



(11) **EP 2 574 994 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**03.04.2013 Bulletin 2013/14**

(51) Int Cl.:  
**G04B 15/08 (2006.01) G04B 15/14 (2006.01)**  
**G04B 17/04 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **11183371.1**

(22) Date de dépôt: **29.09.2011**

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

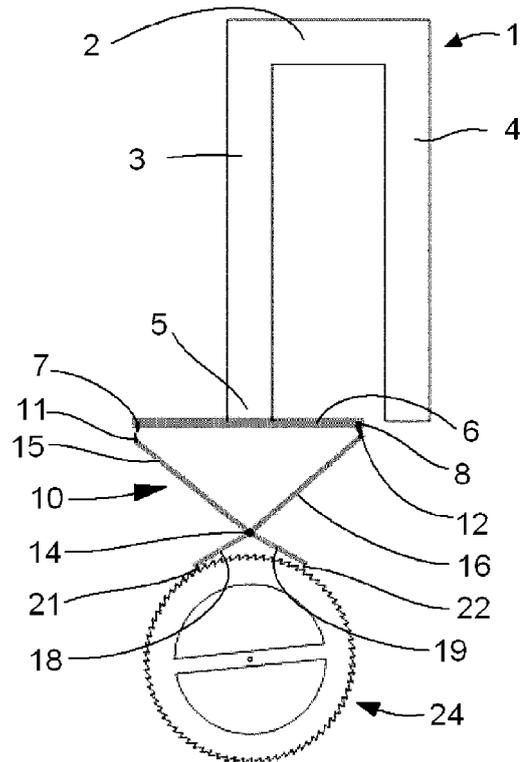
(72) Inventeur: **Vardi, Ilan**  
**75006 Paris (FR)**

(74) Mandataire: **Richard, François-Régis**  
**e-Patent S.A.**  
**Rue Saint-Honoré, 1**  
**Case postale 2510**  
**2001 Neuchâtel (CH)**

(71) Demandeur: **Asgalium Unitec SA**  
**2300 La Chaux-de-Fonds (CH)**

(54) **RESONATEUR A DIAPASON POUR MOUVEMENT HORLOGER MECANIQUE**

(57) L'invention concerne un résonateur mécanique à diapason pour mouvement horloger mécanique à échappement libre, comportant un oscillateur (1) de type diapason, dont au moins une première branche (3) est destinée à osciller de part et d'autre d'un premier axe et porte au moins une première cheville associée à au moins une première dent de fourchette d'une ancre (10, 100), pour faire pivoter cette dernière entre des première et seconde positions angulaires et alternativement verrouiller et libérer une roue d'échappement (24). Le résonateur est caractérisé par le fait qu'il comporte un organe de conversion (6, 7, 8, 15, 16) solidaire de la première cheville et agencé pour, d'une part, transformer les oscillations de la première branche (3) de l'oscillateur (1) en des mouvements de rotation de l'ancre (10, 100) par la transmission de premières impulsions à cette dernière, et, d'autre part, transmettre de l'énergie mécanique depuis l'ancre (10, 100) vers la première branche (3) de l'oscillateur (1) sous la forme d'impulsions, de telle manière que la première dent présente une amplitude de déplacement axial, soit sensiblement suivant la direction du premier axe, lors du pivotement de l'ancre, supérieure à l'amplitude de déplacement de la première cheville sensiblement suivant la direction du premier axe.



**Fig. 2**

**EP 2 574 994 A1**

**Description****Domaine technique**

- 5 **[0001]** La présente invention concerne un résonateur mécanique à diapason pour mouvement horloger mécanique à échappement libre, comportant un oscillateur de type diapason, dont au moins une première branche oscillante est destinée à osciller de part et d'autre d'un premier axe et porte au moins une première cheville associée à au moins une première dent de fourchette d'une ancre, pour faire pivoter cette dernière entre des première et seconde positions angulaires et alternativement verrouiller et libérer une roue d'échappement.
- 10 **[0002]** De manière connue, un tel mécanisme permet, en relation avec une source d'énergie mécanique, d'entretenir les oscillations de l'oscillateur qu'est le diapason et de définir ainsi un résonateur.
- [0003]** Le facteur de qualité élevé d'un oscillateur comme un diapason, soit environ dix à cinquante fois celui d'un balancier spiral conventionnel, le rend attractif dans le cadre d'une application horlogère.
- 15 **[0004]** Par ailleurs, la présente invention concerne également un mouvement horloger muni d'un tel résonateur et une pièce d'horlogerie, en particulier mais non exclusivement du type montre-bracelet, munie d'un tel mouvement horloger.

**Etat de la technique**

- 20 **[0005]** De nombreux dispositifs horlogers comprenant un diapason comme oscillateur ont déjà été divulgués dans l'état de la technique.
- [0006]** A titre d'exemple, le brevet FR 73414 A, délivré au nom de Louis-François-Clément Breguet sur la base d'une demande déposée en 1866, décrit une pendule dont l'oscillateur mécanique est un diapason. Une première branche de ce diapason porte une ancre présentant deux bras agencés pour coopérer avec une roue d'échappement, pour
- 25 alternativement verrouiller et libérer cette dernière. Ainsi, l'ancre ne pivote pas sur le bâti du mouvement horloger, comme c'est le cas habituellement, mais présente le même mouvement oscillant que l'extrémité de la branche du diapason qui la porte. L'échappement ainsi conçu n'est pas de type libre, puisque, d'une part, l'ancre présente un contact permanent avec la roue d'échappement et, d'autre part, la cheville assure la fixation de l'ancre sur la branche du diapason et ne quitte par conséquent jamais l'ancre. Un tel échappement présente par conséquent les inconvénients correspondants, soit notamment une usure et une perturbation chronométrique plus importantes qu'un échappement libre.
- 30 **[0007]** En ce qui concerne plus particulièrement les montres bracelet, Max Hetzel est à l'origine d'un grand nombre d'inventions brevetées, relatives à la mise en oeuvre d'un diapason comme oscillateur, qui ont conduit à la production de la montre-bracelet Accutron (marque déposée), commercialisée par la société Bulova Swiss SA.
- [0008]** La montre Accutron comprend toutefois un résonateur électronique étant donné que chaque branche du diapason correspondant porte un aimant permanent associé à un électro-aimant monté fixe sur le bâti de la montre. Le fonctionnement de chaque électro-aimant est asservi aux vibrations du diapason, par l'intermédiaire des aimants qu'il
- 35 porte, de telle manière que les vibrations du diapason sont entretenues par la transmission d'impulsions magnétiques périodiques des électro-aimants aux aimants permanents. Une des branches du diapason actionne un cliquet permettant d'entraîner en rotation les mobiles du rouage de finissage de la montre. Cette construction ne se prête pas à l'utilisation
- 40 du cliquet pour assurer l'entretien des oscillations du diapason.
- [0009]** Le brevet US 2,971,323, par exemple, issu d'un dépôt datant de 1957, décrit un tel mécanisme qui ne peut toutefois convenir à la réalisation d'une montre purement mécanique, c'est-à-dire dépourvue de circuits électroniques. En effet, un besoin réel existe, en termes de marché, pour des pièces d'horlogerie purement mécaniques présentant une précision de marche accrue par rapport aux pièces connues.
- 45 **[0010]** Il convient de relever que la pièce Accutron est toujours commercialisée actuellement par la société Bulova Swiss SA.
- [0011]** Le brevet CH 594201, issu d'un dépôt datant de 1972, décrit un système de résonateur à double oscillateur. La stabilité en fréquence des oscillations d'un diapason est mise à profit, par interaction magnétique, pour stabiliser les oscillations d'un balancier de forme conventionnelle, donc présentant un facteur de qualité moindre que celui du diapason.
- 50 Dans ce but, les branches du diapason, d'une part, et le balancier, d'autre part, portent des aimants permanents agencés pour coopérer les uns avec les autres. L'interaction correspondante permet à la fois d'entretenir les oscillations du diapason et de stabiliser en fréquence les oscillations du balancier.
- [0012]** Cependant, si cela n'apparaît pas explicitement dans ce brevet, il est évident que ce mécanisme est nécessairement couplé à un échappement mécanique pour convertir les oscillations périodiques du balancier en un mouvement unidirectionnel permettant d'assurer l'entraînement des mobiles d'un rouage de finissage. Ainsi, il est vraisemblable que le balancier est couplé à un échappement mécanique conventionnel agencé pour en entretenir les oscillations. Par conséquent, le mécanisme décrit dans ce document permet d'améliorer la stabilité en fréquence des oscillations d'un balancier, mais cela se fait au prix d'une complexité et d'un encombrement nettement accrus par rapport à un mécanisme
- 55

conventionnel à un seul oscillateur. En outre, le facteur de qualité élevé du diapason n'est que partiellement mis à profit dans la solution présentée puisqu'en définitive, c'est le balancier qui commande les mouvements du rouage de finissage, de manière similaire à ce qui est mis en oeuvre dans les systèmes classiques.

