

CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) CH 721 478 A2

(51) Int. Cl.: G04B 17/32 (2006.01)
G04B 18/02 (2006.01)
G04B 17/06 (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: 001475/2024

(22) Date de dépôt: 23.12.2024

(43) Demande publiée: 30.06.2025

(30) Priorité: 26.12.2023 FR 2315331

(71) Requérant:
LVMH Swiss Manufactures SA,
Rue Louis-Joseph-Chevrolet 6a
2300 LA CHAUX-DE-FONDS (CH)

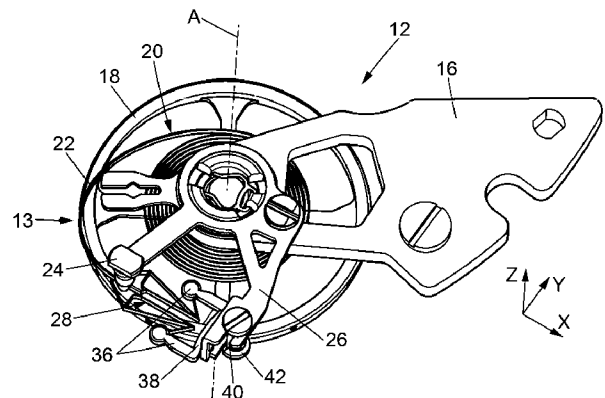
(72) Inventeur(s):
Armand-Gérard Kamanda, 2000 Neuchâtel (CH)

(74) Mandataire:
Stolmár & Partner Intellectual Property S.à.r.l.,
Bahnhofstrasse 106
8001 Zürich (CH)

(54) **Dispositif régulateur pour mouvement horloger, mouvement horloger et pièce d'horlogerie**

(57) L'invention concerne un dispositif régulateur (12) pour mouvement horloger comportant un bâti (16), balancier (18) monté libre en rotation par rapport au bâti (16) autour d'un axe de rotation (A), un ressort (20) de rappel élastique en rotation du balancier (18), le ressort (20) comportant un ruban (22) s'étendant en spirale entre une première extrémité et une deuxième extrémité, et un organe (28) de réglage de la fréquence d'oscillation du balancier (18) par action sur le ruban (22). La première extrémité du ruban (22) est solidaire en rotation autour de l'axe de rotation (A) du balancier (18). La deuxième extrémité du ruban (22) est fixée au bâti (16). L'organe de réglage (28) et le ruban (22) sont monolithiques.

L'invention concerne également un mouvement horloger comportant un tel dispositif régulateur (12), ainsi que une pièce d'horlogerie comportant un tel mouvement horloger.



Description

Domaine technique

[0001] La présente divulgation concerne un dispositif régulateur pour mouvement horloger, un mouvement horloger comportant un tel dispositif régulateur et une pièce d'horlogerie comprenant un tel mouvement horloger. La présente divulgation vise notamment un dispositif régulateur oscillant comportant des moyens de réglage de sa fréquence d'oscillation.

Technique antérieure

[0002] Dans le domaine de l'horlogerie, un „mouvement“ est l'ensemble des pièces permettant de faire fonctionner une pièce d'horlogerie, comme une montre.

[0003] Il existe notamment des mouvements dits à quartz, dont la base de temps est assurée par un oscillateur électronique asservie par un résonateur en cristal de quartz, et des mouvements dits mécaniques, entièrement constitués d'éléments mécaniques, fonctionnant notamment sans pile. La présente description se rapporte plus particulièrement à ces mouvements mécaniques.

[0004] Dans la plupart des montres à mouvement mécanique, l'énergie nécessaire à la rotation des aiguilles est accumulée 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. Le système balancier-spiral constitue la base de temps de la montre, le mouvement comportant également un échappement destiné à entretenir les va-et-vient du système balancier-spiral et à compter ces va-et-vient.

[0005] Il est connu de régler la fréquence des va-et-vient du balancier en ajustant la longueur active du spiral, définie comme la longueur curviligne entre son extrémité interne, fixé à un axe solidaire du balancier, 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 une raquette.

[0006] En fonctionnement, cette raquette 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 exemple par pivotement, au moyen d'un tournevis, d'un excentrique agissant sur la raquette à la manière d'une came. Cependant, ce réglage ne s'avère pas assez précis.

[0007] Par ailleurs, il est connu un ressort-spiral pour mécanisme résonateur d'horlogerie, comprenant un ruban flexible enroulé sur lui-même selon plusieurs spires, et des moyens d'ajustement de sa raideur.

[0008] Par exemple, EP-A-4 009 115 décrit un premier exemple d'un tel ressort-spiral, dans lequel les moyens d'ajustement comportent un élément flexible agencé en série du ruban, l'élément flexible reliant une extrémité du ruban à un support fixe, de manière à ajouter une rigidité supplémentaire au ruban. Selon cette demande EP-A-4 009 115, 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 sa rigidité.

[0009] EP-A-4 009 115 indique que les moyens d'ajustement ne modifient pas la position de l'extrémité du ruban fixée à l'élément flexible. Cependant, tous les exemples qui y sont décrits montrent que l'élément flexible se déforme pour modifier la raideur du ressort-spiral, d'une manière qui modifie la position de l'extrémité du ruban fixée à l'élément flexible (voir notamment la Figure 3 de EP-A-4 009 115).

[0010] EP-A-4 187 326 décrit un autre exemple de ressort-spiral du même type que EP-A-4 009 115. Selon cette demande EP-A-4 187 327, les moyens d'ajustement comportent encore des moyens de précontrainte pour appliquer au moins deux efforts différents sur l'élément flexible allongé. Un premier effort est fourni par une force de traction/compression dirigée sensiblement dans une direction longitudinale de l'élément flexible allongé. Un deuxième effort est fourni soit par une force dirigée dans une direction orthogonale à la direction longitudinale de l'élément flexible allongé, soit par un couple, de manière à faire varier la raideur de l'élément flexible allongé en fonction du niveau de précontrainte.

[0011] Dans cette demande EP-A-4 187 327 également, l'extrémité du ruban est déplacée pour modifier la raideur du ressort-spiral.

[0012] Un déplacement de l'extrémité externe du ruban nuit à la précision du mécanisme horloger. En outre, un déplacement de l'extrémité externe du ruban peut être problématique, par exemple en induisant un risque plus important d'interférence entre le ruban et un autre élément du mouvement horloger.

Résumé

[0013] La présente divulgation vient améliorer la situation.

[0014] Il est proposé un dispositif régulateur pour mouvement horloger comportant:

- un bâti ;
- un balancier monté libre en rotation par rapport au bâti, autour d'un axe de rotation ;

- un ressort de rappel élastique en rotation du balancier, le ressort comportant un ruban s'étendant en spirale entre une première extrémité et une deuxième extrémité, la première extrémité du ruban étant solidaire en rotation autour de l'axe de rotation, du balancier, la deuxième extrémité du ruban étant fixée au bâti,
- un organe de réglage de la fréquence d'oscillation du balancier par action sur le ruban, l'organe de réglage et le ruban étant monolithiques, de préférence venus de matière.

[0015] De préférence, le dispositif régulateur comprend une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises seules ou en combinaison :

- le ressort forme à la deuxième extrémité, une ouverture permettant le passage d'un organe de fixation au bâti, notamment d'une vis ;
- l'organe de réglage est adapté à venir en contact avec le ruban en au moins un point de contact et à modifier la position du point de contact le long du ruban ;
- l'organe de réglage comporte au moins un bras avec une extrémité libre adaptée à venir en contact avec le ruban, de préférence au voisinage de la deuxième extrémité ;
- l'organe de réglage comporte deux bras, une extrémité libre de chaque bras étant adaptée à venir en contact avec le ruban, l'extrémité libre de chaque bras étant de préférence adaptée à venir en contact avec une face respective du ruban, de préférence encore au voisinage de la deuxième extrémité ;
- les deux bras sont de même longueur ;
- les deux bras sont de longueurs différentes, notamment dans lequel un bras plus proche de la première extrémité du ruban est plus petit qu'un bras plus éloigné de la première extrémité du ruban ;
- chaque bras est associé à un levier s'étendant entre une première extrémité, depuis laquelle s'étend le bras associé, et une deuxième extrémité, distante du bras associé, la deuxième extrémité étant reliée à une patte, formée par l'organe de réglage, dont une extrémité libre est mobile par rapport à la deuxième extrémité du ruban ;
- chaque levier est associé à une base, formée par l'organe de réglage, chaque base comportant au moins une première branche s'étendant sensiblement transversalement par rapport au ruban, depuis une première extrémité de la première branche au voisinage de la deuxième extrémité du ruban, et une deuxième extrémité de la première branche, la deuxième extrémité de la première branche étant de préférence confondue avec une extrémité commune du bras et du levier associés ;
- la base comporte également une deuxième branche, s'étendant de préférence sensiblement parallèlement à une direction d'extension du ruban, au voisinage de la deuxième extrémité du ruban, entre une première extrémité solidaire du levier, et une deuxième extrémité, solidaire de la première branche, à travers un tronçon coudé, le cas échéant ;
- l'extrémité libre de chaque patte est associée à une vis de réglage de la position de l'extrémité libre de la patte, par rapport au bâti;
- l'organe de réglage est solidaire du ruban en au moins un point situé entre les extrémités du ruban, de préférence au voisinage de la deuxième extrémité du ruban, l'organe de réglage étant adapté à modifier les contraintes dans le ruban, au voisinage du point ;
- l'organe de réglage forme deux branches s'étendant chacune depuis une première extrémité solidaire du ruban et une deuxième extrémité commune aux deux branches, telles que la deuxième extrémité du ruban est située entre les deux branches ;
- le dispositif régulateur comprend en outre un moyen pour modifier la distance entre les deux branches, selon une direction transversale par rapport à la direction d'extension du ruban, au voisinage de la deuxième extrémité du ruban.

