



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
16.08.2017 Bulletin 2017/33

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

(21) Numéro de dépôt: **16155039.7**

(22) Date de dépôt: **10.02.2016**

(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:
MA MD

- **Lécho, Dominique**
2732 Reconvilier (CH)
- **Helfer, Jean-Luc**
2525 Le Landeron (CH)
- **Winkler, Pascal**
2072 St-Blaise (CH)

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

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

(72) Inventeurs:
• **Di Domenico, Gianni**
2000 Neuchâtel (CH)

(54) **MÉCANISME RÉSONATEUR D'HORLOGERIE**

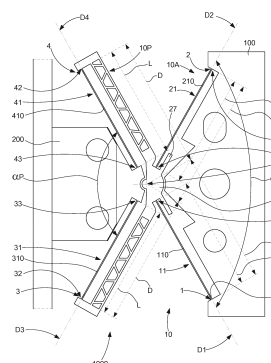
(57) Mécanisme résonateur d'horlogerie (1000) plan comportant deux pivots flexibles RCC (10A, 10P) montés en série autour d'un support rotatif intermédiaire (20) et de même axe de pivotement virtuel (A), comportant chacun deux lames flexibles droites (110, 210 ; 310, 410) de même longueur (L), et dont les encastrement opposés audit axe de pivotement (A) sont de même distance (D) par rapport à ce dernier, et définissant des directions linéaires (D1, D2, D3, D4), formant deux à deux des angles avec ledit axe de pivotement virtuel (A) à l'intersection, dont la valeur exprimée en degrés est comprise entre :

$$109.5 + 5/[(D/L)-(2/3)] \text{ et } 114.5 + 5/[(D/L)-(2/3)].$$

Dans une variante ce mécanisme résonateur d'horlogerie (1000) est monobloc en silicium, compensé thermiquement.

Mouvement (2000) comportant un tel mécanisme résonateur d'horlogerie (1000). Montre (3000) comportant un tel mouvement (2000).

Fig. 3



DescriptionDomaine de l'invention

- 5 **[0001]** L'invention concerne un mécanisme résonateur d'horlogerie comportant un premier support avec un premier ancrage et un deuxième ancrage auxquels est fixé un mécanisme flexible de guidage en pivotement, qui définit un axe de pivotement virtuel autour duquel pivote de façon rotative une masse pivotante, et qui comporte au moins un pivot flexible RCC antérieur et un pivot flexible RCC postérieur montés en série et tête-bêche l'un par rapport à l'autre autour dudit axe de pivotement virtuel, ledit pivot flexible RCC antérieur comportant, entre ledit premier support et un support rotatif intermédiaire, deux lames flexibles antérieures droites de même longueur antérieure entre leurs encastrements, définissant deux directions linéaires antérieures qui se croisent au niveau dudit axe de pivotement virtuel et qui définissent avec ledit axe de pivotement virtuel un angle antérieur, et dont les ancrages respectifs desdites deux lames flexibles antérieures droites les plus éloignés dudit axe de pivotement virtuel sont tous deux à une même distance antérieure dudit axe de pivotement virtuel, et ledit pivot flexible RCC postérieur comportant, entre ledit support rotatif intermédiaire, qui comporte un troisième ancrage et un quatrième ancrage, et ladite masse pivotante, deux lames flexibles postérieures droites de même longueur postérieure entre leurs encastrements, définissant deux directions linéaires postérieures qui se croisent au niveau dudit axe de pivotement virtuel et qui définissent avec ledit axe de pivotement virtuel un angle postérieur, et dont les ancrages respectifs desdites deux lames flexibles postérieures droites les plus éloignés dudit axe de pivotement virtuel sont tous deux à une même distance postérieure dudit axe de pivotement virtuel.
- 20 **[0002]** L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie comportant au moins un tel mécanisme résonateur.
[0003] L'invention concerne encore une montre comportant au moins un tel mouvement.
[0004] L'invention concerne le domaine des mécanismes résonateurs d'horlogerie.

Arrière-plan de l'invention

- 25 **[0005]** Il est connu que l'utilisation d'un pivot à guidage flexible permet de remplacer le pivot réel d'un balancier ainsi que le ressort spiral de rappel élastique. Ceci à l'avantage de supprimer les frottements de pivots. Toutefois les pivots à guidage flexible sont connus pour avoir une force de rappel élastique non-linéaire ce qui rend le résonateur anisochrone, c'est-à-dire que la fréquence dépend de l'amplitude de l'oscillation, et pour avoir un mouvement parasite de l'axe instantané de rotation, ce qui rend la marche du résonateur sensible à sa position dans le champ de la gravité.
- 30 **[0006]** Le problème de la non-linéarité de la force de rappel élastique est difficile à résoudre, et les solutions géométriques existantes, pour améliorer la linéarité de la force de rappel élastique et par conséquent rendre le résonateur isochrone pour une gamme d'amplitude angulaire donnée, nécessitent une fabrication sur plusieurs niveaux. La demande de brevet CH01979/14, au nom de The Swatch Group Research & Development Ltd, incorporée ici par référence, décrit ainsi un résonateur d'horlogerie à lames croisées dans deux plans superposés et expose l'importance de la valeur d'un angle particulier, pour optimiser la linéarité de la force de rappel élastique et par conséquent rendre le résonateur isochrone pour une gamme d'amplitude angulaire donnée. Toutefois un tel pivot à guidage flexible ne peut pas être gravé en une seule fois en 2D, ce qui complique sa fabrication.
- 35

Résumé de l'invention

- 40 **[0007]** L'invention se propose de réaliser un résonateur mécanique à haut facteur de qualité à l'aide d'une partie inertielle telle qu'un balancier, supportée par un guidage à lames flexibles en rotation, appelé aussi pivot à guidage flexible, qui agit aussi comme moyen de rappel élastique. On désire que ce résonateur soit isochrone (marche indépendante de l'amplitude) et insensible aux positions dans le champ de gravité (marche indépendante des positions).
- 45 **[0008]** L'invention cherche à allier les avantages des deux géométries connues bidimensionnelle et tridimensionnelle, dans une exécution simple et économique, donc bidimensionnelle.
[0009] L'invention concerne ainsi un mécanisme résonateur d'horlogerie selon la revendication 1.
[0010] L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie comportant au moins un tel mécanisme résonateur.
50 **[0011]** L'invention concerne encore une montre comportant au moins un tel mouvement.

