



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
29.01.2014 Bulletin 2014/05

(51) Int Cl.:
G04B 17/06 (2006.01) G04B 17/26 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **12177895.5**

(22) Date de dépôt: **25.07.2012**

(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

(71) Demandeur: **Nivarox-FAR S.A.**
2400 Le Locle (CH)

(72) Inventeurs:
• **Stranczl, Marc**
1260 Nyon (CH)
• **Verardo, Marco**
2336 Les Bois (CH)

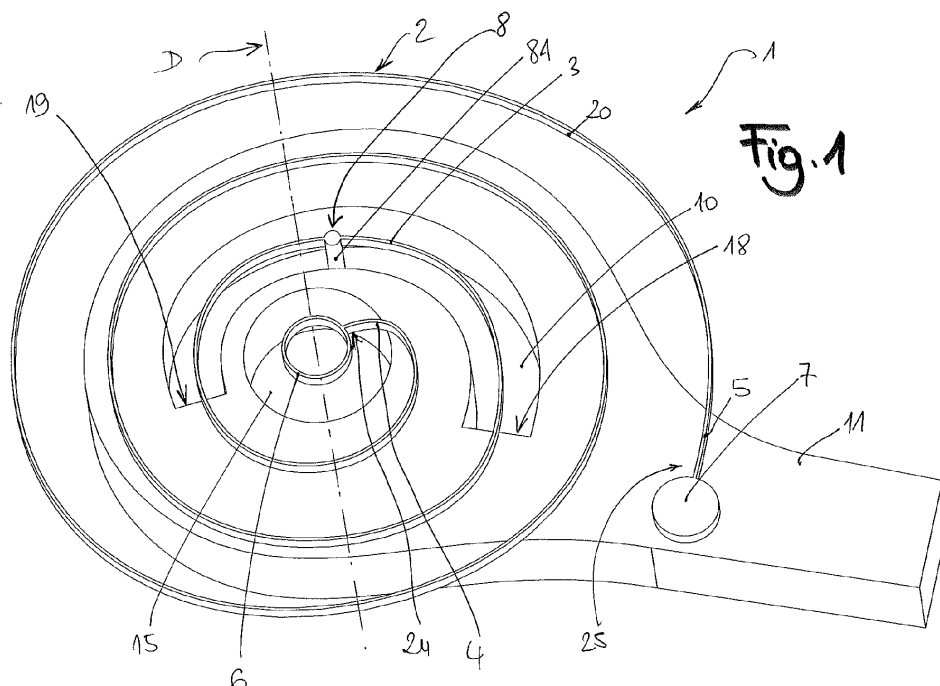
(74) Mandataire: **Giraud, Eric et al**
ICB
Ingénieurs Conseils en Brevets SA
Faubourg de l'Hôpital 3
2001 Neuchâtel (CH)

(54) **Spiral d'horlogerie anti-galop**

(57) Mécanisme anti-galop (1) pour organe régulateur (100) d'horlogerie comportant un ressort-spiral (2) avec une lame (20) enroulée en spires (3) dont une spire interne (4) est solidaire d'une virole (6) coaxiale audit ressort-spiral (2) par rapport à un axe de pivotement (D), et une spire externe (5) est solidaire d'un élément d'accrochage (7).

Au moins une dite spire (3) dudit ressort-spiral (2)

comporte au moins un doigt (8) monté solidairement de ladite au moins une spire (3) et mobile sans contact, pendant la contraction ou l'extension normale dudit ressort-spiral (2), dans un canal (10) de limitation de course que comporte un flasque (11) dudit mécanisme anti-galop (1), et ledit canal (10) est configuré de façon à limiter la course dudit doigt (8) par rapport audit axe de pivotement (D) quand l'angle de pivotement imprimé à ladite virole (6) est supérieur à une valeur nominale déterminée.



Description

Domaine de l'invention

[0001] L'invention concerne un ressort-spiral avec au moins une lame enroulée en une pluralité de spires, parmi lesquelles spires, à une première extrémité, une spire interne est solidaire d'une virole coaxiale audit ressort-spiral par rapport à un axe de pivotement, et, à une deuxième extrémité opposée, une spire externe est solidaire d'un élément d'accrochage.

[0002] L'invention concerne encore un mécanisme anti-galop pour organe régulateur d'horlogerie comportant au moins un ressort-spiral avec une lame enroulée en une pluralité de spires dont, à une première extrémité une spire interne est solidaire d'une virole coaxiale audit ressort-spiral par rapport à un axe de pivotement, et à une deuxième extrémité opposée une spire externe est solidaire d'un élément d'accrochage.

[0003] L'invention concerne encore un mouvement horloger comprenant un organe régulateur à résonateur balancier-spiral comportant au moins un mécanisme anti-galop selon l'une des revendications précédentes, et dont ledit au moins un ressort-spiral est monté sur un axe d'un balancier pivotant entre une platine et un flasque.

[0004] L'invention concerne encore un procédé de fabrication d'un mécanisme anti-galop comportant une première étape : se munir d'un substrat comportant une couche supérieure et une couche inférieure en matériaux à base de silicium .

[0005] L'invention concerne le domaine des organes régulateurs d'horlogerie, et plus particulièrement des spiraux de balancier.

Arrière-plan de l'invention

[0006] Dans les montres mécaniques, les échappements doivent répondre à plusieurs critères de sécurité. Une des sécurités, le système anti-galop, vise à empêcher l'extension angulaire du balancier au-delà d'un angle normal de rotation. Un tel système anti-galop effectue une limitation de l'angle de pivotement d'un balancier lors d'accélération trop importantes, en particulier lors de chocs. Il est indispensable pour certains types d'échappement, notamment les échappements à détente. Un tel mécanisme anti-galop doit être capable d'agir dans les deux sens de pivotement du balancier, c'est-à-dire aussi bien en extension qu'en contraction du spiral.

[0007] Le brevet EP 1 801 668 B1 au nom de MONTRES BREGUET SA propose un système dont la structure est caractéristique en ce qu'il comprend un pignon monté sur l'arbre du balancier. Ce pignon engrène une roue dentée dont au moins un rayon vient buter contre un arrêt fixe si le balancier est entraîné au-delà de son angle normal de rotation. Ce mécanisme a toutefois une influence sur l'inertie du balancier, et peut perturber ses oscillations. L'engrenage qu'il comporte est générateur

de frottements qui altèrent le rendement et peuvent perturber également le système de régulation.

[0008] La demande de brevet EP 1 666 990 A2 au nom de MONTRES BREGUET SA expose un autre système anti-galop basé sur l'expansion du spiral: Un bras de blocage, fixé sur la spire extérieure du spiral, s'interpose entre un doigt solidaire du balancier et deux colonnes solidaires du pont du balancier. Ce blocage a lieu uniquement en cas d'expansion excessive du spiral au-delà d'un angle dépassant son angle de fonctionnement normal. Toutefois, ce mécanisme limite l'angle de rotation uniquement dans un sens de rotation, alors qu'il est préférable de limiter cet angle de rotation dans les deux sens de rotation.

[0009] Un système décrit dans la demande de brevet européen EP2450756 A1 au nom de NIVAROX-FAR S.A. utilise un plateau solidaire du balancier qui guide une cheville dans une rainure en forme de spiral. Lors d'oscillations anormales, la cheville, solidaire d'un bras pivotant, entre en butée et limite abruptement l'oscillation. Les frottements inhérents à ce mécanisme induisent des perturbations du balancier tout au long de ses oscillations.

Résumé de l'invention

[0010] Aussi, la présente invention vise à résoudre ces problèmes de l'art antérieur, en ne perturbant pas l'inertie du balancier et en limitant sa course angulaire dans les deux sens de rotation.

[0011] L'invention se propose de combiner les avantages des mécanismes décrits par le brevet EP 1 666 990 A2, et par la demande de brevet européen 101899987, et de proposer une solution fiable, à faible nombre de composants, et de réalisation maîtrisable avec les technologies liées à la fabrication des balanciers et des spiraux en matériaux micro-usinables.

[0012] A cet effet, l'invention concerne un ressort-spiral avec au moins une lame enroulée en une pluralité de spires, parmi lesquelles spires, à une première extrémité, une spire interne est solidaire d'une virole coaxiale audit ressort-spiral par rapport à un axe de pivotement, et, à une deuxième extrémité opposée, une spire externe est solidaire d'un élément d'accrochage, **caractérisé en ce que** au moins une dite spire dudit ressort-spiral porte ou comporte au moins un doigt, monté solidairement de ladite au moins une spire.

[0013] Selon une caractéristique de l'invention, ledit doigt comporte au moins un palpeur, qui se développe selon une direction de préférence sensiblement parallèle audit axe de pivotement, sensiblement perpendiculairement à un plan dans lequel s'étendent lesdites spires.

