



DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
06.12.2017 Bulletin 2017/49

(51) Int Cl.:
G04B 17/34 (2006.01) G04B 17/32 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **16172445.5**

(22) Date de dépôt: **01.06.2016**

(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 MD

- **GRITTI, Dominique**
2016 Cortaillod (CH)
- **GYGER, Thomas**
2732 Reconvilier (CH)
- **PAPES, Ondrej**
2544 Bâche (CH)
- **RIME, Antoine**
2560 Nidau (CH)

(71) Demandeur: **ROLEX SA**
1211 Genève 26 (CH)

(74) Mandataire: **Moinas & Savoye SARL**
19A, rue de la Croix-d'Or
1204 Genève (CH)

(72) Inventeurs:
• **BALAGUE, Olivier**
1700 Fribourg (CH)

(54) **PIÈCE DE FIXATION D'UN RESSORT-SPIRAL HORLOGER**

(57) Pièce (1) de fixation d'une extrémité (2a) d'un ressort-spiral en alliage paramagnétique comprenant au moins l'un des éléments suivants Nb, V, Ta, Ti, Zr et Hf, la pièce comprenant une première portion (10) destinée

à venir en contact avec le ressort-spiral et réalisée en titane ou en alliage de titane ou en tantale ou en alliage de tantale, notamment en titane grade 2 ou en titane grade 5.

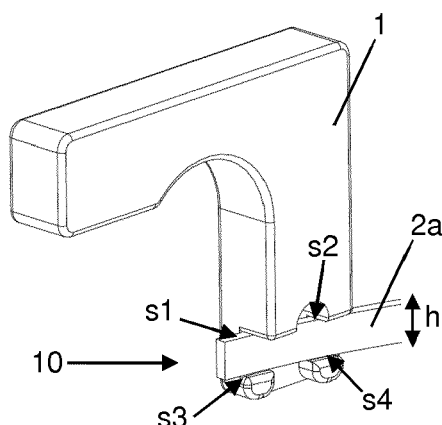


Figure 2

Description

[0001] L'invention concerne une pièce de fixation d'une extrémité d'un ressort-spiral horloger, notamment un piton ou une virole. L'invention concerne aussi un ensemble comprenant un ressort-spiral et un tel piton et/ou une telle virole. L'invention concerne encore un oscillateur ou un mouvement horloger ou une pièce d'horlogerie comprenant un tel ensemble. L'invention concerne enfin un procédé de fabrication d'un tel ensemble.

[0002] Les mécanismes oscillateurs mécaniques d'horlogerie, comportant un ressort-spiral, sont généralement dotés d'une virole pour la fixation de l'extrémité intérieure du ressort-spiral et/ou d'un piton pour la fixation de l'extrémité extérieure du ressort-spiral. Dans le cas d'un ressort-spiral réalisé en un alliage paramagnétique comprenant au moins un des éléments Nb, V, Ta, Ti, Zr, Hf, la pièce de fixation du ressort-spiral, à savoir la virole ou le piton, peut être fixée au ressort-spiral par soudage, en particulier par soudage laser. D'une manière générale, cette pièce de fixation est fabriquée en acier, notamment en acier inoxydable. Une telle solution d'assemblage donne satisfaction dans le cas du soudage d'un ressort-spiral réalisé en un alliage paramagnétique Nb-Zr-O tel que celui protégé par le brevet EP0886195B1.

[0003] La demande CH706846 se rapporte plus spécifiquement à une virole fendue fait d'un matériau à base de titane. La faible densité du titane est mise à profit dans le but de proposer une virole dont la masse volumique est minimisée de façon à améliorer l'isochronisme de l'oscillateur auquel prend part ladite virole. Le document CH706846 divulgue toutefois une virole dont la structure est tout à fait conventionnelle avec des premier et deuxième méplats. La virole est percée latéralement pour recevoir la lame de l'extrémité intérieure d'un ressort-spiral. Cette dernière peut être fixée de façon traditionnelle soit par goupillage, soit alternativement par soudage, en particulier par soudage laser. Néanmoins, aucune adaptation géométrique de la surface de réception n'est proposée pour permettre, voire optimiser, la soudure du ressort-spiral au sein de la gorge de la virole. Par ailleurs, aucun détail n'est donné quant à la nature du matériau du ressort-spiral prévu pour être rapporté sur une telle virole.

[0004] Il est connu de fixer un ressort-spiral à une virole ou à un piton par soudage laser. La demande de brevet CH561921 divulgue par exemple un procédé de soudage laser d'une virole incluant une étape de préfixation préalable du ressort-spiral afin de positionner précisément le ressort-spiral relativement à la virole.

[0005] La demande FR2017027 concerne spécifiquement la soudure laser de l'extrémité intérieure d'un ressort-spiral à l'encontre d'une portion de virole en forme d'arc de cercle centré sur l'axe de rotation du ressort-spiral. Aucun détail n'est donné quant à la nature des matériaux prenant part au dispositif. La portion de lame de l'extrémité intérieure du ressort-spiral repose ici de manière continue à l'encontre de la portion de virole. Un

unique point de soudure est défini le long de la ligne de contact entre le spiral et la virole. Pour obvier aux risques d'arrachage de la soudure, il est préconisé de régler l'intensité du laser de façon à ce que le point de soudure ne dépasse pas la moitié de la hauteur de la lame et qu'il s'étende sur une longueur au moins égale à la hauteur de cette même lame. Néanmoins, une telle conformation ne permet pas de supprimer l'apparition de composés intermétalliques fragiles qui sont à l'origine de la fragilisation de la soudure. Par ailleurs, une telle conformation risque également de créer un échauffement de la lame du ressort du spiral et donc une modification éventuelle de ses propriétés mécaniques, ainsi que des effets inesthétiques indésirables.

[0006] Le brevet CH468662 divulgue une géométrie particulière de virole, qui présente la spécificité de comporter une rainure annulaire de façon à servir d'appui et de guide à la lame de l'extrémité intérieure du ressort-spiral. Une telle conformation ne permet pas de rompre la conduction thermique entre deux éventuelles zones de soudure s'il est choisi de fixer le ressort-lame à la virole par soudage, en particulier par soudage laser.

[0007] Le brevet US3016688 divulgue, quant à lui, un piton élastique qui comporte une surface plane sur laquelle est soudée une portion de lame de l'extrémité extérieure d'un ressort-spiral. La description indique que le piton peut être soudé sur plusieurs points, notamment plus de deux points. Aucune mention n'est faite des matériaux prenant part au dispositif, il est toutefois indiqué qu'une telle solution permettrait de renforcer la tenue du spiral à l'encontre du piton. Néanmoins, une telle conformation ne permet pas de supprimer l'apparition de composés intermétalliques fragiles qui pourraient être à l'origine de la fragilisation de l'un ou l'autre des points de soudure, et qui risqueraient d'être à l'origine d'une fragilisation de l'encastrement du ressort-spiral, et donc d'une variation de la chronométrie, en particulier de la pente d'isochronisme, de l'oscillateur auquel prend part un tel dispositif. Par ailleurs, la géométrie d'un tel piton ne permet pas de rompre la conduction thermique entre deux points de soudure.

[0008] L'emploi de ressorts-spiraux comprenant au moins un des éléments Nb, V, Ta, Ti, Zr, Hf, est aussi connu de l'art antérieur. Le brevet EP0886195B1 divulgue par exemple un spiral réalisé en alliage paramagnétique Nb-Zr comprenant entre 5% et 25% en masse de Zr, ainsi qu'un agent dopant interstitiel formé au moins en partie d'oxygène.

[0009] Le brevet EP1258786B1 divulgue également un spiral réalisé en alliage paramagnétique Nb-Hf comprenant entre 2% et 30% en masse de Hf.

[0010] La demande WO2015189278 divulgue, quant à elle, un balancier-spiral au sein duquel le ressort-spiral est réalisé en alliage de titane comprenant notamment une base de titane qui comporte entre 10 at. % et 40 at. % de l'un des éléments parmi le Nb, le Ta, ou le V, entre 0 at. % et 6 at. % de Zr, et entre 0 at. % et 5 at. % de Hf. Le document mentionne qu'un tel ressort-spiral peut être

virolé et pitonné de façon à être assemblé au sein d'un oscillateur, sans aucune autre précision.

[0011] Le but de l'invention est de fournir une pièce de fixation d'une extrémité d'un ressort-spiral horloger permettant de remédier aux inconvénients mentionnés précédemment et d'améliorer les pièces de fixation connues de l'art antérieur. En particulier, l'invention propose une pièce de fixation permettant d'améliorer la fixation d'un ressort-spiral, notamment d'améliorer la tenue à l'arrachage d'un ressort-spiral.