Description sommaire des dessins

- 55 **[0012]** 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 vue en perspective, un résonateur mécanique selon l'invention, comportant, entre un premier support agencé pour être fixé directement ou indirectement à la structure d'un mou-

vement d'horlogerie, et une masse pivotante mobile sur laquelle un rapporté un balancier à bras, deux pivots flexibles RCC montés en série, et tête-bêche, autour d'un support rotatif intermédiaire et de même axe de pivotement virtuel, et comportant chacun deux lames flexibles droites, avec le centre de masse de l'ensemble constitué par la masse pivotante mobile et le balancier rapporté coïncidant avec l'axe de pivotement virtuel;

- la figure 2 est une variante où le balancier rapporté comporte une serge circulaire ;
- la figure 3 représente, de façon schématisée et en vue en plan, la partie centrale du résonateur de la figure 1 ;
- la figure 4 est un détail de la même partie centrale, mettant en évidence les différentes surfaces de limitation pour la protection anti-chocs, que comporte ce résonateur ;
- la figure 5 est un graphique représentant la valeur optimale de l'angle entre les deux lames de chaque pivot flexible RCC, en fonction du ratio entre, d'une part la distance de l'encastrement d'une lame, opposé à l'axe de pivotement, et d'autre part avec la longueur de la lame concernée ;
- les figures 6 à 8 illustrent d'autres variantes d'arrangements géométriques;
- la figure 9 est un schéma-blocs représentant une montre avec un mouvement incorporant un résonateur selon l'invention, lequel comporte plusieurs mécanismes flexibles de guidage en pivotement disposés en série.

Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0013] L'invention concerne un mécanisme résonateur d'horlogerie 1000, comportant un premier support 100 rigide, fixe ou mobile, avec un premier ancrage 1 et un deuxième ancrage 2, auxquels est fixé un mécanisme flexible de guidage en pivotement 10, qui définit un axe de pivotement virtuel A, autour duquel pivote de façon rotative une masse pivotante 200 rigide.

[0014] Ce mécanisme flexible de guidage en pivotement 10 est un pivot à guidage flexible 2D, c'est-à-dire réalisable dans un plan.

[0015] Ce mécanisme flexible de guidage en pivotement 10 permet à la masse pivotante 200 rigide d'effectuer une rotation de l'axe de pivotement virtuel A, relativement au premier support 100 rigide. Il est composé de deux pivots flexibles RCC (Remote Center Compliance, c'est-à-dire centre de rotation déporté) dont les axes de rotation coïncident et qui sont reliés par un support rotatif intermédiaire 20 rigide. Les deux pivots RCC sont ainsi mis en série, mais tête-bêche l'un par rapport à l'autre, de sorte que leurs mouvements parasites se compensent.

[0016] On comprend que les encastrements proches de l'axe de pivotement virtuel A du premier pivot RCC sont rigidement reliés, par le support rotatif intermédiaire 20, aux encastrements éloignés de l'axe de pivotement virtuel A du second pivot RCC, ou vice-versa, tel que visible sur les figures 6 et 7.

[0017] Ainsi, le mécanisme flexible de guidage en pivotement 10 comporte un pivot flexible RCC antérieur 10A et un pivot flexible RCC postérieur 10P, qui sont montés en série l'un avec l'autre, et tête-bêche, autour de l'axe de pivotement virtuel A commun, et qui incorporent des éléments flexibles élastiques.

[0018] Le pivot flexible RCC antérieur 10A comporte, entre le premier support 100 et un support rotatif intermédiaire 20, deux ensembles élastiques antérieurs 11, 21, formés, dans le mode de réalisation des figures, par deux lames flexibles antérieures droites 110, 210, de même longueur antérieure LA entre leurs encastrements, définissant deux directions linéaires antérieures D1, D2, qui se croisent au niveau de l'axe de pivotement virtuel A, et qui définissent avec cet axe de pivotement virtuel A un angle antérieur αA , et dont les ancrages respectifs des deux lames flexibles antérieures droites 110, 210, les plus éloignés de l'axe de pivotement virtuel A sont tous deux à une même distance antérieure DA de l'axe de pivotement virtuel A.

[0019] De façon similaire, le pivot flexible RCC postérieur 10P comporte, entre le support rotatif intermédiaire 20, qui comporte un troisième ancrage 3 et un quatrième ancrage 4, et la masse pivotante 200, deux ensembles élastiques postérieurs 31, 41, formés, dans le mode de réalisation des figures, par deux lames flexibles postérieures droites 310, 410 de même longueur postérieure LP entre leurs encastrements, définissant deux directions linéaires postérieures D3, D4, qui se croisent au niveau de l'axe de pivotement virtuel A, et qui définissent avec cet axe de pivotement virtuel A un angle postérieur αP , et dont les ancrages respectifs des deux lames flexibles postérieures droites 310, 410, les plus éloignés de l'axe de pivotement virtuel A sont tous deux à une même distance postérieure DP de l'axe de pivotement virtuel A.

[0020] De plus, le mécanisme flexible de guidage en pivotement 10 est plan.

[0021] L'invention consiste à optimiser l'angle entre les éléments élastiques de chaque pivot flexible RCC, pour que le pivot ait une force de rappel élastique linéaire, afin que le résonateur mécanique soit isochrone dans un domaine d'amplitude angulaire donné.

[0022] Selon l'invention, le centre d'inertie de l'ensemble formé par la masse pivotante 200 et toute masse inertielle rapportée 201 que porte la masse pivotante 200, comme dans les variantes non limitatives illustrées aux figures 1 et 2, est sur l'axe de pivotement virtuel A ou dans son voisinage immédiat, et le résonateur mécanique est isochrone si:

- l'angle antérieur αA exprimé en degrés est compris entre :

109.5 + 5/[(DA/LA)-(2/3)] et 114.5 + 5/[(DA/LA)-(2/3)],

- et l'angle postérieur α_P exprimé en degrés est compris entre :

109.5 + 5/[(DP/LP)-(2/3)] et 114.5 + 5/[(DP/LP)-(2/3)].

5 **[0023]** Dans une variante particulière, l'angle antérieur α_A et l'angle postérieur α_P sont égaux à un angle commun α . Plus particulièrement, cet angle commun α est voisin de 112.0°.

[0024] Dans une variante préférée, la distance antérieure DA et la distance postérieure DP sont égales à une distance commune D, et la longueur antérieure LA et la longueur postérieure LP sont égales à une longueur commune L. L'angle commun α est alors compris entre :

10

109.5 + 5/[(D/L)-(2/3)] et 114.5 + 5/[(D/L)-(2/3)].

[0025] La figure 5 montre l'évolution de l'angle α optimal, en fonction du rapport D/L.

15 **[0026]** Plus particulièrement, et tel que visible sur les figures, le premier ensemble élastique antérieur 11, le deuxième ensemble élastique antérieur 21, le premier ensemble élastique postérieur 31, et le deuxième ensemble élastique postérieur 41 comportent chacun au moins une lame flexible droite 110, 210, 310, 410, ou encore un faisceau de lames flexibles droites parallèles, non représenté pour ne pas compliquer les figures.

20 **[0027]** Plus particulièrement, dans les variantes illustrées sur les figures, le premier ensemble élastique antérieur 11, le deuxième ensemble élastique antérieur 21, le premier ensemble élastique postérieur 31, et le deuxième ensemble élastique postérieur 41 sont constitués chacun d'une lame flexible droite 110, 210, 310, 410.

