

(19)



(11)

EP 4 546 058 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
30.04.2025 Bulletin 2025/18

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
G04B 17/06 (2006.01) **G04B 17/32** (2006.01)
G04B 18/02 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **23205856.0**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
G04B 17/066; G04B 17/325; G04B 18/021;
G04B 18/023

(22) Date de dépôt: **25.10.2023**

(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:
• **KAHROBAIYAN, Mohammad Hussein**
2043 Boudevilliers (CH)
• **LE MOAL, Romain**
25130 Villers-le-Lac (FR)
• **CHRISTAN, Julien**
2502 Bienne (CH)
• **HERNANDEZ, Ivan**
1785 Cressier (CH)

(71) Demandeur: **The Swatch Group Research and Development Ltd**
2074 Marin (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 SYMÉTRIQUES DE LA RAIDEUR**

(57) L'invention concerne un ressort-spiral, notamment pour un mécanisme résonateur d'horlogerie, le ressort-spiral (100) comprenant un ruban (2) flexible enroulé sur lui-même selon plusieurs spires, le ruban (2) ayant une raideur prédéfinie, le ressort-spiral (100) comportant des moyens d'ajustement de sa raideur, les moyens d'ajustement comportant un élément flexible (5) agencé en série du ruban (2), l'élément flexible (5) reliant une extrémité (4) dudit ruban (2) à un support fixe (38), de manière à ajouter une raideur supplémentaire à la suite

du ruban (2), l'élément flexible (5) ayant de préférence une raideur supérieure à celle du ruban (2), caractérisé en ce que l'élément flexible (5) comporte deux parties flexibles (15, 16) reliant chacune le ruban (2) au support fixe (38), les deux parties flexibles (15, 16) étant disposées l'une par rapport à l'autre par symétrie axiale selon un axe (A) passant de préférence sensiblement par le centre (O) du ressort-spiral.

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

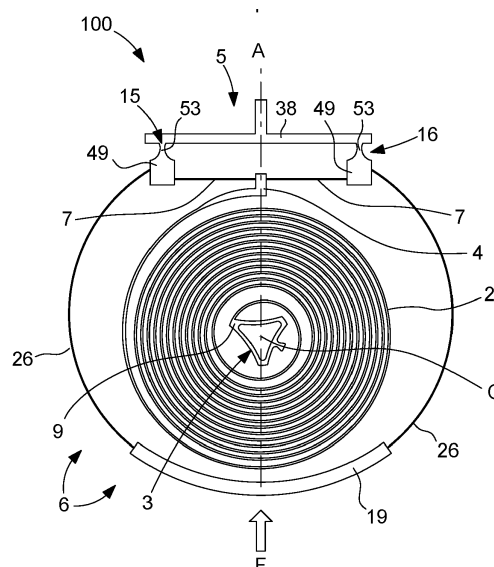


Fig. 11

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 d'ajustement symétriques de la raideur dudit ressort-spiral. L'invention se rapporte également à un mécanisme résonateur d'horlogerie muni d'un tel ressort-spiral.

Arrière-plan technologique

[0002] Dans la plupart des montres mécaniques, l'énergie nécessaire à la rotation des aiguilles (par ex. des aiguilles indicatrices des minutes et des heures) est accumulée dans un barillet, puis dispensée par un système balancier-spiral, qui comprend un volant d'inertie appelé balancier, associé à un ressort sous forme d'un ruban enroulé en spirale, appelé spiral.

[0003] Par une extrémité interne, le spiral est fixé sur un arbre solidaire en rotation du balancier ; par une extrémité externe, le spiral est fixé sur un piton monté sur un porte-pitons lui-même solidaire d'un pont (ou coq) fixe.

[0004] La rotation du balancier est entretenue - et ses oscillations comptées - par un mécanisme d'échappement comprenant une ancre animée d'un mouvement oscillant de faible amplitude, pourvue de deux palettes qui attaquent les dents d'une roue d'échappement. Ainsi attaquée, la roue d'échappement se voit imposer un mouvement de rotation pas-à-pas dont la fréquence est déterminée par la fréquence d'oscillation de l'ancre, elle-même calée sur la fréquence d'oscillation du balancier-spiral).

[0005] Dans un mécanisme d'échappement traditionnel, la fréquence d'oscillation est d'environ 4 Hz, soit environ 28 800 alternances par heure (A/h). Un objectif des bons horlogers est d'assurer l'isochronisme et la régularité des oscillations (ou constance de la marche) du balancier.

[0006] Il est connu de régler la marche du balancier en ajustant la longueur active du spiral, définie comme la longueur curviligne entre son extrémité interne et un point de comptage, localisé au voisinage de l'extrémité externe du spiral et généralement défini par une paire de butées portées par une clé montée sur un système de raquetterie.

[0007] En fonctionnement, ce système de raquetterie est fixe en rotation par rapport à l'axe du spiral. Cependant, il est possible, par une intervention manuelle, d'en régler finement la position angulaire, par ex. par pivotement, au moyen d'un tournevis, d'un excentrique agissant sur le système de raquetterie à la manière d'une came.

[0008] L'ensemble comprenant le pont, le système de raquetterie, la clé, le porte-pitons, le piton, l'arbre, le ressort et le balancier, est couramment dénommé « or-

gane réglant ». Des exemples d'organes réglants sont proposés par la demande internationale WO 2016/192957 et par le brevet européen EP 2 876 504, tous deux au nom de la manufacture horlogère ETA.

[0009] Il existe des systèmes de raquetterie comportant un porte-pitons auquel une extrémité du spiral est fixé, et dont la clé de système de raquetterie laisse un jeu pour permettre au spiral de se déplacer entre les deux butées. Cependant, les propriétés chronométriques, notamment l'anisochronisme en fonction de l'amplitude, sont très sensibles au jeu à la clé de raquette, alors que ce jeu est difficile à maîtriser précisément.

[0010] Dans certains dispositifs, les butées sont réglables pour venir serrer le spiral afin d'éliminer le jeu, en particulier pendant le fonctionnement du spiral. Dans ce cas, on commence par régler la marche par le déplacement de la clé de raquette, puis on serre le spiral à la clé. Mais serrer le spiral à la clé de raquette risque de le contraindre, et de créer des défauts chronométriques, notamment par décentrage des spires. De plus, le fait de supprimer le jeu modifie aussi la marche, et une fois le spiral serré, on ne peut plus déplacer la clé de raquette le long du spiral pour finir de régler finement la marche.

[0011] D'autres ressorts-spiraux comportent un dispositif de réglage intégré. Dans ces ressorts-spiraux, on ne règle pas la marche en modifiant la longueur effective du ressort-spiral, mais en appliquant une force ou un couple sur un élément élastique agencé en série du spiral. En effet, on place un élément flexible en série avec le ruban entre une extrémité du ruban et un support fixe pour modifier la raideur du point d'attache et apporter une flexibilité supplémentaire au résonateur. Ainsi, la raideur effective du résonateur comprend la raideur du ruban et la raideur de l'élément flexible.

[0012] On applique alors une force ou un couple variable pour pré-contraindre l'élément flexible. En pré-contraindant l'élément flexible, sa raideur, dont résulte en partie la force de rappel agissant sur le balancier, change, tandis que la raideur du ruban reste inchangée. En modifiant cette raideur de l'élément flexible, la raideur du résonateur entier (raideur du ruban et raideur de l'élément flexible) change, ce qui modifie par conséquent la marche du résonateur, et permet d'ajuster précisément la fréquence de la base de temps. On obtient ainsi une grande précision dans le réglage de la marche, car on agit sur un seul élément pour ajuster la raideur.

[0013] Un tel ressort-spiral muni d'un élément élastique est par exemple décrit dans la demande de brevet EP4009115 déposée au nom d'Omega SA.

[0014] Cependant, la configuration géométrique de l'élément flexible engendre des risques de fluage de la colle qui permet de fixer le support fixe du ressort-spiral dans le mouvement. En effet, la position du support fixe et l'orientation de la force ou du couple appliqué sur l'élément flexible engendre des contraintes sur la colle, qui peut aboutir à un fluage de celle-ci, et donc une altération de la précision du réglage.

