

(19)



(11)

EP 3 118 693 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
09.05.2018 Bulletin 2018/19

(51) Int Cl.:
G04B 18/00 (2006.01) **G04D 7/08** (2006.01)
G04D 7/12 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **15176957.7**

(22) Date de dépôt: **16.07.2015**

(54) **MÉCANISME DE RÉGLAGE DE MARCHE D'UN OSCILLATEUR D'HORLOGERIE**

EINSTELLMECHANISMUS DES GANGS EINES OSZILLATORS EINER UHR

MECHANISM FOR REGULATING THE RATE OF A CLOCK OSCILLATOR

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

(43) Date de publication de la demande:
18.01.2017 Bulletin 2017/03

(73) Titulaire: **The Swatch Group Research and
Development Ltd.
2074 Marin (CH)**

(72) Inventeur: **Paratte, Lionel
2000 Neuchâtel (CH)**

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

(56) Documents cités:
**EP-A1- 2 410 386 WO-A2-2015/140332
CH-A- 504 030 FR-A- 1 345 549
JP-A- S5 238 254 JP-A- 2013 195 297**

EP 3 118 693 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

Domaine de l'invention

[0001] L'invention concerne un microsystème de réglage de marche d'un oscillateur d'horlogerie, comportant au moins une roue-masselotte agencée pour pivoter par rapport à une plaque de base que comporte ledit microsystème, ladite roue-masselotte comportant un balourd excentrique et comportant une denture, ledit microsystème comportant au moins un actionneur agencé pour entraîner une roue de commande, un levier, ou une roue à cliquet, ledit cliquet actif étant agencé pour entraîner ladite denture, et ledit microsystème comportant au moins un moyen d'arrêt en position de ladite denture.

[0002] L'invention concerne encore un oscillateur d'horlogerie comportant au moins un tel microsystème.

[0003] L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie, comportant au moins un tel oscillateur.

[0004] L'invention concerne encore une montre comportant au moins un tel microsystème ou un tel oscillateur.

[0005] L'invention concerne encore un dispositif de réglage de marche d'un oscillateur d'horlogerie, comportant au moins une telle montre.

[0006] L'invention concerne le domaine du réglage des oscillateurs d'horlogerie, plus particulièrement pour des mouvements mécaniques.

Arrière-plan de l'invention

[0007] L'ajustement de la marche d'une montre mécanique est une tâche de spécialiste, et requiert un travail méticuleux, précis et attentif.

[0008] Pour ajuster la marche d'une montre mécanique, il faut en général ouvrir la boîte et en extraire le mouvement, pour ensuite accéder à des composants permettant le réglage de la marche, et notamment, dans le cas usuel d'un oscillateur comportant un ensemble balancier-spiral, où la fréquence d'oscillation dépend de l'inertie du balancier et de la raideur du spiral, à des composants permettant d'agir indépendamment sur ces deux paramètres :- vis sur les bras ou la serge du balancier et dont le réglage en rotation permet de modifier l'inertie de ce balancier équipé, -raquette mobile en pivotement et agencée pour modifier la rigidité du spiral, - ou similaires.

[0009] Cette opération requiert donc des opérations supplémentaires coûteuses en temps. De plus, le contrôle d'étanchéité doit être refait. Souvent, l'opération de réemboîtement du mouvement produit encore un décalage de la marche, qui impose de refaire le réglage.

[0010] Le document EP2410386 A1 au nom de NIVAROX-FAR SA décrit un balancier équipé pour pièce d'horlogerie, à réglage d'inertie pour ajuster son inertie ou/et son équilibrage ou/et sa fréquence d'oscillation, avec un balancier comportant un insert rapporté dans un logement d'une serge reliée à un moyeu par une surface de jonction. Ce balancier ou cet insert est équipé de

moyens de maintien élastique autorisant, sous contrainte, l'insertion de l'insert dans son logement, et interdisant, une fois libérés après insertion complète de chaque insert, l'extraction de cet insert hors de son logement. Ces moyens de maintien élastique peuvent être réalisés directement dans la serge du balancier.

[0011] Le document JPS5238254A au nom de SEIKO INSTR & ELECTRONICS décrit un dispositif de réglage optique.

Résumé de l'invention

[0012] L'invention se propose de permettre un réglage fin ou grossier d'une fonction d'une montre mécanique, et plus particulièrement un réglage fin de la marche d'un mouvement mécanique de montre, sans devoir ouvrir la boîte de cette montre.

[0013] L'invention se propose d'utiliser les propriétés de transport d'énergie par un faisceau lumineux, ou laser, ou similaire, vers l'intérieur de la boîte de montre, pour déformer de façon réversible certaines zones de l'oscillateur.

[0014] A cet effet, l'invention concerne un microsystème de réglage de marche d'un oscillateur d'horlogerie selon la revendication 1.

[0015] L'invention concerne encore un oscillateur d'horlogerie comportant au moins un tel microsystème, selon la revendication 20.

[0016] L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie, comportant au moins un tel oscillateur, selon la revendication 22.

[0017] L'invention concerne encore une montre comportant au moins un tel microsystème ou au moins un tel oscillateur, selon la revendication 23.

[0018] L'invention concerne encore un dispositif de réglage de marche d'un oscillateur d'horlogerie, comportant au moins une telle montre, selon la revendication 26.

Description sommaire des dessins

[0019] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre, en référence aux dessins annexés, où :

- la figure 1 représente, de façon schématisée, et en vue de face, un balancier équipé pour mécanisme oscillateur d'horlogerie, qui comporte, portés par la serge d'un balancier, deux microsystèmes selon l'invention agencés pour transformer un flux d'énergie lumineuse, concentrée au niveau d'au moins une zone de chauffage, en une variation d'inertie de ce balancier équipé, par modification de la répartition dans l'espace des masses qui le composent ;
- la figure 2 représente, de façon schématisée, partielle, et en coupe, une montre comportant une boîte obturée par une glace de fond transparente, laquelle boîte renferme un mouvement comportant un os-

- cillateur mécanique dont seul est représenté le balancier équipé de la figure 1, dont une partie de la surface est située dans une zone illuminée par un rayon lumineux d'origine externe, concentré par une lentille, et traversant le fond transparent de la boîte;
- la figure 3 représente, de façon schématisée, et en vue de face, un microsystème selon l'invention, comportant un actionneur thermomécanique fixé sur une plaque de base, constitué par un mobile déformable en forme de croix dont deux bras longitudinaux, reliés entre eux par une alternance de cols et de masses, et en léger déport transversal l'un par rapport à l'autre, constituent l'appui sur la plaque de base, et dont un bras transversal appelé baguette porte un premier cliquet dit actif, lequel est agencé pour entraîner une denture d'une roue-masselotte à balourd excentrique montée pivotante par rapport à la plaque de base, et dont un autre bras transversal libre en porte-à-faux constitue un contrepoids d'équilibrage;
 - la figure 4 est une vue en coupe selon le tracé AA du microsystème de la figure 3 ;
 - la figure 5 représente une variante de l'actionneur thermomécanique de la figure 3, en forme de té, et dépourvue de contrepoids dans le prolongement de la baguette, et avec un déport transversal des bras longitudinaux dans une autre configuration que la figure 3 ;
 - la figure 6 est un schéma de répartition de température de l'actionneur de la figure 5 quand les extrémités les plus éloignées des bras longitudinaux sont maintenues à température ambiante, ainsi que l'extrémité distale de la baguette, tandis que la zone centrale comportant les cols est placée en zone de chauffage à une haute température comprise entre 150°C et 300°C ;
 - la figure 7 représente, de façon schématisée, et en vue de face, la déformée de l'actionneur thermomécanique de la figure 5 soumis à cette haute température, et la figure 8 en est un détail au niveau des cols ;
 - la figure 9 est une courbe montrant la quasi-linéarité de la course de déplacement de l'extrémité distale de la baguette, correspondant à la course du premier cliquet actif, en fonction de la différence de température entre la zone de chauffage et la plaque de base;
 - la figure 10 est une courbe similaire montrant l'évolution quasi-linéaire de la contrainte dans les cols, en fonction de la température ;
 - la figure 11 est l'équivalent de la figure 9 pour l'actionneur de la figure 3 ;
 - la figure 12 est un détail d'une roue-masselotte ;
 - la figure 13 est une courbe montrant la différence de marche qui est une fonction sinusoïdale de l'angle de rotation de la roue-masselotte ;
 - la figure 14 est un schéma-blocs représentant un dispositif de réglage de marche d'un oscillateur d'horlogerie, comportant une montre avec un mou-

vement comportant un oscillateur muni d'un micro-système selon l'invention, ce dispositif comportant des moyens de pilotage interfacés avec des moyens de surveillance de la marche et des moyens de surveillance de température, agencés à proximité de la boîte de la montre.

Description détaillée des modes de réalisation préférés

- [0020]** L'invention se propose de permettre un réglage d'une fonction horlogère, en particulier un réglage de la marche d'un mouvement d'horlogerie mécanique, sans devoir ouvrir la boîte 90 d'une montre 1.
- [0021]** Selon la construction et le dimensionnement du mécanisme selon l'invention, et selon l'usage requis, il est possible d'effectuer un réglage grossier ou fin. L'invention est, en effet, plus précisément conçue pour un micro-réglage, de façon à pouvoir régler très précisément la marche d'une montre avec son mouvement emboîté dans sa configuration finale, et les exemples de dimensionnement qui seront fournis plus loin sont appropriés à un tel réglage fin. L'homme du métier saura extrapoler l'architecture de l'invention pour effectuer des réglages nécessitant une amplitude de réglage supérieure.
- [0022]** A cet effet, l'invention concerne un dispositif 1000 de réglage d'une fonction horlogère, notamment de réglage de marche d'un oscillateur 100 d'horlogerie, notamment pour un mouvement mécanique 200.
- [0023]** Le mouvement 200 n'est pas illustré de façon détaillée sur les figures.
- [0024]** L'oscillateur 100 n'est pas illustré complètement. Il est constitué, dans un cas particulier non limitatif, par un ensemble balancier-spiral, et seul un balancier équipé 70 est représenté sur les figures. L'invention illustrée dans cette application particulière concerne la modification d'inertie d'un balancier d'horlogerie, ou la modification de position du centre d'inertie (correction de balourd).
- [0025]** En effet, dans une variante préférée illustrée par les figures, l'invention utilise, comme on le verra ci-après, la rotation d'une ou plusieurs roues-masselotte à excentrique, rapportées indirectement sur ce balancier au sein de microsystèmes 10 à commande optique, possédant chacun une plaque de base 60 fixée sur un balancier nu 7, ou encore monobloc avec ce balancier nu 7: l'invention permet de modifier la position angulaire de chaque roue-masselotte, et donc de changer la position du centre d'inertie propre à cette roue-masselotte, par rapport à l'axe principal de pivotement D du balancier 7.
- [0026]** L'inertie globale du balancier équipé 70, comportant le balancier nu et ce ou ces microsystèmes 70, peut donc, dans certains cas, rester inchangée si le centre d'inertie de la roue-masselotte reste sur un même rayon par rapport à l'axe principal de pivotement D du balancier, alors que la position du centre d'inertie résultant peut être modifiée. On comprend que, en cas d'implantation de plusieurs microsystèmes, et selon leur agencement, on peut, soit s'astreindre à une manœuvre

symétrique ne changeant pas la position du centre d'inertie global, soit les piloter indépendamment les uns des autres, et, ainsi, modifier la position du centre d'inertie global, et ainsi également pouvoir corriger un balourd intrinsèque du balancier nu. On utilise ci-après l'expression « modification d'inertie » pour désigner aussi bien la modification de valeur d'inertie par rapport à un axe, que la modification de la position du centre d'inertie résultant d'un mobile par rapport à cet axe.

[0027] L'invention se propose d'utiliser les propriétés de transport d'énergie par un faisceau lumineux, ou laser, ou similaire, vers l'intérieur de la boîte 90 de montre, pour déformer de façon réversible certaines zones de l'oscillateur 100.

[0028] L'homme du métier spécialiste des oscillateurs à ensemble balancier-spiral, ou encore des oscillateurs à ensemble balancier-fil de torsion qui sont beaucoup plus rares, saura extrapoler les enseignements de l'invention pour déclencher des micromouvements contrôlés, afin de modifier la raideur d'un spiral ou la tension d'un fil de torsion, soit directement, soit par action indirecte sur des moyens de fixation ou de tension de tels moyens de rappel élastique.

