



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**29.03.2017 Bulletin 2017/13**

(51) Int Cl.:  
**G04B 17/28 (2006.01) G04B 15/08 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **15187214.0**

(22) Date de dépôt: **28.09.2015**

(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**  
 Etats de validation désignés:  
**MA**

(72) Inventeurs:  
 • **Cusin, Pierre**  
**1423 Villars-Burquin (CH)**  
 • **Le Moal, Romain**  
**25500 Besançon (FR)**

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

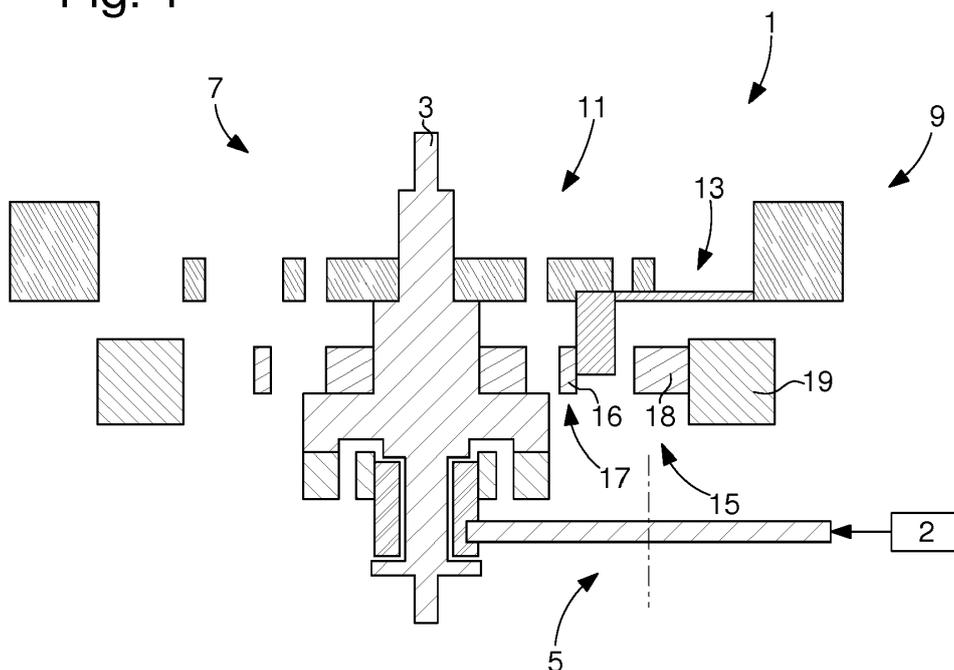
(71) Demandeur: **Nivarox-FAR S.A.**  
**2400 Le Locle (CH)**

(54) **OSCILLATEUR A DETENTE TOURNANTE**

(57) L'invention se rapporte à un oscillateur comportant un arbre pivotant relié à une source d'énergie mécanique, un résonateur monobloc du type inertie - élasticité qui est monté sur l'arbre pivotant, un échappement à détente comprenant une détente monobloc solidaire de l'arbre pivotant qui comporte au moins une lame flexible et une levée d'arrêt agencée pour bloquer élastique-

ment l'arbre pivotant par rapport à une denture d'échappement concentrique, l'élément de dégagement étant agencé pour débloquer élastiquement, par le mouvement du résonateur, la levée d'arrêt par rapport à la denture d'échappement concentrique afin que l'arbre pivotant compte chaque oscillation du résonateur tout en lui transmettant l'énergie apte à l'entretenir.

**Fig. 1**



## Description

### Domaine de l'invention

**[0001]** L'invention se rapporte à un oscillateur du type tourbillon comportant un résonateur du type inertie - élasticité coopérant avec un échappement à détente tournante.

### Arrière-plan de l'invention

**[0002]** Les systèmes d'échappement à détente sont connus pour avoir apporté une grande précision aux chronomètres de marine au 18<sup>e</sup> siècle en offrant une impulsion directe et une faible sensibilité aux frottements. Toutefois, ils se sont révélés particulièrement difficiles à régler et sensibles aux chocs. Certains chronomètres de marine ont ainsi été montés sous vide, dans du sable ou encore sur des suspensions à cardan pour éviter toute transmission de chocs induisant du galop, c'est-à-dire le passage accidentel de deux dents de la roue d'échappement au lieu d'une, propre à dérégler la marche de la pièce d'horlogerie. Ainsi, entre la sensibilité aux chocs et l'encombrement de tels montages, il est actuellement inenvisageable de mettre en oeuvre un système fiable d'échappement à détente dans une montre-bracelet.

### Résumé de l'invention

**[0003]** Le but de la présente invention est de pallier tout ou partie les inconvénients cités précédemment en proposant un oscillateur comportant un résonateur du type inertie - élasticité coopérant avec un échappement à détente d'un nouveau type qui soit exempt de galop et dont le fonctionnement induit des avantages appartenant habituellement aux oscillateurs du type tourbillon beaucoup plus complexe.

**[0004]** A cet effet, l'invention se rapporte à un oscillateur comportant un arbre pivotant relié à une source d'énergie mécanique, un résonateur monobloc du type inertie - élasticité comprenant un organe formant ladite inertie muni d'un élément de dégagement et un guidage flexible formant ladite élasticité qui est monté entre l'arbre pivotant et l'organe formant ladite inertie, un échappement à détente comprenant une détente monobloc solidaire de l'arbre pivotant qui comporte au moins une lame flexible et une levée d'arrêt agencée pour bloquer élastiquement l'arbre pivotant par rapport à une denture d'échappement concentrique, l'élément de dégagement étant agencé pour débloquer élastiquement, par le mouvement de l'organe formant ladite inertie, la levée d'arrêt par rapport à la denture d'échappement concentrique afin que l'arbre pivotant compte chaque oscillation du résonateur tout en lui transmettant l'énergie apte à l'entretenir.

**[0005]** Avantageusement selon l'invention, on comprend donc que l'oscillateur comporte très peu de pièces à monter car elles sont, pour la plupart, monoblocs ce

qui permet aux pièces d'être plus facilement référencées les unes par rapport aux autres. De plus, grâce à l'utilisation de guidages flexibles, le résonateur comporte une épaisseur très faible et induit intrinsèquement l'élimination du galop. En outre, l'oscillateur selon l'invention permet avantageusement au résonateur d'avoir une impulsion par un couple direct plutôt qu'une force par contact comme avec un échappement à détente habituel. Enfin, l'arbre pivotant annule en tournant les écarts de marche de l'oscillateur dans les positions verticales.

**[0006]** Conformément à d'autres variantes avantageuses de l'invention :

- le guidage flexible comporte au moins un moyen d'ancrage solidaire de l'arbre pivotant et des moyens flexibles agencés pour former un axe de pivotement virtuel du résonateur confondu avec le centre de rotation de l'arbre pivotant ;
- les moyens flexibles comportent au moins une base reliant, par au moins une lame flexible, respectivement l'organe formant ladite inertie et ledit au moins un moyen d'ancrage ;
- l'organe formant ladite inertie est formé par deux secteurs, la surface interne d'un des secteurs comportant l'élément de dégagement ;
- l'élément de dégagement comporte un corps flexible dont l'extrémité libre est munie d'une levée de dégagement dont le déplacement, commandé par l'organe formant ladite inertie, est agencé pour entrer en contact avec la détente monobloc à chaque alternance du résonateur ;
- l'élément de dégagement comporte en outre une butée de dégagement agencée pour forcer le corps flexible à déplacer la détente monobloc dans un seul sens des oscillations du résonateur ;
- selon une première variante, la détente monobloc comporte une unique lame flexible, une butée de détente étant solidaire de ladite unique lame flexible et étant agencée pour entrer en contact avec l'élément de dégagement à chaque alternance du résonateur ;
- selon une deuxième variante, la détente monobloc comporte deux traverses parallèles, une première traverse étant reliée, à une première extrémité, à l'arbre pivotant et, à une deuxième extrémité, perpendiculairement à une première lame flexible, une deuxième traverse étant reliée, à une première extrémité, à la levée d'arrêt et, à une deuxième extrémité, perpendiculairement à une deuxième lame flexible, les première et deuxième lames flexibles étant parallèles et respectivement reliées aux deuxième et première traverses ;
- selon une troisième variante, la détente monobloc comporte deux traverses parallèles, une première traverse étant reliée, à une première extrémité, à l'arbre pivotant et, perpendiculairement, à une première lame flexible, une deuxième traverse étant reliée, à une première extrémité, à la levée d'arrêt et,

- à une deuxième extrémité, perpendiculairement à une deuxième lame flexible, les première et deuxième lames flexibles étant parallèles et respectivement reliées aux deuxième et première traverses ;
- selon les deuxième et troisième variantes, la détente monobloc comporte une butée de détente solidaire de la deuxième traverse qui est agencée pour entrer en contact avec l'élément de dégagement à chaque alternance du résonateur ;
- selon une quatrième variante, la détente monobloc comporte des première et deuxième lames flexibles non parallèles reliant chacune l'arbre pivotant à une attache, l'attache étant reliée en outre à une troisième lame flexible dont l'extrémité libre comprend la levée d'arrêt et à une quatrième lame flexible comportant une butée de détente qui est agencée pour entrer en contact avec l'élément de dégagement à chaque alternance du résonateur ;
- l'arbre pivotant comporte un pignon agencé pour s'engrener avec un rouage de finissage afin d'être relié à la source d'énergie mécanique et d'afficher l'heure ;
- le pignon est monté fou sur l'arbre pivotant par l'intermédiaire d'un accumulateur d'énergie élastique afin de fournir suffisamment d'énergie à l'entretien du résonateur pendant le temps d'impulsion ;
- le résonateur monobloc et la détente monobloc sont formés dans deux plaques uniques solidarisées formant deux niveaux fonctionnels de l'axe pivotant.

#### Description sommaire des dessins

**[0007]** D'autres particularités et avantages ressortiront clairement de la description qui en est faite ci-après, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une représentation schématique en coupe d'un oscillateur selon l'invention ;
- la figure 2 est une représentation en perspective d'un premier mode de réalisation d'un oscillateur selon l'invention ;
- la figure 3 est une représentation retournée de la figure 1 ;
- la figure 4 est une représentation agrandie de la figure 3 ;
- la figure 5 est une représentation en perspective d'un deuxième mode de réalisation d'un oscillateur selon l'invention ;
- la figure 6 est une représentation agrandie de la figure 5 ;
- la figure 7 est une représentation en perspective d'un troisième mode de réalisation d'un oscillateur selon l'invention ;
- la figure 8 est une représentation agrandie de la figure 7 ;
- la figure 9 est une représentation en perspective d'un quatrième mode de réalisation d'un oscillateur selon

l'invention ;

- la figure 10 est une représentation agrandie de la figure 9 ;
- la figure 11 est une représentation en perspective d'un cinquième mode de réalisation d'un oscillateur selon l'invention ;
- la figure 12 est une première représentation agrandie de la figure 11 ;
- la figure 13 est une deuxième représentation agrandie de la figure 11.

#### Description détaillée des modes de réalisation préférés

**[0008]** L'invention se rapporte à un oscillateur pour une pièce d'horlogerie, c'est-à-dire un résonateur couplé avec un système de distribution et d'entretien comme, par exemple, un système d'échappement.

**[0009]** Comme illustré schématiquement à la figure 1, l'oscillateur 1, selon l'invention, comporte un arbre 3 pivotant relié à une source d'énergie mécanique 2, par exemple, à l'aide d'un rouage de finition 5. Une telle source d'énergie 2 peut comporter des moyens d'accumulation d'énergie par déformation élastique et/ou par stockage pneumatique. A titre d'exemple, les moyens d'accumulation peuvent prendre la forme d'une lame métallique montée dans un tambour pivotant pour former un barillet. Toutefois, d'autres types de source d'énergie mécanique peuvent être envisagés.

**[0010]** L'oscillateur 1 selon l'invention comporte un résonateur 7 monobloc du type inertie - élasticité. Ce résonateur 7 comprend préférentiellement un organe 9 formant ladite inertie et un guidage 11 flexible formant ladite élasticité. Comme illustré schématiquement à la figure 1, le guidage 11 flexible est préférentiellement monobloc avec l'organe 9 et est monté entre l'arbre 3 pivotant et l'organe 9. Enfin, l'organe 9 formant l'inertie est également muni d'un élément 13 de dégagement.

**[0011]** L'amplitude du résonateur 7 est limitée aux débattements maximaux du guidage 11 flexible comme cela sera mieux expliqué dans les modes de réalisation ci-dessous. Cette limitation des débattements rend néanmoins intrinsèquement impossible le galop du résonateur 7 ce qui résout, par construction, le problème principal qui pénalise habituellement les systèmes d'échappement à détente.