[0012] Selon un premier aspect de l'invention, une pièce de fixation est définie par les propositions suivantes :

a. Pièce de fixation, notamment piton ou virole, d'une extrémité d'un ressort-spiral en alliage paramagnétique comprenant au moins l'un des éléments suivants Nb, V, Ta, Ti, Zr et Hf, la pièce de fixation comprenant une première portion destinée à venir en contact avec le ressort-spiral et réalisée en titane ou en alliage de titane ou en tantale ou en alliage de tantale, notamment en titane grade 2 ou en titane grade 5.

b. Pièce de fixation selon la proposition a, caractérisée en ce que la première portion comprend deux surfaces d'appui séparées par une rainure, chaque surface d'appui étant destinée à venir en contact avec le ressort-spiral et la rainure s'étendant notamment dans le sens de la hauteur du ressort-spiral, de préférence sur une hauteur supérieure à celle du ressort-spiral.

c. Pièce de fixation selon la proposition b, caractérisée en ce que chaque surface présente, à au moins une de ses extrémités dans le sens de la hauteur du ressort-spiral, une conformation de positionnement s'étendant perpendiculairement ou sensiblement perpendiculairement à la surface.

d. Pièce de fixation selon la proposition b, caractérisée en ce que chaque surface présente, à deux de ses extrémités dans le sens de la hauteur du ressort-spiral, respectivement une première conformation de positionnement et une deuxième conformation de positionnement, les conformations s'étendant perpendiculairement ou sensiblement perpendiculairement à ladite surface.

e. Pièce de fixation selon l'une des propositions a à d, caractérisée en ce qu'elle comprend une deuxième portion destinée à venir en contact avec un portepiton ou avec un axe de balancier.

f. Pièce de fixation selon l'une des propositions a à e, caractérisée en ce que les surfaces sont disposées sensiblement perpendiculairement par rapport à un plan du ressort-spiral et forment entre elles un angle, notamment un angle compris entre 150° et

179° vu depuis un axe du ressort-spiral.

g. Pièce de fixation selon l'une des propositions a à e, caractérisée en ce que les surfaces sont disposées sensiblement perpendiculairement par rapport à un plan du spiral et/ou sont réalisées selon une courbure pour former des parties d'un même cylindre de révolution ou sont réalisées tangentes à un même cylindre de révolution.

h. Pièce de fixation selon la proposition g, caractérisée en ce que la pièce de fixation est une virole et en ce que le cylindre de révolution est axé sur un axe de la virole.

i. Pièce de fixation selon l'une des propositions a à h, caractérisée en ce que la pièce de fixation est une virole et en ce que la virole comprend au moins une butée, notamment deux, trois, quatre ou cinq butées, distribuées angulairement, notamment distribuées angulairement régulièrement, sur une périphérie extérieure de la virole.

[0013] Selon le premier aspect de l'invention, un procédé de fabrication est défini par les propositions suivantes :

j. Procédé de fabrication d'un ensemble comprenant un piton selon l'une des propositions a à g et un ressort-spiral en alliage paramagnétique comprenant au moins l'un des éléments suivants Nb, V, Ta, Ti, Zr et Hf, le procédé comprenant les étapes suivantes :

- Fourniture du piton ;
- Fourniture du ressort-spiral ;
- Fixation du piton et du ressort-spiral.

k. Procédé de fabrication d'un ensemble comprenant une virole selon l'une des propositions a à i et un ressort-spiral en alliage paramagnétique comprenant au moins l'un des éléments suivants Nb, V, Ta, Ti, Zr et Hf, le procédé comprenant les étapes suivantes :

- Fourniture de la virole ;
- Fourniture du ressort-spiral ;
- Fixation de la virole et du ressort-spiral.

l. Procédé de fabrication d'un ensemble comprenant un piton selon l'une des propositions a à g, une virole selon l'une des propositions a à i et un ressort-spiral en alliage paramagnétique comprenant au moins l'un des éléments suivants Nb, V, Ta, Ti, Zr et Hf, le procédé comprenant les étapes suivantes :

- Fourniture du piton ;
- Fourniture du ressort-spiral ;

- Fourniture de la virole ;
- Fixation du piton et du ressort-spiral et fixation de la virole et du ressort-spiral.

m. Procédé de fabrication selon l'une des propositions k à l, caractérisé en ce que l'étape de fixation est réalisée par soudage laser. 5

[0014] Selon le premier aspect de l'invention, un ensemble est défini par les propositions suivantes : 10

n. Ensemble comprenant :

- un ressort-spiral, notamment un ressort-spiral en alliage paramagnétique, en particulier un ressort-spiral en alliage paramagnétique comprenant au moins l'un des éléments suivants Nb, V, Ta, Ti, Zr et Hf, notamment un alliage comprenant les éléments Nb et Zr avec entre 5% et 25% en masse de Zr et un agent dopant interstitiel comprenant de l'oxygène ; et 15
- un piton selon l'une des propositions a à g ; et/ou 20
- une virole selon l'une des propositions a à i.

[0015] Selon le premier aspect de l'invention, un oscillateur horloger ou un mouvement horloger ou une pièce d'horlogerie est défini par la proposition suivante : 25

o. Oscillateur horloger ou mouvement horloger ou pièce d'horlogerie comprenant : 30

- un ensemble selon la proposition n, et/ou
- un ensemble obtenu par la mise en oeuvre du procédé selon l'une des propositions j à m, et/ou 35
- un piton selon l'une des propositions a à g ; et/ou
- une virole selon l'une des propositions a à i.

[0016] Selon un deuxième aspect de l'invention, un piton de fixation est défini par les propositions suivantes : 40

aa. Piton de fixation d'une extrémité d'un ressort-spiral, le piton comprenant une première portion destinée à venir en contact avec le ressort-spiral, la première portion étant conformée de sorte à présenter une première surface et au moins une deuxième surface d'appui avec le ressort-spiral. 45

bb. Piton selon la proposition aa, caractérisé en ce que les première et deuxième surfaces sont continues, notamment continues sans arête entre les première et deuxième surfaces. 50

cc. Piton selon la proposition aa, caractérisé en ce que les première et deuxième surfaces sont discontinues. 55

dd. Piton selon la proposition cc, caractérisé en ce que les première et deuxième surfaces d'appui sont

séparées par une rainure, la rainure s'étendant notamment dans le sens de la hauteur du ressort-spiral, de préférence sur une hauteur supérieure à celle du ressort-spiral.

ee. Piton selon l'une des propositions aa à dd, caractérisé en ce que chaque surface présente, à une de ses extrémités dans le sens de la hauteur du ressort-spiral, une conformation de positionnement s'étendant perpendiculairement ou sensiblement perpendiculairement à la surface.

ff. Piton selon l'une des propositions aa à dd, caractérisé en ce que chaque surface présente, à deux de ses extrémités dans le sens de la hauteur du ressort-spiral, respectivement une première conformation de positionnement et une deuxième conformation de positionnement, les conformations s'étendant perpendiculairement ou sensiblement perpendiculairement à ladite surface.

gg. Piton selon l'une des propositions aa à ff, caractérisé en ce qu'il comprend une deuxième portion destinée à venir en contact avec un porte-piton.

hh. Piton selon l'une des propositions aa à gg, caractérisé en ce que les première et deuxième surfaces sont planes ou cylindriques, en particulier cylindriques de révolution.

ii. Piton selon l'une des propositions aa à hh, caractérisé en ce que les première et deuxième surfaces sont disposées sensiblement perpendiculairement par rapport à un plan du ressort-spiral et/ou forment entre elles un angle, notamment un angle compris entre 150° et 179° vu depuis un axe du ressort-spiral.

jj. Piton selon l'une des propositions aa à ii, caractérisé en ce que les première et deuxième surfaces sont disposées sensiblement perpendiculairement par rapport à un plan du spiral et/ou sont réalisées selon une courbure pour former des parties d'un même cylindre de révolution ou sont réalisées tangentes à un même cylindre de révolution.

kk. Piton selon l'une des propositions aa à jj, caractérisé en ce qu'au moins une des première et deuxième surfaces forment un angle non nul par rapport à un plan s'étendant parallèlement et orthoradialement par rapport à l'axe du ressort-spiral.

[0017] Selon le deuxième aspect de l'invention, un procédé est défini par les propositions suivantes :

II. Procédé de fabrication d'un ensemble comprenant un piton selon l'une des propositions aa à kk et un ressort-spiral, le procédé comprenant les étapes suivantes :

- Fourniture du piton ;
- Fourniture du ressort-spiral ;
- Fixation du piton et du ressort-spiral au niveau des première et deuxième surfaces.

mm. Procédé de fabrication selon la proposition II, caractérisé en ce que l'étape de fixation est réalisée par soudage laser.

[0018] Selon le deuxième aspect de l'invention, un ensemble est défini par la proposition suivante :

nn. Ensemble comprenant :

- un ressort-spiral ; et
- un piton selon l'une des propositions aa à kk.

[0019] Selon le deuxième aspect de l'invention, un oscillateur horloger ou un mouvement horloger ou une pièce d'horlogerie est défini par la proposition suivante :

oo. Oscillateur horloger ou mouvement horloger ou pièce d'horlogerie comprenant :

- un ensemble selon la proposition nn, et/ou
- un ensemble obtenu par la mise en oeuvre du procédé selon l'une des propositions II et mm, et/ou
- un piton selon l'une des propositions aa à kk.

[0020] Selon un troisième aspect de l'invention, une pièce de fixation d'une extrémité d'un ressort spiral, notamment un piton ou une virole, comprend une première portion destinée à venir en contact avec le ressort-spiral. La première portion comprend deux surfaces d'appui séparées par une rainure, chaque surface d'appui étant destinée à venir en contact avec le ressort-spiral. La rainure s'étend notamment dans le sens de la hauteur du ressort-spiral, de préférence sur une hauteur supérieure à celle du ressort-spiral.

[0021] Sauf incompatibilité technique ou logique, toutes les caractéristiques et/ou particularités des premier, deuxième et troisième aspects de l'invention peuvent être combinées.

[0022] Les figures annexées représentent, à titre d'exemple, un mode de réalisation d'une pièce d'horlogerie intégrant un mode de réalisation d'un piton selon l'invention et un mode de réalisation d'une virole selon l'invention.

La figure 1 est une vue de face d'un mode de réalisation d'un piton selon l'invention.

La figure 2 est une vue en perspective du mode de réalisation d'un piton selon l'invention.

La figure 3 est une vue partielle en perspective d'un oscillateur comprenant le mode de réalisation d'un

piton selon l'invention.

Les figures 4 à 6 sont des vues de détail du mode de réalisation d'un piton selon l'invention.

Les figures 7 à 11 illustrent un mode de réalisation d'une virole selon l'invention.

La figure 12 est un schéma représentant un mode de réalisation d'une pièce d'horlogerie selon l'invention comprenant un piton selon l'invention et une virole selon l'invention.

