

CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **715 024 A2**

(51) Int. Cl.: **G04B** **17/04** (2006.01)
G04B **17/28** (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: 00665/18

(22) Date de dépôt: 25.05.2018

(43) Demande publiée: 29.11.2019

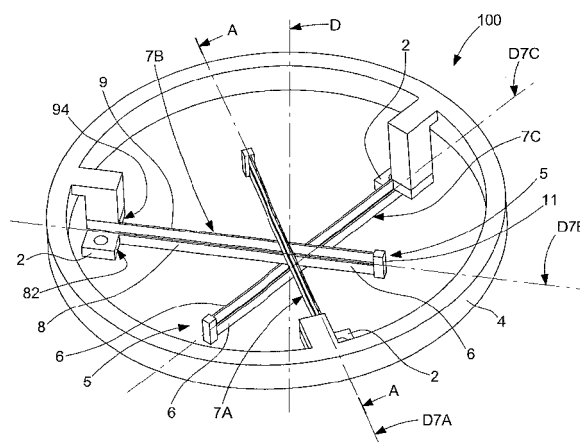
(71) Requérant:
ETA SA Manufacture Horlogère SA,
Schild-Rust-Strasse 17
2540 Grenchen (CH)

(72) Inventeur(s):
Pascal Winkler, 2072 St Blaise (CH)
Laurent Klinger, 2503 Bienne (CH)
Jean-Luc Helfer, 2525 Le Landeron (CH)

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

(54) **Oscillateur mécanique d'horlogerie.**

(57) L'invention concerne un oscillateur mécanique (100) avec élément inertiel (4) oscillant autour d'un axe de pivotement virtuel (D) de position fixe par rapport à une embase (2) fixe à laquelle il est suspendu par plusieurs liaisons flexibles (5), chacune comportant un compas déformable (7A, 7B, 7C) comportant des lames élastiques (6) formant une première branche (8) fixée à une embase (2) et une deuxième branche (9) fixée audit élément inertiel (4), jointives au niveau d'une arête de rebroussement (11) définissant un sommet dudit compas déformable (7A, 7B, 7C), où dans un état de repos non contraint dudit oscillateur (100), la projection dudit sommet est d'un premier côté dudit axe de pivotement (D), opposé à un deuxième côté où se projettent les extrémités (82; 94) des première (8) et deuxième (9) branches.



Description

Domaine de l'invention

[0001] L'invention concerne un oscillateur mécanique d'horlogerie, comportant au moins une embase agencée pour être fixée à une platine ou un pont d'un mouvement d'horlogerie, et au moins un élément inertiel agencé pour osciller autour d'un axe de pivotement virtuel de position fixe par rapport à ladite au moins une embase ou de position fixe par rapport auxdites embases quand ledit oscillateur en comporte plusieurs, dans un plan de pivotement perpendiculaire audit axe de pivotement virtuel, chaque dit élément inertiel étant suspendu à au moins une dite embase par plusieurs liaisons flexibles comportant chacune au moins une lame élastique, et lesdites liaisons flexibles définissant ensemble ledit axe de pivotement virtuel.

[0002] L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie, comportant au moins un tel oscillateur mécanique, et comportant une platine ou un pont pour la fixation de chaque dite embase, que comporte chaque dit oscillateur.

[0003] L'invention concerne encore une montre comportant au moins un tel mouvement d'horlogerie, et/ou comportant au moins un tel oscillateur mécanique.

[0004] L'invention concerne le domaine des pièces d'horlogerie de haute précision, très peu sensibles aux paramètres physiques externes, comportant des oscillateurs à lames élastiques, à facteur de qualité élevé, et conservant de hautes qualités d'isochronisme dans toutes les positions du porté.

Arrière-plan de l'invention

[0005] Les travaux les plus récents sur les oscillateurs d'horlogerie ont présenté différents types de liaisons flexibles, pour le pivotement et le rappel des balanciers.

[0006] Sans rentrer dans le détail, on notera que deux conditions doivent absolument être remplies pour permettre l'utilisation de ces oscillateurs dans des montres:

- la marche doit dépendre le moins possible de l'amplitude d'oscillation, même si on peut éventuellement effectuer une compensation du retard à l'échappement;
- la marche doit être indépendante de l'orientation de la montre dans le champ de gravité.

[0007] Différentes divulgations considèrent assurer ces deux caractéristiques indispensables, mais les simulations et les essais pratiques démontrent, en fait, des carences, en particulier dans certaines positions du porté, où les résultats attendus ne peuvent être assurés.

[0008] Les divulgations actuelles présentent en général un défaut qui limite leur mise en application industrielle, et qui consiste en la faible valeur d'amplitude d'oscillation possible, typiquement jusqu'à 10° ou 15° seulement. Cette limite s'explique, soit parce qu'il est impossible d'aller plus haut en raison des contraintes dans les lames constitutives des liaisons flexibles, soit parce qu'au moins une des deux conditions exposées ci-dessus, (marche indépendante de l'amplitude, et marche indépendante de l'orientation de la montre dans le champ de gravité) n'est plus satisfaite.

[0009] La demande de brevet EP 3 299 905 au nom de CSEM propose une solution qui permet d'aller à des amplitudes plus élevées, typiquement 30°, ce qui est un réel progrès. Toutefois, la marche n'est pas encore indépendante de l'orientation de la montre dans le champ de gravité, en particulier dans les positions X+, X-, Y+, Y-, dans lesquelles les caractéristiques de marche en fonction de l'amplitude sont similaires entre elles, mais très éloignées de la caractéristique de marche en fonction de l'amplitude, qui correspond à la position horizontale, perpendiculaire au champ de gravité, laquelle caractéristique est excellente.

Résumé de l'invention

[0010] L'invention se propose de développer un oscillateur mécanique à liaisons flexibles apte à une forte amplitude, et typiquement jusqu'à 25° au moins, et qui possède dans les positions verticales du porté des caractéristiques de marche en fonction de l'amplitude équivalentes à celle mesurée en position horizontale.

[0011] A cet effet, l'invention concerne un oscillateur mécanique d'horlogerie selon la revendication 1.

[0012] L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie selon la revendication 28.

[0013] L'invention concerne encore une montre selon la revendication 29.

