

CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) CH 721 228 A2

(51) Int. Cl.: G04B 17/06 (2006.01)
G04B 18/02 (2006.01)

Demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) **DEMANDE DE BREVET**

(21) Numéro de la demande: 001190/2023

(22) Date de dépôt: 25.10.2023

(43) Demande publiée: 30.04.2025

(71) Requérant:
The Swatch Group Research and Development Ltd,
Rue des Sors 3
2074 Marin (CH)

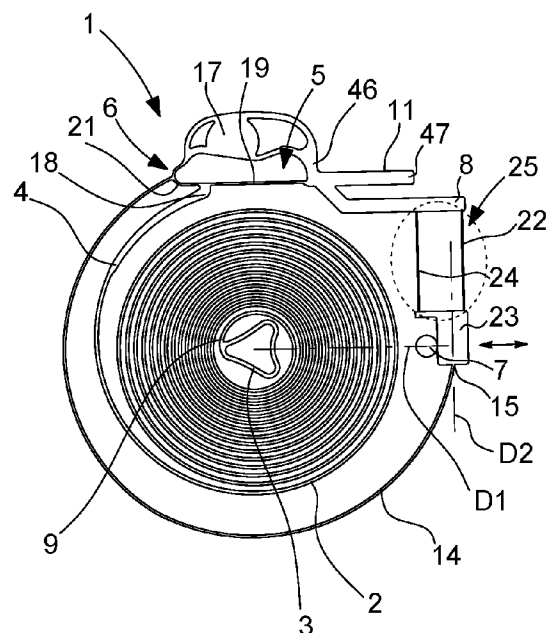
(72) Inventeur(s):
Julien Christan, 2502 Bienne (CH)
Mohammad Hussein Kahrobaiyan,
2043 Boudevilliers (CH)
Romain Le Moal, 25130 Villers-le-Lac (FR)

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

(54) **Ressort-spiral muni de moyens d'ajustement de la raideur**

(57) L'invention concerne un ressort-spiral, notamment pour mécanisme résonateur d'horlogerie, le ressort-spiral (1) comprenant un ruban (2) flexible enroulé sur lui-même selon plusieurs spires, le ruban (2) ayant une raideur prédéfinie, le ressort-spiral (1) 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 rigide (11), 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), les moyens d'ajustement comportant des moyens de précontrainte (6) pour appliquer une force ou un couple variable sur l'élément flexible (5), de manière à faire varier la raideur de l'élément flexible (5), les moyens de précontrainte (6) comprenant un levier (14) relié à l'élément flexible (5) et actionnable pour transmettre la force ou le couple à l'élément flexible (5) par un actionneur (7), le levier (14) comprenant une extrémité (15) mobile selon une première direction (D1), caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de retenue (25) agencés pour empêcher le déplacement du levier (14) sensiblement selon une deuxième direction (D2).

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



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 améliorés de la raideur dudit ressort-spiral.

[0002] L'invention se rapporte encore à un mécanisme résonateur d'horlogerie muni d'un tel ressort-spiral.

Arrière-plan technologique

[0003] 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 résonateur.

[0004] L'échappement, quant à lui, remplit deux fonctions principales:

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

[0005] 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.

[0006] Le ressort-spiral de balancier doit généralement pouvoir être régié pour améliorer la précision d'une montre. A cette fin, on utilise des moyens d'ajustement de la raideur du ressort-spiral, telle une raquette pour modifier la longueur effective du ressort. Ainsi, on modifie sa raideur 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.

[0007] D'autres ressorts-spiraux comportent des moyens d'ajustement intégrés. 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 flexible agencé en série du spiral. On peut ainsi modifier la raideur de l'élément flexible, dont résulte en partie la force de rappel agissant sur le balancier, et par conséquent la raideur du ressort-spiral dans son ensemble. L'ajustement de la raideur du ressort-spiral permet de régler la marche de l'organe réglant. Un tel ressort-spiral muni d'un élément flexible est par exemple décrit dans les demandes de brevet EP4009115 et CH0700385/2021.

[0008] Dans ces cas, les systèmes usuels ne peuvent être utilisés, car ils ne sont pas compatibles avec le dispositif de réglage du ressort-spiral. De plus, comme il s'agit de régler très finement la marche, il est essentiel qu'il n'y ait aucun jeu entre le spiral et ses zones d'interaction avec la raquetterie. En effet, dans le cas contraire, on risquerait de modifier la marche en cas de choc, si le spiral ne se repositionne pas exactement de la même manière après le choc.