La figure 13 est un graphique illustrant les améliorations de la tenue à l'arrachage du ressort spiral sur un piton selon l'invention.

La figure 14 illustre un graphique représentant la marche moyenne (M) d'une pièce d'horlogerie, moyennée selon les différentes positions de la pièce d'horlogerie, en fonction de l'amplitude (A) du balancier-spiral en isochronisme libre.

[0023] Un mode de réalisation d'une pièce d'horlogerie 600 est décrit ci-après en référence à la figure 12. La pièce d'horlogerie est par exemple une montre, en particulier une montre bracelet. La pièce d'horlogerie comprend un mouvement horloger 500, en particulier un mouvement mécanique, lui-même comprenant un oscillateur 400, tel qu'un oscillateur du type balancier-spiral comprenant un balancier pivoté selon un axe A1 et un ressort-spiral disposé principalement selon un plan P1 perpendiculaire à l'axe A1. L'axe A1 est aussi l'axe du ressort-spiral.

[0024] L'oscillateur 400 comprend un ensemble spiral 300 comprenant, quant à lui, un ressort-spiral 2, une première pièce 1' de fixation de l'extrémité intérieure 2b du ressort-spiral à un arbre de balancier, c'est-à-dire une virole 1', et une deuxième pièce 1 de fixation de l'extrémité extérieure 2a du ressort-spiral à un bâti du mouvement, notamment à un pont de balancier 4, éventuellement par l'intermédiaire d'un porte-piton ou d'un support de piton 3 tel qu'illustré sur la figure 3. La deuxième pièce de fixation est un piton.

[0025] Avantagusement, le ressort-spiral est en alliage paramagnétique comprenant au moins l'un des éléments suivants Nb, V, Ta, Ti, Zr et Hf. En particulier, le ressort-spiral comprend au moins 2%, voire au moins 5%, en masse de l'un des éléments suivants Nb, V, Ta, Ti, Zr et Hf. De préférence, le ressort-spiral est en alliage comprenant les éléments Nb et Zr avec entre 5% et 25% en masse de Zr et un agent dopant interstitiel comprenant de l'oxygène. De préférence, le ressort-spiral est en alliage comprenant 85% en masse de Nb, 14.95% en masse de Zr et 0.05% en masse d'oxygène. L'alliage peut en outre comprendre différentes impuretés, par exemple dans les limites suivantes : Hf < 7000ppm, Ta < 1000ppm, W < 300ppm, Mo < 100ppm, autres < 60ppm.

[0026] De préférence, le piton 1 comprend une portion 10 destinée à venir en contact avec le ressort-spiral 2. Avantageusement, le piton est réalisé :

- en titane, ou
- en alliage de titane, notamment en titane grade 2 ou en titane grade 5, ou
- en tantale, ou
- en alliage de tantale.

[0027] De la même manière, de préférence, la virole 1' comprend une portion 10' destinée à venir en contact avec le ressort-spiral 2. Avantageusement, la virole est réalisée :

- en titane, ou
- en alliage de titane, notamment en titane grade 2 ou en titane grade 5, ou
- en tantale, ou
- en alliage de tantale.

[0028] Par « en titane », on entend de préférence tout matériau dont la teneur massique en titane est supérieure à 99%, voire supérieure à 99.5%.

[0029] Par « alliage de titane », on entend de préférence tout autre matériau dont l'élément majoritaire ou dominant en masse est le titane, tel que par exemple le Titane Grade 5 (Ti6Al4V).

[0030] Par « en tantale », on entend de préférence tout matériau dont la teneur massique en tantale est supérieure à 99%, voire supérieure à 99.5%.

[0031] Par « alliage de tantale », on entend de préférence tout autre matériau dont l'élément majoritaire ou dominant en masse est le tantale, tel que par exemple le tantale TaW contenant entre 2.5% et 10% de W en masse ou le tantale TaNb contenant environ 40% de Nb en masse.

[0032] La réalisation de la virole et/ou du piton en titane ou en alliage de titane est particulièrement adaptée pour le soudage à un ressort-spiral constitué d'un alliage à base de niobium qui comporte entre 5 % et 25 % en masse de Zr, en particulier un alliage comprenant les éléments Nb et Zr avec entre 5% et 25% en masse de Zr et un agent dopant interstitiel comprenant de l'oxygène. En effet, le Nb et le Zr sont entièrement solubles dans le Ti.

[0033] La réalisation de la virole et/ou du piton en tantale ou en alliage de tantale est particulièrement adaptée pour le soudage à un ressort-spiral constitué d'une base de titane qui comporte entre 17% en masse et 62% en masse de l'un des éléments parmi le Nb ou le Ta, par exemple 17% en masse minimum de Nb et par exemple 62% en masse maximum de Ta. La réalisation de la virole et/ou du piton en tantale ou en alliage de tantale est avantageuse pour le soudage à un ressort-spiral Nb-Hf comprenant entre 2% et 30% en masse de Hf.

[0034] Un mode de réalisation d'un piton selon l'invention est décrit ci-après plus en détail en référence aux

figures 1 à 6.

[0035] Par exemple, le piton est réalisé d'un seul tenant comme dans le mode de réalisation illustré. Il a notamment globalement une forme d'équerre formée par deux ailes ayant sensiblement les mêmes proportions. Les deux ailes peuvent être raccordées l'une à l'autre par un rayon.

[0036] Le piton 1 comprend une première portion 10 prévue pour être soudée au ressort-spiral 2, en particulier par soudage laser, au niveau de l'extrémité extérieure 2a du ressort-spiral comme représenté sur la figure 2. Le piton comprend encore une deuxième portion 100 prévue pour être fixée, notamment insérée, classiquement au sein d'une gorge du support 3 de piton, qui est monté sur le pont 4 de balancier comme représenté sur la figure 3. Les première et deuxième portions peuvent être réalisées en des matériaux différents et montées l'une sur l'autre.

[0037] La première portion 10 comprend une première surface d'appui 10b et une deuxième surface d'appui 10c séparées par une rainure 10a. Chaque surface d'appui est destinée à venir en contact avec le ressort-spiral. Dans le mode de réalisation illustré, la rainure s'étend dans le sens de la hauteur h du ressort-spiral, de préférence sur une hauteur H10 supérieure à celle du ressort-spiral. La rainure 10a permet de séparer ou distinguer les première et deuxième surfaces d'appui 10b, 10c. La rainure 10a est avantageusement orientée sensiblement dans le sens de la hauteur H10 de la portion 10 du piton 1. Une telle conformation permet de rompre toute conduction de chaleur lors du soudage de la lame du spiral sur chacune des première et deuxième surfaces d'appui 10b, 10c et d'éviter de créer des interférences entre deux zones du ressort-spiral affectées thermiquement lors de la réalisation des soudures. Cette conformation permet de réduire l'apport énergétique nécessaire à la soudure et donc de préserver au mieux l'intégrité des propriétés mécaniques de l'alliage du ressort-spiral.

[0038] La rainure peut être réalisée partiellement dans l'épaisseur du piton, c'est-à-dire sans traverser le piton. Alternativement, la rainure peut traverser le piton dans son épaisseur.

[0039] Alternativement à ce qui a été décrit précédemment, la rainure peut être orientée dans le sens perpendiculaire à la hauteur h du ressort-spiral. La rainure peut aussi être orientée selon une autre direction.

[0040] La première surface d'appui 10b présente, à une de ses extrémités 101 b ou 102b, une première conformation 103b ou 104b en relief ou en bosse. Cette première conformation permet de réaliser une butée de positionnement du ressort-spiral, notamment une butée axiale de positionnement du ressort-spiral. En effet, la lame du ressort-spiral, en contact contre la première surface, peut être déplacée jusqu'à venir en contact contre la première conformation de sorte à positionner précisément le ressort-spiral relativement au piton dans le sens de la hauteur H10 du piton. La première conformation s'étend par exemple perpendiculairement ou sensiblement

ment perpendiculairement à la première surface 10b, de sorte à former une butée. Avantageusement, la première surface d'appui 10b présente, à l'autre de ses extrémités 101b ou 102b, une deuxième conformation 103b ou 104b en relief ou en bosse. Cette deuxième conformation permet de réaliser une butée de positionnement du ressort-spiral. La deuxième conformation s'étend par exemple perpendiculairement ou sensiblement perpendiculairement à la première surface 10b, de sorte à former une butée.

[0041] De manière similaire, la deuxième surface d'appui 10c peut présenter, à une de ses extrémités 101c ou 102c, une troisième conformation 103c ou 104c en relief ou en bosse. Cette troisième conformation permet de réaliser une butée de positionnement du ressort-spiral. En effet, la lame du ressort-spiral, en contact contre la deuxième surface, peut être déplacée jusqu'à venir en contact contre la troisième conformation de sorte à positionner précisément le ressort-spiral relativement au piton dans le sens de la hauteur H10 du piton. La troisième conformation s'étend par exemple perpendiculairement ou sensiblement perpendiculairement à la deuxième surface 10c, de sorte à former une butée. Avantageusement, la deuxième surface d'appui 10c présente, à l'autre de ses extrémités 101c ou 102c, une quatrième conformation 103c ou 104c en relief ou en bosse. Cette quatrième conformation permet de réaliser une butée de positionnement du ressort-spiral. La quatrième conformation s'étend par exemple perpendiculairement ou sensiblement perpendiculairement à la deuxième surface 10c, de sorte à former une butée.