**[0013]** Des solutions alternatives, plus adaptées aux contraintes spatiales spécifiques à la construction d'une montre-bracelet, avaient également été divulguées. En effet, le brevet US 3,208,287, issu d'un dépôt datant de 1962, décrit un résonateur comprenant un diapason couplé à une roue d'échappement par le biais d'interactions magnétiques. Plus précisément, le diapason porte des aimants permanents coopérant avec la roue d'échappement, cette dernière étant réalisée en un matériau conducteur magnétique. La roue d'échappement est reliée cinématiquement à une source d'énergie qui peut être mécanique ou prendre la forme d'un moteur, tandis qu'elle comprend des ouvertures, dans son épaisseur, telle qu'elle forme un circuit magnétique de reluctance variable lorsqu'elle est entraînée en rotation, en relation avec les aimants portés par le diapason.

**[0014]** Par conséquent, une interaction permanente d'intensité substantielle a lieu entre le diapason et la roue d'échappement, que l'on peut qualifier de verrouillage magnétique, une telle construction consistant donc en un échappement non libre. L'apport d'énergie de la roue d'échappement au diapason pour en entretenir les oscillations, même s'il est faible, se fait de manière continue et constitue une source de perturbation non négligeable du point de vue de l'isochronisme de ces oscillations. De même, le guidage de la roue d'échappement par le diapason se fait de manière continue.

**[0015]** Ainsi, le type d'interaction mis en jeu dans cette construction se rapproche d'un contact, ce qui est défavorable du point de vue de la précision de marche.

**[0016]** La pendule de Louis-François-Clément Breguet étant mise à part, tous ces mécanismes font appel à une interaction magnétique et aucun ne se prête à la réalisation d'une pièce d'horlogerie purement mécanique, c'est-à-dire ne comportant ni électronique ni d'interaction magnétique.

### Divulgateion de l'invention

**[0017]** Un but principal de la présente invention est de pallier les inconvénients des résonateurs à diapason connus de l'art antérieur, en proposant un résonateur pour pièce d'horlogerie mécanique, en particulier pour une montre-bracelet, présentant un facteur de qualité et un isochronisme élevés ainsi qu'un échappement de type libre.

**[0018]** Lorsqu'il s'agit de mettre en oeuvre un oscillateur de type diapason dans une montre en relation avec un échappement libre, en particulier dans une montre-bracelet, un certain nombre de problèmes techniques se posent.

**[0019]** La fréquence des oscillations d'un diapason est beaucoup plus grande que celle d'un balancier-spiral. A titre d'exemple, l'Accutron mentionnée précédemment a son diapason qui vibre à une fréquence de 360Hz, à comparer aux 4Hz du balancier-spiral de la majorité des montres mécaniques actuelles. Ainsi, l'adaptation d'un échappement libre conventionnel pour qu'il fonctionne en relation avec un diapason n'est pas évidente. En outre, la fréquence plus élevée des vibrations du diapason devrait entraîner une dépense d'énergie et une usure des composants plus importantes qu'avec un balancier-spiral.

**[0020]** L'amplitude des vibrations d'un diapason horloger est petite. A titre d'exemple, l'amplitude des vibrations du diapason de l'Accutron est de 0,036mm, à comparer à l'amplitude des oscillations de la cheville du balancier dans un système à balancier-spiral, de l'ordre de 2mm.

**[0021]** Une amplitude si faible rend les composants de l'échappement plus difficiles à réaliser que dans le cas d'un balancier-spiral.

**[0022]** De plus, la fréquence de fonctionnement plus élevée et l'amplitude réduite impliquent que l'échappement correspondant devrait agir sur une portion plus importante de l'oscillation du diapason et la perturbation due à l'échappement devrait par conséquent être plus grande que dans le cas conventionnel.

**[0023]** Un problème supplémentaire réside dans le fait que le mouvement oscillatoire des lames ou branches du diapason est presque linéaire, à comparer au mouvement circulaire du balancier. Ainsi, le déplacement axial de l'extrémité de la branche d'un diapason est très faible.

**[0024]** Ce mouvement linéaire nécessite d'apporter des modifications aux composants de l'échappement puisque, notamment, la question des entrées et sorties d'une cheville dans une fourchette d'ancre devient problématique.

**[0025]** En outre, on notera que l'amplitude latérale des oscillations d'une branche de diapason, c'est-à-dire suivant une direction sensiblement perpendiculaire à la direction de la branche, est susceptible de varier fortement, jusqu'à 50% par rapport à une valeur moyenne selon Max Hetzel. En raison de cette variation, la cheville doit pouvoir sortir de la fourchette pour ne pas être gênée pendant un arc supplémentaire plus important que la moyenne, c'est-à-dire pour assurer que la vibration de l'oscillateur soit libre pendant l'arc supplémentaire, une condition nécessaire à la réalisation d'un échappement libre. Il faut donc résoudre la difficulté liée à la problématique de l'entrée et de la sortie de la cheville en référence à la fourchette d'ancre.

**[0026]** Enfin, on peut encore relever que la mise en oeuvre d'un diapason dans une montre-bracelet implique une problématique en termes d'encombrement. En effet, le diapason utilisé dans le modèle Accutron présente une longueur de 25mm, à comparer au diamètre courant d'un balancier, de l'ordre de 10mm.

[0027] Après avoir vérifié la faisabilité d'un résonateur du type mentionné plus haut, en termes de fréquence de fonctionnement et d'énergie consommée, le Demandeur s'est attaché à résoudre la problématique résidant dans la construction d'un résonateur permettant de prendre en compte la faible amplitude des oscillations des branches d'un diapason.

5 [0028] En effet, les calculs effectués par le Demandeur ont permis d'aboutir à la conclusion que, par exemple, un diapason vibrant à une fréquence de 50Hz avec une amplitude de vibrations de 0,07mm présente un niveau de dépense d'énergie similaire à celui d'un balancier-spiral conventionnel. En outre, pour un tel diapason, un échappement qui n'agit que sur 50% de l'amplitude des vibrations de la lame du diapason n'entraîne qu'une augmentation de l'erreur chronométrique d'un facteur de 33%, ce qui confirme la faisabilité d'un tel système.

10 [0029] Dans le but de répondre au problème technique général mentionné précédemment, il en est ressorti que la présente invention concerne plus particulièrement un résonateur du type décrit plus haut, caractérisé par le fait qu'il comporte organe de conversion solidaire de la première cheville et agencé pour, d'une part, transformer les oscillations de la première branche de l'oscillateur en des mouvements de rotation de l'ancre par la transmission de premières impulsions à cette dernière, et,

15 d'autre part, transmettre de l'énergie mécanique depuis l'ancre vers la première branche de l'oscillateur sous la forme d'impulsions, de telle manière que la première dent présente une amplitude de déplacement axial, soit sensiblement suivant la direction du premier axe, lors du pivotement de l'ancre, supérieure à l'amplitude de déplacement de la première cheville sensiblement suivant la direction du premier axe.

20 [0030] En effet, il ressort des considérations géométriques qui précèdent que, dans le système conventionnel oscillateur-ancre-échappement, la cheville de plateau, solidaire de l'oscillateur et actionnant l'ancre pour dégager la roue d'échappement, présente une amplitude de déplacement axial, en considérant ici l'axe de l'ancre lorsqu'il est orienté en direction de l'axe du balancier, supérieure à celle de l'ancre. Or, lorsque l'oscillateur est un diapason, il a été relevé que l'amplitude des déplacements axiaux des extrémités de ses lames est insuffisante pour assurer l'entrée de la cheville dans la fourchette d'ancre, de même que sa sortie hors de la fourchette.

25 [0031] Aussi, la présente invention prévoit que l'amplitude des déplacements axiaux des dents de la fourchette d'ancre est supérieure à celle de la cheville, un organe de conversion étant prévu pour assurer la bonne coopération entre ces éléments et, finalement, permettre le bon fonctionnement d'un échappement libre.

[0032] L'organe de conversion peut être réalisé sous diverses formes sans sortir du cadre de la présente invention.

30 [0033] Suivant un premier mode de réalisation, on peut prévoir qu'il comporte une bascule, destinée à être montée pivotante sur un élément de bâti du mouvement horloger et, solidaire de la première cheville de manière à pouvoir pivoter par rapport à la première branche de l'oscillateur, la bascule portant une seconde cheville destinée à coopérer avec la première dent et avec une seconde dent de la fourchette pour faire pivoter l'ancre.

35 [0034] Suivant un mode de réalisation alternatif préféré, il comporte un support agencé sur la première branche de l'oscillateur et portant la première cheville et une seconde cheville, celles-ci étant destinées à coopérer alternativement et respectivement avec la première dent et avec une seconde dent de fourchette et étant situées à une distance relative légèrement inférieure à la distance relative entre les première et seconde dents de fourchette.