[0029] L'invention est illustrée avec une modification d'inertie sur une partie de l'oscillateur constituée par un balancier. L'homme du métier saura extrapoler l'utilisation de microsystèmes 10 à commande optique tels que décrits en détail ci-après pour une action sur un autre composant d'un oscillateur, pour le réglage de tels moyens de fixation, de tension, de modification de la raideur d'un spiral, de réglage de la longueur utile d'un spiral, ou autres.

[0030] L'invention concerne tout d'abord un microsystème 10 de réglage d'une fonction horlogère, et, tout particulièrement dans l'application illustrée par les figures, un microsystème de réglage de marche d'un oscillateur horloger, notamment pour mouvement mécanique.

[0031] L'invention fait appel à un transfert d'énergie par voie optique, pour déclencher un mouvement d'un composant mécanique de réglage.

[0032] L'invention concerne de préférence les montres haut-de-gamme, ayant un fond transparent 2, agencé pour être transparent à certaines plages de longueurs d'ondes souhaitées, pour permettre le passage d'un rayon lumineux 3, ou tout autre rayon optique. Bien entendu, le passage lumineux peut aussi se faire, notamment pour un mouvement squeletté, depuis le côté supérieur comportant la glace et lisible par l'utilisateur, ou encore par un chant latéral ou périphérique de la boîte 90. Dans une variante non illustrée, le cheminement lumineux dans la montre 1 peut encore être effectué le long d'une fibre optique ou d'un guide d'onde, ce qui autorise alors un cheminement lumineux non rectiligne.

[0033] L'invention est ainsi illustrée dans une variante particulière, non limitative, où un faisceau lumineux 3 peut traverser une glace de fond 2 transparente aux longueurs d'onde sélectionnées, de façon à illuminer une zone illuminée 5, de préférence sur au moins un secteur

périphérique d'un balancier équipé 70.

[0034] Ce balancier équipé 70 comporte un balancier nu 7 relié à un moyen de rappel élastique tel que spiral ou fil de torsion, ou bien encore évoluant dans un environnement de champs magnétiques ou électrostatiques d'attraction ou/et de répulsion, et ce balancier nu 7 porte au moins un microsystème 10, qui est agencé pour transformer un flux d'énergie lumineuse concentrée en une variation d'inertie du balancier équipé 70, par modification de son inertie et de la répartition dans l'espace des masses qui le composent.

[0035] Plus particulièrement, si la zone illuminée 5 peut couvrir la totalité de la surface de tels microsystèmes 10, la concentration du faisceau lumineux, qui est obtenue avec des moyens optiques de concentration 4, est dirigée vers au moins une zone de chauffage 6 d'un actionneur que comporte un tel microsystème 10, après la traversée de la glace de fond 2. Comme on le verra plus loin, cet actionneur est avantageusement un actionneur thermomécanique 30.

[0036] Ces moyens optiques de concentration 4 ne sont pas détaillés, et sont, ou bien intrinsèques à la montre 1 tels que des lentilles, ou bien externes à la montre 1 comme sur la figure 2 qui montre une lentille agencée pour concentrer l'énergie thermique d'un rayon lumineux 3 vers une telle zone de chauffage 6.

[0037] Dans l'application préférentielle de l'invention à un balancier équipé 70 et tel que visible sur les figures, l'inertie de ce dernier est modifiée par l'ajout d'au moins un microsystème 10 permettant de changer l'inertie de ce balancier, et de préférence par l'ajout d'une pluralité de tels microsystèmes 10.

[0038] L'invention est illustrée sur les figures par une variante avantageuse comportant deux microsystèmes 10 rotatifs identiques, embarqués diamétralement et symétriquement sur la serge du balancier nu 7, par rapport à l'axe principal de pivotement D de celui-ci, afin de compenser l'effet de balourd de l'un des microsystèmes 10 rotatifs par l'autre.

[0039] Dans un mode de réalisation avantageux illustré par les figures, le microsystème 10, notamment de réglage de marche d'un oscillateur d'horlogerie, comporte au moins une roue-masselotte 20 agencée pour pivoter par rapport à une plaque de base 60 que comporte ce microsystème 10. La roue-masselotte 20 comporte un balourd excentrique 22 et comporte une denture à cliquet 21. Selon l'invention, ce microsystème 10 comporte au moins un actionneur entraînant au moins un premier cliquet dit actif 38 agencé pour entraîner en rotation la denture 21, et comporte au moins un moyen d'arrêt en position de la denture 21.

[0040] Dans une réalisation particulière, non limitative, illustrée par les figures, un tel microsystème 10 comporte une plaque de base 60, un actionneur qui est un actionneur thermomécanique 30 muni d'un premier cliquet actif 38, et une roue-masselotte 20 à cliquet ayant un balourd excentrique et pivotant autour d'un axe secondaire D20.

[0041] Naturellement, l'invention peut être réalisée

avec des mobiles secondaires possédant une autre forme que les roues-masselottes 20 illustrées, par exemple sous la forme de masses mobiles dans des rainures, ou autre.

[0042] L'actionneur thermomécanique 30 peut, selon la variante de réalisation choisie, être fixé sur la plaque de base 60, ou être monobloc avec elle.

[0043] La roue-masselotte 20 peut, selon la variante de réalisation choisie, être guidée dans la plaque de base 60, ou être monobloc avec elle. Dans une première variante, au moins une roue-masselotte 20 est montée pivotante autour d'un arbre fixe 24 rapporté sur la plaque de base 60 ou intégré dans cette plaque de base 60, et pivotant autour de l'axe secondaire D20 : la roue-masselotte 20 représentée sur la figure 4 pivote autour d'un arbre fixe 24 de guidage, chassé ou collé dans un alésage 61 de la plaque de base 60. Dans une deuxième variante non illustrée par les figures, au moins une roue-masselotte 20 est intégrée dans la plaque de base 60 par rapport à laquelle elle pivote portée par des guidages flexibles, notamment de type à lames minces élastiques.

[0044] Dans une variante illustrée par les figures, le moyen d'arrêt en position de la denture 21 est un deuxième cliquet dit passif 25 positionné sur la plaque de base 60, et qui comporte un moyen de rappel élastique, pour son appui sur la denture 21.

[0045] Dans la variante non limitative illustrée par les figures, le premier cliquet actif 38 est un cliquet monté tangentiellement à la denture 21, et comporte au moins une dent ou un peigne rappelé vers cette denture 21 par un moyen de rappel élastique qu'il comporte. D'autres réalisations sont envisageables, selon l'encombrement disponible, le premier cliquet actif peut être remplacé par une roue de commande, un levier, une roue à cliquet, ou autre.

[0046] Selon l'invention, de façon avantageuse, au moins un actionneur du microsystème 10 est un actionneur thermomécanique 30, qui est agencé pour transformer un flux d'énergie d'origine lumineuse en un déplacement d'un organe de commande mécanique. L'actionneur thermomécanique 30 est conçu pour la transformation de l'énergie lumineuse concentrée en un déplacement CC, et notamment en un déplacement qui est assimilable à un déplacement linéaire. Notamment, dans la réalisation illustrée par les figures, le déplacement CC concerne une extrémité distale 380 de cet actionneur thermomécanique 30. Cette extrémité distale 380 porte un premier cliquet actif 38, ou bien commande directement un mouvement d'un tel premier cliquet actif 38, par l'intermédiaire d'un rouage, d'une friction, d'un embiellage ou similaire.

[0047] Un tel actionneur thermomécanique 30 est aussi utilisable, en tant que tel, pour d'autres applications de commande d'un dispositif de réglage horloger.

[0048] Cet actionneur thermomécanique 30 comporte un mobile déformable 300, précisément sous l'action thermique du rayon lumineux, qui agit plus particulièrement au niveau de cols ou rotules 34, 35, 36.

[0049] De façon préférée et tel que visible sur les figures, cet actionneur thermomécanique 30 comporte, sensiblement selon une première direction longitudinale X, et dans cet ordre, une ligne longitudinale composée d'une alternance de masses rigides 311, 45, 46, 312, et de cols flexibles 34, 35, 36, maintenue entre des ancrages 321, 322 sur la plaque de base 60, les masses rigides extérieures opposées 311, 312, appelées bras étant en appui sur ces ancrages 321, 322, ou solidaires de ces ancrages 321, 322.

[0050] Dans la variante particulière et non limitative illustrée, le mobile déformable 300 comporte deux bras 31 : 311 et 312, s'étendant sensiblement selon cette même direction longitudinale X, et ancrés, à leurs extrémités opposées les plus éloignées 320, à des ancrages 32 : 321, 322, rendus solidaires de la plaque de base 60, par exemple par le moyen d'une couche d'oxyde 50 dans le cas avantageux d'une exécution silicium.

[0051] Ces deux bras 311 et 312 encadrent une partie centrale laquelle comporte une première partie massive 45 et une deuxième partie massive 46.

[0052] La première partie massive 45 est reliée à un premier bras 311 par un premier col 34, et à la deuxième partie massive 46 par un deuxième col dit central 35. La deuxième partie massive 46 est reliée à un deuxième bras 312 par un troisième col 36.

[0053] Les bras 311, 312, les cols 34, 35, 36, et les première partie massive 45 et deuxième partie massive 46, sont, au repos, sensiblement alignés selon la direction longitudinale X.

[0054] Et une zone centrale de cet actionneur thermomécanique 30, comportant au moins les cols 34, 35, 36, est agencée pour être superposée à une zone de chauffage 6 où cette zone centrale peut recevoir un apport d'énergie d'origine lumineuse. La différence momentanée de température entre la zone centrale chaude et son support froid provoque une dilatation de la zone centrale, qui a pour effet de mettre en compression cette ligne longitudinale entre les ancrages 321, 322, et de faire fléchir au moins un desdits cols (34, 35, 36). Cette compression tend à soumettre les cols à un effort en flexion; de façon à conserver des déformations sensiblement planes, l'épaisseur totale de l'actionneur, dans une direction perpendiculaire au plan de la plaque de base 60, est importante par rapport à l'épaisseur de ces cols dans ce plan, par exemple trente fois plus importante. Ainsi l'effet de la compression est une déformation de l'ensemble des cols 34, 35, 36. Lorsque le microsystème 10 est soumis tout entier à une variation de température, par exemple lors d'une exposition au soleil d'une montre comportant un tel microsystème 10, l'actionneur thermomécanique 30 ne bougera pas, s'il est réalisé dans le même matériau que la plaque de base 60. Ceci constitue donc un avantage indéniable, par rapport à des systèmes à bilames, par exemple.

[0055] Au moins un des cols flexibles 34, 35, 36, est décalé, selon une direction transversale Y orthogonale à la direction longitudinale X, d'un déport transversal dy

par rapport aux autres cols 34, 35, 36, transformant le mouvement de flexion d'au moins un de ces cols 34, 35, 36, en un mouvement de rotation plane, parallèlement à la plaque de base 60, d'au moins une masse intermédiaire 45, 46, non reliée directement à un des ancrages 321, 322.

[0056] Dans les variantes illustrées, une masse intermédiaire 45 ou 46, entraînable en rotation, porte une baguette 37 s'étendant sensiblement selon la direction transversale Y et comportant une extrémité distale 380 agencée pour porter un moyen de commande mécanique. De préférence, la course de rotation de la baguette 37 est limitée par des butées de baguette 39 qui l'encadrent.

[0057] Lors de l'utilisation d'un dispositif 1000 de réglage selon l'invention, pour une montre 1 équipée tel que décrit ci-dessus, et pour l'application de réglage de marche d'un oscillateur 100 comportant un balancier équipé 70, celui-ci est d'abord immobilisé dans une position permettant d'exposer visiblement les deux micro-systèmes 10, ou bien l'un après l'autre, à l'apport énergétique d'un rayon lumineux 3. Dans une variante, le dispositif 1000 comporte des moyens de synchronisation permettant de piloter un rayon lumineux 3 pour suivre, au vol, et viser au moins, ou encore chaque, micro-système 10 qu'il comporte, emporté par un composant de l'oscillateur 100 en cours d'oscillation, notamment sur le balancier équipé 70 en cours d'oscillation.