Description sommaire des dessins

[0014] 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 fig. 1 représente, de façon schématisée, et en perspective vue de dessus, un oscillateur selon l'invention, dans une réalisation particulière et non limitative où un élément inertiel unique est suspendu à des embases

fixées à la structure d'un mouvement par trois liaisons flexibles de caractéristiques similaires, définissant ensemble l'axe de pivotement virtuel de l'élément inertiel, et superposées dans différents niveaux parallèles à un plan de pivotement de l'élément inertiel, perpendiculaire à l'axe de pivotement virtuel;

- la fig. 2 représente, de façon schématisée, et en vue de dessus, l'oscillateur de la fig. 1;
- la fig. 3 est une section selon un plan AA, passant par l'axe de pivotement, d'un tel oscillateur selon la fig. 1 ou 2, le plan de section passant par deux lames élastiques qui constituent ensemble un compas déformable, que comporte un des liaisons flexibles de cet oscillateur, dans une variante particulière où les branches de compas constituées par ces deux lames élastiques qui sont dans deux niveaux superposés, parallèles au plan de pivotement, ont des longueurs utiles, entre leur encastrement et un sommet virtuel de compas au niveau d'une arête de rebroussement, qui sont égales. Dans cette variante, l'élément inertiel s'étend de part et d'autre de l'ensemble des lames élastiques;
- la fig. 4 illustre, de façon similaire à la fig. 3, une autre variante, où les longueurs utiles sont différentes, les projections de lames sur le plan de pivotement ne sont identiques que sur une partie, qui comporte le sommet du compas, et s'étend de part et d'autre de l'axe de pivotement virtuel défini par les liaisons flexibles;
- la fig. 5 est un schéma-blocs qui représente une montre comportant un mouvement d'horlogerie, lequel comporte un tel oscillateur mécanique, et une platine ou un pont pour la fixation de chaque dite embase, que comporte cet oscillateur;
- la fig. 6 illustre, de façon similaire à la fig. 3, une autre variante, où une même liaison flexible comporte une superposition de six lames élastiques, ici constituant trois compas déformables;
- la fig. 7 illustre, de façon similaire à la fig. 2, un détail d'une autre variante, où les lames élastiques qui constituent les liaisons flexibles ne sont pas droites, mais seulement symétriques par rapport à un axe de compas passant par le sommet de compas et l'axe de pivotement virtuel, en projection sur le plan de pivotement;
- la fig. 8 est une coupe par le plan AA, passant par l'axe de pivotement, d'un tel oscillateur selon la fig. 1 ou 2, montrant la superposition des trois niveaux de liaisons flexibles, s'étendant chacun sur deux niveaux parallèles;
- la fig. 9 est un diagramme de marche, avec la marche en secondes par jour en ordonnée, en fonction de l'amplitude en degrés en abscisse, la courbe supérieure correspond à la marche dans le plan horizontal, et la courbe inférieure, très proche de la précédente, qui résulte de la superposition des courbes de marche dans un plan vertical, pour quatre orientations différentes dans la gravité X+, X-, Y+, Y-;
- la fig. 10 est une section qui illustre, de façon similaire à la fig. 3, et dans le plan de la liaison flexible supérieure, une autre variante, où l'élément inertiel ne s'étend pas de part et d'autre de l'ensemble des lames élastiques, mais uniquement de la lame élastique supérieure;
- la fig. 11 est une coupe de la variante de la fig. 10, par le même plan, et dans laquelle les trois liaisons flexibles sont visibles;
- la fig. 12 est une section de la variante de la fig. 10, dans le plan de la liaison flexible intermédiaire.

Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0015] La difficulté de la problématique exposée plus haut est de déterminer une géométrie des liaisons flexibles de l'oscillateur, qui permette d'obtenir une solution qui satisfait les deux conditions de marche indépendante de l'amplitude, et de marche indépendante de l'orientation de la montre dans le champ de gravité, tout en ayant une amplitude permettant une exploitation industrielle, typiquement plus de 25°, et de préférence de 30° à 40° environ, ou plus encore.

[0016] L'invention concerne un oscillateur mécanique 100 d'horlogerie, qui comporte au moins une embase 2 agencée pour être fixée à une platine 3 ou un pont d'un mouvement d'horlogerie 200. Cet oscillateur 100 comporte au moins un élément inertiel 4, qui est agencé pour osciller autour d'un axe de pivotement virtuel D de position fixe par rapport à cette embase 2 si elle est unique, ou par rapport à ces embases 2 quand l'oscillateur 100 en comporte plusieurs, dans un plan de pivotement P perpendiculaire à l'axe de pivotement virtuel D.

[0017] Chaque élément inertiel 4 est suspendu à au moins une telle embase 2 par plusieurs liaisons flexibles 5 comportant chacune au moins une lame élastique 6. Et ces liaisons flexibles 5 définissent ensemble l'axe de pivotement virtuel D, dans leur agencement géométrique particulier, en projection sur le plan de pivotement P de l'élément inertiel 4.

[0018] Tout d'abord, la présente invention s'efforce d'éviter toute configuration où la masse inertielle de l'oscillateur, typiquement un balancier, comporte des bras rigides s'étendant de la serge jusqu'à un diamètre intérieur de support de lames élastiques 6 constitutives des liaisons flexibles 5. A cet effet, l'invention privilégie la configuration où des lames élastiques 6 sont fixées à la serge de l'élément inertiel 4 d'une part, et au bâti (platine ou pont du mouvement) d'autre

part au niveau d'une embase fixe 2, par leur extrémité se situant sur le diamètre extérieur, c'est-à-dire le plus distant de l'axe de pivotement virtuel D défini par les liaisons flexibles 5.

[0019] Ensuite, l'invention privilégie un croisement des lames, bien sûr en projection sur le plan de pivotement P car ces lames élastiques 6 sont agencées dans des niveaux différents et parallèles, au niveau de l'axe de pivotement D. Naturellement cette configuration selon l'invention nécessite un empilement sur plus de niveaux que l'art antérieur, mais peut aussi s'accommoder de dimensions de lames réduites, ce qui altère peu l'encombrement global, qui est de préférence inscrit dans l'encombrement de l'élément inertiel 4 lui-même.

[0020] Selon l'invention, au moins une telle liaison flexible 5 comporte au moins un compas déformable 7.

[0021] Ce terme de compas est choisi pour qualifier de façon simple un composant qui est de préférence monobloc, et qui comporte, de part et d'autre d'un sommet de compas, des branches déformables, qui sont fixées à différents composants de l'oscillateur; un tel compas déformable n'est pas articulé, il est en fait analogue à une baguette de sourcier. Par souci de simplification, l'invention est illustrée avec une branche unique de chaque côté du sommet de compas, mais il est tout à fait envisageable d'équiper le compas déformable d'une pluralité de branches, au moins d'un côté de son sommet, le nombre de branches de chaque côté du sommet pouvant être différent.

[0022] Plus particulièrement, ce compas déformable 7 comporte une telle lame élastique 6 formant une première branche 8, qui est agencée pour être, à une première extrémité 82 externe, fixée à une telle embase 2, ou qui solidaire d'une dite embase 2, notamment dans une exécution monobloc. Cette première branche 8 est mobile angulairement, en projection sur le plan de pivotement P, par rapport à une autre lame élastique 6 qui forme une deuxième branche 9 du compas déformable 7.

[0023] Cette deuxième branche 9 est, à une deuxième extrémité 94 externe, agencée pour être fixée à l'élément inertiel 4, ou bien est solidaire de l'élément inertiel 4. La première branche 8 et la deuxième branche 9 de chaque compas déformable 7 sont jointives au niveau d'une arête de rebroussement 11, laquelle définit un sommet virtuel 10 du compas déformable 7.