[0035] Grâce à ces caractéristiques, la présente invention permet de mettre en oeuvre un résonateur mécanique pour pièce d'horlogerie comprenant un diapason associé à un échappement libre.

40 [0036] De manière avantageuse, l'ancre comprend un bâti présentant des premier et second bras portant respectivement les première et seconde dents de fourchette.

[0037] Selon une variante de réalisation préférée, l'ancre est solidaire d'une tige d'ancre destinée à assurer son montage sur le mouvement horloger, les premier et second bras s'étendent sensiblement à partir de la tige d'ancre.

45 [0038] Plusieurs variantes de réalisation peuvent être envisagées, en fonction des contraintes à respecter en termes d'encombrement notamment. Ainsi, l'ancre comprend des premier et second bras supplémentaires destinés à coopérer en alternance avec la roue d'échappement, ces premier et second bras, d'une part, ainsi que les premier et second bras supplémentaires, d'autre part, pouvant tous être soit agencés dans un même plan, soit dans deux plans distincts.

50 [0039] Par ailleurs, on peut également prévoir que le résonateur comprend une seconde roue d'échappement, agencée pour coopérer soit avec la même ancre, soit avec une ancre supplémentaire agencée pour coopérer avec la seconde branche de l'oscillateur.

### Breve description des dessins

55 [0040] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description détaillée de modes de réalisation préférés qui suit, faite en référence aux dessins annexés donnés à titre d'exemples non limitatifs et dans lesquels:

[0041] - les figures 1a et 1b représentent des schémas illustratifs de contraintes à prendre en compte pour la mise en oeuvre de la présente invention;

[0042] - la figure 2 représente une vue de face schématique d'un résonateur mécanique pour mouvement horloger selon un premier mode de réalisation de la présente invention;

[0043] - la figure 3 représente une vue de face schématique d'un résonateur mécanique pour mouvement horloger selon une première variante de réalisation du résonateur de la figure 2;

[0044] - la figure 4 représente une vue de face schématique d'un résonateur mécanique pour mouvement horloger selon une seconde variante de réalisation du résonateur de la figure 2;

[0045] - la figure 5 représente une vue de face schématique d'un résonateur mécanique pour mouvement horloger selon une troisième variante de réalisation du résonateur de la figure 2;

[0046] - les figures 6a, 6b, 6c, 6d et 6e représentent des vues d'un détail de fonctionnement du résonateur de la figure 2, dans des configurations successives, et

[0047] - la figure 7 représente une vue de face schématique d'un résonateur mécanique pour mouvement horloger selon un second mode de réalisation de la présente invention.

### Mode(s) de réalisation de l'invention

[0048] Les figures 1a et 1b représentent des schémas illustratifs de contraintes à prendre en compte pour la mise en oeuvre de la présente invention, plus précisément en termes de géométrie à respecter, pour assurer une bonne coopération entre une branche de diapason et une fourchette d'ancre d'échappement.

[0049] La figure 1a illustre schématiquement le déplacement d'une ancre, de rayon R, pour évaluer quelle relation existe entre l'angle de rotation qu'elle parcourt, entre des premier et second rayons, et le déplacement de son extrémité suivant la direction du second rayon, c'est-à-dire sensiblement dans l'axe de la branche de diapason.

[0050] Les traits gras 201 et 202 illustrent les première et seconde positions que peut prendre l'ancre lorsqu'elle pivote en réponse à une impulsion transmise par une branche de diapason, schématisée par les traits fins 203 et 204.

[0051] Plus précisément, lorsque l'ancre se trouve dans la position du trait 201, la branche de diapason (trait 203) doit pouvoir passer devant une première de ses dents de fourchette sans la toucher, tandis que lorsqu'elle se trouve dans la position du trait 202, elle doit pouvoir transmettre une impulsion à la branche du diapason (trait 204), par l'autre dent de sa fourchette, pour entretenir les oscillations du diapason.

[0052] Le déplacement axial de l'extrémité de l'ancre, soit suivant la direction de la branche du diapason est donné par:

$$R \cos a - R = R \left( 1 - \frac{a^2}{2} + \dots - 1 \right) \approx -\frac{Ra^2}{2}.$$

[0053] Il en ressort que le déplacement axial de l'ancre est d'un ordre plus petit que son angle de rotation.

[0054] Pour l'ordre de grandeur habituel d'une ancre présentant une forme conventionnelle, c'est-à-dire des dents parallèles et une longueur de l'ordre de 2,1mm, l'ancre présentant un pivotement de 5 degrés, la formule ci-dessus donne un déplacement axial de son extrémité d'environ 0,008mm, soit moins d'un centième de millimètre.

[0055] De manière générale, la phase de dégagement correspond à environ 2 degrés de pivotement de l'ancre. Ainsi, lorsque la branche du diapason quitte une première dent de la fourchette après l'avoir poussée, il reste 3 degrés de pivotement à l'ancre au cours desquels l'autre dent doit présenter un déplacement axial suffisant pour pouvoir transmettre une impulsion à la branche du diapason. Cet angle de 3 degrés correspond à un déplacement axial de 0,005mm.

[0056] Considérant le cas d'une cheville de plateau conventionnelle, présentant une phase de levée représentant un angle de 30 degrés, la levée commence pour un angle de l'ordre de 15 degrés et se termine à un angle de l'ordre de 9 degrés. Dans ce cas, le déplacement axial de la cheville est généralement de l'ordre de 0,046mm (pour un rayon de trajectoire de la cheville de 0,7mm), ce qui donne un déplacement relatif axial de l'ordre de 0,05mm entre la cheville et la dent de fourchette correspondante de l'ancre.

[0057] Si on admet que le chevauchement entre la dent et la cheville est d'environ 0,025mm en fin de dégagement, il reste 0,025mm de jeu entre la dent et la cheville pour laisser entrer cette dernière dans la fourchette. De telles dimensions sont très petites, à la limite d'une réalisation pratique.

[0058] C'est pour cette raison que la fourchette a une largeur bien définie, pour faciliter l'entrée de la cheville.

[0059] La figure 1b illustre schématiquement le déplacement d'une fourchette de largeur 2S.

[0060] La largeur 2S de la fourchette facilite l'entrée de la cheville dans la fourchette en contribuant au déplacement axial mentionné précédemment, puisqu'elle est du même ordre que l'angle a: une rotation d'un angle a d'un bras horizontal de longueur S donne un déplacement vertical de  $-S \cdot \sin(a)$  soit environ  $-S \cdot a$ . Donc, si la fourchette a une hauteur R, suivant la direction axiale, et que la paroi de chacune de ses dents est à une distance S de l'axe alors, pour une petite rotation d'angle a, le déplacement axial dû à R est environ  $R \cdot a^2$  et le déplacement dû à S est environ  $S \cdot a$ .

**[0061]** Par exemple, en positionnant une paroi de fourchette à 0,25mm de l'axe de son ancre (ordre de grandeur habituel pour un échappement classique à balancier), le déplacement axial de la paroi est augmenté de 0,25.(sin(5°)-sin(3°)) soit environ 0,009, ce qui permet d'augmenter la dimension de passage de 0,025mm à 0,03mm.

**[0062]** Pour le diapason, la situation est plus complexe parce que le mouvement de sa branche ou lame est presque linéaire, tandis qu'avec le balancier la cheville de plateau a un mouvement rotatif.

**[0063]** Par exemple, pour une branche verticale de longueur R vibrant à une amplitude A, le déplacement vertical est

$$\sqrt{R^2 - A^2} - R = R \left( 1 - \frac{A^2}{2R^2} + \dots - 1 \right) \approx -\frac{A^2}{2R},$$

ce qui revient au même calcul en notant que l'angle de rotation de la branche est  $a = \arctan(A/R)$  soit environ  $A/R$ .

**[0064]** A titre d'exemple, pour l'Accutron ayant des branches de 20mm de longueur, mais dont seulement 2/3 est en mouvement circulaire apparent, et une amplitude de 0,036mm, le déplacement vertical est de - 0,00005mm, donc imperceptible pour l'application qui nous intéresse.

**[0065]** De manière similaire, pour un diapason de longueur égale à 20mm, avec une amplitude 0,07mm et une ancre de 2,1mm ayant un dégagement de 1 degré à 0 degré, les calculs ci-dessus conduisent au calcul d'un déplacement vertical de la branche du diapason de 0,0001mm et un déplacement vertical de l'ancre de 0,0003mm, soit une différence de 0,0004mm, ce qui n'est pas acceptable.

**[0066]** Il convient par conséquent d'envisager une fourchette de plus grande largeur permettant à la cheville d'y entrer.