[0015] En outre, la direction selon laquelle on applique

la force de réglage peut être différente de la direction prévue à cause des erreurs de fabrication, d'assemblage, d'alignement, etc. Cette différence aura pour effet de modifier la marche et détériorer la précision du réglage.

[0016] De plus, à cause des chocs et des frottements, il peut y avoir une hystérésis dans le mécanisme de réglage, car le sens d'application de la force change et ne revient pas dans le sens initial après le choc. Cela a pour conséquence de modifier la marche et de détériorer la précision du réglage.

Résumé de l'invention

[0017] Le but de la présente invention est de pallier tout ou partie des inconvénients cités précédemment, en particulier pour minimiser la sensibilité au changement de direction de la force de réglage, en proposant un ressort-spiral muni de moyens de réglages efficaces et précis, configurés en particulier pour régler la marche d'une pièce d'horlogerie en modifiant la raideur effective dudit spiral.

[0018] 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 raideur prédéfinie, le ressort-spiral comportant des moyens d'ajustement de sa raideur, les moyens d'ajustement comportent un élément flexible agencé en série du ruban, l'élément flexible reliant une extrémité dudit ruban à un support fixe, de manière à ajouter une raideur supplémentaire à la suite du ruban, l'élément flexible ayant de préférence une raideur supérieure à celle du ruban.

[0019] L'invention est remarquable en ce que l'élément flexible comporte deux parties flexibles reliant chacune le ruban au support fixe, les deux parties étant disposées l'une par rapport à l'autre par symétrie axiale selon un axe, l'axe (A) passant de préférence sensiblement par le centre du ressort-spiral.

[0020] Grâce à la disposition symétrique de l'élément flexible en deux parties, on peut appliquer une force ou un couple variable équilibrée en évitant les risques de fluage de la colle qui sert à fixer le support fixe dans le mouvement. En effet, la force ou le couple est mieux réparti sur l'élément flexible, et donc sur la jonction du support fixe dans mouvement.

[0021] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, l'élément flexible est agencé à une extrémité externe du ruban.

[0022] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, les deux parties flexibles sont sensiblement identiques.

[0023] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, chaque partie flexible comprend un ou deux cols flexibles.

[0024] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, chaque partie flexible comporte une table de

translation munie de deux lames flexibles sensiblement parallèles et d'une partie rigide mobile sur laquelle est raccordée le ruban.

[0025] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, l'élément flexible comprend un guidage flexible muni de deux lames décroisées.

[0026] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, partie flexible comprend une lame flexible.

[0027] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, chaque partie flexible comprend un bras flexible sur lequel est raccordé le ruban.

[0028] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, chaque partie flexible comprend un crochet flexible.

[0029] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, les moyens d'ajustement comportent des moyens de précontrainte pour appliquer une force ou un couple variable sur l'élément flexible, de manière à faire varier uniquement la raideur de l'élément flexible.

[0030] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, les moyens de précontrainte sont configurés pour appliquer une force ou un couple variable sur chaque partie de l'élément flexible.

[0031] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, le couple ou la force est ajustable de manière continue par les moyens de précontrainte.

[0032] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, les moyens de précontrainte sont configurés pour appliquer une force ou un couple variable identique sur chaque partie de l'élément flexible.

[0033] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, les moyens de précontrainte comprennent une vis configurée pour venir en appui contre l'élément flexible.

[0034] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, les moyens de précontrainte comprennent deux leviers flexibles reliés chacun à une partie flexible.

[0035] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, les moyens de précontrainte comprennent deux ressort, chaque ressort étant relié à une partie flexible.

[0036] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, les moyens de précontrainte comprennent une lame flexible secondaire reliée à chaque partie flexible.

[0037] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, les deux leviers sont reliés l'un à l'autre par un corps mobile.

[0038] L'invention se rapporte également à un mécanisme résonateur rotatif, notamment pour un mouvement horloger, comportant une masse oscillante et un tel ressort-spiral.

Brève description des figures

[0039] 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 de dessus d'un ressort-spiral selon un premier mode de réalisation de l'invention,
- la figure 2 représente schématiquement une vue de dessus d'un ressort-spiral selon un deuxième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 3 représente schématiquement une vue de dessus d'un ressort-spiral selon un troisième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 4 représente schématiquement une vue de dessus d'un ressort-spiral selon un quatrième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 5 représente schématiquement une vue de dessus d'un ressort-spiral selon un cinquième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 6 représente schématiquement une vue de dessus d'un ressort-spiral selon un sixième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 7 représente schématiquement une vue de dessus d'un ressort-spiral selon un septième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 8 représente schématiquement une vue de dessus d'un ressort-spiral selon un huitième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 9 représente schématiquement une vue de dessus d'un ressort-spiral selon un neuvième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 10 représente schématiquement une vue de dessus d'un ressort-spiral selon un dixième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 11 représente schématiquement une vue de dessus d'un ressort-spiral selon un onzième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 12 représente schématiquement une vue de dessus d'un ressort-spiral selon un douzième mode de réalisation de l'invention, et
- la figure 13 représente schématiquement une vue de dessus d'un ressort-spiral selon un treizième mode de réalisation de l'invention, et
- la figure 14 est une vue agrandie d'une partie du ressort-spiral selon le treizième mode de réalisation de l'invention de la figure 13.

Description détaillée de l'invention

[0040] Les figures 1 à 13 montrent, chacune, une représentation schématique d'un mode de réalisation différent d'un ressort-spiral 1, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, notamment pour un mécanisme résonateur d'horlogerie. Ici, le ressort-spiral s'étend sensiblement dans un plan. Le ressort-spiral 1, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110 comprend un ruban flexible 2 enroulé sur lui-même selon plusieurs spires, le ruban 2 ayant une raideur prédéfinie. Le ressort-spiral comporte des moyens d'ajustement de sa raideur. Par exemple, les moyens d'ajustement sont notamment actionnables lorsque le ressort-spiral est monté sur une platine d'un mouvement d'horlogerie.

[0041] Les moyens d'ajustement comportent un élément flexible 5 agencé en série du ruban 2, l'élément flexible 5 reliant une extrémité 4, 9 dudit ruban 2 à un support fixe 11, 14, 17, 24, 29, 38, 44 et solidaire d'une des extrémités 4, 9 du ruban 2. L'élément flexible 5 ajoute une raideur supplémentaire à celle du ruban 2. L'élément flexible 5 a de préférence une raideur supérieure à celle du ruban 2. L'élément flexible 5 est agencé à la suite du ruban 2, dans son prolongement. De préférence, les moyens d'ajustement 5 et le ruban 2 sont monoblocs, voire formés d'une même matière.

[0042] Le ressort-spiral 1, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120 comporte en outre des moyens de précontrainte 6 pour appliquer une force ou un couple variable sur l'élément flexible 5. Ainsi, on peut ajuster la raideur du ressort spiral 1, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, notamment pour améliorer la précision de la marche du mouvement.

[0043] De préférence, l'extrémité du ruban 2 reste sensiblement immobile, quel que soit l'ajustement des moyens de précontrainte. La force ou le couple appliqué sur l'élément flexible 5 ne modifie pas la position de l'extrémité 4 du ruban 2 auquel l'élément flexible est assemblé. On agit seulement sur l'élément flexible 5 pour modifier sa raideur sans agir directement sur le ruban 2. On obtient ainsi encore davantage de précision car un seul élément sert à l'ajustement de la raideur. Pendant les oscillations, l'extrémité 4 du ruban 2 peut être mobile.

[0044] De plus, 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 raideur de l'élément flexible 5 avec une grande précision.

[0045] Les moyens de précontrainte 6 permettent, de préférence, à l'élément flexible 5 d'effectuer un déplacement en translation ou en rotation dans le plan du ressort-spiral. Ainsi, on fait varier la raideur de l'élément flexible 5.

