



(11)

EP 4 492 157 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
15.01.2025 Bulletin 2025/03

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

(21) Numéro de dépôt: **24187005.4**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
G04B 17/325

(22) Date de dépôt: **08.07.2024**

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

(71) Demandeur: **Richemont International S.A.**
1752 Villars-sur-Glâne (CH)

(72) Inventeurs:
• **COLLET, Garance**
31380 Azas (FR)
• **SOOBBARAYEN, Kevin**
25560 La Rivière-Drugeon (FR)

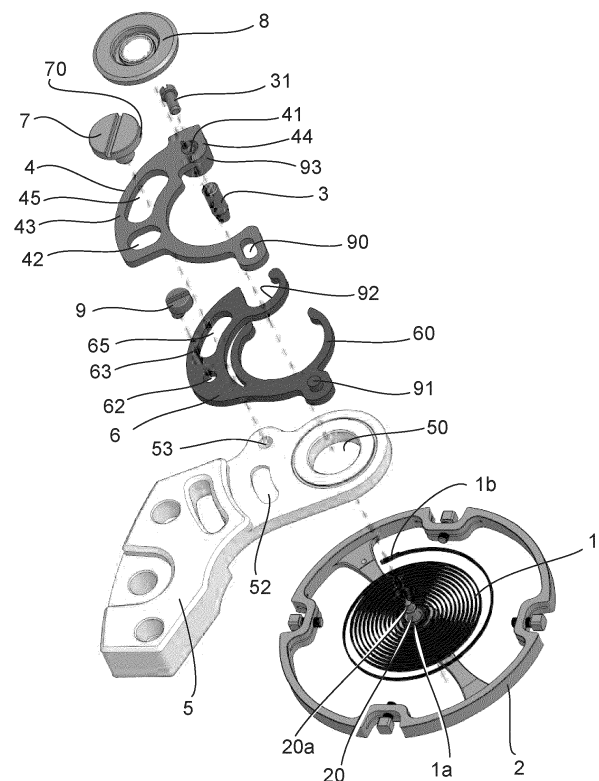
(30) Priorité: **11.09.2023 CH 9902023**
14.07.2023 CH 7592023

(74) Mandataire: **Micheli & Cie SA**
Rue de Genève 122
Case Postale 61
1226 Genève-Thônex (CH)

(54) **PROCÉDÉ DE RÉGLAGE DE L'ISOCRONISME D'UN ORGANE RÉGULATEUR
BALANCIER-SPIRAL**

(57) La présente invention a pour objet un procédé de réglage de l'isochronisme d'un organe régulateur de type balancier-spiral (1, 2) comprenant un spiral (1). Le balancier-spiral (1, 2) est monté sur un mouvement horloger ou un sous-ensemble du mouvement horloger, le bâti (5) duquel comprenant un piton (3) dont la position par rapport à l'axe du balancier-spiral (1, 2) est réglable. L'extrémité extérieure (1b) du spiral (1) est introduite dans le piton (3) sans contraindre le spiral (1) en ajustant la position radiale du piton (3) par rapport à l'axe du balancier-spiral (1, 2). La position du piton (3) est ajustée par rapport à l'axe du balancier-spiral (1, 2) pour contraindre l'extrémité extérieure (1b) du spiral (1) et ajuster l'isochronisme et la marche du balancier spiral (1, 2) en conséquence.

Fig.3



EP 4 492 157 A1

Description

[0001] La présente invention a pour objet un procédé de réglage de l'isochronisme d'un organe régulateur du type balancier-spiral comprenant un spiral. De préférence le spiral est en matériau micro-usinable sans déformation plastique, notamment en silicium.

[0002] Dans les organes régulateurs horlogers, le spiral est généralement attaché par son extrémité intérieure à l'arbre de balancier et par son extrémité extérieure au bâti, généralement au pont de balancier appelé coq. Pour ce faire, ladite extrémité extérieure est rendue solidaire, typiquement par goupillage ou par collage, d'un point d'attache comprenant un piton qui est fixé dans un porte-piton. Le porte-piton est quant à lui monté sur le pont du balancier.

[0003] Pour améliorer la chronométrie d'une pièce d'horlogerie, on cherche à obtenir un spiral isochrone dont les oscillations sont régulières et avec la même période quel que soit le point de départ. Il existe plusieurs types de réglages pour un organe régulateur du type balancier-spiral et l'échappement qui lui est associé.

[0004] La position du porte-piton est généralement ajustable en rotation par rapport à l'axe du spiral ou à l'arbre du balancier afin d'effectuer une mise au repère de l'échappement. Le but de cette opération est d'assurer qu'à la position d'équilibre de l'organe régulateur, la cheville de plateau est centrée sur l'axe ancre-balancier. Si tel n'est pas le cas, les fonctions de l'échappement ne seront pas symétriques par rapport à la position d'équilibre.

[0005] La fréquence de l'organe régulateur peut être réglée en modifiant l'inertie du balancier avec des vis ou des masselottes ou en modifiant le couple élastique du spiral. Pour ce dernier réglage, certains organes régulateurs comprennent alors une raquette avec notamment une raquette et deux goupilles ou butées permettant de changer le point de comptage en allongeant ou raccourcissant la longueur active du spiral (ce qui change le couple élastique).

[0006] Il existe également des organes régulateurs sans raquette dans lesquels le point de pitonnage de l'extrémité extérieure du spiral définit la longueur active de celui-ci. Pour ces organes régulateurs sans raquette, la position du piton peut alors avoir une incidence sur le réglage du spiral. Ainsi, pour permettre le réglage du point de comptage, le piton est fréquemment monté mobile en rotation sur le porte-piton.

[0007] De manière générale, le pitonnage est une opération délicate. Le document FR1460220 explique notamment que l'extrémité d'un spiral, maintenue par exemple par pincement entre deux parties, exerce un effort sur la dernière spire du spiral, modifiant ainsi les caractéristiques originales de celui-ci.

[0008] En ce qui concerne les spiraux en silicium ou en d'autres matériaux similaires sans déformation plastique (verre, céramique, etc.), ceux-ci ont généralement une courbe terminale sur la dernière spire qui est plutôt droite

ou légèrement courbée vers l'extérieur. Puisqu'ils ne sont pas déformables plastiquement, ces spiraux sont généralement incompatibles avec l'utilisation d'une raquette conçue plutôt pour des spiraux métalliques. Ainsi, les possibilités de réglage de l'organe régulateur avec ce type de spiral après assemblage dans un mouvement horloger sont limitées, notamment à un ajustement de l'inertie du balancier tel que décrit ci-dessus.

