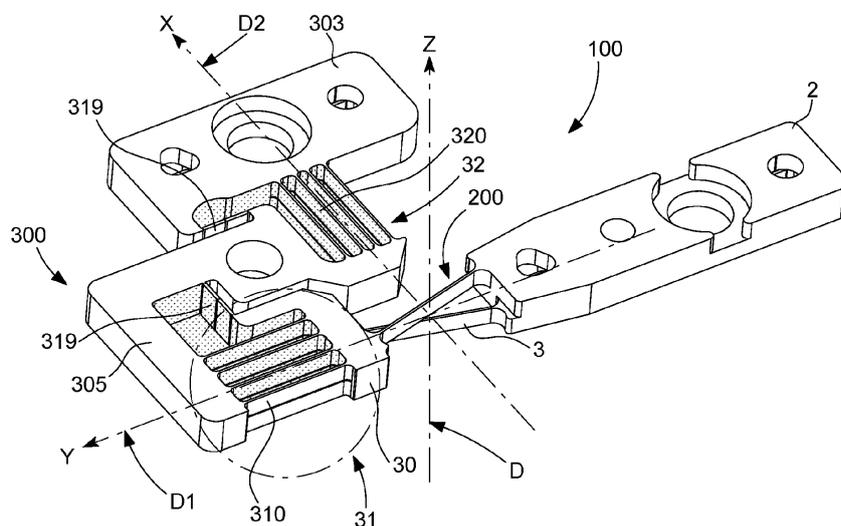
(74) Mandataire: **ICB SA**
Faubourg de l'Hôpital, 3
2001 Neuchâtel (CH)

(54) **PROTECTION ANTICHOC MUNIE D'UN ÉLÉMENT VISQUEUX POUR UN MÉCANISME RÉSONATEUR À GUIDAGE FLEXIBLE ROTATIF**

(57) Mécanisme résonateur (100) d'horlogerie, comportant une structure (1) portant, par une suspension flexible (300), un bloc d'ancrage (30) auquel est suspendu un élément inertiel (2) oscillant autour d'un axe de pivotement (D) s'étendant selon une première direction Z, selon un premier degré de liberté en rotation RZ, sous l'action des efforts de rappel d'un pivot flexible (200) com-

portant des lames longitudinales élastiques (3) chacune fixée audit élément inertiel (2) et audit bloc d'ancrage (30), le mécanisme résonateur comportant un élément comportant une substance visqueuse (10) agencé au moins en partie autour de la suspension flexible (300), cet élément étant configuré pour dissiper au moins en partie l'énergie due à un choc.

Fig. 3



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 élé-

ment 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.

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.

[0011] L'invention est remarquable en ce que le mécanisme résonateur comporte une substance visqueuse agencée au moins en partie autour de la suspension flexible, la substance visqueuse étant configurée pour dissiper au moins en partie l'énergie due à un choc.

[0012] Grâce à la substance visqueuse, la suspension flexible est mieux protégée en cas de choc important, notamment pour éviter que la suspension flexible, notamment une des lames ou tiges, ne se brise ou ne se fissure prématurément. Ainsi, 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 par la substance visqueuse. 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, ladite suspension flexible comporte, 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 au moins deux lames ou tiges flexibles transversales, de préférence rectilignes, et s'étendant selon ladite deuxième direction X et en symétrie autour d'un axe transversal croisant ledit axe de pivotement.

[0014] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, la substance visqueuse est agencée entre les lames ou tiges flexibles transversales de la table de translation transversale.

[0015] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, la substance visqueuse est agencée au moins en partie autour de la première masse intermédiaire.

[0016] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, la substance visqueuse est agencée au moins en partie autour dudit bloc d'ancrage

[0017] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, la substance visqueuse est agencée au moins en partie autour de la deuxième masse intermédiaire.

[0018] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, la substance visqueuse comprend de la colle sensible au rayonnement ultra-violet.

[0019] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, la substance visqueuse comprend du caoutchouc.

[0020] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, la substance visqueuse comprend de la silicone.