[0016] Selon un autre aspect, il est proposé un mouvement horloger comportant un dispositif régulateur tel que décrit ci-avant dans toutes ses combinaisons.

[0017] Selon encore un autre aspect, il est décrit une pièce d'horlogerie comportant un boîtier et un mouvement horloger tel que décrit ci-avant dans toutes ses combinaisons, le boîtier formant de préférence le bâti du dispositif régulateur.

Brève description des dessins

[0018] D'autres caractéristiques, détails et avantages apparaîtront à la lecture de la description détaillée ci-après, et à l'analyse des dessins annexés, sur lesquels :

La Fig. 1 est une vue schématique d'une pièce d'horlogerie comprenant un mécanisme pour pièce d'horlogerie ;

La Fig. 2 est un schéma bloc du mouvement de la pièce d'horlogerie de la Fig. 1 ;

La Fig. 3 est une vue en plan selon une première perspective, d'un premier exemple d'oscillateur pouvant être mis en oeuvre dans le mouvement de la Fig. 2, dans une première position ;

La Fig. 4 est une vue en plan selon une deuxième perspective, du premier exemple d'oscillateur pouvant être mis en oeuvre dans le mouvement de la Fig. 2, dans la première position ;

La Fig. 5 représente schématiquement le spiral mis en oeuvre dans l'oscillateur des Fig. 3 et Fig. 4 ;

La Fig. 6 représente schématiquement en perspective un détail du spiral de la Fig. 5 dans une première position.

La Fig. 7 représente schématiquement le détail du spiral de la Fig. 6, dans une deuxième position.

La Fig. 8 représente schématiquement un détail d'une première variante du spiral de la Fig. 5 ;

La Fig. 9 représente schématiquement un détail d'une deuxième variante du spiral de la Fig. 5 ;

La Fig. 10 représente schématiquement un détail d'une troisième variante du spiral de la Fig. 5 ;

La Fig. 11 représente schématiquement une vue en plan d'un deuxième exemple de spiral.

La Fig. 12 représente schématiquement un détail du spiral de la Fig. 11 dans une première position de réglage.

La Fig. 13 est une vue analogue à la Fig. 12 dans une deuxième position de réglage du spiral.

Description de modes de réalisation

[0019] Sur les différentes figures, les mêmes références désignent des éléments identiques ou similaires. Les éléments identiques ou similaires des différents modes de réalisation ne sont pas décrits en détails en regard de chaque figure. Au contraire, à fin de concision de la présente description, seuls les éléments différenciant les différents modes de réalisation sont décrits.

[0020] La Fig. 1 représente une pièce d'horlogerie **1** telle qu'une montre, comprenant :

- un boîtier **2**,
- un mouvement horloger **3** reçu dans le boîtier **2**,
- un remontoir **4**,
- un cadran **5**,
- un verre **6** recouvrant le cadran **5**,
- un indicateur de temps **7**, comprenant par exemple deux aiguilles **7a**, **7b** respectivement pour les heures et les minutes, disposé entre le verre **6** et le cadran **5** et actionné par le mouvement horloger **3**.

[0021] Comme représenté schématiquement sur la Fig. 2, le mouvement horloger **3** peut comprendre par exemple :

- une source d'énergie **8**, par exemple sous la forme d'un dispositif de stockage d'énergie mécanique, généralement un ressort de barillet,
- une transmission mécanique **9** mue par la source d'énergie **8**,
- l'indicateur de temps **7** susmentionné,
- un organe de distribution d'énergie **10**,
- une ancre **11** adaptée pour séquentiellement retenir et libérer l'organe de distribution d'énergie **10**,

- un dispositif régulateur **12**, qui est un mécanisme comportant un organe réglant inertiel oscillant (ci-après oscillateur **13**), contrôlant l'ancre **11** pour la déplacer régulièrement de façon que l'organe de distribution d'énergie **10** soit déplacé pas à pas à intervalles de temps constants.

[0022] L'ancre **11** et le dispositif régulateur **12** forment un mécanisme **14**. Le mécanisme **14** peut être avantageusement un système dont les pièces mobiles sont conçues pour se déplacer essentiellement dans un plan médian **XY** ou parallèlement à un plan médian **XY** du mécanisme **14**.

[0023] Un organe de découplage **15** peut être interposé entre l'ancre **11** et le dispositif régulateur **12**, qui fait alors partie du mécanisme **14**.

[0024] Un mouvement mécanique **3** peut encore comporter un dispositif pour recharger la source d'énergie.

[0025] L'organe de distribution d'énergie **10** peut être une roue d'échappement montée rotative par exemple sur une platine de support, de façon à pouvoir tourner autour d'un axe de rotation perpendiculaire au plan médian **XY** du mécanisme **14**. L'organe de distribution d'énergie **10** est mu par la source d'énergie **8** dans un unique sens de rotation.

[0026] La source d'énergie **8** comporte traditionnellement un premier ressort, enroulé en spirale, associé à un barillet. La transmission mécanique **9** est composée d'engrenages, entraînés en rotation par le barillet, afin de convertir un désarmage du premier ressort spiral de la source d'énergie **8** en différentes vitesses de rotation, commandant un déplacement correspondant de différents organes du dispositif indicateur de temps **7**. Par exemple, la transmission mécanique **9** peut commander une vitesse de rotation différente à différentes aiguilles, indiquant respectivement les heures, les minutes, et les secondes.

[0027] L'organe de distribution d'énergie **10** et le dispositif régulateur **12** sont destinés à garantir la précision des différentes rotations des engrenages de la transmission mécanique **9**, en réglant la distribution d'énergie.

[0028] Pour ce faire, l'ancre **11** transmet des impulsions qui font osciller un balancier **18** et un ressort **20**, différent du ressort spiral de la source d'énergie **8**. Le balancier **18** et le ressort **20** font partie du dispositif régulateur **12**. Plus précisément, les oscillations du ressort **20** sont entretenues - et comptées, le cas échéant - par l'ancre **11** qui lui communique une énergie cinétique, laquelle arme le ressort **20** en l'entraînant au-delà de sa position d'équilibre.

[0029] En se désarmant, c'est-à-dire en tendant à retrouver sa position d'équilibre, le ressort **20** entraîne en rotation l'axe principal du balancier **18**, dont il est solidaire par son extrémité interne. Parvenu à une détente complète, le ressort **20** s'immobilise, avec le balancier **18**, puis, sous l'effet de son élasticité, tend à se comprimer à nouveau et entraîne alors le balancier **18** dans une rotation en sens inverse.

[0030] Les oscillations du système composé du ressort **20** et du balancier **18** permettent de réguler les mouvements de basculement alternatif de l'ancre **11**, laquelle est pourvue d'une paire de palettes attaquant alternativement la roue d'échappement dont la rotation pas-à-pas, à une fréquence déterminée par les oscillations de l'ancre **11** (c'est-à-dire du ressort spiral **20** et du balancier **18**), est transmise aux différents organes du dispositif indicateur de temps **7**.

[0031] Pour régler la fréquence des oscillations du système composé du ressort **20** et du balancier **18**, il est connu de mettre en oeuvre un dispositif de réglage à raquette - ou „raquetterie“. Un tel dispositif permet généralement un réglage jusqu'à 200 secondes par jour. Dans la suite, on décrit un dispositif régulateur **12** permettant un réglage plus précis, notamment compris entre 2 et 10 secondes par jour, en particulier de 4 secondes par jour.

[0032] Le dispositif régulateur **12**, tel qu'illustré à la Fig. 3 et à la Fig. 4, comporte ici un oscillateur **13**. Comme cela est visible sur ces figures, le dispositif régulateur **12** comporte essentiellement un bâti **16**, un balancier **18**, monté libre en rotation par rapport au bâti **16** autour d'un axe **A**, et un ressort **20** de rappel élastique en rotation du balancier **18** autour de son axe **A** de rotation. Ici, le bâti **16** est formé par un pont de balancier.

