

(19)



(11)

EP 3 081 996 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
19.10.2016 Bulletin 2016/42

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

(21) Numéro de dépôt: **15163808.7**

(22) Date de dépôt: **16.04.2015**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
MA

(72) Inventeurs:
• **Sarchi, Davide**
1020 Renens (CH)
• **Maréchal, Sylvain**
39220 Bois-d'Amont (FR)
• **Karapatis, Polychronis Nakis**
1324 Premier (CH)

(71) Demandeur: **MONTRES BREGUET S.A.**
1344 L'Abbaye (CH)

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

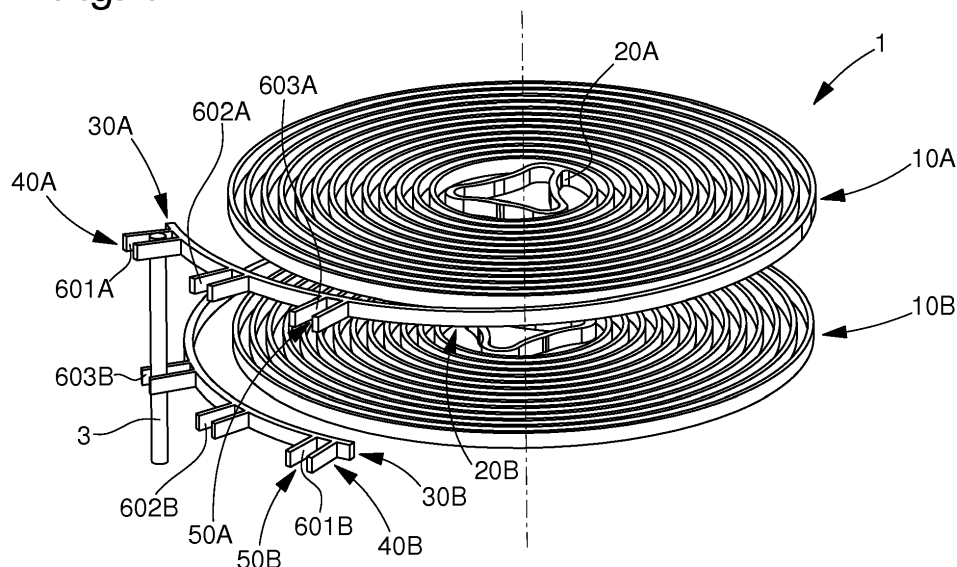
(54) **Spiral en matériau micro-usinable avec correction d'isochronisme**

(57) Spiral d'horlogerie (1) en matériau micro-usinable comportant une pluralité d'étages (10) constituant chacun un ressort enroulé en spirale, tous parallèles entre eux et agencés pour être assemblés agencés pour être assemblés solidaires à leurs extrémités internes (20) respectives au niveau d'une virole axiale commune.

Chaque dit étage (10) comporte, à son extrémité externe (30) respective, ses propres moyens de fixation

(40) à un piton qui sont indépendants de ceux des autres dits étages, lesdits moyens de fixation (40) comportant des moyens de réglage en position (50) par rapport à un piton qui sont aussi indépendants de ceux des autres dits étages, lesdits moyens de fixation (40) et lesdits moyens de réglage en position (50) constituant ensemble des moyens intrinsèques de correction d'isochronisme dudit spiral (1).

Fig. 1



EP 3 081 996 A1

Description

Domaine de l'invention

[0001] L'invention concerne un spiral d'horlogerie en matériau micro-usinable comportant une pluralité d'étages, constituant chacun un ressort enroulé en spirale, tous parallèles entre eux et agencés pour être assemblés solidaires à leurs extrémités internes respectives au niveau d'une virole axiale commune

[0002] L'invention concerne un mécanisme d'échappement comportant un tel spiral.

[0003] L'invention concerne encore un mécanisme d'échappement comportant au moins un ensemble balancier-spiral, dont l'extrémité externe d'au moins un spiral est attachée à un piton.

[0004] L'invention concerne un mouvement mécanique d'horlogerie comportant au moins un mécanisme d'échappement

[0005] L'invention concerne une montre comportant au moins un mouvement mécanique d'horlogerie.

[0006] L'invention concerne le domaine des mécanismes d'horlogerie comportant des ressorts spiraux en matériau micro-usinable, et plus particulièrement les mécanismes d'échappement.

Arrière-plan de l'invention

[0007] Les nouvelles technologies de fabrication de ressorts spiraux en matériaux micro-usinables, de type silicium, oxyde de silicium, DLC, ou similaire, mis en oeuvre par des procédés « MEMS », « DRIE », « LIGA » ou similaires, ont permis d'importantes avancées, et les spiraux ainsi fabriqués présentent des avantages importants :

- ils sont géométriquement très proches des géométries nominales, beaucoup plus conformes que les spiraux en acier de l'art antérieur;
- ils ont des propriétés mécaniques plus stables que les spiraux en acier, du fait de l'absence de déformation plastique ;
- ils sont amagnétiques ;
- ils sont réalisables sur plusieurs étages (doubles spiraux notamment), et/ou avec une courbe terminale, avec une précision accrue par rapport à la technologie antérieure des spiraux en acier.

[0008] Toutefois, avec ce type de spiral en matériau micro-usinable, le réglage fin est fortement limité, parce que le spiral ne comporte pas de système de réglage indépendant de la fréquence moyenne et de l'isochronisme, qui puisse être utilisé après l'assemblage.

[0009] Si la pente d'isochronisme est modifiée par une modification de la longueur active, la fréquence moyenne de l'ensemble balancier-spiral correspondant est fortement modifiée, et une correction des vis du balancier ne suffit alors généralement pas pour compenser ce défaut.

[0010] Alors qu'on peut régler un spiral traditionnel en acier, même après assemblage, en ce qui concerne sa fréquence moyenne et sa pente d'isochronisme, de façon indépendante, par utilisation de la raquetterie, et grâce à la possibilité de déformer plastiquement le spiral.

[0011] De plus, les systèmes de fabrication ne permettent pas de fabriquer des balanciers-spiraux suffisamment proches de la géométrie nominale pour assurer des performances chronométriques accrues, une erreur de l'ordre du ppm subsistant même avec les usinages les plus soignés.

Résumé de l'invention

[0012] L'invention se propose donc de réaliser un spiral en matériau micro-usinable qui comporte des moyens intrinsèques de réglage de son isochronisme.

[0013] A cet effet, l'invention concerne un spiral selon la revendication 1.

[0014] L'invention concerne encore un mécanisme d'échappement selon la revendication 21.

[0015] L'invention concerne encore un mécanisme d'échappement selon la revendication 25.

[0016] L'invention concerne encore un mouvement mécanique d'horlogerie comportant au moins un tel mécanisme d'échappement.

[0017] L'invention concerne encore une montre comportant au moins un tel mouvement mécanique d'horlogerie.