**[0067]** Considérons, par exemple, une fourchette dont les parois sont à une distance S de l'axe de l'ancre. Le déplacement suivant une direction parallèle à l'axe entre 1 degré et 0 degré est donc  $S \cdot \sin(1^\circ)$  soit environ 0,017.S. En posant  $S=2,5$ mm, cela donne un déplacement axial de 0,44mm. Par ailleurs, la cheville sur le diapason tourne également d'un certain angle. On peut calculer que l'entrée dans la fourchette se fait à une amplitude de 0,035mm, pour une lame de 20mm de longueur dont les 2/3 sont en rotation, ceci représentant un angle de  $0,002625=0,15$  degré, le déplacement axial étant de 0,0066mm. Ceci donne un déplacement relatif de 0,045mm, soit une entrée de 0,022mm.

**[0068]** Donc, pour cet exemple basique, la fourchette devrait avoir des parois distantes d'au moins 2,5mm en référence à l'axe de l'ancre, pour une longueur totale de 5mm.

**[0069]** Ces calculs sont basés sur l'hypothèse que les vibrations du diapason sont approximativement circulaires. En réalité, le mouvement est plus complexe et on devrait se référer au comportement exact d'un barreau déformé en flexion pour plus de précision. Les calculs présentés ici sont donnés à titre indicatif donc, en pratique, la géométrie exacte de la fourchette devra être adaptée à la trajectoire exacte des vibrations du diapason.

**[0070]** Les considérations ci-dessus ont conduit le Demandeur à revoir la géométrie de la fourchette et, par conséquent, celle de la cheville de plateau conventionnelle.

**[0071]** La figure 2 représente une vue de face schématique d'un résonateur mécanique pour mouvement horloger selon un premier mode de réalisation de la présente invention.

**[0072]** Ce résonateur comporte un oscillateur 1 de type diapason, ici sensiblement en forme de U de manière non limitative, dont la base 2 est destinée à être rendue solidaire d'un élément de bâti d'un mouvement horloger (non illustré pour plus de clarté) pour permettre aux branches 3 et 4 de vibrer en référence à la base, de manière connue.

**[0073]** En alternative, le diapason pourra présenter une forme différente, comme par exemple et préférablement, une forme similaire à celle décrite et illustrée dans le brevet US 3,447,311.

**[0074]** Comme mentionné précédemment, l'amplitude des vibrations du diapason est très faible et ne serait pas adaptée pour la réalisation d'un résonateur conventionnel, en remplaçant simplement le système du balancier-spiral par un diapason.

**[0075]** Aussi, le Demandeur a effectué des recherches pour mettre au point un résonateur mécanique à diapason pour mouvement horloger comprenant un organe de conversion agencé pour,

d'une part, transformer les mouvements d'une branche de diapason en des mouvements de rotation d'une ancre par la transmission de premières impulsions à cette dernière, et,

d'autre part, transmettre de l'énergie mécanique depuis l'ancre vers la branche du diapason sous la forme d'impulsions, de telle manière que les dents de la fourchette d'ancre présentent une amplitude de déplacement axial, soit sensiblement suivant la direction de l'axe de la branche de diapason, lors du pivotement de l'ancre, supérieure à l'amplitude de déplacement de l'extrémité de la branche de diapason sensiblement suivant sa direction axiale.

**[0076]** La figure 2 illustre un exemple de réalisation d'un résonateur selon un mode illustratif de l'invention.

**[0077]** L'extrémité libre 5 d'une première branche 3 du diapason est pourvue d'un support 6 portant des première et seconde chevilles 7 et 8 remplissant la fonction de la cheville de plateau dans un système conventionnel, comme cela ressortira de la description détaillée des figures 6a à 6e.

**[0078]** Le support 6 présente une forme allongée, suivant une direction sensiblement perpendiculaire à la direction de la première branche 3, en étant fixé à cette dernière par son milieu, les chevilles 7, 8 étant disposées à ses extrémités respectives.

**[0079]** Les chevilles 7, 8 coopèrent avec une ancre 10, plus précisément avec des première et seconde dents 11 et 12 de l'ancre définissant une fourchette d'ancre.

**[0080]** L'ancre 10 comprend un bâti destiné à être monté pivotant sur un élément de bâti du mouvement horloger par l'intermédiaire d'une tige d'ancre 14. Le bâti présente des premier et second bras 15, 16 s'étendant à partir de la tige d'ancre et dont chacun porte l'une des dents 11, 12 à son extrémité libre.

**[0081]** Le bâti présente en outre des premier et second bras supplémentaires 18, 19 s'étendant également à partir de la tige d'ancre 14 et portant respectivement des première et seconde palettes 21, 22 agencées pour coopérer avec la denture d'une roue d'échappement 24, de manière sensiblement conventionnelle. Ainsi, l'ancre 10 est destinée à pivoter entre une première position dans laquelle l'une de ses palettes 21, 22 verrouille la roue d'échappement 24 en rotation et une seconde position dans laquelle l'autre palette verrouille la roue d'échappement. Lorsque l'ancre pivote entre l'une et l'autre position, la roue d'échappement est libérée pour tourner.

**[0082]** La distance entre les chevilles 7 et 8 est légèrement inférieure à la distance entre les dents 11 et 12 pour assurer le bon fonctionnement du résonateur.

**[0083]** Il ressort de la figure 2 que le résonateur selon la présente invention permet un fonctionnement similaire à celui des résonateurs conventionnels, notamment grâce au fait que l'oscillateur porte deux chevilles 7 et 8 au lieu d'une cheville unique, ainsi que par la géométrie particulière de la fourchette d'ancre. La solution illustrée à titre indicatif non limitatif permet non seulement d'assurer à l'ancre une amplitude de rotation suffisante pour sa bonne coopération avec la roue d'échappement, mais également d'assurer que les chevilles 7 et 8 puissent entrer à tour de rôle dans la fourchette et entraîner l'ancre de manière adaptée, et qu'elles puissent également en sortir, de manière symétrique.

**[0084]** Bien entendu, l'homme du métier pourra adapter le nombre de dents de la roue d'échappement ou les bras de leviers entre les différents bras de l'ancre en fonction de ses propres besoins et sans sortir du cadre de la présente invention.

**[0085]** En particulier, on notera que le bras de levier de l'ancre peut être modifié par modification des distances entre la tige d'ancre et les dents de la fourchette, d'une part, et entre la tige d'ancre et les palettes, d'autre part, pour adapter la géométrie de l'ancre en fonction des besoins. En effet, une réduction du bras de levier de la fourchette permet d'augmenter l'angle de rotation de l'ancre et donc l'amplitude de déplacement des palettes.

**[0086]** En outre, on notera également qu'une réduction du bras de levier de la fourchette facilite la construction de l'échappement, puisqu'elle entraîne un élargissement de la surface de repos de la palette ainsi que la largeur de cette dernière. L'augmentation de l'angle de rotation de l'ancre augmente le déplacement de la fourchette suivant la direction axiale de l'ancre, ce qui facilite l'entrée et la sortie de la ou des cheville(s). La largeur de la fourchette peut ainsi être réduite. En revanche, a priori la dépense d'énergie est augmentée dans ce cas, mais l'homme du métier ne rencontrera pas de difficulté particulière pour adapter le dimensionnement de l'ancre et de sa fourchette en fonction de ses propres besoins.

**[0087]** On notera que dans le mode de réalisation illustré sur la figure 2, les premier et second bras 15, 16 de l'ancre ainsi que ses premier et second bras supplémentaires 18, 19 sont tous situés dans un même plan. Toutefois, d'autres configurations sont possibles sans sortir du cadre de la présente invention et en fonction notamment des contraintes à respecter en termes d'encombrement du résonateur.

**[0088]** La figure 3 représente une vue de face schématique d'un résonateur mécanique pour mouvement horloger selon une première variante de réalisation du résonateur de la figure 2.

**[0089]** Les mêmes références numériques que sur la figure 2 seront utilisées pour simplifier la compréhension de la figure 3.

**[0090]** Le résonateur est globalement le même que sur la figure 2 à la différence près que les premier et second bras supplémentaires 18, 19 de l'ancre 10 s'étendent dans un second plan différent de celui contenant les premier et second bras 15, 16. En outre, dans le mode de réalisation de la figure 3, les médiatrices, d'une part, des premier et second bras et, d'autre part, des premier et second bras supplémentaires présentent entre elles un angle de l'ordre de 80 degrés.

**[0091]** Grâce à ces caractéristiques, la roue d'échappement peut être agencée dans un plan différent de celui du diapason et à une distance de lui plus faible que dans le cas de la réalisation de la figure 2.

**[0092]** Une telle configuration permet de réduire l'encombrement de l'ensemble diapason-échappement et se prête mieux à son intégration dans une montre-bracelet.

**[0093]** L'homme du métier ne rencontrera pas de difficulté particulière pour modifier la forme de l'ancre en fonction de ses propres contraintes en termes d'encombrement.

**[0094]** La figure 4 représente une vue de face schématique d'un résonateur mécanique pour mouvement horloger selon une seconde variante de réalisation du résonateur de la figure 2. Suivant cette variante, les médiatrices des premier et second bras 15, 16, d'une part et, des premier et second bras supplémentaires 18, 19, d'autre part, présentent entre elles un angle de l'ordre de 120 degrés.

