



(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
19.06.2024 Bulletin 2024/25

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
G04B 17/06 (2006.01) G04B 17/32 (2006.01)
G04B 18/06 (2006.01) G04B 18/08 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **22213757.2**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
G04B 17/325; G04B 17/066; G04B 18/06;
G04B 18/08

(22) Date de dépôt: **15.12.2022**

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
 Etats d'extension désignés:
BA
 Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(72) Inventeurs:
 • **CUSIN, Pierre**
1423 Villars-Burquin (CH)
 • **DI DOMENICO, Gianni**
2000 Neuchâtel (CH)

(71) Demandeur: **Omega SA**
2502 Bienne (CH)

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

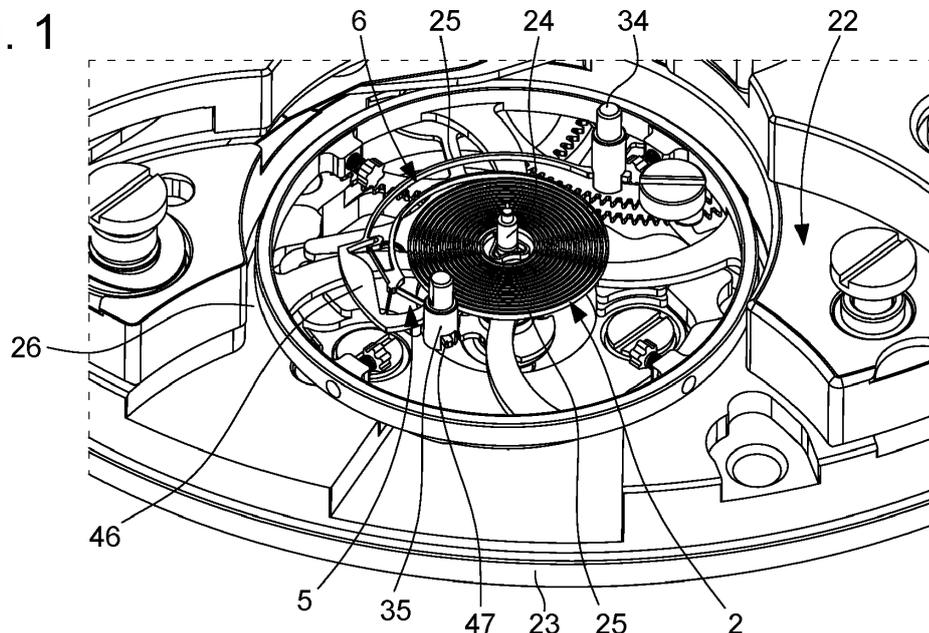
(54) **RESSORT-SPIRAL POUR MÉCANISME RÉSONATEUR D'HORLOGERIE MUNI DE MOYENS D'AJUSTEMENT DE LA FLEXIBILITÉ ET MATÉRIAUX ASSOCIÉS**

(57) L'invention concerne un ressort-spiral, notamment pour un mécanisme résonateur d'horlogerie, le ressort-spiral (1) comprenant un ruban flexible (2) enroulé sur lui-même selon plusieurs spires, le ruban (2) ayant une flexibilité prédéfinie, le ressort-spiral (1) comportant des moyens d'ajustement de sa flexibilité, les moyens d'ajustement comportant un élément élastique (5) en contact direct avec le ruban (2), l'élément élastique (5) ayant de préférence une flexibilité inférieure à celle du

ruban (2), les moyens d'ajustement comportant des moyens de précontrainte (6) pour appliquer une force ou un couple variable sur l'élément élastique (5), de manière à faire varier la flexibilité de l'élément élastique (5), l'élément élastique (5) et le ruban (2) étant distincts et assemblés l'un à l'autre par des moyens d'assemblage.

L'invention concerne aussi un mécanisme résonateur d'horlogerie comprenant un tel ressort-spiral (1).

Fig. 1



Description

Domaine technique de l'invention

[0001] L'invention se rapporte à un ressort-spiral pour un mécanisme résonateur d'horlogerie, le ressort-spiral étant muni de moyens de réglage de la flexibilité dudit ressort-spiral. L'invention se rapporte également à un mécanisme résonateur d'horlogerie muni d'un tel ressort-spiral.

Arrière-plan technologique

[0002] La plupart des montres mécaniques actuelles sont munie d'un balancier-spiral et d'un mécanisme d'échappement à ancre suisse. Le balancier-spiral constitue la base de temps de la montre. On l'appelle aussi mécanisme résonateur ou organe réglant.