Description sommaire des dessins

[0018] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre, en référence aux dessins annexés, où :

- la figure 1 représente, de façon schématisée et en perspective, un spiral selon l'invention, comportant deux étages de spires coopérant avec un piton unique rectiligne et parallèle à l'axe du spiral, chaque étage de spires comportant, à son extrémité externe, des moyens de réglage et d'accrochage à un piton, dans une première position de réglage par rapport à un piton unique rectiligne et parallèle à l'axe du spiral,
- la figure 2 représente, de façon schématisée et en projection sur un plan parallèle aux plans selon lesquels s'étendent les deux étages, le spiral de la figure 1, dans la même première position;
- la figure 3 représente, de façon analogue à la figure 1, le même spiral dans une deuxième position de réglage;
- la figure 4 représente, de façon similaire à la figure 2, le même spiral dans la deuxième position de la figure 3;
- la figure 5 représente, de façon schématisée et en perspective, un spiral selon l'invention, comportant

trois étages de spiraux, accrochés à un piton unique rectiligne et parallèle à l'axe du spiral, dans une position particulière de réglage selon laquelle les deux spiraux extrêmes sont superposés en projection l'un par rapport à l'autre;

- la figure 6 représente, de façon schématisée et en projection sur un plan parallèle aux plans selon lesquels s'étendent les trois étages, le spiral de la figure 5, dans la même position particulière ;
- la figure 7 représente, de façon schématisée et en perspective, une autre variante de spiral selon l'invention, comportant deux étages de spires, et dont des moyens de réglage et d'accrochage forment une structure matricielle autorisant des possibilités étendues de réglage de chaque spire, représenté dans un état libre des spires ;
- la figure 8 représente, de façon schématisée et en projection sur un plan parallèle aux plans selon lesquels s'étendent les deux étages, le spiral de la figure 7, dans une position particulière de réglage par rapport à un piton unique rectiligne et parallèle à l'axe du spiral ;
- la figure 9 représente, de façon analogue à la figure 8, le même spiral, dans une position où chaque spire coopère avec un piton distinct ;
- la figure 10 représente, de façon schématisée et en projection sur un plan parallèle aux plans selon lesquels s'étendent les deux étages, le spiral de la figure 9, dans la même position particulière ;
- la figure 11 représente, de façon schématisée, le système d'efforts appliqué au piton unique coopérant avec le spiral à trois étages de la figure 5 ;
- la figure 12 est un schéma-blocs représentant une montre comportant un mouvement d'horlogerie qui comporte un piton et un ensemble balancier-spiral incluant un spiral selon l'invention.

Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0019] L'invention concerne un spiral d'horlogerie 1 en matériau micro-usinable, notamment mais non limitativement en silicium, ou en silicium et oxyde de silicium.

[0020] Ce spiral 1 comporte une pluralité d'étages 10, qui constituent chacun un ressort enroulé en spirale. Les étages 10 sont tous parallèles entre eux, et sont agencés pour être assemblés solidaires à leurs extrémités internes 20 respectives au niveau d'une virole axiale commune, non représentée sur les figures.

[0021] Chaque étage 10 est réalisé en matériau micro-usinable.

[0022] Dans une variante particulière, mais qui ne convient, dans l'état actuel des technologies, qu'à certaines formes de réalisation où les profils des différents étages sont superposables dans l'état libre du spiral, ce spiral 1 est monobloc.

[0023] Dans la plupart des cas, et notamment dans les réalisations illustrées par les figures, chaque étage 10 est réalisé indépendamment, et la constitution finale du

spiral 1 se fait par assemblage sur une virole commune ou directement sur un balancier 2. Avantagusement, chaque étage 10 comporte alors des moyens d'indexage angulaire agencés pour coopérer de façon complémentaire avec des moyens d'indexage angulaire complémentaires, que comportent les autres étages, pour constituer ensemble un spiral 1 composé, de géométrie figée et parfaitement reproductible.

[0024] L'invention est illustrée, sur les figures 1 à 4 et 7 à 10, dans un cas simplifié avec deux étages 10A et 10B, cette variante particulière offre suffisamment de précision de réglage pour convenir à la plupart des applications horlogères. L'homme du métier saura extrapoler l'invention à un nombre d'étages supérieur.

[0025] Une application particulière, illustrée par les figures 5 et 6, comporte trois spiraux, fixés à la virole en des points non alignés, par exemple à 120° l'un de l'autre, et décalés en hauteur.

[0026] Dans une variante simple de l'invention, à deux étages illustrée sur les figures 1 à 4 et 7 à 10, chaque étage 10, 10A, 10B, comporte, à son extrémité externe 30 respective, ici 30A, 30B, ses propres moyens de fixation 40 à un piton, ici 40A, 40B, qui sont indépendants de ceux des autres dits étages.

[0027] Pour ne pas surcharger les figures 1 à 3, le piton 3 n'est pas représenté en détail sur les figures, ni sa fixation à la platine ou au pont, selon le cas.

[0028] L'invention est utilisable aussi bien dans un environnement avec un piton 3 unique, avec lequel coopèrent tous les étages en superposition, que dans un environnement où à chaque étage 10 correspond un piton particulier. C'est cette variante qui est illustrée sur les figures 9 et 10: un piton 3A, par exemple solidaire d'un pont, coopère avec un étage supérieur 10A du spiral 1, et un autre piton 3B, par exemple solidaire d'une platine, coopère avec un étage inférieur 10B du spiral 1.

[0029] Ces moyens de fixation 40, 40A, 40B, comportent des moyens de réglage en position 50 par rapport à un piton, ici 50A, 50B, qui sont aussi indépendants de ceux des autres étages.

[0030] Donc, chaque étage peut être réglé indépendamment des autres, et aussi fixé indépendamment des autres.

[0031] De préférence, ces moyens de réglage en position 50, d'un étage 10 donné, comportent une pluralité de positions discrètes 60 de réglage en position, qui constituent autant de points de comptage.

[0032] Sur la version simplifiée et non limitative illustrée par les figures, ces positions discrètes correspondent à des logements 6, en U ou similaire, chacun agencé pour le maintien d'un piton 3. La confection en matériau micro-usinable autorise des géométries plus complexes, en particulier avec des logements faisant serrage, en forme de omega ou similaire, entre des parois flexibles déformables lors de l'introduction relative du piton par rapport au logement choisi par le régleur ou par un automate déterminant la position de réglage optimale, ces parois étant alors agencées pour assurer un maintien ferme sur

le piton après mise en place.

[0033] Dans la réalisation illustrée par les figures 1 à 6, les moyens de réglage en position 50 sont disposés, pour chaque étage 10A/B/C, en échelle d'un seul côté du brin du ressort concerné, et sont essentiellement conçus pour une modification de la longueur utile de l'étage concerné, et de sa rigidité.

[0034] Dans la réalisation plus complexe illustrée par les figures 7 à 10, les moyens de réglage offrent, à chaque étage, la possibilité de positionner un piton dans une structure de type matriciel, dans une sorte de grille, ou de réseau, avec des cases 601 A à 605A ou 601 B à 605B, disposées en deux rangées sensiblement parallèles, de part et d'autre du brin du ressort concerné: il est alors possible de jouer à la fois sur la longueur, et sur la position radiale pour choisir le point d'accrochage. Des réalisations plus complexes, avec davantage de lignes et colonnes de matrice, sont facilement réalisables grâce à l'emploi de matériaux micro-usinables, la seule limite étant celle de l'accessibilité au piton et au passage de l'outil de mise en place.

[0035] L'exemple de la figure 8 montre un piton unique 3 coopérant avec des logements 604A de l'étage 10A, et 605B de l'étage 10B, qui l'enferment à la façon d'une pince. L'exemple de la figure 10 montre un logement 601 de l'étage 10A qui coopère avec un premier piton 3A, tandis qu'un logement 605B de l'étage 10B coopère avec un deuxième piton 3B.

[0036] Dans ce même exemple, les moyens de fixation 40 comportent des crochets de limitation de chaque case, sous la forme de U ou de H d'axe principal parallèle au brin du ressort, et agencés pour bien immobiliser le piton concerné à l'encontre du couple de rappel de l'étage 10 considéré. Il est possible de procéder, à la fin des opérations d'ajustement, à la solidarisation des logements 6 avec le piton 3, par exemple par collage. Dans une variante particulière et avantageuse, le profil en U, ou similaire, comporte des ergots permettant le clipage du U sur le piton 3, ce qui permet alors d'éviter le collage.

[0037] Les moyens de fixation 40 et les moyens de réglage en position 50 constituent ainsi, ensemble, des moyens intrinsèques de correction d'isochronisme du spiral 1.

[0038] Les figures 7 à 10 illustrent aussi une variante particulière, selon laquelle les moyens de fixation 40 sont à rigidité variable selon la position des moyens de réglage en position 50. Les moyens de réglage en position 50 d'un étage 10 donné comportent, dans cette variante, une pluralité d'ensembles multi-bras élastiques 70, qui définissent aussi ces positions discrètes 60 de réglage en position exposées ci-dessus, et qui supportent les logements 6.

