

CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **716 057 B1**

(51) Int. Cl.: **G04C** 3/04 (2006.01)
G04B 17/20 (2006.01)
G04C 3/14 (2006.01)

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein

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

(12) **FASCICULE DU BREVET**

(21) Numéro de la demande: 000496/2019

(22) Date de dépôt: 11.04.2019

(43) Demande publiée: 15.10.2020

(24) Brevet délivré: 15.04.2025

(45) Fascicule du brevet publié: 15.04.2025

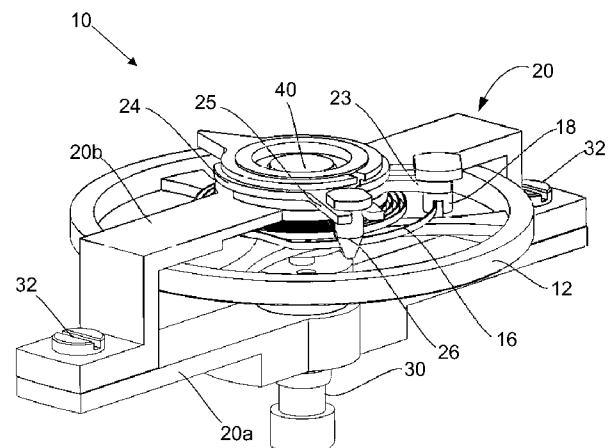
(73) Titulaire(s):
Frédéric Georges, 8 rue Belzon
25500 Morteau (FR)

(72) Inventeur(s):
Frédéric Georges, 25500 Morteau (FR)

(74) Mandataire:
P&TS SA, Av. J.-J. Rousseau 4 P.O. Box 2848
2001 Neuchâtel (CH)

(54) **Oscillateur pour mouvement horloger électromécanique**

(57) L'invention porte sur un oscillateur (10) d'un organe régulateur pour mouvement horloger électromécanique. L'oscillateur (10) comporte : un balancier (12) comprenant un axe de balancier; un piton (18) ; un spiral (16) comportant une extrémité intérieure solidaire de l'axe de balancier et une extrémité extérieure solidaire du piton (18), et une cage de balancier (20) comportant un cadre (20a, 20b) ainsi qu'un premier et un second coussinet supportant les extrémités respectives de l'axe de balancier, la cage de balancier (20) étant solidaire du piton (18). L'oscillateur (10) comporte en outre un moteur pas-à-pas dont le rotor (30) est connecté au cadre (20a, 20b) de la cage de balancier pour entretenir des oscillations isochrones du balancier (12). L'invention porte également sur une méthode pour entretenir des oscillations isochrones du balancier-spiral (12, 16) de l'oscillateur (10).



Description

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne un oscillateur pour mouvement horloger électromécanique, comportant un balancier-spiral dont les oscillations sont entretenues par un moteur pas-à-pas. L'invention concerne également un organe régulateur comportant un tel oscillateur. L'invention concerne en outre un mouvement horloger électromécanique comportant un tel régulateur ainsi qu'une pièce d'horlogerie comportant le mouvement horloger électromécanique. L'invention concerne également une méthode pour entretenir des oscillations isochrones du balancier-spiral de l'oscillateur.

Etat de la technique

[0002] Il est déjà connu des mouvements horlogers électromécaniques comportant un oscillateur du type balancier-spiral dont les oscillations sont entretenues par un circuit électronique.

[0003] A titre d'exemple, il existe notamment des mouvements horlogers comportant un balancier-spiral dont les oscillations sont entretenues par un champ électromagnétique. Le balancier comporte des aimants montés autour de la serge alors que des micro-bobines sont agencées sous le balancier-spiral. Un circuit électronique pilote l'alimentation des micro-bobines de sorte à imprimer un mouvement d'oscillation au balancier-spiral.

[0004] Les spiraux traditionnels étant sensibles aux champs magnétiques, les oscillations du balancier-spiral sont affectées par le champ électromagnétique généré par les micro-bobines, ce qui a un impact négatif sur la précision du mouvement.