[0028] Dans une autre variante non illustrée sur les figures, le premier ensemble élastique antérieur 11, le deuxième ensemble élastique antérieur 21, le premier ensemble élastique postérieur 31, et le deuxième ensemble élastique postérieur 41 comportent chacun une alternance de lames flexibles droites et d'éléments intermédiaires plus rigides que ces lames flexibles droites, alignés selon les directions respectives D1, D2, D3, D4.

25 **[0029]** Pour obtenir un résonateur mécanique à haut facteur de qualité, il est avantageux de rapporter un élément inertiel 201 à la masse pivotante 200, ou de l'intégrer à celle-ci, et de fixer le premier support 100 rigide à une platine ou un pont du mouvement d'horlogerie, ou tout autre élément susceptible d'agir comme support du résonateur à pivot flexible, par exemple, de façon non limitative, un élément de liaison d'un diapason, ou encore un élément anti-choc qui est autorisé à se déplacer uniquement en cas de choc violent, de façon à diminuer l'accélération subie par le résonateur. Naturellement, la partie fixe et la partie mobile représentées ici sont permutables. Cet élément inertiel peut être un disque, un anneau tel qu'une serge de balancier tel que visible sur la figure 2, ou un simple bras tel que visible sur la figure 1. Il est important que le centre de masse de l'élément inertiel soit sensiblement aligné avec l'axe de pivotement virtuel A.

35 **[0030]** Pour éviter des modes propres indésirables, il est avantageux de squeletter le support rotatif intermédiaire 20 rigide avec des évidements 209, de façon à réduire son inertie, tout en lui conférant une rigidité très supérieure à celle des lames flexibles constituant les ensembles élastiques 11, 21, 31, et 41, tel que visible sur les figures 1 à 4.

[0031] De la même façon, quand les éléments élastiques comportent des éléments intermédiaires plus rigides que les lames flexibles droites, ces éléments intermédiaires sont avantageusement également squelettés.

40 **[0032]** Une autre variante avantageuse, concernant tous les modes de réalisation, consiste à agencer les parties rigides 100, 20, 200, très proches l'une de l'autre autour de l'axe de pivotement virtuel A, de sorte qu'elles agissent comme des butées anti-choc, radiales ou/et angulaires, afin d'empêcher une rupture des lames, tel que visible avec les surfaces 105, 25, 26, 206, 28, 208, de la figure 4, en particulier les faces obliques 28 et 208 qui contribuent grandement à la résistance aux chocs du système. Ou encore à équiper certaines des parties rigides avec des bras de limitation 27 agencés pour coopérer en butée, en cas de choc, avec des surfaces complémentaires 107 que comporte le premier support 100, tel que visible sur la figure 4 où le support rotatif intermédiaire 20 porte de tels bras de limitation 27.

45 **[0033]** De préférence, l'agencement des parties les plus rigides comporte des surfaces de limitation 101, 102, 203, 204 agencées pour limiter les lames flexibles, tel que visible sur la figure 4.

[0034] L'invention peut être mise en oeuvre avec des lames présentant d'autres géométries, par exemple en zig-zag ou serpent in ou encore comportant des parties courbes, mais il est clair que la géométrie de lames droites limite très fortement les déplacements parasites éventuels de l'axe de pivotement virtuel A, et reste le mode le plus avantageux de mise en oeuvre de l'invention.

[0035] Les lames peuvent, encore, présenter des épaisseurs variables.

55 **[0036]** L'essentiel est de respecter la symétrie de flexibilité par rapport à la bissectrice de l'angle α_A , et par rapport à l'axe de pivotement virtuel A.

[0037] L'invention se prête particulièrement bien à une exécution monolithique.

[0038] Dans une réalisation avantageuse, le premier support 100, la masse pivotante 200, et le mécanisme flexible

de guidage en pivotement 10 forment un ensemble monobloc. Cet ensemble monobloc peut être réalisé, ou bien par usinage classique, ou bien, de façon particulière et non exhaustive, par des technologies de type « MEMS » ou « LIGA » ou impression 3D ou fabrication additive par laser ou similaire, en silicium, quartz, DLC, alliages métalliques, verre, rubis, saphir ou autre céramique, ou polymères, chargés ou non, ou similaire, compensé thermiquement, notamment par une croissance locale particulière de dioxyde de silicium, dans certaines zones de la pièce agencées à cet effet, quand cet ensemble monobloc est réalisé en silicium. Naturellement, d'autres matériaux encore sont utilisables, pour certains au prix d'une compensation en température. On citera notamment et non limitativement des alliages métalliques amorphes ou cristallins.

[0039] Quand la masse pivotante 200 porte une masse inertielle rapportée 201, le mécanisme flexible de guidage en pivotement 10 est avantageusement en silicium, oxydé de façon telle que le mécanisme résonateur 1000 complet, avec cette masse inertielle rapportée 201, soit compensé thermiquement.

[0040] Le mécanisme résonateur d'horlogerie 1000 peut comporter une pluralité de tels mécanismes flexibles de guidage en pivotement 10 montés en série, pour augmenter la course angulaire totale, disposés dans des plans parallèles, et autour du même axe de pivotement virtuel A, par solidarisation de parties rigides entre elles. Une telle pièce peut être formée par assemblage de deux pièces gravées sur un seul niveau, ou bien peut être gravée dans du silicium SOI deux niveaux.

[0041] On peut, avantageusement, utiliser deux mécanismes flexibles de guidage en pivotement en configuration de diapason, pour éliminer la réaction au support ; ceci est généralisable à un nombre N de mécanismes flexibles de guidage en pivotement.

[0042] L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie 2000 comportant au moins un tel mécanisme résonateur 1000.

[0043] L'invention concerne encore une montre 3000 comportant au moins un tel mouvement 2000.

