(19) CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH 716 525 A1**

(51) Int. Cl.: ***G04B 17/32*** *(2006.01)*
***G04B 15/14*** *(2006.01)*
***G04B 17/04*** *(2006.01)*
***G04B 17/06*** *(2006.01)*

**Demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein**
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

# (12) DEMANDE DE BREVET

(21) Numéro de la demande: 01065/19

(22) Date de dépôt: 26.08.2019

(43) Demande publiée: 26.02.2021

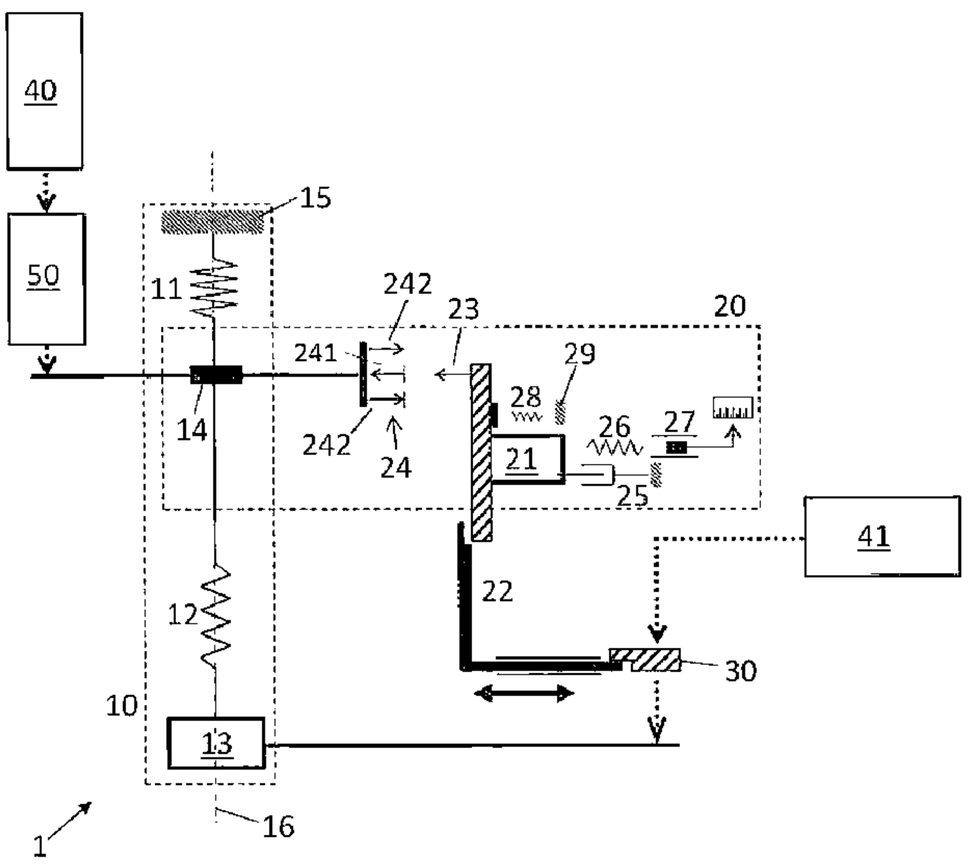
(71) Requérant:
CSEM Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique SA Recherche et Développement, rue Jaquet-Droz 1
2002 Neuchâtel (CH)

(72) Inventeur(s):
Pierre-Marcel Genequand, 1209 Genève (CH)
Grégory Musy, 1052 Le-Mont-sur-Lausanne (CH)
François Barrot, 3235 Erlach (CH)
Florent Cosandier, 2013 Colombier (CH)

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

## (54) Régulateur mécanique horloger auto-démarrant.

(57) La présente invention concerne un régulateur (1) mécanique horloger comprenant: un oscillateur (10) comprenant un organe élastique (11, 12) et un corps inertiel (13); un échappement (50) comptant les alternances de l'oscillateur (10); un mobile d'impulsion (30) mécanique alimenté par une source d'énergie (41); le régulateur (1) comprenant un détecteur d'amplitude (20) sensible à l'amplitude d'oscillation de l'oscillateur (10); le détecteur d'amplitude (20) étant également configuré pour activer le mobile d'impulsion (30) lorsque l'amplitude d'oscillation du corps inertiel (13) est nulle ou inférieure à un seuil d'amplitude d'oscillation; le mobile d'impulsion (30) transmettant son énergie à l'oscillateur (10) lorsque le mobile d'impulsion (30) est activé. Le régulateur est auto-démarrant.



## Description

### Domaine technique

**[0001]** La présente invention concerne un régulateur mécanique horloger auto-démarrant. Plus particulièrement, la présente invention concerne un régulateur comportant un oscillateur, dans lequel une quantité d'énergie est fournie à l'oscillateur au besoin, c'est-à-dire lorsque son amplitude d'oscillation est trop faible.

### Etat de la technique

**[0002]** Les régulateurs mécaniques horlogers comprenant un oscillateur à haut facteur de qualité nécessitent par définition qu'on apporte qu'une faible quantité d'énergie par alternance pour maintenir l'amplitude d'oscillation du balancier de l'oscillateur. Il parait alors possible de concevoir un mécanisme régulateur consommant très peu d'énergie. Malheureusement l'énergie qu'il faut fournir à l'échappement pour que ce type d'oscillateur atteigne une amplitude telle que le mécanisme démarre de lui-même, autrement dit qu'il soit auto-démarrant, est bien plus grande. Cette contradiction implique soit que l'on abandonne, du moins partiellement, l'avantage de la faible consommation énergétique du système, soit la propriété d'auto-démarrage du mécanisme.

**[0003]** Un oscillateur de type „à guidage flexible“, c'est-à-dire un oscillateur dont la fonction de guidage du balancier et la fonction de rappel élastique sont assurées par des lames flexibles, est un exemple d'oscillateur mécanique pouvant présenter un très haut facteur de qualité si la raideur du pivot est suffisamment élevée. Un tel oscillateur à guidage flexible est décrit dans la demande de brevet EP2911012 par la présente demanderesse. La raideur élevée du pivot flexible implique de devoir générer un couple important à la roue d'échappement pour démarrer le régulateur. Cette dernière contrainte ajoutée au fait d'une part que la fréquence d'un tel oscillateur est élevée (pour un oscillateur mécanique horloger) et d'autre part, que le couple de démarrage et le couple de fonctionnement sont identiques dans un régulateur classique, implique que la consommation énergétique sera élevée. Par opposition, le fait que ce type d'oscillateur ait un facteur de qualité élevé implique qu'il faut leur apporter que peu d'énergie à chaque alternance.

**[0004]** Une manière de résoudre cette contradiction est de ne pas apporter de l'énergie à l'oscillateur à toutes les alternances. Une façon évidente d'y parvenir est d'utiliser un échappement dit à „coup perdu“, mais ce type de système n'est pas auto-démarrant.

### Bref résumé de l'invention

**[0005]** Selon l'invention, un régulateur mécanique horloger comprend un oscillateur comportant un organe élastique et un corps inertiel pouvant osciller sous l'effet de la force de rappel de l'organe élastique; un échappement comptant les alternances de l'oscillateur; un mobile d'impulsion mécanique alimenté en énergie par une source d'énergie; le régulateur comprenant un détecteur d'amplitude sensible à l'amplitude d'oscillation de l'oscillateur; le détecteur d'amplitude étant configuré pour activer le mobile d'impulsion lorsque l'amplitude d'oscillation du corps inertiel est nulle ou inférieure à un seuil d'amplitude d'oscillation; lorsqu'il est activé, le mobile d'impulsion transmettant son énergie à l'oscillateur..

**[0006]** Dans un mode de réalisation, l'échappement est configuré pour coopérer avec un mobile d'échappement; le mobile d'impulsion transmettant son énergie sur le corps inertiel de manière à fournir au corps inertiel une amplitude d'oscillation au moins supérieure au seuil d'amplitude d'oscillation du corps inertiel. Le mobile d'impulsion peut transmettre son énergie directement sur le corps inertiel.