[0024] On comprend que les branches de ce compas sont déformées au cours de l'oscillation. Typiquement des branches particulières, qui sont droites dans la position de repos de l'oscillateur prennent une forme sensiblement en arc de cercle de rayon variable pendant l'oscillation, pendant laquelle le sommet 10 du compas déformable 7 est mobile par rapport à l'axe de pivotement virtuel D, dont il est le plus éloigné dans la position de repos de l'oscillateur 100.

[0025] Selon l'invention, la projection sur le plan de pivotement P du sommet virtuel 10 est d'un premier côté de l'axe de pivotement virtuel D, opposé à un deuxième côté où se projettent la première extrémité 82 et la deuxième extrémité 94. En somme, le champ géométrique balayé par les lames élastiques 6 lors de l'oscillation coupe l'axe de pivotement virtuel D.

[0026] Plus particulièrement, l'angle formé par la projection, sur le plan de pivotement P, du sommet virtuel 10, de l'axe de pivotement virtuel D, et de la première extrémité 82 et/ou de la deuxième extrémité 94, est compris entre 160° et 200°.

[0027] Plus particulièrement, tel que visible sur les exécutions des fig. 1 à 3, les projections sur le plan de pivotement P de la première extrémité 82 et de la deuxième extrémité 94 sont confondues.

[0028] Plus particulièrement encore, dans un état de repos non contraint de l'oscillateur 100, la première branche 8 et la deuxième branche 9 sont symétriques, en projection sur le plan de pivotement P, par rapport à une droite formant un axe de compas D7 joignant l'axe de pivotement virtuel D et la projection du sommet virtuel 10. Cette projection du sommet virtuel 10 est située d'un premier côté de l'axe de pivotement virtuel D, opposé à un deuxième côté où se projettent la première extrémité 82 et la deuxième extrémité 94. Chaque compas déformable 7 forme ainsi, lors du fonctionnement de l'oscillateur 100, un vé, dont les branches sont attachées extérieurement à l'embase et à l'élément inertiel, et dont la pointe (le sommet) est libre. De préférence, dans la position de repos de l'oscillateur, le vé est fermé, et la première branche 8 et la deuxième branche 9 sont superposées.

[0029] De préférence, le ratio R/L entre d'une part l'excentricité R du sommet 10 par rapport à l'axe de pivotement virtuel D, en projection sur le plan de pivotement P, et d'autre part la plus courte longueur L entre le sommet 10 et la première extrémité 82 ou la deuxième extrémité 94, en projection sur le plan de pivotement P, est compris entre 0.12 et 0.18, ou entre 0.47 et 0.53. Plus particulièrement, les longueurs L entre le sommet 10 et la première extrémité 82 d'une part, et la deuxième extrémité 94 d'autre part, en projection sur le plan de pivotement P, sont égales, tel que visible sur la fig. 3.

[0030] De façon particulière, tous les axes de compas D7 de tous compas déformables 7, que comporte une même liaison flexible 5, sont confondus en projection sur le plan de pivotement P.

[0031] De façon particulière, tous les axes de compas D7 de tous les compas déformables 7 que comportent les liaisons flexibles 5 se croisent, en projection sur le plan de pivotement P, sur l'axe de pivotement virtuel D.

[0032] Plus particulièrement encore, toutes les liaisons flexibles 5 sont identiques.

[0033] De façon particulière, tous les axes de compas D7 de tous les compas déformables 7, que comportent les liaisons flexibles 5, sont uniformément répartis angulairement autour de l'axe de pivotement virtuel D.

[0034] Dans une réalisation particulière, au moins un compas déformable 7 comporte des lames élastiques 6 droites. Plus particulièrement, toutes les lames élastiques 6 sont droites.

[0035] De préférence, mais non limitativement, au moins un compas déformable 7 comporte la première branche 8 dans un premier niveau P1 parallèle au plan de pivotement P, et la deuxième branche 9 dans un deuxième niveau P2 parallèle au plan de pivotement P et distinct du premier niveau P1. Il est possible d'agencer cet oscillateur avec des lames gauches, toutefois la complexité et l'encombrement sont augmentés, sans qu'un avantage soit clairement visible. Plus particulièrement, chaque compas déformable 7 comporte la première branche 8 dans un premier niveau P1 parallèle au plan de pivotement P, et ladite deuxième branche 9 dans un deuxième niveau P2 parallèle au plan de pivotement P et distinct du premier niveau P1.

[0036] De façon avantageuse, au moins un compas déformable 7 comporte une première branche 8 et une deuxième branche 9 dont les projections sur le plan de pivotement P, dans l'état de repos non contraint de l'oscillateur 100, sont superposées l'une à l'autre. Plus particulièrement, les projections de la première branche 8 et de la deuxième branche 9, sur le plan de pivotement P, dans l'état de repos non contraint de l'oscillateur 100, sont identiques l'une à l'autre.

[0037] De façon particulière, et tel que visible sur les fig. 3 et 8, au moins un élément inertiel 4 s'étend, selon la direction de l'axe de pivotement virtuel D, de part et d'autre de l'ensemble des liaisons flexibles 5 par lesquelles il est suspendu à l'embase 2 ou aux embases 2, entre un plan supérieur PS et un plan inférieur PI. Plus particulièrement, chaque élément inertiel 4 s'étend, selon la direction de l'axe de pivotement virtuel D, de part et d'autre de l'ensemble des liaisons flexibles 5 par lesquelles il est suspendu à l'embase 2 ou aux embases 2.

[0038] Avantageusement au moins un élément inertiel 4 est dépourvu de palier axial, et est dépourvu de bras radial, par rapport à l'axe de pivotement virtuel D, autre que les liaisons flexibles 5 par lesquelles il est suspendu à l'embase 2 ou aux embases 2. Plus particulièrement, chaque élément inertiel 4 est dépourvu de palier axial, et est dépourvu de bras radial, par rapport à l'axe de pivotement virtuel D, autre que les liaisons flexibles 5 par lesquelles il est suspendu à l'embase 2 ou aux embases 2.

[0039] Dans une réalisation particulière, au moins un compas déformable 7 comporte au moins une masselotte intermédiaire, plus rigide que la première branche 8 et la deuxième branche 9, sur la première branche 8 et/ou sur la deuxième branche 9 et/ou sur l'arête de rebroussement 11. Toutefois un masselotage au niveau de l'arête de rebroussement 11 semble superflu, la variante illustrée par les figures se borne à assurer la jonction mécanique entre la première branche 8 et la deuxième branche 9.