[0058] Pour faire fonctionner le système, un tel rayon lumineux 3 est projeté à travers le fond transparent 2, et est concentré, au niveau d'une zone de chauffage 6, sur une partie à chauffer particulière constituée par la zone centrale de l'actionneur thermomécanique 30. Celui-ci se déforme, et le premier cliquet actif 38, qui est solidaire d'une partie mobile de l'actionneur thermomécanique 30, et plus particulièrement de la baguette 37, entraîne la denture 21 de la roue-masselotte 20 sur une ou plusieurs dents. Le déplacement du centre de gravité 23 (ou d'inertie) de la roue-masselotte 20 provoque ainsi un changement d'inertie du balancier équipé 70.

[0059] On comprend que l'entraînement par le premier cliquet actif 38 se fait dans un seul sens, qui est le sens horaire dans le cas de la figure 2, le deuxième cliquet passif 25 empêche alors la rotation en sens anti-horaire lors du retour du premier cliquet actif 38 quand la zone centrale se refroidit.

[0060] Différents modes d'utilisation sont envisageables, ceux décrits ci-après à titre d'exemples n'étant pas limitatifs.

[0061] Dans un premier mode, la durée d'illumination de la zone de chauffage est la plus brève possible, et est limitée à l'obtention de la déformation souhaitée de l'actionneur 30, de préférence correspondant au passage d'une seule dent de la denture 21. Dans le cas de besoin de passage de plusieurs dents, il est possible de laisser l'actionneur revenir assez rapidement à la température ambiante, dans une position neutre, et de l'illuminer à nouveau pour le passage d'une dent unique, et de répéter

cette opération autant de fois que nécessaire. Ceci n'exclut pas un fonctionnement avec illumination maintenue pour le passage simultané de plusieurs dents, le premier cliquet actif 38 pouvant comporter, au lieu d'une dent unique tel que représenté sur les figures, un peigne ou similaire.

[0062] Bien sûr, une seule dent au niveau du premier cliquet actif 38 peut aussi agir sur plus d'un pas, et présente l'avantage de prévenir tout phénomène de coincement. Pour effectuer plusieurs clics, c'est-à-dire les sauts effectués par le cliquet passif 25, avec un seul aller-retour du premier cliquet actif 38, on peut agir sur l'entraxe des butées 39 pour obtenir, par exemple, deux ou trois clics au maximum avant butée, et un ou deux clics sans aller en butée mais en agissant sur le temps d'allumage.

[0063] Dans un deuxième mode, on effectue une illumination maintenue : après un temps significativement plus long que dans le premier mode, le flux thermique vers la base est stationnaire, et les températures respectives de la zone centrale et de la plaque de base 60 s'approchent, provoquant un ré-armage de l'actionneur

[0064] Dans une autre exécution utilisant les deux modes de chauffage précités, on effectue un apport de chaleur indirect, le rayon lumineux concentré chauffant alors un composant tampon, par exemple un anneau, devant lequel circule la zone centrale de l'actionneur 3 pendant l'oscillation du balancier.

[0065] Une autre exécution utilise un anneau embarqué et connecté solidement à la zone centrale à chauffer, ce qui permet au spot de chauffage de rester immobile.

[0066] On peut, encore, combiner le chauffage au vol avec une cible-tampon embarquée et solidaire de la zone centrale, mais ayant une plus grande surface, et permettant un couplage thermique plus efficace avec le spot lumineux.

[0067] On agence préférentiellement la zone de chauffage 6 de façon à couvrir au moins la partie centrale avec les cols 34, 35, 36, et les première partie massive 45 et deuxième partie massive 46, et les extrémités intérieures des bras 311, 312. Sous l'action thermique, les bras 311 et 312 s'allongent lorsque la température augmente, et sont soumis à une contrainte de compression. Les trois cols 34, 35, 36, rendent le système compliant, non hyperstatique.

[0068] Et le léger déport transversal dy d'au moins l'un des cols 34, 35, 36 par rapport aux autres, suffit pour soumettre au moins la première partie massive 45 ou la deuxième partie massive 46 à un mouvement de rotation parallèle au plan de la plaque de base 60. Il suffit d'un écart très faible pour initier le mouvement de rotation qui, ensuite, peut être bien corrélé avec l'apport thermique et la température en zone de chauffage 6, pour réguler de façon quasi linéaire l'angle θ de rotation de la baguette 37, et le déplacement CC du premier cliquet actif 38, tel que visible sur la figure 9. La figure 10 montre que la contrainte S dans les cols obéit à une règle presque identique, avec une courbe sensiblement linéaire en fonction de la température.

[0069] La figure 9 montre que le fait de soumettre la zone de chauffage 6 à une température voisine de 260°C, dans l'exemple illustré qui correspond à la variante de la figure 5, permet d'obtenir une amplitude de déplacement CC de 23 μm , qui suffit pour entraîner la denture 21 d'une roue-masselotte 20, avantageusement réalisée aussi en silicium. On comprend que la pente prononcée du profil en figure 9 permet d'augmenter, si nécessaire, la course du premier cliquet actif 38, tout en surveillant le degré de contrainte en figure 10.

[0070] Les figures 3 et 5 illustrent un même mode de réalisation, selon des variantes de détail d'exécution. Ces deux variantes présentent une caractéristique commune qui consiste à faire pivoter quasiment sur place la deuxième partie massive 46, qui est porteuse d'une baguette 37 laquelle s'étend sensiblement selon la direction transversale Y, et porte, au niveau de son extrémité distale 380, le premier cliquet actif 38.

[0071] La variante de la figure 3 comporte des butées de baguette 39, agencées de façon à limiter la course du premier cliquet actif 38 à 1,5 dent de la denture 21 de la roue-masselotte 20.

[0072] Dans cette variante de la figure 3, l'actionneur thermomécanique 30 porte, sensiblement dans le prolongement de la baguette 37 et du côté opposé par rapport à une ligne définie par les ancrages 321, 322, au moins un contrepoids 40 destiné à empêcher le mouvement de la baguette 37 lors de chocs, et prévenir toute altération du réglage de fréquence d'oscillation et de marche effectué.

[0073] Dans les deux variantes des figures 3 et 5, la zone centrale comporte les extrémités internes de deux bras 311, 312, directement fixés par leurs extrémités externes aux ancrages 321, 322, dont ces extrémités internes sont séparées par des évidements 33 agencés pour isoler de la zone chaude les bases 320 des bras et ces ancrages 321, 322, quand la zone centrale est soumise à un flux d'énergie. La zone centrale comporte aussi l'extrémité interne de la baguette 37 qui est séparée de l'extrémité distale 380 par une cavité agencée pour isoler cette extrémité distale 380 de la zone chaude quand la dite zone centrale est soumise à un flux d'énergie.

[0074] La zone centrale peut comporter aussi l'extrémité interne du contrepoids 40 qui est séparée de son extrémité distale par une cavité agencée pour isoler cette extrémité distale de la zone chaude.

[0075] Telle que visible sur la figure 3, la plaque de base 60 comporte avantageusement au moins une cavité 41, délimitée par une bordure 42, agencée pour isoler les ancrages 321, 322, et chaque roue-masselotte 20 de la zone chaude quand la zone centrale est soumise à un flux d'énergie.

[0076] La figure 1 est une vue d'ensemble avec un balancier équipé 70 d'un diamètre d'environ 10 mm, qui porte deux microsystèmes 10 chacun réalisé sur la base d'un chip SOI d'environ 1,6 mm de côté, portant des roues-masselottes 20 d'un diamètre d'environ 0,7 mm, soit un rayon d'action R_m de 4 mm environ, chaque zone

de chauffage 6 étant un disque d'environ 0,8 mm de diamètre.

[0077] Les figures 11 à 13 sont relatives au microsystème 10 dans la variante avec design en « S », réalisée en technologie silicium monocristallin MEMS, de la figure 3, dans un exemple numérique non limitatif, avec une longueur L de 1,0 mm, une longueur de bielle w, caractéristique de la distance entre les zones d'inflexion de deux cols successifs, de 0,100 mm, un coefficient de dilatation de $2 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$, et un rayon R de rotation du cliquet de 0,8 mm. La figure 11 montre qu'autour du point nominal $dT=250^\circ\text{C}$, la course de 57 μm correspond à un clic. Dans cet exemple numérique simplifié, la rigidité des cols 34, 35, 36, est très faible, au moins cent fois plus faible que celle de la plaque de base 60.

[0078] Le dimensionnement du micro-système 10 est de préférence réalisé selon les principes qui suivent :

- le décalage dy doit être suffisamment élevé pour fournir assez de force au départ du mouvement, qui est déterminée par les frottements de la roue-masselotte 20, mais ce décalage dy doit être le plus petit possible ;
- la hauteur h, selon la direction transversale Y, de la première partie massive 45 et de la deuxième partie massive 46 doit être suffisamment élevée par rapport à la hauteur e, selon la direction transversale Y, des éléments flexibles constitués par les cols 34, 35, 36, pour que ces derniers agissent comme des rotules ;
- le rapport l_r / e des cols 34, 35, 36, faisant rotules doit être suffisamment élevé pour ne pas engendrer de contraintes matériau trop grandes, et suffisamment faible pour ne pas provoquer d'équilibre instable selon l'axe transversal Y, en particulier en cas de chocs ;
- un rapport L / w élevé augmente la rotation de la baguette 37, et donc la course CC, pour une différence donnée de température ;
- une distance R élevée augmente d'autant la course, mais diminue d'autant la force à l'extrémité distale 380, pour un angle de rotation donné ;
- l'épaisseur t de l'actionneur doit être suffisamment grande pour empêcher un flambage vertical de toute la partie de longueur L. Le rapport t / e devrait au moins valoir trois, pour que les cols 34, 35, 36, faisant rotules aient une compliance préférentielle dans le plan parallèlement à la plaque de base 60, et rester rigides hors du plan.

[0079] Ainsi, dans une réalisation particulière non limitative et, telle que visible sur la figure 5, les cols 34, 35, 36 comportent une partie linéaire dont la longueur l_r est d'environ quatre fois l'épaisseur e de ces cols, et le décalage dy prévu pour initier la rotation de la baguette 37 est environ le double de cette même épaisseur e. La hauteur h de la première partie massive 45 et de la deuxième partie massive 46 est de préférence comprise

entre deux et trois fois la longueur de rotule 1r, et voisine de la moitié de la longueur de bielle w.

[0080] Les trois extrémités de l'actionneur 30 sont maintenues à température ambiante de l'ordre de 20°C. La zone de chauffage 6 peut être portée à une température comprise entre 100 et 400°C, la limite supérieure étant choisie en fonction des matériaux de la montre 1, notamment de la boîte 90, pour prévenir tout endommagement d'un composant. Cette précaution explique aussi qu'on se restreigne à une zone de chauffage 6 de surface la plus réduite possible.

[0081] Les figures 6 à 8 illustrent la déformation d'un actionneur tel que représenté à la figure 5, et les figures 9 et 10 illustrent respectivement le déplacement CC de l'extrémité distale 380 de la baguette 37, et la répartition de contrainte S dans les cols 34, 35, 36, en fonction de la température en zone de chauffage 6..

[0082] Les figures 12 et 13 concernent le calcul du réglage de marche par la roue-masselotte 20, en silicium monocristallin, dont nous donnons un exemple numérique non-limitatif ci-après. Le diamètre extérieur est de 0,7 mm, avec une distance centre au plat du balourd excentrique $x_1 = 0,1$ mm, épaisseur 150 μm , masse volumique (Si) 2330 kg/m³, rayon d'action des masses $R_m = 4$ mm, nombre de dents de la denture 21 à cliquet $Z = 50$,

[0083] On obtient, dans ce cas précis, 1 pas = 44 μm , 1 tour de la roue = 13,6 sec/jour, une zone de réglage linéaire = 11 sec/jour, ce qui correspond à 15 niveaux = nombre de clics de l'actionneur, 1 clic = 0,74 sec/jour.

[0084] La figure 13 illustre la différence de marche en sec/jour, entre les limites supérieure et inférieure de la plage linéaire à +5,52 et -5,52 sec/jour, en fonction de l'angle de pivotement α de la roue-masselotte 20.