[0005] Par ailleurs, il est connu que la marche d'un oscillateur du type balancier-spiral est fortement dépendant de l'amplitude de fonctionnement de l'oscillateur.

[0006] Or, les pertes d'amplitudes liées en particulier aux pertes d'énergies en amont de l'oscillateur, notamment à la perte de couple généré par le barillet lorsque le ressort de barillet se désarme, aux pertes d'énergies au niveau des engrenages reliant cinématiquement le barillet et l'ancre de l'échappement ainsi que le retard engendré par l'échappement, ont un impact négatif sur la marche de l'oscillateur.

[0007] Un fonctionnement à amplitude constante sur la réserve de marche et par extension sur une longue période de fonctionnement permet d'améliorer la marche de la montre.

[0008] Des complications sur le barillet et des mécanismes à force constante destinés à pallier le problème de perte de couple lorsque le ressort de barillet se désarme, par exemple par une transmission fusée-chaine, permettent de se rapprocher d'un fonctionnement à amplitude constante.

[0009] Il est également connu que la marche d'un oscillateur du type balancier-spiral est fortement dépendant de la position de l'oscillateur. Un mécanisme de tourbillon est une solution existante pour compenser les écarts de marche résultants des diverses positions de l'oscillateur.

[0010] Les mécanismes susvisés ont le désavantage d'être complexes et difficile à mettre en œuvre, ce qui a un impact significatif sur les coûts de production du mouvement horloger et par extension sur le prix d'une pièce d'horlogerie.

[0011] Par ailleurs, les pertes d'énergies au niveau des engrenages reliant cinématiquement le barillet et l'ancre de l'échappement ainsi que le retard engendré par l'échappement sont difficilement compensables.

[0012] Un but de la présente invention est donc de proposer une alternative originale d'un oscillateur du type balancier-spiral visant à pallier les désavantages susvisés.

[0013] Plus particulièrement, un but de la présente invention est de proposer un oscillateur adapté pour entretenir des oscillations isochrones du balancier-spiral sur une longue période de fonctionnement.

[0014] Un autre but de la présente invention est de proposer un oscillateur qui a l'avantage d'être facile à mettre en œuvre.

[0015] Un autre but de l'invention est de proposer une méthode pour entretenir des oscillations isochrones du balancier-spiral de l'oscillateur.

Bref résumé de l'invention

[0016] Ces buts sont atteints, selon un aspect de l'invention, par un oscillateur d'un organe régulateur pour mouvement horloger électromécanique, comportant :

- un balancier comportant un axe de balancier;
- un piton ;
- un spiral comportant une extrémité intérieure solidaire du balancier et une extrémité extérieure solidaire du piton, et

- une cage de balancier comportant un cadre ainsi qu'un premier et un second coussinet supportant les extrémités respectives de l'axe de balancier, la cage de balancier étant solidaire du pignon.

[0017] Selon l'invention, l'oscillateur comporte en outre un moteur pas-à-pas dont le rotor est connecté au cadre de la cage de balancier.

[0018] Selon une forme d'exécution, le cadre comporte en outre une ouverture axiale débouchant sur un logement axial dans lequel l'extrémité du rotor du moteur pas-à-pas est agencé.

[0019] Selon une forme d'exécution, le pignon est agencé dans un porte-pignon solidaire de la cage de balancier.

[0020] Selon une forme d'exécution, l'oscillateur comporte en outre une raquette d'ajustement de la longueur active du spiral. La raquette est montée pivotante sur la cage du balancier par rapport au porte-pignon.

[0021] Selon une forme d'exécution, le cadre comporte une première et une seconde partie assemblées l'une contre l'autre de sorte à former le cadre à l'intérieur duquel est agencé le balancier-spiral.

[0022] Selon une forme d'exécution, l'une desdites première et seconde parties comporte deux faces opposées. L'une des faces opposées comporte l'ouverture axiale débouchant sur le logement alors que l'autre desdites faces opposées comporte un autre logement dans lequel est agencé l'un desdits premier et second coussinets supportant l'une des extrémités de l'axe de balancier.