**[0012]** Comme illustré schématiquement à la figure 1, l'oscillateur 1 comporte en outre un échappement 15 à détente comprenant une détente 17 monobloc également solidaire de l'arbre 3 pivotant. La détente 17 comporte au moins une lame flexible 16 et une levée 18 d'arrêt agencée pour bloquer élastiquement l'arbre 3 pivotant par rapport à une denture 19 d'échappement concentrique par rapport à l'arbre 3 pivotant.

**[0013]** Comme cela sera mieux expliqué dans les modes de réalisation ci-dessous, l'élément 13 de dégagement est agencé pour débloquer élastiquement, par le mouvement de l'organe 9 d'inertie, la levée 18 d'arrêt par rapport à la denture 19 d'échappement concentrique fixe

afin que l'arbre 3 pivotant compte chaque oscillation du résonateur 7 tout en lui transmettant l'énergie apte à l'entretenir.

**[0014]** Avantageusement selon l'invention, on comprend donc que l'oscillateur 1 comporte très peu de pièces à monter car elles sont, pour la plupart, monoblocs ce qui permet aux pièces d'être plus facilement référencées les unes par rapport aux autres. De plus, grâce à l'utilisation du guidage flexible, le résonateur 7 comporte une épaisseur très faible et induit intrinsèquement l'élimination du galop. En outre, l'oscillateur 1 selon l'invention permet avantageusement au résonateur 7 d'avoir une impulsion par un couple direct plutôt qu'une force par contact comme avec un échappement à détente habituel. Enfin, l'arbre 3 pivotant annule en tournant les écarts de marche de l'oscillateur 1 dans les positions verticales.

**[0015]** Tous ces avantages seront mieux compris au vu d'un premier mode de réalisation d'un oscillateur 101 selon l'invention en relation avec les figures 2 à 4. Ainsi, l'oscillateur 101 comporte un arbre 103 pivotant relié à une source d'énergie mécanique (non représentée) et un résonateur 107 monobloc du type inertie - élasticité.

**[0016]** Ce résonateur 107 comprend un organe 109 formant ladite inertie et un guidage 111 flexible formant ladite élasticité. Le guidage 111 flexible est monobloc avec l'organe 109 et est monté entre l'arbre 103 pivotant et l'organe 109. Comme illustré à la figure 3, le guidage 111 flexible comporte au moins un moyen 121 d'ancrage solidaire de l'arbre 103 pivotant et des moyens 123 flexibles agencés pour former un axe de pivotement virtuel du résonateur 107 confondu avec le centre de rotation de l'arbre 103 pivotant.

**[0017]** Plus précisément les moyens 123 flexibles comportent au moins une base 120 reliant, par au moins une lame 122, 124 flexible, respectivement l'organe 109 d'inertie et ledit au moins un moyen 121 d'ancrage. Comme illustré à la figure 3, l'organe 109 d'inertie est préférentiellement formé par deux secteurs 125 raccordés entre eux par un anneau 127 pour obtenir un organe 109 d'inertie monobloc.

**[0018]** De plus comme visible à la figure 3, chacun des secteurs 125 est monobloc avec des moyens 123 flexibles. Plus précisément, chaque secteur 125 formant ladite inertie est raccordé par deux lames 122 flexibles à la base 120 partiellement annulaire, laquelle est solidaire de deux autres lames 124 flexibles à deux moyens 121 d'ancrage à l'aide respectivement d'une poutre 126 sensiblement en forme de T. On remarque que chaque poutre 126 est ainsi solidaire d'un moyen 121 d'ancrage et des deux secteurs 125 formant ladite inertie.

**[0019]** On comprend que l'amplitude du résonateur 107 est donc limitée aux débattements maximaux du guidage 111 flexible et notamment de la géométrie des poutres 126, des bases 120 et des lames 122, 124. Cette limitation des débattements rend néanmoins intrinsèquement impossible le galop du résonateur 107 ce qui résout, par construction, le problème principal qui pénalise ha-

bituellement les systèmes d'échappement à détente.

**[0020]** Comme visible aux figures 3 et 4, l'organe 109 d'inertie est également muni d'un élément 113 de dégagement. Plus précisément, la surface interne d'un des secteurs 125 comporte l'élément 113 de dégagement. Dans le premier mode de réalisation, l'élément 113 de dégagement comporte un corps 131 flexible dont l'extrémité libre est munie d'une levée 132 de dégagement dont le déplacement, commandé par l'organe 109 d'inertie, est agencé pour entrer en contact avec la détente 117 monobloc à chaque alternance du résonateur 107.

**[0021]** Plus précisément, à la manière d'un échappement à détente habituel, le premier mode de réalisation comporte un élément 113 de dégagement permettant, dans un des sens de l'oscillation, une alternance muette, c'est-à-dire que l'élément 113 de dégagement entre en contact avec la détente 117 mais ne déplace pas la détente 117. Ainsi, préférentiellement selon le premier mode de réalisation, l'élément 113 de dégagement comporte en outre une butée 133 de dégagement agencée pour forcer le corps 131 flexible à déplacer la détente 117 monobloc dans un seul sens des oscillations du résonateur 107.

**[0022]** Comme mieux illustré à la figure 4, l'oscillateur 101 comporte en outre un échappement 115 à détente comprenant une détente 117 monobloc solidaire de l'arbre 103 pivotant. La détente 117 comporte au moins une lame flexible 116, 116' et une levée 118 d'arrêt agencée pour bloquer élastiquement l'arbre 103 pivotant par rapport à une denture 119 d'échappement concentrique par rapport à l'arbre 103 pivotant.

**[0023]** On comprend donc que la denture 119 est fixe par rapport à l'arbre 103 pivotant. De fait, l'arbre 103 pivotant, sous la contrainte de la source d'énergie mécanique, va effectuer une rotation, à chaque oscillation du résonateur 107, qui correspondra à l'angle entre deux dents de la denture 119 d'échappement, c'est-à-dire à chaque fois que la levée 118 d'arrêt de la détente 117 autorisera son déplacement d'une dent à l'autre.

**[0024]** Dans le premier mode de réalisation illustré aux figures 2 à 4, la détente 117 monobloc comporte deux traverses 135, 136 parallèles et deux lames 116, 116' parallèles. Comme mieux visible à la figure 4, une première traverse 135 est reliée, à une première extrémité, à l'arbre 103 pivotant et, à une deuxième extrémité de manière perpendiculaire, à une première lame 116 flexible. De plus, la deuxième traverse 136 est reliée, à une première extrémité, à la levée 118 d'arrêt et, à une deuxième extrémité de manière perpendiculaire, à une deuxième lame 116' flexible. Enfin, les première 116 et deuxième 116' lames flexibles sont respectivement reliées aux deuxième 136 et première 135 traverses.

**[0025]** On comprend donc que les traverses 135, 136, visibles en position de repos aux figures 3 et 4, sont capables, à l'aide du fléchissement élastique des lames 116, 116' flexibles, de se déplacer relativement l'une par rapport à l'autre. Plus précisément, l'élément 113 de dégagement est agencé pour obliger les lames 116, 116'

flexibles à se fléchir afin de débloquent élastiquement, par le mouvement de l'organe 109 d'inertie, la levée 118 d'arrêt par rapport à la denture 119 d'échappement concentrique afin que l'arbre 103 pivotant compte chaque oscillation du résonateur 107 tout en lui transmettant l'énergie apte à l'entretenir.

**[0026]** Cela est rendu possible car la détente 117 monobloc comporte une butée 137 de détente solidaire de la deuxième traverse 136 qui est agencée pour entrer en contact avec l'élément 113 de dégagement à chaque alternance du résonateur 107. Comme visible à la figure 4, la butée 137 de détente forme une came qui, lorsqu'elle entre en contact avec la levée 132 de dégagement, oblige, par l'action de la butée 133 de dégagement, la traverse 136 à s'écarter de la denture 119 d'échappement pour libérer l'arbre 103 pivotant. L'arbre 103 pivotant, sous la contrainte de la source d'énergie mécanique, va effectuer une rotation qui correspond à l'angle entre deux dents de la denture 119 d'échappement et, dans le même temps, relance le résonateur 107 par la transmission de son mouvement directement par les poutres 126 via les moyens 121 d'ancrage.

**[0027]** Par contre, dans l'alternance inverse du résonateur 107, on s'aperçoit que la butée 137 de détente forme une came qui, lorsqu'elle entre en contact avec la levée 132 de dégagement, oblige, par l'absence d'action de la butée 133 de dégagement dans le sens inverse, la levée 132 de dégagement à s'écarter élastiquement puis, une fois la butée 137 de détente échappée, à revenir élastiquement le long de la butée 133 de dégagement.

**[0028]** Avantagusement selon le premier mode de réalisation de l'invention, on comprend donc que l'oscillateur 101 comporte très peu de pièces à monter car elles sont, pour la plupart, monoblocs ce qui permet aux pièces d'être plus facilement référencées les unes par rapport aux autres. En effet, à titre d'exemple, le résonateur 107 monobloc et la détente 117 monobloc pourraient être formés dans deux plaques uniques solidarisées formant au moins deux niveaux fonctionnels de l'axe 103 pivotant. Cela pourrait, par exemple, être obtenu par des plaques de silicium solidarisées puis gravées ou par l'électroformage d'une pièce métallique à plusieurs niveaux.

**[0029]** De plus, grâce à l'utilisation du guidage 111 flexible, le résonateur 107 comporte une épaisseur très faible et induit intrinsèquement l'élimination du galop. En outre, l'oscillateur 101 selon l'invention permet avantagusement au résonateur 107 d'avoir une impulsion par un couple direct plutôt qu'une force par contact comme avec un échappement à détente habituel.

**[0030]** De manière additionnelle, le fonctionnement induit des avantages appartenant habituellement aux oscillateurs du type tourbillon beaucoup plus complexe. En effet, le tourbillon est un dispositif imaginé par Monsieur A.-L. Breguet au début du 19<sup>e</sup> siècle pour annuler les écarts de marche dans les positions verticales. Il comprend une cage mobile qui porte tous les organes de l'échappement et, en son centre l'organe régulateur. Le pignon d'échappement tourne autour de la roue des se-

condes qui est fixe. La cage qui fait 1 tour par minute annule en tournant les écarts de marche dans les positions verticales.

**[0031]** Par conséquent, à la manière d'un tourbillon mais sans sa complexité de mise au point, l'arbre 103 pivotant du premier mode de réalisation annule les écarts de marche de l'oscillateur 101 dans les positions verticales en tournant le résonateur 107 en même temps que la détente 117.

**[0032]** Enfin, comme illustré à la figure 2, l'arbre 103 pivotant comporte en outre un pignon 141 agencé pour s'engrener avec un rouage de finissage afin d'être relié à la source d'énergie mécanique et d'afficher l'heure. Préférentiellement selon le premier mode de réalisation, le pignon 141 est monté fou sur l'arbre 103 pivotant par l'intermédiaire d'un accumulateur 143 d'énergie élastique afin de fournir suffisamment d'énergie à l'entretien du résonateur 107 pendant la durée du dégagement. Dans l'exemple de la figure 2, on peut voir que l'accumulateur 143 d'énergie élastique est un ressort en forme de spirale. Toutefois, l'accumulateur 143 d'énergie élastique ne saurait se limiter à un ressort en forme de spirale. Ainsi, à titre d'exemple nullement limitatif, l'ensemble arbre 103 pivotant, accumulateur 143 d'énergie élastique et pignon 141 pourrait alternativement, être un des modes de réalisation de mobiles de transmission d'énergie décrit dans le document EP 2 455 821 incorporé par référence à la présente description.

**[0033]** A la lecture du premier mode de réalisation, on comprend donc que l'ensemble arbre 103 pivotant, accumulateur 143 d'énergie élastique et pignon 141 n'est pas essentiel et pourrait également être remplacé par un arbre 103 pivotant muni d'une denture périphérique engrenée au rouage de finissage. Quel que soit le choix de transmission de l'énergie, il est immédiat que la force du rouage de finissage et, éventuellement celle de l'accumulateur 143 d'énergie élastique, doivent être dimensionnées pour ne pas entraîner l'actionnement de la détente 117 autrement que par l'élément 113 de dégagement.

**[0034]** Un deuxième mode de réalisation d'un oscillateur 201 selon l'invention est présenté aux figures 5 et 6. Ainsi, l'oscillateur 201 comporte un arbre 203 pivotant et un résonateur 207 monobloc du type inertie - élasticité semblables à ceux 103, 107 du premier mode de réalisation. Ce résonateur 207 comprend donc un organe 209 formant ladite inertie et un guidage 211 flexible formant ladite élasticité avec les mêmes avantages que ceux 109 et 111 du premier mode de réalisation.