[0039] Dans l'application particulière des figures 7 à 10, les multi-bras élastiques 70 sont de raideur différente entre eux. Ces multi-bras élastiques 70 sont illustrés ici avec des lames flexibles parallèles, qu'autorise le procédé de réalisation du spiral 1. Ils sont disposés en groupes de rigidité décroissante ou croissante, à trois lames

701 A, 704A, 701 B, puis à deux lames 702A, 702B, jusqu'à une lame 703A, 703B, dans le cas particulier et non limitatif des figures. On comprend que, grâce au choix de la raideur du multi-bras élastique final, on ajuste à volonté la raideur du segment le plus externe de chaque étage 10, et on peut donc agir sur la rigidité variable du spiral 1 tout entier. La raideur de ces bras élastiques peut, selon le cas, être choisie décroissante depuis l'extrémité externe 30 de l'étage concerné comme dans le cas des figures, ou à l'inverse, ou autre.

[0040] Ces multi-bras élastiques 70 à plusieurs lames permettent de faire changer plus rapidement, avec le changement de la position angulaire, la rigidité des différents ressorts spiraux.

[0041] On peut néanmoins choisir une variante simplifiée, non illustrée par les figures, où on n'agit que sur la position relative du piton et des moyens de réglage en position 50 d'un étage déterminé. Les moyens de réglage en position 50 d'un étage 10 donné peuvent alors comporter une pluralité d'ensembles multi-bras élastiques 70, qui sont de même raideur entre eux.

[0042] Dans la variante des figures 7 à 10, les ensembles multi-bras élastiques 70 comportent chacun au moins un point d'accrochage intérieur sur une première plage intérieure, et au moins un point d'accrochage extérieur sur une deuxième plage extérieure, plus éloignée de l'axe de pivotement du spiral 1 que la première plage, ce qui autorise des positionnements très différenciés du piton concerné par rapport à cet étage.

[0043] De préférence, les positions discrètes 60 sont décalées angulairement, par rapport à l'axe du spiral, d'un pas constant compris entre 4° et 12°.

[0044] Dans l'exemple illustré par les figures 1 à 6, les positions discrètes 60 sont décalées angulairement d'un pas constant compris entre 8° et 12°, notamment voisin de 10°.

[0045] Dans l'exemple illustré par les figures 7 à 10, les positions discrètes 60 sont décalées angulairement d'un pas constant compris entre 4° et 6°, notamment voisin de 5°, par rapport à l'axe de pivotement du spiral 1.

[0046] Dans une variante particulière, au moins deux étages 10 ont, à l'état libre, leurs moyens de fixation 40 respectifs superposés les uns aux autres.

[0047] De façon avantageuse, pour permettre un réglage différentiel des différents étages, et, ainsi, mieux ajuster la rigidité résultante du spiral 1, au moins deux étages 10 comportent des ressorts de rigidité différente entre eux.

[0048] Plus particulièrement, au moins deux étages 10 comportent des ressorts de section différente entre eux.

[0049] De façon similaire, dans une variante particulière, au moins deux étages 10 comportent des ressorts de longueur active différente entre eux.

[0050] De façon similaire encore, dans une variante particulière, au moins deux étages 10 comportent des ressorts dans des états d'oxydation du silicium différents entre eux, par exemple l'un dans un état non oxydé du silicium, et l'autre dans un état oxydé du silicium.

[0051] Dans une variante particulière, au moins deux étages 10 comportent des ressorts de sens d'enroulement opposés. C'est le cas de toutes les figures.

[0052] De préférence, la rigidité totale de l'ensemble des étages 10 enroulés dans un premier sens est égale à la rigidité totale de l'ensemble des étages 10 enroulés dans un deuxième sens opposé à ce premier sens.

[0053] Grâce à l'invention, une fois que le spiral 1 est assemblé, il est possible de modifier la position de fixation active, même quand le spiral est déjà assemblé avec un balancier et dans un mouvement.

[0054] Les figures 5 et 6 illustrent une variante avantageuse à trois étages spiraux superposés 10A, 10B, 10C. Comme précédemment, chacun comporte une extrémité interne 20A, 20B, 20C, et une extrémité externe 30A, 30B, 30C, et des moyens de fixation, qui comportent des moyens de réglage en position, non répertoriés sur les figures pour ne pas les alourdir. Sur ces figures, ces moyens de réglage en position comportent des logements 6 qui sont ici des profils en U, agencés pour coopérer avec un piton 3 de section rectangulaire ou carrée, cet exemple de section du piton et de forme des profils n'étant nullement limitatif. Dans cette variante particulière, le piton 3 est droit, parallèle à l'axe commun des étages spiraux. Cette version est très facile à construire, et donc très économique.

[0055] Dans cette variante non limitative des figures 5 et 6, les logements 6 : 601 A, 602A, 603A, 601 B, 602B, 603B, 601C, 602C, 603C, des moyens de réglage en position comportent tous une ouverture vers l'extérieur. La figure 5 montre une position particulière d'accrochage où les logements 602A, 602B et 602C coopèrent avec un piton commun 3. Les modifications de réglage sont aisées, car chaque ressort spiral peut être commodément comprimé pour autoriser un changement de position d'accrochage au piton considéré. Surtout, cet agencement particulier autorise un réglage sur un des étages indépendamment des réglages sur les autres étages, de façon assez commode pour l'opérateur procédant au réglage.

[0056] La figure 11 illustre le cas préféré où la résultante des efforts ramenés au piton est nulle, c'est le cas d'un spiral à trois étages, le supérieur 10A et l'inférieur 10C étant identiques et de même sens d'enroulement, et chacun de rigidité moitié de l'étage médian 10B enroulé dans le sens opposé. Les efforts FA et FC s'exercent de part et d'autre de l'effort FB de sens inverse, sensiblement dans un plan tangentiel aux extrémités de ces ressorts, et parallèle à l'axe commun des spiraux, le couple résultant est ainsi minimisé, voire nul.

[0057] Cette configuration propre à l'invention permet d'augmenter la rigidité d'un étage de spiral en réduisant en conséquence celle des autres étages de spiraux, ou inversement. Et, dans ce cas particulier et préféré où la rigidité des deux spiraux les plus souples est la moitié de la rigidité du spiral le plus rigide, la fréquence moyenne reste la même, pour toutes les configurations de fixation des étages de spiraux au piton 3.

[0058] Dans ces différentes variantes de mise en oeuvre de l'invention, il est ainsi possible d'effectuer le réglage de la fréquence moyenne et de la pente d'isochronisme.

[0059] En particulier quand les moyens de fixation à un piton unique sont superposés, lors de la modification de la fixation active, la rigidité des deux étages 10A et 10B des variantes illustrées change de manière opposée: le ressort d'un étage devient plus rigide, tandis que l'autre devient moins rigide. La géométrie des deux ressorts peut donc être définie, et ajustée, de telle manière que la rigidité totale résultante, et donc la fréquence d'oscillation du balancier-spiral constitué avec un spiral 1 selon l'invention, change peu lors de la procédure de réglage de la pente d'isochronisme. Dans ce cas, le réglage usuel des vis de balancier permet toujours d'ajuster la fréquence moyenne de l'ensemble balancier-spiral.

[0060] A l'inverse, la modification de la pente d'isochronisme en fonction de la position de fixation reste importante, et permet de corriger des défauts de fabrication ou d'assemblage, par exemple de collage.

[0061] L'invention concerne encore un ensemble balancier-spiral 100, comportant un balancier 2 couplé avec au moins un tel spiral 1.

[0062] L'invention concerne encore un mécanisme d'échappement 200, comportant au moins un tel ensemble balancier-spiral 100, et comportant au moins un piton 3 pour l'accrochage en position de l'extrémité externe 30 d'au moins un dit étage 10.