[0023] Un autre aspect de l'invention porte sur un organe régulateur pour mouvement horloger électromécanique, comportant l'oscillateur tel que décrit ci-dessus et un échappement, par exemple un échappement à ancre suisse agencé pour coopérer avec une cheville de plateau de l'axe de balancier. Le moteur pas-à-pas est destiné à être piloté de manière à ce que chaque pas du moteur se fasse alternativement dans un sens et un sens opposé.

[0024] Un autre aspect de l'invention porte sur un mouvement horloger électromécanique comportant l'organe régulateur décrit ci-dessus, un moyen d'affichage, par exemple à une aiguille des heures, des minutes et/ou des secondes et un jeu d'engrenage reliant l'échappement de l'organe régulateur au moyen d'affichage.

[0025] Un autre aspect de l'invention porte sur une pièce d'horlogerie comportant le mouvement horloger électromécanique ci-dessus.

[0026] Un autre aspect de l'invention porte sur une méthode pour entretenir des oscillations isochrones du balancier-spiral de l'oscillateur tel que décrit ci-dessus. La méthode consiste à piloter le moteur pas-à-pas de manière à ce que chaque pas du moteur se fasse alternativement dans un sens et dans un sens opposé de sorte à imprimer à la cage de balancier un mouvement de va-et-vient. La fréquence du moteur pas-à-pas est synchronisée soit à la fréquence de marche du balancier-spiral afin d'agir sur la cage de balancier à chaque alternance du balancier-spiral soit à une fréquence inférieure à la fréquence de marche du balancier-spiral afin d'agir sur la cage de balancier à chaque multiple impair d'une alternance de cette fréquence de marche. Chaque pas du moteur entraîne la cage de balancier durant un intervalle de temps inférieur à la durée d'une alternance du balancier-spiral de l'oscillateur.

Brève description des figures

[0027] Un exemple de mise en œuvre de l'invention est décrit dans la description illustrée par les figures annexées dans lesquelles :

- La figure 1 illustre une vue en perspective de l'oscillateur selon un mode d'exécution de l'invention,
- La figure 2 illustre une vue en perspective de l'oscillateur de la Figure 1 en prise avec une ancre d'échappement,
- La figure 3 illustre une vue une coupe de la figure 2 selon un plan axial coïncidant avec la cage de balancier, et
- Les figures 4a, 4b, et 4c illustrent des vues de dessus de l'oscillateur selon différentes phases de fonctionnement d'un entretien réalisé par un moteur pas-à-pas.

Exemples de mode de réalisation de l'invention

[0028] L'oscillateur 10 selon la figure 1 est adapté pour être entraîné par un moteur pas-à-pas afin d'entretenir des oscillations isochrones du balancier-spiral 12, 16 sur une longue période de fonctionnement correspondant à l'autonomie de la pile ou batterie alimentant le moteur pas-à-pas. L'énergie nécessaire pour entretenir les oscillations du balancier-spiral 12, 16 à la particularité d'être transmise par le déplacement du point d'équilibre du spiral 16 en imprimant au pignon 18 un mouvement de va-et-vient à la différence des oscillateurs conventionnels où l'énergie est transmise au balancier-spiral par l'intermédiaire de la fourchette d'une ancre, notamment d'une ancre suisse agissant sur la cheville de plateau solidaire de l'axe de balancier.

[0029] Selon la figure 2, l'oscillateur est en prise avec une ancre d'échappement 50, par exemple une ancre suisse, par l'intermédiaire de la cheville de plateau. L'ancre d'échappement 50 coopère avec une roue d'échappement (non illustrée),

laquelle est en prise avec un jeu d'engrenages afin de transmettre une information relative à l'heure à des moyens d'affichage, par exemple à une aiguille des heures, des minutes et/ou des secondes.

[0030] Selon la figure 3, le balancier 12 de l'oscillateur 10 est monté sur un axe de balancier 14. L'extrémité intérieure du spiral 16 est solidaire de l'axe de balancier 14 alors que l'extrémité extérieure du spiral 16 est solidaire du piton 18 (figures 1 et 2). L'oscillateur 10 comporte une cage de balancier 20 comprenant un premier et un second coussinet 21a, 21b dans lesquels sont agencés les extrémités respectives de l'axe de balancier 14.