[0044] L'invention apporte plusieurs avantages :

- bon isochronisme, marche indépendante des positions dans le champ de gravité, marche indépendante de l'amplitude ;
- facilité de fabrication, grâce au regroupement des éléments fonctionnels dans un seul plan, réalisable en deux dimensions, par gravure en une seule fois dans du silicium ou similaire, ou bien par découpage dans une plaque, par électro-érosion, laser, jet d'eau, fabrication additive ou autre

Revendications

1. Mécanisme résonateur d'horlogerie (1000) comportant un premier support (100) avec un premier ancrage (1) et un deuxième ancrage (2) auxquels est fixé un mécanisme flexible de guidage en pivotement (10), qui définit un axe de pivotement virtuel (A) autour duquel pivote de façon rotative une masse pivotante (200), et qui comporte au moins un pivot flexible RCC antérieur (10A) et un pivot flexible RCC postérieur (10P) montés en série et tête-bêche l'un par rapport à l'autre autour dudit axe de pivotement virtuel (A),
 ledit pivot flexible RCC antérieur (10A) comportant, entre ledit premier support (100) et un support rotatif intermédiaire (20), deux lames flexibles antérieures droites (110, 210) de même longueur antérieure (LA) entre leurs encastres-
 ments, définissant deux directions linéaires antérieures (D1, D2) qui se croisent au niveau dudit axe de pivotement virtuel (A) et qui définissent avec ledit axe de pivotement virtuel (A) un angle antérieur (α_A), et dont les ancrages respectifs desdites deux lames flexibles antérieures droites (110, 210) les plus éloignés dudit axe de pivotement virtuel (A) sont tous deux à une même distance antérieure (DA) dudit axe de pivotement virtuel (A),
 et ledit pivot flexible RCC postérieur (10P) comportant, entre ledit support rotatif intermédiaire (20), qui comporte un troisième ancrage (3) et un quatrième ancrage (4), et ladite masse pivotante (200), deux lames flexibles postérieures droites (310, 410) de même longueur postérieure (LP) entre leurs encastres-
 ments, définissant deux directions linéaires postérieures (D3, D4) qui se croisent au niveau dudit axe de pivotement virtuel (A) et qui définissent avec ledit axe de pivotement virtuel (A) un angle postérieur (α_P), et dont les ancrages respectifs desdites deux lames flexibles postérieures droites (310, 410) les plus éloignés dudit axe de pivotement virtuel (A) sont tous deux à une même distance postérieure (DP) dudit axe de pivotement virtuel (A),
caractérisé en ce que ledit mécanisme flexible de guidage en pivotement (10) est plan, **en ce que** le centre d'inertie de l'ensemble formé par ladite masse pivotante (200) et toute masse inertielle rapportée (201) que porte ladite masse pivotante (200) est sur ledit axe de pivotement virtuel (A) ou dans son voisinage immédiat, **en ce que** ledit angle antérieur (α_A) exprimé en degrés est compris entre :

$$109.5 + 5/[(DA/LA)-(2/3)] \text{ et } 114.5 + 5/[(DA/LA)-(2/3)]$$

et **en ce que** ledit angle postérieur (α_P) exprimé en degrés est compris entre :

$$109.5 + 5/[(DP/LP)-(2/3)] \text{ et } 114.5 + 5/[(DP/LP)-(2/3)].$$

2. Mécanisme résonateur d'horlogerie (1000) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit angle antérieur (α_A) et ledit angle postérieur (α_P) sont égaux.
3. Mécanisme résonateur d'horlogerie (1000) selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** ladite longueur antérieure (LA) et ladite longueur postérieure (LP) sont égales à une longueur commune (L), et **en ce que** ladite distance antérieure (DA) et ladite distance postérieure (DP) sont égales à une distance commune (D).
4. Mécanisme résonateur d'horlogerie (1000) selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** ledit angle antérieur (α_A) et ledit angle postérieur (α_P) sont égaux. à un angle commun α , exprimé en degrés, qui est égal à $112.0^\circ + 5/[(D/L)-(2/3)]$.
5. Mécanisme résonateur d'horlogerie (1000) selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** ledit support rotatif intermédiaire (20) est squeletté par des évidements (209) pour minimiser sa masse et éviter des modes propres indésirables.
6. Mécanisme résonateur d'horlogerie (1000) selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** ledit premier support (100), ladite masse pivotante (200), et ledit mécanisme flexible de guidage en pivotement (10) sont agencés très proches les uns des autres autour dudit axe de pivotement virtuel (A) et comportent des surfaces (105, 25, 26, 206) constituant des butées anti-choc pour empêcher une rupture desdites lames flexibles (11, 21, 31, 41).
7. Mécanisme résonateur d'horlogerie (1000) selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** ledit support rotatif intermédiaire (20) comporte des bras de limitation (27) agencés pour coopérer en butée en cas de choc avec des surfaces complémentaires (107) que comporte ledit premier support (100).
8. Mécanisme résonateur d'horlogerie (1000) selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** ledit premier support (100), ladite masse pivotante (200), et ledit mécanisme flexible de guidage en pivotement (10) forment un ensemble monobloc.
9. Mécanisme résonateur d'horlogerie (1000) selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** ledit ensemble monobloc est en silicium, compensé thermiquement.
10. Mécanisme résonateur d'horlogerie (1000) selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** ladite masse pivotante (200) porte une masse inertielle rapportée (201), et **en ce que** ledit mécanisme flexible de guidage en pivotement (10) est en silicium, oxydé pour que ledit mécanisme résonateur (1000) complet avec ladite masse inertielle rapportée (201) soit compensé thermiquement.
11. Mécanisme résonateur d'horlogerie (1000) selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce qu'il** comporte une pluralité de dits mécanismes flexibles de guidage en pivotement (10) montés en série, pour augmenter la course angulaire totale, disposés dans des plans parallèles, et autour du même dit axe de pivotement virtuel (A).
12. Mouvement d'horlogerie (2000) comportant au moins un mécanisme résonateur d'horlogerie (1000) selon l'une des revendications 1 à 11.
13. Montre (3000) comportant au moins un mouvement (2000) selon la revendication 12.