[0003] L'échappement, quant à lui, remplit deux fonctions principales:

- entretenir les va-et-vient du résonateur ;
- compter ces va-et-vient.

[0004] Pour constituer un résonateur mécanique, il faut un élément inertiel, un guidage et un élément de rappel élastique. Traditionnellement, un ressort spiral joue le rôle d'élément de rappel élastique pour l'élément inertiel que constitue un balancier. Ce balancier est guidé en rotation par des pivots qui tournent dans des paliers lisses en rubis.

[0005] Le ressort-spiral de balancier doit généralement pouvoir être réglé pour améliorer la précision d'une montre. A cette fin, on utilise des moyens de réglages de la flexibilité du ressort-spiral, telle une raquette pour modifier la longueur effective du ressort. Ainsi, on modifie sa flexibilité pour ajuster la précision de marche de la montre. Toutefois, l'effet d'une raquette traditionnelle pour ajuster la marche reste limitée, et elle n'est pas toujours efficace pour rendre le réglage suffisamment précis, de l'ordre de quelques secondes ou quelques dizaines de secondes par jour.

[0006] Pour un ajustement de la marche plus fin, il existe des moyens de réglage comprenant une ou plusieurs vis agencées dans la serge du balancier. En agissant sur les vis, on modifie l'inertie du balancier, qui a comme effet de modifier sa marche.

[0007] Cependant, ce mode de réglage n'est pas facile à effectuer, et ne permet quand même pas d'obtenir une finesse du réglage suffisante de la marche de l'oscillateur.

[0008] Pour améliorer la finesse de réglage, il a été proposé dans une précédente demande (EP22177059.7), d'ajouter des moyens d'ajustement de la flexibilité d'un ressort-spiral, les moyens d'ajustement comprenant un élément élastique agencé en série d'un ruban flexible enroulé. L'élément élastique est soumis à

une précontrainte variable pour modifier sa flexibilité, et ainsi pour pouvoir ajuster la marche de l'organe réglant.

[0009] En agissant sur les moyens de précontrainte, on modifie la force ou le couple appliqué sur l'élément élastique, ce qui entraîne une modification de la flexibilité de l'ensemble comprenant l'élément élastique et le ruban. En effet, l'élément élastique mis en série avec le ruban apporte une flexibilité supplémentaire au ruban, qui se combine à celle du ruban. Ainsi, lorsque les moyens de précontrainte appliquent une force ou un couple variable sur l'élément élastique, ils modifient la flexibilité de l'élément élastique et donc de l'ensemble comprenant le ruban sans modifier la flexibilité du ruban, dont l'extrémité garde la même position, quel que soit la force ou le couple variable appliqué sur l'élément élastique.

[0010] Ce ressort-spiral est notamment prévu monobloc, et venant d'une même matière, par exemple du silicium, pour faciliter sa production.

[0011] Pour l'assemblage du ressort-spiral monobloc dans le mouvement, il est généralement prévu de coller certaines parties du ressort spiral à la platine ou un pont de platine, notamment sur un ou plusieurs pitons. En particulier, l'élément élastique nécessite d'être relié à la platine par l'intermédiaire d'un support fixe pour pouvoir produire la précontrainte sur l'élément élastique.

[0012] Cependant, à long terme, une telle précontrainte risque d'engendrer une déformation de la colle reliant le support fixe au piton, qui peut aboutir à un défaut de réglage des moyens d'ajustement, voire à une désolidarisation du support fixe au piton.

[0013] Les autres méthodes d'assemblage, par exemple le chassage ou le vissage, ne peuvent être utilisées avec certains matériaux, tel le silicium, qui est un matériau plus fragile, et donc cassant. En effet, les contraintes induites dans le matériau par le chassage ou le vissage fragilisent, voire cassent directement l'élément élastique avec un tel matériau.

Résumé de l'invention

[0014] Le but de la présente invention est de pallier tout ou partie des inconvénients cités précédemment en proposant un ressort spiral muni de moyens de réglages efficaces et précis, configurés en particulier pour pouvoir être assemblés durablement à la platine d'un mouvement d'horlogerie.