[0031] Selon la figure 1, le piton 18 est monté dans un porte-piton 23 qui est solidaire de la cage de balancier 20. L'oscillateur 10 comporte en outre un système de raquetterie comportant une raquette 24 pour l'ajustement de la longueur active du spiral afin de corriger des écarts de marche au cours du contrôle qualité lors de la fabrication d'un mouvement horloger comportant l'oscillateur 10 selon l'invention.

[0032] La raquette 24 comprend à cet effet un bras 25 supportant une goupille 26 muni d'une fente à l'intérieur de laquelle un segment du spiral 16 est agencé. La raquette 24 est ajustée à frottement gras sur la cage de balancier 20.

[0033] Selon les figures 2 et 3, la cage de balancier 20 est sous la forme d'un cadre de balancier comportant une première et une seconde partie 20a, 20b assemblées l'une contre l'autre par un système de fixation, par exemple aux moyens de vis 32. L'axe de balancier 14 est monté de manière pivotante à l'intérieur du cadre de balancier 20.

[0034] Plus particulièrement, selon la figure 3, la première partie 20a du cadre de balancier 20 comporte une première et une seconde face 22a, 22b qui sont opposées. La première face 22a de la première partie 20a du cadre de balancier 20 est pourvue d'une ouverture axiale débouchant sur un premier logement 27 dans lequel est monté l'extrémité du rotor 30 du moteur pas-à-pas de sorte à pouvoir entraîner en rotation le cadre de balancier 20. La seconde face 22b de la première partie 20a du cadre de balancier 20 comporte un second logement 28 centré sur l'ouverture axiale du premier logement 27 et dans lequel est agencé le premier coussinet 21a supportant une extrémité de l'axe de balancier 14. L'autre extrémité de l'axe de balancier 14 est montée dans le second coussinet 21b, lequel est monté sur la seconde partie 20b du cadre de balancier 20. Un amortisseur 40 est agencé contre le second coussinet 21b pour atténuer les chocs sur l'axe de balancier 14.

[0035] L'oscillateur 10 qui vient d'être décrit permet d'entretenir des oscillations isochrones du balancier-spiral 12, 16 en actionnant en rotation la cage de balancier 20 par l'intermédiaire du moteur pas-à-pas.

[0036] L'apport d'amplitude fournit par chaque saut du moteur pas-à-pas à la cage de balancier 20 permet de compenser les pertes d'amplitudes liées en particulier aux pertes d'énergies de l'oscillateur.

[0037] Un équilibre d'amplitude est une conséquence directe de l'amplitude du pas du moteur pas-à-pas et de la fréquence du moteur pas-à-pas, c'est-à-dire la fréquence à laquelle le moteur pas-à-pas fait un pas dans un sens et un pas dans un sens opposé. Plus l'amplitude et la fréquence du moteur pas-à-pas sont élevées, plus l'apport d'énergie et l'amplitude d'oscillation du balancier de l'oscillateur sera importante.

[0038] Pour que l'oscillateur 10 puisse entretenir des oscillations isochrones du balancier différents modes de pilotage du moteur pas-à-pas peuvent être envisagés pourvu que chaque pas du moteur permette d'entraîner la cage de balancier 20 alternativement dans deux sens de rotation opposés dans un intervalle de temps inférieur à la durée d'une alternance du balancier et que la fréquence du moteur soit synchronisée à la fréquence de l'oscillateur ou sur un multiple de cette dernière.

[0039] Dans le cas d'un oscillateur dont le balancier-spiral oscille par exemple à une fréquence de 4Hz, c'est-à-dire lorsqu'une alternance du balancier s'effectue toutes les 125ms, le moteur pas-à-pas doit être piloté de sorte à ce que chaque pas s'effectue dans un intervalle de temps inférieur à 125ms.