**[0007]** Le régulateur selon l'invention est complètement auto-démarrant (le régulateur pourra redémarrer même si l'oscillateur est complètement arrêté) et apporte une grande quantité d'énergie à l'oscillateur uniquement lorsqu'il en a besoin, c'est-à-dire lorsque son amplitude est trop basse. Cela permet de travailler avec des couples importants garantissant ainsi l'auto-démarrage sans pour autant dépenser beaucoup d'énergie.

**[0008]** L'invention apporte donc une solution à la contradiction énergétique précédemment citée en fournissant une grande quantité d'énergie à l'oscillateur, non pas à chaque alternance mais uniquement lorsque son amplitude est trop faible et une faible quantité d'énergie, voir même pas d'énergie du tout, lorsque l'amplitude du balancier est suffisante pour garantir son bon fonctionnement. Un tel mécanisme est auto-démarrant tout en ayant une consommation énergétique faible.

**[0009]** Le régulateur selon l'invention est particulièrement adapté pour des oscillateurs à haut facteur de qualité et à fréquence élevée. En effet, ces deux propriétés s'obtiennent d'une part en minimisant les pertes énergétiques au niveau du corps inertiel et d'autre part en augmentant la raideur de l'organe élastique de l'oscillateur. Dans le cas où le corps inertiel est un balancier horloger, la minimisation des pertes énergétiques est réalisée en utilisant un pivot flexible plutôt qu'un pivot frottant.

### Brève description des figures

**[0010]** Des exemples de mise en oeuvre de l'invention sont indiqués dans la description illustrée par les figures annexées dans lesquelles :

la figure 1 illustre un régulateur mécanique horloger, selon un mode de réalisation;

la figure 2 montre le régulateur, selon un autre mode de réalisation;

la figure 3 montre une vue de dessus d'une implémentation possible du régulateur, selon un mode de réalisation; et

la figure 4 montre une vue de dessous du régulateur de la figure 3.

## Exemple(s) de mode de réalisation de l'invention

**[0011]** La figure 1 montre une représentation schématique d'un régulateur mécanique horloger 1, selon un mode de réalisation. Le régulateur 1 comprend un oscillateur 10 comportant un organe élastique et un corps inertiel 13 pouvant osciller sous l'effet de la force de rappel de l'organe élastique. Dans l'exemple de la figure 1, l'organe élastique comprend un premier ressort d'oscillateur 11 connecté en série avec un second ressort d'oscillateur 12 par l'intermédiaire d'un mobile intermédiaire 14. Le premier ressort d'oscillateur 11 relie le mobile intermédiaire 14 à une base fixe 15 et le second ressort d'oscillateur 12 relie le mobile intermédiaire 14 au corps inertiel 13. Notons que l'oscillateur peut comprendre un oscillateur mécanique adapté à une pièce d'horlogerie, tel un oscillateur de type balancier-spiral dans lequel le second ressort d'oscillateur 12 est le spiral et le corps inertiel 13 est le balancier. Le régulateur 1 comprend également un échappement 50 entraîné par une première source d'énergie 40 (source d'énergie de l'échappement), par exemple par le biais d'un train d'engrenage (réduction, non représentée). L'échappement 50 compte les alternances de l'oscillateur 10. L'échappement 50 peut par exemple coopérer avec un mobile d'échappement (non illustré), tel qu'une roue d'échappement. Le régulateur 1 comprend en outre un mobile d'impulsion 30, comportant au moins un degré de liberté en rotation ou translation et étant alimenté en énergie par une seconde source d'énergie 41 (source d'énergie du mobile d'impulsion 30). La force/couple fourni au mobile d'échappement par la première source d'énergie 40 est significativement plus faible (entre 50 à 100 fois plus faible) que la force/couple fourni au mobile d'impulsion par la seconde source d'énergie 41.

**[0012]** Selon une forme d'exécution non représentée, la première source d'énergie est fournie par le biais de la seconde source d'énergie 41 couplée à une démultiplication de couple. La démultiplication de couple est configurée de manière à fournir une force ou un couple au mobile d'échappement qui est significativement plus faible (entre 50 à 100 fois plus faible) que la force ou le couple fourni au mobile d'impulsion par la seconde source d'énergie 41.

**[0013]** Le régulateur 1 comprend également un détecteur d'amplitude 20 sensible à l'amplitude d'oscillation de l'oscillateur 10. Le détecteur d'amplitude 20 et le mobile d'impulsion 30 coopèrent avec l'oscillateur 10 comme suit. Le détecteur d'amplitude 20 est configuré pour activer le mobile d'impulsion 30 lorsque l'amplitude d'oscillation du corps inertiel 13 est nulle ou inférieure à un seuil d'amplitude d'oscillation. Lorsque le mobile d'impulsion 30 est activé, le mobile d'impulsion 30 transmet son énergie à l'oscillateur 10.

**[0014]** Toujours selon la configuration particulière de la figure 1, le détecteur d'amplitude 20 comprend un mobile de détection 21 passif, c'est-à-dire ne nécessitant pas un apport d'énergie extérieur pour remplir sa fonction, pouvant se déplacer au moins selon un degré de liberté en rotation ou en translation. Le mobile de détection 21 est couplé magnétiquement à l'oscillateur 10 de sorte que le déplacement du mobile de détection 21 est défini par l'amplitude d'oscillation de l'oscillateur 10.

**[0015]** Plus particulièrement, le détecteur d'amplitude 20 comprend au moins un aimant de détection 23. De manière préférée, ce dernier est solidaire avec le mobile de détection 21, par exemple rigidement lié au mobile de détection 21. L'oscillateur 10 comprend au moins un triplet d'aimants 24. Le triplet d'aimants 24 peut également être solidaire avec l'étage intermédiaire 14, par exemple rigidement lié à l'étage intermédiaire 14. Alternativement, le détecteur d'amplitude 20 comprend le triplet d'aimants 24 tandis que l'oscillateur 10 comprend l'aimant de détection 23. Le triplet d'aimants 24 comprend un aimant central 241 et deux aimants périphériques 242, chacun ayant une polarité opposée à celle de l'aimant central 241. L'aimant de détection 23 a la même polarité que celle de l'aimant central 241.

**[0016]** En position nominale, c'est-à-dire lorsque le corps inertiel 13 est dans sa position de repos et que l'amplitude d'oscillation est nulle, l'aimant central 241 du triplet d'aimant 24 est aligné avec l'aimant de détection 23 du mobile de détection 21. La polarité de l'aimant central 241 est inversée par rapport à celles des deux aimants extérieurs 242 du triplet d'aimant 24. Cet arrangement d'aimants permet de générer une variation instantanée du couple/force magnétique sur le mobile de détection 21 lorsque le corps inertiel 13 oscille le long de son axe d'oscillation 16, ainsi qu'une variation moyenne du couple/force magnétique sur le mobile de détection 21 lorsque l'amplitude d'oscillation du corps inertiel 13 varie.

**[0017]** De manière préférée, le détecteur d'amplitude 20 est configuré de manière à ce que la position du mobile de détection 21 ne soit pratiquement pas sensible à la variation instantanée du couple/force magnétique et la plus sensible possible à la variation moyenne du couple/force. Le mobile de détection 21 est rendu insensible aux variations du couple/force instantanée magnétique d'une part grâce à son inertie/masse élevée et, d'autre part, grâce à un amortissement visqueux du déplacement du mobile de détection 21. Par exemple, le détecteur d'amplitude 20 peut comprendre des moyens d'amortissement représentés schématiquement dans la figure 1 par un pivot lubrifié (ou pivot visqueux) 25. Le détecteur d'amplitude 20 est donc configuré pour activer le mobile d'impulsion 30 lorsque l'amplitude d'oscillation du corps inertiel 13 est nulle ou inférieure à un seuil d'amplitude d'oscillation.

**[0018]** Dans la configuration de la figure 1, le triplet d'aimants 24 n'est pas positionné directement sur le corps inertiel 13 de l'oscillateur 10, mais sur le mobile intermédiaire 14 de faible inertie/masse.

**[0019]** Selon une forme d'exécution, le premier ressort d'oscillateur 11, qui relie le mobile intermédiaire 14 à la base fixe 15, est avantageusement nettement plus rigide que le second ressort d'oscillateur 12. La raison est que le détecteur d'amplitude 20 génère également un contre couple/force magnétique sur l'oscillateur 10 et la nature de ce couple/force est hautement non-linéaire, ce qui va dégrader considérablement l'isochronisme de l'oscillateur 10. Le fait de placer le triplet d'aimant 24 sur le mobile intermédiaire 14 de l'oscillateur 10 plutôt que sur le corps inertiel 13 permet de réduire fortement les effets néfastes sur l'isochronisme du couple/force magnétique.