[0014] L'invention concerne encore un mécanisme anti-galop pour organe régulateur d'horlogerie comportant au moins un tel ressort-spiral avec une lame enroulée en une pluralité de spires dont, à une première extrémité une spire interne est solidaire d'une virole coaxiale audit ressort-spiral par rapport à un axe de pivotement, et à

une deuxième extrémité opposée une spire externe est solidaire d'un élément d'accrochage, caractérisée en ce que au moins une dite spire dudit ressort-spiral comporte au moins un doigt monté solidairement de ladite au moins une spire et mobile sans contact, pendant la contraction ou l'extension normale dudit ressort-spiral, dans un canal de limitation de course que comporte un flasque dudit mécanisme anti-galop, et ledit canal étant configuré de façon à limiter la course dudit doigt par rapport audit axe de pivotement quand l'angle de pivotement imprimé à ladite virole est supérieur à une valeur nominale déterminée.

[0015] L'invention concerne encore un mouvement horloger comprenant un organe régulateur à résonateur balancier-spiral comportant au moins un mécanisme anti-galop selon l'une des revendications précédentes, et dont ledit au moins un ressort-spiral est monté sur un axe d'un balancier pivotant entre une platine et un dit flasque, **caractérisé en ce que** ladite lame dudit ressort-spiral est prolongée par une rondelle autobloquante élastique constituant ladite virole pour positionner ledit ressort-spiral sur ledit axe dudit balancier, pour maîtriser la distance et l'orientation du point d'origine d'une spirale d'Archimède selon laquelle s'étend ladite lame par rapport à l'axe de pivotement dudit balancier.

[0016] L'invention concerne encore un procédé de fabrication d'un mécanisme anti-galop comportant une première étape :

- a) se munir d'un substrat comportant une couche supérieure et une couche inférieure en matériaux à base de silicium ;
caractérisé en ce qu'il comporte en outre les étapes suivantes :
- b) graver sélectivement au moins une cavité dans ladite couche supérieure pour définir au moins un doigt en matériau à base de silicium dudit spiral ;
- c) solidariser, sur ladite couche supérieure gravée dudit substrat, une couche supplémentaire de matériau à base de silicium ;
- d) graver sélectivement au moins une cavité dans ladite couche supplémentaire pour continuer le motif dudit au moins un doigt et définir les motifs d'un ressort-spiral et d'un élément et d'une virole en matériau à base de silicium dudit spiral ;
- e) graver sélectivement au moins une cavité dans ladite couche inférieure pour continuer le motif dudit au moins un doigt et définir le motif d'un flasque comportant au moins un canal de limitation de course dudit au moins un doigt ;
- f) libérer le mécanisme anti-galop dudit substrat.

Description sommaire des dessins

[0017] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre, en référence aux dessins annexés, où :

- la figure 1 représente, de façon schématisée et en perspective, un mécanisme anti-galop selon l'invention, vu du côté d'un ressort-spiral qu'il comporte et qui est représenté dans une position de repos ;
- la figure 2 représente, de façon schématisée et en perspective, sous forme d'éclaté, un tel mécanisme anti-galop, dans une réalisation à plusieurs composants ;
- la figure 3 représente, de façon schématisée et en plan, un mécanisme anti-galop selon l'invention, avec le ressort-spiral présenté en position de repos ;
- la figure 4 représente le mécanisme de la figure 3, dans une position d'extension maximale du ressort-spiral ;
- la figure 5 représente le mécanisme de la figure 3, dans une position de contraction maximale du ressort-spiral ;
- la figure 6 représente le mécanisme de la figure 3, dans une position correspondant à un choc appliqué au ressort-spiral ou au mécanisme, lors duquel choc un doigt que porte une spire du ressort-spiral vient en contact avec un canal de limitation que comporte un flasque du mécanisme selon l'invention ;
- la figure 7 représente une section du mécanisme de la figure 3 selon le tracé AA, ce mécanisme étant représenté dans une variante particulière monobloc en matériau micro-usinable, issu d'un wafer à trois couches, et dans laquelle un élément d'accrochage est solidaire du flasque ;
- la figure 7A représente, de façon similaire à la figure 7, une autre variante, issue d'un wafer à cinq couches, où une couche de silicium intermédiaire entre deux couches d'oxyde détermine une cote de distance fonctionnelle entre le spiral et le flasque, qui est très supérieure à celle obtenue selon la figure 7 ;
- la figure 8 représente, de façon similaire à la figure 7, une autre variante où l'élément d'accrochage est libre par rapport à ce flasque ;
- la figure 9 représente, de façon similaire à la figure 7A, une autre variante où le mécanisme selon l'invention comporte deux ressorts-spiraux de part et d'autre d'un flasque unique ;
- la figure 10 représente, de façon similaire à la figure 3, une variante de mécanisme selon l'invention, avec un ressort-spiral portant plusieurs doigts dont le déplacement de chacun est limité par un canal de limitation particulier ;
- la figure 11 représente, sous forme d'un schéma-blocs, un mouvement d'horlogerie comportant un organe régulateur à balancier-spiral, lequel comporte un mécanisme anti-galop selon l'invention, dont le ressort-spiral est fixé par sa virole au balancier pivotant par rapport à une platine ;
- la figure 12 représente, sous forme schématisée, une séquence d'opérations d'un procédé de base pour la réalisation d'un mécanisme anti-galop selon la variante monobloc de la figure 7A en matériau micro-usinable ;

- la figure 13 représente, de façon schématisée et en plan, une variante de la figure 3, avec des surfaces périphériques du canal de limitation comportant des moyens d'amortissement.

Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0018] L'invention concerne le domaine des organes régulateurs d'horlogerie, et plus particulièrement des spiraux de balancier.

[0019] La présente invention vise à résoudre les problèmes de l'art antérieur, en ne perturbant pas l'inertie du balancier et notamment en réduisant au minimum les frottements pendant la marche, et en limitant sa course angulaire dans les deux sens de rotation.

[0020] Ainsi, l'invention concerne un ressort-spiral 2 avec au moins une lame 20 enroulée en une pluralité de spires 3. Parmi ces spires 3, à une première extrémité 24, une spire interne 4 est solidaire d'une virole 6 coaxiale au ressort-spiral 2 par rapport à un axe de pivotement D. Et, à une deuxième extrémité 25 opposée, une spire externe 5 est solidaire d'un élément d'accrochage 7.

[0021] Selon l'invention, au moins une spire 3 du ressort-spiral 2 porte ou comporte au moins un doigt 8. Ce doigt 8 est monté solidairement de cette au moins une spire 3. De préférence, ce doigt 8 comporte au moins un palpeur 81, qui se développe selon une direction de préférence sensiblement parallèle à l'axe de pivotement D, c'est-à-dire sensiblement perpendiculairement à un plan dans lequel s'étendent les différentes spires 3.

[0022] L'invention concerne encore un mécanisme anti-galop 1 pour organe régulateur 100 d'horlogerie. Ce mécanisme 1 comporte au moins un tel ressort-spiral 2.

[0023] Le doigt 8 de ce ressort-spiral est monté solidairement de cette au moins une spire 3 et son au moins un palpeur 81 est mobile sans contact, pendant la contraction ou l'extension normale du ressort-spiral 2, dans au moins un canal 10 de limitation de course que comporte au moins un flasque 11 du mécanisme anti-galop 1. Cet au moins un flasque 11 s'étend, de préférence, selon un plan parallèle au plan dans lequel s'étendent les différentes spires 3.

[0024] Cet au moins un canal 10 est configuré de façon à limiter la course du doigt 8 par rapport à l'axe de pivotement D, quand l'angle de pivotement imprimé à la virole 6 est supérieur à une valeur nominale déterminée, notamment lors d'une forte accélération due à un choc ou similaire.

[0025] La limitation de la course du doigt 8, plus particulièrement de son palpeur 81, peut être assurée de façon différenciée. Un canal 10 peut comporter à la fois une piste de limitation interne et une piste de limitation externe comme sur les figures 2 à 9, où chaque canal 10 comporte une surface interne 12, et une surface externe 13. Il peut aussi, dans une variante non représentée sur les figures, ne comporter qu'une piste interne, ou qu'une piste externe : par exemple le doigt 8 du spiral est mobile entre deux flasques 11, comportant chacun

un canal 10, dont l'un comporte une piste interne, et l'autre une piste externe, le doigt 10 comporte dans ce cas deux palpeurs 81, de part et d'autre du plan du spiral 2 ; cette variante permet, encore, de prévenir tout vrillage inopportun du spiral, lors d'un choc par exemple.

[0026] Les figures 1 et 3 représentent ce mécanisme 1 dans une position de repos du ressort-spiral 2. Le doigt 8 est alors sans contact avec les parois du canal 10.

[0027] De préférence, ce canal 10 se développe de part et d'autre, de façon sensiblement symétrique, ou symétrique, d'une surface médiane 14, qui s'étend parallèlement à l'axe de pivotement D, et qui a, dans un plan perpendiculaire à ce dernier, un profil en forme de spire, de préférence hélicoïdal, qui reprend celui de la spire 3 porteuse du doigt 8 dans cette position de repos. Bien sûr, la surface 14 peut adopter des profils voisins, par exemple un secteur cylindrique ou similaire. Dans la réalisation particulière et non limitative illustrée par les figures 1 à 6, le canal 10 est délimité, dans un sens appelé longitudinal, par deux surfaces de bout 18 et 19, correspondant respectivement à la position d'extension maximale du ressort-spiral 2, et à sa position de contraction maximale du ressort-spiral. Il est encore délimité, dans un sens dit radial, par une surface interne 12, et par une surface externe 13. Naturellement, le contour du canal 10 peut être continu, et formé d'une seule surface de concavité variable et parallèle à l'axe de pivotement D.