Fig. 1

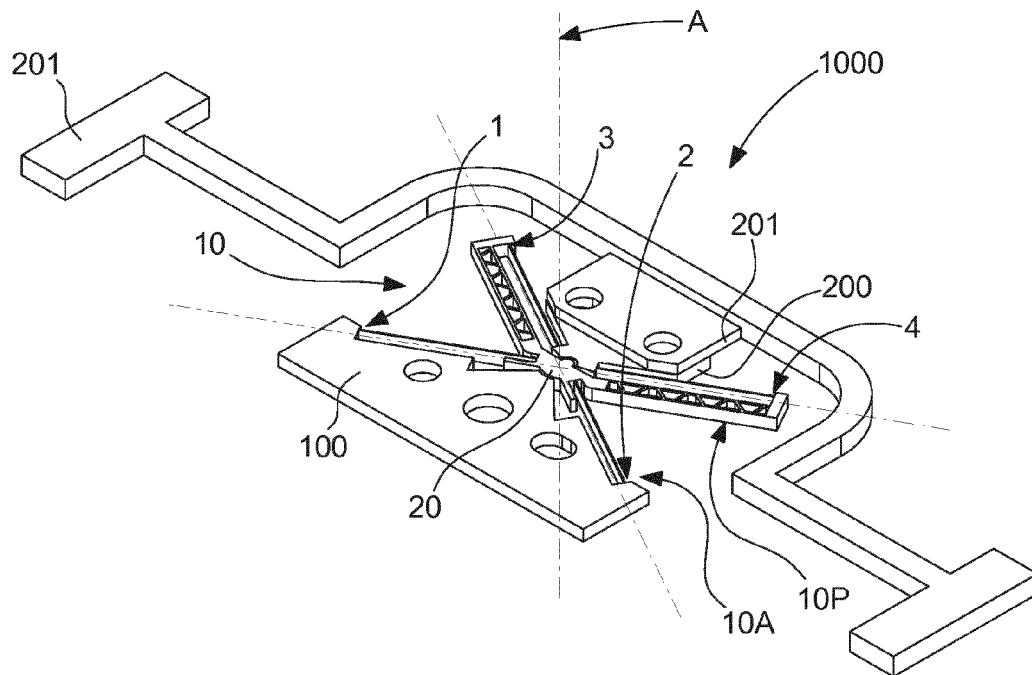


Fig. 2

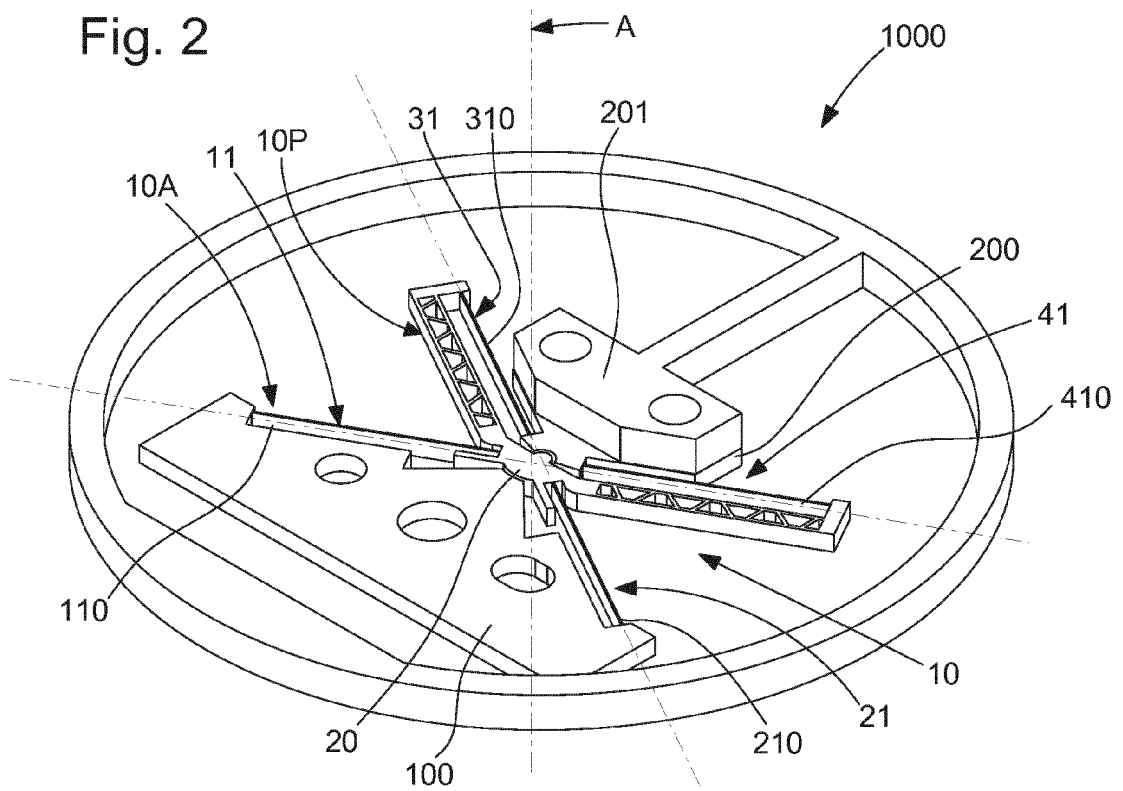


Fig. 3