[0009] Pour utiliser un tel ressort-spiral, un système de raquetterie a été décrit dans les demandes de brevet EP22177059.7 et CH000678/2022. Le système de raquetterie comprend un porte-piton en deux parties mobiles l'une par rapport à l'autre, chaque partie étant dotée d'un piton sur lequel est monté l'élément flexible d'une part, et les moyens de précontraintes agissant sur l'élément flexible d'autre part. Ainsi, en déplaçant les deux parties l'une par rapport à l'autre, on modifie la force ou le couple appliqué sur l'élément flexible, afin d'ajuster la raideur du ressort-spiral.

[0010] Cependant, dans ce système de raquetterie, l'actionnement des moyens d'ajustement est tangentiel au ressort-spiral, car les parties mobiles effectuent un mouvement circulaire autour du ressort-spiral. Cet actionnement tangentiel est produit par un système de raquetterie complexe à mettre en œuvre.

[0011] Pour éviter ce problème, il a été imaginé d'actionner le levier du dispositif de réglage par un actionneur effectuant un déplacement sensiblement rectiligne, par exemple en venant tirer ou pousser le levier, au moyen d'un actionneur, directement ou par l'intermédiaire d'un élément joignant l'actionneur au levier. L'actionneur comprend par exemple un crochet en prise avec le levier.

[0012] Cependant, la zone de contact entre l'actionneur et le levier engendre des problèmes de frottement lorsque le levier se déplace par rapport à l'actionneur en particulier lorsqu'on règle le repère de l'organe réglant. En effet, si le ressort-spiral est déplacé, le levier peut subir le frottement de l'actionneur, et déplacer le crochet, de sorte que le réglage de la marche est modifié.

Résumé de l'invention

[0013] 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 éviter de dérégler la marche de l'organe réglant.

[0014] A cet effet, l'invention se rapporte à un ressort-spiral, notamment pour 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 comportant un élément flexible agencé en série du ruban, l'élément flexible reliant une extrémité dudit ruban à un support rigide, de manière à ajouter une raideur supplémentaire à la suite ruban, l'élément flexible ayant de préférence une raideur supérieure à celle du ruban, les moyens d'ajustement comportant des moyens de précontrainte pour appliquer une force ou un couple variable sur l'élément flexible, de manière à faire varier la raideur de l'élément flexible, les moyens de précontrainte comprenant un levier relié à l'élément flexible et actionnable pour transmettre la force ou le couple à l'élément flexible par un actionneur, le levier comprenant une extrémité mobile selon une première direction.

[0015] L'invention est remarquable en ce que ressort-spiral comprend des moyens de retenue agencés pour empêcher le déplacement du levier sensiblement selon une deuxième direction.

[0016] Grâce à l'invention, on évite les déplacements parasites causés par les frottements entre l'actionneur et le levier, qui risquent de déplacer le levier dans la deuxième direction et de fausser le réglage. En particulier, en choisissant la deuxième direction sensiblement perpendiculaire à la première direction de déplacement du levier, l'actionneur déplace le levier dans la première direction, même si l'orientation du ressort-spiral est modifiée.

[0017] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, les moyens de retenue relient le support rigide au levier.

[0018] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, les moyens de retenue comportent un guidage flexible.

[0019] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, le guidage flexible comprend une première table de translation comprenant deux premières lames flexibles et une première partie rigide.

[0020] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, le guidage flexible comprend une deuxième table de translation agencée en série de la première table de translation, la deuxième table de translation comprenant deux deuxièmes lames flexibles et une deuxième partie rigide.

[0021] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, le guidage flexible comprend une lame flexible unique.

[0022] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, le guidage flexible comprend une paire de lames flexibles décroisées.

[0023] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, les moyens de retenue comprennent un deuxième levier flexible.

[0024] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, la deuxième direction est sensiblement perpendiculaire à la première direction de déplacement du levier.

[0025] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, l'élément flexible comprend une lame flexible.

[0026] Selon une forme de réalisation particulière de l'invention, le couple ou la force est ajustable de manière continue par les moyens de précontrainte.