**[0020]** Une diminution de l'amplitude d'oscillation de l'oscillateur 10 va donc générer un déplacement du mobile de détection 21 dans la direction de l'oscillateur 10. Le détecteur d'amplitude 20 peut alors être configuré de manière à ce que le mobile d'impulsion 30 est activé lorsque le mobile de détection 21 est déplacé à une position de seuil dans la direction de l'oscillateur 10. Autrement dit, le détecteur d'amplitude 20 est déclenché dans la position de seuil.

**[0021]** Toujours selon la configuration particulière de la figure 1, une détente 22 ayant au moins un degré de liberté collabore avec le mobile de détection 21 et se déplace avec ce dernier dans la direction de l'oscillateur 10 lorsque l'amplitude d'oscillation de l'oscillateur 10 diminue. Dans la position de seuil du mobile de détection 21 (lorsque l'amplitude d'oscillation du corps inertiel 13 devient inférieure au seuil d'amplitude d'oscillation), la détente 22 libère le mobile d'impulsion 30 qui donne alors une impulsion au corps inertiel 13. Lorsque l'amplitude d'oscillation du corps inertiel 13 est supérieure au seuil d'amplitude d'oscillation, la détente 22 bloque le mobile d'impulsion 30. Le détecteur d'amplitude de déplacement 20 est conçu de sorte à ne jamais libérer le mobile d'impulsion 30 au-dessus du seuil d'amplitude d'oscillation de l'oscillateur 10 et à toujours libérer le mobile d'impulsion 30 au-dessous de ce même seuil.

**[0022]** Selon une forme d'exécution, le détecteur d'amplitude de déplacement 20 comprend des moyens de réglage permettant de régler une amplitude seuil de l'oscillateur 10 à partir de laquelle le mobile d'impulsion 30 est activé.

**[0023]** Les moyens de réglage peuvent comprendre un ressort de réglage 26 ayant une extrémité attachée au mobile de détection 21 et l'autre extrémité attachée à un support fixe 27 durant le fonctionnement du système, mais dont la position est réglable. Le réglage peut alors être réalisé par le réglage du couple/force de précharge du ressort de réglage 26. Régler la position du support fixe 27 va donc modifier le couple/force de précharge du ressort de réglage 26 et déterminer l'amplitude seul de l'oscillateur 10.

**[0024]** Encore selon une forme d'exécution, le détecteur d'amplitude 20 peut comprendre des moyens de positionnement permettant de déterminer une position nominale du mobile de détection 21. Plus particulièrement, les moyens de positionnement comprennent un ressort de butée 28 reliant le mobile de détection 21 à une butée fixe 29, permettent de définir une position nominale du mobile de détection 21. Autrement dit, lorsque l'amplitude d'oscillation de l'oscillateur 10 augmente, le mobile de détection 21 s'éloigne de l'oscillateur et vient en contact avec le ressort de butée 28 jusqu'à venir s'appuyer contre la butée fixe 29, puis va progressivement s'en éloigner lorsque l'amplitude d'oscillation diminue. Autrement dit, lorsque le mobile de détection 21 est dans sa position nominale, le ressort de butée 28 est très proche du mobile de détection 21 mais n'est pas en contact avec ce dernier. Le ressort de butée 28 permet de s'assurer que le mobile de détection 21 ne reste pas en équilibre statique contre la butée fixe 29. Dans la configuration de la figure 1, le ressort de butée 28 et la butée fixe 29 sont placés du côté du mobile de détection 21 opposé à l'oscillateur 10.

**[0025]** Lorsque qu'il est activé, le mobile d'impulsion 30 transmet son énergie à l'oscillateur 10. De la sorte, le mobile d'impulsion 30 transmet son énergie à l'oscillateur 10 seulement quand l'amplitude de l'oscillateur 10 est trop faible. Le mobile d'impulsion 30 peut transmettre son énergie directement à l'oscillateur 10 (selon l'exemple de la figure 1 et illustré plus en détail dans la figure 3) ou indirectement via un échappement (voir figure 2).

**[0026]** Le mobile d'impulsion 30 peut également être configuré pour remettre le mobile de détection 21 dans sa position nominale et le libérer une fois l'impulsion achevée, c'est-à-dire, une fois que le mobile de détection 21 a transmis son énergie à l'oscillateur 10. Un exemple de réalisation est discuté plus bas, en lien avec les figures 3 et 4.

**[0027]** Le régulateur 1 selon l'invention peut être utilisé pour différentes applications horlogères. Selon l'application, la manière dont le mobile d'impulsion 30 va interagir avec l'oscillateur 10 peut différer.

**[0028]** Selon une forme d'exécution, le mobile d'impulsion 30 agit directement sur le corps inertiel 13 de l'oscillateur 10, c'est-à-dire, transmet son énergie directement sur le corps inertiel 13, de manière à fournit au corps inertiel 13 une amplitude d'oscillation au moins supérieure au seuil d'amplitude d'oscillation du corps inertiel 13.

**[0029]** Par exemple, l'échappement 50 du régulateur 1 selon la configuration de la figure 1 peut être non auto-démarrant. Dans ce cas, le régulateur 1 peut fonctionner comme un échappement secondaire en cas de blocage de l'échappement 50. Autrement dit, lorsque le mobile d'impulsion 30 transmet son énergie directement sur le corps inertiel 13, ce dernier retrouve une amplitude d'oscillation au moins supérieure au seuil d'amplitude d'oscillation du corps inertiel, permettant ainsi à l'échappement 50 de se débloquer (dans le cas où l'échappement 50 se bloque suite à une amplitude d'oscillation du corps inertiel 13 inférieure seuil d'amplitude d'oscillation) ou à l'échappement 50 de ne pas se bloquer (dans le cas où le mobile d'impulsion 30 maintien l'oscillation du corps inertiel 13 à une amplitude d'oscillation au moins supérieure au seuil d'amplitude d'oscillation).

**[0030]** L'échappement non auto-démarrant 50 peut, par exemple, comprendre un échappement de type Genequand (non illustré) comprenant des lames flexibles remplissant le rôle de palettes d'impulsion et de repos, coopérant avec le mobile d'échappement..

**[0031]** Selon une forme d'exécution, le premier ressort 11 correspond à un pivot flexible de type „à centre de rotation déporté“ (RCC en anglais) et le second ressort d'oscillateur 12 correspond à un pivot flexible de type Wittrick.

**[0032]** Un pivot flexible de type RCC est typiquement un pivot flexible constitué de deux lames flexibles droites comprises chacune dans des plans distincts, non parallèles, dont la droite d'intersection ne rencontre physiquement aucune des deux lames. L'axe du pivot flexible de type RCC coïncide approximativement avec la droite d'intersection entre les deux plans définis par les lames au repos (i.e. les lames non fléchies).

**[0033]** Un pivot de type Wittrick est un pivot flexible constitué de deux lames flexibles droites se croisant à un angle compris entre 60° et 120°, typiquement à 90° ; les lames flexibles d'un pivot Wittrick sont séparées physiquement par un plan orthogonal à leurs propres plans ; les lames flexibles d'un pivot Wittrick se croisent avec un rapport de croisement compris entre 6% et 18%, typiquement de 12,5% ; l'axe d'un pivot de type Wittrick coïncide approximativement avec la droite d'intersection entre les deux plans définis par les lames flexibles au repos (c'est-à-dire les lames non fléchies). Un exemple d'un pivot de type Wittrick est décrit dans la demande de brevet européenne EP2911012

**[0034]** L'échappement Genequand, du nom de son inventeur, est un échappement de type Grasshopper ayant les spécificités suivantes : un pivot flexible, typiquement de type RCC, assure le pivotement de l'ancre ; un pivot flexible, typiquement de type Wittrick, assure le pivotement de l'oscillateur ; des lames flexibles portées par l'ancre remplissent le rôle de palettes d'impulsion et de repos ; l'oscillateur est porté par l'ancre (c.-à-d. le pivot Wittrick de l'oscillateur est monté en série avec le pivot RCC de l'ancre ).. Des exemples d'implémentation de l'échappement Genequand sont décrits dans les brevets européens EP1736838 et EP2090941.