[0046] Les modes de réalisation décrits ci-dessous comprennent un élément flexible 5 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. Selon des variantes de réalisation, non re-

présentées sur les figures, l'élément flexible est raccordé à l'extrémité interne du ruban, afin d'être en série entre le ruban et le support de la masse oscillante.

[0047] Dans les modes de réalisation des ressorts-spiraux 1, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120 décrits sur les figures 1 à 13, l'élément flexible 5 comprend deux parties flexibles 15, 16 reliant chacune le ruban 2 au support fixe 11, 14, 17, 24, 29, 38, 44.

[0048] Selon l'invention, les deux parties flexibles 15, 16 sont agencées, l'une par rapport à l'autre, par symétrie axiale selon un axe A du ressort-spiral. Autrement dit, les deux parties flexibles 15, 16 sont positionnées de manière à être symétriques par rapport audit axe A.

[0049] De préférence, l'axe A passe sensiblement par le centre 0 du ressort-spiral 1, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, et d'autre part, l'axe A passe, de préférence, par l'extrémité externe 4 du ruban 2.

[0050] Ainsi, les deux parties flexibles 15, 16 sont disposées à la périphérie du ressort-spiral, de sorte que les deux parties flexibles 15, 16 soient disposées à la même distance du centre 0 du ressort-spiral 1, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120.

[0051] Les deux parties flexibles 15, 16 sont de préférence disposées l'une par rapport à l'autre dans un effet « miroir » par rapport à l'axe A. A cette fin, les deux parties flexibles 15, 16 sont de préférence sensiblement identiques.

[0052] De préférence, les moyens de précontrainte 6 appliquent une force ou un couple sensiblement identiques sur chaque partie flexible 15, 16. Les directions des forces sont de préférence sensiblement parallèles.

[0053] Dans une variante, les moyens de précontrainte 6 appliquent des forces ou des couples indépendants l'un de l'autre sur chaque partie flexible 15, 16.

[0054] Alternativement les moyens de précontrainte 6 appliquent une force ou un couple unique, qui est redistribué sur les deux parties flexibles 15, 16, de préférence de manière sensiblement égale.

[0055] Dans le ressort-spiral 1 du premier mode de réalisation, les moyens d'ajustement comprennent une lame flexible unique 7 comme partie flexible 15, 16. L'élément flexible 5 comporte en outre un support fixe 14 en forme de fourchette à deux dents 17, 18. Chaque lame flexible 7 relie l'extrémité 4 du ruban 2 à une dent différente 17, 18 du support fixe 14. Les lames flexibles 7 sont agencées sur un même axe en position de repos du ressort-spiral 1.

[0056] Pour l'exemple de la figure 2, chaque partie flexible 15, 16 de l'élément flexible 5 du ressort-spiral 1 comprend un col 8 aminci dans l'épaisseur de matière, le col 8 étant flexible. L'élément flexible 5 comporte en outre un support fixe 14 en forme de fourchette à deux dents 17, 18 comme dans le premier mode de réalisation. Chaque col 8 relie l'extrémité 4 du ruban 2 à une dent 17, 18, les cols 8 étant arrangés selon une même direction.

[0057] Le troisième mode de réalisation du ressort-spiral 10 de la figure 3 montre des parties flexibles

comprenant deux cols flexibles reliés par un tronçon rigide.

[0058] Pour le quatrième mode de réalisation du ressort spiral 20 de la figure 4, chaque partie flexible 15, 16 de l'élément flexible 5 du ressort-spiral 20 comprend un pivot à lames flexibles décroisées. Ici, Le pivot comprend deux lames flexibles décroisées 51, 52 jointes, d'une part à l'extrémité 4 du ruban 2, et d'autre part aux dents du support fixe 24 en s'écartant l'une de l'autre. Une première lame flexible de chaque pivot est disposée selon une direction tangentielle à l'extrémité 4, tandis qu'une deuxième lame flexible est oblique en s'éloignant de l'extrémité 4.

[0059] Les figures 5, 6, 7 montrent un ressort-spiral 30 dont les parties flexibles de l'élément flexible 5 comportent une table de translation. La table de translation comprend deux lames flexibles. Les lames flexibles 21, 22 sont sensiblement parallèles et sont disposées sur des lignes différentes. De préférence, les lames flexibles 21, 22 d'une table de translation sont jointes à une même face 25 de l' support fixe. La partie rigide 23 a une forme rectangulaire allongée, sur laquelle l'extrémité externe 4 du ruban 2 est jointe dans son prolongement d'un côté de la partie rigide 23. Les lames flexibles secondaires 21, 22 sont sensiblement perpendiculaires à la partie rigide 23 et à l'extrémité externe 4. Sur la figure, la force ou le couple variable est appliqué sur la partie rigide 23, de préférence parallèlement aux lames 21, 22.

[0060] Sur la figure 5, le support fixe 14 a une forme de fourchette à deux dents, les lames d'une table de translation reliant l'extrémité 4 à une dent de la fourchette. Les lames sont disposées selon une direction tangentielle à l'extrémité 4 du ruban 2.

[0061] Dans le ressort-spiral 50 de la figure 6, les lames flexibles des tables de translation de chaque partie flexible 16, 17 sont sensiblement parallèles à l'axe de symétrie A de l'élément flexible 5. Chaque support fixe 29 fixe a une forme de T inversé, les lames flexibles reliant le dessus du T à l'extrémité 4 du ruban 2. L'extrémité 4 a une forme allongée tangentiellement au ruban 2, et sur laquelle les lames flexibles des tables de translation sont jointes.

[0062] Pour modifier la raideur globale des ressorts-spiraux 1, 10, 20, 30, 40, 50 des modes de réalisation précédents, les moyens de précontrainte 6 appliquent une force ou un couple variable sur chaque partie flexible 16, 17 de l'élément flexible 5. Par exemple, des forces F_1 , F_2 sont représentées par des flèches dirigées contre les parties flexibles 16, 17.

[0063] Ainsi, on modifie la raideur des parties flexibles 15, 16 de l'élément flexible 5 et donc de l'ensemble comprenant le ruban 2 et l'élément flexible 5.

[0064] Les moyens de précontrainte 6 comportent par exemple une vis (non représentée sur les figures) en contact avec chaque parties flexibles 16, 17 pour appliquer lesdites forces F_1 , F_2 .

[0065] Alternativement, les moyens de précontrainte 6 comprennent un ou plusieurs actionneurs en contact

avec les parties flexibles 16, 17 de l'élément flexible 5.

[0066] De préférence, la force ou le couple variable appliqué sur chaque partie flexible 15, 16 est identique. Cependant, dans ces modes de réalisation, la force ou le couple variable appliqué sur chaque partie flexible 15, 16 peut être différente.

[0067] Dans le ressort-spiral 60 de la figure 7, les lames flexibles des tables de translation de chaque partie flexible 16, 17 sont sensiblement parallèles à l'axe de symétrie A de l'élément flexible 5. Chaque support fixe 29 a une forme de T inversé, les lames flexibles reliant le dessus du T à l'extrémité 4 du ruban 2. L'extrémité 4 a une forme allongée tangentielle au ruban 2, et sur laquelle les lames flexibles des tables de translation sont jointes.

[0068] Les parties flexibles 16, 17 du ressort-spiral 60 de la figure 7 comprennent deux corps mobiles 35, 36 reliés chacun à l'extrémité 4 du ruban 2 par une lame flexible secondaire 7 sensiblement tangentielle au ruban 2. Les lames flexibles 42, 43 d'une table de translation relient un corps mobile 35, 36 au support fixe 29 en forme de T inversé, et sont sensiblement perpendiculaires aux lames secondaires 7.

[0069] Les moyens de précontrainte 6 comprennent en outre un troisième corps mobile 19 en forme d'arc de cercle, relié aux deux corps mobiles 35, 36 de l'élément flexible 5 par deux leviers flexibles 26, 27. Chaque levier flexible 26, 27 entoure en partie le ruban 2 enroulé. Le troisième corps 19 est agencé de l'autre côté du ressort-spiral 60 par rapport au support fixe 38.