**[0035]** On comprend que l'amplitude du résonateur 207 est donc limitée aux débattements maximaux du guidage 211 flexible et notamment de la géométrie des poutres 226, des bases 220 et des lames 222, 224. Cette limitation des débattements rend néanmoins intrinsèquement impossible le galop du résonateur 207 ce qui résout, par construction, le problème principal qui pénalise habituellement les systèmes d'échappement à détente.

**[0036]** Comme visible aux figures 5 et 6, l'organe 209

d'inertie est également muni d'un élément 213 de dégagement semblable à celui 113 du premier mode de réalisation. Plus précisément, à la manière d'un échappement à détente habituel, le deuxième mode de réalisation comporte un élément 213 de dégagement permettant, dans un des sens de l'oscillation, une alternance muette, c'est-à-dire que l'élément 213 de dégagement entre en contact avec la détente 217 mais ne déplace pas la détente 217. Ainsi, préférentiellement selon le deuxième mode de réalisation, l'élément 213 de dégagement comporte un corps 231 flexible et une butée 233 de dégagement agencée pour forcer à déplacer la détente 217 monobloc dans un seul sens des oscillations du résonateur 207.

**[0037]** Comme mieux illustré à la figure 6, l'oscillateur 201 comporte en outre un échappement 215 à détente comprenant une détente 217 monobloc solidaire de l'arbre 203 pivotant. La détente 217 comporte une unique lame flexible 216 et une levée 218 d'arrêt agencée pour bloquer élastiquement l'arbre 203 pivotant par rapport à une denture 219 d'échappement concentrique par rapport à l'arbre 203 pivotant.

**[0038]** Comme pour le premier mode de réalisation, l'élément 213 de dégagement du deuxième mode de réalisation est agencé pour obliger la lame 216 flexible à se fléchir afin de débloquer élastiquement, par le mouvement de l'organe 209 d'inertie, la levée 218 d'arrêt par rapport à la denture 219 d'échappement concentrique afin que l'arbre 203 pivotant compte chaque oscillation du résonateur 207 tout en lui transmettant l'énergie apte à l'entretenir.

**[0039]** Cela est rendu possible car la détente 217 monobloc comporte une butée 237 de détente solidaire de la lame 216 flexible qui est agencée pour entrer en contact avec l'élément 213 de dégagement à chaque alternance du résonateur 207. Comme visible à la figure 6, la butée 237 de détente forme une came qui, lorsqu'elle entre en contact avec la levée 232 de dégagement, oblige, par l'action de la butée 233 de dégagement, la lame 216 flexible à s'écarter de la denture 219 d'échappement pour libérer l'arbre 203 pivotant. L'arbre 203 pivotant, sous la contrainte de la source d'énergie mécanique, va effectuer une rotation qui correspond à l'angle entre deux dents de la denture 219 d'échappement et, dans le même temps, relance le résonateur 207 par la transmission de son mouvement directement par les poutres 226 via les moyens 221 d'ancrage.

**[0040]** Par contre, dans l'alternance inverse du résonateur 207, on s'aperçoit que la butée 237 de détente forme une came qui, lorsqu'elle entre en contact avec la levée 232 de dégagement, oblige, par l'absence d'action de la butée 233 de dégagement dans le sens inverse, la levée 232 de dégagement à s'écarter élastiquement puis, une fois la butée 237 de détente échappée, à revenir élastiquement le long de la butée 233 de dégagement.

**[0041]** Avantageusement selon le deuxième mode de réalisation de l'invention, on comprend donc que l'oscillateur 201 comporte très peu de pièces à monter car elles

sont, pour la plupart, monoblocs ce qui permet aux pièces d'être plus facilement référencées les unes par rapport aux autres. En effet, à titre d'exemple, le résonateur 207 monobloc et la détente 217 monobloc pourraient être formés dans deux plaques uniques solidarifiées formant au moins deux niveaux fonctionnels de l'axe 203 pivotant. Cela pourrait, par exemple, être obtenu par des plaques de silicium solidarifiées puis gravées ou par l'électroformage d'une pièce métallique à plusieurs niveaux.

**[0042]** De plus, grâce à l'utilisation du guidage 211 flexible, le résonateur 207 comporte une épaisseur très faible et induit intrinsèquement l'élimination du galop. En outre, l'oscillateur 201 selon l'invention permet avantageusement au résonateur 207 d'avoir une impulsion par un couple direct plutôt qu'une force par contact comme avec un échappement à détente habituel.

**[0043]** De manière additionnelle, le fonctionnement induit des avantages appartenant habituellement aux oscillateurs du type tourbillon beaucoup plus complexe comme déjà expliqué dans le premier mode de réalisation. Par conséquent, à la manière d'un tourbillon mais sans sa complexité de mise au point, l'arbre 203 pivotant du deuxième mode de réalisation annule les écarts de marche de l'oscillateur 201 dans les positions verticales en tournant le résonateur 207 en même temps que la détente 217.

**[0044]** Enfin, comme pour le premier mode de réalisation, l'arbre 203 pivotant peut comporter, directement ou par l'intermédiaire d'un accumulateur d'énergie élastique, un pignon agencé pour s'engrener avec un rouage de finissage afin d'être relié à la source d'énergie mécanique et d'afficher l'heure. Ainsi, quel que soit le choix de transmission de l'énergie choisi dans le deuxième mode de réalisation, il est immédiat que la force du rouage de finissage et, éventuellement celle de l'accumulateur d'énergie élastique, doivent être dimensionnées pour ne pas entraîner l'actionnement de la détente 217 autrement que par l'élément 213 de dégagement.

**[0045]** Un troisième mode de réalisation d'un oscillateur 301 selon l'invention est présenté aux figures 7 et 8. Ainsi, l'oscillateur 301 comporte un arbre 303 pivotant et un résonateur 307 monobloc du type inertie - élasticité semblables à ceux 103, 203, 107, 207 des premier et deuxième modes de réalisation. Ce résonateur 307 comprend donc un organe 309 formant ladite inertie et un guidage 311 flexible formant ladite élasticité avec les mêmes avantages que ceux 109, 209 et 111, 211 des premier et deuxième modes de réalisation.

**[0046]** On comprend que l'amplitude du résonateur 307 est donc limitée aux débattements maximaux du guidage 311 flexible et notamment de la géométrie des poutres 326, des bases 320 et des lames 322, 324. Cette limitation des débattements rend néanmoins intrinsèquement impossible le galop du résonateur 307 ce qui résout, par construction, le problème principal qui pénalise habituellement les systèmes d'échappement à détente.

**[0047]** Comme visible aux figures 7 et 8, l'organe 309 d'inertie est également muni d'un élément 313 de déga-

gement semblable à celui 113, 213 des premier et deuxième modes de réalisation. Plus précisément, à la manière d'un échappement à détente habituel, le troisième mode de réalisation comporte un élément 313 de dégagement permettant, dans un des sens de l'oscillation, une alternance muette, c'est-à-dire que l'élément 313 de dégagement entre en contact avec la détente 317 mais ne déplace pas la détente 317. Ainsi, préférentiellement selon le troisième mode de réalisation, l'élément 313 de dégagement comporte un corps 331 flexible et une butée 333 de dégagement agencée pour forcer à déplacer la détente 317 monobloc dans un seul sens des oscillations du résonateur 307.

**[0048]** Comme mieux illustré à la figure 8, l'oscillateur 301 comporte en outre un échappement 315 à détente comprenant une détente 317 monobloc solidaire de l'arbre 303 pivotant. La détente 317 comporte au moins une lame 316, 316' flexible et une levée 318 d'arrêt agencée pour bloquer élastiquement l'arbre 303 pivotant par rapport à une denture 319 d'échappement concentrique par rapport à l'arbre 303 pivotant.

**[0049]** Comme pour les premier et deuxième modes de réalisation, l'élément 313 de dégagement du troisième mode de réalisation est agencé pour obliger ladite au moins une lame 316, 316' flexible à se fléchir afin de débloquent élastiquement, par le mouvement de l'organe 309 d'inertie, la levée 318 d'arrêt par rapport à la denture 319 d'échappement concentrique afin que l'arbre 303 pivotant compte chaque oscillation du résonateur 307 tout en lui transmettant l'énergie apte à l'entretenir.

**[0050]** Dans le troisième mode de réalisation illustré aux figures 7 et 8, la détente 317 monobloc comporte deux traverses 335, 336 parallèles et deux lames 316, 316' parallèles. Comme mieux visible à la figure 8, une première traverse 335 est reliée, à une première extrémité, à l'arbre 303 pivotant et, à la même extrémité de manière perpendiculaire, à une première lame 316 flexible. De plus, la deuxième traverse 336 est reliée, à une première extrémité, à la levée 318 d'arrêt (mieux visible à la figure 7) et, à une deuxième extrémité de manière perpendiculaire, à une deuxième lame 316' flexible. Enfin, les première 316 et deuxième 316' lames flexibles sont respectivement reliées aux deuxième 336 et première 335 traverses.

**[0051]** Comme visible aux figures 7 et 8, la deuxième traverse 336 comporte préférentiellement trois tronçons rectilignes. Le premier tronçon 336a relie les deux lames 316, 316' flexibles et est attaché, sensiblement perpendiculairement dans le sens trigonométrique, au deuxième tronçon 336b qui longe la première lame 316 flexible qui est lui-même attaché, sensiblement perpendiculairement dans le sens rétrograde, au troisième tronçon 336c qui porte la levée 318 d'arrêt. On comprend donc que les tronçons 336a et 336c sont sensiblement parallèles.

**[0052]** Ainsi, les traverses 335, 336, visibles en position de repos aux figures 7 et 8, sont capables, à l'aide du fléchissement élastique des lames 316, 316' flexibles, de se déplacer relativement l'une par rapport à l'autre.

Plus précisément, l'élément 313 de dégagement est agencé pour obliger les lames 316, 316' flexibles à se fléchir afin de débloquent élastiquement, par le mouvement de l'organe 309 d'inertie, la levée 318 d'arrêt par rapport à la denture 319 d'échappement concentrique afin que l'arbre 303 pivotant compte chaque oscillation du résonateur 307 tout en lui transmettant l'énergie apte à l'entretenir.

**[0053]** Cela est rendu possible car la détente 317 monobloc comporte une butée 337 de détente solidaire de la deuxième traverse 336, au niveau du premier tronçon 336a, qui est agencée pour entrer en contact avec l'élément 313 de dégagement à chaque alternance du résonateur 307. Comme visible à la figure 8, la butée 337 de détente forme une came qui, lorsqu'elle entre en contact avec la levée 332 de dégagement, oblige, par l'action de la butée 333 de dégagement, la traverse 336, et notamment son troisième tronçon 336c, à s'écarter de la denture 319 d'échappement pour libérer l'arbre 303 pivotant. L'arbre 303 pivotant, sous la contrainte de la source d'énergie mécanique, va effectuer une rotation qui correspond à l'angle entre deux dents de la denture 319 d'échappement et, dans le même temps, relance le résonateur 307 par la transmission de son mouvement directement par les poutres 326 via les moyens 321 d'ancrage.

**[0054]** Par contre, dans l'alternance inverse du résonateur 307, on s'aperçoit que la butée 337 de détente forme une came qui, lorsqu'elle entre en contact avec la levée 332 de dégagement, oblige, par l'absence d'action de la butée 333 de dégagement dans le sens inverse, la levée 332 de dégagement à s'écarter élastiquement puis, une fois la butée 337 de détente échappée, à revenir élastiquement le long de la butée 333 de dégagement.

**[0055]** Avantagusement selon le troisième mode de réalisation de l'invention, on comprend donc que l'oscillateur 301 comporte très peu de pièces à monter car elles sont, pour la plupart, monoblocs ce qui permet aux pièces d'être plus facilement référencées les unes par rapport aux autres. En effet, à titre d'exemple, le résonateur 307 monobloc et la détente 317 monobloc pourraient être formés dans deux plaques uniques solidarifiées formant au moins deux niveaux fonctionnels de l'axe 303 pivotant. Cela pourrait, par exemple, être obtenu par des plaques de silicium solidarifiées puis gravées ou par l'électroformage d'une pièce métallique à plusieurs niveaux.

**[0056]** De plus, grâce à l'utilisation du guidage 311 flexible, le résonateur 307 comporte une épaisseur très faible et induit intrinsèquement l'élimination du galop. En outre, l'oscillateur 301 selon l'invention permet avantagusement au résonateur 307 d'avoir une impulsion par un couple direct plutôt qu'une force par contact comme avec un échappement à détente habituel.

**[0057]** De manière additionnelle, le fonctionnement induit des avantages appartenant habituellement aux oscillateurs du type tourbillon beaucoup plus complexe comme déjà expliqué dans le premier mode de réalisation. Par conséquent, à la manière d'un tourbillon mais

sans sa complexité de mise au point, l'arbre 303 pivotant du troisième mode de réalisation annule les écarts de marche de l'oscillateur 301 dans les positions verticales en tournant le résonateur 307 en même temps que la détente 317.