[0040] Dans la réalisation avantageuse des fig. 1, 2, et 9, l'oscillateur 100 comporte, sur un même niveau selon la direction de l'axe de pivotement virtuel D, trois liaisons flexibles 5 identiques et à 120° l'une de l'autre. Dans cette configuration le ratio R/L entre d'une part l'excentricité R du sommet 10 par rapport à l'axe de pivotement virtuel D, en projection sur le plan de pivotement P, et d'autre part la plus courte longueur L entre le sommet 10 et la première extrémité 82 ou la deuxième extrémité 94, en projection sur le plan de pivotement P, est compris entre 0.12 et 0.18, ou entre 0.47 et 0.53. Les lames élastiques 6 sont en silicium et/ou dioxyde de silicium, et ont chacune une longueur de 1.00 mm, une hauteur de 0.15 mm, une épaisseur de 25.8 micromètres et une valeur $\lambda = R/L$ de -0.496 .

[0041] Les figures illustrent différentes variantes comportant trois liaisons flexibles ainsi superposées, disposées à 120° en projection sur le plan P: compas supérieur 7A avec première branche supérieure 8A et deuxième branche supérieure 9A, compas intermédiaire 7B avec première branche intermédiaire 8B et deuxième branche intermédiaire 9B, compas inférieur 7C avec première branche inférieure 8C et deuxième branche inférieure 9C.

[0042] De façon particulière, l'oscillateur 100 comporte, sur un même niveau selon la direction de l'axe de pivotement virtuel D, un nombre impair de liaisons flexibles 5, de préférence identiques, pour faciliter l'auto-démarrage de l'oscillateur.

[0043] De façon générale, les dimensions convenables pour de telles lames élastiques 6 pour des oscillateurs de montres sont: longueur de 0.50 à 4.00 mm, une hauteur de 0.10 à 0.50 mm, une épaisseur de 10 à 40 micromètres, et R/L compris entre 0.10 et 0.20 ou entre 0.45 et 0.55, et plus particulièrement entre 0.12 et 0.18, ou entre 0.47 et 0.53.

[0044] La fig. 4 illustre un cas particulier où les longueurs utiles des lames élastiques 6 sont différentes, les projections de lames sur le plan de pivotement P ne sont identiques que sur une partie, qui comporte le sommet 10 du compas, et s'étend de part et d'autre de l'axe de pivotement virtuel D défini par les liaisons flexibles 5. On peut encore imaginer des branches non symétriques, par exemple d'épaisseurs différentes, de formes différentes, ou autre.

[0045] La fig. 9 illustre une autre variante où les lames élastiques qui constituent les liaisons flexibles ne sont pas droites, mais seulement symétriques par rapport à un axe de compas passant par le sommet de compas et l'axe de pivotement virtuel, en projection sur le plan de pivotement. Il n'y a pas de limitation de forme, les lames pourraient être en clé de sol, ou autre forme permettant de développer leur longueur, telle qu'un spiral, ou autre.

[0046] Chaque dite liaison flexible 5 est réalisable en silicium et/ou dioxyde de silicium, ou en matériau au moins partiellement amorphe, ou en DLC, ou en quartz, ou en matériaux similaires.

[0047] L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie 200, comportant au moins un tel oscillateur mécanique 100, et comportant une platine 3 ou un pont pour la fixation de chaque embase 2, que comporte chaque oscillateur 100.

[0048] L'invention concerne encore une montre 300 comportant au moins un tel mouvement d'horlogerie 200, et/ou comportant au moins un tel oscillateur mécanique 100.

[0049] On peut bien sûr varier:

- le nombre de liaisons flexibles;
- le nombre de paires de lames élastiques par liaison flexible;
- l'angle entre les lames élastiques des liaisons flexibles,
- le rapport R/L;
- le masselotage par ajout d'au moins une partie rigide sur les lames élastiques.

Revendications

1. Oscillateur mécanique (100) d'horlogerie, comportant au moins une embase (2) agencée pour être fixée à une platine (3) ou un pont d'un mouvement d'horlogerie (200), et au moins un élément inertiel (4) agencé pour osciller autour d'un axe de pivotement virtuel (D) de position fixe par rapport à ladite au moins une embase (2) ou de position fixe par rapport auxdites embases (2) quand ledit oscillateur (100) en comporte plusieurs, dans un plan de pivotement (P) perpendiculaire audit axe de pivotement virtuel (D), chaque dit élément inertiel (4) étant suspendu à au moins une dite embase (2) par plusieurs liaisons flexibles (5) comportant chacune au moins une lame élastique (6) et lesdites liaisons flexibles (5) définissant ensemble ledit axe de pivotement virtuel (D), caractérisé en ce qu'au moins une dite liaison flexible (5) comporte au moins un compas déformable (7) comportant une dite lame élastique (6) formant une première branche (8) agencée pour être, à une première extrémité (82), fixée à une dite embase (2) ou solidaire d'une dite embase (2), mobile angulairement, en projection sur ledit plan de pivotement (P), par rapport à une autre dite lame élastique (6) formant une deuxième branche (9) dudit compas déformable (7) qui est, à une deuxième extrémité (94), agencée pour être fixée audit élément inertiel (4), ou solidaire dudit élément inertiel (4), ladite première branche (8) et ladite deuxième branche (9) étant jointives au niveau d'une arête de rebroussement (11) définissant un sommet virtuel (10) dudit compas déformable (7), et caractérisé en ce que, dans un état de repos non contraint dudit oscillateur(100), la projection sur ledit plan de pivotement (P) dudit sommet virtuel (10) est d'un premier côté dudit axe de pivotement virtuel (D), opposé à un deuxième côté où se projettent ladite première extrémité (82) et ladite deuxième extrémité (94).
2. Oscillateur mécanique (100) selon la revendication 1, caractérisé en ce que, dans ledit état de repos non contraint dudit oscillateur(100), l'angle formé par la projection, sur ledit plan de pivotement (P), dudit sommet virtuel (10), dudit axe de pivotement virtuel (D), et de ladite première extrémité (82) et/ou de ladite deuxième extrémité (94), est compris entre 160° et 200°.
3. Oscillateur mécanique (100) selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que, dans ledit état de repos non contraint dudit oscillateur(100), les projections sur ledit plan de pivotement (P) de ladite première extrémité (82) et de ladite deuxième extrémité (94) sont confondues.
4. Oscillateur mécanique (100) selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ladite première branche (8) et ladite deuxième branche (9) sont symétriques, en projection sur ledit plan de pivotement (P), par rapport à une droite formant un axe de compas (D7) joignant ledit axe de pivotement virtuel (D) et la projection dudit sommet virtuel (10).
5. Oscillateur mécanique (100) selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le ratio R/L entre d'une part l'excentricité R dudit sommet (10) par rapport audit axe de pivotement virtuel (D), en projection sur ledit plan de pivotement (P), et d'autre part la plus courte longueur L entre ledit sommet (10) et ladite première extrémité (82) ou ladite deuxième extrémité (94), en projection sur ledit plan de pivotement (P), est compris entre 0.12 et 0.18, ou entre 0.47 et 0.53.
6. Oscillateur mécanique (100) selon la revendication 4 et selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que tous les dits axes de compas (D7) de tous lesdits compas déformables (7), que comporte une même liaison flexible (5), sont confondus en projection sur ledit plan de pivotement (P).
7. Oscillateur mécanique (100) selon la revendication 4 et selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que tous lesdits axes de compas (D7) de tous lesdits compas déformables (7) que comportent lesdites liaisons flexibles (5) se croisent, en projection sur ledit plan de pivotement (P), sur ledit axe de pivotement virtuel (D).
8. Oscillateur mécanique (100) selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que toutes lesdites liaisons flexibles (5) sont identiques.
9. Oscillateur mécanique (100) selon la revendication 4 et selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que tous lesdits axes de compas (D7) de tous lesdits compas déformables (7) que comportent lesdites liaisons flexibles (5) sont uniformément répartis angulairement autour dudit axe de pivotement virtuel (D).
10. Oscillateur mécanique (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'au moins un dit compas déformable (7) comporte des dites lames élastiques (6) qui sont droites dans ledit état de repos non contraint dudit oscillateur(100).
11. Oscillateur mécanique (100) selon la revendication 10, caractérisé en ce que toutes lesdites lames élastiques (6) sont droites.