[0028] La limitation de course du doigt 8 par le canal 10 s'effectue donc dans toutes les directions du plan.

[0029] Ainsi, le doigt 8 est à distance des bords interne 12 et externe 13 du canal 10 en fonctionnement normal, et de préférence la trajectoire intrinsèque du doigt 8 est identique à la géométrie d'une surface médiane 14 à égale distance des bords 12 et 13.

[0030] L'angle au centre α , tel que visible sur la figure 4, centré sur l'axe de pivotement D, entre les points extrêmes des surfaces de bout 18 et 19, correspond de préférence à l'amplitude maximale angulaire donnée au doigt 8 correspondant au canal 10 considéré, fixé à la virole 6. Cet angle dépend de l'amplitude d'un balancier 30, dont l'axe 31 est chassé dans une rondelle autobloquante 26 formant la virole 6. A ce propos, celle-ci est de préférence formée sous la forme d'une étoile élastique à plusieurs bras, exerçant un effort de serrage réparti sur la circonférence de cet axe 31. Selon la proximité de la spire 3, porteuse du doigt 8, de l'axe de pivotement D, la distance curviligne entre les surfaces de bout 18 et 19 est variable, d'autant plus grande que la spire 3 concernée est plus éloignée de l'axe D. Par exemple, l'angle α pour un canal 10 correspondant à une spire 3 proche du centre peut être voisin de 300° , tandis qu'il sera plus important, et pourra excéder un tour, pour un canal correspondant à une cinquième spire, le chemin en forme de spire de chaque canal 10 autorisant toutes les valeurs d'angles. Donc l'angle α dépend de l'éloignement de l'axe de pivotement (en termes de nombre de spires séparant le doigt 8 de l'axe D), et de l'amplitude du balancier, et doit être adapté en conséquence.

[0031] Dans la direction radiale, les surfaces interne 12 et externe 13 sont séparées d'une distance qui peut être, selon la réalisation choisie, variable ou constante. On appellera ici L la valeur maximale de cette distance, prise perpendiculairement à l'axe D.

[0032] La figure 6 illustre la configuration lors d'un choc appliqué au ressort-spiral 2 ou au mécanisme 1. Lors d'un tel choc, le doigt 8, ou au moins un doigt 8, s'il y en a plusieurs, vient en contact avec une des surfaces internes du canal de limitation 10 formé dans le flasque 11.

[0033] Dans une réalisation avantageuse et non limitative, illustrée à la figure 7, l'élément d'accrochage 7 est fixé au flasque 11, ou est solidaire de celui-ci par construction. Dans d'autres modes de réalisation, notamment selon la figure 8, cet élément d'accrochage 7 est libre par rapport à ce flasque 11, et est alors fixé à une platine 32, à un pont, ou autre. ;

[0034] Dans les variantes de réalisation illustrées par les figures 1 à 8, le ressort-spiral 2 s'étend d'un premier côté d'un plan P de délimitation, de l'autre côté duquel s'étend le flasque 11, du moins dans la surface maximale projetée du ressort-spiral 2.

[0035] Dans une réalisation particulière, le ressort-spiral 2 est fabriqué de façon monobloc avec la virole 6 ou une rondelle autobloquante 26 constituant cette virole 6, et avec l'élément d'accrochage 7, tel que visible sur la figure 2.

[0036] Dans une réalisation préférée, le ressort-spiral 2 est fabriqué de façon monobloc avec la virole 6 ou une rondelle autobloquante 26 constituant cette virole 6, et avec l'élément d'accrochage 7, et avec le flasque 11, tel que visible sur les figures 7 à 9.

[0037] Un premier niveau d'épaisseur E1 comporte, entre deux plans parallèles P1 et P2, perpendiculaires à l'axe D, le ressort-spiral 2, la virole 6, et l'élément d'accrochage 7, ainsi qu'un premier tronçon 8W de chaque doigt 8.

[0038] Un deuxième niveau d'épaisseur E2 comporte au moins, entre deux plans parallèles P2 et P3, perpendiculaires à l'axe D, un deuxième tronçon 8X de chaque doigt 8, tel que visible sur la figure 8. Dans le cas préféré de la figure 7, ce deuxième niveau comporte encore un tronçon de jonction 7X entre l'élément d'accrochage 7 et le flasque 11.

[0039] Un troisième niveau d'épaisseur E3 comporte, entre deux plans parallèles P3 et P4, perpendiculaires à l'axe D, un troisième tronçon 80 de chaque doigt 8, et le flasque 11 ou du moins une partie de ce dernier. Le flasque 11 comporte une ouverture centrale 15 pour le passage d'un élément mobile fixé à la virole 6, et en particulier un axe 31 d'un balancier 30. Le flasque 11 comporte, autour de chaque doigt 8, un canal de limitation 10. Naturellement, un même canal de limitation 8 peut convenir à la réception de plusieurs doigts 8, mais dans ce cas où il en assure la limitation radiale, il n'en assure la limitation longitudinale que de façon partielle, c'est-à-dire d'un côté seulement, voire pas du tout. Aussi la réalisation préférée consiste à affecter un canal de limitation

10 propre à chaque doigt 8, tel que visible sur la figure 10 où ces canaux 10 sont disjoints. Cette configuration permet d'ailleurs de donner une certaine progressivité à l'action anti-galop du mécanisme 1, en limitant de façon différente la course des différents doigts 8, par un profil différent de leurs canaux de limitation 10, soit en limitation angulaire comme sur la figure 8 où l'angle au centre α du canal 10 le plus intérieur est plus grand que celui αA du canal 10A le plus extérieur, soit en limitation radiale comme sur la même figure où les largeurs respectives L et LA sont différentes, ou bien encore par une combinaison de ces limitations ou simplement par la forme propre au contour de chacune des surfaces de limitation 10.

[0040] Dans une variante avantageuse de réalisation, le ressort-spiral 2 est conçu de manière à ce que son centre de gravité soit toujours centré lors de la déformation angulaire du spiral.

[0041] Dans une variante d'exécution préférée visible aux figures 7 à 9, le mécanisme anti-galop 1 est entièrement en matériau micro-usinable, de préférence en silicium sous forme monocristalline ou polycristalline, ou/et en oxyde de silicium, avec des wafers SOI, le ressort-spiral 2 étant gravé dans un « device layer », et le flasque 11 et la troisième partie 80 du doigt 8 étant gravés dans un « handle layer ». Cette réalisation se prête à l'exécution des variantes illustrées aux figures 1 et 3 à 6, et 10, et en particulier à l'obtention d'une distance très faible entre le ressort-spiral 2 et le flasque 11, typiquement de l'ordre du micromètre .

[0042] Une telle exécution, en matériau micro-usinable permet, encore, l'exécution d'une variante selon la figure 13, avec des surfaces périphériques du canal de limitation 10 comportant des moyens d'amortissement : pattes élastiques 48 et 49 au niveau des surfaces de bout 18 et 19, en débattement entre le canal 10 et une chambre 58, 59, parois minces élastiques 42 et 43 au niveau des surfaces interne 12 et externe 13, séparant le canal 10 de poches 52, 53.

[0043] La figure 9 illustre une variante de mécanisme anti-galop 1 qui comporte un deuxième ressort-spiral 2A monté coaxialement, le deuxième ressort-spiral 2A et le ressort-spiral 2 étant gravés dans deux layers externes, et le flasque 11 et la troisième partie 80 du doigt 8 étant gravés dans un layer interne.

[0044] Tel que visible sur la figure 11, l'invention concerne encore un mouvement horloger 200 comprenant un organe régulateur 100 à résonateur balancier-spiral comportant au moins un tel mécanisme anti-galop 1, et dont le au moins un ressort-spiral 2 est monté sur un axe 31 d'un balancier 30 pivotant entre une platine 32 et un flasque 11, qui est avantageusement celui du mécanisme 1. Selon l'invention, la lame 20 du ressort-spiral 2 est prolongée par une rondelle autobloquante 26 élastique constituant la virole 6 pour positionner le ressort-spiral 2 sur l'axe 31 du balancier 30, pour maîtriser la distance et l'orientation du point d'origine d'une spirale d'Archimède selon laquelle s'étend la lame 20 par rapport à l'axe de pivotement D du balancier 30.

[0045] Le flasque 11 est fixé à la platine 32. De façon avantageuse, sa position est réglable, notamment angulairement, afin de pouvoir effectuer facilement la mise au repère du spiral, en particulier le réglage du point de repos.

[0046] Différents procédés de fabrication sont utilisables, pour réaliser un mécanisme anti-galop 1 selon l'invention, de façon monobloc.