[0033] Le ressort **20** forme un ruban **22** s'étendant en spirale entre une extrémité interne **22i** du ruban **22**, et une extrémité externe **22e** du ruban **22**. Ici, l'extrémité interne **22i** du ruban **22** correspond à l'extrémité interne **20e** du ressort **20**. Cependant, l'extrémité externe **22e** du ruban **22** est distincte de l'extrémité externe du ressort **20**. L'extrémité interne **22i** du ruban **22** est par exemple fixée à une virole, solidaire en rotation avec le balancier **18**, autour de son axe **A** de rotation. L'extrémité externe **22e** du ruban **22** est fixée au pont de balancier **16** par un piton **24** supporté par un porte piton **26**, fixé au pont de balancier **16**. Pour ce faire, le piton **24** peut pincer l'extrémité externe **22e** du ruban **22** contre le balancier **18**. Alternativement, l'extrémité externe **22e** du ruban **22** forme un logement de réception d'une vis de fixation de l'extrémité externe **22e** du ruban **22** sur le balancier **16**.

[0034] Le ressort **20** forme également, entre l'extrémité externe **22e** du ruban **26** et l'extrémité externe du ressort **20**, un organe de réglage **28** de la fréquence d'oscillation du balancier **18** par action sur le ruban **22**. Ainsi, ici, l'organe de réglage **28** et le ruban **22** sont venus de matière, formés par une même pièce, le ressort **20**. En d'autres termes, l'organe de réglage **28** et le ruban **22** sont monolithiques.

[0035] Comme cela est notamment visible sur la Fig. 5 et la Fig. 6, l'organe de réglage **28** comporte ici deux bras **30** avec une extrémité libre **30₁**, adaptée à venir en contact avec le ruban **22**, ici, au voisinage de l'extrémité externe **22e** du ruban

22. Ainsi, le contact des bras **30** sur le ruban **22**, au voisinage de l'extrémité externe **22e** du ruban **22**, permet de modifier localement la raideur du ruban **22** et, ainsi, la fréquence d'oscillation du système composé du ressort **20** et du balancier **18**.

[0036] Ici, on peut noter que l'extrémité libre **30₁** de chaque bras **30** est adaptée à venir en contact avec une face respective **22₁**, **22₂**, du ruban **22**. On peut noter également que les deux bras **30** sont ici de la même longueur. Ainsi, les deux bras **30** viennent en contact avec le ruban **22** sensiblement au même endroit le long du ruban **22**.

[0037] En outre, comme illustré, chaque bras **30** est associé à un levier **32** s'étendant entre une première extrémité **32₁**, depuis laquelle s'étend le bras **30** associé, et une deuxième extrémité **32₂**, distante du bras **30**, la deuxième extrémité **32₂** étant reliée à une patte **34**, formée par l'organe de réglage **28**, dont une extrémité libre **34₁** est mobile par rapport à l'extrémité externe **22e** du ruban **22**. Ainsi, en déplaçant l'extrémité libre **34₁** de la patte **34** par rapport au ruban **22**, on déplace l'extrémité libre **30₁** du bras **30** associé, notamment pour le mettre en contact avec le ruban **22** et/ou pour le déplacer le long du ruban **22**, le cas échéant.

[0038] En outre, ici, pour commander un déplacement de l'extrémité libre **34₁** de la patte **34**, cette extrémité libre **34₁** forme un logement de réception de la tête d'un pion **36**. Les deux pions **36** sont ici solidaires, qui font partie d'une même pièce **38**, ici en forme de „U“, dont un déplacement peut être commandé au moyen d'un galet **40** (ou came) formant une rampe **42** sur sa surface périphérique, adaptée à venir en contact avec la pièce en „U“ **38** pour commander le déplacement des pions **36** et, ainsi, des extrémités libres **34₁** des pattes **34**. Le galet **40** peut comporter une fente **44** au niveau d'une tête, à une extrémité longitudinale du galet **40** opposée à une extrémité longitudinale portant la rampe **42**, adaptée à recevoir un tournevis plat pour commander la rotation du galet **40**. Par exemple, le galet **40** est monté rotatif par rapport au porte pignon **26**.

[0039] D'autres moyens de commander le déplacement des pattes **34** et des bras **30** sont accessibles à la femme ou à l'homme du métier.

[0040] En outre, comme illustré notamment sur la Fig. 6, chaque levier **32** est associé à une base **46**, formée par l'organe de réglage **28**. Chaque base **46** comporte ici une première branche **48** s'étendant sensiblement transversalement par rapport au ruban **22**, depuis une première extrémité de la première branche **48**, au voisinage de l'extrémité externe **22e** du ruban **22**, et une deuxième extrémité de la première branche **48**. Comme illustré, la deuxième extrémité de la première branche **48** est confondue avec l'extrémité commune **30₂**, **32₁** du bras **30** et du levier **32** associés. Ainsi, comme illustré à la Fig. 7, le mouvement des leviers **32** est guidé par la base **46**, qui tend à provoquer un basculement **R1**, **R2** des leviers **32** de sorte à rapprocher les extrémités libres **30₁** des bras **30** du ruban **22** et ou à la déplacer **F1**, **F2** le long du ruban **22**, en les éloignant de l'extrémité externe **22e** du ruban **22**, lorsque les extrémités libres **34₁** des pattes **34** sont rapprochées **F3**, **F4** de l'extrémité externe **22e** du ruban **22**. Réciproquement, le mouvement des leviers **32** tend à provoquer un basculement **R1**, **R2** des leviers **32** de sorte à éloigner les extrémités libres **30₁** des bras **30** du ruban **22** et/ou à la déplacer **F1**, **F2** le long du ruban **22**, en les rapprochant de l'extrémité externe **22e** du ruban **22**, lorsque les extrémités libres **34₁** des pattes **34** sont éloignées **F3**, **F4** de l'extrémité externe **22e** du ruban **22**.

[0041] La base **46** comporte également, selon l'exemple illustré, une deuxième branche **50**, s'étendant de préférence sensiblement parallèlement à une direction d'extension du ruban **22**, au voisinage de l'extrémité externe **22e** du ruban **22**, entre une première extrémité **50₁** solidaire du levier **32**, et une deuxième extrémité **50₂**, solidaire de la première branche **48** de la base **46**. Ici, plus précisément, la première extrémité **50₁** de la deuxième branche **50** est confondue avec la deuxième extrémité **34₂** de la patte **34** associée. Comme illustré également, la deuxième extrémité **50₂** de la deuxième branche **50** est reliée à la première branche **48** par un tronçon coudé **52**. La deuxième extrémité **50₂** de la deuxième branche **50** est également reliée à l'extrémité externe **22e** du ruban **22** par une troisième branche **54**. On rigidifie ainsi la base **46** et on guide plus précisément le mouvement des bras **30** par rapport au ruban **22**.

[0042] Comme illustré sur la Fig. 6, notamment, les deux bras **30** peuvent être disposés symétriquement par rapport au ruban **22**. Dans ce cas notamment, les deux bras **30** peuvent être de la même longueur, comme illustré à la Fig. 6 et à la Fig. 7. Les deux bras **30** peuvent également être de même largeur, voire même identiques.

[0043] Un tel organe de réglage **28** apparaît particulièrement avantageux. En effet, l'oscillation du ressort **20** comporte deux phases :

- l'une, dite „excentrique“, durant laquelle le ressort **20** s'expand, c'est-à-dire que le diamètre extérieur du ressort **20** croît ;
- l'autre, dite „concentrique“, durant laquelle le ressort **20** se contracte, c'est-à-dire que le diamètre extérieur du ressort **20** décroît.

Il est préféré que ces deux phases aient sensiblement la même durée, pour faciliter l'intégration du résonnateur **13**, notamment pour sa coopération avec la roue d'échappement de l'organe de distribution d'énergie **10**. Pour que les deux phases aient sensiblement la même durée, il est recherché que les forces de rappel du ressort **20** soient sensiblement égales durant les deux phases. Du fait de la présence des deux bras **30** adaptés à agir chacun sur une face du ressort **20**, il est possible de modifier les forces de rappel et de les régler, durant les deux phases, de manière précise.

[0044] En outre, bien que les phases excentriques et concentriques de l'oscillation du ressort **20** aient de préférence sensiblement la même durée, le déplacement d'un point du ressort **20** peut varier entre ces deux phases, du fait de la courbure du ressort **20**. La présence des deux bras **30** adaptés chacun à agir sur une face du ressort **20** apparaît alors préférée.

[0045] Alternativement, cependant, les deux bras **30** peuvent être disposés chacun d'un côté respectif du ruban **22** sans être symétriques par rapport au ruban **22**. Par exemple, comme illustrée à la Fig. 8, un bras **30** peut être plus court que l'autre bras **30**. Notamment, le bras **30** interne peut être plus court que le bras **30** externe. Dans ce cas, les deux bras **30** peuvent être en contact avec le ruban **22** en des points de contact décalés le long du ruban **22**.