[0042] L'ensemble des conformations de positionnement décrit précédemment permet de réaliser un positionnement précis de la lame du ressort-spiral relativement au piton et, par suite, un encastrement précis du ressort-spiral après soudure du ressort-spiral sur le piton. La soudure peut être effectuée par deux points de soudure s1, s2 qui sont respectivement réalisés au niveau de chacune des surfaces d'appui 10b, 10c ou en bordure de chacune des surfaces d'appui 10b, 10c. Préférentiellement, des troisième et quatrième points de soudure s3, s4, sont respectivement réalisés au niveau de chacune des surfaces d'appui 10b, 10c, ou en bordure de chacune des surfaces d'appui 10b, 10c, en complément des points de soudure s1, s2, comme représenté sur la figure 2. Pour assurer ce positionnement précis, lorsqu'une ou deux des surfaces d'appui présentent chacune deux conformations de positionnement, elles sont espacées d'une distance supérieure à la hauteur h de la lame de ressort. Avantageusement, ce jeu en hauteur est inférieur à 0.04 mm, voire inférieur à 0.03 mm. L'ensemble des conformations de positionnement décrit précédemment forme une deuxième rainure 10d orientée sensiblement perpendiculairement à la première rainure 10a, de façon à servir d'appui et/ou de guide à la lame du ressort-spiral, comme représenté sur la figure 1.

[0043] Avantageusement, les première et deuxième surfaces d'appui 10b et 10c sont prévues pour épouser

parfaitement la courbure de la lame terminale du ressort-spiral. Pour ce faire, les première et deuxième surfaces 10b, 10c sont inclinées relativement à la surface définie par le fond de la rainure 10a ou à la face du piton visible sur la vue de la figure 1. Préférentiellement, les première et deuxième surfaces 10b, 10c sont inclinées selon deux angles distincts, qui peuvent par exemple être compris entre 5° et 15°. En conséquence, comme représenté sur les figures 5 et 6, les première et deuxième surfaces 10b, 10c peuvent former entre elles un angle α , notamment un angle α compris entre 150° et 179° vu depuis l'axe A1 du balancier ou du ressort-spiral. Autrement dit, l'axe A1 se trouve dans le dièdre obtus formé par deux demi-plans passant respectivement par les première et deuxième surfaces. Les première et deuxième surfaces peuvent encore être disposées perpendiculairement ou sensiblement perpendiculairement par rapport au plan P1 du spiral. Les première et deuxième surfaces peuvent être des faces planes. Il peut s'agir de faces planes tangent à une même surface, notamment un même cylindre de révolution ou une surface cylindrique de révolution ou plus complexe formée par une portion de la courbe terminale du ressort-spiral. Au moins une des première et deuxième surfaces 10b, 10c peut former un angle non nul par rapport à un plan s'étendant parallèlement et orthoradialement relativement à l'axe A1.

[0044] Alternativement, les première et deuxième surfaces peuvent être des surfaces courbées pour épouser au mieux la lame du ressort-spiral qu'elles reçoivent. Par exemple, les première et deuxième surfaces peuvent chacune constituer une portion d'un même cylindre de révolution ou une surface cylindrique de révolution ou plus complexe formée par une portion de la courbe terminale du ressort-spiral.

[0045] Dans le mode de réalisation du piton représenté, les première et deuxième surfaces sont discontinues. Toutefois, de manière alternative, les première et deuxième surfaces pourraient être continues, c'est-à-dire former une seule et même surface. Cette seule et même surface pourrait encore être à « tangente continue » c'est-à-dire sans arête.

[0046] Idéalement, ces première et deuxième surfaces sont identiques à la surface, éventuellement non cylindrique, de l'extrémité extérieure 2a du ressort-spiral.

[0047] Une telle conformation de piton permet de définir avantageusement au moins deux contacts ponctuels entre le piton et la lame terminale du ressort-spiral. La précision d'assemblage, notamment de soudage, d'un ressort-spiral sur un tel piton est ainsi optimisée, et n'est plus seulement donnée par les moyens d'assemblage. Dans les techniques connues de l'art antérieur, des moyens d'assemblage sont conformés de façon à minimiser, avant fixation de la lame du ressort-spiral sur le piton, les déplacements de la lame du ressort-spiral autour de son contact ponctuel théorique défini exclusivement par la courbure du ressort et un seul et unique plan de réception du piton. Du fait de ce degré de liberté permettant à la lame d'osciller sur une plage angulaire

d'environ 4°, voire 8°, autour de son contact ponctuel théorique, un couple de torsion de la lame au niveau de l'encastrement extérieur du ressort spiral peut survenir une fois la lame fixée sur le piton. Un tel phénomène peut contribuer à un développement non concentrique du ressort-spiral et induire ainsi des perturbations chronométriques, en particulier au niveau de la pente d'isochronisme et du « plat-pendu ».

[0048] La figure 14 illustre un graphique représentant la marche moyenne M en secondes par jour d'une pièce d'horlogerie, moyennée selon les différentes positions de la pièce d'horlogerie, en fonction de l'amplitude A en degrés du balancier-spiral en isochronisme libre. Les courbes en traitillé, correspondant aux courbes d'isochronisme pour un ensemble balancier-spiral représentatif de l'art antérieur, dont l'extrémité de la courbe terminale du ressort-spiral a subi un déplacement d'un angle de $\pm 4^\circ$ autour de son contact ponctuel théorique au piton, définissent une enveloppe dans laquelle la marche moyenne de la pièce d'horlogerie varie en fonction du positionnement nominal de la lame du ressort-spiral en regard du piton.

[0049] La courbe en trait plein N montre, quant à elle, une fonction dotée d'une pente d'isochronisme optimisée représentative du fonctionnement d'un ensemble balancier-spiral doté d'un piton selon l'invention, avec un ressort-spiral dont l'extrémité de la courbe terminale est précisément localisée grâce aux première et deuxième surfaces d'appui du piton. Une telle conformation permet notamment d'obtenir en pratique la pente d'isochronisme et le plat-pendu escomptés de la pièce d'horlogerie auquel prend part le balancier-spiral.

[0050] Un mode de réalisation d'une virole selon l'invention est décrit ci-après plus en détail en référence aux figures 7 à 11.

[0051] La virole comprend une première portion 10' prévue pour être soudée à un ressort-spiral 2, en particulier par soudage laser, au niveau de l'extrémité intérieure 2b du ressort-spiral comme représenté sur la figure 8. La virole comprend encore une deuxième portion 100', se présentant sous la forme d'une ouverture centrale 100', qui est prévue, par exemple, pour être chassée à l'encontre d'un axe 5 de balancier comme représenté sur les figures 8 à 11. Les première et deuxième portions peuvent être réalisées d'un seul tenant. Alternativement, les première et deuxième portions peuvent être réalisées en des matériaux différents et montées l'une sur l'autre.

[0052] A l'instar du piton 1, la portion 10' comporte une première rainure 10a' de façon à définir deux surfaces d'appui 10b', 10c' d'une portion de lame de l'extrémité intérieure du ressort-spiral 2. Ainsi, la première portion 10' comprend une première surface d'appui 10b' et une deuxième surface d'appui 10c' séparées par une rainure 10a'. Chaque surface d'appui est destinée à venir en contact avec le ressort-spiral. Dans le mode de réalisation illustré, la rainure s'étend dans le sens de la hauteur h du ressort-spiral, de préférence sur une hauteur H10' supérieure à celle du ressort-spiral. La rainure 10a' per-

met de séparer ou de distinguer les première et deuxième surfaces d'appui 10b', 10c'. La rainure 10a' est avantageusement orientée sensiblement dans le sens de la hauteur H10' de la portion 10 du piton 1. Une telle conformation permet de rompre toute conduction de chaleur lors du soudage de la lame du spiral sur chacune des première et deuxième surfaces d'appui 10b', 10c' et d'éviter de créer des interférences entre deux zones du ressort-spiral affectées thermiquement lors de la réalisation des soudures. Cette conformation permet de réduire l'apport énergétique nécessaire à la soudure et donc de préserver au mieux l'intégrité des propriétés mécaniques de l'alliage du ressort-spiral. La rainure peut également servir de repère visuel pour positionner précisément les points de soudure sur la périphérie de la virole.

[0053] Alternativement à ce qui a été décrit précédemment, la rainure peut être orientée dans le sens perpendiculaire à la hauteur h du ressort-spiral. Alternativement encore, la rainure peut être orientée selon une autre direction.

[0054] Dans un mode de réalisation non illustré, la première surface d'appui peut présenter, à une de ses extrémités, une première conformation en relief ou en bosse. Cette première conformation permet de réaliser une butée de positionnement du ressort-spiral. En effet, la lame du ressort-spiral, en contact contre la première surface, peut être déplacée jusqu'à venir en contact contre la première conformation de sorte à positionner précisément le ressort-spiral relativement à la virole dans le sens de la hauteur de la virole. La première conformation s'étend par exemple perpendiculairement ou sensiblement perpendiculairement à la première surface 10b', de sorte à former une butée. Avantageusement, la première surface d'appui 10b' peut présenter, à l'autre de ses extrémités, une deuxième conformation en relief ou en bosse. Cette deuxième conformation permet de réaliser une butée de positionnement du ressort-spiral. La deuxième conformation s'étend par exemple perpendiculairement ou sensiblement perpendiculairement à la première surface 10b', de sorte à former une butée.

[0055] De manière similaire, la deuxième surface d'appui 10c' peut présenter, à une de ses extrémités, une troisième conformation en relief ou en bosse. Cette troisième conformation permet de réaliser une butée de positionnement du ressort-spiral. En effet, la lame du ressort-spiral, en contact contre la deuxième surface, peut être déplacée jusqu'à venir en contact contre la troisième conformation de sorte à positionner précisément le ressort-spiral relativement à la virole dans le sens de la hauteur de la virole. La troisième conformation s'étend par exemple perpendiculairement ou sensiblement perpendiculairement à la deuxième surface 10c', de sorte à former une butée. Avantageusement, la deuxième surface d'appui 10c' peut présenter, à l'autre de ses extrémités, une quatrième conformation en relief ou en bosse. Cette quatrième conformation permet de réaliser une butée de positionnement du ressort-spiral. La quatrième conformation s'étend par exemple perpendiculairement ou sen-

siblement perpendiculairement à la deuxième surface 10c', de sorte à former une butée.