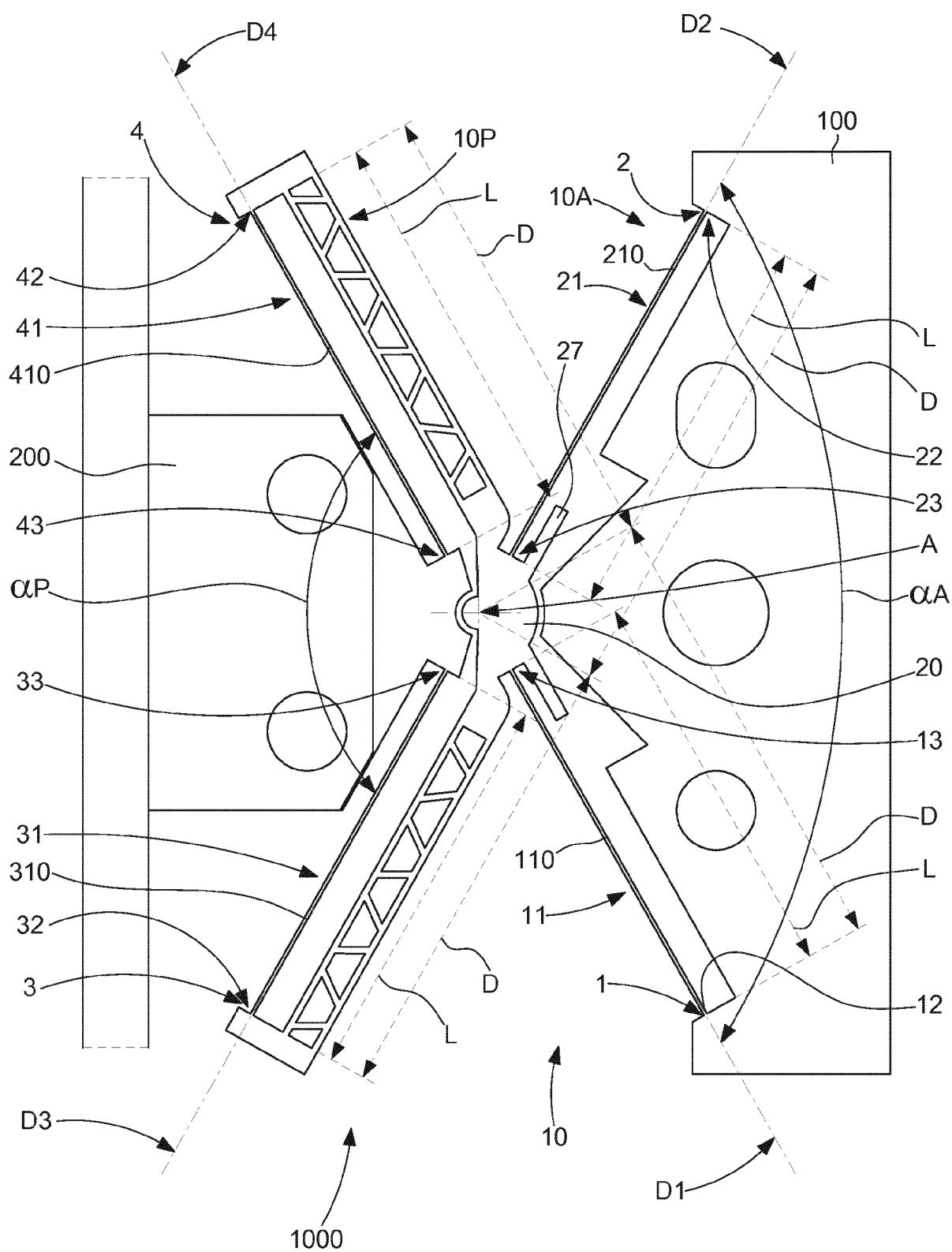


Fig. 4

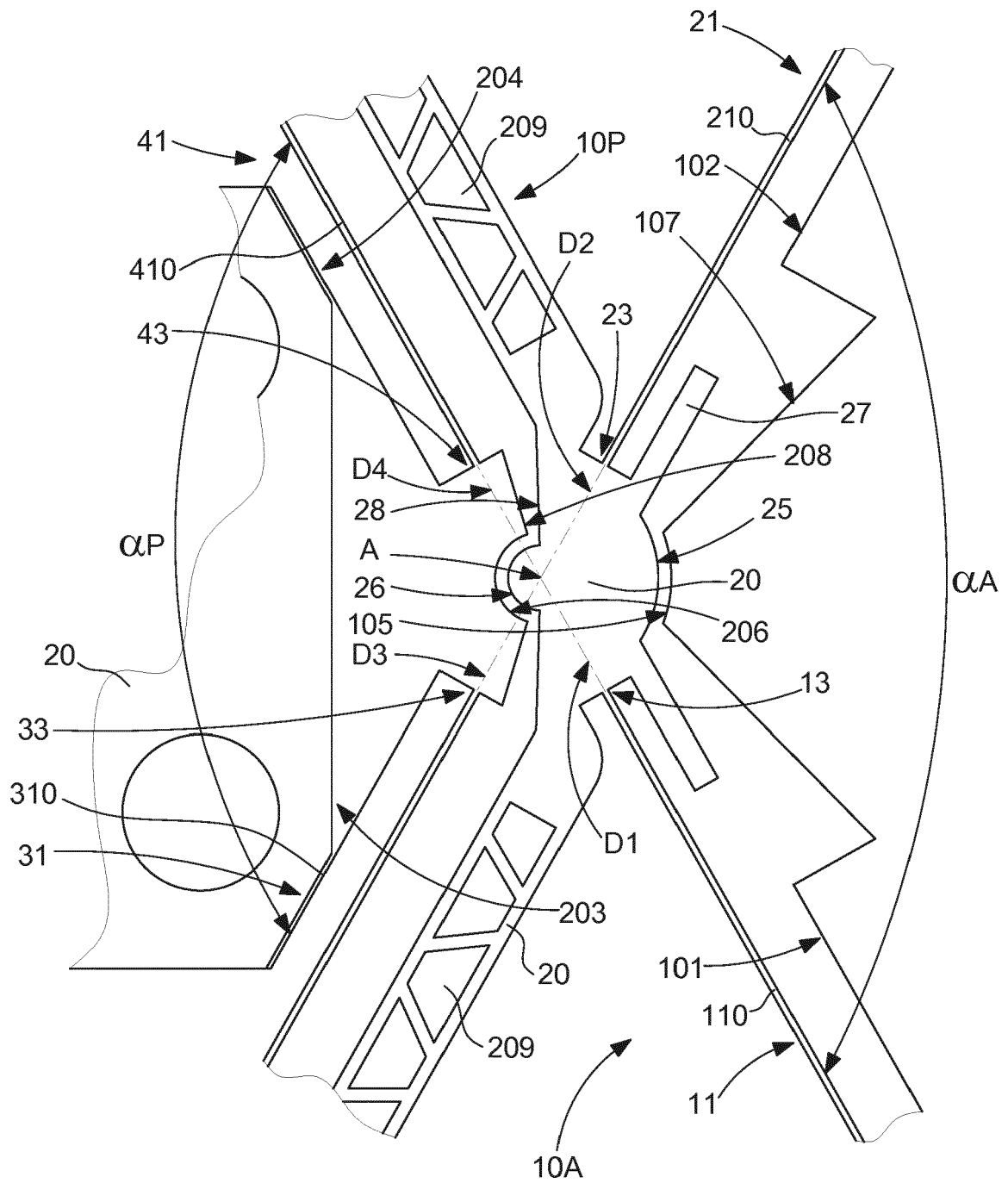
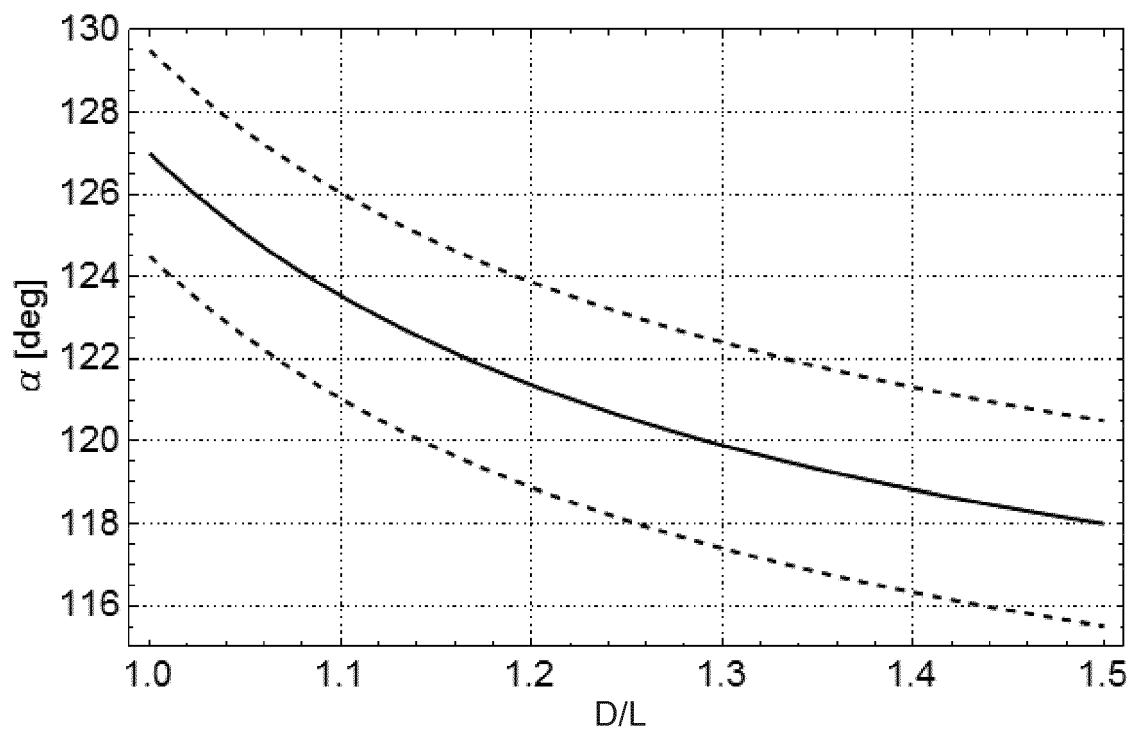