[0046] Dans ce cas, le réglage de la durée des deux phases de l'oscillation du ressort **20** peut être „dissymétrique“, un réglage sur une plage plus large étant ici possible pour la phase excentrique, le bras **30** en contact avec la face externe du ressort **20** étant plus grand que le bras **30** en contact avec la face interne du ressort **20**. Alternativement ou au surplus, il peut alors être possible d'appliquer des forces de rappel égales durant les deux phases d'oscillation du ressort **20**, concentrique et excentriques, malgré des courbures différentes du ressort **20**, ceci afin de permettre d'avoir des phases concentriques et excentriques de durées sensiblement égales. Pour ce faire, on peut notamment adapter la longueur des deux bras **30** et/ou l'épaisseur des deux bras **30**.

[0047] Également, comme présenté à la Fig. 9, l'organe de réglage **28** peut ne comporter qu'un bras **30** et, le cas échéant, un levier **32** et une base **46**. Dans l'exemple de la Fig. 9, l'organe de réglage **28** comporte un unique bras **30** adapté à venir en contact avec la face interne du ruban **22**.

[0048] L'organe de réglage **28** de la Fig. 9 permet ainsi essentiellement, voire uniquement, un réglage de la durée de la phase concentrique de l'oscillation du ressort **20**.

[0049] Comme présenté à la Fig. 10, l'organe de réglage **28** peut ne comporter qu'un bras **30**, un levier **32** et une base **46**. Dans l'exemple de la Fig. 10, l'organe de réglage **28** comporte un unique bras **30** adapté à venir en contact avec la face externe du ruban **22**.

[0050] Dans ce cas, l'organe de réglage **28** permet essentiellement, voire uniquement, un réglage de la durée de la phase excentrique de l'oscillation du ressort **20**.

[0051] Les Figs. 11, 12 et 13 illustrent un deuxième exemple d'organe de réglage **28** venu de matière avec le ruban **22**. Ici, l'organe de réglage **28** est adapté à modifier localement les contraintes dans le ruban **22**, au voisinage de son extrémité externe **22e**.

[0052] Pour ce faire, ici, l'organe de réglage **28** forme deux branches **56** s'étendant chacune depuis une première extrémité **56₁** solidaire du ruban **22** et une deuxième extrémité **56₂** commune aux deux branches **56**. Comme illustrée, l'extrémité externe **22e** du ruban, au niveau de laquelle le ressort **20** est fixé au bâti via le porte pignon **26**, est située entre les deux branches **56** et entre les extrémités **56₁**, **56₂** des deux branches **56**. Ainsi, l'organe de réglage **28** forme ici une forme sensiblement elliptique, aux extrémités aplaties. Les deux branches **56** peuvent être symétriques par rapport à un axe dirigé selon la direction d'extension du ruban **22**, au voisinage de son extrémité externe **22e**.

[0053] Pour régler la fréquence du système formé du ressort **20** et du balancier **18**, on peut ici modifier la distance entre les deux branches **56**, selon une direction transversale par rapport à la direction d'extension du ruban **22** au voisinage de l'extrémité externe **22e** du ruban **22**. Pour ce faire, on peut par exemple prévoir deux vis **58** adaptées à coopérer chacune avec une branche **56** respective, comme illustrées à la Fig. 12 et à la Fig. 13 qui illustrent deux positions de réglage différentes. Il est à noter ici que la distance entre les extrémités **56₁** des branches **56**, solidaires du ruban **22**, et l'extrémité externe **22e** du ruban **22** n'est pas modifiée par le réglage.

[0054] Alternativement, il peut n'être prévu qu'une seule vis **56** qui peut agir par exemple sur l'extrémité **56₂** commune des deux branches **56**.

[0055] D'autres moyens de modifier la configuration des deux branches **56** sont accessibles à la femme ou l'homme du métier.

[0056] La présente divulgation ne se limite pas aux exemples décrits ci-avant, seulement à titre d'exemples. Elle englobe au contraire toutes les variantes que pourra envisager la femme ou l'homme de l'art.

Revendications

1. Dispositif régulateur (12) pour mouvement horloger (3) comportant :
 - un bâti (16) ;
 - un balancier (18) monté libre en rotation par rapport au bâti (16), autour d'un axe de rotation (A) ;
 - un ressort (20) de rappel élastique en rotation du balancier (18), le ressort (20) comportant un ruban (22) s'étendant en spirale entre une première extrémité (22i) et une deuxième extrémité (22e), la première extrémité (22i) du ruban (22) étant solidaire en rotation autour de l'axe de rotation (A), du balancier (18), la deuxième extrémité (22e) du ruban (22) étant fixée au bâti (16),

- un organe (28) de réglage de la fréquence d'oscillation du balancier (18) par action sur le ruban (22), l'organe de réglage (28) et le ruban (22) étant monolithiques, de préférence venus de matière.
- 2. Dispositif régulateur selon la revendication 1, dans lequel le ressort (20) forme à la deuxième extrémité (22e), une ouverture permettant le passage d'un organe de fixation au bâti, notamment d'une vis.
- 3. Dispositif régulateur (12) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel l'organe de réglage (28) est adapté à venir en contact avec le ruban (22) en au moins un point de contact et à modifier la position du point de contact le long du ruban (22).
- 4. Dispositif régulateur (12) selon la revendication 3, dans lequel l'organe de réglage (28) comporte au moins un bras (30) avec une extrémité libre (30₁) adaptée à venir en contact avec le ruban (22), de préférence au voisinage de la deuxième extrémité (22e).
- 5. Dispositif régulateur (12) selon la revendication 4, dans lequel l'organe de réglage (28) comporte deux bras (30), une extrémité libre (30₁) de chaque bras (30) étant adaptée à venir en contact avec le ruban (22), l'extrémité libre (30₁) de chaque bras (30) étant de préférence adaptée à venir en contact avec une face respective du ruban (22), de préférence encore au voisinage de la deuxième extrémité (22e).
- 6. Dispositif régulateur (12) selon la revendication 5, dans lequel les deux bras (30) sont de même longueur.
- 7. Dispositif régulateur (12) selon la revendication 5, dans lequel les deux bras (30) sont de longueurs différentes, notamment dans lequel un bras (30) plus proche de la première extrémité (22i) du ruban (22) est plus petit qu'un bras (30) plus éloigné de la première extrémité (22i) du ruban (22).
- 8. Dispositif régulateur (12) selon l'une des revendications 4 à 7, dans lequel chaque bras (30) est associé à un levier (32) s'étendant entre une première extrémité (32₁), depuis laquelle s'étend le bras associé (30), et une deuxième extrémité (32₂), distante du bras (30) associé, la deuxième extrémité (32₂) étant reliée à une patte (34), formée par l'organe de réglage (28), dont une extrémité libre (34₁) est mobile par rapport à la deuxième extrémité (22e) du ruban (22).
- 9. Dispositif régulateur (12) selon la revendication 8, dans lequel chaque levier (32) est associé à une base (46), formée par l'organe de réglage (28), chaque base (46) comportant au moins une première branche (48) s'étendant sensiblement transversalement par rapport au ruban (22), depuis une première extrémité de la première branche (48) au voisinage de la deuxième extrémité (22e) du ruban (22), et une deuxième extrémité de la première branche (48), la deuxième extrémité de la première branche (48) étant de préférence confondue avec une extrémité commune (30₂; 32₁) du bras (30) et du levier (32) associés.
- 10. Dispositif régulateur (12) selon la revendication 9, dans lequel la base (46) comporte également une deuxième branche (50), s'étendant de préférence sensiblement parallèlement à une direction d'extension du ruban (22), au voisinage de la deuxième extrémité (22e) du ruban (22), entre une première extrémité solidaire du levier (32), et une deuxième extrémité, solidaire de la première branche (48), à travers un tronçon coudé (52), le cas échéant.
- 11. Dispositif régulateur (12) selon l'une des revendications 8 à 10, dans lequel l'extrémité libre (34₁) de chaque patte (34) est associée à une vis de réglage de la position de l'extrémité libre (34₁) de la patte (34), par rapport au bâti (16).
- 12. Dispositif régulateur (12) selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel l'organe de réglage (28) est solidaire du ruban (22) en au moins un point situé entre les extrémités (22i ; 22e) du ruban (22), de préférence au voisinage de la deuxième extrémité (22e) du ruban (22), l'organe de réglage (28) étant adapté à modifier les contraintes dans le ruban (22), au voisinage du point.
- 13. Dispositif régulateur (12) selon la revendication 12, dans lequel l'organe de réglage (28) forme deux branches (56) s'étendant chacune depuis une première extrémité (56₁) solidaire du ruban (22) et une deuxième extrémité (56₂) commune aux deux branches (56), telles que la deuxième extrémité (22e) du ruban (22) est située entre les deux branches (56).
- 14. Dispositif régulateur (12) selon la revendication 13, comprenant en outre un moyen pour modifier la distance entre les deux branches (56), selon une direction transversale par rapport à la direction d'extension du ruban (22), au voisinage de la deuxième extrémité (22e) du ruban (22).
- 15. Mouvement horloger (3) comportant un dispositif régulateur (12) selon l'une quelconque des revendications précédentes.
- 16. Pièce d'horlogerie (1) comportant un boîtier (2) et un mouvement horloger (3) selon la revendication 15, le boîtier (2) formant de préférence le bâti (16) du dispositif régulateur (12).