**[0095]** La figure 5 représente une vue de face schématique d'un résonateur mécanique pour mouvement horloger selon une troisième variante de réalisation du résonateur de la figure 2. Suivant cette variante, les médiatrices des premier et second bras 15, 16, d'une part et, des premier et second bras supplémentaires 18, 19, d'autre part, présentent entre elles un angle de l'ordre de 180 degrés.

**[0096]** Il ressort des figures 4 et 5 que la roue d'échappement et le diapason peuvent éventuellement être au moins partiellement superposés, notamment pour réduire l'encombrement de l'ensemble diapason-échappement comme mentionné précédemment.

**[0097]** Les figures 6a, 6b, 6c, 6d et 6e représentent des vues d'un détail de fonctionnement du résonateur de la figure 2, dans des configurations successives intervenant sur une demi-alternance des oscillations de la première branche 3.

**[0098]** Partant de la figure 6a, la première branche 3 du diapason termine sa course suivant la direction de la flèche, vers la gauche de la figure, juste avant de repartir dans le sens opposé.

**[0099]** Dans cette situation, la première palette 21 de l'ancre 10 coopère avec la denture de la roue d'échappement 24 pour verrouiller cette dernière en rotation. L'échappement est ici au repos.

**[0100]** Lorsque la branche 3 revient vers la droite de l'illustration, ce qui est représenté sur la figure 6b, la seconde dent 12 de l'ancre se trouve sur le trajet de la seconde cheville 8. Lorsqu'un contact est établi entre elles, une phase de dégagement commence par rotation de l'ancre dans le sens horaire sur la figure 6b, sous l'effet de l'impulsion transmise par la seconde cheville. La première palette 21 est soulevée de la roue d'échappement 24 et la libère.

**[0101]** Pendant la phase de dégagement, la première dent 11 remonte en direction de la première cheville 7, cette situation étant illustrée sur la figure 6c.

**[0102]** Une phase d'impulsion de l'ancre à la première cheville 7 intervient alors, tel qu'illustré sur la figure 6d, pour assurer l'entretien des oscillations de la première branche 3 du diapason.

**[0103]** Dans le même temps, la seconde palette 22 est rabattue en direction de la roue d'échappement 24 jusqu'à la verrouiller à nouveau, tel que représenté sur la figure 6e.

**[0104]** La seconde demi-alternance commence alors et les mêmes phases interviennent à nouveau dans le même ordre chronologique, de manière conventionnelle.

**[0105]** Ainsi, on constate que pour que l'ancre 10 coopère efficacement avec la roue d'échappement 24, la distance la plus grande entre les différentes positions que prennent ses dents 11, 12 doit être importante, en tout cas supérieure au double de l'amplitude des vibrations de la branche 3 du diapason qui, elle, est faible comme on l'a relevé plus haut et insuffisante à elle seule pour déplacer l'ancre de manière satisfaisante. Cette distance la plus grande est celle située entre les positions respectives que prennent les première et seconde dents après qu'elles aient subi l'impulsion de la cheville correspondante, lors des phases de dégagement.

**[0106]** Dans les figures qui précèdent, le résonateur selon l'invention comporte un organe de conversion comprenant deux chevilles 7,8 associées à deux dents 11, 12 espacées pour assurer une rotation suffisante de l'ancre.

**[0107]** Il est toutefois envisageable de réaliser l'organe de conversion sous des formes différentes sans sortir du cadre de la présente invention.

**[0108]** La figure 7 représente une vue de face schématique d'un résonateur mécanique pour mouvement horloger selon un second mode de réalisation de la présente invention, permettant d'aboutir à un résultat similaire.

**[0109]** L'ancre 100 présente ici une forme plus conventionnelle, avec une fourchette 101 de largeur réduite en référence à celle illustrée sur les figures précédentes.

**[0110]** Ainsi, l'organe de conversion mis en oeuvre dans le présent mode de réalisation fait appel au principe du bras de levier.

**[0111]** Celui-ci comporte une bascule 110 destinée à être montée pivotante sur un élément de bâti du mouvement horloger, au moyen d'un pivot 111.

**[0112]** La bascule comprend, à une première extrémité, une première cheville 112 montée pivotante sur l'extrémité libre 5 de la première branche 3 du diapason et, à une seconde extrémité, une seconde cheville 113 engagée entre les dents de la fourchette 101 pour coopérer avec elle et faire pivoter l'ancre 100 lorsque la première branche 3 vibre.

**[0113]** On constate qu'ici également, la distance maximale entre les différentes positions que peuvent occuper les dents de la fourchette 101 est supérieure au double de l'amplitude des vibrations de la branche 3 du diapason. Toutefois, la structure de l'organe de conversion permet d'assurer à la fois une bonne transmission d'impulsions de l'ancre vers le diapason pour entretenir les oscillations de ce dernier et, une bonne transmission d'impulsions depuis le diapason vers l'ancre pour faire pivoter cette dernière avec une amplitude qui permet d'assurer un bon fonctionnement de l'échappement associé. En effet, le levier permet d'amplifier l'amplitude de vibration de la lame du diapason. Plus précisément, sur la figure 6, le bras de levier mis en oeuvre est égal au rapport de la distance entre la seconde cheville 113 et le pivot 111 sur la distance entre la première cheville 112 et le pivot 111. Grâce à ce dispositif, une ancre conventionnelle peut être utilisée, à condition de prévoir un rapport de levier adapté.

**[0114]** Si cette solution présente une construction plus complexe et une usure plus rapide des composants en jeu que dans le cas du premier mode de réalisation, elle permet malgré tout de réaliser un résonateur mécanique répondant aux caractéristiques de l'invention.

[0115] La description qui précède s'attache à décrire des modes de réalisation particuliers à titre d'illustration non limitative et, l'invention n'est pas limitée à la mise en oeuvre de certaines caractéristiques particulières qui viennent d'être décrites, comme par exemple la forme spécifiquement illustrée et décrite pour le diapason, la roue d'échappement ou l'ancre.

[0116] On notera, par exemple, que du fait de leur taille plus faible que dans les systèmes conventionnels, d'un ordre de magnitude environ, la forme des palettes devrait être modifiée pour renforcer ces dernières. En particulier, la section rectangulaire des palettes conventionnelles est fragile lorsque leur largeur diminue, donc une section trapézoïdale peut être préférée. L'épaisseur des palettes peut également être augmentée pour les renforcer, de manière complémentaire. Le surplus de largeur doit bien entendu prendre en compte la coopération de la palette avec la denture de la roue d'échappement.

[0117] Il est également possible d'augmenter le tirage des palettes en les rendant solidaires des bras de l'ancre avec un certain angle, différent de l'angle droit habituel. Un tel tirage apporte une sécurité en diminuant la possibilité pour la roue d'échappement de se libérer de manière accidentelle pendant la phase de repos contre la palette.

[0118] L'homme du métier ne rencontrera pas de difficulté particulière pour adapter le contenu de la présente divulgation à ses propres besoins et mettre en oeuvre un résonateur mécanique différent de celui selon les modes de réalisation décrits ici, mais comprenant un organe de conversion permettant la réalisation d'un résonateur à échappement libre tel que décrit ci-dessus, sans sortir du cadre de la présente invention.

[0119] On notera en particulier, comme mentionné précédemment, que l'invention n'est pas limitée à un résonateur comportant une seule roue d'échappement ni une seule ancre. En effet, une seconde roue d'échappement pourrait être associée à l'ancre voire à une ancre supplémentaire coopérant avec la seconde branche du diapason.

[0120] On notera enfin que la technologie de fabrication de composés en silicium se prête particulièrement bien à la production des éléments qui ont été décrits, notamment parce qu'elle garantit une bonne précision de fabrication et les éléments en silicium en contact les uns avec les autres présentent des frottements réduits en référence aux matériaux couramment employés dans le domaine horloger. Ces caractéristiques spécifiques du silicium sont magnifiées ici du fait de la fréquence élevée de vibration du diapason.