12. Oscillateur mécanique (100) selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce qu'au moins un dit compas déformable (7) comporte ladite première branche (8) dans un premier niveau (P1) parallèle audit plan de pivotement (P), et ladite deuxième branche (9) dans un deuxième niveau (P2) parallèle audit plan de pivotement (P) et distinct dudit premier niveau (P1).
13. Oscillateur mécanique (100) selon la revendication 12, caractérisé en ce que chaque dit compas déformable (7) comporte ladite première branche (8) dans un premier niveau (P1) parallèle audit plan de pivotement (P), et ladite deuxième branche (9) dans un deuxième niveau (P2) parallèle audit plan de pivotement (P) et distinct dudit premier niveau (P1).
14. Oscillateur mécanique (100) selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisé en ce qu'au moins un dit compas déformable (7) comporte ladite première branche (8) et ladite deuxième branche (9) dont les projections sur ledit plan de pivotement (P), dans ledit état de repos non contraint dudit oscillateur(100), sont superposées l'une à l'autre.
15. Oscillateur mécanique (100) selon la revendication 14, caractérisé en ce que lesdites projections de ladite première branche (8) et de ladite deuxième branche (9) de chaque compas déformable (7), sur ledit plan de pivotement (P), dans ledit état de repos non contraint dudit oscillateur(100), sont identiques l'une à l'autre.
16. Oscillateur mécanique (100) selon la revendication 14 ou 15, caractérisé en ce que chaque dit compas déformable (7) comporte ladite première branche (8) et ladite deuxième branche (9) dont les projections sur ledit plan de pivotement (P), dans ledit état de repos non contraint dudit oscillateur(100), sont superposées ou identiques l'une à l'autre.
17. Oscillateur mécanique (100) selon l'une des revendications 1 à 16, caractérisé en ce qu'au moins un dit compas déformable (7) comporte ladite première branche (8) qui est plus rigide que ladite deuxième branche (9), et moins rigide que ledit élément inertiel (4) fixé à sa deuxième extrémité (74).
18. Oscillateur mécanique (100) selon la revendication 17, caractérisé en ce que chaque dit compas déformable (7) comporte ladite première branche (8) qui est plus rigide que ladite deuxième branche (9), et moins rigide que ledit élément inertiel (4) fixé à sa deuxième extrémité (74).
19. Oscillateur mécanique (100) selon l'une des revendications 1 à 16, caractérisé en ce qu'au moins un dit compas déformable (7) comporte ladite première branche (8) qui est aussi rigide que ladite deuxième branche (9) et présente les mêmes caractéristiques élastiques, et qui est moins rigide que ledit élément inertiel (4) fixé à sa deuxième extrémité (74).
20. Oscillateur mécanique (100) selon la revendication 19, caractérisé en ce que chaque dit compas déformable (7) comporte ladite première branche (8) qui est aussi rigide que ladite deuxième branche (9) et présente les mêmes caractéristiques élastiques, et qui est moins rigide que ledit élément inertiel (4) fixé à sa deuxième extrémité (74).
21. Oscillateur mécanique (100) selon l'une des revendications 1 à 20, caractérisé en ce qu'au moins un dit élément inertiel (4) s'étend, selon la direction dudit axe de pivotement virtuel (D), de part et d'autre de l'ensemble desdites liaisons flexibles (5) par lesquelles il est suspendu à ladite embase (2) ou auxdites embases (2).
22. Oscillateur mécanique (100) selon l'une des revendications 1 à 21, caractérisé en ce que chaque dit élément inertiel (4) s'étend, selon la direction dudit axe de pivotement virtuel (D), de part et d'autre de l'ensemble desdites liaisons flexibles (5) par lesquelles il est suspendu à ladite embase (2) ou auxdites embases (2).
23. Oscillateur mécanique (100) selon l'une des revendications 1 à 22, caractérisé en ce qu'au moins un dit élément inertiel (4) est dépourvu de palier axial, et est dépourvu de bras radial, par rapport audit axe de pivotement virtuel (D), autre que lesdites liaisons flexibles (5) par lesquelles il est suspendu à ladite embase (2) ou auxdites embases (2).
24. Oscillateur mécanique (100) selon l'une des revendications 1 à 23, caractérisé en ce que chaque dit élément inertie (4) est dépourvu de palier axial, et est dépourvu de bras radial, par rapport audit axe de pivotement virtuel (D), autre que lesdites liaisons flexibles (5) par lesquelles il est suspendu à ladite embase (2) ou auxdites embases (2).
25. Oscillateur mécanique (100) selon l'une des revendications 1 à 24, caractérisé en ce qu'au moins un dit compas déformable (7) comporte au moins une masselotte intermédiaire, plus rigide que ladite première branche (8) et ladite deuxième branche (9), sur ladite première branche (8) et/ou sur ladite deuxième branche (9) et/ou sur ladite arête de rebroussement (11).
26. Oscillateur mécanique (100) selon l'une des revendications 1 à 25, caractérisé en ce que ledit oscillateur (100) comporte, sur un même niveau selon la direction dudit axe de pivotement virtuel (D), trois dites liaisons flexibles (5) identiques et à 120° l'une de l'autre.
27. Oscillateur mécanique (100) selon l'une des revendications 1 à 26, caractérisé en ce que chaque dite liaison flexible (5) est en silicium et/ou dioxyde de silicium, ou en matériau au moins partiellement amorphe, ou en DLC, ou en quartz.
28. Mouvement d'horlogerie (200), comportant au moins un oscillateur mécanique (100) selon l'une des revendications 1 à 26, et comportant une platine (3) ou un pont pour la fixation de chaque dite embase (2), que comporte chaque dit oscillateur (100).