[0047] A titre d'exemple non limitatif, la réalisation en matériau micro-usinable peut être effectuée par l'un des procédés suivants :

Le procédé classique, permettant de réaliser le mécanisme 1 de la figure 7, ou celui de la figure 8, consiste à mettre en oeuvre un wafer SOI, avec deux niveaux de silicium, et une couche d'oxyde, notamment SiO_2 . Les wafers sont composés de trois couches en sandwich. La couche intermédiaire d'oxyde, 8X, 7X, entre les plans P2 et P3, a une épaisseur d'environ 2 μm , la couche externe inférieure, entre les plans P3 et P4, en silicium fait typiquement 300 μm , et la couche supérieure, entre les plans P1 et P2, en silicium 100 μm . Dans ce cas, sur la figure 7, la distance entre les spires 3 du ressort 2 et l'élément 11 est de 2 μm et est définie par l'oxyde.

[0048] Après la constitution du wafer, la première étape consiste à effectuer une gravure du niveau supérieur en silicium, pour dégager les contours des composants devant subsister, ici le spiral 2, la virole 6, l'élément d'accrochage 7, et la partie supérieure 8W du doigt 8, et en arrêtant la gravure à la limite de la couche d'oxyde.

[0049] La deuxième étape consiste à effectuer la gravure du niveau inférieur en silicium, pour dégager les contours des composants devant subsister, ici le flasque 11, et le corps 80 du palpeur 81 du doigt 8, et en arrêtant la gravure à la limite de la couche d'oxyde.

[0050] La troisième étape consiste à effectuer la gravure du niveau intermédiaire en oxyde de silicium, pour ne laisser subsister que les zones de liaison : 8X dans le doigt 8 entre la partie supérieure 8W et le corps 80 d'une part, et 7X entre l'élément d'accrochage 7 et le flasque 11 d'autre part.

[0051] Un autre procédé permettant de réaliser le mécanisme 1 de la figure 7A, ou celui de la figure 9, consiste à mettre en oeuvre un wafer SOI, avec trois niveaux de silicium, et deux couche d'oxyde les séparant deux à deux : sur la base d'un wafer en silicium SOI, on ajoute une couche supplémentaire (en fait on ajoute une couche d'oxyde de typiquement 2 μm et une couche de silicium, typiquement 100 μm). Dans ce cas, sur la figure 7A, entre les spires 3 du ressort 2 et l'élément 11, entre le plan P3 et le plan P4, est de 100 μm et est définie par une couche de silicium 8A, 7Y. L'oxyde n'est plus une couche fonctionnelle. Ceci est avantageux car les spires 3 du ressort 2 ne risquent pas de se coller sur l'élément 11. Ce second procédé permet aussi de réaliser la variante de la figure 9 avec la distance, entre les spires 3 du ressort 2 et l'élé-

ment 11, qui est de 2 μm définie par les couches d'oxyde 8X, 7X, ainsi qu'entre les spires du ressort 2A et l'élément 11, qui est de 2 μm définie par les couches d'oxyde 8Y, 7AX.

[0052] La séquence selon laquelle on peut réaliser le premier procédé, selon l'exemple de la figure 7A et tel que représenté à la figure 12, comporte une première étape :

a) se munir 400 d'un substrat 410 comportant une couche supérieure 420 et une couche inférieure 430 en matériaux à base de silicium ;

[0053] Ce procédé comporte en outre les étapes suivantes :

b) graver 500 sélectivement au moins une cavité 510 dans la couche supérieure 420 pour définir au moins un doigt 8 en matériau à base de silicium du spiral 2 ;

c) solidariser 600, sur la couche supérieure 420 gravée du substrat 400, une couche supplémentaire 440 de matériau à base de silicium ;

d) graver 700 sélectivement au moins une cavité 710 dans la couche supplémentaire 440 pour continuer le motif du au moins un doigt 8 et définir les motifs d'un ressort-spiral 2 et d'un élément d'accrochage 7 et d'une virole 6 en matériau à base de silicium du spiral ;

e) graver 800 sélectivement au moins une cavité 810 dans la couche inférieure 430 pour continuer le motif du au moins un doigt 8 et définir le motif d'un flasque 11 comportant au moins un canal 10 de limitation de course du au moins un doigt 8 ;

f) libérer 900 le mécanisme anti-galop 1 du substrat 41.

[0054] L'homme du métier peut naturellement apporter des variantes à ce procédé, ou mettre en oeuvre des procédés similaires, en particulier en suivant les enseignements des demandes de brevet publiées de la Société NIVAROX-FAR SA, relatives à l'élaboration de ressorts-spiraux ou de composants de mouvements d'horlogerie en matériaux micro-usinables. Les matériaux choisis pour un module d'élasticité élevés, notamment supérieur à 50000 N/mm², et de préférence supérieur à 100000 N/mm², sont avantageusement choisis parmi les verres métalliques ou matériaux au moins partiellement amorphes.

[0055] De préférence, la valeur nominale déterminée de l'élongation angulaire α maximale est de 300°.

[0056] Le positionnement du doigt 8 est préférentiellement effectué sur une des spires proches de l'axe comme illustré sur les figures 1 à 6.

[0057] En somme, le principe de l'invention est d'utiliser ce doigt 8, en combinaison avec le canal de limitation 10, pour limiter l'amplitude du ressort-spiral 2. En régime normal, le doigt 8 ne frotte pas contre le canal 10 puisque sa trajectoire intrinsèque est identique à la géométrie du

canal 10. Le canal 10 est dimensionné de façon à limiter la course du balancier 30 lors d'amplitudes trop élevées. Les spires 3 situées entre le doigt 8 et l'axe de pivotement D, toujours fonctionnelles lors d'amplitudes trop grandes, déterminent la rigidité du mécanisme anti-galop 1 selon l'invention. La variante comportant plusieurs doigts 8, chacun dans un canal 10 qui lui est propre, permet, en modifiant de façon différentielle le nombre de spires 3 du ressort restant fonctionnelles, de rendre progressive l'action du mécanisme 1.

[0058] L'invention apporte, avec un mécanisme de très faible épaisseur ne pénalisant pas l'épaisseur totale du mouvement, les avantages recherchés :

- le système balancier-spiral ne voit pas son inertie et son mouvement perturbés durant la course normale du système grâce au fait que le doigt 8 ne frotte pas dans son canal 10 pendant la marche normale ;
- la limitation en amplitude apportée par le mécanisme 1 selon l'invention est fonctionnelle pour les deux sens de rotation.

Revendications

1. Ressort-spiral (2) comportant au moins une lame (20) enroulée en une pluralité de spires (3), parmi lesquelles spires (3), à une première extrémité (24), une spire interne (4) est solidaire d'une virole (6) coaxiale audit ressort-spiral (2) par rapport à un axe de pivotement (D), et, à une deuxième extrémité opposée (25), une spire externe (5) est solidaire d'un élément d'accrochage (7), **caractérisé en ce que** au moins une dite spire (3) dudit ressort-spiral (2) porte ou comporte au moins un doigt (8), monté solidairement de ladite au moins une spire (3).
2. Ressort-spiral (2) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit au moins un doigt (8) comporte au moins un palpeur (81), qui se développe selon une direction sensiblement parallèle audit axe de pivotement (D), sensiblement perpendiculairement à un plan dans lequel s'étendent les différentes dites spires (3).
3. Mécanisme anti-galop (1) pour organe régulateur (100) d'horlogerie comportant au moins un ressort-spiral (2) avec une lame (20) enroulée en une pluralité de spires (3) dont, à une première extrémité (24) une spire interne (4) est solidaire d'une virole (6) coaxiale audit ressort-spiral (2) par rapport à un axe de pivotement (D), et à une deuxième extrémité (25) opposée une spire externe (5) est solidaire d'un élément d'accrochage (7), **caractérisée en ce que** au moins une dite spire (3) dudit ressort-spiral (2) comporte au moins un doigt (8) comportant au moins un palpeur (81) et monté solidairement de ladite au moins une spire (3), et ledit au moins un palpeur (81)