[0015] A cet effet, l'invention se rapporte à un ressort-spiral pour un mécanisme résonateur d'horlogerie, le ressort-spiral comprenant un ruban flexible enroulé sur lui-même selon plusieurs spires, le ruban ayant une flexibilité prédéfinie, le ressort-spiral comportant des moyens d'ajustement de sa flexibilité, les moyens d'ajustement comportant un élément élastique agencé en série du ruban, l'élément élastique reliant une extrémité dudit ruban à un support fixe, de manière à ajouter une flexibilité supplémentaire au ruban, l'élément élastique ayant de préférence une flexibilité inférieure à celle du ruban, les moyens d'ajustement comportant des moyens de pré-

contrainte pour appliquer une force ou un couple variable sur l'élément élastique sans modifier la position de l'extrémité du ruban, de manière à faire varier uniquement la flexibilité de l'élément élastique.

[0016] L'invention est remarquable en ce que l'élément élastique et le ruban sont distincts et assemblés l'un à l'autre par des moyens d'assemblage.

[0017] Grâce à l'invention, on peut fabriquer le ruban et l'élément élastique indépendamment l'un de l'autre, et les relier par des moyens d'assemblage. Il est donc possible de choisir des matériaux différents pour le ruban flexible et pour l'élément élastique. Par exemple, on peut choisir un premier matériau plus robuste pour l'élément élastique, afin de pouvoir utiliser des moyens d'assemblage plus résistants que la colle.

[0018] Ainsi, on peut utiliser des méthodes d'assemblage tels que le chassage ou de vissage pour assembler l'élément élastique à un piton, sans qu'il risque de se détériorer ou se casser. De plus, on évite d'utiliser de la colle qui produit un assemblage moins durable.

[0019] A contrario, on peut utiliser un matériau moins résistant pour le ruban du ressort-spiral, tel que du silicium ou de l'oxyde de silicium, ce matériau présentant d'autres propriétés avantageuses, notamment des propriétés amagnétiques.

[0020] Dans ce cas, on peut utiliser de la colle pour assembler le ruban flexible à l'élément élastique, car la jonction d'assemblage entre le ruban et l'élément élastique n'est pas soumise aux moyens de précontrainte.

[0021] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, l'élément élastique est formé d'un premier matériau supportant des moyens d'assemblage engendrant des contraintes induites dans le premier matériau, tels que le chassage ou le vissage.

[0022] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, les moyens de précontrainte sont formés du premier matériau.

[0023] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, le premier matériau est à choisir parmi des métaux ou des alliages de métaux, tels le maillechort, le Cube2, l'acier ou des alliages à base de nickel (Ni, NiP, NiW), ou des matériaux pour des procédés de type LIGA, tels que des alliages à base de Ni, à base de CuNiSn, ou un acier de type maraging.

[0024] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, le ruban est formé d'un deuxième matériau différent du premier matériau, par exemple comportant du silicium ou de l'oxyde de silicium, de préférence en totalité.

[0025] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, le deuxième matériau est de type Nivarox CT® ou de type Nivachron®.

[0026] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, le ruban et l'élément élastique sont assemblés par collage comme moyens d'assemblage.

[0027] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, l'élément élastique est agencé à une extrémité externe du ruban.

[0028] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, l'élément élastique comprend un guidage flexible muni d'au moins une lame flexible, de préférence deux lames décroisées, et d'une partie rigide mobile sur laquelle est raccordé le ruban.

[0029] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, le couple ou la force est ajustable de manière continue par les moyens de précontrainte.

[0030] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, les moyens de précontrainte comprennent une lame flexible secondaire reliée à l'élément élastique.

[0031] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, les moyens de précontrainte comprennent un levier pour ajuster la force ou le couple variable.

[0032] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, l'élément élastique est agencé en série dans le prolongement du ruban.

[0033] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, le ressort-spiral s'étend sensiblement dans un plan.

[0034] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, les moyens d'ajustement sont actionnables lorsque le ressort-spiral est monté sur une platine d'un mouvement d'horlogerie.

[0035] L'invention se rapporte également à un mécanisme résonateur rotatif, notamment pour un mouvement horloger, comportant une masse oscillante et un tel ressort-spiral.

[0036] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, l'élément élastique est assemblé à au moins un piton, par exemple par chassage ou vissage.

Brève description des figures

[0037] Les buts, avantages et caractéristiques de la présente invention apparaîtront à la lecture de plusieurs formes de réalisation données uniquement à titre d'exemples non limitatifs, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement une vue en perspective d'une partie d'un organe réglant comprenant un ressort-spiral selon un mode de réalisation de l'invention, l'organe réglant étant agencé dans un mouvement d'horlogerie, et
- la figure 2 représente schématiquement une vue de dessus du ressort-spiral de l'organe réglant de la figure 1.