**[0035]** Le régulateur 1 selon la configuration de la figure 1 peut être utilisé en parallèle avec un système d'échappement classique qui n'est pas auto-démarrant (par exemple, en tant qu'échappement secondaire). Un système d'échappement intrinsèquement bloquant (par exemple un échappement Genequand) peut donc devenir auto-démarrant tout en augmentant que très faiblement la consommation énergétique de l'ensemble, notamment grâce à l'absence de contact dans le détecteur d'amplitude 20, pour autant que le système ne doivent pas redémarrer trop souvent (i.e. ne doivent pas débloquer l'échappement 50 et relancer les oscillations du corps inertiel 30 trop souvent).

**[0036]** Dans le cas où le mobile de détection 21 est une roue, il peut être avantageux de coupler le mobile de détection 21 avec une seconde roue 60 (voir la figure 3) dite d'équilibrage pour rendre l'ensemble insensible aux chocs en rotation. De plus ces deux roues 21, 60 doivent être équilibrées (centre de masse au centre de rotation) de sorte que le détecteur d'amplitude 20 ne soit pas perturbé par des chocs linéaires. L'inertie de la roue d'équilibrage 60 rapportée au mobile de détection 21 est avantageusement sensiblement identique à l'inertie du mobile de détection.

**[0037]** La figure 2 montre le régulateur 1 selon un autre mode de réalisation. Dans cette configuration, le régulateur 1 peut être utilisé comme un régulateur du couple à la roue 32 d'un échappement 50 dans un mouvement horloger classique. Dans ce cas, le mobile d'impulsion 30 agit sur une roue d'échappement 32 (par exemple, le mobile d'impulsion 30 transmet son énergie à la roue d'échappement 32) qui elle-même transmet son énergie directement, ou indirectement via une ancre (non représentée), à l'oscillateur 10. Dans cette implémentation, sans l'action du mobile d'impulsion 30, le couple à la roue d'échappement 32 serait très faible ce qui l'empêcherait de rattraper l'oscillateur 10 et de réaliser son impulsion. Dans ce dernier cas, l'impulsion a alors lieu uniquement lorsque le mobile d'impulsion 30 est libéré et transmet son couple à la roue d'échappement 32. Cette dernière a alors suffisamment de couple pour rattraper l'oscillateur 10 et lui transmettre son énergie. Dans cette configuration et contrairement à la configuration de la figure 1, la première source d'énergie 40 n'alimente pas du tout l'oscillateur 10 qui est uniquement alimenté par la seconde source d'énergie 41 via le mobile d'impulsion 30. La première source n'énergie 40 ne sert donc qu'à faire tourner la roue d'échappement 32 pour compter les oscillations de l'oscillateur 10, d'actionner le train d'engrenage et les aiguilles de la montre du mouvement horloger.

**[0038]** Dans la configuration du régulateur 1 de la figure 2, et contrairement à la configuration de la figure 1, les déclenchements du mobile d'impulsion 30 se font de manière plus régulière et fréquente (typiquement 10'000 impulsions par jours pour la configuration de la figure 2 contre 1 ou 2 par jour pour la configuration de la figure 1). Ceci implique qu'un déclenchement du détecteur d'amplitude 20 doit perturber le moins possible l'oscillateur 10. A cette fin, le détecteur d'amplitude 20 comporte un aimant fixe 243, en plus de l'aimant de détection 23 (ou du triplet d'aimants 24, selon la configuration). L'aimant fixe 243 a la même polarité que l'aimant de détection 23. De la sorte, lorsque le détecteur d'amplitude 20 est déclenché, le mobile de détection 21 s'éloigne du triplet d'aimants 24 (ou de l'aimant de détection 23, selon la configuration) au lieu de s'en rapprocher, comme dans l'exemple de la figure 1. Notons que l'aimant de détection 23 a une polarité opposée à celle de l'aimant central 241 de sorte que mobile de détection 21 s'éloigne de l'oscillateur 10 lorsque l'amplitude d'oscillation de l'oscillateur 10 diminue. Notons également que la première partie de l'éloignement de l'aimant de détection 23 peut être accomplie uniquement grâce à l'interaction avec le triplet d'aimants 24. Par contre, la libération du mobile d'impulsion 30 demande une certaine force/couple à cause du frottement entre le mobile d'impulsion 30 et la détente 22. Comme dans l'implémentation de la figure 2 les aimants 23, 24 s'éloignent les uns des autres, le couple/force magnétique peut ne pas être suffisant pour libérer le mobile d'impulsion 30. L'aimant fixe 243 permet d'assurer la libération

du mobile d'impulsion 30. Ainsi, lorsque le détecteur d'amplitude 20 est déclenché, le couple magnétique perturbateur sur l'oscillateur 10 diminue au lieu d'augmenter de manière critique. En effet, le couple magnétique appliqué sur le mobile intermédiaire 14 peut être tel que ce mobile peut être pratiquement stoppé dans son oscillation. Cet effet est négligeable dans le cas de la configuration de la figure 1 où le mobile d'impulsion 30 ne se déclenche que 1 ou 2 fois par jour (idéalement même moins). Le ressort de butée 28 et la butée fixe 29 peuvent être avantageusement placés du même côté du mobile de détection 21 que l'oscillateur 10. La polarité des aimants central 241 et périphériques 242 du triplet 24 est inversée par rapport à la polarité de ces aimants dans le cas de la configuration de la figure 1.

**[0039]** Dans le cas du régulateur 1 selon la configuration de la figure 2, une forte impulsion du mobile d'impulsion 30 présente l'avantage d'être mieux maîtrisée qu'une petite impulsion. Cela implique que le défaut d'isochronisme induit par l'impulsion du mobile d'impulsion 30 sera plus stable et mieux défini. Il sera alors plus simple de compenser la perturbation d'isochronisme générée par l'impulsion.

**[0040]** Un autre avantage substantiel du régulateur 1 selon la configuration de la figure 2 dans le cas où l'oscillateur 10 serait de type à guidage flexible, est le fait de pouvoir utiliser des pivots flexibles plus rigides que pour un régulateur doté d'un échappement mécanique conventionnel auto-démarrant, ce qui permet, indirectement, d'augmenter la masse du corps inertiel 13 sans pour autant sacrifier la différence de marche en plat-pendu. Ainsi les dimensions du corps inertiel 13 peuvent être plus petites et donc l'oscillateur 10 moins encombrant. De même, un pivot flexible plus rigide implique que les lames élastiques qui le composent seront moins élancées (rapport épaisseur/hauteur de lame) ce qui est favorable pour la linéarité du couple de rappel élastique de l'oscillateur 10. Finalement, à une amplitude donnée, un oscillateur doté d'un pivot flexible plus rigide a une énergie interne également plus grande. Un tel oscillateur est moins perturbé au porter.

**[0041]** La figure 3 montre une vue de dessus d'une implémentation possible du régulateur 1 et la figure 4 montre un vue de dessous de cette implémentation. Le régulateur 1 est utilisé pour rendre auto-démarrant un système d'échappement (non-représenté) qui ne l'est pas en l'absence du régulateur 1 (tel que la configuration de la figure 1). Dans l'exemple de la figure 3, l'oscillateur 10 comprend un oscillateur rotatif pour pièce d'horlogerie dans lequel le corps inertiel 13 est une serge, et dans lequel le premier ressort d'oscillateur 11 est un pivot flexible de type RCC comprenant 4 lames et le second ressort d'oscillateur 12 est un pivot flexible de type Wittrick comprenant deux lames. Le pivot Wittrick 12 relie la serge 13 au mobile intermédiaire 14, lui-même lié à la base 15 par l'intermédiaire du pivot RCC 11. La base 15 est destinée à permettre l'assemblage de l'oscillateur 10 sur un bâti (non représenté) d'une montre mécanique. L'échappement non auto-démarrant qui n'est pas représenté en détail dans les figures 3 et 4 peut, par exemple, être un échappement tel que décrit dans les brevets européens EP1736838 et/ou EP2090941. Par exemple, cet échappement non auto-démarrant peut comporter une ancre dont les deux palettes sont constituées chacune d'une lame flexible. L'ancre peut être pivotée par un pivot constitué d'un guidage flexible en rotation de type RCC (Remote Compliance Center) et porter un balancier pivoté en rotation par un guidage flexible de type Wittrick tel que décrit dans le brevet EP2911012.