[0027] 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

[0028] 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, et
- la figure 6 représente schématiquement une vue de dessus d'un ressort-spiral selon un sixième mode de réalisation de l'invention.

Description détaillée de l'invention

[0029] Les figures 1 à 6 montrent chacune, une représentation schématique d'un mode de réalisation différent d'un ressort-spiral 1, 10, 20, 30, 40, 50, notamment pour un organe réglant de mécanisme résonateur d'horlogerie.

[0030] Un organe réglant comprend généralement une masse inertielle, tel un balancier annulaire, un arbre de balancier, et un pont de balancier, non représentés sur les figures, ainsi qu'un ressort-spiral 1, 10, 20, 30, 40, 50 comme élément de rappel élastique de la masse inertielle, et configuré pour la faire osciller.

[0031] Dans ces exemples, chaque ressort-spiral 1, 10, 20, 30, 40, 50 s'étend sensiblement dans un même plan.

[0032] Le ressort-spiral 1, 10, 20, 30, 40, 50 comprend un ruban flexible 2 enroulé sur lui-même selon plusieurs spires, le ruban 2 ayant une raideur prédéfinie. L'extrémité interne 9 du ruban 2 vient de matière ou est assemblée à un support 3, généralement dénommée virole. Le support 3 a une forme sensiblement triangulaire, pour pouvoir être enfilé autour de l'arbre du balancier.

[0033] Le ressort-spiral 1, 10, 20, 30, 40, 50 comporte en outre des moyens d'ajustement de sa raideur. 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.

[0034] Les moyens d'ajustement comportent un élément flexible 5 agencé en série du ruban 2, l'élément flexible 5 reliant une extrémité externe 4 dudit ruban 2 à un support rigide 11 destiné à être fixe par rapport à l'élément flexible 5. L'élément flexible 5 est solidaire de l'extrémité externe 4 du ruban 2. L'élément flexible 5 est un élément différent du ruban 2 enroulé.

[0035] 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 ici agencé dans le prolongement du ruban 2. De préférence, les moyens d'ajustement et le ruban 2 sont monoblocs, voire formés d'une même matière, par exemple en silicium.

[0036] L'élément flexible 5 du ressort-spiral 1, 10, 20, 30, 40, 50 comprend une première lame flexible 19 et une partie rigide 18 mobile, qui s'étend depuis l'extrémité externe du ruban 2, et est reliée à la première lame flexible 19, de préférence sur un même côté de la partie rigide 18. La première lame flexible 19 est reliée d'autre part au support rigide 11.

[0037] Les moyens d'ajustement du ressort-spiral 1, 10, 20, 30, 40, 50 comportent 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. 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.

[0038] Les moyens de précontrainte 6 comportent une lame flexible secondaire et une partie semi-rigide courbe 21, agencés sur un côté opposé de la partie rigide 18 dans le prolongement de la première lame flexible 19.

[0039] La lame flexible secondaire et l'élément semi-rigide courbe 21 sont reliés par l'autre extrémité à un levier courbe 14 contournant le ruban 2. La lame flexible secondaire et l'élément semi-rigide courbe sont reliés à une structure rigide 17, 27, 37 liée au support rigide 11.

[0040] La force ou le couple est exercé sur l'extrémité libre 15 du levier 14. Ainsi, le levier 14 des moyens de précontrainte 6 transmet la force ou le couple à l'élément flexible 5 par l'intermédiaire de la lame flexible secondaire 19 de manière à modifier la raideur du ressort-spiral 1, 10, 20, 30, 40, 50.

[0041] Pour actionner le levier 14 et ajuster la marche, l'organe réglant comporte en outre un système d'actionnement comprenant un actionneur 7 en contact avec le levier 14. L'actionneur est configuré pour pousser et/ou tirer sur le levier 14.

[0042] Sur les figures, l'actionneur 7 est représenté par un corps circulaire en contact avec le levier 14 du côté intérieur vers le ruban 2. De préférence, l'actionneur 7 comprend un crochet entourant au moins en partie le levier 14, de préférence au niveau d'une partie rigide 23 agencée à l'extrémité 15 du levier 14.