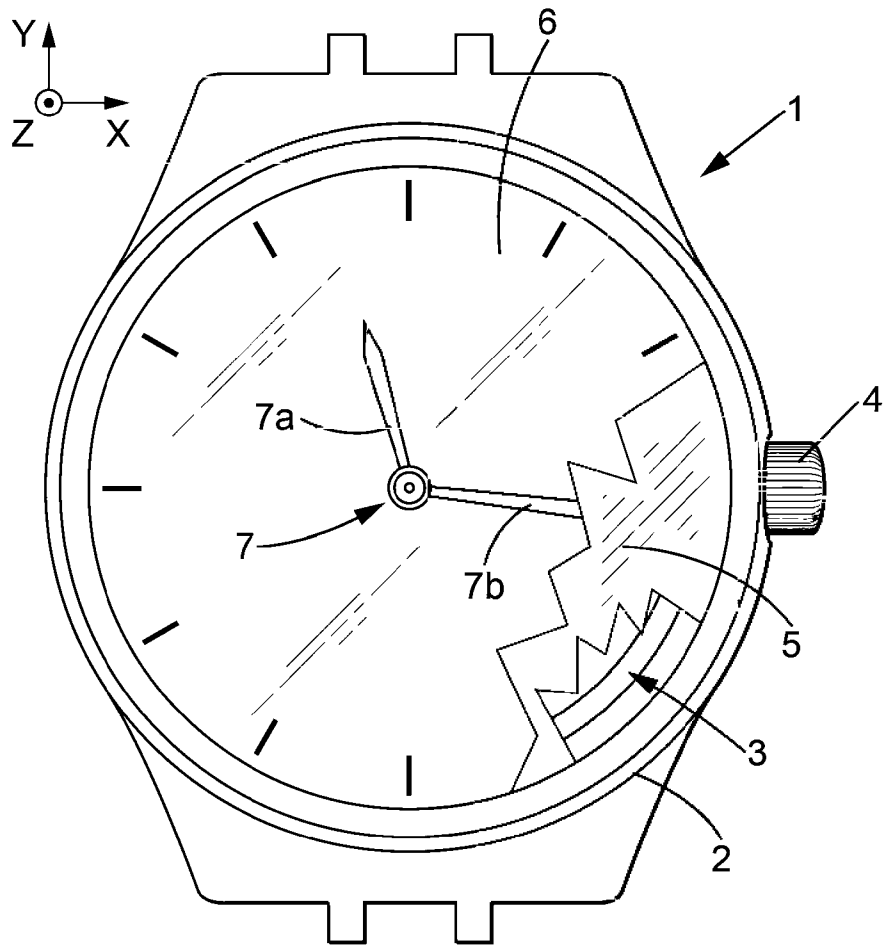


FIG. 1

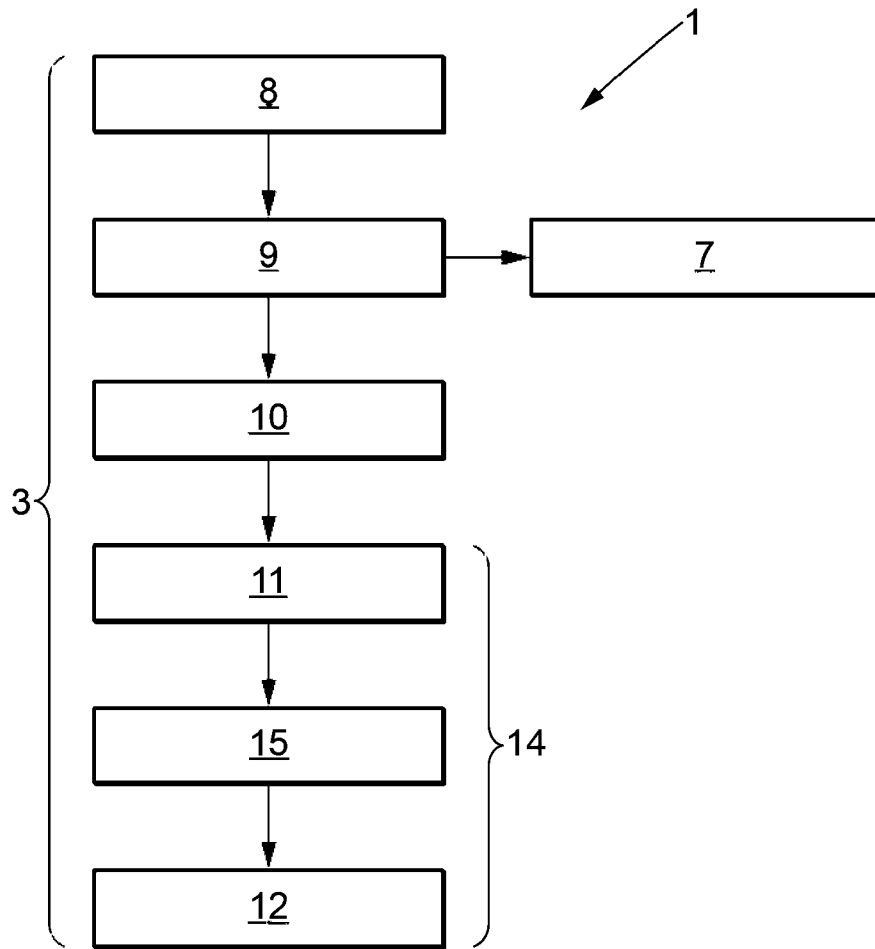
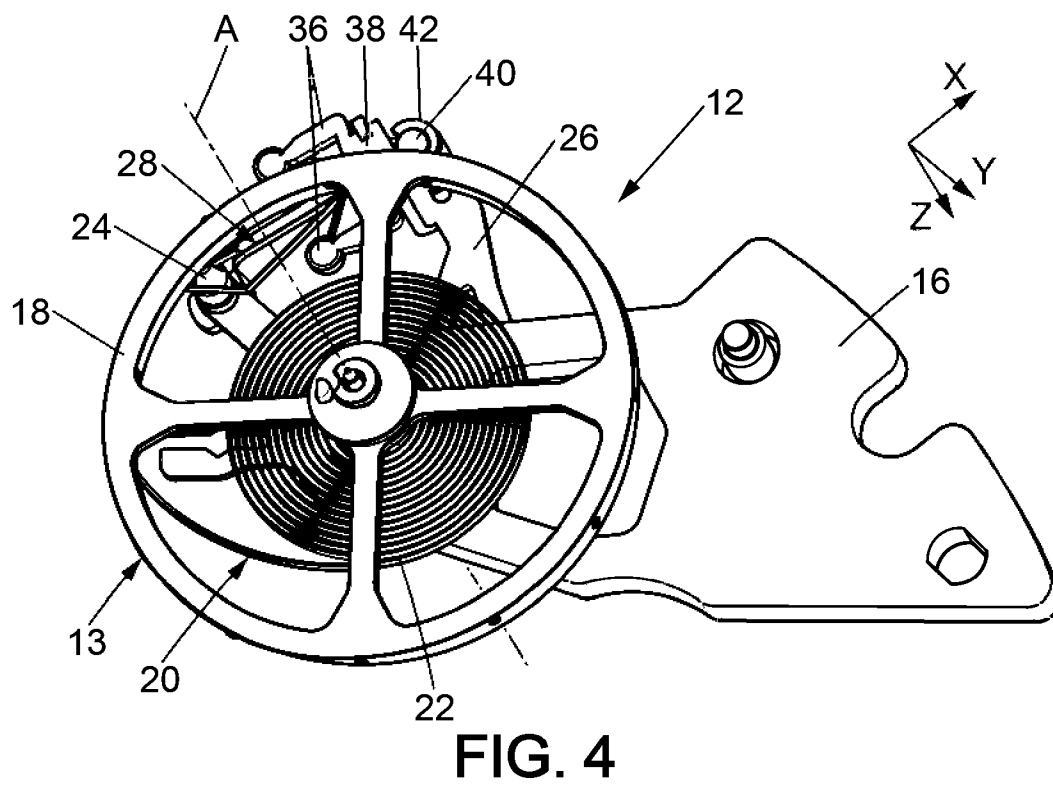
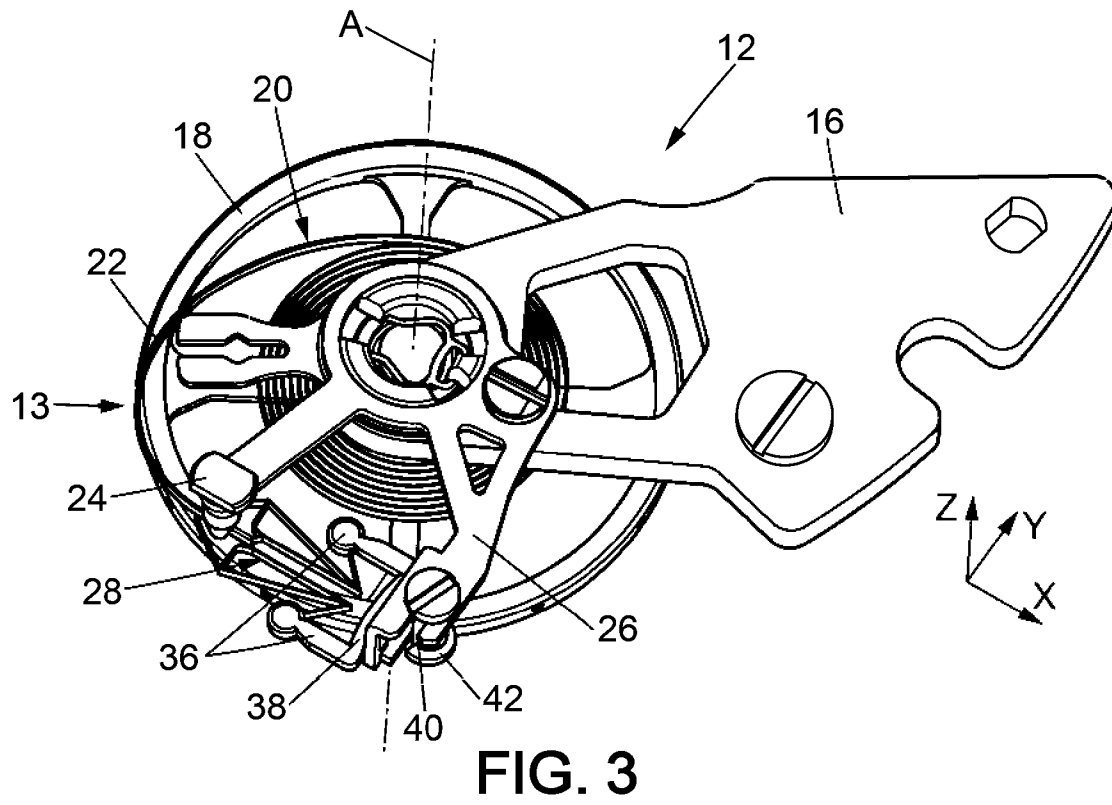