[0056] L'ensemble des conformations de positionnement décrit précédemment permet de réaliser un positionnement précis de la lame du ressort-spiral relativement au piton et, par suite, un encastrement précis du ressort-spiral après soudage du ressort-spiral sur la virole. Le soudage peut être effectué par deux points de soudure s1', s2' qui sont respectivement réalisés au niveau de chacune des surfaces d'appui 10b', 10c' ou en bordure de chacune des surfaces d'appui 10b', 10c'. Préférentiellement, des troisième et quatrième points de soudure s3', s4', sont respectivement réalisés au niveau de chacune des surfaces d'appui 10b', 10c', ou en bordure de chacune des surfaces d'appui 10b', 10c', en complément des points de soudure s1', s2', comme représenté sur la figure 9. Pour assurer ce positionnement précis, lorsqu'une ou deux des surfaces d'appui présentent chacune deux conformations de positionnement, elles sont espacées d'une distance supérieure à la hauteur h de la lame de ressort. Avantageusement, ce jeu en hauteur est inférieur à 0.04 mm, voire inférieur à 0.03 mm. L'ensemble des conformations de positionnement décrit précédemment peut ainsi former une deuxième rainure orientée sensiblement perpendiculairement à la première rainure, de façon à servir d'appui et/ou de guide à la lame du ressort-spiral.

[0057] Avantageusement, les première et deuxième surfaces d'appui 10b' et 10c' sont prévues pour épouser parfaitement la courbure de la lame du ressort-spiral. Pour ce faire, les première et deuxième surfaces 10b', 10c' peuvent former entre elles un angle α' , notamment un angle α' compris entre 150° et 179° vu depuis l'axe A1 du balancier ou du ressort-spiral. Autrement dit, l'axe A1 se trouve dans le dièdre obtus formé par deux demi-plans passant respectivement par les première et deuxième surfaces. Les première et deuxième surfaces peuvent encore être disposées perpendiculairement ou sensiblement perpendiculairement par rapport au plan P1 du spiral. Les première et deuxième surfaces peuvent être des faces planes. Il peut s'agir de faces planes tangentes à une même surface, notamment à un même cylindre de révolution. Le positionnement précis du ressort-spiral relativement à la virole permet également d'atteindre des améliorations chronométriques de même nature que celles obtenues par le positionnement précis du ressort-spiral relativement au piton.

[0058] Avantageusement, les surfaces 10b', 10c' sont des portions d'un même cylindre de révolution ayant pour directrice le cercle A de centre CA qui est centré ou non sur l'axe A1 du balancier. Dans le mode de réalisation illustré sur la figure 10, le centre CA ne se trouve pas sur l'axe A1 de façon à minimiser, voire à supprimer, le déplacement des surfaces 10b', 10c' sur lesquelles est soudé le ressort-spiral lors du chassage de la virole 1' sur l'axe 5.

[0059] La virole 1' peut comprendre des bras 1 A', 1 B', 1 C', 1 D', déformables ou non, à sections variables

ou non, de façon à optimiser la force nécessaire au chassage de la virole sur l'axe de balancier et/ou le couple de tenue de la virole sur l'axe de balancier. Préférentiellement, le contact entre la virole et l'axe est de type cylindre-cylindre. L'ouverture centrale 100' peut se présenter sous la forme d'un alésage circulaire 100' prévu pour épouser la périphérie cylindrique de l'axe 5 de balancier, et ce de façon à minimiser les contraintes au sein de la virole lors de l'opération de chassage de la virole sur l'axe de balancier.

[0060] Préférentiellement, la virole comporte au moins une portion périphérique ou butée 1 E', 1 F', 1 G', contre laquelle la spire intérieure du ressort-spiral peut venir s'appuyer en cas de choc, avant que la limite élastique du matériau constituant le ressort-spiral ne soit dépassée. Ces butées sont distribuées angulairement, régulièrement ou non, sur la périphérie extérieure de la virole comme illustré sur la figure 11. Préférentiellement, ces butées se présentent sous forme de portions d'arc de cercle tangentes respectivement à des cercles E, F, G de centre CE, CF, CG. Dans le mode de réalisation représenté, les cercles E, F, G présentent des diamètres distincts de façon à suivre au mieux la géométrie de la spire intérieure du ressort-spiral. Les centres CE, CF, CG sont ici confondus et coïncident avec l'axe A1 ou le centre CB de l'axe 5 de balancier, et sont donc distincts du centre CA. Les butées 1 E', 1 F', 1 G', sont situées à des distances respectives RE, RF, RG de l'axe A1 qui sont croissantes dans le sens du spiral allant de l'intérieur vers l'extérieur depuis le point de jonction du ressort-spiral à la virole.

[0061] Un mode de réalisation d'un procédé de fabrication d'un ensemble 300 comprenant :

- un ressort-spiral ; et
- un piton 1 ; et/ou
- une virole 1',

est décrit ci-après.

[0062] Le procédé comprend les étapes suivantes :

- Fourniture du ressort-spiral tel que décrit précédemment ;
- Fourniture du piton tel que décrit précédemment et/ou de la virole telle que décrite précédemment ;
- Fixation du piton et du ressort-spiral et/ou fixation de la virole et du ressort-spiral.

[0063] Avantageusement, la ou les étapes de fixation comprennent les sous-étapes suivantes :

- Positionnement du piton relativement au ressort-spiral et/ou positionnement de la virole relativement au ressort-spiral ;
- Soudage, notamment soudage laser, du piton sur le ressort-spiral et/ou soudage, notamment soudage laser, de la virole sur le ressort-spiral ;

[0064] Avantageusement, la sous-étape de soudage comprend la réalisation d'au moins un point de soudure, en particulier deux points de soudure, sur chacune des première et deuxième surfaces du piton destinées à recevoir le ressort-spiral et/ou la réalisation d'au moins un point de soudure, en particulier deux points de soudure, sur chacune des première et deuxième surfaces de la virole destinées à recevoir le ressort-spiral.

[0065] La figure 13 montre un graphique comparatif mettant en lumière les gains d'un assemblage réalisé conformément au procédé de fabrication décrit précédemment. Le graphique indique en abscisses différentes situations et en ordonnées l'intensité des efforts d'arrachage. Si on considère une force de référence FA nécessaire à l'arrachage d'un ressort-spiral Nb-Zr comprenant environ 15% en masse de Zr vis-à-vis d'un piton réalisé en acier, les études de la Demanderesse montrent que la force FB nécessaire à l'arrachage d'un même ressort-spiral Nb-Zr vis-à-vis d'un même piton réalisé en titane grade 5 est de l'ordre de 3 fois la force de référence FA, avec les forces FA et FB appliquées directement sur la lame du spiral au voisinage du piton et disposées dans le plan du spiral et orientées sensiblement vers le centre du spiral.

[0066] Si on considère également une force de référence FC nécessaire à l'arrachage d'un ressort-spiral Nb-Zr comprenant environ 15% en masse de Zr vis-à-vis d'une virole réalisée en acier, les études de la Demanderesse montrent que la force FD nécessaire à l'arrachage d'un même ressort-spiral Nb-Zr vis-à-vis d'une même virole réalisée en titane grade 5 est de l'ordre de 1.1 fois la force FC de référence, avec les efforts FC et FD appliquées directement sur la partie extrême de la lame du spiral au niveau de la virole et disposées dans le plan du spiral selon une direction sensiblement tangente à la portion d'arc de cercle de la virole qui réceptionne le ressort-spiral.

[0067] Grâce à l'invention, il est donc possible d'optimiser la tenue de la soudure d'un ressort-spiral réalisé en un alliage paramagnétique, notamment en cas de choc, en choisissant des pièces de fixation dont la portion destinée à venir en contact avec le ressort-spiral est faite en titane ou en alliage de titane ou en tantale ou en alliage de tantale. Un tel couple de matières permet en effet d'obtenir une soudure de qualité grâce à une solubilité totale des phases solides, évitant ainsi l'apparition de composés intermétalliques fragiles, ainsi qu'un faible intervalle de solidification limitant ainsi le risque de fissures de solidification.

Revendications

1. Pièce (1 ; 1') de fixation, notamment piton (1) ou virole (1'), d'une extrémité (2a ; 2b) d'un ressort-spiral (2) en alliage paramagnétique comprenant au moins l'un des éléments suivants Nb, V, Ta, Ti, Zr et Hf, la pièce (1 ; 1') comprenant une première portion (10;

10') destinée à venir en contact avec le ressort-spiral (2) et réalisée en titane ou en alliage de titane ou en tantale ou en alliage de tantale, notamment en titane grade 2 ou en titane grade 5.

2. Pièce de fixation selon la revendication précédente, **caractérisée en ce que** la première portion (10 ; 10') comprend deux surfaces (10b, 10c; 10b', 10c') d'appui séparées par une rainure (10a; 10a'), chaque surface d'appui étant destinée à venir en contact avec le ressort-spiral et la rainure s'étendant notamment dans le sens de la hauteur (h) du ressort-spiral, de préférence sur une hauteur (H10 ; H10') supérieure à celle du ressort-spiral.

3. Pièce de fixation selon la revendication précédente, **caractérisée en ce que** chaque surface présente, à au moins une de ses extrémités (101b, 102b, 101c, 102c) dans le sens de la hauteur (h) du ressort-spiral, une conformation (103b, 104b, 103c, 104c) de positionnement s'étendant perpendiculairement ou sensiblement perpendiculairement à la surface (10b, 10c).