[0085] Ce microsystème se prête bien à une réalisation en technologies de type « MEMS » ou similaire, de façon nullement limitative car tous autres technologies ou/et matériaux adaptés et connus de l'homme du métier sont envisageables pour la réalisation, par exemple avec un façonnage par découpage laser, jet d'eau, électroérosion ou autre.

[0086] Si l'invention est décrite ici avec deux microsystèmes 10 fonctionnant dans le même sens, il est clair qu'on peut équiper le balancier équipé 70 de microsystèmes 10 effectuant des corrections d'inertie en sens inverse l'un de l'autre en cas de besoin.

[0087] Pour modifier l'inertie, le système selon l'invention est réversible, car en faisant tourner la roue-masselotte 20 de façon ininterrompue, on modifie l'inertie selon une fonction sinus telle que visible sur la figure 13, ce qui évite d'être bidirectionnel. Le seul désavantage dans ce cas est que, pour atteindre une inertie plus faible, alors que l'on se trouve dans la phase montante de l'inertie dans le sens de l'activation du cliquet, on doit faire en fait un peu moins d'un tour complet pour atteindre la bonne valeur.

[0088] Dans une réalisation particulière, le microsystème 10 comporte un premier niveau constitué par la plaque de base 60 autour d'une cavité d'isolation ther-

mique 41, et un deuxième niveau comportant au moins une roue-masselotte 20, au moins un actionneur 30, au moins un premier cliquet actif 38, et au moins un moyen d'arrêt 25 (ou deuxième cliquet passif) en position de la denture 21.

[0089] Dans une variante avantageuse, la plaque de base 60 et l'actionneur thermomécanique 30 sont réalisées dans le même matériau, de façon à prévenir tout dérèglement quand la plaque de base 60 et l'actionneur thermomécanique 30 sont soumis, à l'intérieur d'une montre, aux mêmes variations de température dues au milieu extérieur dans lequel évolue l'utilisateur de la montre.

[0090] Dans une réalisation particulière, le microsystème 10 est réalisé de façon monobloc et comporte des cavités sous les organes mobiles qu'il comporte.

[0091] Dans une réalisation particulière, le microsystème 10 est intégralement réalisé en silicium ou/et oxyde de silicium. Il peut encore être réalisé en DLC ou en d'autres matériaux de micromécanique.

[0092] Dans une réalisation particulière, le premier niveau est une couche « handle » et le deuxième niveau est une couche « device ».

[0093] Diverses variantes sont réalisables, et notamment un microsystème 10 tout silicium, comportant notamment des cavités sous les cliquets 25 et 38, afin de pouvoir les réaliser en technologie MEMS, et comportant avantageusement une roue-masselotte 20 sur pivots flexibles, avec bien sûr un débattement angulaire limité dans ce dernier cas.

[0094] Les réalisations des figures 3 et 5 utilisent des wafers SOI (Silicon on insulator) à deux niveaux silicium, par exemple d'épaisseur 500 μm pour le substrat « handle » constituant la plaque de base 60, et d'épaisseur 150 μm pour la couche « device » (actionneur 30, roue 20, cliquets 25 et 38, butées 39).

[0095] Dans une variante on peut réaliser un mécanisme à un seul niveau par exemple d'épaisseur 300 μm , et des pivots flexibles de l'élément d'inertie et des dégagements judicieusement placés pour l'isolation thermique. Dans cette variante il faut alors ajouter un système de retour à zéro lorsqu'on atteint la valeur maximale, puisque la course angulaire est bornée.

[0096] Il convient, encore, de prendre en compte les efforts, forces ou/et couples, générés lors de chocs jusqu'à 500g crête au porter, qui ne doivent pas provoquer de dérèglement du système, ce qui impose une force minimum à fournir par l'actionneur 30 pour éviter tout dérèglement issu d'une accélération aléatoire.

[0097] L'invention concerne encore un oscillateur 100 d'horlogerie comportant au moins un tel microsystème 10. La plaque de base 60 de ce au moins un microsystème 10 est fixée à un composant de l'oscillateur pour son réglage d'inertie pour la correction de la marche de l'oscillateur.

[0098] Plus particulièrement, l'oscillateur 100 comporte un balancier équipé 70 constitué par un balancier nu 7 relié à un moyen de rappel élastique ou soumis à au

moins un champ de répulsion ou/et d'attraction, ce balancier nu 7 portant au moins un tel microsystème 10 ou étant monobloc avec au moins un tel microsystème 10.

[0099] L'invention concerne encore un mouvement 200 d'horlogerie, comportant au moins un tel oscillateur 100. Ce mouvement 200 comporte au moins une glace 2 transparente à des plages de longueurs d'ondes prédéterminées, et permettant le passage d'un rayon lumineux 3 pour le réglage d'au moins un tel microsystème 10.

[0100] L'invention concerne encore une montre 1 comportant au moins un tel microsystème 10, au moins un tel oscillateur 100. Cette montre 1 comporte au moins une glace 2 transparente à des plages de longueurs d'ondes prédéterminées, et permettant le passage d'un rayon lumineux 3 pour le réglage d'un tel microsystème 10, qui commande un composant mécanique de réglage d'une fonction horlogère de la montre, telle que mise à l'heure, réglage de quantième, de jour, de fuseau, ou similaire. L'organe de commande d'au moins un microsystème 10 que comporte la montre 1 est agencé pour commander un composant mécanique de réglage d'une fonction horlogère de la montre 1 quand ce microsystème 10 est soumis à un rayonnement lumineux approprié.

[0101] Dans une application particulière, les seuls moyens de réglage de cette montre 1 sont ces microsystèmes 10, et le réglage est effectué sans contact, sans soumettre la montre à un champ magnétique ni électrostatique, et est fait uniquement par apport d'énergie par au moins un rayon lumineux.

[0102] L'invention concerne encore un dispositif 1000 de réglage de marche d'un oscillateur d'horlogerie, comportant au moins une telle montre 1. Ce dispositif 1000 comporte des moyens de pilotage 300 agencés pour commander l'émission d'un rayon lumineux 3 vers un concentrateur optique 4 guidant un faisceau lumineux vers une zone illuminée 5 de la montre 1 au travers de la glace 2, à l'intérieur de laquelle zone illuminée 5 une zone de chauffage 6 est superposable à une zone centrale de l'actionneur thermomécanique 30 pour déclencher un mouvement d'au moins une roue-masselotte 20 lors de l'apport d'énergie lumineuse concentrée à la zone de chauffage 6.

[0103] Plus particulièrement, ce dispositif 1000 comporte des moyens de surveillance de la marche 400 agencés pour être disposés sur ou au voisinage d'une boîte 90 que comporte la montre 1, et des moyens de surveillance thermique 500 agencés pour être disposés sur ou au voisinage de cette boîte 90, et ces moyens de pilotage 300 sont agencés pour ne générer des rayons lumineux 3 que quand la température de la boîte 90 est inférieure à une valeur de consigne, et sont agencés pour générer des rayons lumineux 3 quand la zone de chauffage 6 est superposée à la zone centrale de l'actionneur thermomécanique 30, autant de fois que nécessaire tant que l'écart de marche est différent d'une valeur de consigne. On comprend en effet que le système est impulsional, et que la génération de rayon lumineux n'est pas

continue, afin de limiter la température dans la boîte 90.

[0104] En somme, l'invention permet un réglage extrêmement précis de la marche, sans nécessiter l'ouverture de la boîte. De plus, ce réglage est discret, et donc reproductible.

[0105] Si l'invention trouve une application préférée pour le réglage d'un oscillateur, elle est également applicable pour d'autres applications horlogères, car elle permet d'effectuer des réglages dans une montre fermée et parfaitement étanche, ce qui est particulièrement intéressant pour des montres de plongée ou similaire, où de simples réglages de mise à l'heure ou encore de date peuvent désormais être réalisables sans aucun poussoir ou moyen de commande traversant la boîte.

Revendications

1. Microsystème (10) de réglage de marche d'un oscillateur d'horlogerie, comportant au moins une roue-masselotte (20) agencée pour pivoter par rapport à une plaque de base (60) que comporte ledit microsystème (10), ladite roue-masselotte (20) comportant un balourd excentrique (22) et comportant une denture (21), ledit microsystème (10) comportant au moins un actionneur agencé pour entraîner au moins un premier cliquet actif (38) constitué par un cliquet agencé pour entraîner une roue de commande, un levier, ou une roue à cliquet, ledit cliquet actif (38) étant agencé pour entraîner ladite denture (21), et ledit microsystème (10) comportant au moins un moyen d'arrêt en position de ladite denture (21), **caractérisé en ce que** au moins un dit actionneur est un actionneur thermomécanique (30) à commande optique agencé pour transformer un flux d'énergie d'origine lumineuse en un déplacement d'un organe de commande que comporte ledit actionneur thermomécanique (30), lequel organe de commande porte un dit premier cliquet actif (38) ou commande directement un mouvement d'un dit premier cliquet actif (38).
2. Microsystème (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit au moins un moyen d'arrêt en position de ladite denture (21) est un deuxième cliquet (25) agencé pour être rappelé vers ladite denture (21) par un moyen de rappel élastique qu'il comporte.
3. Microsystème (10) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** ledit au moins un premier cliquet actif (38) est un cliquet monté tangentiellement à ladite denture (21) et comporte au moins une dent rappelée vers ladite denture (21) par un moyen de rappel élastique qu'il comporte.
4. Microsystème (10) selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** ledit actionneur thermo-

- mécanique (30) comporte, sensiblement selon une première direction longitudinale (X) une ligne longitudinale composée d'une alternance de masses rigides (311, 45, 46, 312) et de cols flexibles (34, 35, 36) maintenue entre des ancrages (321, 322) sur ladite plaque de base (60), et **en ce qu'une** zone centrale dudit actionneur thermomécanique (30) comportant au moins lesdits cols (34, 35, 36) est agencée pour être superposée à une zone de chauffage (6) où ladite zone centrale peut recevoir un apport d'énergie d'origine lumineuse susceptible de mettre en compression ladite ligne longitudinale entre lesdits ancrages (321, 322) et de faire fléchir au moins un desdits cols (34, 35, 36).
5. Microsystème (10) selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** au moins un desdits cols flexibles (34, 35, 36) est décalé, selon une direction transversale (Y) orthogonale à ladite direction longitudinale (X), d'un déport transversal (dy) par rapport aux autres dits cols (34, 35, 36), transformant le mouvement de flexion d'au moins un desdits cols (34, 35, 36) en un mouvement de rotation plane, parallèlement à ladite plaque de base (60), d'au moins une masse intermédiaire (45, 46) non reliée directement à un desdits ancrages (321, 322).
 6. Microsystème (10) selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** ladite masse intermédiaire (45, 46) entraînable en rotation porte une baguette (37) s'étendant sensiblement selon ladite direction transversale (Y) et comportant une extrémité distale (380) constituant ledit organe de commande.
 7. Microsystème (10) selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la course de rotation de ladite baguette (37) est limitée par des butées de baguette (39) qui l'encadrent.
 8. Microsystème (10) selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que** ledit actionneur thermomécanique (30) porte, sensiblement dans le prolongement de ladite baguette (37) et du côté opposé par rapport à une ligne définie par lesdits ancrages (321, 322), au moins un contrepoids (40) destiné à empêcher le mouvement de ladite baguette (37) lors de chocs.
 9. Microsystème (10) selon l'une des revendications 4 à 8, **caractérisé en ce que** ladite zone centrale comporte les extrémités internes de deux bras (311, 312) directement fixés par leurs extrémités externes auxdits ancrages (321, 322) dont lesdites extrémités internes sont séparées par des évidements (33) agencés pour isoler lesdits ancrages (321, 322) de la zone chaude quand ladite zone centrale est soumise à un flux d'énergie lumineuse.
 10. Microsystème (10) selon l'une des revendications 6 à 8, **caractérisé en ce que** ladite zone centrale comporte l'extrémité interne de ladite baguette (37) qui est séparée de ladite extrémité distale (380) par une cavité agencée pour isoler ladite extrémité distale (380) de la zone chaude quand ladite zone centrale est soumise à un flux d'énergie lumineuse.
 11. Microsystème (10) selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** ladite zone centrale comporte l'extrémité interne dudit contrepoids qui est séparée de son extrémité distale par une cavité agencée pour isoler ladite extrémité distale de la zone chaude quand ladite zone centrale est soumise à un flux d'énergie lumineuse.
 12. Microsystème (10) selon l'une des revendications 4 à 11, **caractérisé en ce que** ladite plaque de base (60) comporte au moins une cavité (41) agencée pour isoler la zone chaude de ladite plaque de base et de ladite au moins une roue-masselotte (20) quand ladite zone centrale est soumise à un flux d'énergie lumineuse.
 13. Microsystème (10) selon l'une des revendications 4 à 12, **caractérisé en ce que** ladite plaque de base (60) et ledit actionneur thermomécanique (30) sont réalisées dans le même matériau de façon à prévenir tout dérèglement quand ladite plaque de base (60) et ledit actionneur thermomécanique (30) sont soumis, à l'intérieur d'une montre, aux mêmes variations de température.
 14. Microsystème (10) selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** au moins une dite roue-masselotte (20) est montée pivotante autour d'un axe fixe (24) rapporté sur ladite plaque de base (60) ou intégré dans ladite plaque de base (60).
 15. Microsystème (10) selon l'une des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** au moins une dite roue-masselotte (20) est intégrée dans ladite plaque de base (60) par rapport à laquelle elle pivote portée par des guidages flexibles.
 16. Microsystème (10) selon l'une des revendications 1 à 14, **caractérisé en ce que** ledit microsystème (10) comporte un premier niveau constitué par ladite plaque de base (60) et un deuxième niveau comportant au moins une dite roue-masselotte (20), au moins un dit actionneur, au moins un dit premier cliquet actif (38), et au moins un dit moyen d'arrêt en position de ladite denture (21).
 17. Microsystème (10) selon l'une des revendications 1 à 15, **caractérisé en ce que** ledit microsystème (10) est réalisé de façon monobloc et comporte des cavités sous les organes mobiles qu'il comporte.