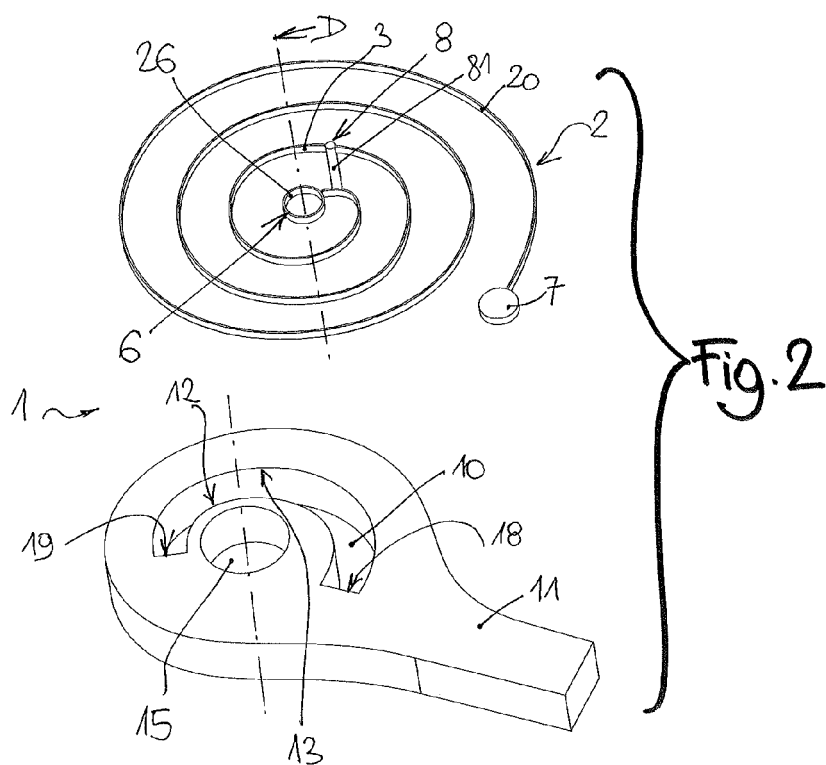
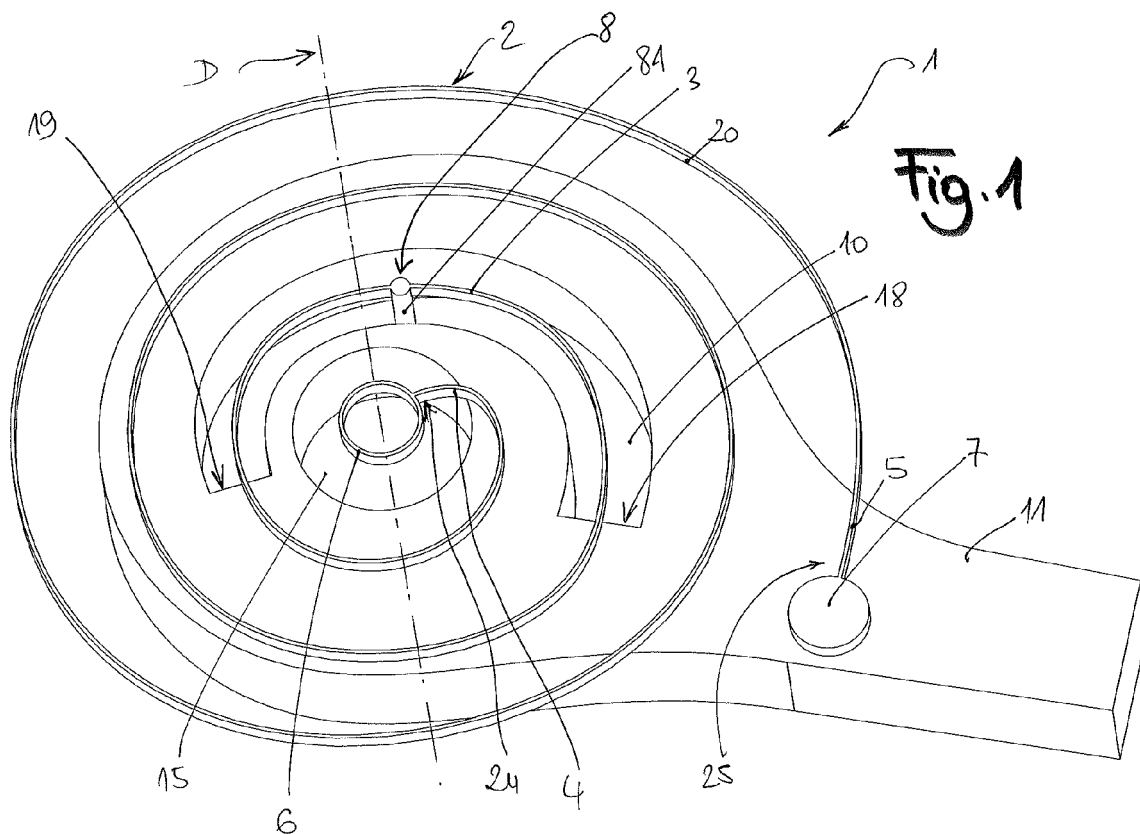
étant mobile sans contact, pendant la contraction ou l'extension normale dudit ressort-spiral (2), dans un canal (10) de limitation de course que comporte un flasque (11) dudit mécanisme anti-galop (1), et ledit canal (10) étant configuré de façon à limiter la course dudit doigt (8) par rapport audit axe de pivotement (D) quand l'angle de pivotement imprimé à ladite virole (6) est supérieur à une valeur nominale déterminée.

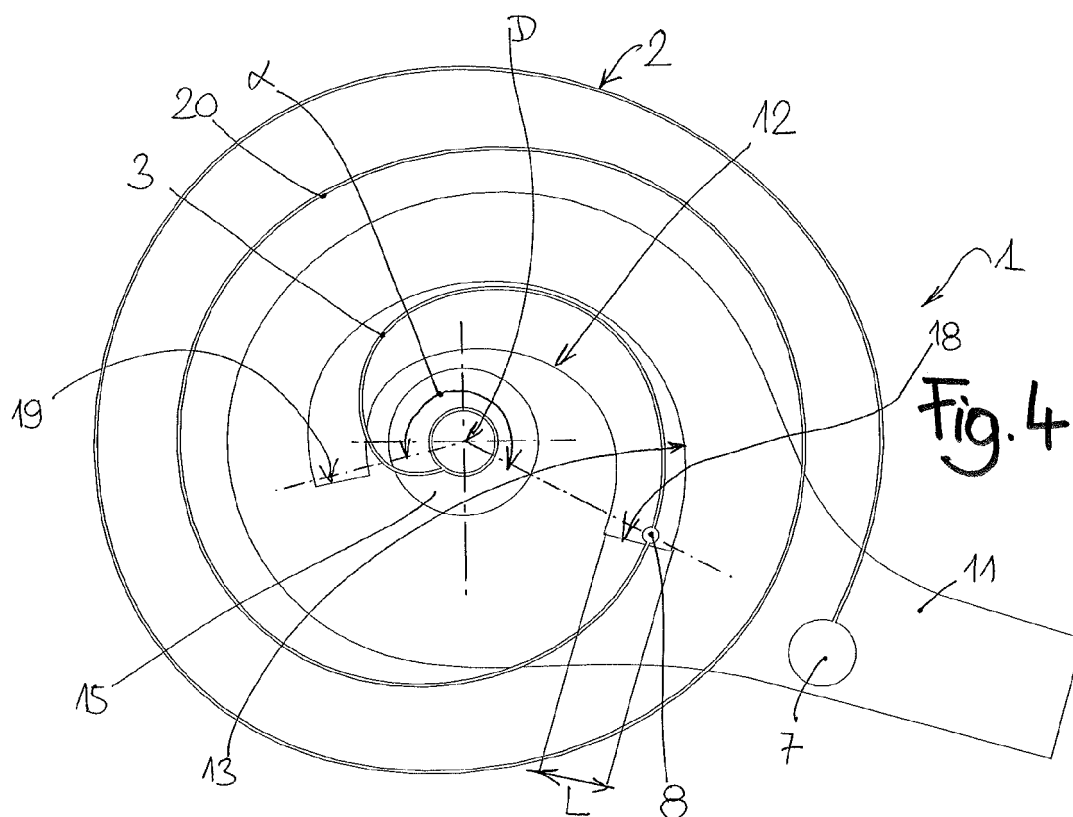
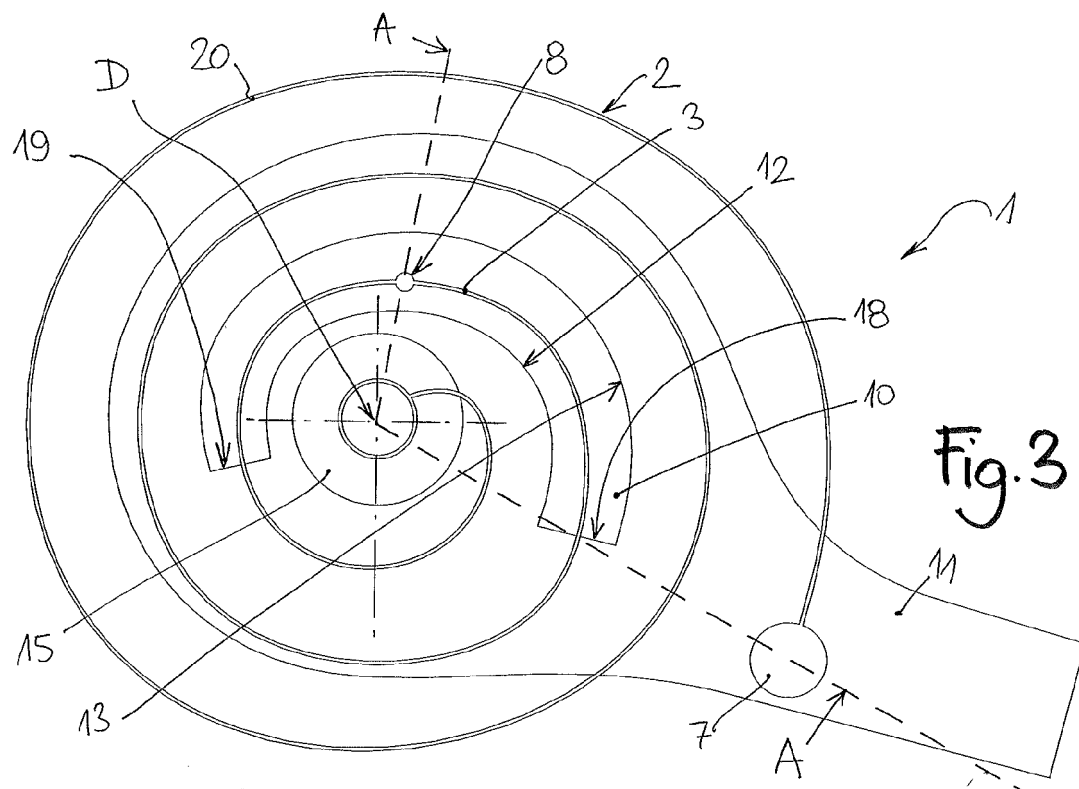
4. Mécanisme anti-galop (1) selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** ledit élément d'accrochage (7) est fixé audit flasque (11).
5. Mécanisme anti-galop (1) selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé en ce que** ledit ressort-spiral (2) s'étend d'un premier côté d'un plan (P) de délimitation de l'autre côté duquel s'étend ledit flasque (11), du moins dans la surface maximale projetée dudit ressort-spiral (2).
6. Mécanisme anti-galop (1) selon l'une des revendications 3 à 5, **caractérisé en ce que** ledit canal (10) est en forme de spire.
7. Mécanisme anti-galop (1) selon l'une des revendications 3 à 6, **caractérisé en ce que** ledit doigt (8) est à distance des bords (12 ; 13) dudit canal (10) en fonctionnement normal, et que la trajectoire intrinsèque dudit doigt (8) est identique à la géométrie d'une surface médiane (14) à égale distance desdits bords (12 ; 13) dudit canal (10).
8. Mécanisme anti-galop (1) selon l'une des revendications 3 à 7, **caractérisé en ce que** ledit ressort-spiral (2) est fabriqué de façon monobloc avec ladite virole (6), ledit élément d'accrochage (7) et ledit flasque (11).
9. Mécanisme anti-galop (1) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce qu'il** est entièrement en silicium sous forme monocristalline ou polycristalline avec des wafers SOI, ledit ressort-spiral (2) étant gravé dans un « device layer » et ledit flasque (11) et ledit doigt (8) étant gravés dans un « handle layer ».
10. Mécanisme anti-galop (1) selon la revendication 8, **caractérisé en ce qu'il** est entièrement en silicium avec des wafers SOI, et comporte un deuxième ressort-spiral (21) monté coaxialement, ledit deuxième ressort-spiral (21) et ledit ressort-spiral (2) étant gravés dans deux layers externes, et ledit flasque (11) et ledit doigt (8) étant gravés dans un layer interne.
11. Mécanisme anti-galop (1) selon l'une des revendications 3 à 10, **caractérisé en ce que** ledit ressort-spiral (2) comporte plusieurs dits doigts (8) chacun

