



(11) **EP 4 163 735 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**12.04.2023 Bulletin 2023/15**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):  
**G04B 17/04 (2006.01) G04B 17/28 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **21200973.2**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):  
**G04B 17/045; G04B 17/28**

(22) Date de dépôt: **05.10.2021**

(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:  
• **THALMANN, Etienne**  
**1007 Lausanne (CH)**  
• **HENEIN, Simon**  
**2000 Neuchâtel (CH)**  
• **CHABLOZ, David**  
**1228 Plan-les-Ouates (CH)**

(71) Demandeur: **Patek Philippe SA Genève**  
**1204 Genève (CH)**

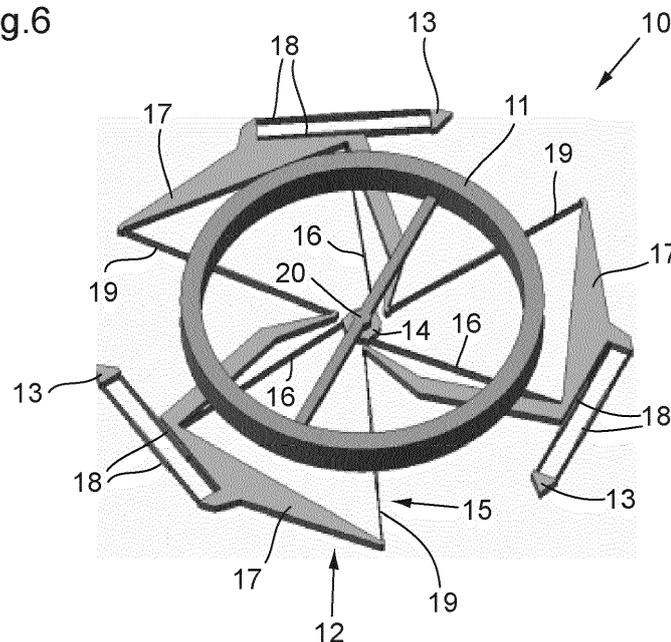
(74) Mandataire: **Micheli & Cie SA**  
**Rue de Genève 122**  
**Case Postale 61**  
**1226 Genève-Thônex (CH)**

(54) **PROCÉDÉS DE RÉALISATION ET DE RÉGLAGE D'UN OSCILLATEUR A GUIDAGE FLEXIBLE ET MOUVEMENT HORLOGER COMPRENANT UN TEL OSCILLATEUR**

(57) L'invention concerne un procédé de réalisation d'un oscillateur à guidage flexible comprenant les étapes suivantes : concevoir par ordinateur un oscillateur comprenant un support (4 ; 13), un balancier (2 ; 11) et un guidage flexible (3 ; 15) suspendant le balancier au support et guidant des oscillations du balancier par rapport au support dans un plan déterminé (P) ; calculer une marche de l'oscillateur dans au moins une position horizon-

tale et dans au moins une position verticale de l'oscillateur ; modifier la position du centre de masse (C) du balancier (2 ; 11) par rapport au guidage flexible (3 ; 15) dans la direction perpendiculaire au plan déterminé (P) afin de réduire, et de préférence annuler, la différence entre la marche dans l'au moins une position horizontale et la marche dans l'au moins une position verticale ; et fabriquer l'oscillateur.

Fig.6



EP 4 163 735 A1

## Description

**[0001]** La présente invention concerne un procédé de réalisation et un procédé de réglage d'un oscillateur à guidage flexible, en particulier d'un oscillateur à guidage flexible destiné à servir de régulateur dans une montre mécanique.

**[0002]** Les oscillateurs à guidage flexible comprennent une partie mobile, dite « balancier », suspendue à un support par un agencement de parties élastiques, dit « guidage flexible ». Le guidage flexible guide les oscillations du balancier autour d'un axe de rotation virtuel - le guidage flexible est alors un « pivot flexible » - ou dans une direction de translation, sans l'aide d'organes de guidage physiques tels qu'un arbre tournant dans des paliers ou une glissière. En plus de sa fonction de guidage, le guidage flexible remplit la fonction de ressort de rappel nécessaire à l'obtention d'un comportement oscillatoire. Les avantages des oscillateurs à guidage flexible par rapport aux régulateurs classiques du type balancier-spiral sont nombreux. En particulier, ils ne génèrent pas d'usure, ne produisent pas de débris polluants, n'ont pas besoin d'être lubrifiés, ne présentent pas de risque de grippage et peuvent être fabriqués de façon monolithique.

**[0003]** Les oscillateurs à guidage flexible présentent toutefois l'inconvénient que leur rigidité est influencée par des forces externes telles que celles provoquées quand l'oscillateur est soumis à la gravité. Cela a pour conséquence que leur fréquence change en fonction de l'orientation de la montre par rapport à la gravité, ce qui dégrade la stabilité de la marche et donc les performances chronométriques de la montre.

**[0004]** La présente invention vise à remédier à cet inconvénient ou au moins à l'atténuer et propose à cette fin un procédé de réalisation d'un oscillateur à guidage flexible selon la revendication 1 ou selon la revendication 2, un procédé de réglage d'un oscillateur à guidage flexible selon la revendication 3 et un mouvement horloger à oscillateur à guidage flexible selon la revendication 6, des modes de réalisation particuliers étant définis dans les revendications dépendantes.

**[0005]** La présente invention joue sur la position du centre de masse du balancier par rapport au guidage flexible dans la direction perpendiculaire au plan d'oscillation pour réduire voire annuler la différence de marche entre les positions horizontales et les positions verticales de l'oscillateur. Il existe dans l'état de la technique des oscillateurs à guidage flexible dans lesquels le centre de masse du balancier est hors du plan médian du guidage flexible, cf. la demande de brevet EP 2975469 et la demande de brevet EP 3792700 (figure 8). Cependant, la position du centre de masse du balancier n'y est pas choisie pour réduire l'écart de marche entre les positions horizontales et les positions verticales. La présente invention propose une solution simple et efficace pour réduire voire annuler cet écart de marche.

**[0006]** D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la des-

cription détaillée suivante faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- 5 - la figure 1 montre en vue de dessus (figure 1(a)) et en vue de côté (figure 1(b)) un oscillateur à pivot flexible à centre de rotation déporté dit RCC dans une position verticale ; le poids qu'exerce le balancier de l'oscillateur sur le pivot flexible et les forces de réaction du pivot flexible sur le balancier y sont également représentés, mais pas à l'échelle ;
- 10 - la figure 2 montre en vue de dessus (figure 2(a)) et en vue de côté (figure 2(b)) un oscillateur à pivot flexible à centre de rotation déporté dit RCC dans une autre position verticale ; le poids qu'exerce le balancier de l'oscillateur sur le pivot flexible et les forces de réaction du pivot flexible sur le balancier y sont également représentés, mais pas à l'échelle ;
- 15 - la figure 3 montre en vue de dessus (figure 3(a)) et en vues de côté (figures 3(b) et 3(c)) un oscillateur à pivot flexible à centre de rotation déporté dit RCC dans une position horizontale ; le poids qu'exerce le balancier de l'oscillateur sur le pivot flexible et les forces et moments de réaction du pivot flexible sur le balancier y sont également représentés, mais pas à l'échelle ;
- 20 - la figure 4 montre en vue de dessus (figure 4(a)) et en vues de côté (figures 4(b) et 4(c)) un oscillateur à pivot flexible à centre de rotation déporté dit RCC selon un premier exemple de réalisation de l'invention dans une position verticale ; le poids qu'exerce le balancier de l'oscillateur sur le pivot flexible et les forces et moments de réaction du pivot flexible sur le balancier y sont également représentés, mais pas à l'échelle ;
- 25 - la figure 5 montre en vue de dessus (figure 5(a)) et en vues de côté (figures 5(b) et 5(c)) un oscillateur à pivot flexible à centre de rotation déporté dit RCC selon le premier exemple de réalisation de l'invention dans une position horizontale ; le poids qu'exerce le balancier de l'oscillateur sur le pivot flexible et les forces et moments de réaction du pivot flexible sur le balancier y sont également représentés, mais pas à l'échelle ;
- 30 - la figure 6 à 8 montrent respectivement en perspective, en vue de côté et en vue de dessus un oscillateur à pivot flexible selon un deuxième exemple de réalisation de l'invention ;
- 35 - la figure 9 est un diagramme de simulation montrant la marche de l'oscillateur selon le deuxième exemple de réalisation en position horizontale et dans les positions verticales ;
- 40 - la figure 10 est une vue de côté de l'oscillateur selon le deuxième exemple de réalisation modifié de manière à éloigner le centre de masse de son balancier du plan médian du pivot flexible ;
- 45 - la figure 11 est un diagramme de simulation montrant la marche de l'oscillateur illustré à la figure 10 en position horizontale et dans les positions verticales ;
- 50
- 55

- la figure 12 est une vue de côté de l'oscillateur selon le deuxième exemple de réalisation modifié de manière à rapprocher le centre de masse de son balancier du plan médian du pivot flexible ;
- la figure 13 est un diagramme de simulation montrant la marche de l'oscillateur illustré à la figure 12 en position horizontale et dans les positions verticales ;
- la figure 14 est un schéma d'une table à lames parallèles dont le principe peut être utilisé pour réaliser un oscillateur à guidage flexible en translation.