[0063] Tel qu'exposé plus haut, dans une première variante au moins un même piton 3 est dévolu à l'accrochage de plusieurs extrémités externes 30 d'étages 10 différents. Tandis que dans une deuxième variante le mécanisme d'échappement 200 comporte un piton 3 distinct pour l'accrochage en position de l'extrémité externe 30 de chaque étage 10.

[0064] L'exposé ci-dessus concerne la forme des spiraux.

[0065] La solution d'un piton particulier, simple ou combiné, peut, encore, seule ou en combinaison avec ces spiraux particuliers, apporter une solution originale au problème du réglage de l'isochronisme.

[0066] En effet, le fait, pour une pluralité de spiraux, de jouer sur la position d'attache extérieure, angulaire ou/et radiale, permet aussi de contrôler l'isochronisme.

[0067] En particulier on peut considérer la variante avec au moins deux pitons indépendants, telle que visible sur les figures 9 et 10, qui est utilisable, ou bien avec des spiraux tels que décrits ci-dessus, ou bien avec des spiraux classiques. Bien sûr, la mobilité des pitons complique l'exécution des platines et ponts considérés, mais est à la portée du constructeur horloger qui souhaite continuer à utiliser des spiraux standards. Il est à noter un avantage particulier des spiraux 1 multi-étages tels que décrits ci-dessus, qui est de maîtriser l'encombrement en épaisseur, qui peut être réduit au strict minimum correspondant au jeu nécessaire au fonctionnement et aux sécurités de service.

[0068] Aussi, dans une variante particulière, le mécanisme d'échappement 200 comporte au moins un piton 3 dont la position est mobile et réglable, pour l'accrochage en position de l'extrémité externe 30 d'au moins un étage 10.

[0069] Dans une variante particulière, le mécanisme d'échappement 200 comporte au moins un piton 3 dont la position est mobile et réglable, pour l'accrochage en position de l'extrémité externe d'au moins un spiral standard, c'est-à-dire comportant une spire externe simple dans la continuité des spires de l'enroulement, sans agencement particulier, et de section similaire ou identique à celle des autres spires. Naturellement cet agencement applicable à un spiral standard est applicable à un spiral 1 multi-étages tel que présenté ci-dessus.

[0070] Plus particulièrement, au moins un tel piton réglable en position est agencé pour pouvoir occuper une parmi une pluralité de positions discrètes dans une platine ou un pont que comporte le mécanisme d'échappement 200. Dans une exécution particulière, ce piton est enfichable dans un logement ou un alésage parmi un réseau de trous de positions connues, et reproductibles d'un mécanisme à l'autre.

[0071] Bien sûr, un tel agencement de piton est généralisable à plusieurs pitons indépendants, et notamment dans une variante avec autant de pitons indépendants que de spiraux.

[0072] Dans une exécution particulière, le mécanisme d'échappement 200 est dépourvu de raquetterie.

[0073] L'invention concerne encore un mouvement mécanique d'horlogerie 300 comportant au moins un tel mécanisme d'échappement 200.

[0074] L'invention concerne encore une montre 400 comportant au moins un tel mouvement mécanique d'horlogerie 300.

[0075] En somme, l'invention permet à l'horloger de régler finement l'isochronisme d'un spiral combiné, réalisé dans un matériau indéformable plastiquement, comme les dérivés du silicium, en remplaçant le système de raquetterie utilisé usuellement pour un spiral en acier.

Revendications

1. Spiral d'horlogerie (1) en matériau micro-usinable comportant une pluralité d'étages (10) constituant chacun un ressort enroulé en spirale, tous parallèles entre eux et agencés pour être assemblés agencés pour être assemblés solidaires à leurs extrémités internes (20) respectives au niveau d'une virole axiale commune, **caractérisée en ce que** chaque dit étage (10) comporte, à son extrémité externe (30) respective, ses propres moyens de fixation (40) à un piton qui sont indépendants de ceux des autres dits étages, lesdits moyens de fixation (40) comportant des moyens de réglage en position (50) par rapport à un piton qui sont aussi indépendants de ceux des autres dits étages, lesdits moyens de fixation (40) et

lesdits moyens de réglage en position (50) constituant ensemble des moyens intrinsèques de correction d'isochronisme dudit spiral (1).

2. Spiral d'horlogerie (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de fixation (40) sont à rigidité variable selon la position desdits moyens de réglage en position (50).

3. Spiral d'horlogerie (1) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de réglage en position (50) d'un dit étage (10) comportent une pluralité de positions discrètes (60) de réglage en position comportant des logements (6) chacun agencé pour le maintien d'un piton (3).

4. Spiral d'horlogerie (1) selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de réglage en position (50) d'un dit étage (10) comportent une pluralité d'ensembles multi-bras élastiques (70) définissant lesdites positions discrètes (60) de réglage en position.

5. Spiral d'horlogerie (1) selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de réglage en position (50) d'un dit étage (10) comportent une pluralité d'ensembles multi-bras élastiques (70) qui sont de raideur différente entre eux.

6. Spiral d'horlogerie (1) selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de réglage en position (50) d'un dit étage (10) comportent une pluralité d'ensembles multi-bras élastiques (70) qui sont de même raideur entre eux.

7. Spiral d'horlogerie (1) selon l'une des revendications 4 à 6, **caractérisé en ce que** lesdits ensembles multi-bras élastiques (70) comportent chacun au moins un point d'accrochage intérieur sur une première plage intérieure, et au moins un point d'accrochage extérieur sur une deuxième plage extérieure, plus éloignée de l'axe de pivotement dudit spiral (1) que ladite première plage.

8. Spiral d'horlogerie (1) selon l'une des revendications 4 à 6, **caractérisé en ce que** lesdits ensembles multi-bras élastiques (70) comportent chacun un logement à profil en U tourné vers l'extérieur dudit spiral (1).

9. Spiral d'horlogerie (1) selon l'une des revendications 3 à 8, **caractérisé en ce que** lesdites positions discrètes (60) sont décalées angulairement d'un pas constant compris entre 4° et 12° par rapport à l'axe de pivotement dudit spiral (1).

10. Spiral d'horlogerie (1) selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** au moins deux dits

étages (10) ont leurs dits moyens de fixation (40) respectifs superposés les uns aux autres.

11. Spiral d'horlogerie (1) selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** au moins deux dits étages (10) comportent des ressorts de rigidité différente entre eux.
12. Spiral d'horlogerie (1) selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** moins deux dits étages (10) comportent des ressorts de section différente entre eux.
13. Spiral d'horlogerie (1) selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** au moins deux dits étages (10) comportent des ressorts de longueur active différente entre eux.
14. Spiral d'horlogerie (1) selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** au moins deux dits étages (10) comportent des ressorts dans des états d'oxydation du silicium différents entre eux.
15. Spiral d'horlogerie (1) selon l'une des revendications 1 à 14, **caractérisé en ce que** au moins deux dits étages (10) comportent des ressorts de sens d'enroulement opposés.
16. Spiral d'horlogerie (1) selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** la rigidité totale de l'ensemble desdits étages (10) enroulés dans un premier sens est égale à la rigidité totale de l'ensemble desdits étages (10) enroulés dans un deuxième sens opposé audit premier sens.
17. Spiral d'horlogerie (1) selon l'une des revendications 1 à 16, **caractérisé en ce que** chaque dit étage (10) comporte des moyens d'indexage angulaire agencés pour coopérer de façon complémentaire avec des moyens d'indexage angulaire complémentaires, que comportent les autres dits étages (10), pour constituer ensemble ledit spiral (1) composé, dans une géométrie figée et reproductible.
18. Spiral d'horlogerie (1) selon l'une des revendications 1 à 17, **caractérisé en ce que** ledit spiral (1) est constitué de deux dits étages (10).
19. Spiral d'horlogerie (1) selon l'une des revendications 1 à 17, **caractérisé en ce que** ledit spiral (1) est constitué de trois dits étages (10).
20. Ensemble balancier-spiral (100) comportant un balancier (2) couplé avec au moins un dit spiral (1) selon l'une des revendications 1 à 19.
21. Mécanisme d'échappement (200) comportant au moins un ensemble balancier-spiral (100) selon la

revendication 20, et comportant au moins un piton (3) pour l'accrochage en position de ladite extrémité externe (30) d'au moins un dit étage (10).