[0009] De plus, dans le cas de spiraux en silicium ou d'autres matériaux similaires résistant à la déformation, même si un lot de spiraux est fabriqué en utilisant le même procédé de fabrication, il peut y avoir une variabilité importante dans le rayon des courbes terminales des spiraux du lot, certains ayant un rayon plus grand et d'autres un rayon plus petit que le rayon théorique ciblé par le procédé de fabrication. Même si le couple élastique de ces spiraux n'est généralement pas affecté par une différence dans le rayon de leur courbe terminale - la longueur active et la section (épaisseur, hauteur) restant les mêmes - il a été observé que les organes régulateurs munis de ces spiraux présentent néanmoins une différence d'isochronisme. Cette différence est potentiellement due à un couple non linéaire lié au déplacement du centre de gravité par rapport à l'axe du spiral et à la précontrainte d'assemblage qui oblige le spiral à osciller autour d'une position qui n'est pas optimale. Il faut également considérer l'impact du frottement dans les pivots de balancier, qui peut être plus ou moins accentué selon le niveau de précontrainte.

[0010] Cette différence dans les rayons des courbes terminales des spiraux d'un même lot de fabrication rend également l'assemblage de l'organe régulateur balancier-spiral et notamment le pitonnage de l'extrémité extérieure du spiral plus difficile : il existe des risques d'endommager ou même de casser le spiral. De plus, l'introduction d'une précontrainte inattendue sur le spiral lors du pitonnage peut rendre toute étape de réglage ultérieure plus longue et complexe.

[0011] Le document EP 3 081 996 décrit 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 leur extrémité interne respective au niveau d'une virole axiale commune. Chaque étage comporte, à son extrémité extérieure respective, ses propres moyens de fixation à un piton qui sont indépendants de ceux des autres dits étages, les moyens de fixation comportant des moyens de réglage en position par rapport à un piton qui sont aussi indépendants de ceux des autres dits étages. Selon ce document, les moyens de fixation et les moyens de réglage en position constituent ensemble des moyens intrinsèques de correction d'isochronisme du spiral multi-étage. Ce document reconnaît qu'avec un spiral en matériau micro-usinable, la capacité de réglage fin est généralement limitée, mais indique qu'en jouant sur la position d'attache extérieure du spiral, il est aussi possible de contrôler l'isochronisme de l'organe régulateur. Toute-

fois, la solution proposée dans EP 3 081 996 est complexe et n'est pas applicable à un spiral conventionnel en un seul étage, quel que soit son matériau.

[0012] D'autres documents comme EP 1 918 791, CH 714 809, CH 717 088 ou CH 707 742 décrivent la possibilité de modifier la position radiale du piton et/ou du porte-piton par rapport au centre du spiral (l'arbre de balancier).

[0013] Cependant, le réglage de l'isochronisme exige un contrôle très précis de la position radiale de l'extrémité extérieure du spiral, contrôle et précision que les solutions de ces documents ne permettent pas. De plus, tous ces documents ne permettent pas d'éviter une précontrainte indésirable du spiral qui pourrait être introduite lors du pitonnage du spiral.

[0014] Le but de la présente invention est donc de proposer un procédé de réglage de l'isochronisme d'un organe régulateur du type balancier-spiral comprenant un spiral et de préférence un spiral en matériau micro-usinable sans déformation plastique, notamment en silicium, qui permet d'ajuster la position du piton par rapport à l'axe central du spiral. Un but de la présente invention est notamment d'éviter une précontrainte indésirable du spiral lors du pitonnage tout en exploitant la possibilité de régler la contrainte radiale au niveau du piton afin de compenser les variabilités de rayon de la courbe terminale du spiral par rapport à un rayon théorique qui pourraient affecter l'isochronisme.

[0015] La présente invention a donc pour objet un procédé de réglage de l'isochronisme selon la revendication 1.

[0016] Les dessins annexés illustrent schématiquement et à titre d'exemple une forme d'exécution d'un dispositif horloger pour la mise en oeuvre du procédé de réglage de l'isochronisme selon l'invention.

La figure 1 est une vue du dessus d'un organe régulateur de type balancier spiral comprenant notamment un spiral, un balancier et un coq.

La figure 2 est une vue de dessous du balancier-spiral de la figure 1.

La figure 3 est une vue éclatée du balancier-spiral de la figure 1.

La figure 4 est une vue en coupe du balancier-spiral de la figure 1 selon un plan passant par l'axe central du spiral et la vis de fixation.

[0017] Dans la présente demande, le terme « régler » est utilisé dans sa définition communément acceptée en horlogerie à savoir mettre en état de bien fonctionner, éliminer ou réduire ce qui peut altérer la marche d'une pièce d'horlogerie. Le réglage est donc une opération particulière, reproductible et distincte des opérations d'assemblage et de fixation et ce même si des moyens de fixation peuvent participer au réglage. En outre, l'adjectif « fin » est utilisé dans cette demande pour caractériser ce qui est appliqué avec précision et exactitude.

[0018] Une première étape du procédé selon l'inven-

tion consiste à se procurer un spiral. De préférence, le spiral est réalisé dans un matériau sans déformation plastique, notamment en silicium ou autres matériaux similaires (céramiques, verres...). Le spiral peut être réalisé au moyen d'un procédé de micro-usinage connu (par exemple DRIE) et faire partie d'un lot de spiraux fabriqués ensemble dans un même wafer (ou plaquette du matériau usinable sans déformation plastique). En variante, le spiral pourrait être métallique ou réalisé dans tout matériau approprié. Le spiral est caractérisé par un rayon de courbe terminale réel qui diffère du rayon de courbe terminale théorique déterminé lors de la conception du spiral et visé lors de la fabrication. Cette différence est due au procédé de fabrication du spiral et peut aller dans un sens ou dans l'autre : rayon réel plus grand ou plus petit que le rayon théorique.

[0019] Dans une seconde étape du procédé selon l'invention, le spiral est assemblé avec un balancier pour former un organe régulateur du type balancier-spiral. Les caractéristiques du balancier ne sont pas déterminantes pour le procédé selon l'invention et ledit balancier ne sera pas décrit plus en détail ici.