18. Microsystème (10) selon la revendication 17, **caractérisé en ce que** ledit microsystème (10) est intégralement réalisé en silicium ou/et oxyde de silicium.
19. Microsystème (10) selon les revendications 16 et 18, **caractérisé en ce que** ledit premier niveau est une couche « handle » et **en ce que** ledit deuxième niveau est une couche « device ».
20. Oscillateur (100) d'horlogerie comportant au moins un microsystème (10) selon l'une des revendications 1 à 19, **caractérisé en ce que** ladite plaque de base (60) dudit au moins un microsystème (10) est fixée à un composant dudit oscillateur pour son réglage d'inertie pour la correction de la marche dudit oscillateur.
21. Oscillateur (100) selon la revendication 20, **caractérisé en ce qu'il** comporte un balancier équipé (70) constitué par un balancier nu (7) relié à un moyen de rappel élastique ou soumis à au moins un champ de répulsion ou/et d'attraction, ledit balancier nu (7) portant au moins un dit microsystème (10) ou étant monobloc avec au moins un dit microsystème (10).
22. Mouvement (200) d'horlogerie, comportant au moins un oscillateur (100) selon la revendication 20 ou 21, **caractérisé en ce que** ledit mouvement (200) comporte au moins une glace (2) transparente à des plages de longueurs d'ondes prédéterminées, et permettant le passage d'un rayon lumineux (3) pour le réglage d'un dit microsystème (10).
23. Montre (1) comportant au moins un microsystème (10) selon l'une des revendications 1 à 19, ou au moins un oscillateur (100) selon la revendication 20 ou 21, **caractérisée en ce que** ladite montre (1) comporte au moins une glace (2) transparente à des plages de longueurs d'ondes prédéterminées, et permettant le passage d'un rayon lumineux (3) pour le réglage d'au moins un dit microsystème (10).
24. Montre (1) selon la revendication 23, **caractérisée en ce que** ladite montre (1) comporte au moins un dit microsystème (10) selon l'une des revendications 1 à 19 dont ledit organe de commande est agencé pour commander un composant mécanique de réglage d'une fonction horlogère de ladite montre (1) quand ledit microsystème (10) est soumis à un rayonnement lumineux approprié.
25. Montre (1) selon la revendication 23 ou 24, **caractérisée en ce que** les seuls moyens de réglage des fonctions horlogères qu'elle comporte sont constitués par au moins un dit microsystème (10) selon l'une des revendications 1 à 19 dont ledit organe de commande est agencé pour commander un composant mécanique de réglage d'une fonction horlogère

de ladite montre (1) quand ledit microsystème (10) est soumis à un rayonnement lumineux approprié.

26. Dispositif (1000) de réglage de marche d'un oscillateur d'horlogerie, comportant au moins une montre (1) selon l'une des revendications 23 à 25 comportant un dit microsystème (10) selon l'une des revendications 1 à 19, **caractérisé en ce que** ledit dispositif (1000) comporte des moyens de pilotage (300) agencés pour commander l'émission d'un rayon lumineux (3) vers un concentrateur optique (4) guidant un faisceau lumineux vers une zone illuminée (5) de ladite montre (1) au travers de ladite glace (2), à l'intérieur de laquelle zone illuminée (5) une zone de chauffage (6) est superposable à une zone centrale dudit actionneur thermomécanique (30) pour déclencher un mouvement d'au moins une dite roue-masselotte (20) lors de l'apport d'énergie lumineuse concentrée à ladite zone de chauffage (6).
27. Dispositif (1000) selon la revendication 26, **caractérisé en ce que** ledit dispositif (1000) comporte des moyens de surveillance de la marche (400) agencés pour être disposés sur ou au voisinage d'une boîte (90) que comporte ladite montre (1), et des moyens de surveillance thermique (500) agencés pour être disposés sur ou au voisinage d'une boîte (90), et **en ce que** lesdits moyens de pilotage (300) sont agencés pour ne générer des dits rayons lumineux (3) que quand la température de ladite boîte (90) est inférieure à une valeur de consigne, et sont agencés pour générer desdits rayons lumineux (3) quand ladite zone de chauffage (6) est superposée à ladite zone centrale dudit actionneur thermomécanique (30), autant de fois que nécessaire tant que l'écart de marche n'est pas inférieur à une valeur de consigne.
28. Dispositif (1000) selon la revendication 26 ou 27, **caractérisé en ce que** ledit dispositif (1000) comporte des moyens de synchronisation permettant de piloter un dit rayon lumineux (3) pour suivre, au vol, et viser au moins un dit microsystème (10) emporté par un composant dudit oscillateur (100) en cours d'oscillation.

Patentansprüche

1. Mikrosystem (10) für die Gangregulierung eines Uhrenoszillators, umfassend mindestens ein Fliehweghewichtrad (20), das dafür ausgelegt ist, sich in Bezug auf eine Grundplatte (60), die das Mikrosystem (10) aufweist, zu drehen, wobei das Fliehweghewichtrad (20) eine exzentrische Unwucht (22) aufweist und eine Zahnung (21) aufweist, wobei das Mikrosystem (10) mindestens ein Stellglied umfasst, das dafür ausgelegt ist, mindestens eine erste aktive Klinke (38) an-

- zutreiben, die durch eine Klinke gebildet ist, die dafür ausgelegt ist, ein Steuerrad, einen Hebel oder ein Klinkenrad anzutreiben, wobei die aktive Klinke (38) dafür ausgelegt ist, die Zahnung (21) anzutreiben, und wobei das Mikrosystem (10) mindestens ein Mittel zum Festsetzen der Zahnung (21) an ihrer Position umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Stellglied ein thermomechanisches Stellglied (30) mit optischer Steuerung ist, das dafür ausgelegt ist, einen Energiefluss optischen Ursprungs in eine Verlagerung eines Steuerorgans, das das thermomechanische Stellglied (30) enthält, zu transformieren, wobei das Steuerorgan eine erste aktive Klinke (38) trägt oder eine Bewegung einer ersten aktiven Klinke (38) direkt steuert.
2. Mikrosystem (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Mittel zum Festsetzen der Zahnung (21) an ihrer Position eine zweite Klinke (25) ist, die dafür ausgelegt ist, durch ein elastisches Rückstellmittel, das sie aufweist, zu der Zahnung (21) zurückgestellt zu werden.
 3. Mikrosystem (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine aktive Klinke (38) eine Klinke ist, die tangential zu der Zahnung (21) montiert ist und mindestens einen Zahn aufweist, der durch ein elastisches Rückstellmittel, das sie aufweist, zu der Zahnung (21) zurückgestellt wird.
 4. Mikrosystem (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das thermomechanische Stellglied (30) im Wesentlichen in einer ersten Längsrichtung (X) eine longitudinale Linie aufweist, die aus einem Wechsel starrer Massen (311, 45, 46, 312) und biegsamer Hälse (34, 35, 36) gebildet ist und zwischen Verankerungen (321, 322) an der Grundplatte (60) gehalten wird, und dass ein Mittelbereich des thermomechanischen Stellglieds (30), der zumindest die Hälse (34, 35, 36) umfasst, dafür ausgelegt ist, einem Erwärmungsbereich (6) überlagert zu werden, wobei der Mittelbereich einen Eintrag von Energie optischen Ursprungs aufnehmen kann, der fähig ist, die longitudinale Linie zwischen den Verankerungen (321, 322) zu komprimieren und mindestens einen der Hälse (34, 35, 36) zu biegen.
 5. Mikrosystem (10) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens einer der biegsamen Hälse (34, 35, 36) in einer Querrichtung (Y) senkrecht zu der Längsrichtung (X) um eine transversale Verschiebung (dy) in Bezug auf die anderen Hälse (34, 35, 36) versetzt ist, die die Biegebewegung mindestens eines der Hälse (34, 35, 36) in eine ebene Drehbewegung parallel zu der Grundplatte (60) mindestens einer nicht direkt mit einer der Verankerungen (321, 322) verbundenen Zwischenmasse (45, 46) umwandelt.
 6. Mikrosystem (10) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die rotatorisch antreibbare Zwischenmasse (45, 46) einen Stab (37) trägt, der sich im Wesentlichen in der Querrichtung (Y) erstreckt und ein distales Ende (380) aufweist, das das Steuerorgan bildet.
 7. Mikrosystem (10) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehbahn des Stabes (37) durch ihn einrahmende Stabanschläge (39) begrenzt ist.
 8. Mikrosystem (10) nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das thermomechanische Stellglied (30) im Wesentlichen in der Verlängerung des Stabes (37) und auf der Seite gegenüber einer Linie, die durch die Verankerungen (321, 322) definiert ist, mindestens ein Gegengewicht (40) trägt, das dazu bestimmt ist, die Bewegung des Stabes (37) bei Stößen zu verhindern.
 9. Mikrosystem (10) nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mittelbereich die inneren Enden zweier Arme (311, 312) aufweist, die direkt über ihre äußeren Enden an den Verankerungen (321, 322) befestigt sind, deren innere Enden durch Aussparungen (33) getrennt sind, die dafür ausgelegt sind, die Verankerungen (321, 322) von dem heißen Bereich zu isolieren, wenn der Mittelbereich einem Lichtenergiefluss ausgesetzt wird.
 10. Mikrosystem (10) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mittelbereich das innere Ende des Stabes (37) umfasst, das von dem distalen Ende (380) durch einen Hohlraum getrennt ist, der dafür ausgelegt ist, das distale Ende (380) von dem heißen Bereich zu isolieren, wenn der Mittelbereich einem Lichtenergiefluss ausgesetzt wird.
 11. Mikrosystem (10) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mittelbereich das innere Ende des Gegengewichts umfasst, das von seinem distalen Ende durch einen Hohlraum getrennt ist, der dafür ausgelegt ist, das distale Ende von dem heißen Bereich zu isolieren, wenn der Mittelbereich einem Lichtenergiefluss ausgesetzt wird.
 12. Mikrosystem (10) nach einem der Ansprüche 4 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Grundplatte (60) mindestens einen Hohlraum (41) aufweist, der dafür ausgelegt ist, den heißen Bereich von der Grundplatte und von dem mindestens einen Fliehgewicht (20) zu isolieren, wenn der Mittelbereich

einem Lichtenergiefluss ausgesetzt wird.