Description détaillée de l'invention

[0038] La figure 1 montre une représentation schématique d'un mode de réalisation d'un mécanisme résonateur ou organe réglant 1 agencé dans un mouvement d'horlogerie 10. Le mouvement d'horlogerie 10 comprend une platine 21, une masse inertielle, un élément de rappel élastique de la masse inertielle configuré pour

la faire osciller, et un pont de balancier 22.

[0039] L'organe réglant 1 comprend en outre un balancier 23 annulaire comme masse inertielle, un arbre de balancier 24 et un ressort-spiral 25 comme élément de rappel élastique.

[0040] La platine 21 est pourvue d'un logement 26 pour recevoir l'organe réglant 1, dans lequel sont superposés du fond vers le haut, le balancier 23, le ressort-spiral 25, le pont de balancier 22. L'arbre de balancier 24 est centré dans le logement 26 et traverse le centre du balancier 22, du ressort-spiral 25 et du pont de balancier 22. L'arbre de balancier 24 est maintenu par deux paliers antichocs 28 agencés aux deux extrémités de l'arbre de balancier 24. Un premier palier est agencé au fond du logement 26, et le second palier 28 est agencé au-dessus du logement 26, et est maintenu par le pont de balancier 22, le pont de balancier 22 traversant le haut du logement 26 en passant par l'axe central du logement 26. Le pont de balancier 22 est doté d'un trou traversant dans lequel le deuxième palier 28 est maintenu.

[0041] Représenté sur les figures 1 et 2, le ressort-spiral 25 s'étend de préférence sensiblement dans un plan. Le ressort-spiral 25 comprend un ruban flexible 2 enroulé sur lui-même selon plusieurs spires, le ruban 2 ayant une flexibilité prédéfinie. L'extrémité interne 9 du ruban 2 est venue de matière ou assemblée à un support 3. Le support 3 a une forme sensiblement triangulaire, et est enfilé autour de l'arbre du balancier 23.

[0042] Le ressort-spiral 25 comporte en outre des moyens d'ajustement de sa flexibilité. Par exemple, les moyens d'ajustement sont notamment actionnables par un utilisateur lorsque l'organe réglant est monté sur la platine du mouvement d'horlogerie.

[0043] Les moyens d'ajustement comportent un élément élastique 5 agencé en série du ruban 2, l'élément élastique 5 reliant une extrémité 4, 9 dudit ruban 2 à un support fixe 17, et solidaire d'une des extrémités 4, 9 du ruban 2. L'élément élastique 5 est solidaire de l'extrémité externe 4 du ruban 2. L'extrémité interne 9 du ruban 2 est assemblée à un support 3 d'une masse oscillante du résonateur. L'élément élastique 5 est un élément différent du ruban 2. Le support fixe 17 est fixe par rapport à la platine 21.

[0044] L'élément élastique 5 ajoute une flexibilité supplémentaire à celle du ruban 2. L'élément élastique 5 a de préférence une flexibilité inférieure à celle du ruban 2. L'élément élastique 5 est ici agencé dans le prolongement du ruban 2.

[0045] L'élément élastique 5 du ressort-spiral 25 comprend un guidage à lames flexibles comprenant au moins une lame flexible. Le guidage comprend ici deux lames flexibles décroisées 11, 12 et une partie rigide 18. Les lames flexibles 11, 12 sont jointes, d'une part latéralement à un support fixe 17, et d'autre part à la partie rigide 18 en se rapprochant l'une de l'autre. Ainsi, de préférence, les lames flexibles 11, 12 s'éloignent depuis la partie rigide 18 jusqu'au support fixe 17. L'extrémité externe 4 du ruban 2 est jointe à la partie rigide 18. Le support fixe

17 est immobile par rapport au mouvement 10. Le support fixe 17 a une forme de L, une première branche 46 du L servant de liaison avec les lames flexibles 11, 12, la deuxième branche 47 du L étant orientée du côté opposé au guidage à lames décroisées pour pouvoir être assemblée au mouvement d'horlogerie 10.