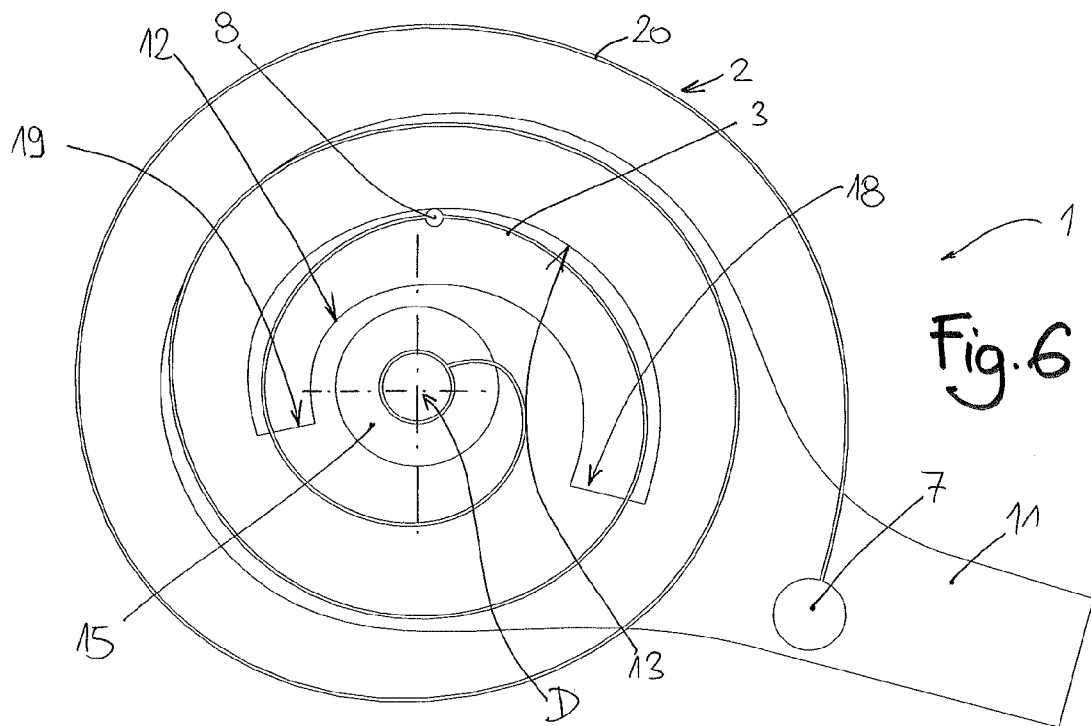
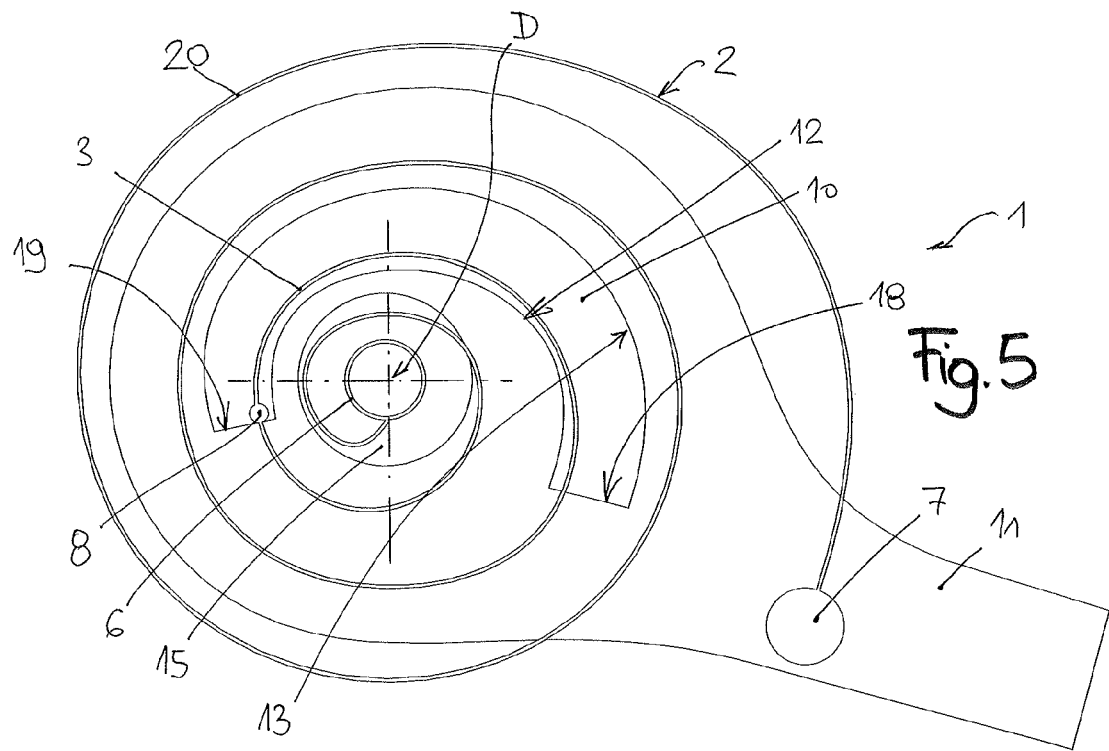
coopérant avec un dit canal (10) de limitation de course radiale.