4. Pièce de fixation selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** chaque surface présente, à deux de ses extrémités (101b, 102b, 101c, 102c) dans le sens de la hauteur (h) du ressort-spiral, respectivement une première conformation (103b, 103c) de positionnement et une deuxième conformation (104b, 104c) de positionnement, les conformations s'étendant perpendiculairement ou sensiblement perpendiculairement à ladite surface.

5. Pièce de fixation selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'elle** comprend une deuxième portion (100 ; 100') destinée à venir en contact avec un porte-piton (3) ou avec un axe de balancier (5).

6. Pièce de fixation selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les surfaces (10b, 10c; 10b', 10c') sont disposées sensiblement perpendiculairement par rapport à un plan (P1) du ressort-spiral (2) et forment entre elles un angle (α ; α'), notamment un angle compris entre 150° et 179° vu depuis un axe (A1) du ressort-spiral (2).

7. Pièce de fixation selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** les surfaces (10b, 10c; 10b', 10c') sont disposées sensiblement perpendiculairement par rapport à un plan (P1) du spiral et/ou sont réalisées selon une courbure pour former des parties d'un même cylindre de révolution ou sont réalisées tangentes à un même cylindre de révolution.

8. Pièce de fixation selon la revendication précédente, **caractérisée en ce que** la pièce de fixation est une

virole (1') et **en ce que** le cylindre de révolution est axé sur un axe (CB) de la virole.

9. Pièce de fixation selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la pièce de fixation est une virole et **en ce que** la virole comprend au moins une butée (1E', 1F', 1G'), notamment deux, trois, quatre ou cinq butées, distribuées angulairement, notamment distribuées angulairement régulièrement, sur une périphérie extérieure de la virole. 5
10. Procédé de fabrication d'un ensemble (300) comprenant un piton (1) selon l'une des revendications 1 à 7 et un ressort-spiral (2) en alliage paramagnétique comprenant au moins l'un des éléments suivants Nb, V, Ta, Ti, Zr et Hf, le procédé comprenant les étapes suivantes : 10
- Fourniture du piton ;
 - Fourniture du ressort-spiral ;
 - Fixation du piton et du ressort-spiral. 20
11. Procédé de fabrication d'un ensemble (300) comprenant une virole (1') selon l'une des revendications 1 à 9 et un ressort-spiral (2) en alliage paramagnétique comprenant au moins l'un des éléments suivants Nb, V, Ta, Ti, Zr et Hf, le procédé comprenant les étapes suivantes : 25
- Fourniture de la virole ;
 - Fourniture du ressort-spiral ;
 - Fixation de la virole et du ressort-spiral. 30
12. Procédé de fabrication d'un ensemble (300) comprenant un piton (1) selon l'une des revendications 1 à 7, une virole (1') selon l'une des revendications 1 à 9 et un ressort-spiral (2) en alliage paramagnétique comprenant au moins l'un des éléments suivants Nb, V, Ta, Ti, Zr et Hf, le procédé comprenant les étapes suivantes : 35
- Fourniture du piton ;
 - Fourniture du ressort-spiral ;
 - Fourniture de la virole ;
 - Fixation du piton et du ressort-spiral et fixation de la virole et du ressort-spiral. 40 45
13. Procédé de fabrication selon l'une des revendications 10 à 12, **caractérisé en ce que** l'étape de fixation est réalisée par soudage laser. 50
14. Ensemble (300) comprenant : 55
- un ressort-spiral (2), notamment un ressort-spiral (2) en alliage paramagnétique, en particulier un ressort-spiral (2) en alliage paramagnétique comprenant au moins l'un des éléments suivants Nb, V, Ta, Ti, Zr et Hf, notam-

ment un alliage comprenant les éléments Nb et Zr avec entre 5% et 25% en masse de Zr et un agent dopant interstitiel comprenant de l'oxygène ; et

- un piton (1) selon l'une des revendications 1 à 7 ; et/ou

- une virole (1') selon l'une des revendications 1 à 9.

15. Oscillateur horloger (400) ou mouvement horloger (500) ou pièce d'horlogerie (600) comprenant :

- un ensemble (300) selon la revendication précédente, et/ou

- un ensemble (300) obtenu par la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 10 à 13, et/ou

- un piton (1) selon l'une des revendications 1 à 7 ; et/ou

- une virole (1') selon l'une des revendications 1 à 9.