13. Mikrosystem (10) nach einem der Ansprüche 4 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Grundplatte (60) und der thermomechanische Stellglied (30) aus demselben Material hergestellt sind, um jegliches Verstellen zu verhindern, wenn die Grundplatte (60) und das thermomechanische Stellglied (30) im Inneren einer Uhr denselben Temperaturschwankungen ausgesetzt werden. 5
14. Mikrosystem (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Fliehkewichtrad (20) drehbar um eine feste Achse (24) montiert ist, die an die Grundplatte (60) angefügt oder in die Grundplatte (60) integriert ist. 10
15. Mikrosystem (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Fliehkewichtrad (20) in die Grundplatte (60) integriert ist, in Bezug auf die sie sich gestützt durch biegsame Führungen dreht. 15
16. Mikrosystem (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mikrosystem (10) eine erste Ebene, die durch die Grundplatte (60) gebildet ist, und eine zweite Ebene umfasst, die mindestens ein Fliehkewichtrad (20), mindestens ein Stellglied, mindestens eine erste aktive Klinke (38) und mindestens ein Mittel zum Festsetzen der Zahnung (21) an ihrer Position aufweist. 20
17. Mikrosystem (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mikrosystem (10) einteilig hergestellt ist und unter den beweglichen Organen, die es umfasst, Hohlräume aufweist. 25
18. Mikrosystem (10) nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mikrosystem (10) vollständig aus Silicium und/oder Siliciumoxid hergestellt ist. 30
19. Mikrosystem (10) nach den Ansprüchen 16 und 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Ebene eine "Handhabungs"-Schicht ist und die zweite Ebene eine "Vorrichtung"-Schicht ist. 35
20. Uhrenoszillator (100), umfassend mindestens ein Mikrosystem (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Grundplatte (60) des mindestens einen Mikrosystems (10) an einer Komponente des Oszillators für die Regulierung seiner Trägheit zur Korrektur des Gangs des Oszillators befestigt ist. 40
21. Oszillator (100) nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** er eine ausgestattete Unruh (70) umfasst, die durch eine bloße Unruh (7) gebildet 45

ist, die mit einem elastischen Rückstellmittel verbunden ist oder zumindest einem abstoßenden und/oder anziehenden Feld unterworfen ist, wobei die bloße Unruh (7) mindestens ein Mikrosystem (10) trägt oder mit mindestens einem Mikrosystem (10) einteilig ausgebildet ist.

22. Uhrwerk (200), umfassend mindestens einen Oszillator (100) nach Anspruch 20 oder 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werk (200) mindestens ein Uhrenglas (2) umfasst, das für vorgegebene Wellenlängenbereiche durchlässig ist und den Durchgang eines Lichtstrahls (3) für die Regulierung eines Mikrosystems (10) ermöglicht. 50
23. Uhr (1), umfassend mindestens ein Mikrosystem (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 19 oder mindestens einen Oszillator (100) nach Anspruch 20 oder 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Uhr (1) mindestens ein Uhrenglas (2) umfasst, das für vorgegebene Wellenlängenbereiche durchlässig ist und den Durchgang eines Lichtstrahls (3) für die Regulierung mindestens eines Mikrosystems (10) ermöglicht. 55
24. Uhr (1) nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Uhr (1) mindestens ein Mikrosystem (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 19 umfasst, dessen Steuerorgan dafür ausgelegt ist, eine mechanische Komponente für die Regulierung einer Uhrenfunktion der Uhr (1) zu steuern, wenn das Mikrosystem (10) einer geeigneten Lichtstrahlung ausgesetzt wird.
25. Uhr (1) nach Anspruch 23 oder 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** die einzigen Mittel zum Regulieren von Uhrenfunktionen, die sie umfasst, durch mindestens ein Mikrosystem (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 19 gebildet sind, dessen Steuerorgan dafür ausgelegt ist, eine mechanische Komponente für die Regulierung einer Uhrenfunktion der Uhr (1) zu steuern, wenn das Mikrosystem (10) einer geeigneten Lichtstrahlung ausgesetzt wird.
26. Vorrichtung (1000) zur Gangregulierung eines Uhrenoszillators, umfassend mindestens eine Uhr (1) nach einem der Ansprüche 23 bis 25, die ein Mikrosystem (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 19 umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (1000) Steuermittel (300) umfasst, die dafür ausgelegt sind, das Aussenden eines Lichtstrahls (3) zu einem optischen Konzentrador (4) zu steuern, der einen Lichtstrahl durch das Uhrenglas (2) hindurch zu einem beleuchteten Bereich (5) der Uhr (1) führt, wobei im Inneren des beleuchteten Bereichs (5) ein Erwärmungsbereich (6) einem Mittelbereich des thermomechanischen Stellglieds (30) überlagerbar ist, um eine Bewegung mindestens eines

Fliehgewichtrades (20) beim Eintrag konzentrierter Lichtenergie in den Erwärmungsbereich (6) auszulösen.

27. Vorrichtung (1000) nach Anspruch 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (1000) Mittel (400) zur Gangüberwachung umfasst, die dafür ausgelegt sind, an einem Gehäuse (90), das die Uhr (1) aufweist, oder in dessen Nähe angeordnet zu werden, und thermische Überwachungsmittel (500) umfasst, die dafür ausgelegt sind, an einem Gehäuse (90) oder in dessen Nähe angeordnet zu werden, und dass die Steuermittel (300) dafür ausgelegt sind, Lichtstrahlen (3) nur dann zu erzeugen, wenn die Temperatur des Gehäuses (90) niedriger als ein Sollwert ist, und dafür ausgelegt sind, Lichtstrahlen (3) sooft wie notwendig zu erzeugen, wenn der Erwärmungsbereich (6) dem Mittelbereich des thermomechanischen Stellglieds (30) überlagert ist, solange die Gangabweichung nicht kleiner als ein Sollwert ist.

28. Vorrichtung (1000) nach Anspruch 26 oder 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (1000) Synchronisationsmittel umfasst, die ermöglichen, einen Lichtstrahl (3) zu lenken, um dem Weg zu folgen und auf mindestens ein Mikrosystem (10) zu zielen, das durch eine Komponente des Oszillators (100) während der Oszillation mitgenommen wird.

Claims

1. Microsystem (10) for setting the rate of a timepiece oscillator, comprising at least one wheel/inertia block (20) arranged to pivot with respect to a base plate (60) comprised in said microsystem (10), said wheel/inertia block (20) comprising an off-centre unbalance (22) and comprising a tothing (21), said microsystem (10) comprising at least one actuator arranged to drive at least a first active click (38) formed by a click arranged to drive a control wheel, a lever, or a click wheel, said active click (38) being arranged to drive said tothing (21), and said microsystem (10) comprising at least one means for stopping said tothing (21) in position, **characterized in that** at least one said actuator is an optically controlled thermomechanical actuator (30) arranged to convert a flow of light energy into a displacement of a control member comprised in said thermomechanical actuator (30), which control member carries a said first active click (38) or directly controls a movement of a first said active click (38).
2. Microsystem (10) according to claim 1, **characterized in that** said at least one means for stopping said tothing (21) in position is a second click (25)

arranged to be returned towards said tothing (21) by an elastic return means comprised therein.

3. Microsystem (10) according to claim 1 or 2, **characterized in that** said at least one first active click (38) is a click mounted tangentially to said tothing (21) and comprises at least one tooth returned towards said tothing (21) by an elastic return means comprised therein.
4. Microsystem (10) according to one of the claims 1 to 3, **characterized in that** said thermomechanical actuator (30) comprises, substantially in a first longitudinal direction (X) a longitudinal line composed of alternating stiff weights (311, 45, 46, 312) and flexible neck portions (34, 35, 36) maintained between anchor elements (321, 322) on said base plate (60), and **in that** a central area of said thermomechanical actuator (30) comprising at least said neck portions (34, 35, 36) is arranged to be superposed on a heating area (6) where said central area can receive an application of light energy capable of compressing said longitudinal line between said anchor elements (321, 322) and of causing at least one of said neck portions (34, 35, 36) to bend.
5. Microsystem (10) according to claim 4, **characterized in that** at least one of said flexible neck portions (34, 35, 36) is offset, in a transverse direction (Y) orthogonal to said longitudinal direction (X), by a transverse offset (dy) with respect to said other neck portions (34, 35, 36), converting the bending motion of at least one of said neck portions (34, 35, 36) into a plane rotational motion, parallel to said base plate (60), of at least one intermediate weight (45, 46) not directly connected to one of said anchor elements (321, 322).
6. Microsystem (10) according to claim 5, **characterized in that** said intermediate weight (45, 46) that is drivable in rotation, carries a stick (37) extending substantially in said transverse direction (Y) and comprising a distal end (380) forming said control member.
7. Microsystem (10) according to claim 6, **characterized in that** the rotational travel of said stick (37) is limited by stick stops (39) which surround said lever.
8. Microsystem (10) according to claim 6 or 7, **characterized in that** said thermomechanical actuator (30) carries, substantially in the extension of said stick (37) and on the opposite side with respect to a line defined by said anchor elements (321, 322), at least one counterweight (40) intended to prevent motion of said stick (37) in the event of shocks.
9. Microsystem (10) according to one of the claims 4

- to 8, **characterized in that** said central area comprises the inner ends of two arms (311, 312) directly attached via the outer ends thereof to said anchor elements (321, 322) wherein said inner ends are separated by recesses (33) arranged to insulate said anchor elements (321, 322) from the hot area when said central area is subjected to a flow of light energy.
10. Microsystem (10) according to one of the claims 6 to 8, **characterized in that** said central area comprises the inner end of said stick (37) which is separated from said distal end (380) by a cavity arranged to insulate said distal end (380) from the hot area when said central area is subjected to a flow of light energy.
11. Microsystem (10) according to claim 8, **characterized in that** said central area comprises the inner end of said counterweight which is separated from the distal end thereof by a cavity arranged to insulate said distal end from the hot area when said central area is subjected to a flow of light energy.
12. Microsystem (10) according to one of the claims 4 to 11, **characterized in that** said base plate (60) comprises at least one cavity (41) arranged to insulate the hot area from said base plate and from said at least one wheel/inertia block (20) when said central area is subjected to a flow of light energy.
13. Microsystem (10) according to one of the claims 4 to 12, **characterized in that** said base plate (60) and said thermomechanical actuator (30) are made of the same material to avoid being thrown out of adjustment when said base plate (60) and said thermomechanical actuator (30) are subjected, inside a watch, to the same temperature variations.
14. Microsystem (10) according to one of the claims 1 to 12, **characterized in that** at least one said wheel/inertia block (20) is mounted to pivot about a fixed axis (24) affixed to said base plate (60) or incorporated in said base plate (60).
15. Microsystem (10) according to one of the claims 1 to 13, **characterized in that** at least one said wheel/inertia block (20) is incorporated in said base plate (60) with respect to which said wheel/inertia block pivots carried by flexible bearings.
16. Microsystem (10) according to one of the claims 1 to 14, **characterized in that** said microsystem (10) comprises a first level formed by said base plate (60) and a second level comprising at least one said wheel/inertia block (20), at least one said actuator, at least one said first active click (38), and at least one said means for stopping said toothings (21) in position.
17. Microsystem (10) according to one of the claims 1 to 15, **characterized in that** said microsystem (10) is made in one-piece and comprises cavities underneath the movable members comprised therein.
18. Microsystem (10) according to claim 17, **characterized in that** said microsystem is made entirely of silicon and/or silicon oxide.
19. Microsystem (10) according to claims 16 and 18, **characterized in that** said first level is a handle layer and **in that** said second level is a device layer.
20. Timepiece oscillator (100) comprising at least one microsystem (10) according to one of the claims 1 to 19, **characterized in that** said base plate (60) of said at least one microsystem (10) is attached to a component of said oscillator to adjust the inertia thereof in order to correct the rate of said oscillator.
21. Oscillator (100) according to claim 20, **characterized in that** said oscillator comprises an equipped balance (70) formed by a bare balance (7) connected to an elastic return means or subjected to at least one field of repulsion and/or of attraction, said bare balance (7) carrying at least one said microsystem (10) or being in one-piece with at least one said microsystem (10).
22. Timepiece movement (200) comprising at least one oscillator (100) according to claim 20 or 21, **characterized in that** said movement (200) comprises at least one crystal (2) transparent to predetermined wavelength ranges, and allowing the passage of a light ray (3) for setting a said microsystem (10).
23. Watch (1) comprising at least one microsystem (10) according to one of the claims 1 to 19, or at least one oscillator (100) according to claim 20 or 21, **characterized in that** said watch (1) comprises at least one crystal (2) transparent to predetermined wavelength ranges, and allowing the passage of a light ray (3) for setting at least one said microsystem (10).
24. Watch (1) according to claim 23, **characterized in that** said watch (1) comprises at least one said microsystem (10) to one of the claims 1 to 19 whose said control member is arranged to control a mechanical component for setting a time-related function of said watch (1) when said microsystem (10) is subjected to suitable light radiation.
25. Watch (1) according to claim 23 or 24, **characterized in that** the only means for setting time-related functions comprised in the watch are formed by at least one said microsystem (10) according to one of the claims 1 to 19 whose control member is arranged to control a mechanical component for setting a time-

lated function of said watch (1) when said microsystem (10) is subjected to suitable light radiation.