29. Montre (300) comportant au moins un mouvement d'horlogerie (200) selon la revendication 27, et/ou comportant au moins un oscillateur mécanique (100) selon l'une des revendications 1 à 26.

Fig. 1

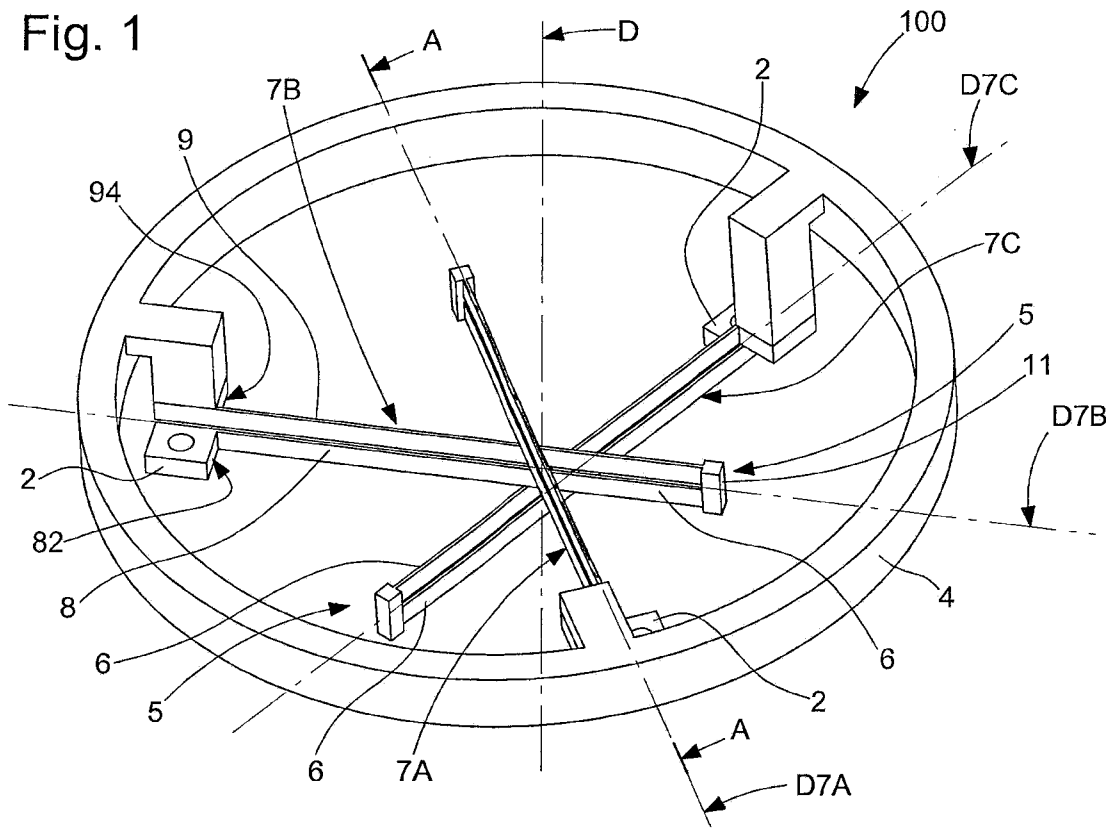


Fig. 2