[0021] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, ladite suspension flexible comporte, entre ledit bloc d'ancrage et une deuxième masse intermédiaire, une table de translation longitudinale à guidage flexible et comportant au moins deux lames ou tiges flexibles longitudinales, de préférence rectilignes, et s'étendant selon ladite troisième direction Y et en symétrie autour d'un axe longitudinal croisant ledit axe de pivotement, et comporte ladite table de translation transversale entre ladite deuxième masse intermédiaire et ladite première masse intermédiaire.

[0022] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, la substance visqueuse est agencée au moins en partie entre les lames ou tiges flexibles longitudinales de la table de translation longitudinale.

5 **[0023]** Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, la substance visqueuse est agencée au moins en partie autour de la deuxième masse intermédiaire.

[0024] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, la suspension flexible est monobloc.

10 **[0025]** Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, la suspension flexible est en silicium.

[0026] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, le bloc d'ancrage est mobile selon cinq degrés de liberté flexibles de la suspension qui sont un premier degré de liberté en translation selon ladite première direction Z, un deuxième degré de liberté en translation selon une deuxième direction X orthogonale à ladite première direction Z, un troisième degré de liberté en translation selon une 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 YX

15 **[0027]** 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

20

25

30

Description sommaire des dessins

35 **[0028]** 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 ;
 - la figure 2 représente, de façon schématisée, et en perspective, un mécanisme avec les différents degrés de liberté de la masse inertielle que comporte le mécanisme résonateur de la figure 1 ; 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 similaire à la figure 2, le même mécanisme après dépose des éléments de liaison à une structure fixe de la montre ; et
 - la figure 4 représente, de façon similaire à la figure 3, de façon schématisée, et dessus, le même mécanisme.
- 40
- 45
- 50
- 55

Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0029] 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 4, 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.

[0030] 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.

[0031] 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.

[0032] Ainsi, la suspension flexible 300 comporte, entre le bloc d'ancrage 30 et une première masse intermé-

diaire 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.

[0033] 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.

[0034] 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.

[0035] 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.

[0036] 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 4 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 SiO₂ 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.

[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 4 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 SiO₂ 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. Plus particulièrement, les lames ou tiges transversales de la table de translation transversale 32 ont un premier plan de symétrie, qui est parallèle à l'axe transversal D2, et qui passe par l'axe de pivotement D.

[0043] Plus particulièrement, les lames ou tiges transversales de la table de translation transversale 32 ont un deuxième plan de symétrie, qui est parallèle à l'axe transversal D2, et orthogonal à l'axe de pivotement D.

[0044] Plus particulièrement, les lames ou tiges transversales de la table de translation transversale 32 ont un troisième plan de symétrie, qui est perpendiculaire à l'axe transversal D2, et parallèle à l'axe de pivotement D.

[0045] Plus particulièrement, les lames ou tiges transversales de la table de translation transversale 32 s'étendent sur au moins deux niveaux parallèles entre eux, chaque niveau étant perpendiculaire à l'axe de pivotement D.

[0046] Plus particulièrement, l'agencement des lames ou tiges transversales de la table de translation transversale 32 est identique sur chacun des niveaux.

[0047] Plus particulièrement, les lames transversales ou tiges flexibles rectilignes 320, 1320, sont des lames plates dont la hauteur est au moins cinq fois plus grande que leur épaisseur.

[0048] Plus particulièrement, 1 à 11, les lames transversales ou tiges flexibles rectilignes 320 sont des tiges de section carrée ou circulaire dont la hauteur est égale à l'épaisseur.

[0049] Plus particulièrement, la table de translation longitudinale 31 comporte au moins deux lames ou tiges flexibles longitudinales, parallèles entre elles et de même longueur.

[0050] Plus particulièrement, les lames ou tiges longitudinales de la table de translation longitudinale 31 ont un premier plan de symétrie, qui est parallèle à l'axe longitudinal D1, et qui passe par l'axe de pivotement D.

[0051] Plus particulièrement, les lames ou tiges longitudinales de la table de translation longitudinale 31 ont un deuxième plan de symétrie, qui est parallèle à l'axe longitudinal D1, et orthogonal à l'axe de pivotement D.