[0046] Les moyens d'ajustement du ressort-spiral 25 comportent en outre des moyens de précontrainte 6 pour appliquer une force ou un couple variable sur l'élément élastique 5. Ainsi, on peut ajuster la flexibilité du ressort-spiral. Le couple ou la force est ajustable de manière continue par les moyens de précontrainte 6. Autrement dit, le couple ou la force n'est pas restreinte à des valeurs ponctuelles. Ainsi, on peut ajuster la flexibilité de l'élément élastique 5 avec une grande précision.

[0047] Les moyens de précontrainte 6 comportent une lame flexible secondaire 19, agencée sur un côté opposé de la partie rigide 18 dans le prolongement du guidage à lames décroisées. La lame flexible secondaire 19 est disposée tangentiellement au ruban 2, à l'extrémité externe 4.

[0048] La lame flexible secondaire 19 est reliée par l'autre extrémité à un levier courbe 14 contournant en partie le ruban 2. Le levier 14 est relié, en plus de la lame flexible secondaire 19, à une structure semi-rigide 27 liée au support fixe 17. La structure semi-rigide 27 se déforme en partie lorsque le levier 14 est actionné par la force ou le couple.

[0049] La force ou le couple est exercé sur l'extrémité libre 32 du levier 14. Ainsi, le levier 14 des moyens de précontrainte 6 transmet la force ou le couple variable à l'élément élastique 5 par l'intermédiaire de la lame flexible secondaire 19 et de la structure semi-rigide 27, de manière à modifier la flexibilité du ressort-spiral 25.

[0050] Selon l'invention, l'élément élastique 5 et le ruban 2 sont distincts, et sont assemblés l'un à l'autre par des moyens d'assemblage. Les moyens d'assemblage sont par exemple de la colle.

[0051] De préférence, l'élément élastique 5 est formé d'un premier matériau supportant des procédés d'assemblage engendrant des contraintes induites dans le premier matériau, tels que le chassage ou le vissage.

[0052] Le chassage est un procédé dans lequel une première pièce est au moins en partie emboîtée à force dans un logement d'une deuxième pièce, et est maintenue par friction dans le logement. Autrement dit, le logement serre la partie de la première pièce.

[0053] Le vissage est un procédé dans lequel deux pièces sont maintenues assemblées grâce à une vis, qui traverse en partie la première et la deuxième pièce pour les maintenir ensemble.

[0054] Le premier matériau est de préférence à choisir parmi des métaux ou des alliages de métaux, tels le maillechort, le Cube2, l'acier, le nickel ou des alliages à base de nickel, par exemple le phosphore de nickel NiP ou le tungstène-nickel NiW, ou des matériaux pour des procédés de type LIGA, tels que des alliages à base de Ni, à base de Co, à base de CuNiSn, ou un acier de type

maraging. Un exemple d'alliage ressort à base de cobalt est le phynox[®], un acier maraging est le Durnico[®], et un alliage de CuNiSn est le ToughMet[®].

[0055] De tels matériaux peuvent supporter les contraintes induites par des procédés d'assemblage, tels que le chassage ou le vissage.

[0056] De préférence, le ruban flexible 2 est formé d'un deuxième matériau différent du premier matériau.

[0057] De préférence, le ruban 2 est monobloc, voire formé d'une même matière. Par exemple, le deuxième matériau comporte majoritairement du silicium ou de l'oxyde de silicium, de préférence en totalité. Ainsi, le ruban flexible 2 a les propriétés amagnétiques du silicium. Alternativement, le deuxième matériau est de type Nivarox CT[®] ou de type Nivachron[®], qui sont bien connus de l'homme du métier dans l'horlogerie.

[0058] Dans un exemple particulier, les moyens de précontrainte 6 sont également formés du premier matériau. Ainsi, les moyens de précontrainte 6 et l'élément élastique 5 sont plus résistants et peuvent être assemblés par des procédés tels que le chassage ou le vissage.

[0059] Ces moyens d'assemblage supportent mieux la force ou le couple produit par les moyens de précontrainte 6.

[0060] Il en est de même avec l'extrémité libre 15 du levier 14, qui coopère avec le premier piton 34. Le premier piton comporte un logement permettant d'y enchâsser l'extrémité libre.

[0061] Le ruban 2 et l'élément élastique 5 sont assemblés l'un à l'autre à une jonction 13 par collage. L'extrémité externe 4 du ruban 2 est collée à la partie rigide 18 du guidage à lames flexibles de l'élément élastique 5 à la jonction 13. La partie rigide 18 comporte par exemple un logement dans lequel est insérée l'extrémité externe 4 du ruban 2, qui est maintenue grâce au collage.