[0040] Par ailleurs, le nombre d'alternances effectuées par le balancier-spiral entre chaque pas du moteur peut être choisi librement. A titre d'exemple, pour un oscillateur dont le balancier-spiral oscille à une fréquence de 4Hz, le moteur doit être piloté de sorte à effectuer un pas toutes les 250ms, 500ms, 750ms etc., à savoir un pas calé sur une alternance respectivement de chaque oscillation, d'une oscillation sur deux et d'une oscillation sur trois du balancier-spiral.

[0041] Le moteur pas-à-pas est piloté de sorte à ce qu'il fasse une rotation d'un pas dans un sens puis une rotation d'un pas dans le sens opposé et ainsi de suite afin d'impartir à la cage de balancier un mouvement d'oscillation calé sur l'oscillation du balancier-spiral de l'oscillateur. Pour un oscillateur dont le balancier-spiral oscille par exemple à une fréquence de 4Hz, le moteur pas-à-pas est piloté pour effectuer une rotation d'un pas dans un sens, puis 125ms (ou 250+125ms ou 500+125ms) plus tard une rotation d'un pas dans le sens opposé.

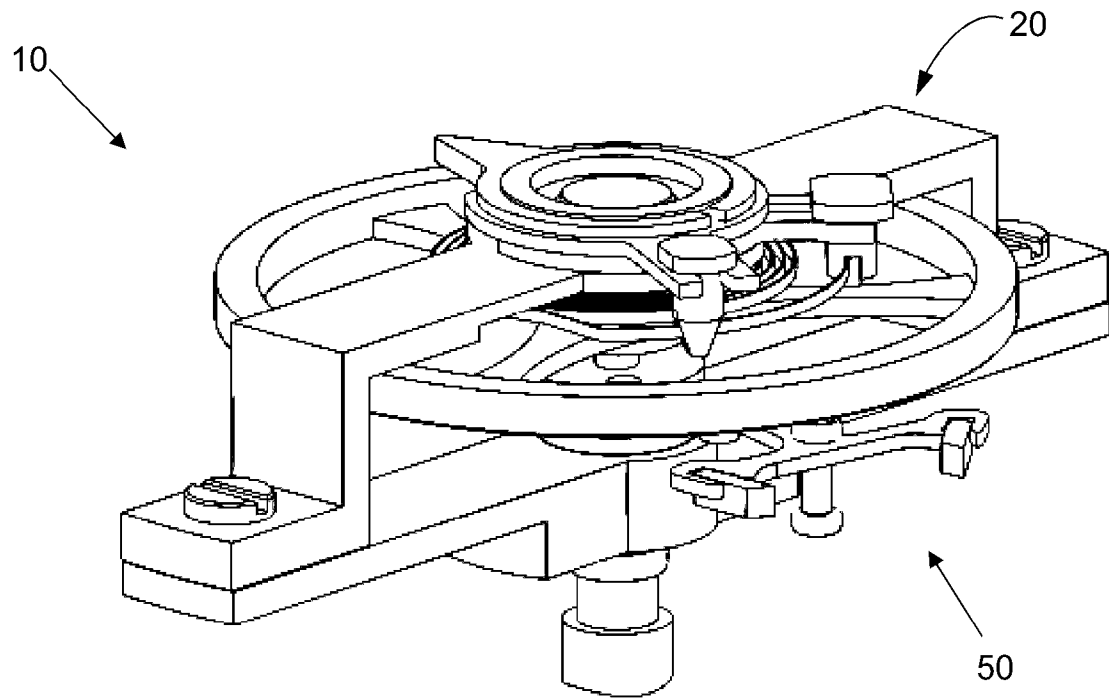
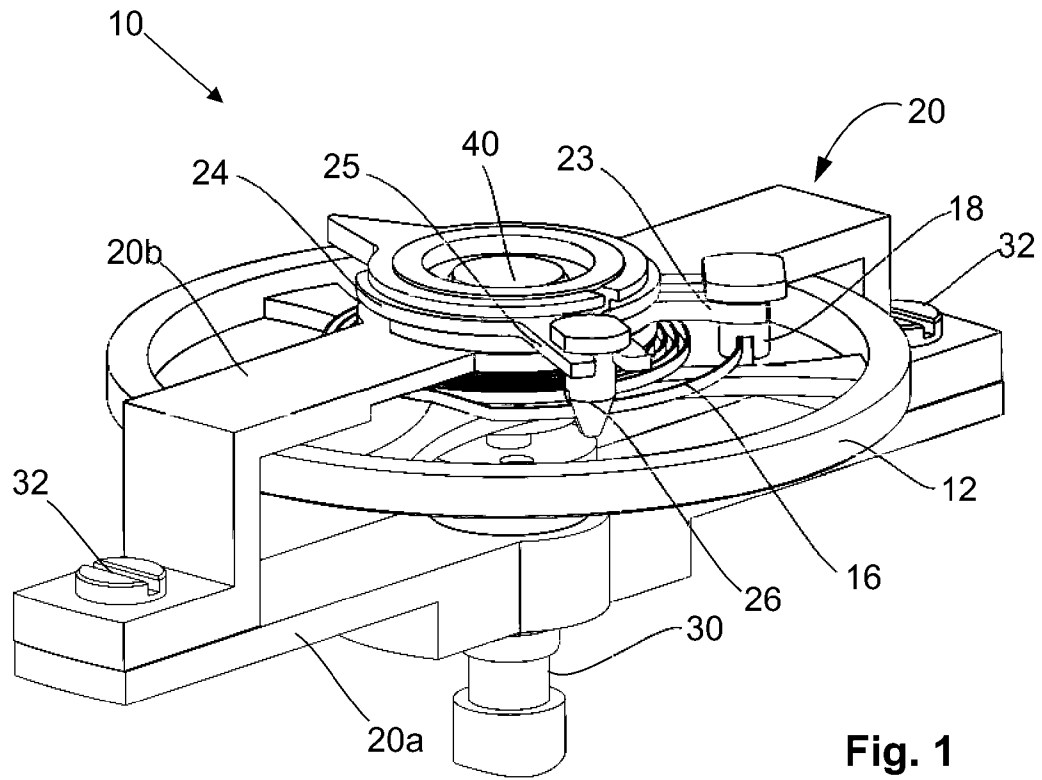