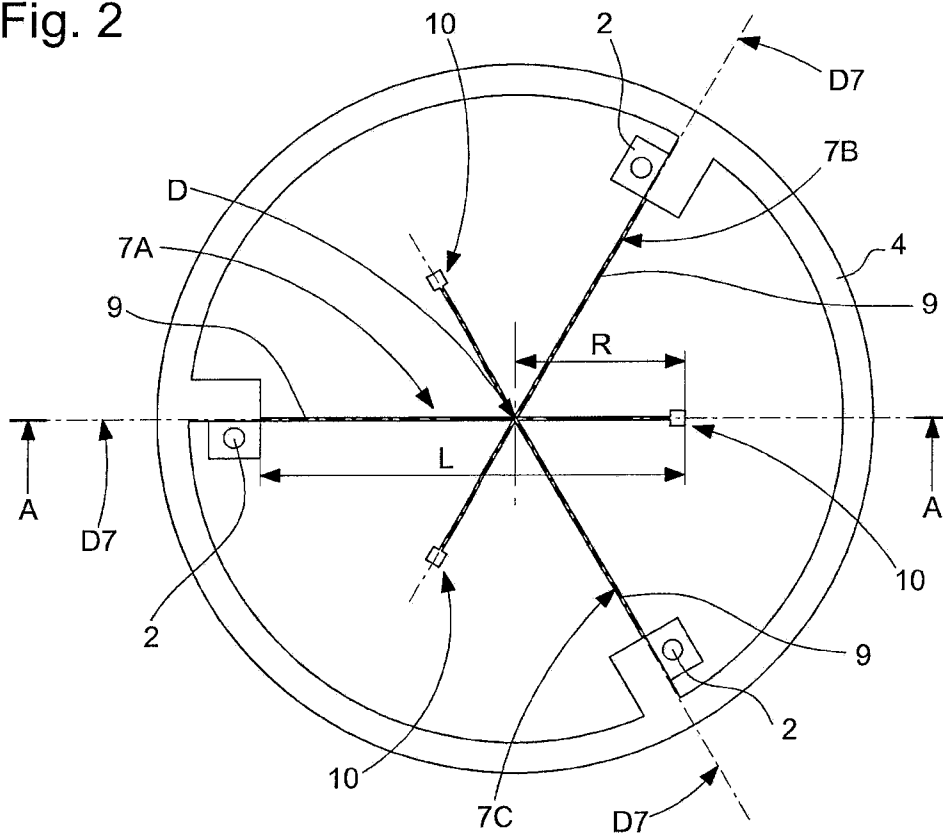


Fig. 3

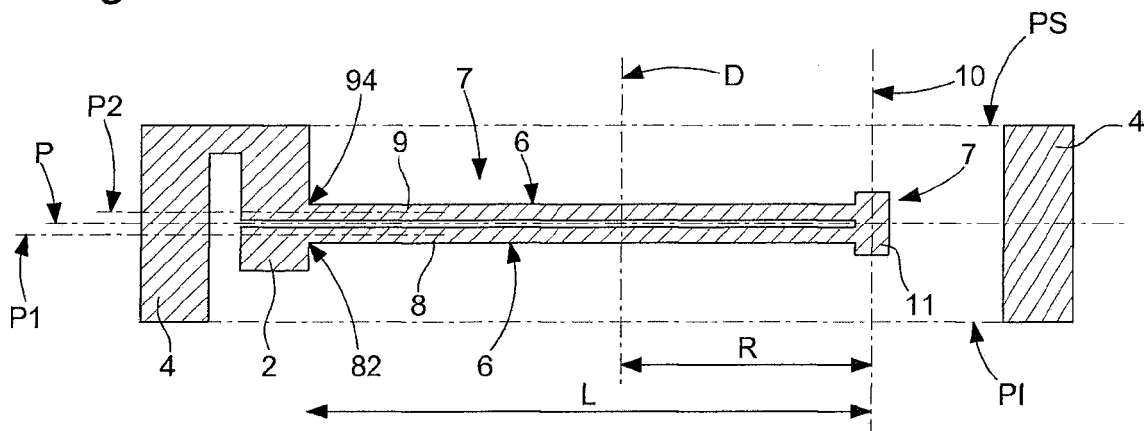


Fig. 4

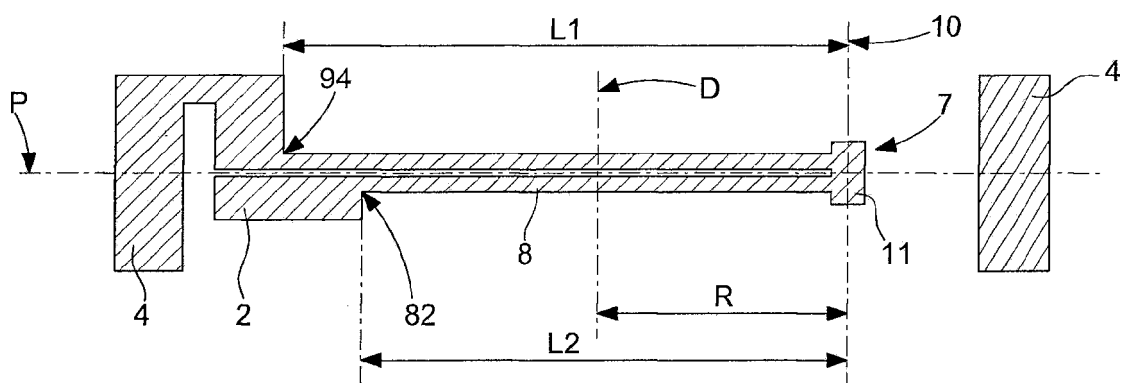


Fig. 5

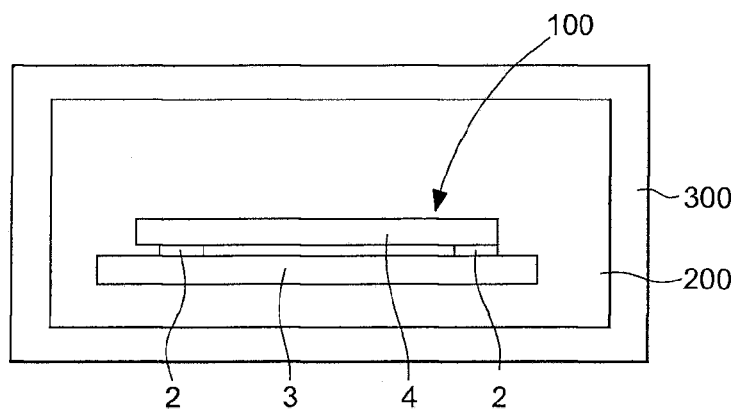


Fig. 6

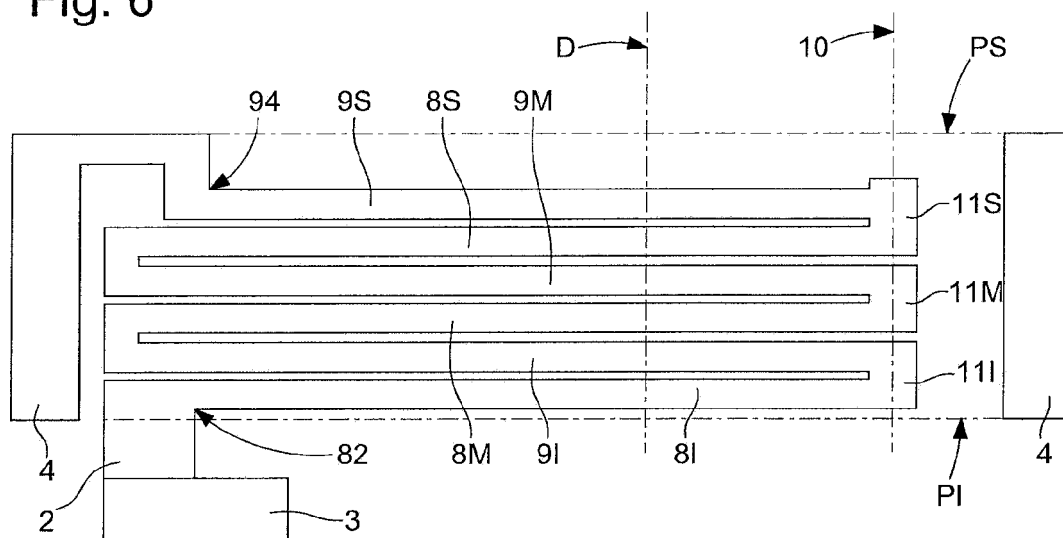


Fig. 7