[0062] Le deuxième matériau, par exemple le silicium ou l'oxyde de silicium, étant plus fragile que le premier matériau, l'extrémité externe 4 ne peut être enchâssée dans le logement.

[0063] Dans cette situation, le collage est suffisant, car il n'est pas soumis à la force ou au couple produit par les moyens de précontrainte 6, qui s'exerce uniquement sur l'élément élastique 5.

[0064] L'élément élastique 5 et le ruban 2 sont fabriqués avec des procédés différents selon les deux matériaux.

[0065] L'élément élastique 5 et/ou les moyens de précontrainte 6 sont produits, par exemple par un procédé d'érosion à fil, par un procédé d'usinage laser ou un couplage laser-jet d'eau, ou encore par un procédé de lithographie de type LIGA.

[0066] Le ruban 2 formé dans le deuxième matériau est par exemple produit par un procédé de gravure ionique réactive profonde de type DRIE, notamment pour obtenir un spiral en silicium.

[0067] Dans la variante du ressort-spiral en un matériau identique, par exemple en silicium, le procédé est de préférence un procédé de gravure ionique réactive

profonde de type DRIE.

[0068] Pour pouvoir modifier la force ou le couple variable sur le ressort-spiral 25, en particulier sur l'élément élastique 5 on a représenté un premier piton 34 et un deuxième piton 35, qui sont par exemple agencés de manière sensiblement symétrique par rapport à l'arbre du balancier 24.

[0069] Le premier piton 34 coopère avec l'extrémité libre 15 du levier 14, et le deuxième piton 35 coopère avec la deuxième branche 47 du support fixe 17.

[0070] Le deuxième piton 35 comporte un logement dans lequel la deuxième branche 47 est insérée et maintenue à force par friction ou par enchâssement.

[0071] Alternativement, la deuxième branche 47 est maintenue dans le deuxième piton 35 au moyen d'une vis, non représentée sur les figures.

[0072] Les deux pitons 34, 35 sont agencés de part et d'autre des moyens de précontrainte 6 et de l'élément élastique 5. En outre, les deux pitons 34, 35 sont rigidement liés au levier 14 et au support fixe 17. Autrement dit, le premier 34 et le deuxième piton 35 sont respectivement solidaires du levier 14 et du support fixe 17. L'assemblage des pitons et du ressort spiral 25 est par exemple opéré par collage, brasage, soudage, par déformation de verre métallique, ou par une fixation mécanique.

[0073] Le déplacement du premier piton 34 par rapport au deuxième piton 35 modifie la flexibilité de l'élément élastique 5, car le déplacement exerce une force ou couple plus ou moins important sur le levier 14 des moyens de précontrainte 6, de sorte que la flexibilité de l'élément élastique 5 varie, et ainsi la flexibilité du ressort-spiral 25 entier.

[0074] Un dispositif de réglage, non représenté sur les figures, et qui ne fait pas partie de l'invention, permet de déplacer le premier piton 34 par rapport au deuxième piton 35 pour modifier le couple ou la force appliquée sur l'élément flexible 5.

[0075] Naturellement, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits en référence aux figures et des variantes pourraient être envisagées sans sortir du cadre de l'invention.

Revendications

1. Ressort-spiral, notamment pour mécanisme résonateur d'horlogerie, le ressort-spiral (25) comprenant un ruban (2) flexible enroulé sur lui-même selon plusieurs spires, le ruban (2) ayant une flexibilité prédéfinie, le ressort-spiral (25) comportant des moyens d'ajustement de sa flexibilité, les moyens d'ajustement comportant un élément élastique (5) agencé en série du ruban (2), l'élément élastique (5) reliant une extrémité (4, 9) dudit ruban (2) à un support fixe (17), de manière à ajouter une flexibilité supplémentaire au ruban (2), l'élément élastique (5) ayant de préférence une flexibilité inférieure à celle du ruban (2), les moyens d'ajustement comportant des