**[0042]** Le mobile d'impulsion 30 comprend une roue comportant une dent de blocage 33 à sa périphérie. La détente 22 est formée d'une partie rigide pivotante sur un axe 220 et comportant une dent de détente 221 venant en prise avec la dent de blocage 33 de manière à bloquer le mobile d'impulsion 30.

**[0043]** Le mobile de détection 21 du détecteur d'amplitude 20 est une roue rigidement montée sur un axe guidé par un pivot 25. Ce pivot 25 est lubrifié de sorte de limiter les frottements secs et d'amortir les oscillations du mobile de détection 21 afin de le rendre moins sensible aux variations de couple instantanée. En fonctionnement normal ces variations de couples instantanées sont de nature magnétique et sont générées par les interactions entre l'aimant de détection 23 et le triplet d'aimants 24. Cependant, des variations de couple instantanée peuvent aussi être générées par la combinaison d'un balourd du mobile de détection 21 et d'un choc extérieur ou d'un changement d'orientation de la gravité. Le ressort de réglage 26 est lié d'une part à l'axe (pivot) 25 du mobile de détection 21 et d'autre part à un système de réglage de la pré-charge du ressort (non-représenté). Le mobile de détection 21 comprend également un aimant de détection 23 et le triplet d'aimants 24 est placé sur le mobile intermédiaire 14 de l'oscillateur 10.

**[0044]** Lorsque l'amplitude d'oscillation du corps inertiel 13 de l'oscillateur 10 diminue, le mobile de détection 21, couplé magnétiquement à l'oscillateur 10, pivote dans le sens horaire (indiqué par la flèche dans la figure 3) de façon à ce que l'aimant de détection 23 se rapproche du triplet d'aimants 24. Lorsque l'amplitude d'oscillation du corps inertiel 13 devient inférieure au seuil d'amplitude d'oscillation, le mobile de détection 21 est pivoté suffisamment (à la position de seuil) pour qu'un premier ergot 222 du mobile de détection 21 vienne s'appuyer contre la détente 22 et la pivote de manière à écarter la dent de détente 221 de la dent de blocage 33, libérant le mobile d'impulsion 30. Une fois libéré, le mobile d'impulsion 30 pivote dans le sens horaire indiqué par la flèche de la figure 3. Le mobile d'impulsion 30 est muni d'un plan d'impulsion 34 qui rencontre une goupille d'impulsion 17 située sur le corps inertiel 13 de l'oscillateur 10 et ce, peu importe la position angulaire du corps inertiel 13 pour autant que son amplitude soit égale ou inférieure à l'amplitude du seuil de déclenchement. Le plan d'impulsion 34 va pousser le corps inertiel 13 à une position angulaire minimum par l'intermédiaire de la goupille d'impulsion 17, de manière à débloquer le mécanisme d'échappement 50. Une fois que l'impulsion donnée par le plan d'impulsion 34 sur le corps inertiel 13 est achevée, le mobile d'impulsion 30 va poursuivre sa rotation et le plan 35 du mobile d'impulsion 30 va pousser le mobile de détection 21 via un plan de réinitialisation 223 du mobile de détection 21, de sorte à repositionner le mobile de détection 21 dans sa position initiale. A noter que cette phase de repositionnement du mobile de détection 21 pourrait tout aussi bien se faire avant l'impulsion du mobile d'impulsion 30 sur le corps inertiel 13. Finalement le mobile de détection 21 va achever sa rotation en se bloquant sur la dent de détente 221.

**[0045]** Le détecteur d'amplitude 20 comporte également des moyens de positionnement permettant de déterminer la position nominale du mobile de détection 21. Plus particulièrement, le détecteur d'amplitude 20 comprend un ressort de butée 28 prenant la forme d'une lame ressort qui vient en appui sur la butée fixe 29. Le mobile de détection 21 comprend un second ergot 281 solidaire du mobile de détection 21 qui vient en appui contre la lame du ressort de butée 28 lorsque l'amplitude d'oscillation de l'oscillateur augmente et que mobile de détection 21 pivote dans le sens anti-horaire. Le mobile de détection 21 est en permanence engrené, via une denture 210, à un pignon 61 solidaire de la roue d'équilibrage 60 qui a pour but d'empêcher une fausse détection lorsqu'un choc en rotation s'exerce sur le régulateur 1. A cette fin, l'inertie de la roue d'équilibrage 60 rapportée au mobile de détection 21 doit être identique à l'inertie du mobile de détection.

**[0046]** Le régulateur 1 selon l'invention est particulièrement adapté pour des oscillateurs à haut facteur de qualité et à fréquence élevée. En effet, ces deux propriétés s'obtiennent d'une part en minimisant les pertes énergétiques au niveau du corps inertiel 13; par exemple dans le cas où le corps inertiel 13 est un balancier, en utilisant un pivot flexible plutôt qu'un pivot frottant. D'autre part, ces deux propriétés peuvent être obtenues en augmentant la raideur de l'organe élastique 11, 12 de l'oscillateur 10 (par exemple, les premier et second ressorts d'oscillateur 11, 12).

## Numéros de référence employés sur les figures

**[0047]**

| | |
|---|---|
| 1 | régulateur |
| 10 | oscillateur |
| 11 | premier ressort d'oscillateur, organe élastique |
| 12 | second ressort d'oscillateur, organe élastique |
| 13 | corps inertiel, masse/inertie, balancier |
| 14 | mobile intermédiaire |
| 15 | base |
| 16 | axe d'oscillation |
| 17 | goupille d'impulsion |
| 20 | détecteur d'amplitude |
| 21 | mobile de détection |
| 210 | denture |
| 22 | détente |
| 220 | axe |
| 221 | dent de détente |
| 222 | premier ergot |
| 223 | plan de réinitialisation |
| 23 | aimant de détection |
| 24 | triplet d'aimants |
| 241 | aimant central |
| 242 | aimant périphérique |
| 243 | aimant fixe |
| 25 | pivot lubrifié |
| 26 | ressort de réglage |
| 27 | support fixe |
| 28 | ressort de butée |
| 281 | second ergot |
| 29 | butée fixe |
| 30 | mobile d'impulsion |
| 32 | roue d'échappement |
| 33 | dent de blocage |
| 34 | plan d'impulsion du mobile d'impulsion |
| 35 | plan du mobile d'impulsion |
| 40 | première source d'énergie |
| 41 | seconde source d'énergie |
| 50 | échappement primaire |
| 60 | roue d'équilibrage |
| 61 | pignon |

## Revendications

1. Régulateur (1) mécanique horloger comprenant:
   un oscillateur (10) comprenant un organe élastique (11, 12) et un corps inertiel (13) pouvant osciller sous l'effet de la force de rappel de l'organe élastique (11, 12);
   un échappement (50) comptant les alternances de l'oscillateur (10);

un mobile d'impulsion (30) mécanique alimenté en énergie par une source d'énergie (41);
caractérisé en ce que
le régulateur (1) comprend un détecteur d'amplitude (20) sensible à l'amplitude d'oscillation de l'oscillateur (10);
le détecteur d'amplitude (20) étant configuré pour activer le mobile d'impulsion (30) lorsque l'amplitude d'oscillation du corps inertiel (13) est nulle ou inférieure à un seuil d'amplitude d'oscillation;
quand il est activé, le mobile d'impulsion (30) transmettant son énergie à l'oscillateur (10).

2. Régulateur (1) selon la revendication 1,
dans lequel l'organe élastique comprend un premier ressort d'oscillateur (11) connecté en série avec un mobile intermédiaire (14) et un second ressort d'oscillateur (12), le second ressort d'oscillateur (12) étant connecté au corps inertiel (13).