[0052] Plus particulièrement, les lames ou tiges longitudinales de la table de translation longitudinale 31 ont un troisième plan de symétrie, qui est perpendiculaire à l'axe longitudinal D1, et parallèle à l'axe de pivotement D.

[0053] Plus particulièrement, les lames ou tiges transversales de la table de translation longitudinale 31 s'étendent sur au moins deux niveaux parallèles entre eux, chaque niveau étant perpendiculaire à l'axe de pivotement D.

[0054] Plus particulièrement, l'agencement des lames ou tiges transversales de la table de translation longitudinale 31 est identique sur chacun des niveaux.

[0055] Plus particulièrement, les lames longitudinales ou tiges flexibles rectilignes 310 sont des lames plates dont la hauteur est au moins cinq fois plus grande que leur épaisseur.

[0056] Dans une variante, non représenté sur les figu-

res, les lames longitudinales ou tiges flexibles rectilignes 310 sont des tiges de section carrée ou circulaire dont la hauteur égale à l'épaisseur.

[0057] Selon l'invention la suspension flexible 300 comporte une substance visqueuse 10 qui peut être disposée sur une ou plusieurs parties de la suspension flexible 300. Comme le montre les figure 2 et 3, la substance visqueuse 10 est de préférence agencée entre les lames ou tiges flexibles transversales 320 de la table de translation transversale 32. La substance visqueuse 10 permet d'absorber les, l'énergie due aux chocs, notamment afin d'éviter que les lames ou tiges transversales 320 ne se brisent ou se fissurent. La substance visqueuse 10 peut aussi servir de protection pour les autres parties de la suspension flexible.

[0058] La substance visqueuse 10 est aussi agencée entre les lames ou tiges flexibles 310 de la table de translation longitudinale 31.

[0059] De préférence, la substance visqueuse 10 remplit au moins en partie l'espace entre les lames ou tiges flexibles. Ainsi, elle forme un continuum de matière reliant les lames ou tiges flexibles entre elles dans l'espace qui les séparent latéralement.

[0060] Dans une variante de réalisation, la substance visqueuse 10 est agencée au moins en partie autour de la première masse intermédiaire 303. La substance visqueuse est de préférence agencée également au moins en partie autour de la deuxième masse intermédiaire 305. La substance visqueuse 10 est par exemple agencée au moins en partie autour dudit bloc d'ancrage 30.

[0061] Dans une autre variante de réalisation, la substance visqueuse est agencée entre les lames ou tiges flexibles transversales 320 de la table de translation transversale 32, entre les lames ou tiges flexibles 310 de la table de translation longitudinale 31, au moins en partie autour de la première masse intermédiaire 303 au moins en partie autour de la deuxième masse intermédiaire 305, et au moins en partie autour dudit bloc d'ancrage 30.

[0062] Dans un premier mode de réalisation du mécanisme résonateur, la substance visqueuse 10 comprend de la silicone, de préférence sensiblement en totalité. La silicone permet d'absorber l'énergie du choc avec une bonne efficacité.

[0063] Selon un deuxième mode de réalisation du mécanisme résonateur, la substance visqueuse 10 comprend de la colle sensible au rayonnement ultra-violet. Sous forme visqueuse au départ, une telle colle durcit sous l'effet du rayonnement ultra-violet. Pour son utilisation selon l'invention, on garde la colle sous forme visqueuse, sans appliquer de rayonnement ultra-violet.

[0064] Le troisième mode de réalisation de la substance visqueuse 10 comprend du caoutchouc.

[0065] D'autres matériaux pour la substance visqueuses 10 sont bien-sûr possibles dans d'autres modes de réalisation non décrits ci-dessus.

[0066] On entend par substance visqueuse, un matériau suffisamment solide pour éviter de s'écouler, mais

qui est peut se déformer facilement. Ainsi, la substance visqueuse adhère aux parois de la suspension flexible 300, et reste en place. Lorsque la suspension flexible 300 est en mouvement, la substance visqueuse se déforme et offre une résistance qui dissipe l'énergie, en particulier lorsque le mouvement est important, notamment en cas de choc.