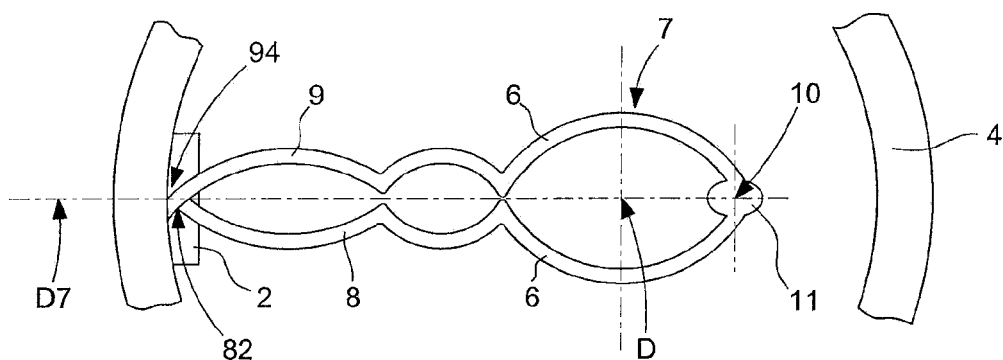


Fig. 8

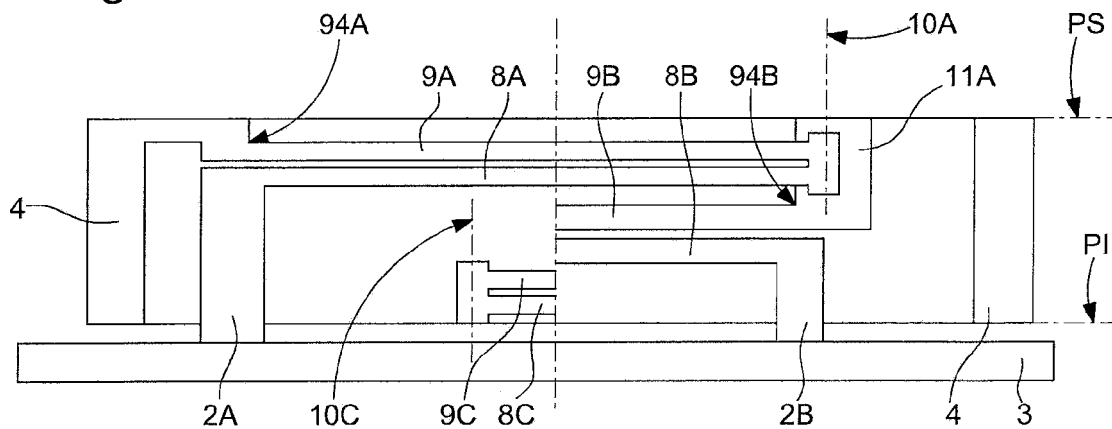


Fig. 9

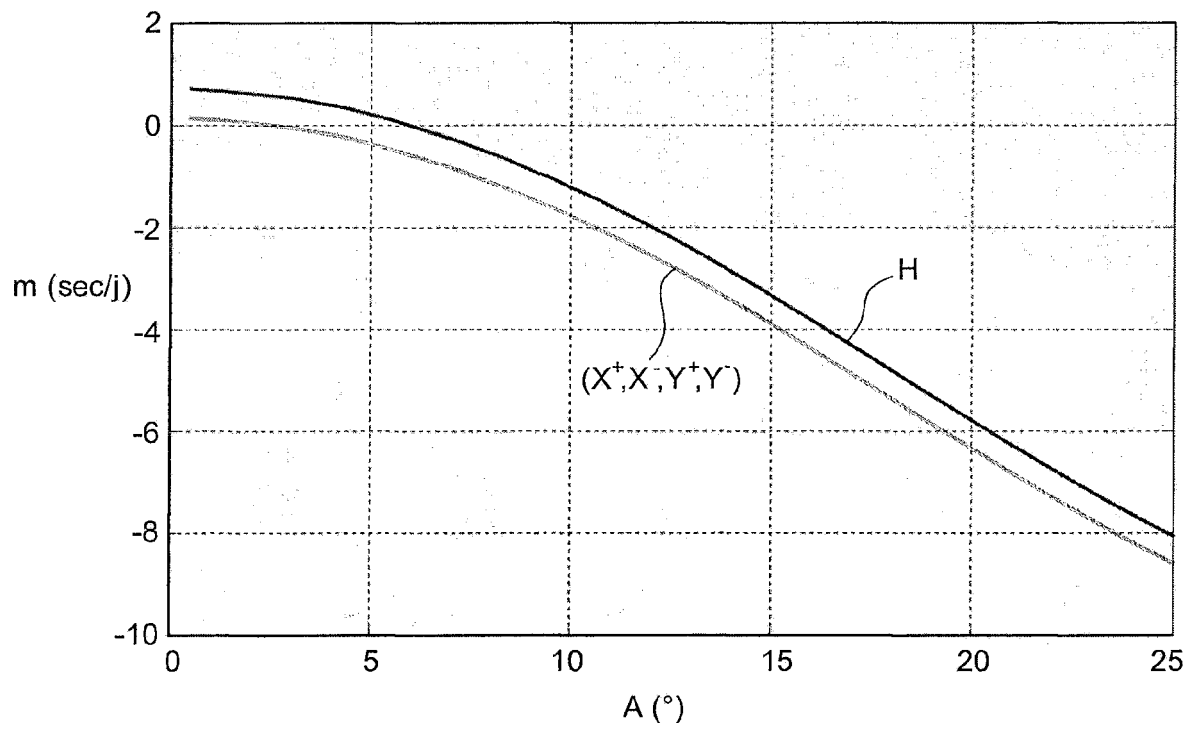


Fig. 10

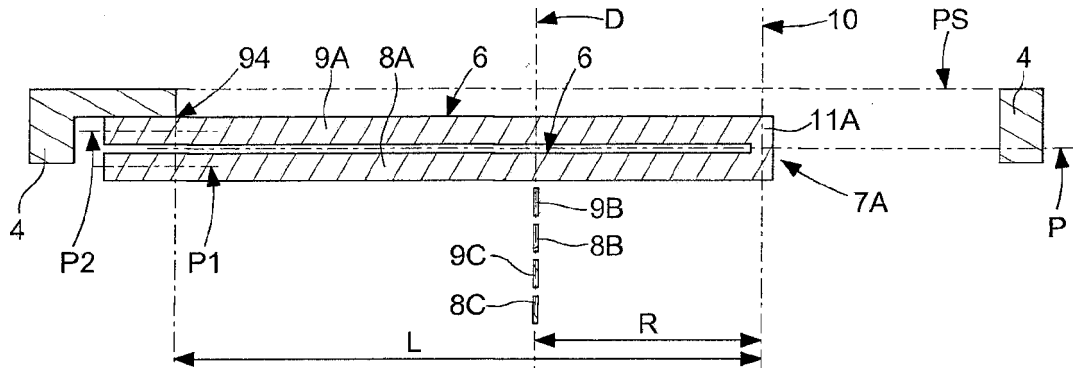


Fig. 11

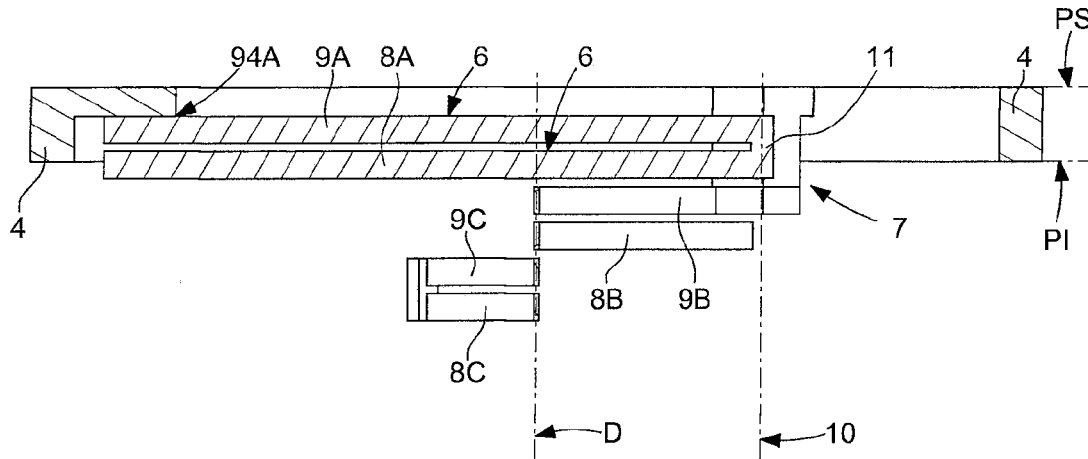


Fig. 12