26. Device (1000) for setting the rate of a timepiece oscillator, comprising at least one watch (1) according to one of the claims 23 to 25 comprising a said microsystem (10) according to one of the claims 1 to 19, **characterized in that** said device (1000) comprises control means (300) arranged to control the emission of a light ray (3) towards an optical concentrator (4) guiding a light beam towards an illuminated area (5) of said watch (1) through said crystal (2), inside which illuminated area (5) a heating area (6) can be superposed on a central area of said thermomechanical actuator (30) to initiate a motion of at least one said wheel/inertia block (20) when the concentrated light energy is applied to said heating area (6). 5 10 15
27. Device (1000) according to claim 26, **characterized in that** said device (1000) comprises rate monitoring means (400) arranged to be disposed on or in proximity to a case (90) comprised in said watch (1), and heat monitoring means (500) arranged to be disposed on or in proximity to a case (90), and **in that** said control means (300) are arranged to generate said light rays (3) only when the temperature of said case (90) is lower than a reference value, and are arranged to generate said light rays (3) when said heating area (6) is superposed on said central area of said thermomechanical actuator (30), as many times as necessary until the variation of rate is lower than a reference value. 20 25 30
28. Device (1000) according to claim 26 or 27, **characterized in that** said device (1000) comprises synchronizing means for controlling a said light ray (3) to follow the motion of and to target at least one said microsystem (10) borne by a component of said oscillator (100) during the oscillation thereof. 35 40