22. Mécanisme d'échappement (200) selon la revendication 21, **caractérisé en ce qu'**au moins un même dit piton (3) est dévolu à l'accrochage de plusieurs dites extrémités externes (30) de dits étages (10) différents.
23. Mécanisme d'échappement (200) selon la revendication 22, **caractérisé en ce qu'**il comporte un dit piton (3) rectiligne et parallèle à l'axe dudit spiral (1).
24. Mécanisme d'échappement (200) selon la revendication 21, **caractérisé en ce que** ledit mécanisme d'échappement (200) comporte un dit piton (3) distinct pour l'accrochage en position de ladite extrémité externe (30) de chaque dit étage (10).
25. Mécanisme d'échappement (200) comportant au moins un ensemble balancier-spiral, dont l'extrémité externe d'au moins un spiral est attachée à un piton, **caractérisé en ce que** ledit mécanisme d'échappement (200) comporte au moins un piton (3) dont la position est mobile et réglable, pour l'accrochage en position de l'extrémité externe d'au moins un dit spiral.
26. Mécanisme d'échappement (200) selon la revendication 25, **caractérisé en ce que** ledit mécanisme d'échappement (200) comporte au moins une platine ou un pont agencé pour recevoir un dit piton (3) parmi une pluralité de positions discrètes.
27. Mécanisme d'échappement (200) selon la revendication 25 ou 26, **caractérisé en ce que** ledit mécanisme d'échappement (200) comporte un ensemble balancier-spiral (100) comportant un balancier (2) couplé avec au moins un dit spiral (1) selon l'une des revendications 1 à 19.
28. Mouvement mécanique d'horlogerie (300) comportant au moins un mécanisme d'échappement (200) selon l'une des revendications 21 à 27.
29. Montre (400) comportant au moins un mouvement mécanique d'horlogerie (300) selon la revendication 28.