[0020] Le balancier-spiral est ensuite monté sur un mouvement horloger ou un sous-ensemble d'un mouvement horloger (par exemple, un porte-échappement), le bâti duquel comprenant un piton dont la position radiale par rapport à l'axe de l'ensemble balancier-spiral est réglable. De préférence, le piton est déplaçable radialement dans le plan général dans lequel le spiral s'étend. Il est également possible de régler la position de l'axe central du piton en le faisant pivoter par rapport à l'axe central du spiral afin que l'axe central du piton ne soit plus parallèle à l'axe central du spiral et qu'il en résulte un déplacement radial du piton par rapport à l'axe de l'ensemble balancier-spiral. L'extrémité extérieure du spiral est alors introduite dans le piton sans contraindre le spiral. Pour ce faire, la position radiale du piton est ajustée afin de permettre l'introduction de l'extrémité extérieure du spiral sans contrainte sur le spiral.

[0021] L'étape suivante du procédé selon l'invention consiste à rendre l'extrémité extérieure du spiral solidaire du piton, par exemple par collage ou goupillage ou tout autre moyen approprié.

[0022] Le balancier-spirale peut à présent être mis en marche et son isochronisme et sa marche peuvent être mesurés.

[0023] On procède alors au réglage de l'isochronisme et de la marche du balancier-spiral en ajustant la position du piton par rapport à l'axe du balancier-spiral pour contraindre l'extrémité extérieure du spiral afin d'atteindre les performances chronométriques cibles pour l'organe régulateur. Le piton est alors déplacé pour amener l'extrémité extérieure du spiral dans une position qui permet d'atteindre les performances chronométriques cibles. De préférence, pour corriger l'isochronisme, la position du piton est ajustée radialement par rapport à l'axe de l'ensemble balancier-spiral dans le plan général dans lequel s'étend le spiral. En variante, à la place ou en

complément d'un tel ajustement radial, on peut ajuster la position du piton en hauteur par rapport au plan général du spiral et/ou on peut pivoter l'axe central du piton en rotation par rapport à l'axe central du spiral afin que l'axe central du piton ne soit plus parallèle à l'axe central du spiral.

[0024] D'autres étapes de réglage peuvent être effectuées de manière indépendante après ou avant cette dernière étape : mise au repère, réglage de l'inertie du balancier, réglage du point de comptage...

[0025] Le procédé peut être appliqué à une pluralité de spiraux, notamment des spiraux en matériau non déformable plastiquement, fabriqués dans un même lot et caractérisés chacun par un rayon de courbe terminale réel distinct et différent du rayon de la courbe terminale théorique visé à la fabrication. Dans ce cas, on applique les étapes ci-dessus à chacun des spiraux. Dans une dernière étape, la position du piton, et de préférence la position radiale du piton, par rapport à l'axe du balancier-spiral de chacun des spiraux est ajustée pour contraindre l'extrémité extérieure de chaque spiral et ajuster l'isochronisme et la marche de chaque balancier-spiral pour les faire tendre vers un isochronisme et une marche essentiellement similaires pour tous les spiraux du lot ou vers un isochronisme et une marche cibles ou des performances chronométriques cibles choisis.

[0026] Avec le procédé selon l'invention, il est possible de compenser les variabilités du rayon de la courbe terminale d'un spiral qui sont dues au procédé de fabrication du spiral et qui pourraient affecter l'isochronisme. La contrainte appliquée sur l'extrémité extérieure du spirale peut être réglée précisément pour tendre vers la valeur théorique du rayon de courbe terminale du spiral et donc vers une marche optimale, ajustement qui ne préterite pas d'autres étapes de réglage du balancier-spiral comme la mise au repère, le réglage du point de comptage ou l'ajustement de l'inertie du balancier. De plus, le pitonnage est facilité et se fait avec peu de risque de dommage ou de casse pour le spiral, notamment dans le cas où le spiral est en matériau non déformable plastiquement, puisqu'on évite une précontrainte indésirable lors de cette opération.

[0027] Dans la suite, on décrit à titre d'exemple et en référence aux figures annexées une forme d'exécution d'un dispositif horloger permettant la mise en oeuvre du procédé de réglage de l'isochronisme d'un balancier-spiral selon l'invention. Dans cet exemple, le piton est notamment déplaçable radialement par rapport à l'axe de l'ensemble balancier-spiral.

[0028] Le dispositif horloger illustré aux figures comprend un spiral 1 dont l'extrémité intérieure 1a est fixée par tout moyen approprié à l'arbre 20 d'un balancier 2 et dont l'extrémité extérieure 1b est fixée dans un piton 3. Le piton 3 est destiné à être fixé dans un porte-piton 4 lui-même destiné à être monté sur un élément du bâti comme un coq ou pont de balancier 5. Le coq 5 peut être fixé au mouvement dans une ou plusieurs positions, et il peut également comprendre des moyens d'ajustement

en hauteur, voire dans une direction s'étendant en parallèle à l'arbre de balancier 20. Le coq 5 porte un palier antichoc 8 dans lequel est pivotée une première extrémité 20a de l'arbre de balancier 20.

[0029] Dans cet exemple, la position radiale du porte-piton 4 sur le coq 5 par rapport à l'axe central du spiral 1 ou l'arbre de balancier 20 est réglable de manière fine. Dans la forme d'exécution illustrée, le porte-piton 4 est constitué par une plaque coulissante 40 rapportée indirectement sur le coq 5. Pour ce faire, le dispositif horloger comprend en outre une plaque de base 6. La plaque coulissante 40 et la plaque de base 6 sont toutes deux semi-circulaires et agencées pour être superposées sur le coq 5, la plaque coulissante 40 au-dessus de la plaque de base 6, elle-même directement rapportée sur le coq 5.

[0030] Le piton 3 est fixé au porte-piton 4 et en particulier à la plaque coulissante 40 par tout moyen approprié : il est par exemple retenu dans une ouverture 41 de ladite plaque coulissante 40 au moyen d'une vis latérale 31.