**[0058]** Enfin, comme pour les premier et deuxième modes de réalisation, l'arbre 303 pivotant peut comporter, directement ou par l'intermédiaire d'un accumulateur d'énergie élastique, un pignon agencé pour s'engrener avec un rouage de finissage afin d'être relié à la source d'énergie mécanique et d'afficher l'heure. Ainsi, quel que soit le choix de transmission de l'énergie choisi dans le troisième mode de réalisation, il est immédiat que la force du rouage de finissage et, éventuellement celle de l'accumulateur d'énergie élastique, doivent être dimensionnées pour ne pas entraîner l'actionnement de la détente 317 autrement que par l'élément 313 de dégagement.

**[0059]** Un quatrième mode de réalisation d'un oscillateur 401 selon l'invention est présenté aux figures 9 et 10. Ainsi, l'oscillateur 401 comporte un arbre 403 pivotant et un résonateur 407 monobloc du type inertie - élasticité semblables à ceux 103, 203, 303, 107, 207, 307 des trois premiers modes de réalisation. Ce résonateur 407 comprend donc un organe 409 formant ladite inertie et un guidage 411 flexible formant ladite élasticité avec les mêmes avantages que ceux 109, 209, 309 et 111, 211, 311 des trois premiers modes de réalisation.

**[0060]** On comprend que l'amplitude du résonateur 407 est donc limitée aux débattements maximaux du guidage 411 flexible et notamment de la géométrie des poutres 426, des bases 420 et des lames 422, 424. Cette limitation des débattements rend néanmoins intrinsèquement impossible le galop du résonateur 407 ce qui résout, par construction, le problème principal qui pénalise habituellement les systèmes d'échappement à détente.

**[0061]** Comme visible aux figures 9 et 10, l'organe 409 d'inertie est également muni d'un élément 413 de dégagement semblable à celui 113, 213, 313 des trois premiers modes de réalisation. Plus précisément, à la manière d'un échappement à détente habituel, le quatrième mode de réalisation comporte un élément 413 de dégagement permettant, dans un des sens de l'oscillation, une alternance muette, c'est-à-dire que l'élément 413 de dégagement entre en contact avec la détente 417 mais ne déplace pas la détente 417. Ainsi, préférentiellement selon le quatrième mode de réalisation, l'élément 413 de dégagement comporte un corps 431 flexible et une butée 433 de dégagement agencée pour forcer à déplacer la détente 417 monobloc dans un seul sens des oscillations du résonateur 407.

**[0062]** Comme mieux illustré à la figure 10, l'oscillateur 401 comporte en outre un échappement 415 à détente comprenant une détente 417 monobloc solidaire de l'arbre 403 pivotant. La détente 417 comporte au moins une lame 416a, 416b, 416c, 146d flexible et une levée 418 d'arrêt agencée pour bloquer élastiquement l'arbre 403 pivotant par rapport à une denture 419 d'échappement concentrique par rapport à l'arbre 403 pivotant.

**[0063]** Comme pour les trois premiers modes de réalisation, l'élément 413 de dégagement du quatrième mode de réalisation est agencé pour obliger ladite au moins une lame 416a, 416b, 416c, 146d flexible à se fléchir afin de débloquent élastiquement, par le mouvement de l'organe 409 d'inertie, la levée 418 d'arrêt par rapport à la denture 419 d'échappement concentrique afin que l'arbre 403 pivotant compte chaque oscillation du résonateur 407 tout en lui transmettant l'énergie apte à l'entretenir.

**[0064]** Dans le quatrième mode de réalisation illustré aux figures 9 et 10, la détente 417 monobloc comporte des première et deuxième lames 416a, 416b flexibles non parallèles reliant chacune l'arbre 403 pivotant à une attache 435 sensiblement cylindrique. L'attache 435 est reliée en outre à une troisième lame 416d flexible dont l'extrémité libre comprend la levée 418 d'arrêt. Enfin, l'attache 435 comporte également une quatrième lame 416c flexible comportant une butée 437 de détente qui est agencée pour entrer en contact avec l'élément 413 de dégagement à chaque alternance du résonateur 407. Comme visible à la figure 10, de manière préférée, les troisième et quatrième lames 416d, 416c sont sensiblement perpendiculaires.

**[0065]** Ainsi, les lames 416a, 416b, 416c, 146d flexibles visibles en position de repos aux figures 9 et 10, sont capables, à l'aide de leur fléchissement élastique de se déplacer relativement les unes par rapport autres. Plus précisément, l'élément 413 de dégagement est agencé pour obliger les lames 416a, 416b, 416c, 146d flexibles à se fléchir afin de débloquent élastiquement, par le mouvement de l'organe 409 d'inertie, la levée 418 d'arrêt par rapport à la denture 419 d'échappement concentrique afin que l'arbre 403 pivotant compte chaque oscillation du résonateur 407 tout en lui transmettant l'énergie apte à l'entretenir. Préférentiellement selon l'invention, les lames 416c et 416d sont moins flexibles que les lames 416a et 416b afin d'obtenir le mouvement de rotation autour de l'attache 435 dans le but de libérer la levée 418 de la denture 419 d'échappement.

**[0066]** Cela est rendu possible car la détente 417 monobloc comporte une butée 437 de détente solidaire de la quatrième lame 416c flexible qui est agencée pour entrer en contact avec l'élément 413 de dégagement à chaque alternance du résonateur 407. Comme visible à la figure 10, la butée 437 de détente forme une came qui, lorsqu'elle entre en contact avec la levée 432 de dégagement, oblige, par l'action de la butée 433 de dégagement, la troisième lame 436d flexible à s'écarter de la denture 419 d'échappement pour libérer l'arbre 403 pivotant. L'arbre 403 pivotant, sous la contrainte de la source d'énergie mécanique, va effectuer une rotation qui correspond à l'angle entre deux dents de la denture 419 d'échappement et, dans le même temps, relance le résonateur 407 par la transmission de son mouvement directement par les poutres 426 via les moyens 421 d'ancrage.

**[0067]** Par contre, dans l'alternance inverse du résonateur 407, on s'aperçoit que la butée 437 de détente

forme une came qui, lorsqu'elle entre en contact avec la levée 432 de dégagement, oblige, par l'absence d'action de la butée 433 de dégagement dans le sens inverse, la levée 432 de dégagement à s'écarter élastiquement puis, une fois la butée 437 de détente échappée, à revenir élastiquement le long de la butée 433 de dégagement.

**[0068]** Avantageusement selon le quatrième mode de réalisation de l'invention, on comprend donc que l'oscillateur 401 comporte très peu de pièces à monter car elles sont, pour la plupart, monoblocs ce qui permet aux pièces d'être plus facilement référencées les unes par rapport aux autres. En effet, à titre d'exemple, le résonateur 407 monobloc et la détente 417 monobloc pourraient être formés dans deux plaques uniques solidarisées formant au moins deux niveaux fonctionnels de l'axe 403 pivotant. Cela pourrait, par exemple, être obtenu par des plaques de silicium solidarisées puis gravées ou par l'électroformage d'une pièce métallique à plusieurs niveaux.

**[0069]** De plus, grâce à l'utilisation du guidage 411 flexible, le résonateur 407 comporte une épaisseur très faible et induit intrinsèquement l'élimination du galop. En outre, l'oscillateur 401 selon l'invention permet avantagement au résonateur 407 d'avoir une impulsion par un couple direct plutôt qu'une force par contact comme avec un échappement à détente habituel.

**[0070]** De manière additionnelle, le fonctionnement induit des avantages appartenant habituellement aux oscillateurs du type tourbillon beaucoup plus complexe comme déjà expliqué dans le premier mode de réalisation. Par conséquent, à la manière d'un tourbillon mais sans sa complexité de mise au point, l'arbre 403 pivotant du quatrième mode de réalisation annule les écarts de marche de l'oscillateur 401 dans les positions verticales en tournant le résonateur 407 en même temps que la détente 417.

**[0071]** Enfin, comme pour les trois premiers modes de réalisation, l'arbre 403 pivotant peut comporter, directement ou par l'intermédiaire d'un accumulateur d'énergie élastique, un pignon agencé pour s'engrener avec un rouage de finissage afin d'être relié à la source d'énergie mécanique et d'afficher l'heure. Ainsi, quel que soit le choix de transmission de l'énergie choisi dans le quatrième mode de réalisation, il est immédiat que la force du rouage de finissage et, éventuellement celle de l'accumulateur d'énergie élastique, doivent être dimensionnées pour ne pas entraîner l'actionnement de la détente 417 autrement que par l'élément 413 de dégagement.

**[0072]** Un cinquième mode de réalisation d'un oscillateur 501 selon l'invention est présenté aux figures 11 à 13. Ainsi, l'oscillateur 501 comporte un arbre 503 pivotant et un résonateur 507 monobloc du type inertie - élasticité semblables à ceux 103, 203, 303, 403, 107, 207, 307, 407 des quatre premiers modes de réalisation. Ce résonateur 507 comprend donc un organe 509 formant ladite inertie et un guidage 511 flexible formant ladite élasticité avec les mêmes avantages que ceux 109, 209, 309, 409 et 111, 211, 311, 411 des quatre premiers modes de réalisation.

**[0073]** On comprend que l'amplitude du résonateur 507 est donc limitée aux débattements maximaux du guidage 511 flexible et notamment de la géométrie des poutres 526, des bases 520 et des lames 522, 524. Cette limitation des débattements rend néanmoins intrinsèquement impossible le galop du résonateur 507 ce qui résout, par construction, le problème principal qui pénalise habituellement les systèmes d'échappement à détente.

**[0074]** Comme visible aux figures 11 et 13, l'organe 509 d'inertie est également muni d'un élément 513 de dégagement semblable à celui 113, 213, 313, 413 des quatre premiers modes de réalisation. Plus précisément, à la manière d'un échappement à détente habituel, le cinquième mode de réalisation comporte un élément 513 de dégagement permettant, dans un des sens de l'oscillation, une alternance muette, c'est-à-dire que l'élément 513 de dégagement entre en contact avec la détente 517 mais ne déplace pas la détente 517. Ainsi, préférentiellement selon le cinquième mode de réalisation, l'élément 513 de dégagement comporte un corps 531 flexible et une butée 533 de dégagement agencée pour forcer à déplacer la détente 517 monobloc dans un seul sens des oscillations du résonateur 507.

**[0075]** Comme mieux illustré aux figures 12 et 13, l'oscillateur 501 comporte en outre un échappement 515 à détente comprenant une détente 517 monobloc solidaire de l'arbre 503 pivotant. La détente 517 comporte au moins une lame flexible 516, 516' et une levée 518 d'arrêt agencée pour bloquer élastiquement l'arbre 503 pivotant par rapport à une denture 519 d'échappement concentrique par rapport à l'arbre 503 pivotant.

**[0076]** On comprend donc que la denture 519 est fixe par rapport à l'arbre 503 pivotant. De fait, l'arbre 503 pivotant, sous la contrainte de la source d'énergie mécanique, va effectuer une rotation, à chaque oscillation du résonateur 507, qui correspondra à l'angle entre deux dents de la denture 519 d'échappement, c'est-à-dire à chaque fois que la levée 518 d'arrêt de la détente 517 autorisera son déplacement d'une dent à l'autre.

**[0077]** Dans le cinquième mode de réalisation illustré aux figures 11 à 13, la détente 517 monobloc comporte deux traverses 535, 536 parallèles et deux lames 516, 516' parallèles. Comme mieux visible à la figure 12, une première traverse 535 est reliée, à une première extrémité, à l'arbre 503 pivotant et, à une deuxième extrémité de manière perpendiculaire, à une première lame 516 flexible. De plus, la deuxième traverse 536 est reliée, à une première extrémité, à la levée 518 d'arrêt et, à une deuxième extrémité de manière perpendiculaire, à une deuxième lame 516' flexible. Enfin, les première 516 et deuxième 516' lames flexibles sont respectivement reliées aux deuxième 536 et première 535 traverses.

**[0078]** Comme visible aux figures 11 à 13, la deuxième traverse 536 comporte préférentiellement trois tronçons. Le premier tronçon rectiligne 536a relie les deux lames 516, 516' flexibles, porte la levée 318 d'arrêt à une extrémité et, à l'extrémité opposé, est attaché, sensiblement perpendiculairement dans le sens rétrograde, au

deuxième tronçon courbe 536b en forme de quart de cercle qui longe l'arbre 503 pivotant qui est lui-même attaché, sensiblement perpendiculairement dans le sens trigonométrique, au troisième tronçon rectiligne 336c qui porte une butée 537 de détente. On comprend donc que les tronçons 536a et 536c sont sensiblement perpendiculaires.