[0067] 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.

[0068] 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.

[0069] Dans une variante particulière, la suspension flexible 300 est monobloc, de préférence en silicium.

[0070] 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 flexible 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.

[0071] Plus particulièrement, l'ensemble monobloc comporte encore au moins la deuxième masse intermédiaire 305 et la table de translation longitudinale 31.

[0072] 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 flexible 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 séparable 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 SiO₂ dans le cas d'une exécution en silicium, ou similaire.

[0073] 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.

[0074] L'invention concerne encore un mécanisme oscillateur d'horlogerie comportant un tel mécanisme résonateur 100 d'horlogerie, et un mécanisme d'échappement, agencés pour coopérer l'un avec l'autre.

[0075] L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie comportant au moins un tel mécanisme oscillateur et/ou au moins un 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 flexible (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), **caractérisé en ce qu'il** comporte une substance visqueuse (10) agencée au moins en partie autour de la suspension flexible (300), la substance visqueuse (10) étant configurée pour dissiper au moins en partie l'énergie due à un choc.
2. Mécanisme résonateur (100) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ladite suspension flexible (300) comporte, 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 au moins deux lames ou tiges flexibles transversales (320), de préférence rectilignes, et s'étendant selon ladite deuxième direction X et en symétrie autour d'un axe transversal (D2) croisant ledit axe de pivotement (D).

3. Mécanisme résonateur (100) selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la substance visqueuse (10) est agencée entre les lames ou tiges flexibles transversales de la table de translation transversale (32).
4. Mécanisme résonateur (100) selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** la substance visqueuse (10) est agencée au moins en partie autour de la première masse intermédiaire (303).
5. Mécanisme résonateur (100) selon l'une, quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la substance visqueuse (10) est agencée au moins en partie autour dudit bloc d'ancrage (30).
6. Mécanisme résonateur (100) selon l'une, quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la substance visqueuse (10) comprend de la silicone.
7. Mécanisme résonateur (100) selon l'une, quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la substance visqueuse (10) comprend de la colle sensible au rayonnement ultra-violet.
8. Mécanisme résonateur (100) selon l'une, quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la substance visqueuse (10) comprend du caoutchouc.
9. Mécanisme résonateur (100) selon l'une, quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ladite suspension flexible (300) comporte, entre ledit bloc d'ancrage (30) et une deuxième masse intermédiaire (305), une table de translation longitudinale (31) à guidage flexible et comportant au moins deux lames ou tiges flexibles longitudinales (310), de préférence rectilignes, et s'étendant selon ladite troisième direction Y et en symétrie autour d'un axe longitudinal (D1) croisant ledit axe de pivotement (D), et comporte ladite table de translation transversale (32) entre ladite deuxième masse intermédiaire (305) et ladite première masse intermédiaire (303).
10. Mécanisme résonateur (100) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la substance visqueuse (10) est agencée au moins en partie entre les lames ou tiges flexibles (310) de la table de translation longitudinale (31).
11. Mécanisme résonateur (100) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la substance visqueuse (10) est agencée au moins en partie autour de la deuxième masse intermédiaire (305).
12. Mécanisme résonateur (100) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la

suspension flexible (300) est monobloc.

13. Mécanisme résonateur (100) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la suspension flexible (300) est en silicium. 5
14. Mécanisme résonateur (100) selon l'une des revendications précédentes dans la dépendance de la revendication 2, **caractérisé en ce que** ledit bloc d'ancrage (30) est mobile selon cinq degrés de liberté flexibles de la suspension qui sont un premier degré de liberté en translation selon ladite première direction Z, un deuxième degré de liberté en translation selon une deuxième direction X orthogonale à ladite première direction Z, un troisième degré de liberté en translation selon une 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. 10
15
20
15. Mouvement d'horlogerie comportant au moins un mécanisme résonateur (100) selon l'une des revendications précédentes, et/ou au moins un mécanisme oscillateur d'horlogerie comportant un mécanisme résonateur (100) d'horlogerie selon l'une des revendications précédentes et un mécanisme d'échappement, qui sont agencés pour coopérer l'un avec l'autre. 25
30