FIG. 2



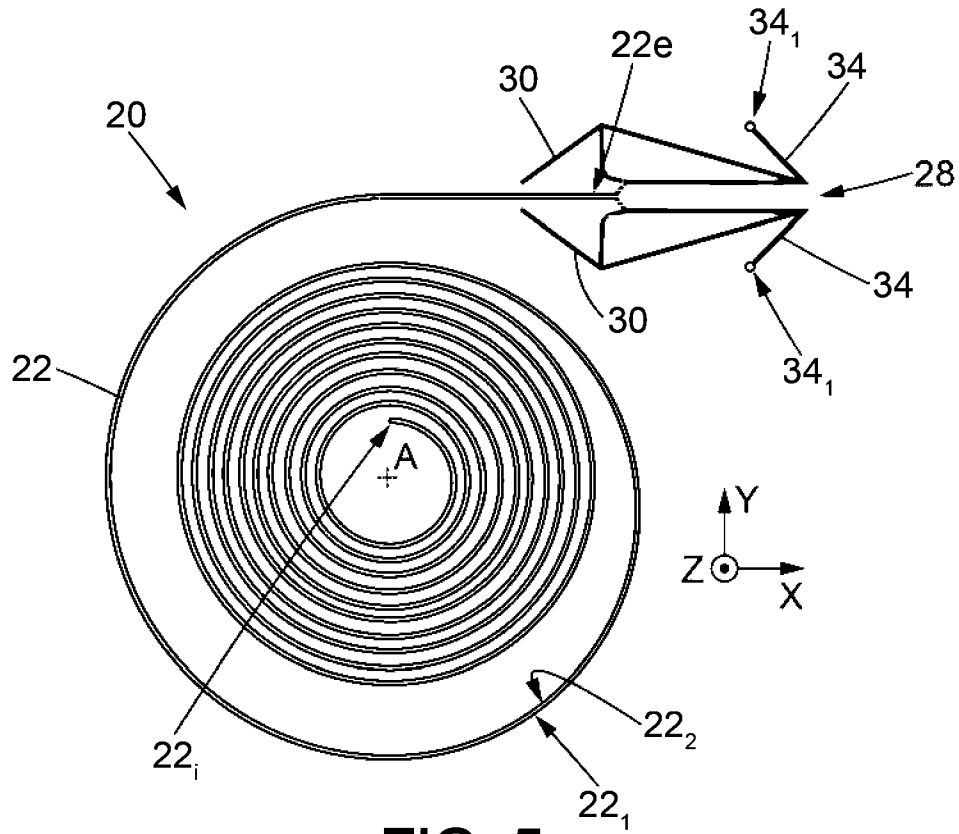


FIG. 5

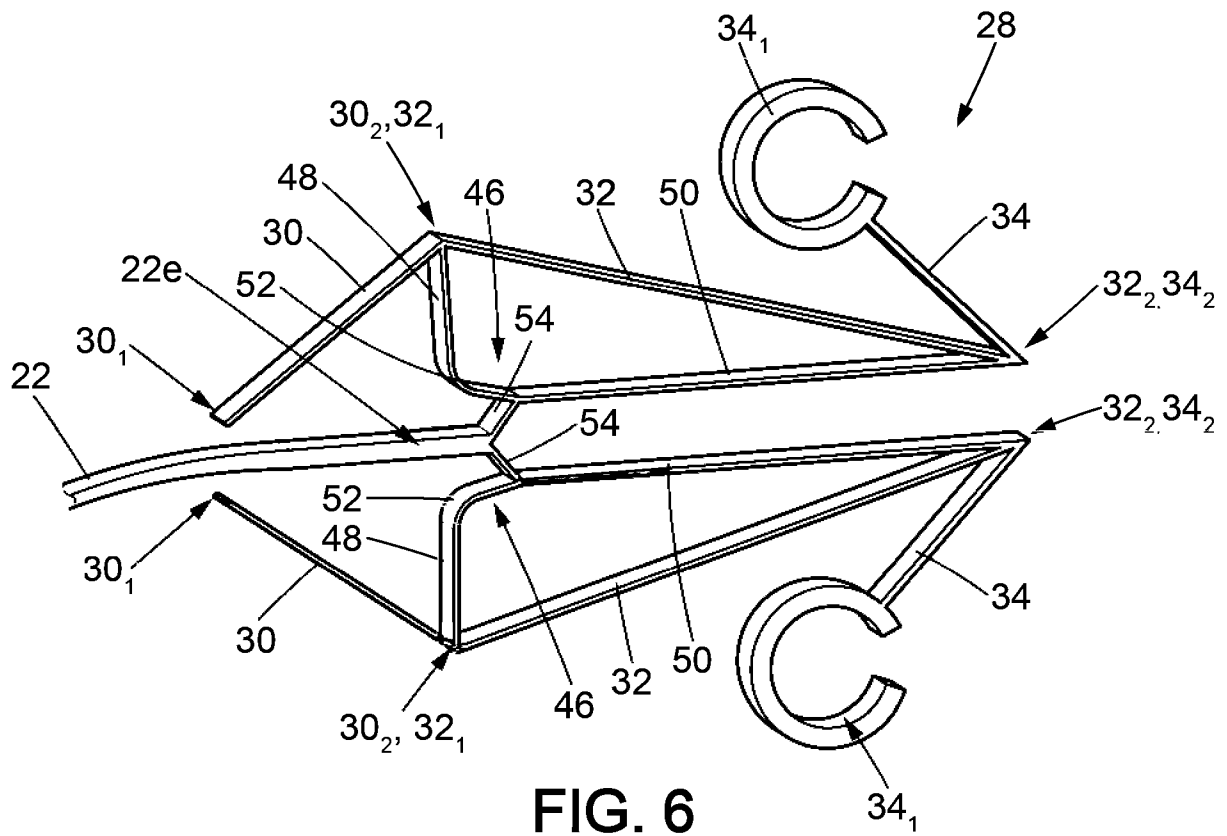


FIG. 6

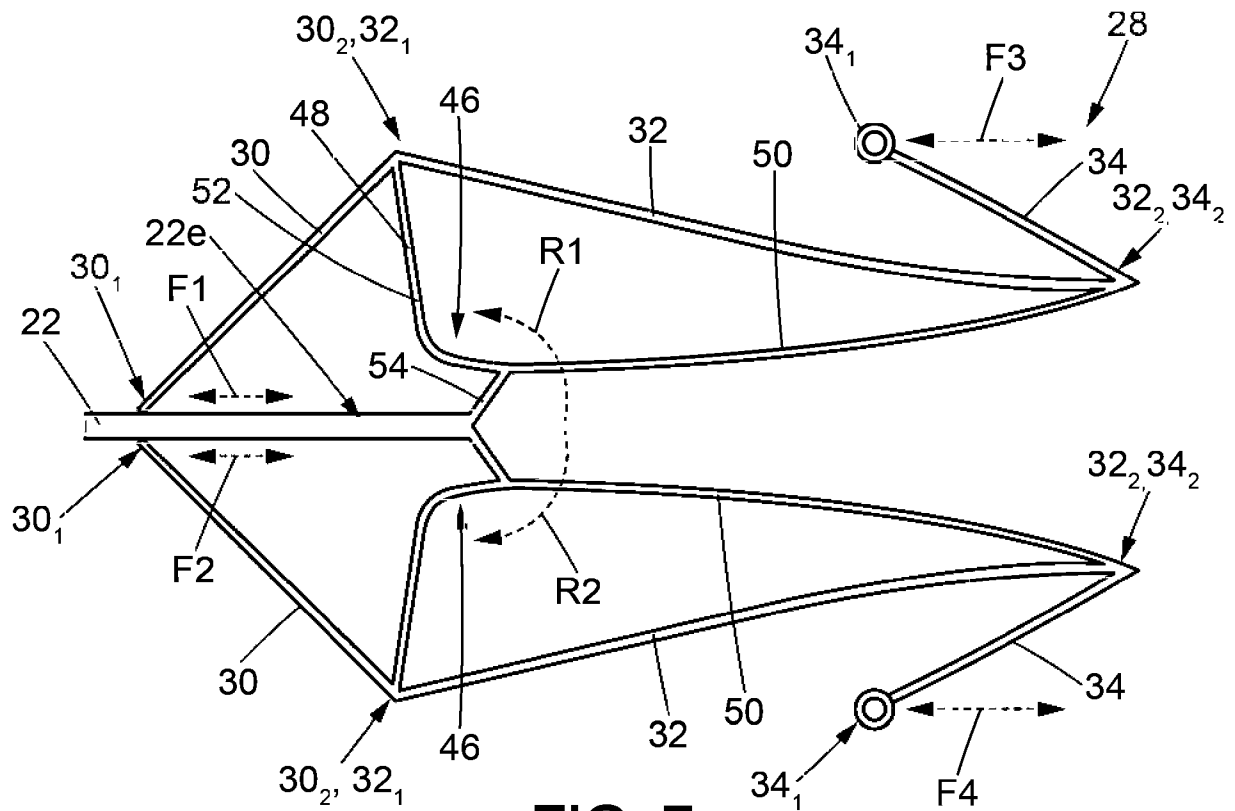