**[0007]** Pour illustrer le principe de l'invention, on a représenté aux figures 1 à 3 un oscillateur à pivot flexible 1 dans trois orientations différentes par rapport à la force de gravité  $g$ , à savoir respectivement une première position verticale, une deuxième position verticale tournée de  $90^\circ$  par rapport à la première position verticale, et une position horizontale.

**[0008]** L'oscillateur 1 représenté comprend un balancier 2 qui est ici de forme annulaire mais qui pourrait avoir une autre forme, par exemple une forme de secteur annulaire. L'oscillateur 1 comprend en outre un pivot flexible 3 et un support ou base 4 servant à fixer l'oscillateur 1 sur un bâti fixe ou mobile, typiquement sur la platine d'un mouvement de montre. Le pivot flexible 3 est ici de type à centre de rotation déporté dit « RCC » (Remote Center Compliance). Il comprend ainsi deux lames élastiques 5 reliant et suspendant le balancier 2 au support 4 - le balancier 2 n'est ainsi tenu que par les lames élastiques 5 -, ces deux lames 5 ne se croisant pas mais s'étendant le long d'axes qui eux se croisent en un point O. L'axe de rotation virtuel A du balancier 2 par rapport au support 4 est perpendiculaire au plan médian P du balancier 2 et passe par ce point de croisement O. Le plan médian P est aussi le plan d'oscillation du balancier 2. Il est confondu avec le plan médian P' du pivot flexible 3 puisqu'il s'agit d'une architecture plane.

**[0009]** Généralement, dans un tel oscillateur, le centre de masse C du balancier 2 est confondu avec le point O, donc situé dans le plan médian commun P, P' du balancier 2 et du pivot flexible 3. Par conséquent, la gravité charge différemment les lames 5 selon l'orientation de l'oscillateur. Dans les positions verticales (cf. figures 1 et 2), le poids  $M \cdot g$  du balancier 2 est contrebalancé par des forces de réaction  $F_1$  et  $F_2$  exercées par les lames 5 sur le balancier 2, correspondant à des charges en traction/compression, et ces forces  $M \cdot g$ ,  $F_1$  et  $F_2$  agissent toutes dans le plan médian P, P'. En revanche, dans la position horizontale (cf. figure 3), le poids du balancier 2, perpendiculaire au plan P, P', est contrebalancé par des forces de réaction  $F_1$  et  $F_2$  exercées par les lames 5 sur le balancier 2 et dirigées dans le sens opposé au poids. Ces forces de réaction  $F_1$  et  $F_2$  génèrent des moments de flexion hors plan  $M_1$  et  $M_2$  dans le plan médian P, P'. La figure 3 montre ces moments  $M_1$  et  $M_2$ , avec leurs composantes  $M_{1,x}$ ,  $M_{1,y}$ ,  $M_{2,x}$  et  $M_{2,y}$  dans un repère (x, y) du plan médian P, P'. Les contraintes dans les lames 5 dues au poids du balancier 2 s'additionnent aux

contraintes dues à la flexion des lames 5 lors de la rotation du balancier 2 et affectent la rigidité angulaire effective du pivot flexible 3. Comme les cas de charges sont différents entre les positions verticales et horizontales (traction/compression vs charges transverses et moments de flexion hors plan), l'effet sur la rigidité angulaire est différent et la fréquence d'oscillation diffère sensiblement entre ces positions.

**[0010]** Comme illustré aux figures 4 et 5, le principe de la présente invention consiste à décaler le centre de masse C du balancier 2 le long de l'axe de rotation A par rapport au plan médian P' du pivot flexible 3, par exemple en décalant le balancier 2 et son plan médian P et/ou en y ajoutant ou enlevant de la matière, de manière à créer des moments de flexion hors plan dans les lames 5 quand l'oscillateur est en position verticale, semblables à ceux obtenus en position horizontale. Ces contraintes additionnelles dans les lames 5 en position verticale vont affecter la rigidité angulaire de l'oscillateur et il est possible de trouver une valeur de décalage du centre de masse C permettant de rendre l'effet sensiblement identique dans les positions horizontales et verticales. En position horizontale, en effet, ce décalage du centre de masse C n'a pas d'effet significatif sur les contraintes dans les lames 5. La force correspondant au poids du balancier 2 reste de même amplitude et est simplement décalée selon sa direction d'action, ce qui ne crée pas de moments supplémentaires, comme cela est visible à la figure 5.

**[0011]** L'effet de ce décalage du centre de masse C a été simulé par analyse modale par éléments finis sur un oscillateur 10 tel qu'illustré aux figures 6 à 8 et tel que décrit dans la demande de brevet EP 21157794.5 de la demanderesse. Cet oscillateur 10 comprend, dans deux plans parallèles différents, respectivement un balancier 11 et un organe à pivot flexible 12. L'organe à pivot flexible 12 est de préférence monolithique et comprend un support 13, un moyeu 14 et un pivot flexible 15. Le support 13 est constitué de trois parties de fixation servant à fixer l'oscillateur 10 sur un bâti fixe ou mobile, typiquement sur la platine d'un mouvement de montre. Le pivot flexible 15 relie et suspend le moyeu 14 au support 13 et guide le moyeu 14 en rotation par rapport au support 13 autour d'un axe de rotation virtuel A. Le pivot flexible 15 comprend à cet effet des liaisons élastiques reliant en parallèle le moyeu 14 au support 13, chaque liaison élastique comprenant, en série, une lame élastique 16, une partie rigide intermédiaire 17 et une paire de lames élastiques parallèles 18, les parties rigides intermédiaires 17 étant reliées deux à deux par des lames élastiques 19. Le moyeu 14 et le balancier 11 sont coaxiaux et solidarisés en rotation l'un à l'autre par exemple au moyen d'un arbre 20 chassé dans le moyeu 14. L'ensemble arbre 20 et balancier 11 n'est tenu et guidé que par l'organe à pivot flexible 12 et son moyeu 14. Les extrémités de l'arbre 20 ne sont donc pas destinées à frotter contre des paliers.

**[0012]** Dans cet oscillateur, le centre de masse C du balancier 11 est sur l'axe de rotation virtuel A mais pas

dans le plan médian P' du pivot flexible 15 et plus généralement de l'organe à pivot flexible 12. Le diagramme de simulation de la figure 9 représente la marche diurne, en secondes par jour, de l'oscillateur 10 en position horizontale et en position verticale pour une amplitude d'oscillation de l'oscillateur 10 tendant vers zéro, l'oscillateur 10 étant ici libre, c'est-à-dire non entretenu par un échappement. En position horizontale, la marche diurne est la même pour toutes les orientations de l'oscillateur mais elle peut différer selon que l'oscillateur est dans sa position avec balancier en haut (figure 7) ou dans sa position retournée avec balancier en bas, ceci à cause du fait que les lames 5 peuvent avoir en pratique une section plus trapézoïdale que rectangulaire. La ligne horizontale H dans le diagramme de la figure 9 représente la marche diurne dans une position horizontale de l'oscillateur. Cette marche diurne en position horizontale est prise comme référence. En position verticale, la marche diurne varie en fonction de l'orientation  $\phi$  de l'oscillateur 10 par rapport à la gravité g (cf. figure 8). Cette variation est représentée à la figure 9 par le graphe V et la ligne horizontale V' représente la marche moyenne de l'oscillateur 10 en position verticale. On constate que l'écart de marche moyen entre la position horizontale et les positions verticales est de 4 secondes par jour, ce qui satisfait aux exigences chronométriques.