[0070] Pour modifier la raideur globale du ressort-spiral 60, les moyens de précontrainte 6 appliquent une force ou un couple variable sur le troisième corps mobile 19 des moyens de précontrainte 6. Par exemple, une force F est représentée par une flèche dirigée contre le troisième corps 19. De préférence, la force F est parallèle à l'axe A.

[0071] Dans ce cas, une force sensiblement identique est transmise aux deux parties flexibles 16, 17 de l'élément flexible 5, à partir d'une seule force F appliquée sur le troisième corps 19, via les deux leviers 26, 27.

[0072] Sur la figure 8, les parties flexibles 15, 16 de l'élément flexible 5 du ressort-spiral 70 comportent un crochet flexible 28 arrondi à la place des dents du support fixe 44. La pointe des crochets flexibles 28 est orientée vers l'extrémité 4 du ruban 2, et sont reliées à l'extrémité 4 du ruban 2 par une lame flexible unique 7.

[0073] Les crochets flexibles 28 sont en outre reliés par deux leviers flexibles 26, 27, à un corps en forme d'arc de cercle, disposé de l'autre côté du ressort-spiral 70 par rapport au support fixe 29, comme dans le mode de réalisation précédent.

[0074] Les modes de réalisation du ressort-spiral 90 des figures 9 et 10 comprennent des parties flexibles 15, 16 munies chacune, d'une table de translation 31, d'une lame flexible unique 7, et d'un premier corps mobile 32 comme dans le mode de réalisation de la figure 7.

[0075] Les premiers corps mobiles 32 sont courbés, et

les lames 33 de la table de translation 31 sont agencées à une extrémité du premier corps mobile 32.

[0076] Les moyens de précontrainte 6 comprennent en outre un ressort 34 reliant le premier corps mobile 32 à un deuxième corps mobile 37. Le ressort 34 est ici formé de plusieurs lames tertiaires sensiblement parallèles, par exemple trois lames tertiaires, reliées à l'autre extrémité du premier corps mobile 32.

[0077] Les deuxièmes corps mobiles 37 sont disposés de part et d'autre du ressort-spiral 80. Les deuxièmes corps mobiles 37 reçoivent une force ou un couple variable, qu'ils transmettent aux premiers corps mobiles 32 par l'intermédiaire des ressorts 34.

[0078] Dans le mode de réalisation de ressort-spiral 90 de la figure 10, les moyens de précontrainte 6 comportent en outre deux leviers 39 reliant chacun le deuxième corps mobile 37 à un troisième corps mobile 41 en forme d'arc de cercle disposé de l'autre côté du ressort-spiral 90 par rapport au support fixe 38.

[0079] La force ou le couple variable est appliqué sur le troisième corps mobile 41, par exemple au moyen d'un actionneur ou d'une vis en contact avec le troisième corps mobile 41. La force ou le couple variable est au moins en partie transmis aux parties flexibles 15, 16 de l'élément flexible 5, via les ressorts 34.

[0080] Le onzième mode de réalisation de ressort-spiral 100 de la figure 11 montre des parties flexibles 15, 16 comprenant deux premiers corps mobiles 49 reliés, chacun, par un col 53 au support fixe 38 en forme de T inversé. Chaque premier corps mobile 49 est en outre relié à l'extrémité externe 4 du ruban 2 par une lame flexible unique 7.

[0081] Les moyens de précontrainte 6 comportent en outre deux leviers 26 reliant chacun le deuxième corps mobile 37 à un troisième corps mobile 19 en forme d'arc de cercle disposé de l'autre côté du ressort-spiral 100 par rapport au support fixe 38.

[0082] La force ou le couple variable est appliqué sur le troisième corps mobile 19, par exemple au moyen d'un actionneur ou d'une vis en contact avec le troisième corps mobile 19. La force ou le couple variable est au moins en partie transmis aux cols 53 des parties flexibles 15, 16 de l'élément flexible 5, via les leviers 26.

[0083] Dans le douzième mode de réalisation de la figure 12, les parties flexibles 15, 16 comportent, chacune, une tige flexible courbe 54, de préférence formant un demi-cercle, et s'étendant depuis l'extrémité du support fixe 44 en forme de T inversé. Chaque tige flexible courbe 54, est en outre relié à l'extrémité externe 4 du ruban 2 par une lame flexible unique 7.

[0084] Les moyens de précontrainte 6 comportent en outre deux leviers 26 reliant chacun la tige flexible courbe 54 à un corps mobile 19 en forme d'arc de cercle disposé de l'autre côté du ressort-spiral 110 par rapport au support fixe 44.

[0085] La force ou le couple variable est appliqué sur le troisième corps mobile 19, par exemple au moyen d'un actionneur ou d'une vis en contact avec le troisième

corps mobile 19. La force ou le couple variable est au moins en partie transmis à chaque tige flexible courbe 54 des parties flexibles 15, 16 de l'élément flexible 5, via les leviers 26.

[0086] Le treizième mode de réalisation de la figure 13 est une variante du mode de réalisation de la figure 12. Les tiges courbées sont remplacées par des lames flexibles courbées 55. Le support fixe 53 a une forme de trapèze ouvert sur le grand côté vers l'extrémité externe 4 du ruban 2. Le corps mobile 19 a une forme en U, lui permettant d'être en prise avec un actionneur 57 muni d'un cochet ou d'un doigt inséré dans le U, car il est disposé tangentiellement au levier 26.

[0087] La figure 14 est une vue agrandie de la lame courbée 55 du ressort-spiral 120 de la figure 13. La lame courbée 55 forme un arrondi en demi-cercle, qui est prolongé par la lame flexible unique 7 à une extrémité et par le support fixe 53 d'autre part. L'extrémité 56 du support forme elle-même un arrondi avec une contre-courbure opposée à celle de la lame courbée 55. L'extrémité 56 du support 53 est semi-rigide pour pouvoir se déformer partiellement.

[0088] Cet agencement de courbure et de contre-courbure permet d'éviter de modifier l'isochronisme de l'organe réglant, lorsqu'on modifie la marche avec les moyens d'ajustement. En effet, la force qui s'exerce sur le haut de la lame courbée 55, est compensée par la force de réaction de la contre-courbure de l'extrémité 56, comme cela est représenté par les flèches sur la figure 14. Ainsi, seule la lame flexible unique 7 subit la force ou le couple appliquée par les moyens de précontrainte 6.

[0089] Les lames flexibles décrites dans les différents modes de réalisation du ressort-spiral, peuvent être des lames flexibles continues, comme cela est généralement le cas dans les figures, ou bien des lames avec des tronçons rigides et des cols flexibles reliant les tronçons.

[0090] L'invention se rapporte également à un mécanisme résonateur rotatif, notamment pour un mouvement horloger. Le mécanisme résonateur comporte une masse oscillante, non représentée sur les figures, et un ressort-spiral tel que décrit précédemment. La masse oscillante est par exemple un balancier annulaire. La masse oscillante est jointe au ressortspirale pour être solidaire du support.

Revendications

1. Ressort-spiral, notamment pour mécanisme résonateur d'horlogerie, le ressort-spiral (1, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120) comprenant un ruban (2) flexible enroulé sur lui-même selon plusieurs spires, le ruban (2) ayant une raideur prédéfinie, le ressort-spiral (1, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120) comportant des moyens d'ajustement de sa raideur, les moyens d'ajustement comportant un élément flexible (5) agencé en série

du ruban (2), l'élément flexible (5) reliant une extrémité (4, 9) dudit ruban (2) à un support fixe (11, 14, 17, 24, 29, 38, 44, 53), de manière à ajouter une raideur supplémentaire à la suite du ruban (2), l'élément flexible (5) ayant de préférence une raideur supérieure à celle du ruban (2), **caractérisé en ce que** l'élément flexible (5) comporte deux parties flexibles (15, 16) reliant chacune le ruban (2) au support fixe (11, 14, 17, 24, 29, 38, 44, 53), les deux parties flexibles (15, 16) étant disposées l'une par rapport à l'autre par symétrie axiale selon un axe (A), l'axe (A) passant de préférence sensiblement par le centre (0) du ressort-spiral.