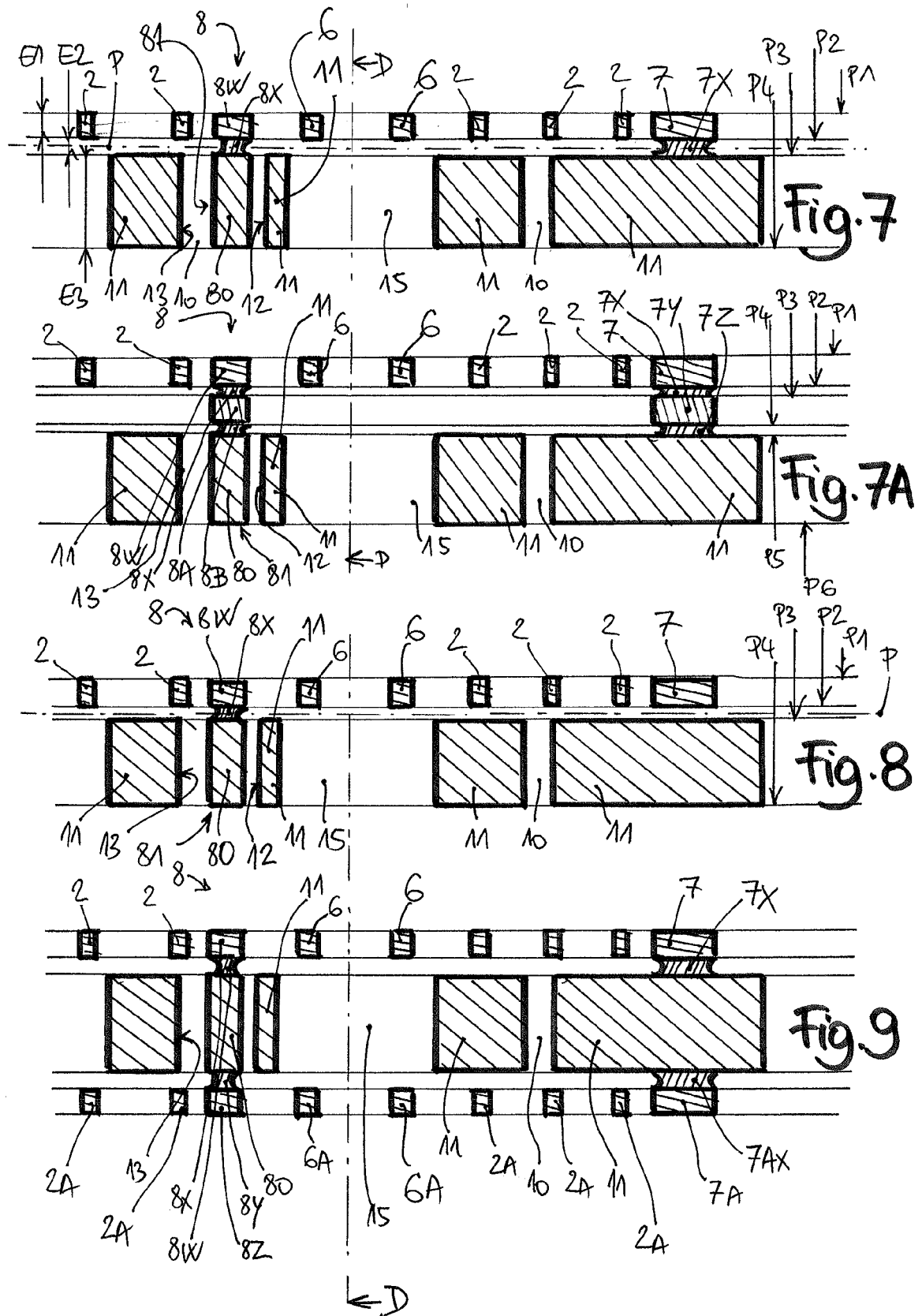
12. Mécanisme anti-galop (1) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** lesdits canaux (10) sont disjoints. 5
13. Mouvement horloger (200) comprenant un organe régulateur (100) à résonateur balancier-spiral comportant au moins un mécanisme anti-galop (1) selon l'une des revendications 3 à 12, et dont ledit au moins un ressort-spiral (2) est monté sur un axe (31) d'un balancier (30) pivotant entre une platine (32) et un dit flasque (11), **caractérisé en ce que** ladite lame (20) dudit ressort-spiral (2) est prolongée par une rondelle autobloquante (26) élastique constituant ladite virole (6) pour positionner ledit ressort-spiral (2) sur ledit axe (31) dudit balancier (30), pour maîtriser la distance et l'orientation du point d'origine d'une spirale d'Archimède selon laquelle s'étend ladite lame (20) par rapport à l'axe de pivotement (D) dudit balancier (30). 10 15 20
14. Procédé de fabrication d'un mécanisme anti-galop (1) comportant une première étape : 25
- a) se munir (400) d'un substrat (410) comportant une couche supérieure (420) et une couche inférieure (430) en matériaux à base de silicium; **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre les étapes suivantes : 30
- b) graver (500) sélectivement au moins une cavité (510) dans ladite couche supérieure (420) pour définir au moins un doigt (8) en matériau à base de silicium dudit spiral (2) ; 35
- c) solidariser (600), sur ladite couche supérieure (420) gravée dudit substrat (410), une couche supplémentaire (440) de matériau à base de silicium ; 40
- d) graver (700) sélectivement au moins une cavité (710) dans ladite couche supplémentaire (440) pour continuer le motif dudit au moins un doigt (8) et définir les motifs d'un ressort-spiral (2) et d'un élément d'accrochage (7) et d'une virole (6) en matériau à base de silicium dudit spiral ; 45
- e) graver (800) sélectivement au moins une cavité (810) dans ladite couche inférieure (430) pour continuer le motif dudit au moins un doigt (8) et définir le motif d'un flasque (11) comportant au moins un canal (10) de limitation de course dudit au moins un doigt (8) ; 50
- f) libérer (900) le mécanisme anti-galop (1) dudit substrat (410). 55
15. Procédé selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** ledit mécanisme anti-galop (1) est entièrement en silicium avec des wafers SOI, ledit ressort-

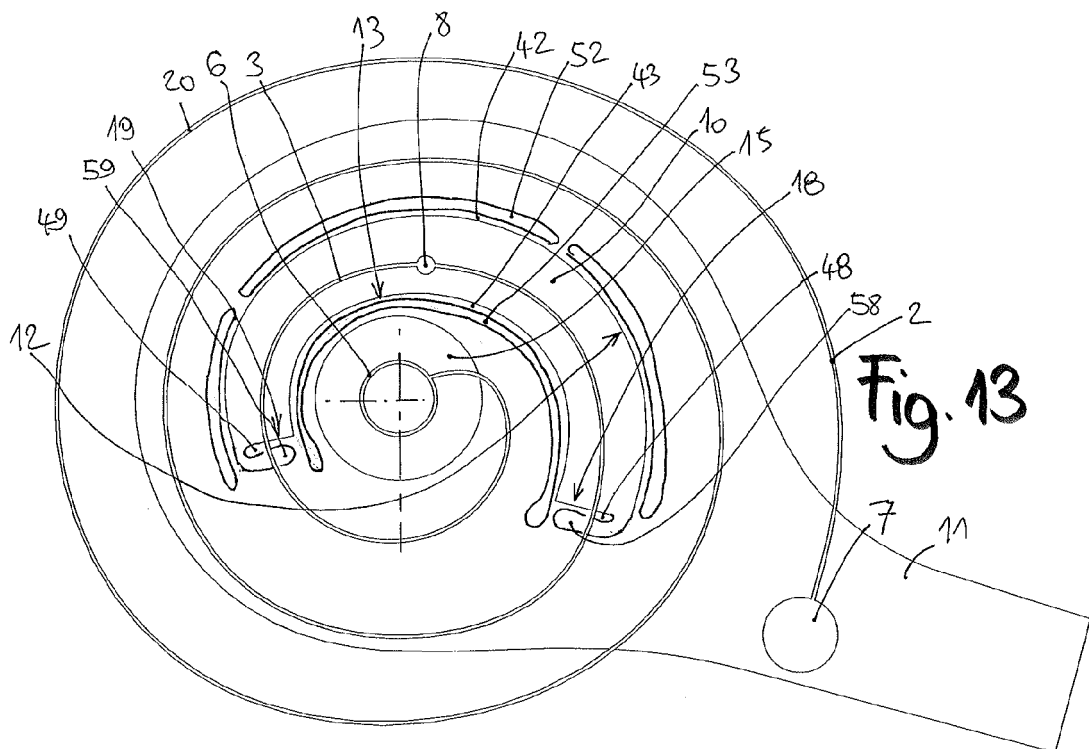
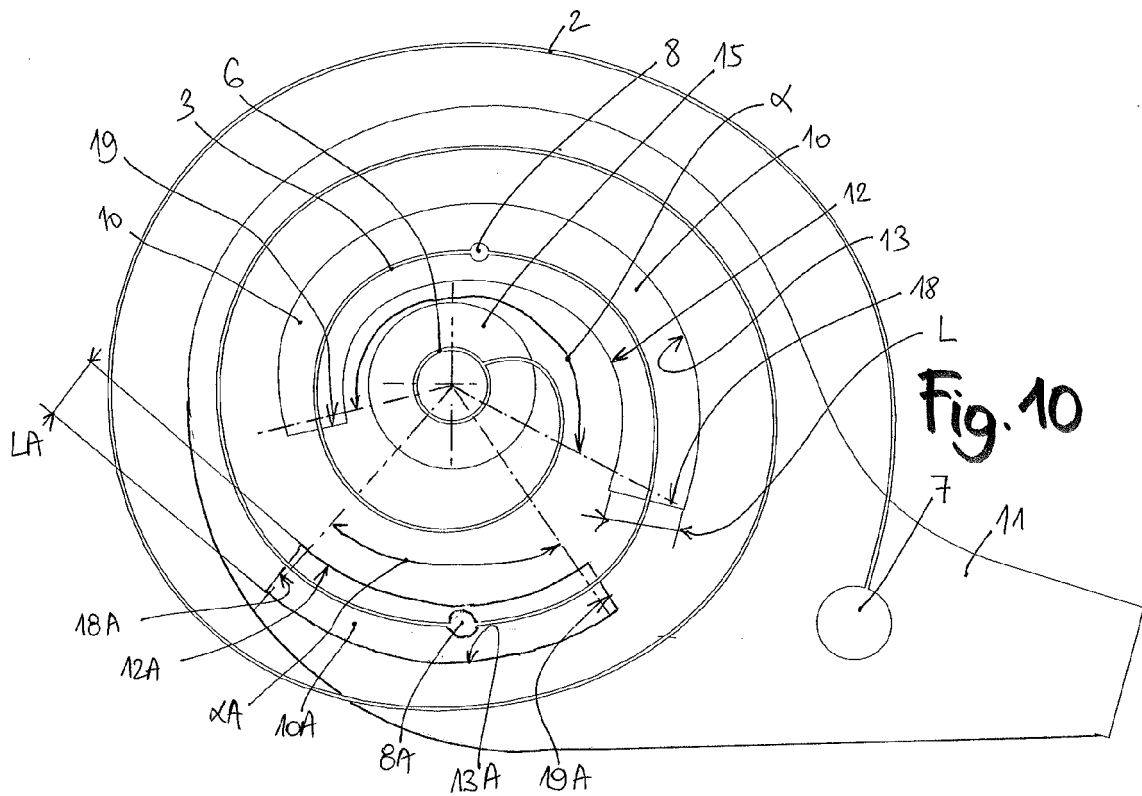
spiral (2) d'une part, et une partie dudit au moins un doigt (8) solidaire dudit ressort-spiral (2) et située entre deux plans parallèles (P1 ; P2) définissant les limites dudit ressort-spiral (2) d'autre part, étant gravés dans un « device layer », et encore ledit flasque (11) d'une part, et une autre partie dudit au moins un doigt (8) distante dudit ressort-spiral (2) et située à l'extérieur de l'espace compris entre lesdits deux plans (P1 ; P2) d'autre part, étant gravés dans un « handle layer ».