**[0013]** Cette simulation a été reproduite pour un oscillateur identique à l'oscillateur 10 mais dont le balancier 11, donc le centre de masse C, a été éloigné du plan médian P' du pivot flexible (cf. figure 10) par un déplacement de l'organe à pivot flexible 12 le long de l'arbre 20. Comme le montre la figure 11, cette modification a eu pour effet d'augmenter l'écart de marche moyen à plus de 30 secondes/jour.

**[0014]** Cette simulation a enfin été reproduite pour un oscillateur similaire à celui de la figure 7 mais dont l'épaisseur du balancier 11 a été réduite pour rapprocher son centre de masse du plan médian P' du pivot flexible (cf. figure 12), au lieu de l'éloigner comme dans la figure 10. Le diagramme de la figure 13 montre qu'une telle modification crée un écart de marche entre les positions horizontale et verticales de signe opposé à celui des figures 9 et 11. Cela implique qu'il existe une position du centre de masse C du balancier 11 le long de l'axe de rotation virtuel A par rapport au plan P' qui annule l'écart de marche moyen entre les positions horizontale et verticales.

**[0015]** Il est à noter que le centre de masse C du balancier pourrait ne pas se situer sur l'axe de rotation virtuel A. On peut effet combiner à la présente invention le procédé de réglage exposé dans la demande de brevet WO 2021/009613 de la demanderesse, qui minimise les écarts de marche entre les différentes positions verticales en décalant le centre de masse par rapport à l'axe de rotation virtuel.

**[0016]** Concrètement, on peut mettre en œuvre la présente invention de plusieurs manières :

- (i) on conçoit par ordinateur un oscillateur à pivot

flexible, (ii) on calcule une marche de l'oscillateur dans au moins une position horizontale et dans au moins une position verticale de l'oscillateur, (iii) on modifie la position du centre de masse du balancier de l'oscillateur par rapport au pivot flexible dans la direction perpendiculaire au plan d'oscillation du balancier afin de réduire voire annuler la différence entre la marche dans l'au moins une position horizontale et la marche dans l'au moins une position verticale, et (iv) on fabrique l'oscillateur ;

ou

- (i) on fabrique un oscillateur à pivot flexible, (ii) on mesure une marche de l'oscillateur dans au moins une position horizontale et dans au moins une position verticale de l'oscillateur, et (iii) on réduit voire annule la différence entre la marche dans l'au moins une position horizontale et la marche dans l'au moins une position verticale en modifiant la position du centre de masse du balancier de l'oscillateur par rapport au guidage flexible dans la direction perpendiculaire au plan d'oscillation du balancier ;

ou

- (i) on mesure une marche d'un oscillateur à pivot flexible dans au moins une position horizontale et dans au moins une position verticale de l'oscillateur, et (ii) on réduit voire annule la différence entre la marche dans l'au moins une position horizontale et la marche dans l'au moins une position verticale en modifiant la position du centre de masse du balancier de l'oscillateur par rapport au guidage flexible dans la direction perpendiculaire au plan d'oscillation du balancier.

**[0017]** La marche calculée ou mesurée peut être celle de l'oscillateur libre ou celle de l'oscillateur entretenu par un échappement dans un mouvement horloger. Elle peut être une marche diurne, une marche diurne moyenne ou une marche instantanée. La marche calculée ou mesurée peut être une marche proprement dite ou une grandeur, par exemple une fréquence, liée à la marche proprement dite par une relation mathématique.

**[0018]** Lorsque plusieurs positions horizontales et/ou plusieurs positions verticales de l'oscillateur sont prises en compte, la différence entre la marche dans l'au moins une position horizontale et la marche dans l'au moins une position verticale peut être la différence entre la moyenne des marches dans les positions horizontales et la moyenne des marches dans les positions verticales.

**[0019]** L'étape de modification de la position du centre de masse du balancier peut être effectuée par itération avec à chaque fois une étape d'incrémentatation ou de décrémentation de la position du centre de masse en fonction du résultat du calcul ou de la mesure de la marche effectué à l'étape précédente suivie d'une étape de calcul ou de mesure (selon le cas) de la marche dans la ou les positions horizontales et dans la ou les positions verticales.

**[0020]** Lorsque l'oscillateur est intégré dans un mou-

vement horloger, on peut prendre en compte les deux positions horizontales (vers le haut et vers le bas) et les quatre positions verticales standard (« 3 heures en haut », « 6 heures en haut », « 9 heures en haut », « 12 heures en haut ») du mouvement, et faire en sorte que l'écart entre la moyenne des marches diurnes dans les positions horizontales et la moyenne des marches diurnes dans les positions verticales à l'amplitude d'oscillation maximale en fonctionnement normal (i.e. lorsque l'organe moteur du mouvement est complètement armé) soit nul.

[0021] La présente invention peut être appliquée à d'autres oscillateurs à pivot flexible que ceux illustrés aux figures 5 et 6, par exemple aux oscillateurs décrits dans les demandes de brevet WO 2020/016131 et EP 3792700 et aux oscillateurs à lames croisées séparées (cf. par exemple WO 2018/109584).

[0022] La présente invention peut être généralisée à tout oscillateur à guidage flexible à cinématique plane, notamment à tout oscillateur à un seul degré de liberté. Par exemple, des oscillateurs basés sur le principe de la table à lames parallèles (cf. figure 14) comprenant une partie rigide mobile 22 guidée en translation par deux lames parallèles 23 peuvent être modifiés de telle sorte que le centre de masse C de la partie rigide mobile 22 soit situé hors du plan des lames parallèles 23 afin que les effets des charges hors plan dans les positions verticales soient similaires aux effets des charges hors plan dans les positions horizontales.

## Revendications

1. Procédé de réalisation d'un oscillateur à guidage flexible comprenant les étapes suivantes :

- concevoir par ordinateur un oscillateur comprenant un support (4 ; 13), un balancier (2 ; 11) et un guidage flexible (3 ; 15) suspendant le balancier au support et guidant des oscillations du balancier par rapport au support dans un plan déterminé (P),
- calculer une marche de l'oscillateur dans au moins une position horizontale et dans au moins une position verticale de l'oscillateur,
- modifier la position du centre de masse (C) du balancier (2 ; 11) par rapport au guidage flexible (3 ; 15) dans la direction perpendiculaire au plan déterminé (P) afin de réduire, et de préférence annuler, la différence entre la marche dans l'au moins une position horizontale et la marche dans l'au moins une position verticale, et
- fabriquer l'oscillateur.

2. Procédé de réalisation d'un oscillateur à guidage flexible comprenant les étapes suivantes :

- fabriquer un oscillateur comprenant un support

(4 ; 13), un balancier (2 ; 11) et un guidage flexible (3 ; 15) suspendant le balancier au support et guidant des oscillations du balancier par rapport au support dans un plan déterminé (P),

- mesurer une marche de l'oscillateur dans au moins une position horizontale et dans au moins une position verticale de l'oscillateur,
- réduire, et de préférence annuler, la différence entre la marche dans l'au moins une position horizontale et la marche dans l'au moins une position verticale en modifiant la position du centre de masse (C) du balancier (2 ; 11) par rapport au guidage flexible (3 ; 15) dans la direction perpendiculaire au plan déterminé (P).

3. Procédé de réglage d'un oscillateur à guidage flexible comprenant un support (4 ; 13), un balancier (2 ; 11) et un guidage flexible (3 ; 15) suspendant le balancier au support et guidant des oscillations du balancier par rapport au support dans un plan déterminé (P), le procédé comprenant les étapes suivantes :

- mesurer une marche de l'oscillateur dans au moins une position horizontale et dans au moins une position verticale de l'oscillateur,
- réduire, et de préférence annuler, la différence entre la marche dans l'au moins une position horizontale et la marche dans l'au moins une position verticale en modifiant la position du centre de masse (C) du balancier (2 ; 11) par rapport au guidage flexible (3 ; 15) dans la direction perpendiculaire au plan déterminé (P).

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le guidage flexible (3 ; 15) est un pivot flexible guidant les oscillations du balancier (2 ; 11) autour d'un axe de rotation virtuel (A) perpendiculaire au plan déterminé (P).

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le guidage flexible (3 ; 15) est plan.