[0043] Selon l'invention, le ressort-spiral 1, 10, 20, 30, 40, 50 comporte des moyens de retenue 25 pour retenir le levier 14 selon une deuxième direction D2. La deuxième direction D2 est sensiblement perpendiculaire au déplacement selon une première direction D1 de l'extrémité 15 du levier 14 et de l'actionneur 7. Ainsi, on empêche que le levier ne se déplace dans cette deuxième direction D2, pour éviter que l'ajustement de la marche ne soit faussé par un tel déplacement lorsqu'on veut la régler au moyen de l'actionneur.

[0044] En effet, si le ressort-spiral 1, 10, 20, 30, 40, 50 et l'actionneur 7 se déplacent l'un par rapport à l'autre, le frottement du contact entre eux peut provoquer un déplacement latéral du levier 14, qui engendre une erreur de précision dans l'ajustement de la marche.

[0045] Grâce aux moyens de retenue 25, en cas déplacement l'un par rapport à l'autre, les moyens de retenue 25 empêchent le déplacement latéral du levier 14 dû aux frottements.

[0046] En outre, lorsque l'actionneur 7 tire ou pousse l'extrémité 15 du levier 14, ce dernier se déplaçant seulement dans la première direction D1 de déplacement de l'actionneur 7, de sorte qu'il garde sensiblement sa position latéralement par rapport au ruban 2.

[0047] De préférence, ces moyens de retenue 25 comportent un guidage flexible agencé entre le levier et le support rigide 11 de l'élément flexible 5. Ici entre le levier et le support rigide 17.

[0048] Dans le premier mode de réalisation de la figure 1, le guidage flexible est une table de translation.

[0049] Le support rigide 11 a une forme de L, une première branche 46 du L servant de liaison avec la première lame flexible 19, la deuxième branche 47 du L étant orientée du côté opposé à la première lame flexible 19 pour pouvoir être assemblé au mouvement d'horlogerie 10.

[0050] Le support rigide 17 comprend en outre un bras 8 s'étendant ici parallèlement à la deuxième branche 47 du L, vers l'extrémité 15 du levier 14.

[0051] La table de translation est munie de deux lames flexibles 22, 24, sensiblement parallèles, et d'une partie rigide 23 mobile par rapport au bras 8, et sur laquelle sont montées les deux lames flexibles 21, 22. Les deux lames flexibles 22, 24 sont reliées au bras 8 du support rigide 17.

[0052] La partie rigide 23 est assemblée directement à l'extrémité du levier 14.

[0053] Grâce à la table de translation, le levier peut se déplacer principalement dans la première direction D1 sensiblement perpendiculaire aux lames flexibles 22, 24 de la table de translation, mais pas dans la deuxième direction D2 qui est sensiblement parallèle aux lames flexibles en position de repos de table de translation. En effet, les lames flexibles 22, 24 retiennent le levier 14 dans cette deuxième direction D2, mais elles permettent au levier de se déplacer dans la première direction D1.

[0054] L'élément flexible 5, les moyens de précontrainte 6 et les moyens de retenue 25 forment circuit fermé autour du ruban enroulé.

[0055] Dans le deuxième mode de réalisation de la figure 2, les moyens de retenue 25 comportent une deuxième table de translation agencée en série de la première table de translation.

[0056] Ici, le support rigide 17 de l'élément flexible 5 ne comprend pas de bras.

[0057] La première table de translation est montée à l'extrémité 15 du levier 14, comme dans le premier mode de réalisation.

[0058] La deuxième table de translation s'étend directement depuis le support rigide 11 de l'élément flexible 5. La deuxième table de translation comprend des deuxièmes lames flexibles 25, 26 sensiblement parallèles s'étendant depuis le support rigide 11, ainsi qu'une deuxième partie rigide 29 mobile par rapport au support rigide 17, à laquelle sont assemblées les deuxièmes lames flexibles 25, 26.

[0059] Les premières lames flexibles 22, 24 sont montées sur la deuxième partie rigide 29.

[0060] Une deuxième table de translation permet d'augmenter la distance parcourue par le levier 14 dans la première direction D1, tout en conservant une ligne de déplacement sensiblement rectiligne.

[0061] La figure 3 montre un troisième mode de réalisation de ressort-spiral 20 de la figure 3, dans lequel le guidage flexible comprend une lame flexible unique 32 reliant l'élément élastique 5 à une partie rigide 23 à l'extrémité 15 du levier 14 par l'intermédiaire d'un corps en forme de demi-lune 31.