2. Ressort-spiral selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les deux parties flexibles (15, 16) sont sensiblement identiques.
3. Ressort-spiral selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'élément flexible (5) est agencé à une extrémité externe (4) du ruban (2).
4. Ressort-spiral selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** chaque partie flexible (15, 16) comprend un ou deux cols flexibles (8, 53).
5. Ressort-spiral selon l'une, quelconque, des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** chaque partie flexibles (15, 16) comporte une table de translation munie de deux lames flexibles (21, 22, 42, 43, 74, 78) sensiblement parallèles et d'une partie rigide mobile (23, 45) sur laquelle est raccordée le ruban (2).
6. Ressort-spiral selon l'une, quelconque, des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** chaque partie flexible (15, 16) comprend un guidage flexible muni de deux lames décroisées (51, 52).
7. Ressort-spiral selon l'une, quelconque, des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** chaque partie flexible (15, 16) comprend un bras flexible (18) sur lequel est raccordé le ruban (2).
8. Ressort-spiral selon l'une, quelconque, des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** chaque partie flexible (15, 16) comprend une lame flexible (7).
9. Ressort-spiral selon l'une, quelconque, des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** chaque partie flexible (15, 16) comprend un crochet flexible (28).
10. Ressort-spiral selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les moyens d'ajustement comportent des moyens de précontrainte (6) pour appliquer une force ou un couple variable sur l'élément flexible (5), de manière à faire varier uniquement la raideur de l'élément

flexible (5).

11. Ressort-spiral selon la revendication 10, **caracté-
risé en ce que** les moyens de précontrainte (6) sont 5
configurés pour appliquer une force ou un couple
variable sur chaque partie de l'élément flexible (5).
12. Ressort-spiral selon l'une, quelconque, des reven-
dications précédentes, **caractérisé en ce que** le 10
couple ou la force est ajustable de manière continue
par les moyens de précontrainte (6).
13. Ressort-spiral selon l'une, quelconque, des reven-
dications précédentes, **caractérisé en ce que** les 15
moyens de précontrainte (6) sont configurés pour
appliquer une force ou un couple variable identique
sur chaque partie de l'élément flexible (5).
14. Ressort-spiral selon l'une, quelconque, des reven-
dications précédentes, **caractérisé en ce que** les 20
moyens de précontrainte (6) comprennent une vis
configurée pour venir en appui contre l'élément fle-
xible (5).
15. Ressort-spiral selon l'une, quelconque, des reven-
dications 1 à 13, **caractérisé en ce que** les moyens 25
de précontrainte (6) comprennent deux leviers flexi-
bles (26) reliés chacun à une partie flexible (15, 16).
16. Ressort-spiral selon la revendication 15, **caracté-
risé en ce que** les moyens de précontrainte (6) 30
comprennent deux ressort (34), chaque ressort
(34) étant relié à une partie flexible (15, 16).
17. Ressort-spiral selon l'une, quelconque, des reven-
dications 1 à 13, **caractérisé en ce que** les moyens 35
de précontrainte (6) comprennent une lame flexible
secondaire (7) reliée à chaque partie flexible (15,
16). 40
18. Ressort-spiral selon l'une, quelconque, des reven-
dications 15 à 17, **caractérisé en ce que** les deux 45
leviers (26) sont reliés l'un à l'autre par un corps
mobile (19, 41). 50
19. Mécanisme résonateur rotatif, notamment pour un
mouvement horloger, comportant une masse oscil-
lante, **caractérisé en ce qu'il** comprend un ressort-
spiral (1, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110,
120) selon l'une, quelconque, des revendications 50
précédentes.