FIG. 7

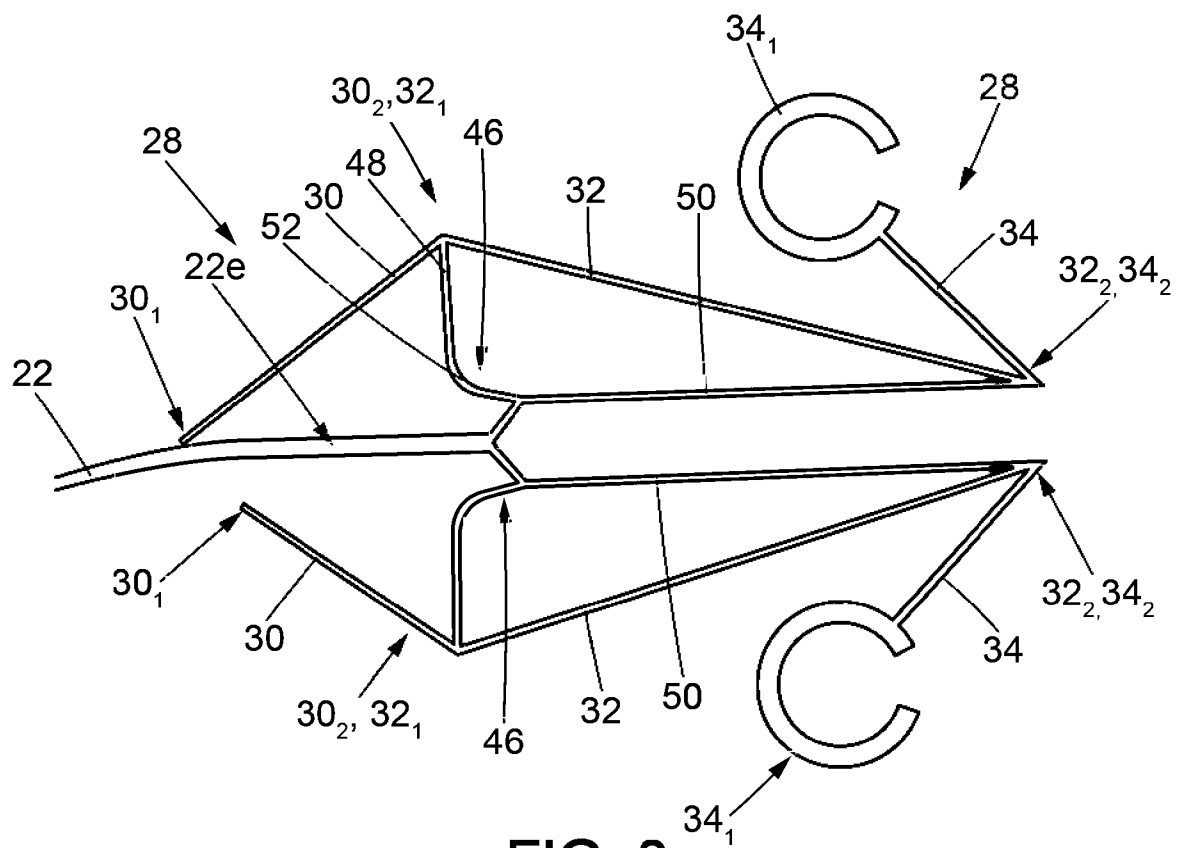


FIG. 8

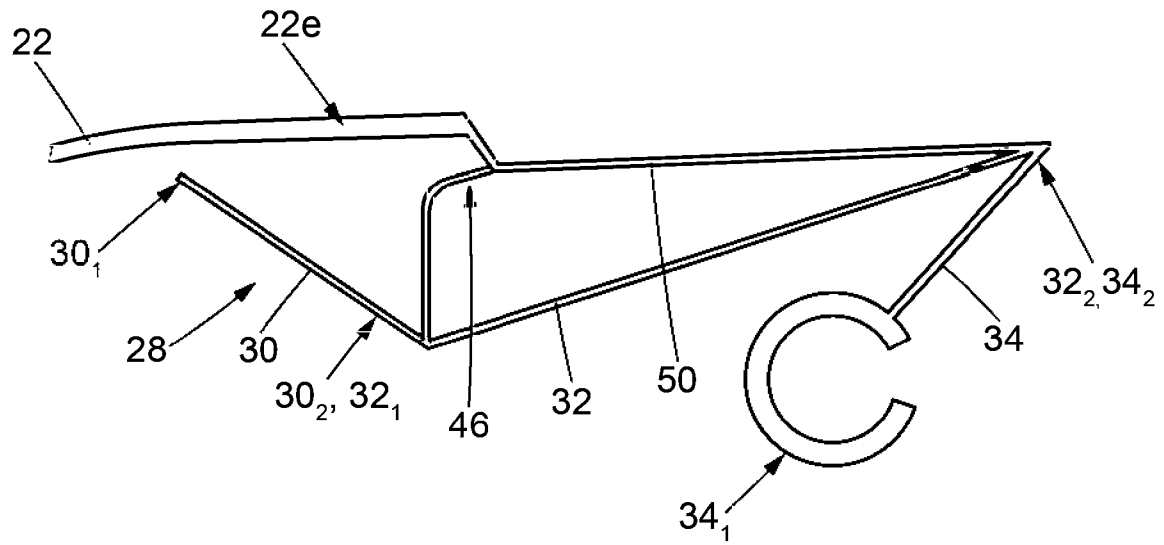


FIG. 9

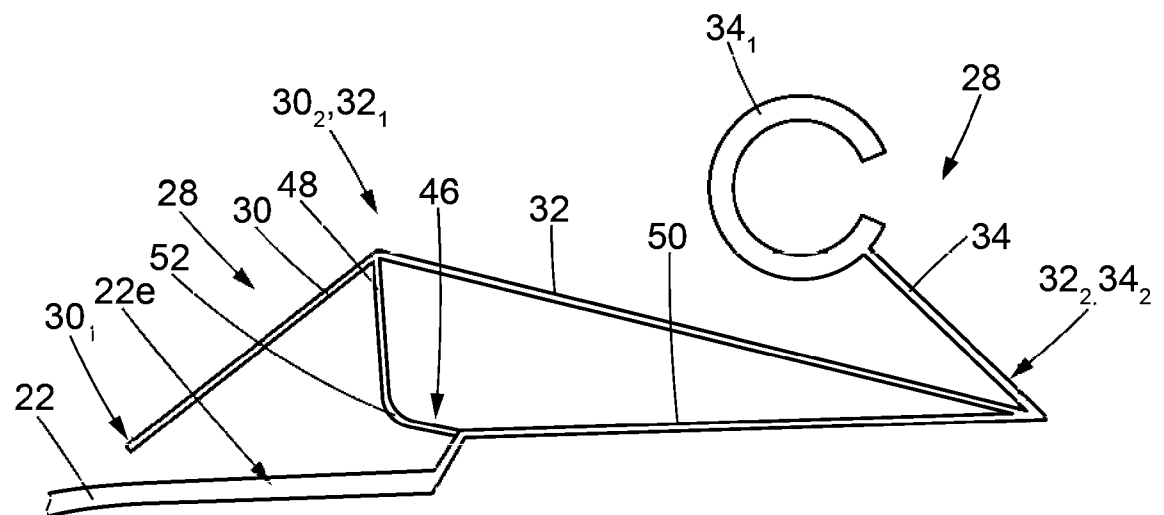


FIG. 10