[0031] Le coq 5 comprend un trou 50 destiné à recevoir le palier antichoc 8 dans lequel est pivoté l'arbre de balancier 20 par sa première extrémité 20a. Dans la forme d'exécution illustrée, la plaque de base 6 comprend une portion essentiellement circulaire ou semi-circulaire 60 formée par deux bras agencés pour venir entourer le palier antichoc 8. Le palier antichoc 8 assure ainsi le maintien en translation de la plaque de base 6 sur le coq 5, tant dans un plan essentiellement parallèle au coq 5 que selon un axe essentiellement parallèle à l'axe de l'arbre de balancier 20.

[0032] La plaque coulissante 40 est donc destinée à venir se placer au-dessus de la plaque de base 6 rapportée sur le coq 5. Cette plaque coulissante 40 comprend une première ouverture de guidage radial 90 de forme oblongue et agencée radialement par rapport à l'axe central du spiral 1 et à l'arbre de balancier 20 en position de service de la plaque coulissante 40. Cette première ouverture de guidage radial 90 est destinée à recevoir une goupille 91 solidaire de la plaque de base 6 pour guider le déplacement de la plaque coulissante 40. De préférence, la première ouverture de guidage radiale 90 est de forme oblongue et fermée pour garantir une plus grande stabilité dans le positionnement du porte-piton 4. La première ouverture de guidage radial 90 et la goupille 91 constitue des moyens de guidage radial pour guider le mouvement radial de la plaque coulissante 40 sur la plaque de base 6 et sur le coq 5 par rapport à l'axe central du spiral 1 en position de service du dispositif. De préférence, le dispositif horloger comprend des second moyens de guidage radial qui, dans la forme d'exécution illustrée, ont la forme d'une seconde ouverture de guidage radial 92 présente sur la plaque de base 6 et agencée pour recevoir et coopérer avec une surface de guidage radial 93 de la plaque coulissante 40. Dans la forme d'exécution illustrée, cette surface de guidage radial 93 est la surface extérieure d'une partie oblongue 44 de la plaque coulissante 40 comprenant l'ouverture 41

recevant le piton 3. Telles qu'illustrées aux figures, la première ouverture de guidage radial 90 dans la plaque coulissante 40 est fermée tandis que la seconde ouverture de guidage radiale 92 dans la plaque de base 6 est ouverte.

[0033] Le dispositif horloger comprend des moyens de réglage radial fin de la position radiale du porte-piton 4 sur le coq 5 par rapport à l'axe central du spiral 1 ou l'arbre de balancier 20. Dans la forme d'exécution illustrée, ces moyens de réglage comprennent une ouverture oblongue 42 agencée sur la plaque coulissante 40 radialement par rapport à l'axe central du spiral 1 et à l'arbre de balancier 20 en position de service du dispositif horloger et un excentrique 9 agencé pour traverser ladite ouverture oblongue 42 et venir se fixer dans la plaque de base 6. De préférence, l'excentrique 9 est chassé dans un trou 62 de la plaque de base 6 et traverse ledit trou 62, un évidement 52 étant prévu dans le coq 5 pour servir de dégagement à l'excentrique 9. Comme on le verra en détail plus loin, l'excentrique 9 coopérant avec l'ouverture oblongue 42 de la plaque coulissante 40 et le trou 62 de la plaque de base 60 constitue ici des moyens de réglage fin permettant le déplacement de la plaque coulissante 40 sur le coq 5 pour le réglage fin de la position radiale de ladite plaque coulissante 40 et du piton 3 par rapport à l'axe central du spiral 1 en position de service du dispositif.

[0034] La plaque coulissante 40 comprend en outre un premier segment courbe 43 avec une ouverture 45 destinée à coopérer axialement avec une vis de fixation 7 pour la fixation de la plaque coulissante 40 sur le coq 5. La vis de fixation 7 traverse cette ouverture 45 du premier segment courbe 43 ainsi qu'une ouverture 65 dans un second segment correspondant 63 sur la plaque de base 6 et vient se visser dans un filetage 53 prévu à cet effet sur le coq 5.

[0035] Dans une position intermédiaire de la vis de fixation 7, sa portée 70 permet d'assurer le maintien de la plaque coulissante 40 selon un axe parallèle à l'axe central du spiral 1 ou à l'arbre de balancier 20. Une fois la position du porte-piton 4 réglée, cette vis de fixation 7 peut être vissée dans une position de blocage dans laquelle elle rend le porte-piton 4 et la plaque de base 6 solidaires du coq 5. Dans sa position de blocage, la vis de fixation 7 assure aussi le blocage du dispositif, du porte-piton 4 et de la plaque de base 6 contre un éventuel déplacement angulaire en cas de choc accidentel.

[0036] Pour assembler le dispositif et le balancier-spiral, la plaque de base 6 est posée sur le coq 5, sa portion semi-circulaire 60 venant entourer le palier antichoc 8 reçu dans le trou 50. Le chassage du palier antichoc 8 dans le trou 50 du coq 5 assure le maintien de la plaque de base 6 dans une direction perpendiculaire au plan de ladite plaque de base 6 ou encore dans une direction essentiellement parallèle à l'axe central du spiral 1 ou à l'arbre de balancier 20. Dans cette position, l'agencement du palier antichoc 8 et de la plaque de base 6 font que celle-ci peut pivoter sur le coq 5 autour dudit palier

antichoc 8 mais est solidaire en translation du coq 5.

[0037] La plaque coulissante 40 est ensuite superposée sur la plaque de base 6 de sorte que la goupille 91 de la plaque de base 6 traverse la première ouverture de guidage radial 90 de la plaque coulissante 40 et que la surface de guidage 93 de la plaque coulissante 40 coopère avec la seconde ouverture de guidage radial 92 de la plaque de base 6. Les premier et second segments 43, 63 et leur ouvertures respectives 45, 65 sont quant à eux essentiellement superposés. La plaque coulissante 40 et la plaque de base 6 sont agencées pour que, dans leur position superposée sur le coq 5, la plaque coulissante 40 est solidaire en rotation de la plaque de base 6 qui peut pivoter autour du palier antichoc 8 afin de permettre la mise au repère de l'échappement. Dans la forme d'exécution illustrée, cela est possible par la coopération de la goupille 91 de la plaque de base 6 avec la première ouverture de guidage radial 90 de la plaque coulissante 40.

[0038] L'excentrique 9 est chassé à travers l'ouverture oblongue 42 de la plaque coulissante 40 dans le trou 62 de la plaque de base 6, l'évidement 52 du coq 5 évitant tout contact entre l'excentrique 9 et le coq 5.