35

40

45

50

55

Fig. 1

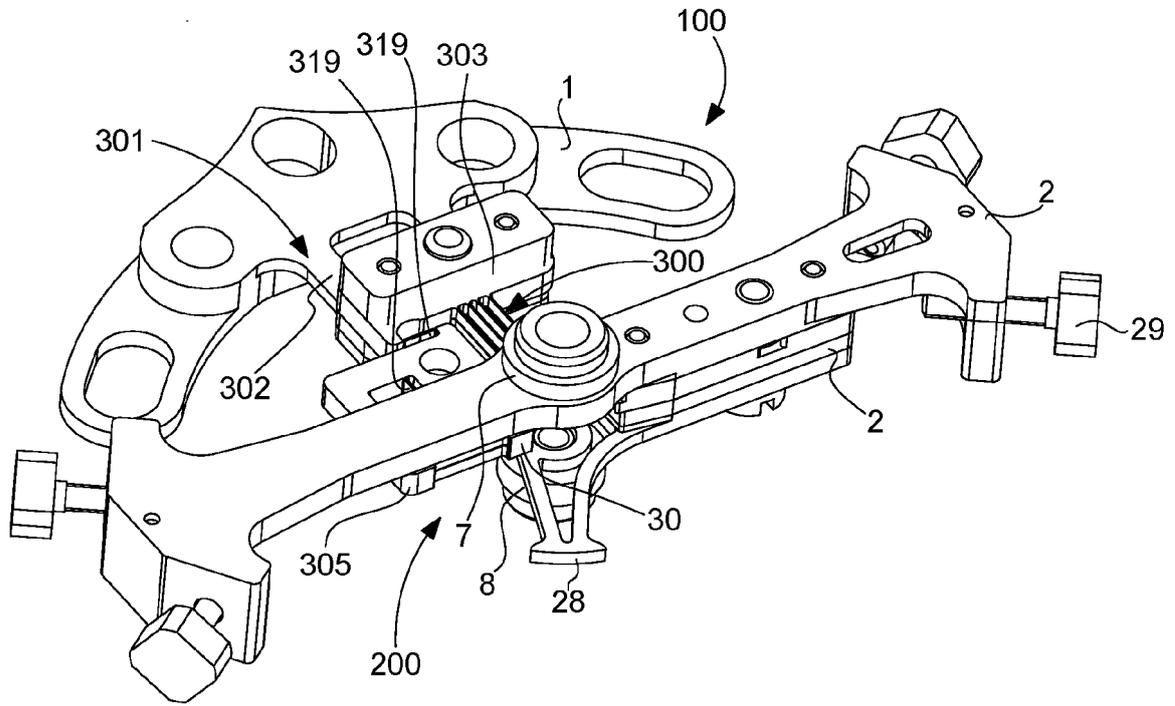


Fig. 2

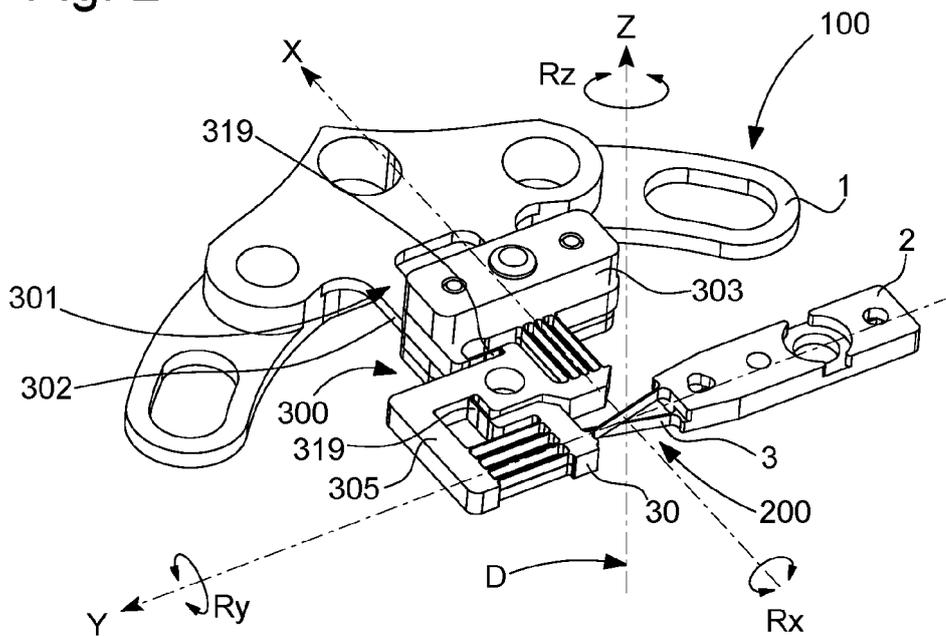


Fig. 3

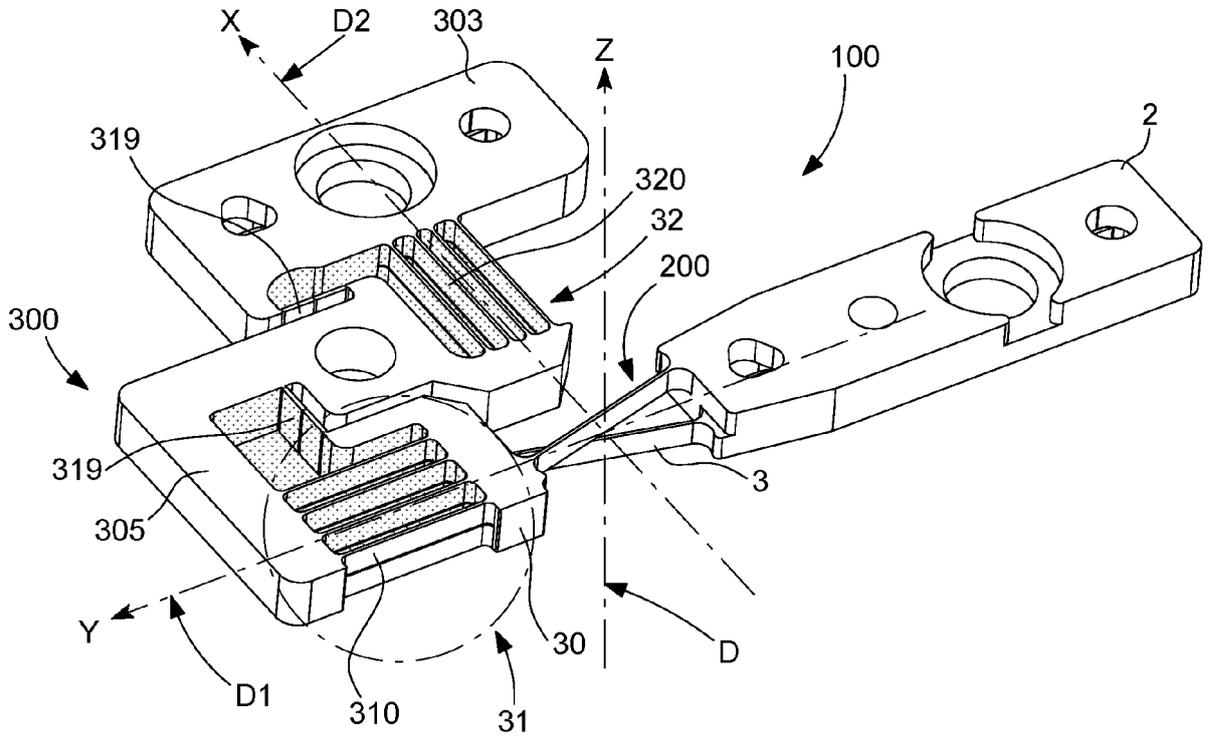
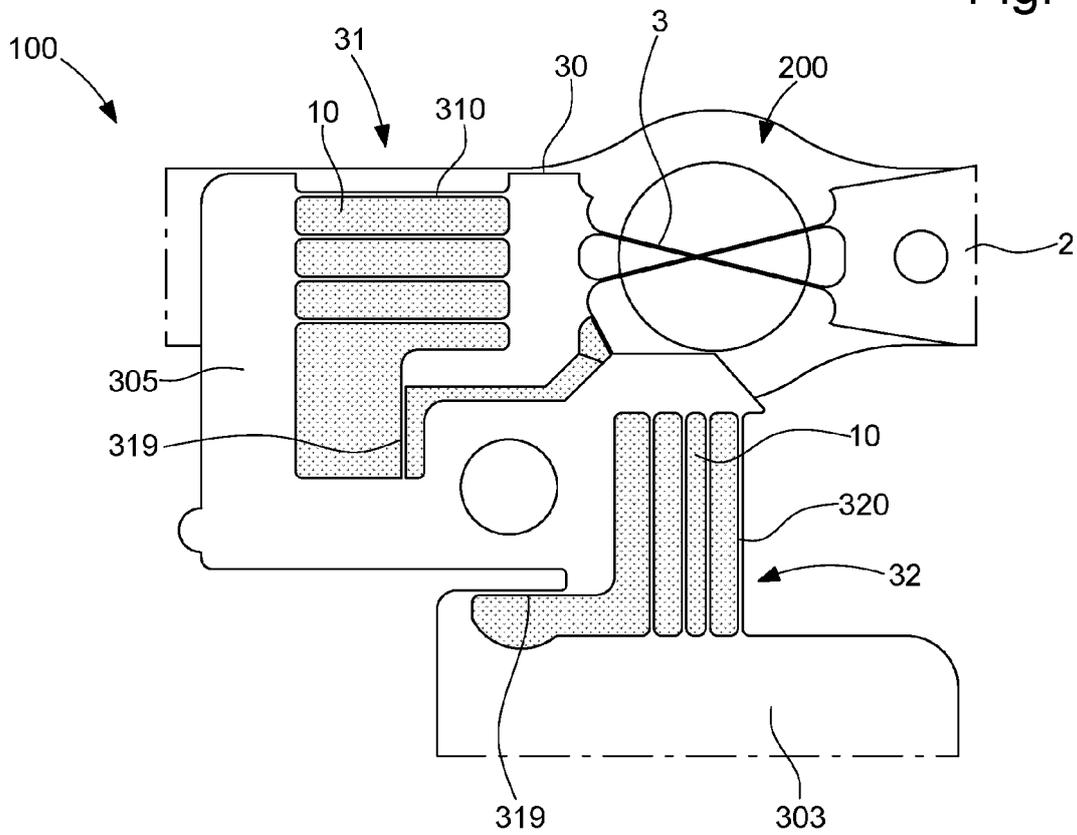


Fig. 4





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 20 21 4330

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)
Y,D A	CH 715 526 A2 (ETA SA MFT HORLOGERE SUISSE [CH]) 15 mai 2020 (2020-05-15) * abrégé * * figures 1, 2 *	1,2,5-9, 11-15 3,4,10	INV. G04B17/04 G04B31/02
Y	EP 3 719 587 A1 (CSEM CT SUISSE DELECTRONIQUE MICROTECHNIQUE SA RECH DEVELOPPEMENT [CH]) 7 octobre 2020 (2020-10-07) * abrégé * * figures 1-4 *	1,2,5-9, 11-15	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			G04B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 19 mai 2021	Examineur Pirozzi, Giuseppe
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 4330

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.

19-05-2021

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
CH 715526	A2	15-05-2020	AUCUN
EP 3719587	A1	07-10-2020	CH 716041 A1 15-10-2020 EP 3719587 A1 07-10-2020 US 2020319597 A1 08-10-2020

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

- CH 15442016 [0005]
- CH 5182018 [0006] [0029]
- EP 18168765 A [0006] [0029]
- CH 715526 [0007] [0009]
- EP 3561607 A [0007] [0009]