- moyens de précontrainte (6) pour appliquer une force ou un couple variable sur l'élément élastique (5) sans modifier la position de l'extrémité (4, 9) du ruban (2), de manière à faire varier uniquement la flexibilité de l'élément élastique (5), **caractérisé en ce que** l'élément élastique (5) et le ruban (2) sont distincts et assemblés l'un à l'autre par des moyens d'assemblage.
2. Ressort-spiral selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'élément élastique (5) est formé d'un premier matériau supportant des procédés d'assemblage engendrant des contraintes induites dans le premier matériau, tels que le chassage ou le vissage.
3. Ressort-spiral selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** les moyens de précontrainte (6) sont formés du premier matériau.
4. Ressort-spiral selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** le premier matériau est à choisir parmi des métaux ou des alliages de métaux, tels que le maillechort, le Cube2, l'acier ou des alliages à base de nickel (Ni, NiP, NiW), ou des matériaux pour des procédés de type LIGA, tels que des alliages à base de Ni, à base de Co, à base de CuNiSn, ou un acier de type maraging.
5. Ressort-spiral selon l'une, quelconque, des revendications 2 à 4, **caractérisé en ce que** le ruban (2) est formé d'un deuxième matériau différent du premier matériau, par exemple comportant du silicium ou de l'oxyde de silicium, de préférence en totalité.
6. Ressort-spiral selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le ruban (2) et l'élément élastique (5) sont assemblés par collage comme moyens d'assemblage.
7. Ressort-spiral selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'élément élastique (5) est agencé à une extrémité externe (4) du ruban (2).
8. Ressort-spiral selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'élément élastique (5) comprend un guidage flexible muni d'au moins une lame flexible, de préférence deux lames décroisées (11, 12), et d'une partie rigide mobile (18) sur laquelle est raccordé le ruban (2).
9. Ressort-spiral selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le couple ou la force est ajustable de manière continue par les moyens de précontrainte (6).
10. Ressort-spiral selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les
- moyens de précontrainte (6) comprennent une lame flexible secondaire (19) reliée à l'élément élastique (5).
11. Ressort-spiral selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les moyens de précontrainte (6) comprennent un levier (81, 89, 106, 124) pour ajuster la force ou le couple variable.
12. Mécanisme résonateur rotatif (1), notamment pour un mouvement horloger, comportant une masse oscillante, **caractérisé en ce qu'il** comprend un ressort-spiral (25) selon l'une, quelconque, des revendications précédentes.
13. Mouvement horloger, comportant une platine et un mécanisme résonateur selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** l'élément élastique (5) est assemblé à au moins un piton (35), par exemple par chassage ou vissage.