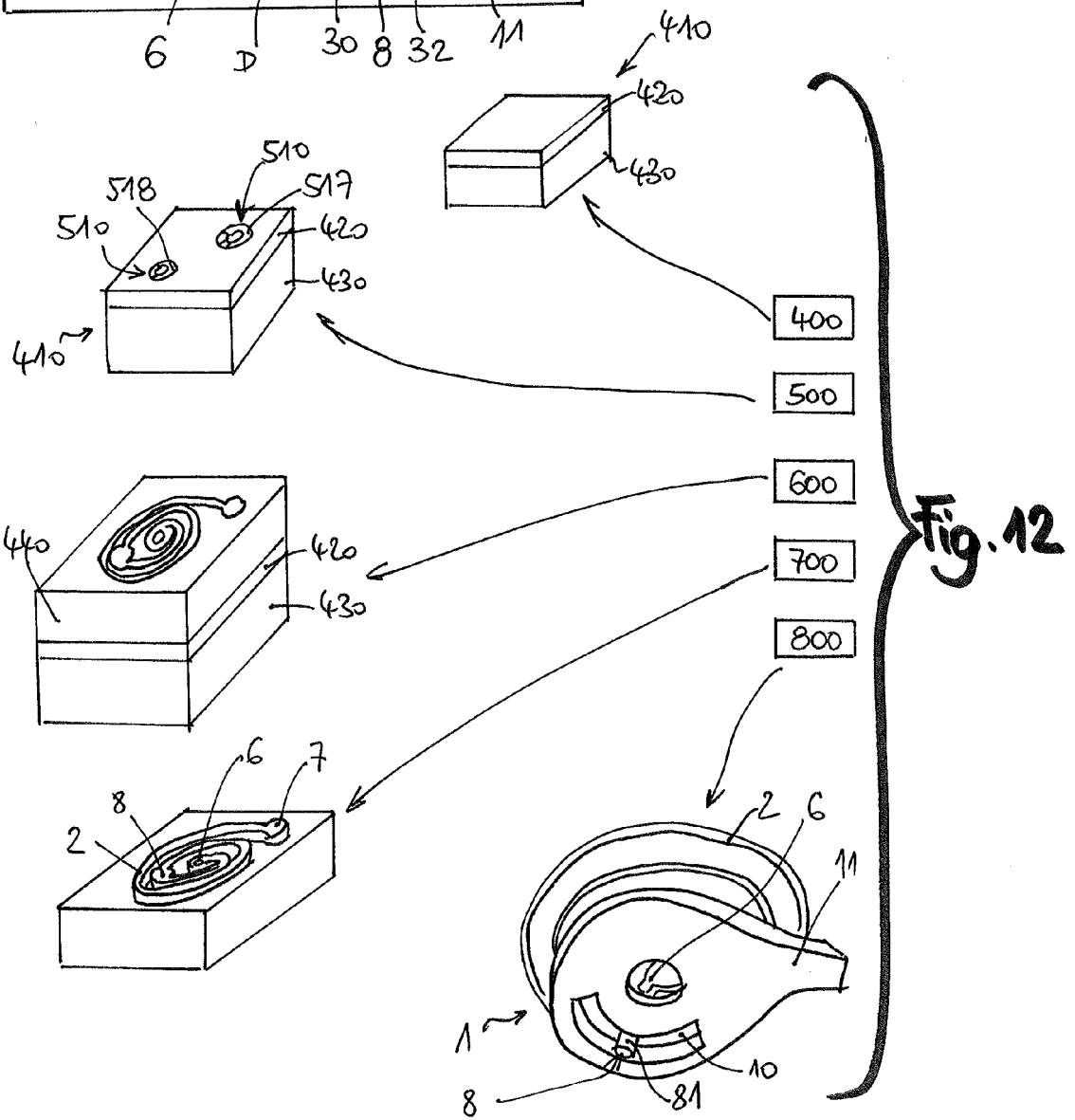
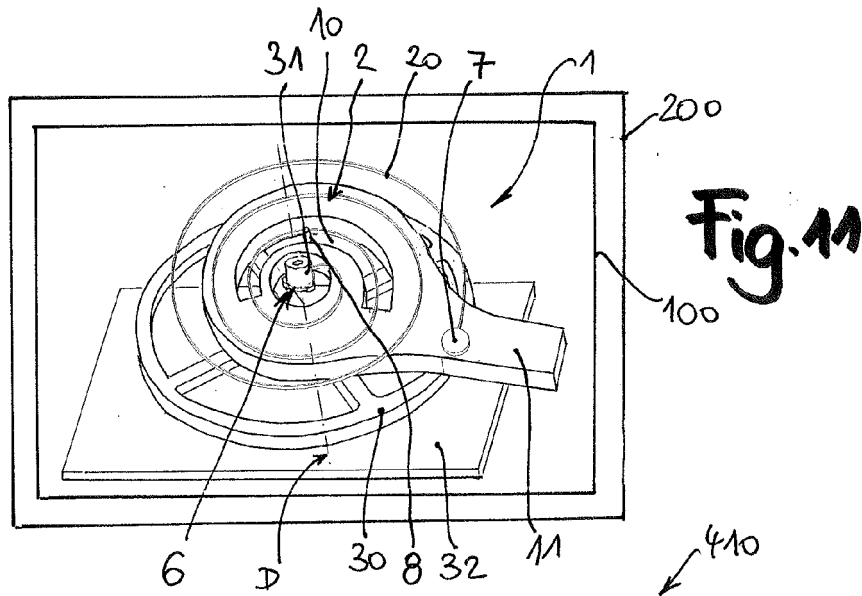














RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 12 17 7895

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	EP 2 196 867 A1 (MONTRES BREGUET SA [CH]) 16 juin 2010 (2010-06-16) * figures 5-9 * * alinéas [0021] - [0032] * -----	1,2	INV. G04B17/06 G04B17/26
X	US 3 041 819 A (ENSIGN GEORGE G ET AL) 3 juillet 1962 (1962-07-03) * colonne 2, ligne 33-44 * * colonne 4, ligne 50-66 * * figures 1,6,7 * -----	1,2 3-15	
X	US 3 696 687 A (HARLAND PHILIP W) 10 octobre 1972 (1972-10-10) * figure 2 * -----	1	
X	EP 2 434 353 A1 (MONTRES BREGUET SA [CH]) 28 mars 2012 (2012-03-28) * figures 6-10 * -----	1	
A	DE 12 06 811 B (LARS AADNESEN LOEGE) 9 décembre 1965 (1965-12-09) * le document en entier * -----	3	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) G04B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 4 février 2013	Examineur Pirozzi, Giuseppe
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P/MC02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 12 17 7895

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.

04-02-2013

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2196867	A1	16-06-2010	CN 101750954 A	23-06-2010
			EP 2196867 A1	16-06-2010
			EP 2196868 A1	16-06-2010
			JP 2010139505 A	24-06-2010
			TW 201102773 A	16-01-2011
			US 2010149927 A1	17-06-2010
US 3041819	A	03-07-1962	AUCUN	
US 3696687	A	10-10-1972	AUCUN	
EP 2434353	A1	28-03-2012	CN 102419541 A	18-04-2012
			EP 2434353 A1	28-03-2012
			JP 2012073248 A	12-04-2012
			US 2012075963 A1	29-03-2012
DE 1206811	B	09-12-1965	AUCUN	

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 1801668 B1 [0007]
- EP 1666990 A2 [0008] [0011]
- EP 2450756 A1 [0009]
- EP 101899987 A [0011]