**[0079]** On comprend donc que les traverses 535, 536, visibles en position de repos aux figures 11 à 13, sont capables, à l'aide du fléchissement élastique des lames 516, 516' flexibles, de se déplacer relativement l'une par rapport à l'autre. Plus précisément, l'élément 513 de dégagement est agencé pour obliger les lames 516, 516' flexibles à se fléchir afin de débloquent élastiquement, par le mouvement de l'organe 509 d'inertie, la levée 518 d'arrêt par rapport à la denture 519 d'échappement concentrique afin que l'arbre 503 pivotant compte chaque oscillation du résonateur 507 tout en lui transmettant l'énergie apte à l'entretenir.

**[0080]** Cela est rendu possible car la détente 517 monobloc comporte la butée 537 de détente solidaire de la deuxième traverse 536 qui est agencée pour entrer en contact avec l'élément 513 de dégagement à chaque alternance du résonateur 507. Comme visible à la figure 13, la butée 537 de détente forme une came qui, lorsqu'elle entre en contact avec la levée 532 de dégagement, oblige, par l'action de la butée 533 de dégagement, le premier tronçon rectiligne 536a à s'écarter de la denture 519 d'échappement pour libérer l'arbre 503 pivotant. L'arbre 503 pivotant, sous la contrainte de la source d'énergie mécanique, va effectuer une rotation qui correspond à l'angle entre deux dents de la denture 519 d'échappement et, dans le même temps, relance le résonateur 507 par la transmission de son mouvement directement par les poutres 526 via les moyens 521 d'ancrage.

**[0081]** Par contre, dans l'alternance inverse du résonateur 507, on s'aperçoit que la butée 537 de détente forme une came qui, lorsqu'elle entre en contact avec la levée 532 de dégagement, oblige, par l'absence d'action de la butée 533 de dégagement dans le sens inverse, la levée 532 de dégagement à s'écarter élastiquement puis, une fois la butée 537 de détente échappée, à revenir élastiquement le long de la butée 533 de dégagement.

**[0082]** Avantageusement selon le cinquième mode de réalisation de l'invention, on comprend donc que l'oscillateur 501 comporte très peu de pièces à monter car elles sont, pour la plupart, monoblocs ce qui permet aux pièces d'être plus facilement référencées les unes par rapport aux autres. En effet, à titre d'exemple, le résonateur 507 monobloc et la détente 517 monobloc pourraient être formés dans deux plaques uniques solidarisées formant au moins deux niveaux fonctionnels de l'axe 503 pivotant. Cela pourrait, par exemple, être obtenu par des plaques de silicium solidarisées puis gravées ou par l'électroformage d'une pièce métallique à plusieurs niveaux.

**[0083]** De plus, grâce à l'utilisation du guidage 511 flexible, le résonateur 507 comporte une épaisseur très

faible et induit intrinsèquement l'élimination du galop. En outre, l'oscillateur 501 selon l'invention permet avantageusement au résonateur 507 d'avoir une impulsion par un couple direct plutôt qu'une force par contact comme avec un échappement à détente habituel.

**[0084]** De manière additionnelle, le fonctionnement induit des avantages appartenant habituellement aux oscillateurs du type tourbillon beaucoup plus complexe comme déjà expliqué dans le premier mode de réalisation. Par conséquent, à la manière d'un tourbillon mais sans sa complexité de mise au point, l'arbre 503 pivotant du cinquième mode de réalisation annule les écarts de marche de l'oscillateur 501 dans les positions verticales en tournant le résonateur 507 en même temps que la détente 517.

**[0085]** Enfin, comme pour les quatre premiers modes de réalisation, l'arbre 503 pivotant peut comporter, directement ou par l'intermédiaire d'un accumulateur d'énergie élastique, un pignon agencé pour s'engrener avec un rouage de finissage afin d'être relié à la source d'énergie mécanique et d'afficher l'heure. Ainsi, quel que soit le choix de transmission de l'énergie choisi dans le cinquième mode de réalisation, il est immédiat que la force du rouage de finissage et, éventuellement celle de l'accumulateur d'énergie élastique, doivent être dimensionnées pour ne pas entraîner l'actionnement de la détente 517 autrement que par l'élément 513 de dégagement.

**[0086]** Quel que soit le mode de réalisation, il est indiqué que l'arbre 3, 103, 203, 303, 403, 503 pivotant compte chaque oscillation du résonateur 7, 107, 207, 307, 407, 507. Cela signifie suivant la construction du résonateur 7, 107, 207, 307, 407, 507 que chaque oscillation est associée à un temps régulé prédéterminé. On comprend donc qu'à chaque mouvement de l'arbre 3, 103, 203, 303, 403, 503 pivotant est associé une durée prédéterminée propre à visualiser le temps qui passe comme sur n'importe quelle pièce d'horlogerie. Ainsi, suivant les démultiplications du rouage de finissage, il est possible d'afficher directement ou indirectement à partir d'un des mobiles du rouage de finissage, des informations horaires comme, par exemple, les secondes, les minutes, les heures ou une valeur de calendrier.

**[0087]** Quel que soit le mode de réalisation, la source d'énergie mécanique étant suffisamment chargée, un moyen de déblocage manuel agissant sur la levée 18, 118, 218, 318, 418, 518 d'arrêt peut être rendu nécessaire pour l'utilisateur afin de démarrer l'oscillateur 1, 101, 201, 301, 401, 501. En effet, suivant la configuration de l'oscillateur 1, 101, 201, 301, 401, 501, il n'est exclu qu'un mouvement induit par l'utilisateur permettant le déplacement de l'organe 9, 109, 209, 309, 409, 509 d'inertie ne soit pas suffisant pour que l'élément 113, 213, 313, 413, 513 de dégagement actionne la détente 17, 117, 217, 317, 417, 517.

**[0088]** Ainsi, à titre d'exemple nullement limitatif, un tel moyen de déblocage manuel pourrait prendre la forme d'une couronne ou d'un poussoir sur la carrure de la pièce d'horlogerie et commander un ergot agencé pour faire

passer une dent de la denture 19, 119, 219, 319, 419, 519 d'échappement à la levée 18, 118, 218, 318, 418, 518 d'arrêt afin de fournir au résonateur 7, 107, 207, 307, 407, 507 l'énergie nécessaire pour démarrer l'oscillateur 1, 101, 201, 301, 401, 501.

**[0089]** Bien entendu, la présente invention ne se limite pas à l'exemple illustré mais est susceptible de diverses variantes et modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art. En particulier, suivant l'application souhaitée, le résonateur 7, 107, 207, 307, 407, 507 et/ou la détente 17, 117, 217, 317, 417, 517 peuvent être modifiés notamment quant à leur géométrie (organe d'inertie, détente) ou leurs guidages flexibles.

**[0090]** De plus, les modes de réalisation décrits ci-dessus sont susceptibles d'être combinés entre eux sans sortir du cadre de l'invention. Il est également possible, alternativement à l'utilisation de l'anneau 127, de relier les butées 133, 233, 333, 433, 533 de dégagement de l'élément 113, 213, 313, 413, 513 de dégagement afin de coupler les deux secteurs 125 de l'organe 109, 209, 309, 409, 509 d'inertie comme, par exemple, en contournant latéralement et/ou verticalement l'arbre 3, 103, 203, 303, 403, 503 pivotant ou en traversant par un ajourage de l'arbre 3, 103, 203, 303, 403, 503. Il pourrait également être envisagé de relier les deux secteurs 125 par un autre moyen que l'anneau 127.

**[0091]** De manière additionnelle, des moyens anti-dégagements pourraient être ajoutés comme un bras de sécurité ou des moyens contre-inertiels agencés pour bloquer la détente 17, 117, 217, 317, 417, 517 lorsque le dégagement n'est pas souhaité, c'est-à-dire lorsque la détente 17, 117, 217, 317, 417, 517 serait déplacée autrement que par la levée 132, 232, 332, 432, 532 de dégagement, comme, par exemple, suite à un choc subit par l'oscillateur 1, 101, 201, 301, 401, 501.

**[0092]** Enfin, des moyens d'amortissement peuvent coopérer avec l'oscillateur 1, 101, 201, 301, 401, 501, comme notamment avec l'arbre 3, 103, 203, 303, 403, 503, afin de le rendre moins sensible aux chocs.

## Revendications

1. Oscillateur (1, 101, 201, 301, 401, 501) comportant un arbre (3, 103, 203, 303, 403, 503) pivotant relié à une source (2) d'énergie mécanique, un résonateur (7, 107, 207, 307, 407, 507) monobloc du type inertie - élasticité comprenant un organe (9, 109, 209, 309, 409, 509) formant ladite inertie muni d'un élément (13, 113, 213, 313, 413, 513) de dégagement et un guidage (11, 111, 211, 311, 411, 511) flexible formant ladite élasticité qui est monté entre l'arbre (3, 103, 203, 303, 403) pivotant et l'organe (9, 109, 209, 309, 409, 509) formant ladite inertie, un échappement (15, 115, 215, 315, 415, 515) à détente comprenant une détente (17, 117, 217, 317, 417, 517) monobloc solidaire de l'arbre (3, 103, 203, 303, 403, 503) pivotant qui comporte au moins une

lame (16, 116, 116', 216, 316, 316', 416a, 416b, 416c, 416d, 516, 516') flexible et une levée (18, 118, 218, 318, 418, 518) d'arrêt agencée pour bloquer élastiquement l'arbre (3, 103, 203, 303, 403, 503) pivotant par rapport à une denture (19, 119, 219, 319, 419, 519) d'échappement concentrique, l'élément (13, 113, 213, 313, 413, 513) de dégagement étant agencé pour débloquer élastiquement, par le mouvement de l'organe (9, 109, 209, 309, 409, 509) formant ladite inertie, la levée (18, 118, 218, 318, 418, 518) d'arrêt par rapport à la denture (19, 119, 219, 319, 419, 519) d'échappement concentrique afin que l'arbre (3, 103, 203, 303, 403, 503) pivotant compte chaque oscillation du résonateur (7, 107, 207, 307, 407, 507) tout en lui transmettant l'énergie apte à l'entretenir.

2. Oscillateur (1, 101, 201, 301, 401, 501) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le guidage (11, 111, 211, 311, 411, 511) flexible comporte au moins un moyen (121, 221, 321, 421, 521) d'ancrage solidaire de l'arbre (3, 103, 203, 303, 403, 503) pivotant et des moyens (120, 122, 123, 124, 126, 220, 222, 224, 226, 320, 322, 324, 326, 420, 422, 424, 426, 520, 522, 524, 526) flexibles agencés pour former un axe de pivotement virtuel du résonateur (7, 107, 207, 307, 407, 507) confondu avec le centre de rotation de l'arbre (3, 103, 203, 303, 403, 503) pivotant.

3. Oscillateur (1, 101, 201, 301, 401, 501) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** les moyens (120, 122, 123, 124, 126, 220, 222, 224, 226, 320, 322, 324, 326, 420, 422, 424, 426, 520, 522, 524, 526) flexibles comportent au moins une base (120, 220, 320, 420, 520) reliant, par au moins une lame (122, 124, 222, 224, 322, 324, 422, 424, 522, 524) flexible, respectivement l'organe (9, 109, 209, 309, 409, 509) formant ladite inertie et ledit au moins un moyen (121, 221, 321, 421, 521) d'ancrage.

4. Oscillateur (1, 101, 201, 301, 401, 501) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'organe (9, 109, 209, 309, 409, 509) formant ladite inertie est formé par deux secteurs (125), la surface interne d'un des secteurs (125) comportant l'élément (13, 113, 213, 313, 413, 513) de dégagement.