[0039] La vis de fixation 7 est vissée à travers les ouvertures 45, 65 des premier et second segments 43, 63 dans son filetage 53 sur le coq 5 au moins dans sa position intermédiaire.

[0040] Le dispositif est alors prêt à recevoir l'ensemble balancier 2-spiral 1 : le balancier 2 est pivoté par la première extrémité 20a de son arbre 20 dans le palier antichoc 8.

[0041] Pour le pitonnage, l'extrémité extérieure 1b du spiral 1 doit être introduite dans le piton 3 fixé dans l'ouverture 41 du porte-piton 4 au moyen de la vis latérale 31 et ensuite rendue solidaire dudit piton 3 par collage, goupillage ou tout autre moyen approprié. Avec la vis de fixation 7 dans sa position intermédiaire, il est possible en actionnant l'excentrique 9 de déplacer la plaque coulissante 40 et donc le piton 3 radialement par rapport à l'axe central du spiral 1 pour pouvoir introduire l'extrémité extérieure 1b du spiral 1 dans le piton 3 sans contraindre le spiral 1.

[0042] En effet, en tournant l'excentrique 9 dans un sens ou dans l'autre, la plaque coulissante 40 se déplace par rapport à la plaque de base 6 et au coq 5 radialement par rapport à l'axe central du spiral 1, de préférence dans un plan essentiellement parallèle au plan du balancier 2 ou du spiral 1. Le déplacement de la plaque coulissante 40 est limité par la grandeur de l'excentrique et est guidé par les moyens de guidage radial que sont la goupille 91 de la plaque de base 6 traversant la première ouverture de guidage radial 90 de la plaque coulissante 40 et la seconde ouverture de guidage radial 92 de la plaque de base 6 coopérant avec la surface de guidage radial 93 de la plaque coulissante 40. Selon le sens de rotation de l'excentrique 9, le piton 3 et donc l'extrémité extérieure 1b du spiral 1 vont ainsi s'éloigner ou se rapprocher radialement de l'axe central dudit spiral 1 ou de l'arbre de

balancier 20.

[0043] De préférence, le dispositif est agencé pour que le piton 3 puisse se déplacer radialement d'au plus ± 0.50 mm et de manière encore plus avantageuse d'au plus ± 0.20 mm par rapport à une position radiale médiane du dispositif. Une telle plage de mouvement radial peut correspondre par exemple à une rotation de l'excentrique 9 de 90° dans chaque sens. L'utilisation de l'excentrique 9 garantit toute la précision nécessaire à un réglage fin de la position du porte-piton 4 et du piton 3.

[0044] Une fois que l'extrémité extérieure 1b du spiral 1 est introduite dans le piton 3 et que l'on est assuré qu'aucune contrainte n'est exercée sur ledit spiral, il est alors possible de rendre l'extrémité extérieure 1b du spiral 1 solidaire du piton 3 et de revisser la vis de fixation 7 dans la coq 5 dans sa position de blocage pour garantir le blocage des deux plaques l'une par rapport à l'autre et les rendre solidaires du coq 5.

[0045] Le balancier-spiral 2, 1 est mis en marche et sa marche et son isochronisme sont mesurés. Si l'on constate un défaut d'isochronisme ou une différence d'isochronisme avec un autre spiral du même lot de fabrication, il est possible, dans cet exemple, d'ajuster la position radiale du piton 3 par rapport à l'axe central du spiral 1 pour réduire ou annuler ce défaut ou cette différence. Pour ce faire, il faut ramener la vis de fixation 7 dans sa position intermédiaire et actionner l'excentrique 9 comme décrit plus haut pour déplacer la plaque coulissante 40 par rapport au coq 5 dans une direction radiale par rapport à l'axe du balancier-spiral 1, 2 en fonction des mesures prises.

[0046] Un tel réglage radial est réalisé par un déplacement radial du piton 3 dans le plan général P du spiral 1. En variante, pour corriger l'isochronisme, à la place ou en complément d'un tel ajustement radial dans le plan P du spiral 1, on peut ajuster la position du piton 3 en hauteur par rapport au plan P du spiral 1 et/ou on peut ajuster la position de l'axe central A du piton 3 en rotation par rapport à l'axe central du spiral 1 afin que ces deux axes ne soient plus parallèles entre eux.

[0047] Une fois que la position radiale du porte-piton 4 est réglée pour ajustement de l'isochronisme et de la marche souhaitée, la vis de fixation 7 est revissée dans le coq 5 dans sa position de blocage pour garantir le blocage des deux plaques l'une par rapport à l'autre et les rendre solidaires du coq 5.

[0048] Dans cet exemple, la présence de la plaque de base 6 permet d'effectuer un ajustement en rotation de la position du piton 3 pour une mise au repère de l'échappement associé au régulateur balancier 2-spiral 1. Cette opération de mise au repère peut se faire indépendamment de l'ajustement radial de la position du piton 3 décrit ci-dessus.

[0049] Pour la mise au repère, la vis de fixation 7 est légèrement dévissée pour permettre la rotation (éventuellement avec friction) de la plaque de base 6 sur le coq 5 autour du palier antichoc 8. La plaque de base 6 est ensuite pivotée dans une direction ou dans l'autre, par

exemple en la poussant par tout moyen approprié (brucelles). Comme la plaque coulissante 40 est solidaire en rotation de la plaque de base 6, elle va suivre la rotation imposée à la plaque de base 6 pour le réglage du repère.

Comme pour le réglage radial de la position du porte-piton 4, une fois la mise au repère terminée, il faut revisser la vis de fixation 7 dans le coq 5 pour garantir le blocage des deux plaques l'une par rapport à l'autre et les rendre solidaires du coq 5.

[0050] De préférence, le premier segment 43 de la plaque coulissante 40 et le second segment 63 correspondant de la plaque de base 6 et leur ouverture respective 45, 65 sont agencés pour permettre une rotation de l'ensemble plaque de base 6/plaque coulissante 40 d'au plus $\pm 30^\circ$ par rapport à une position médiane et de préférence, d'au plus $\pm 13^\circ$ autour du palier antichoc 8.