55

Fig. 1

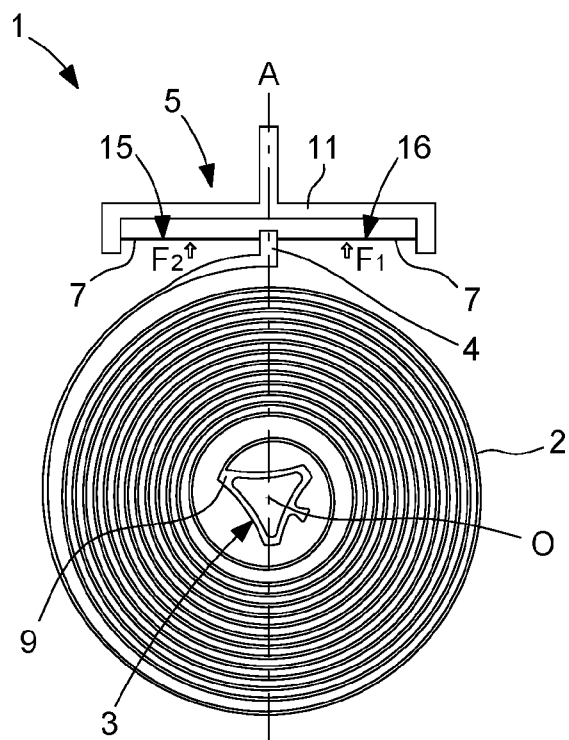


Fig. 2

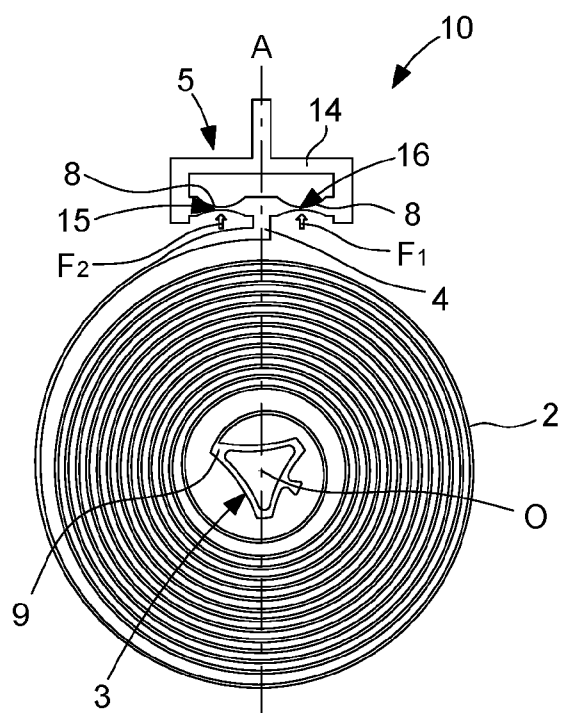


Fig. 3

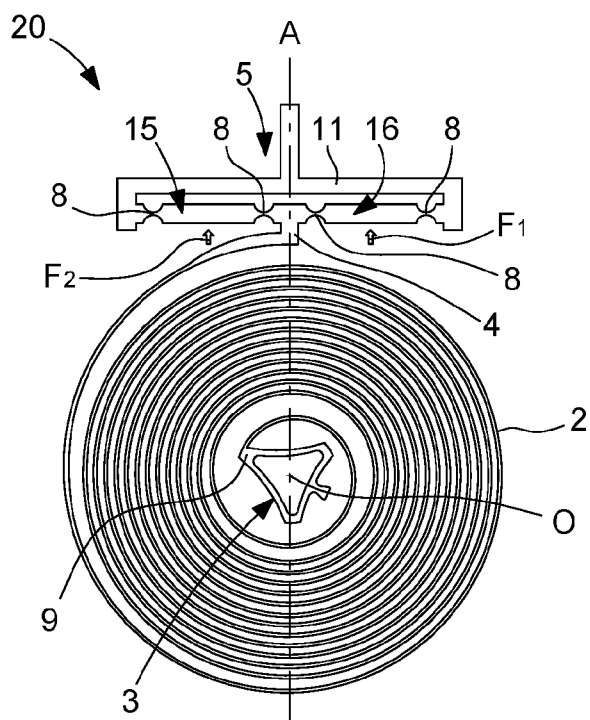


Fig. 4

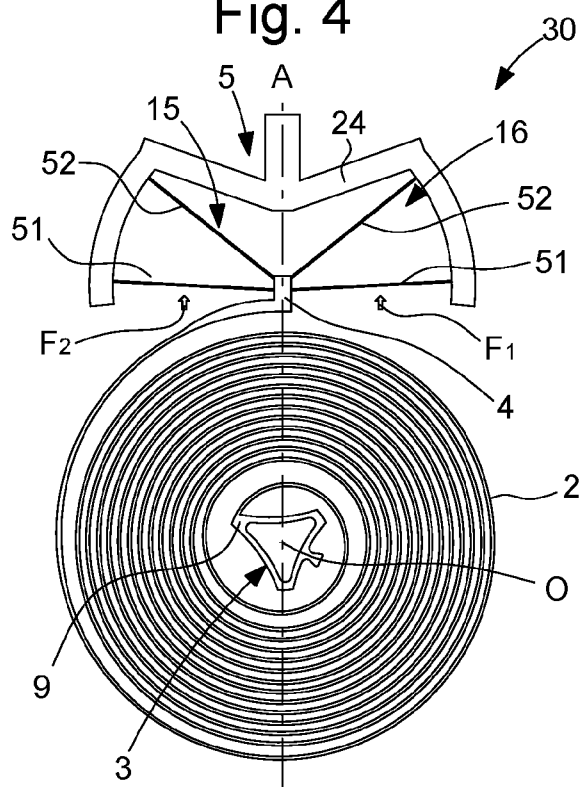


Fig. 5

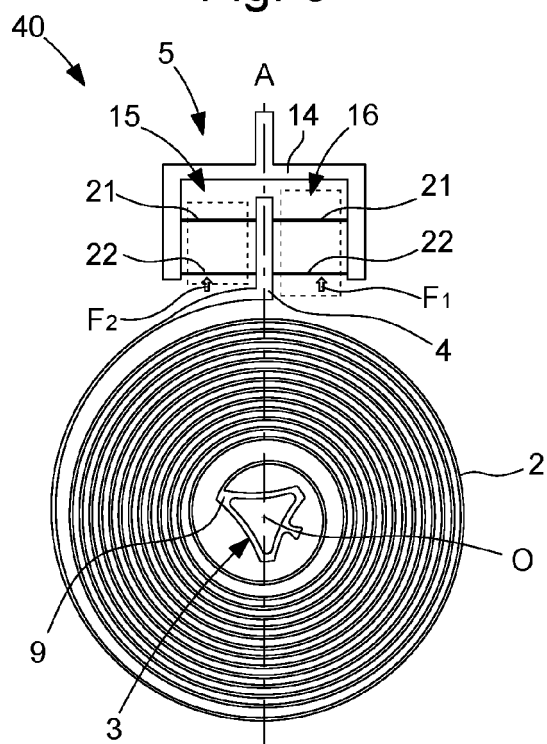


Fig. 6

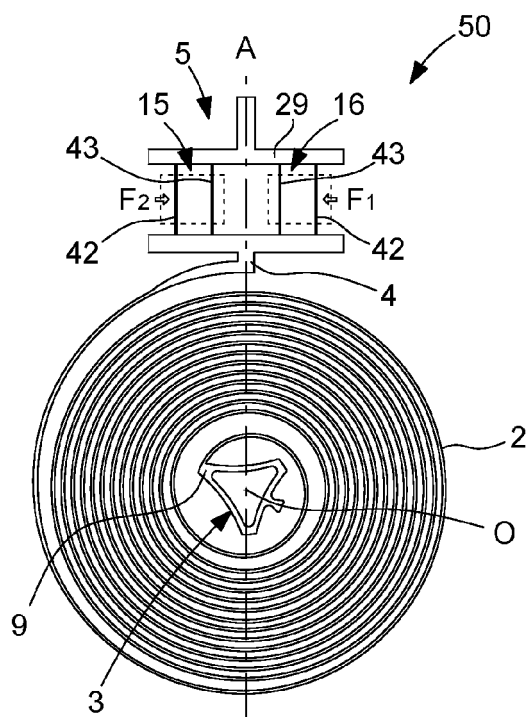


Fig. 7

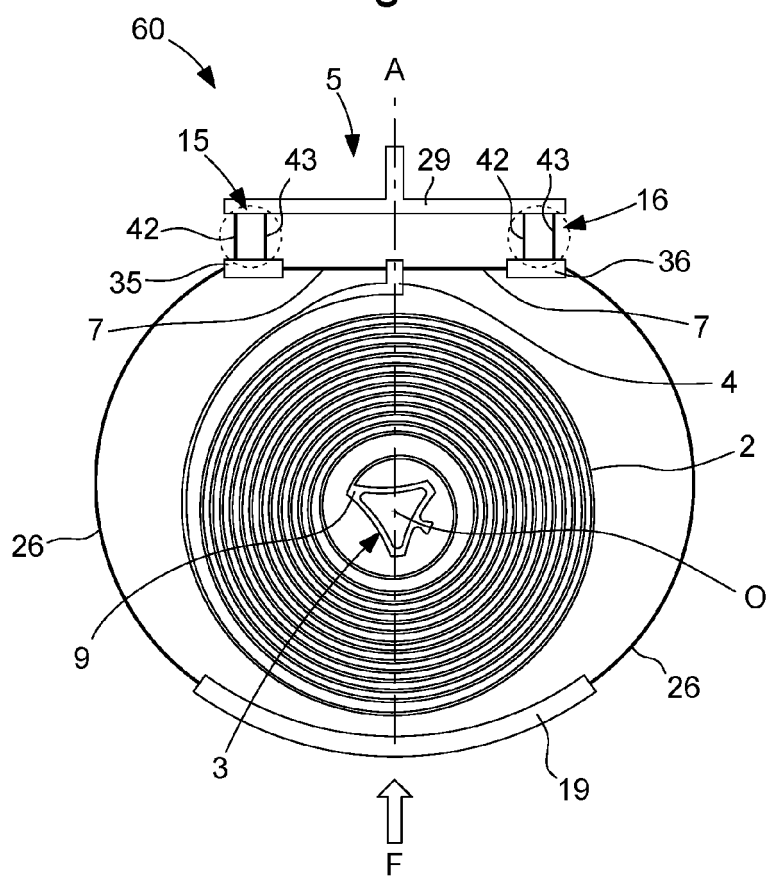


Fig. 8

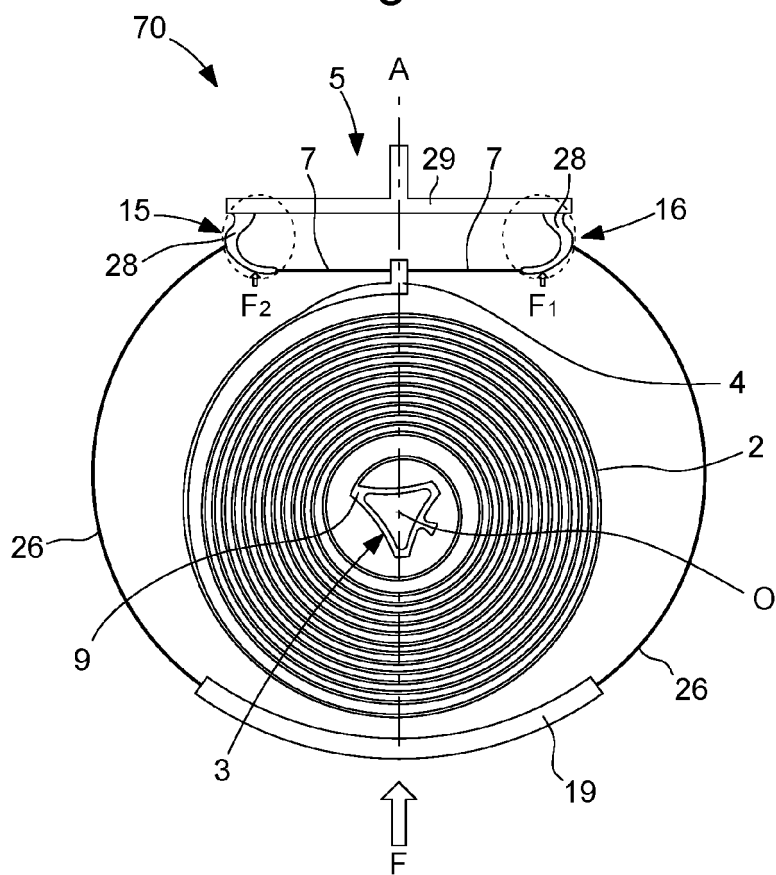


Fig. 9

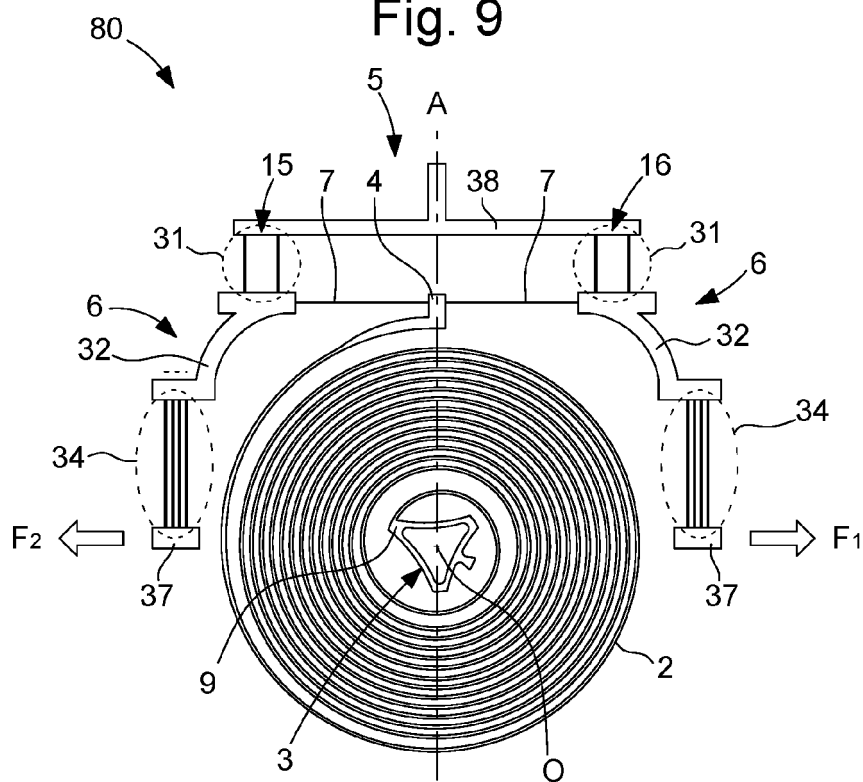


Fig. 10

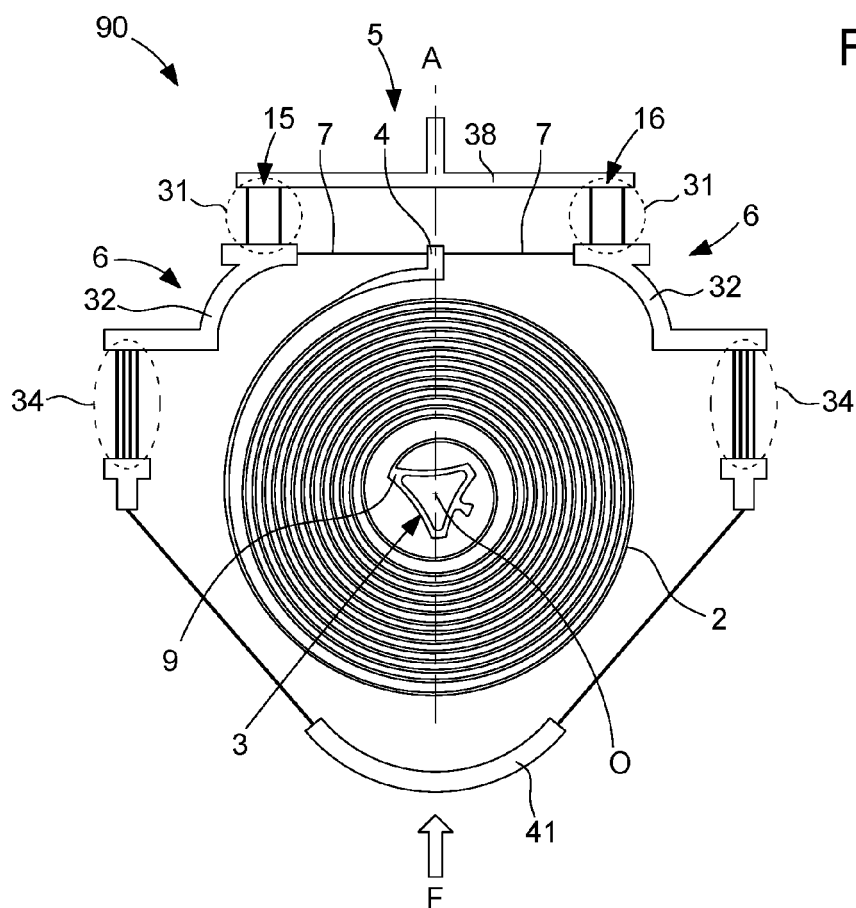


Fig. 11

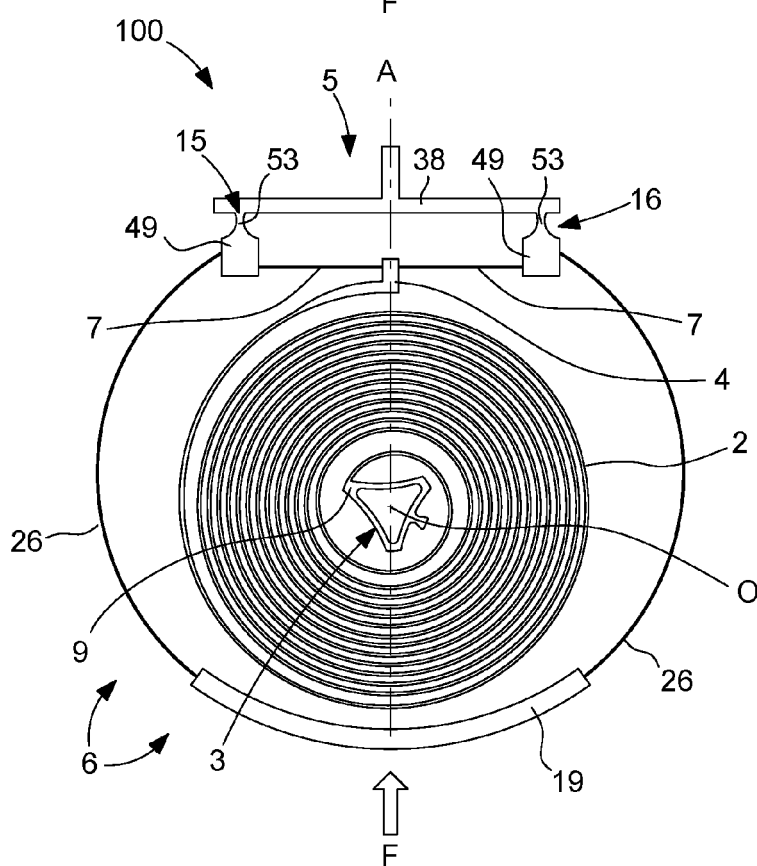


Fig. 12

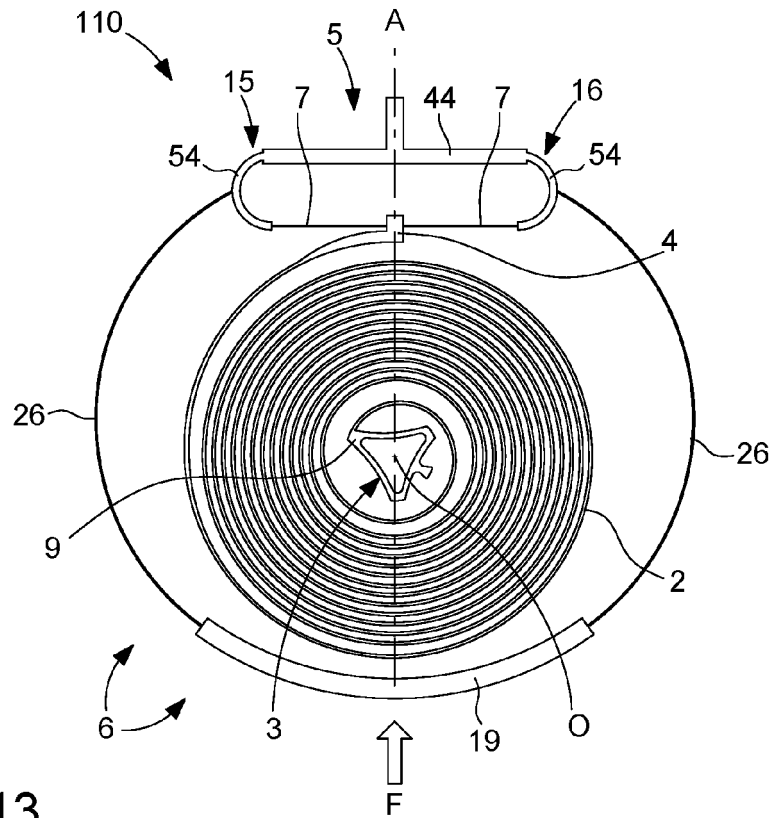


Fig. 13

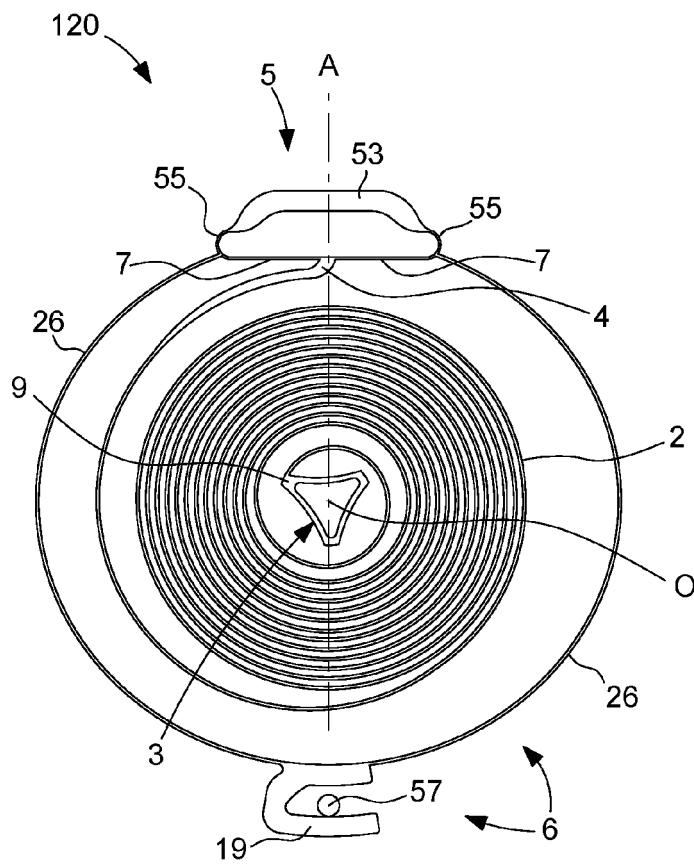
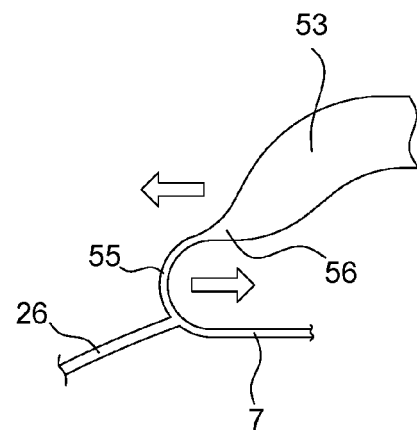


Fig. 14





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 23 20 5856

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 4 006 648 A1 (OMEGA SA [CH]) 1 juin 2022 (2022-06-01) * abrégé * * figures 1-4 *	1-5, 7-9, 15-19	INV. G04B17/06 G04B17/32 G04B18/02
X	EP 4 009 115 A1 (OMEGA SA [CH]) 8 juin 2022 (2022-06-08) * figures 15,16 *	1-4, 6, 10-14, 19	
X	CH 76 447 A (ECAUBERT FREDERIC [US]) 17 décembre 1917 (1917-12-17) * figure 4 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			G04B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		14 juin 2024	Lupo, Angelo
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)



REVENDEICATIONS DONNANT LIEU AU PAIEMENT DE TAXES

La présente demande de brevet européen comportait lors de son dépôt les revendications dont le paiement était dû.