5. Oscillateur (1, 101, 201, 301, 401, 501) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** l'élément (13, 113, 213, 313, 413, 513) de dégagement comporte un corps (131, 231, 331, 431, 531) flexible dont l'extrémité libre est munie d'une levée (132, 232, 332, 432, 532) de dégagement dont le déplacement, commandé par l'organe (9, 109, 209, 309, 409, 509) formant ladite inertie, est agencé pour

- entrer en contact avec la détente (17, 117, 217, 317, 417, 517) monobloc à chaque alternance du résonateur (7, 107, 207, 307, 407, 507).
6. Oscillateur (1, 101, 201, 301, 401, 501) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** l'élément (13, 113, 213, 313, 413, 513) de dégagement comporte en outre une butée (133, 233, 333, 433, 533) de dégagement agencée pour forcer le corps (131, 231, 331, 431, 531) flexible à déplacer la détente (17, 117, 217, 317, 417, 517) monobloc dans un seul sens des oscillations du résonateur (7, 107, 207, 307, 407, 507).
7. Oscillateur (1, 101, 201, 301, 401, 501) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la détente (17, 117, 217, 317, 417, 517) monobloc comporte une unique lame (216) flexible, une butée (237) de détente étant solidaire de ladite unique lame flexible et étant agencée pour entrer en contact avec l'élément (13, 113, 213, 313, 413, 513) de dégagement à chaque alternance du résonateur (7, 107, 207, 307, 407, 507).
8. Oscillateur (1, 101, 201, 301, 401, 501) selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la détente (17, 117, 217, 317, 417) monobloc comporte deux traverses (135, 136, 535, 536) parallèles, une première traverse (135, 535) étant reliée, à une première extrémité, à l'arbre (3, 103, 203, 303, 403, 503) pivotant et, à une deuxième extrémité, perpendiculairement à une première lame (116, 516) flexible, une deuxième traverse (136, 536) étant reliée, à une première extrémité, à la levée (118, 518) d'arrêt et, à une deuxième extrémité, perpendiculairement à une deuxième lame (116', 516') flexible, les première et deuxième lames (116, 116', 516, 516') flexibles étant parallèles et respectivement reliées aux deuxième et première traverses (136, 135, 536, 535).
9. Oscillateur (1, 101, 201, 301, 401, 501) selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la détente (17, 117, 217, 317, 417, 517) monobloc comporte deux traverses (335, 336) parallèles, une première traverse (335) étant reliée, à une première extrémité, à l'arbre (3, 103, 203, 303, 403) pivotant et, perpendiculairement, à une première lame (316) flexible, une deuxième traverse (336) étant reliée, à une première extrémité (336c), à la levée (318) d'arrêt et, à une deuxième extrémité (336a), perpendiculairement à une deuxième lame (316') flexible, les première et deuxième lames (316, 316') flexibles étant parallèles et respectivement reliées aux deuxième et première traverses (336, 335).
10. Oscillateur (1, 101, 201, 301, 401, 501) selon la revendication 8 ou 9, **caractérisé en ce que** la détente (17, 117, 217, 317, 417, 517) monobloc comporte une butée (137, 337, 537) de détente solidaire de la deuxième traverse (136, 336, 536) qui est agencée pour entrer en contact avec l'élément (13, 113, 213, 313, 413, 513) de dégagement à chaque alternance du résonateur (7, 107, 207, 307, 407, 507).
11. Oscillateur (1, 101, 201, 301, 401, 501) selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la détente (17, 117, 217, 317, 417, 517) monobloc comporte des première et deuxième lames (416a, 416b) flexibles non parallèles reliant chacune l'arbre (3, 103, 203, 303, 403, 503) pivotant à une attache (435), l'attache (435) étant reliée en outre à une troisième lame (416d) flexible dont l'extrémité libre comprend la levée (418) d'arrêt et à une quatrième lame (416c) flexible comportant une butée (437) de détente qui est agencée pour entrer en contact avec l'élément (13, 113, 213, 313, 413, 513) de dégagement à chaque alternance du résonateur (7, 107, 207, 307, 407, 507).
12. Oscillateur (1, 101, 201, 301, 401, 501) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'arbre (3, 103, 203, 303, 403, 503) pivotant comporte un pignon (141) agencé pour s'engrener avec un rouage (5) de finissage afin d'être relié à la source (2) d'énergie mécanique et d'afficher l'heure.
13. Oscillateur (1, 101, 201, 301, 401, 501) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le pignon (141) est monté fou sur l'arbre (13, 113, 213, 313, 413, 513) pivotant par l'intermédiaire d'un accumulateur (143) d'énergie élastique afin de fournir suffisamment d'énergie à l'entretien du résonateur (7, 107, 207, 307, 407, 507) pendant le temps d'impulsion.
14. Oscillateur (1, 101, 201, 301, 401, 501) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le résonateur (7, 107, 207, 307, 407, 507) monobloc et la détente (17, 117, 217, 317, 417, 517) monobloc sont formés dans deux plaques uniques solidarifiées formant deux niveaux fonctionnels de l'axe (3, 103, 203, 303, 403, 503) pivotant.

Fig. 1

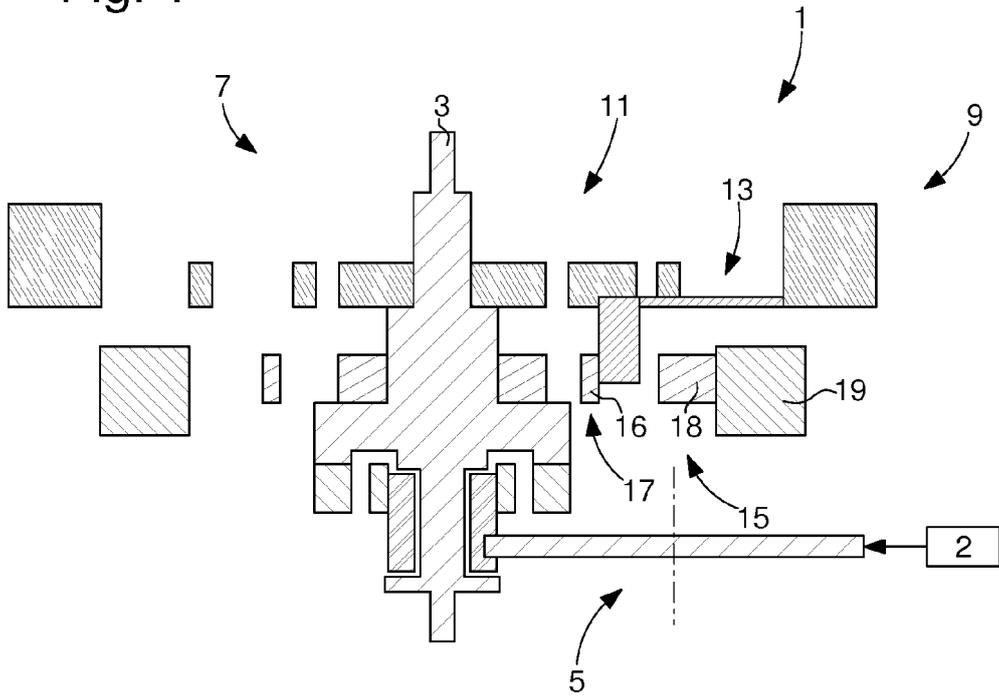
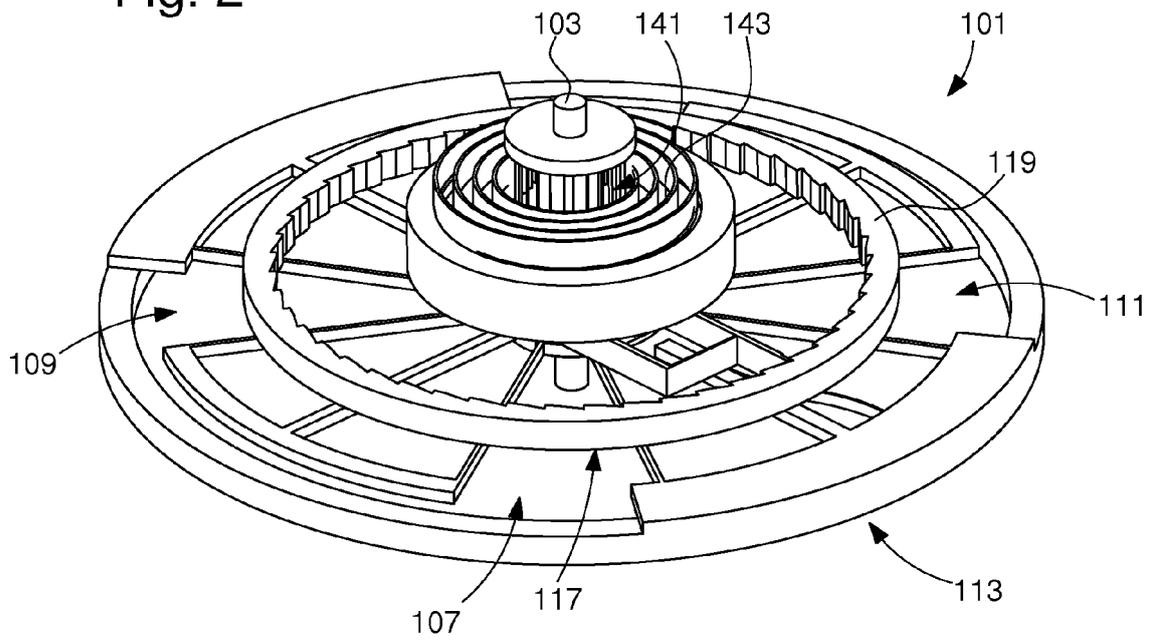


Fig. 2



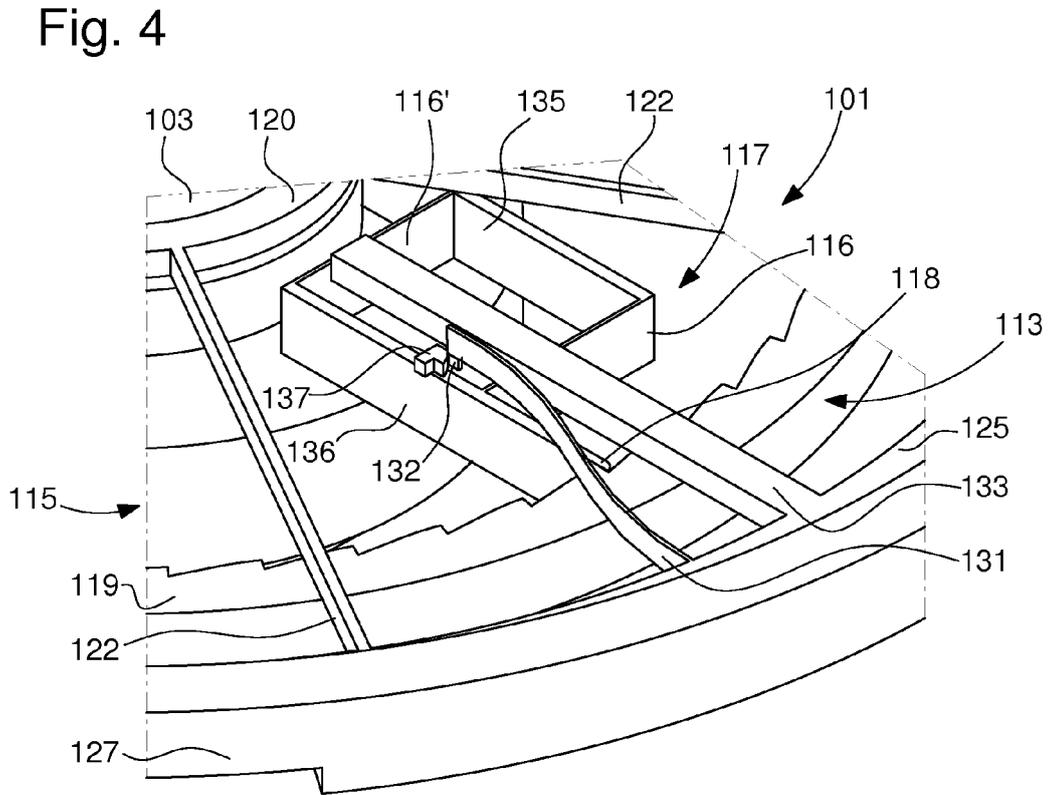
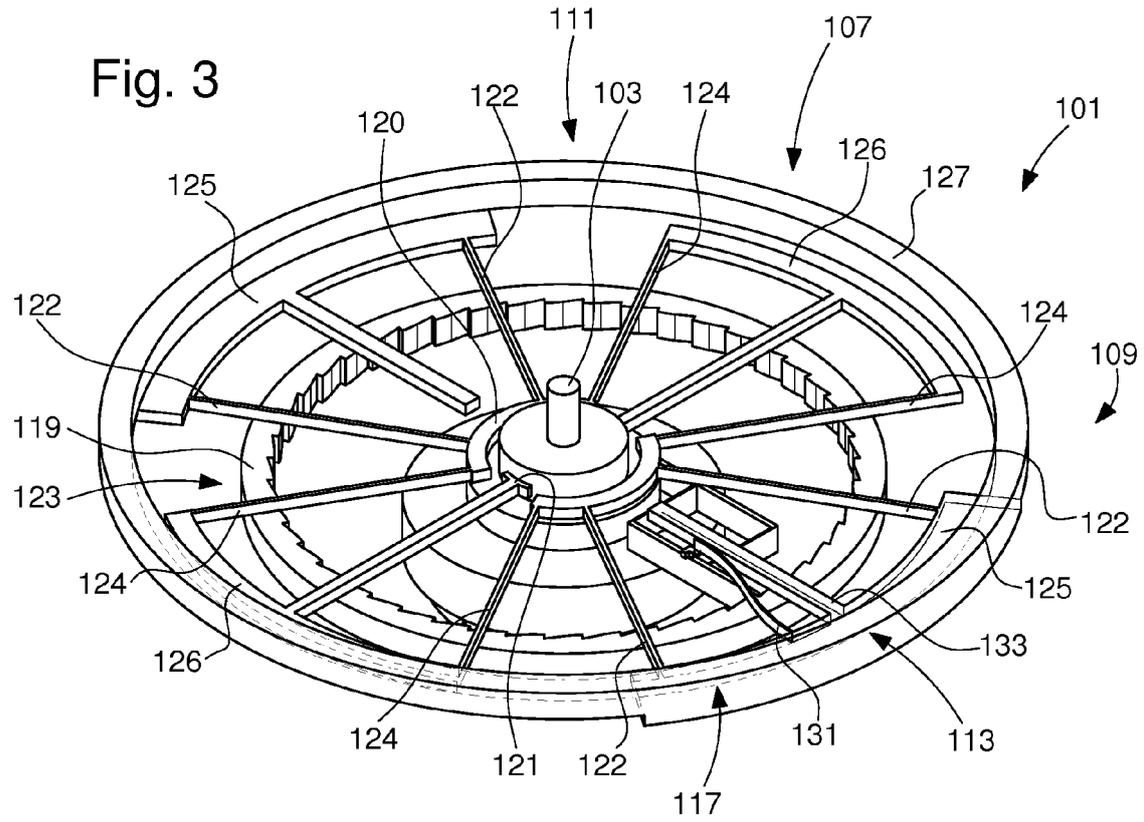