6. Mouvement horloger comprenant un oscillateur à guidage flexible comprenant un support (4 ; 13), un balancier (2 ; 11) et un guidage flexible (3 ; 15) suspendant le balancier au support et guidant des oscillations du balancier par rapport au support dans un plan déterminé (P) qui est parallèle à un plan médian (P') du guidage flexible, le centre de masse (C) du balancier (2 ; 11) étant situé hors dudit plan médian (P') du guidage flexible (3 ; 15), **caractérisé en ce que** la position du centre de masse (C) du balancier (2 ; 11) par rapport au guidage flexible (3 ; 15) dans la direction perpendiculaire au plan déterminé (P) est telle que l'écart entre la moyenne des marches diurnes entre la position horizontale vers le haut et la position horizontale vers le bas du mouvement

horloger et la moyenne des marches diurnes entre les positions verticales « 3 heures en haut », « 6 heures en haut », « 9 heures en haut » et « 12 heures en haut » du mouvement horloger à l'amplitude d'oscillation maximale de l'oscillateur en fonctionnement normal est sensiblement nul. 5

7. Mouvement horloger selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le guidage flexible (3 ; 15) est un pivot flexible guidant les oscillations du balancier (2 ; 11) autour d'un axe de rotation virtuel (A) perpendiculaire au plan déterminé (P). 10

8. Mouvement horloger selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que** le guidage flexible (3 ; 15) est plan. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig.1