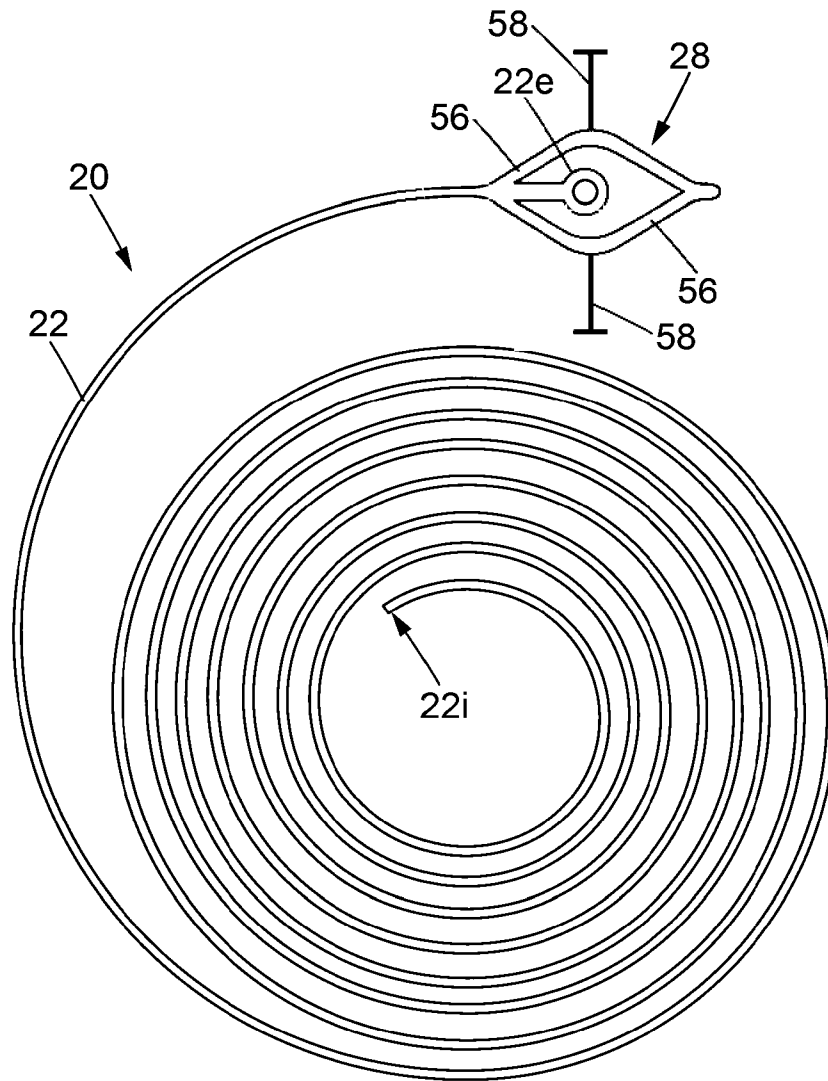


FIG. 11

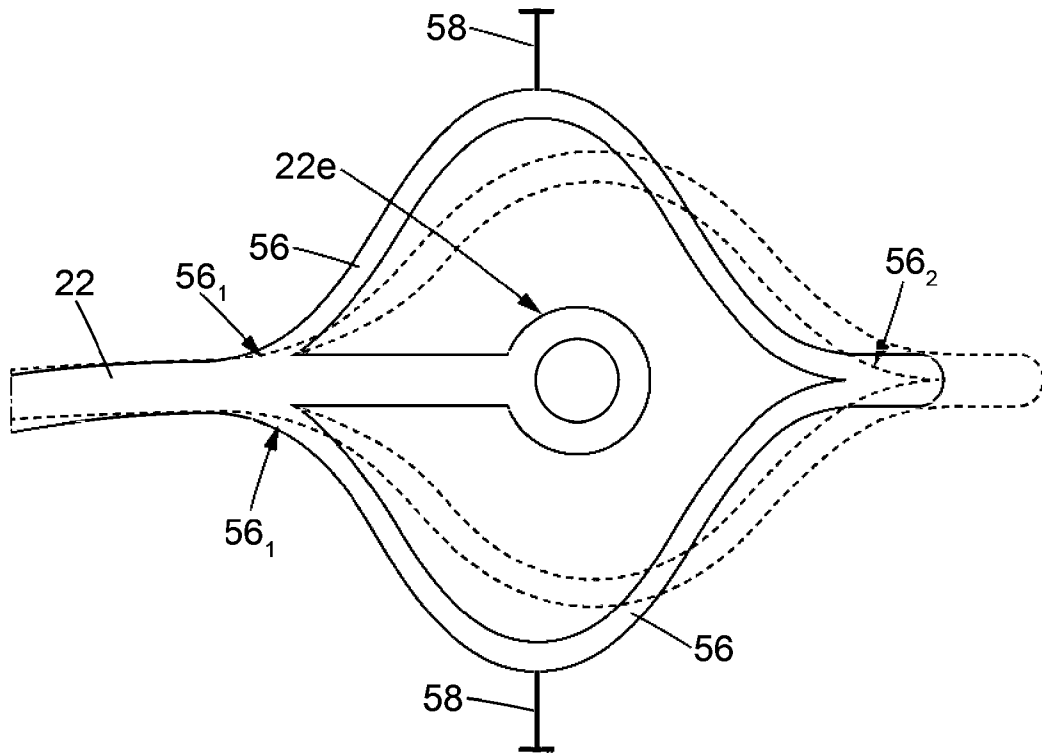


FIG. 12

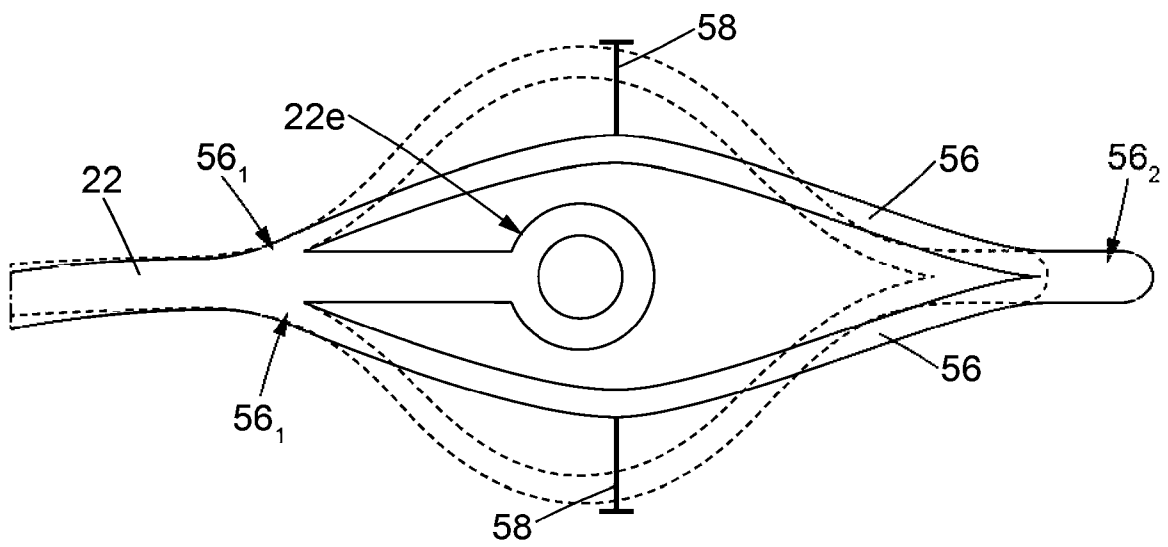


FIG. 13