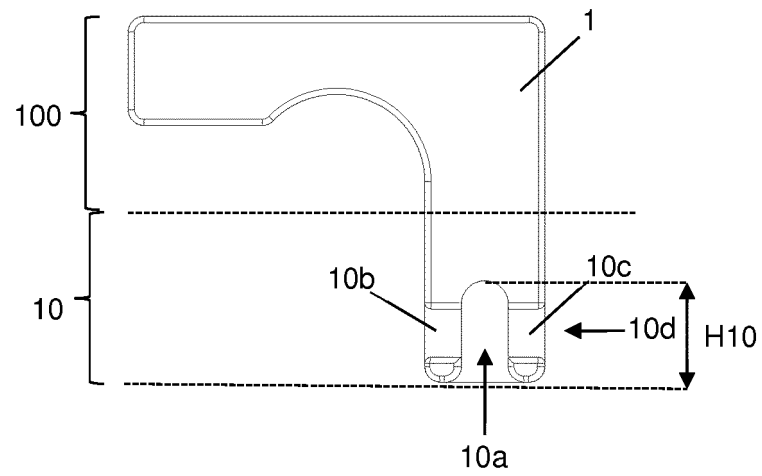


Figure 1

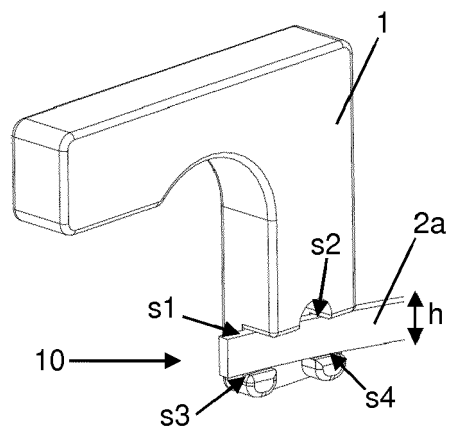


Figure 2

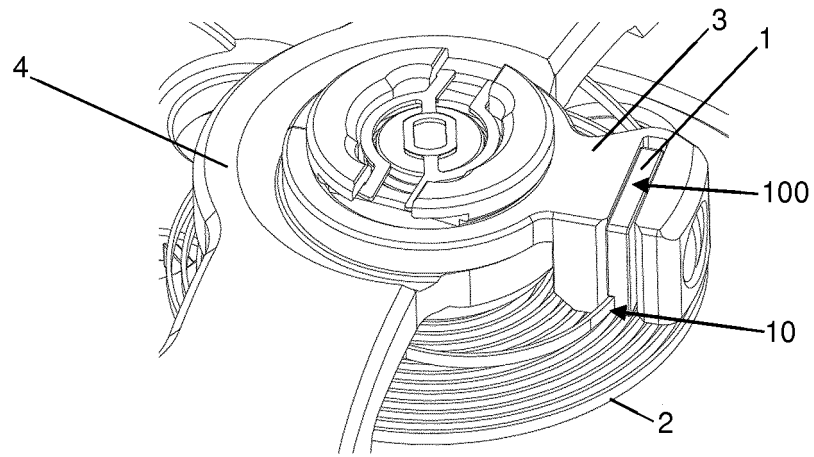


Figure 3

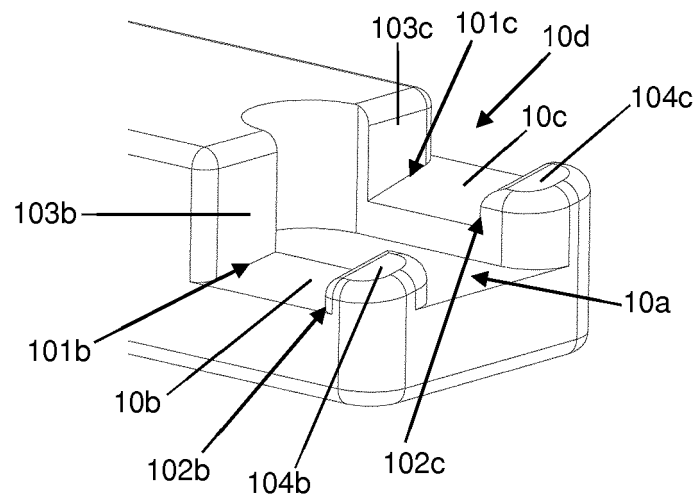


Figure 4

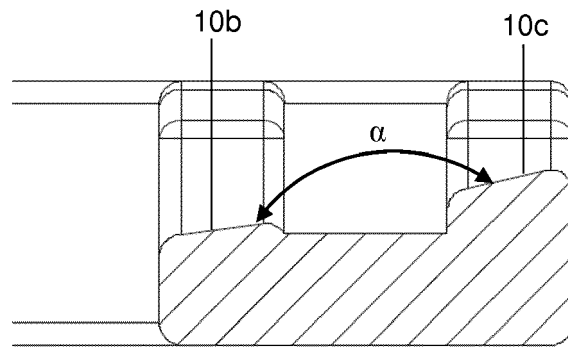


Figure 5

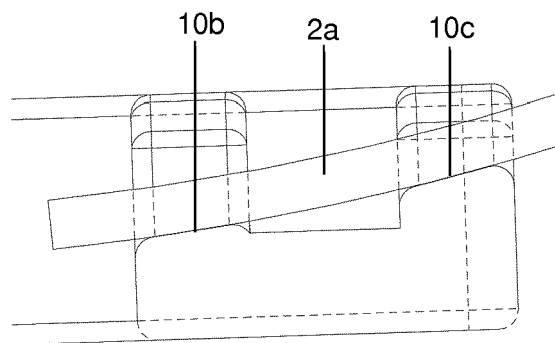


Figure 6

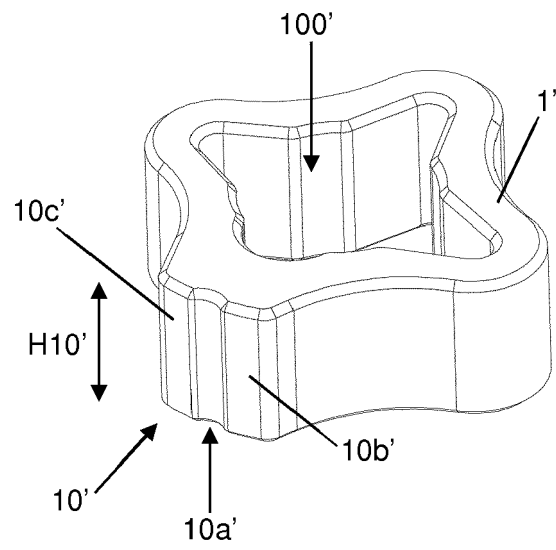


Figure 7

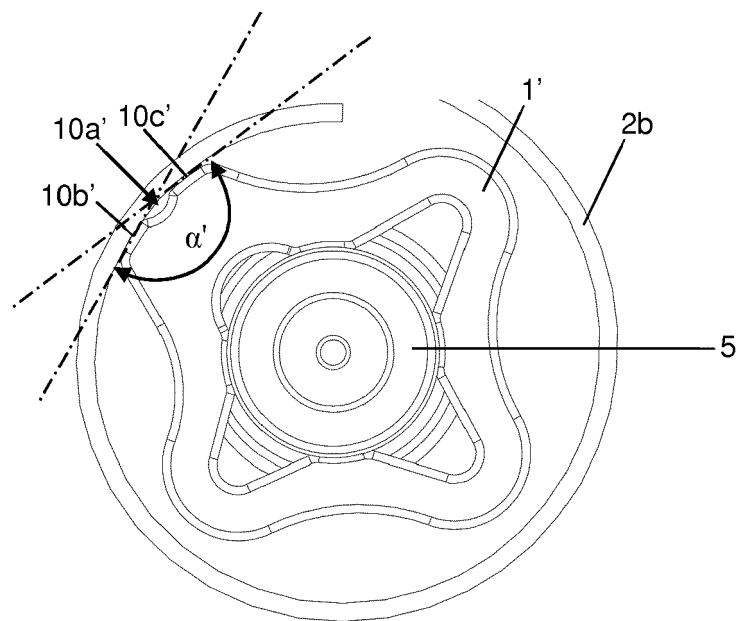


Figure 8

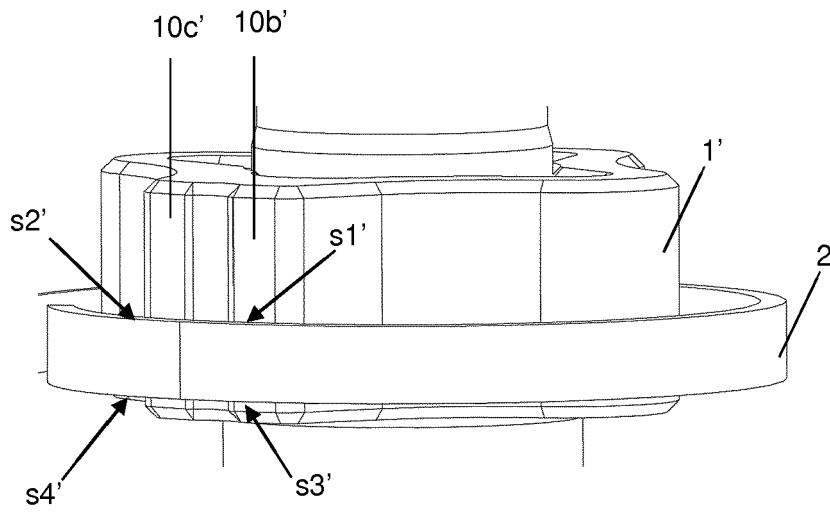


Figure 9

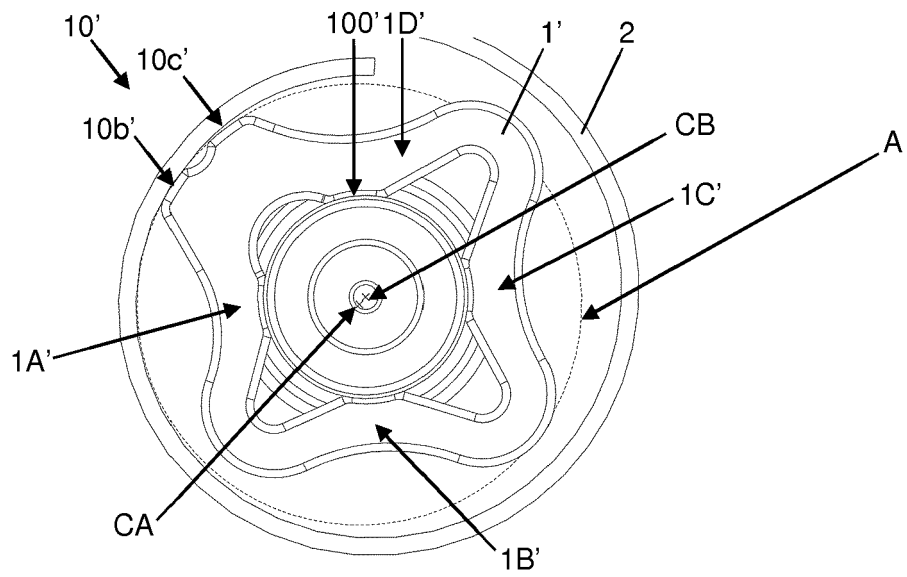


Figure 10

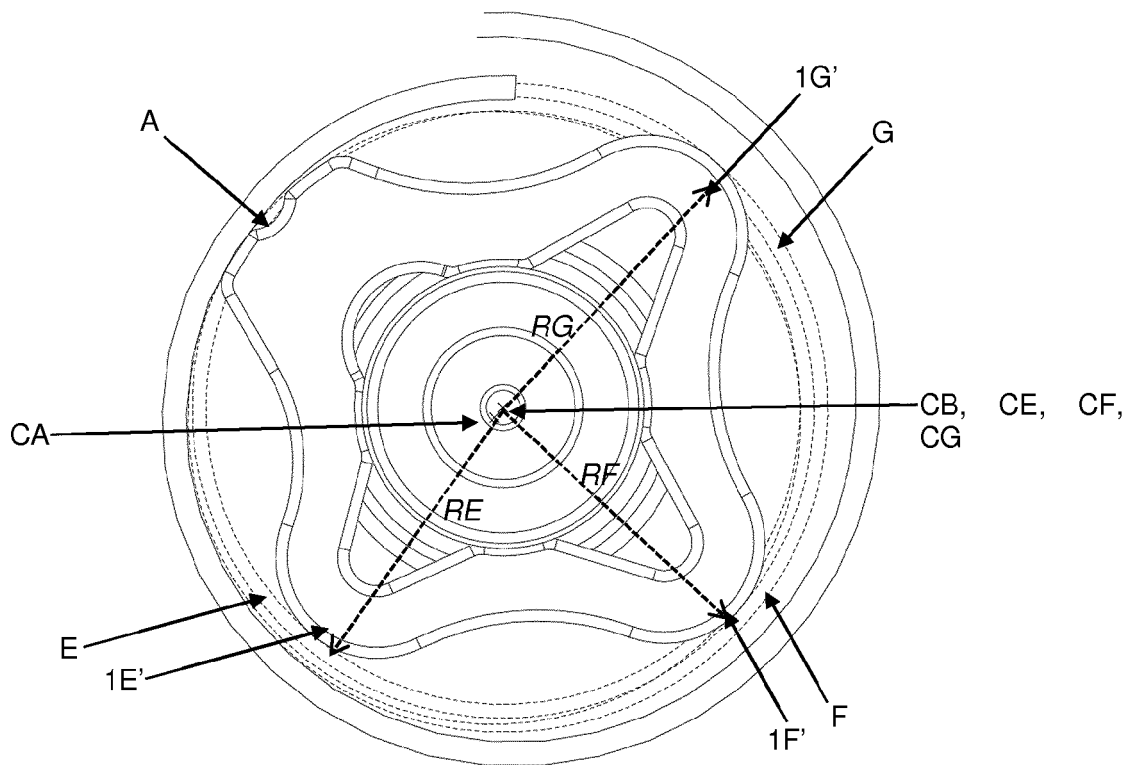


Figure 11

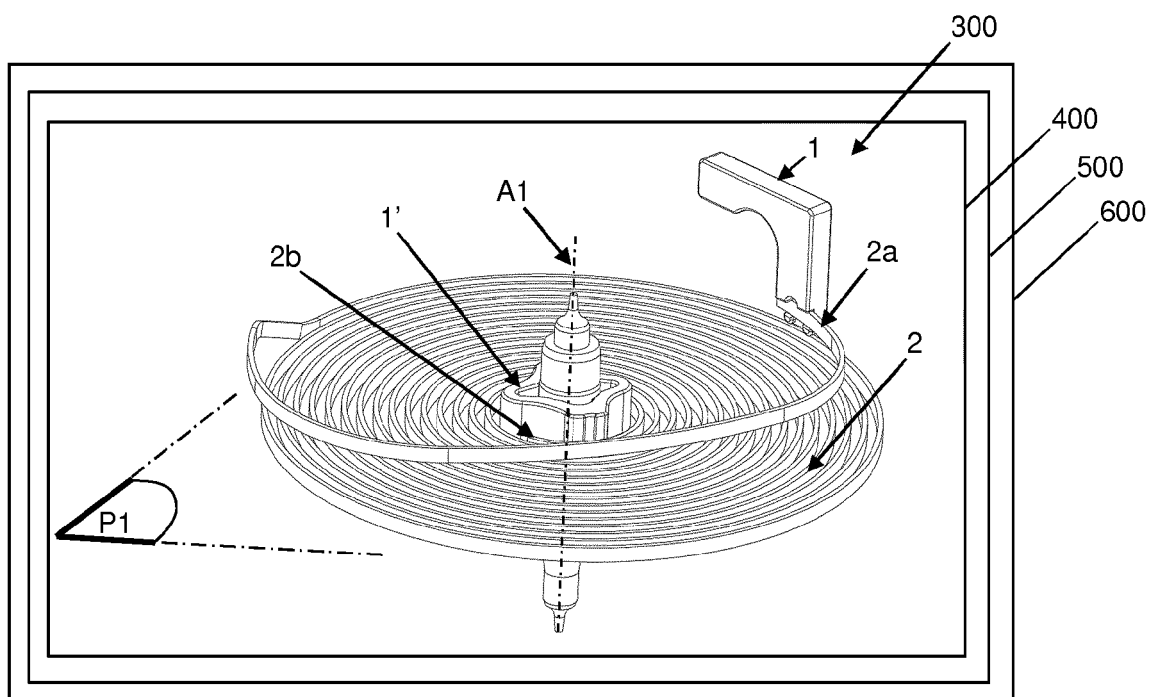


Figure 12

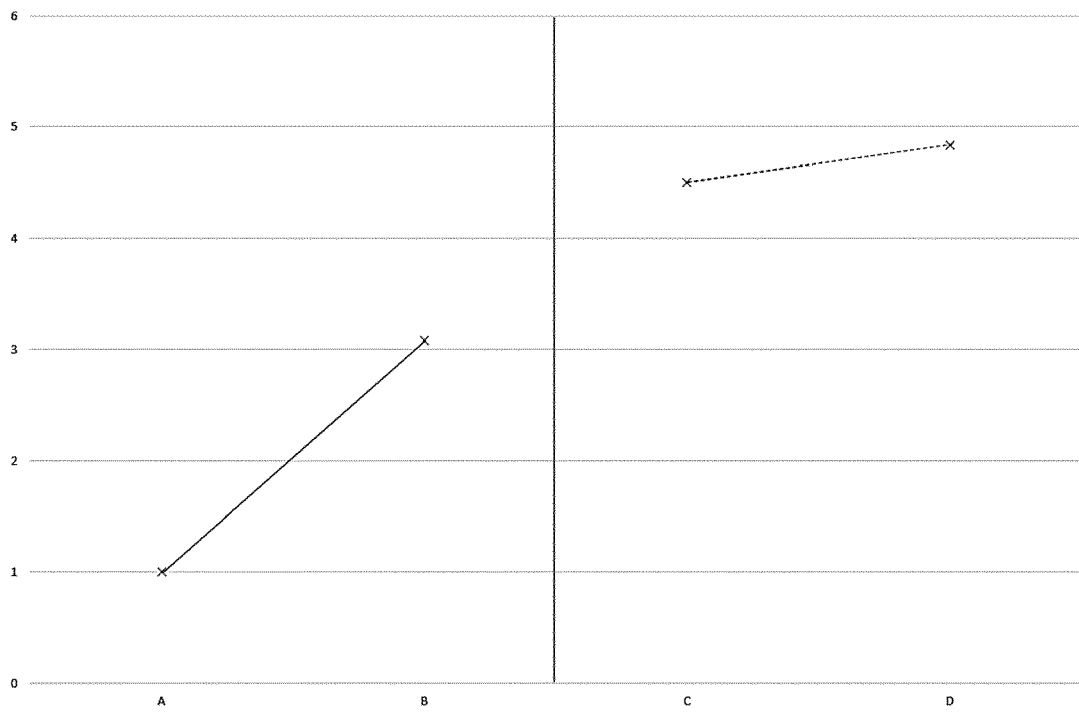


Figure 13

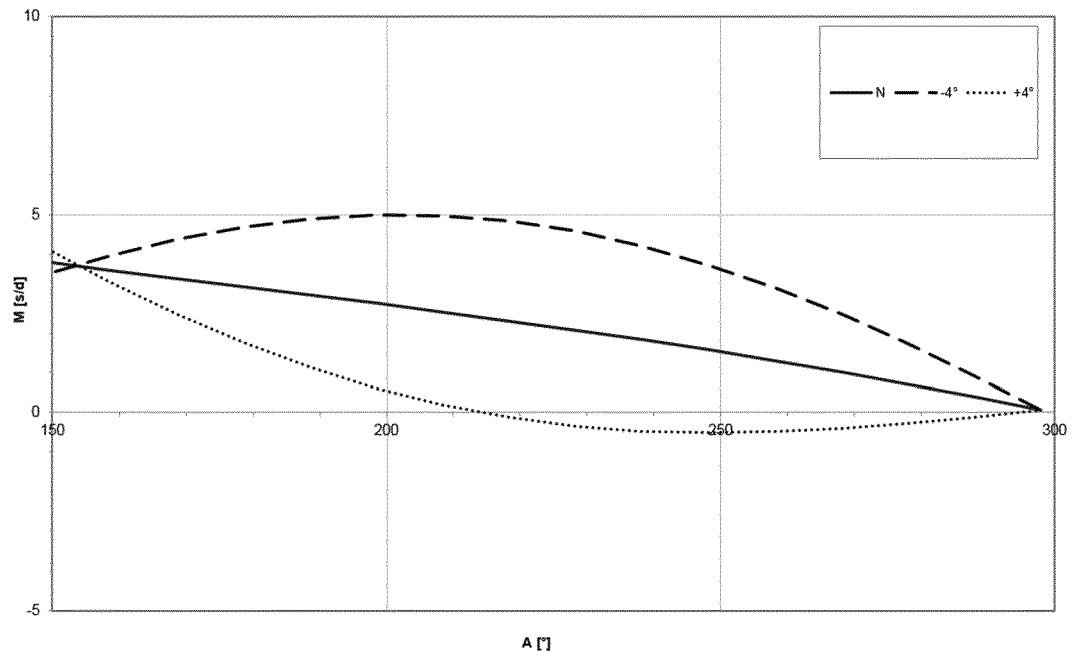


Figure 14



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 16 17 2445

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,D Y A	CH 706 846 A1 (RICHEMONT INT SA [CH]) 28 février 2014 (2014-02-28) * alinéas [0016] - [0021] *	1,5,9,15 11,13-15 2-4,6-8, 10,12	INV. G04B17/34 G04B17/32
X A	CH 708 945 A2 (MONTRES BREGUET SA [CH]) 15 juin 2015 (2015-06-15) * revendication 1; figures 1-5 * * alinéa [0041] * * page 6, lignes 12, 24-26 *	1,2,5-7, 15 3,4,8-14	
Y,D A	WO 2015/189278 A2 (CARTIER CRÉATION STUDIO SA [CH]) 17 décembre 2015 (2015-12-17) * alinéa [0026] *	11,13-15	
A	US 2005/174893 A1 (REMONT JEAN [FR]) 11 août 2005 (2005-08-11) * alinéas [0008], [0009], [0010], [0011] * * alinéas [0015] - [0020] *	1-15	
A	BIBUS METALS AG.: "Titan und Titanlegierungen", 1 janvier 2007 (2007-01-01), XP055321414, Extrait de l'Internet: URL:https://www.bibusmetals.ch/fileadmin/m aterials/PDF/Technical_Information/Titanpr ospekt.pdf [extrait le 2016-11-21] * le document en entier *	1-15	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) G04B