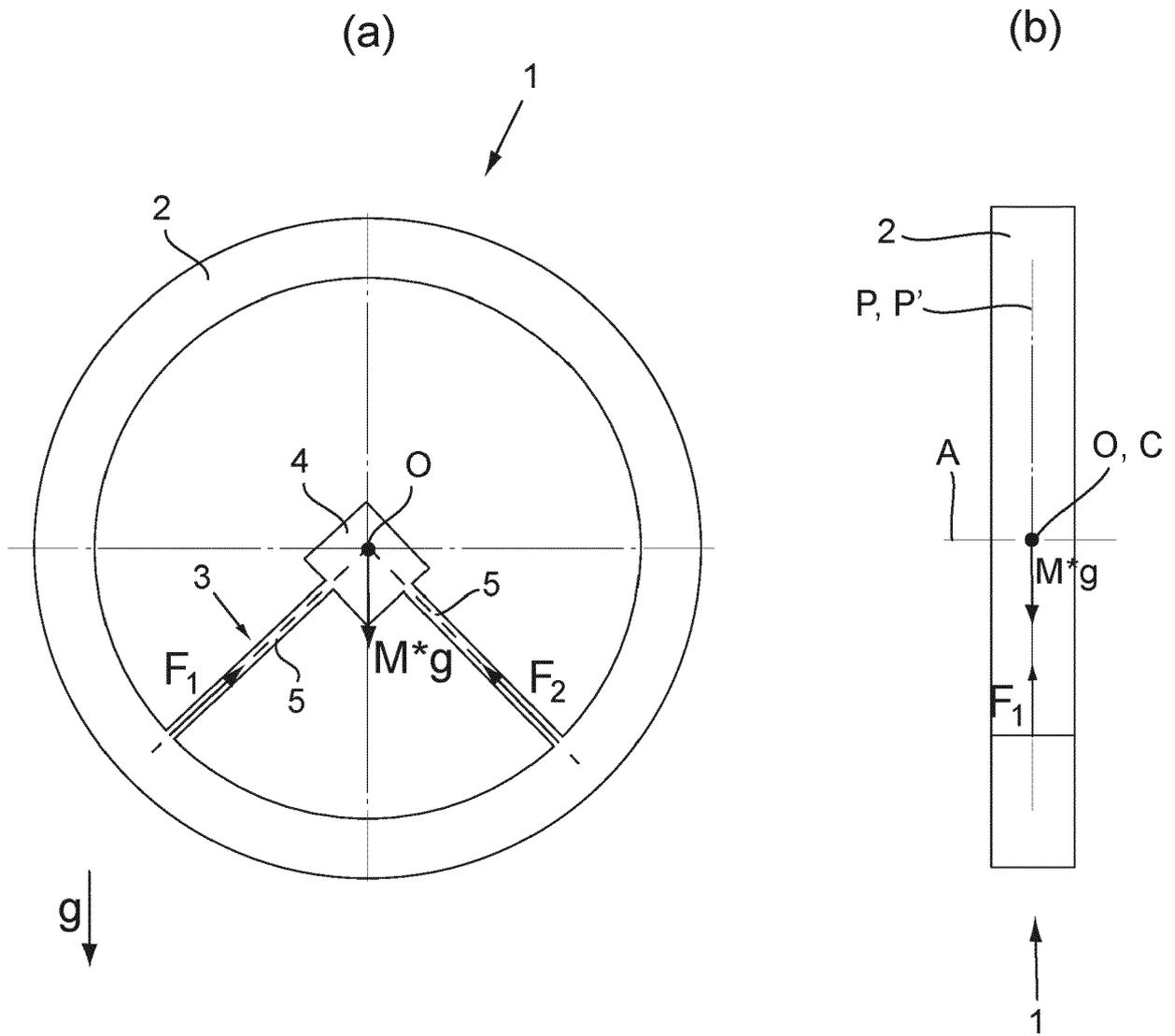


Fig.2

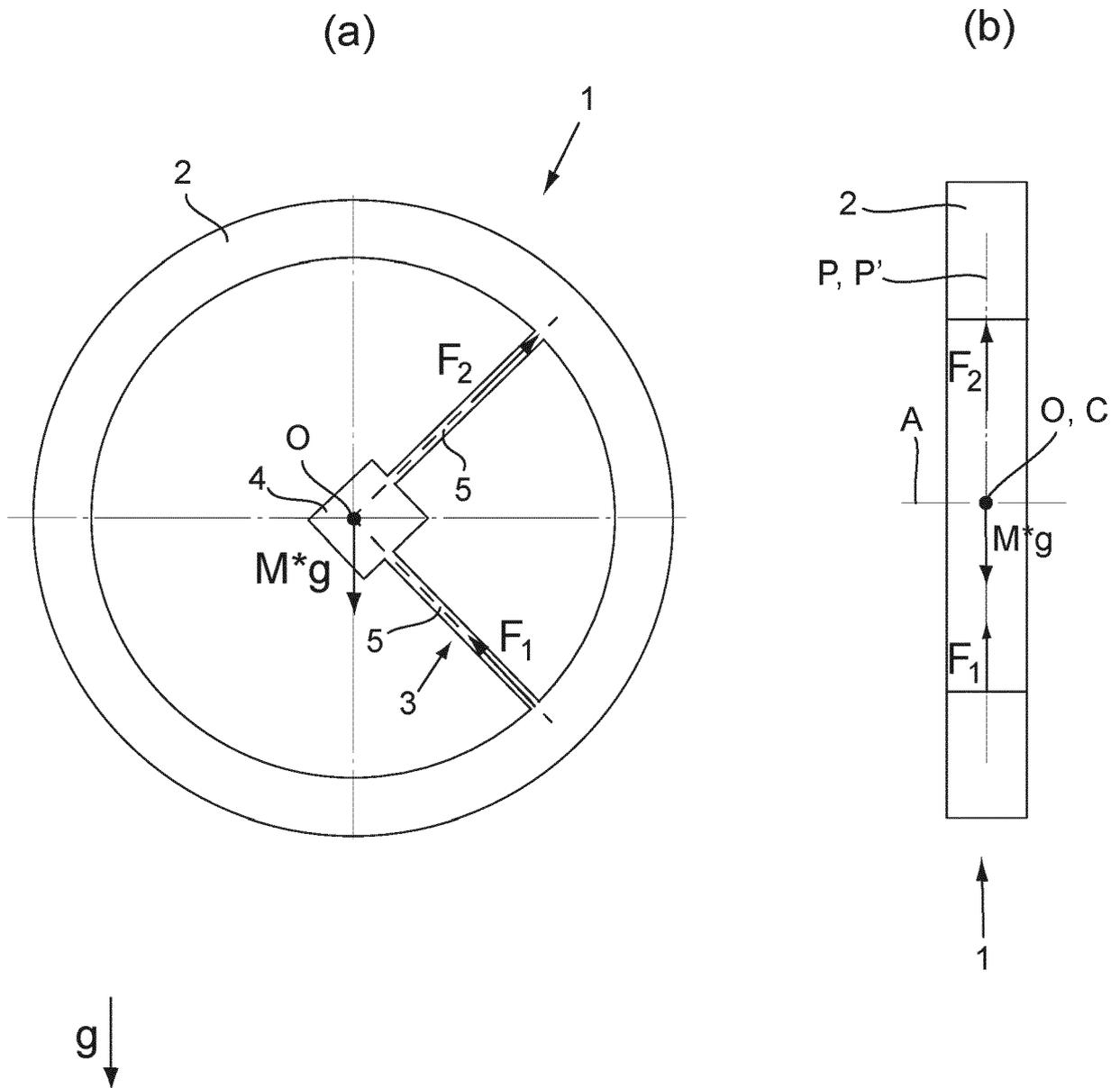


Fig.3

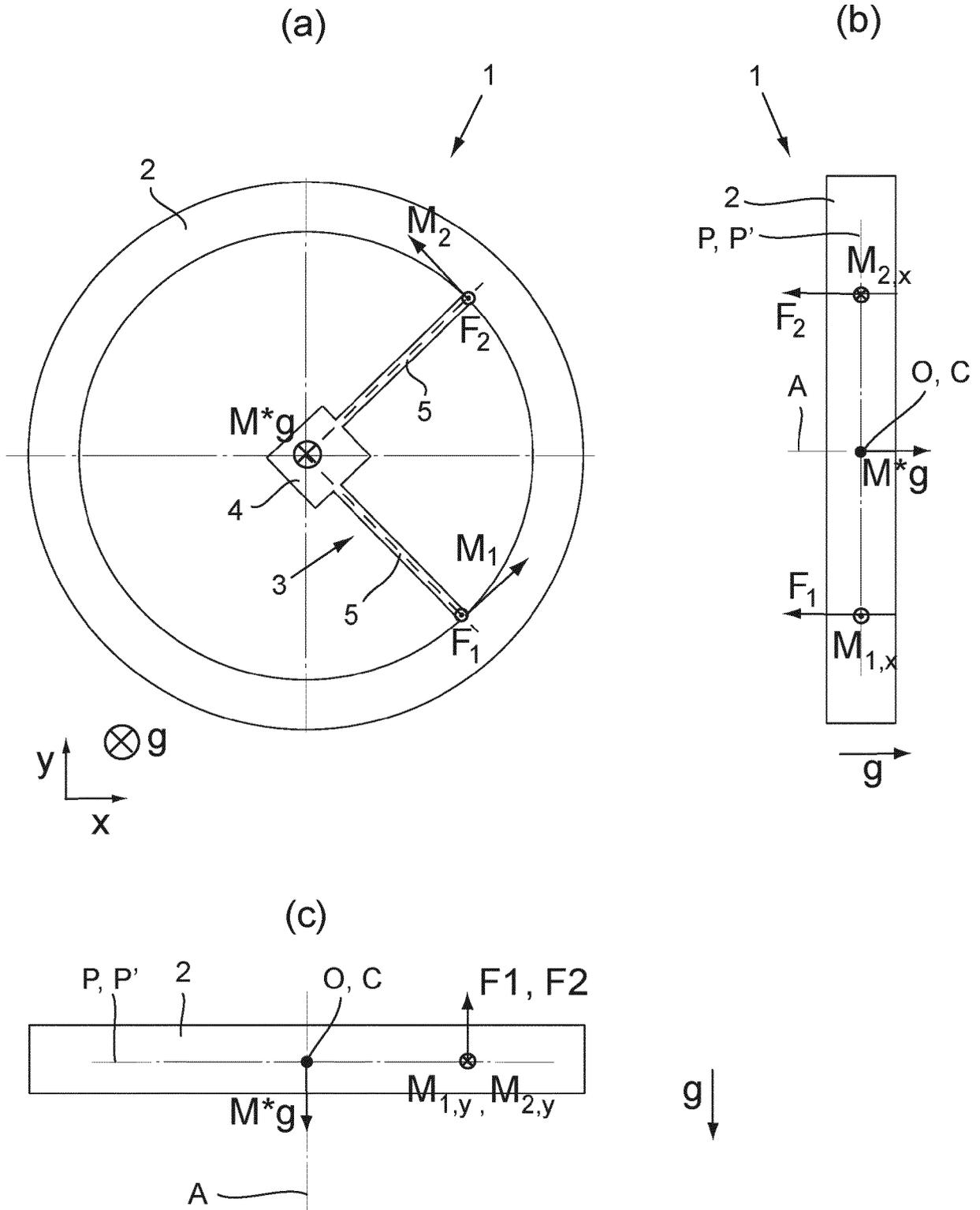


Fig.4

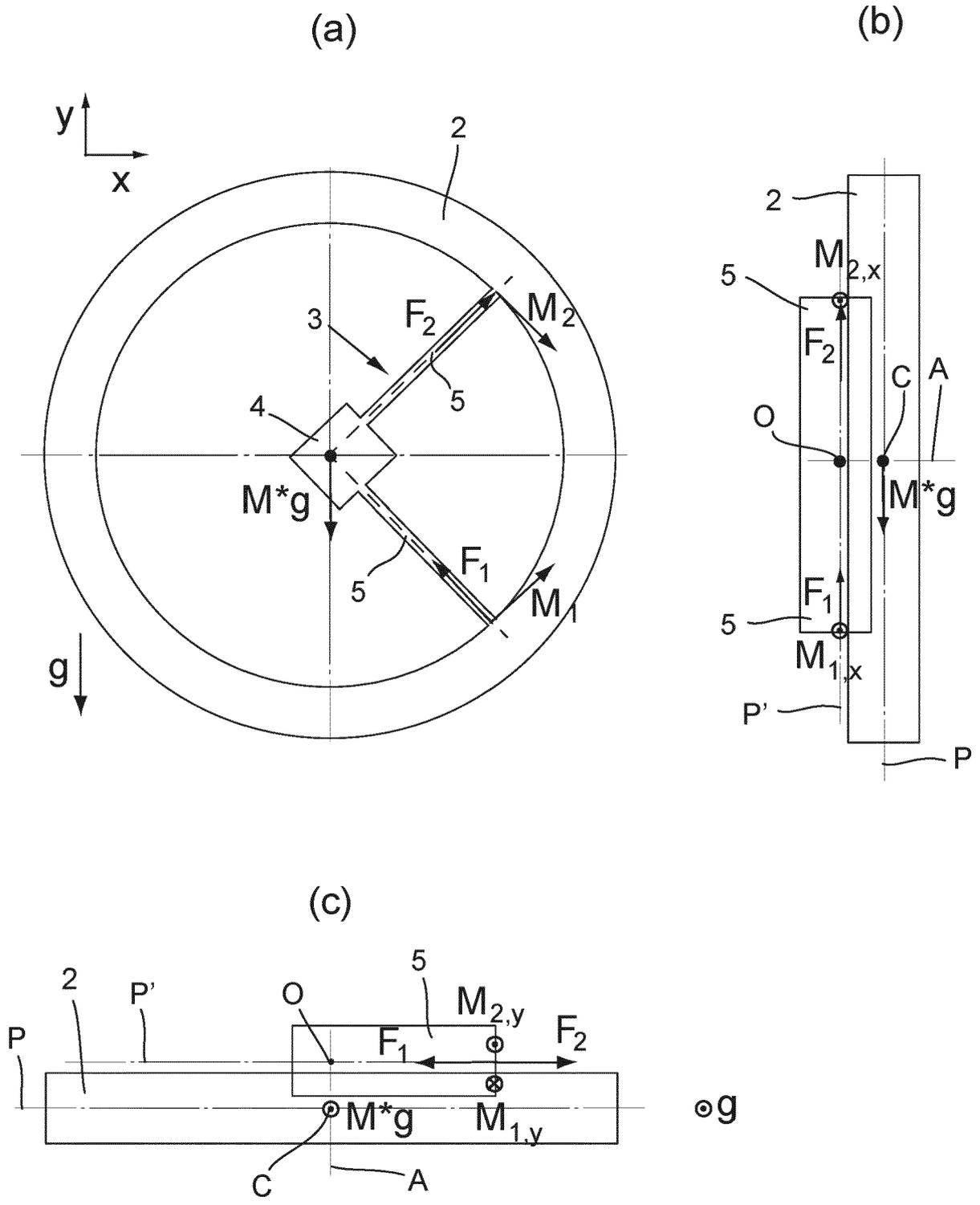


Fig.5

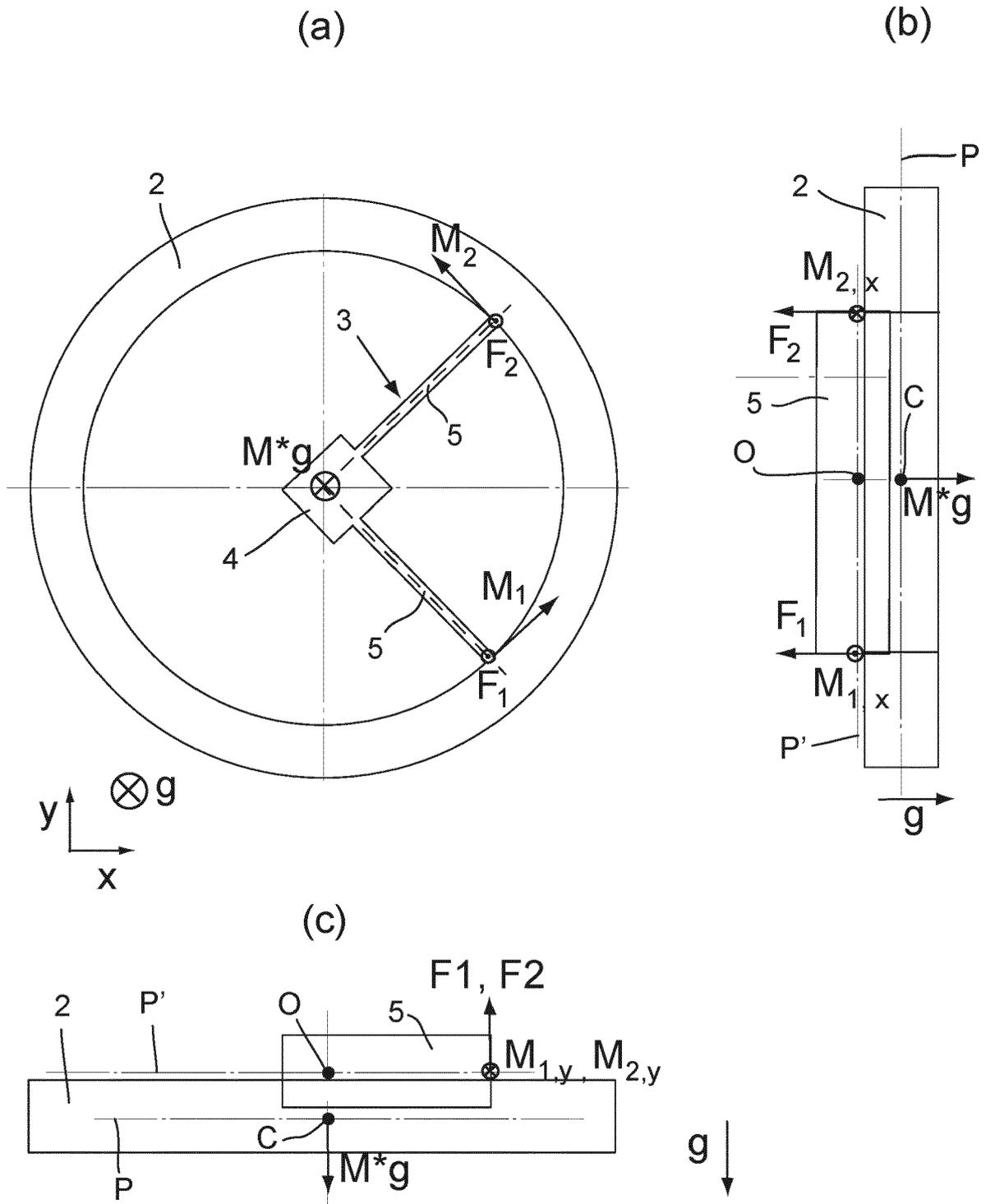


Fig.6

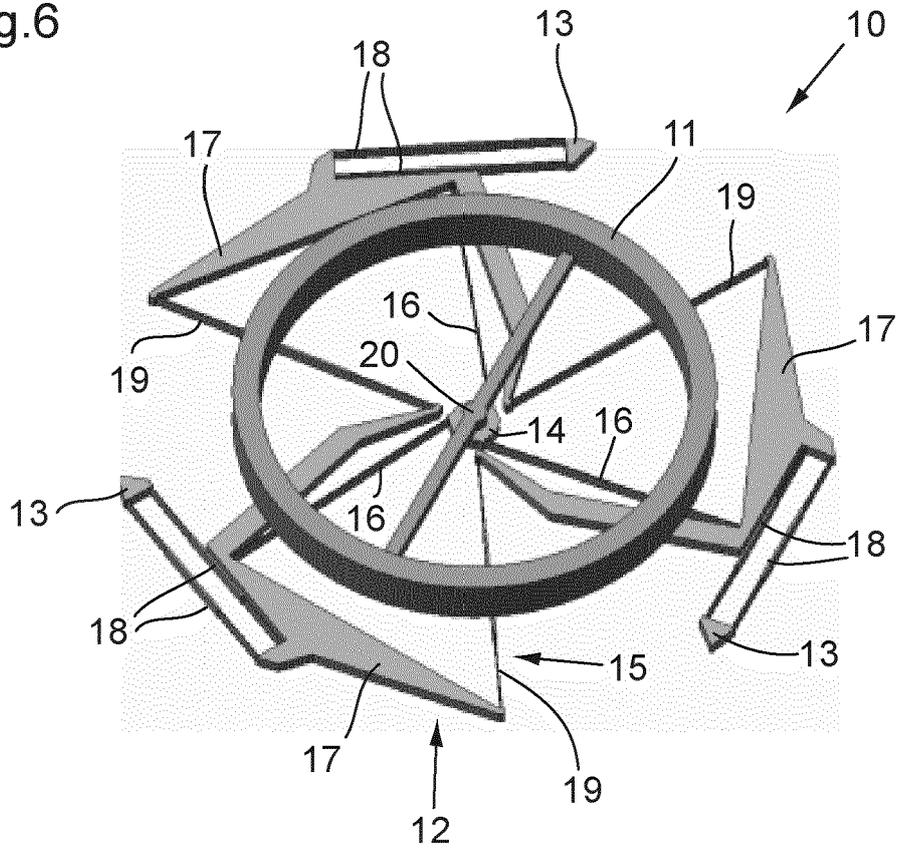


Fig.7

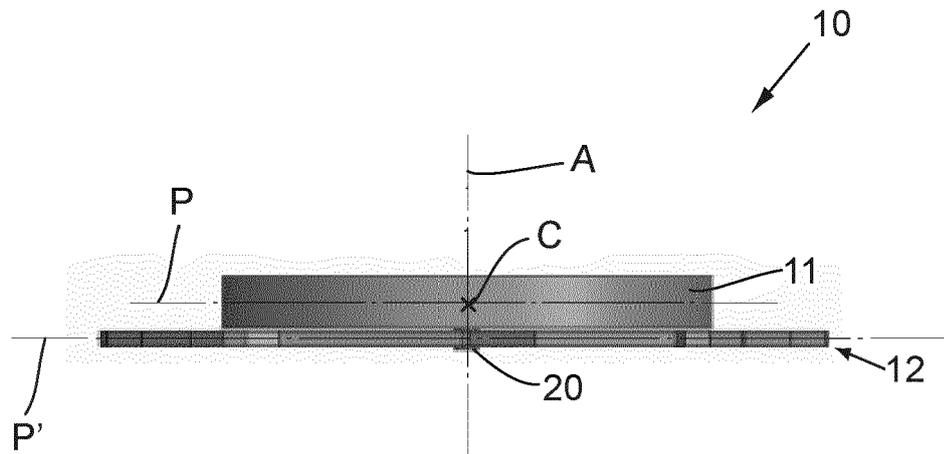


Fig.8

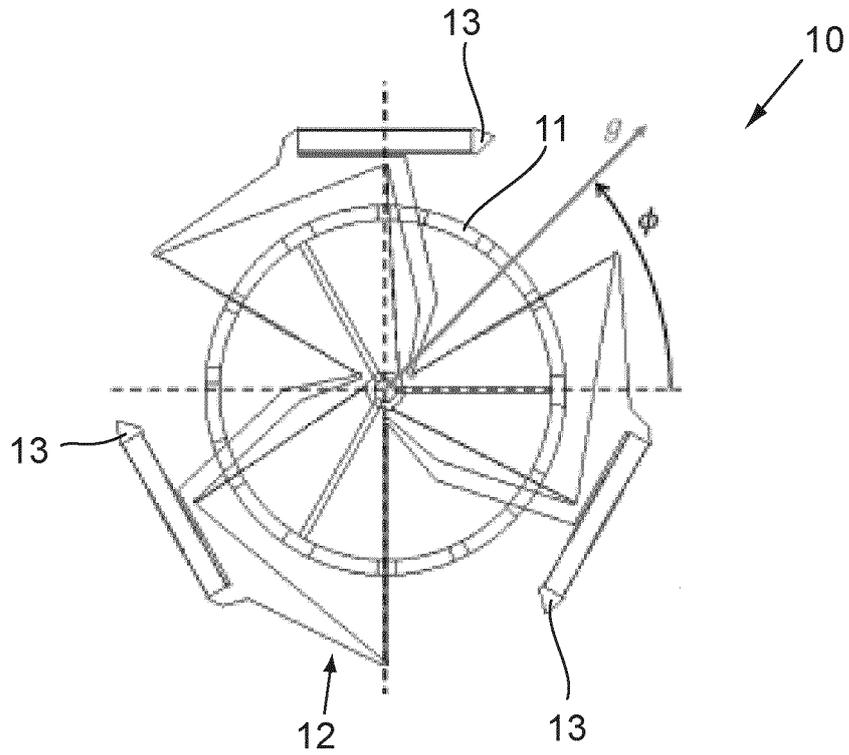


Fig.9

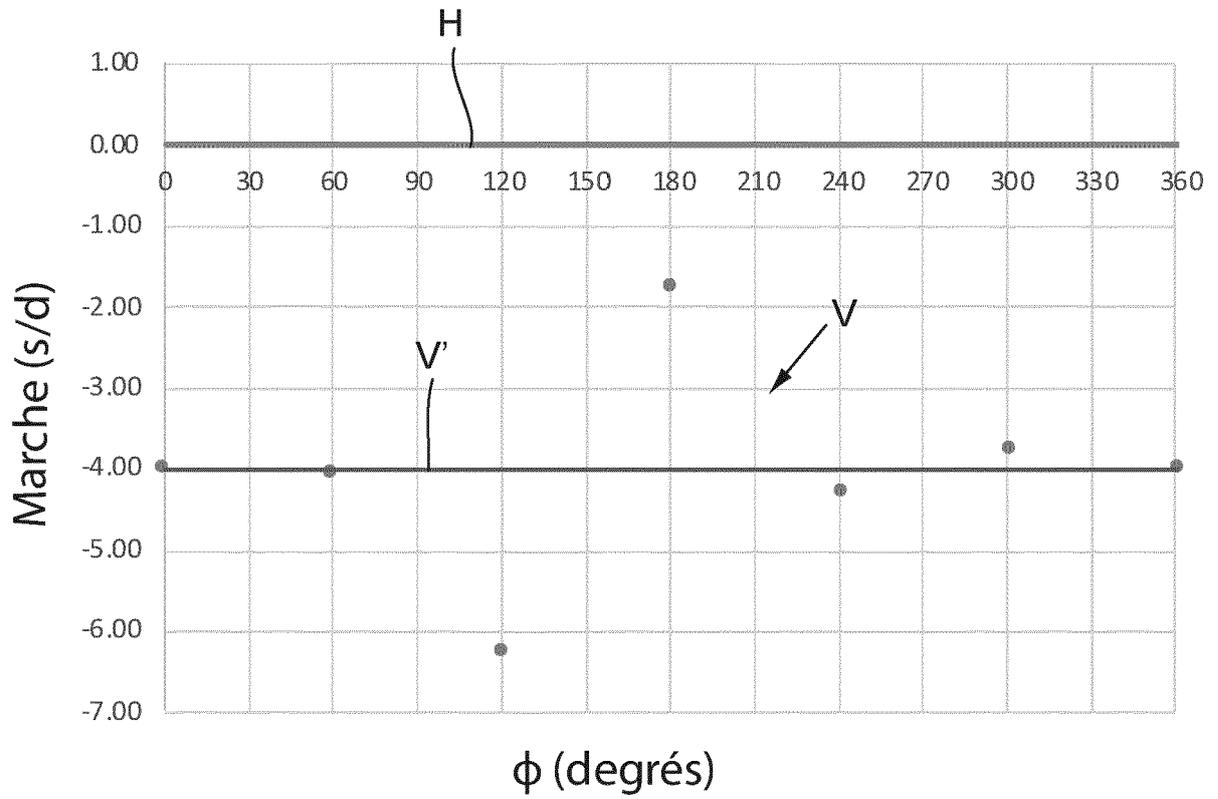


Fig.10

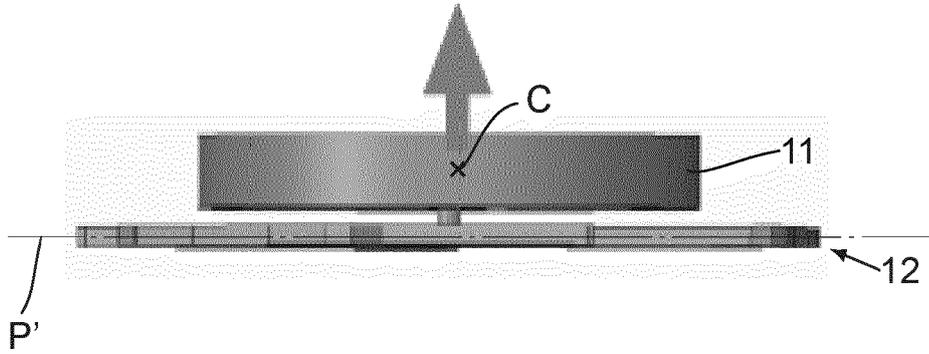


Fig.11

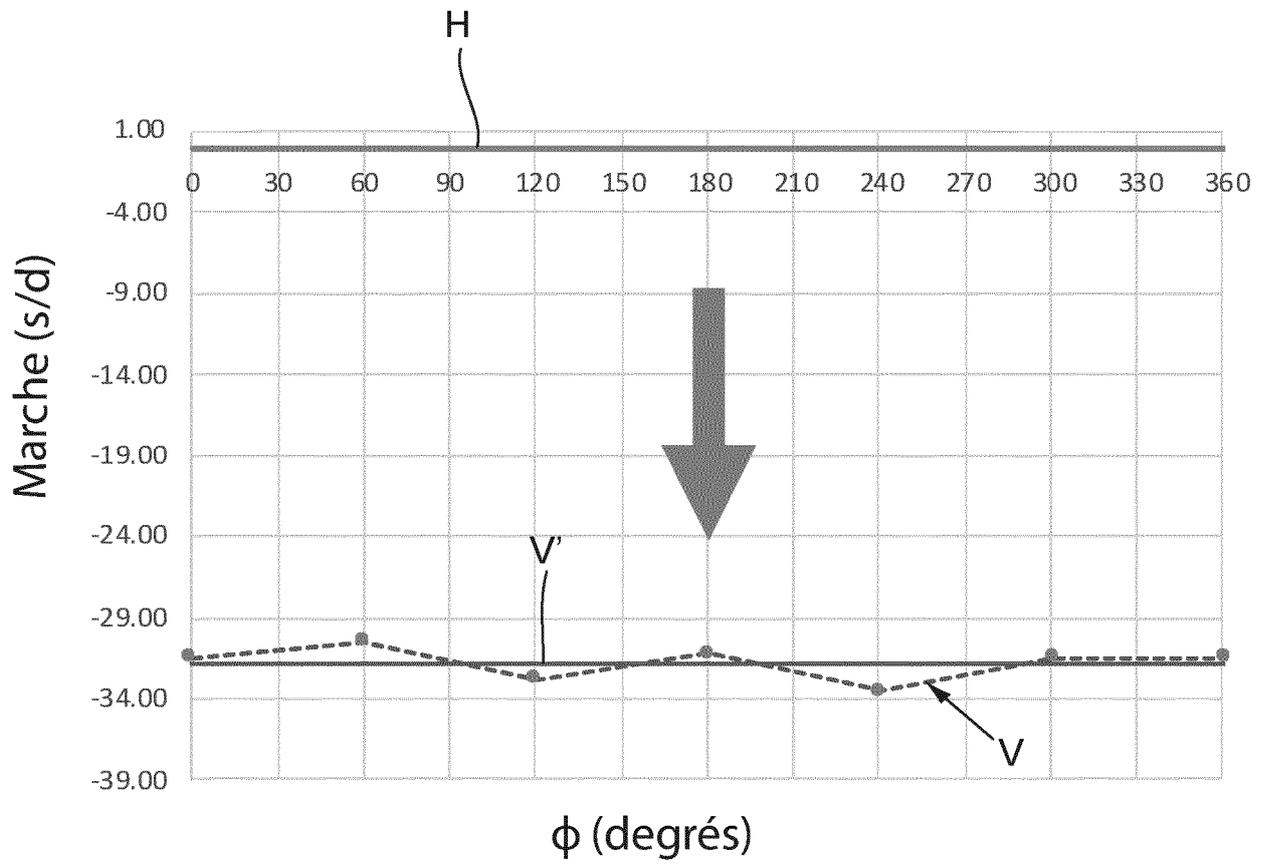


Fig.12