Fig. 5



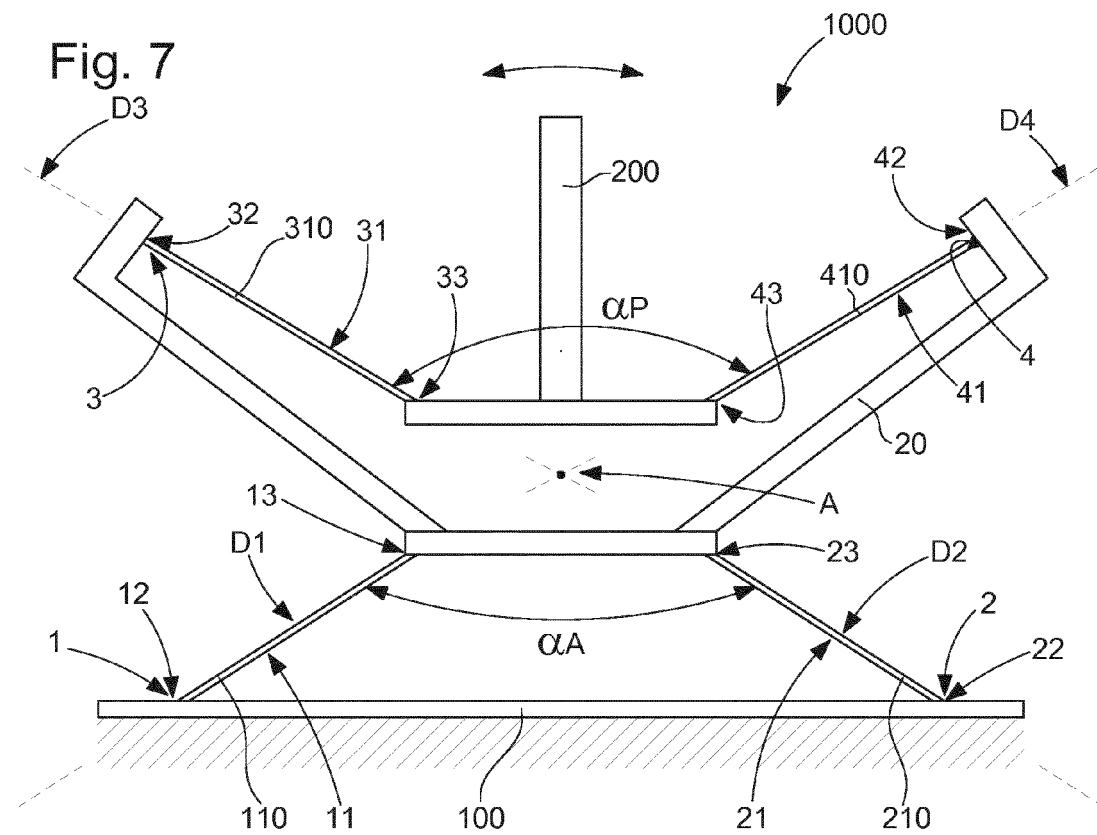
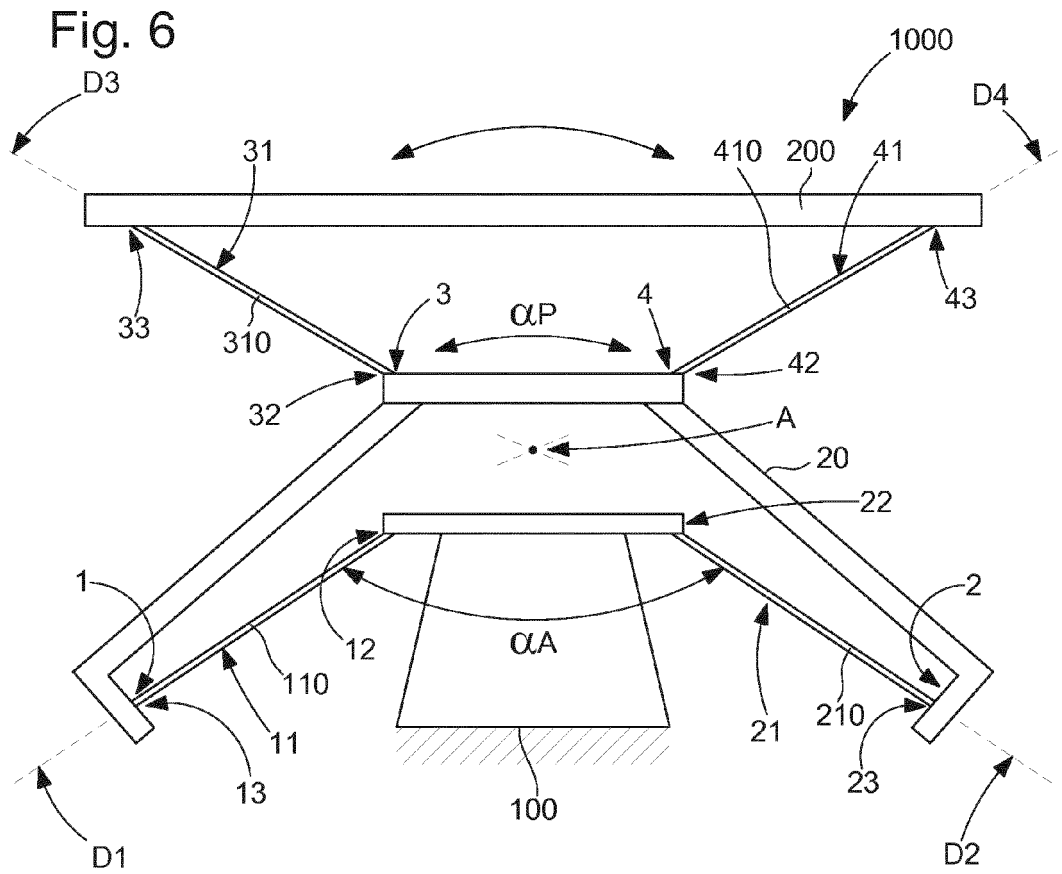