[0062] Le corps en forme de demi-lune 31 est relié à l'élément flexible 5 d'une part, et à la lame flexible unique 32 d'autre part. Ici, la lame flexible est droite en position de repos de la lame flexible unique 32.

[0063] La lame flexible unique 32 permet de retenir le levier 14 pour l'empêcher de se déplacer dans une deuxième direction D2 perpendiculaire à la première direction D1 de déplacement de l'actionneur 7.

[0064] Alternativement, comme le montre la variante de réalisation de la figure 4, le guidage flexible comprend une lame flexible courbe 33. Dans ce cas, la structure rigide a une forme en S sans branche, corps en forme de demi-lune ou bras arrière. La lame courbe 33 est montée directement sur la structure rigide en S, et relie directement la partie rigide 23 à l'extrémité 15 du levier 14.

[0065] Sur la figure 5, le guidage flexible du quatrième mode de réalisation comprend un pivot flexible à deux lames flexibles décroisées 34, 35.

[0066] La structure rigide 27 a une forme de S avec un bras arrondi 38 s'étendant vers l'arrière. Les deux lames flexibles 34, 35 sont décroisées depuis le bout du bras arrondi 38 jusqu'à la partie rigide 23 à l'extrémité 15 du levier 14.

[0067] Les lames décroisées 34, 35 ont sensiblement le même effet que les lames de la table de translation.

[0068] Dans le mode de réalisation de la figure 6, les moyens de retenue 25 comportent un deuxième levier 36 flexible agencé par symétrie du premier levier 14 autour du ruban flexible 2. Le premier levier 14 et le deuxième levier 36 sont joints l'un à l'autre à une jonction rigide 37 et forment une partie d'anneau autour du ruban 2.

[0069] L'actionneur 7 est en prise avec la jonction rigide 37 des deux leviers 14, 36. La jonction rigide 37 est en forme de U pour permettre à l'actionneur 7 de s'insérer à l'intérieur du U.

[0070] Le deuxième levier 36 empêche le premier le levier de se décaler dans la deuxième direction D2 et lui permet de rester mobile selon la première direction D1 seulement.

[0071] L'invention se rapporte également à organe réglant et un mécanisme résonateur rotatif, notamment pour un mouvement horloger. L'organe réglant du mécanisme résonateur comporte une masse oscillante, non représentée sur les figures, et un ressort-spiral 1, 10, 20, 30, 40, 50 tel que décrit précédemment. La masse oscillante est par exemple un balancier annulaire. La masse oscillante est jointe au ressort-spirale pour être solidaire du support 3.

Revendications

1. Ressort-spiral, notamment pour mécanisme résonateur d'horlogerie, le ressort-spiral (1, 10, 20, 30, 40, 50) 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) 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 rigide (11, 14, 17, 24), de manière à ajouter une raideur supplémentaire à la suite du ruban (2), l'élément flexible (5) ayant de préférence une rigidité supérieure 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 flexible (5), de manière à faire varier la raideur de l'élément flexible (5), les moyens de précontrainte (6) comprenant un levier (14) relié à l'élément flexible (5) et actionnable pour transmettre la force ou le couple à l'élément flexible (5) par un actionneur (7), le levier (14) comprenant une extrémité (15) mobile selon une première direction (D1), caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de retenue (25) agencés pour empêcher le déplacement du levier (14) sensiblement selon une deuxième direction (D2).
2. Ressort-spiral selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de retenue (25) reliaient le support rigide (11, 14, 17, 24) au levier (14).
3. Ressort-spiral selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les moyens de retenue (25) comportent un guidage flexible.
4. Ressort-spiral selon la revendication 3, caractérisé en ce que le guidage flexible comprend une première table de translation comprenant deux premières lames flexibles (22, 24) et une première partie rigide (23).
5. Ressort-spiral selon la revendication 4, caractérisé en ce que le guidage flexible comprend une deuxième table de translation agencée en série de la première table de translation, la deuxième table de translation comprenant deux deuxièmes lames flexibles (26, 28) et une deuxième partie rigide (29).
6. Ressort-spiral selon la revendication 3, caractérisé en ce que le guidage flexible comprend une lame flexible unique (32, 33).
7. Ressort-spiral selon la revendication 3, caractérisé en ce que le guidage flexible comprend une paire de lames flexibles décroisées (34, 35).
8. Ressort-spiral selon la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens de retenue (25) comprennent un deuxième levier flexible (36).
9. Ressort-spiral selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, caractérisé en ce que la deuxième direction (D2) est sensiblement perpendiculaire à la première direction (D1) de déplacement du levier (14).
10. Ressort-spiral selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'élément flexible (5) comprend une lame flexible (19).
11. 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).
12. Mécanisme résonateur rotatif, notamment pour un mouvement horloger, comportant une masse oscillante, caractérisé en ce qu'il comprend un ressort-spiral (1, 10, 20, 30, 40, 50) selon l'une, quelconque, des revendications précédentes.