3. Régulateur (1) selon la revendication 1 ou 2,
dans lequel le détecteur d'amplitude (20) comprend un mobile de détection (21) pouvant se déplacer au moins selon un degré de liberté en rotation ou en translation, le mobile de détection (21) étant couplé à l'oscillateur (10) de manière à ce que la position linéaire ou angulaire du mobile de détection (21) est déterminé par l'amplitude d'oscillation de l'oscillateur (10).

4. Régulateur (1) selon la revendication 3,
dans lequel le mobile de détection (21) est couplé à l'oscillateur (10) par l'intermédiaire d'un couplage magnétique (23, 24).

5. Régulateur (1) selon la revendication 4,
dans lequel le couplage magnétique comprend au moins un aimant de détection (23) solidaire du mobile de détection (21) et un aimant d'oscillateur (24) solidaire de l'oscillateur (10).

6. Régulateur (1) selon la revendication 5,
dans lequel l'aimant d'oscillateur (24) comprend un aimant central (241) et deux aimants périphériques (242) ayant une polarité opposée à la polarité de l'aimant central (241).

7. Régulateur (1) selon l'une des revendications 1 à 6,
dans lequel le détecteur d'amplitude (20) comprend des moyens d'amortissement visqueux.

8. Régulateur (1) selon la revendication 7,
dans lequel lesdits moyens d'amortissement visqueux comprennent un pivot lubrifié (25).

9. Régulateur (1) selon l'une des revendications 3 à 8,
dans lequel le détecteur d'amplitude (20) comprend une détente (22) collaborant avec le mobile de détection (21) et se déplaçant avec ce dernier, la détente (22) bloquant le mobile d'impulsion (30) lorsque l'amplitude d'oscillation du corps inertiel (13) est supérieure au seuil d'amplitude d'oscillation et libérant le mobile d'impulsion (30) lorsque l'amplitude d'oscillation du corps inertiel (13) est nulle ou inférieure au seuil d'amplitude d'oscillation.

10. Régulateur (1) selon l'une des revendications 3 à 9,
dans lequel le détecteur d'amplitude (20) comprend des moyens de réglage permettant de régler une amplitude seuil de l'oscillateur (10) en dessous de laquelle le mobile d'impulsion (30) est libéré par le mobile de détection (21).

11. Régulateur (1) selon la revendication 10,
dans lequel lesdits moyens de réglage comprennent un ressort de réglage (26) ayant une extrémité attachée au mobile de détection (21) et l'autre extrémité attachée à un support fixe (27) dont la position est réglable.

12. Régulateur (1) selon l'une des revendications 3 à 11,
dans lequel le détecteur d'amplitude (20) comprend des moyens de positionnement permettant de déterminer une position nominale du mobile de détection (21).

13. Régulateur (1) selon la revendication 12,
dans lequel lesdits moyens de positionnement comprennent une butée fixe (29) et un ressort de butée (28), ce dernier venant s'appuyer contre la butée fixe (29) lorsque le mobile de détection (21) est en position nominale.

14. Régulateur (1) selon l'une des revendications 1 à 13,
dans lequel le mobile d'impulsion (30) comporte au moins un degré de liberté en rotation ou translation.

15. Régulateur (1) selon l'une des revendications 12 à 14
dans lequel le mobile d'impulsion (30) est configuré pour remettre le mobile de détection (21) dans sa position nominale, une fois que le mobile d'impulsion (30) est activé.

16. Régulateur (1) selon l'une des revendications 1 à 15
dans lequel l'échappement (50) est configuré pour coopérer avec un mobile d'échappement; et
dans lequel le mobile d'impulsion (30) transmet son énergie directement sur le corps inertiel (13) de manière à fournir au corps inertiel (13) une amplitude d'oscillation au moins supérieure au seuil d'amplitude d'oscillation du corps inertiel (13).

17. Régulateur (1) selon la revendication 16,

dans lequel l'échappement (50) est non auto-démarrant, et
dans lequel le régulateur (1) fonctionne comme un échappement secondaire en cas de blocage de l'échappement (50).

18. Régulateur (1) selon la revendication 17,
dans lequel l'échappement (50) est de type Genequand, comprenant des lames flexibles configurées pour coopérer avec le mobile d'échappement.

19. Régulateur (1) selon la revendication 18,
dans lequel l'échappement (50) comprend un pivot flexible de type Wittrick assurant le pivotement de l'oscillateur (10).

20. Régulateur (1) selon les revendications 2 et 19,
dans lequel le premier ressort (11) correspond au pivot flexible de type à centre de rotation déporté et le second ressort d'oscillateur (12) correspond au pivot flexible de type Wittrick.

21. Régulateur (1) selon les revendications 16 ou 17,
dans lequel l'oscillateur (10) comprend un oscillateur de type balancier-spiral, dans lequel le second ressort d'oscillateur (12) correspond au spiral et le corps inertiel (13) correspond au balancier.