Fig. 1

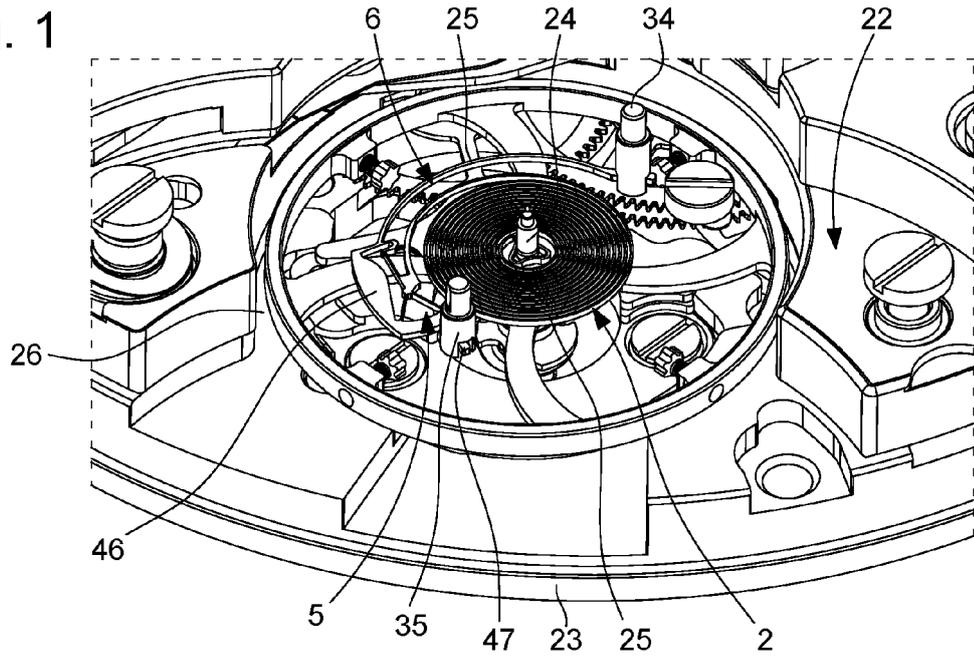
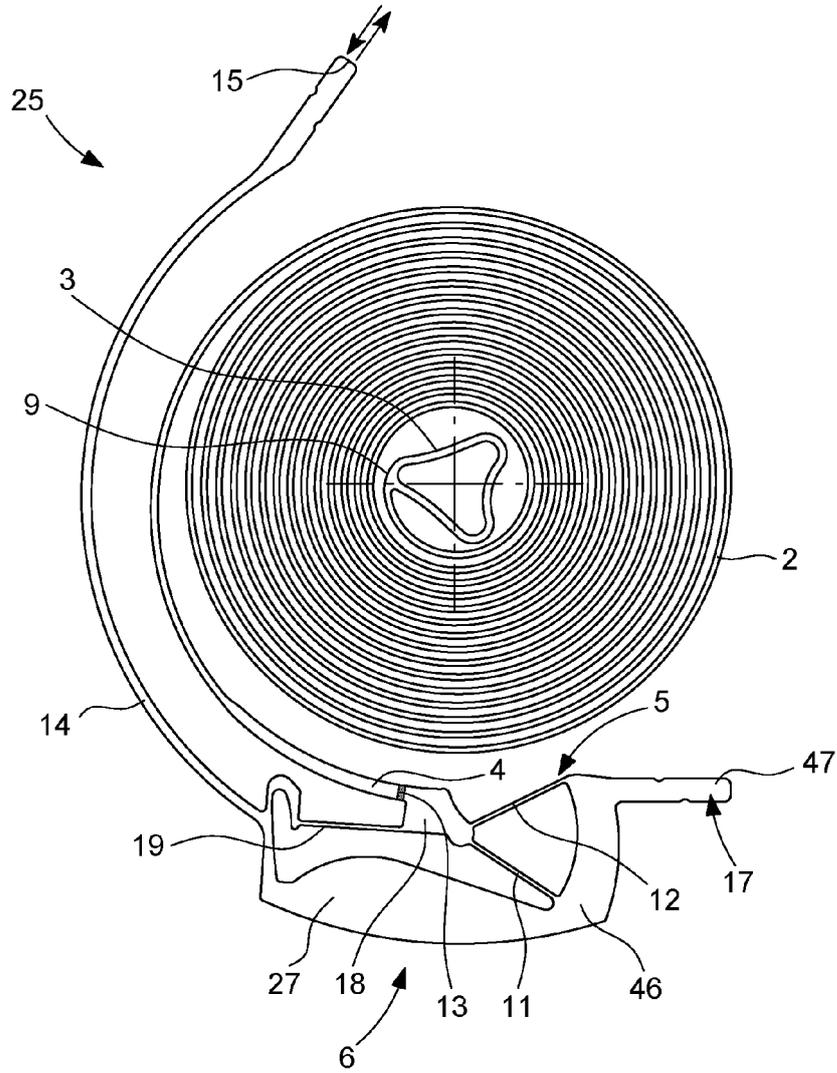


Fig. 2





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 22 21 3757

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)
X	<p>EP 4 009 115 A1 (OMEGA SA [CH]) 8 juin 2022 (2022-06-08) * alinéa [0038] * * alinéa [0076] * * figure 29 *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-13	<p>INV. G04B17/06 G04B17/32 G04B18/06 G04B18/08</p>
X	<p>EP 2 781 969 A1 (NIVAROX SA [CH]) 24 septembre 2014 (2014-09-24) * alinéa [0043] - alinéa [0046] * * figure 3 *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1	<p>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)</p> <p>G04B</p>
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		22 mai 2023	Lupo, Angelo
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
<p>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</p>		<p>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</p>	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 22 21 3757

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.

22-05-2023

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication	
EP 4009115	A1	08-06-2022	CN 114578672 A	03-06-2022
			EP 4009115 A1	08-06-2022
			JP 7270709 B2	10-05-2023
			JP 2022088332 A	14-06-2022
			US 2022171336 A1	02-06-2022

EP 2781969	A1	24-09-2014	CH 707811 A2	30-09-2014
			CN 104062879 A	24-09-2014
			EP 2781969 A1	24-09-2014
			HK 1202653 A1	02-10-2015
			JP 5775191 B2	09-09-2015
			JP 2014182147 A	29-09-2014
			KR 20140114784 A	29-09-2014
			TW 201500867 A	01-01-2015
US 2014286145 A1	25-09-2014			

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 22177059 [0008]