Fig. 1

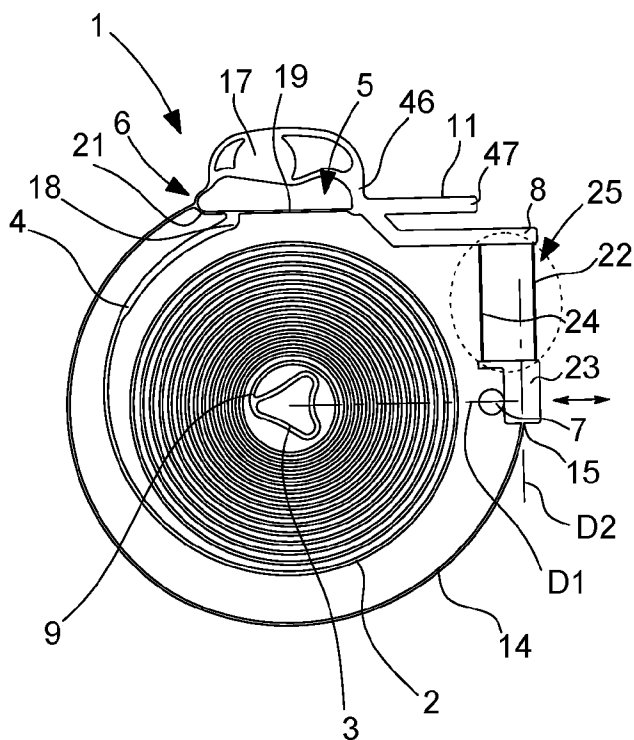


Fig. 2

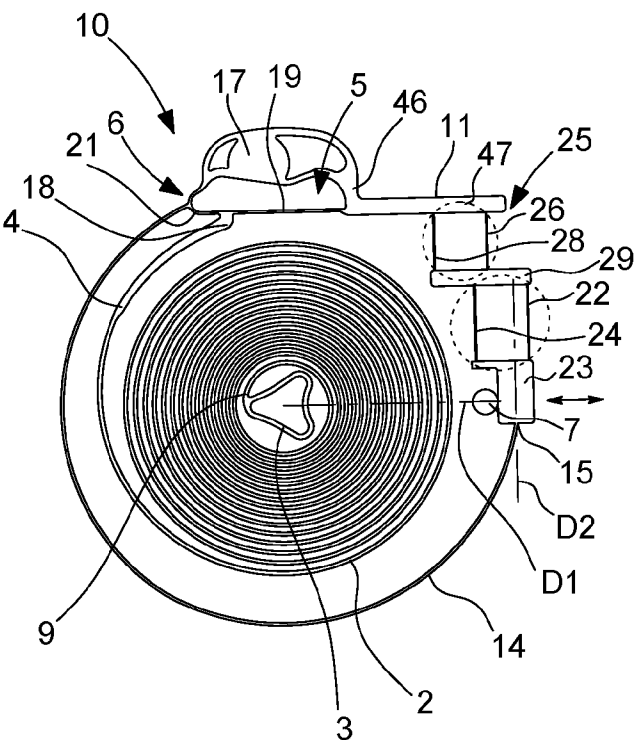


Fig. 3

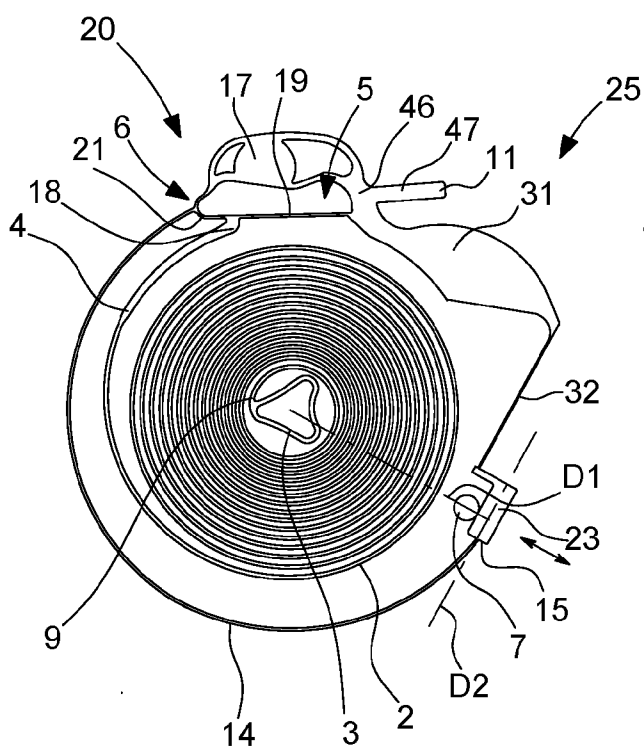