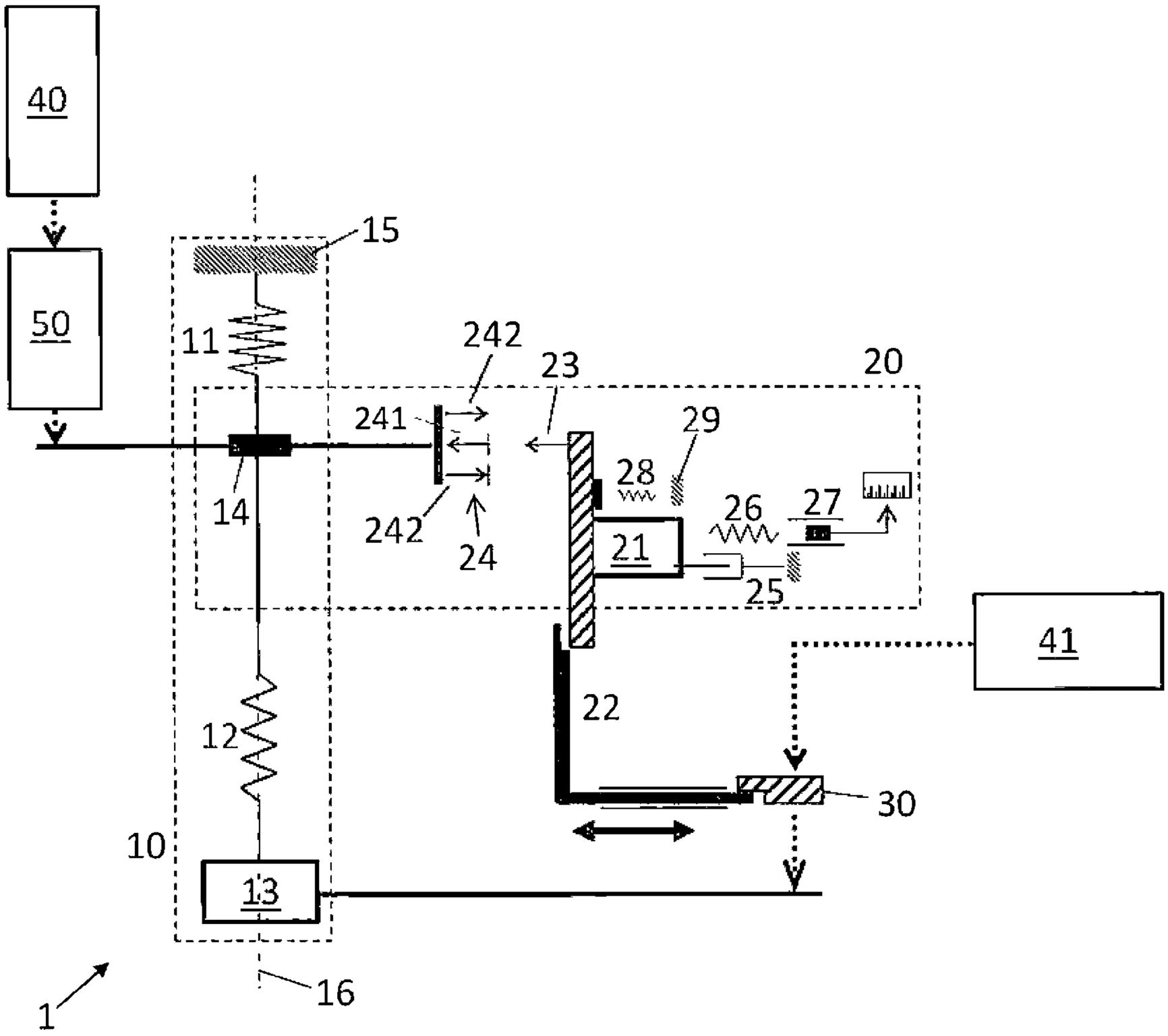

40
50
15
11
242
23
20
241
29
28
14
242
24
26
27
21
25
41
22
12
30
10
13
1
16

Fig. 1

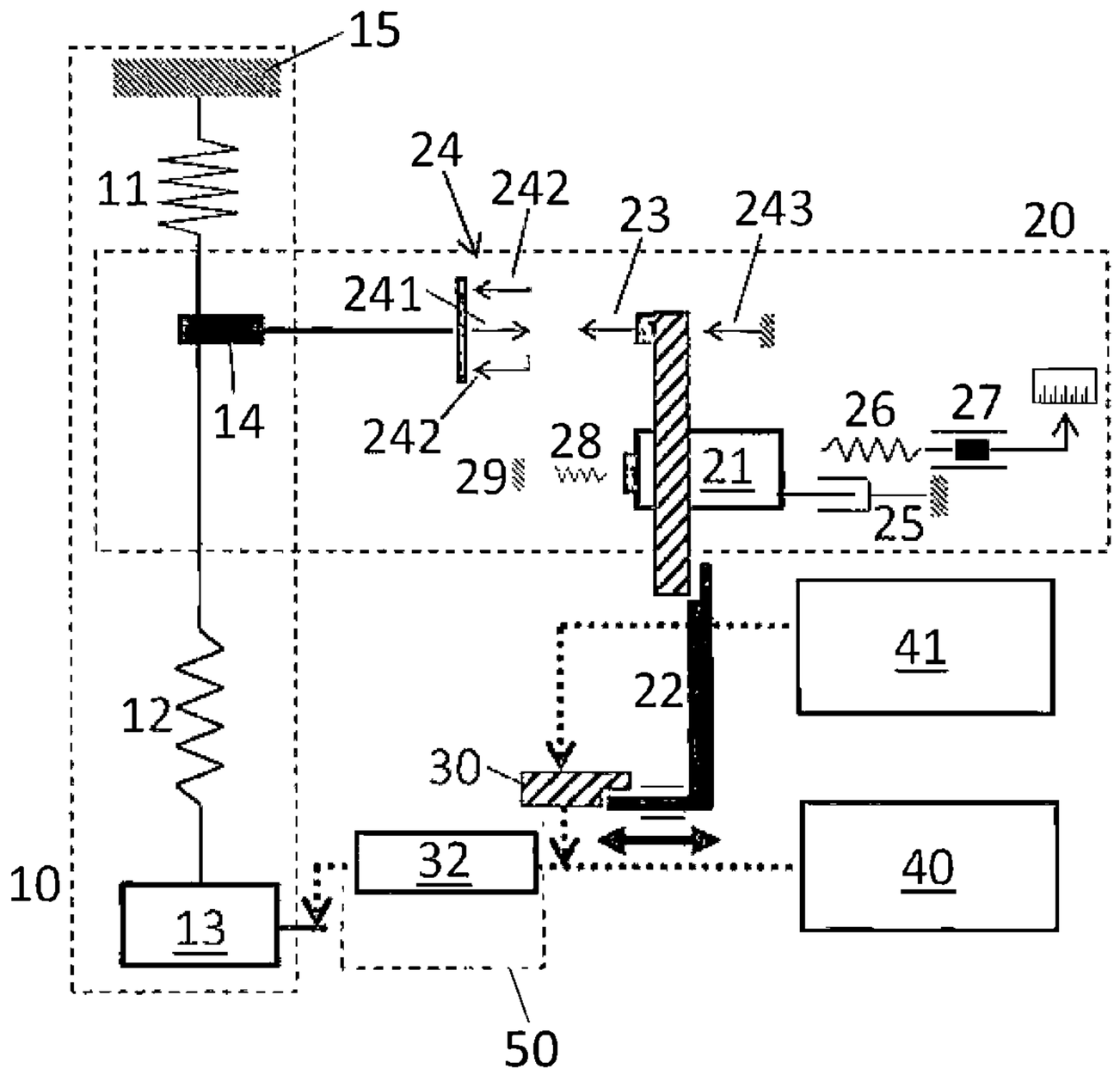

15
11
24
242
23
243
20
241
14
242
29
28
21
26
27
25
41
22
12
30
32
40
10
13
50

Fig. 2

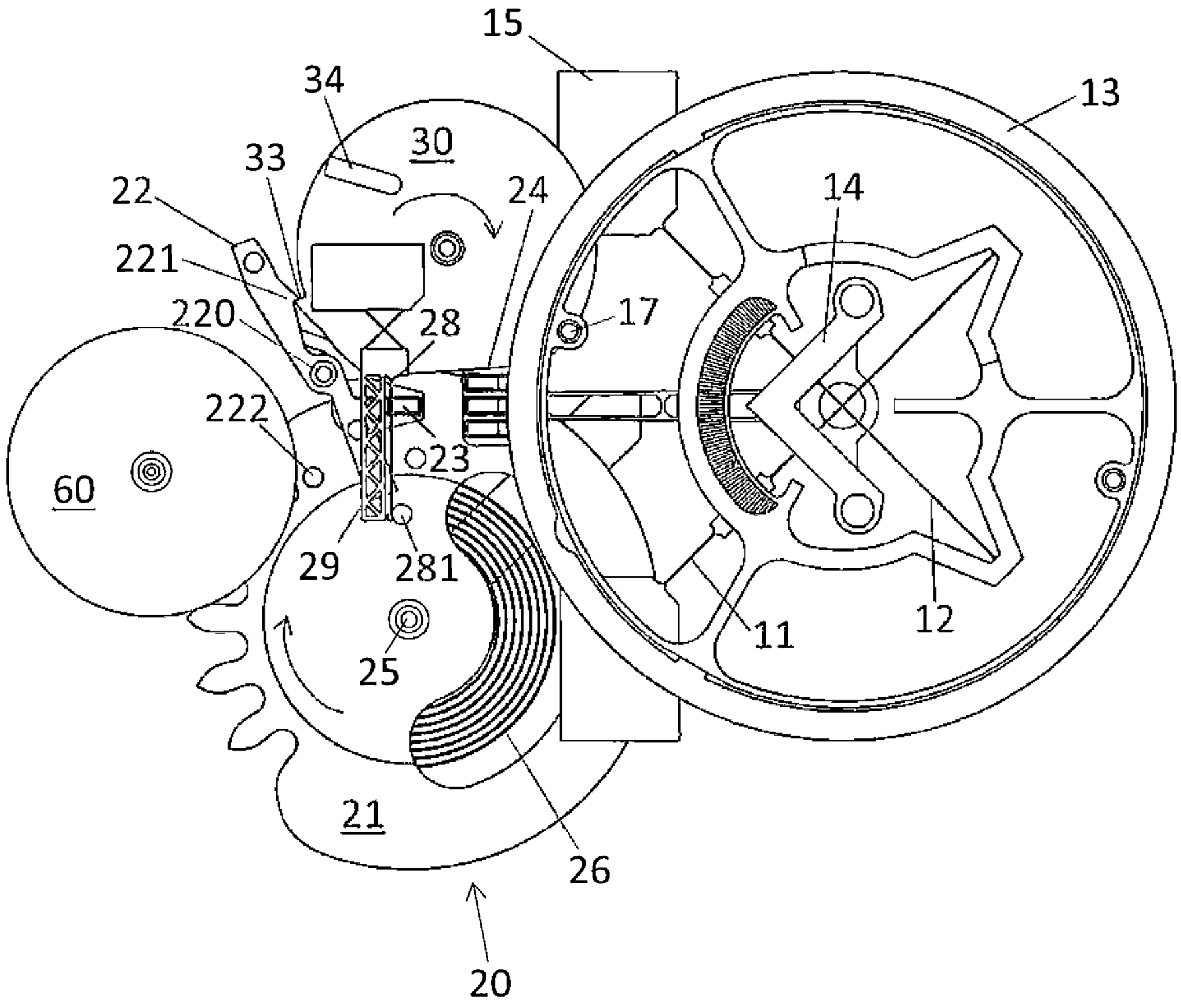

15
34
13
30
33
22
24
14
221
17
220
28
222
23
60
29
281
11
12
25
21
26
20

Fig. 3

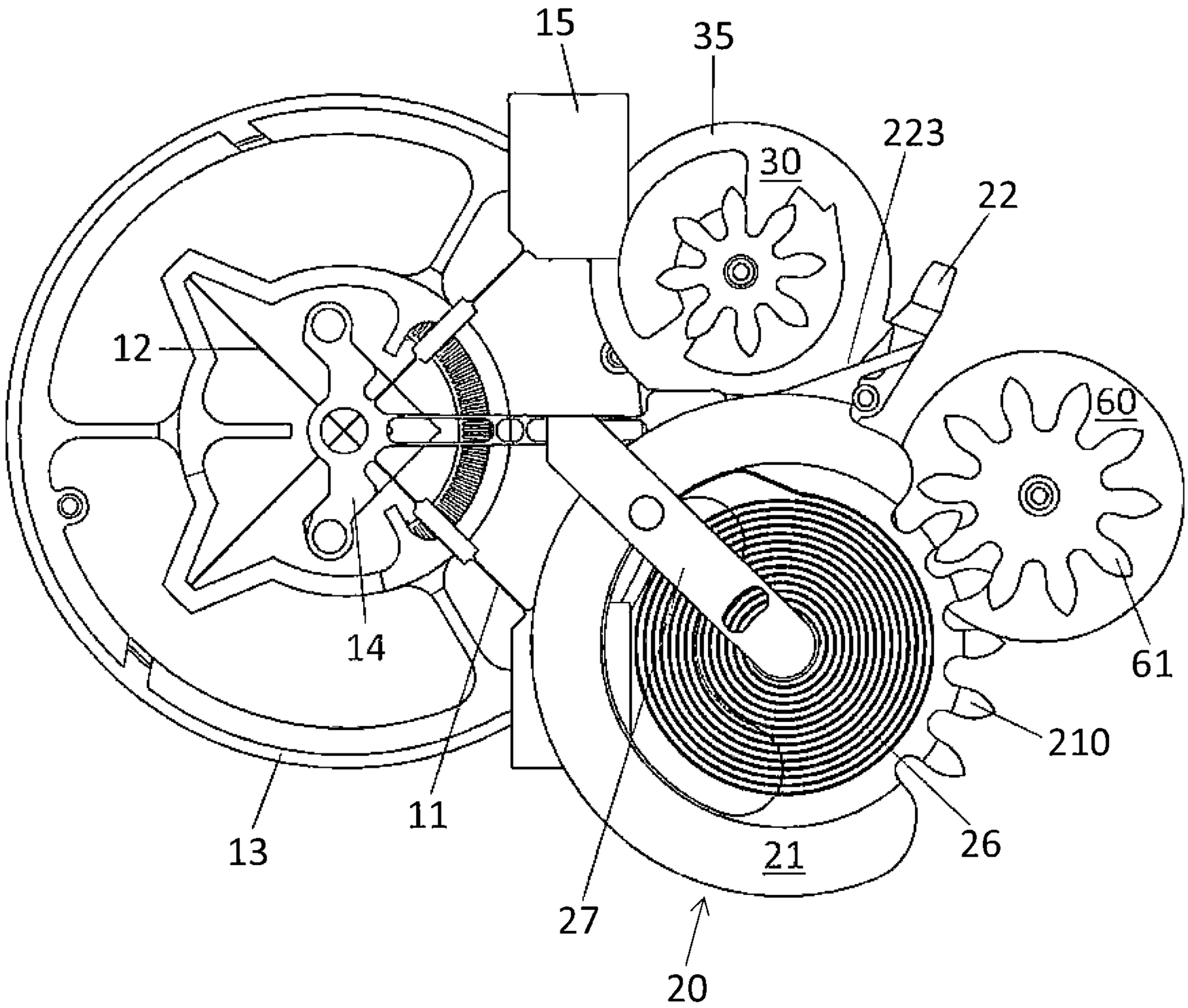



Fig. 4

# TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

## RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

| IDENTIFICATION DE LA DEMANDE INTERNATIONALE | COTE DU DOSSIER DU DEPOSANT OU DU MANDATAIRE |
|---|---|
| | CSEM-129-CH |
| Demande nationale n° | Date du dépôt |
| 10652019 | 26-08-2019 |
| Pays du dépôt | Date de priorité revendiquée |
| CH | |
| Déposant (Nom) | |
| CSEM Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique SA Recherche et Développement | |
| Date de la requête d'une recherche de type international | Numéro donné par l'administration chargée de la recherche internationale à la requête d'une recherche de type international |
| 13-11-2019 | SN74848 |

I. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE (en cas de plusieurs symboles de la classification, les indiquer tous)

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

Voir rapport de recherche

II. DOMAINES RECHERCHES

Documentation minimale consultée

| Système de classification | Symboles de la classification |
|---|---|
| IPC | Voir rapport de recherche |

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents font partie des domaines consultés

III. ☐ IL A ETE ESTIME QUE CERTAINES REVENDICATIONS NE POUVAIENT FAIRE L'OBJET D'UNE RECHERCHE (Observations sur la feuille supplémentaire)

IV. ☐ ABSENCE D'UNITE DE L'INVENTION (Observations sur la feuille supplémentaire)

Form PCT/ISA 201 A (11/2000)

# RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Demande de recherche No
CH 10652019

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. G04B15/12 G04B17/26 G04C3/06 G04C5/00
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
G04C G04B G04G