[0042] Les figures 4a, 4b et 4c illustrent les différentes phases de l'entraînement de l'oscillateur par le moteur pas-à-pas. Selon la figure 4a, l'oscillateur 10 est dans un état initial au repos. Lorsque le moteur est piloté pour effectuer un pas de 20°, le piton 18, qui est solidaire de la cage de balancier 20, est déplacé de 20°, ce qui a pour conséquence de mettre en marche les oscillations du balancier-spiral 12, 16 de l'oscillateur 10 (figure 4b). Les oscillations du balancier-spiral se poursuivent autour de la nouvelle position d'équilibre avec une amplitude de 20°. Après un nouveau pas du moteur de 20°, la position d'équilibre du balancier-spiral de l'oscillateur se trouve déplacée de 40° au total. Le balancier-spiral se met à osciller avec une amplitude de 40°. Selon ce mode de fonctionnement, un capteur optique peut être utilisé pour mesurer

la fréquence des oscillations du balancier-spiral. Le signal du capteur optique est ensuite traité par un circuit diviseur de fréquence afin d'afficher l'heure par un affichage digital.

[0043] Pour que l'oscillateur 10 selon l'invention fonctionne à très haute amplitude d'oscillation du balancier-spiral, le moteur pas-à-pas doit être piloté de sorte à faire des pas plus fréquemment ou bien des pas de plus grandes amplitudes. L'oscillateur balancier-spiral étant connu pour être le plus isochrone à 220°, le signal de commande du moteur pas-à-pas peut être optimisé sans difficulté pour appliquer cette amplitude à l'oscillateur.