Fig. 4

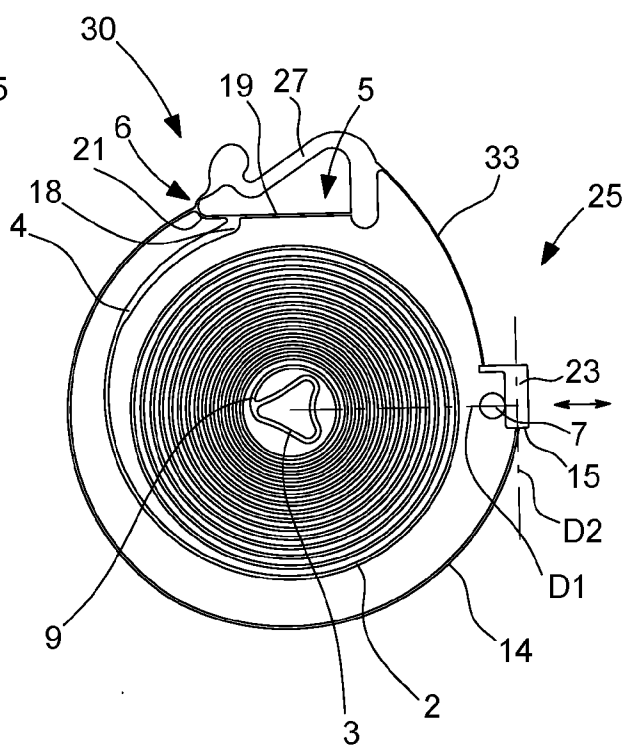


Fig. 5

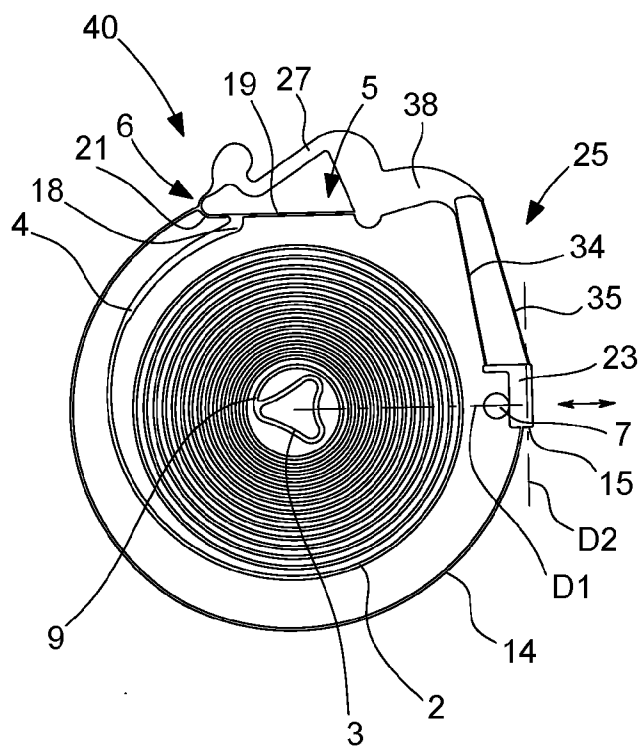


Fig. 6