[0051] Le dispositif horloger ci-dessus permettant de mettre en oeuvre le procédé de réglage de l'isochronisme selon l'invention a été décrit à titre d'exemple uniquement. D'autres dispositifs ou agencements peuvent permettre de mettre en oeuvre le procédé selon l'invention pour régler l'isochronisme d'un organe régulateur du type balancier-spiral comprenant un spiral en ajustant la position de l'extrémité extérieure du spiral par rapport à l'axe du balancier-spiral et en évitant une contrainte indésirable lors du pitonnage du spiral.

Revendications

1. Procédé de réglage de l'isochronisme d'un organe régulateur de type balancier-spiral (1, 2) comprenant un spiral (1), le procédé étant **caractérisé par** les étapes suivantes :

- a) Fournir un spiral (1) **caractérisé par** un rayon de courbe terminale réel différent du rayon de courbe terminale théorique visé lors de la fabrication du spiral (1) ;
- b) Assembler ledit spiral (1) avec un balancier (2) pour former un organe régulateur du type balancier-spiral ;
- c) monter le balancier-spiral (1, 2) sur un mouvement horloger ou un sous-ensemble du mouvement horloger, le bâti (5) duquel comprenant un piton (3) dont la position par rapport à l'axe du balancier-spiral (1, 2) est réglable ;
- d) introduire l'extrémité extérieure (1b) du spiral (1) dans le piton (3) sans contraindre le spiral (1) en ajustant la position radiale du piton (3) par rapport à l'axe du balancier-spiral (1, 2) ;
- e) Rendre l'extrémité extérieure (1b) du spiral (1) solidaire du piton (3) ;
- f) Mettre en marche le balancier-spiral (1, 2) et mesurer son isochronisme et sa marche ;
- g) Ajuster la position du piton (3) par rapport à l'axe du balancier-spiral (1, 2) pour contraindre l'extrémité extérieure (1b) du spiral (1) et ajuster

l'isochronisme et la marche du balancier spiral (1, 2) en conséquence.

2. Procédé selon la revendication précédente, **carac-**
térisé par le fait la position du piton (3) par rapport à 5
l'axe du balancier-spiral (1, 2) est réglable radiale-
ment dans le plan général (P) dans lequel s'étend le
spiral (1) ; et par le fait que l'extrémité extérieure (1b)
du spiral (1) est introduite dans le piton (3) sans 10
contraindre le spiral (1) en ajustant la position radiale
du piton (3) par rapport à l'axe du balancier-spiral (1,
2) dans ledit plan général (P).

3. Procédé selon la revendication précédente, **carac-**
térisé par le fait que la position radiale du piton (3) 15
par rapport à l'axe du balancier-spiral (1, 2) est
ajustée pour contraindre l'extrémité extérieure (1b)
du spiral (1) jusqu'à atteindre des performances
chronométriques ou une marche et un isochronisme 20
cibles pour l'organe régulateur.

4. Procédé selon la revendication précédente, **carac-**
térisé par le fait que lors de l'étape g), la position
radiale du piton (3) est ajustée dans le plan général 25
(P) dans lequel s'étend le spiral (1).

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé par le fait qu'**un pluralité de spiraux
sont fournis, fabriqués dans un même lot et carac- 30
térisés chacun par un rayon de courbe terminale réel
distinct et différent du rayon de courbe terminale
théorique visé à la fabrication ; **par le fait que** les
étapes b) à f) du procédé sont appliqués à chacun
des spiraux ; et **par le fait que** pour chacun des 35
balanciers-spiraux obtenus, la position du piton (3)
par rapport à l'axe du balancier-spiral (1, 2) est
ajustée pour contraindre l'extrémité extérieure (1b)
du spiral (1) et ajuster l'isochronisme et la marche de 40
chaque balancier-spiral (1, 2) pour les faire tendre
vers un isochronisme et une marche essentiellement
similaire pour tous les spiraux du lot ou vers un
isochronisme et une marche cibles choisis au pré-
alable.

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé par le fait que** le spiral (1) est en 45
matériau non-déformable plastiquement.