A	US 3 262 261 A (THEO MONNIN) 26 juillet 1966 (1966-07-26) * colonne 1, lignes 31-52; figure 2 * ----- -/--	3,4	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 2 décembre 2016	Examineur Zuccatti, Stefano
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)



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 16 17 2445

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	US 2 057 642 A (BARTON EDDISON WILLIAM ET AL) 13 octobre 1936 (1936-10-13) * figures 4,5,6 *	2-8	
A	FR 1 446 082 A (ANGLO CELTIC WATCH COMPANY LTD) 15 juillet 1966 (1966-07-15) * page 3, colonne de droite, alinéas 4,5; figures 3,6 *	9	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 2 décembre 2016	Examineur Zuccatti, Stefano
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	

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

EP 16 17 2445

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.

02-12-2016

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
CH 706846 A1	28-02-2014	AUCUN	
CH 708945 A2	15-06-2015	CH 708945 A2 CH 708965 A2	15-06-2015 15-06-2015
WO 2015189278 A2	17-12-2015	AUCUN	
US 2005174893 A1	11-08-2005	AT 396430 T CN 1652046 A EP 1562087 A1 HK 1076159 A1 JP 4537219 B2 JP 2005221498 A SG 113616 A1 US 2005174893 A1	15-06-2008 10-08-2005 10-08-2005 21-01-2011 01-09-2010 18-08-2005 29-08-2005 11-08-2005
US 3262261 A	26-07-1966	CH 414468 A DE 1982386 U US 3262261 A	31-01-1966 28-03-1968 26-07-1966
US 2057642 A	13-10-1936	AUCUN	
FR 1446082 A	15-07-1966	AUCUN	

EPO FORM P0460

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- EP 0886195 B1 [0002] [0008]
- CH 706846 [0003]
- CH 561921 [0004]
- FR 2017027 [0005]
- CH 468662 [0006]
- US 3016688 A [0007]
- EP 1258786 B1 [0009]
- WO 2015189278 A [0010]