Fig. 8

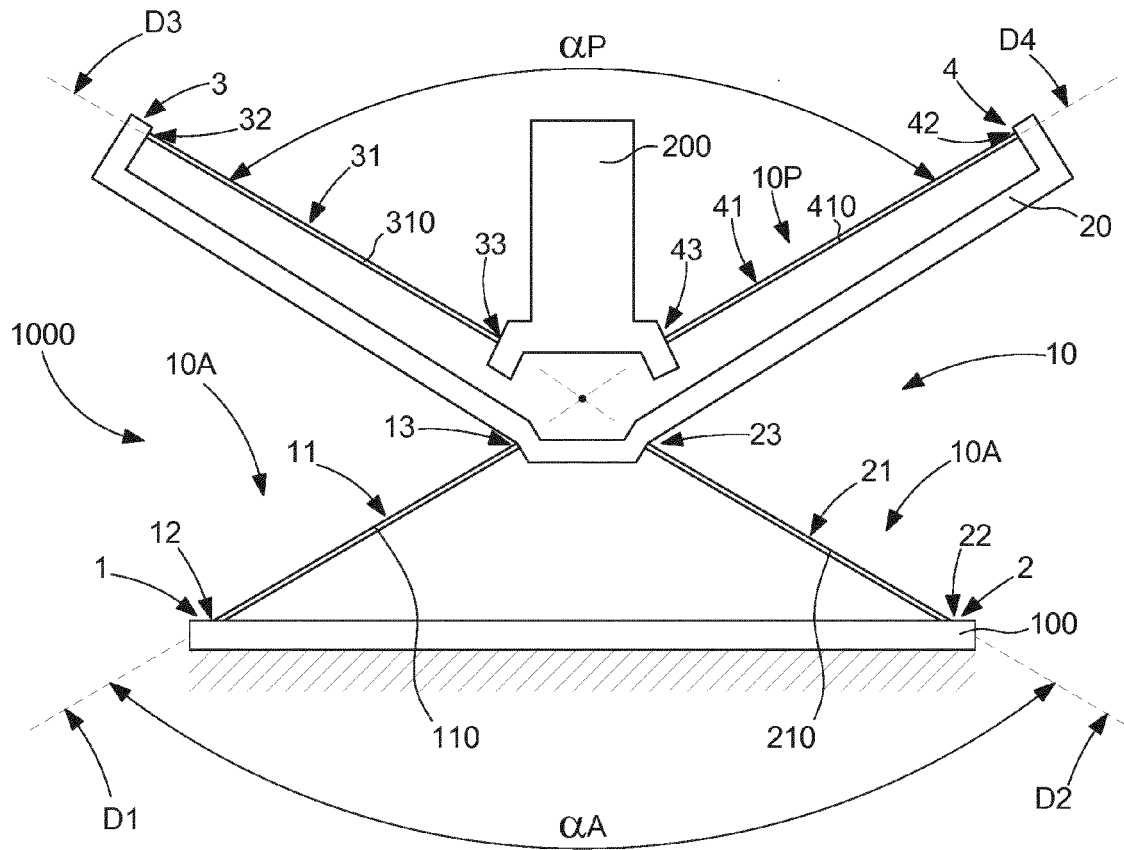
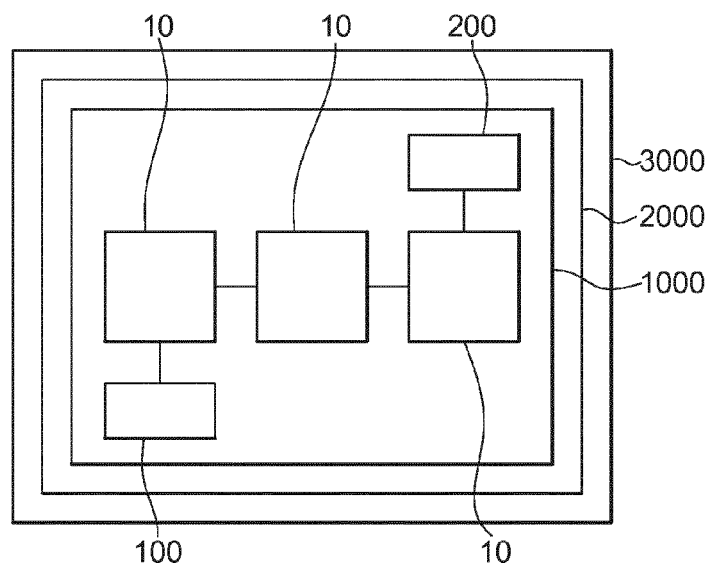


Fig. 9





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 16 15 5039

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)
E	EP 3 021 174 A1 (LVMH SWISS MFT SA [CH]) 18 mai 2016 (2016-05-18) * alinéa [0012] - alinéa [0072]; figures 2-5 *	1-3,6,8,11-13	INV. G04B17/04
A	WO 2012/010408 A1 (NIVAROX SA [CH]; CUSIN PIERRE [CH]; CHARBON CHRISTIAN [CH]; VERARDO MA) 26 janvier 2012 (2012-01-26) * page 12, ligne 10 - page 25, ligne 4; figures 1,2,4 *	1-13	
A	EP 2 645 189 A1 (NIVAROX SA [CH]) 2 octobre 2013 (2013-10-02) * alinéas [0010] - [0013], [0016], [0036] - [0041]; figures 3,4,12,13 *	1-13	
A	EP 2 911 012 A1 (SUISSE ELECTRONIQUE MICROTECH [CH]) 26 août 2015 (2015-08-26) * alinéa [0011]; figures 1-4 *	1-13	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			G04B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		29 juillet 2016	Cavallin, Alberto
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 16 15 5039

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.

29-07-2016

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 3021174 A1	18-05-2016	EP 3021174 A1	18-05-2016
		WO 2016079068 A1	26-05-2016
WO 2012010408 A1	26-01-2012	CN 103097965 A	08-05-2013
		EP 2596406 A1	29-05-2013
		EP 2894520 A2	15-07-2015
		HK 1185155 A1	20-11-2015
		JP 5551312 B2	16-07-2014
		JP 2013531257 A	01-08-2013
		US 2013176829 A1	11-07-2013
		WO 2012010408 A1	26-01-2012
EP 2645189 A1	02-10-2013	CN 104204966 A	10-12-2014
		CN 104220940 A	17-12-2014
		CN 104220941 A	17-12-2014
		EP 2645189 A1	02-10-2013
		EP 2831676 A1	04-02-2015
		EP 2831677 A1	04-02-2015
		HK 1205284 A1	11-12-2015
		HK 1205287 A1	11-12-2015
		HK 1205288 A1	11-12-2015
		JP 5918438 B2	18-05-2016
		JP 5918439 B2	18-05-2016
		JP 2015511714 A	20-04-2015
		JP 2015511715 A	20-04-2015
		JP 2015511716 A	20-04-2015
		KR 20140135810 A	26-11-2014
		RU 2014143453 A	20-05-2016
		RU 2014143454 A	20-05-2016
		US 2015043313 A1	12-02-2015
		US 2015063082 A1	05-03-2015
		US 2015103636 A1	16-04-2015
		WO 2013144236 A1	03-10-2013
		WO 2013144237 A1	03-10-2013
		WO 2013144238 A1	03-10-2013
EP 2911012 A1	26-08-2015	AUCUN	

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 0197914 [0006]