Fig. 1

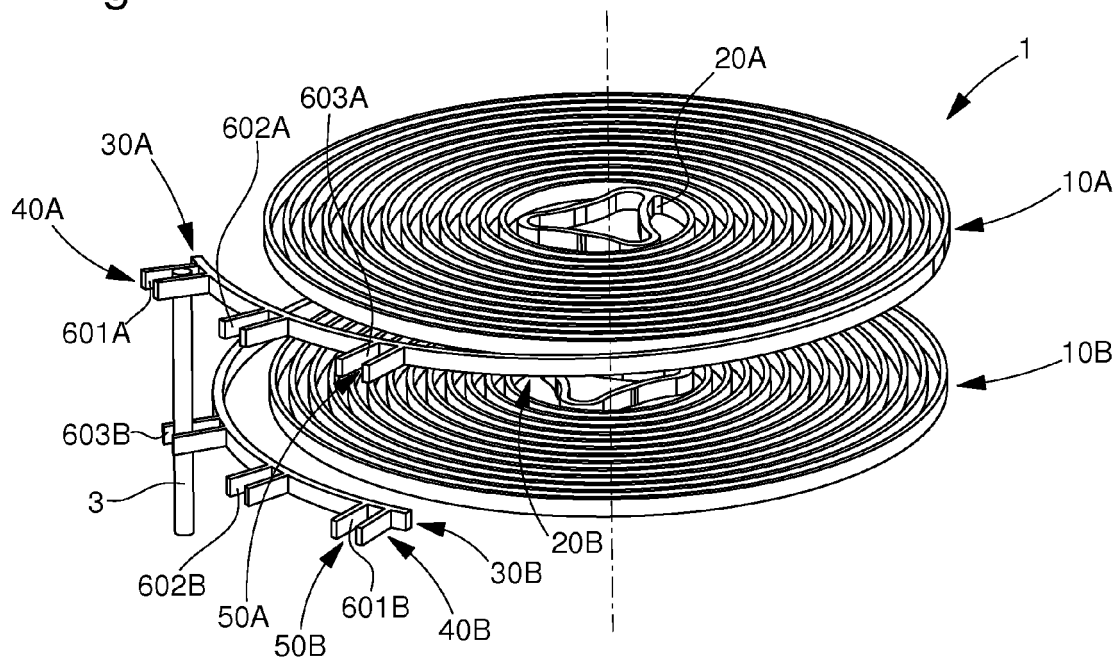


Fig. 2

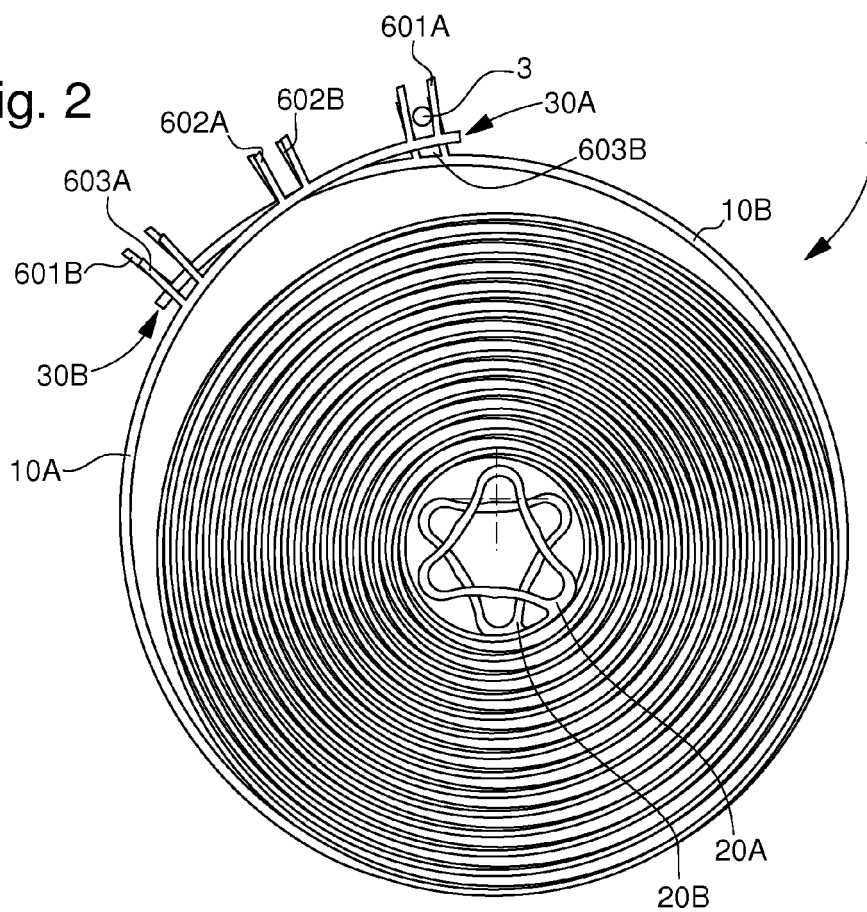


Fig. 3

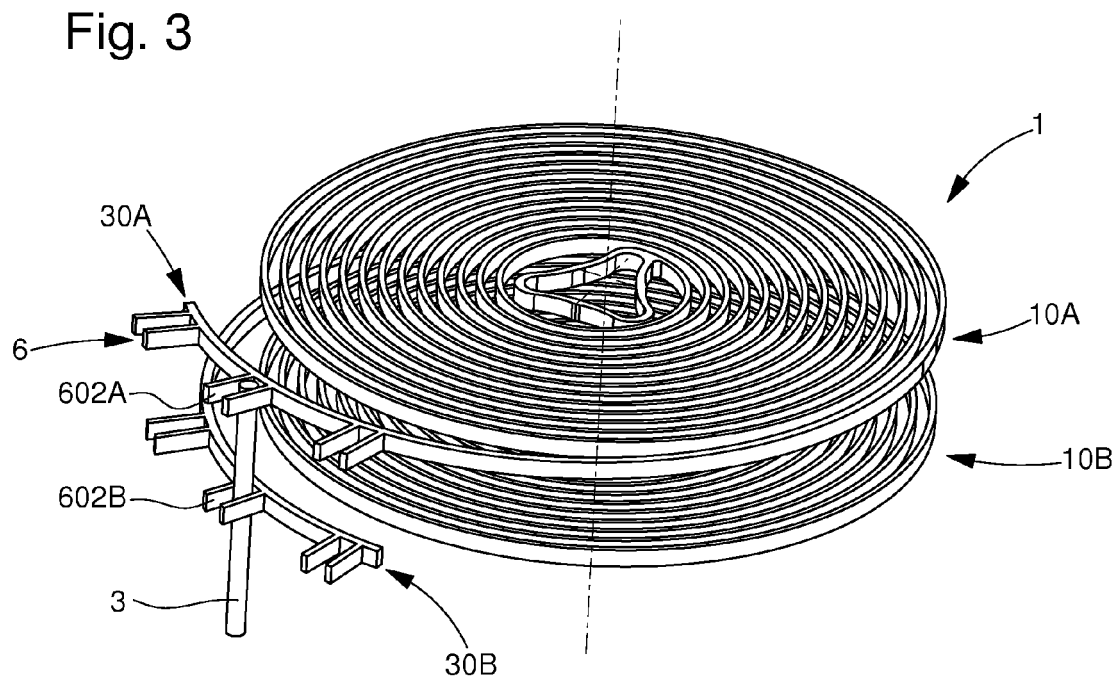


Fig. 4

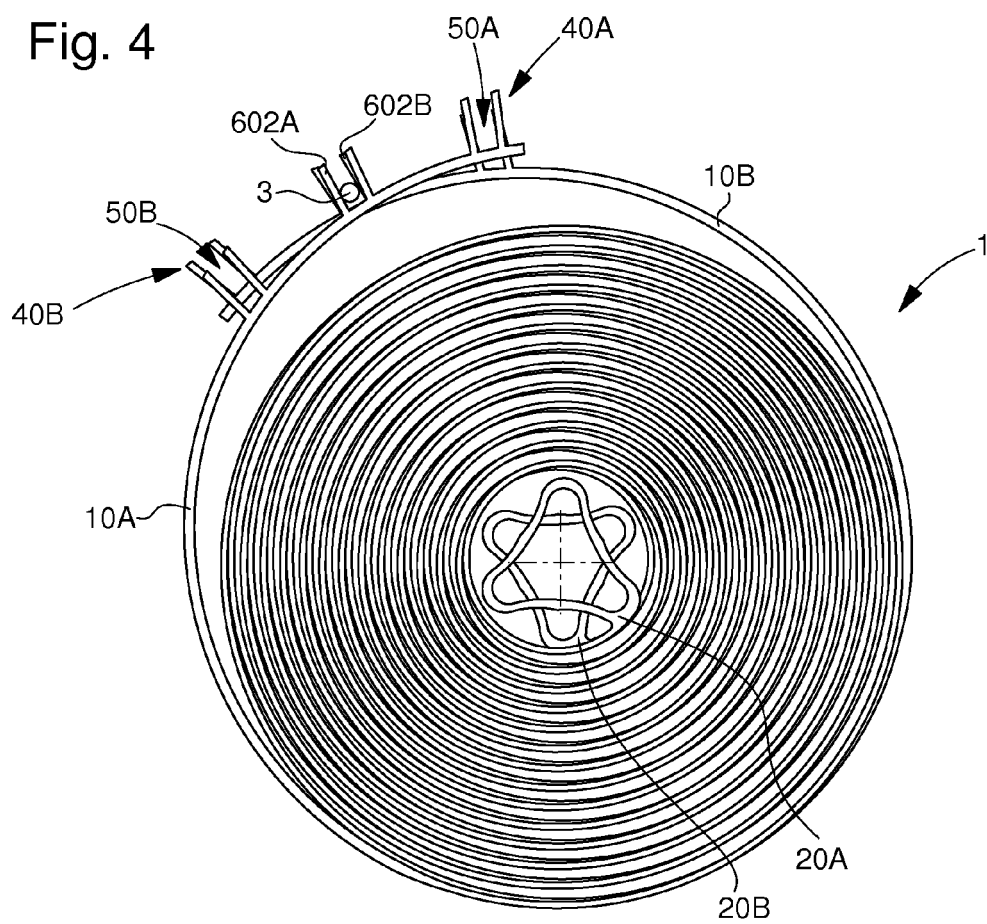


Fig. 5

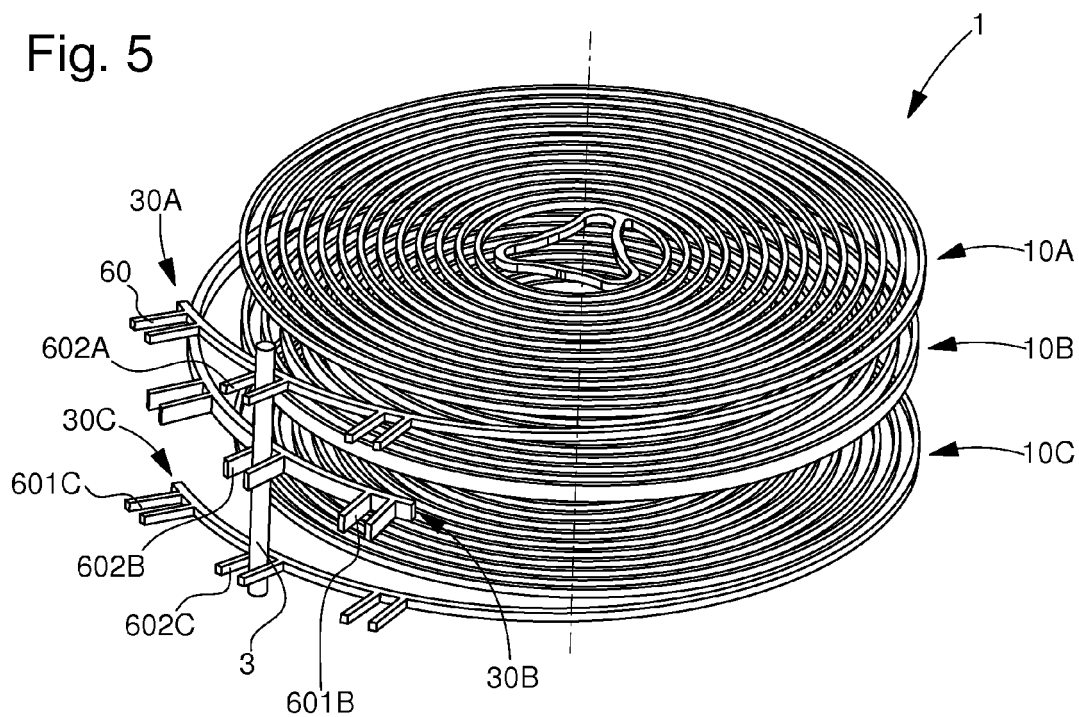


Fig. 6

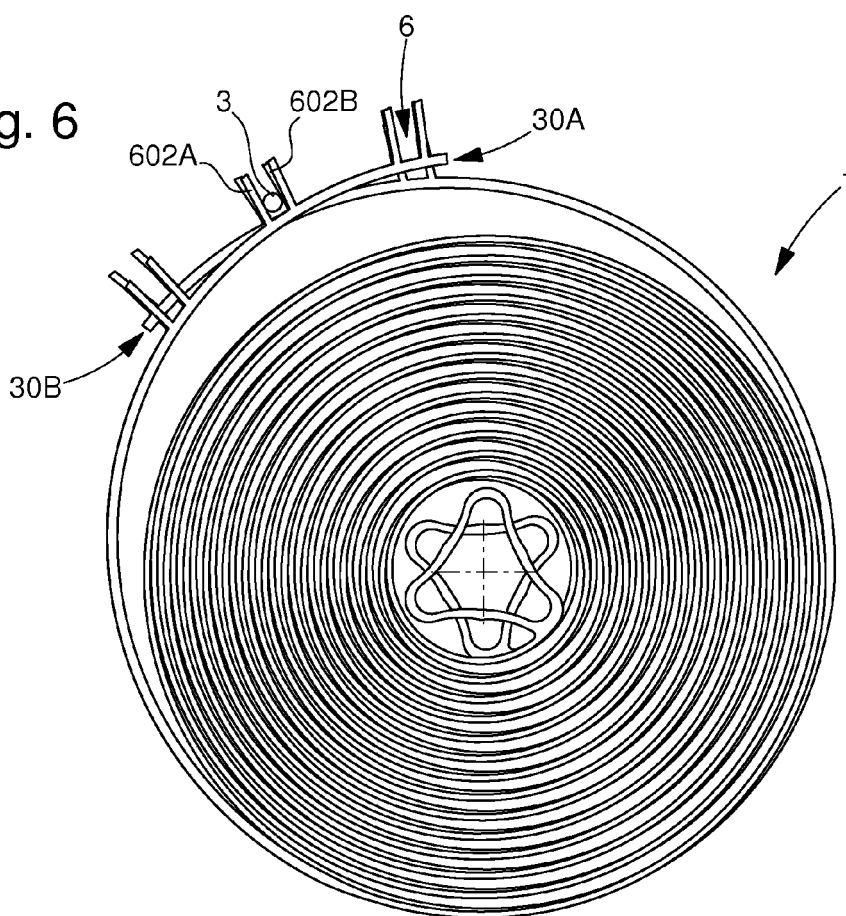


Fig. 7

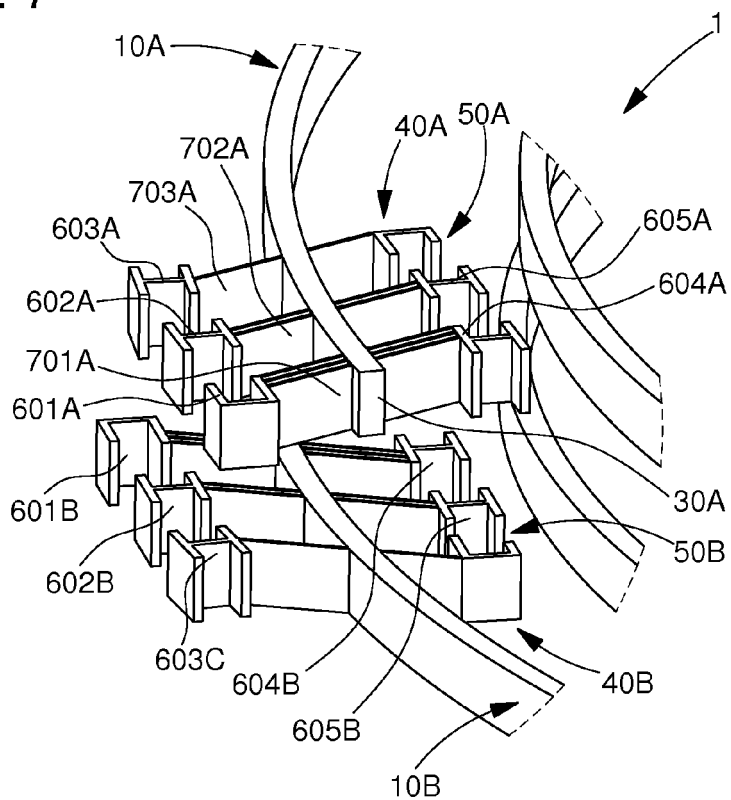


Fig. 8

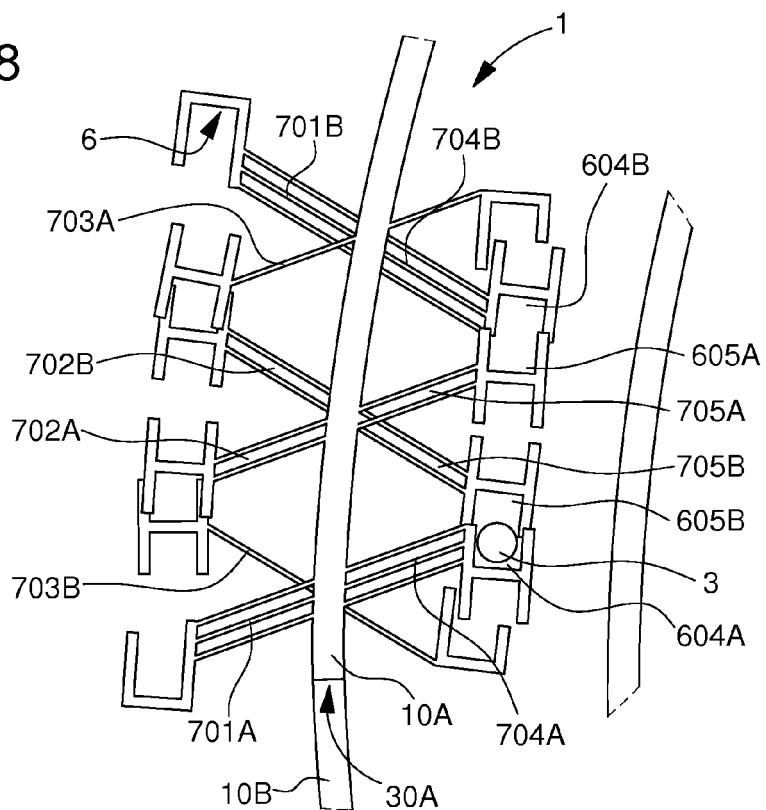


Fig. 9

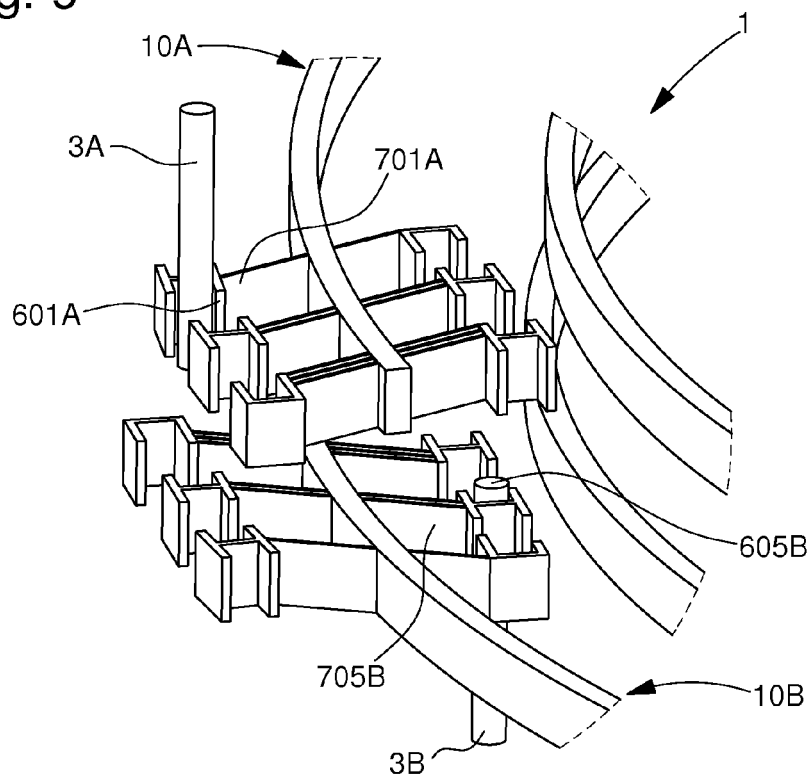


Fig. 10

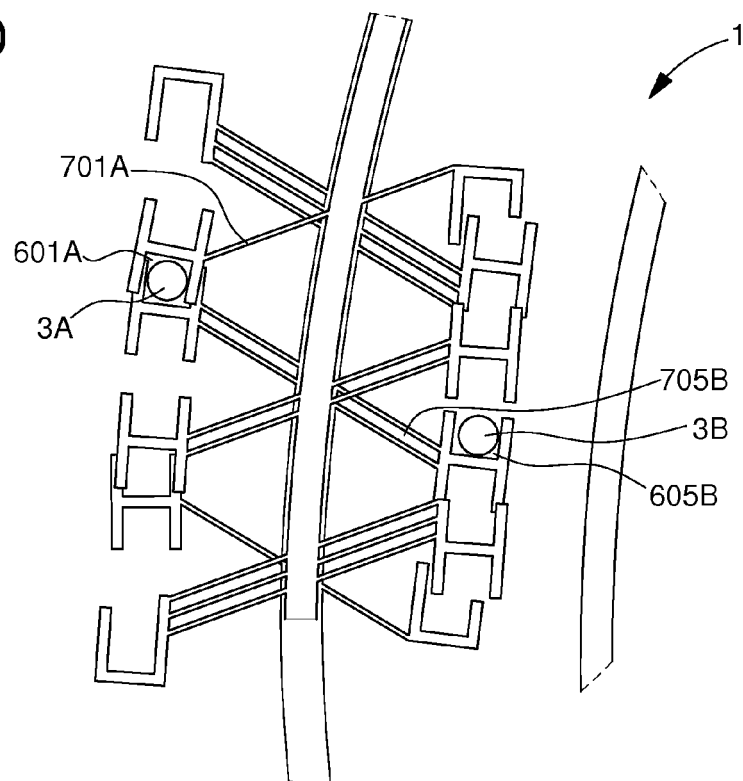


Fig. 11

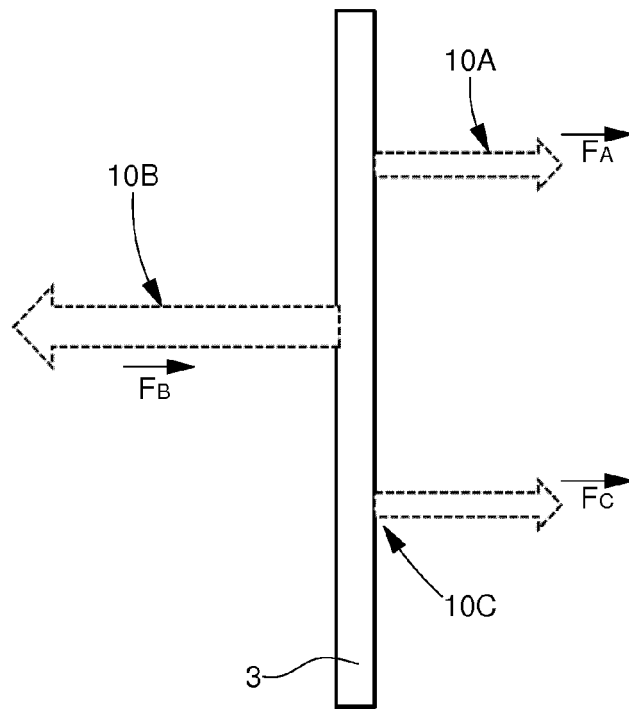
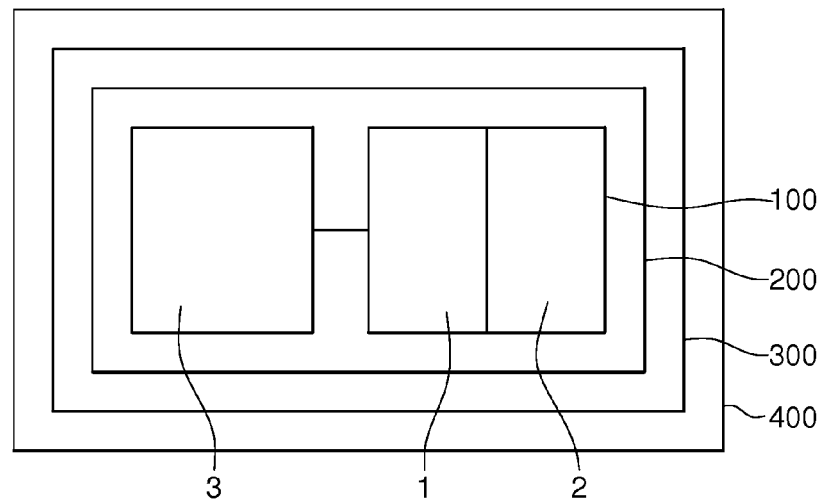


Fig. 12





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 15 16 3808

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	FR 2 024 511 A1 (PORTESCAP LE PORTE) 28 août 1970 (1970-08-28)	1,10,11, 13,15, 16, 18-21, 24,25, 27-29	INV. G04B17/06 G04B18/02
Y	* le document en entier *	26	
A	-----	3-9	