45

50

55

Fig. 1

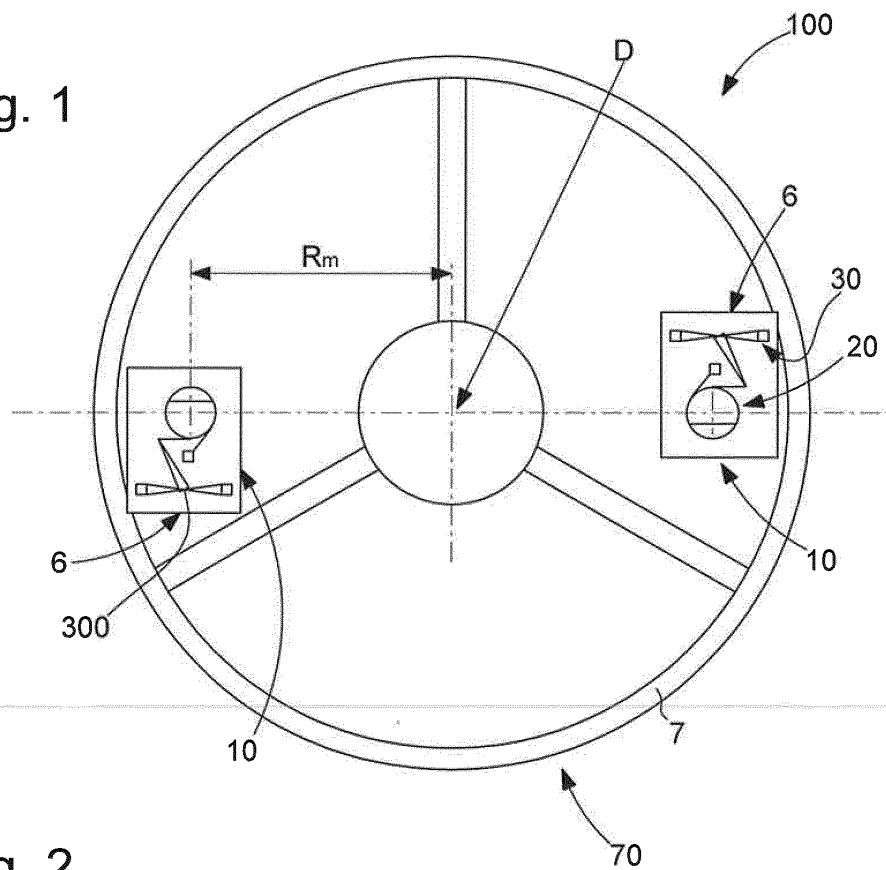


Fig. 2

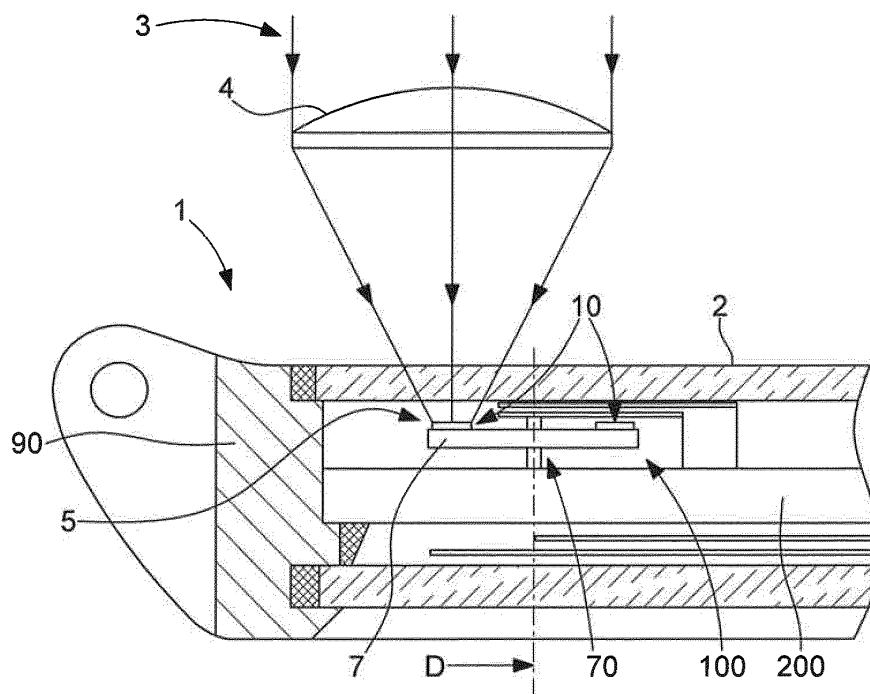


Fig. 3

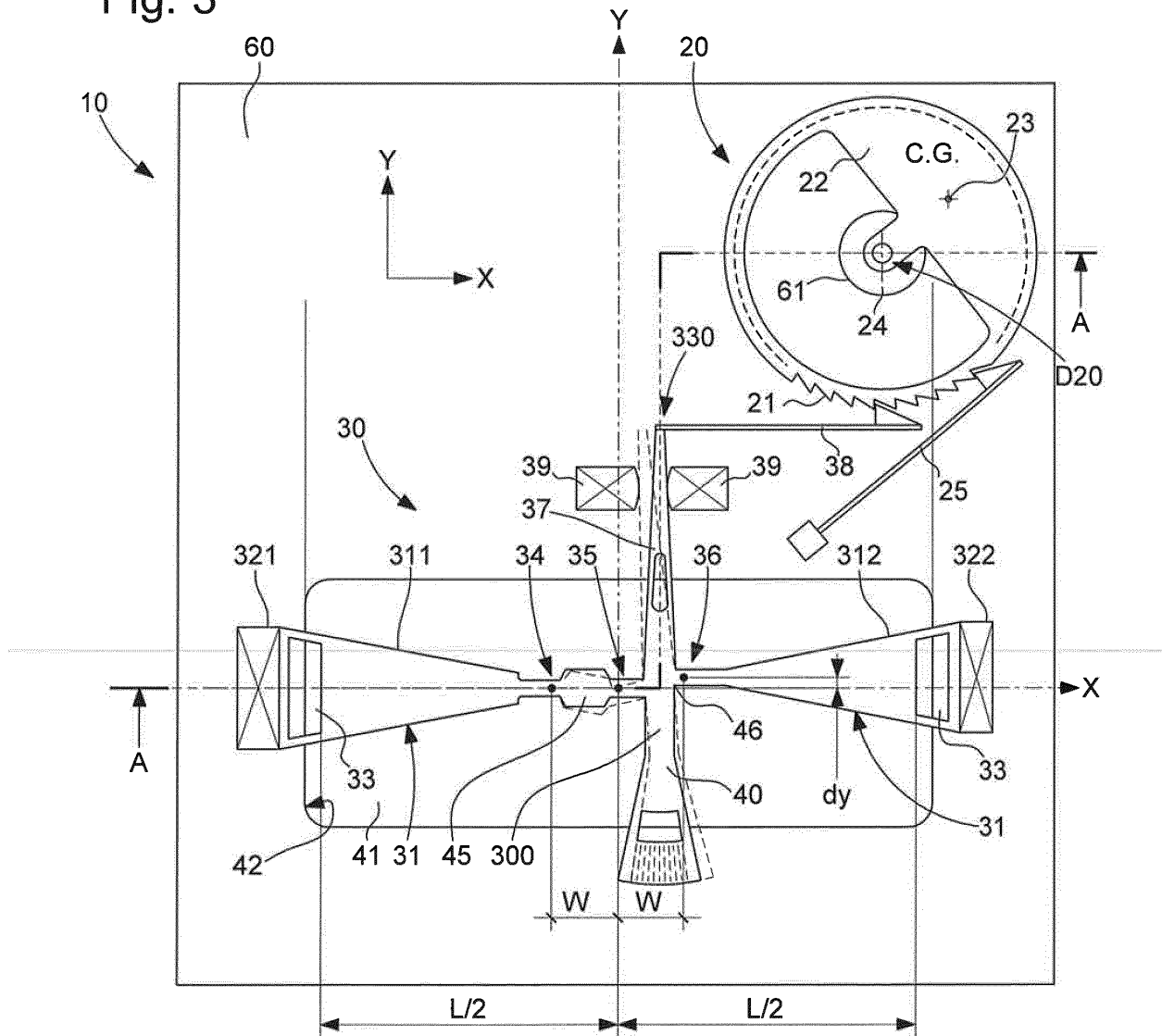


Fig. 4

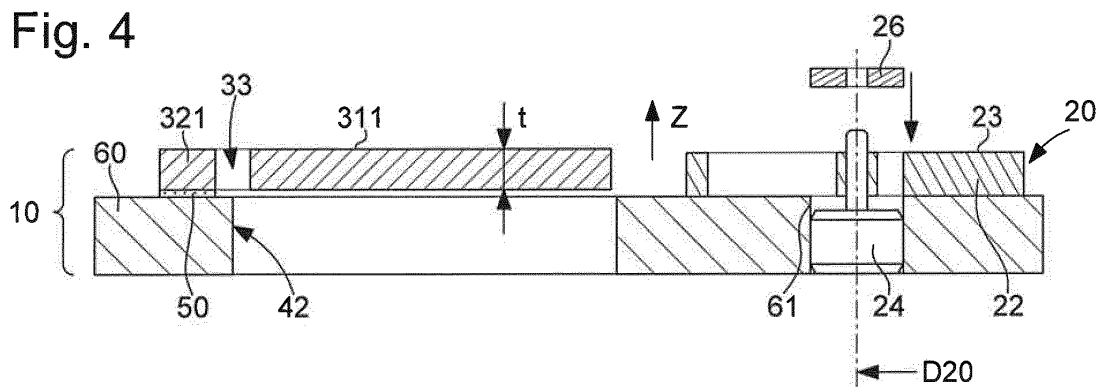


Fig. 5

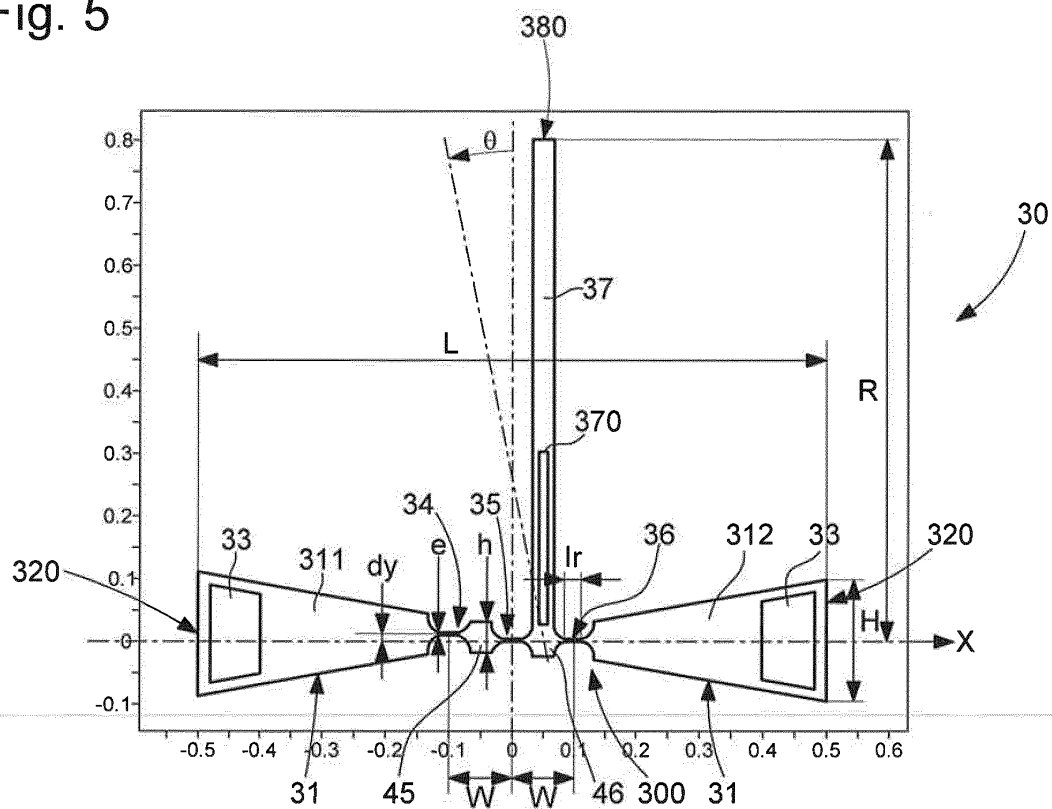


Fig. 9

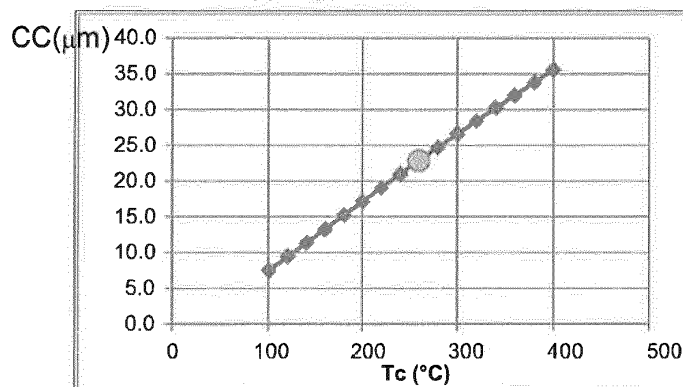


Fig. 10

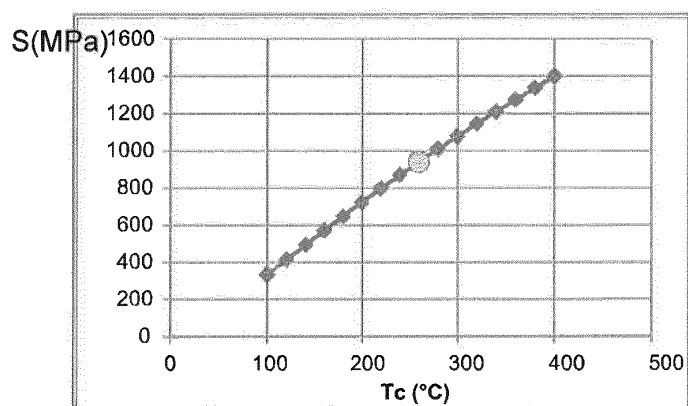


Fig. 6

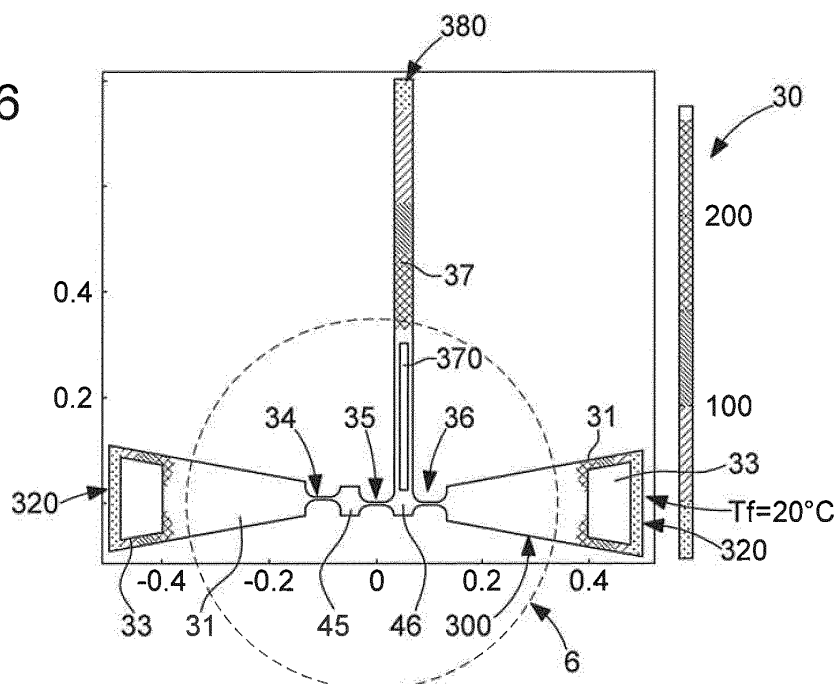


Fig. 7

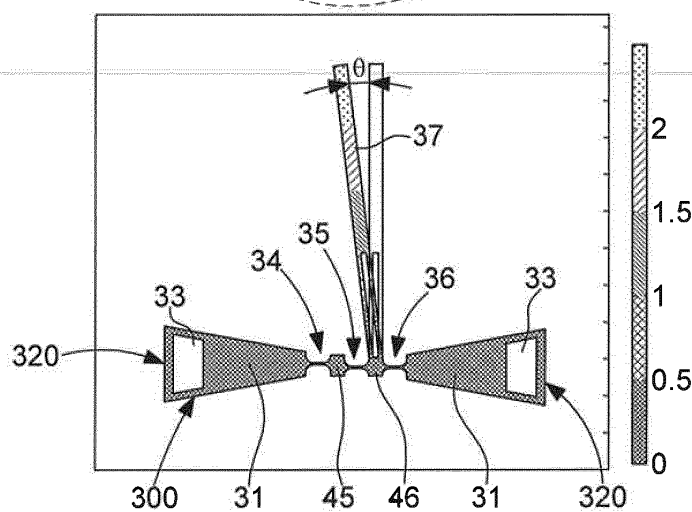


Fig. 8

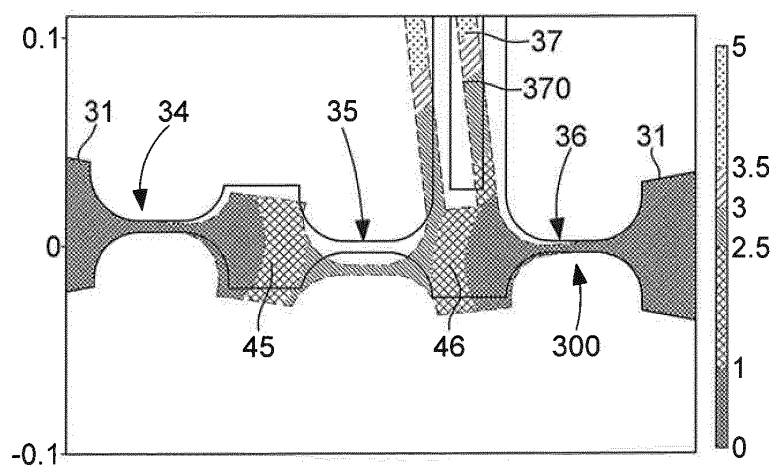


Fig. 11

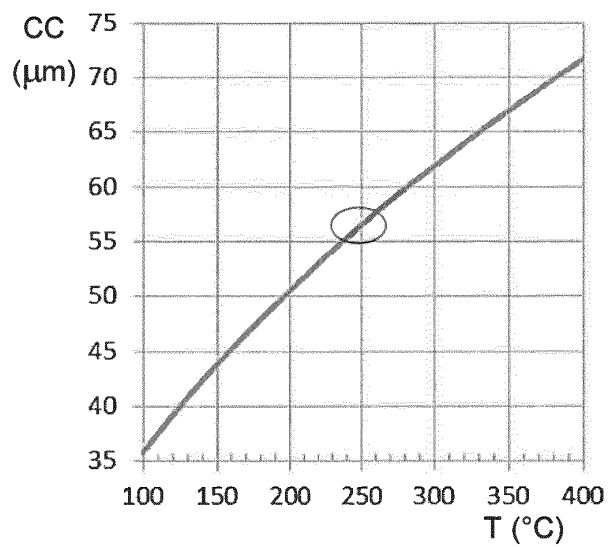


Fig. 12

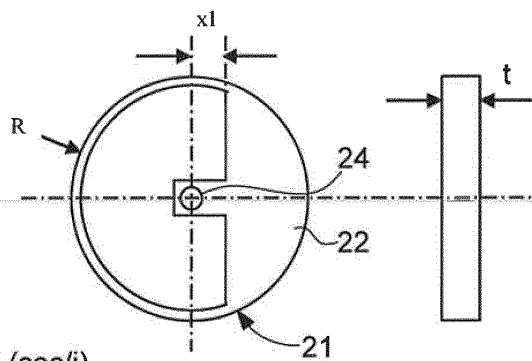


Fig. 13

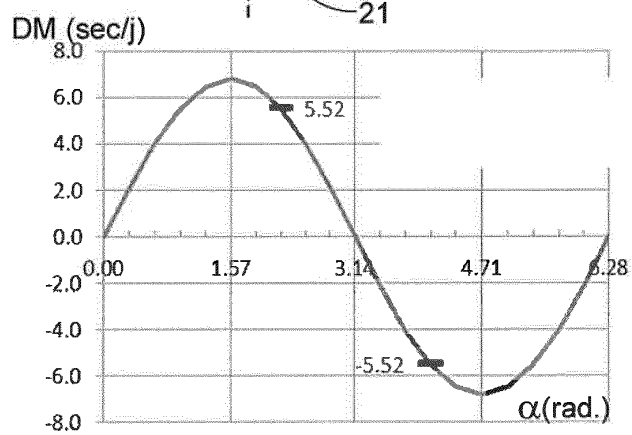
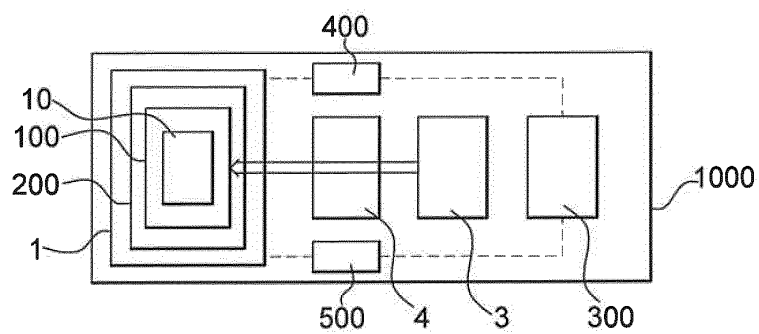


Fig. 14



RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- EP 2410386 A1 [0010]