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

| Catégorie* | Documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents | no. des revendications visées |
|---|---|---|
| X<br>A | CH 422 656 A (OMEGA BRANDT & FRERES SA LOUIS [CH]) 30 juin 1966 (1966-06-30)<br>* le document en entier * | 1,3-6,<br>16,17<br>2,7-15,<br>18-21 |
| A | CH 713 636 A2 (SWATCH GROUP RES & DEV LTD [CH]) 28 septembre 2018 (2018-09-28)<br>* page 1, alinéa 0027-0044 - page 3; revendication 1; figures 1-5 * | 1 |
| A | EP 2 290 476 A1 (SUISSE ELECTRONIQUE MICROTECH [CH]) 2 mars 2011 (2011-03-02)<br>* alinéa [0016]; figures 2,13 * | 1 |
| A | WO 2008/011738 A2 (DETRA SA [CH]; TU XUAN MAI [CH]; SCHWAB MICHEL [CH])<br>31 janvier 2008 (2008-01-31)<br>* page 3 - page 8 * | 1 |

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

| Date à laquelle la recherche de type international a été effectivement achevée | Date d'expédition du rapport de recherche de type international |
|---|---|
| 21 février 2020 | 10-03-2020 |
| Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale<br>Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016 | Fonctionnaire autorisé<br>Camatchy Toppé, A |

Formulaire PCT/ISA/201 (deuxième feuille) (janvier 2004)

# RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande de recherche n°
CH 19652019

| Document brevet cité au rapport de recherche | Date de publication | Membre(s) de la famille de brevet(s) | Date de publication |
|---|---|---|---|
| CH 422656 A | 30-06-1966 | CH 422656 A | 30-06-1966 |
| | | CH 968861 A4 | 30-06-1966 |
| | | DE 1523991 A1 | 26-06-1969 |
| | | GB 1009209 A | 10-11-1965 |
| CH 713636 A2 | 28-09-2018 | AUCUN | |
| EP 2290476 A1 | 02-03-2011 | EP 2290476 A1 | 02-03-2011 |
| | | US 2011044139 A1 | 24-02-2011 |
| WO 2008011738 A2 | 31-01-2008 | AT 507509 T | 15-05-2011 |
| | | CH 697273 B1 | 31-07-2008 |
| | | CN 101495923 A | 29-07-2009 |
| | | EP 2044498 A2 | 08-04-2009 |
| | | JP 5171821 B2 | 27-03-2013 |
| | | JP 2009544945 A | 17-12-2009 |
| | | US 2009185456 A1 | 23-07-2009 |
| | | WO 2008011738 A2 | 31-01-2008 |

Formulaire PCT/ISA/210 (annexe - famille de brevets) (janvier 2004)