Y	CH 256 274 A (ERNEST BOREL & CIE S A [CH]) 15 août 1948 (1948-08-15) * page 2, ligne 10 - ligne 40; figure 1 *	26	
Y	EP 2 104 006 A1 (NIVAROX SA [CH]) 23 septembre 2009 (2009-09-23)	1,2, 10-12, 14-18, 20-24,27	
	* revendications 1-8; figures 10, 11 *		
X	EP 2 233 989 A1 (MANUF ET FABRIQUE DE MONTRES E [CH]) 29 septembre 2010 (2010-09-29)	25,28,29	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
Y	* alinéa [0023]; figures 1-4 *	1,2, 10-12, 14-18, 20-24,27	G04B
X	CH 704 677 A2 (MANUF HORLOGERE VALLEE DE JOUX SA [CH]) 28 septembre 2012 (2012-09-28) * le document en entier *	1	
X	CH 45 160 A (MONTRES INVAR COMP D [CH]) 16 octobre 1909 (1909-10-16) * le document en entier *	1	
X	EP 2 781 967 A1 (NIVAROX SA [CH]) 24 septembre 2014 (2014-09-24) * alinéas [0034], [0038]; figures 7-9 *	25,26, 28,29	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
Munich		28 octobre 2015	Guidet, Johanna
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 15 16 3808

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.