7. Procédé selon la revendication précédente, **carac-**
térisé par le fait que le spiral (1) est en silicium. 50

55

Fig.1

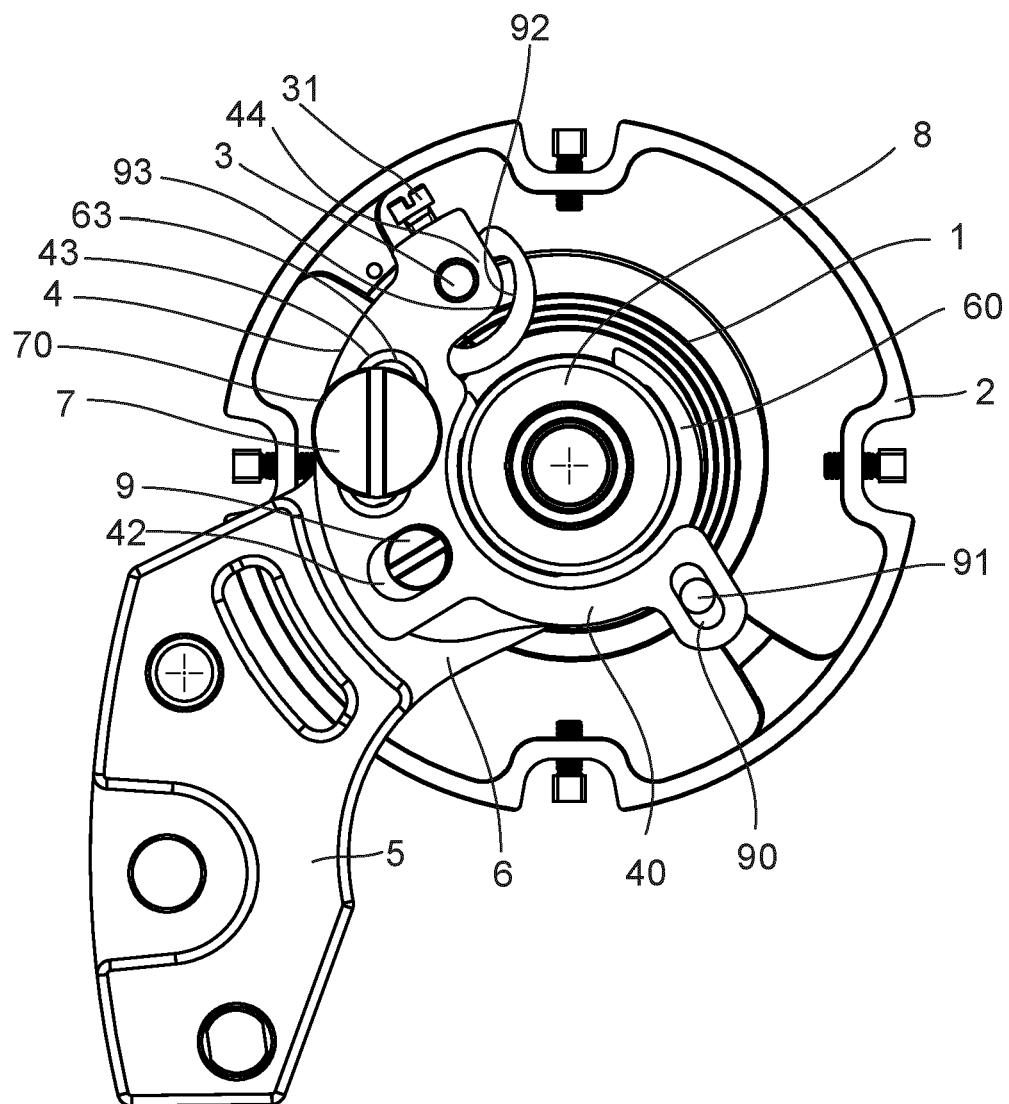


Fig.2

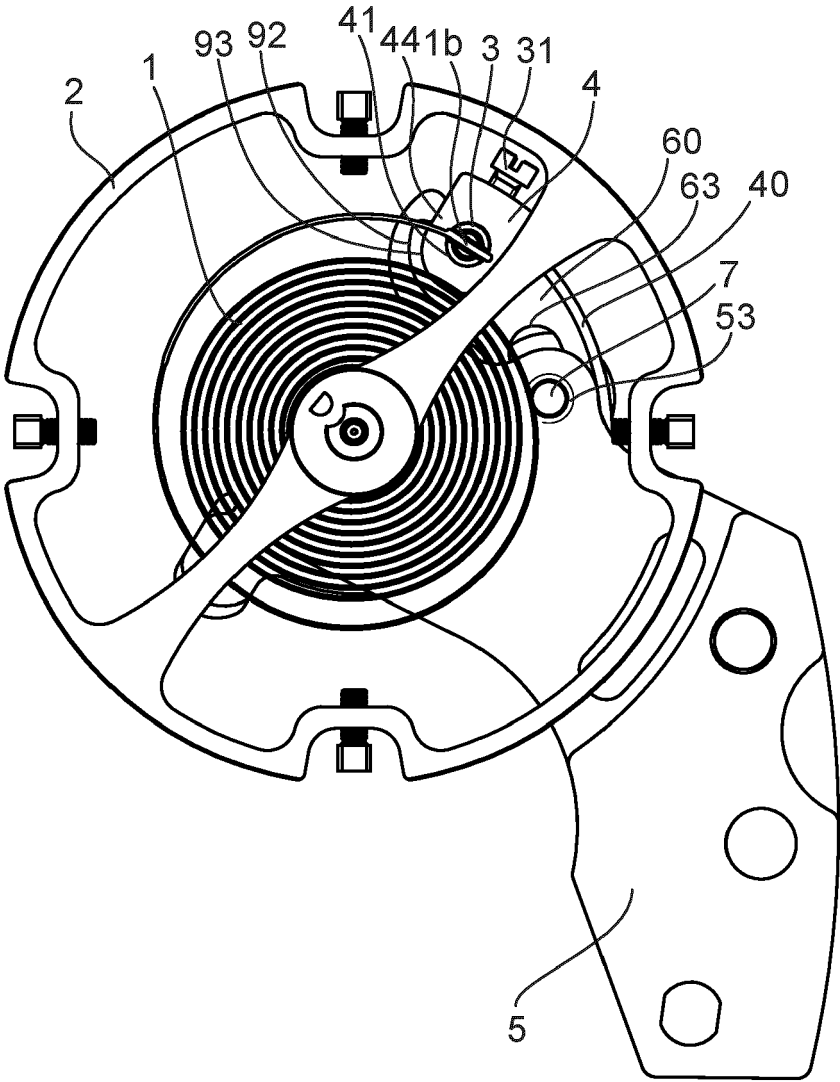


Fig.3

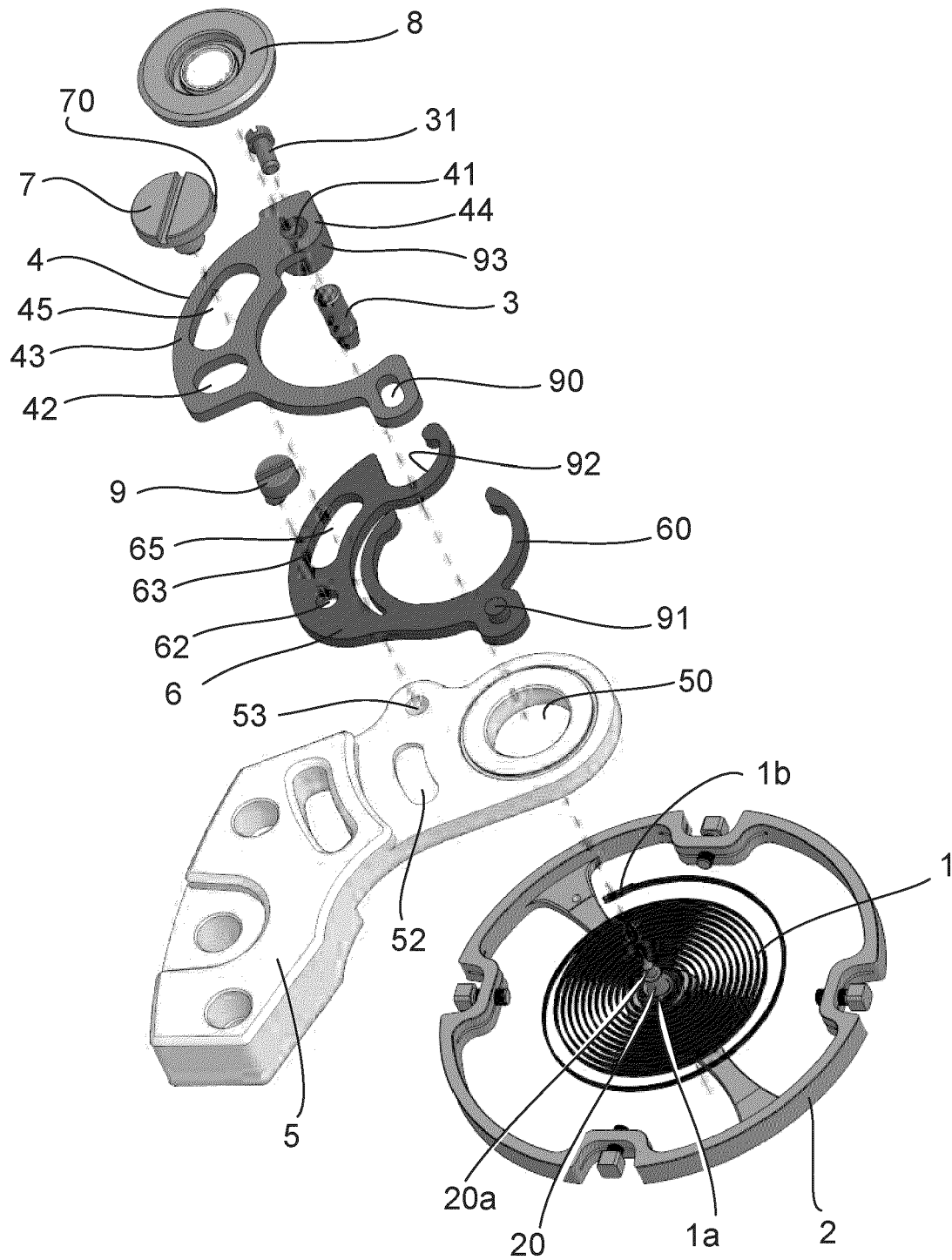
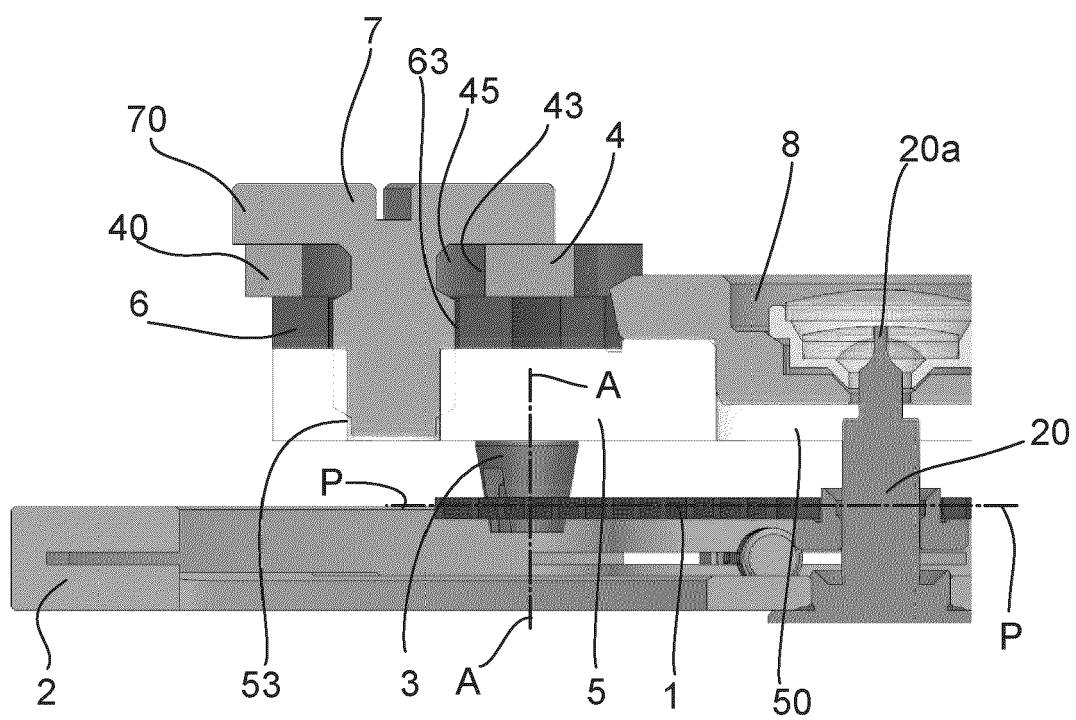


Fig.4





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 24 18 7005

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	US 2008/117721 A1 (GLASHUTTE LUTZ GROSSMANN [DE] ET AL) 22 mai 2008 (2008-05-22)	1 - 5	INV. G04B17/32 G04B18/02
A	* alinéas [0041] - [0062] * * figures 1-11 *	6, 7	
X	CH 715 096 A2 (SEIKO INSTR INC [JP]) 30 décembre 2019 (2019-12-30)	1 - 5	
A	* alinéas [0156] - [0183] * * figures 20, 21 *	6, 7	
A,D	CH 707 742 A2 (SEIKO INSTR INC [JP]) 15 septembre 2014 (2014-09-15) * alinéa [0005] - alinéa [0010] * * figures 24,25 *	1 - 7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			G04B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		5 novembre 2024	Pirozzi, Giuseppe
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 24 18 7005

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.

05 - 11 - 2024

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2008117721 A1	22-05-2008	CN 101174132 A	07-05-2008
		DE 102006052245 A1	08-05-2008
		EP 1918791 A1	07-05-2008
		JP 4976262 B2	18-07-2012
		JP 2008139290 A	19-06-2008
		US 2008117721 A1	22-05-2008

CH 715096 A2	30-12-2019	CH 715096 A2	30-12-2019
		CN 110658709 A	07-01-2020
		JP 6548240 B1	24-07-2019
		JP 2020003427 A	09-01-2020

CH 707742 A2	15-09-2014	CH 707742 A2	15-09-2014
		CN 104049519 A	17-09-2014
		JP 6032676 B2	30-11-2016
		JP 2014174125 A	22-09-2014

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

- FR 1460220 [0007]
- EP 3081996 A [0011]
- EP 1918791 A [0012]
- CH 714809 [0012]
- CH 717088 [0012]
- CH 707742 [0012]