Revendications

1. Oscillateur (10) d'un organe régulateur pour mouvement horloger électromécanique, comportant :
 - un balancier (12) comprenant un axe de balancier (14) ;
 - un pignon (18) ;
 - un spiral (16) comportant une extrémité intérieure solidaire du balancier (12) et une extrémité extérieure solidaire du pignon (18), et
 - une cage de balancier (20) comportant un cadre (20a, 20b) ainsi qu'un premier et un second coussinet (21a, 21b) supportant les extrémités respectives de l'axe de balancier (14), la cage de balancier (20) étant solidaire du pignon (18), **caractérisé en ce que**
 l'oscillateur (10) comporte en outre un moteur pas-à-pas dont le rotor (30) est connecté au cadre (20a, 20b) de la cage de balancier (20) pour entretenir des oscillations isochrones du balancier (12).
2. Oscillateur (10) selon la revendication 1, caractérisé en ce que le cadre comporte une ouverture axiale débouchant sur un logement axial (27) dans lequel l'extrémité du rotor (30) du moteur pas-à-pas est agencé.
3. Oscillateur (10) selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le pignon (18) est agencé dans un porte-pignon (23) solidaire de la cage de balancier (20).
4. Oscillateur (10) selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une raquette (24) d'ajustement de la longueur active du spiral (16), la raquette (24) étant montée pivotante sur la cage du balancier (20) par rapport au porte-pignon (23).
5. Oscillateur (10) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le cadre de la cage de balancier (20) comporte une première et une seconde partie (20a, 20b) assemblées l'une contre l'autre de sorte à former le cadre à l'intérieur duquel est agencé le balancier-spiral (12, 16).
6. Oscillateur (10) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'une desdites première et seconde parties (20a, 20b) comporte deux faces opposées (22a, 22b), l'une (22a) des faces opposées comportant l'ouverture axiale débouchant sur le logement (27), l'autre (22b) desdites faces opposées comportant un autre logement (28) dans lequel est agencé l'un desdits premier et second coussinets (21a, 21b) supportant l'une des extrémités de l'axe de balancier (14).
7. Organe régulateur pour mouvement horloger électromécanique, comportant un oscillateur (10) selon l'une des revendications 1 à 6 et un échappement, par exemple un échappement à ancre suisse agencé pour coopérer avec une cheville de plateau solidaire de l'axe de balancier, le moteur pas-à-pas étant destiné à être piloté de manière à ce que chaque pas du moteur se fasse alternativement dans un sens et dans un sens opposé.
8. Mouvement horloger électromécanique comportant un organe régulateur selon la revendication 7, un moyen d'affichage, par exemple à une aiguille des heures, des minutes et/ou des secondes, et un jeu d'engrenage reliant l'échappement de l'organe régulateur au moyen d'affichage.
9. Pièce d'horlogerie comportant un mouvement horloger électromécanique selon la revendication 8.
10. Méthode pour entretenir des oscillations isochrones du balancier-spiral (12, 16) de l'oscillateur (10) selon l'une des revendications 1 à 6, consistant à piloter le moteur pas-à-pas de manière à ce que chaque pas du moteur se fasse alternativement dans un sens et dans un sens opposé de sorte à imprimer à la cage de balancier (20) un mouvement de va-et-vient, la fréquence du moteur pas-à-pas étant synchronisée soit à la fréquence de marche du balancier-spiral (12, 16) afin d'agir sur la cage de balancier (20) à chaque alternance du balancier-spiral, soit à une fréquence inférieure à la fréquence de marche du balancier-spiral (12, 16) afin d'agir sur la cage de balancier (20) à chaque multiple impair d'une alternance de ladite fréquence de marche, chaque pas dudit moteur entraînant la cage de balancier (20) durant un intervalle de temps inférieur à la durée d'une alternance du balancier-spiral (12, 16) de l'oscillateur (10).