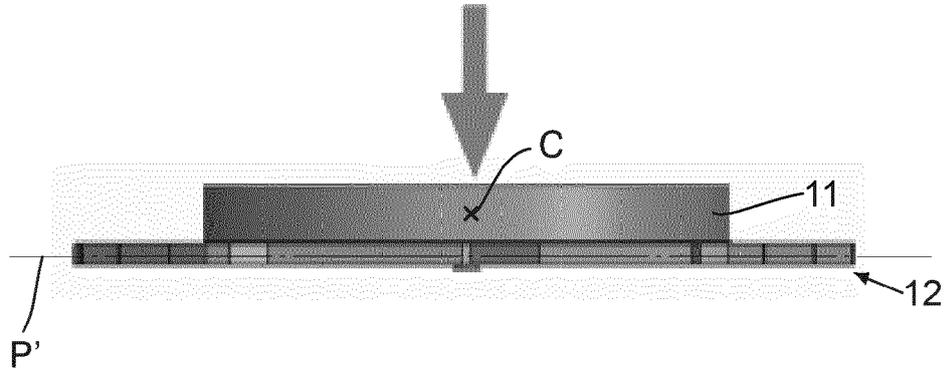


Fig.13

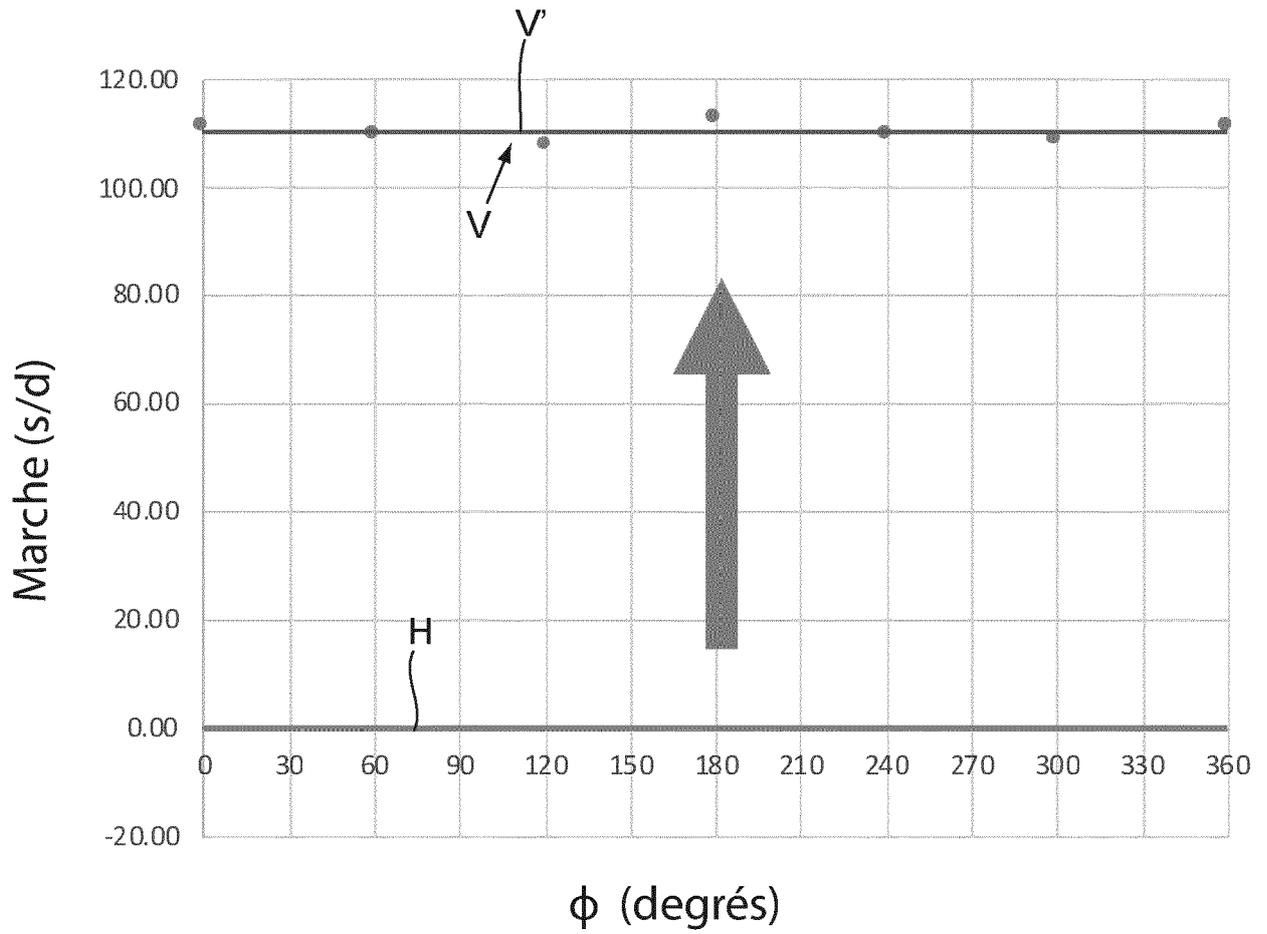
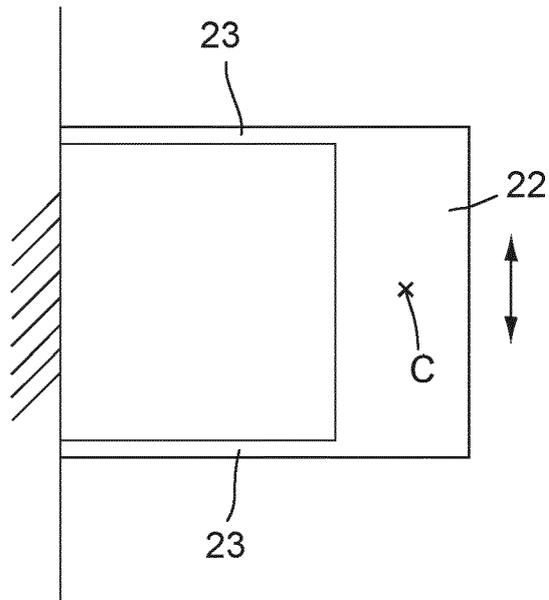


Fig.14





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 21 20 0973

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	EP 2 273 323 A2 (MANUF ET FABRIQUE DE MONTRES ET DE CHRONOMETRES ULYSSE NARDIN LE LOCLE) 12 janvier 2011 (2011-01-12)	6, 7	INV. G04B17/04 G04B17/28
A	* alinéas [0007] - [0019]; figures 1,2 * -----	1-5,8	
Y	Etienne F. G. Thalmann: "Flexure Pivot Oscillators for Mechanical Watches" In: "Flexure Pivot Oscillators for Mechanical Watches", 18 juin 2020 (2020-06-18), XP055731304, DOI: 10.5075/epfl-thesis-8802,	6, 7	
A	* page 83 - page 136; figures 6.11, 7.29 * -----	1-5,8	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			G04B
1 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>La Haye</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>7 mars 2022</b>	Examineur <b>Cavallin, Alberto</b>
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 21 20 0973

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.

07-03-2022

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
<b>EP 2273323 A2</b>	<b>12-01-2011</b>	<b>CH 701421 A2</b>	<b>14-01-2011</b>
		<b>EP 2273323 A2</b>	<b>12-01-2011</b>
-----			

EPO FORM P0460

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

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

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

**Documents brevets cités dans la description**

- EP 2975469 A [0005]
- EP 3792700 A [0005] [0021]
- EP 21157794 [0011]
- WO 2021009613 A [0015]
- WO 2020016131 A [0021]
- WO 2018109584 A [0021]