Fig. 5

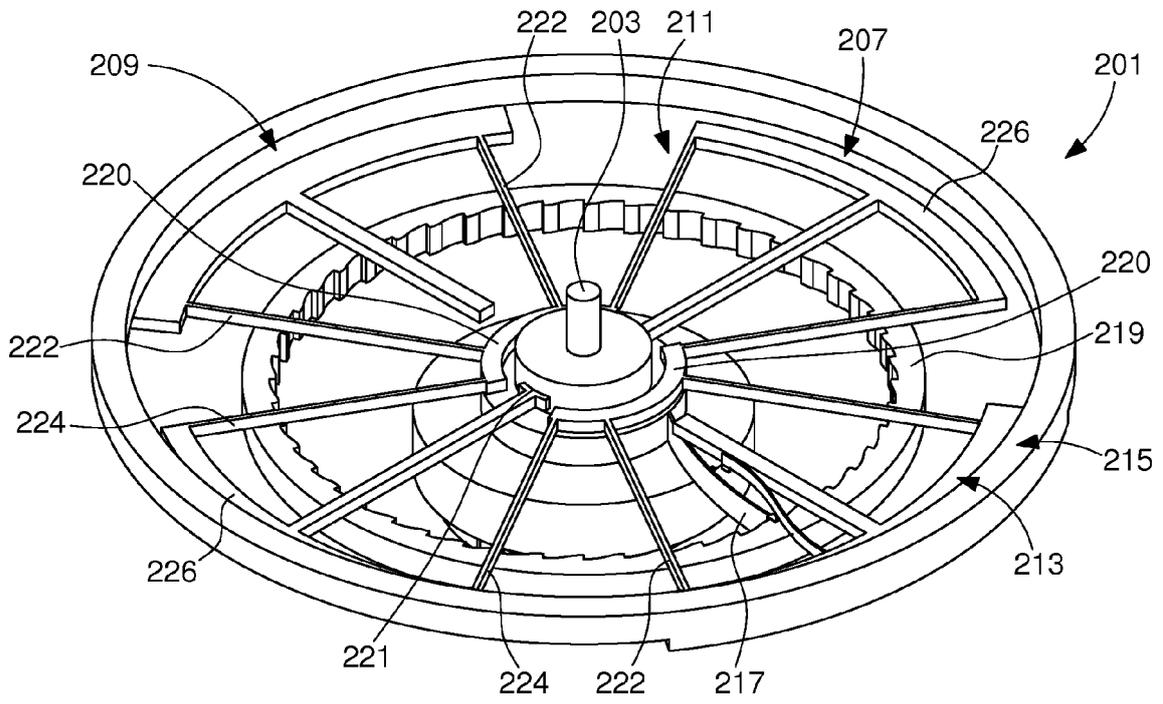


Fig. 6

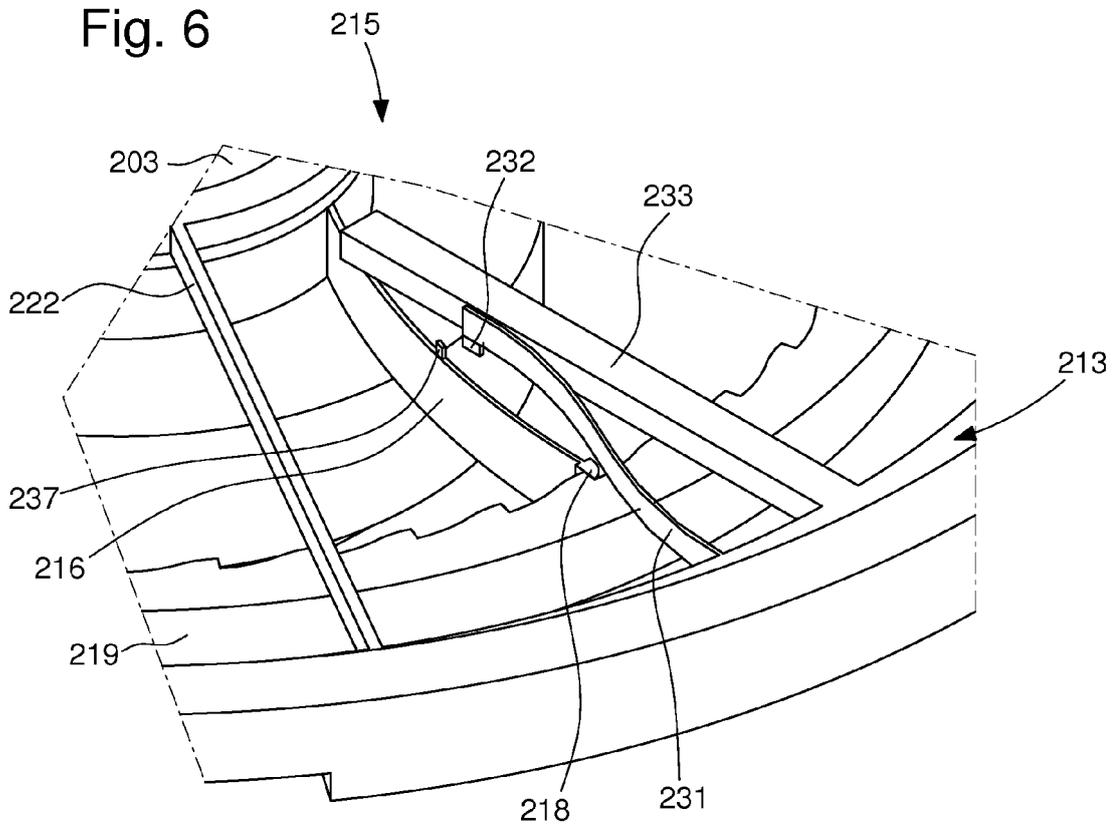


Fig. 7

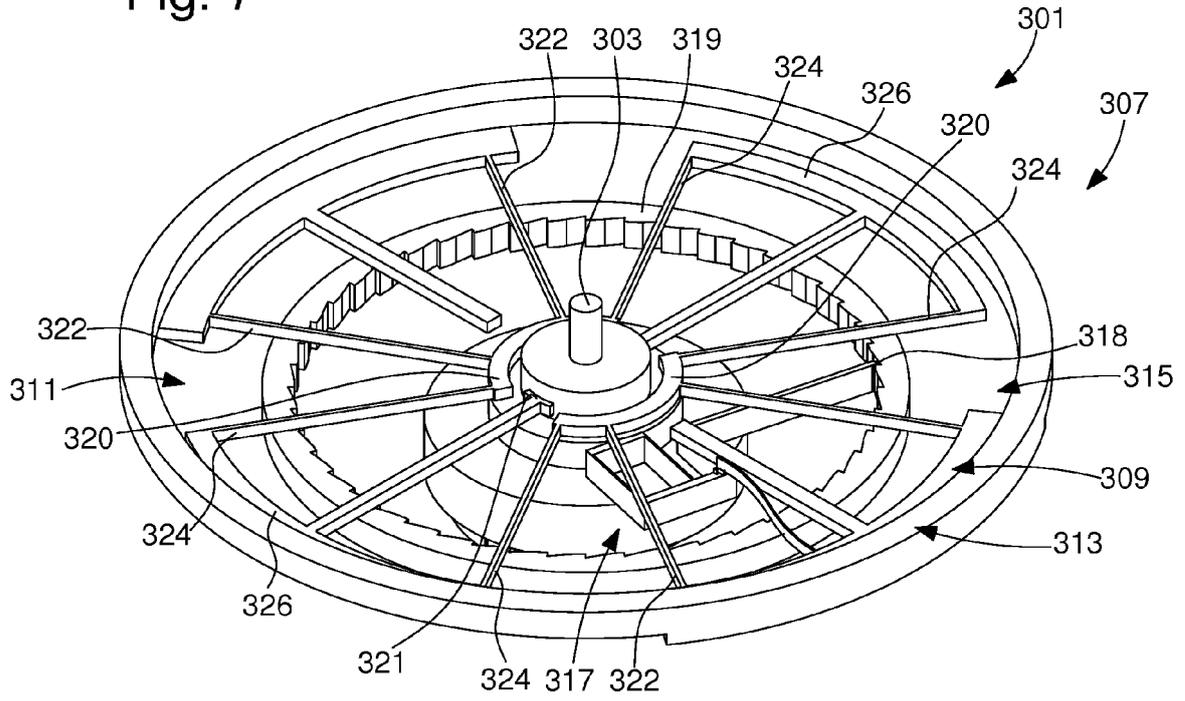


Fig. 8

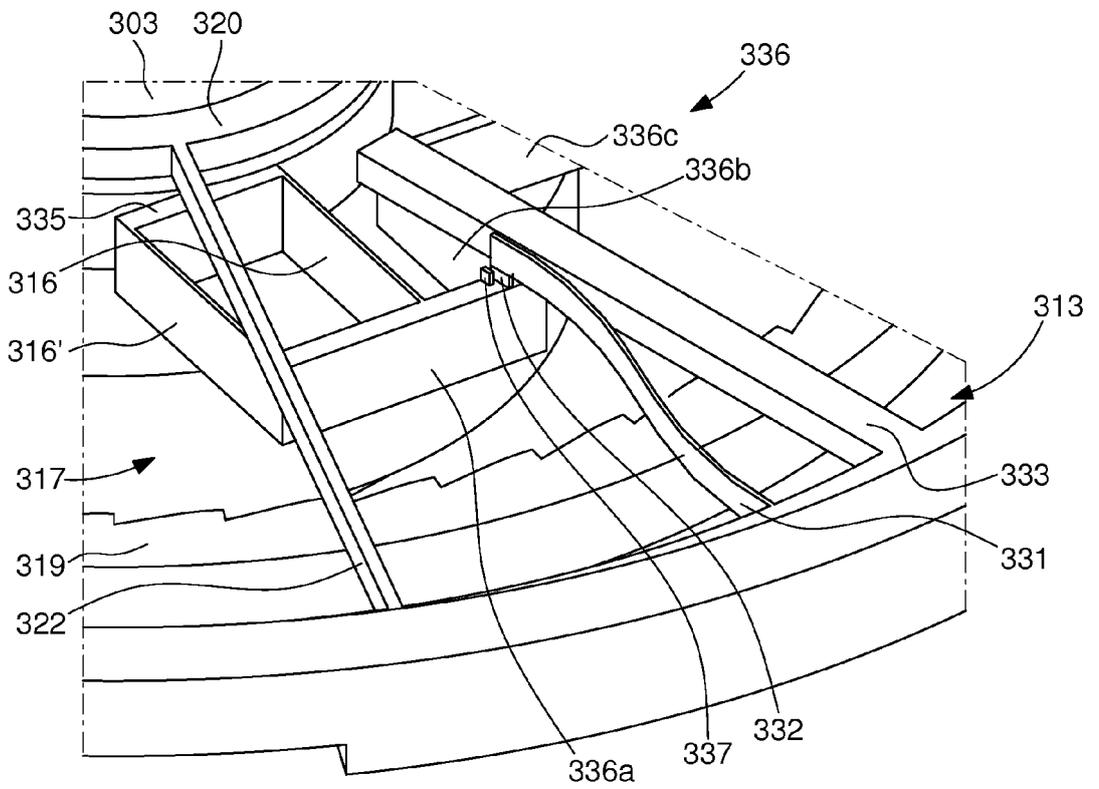


Fig. 9

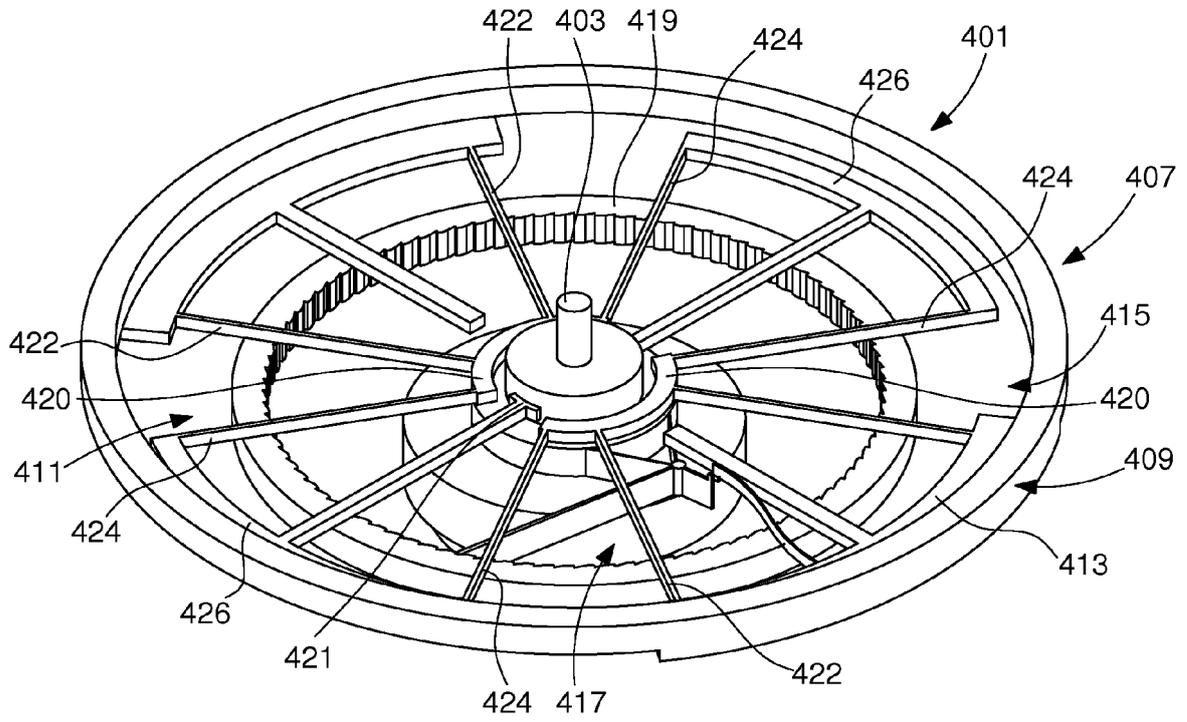
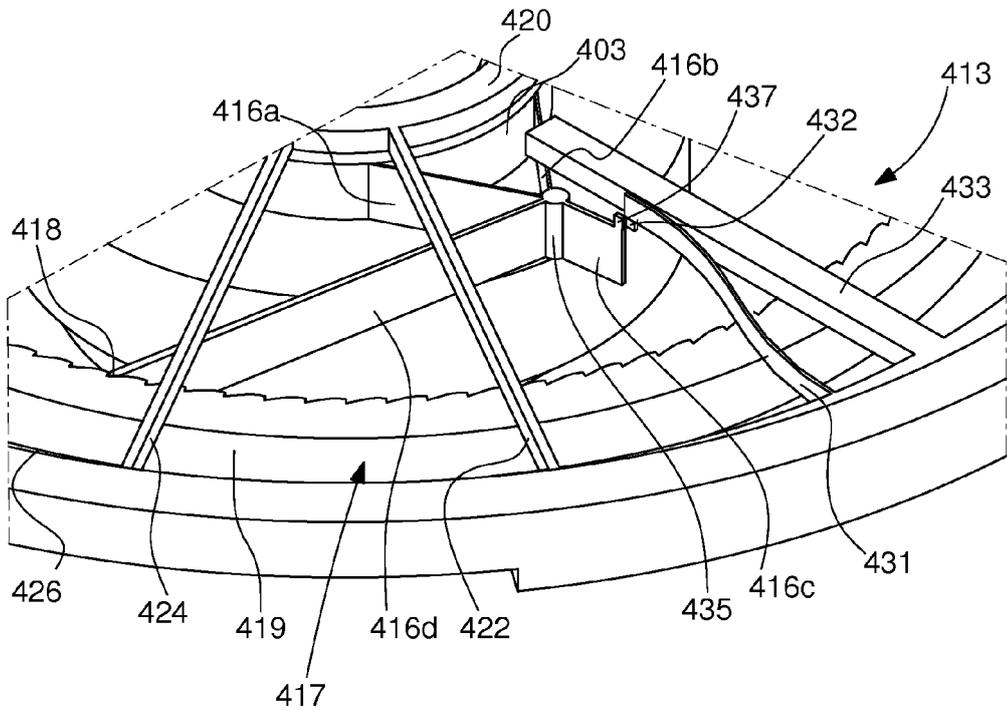
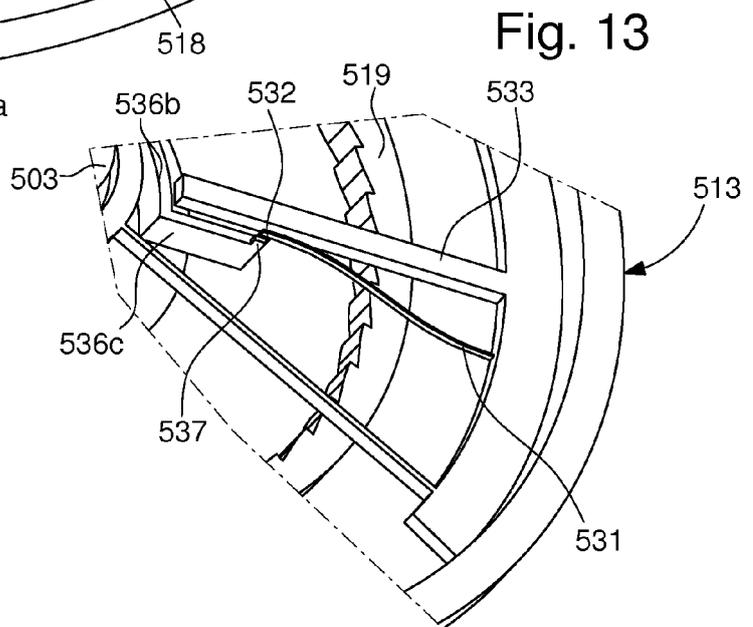
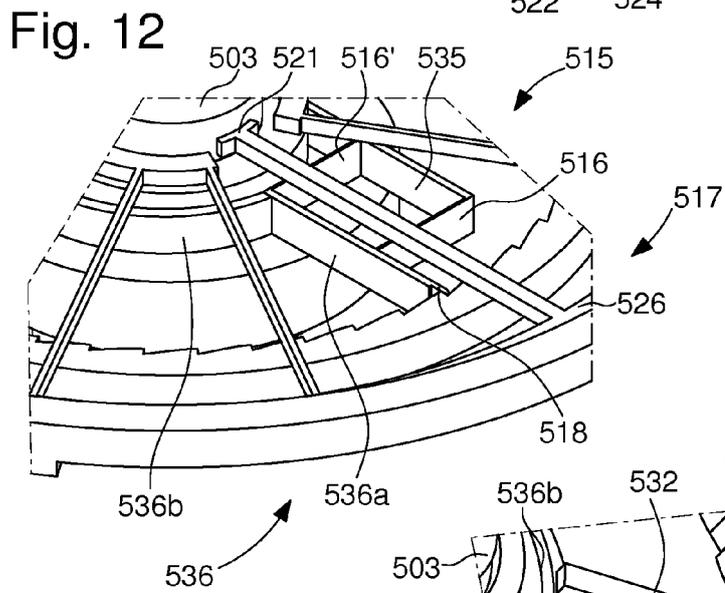
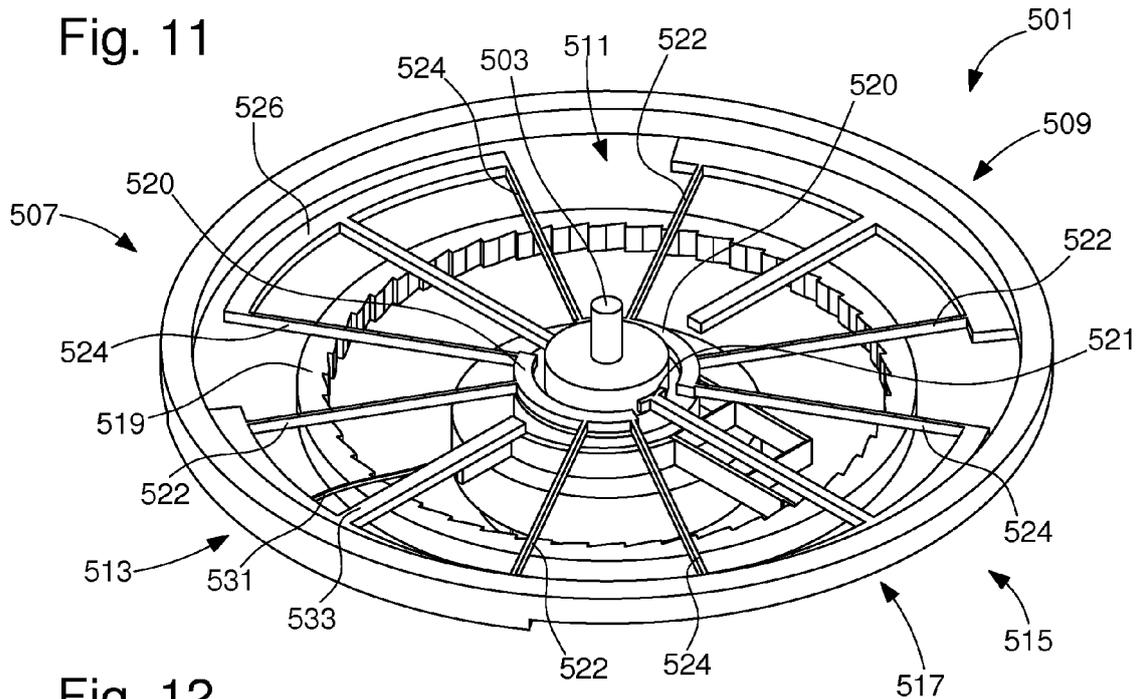


Fig. 10







RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 15 18 7214

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

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	EP 2 790 067 A1 (MONTRES BREGUET SA [CH]) 15 octobre 2014 (2014-10-15) * alinéa [0025]; figures 1-6 * -----	1-14	INV. G04B17/28 G04B15/08
A	EP 2 894 520 A2 (NIVAROX SA [CH]) 15 juillet 2015 (2015-07-15) * alinéas [0033], [0066]; figures 1-5 * -----	1-14	
A	SCHNEGG: "Le chronomètre tourbillon à échappement détente sous trois ponts d'or réédition 1982", CONGRES INTERNATIONAL DE CHRONOMETRIE. BESANCON, 4 - 6 OCTOBRE 1984; [CONGRES INTERNATIONAL DE CHRONOMETRIE], BESANCON, SOC.FR. MICROTEC. ET CHRONOM, FR, vol. 2, 4 octobre 1984 (1984-10-04), pages 147-151, XP002101229, * le document en entier * -----	1-14	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			G04B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>Munich</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>31 mai 2016</b>	Examineur <b>Zuccatti, Stefano</b>
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 15 18 7214

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

31-05-2016

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2790067 A1	15-10-2014	CN 104102119 A	15-10-2014
		EP 2790067 A1	15-10-2014
		EP 2790068 A2	15-10-2014
		HK 1203093 A1	16-10-2015
		JP 5830562 B2	09-12-2015
		JP 2014206534 A	30-10-2014
		US 2014307530 A1	16-10-2014
-----			
EP 2894520 A2	15-07-2015	CN 103097965 A	08-05-2013
		EP 2596406 A1	29-05-2013
		EP 2894520 A2	15-07-2015
		HK 1185155 A1	20-11-2015
		JP 5551312 B2	16-07-2014
		JP 2013531257 A	01-08-2013
		US 2013176829 A1	11-07-2013
		WO 2012010408 A1	26-01-2012
-----			

EPO 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**

- EP 2455821 A [0032]