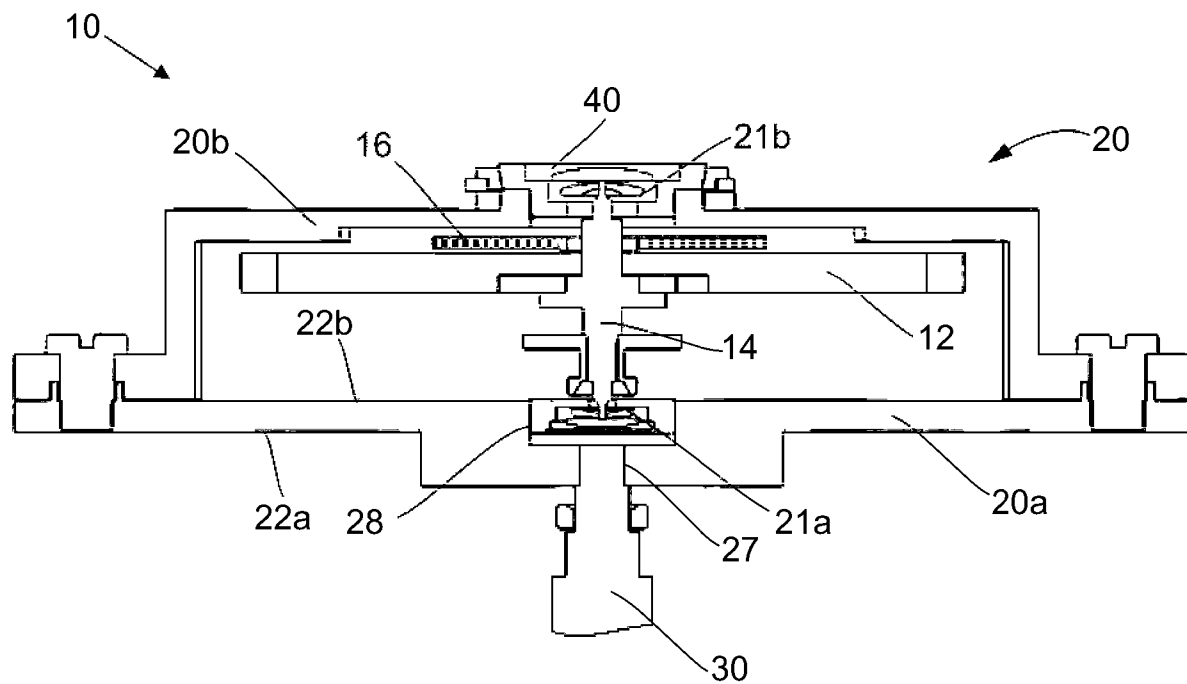


Fig. 3

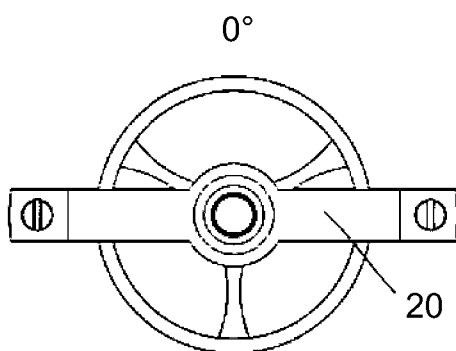


Fig. 4a

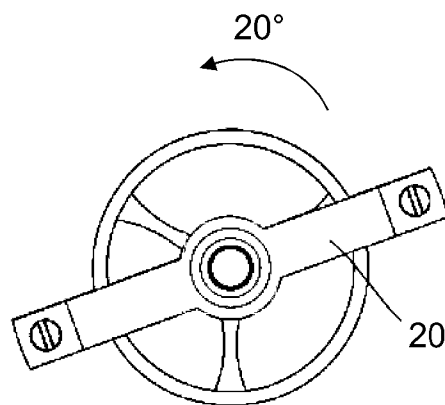


Fig. 4b

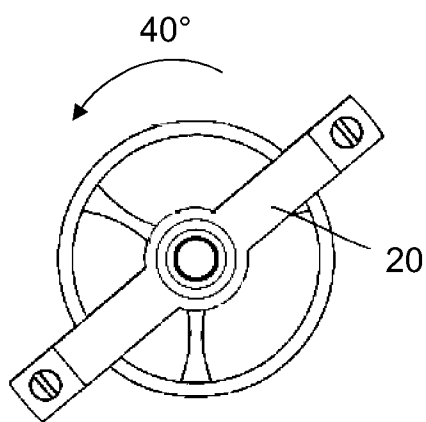


Fig. 4c