28-10-2015

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2024511 A1	28-08-1970	CH 496977 A	15-06-1970
		CH 1787468 A4	15-06-1970
		DE 1960701 A1	27-08-1970
		FR 2024511 A1	28-08-1970
		US 3599423 A	17-08-1971
CH 256274 A	15-08-1948	AUCUN	
EP 2104006 A1	23-09-2009	AT 474250 T	15-07-2010
		CN 101539754 A	23-09-2009
		EP 2104006 A1	23-09-2009
		HK 1136358 A1	24-05-2013
		JP 5280903 B2	04-09-2013
		JP 2009229463 A	08-10-2009
		KR 20090101118 A	24-09-2009
		SG 155864 A1	29-10-2009
		TW 201007394 A	16-02-2010
		US 2009236782 A1	24-09-2009
EP 2233989 A1	29-09-2010	AUCUN	
CH 704677 A2	28-09-2012	AUCUN	
CH 45160 A	16-10-1909	AUCUN	
EP 2781967 A1	24-09-2014	CN 104062883 A	24-09-2014
		EP 2781967 A1	24-09-2014
		HK 1202652 A1	02-10-2015
		JP 5782150 B2	24-09-2015
		JP 2014182146 A	29-09-2014
		KR 20140114785 A	29-09-2014
		TW 201500866 A	01-01-2015
		US 2014286140 A1	25-09-2014

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