## Revendications

1. Résonateur mécanique à diapason pour mouvement horloger mécanique à échappement libre, comportant un oscillateur (1) de type diapason, dont au moins une première branche (3) est destinée à osciller de part et d'autre d'un premier axe et porte au moins une première cheville associée à au moins une première dent de fourchette d'une ancre (10, 100), pour faire pivoter cette dernière entre des première et seconde positions angulaires et alternativement verrouiller et libérer une roue d'échappement (24), **caractérisé en ce qu'il** comporte un organe de conversion (6, 7, 8, 15, 16) solidaire de ladite première cheville et agencé pour, d'une part, transformer les oscillations de ladite première branche (3) dudit oscillateur (1) en des mouvements de rotation de ladite ancre (10, 100) par la transmission de premières impulsions à cette dernière, et, d'autre part, transmettre de l'énergie mécanique depuis ladite ancre (10, 100) vers ladite première branche (3) dudit oscillateur (1) sous la forme d'impulsions, de telle manière que ladite première dent présente une amplitude de déplacement axial, soit sensiblement suivant la direction dudit premier axe, lors du pivotement de ladite ancre, supérieure à l'amplitude de déplacement de ladite première cheville sensiblement suivant la direction dudit premier axe.
2. Résonateur mécanique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit organe de conversion comporte une bascule (110), destinée à être montée pivotante sur un élément de bâti du mouvement horloger et, dont une première extrémité est solidaire de ladite première cheville (112) de manière à pouvoir pivoter en référence à ladite première branche (3) dudit oscillateur (1), ladite bascule portant une seconde cheville (113) destinée à coopérer avec ladite première dent et avec une seconde dent de ladite fourchette (101) pour faire pivoter ladite ancre (100).
3. Résonateur mécanique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit organe de conversion comporte un support (6) agencé sur ladite première branche (3) dudit oscillateur (1) et portant ladite première cheville (7) et une seconde cheville (8), celles-ci étant destinées à coopérer alternativement et respectivement avec ladite première dent et avec une seconde dent (11, 12) de fourchette et étant situées à une distance relative légèrement inférieure à la distance relative entre lesdites première et seconde dents de fourchette.
4. Résonateur mécanique selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** ladite ancre (10) comprend un bâti présentant des premier et second bras (15, 16) portant respectivement lesdites première et seconde dents (11, 12) de fourchette.

## EP 2 574 994 A1

5. Résonateur mécanique selon la revendication 4, ladite ancre (10) étant solidaire d'une tige d'ancre (14) destinée à assurer son montage sur le mouvement horloger, **caractérisé en ce que** lesdits premier et second bras (15, 16) s'étendent sensiblement à partir de ladite tige d'ancre (14).
- 5 6. Résonateur mécanique selon la revendication 5, ladite ancre (10) comprenant des premier et second bras supplémentaires (18, 19) destinés à coopérer en alternance avec ladite roue d'échappement (24), **caractérisé en ce que** lesdits premier et second bras (15, 16) ainsi que lesdits premier et second bras supplémentaires (18, 19) sont tous agencés dans un même plan.
- 10 7. Résonateur mécanique selon la revendication 5, ladite ancre comprenant des premier et second bras supplémentaires (18, 19) destinés à coopérer en alternance avec ladite roue d'échappement (24), **caractérisé en ce que** lesdits premier et second bras (15, 16), d'une part, et lesdits premier et second bras supplémentaires (18, 19), d'autre part, sont agencés dans des premier et second plans respectifs distincts.
- 15 8. Résonateur mécanique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte une seconde roue d'échappement associée à ladite ancre (10).
9. Résonateur mécanique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte une seconde roue d'échappement associée une ancre supplémentaire agencée pour coopérer avec la seconde  
20 branche dudit oscillateur.
10. Résonateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit oscillateur et/ou ladite ancre et/ou ladite roue d'échappement sont réalisés en silicium.
- 25 11. Mouvement horloger comportant un résonateur mécanique selon l'une quelconque des revendications précédentes.
12. Pièce d'horlogerie comportant un mouvement horloger selon la revendication 11.

30

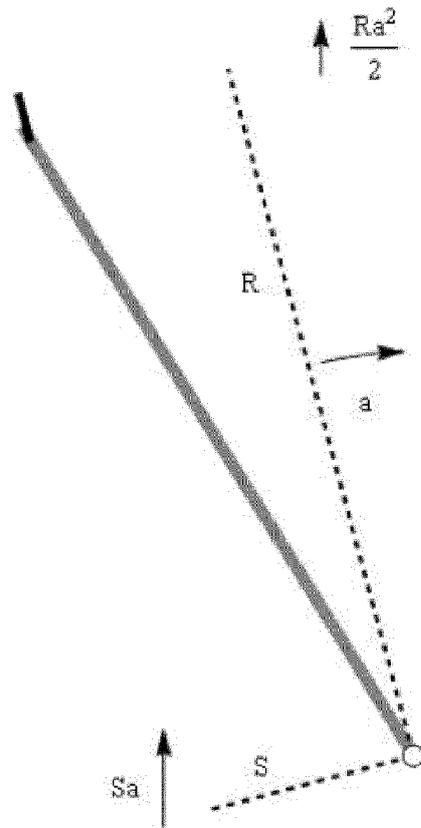
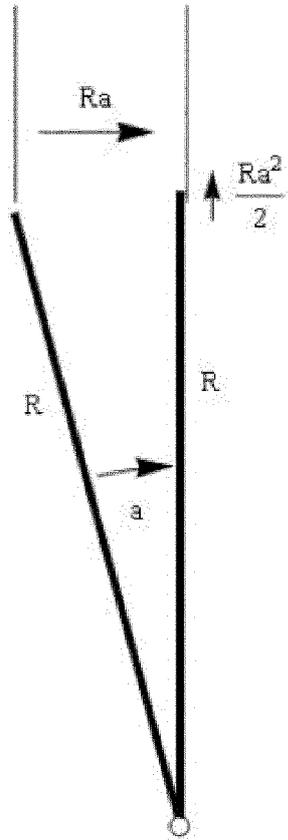
35