☐ Une partie seulement des taxes de revendication ayant été acquittée dans les délais prescrits, le présent rapport de recherche européenne a été établi pour les revendications pour lesquelles aucun paiement n'était dû ainsi que pour celles dont les taxes de revendication ont été acquittées, à savoir les revendication(s):

☐ Aucune taxe de revendication n'ayant été acquittée dans les délais prescrits, le présent rapport de recherche européenne a été établi pour les revendications pour lesquelles aucun paiement n'était dû.

ABSENCE D'UNITE D'INVENTION

La division de la recherche estime que la présente demande de brevet européen ne satisfait pas à l'exigence relative à l'unité d'invention et concerne plusieurs inventions ou pluralités d'inventions, à savoir:

voir feuille supplémentaire B

☒ Toutes les nouvelles taxes de recherche ayant été acquittées dans les délais impartis, le présent rapport de recherche européenne a été établi pour toutes les revendications.

☐ Comme toutes les recherches portant sur les revendications qui s'y prêtaient ont pu être effectuées sans effort particulier justifiant une taxe additionnelle, la division de la recherche n'a sollicité le paiement d'aucune taxe de cette nature.

☐ Une partie seulement des nouvelles taxes de recherche ayant été acquittée dans les délais impartis, le présent rapport de recherche européenne a été établi pour les parties qui se rapportent aux inventions pour lesquelles les taxes de recherche ont été acquittées, à savoir les revendications:

☐ Aucune nouvelle taxe de recherche n'ayant été acquittée dans les délais impartis, le présent rapport de recherche européenne a été établi pour les parties de la demande de brevet européen qui se rapportent à l'invention mentionnée en premier lieu dans les revendications, à savoir les revendications:

☐ Le présent rapport supplémentaire de recherche européenne a été établi pour les parties de la demande de brevet européen qui se rapportent à l'invention mentionnée en premier lieu dans les revendications (Règle 164 (1) CBE)

**ABSENCE D'UNITÉ D'INVENTION
FEUILLE SUPPLÉMENTAIRE B**

Numéro de la demande

EP 23 20 5856

La division de la recherche estime que la présente demande de brevet européen ne satisfait pas à l'exigence relative à l'unité d'invention et concerne plusieurs inventions ou pluralités d'inventions, à savoir :

1. revendications: 1-9, 19

Ressort-spiral avec une extrémité comportant un élément flexible divisé en deux.

2. revendications: 10-18

Ressort-spiral comportant des moyens de précontrainte à son extrémité.

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

EP 23 20 5856

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.

14 - 06 - 2024

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0460

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 4006648 A1	01-06-2022	CN 114563938 A	31-05-2022
		EP 4006648 A1	01-06-2022
		JP 7238077 B2	13-03-2023
		JP 2022085867 A	08-06-2022
		US 2022171335 A1	02-06-2022

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

CH 76447 A	17-12-1917	AUCUN	

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- WO 2016192957 A [0008]
- EP 2876504 A [0008]
- EP 4009115 A [0013]