40

45

50

55



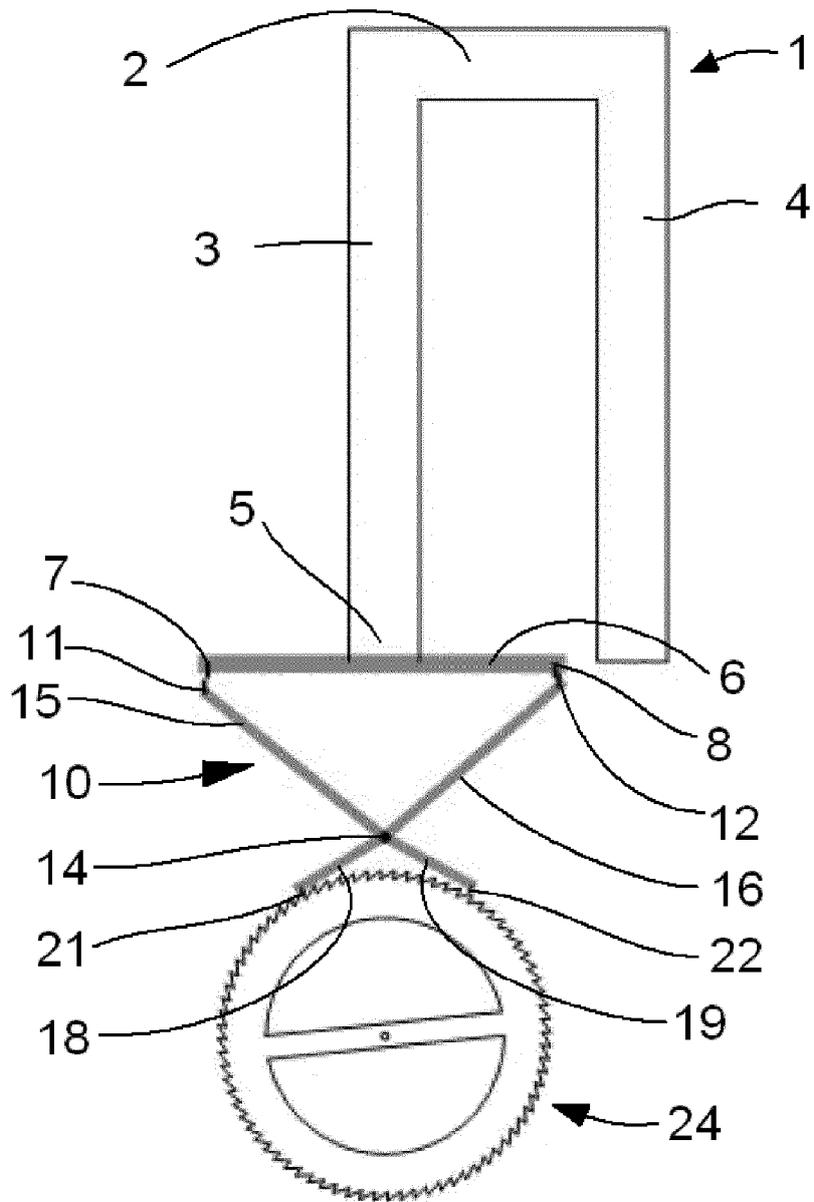


Fig. 2

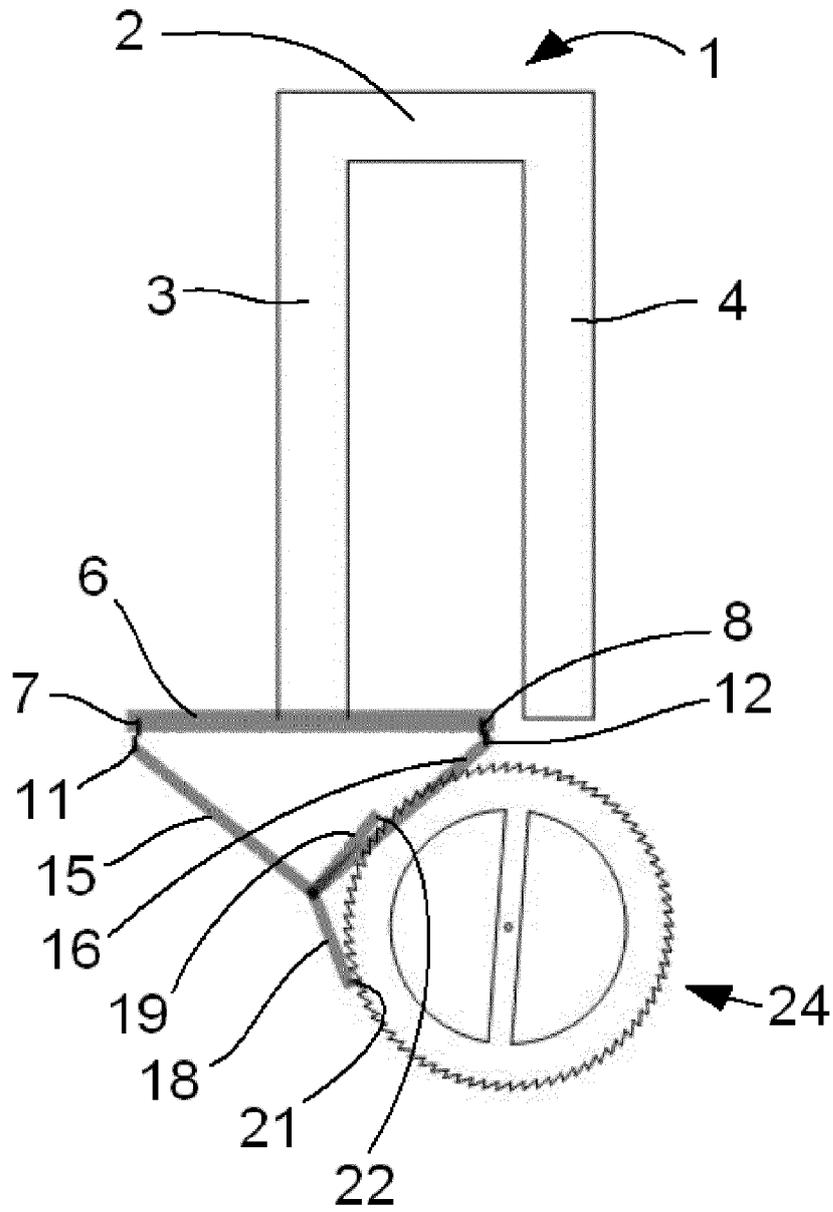


Fig. 3

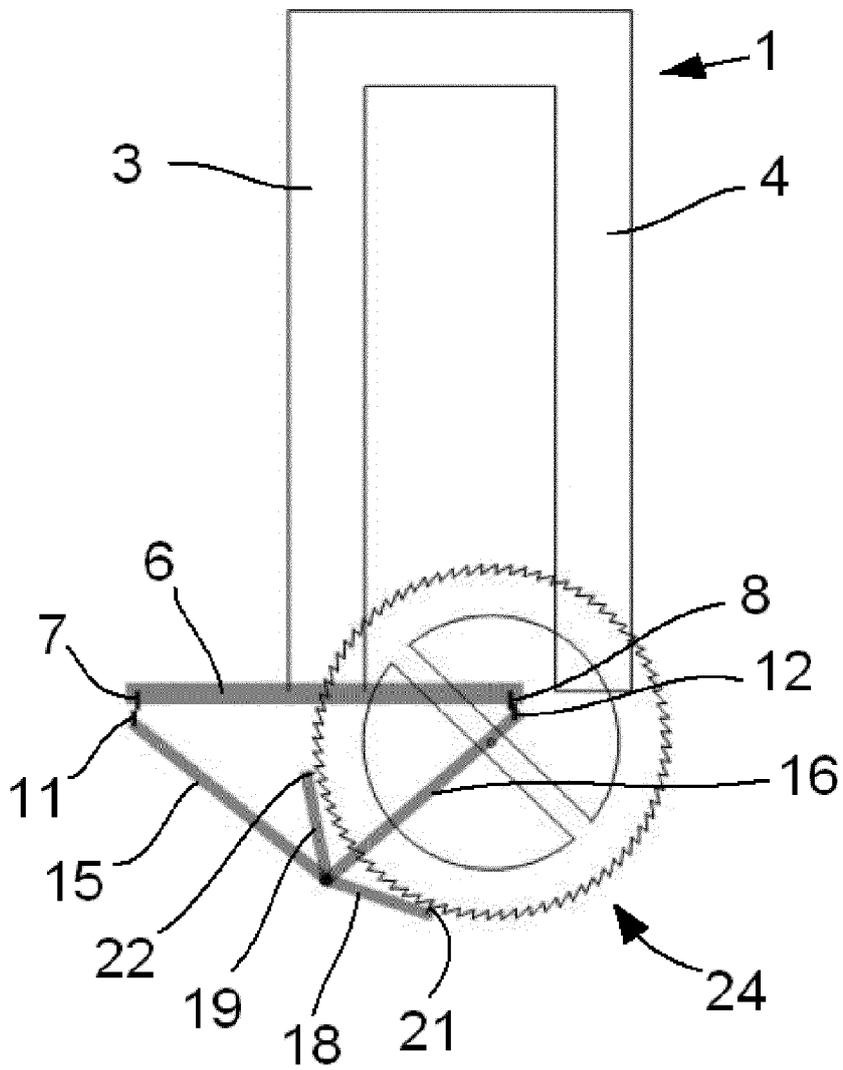


Fig. 4

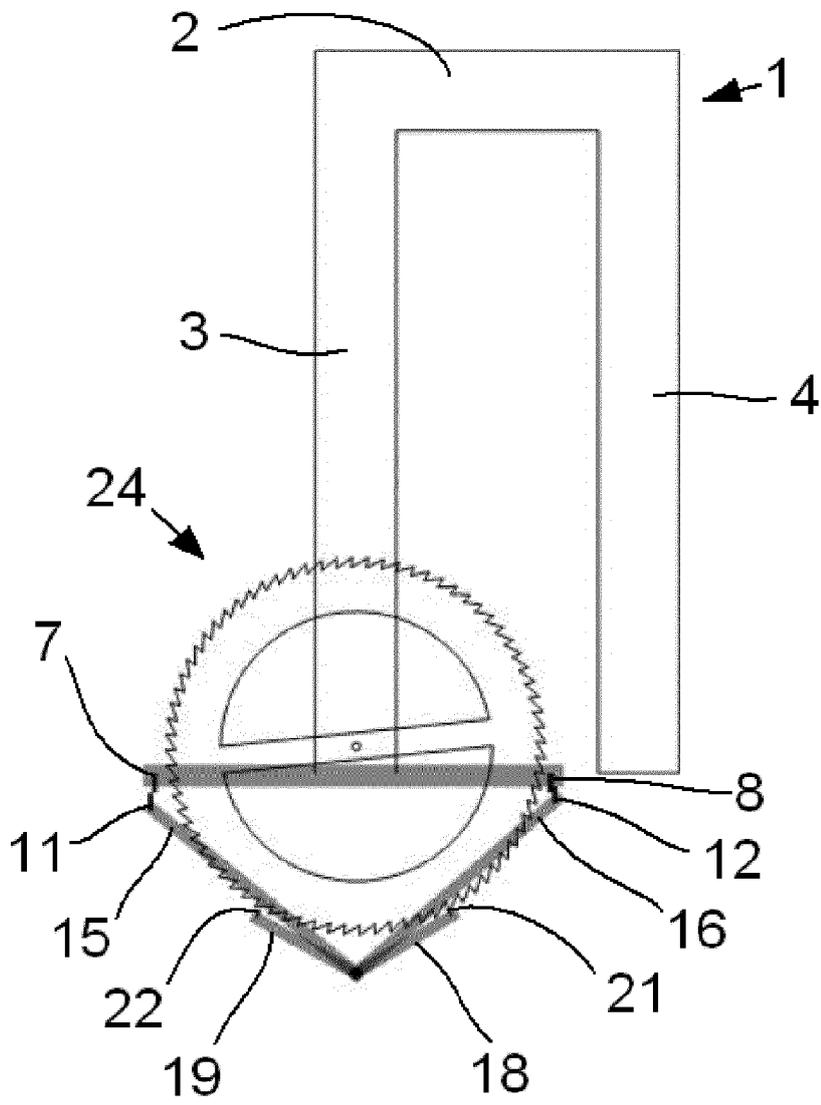


Fig. 5

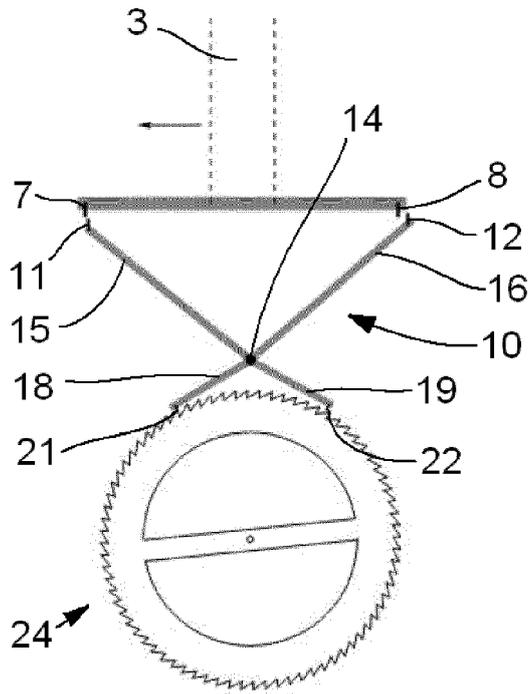


Fig. 6a

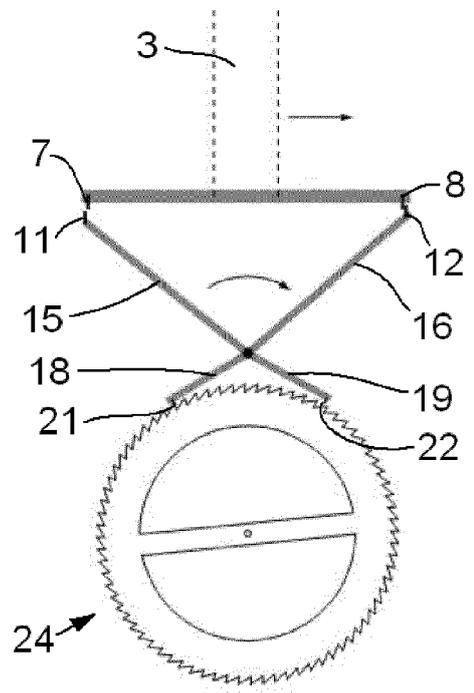


Fig. 6b

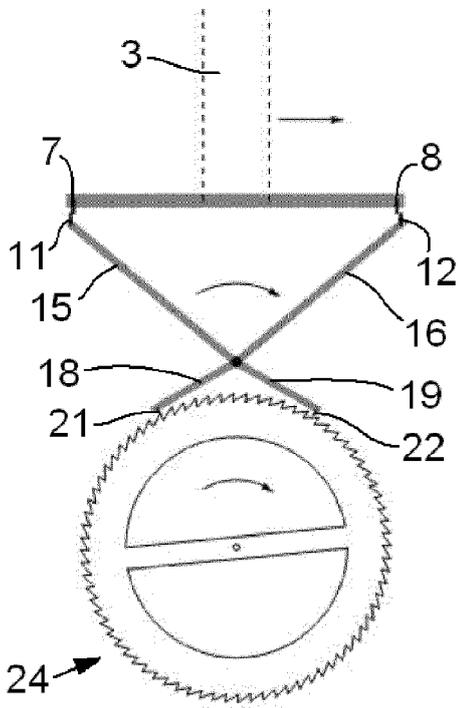


Fig. 6c

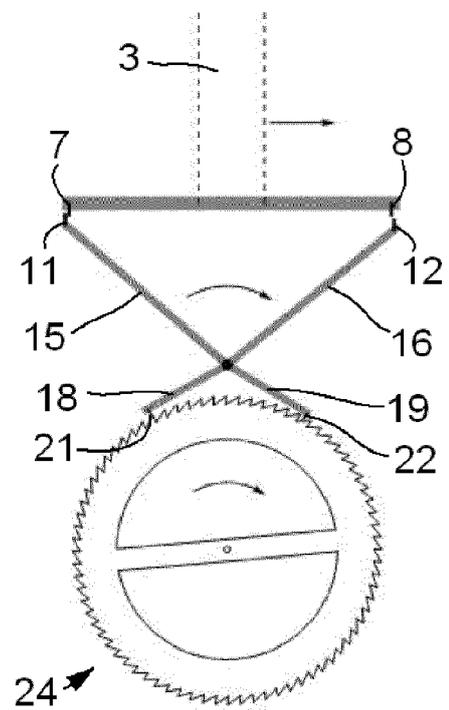


Fig. 6d

Fig. 6e

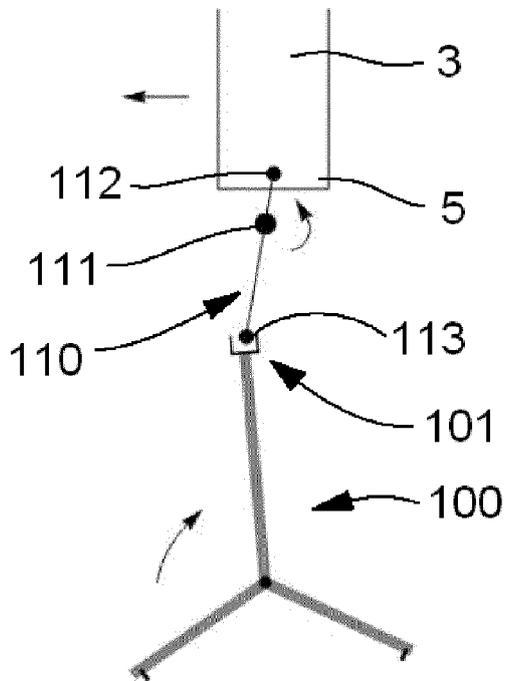
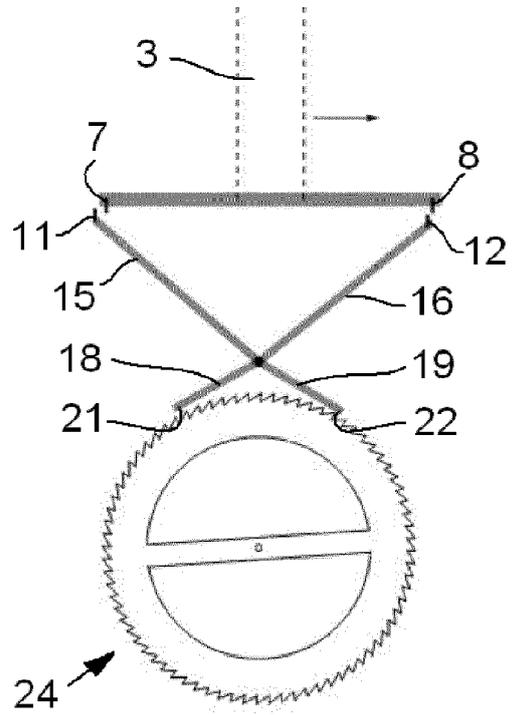


Fig. 7



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 11 18 3371

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	CH 442 153 A (GOLAY BERNARD SA [CH]) 31 mars 1967 (1967-03-31) * page 1, ligne 40 - page 2, ligne 10; figure 1 *	1-12	INV. G04B15/08 G04B15/14 G04B17/04
A	----- DE 18 07 377 A1 (STEIGER HERMANN) 4 juin 1969 (1969-06-04) * page 4, ligne 18 - ligne 21; figure 5 *	1-12	
A	----- GB 1 306 756 A (SUWA SEIKOSHA KK) 14 février 1973 (1973-02-14) * page 2, ligne 104 - ligne 124; figures 3, 4 *	1-12	
A	----- US 3 204 133 A (OSWALD TSCHUDIN) 31 août 1965 (1965-08-31) * colonne 5, ligne 17 - ligne 28; figure 6 *	1-12	
	-----		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			G04B G04C
1 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 4 mai 2012	Examineur Guidet, Johanna
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 11 18 3371

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

04-05-2012

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication	
CH 442153	A	31-03-1967	CH 442153 A DE 1523764 A1 GB 1138818 A	31-03-1967 17-07-1969 01-01-1969
DE 1807377	A1	04-06-1969	CH 482233 A DE 1807377 A1 US 3570237 A	30-11-1969 04-06-1969 16-03-1971
GB 1306756	A	14-02-1973	AUCUN	
US 3204133	A	31-08-1965	CH 497725 A DE 1219754 B DE 1871047 U GB 1027842 A US 3204133 A	31-12-1964 23-06-1966 25-04-1963 27-04-1966 31-08-1965

EPC FORM P0480

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

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

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

**Documents brevets cités dans la description**

- FR 73414 A, Louis-François-Clément Breguet [0006]
- US 2971323 A [0009]
- CH 594201 [0011]
- US 3208287 A [0013]
- US 3447311 A [0073]