



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
01.07.2015 Bulletin 2015/27

(51) Int Cl.:
G04B 15/00 (2006.01) **G04B 17/00 (2006.01)**
G04B 17/04 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **14184158.5**

(22) Date de dépôt: **09.09.2014**

(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

(30) Priorité: **23.12.2013 EP 13199427**
11.07.2014 EP 14176816

(71) Demandeur: **ETA SA Manufacture Horlogère Suisse**
2540 Grenchen (CH)

(72) Inventeurs:
• **Winkler, Pascal**
2074 Marin (CH)
• **Helfer, Jean-Luc**
2525 Le Landeron (CH)

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

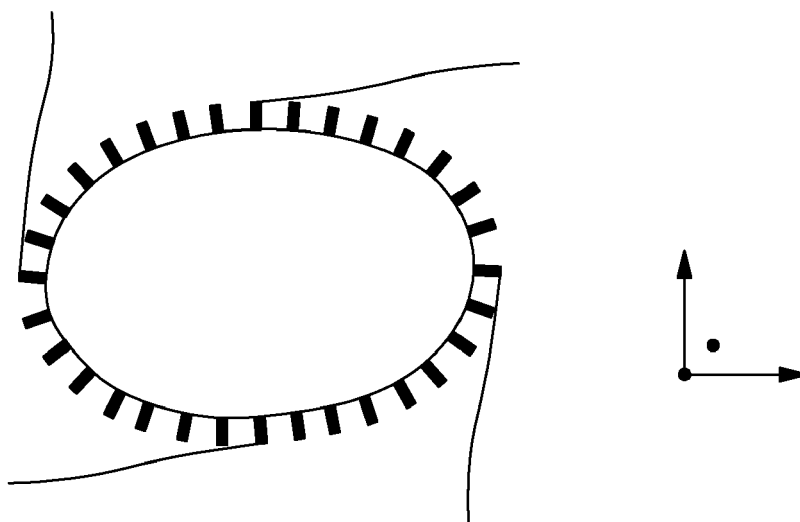
(54) **Mécanisme de synchronisation d'horlogerie**

(57) Mécanisme de synchronisation (1) de la vitesse de rotation d'un rouage (2) soumis à un couple dans un mouvement horloger (10).

Ce mécanisme (1) comporte un résonateur annulaire (6) comportant un anneau (7) disposé autour d'un axe

(A), lequel anneau (7) est déformable de façon périodique sous l'action induite par le mouvement d'un entraîneur (8), que comporte ledit mécanisme (1), et lequel entraîneur (8) est entraîné, directement ou indirectement, par ledit couple.

Fig. 27



Description

Domaine de l'invention

[0001] L'invention concerne un mécanisme de synchronisation de la vitesse de rotation d'un rouage soumis à un couple dans un mouvement horloger.

[0002] L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie comportant, fixés sur une platine, un moyen de stockage d'énergie et un rouage d'actionnement d'un tel mécanisme.

[0003] L'invention concerne encore une pièce d'horlogerie comportant un tel mouvement.

[0004] L'invention concerne le domaine de la régulation des pièces d'horlogerie mécaniques, en particulier des montres mécaniques.

Arrière-plan de l'invention

[0005] Dans un mécanisme d'échappement d'horlogerie, l'échappement à ancre suisse généralement utilisé présente un rendement assez bas (de l'ordre de 35%).

[0006] Les principales sources de pertes d'un échappement à ancre suisse sont :

- les frottements des palettes de l'ancre sur les dents ;
- les chocs dus aux mouvements saccadés de la roue et de l'ancre ;
- la chute nécessaire pour s'accommoder des erreurs d'usinage.

[0007] La mise au point d'un nouveau système de synchronisation dans un mouvement de montre, à rendement supérieur à celui d'un échappement à ancre suisse, peut se traduire par :

- une augmentation de l'autonomie de la montre ;
- une amélioration des propriétés chronométriques de la montre ;
- une différenciation marketing et esthétique.

Résumé de l'invention

[0008] L'invention se propose de créer des mécanismes qui présenteraient un rendement supérieur au rendement de l'échappement à ancre suisse.

[0009] L'invention consiste en un système permettant de synchroniser un rouage mû par un ressort moteur avec un résonateur.

[0010] A cet effet, l'invention concerne un mécanisme de synchronisation de la vitesse de rotation d'un rouage soumis à un couple dans un mouvement horloger, caractérisé en ce que ledit mécanisme comporte un résonateur annulaire comportant un anneau disposé autour d'un axe, lequel anneau est déformable de façon périodique sous l'action induite par le mouvement d'un entraîneur, que comporte ledit mécanisme, et lequel entraîneur est entraîné, directement ou indirectement, par ledit cou-

ple.

[0011] L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie comportant, fixés sur une platine, un moyen de stockage d'énergie et un rouage d'actionnement d'un tel mécanisme comportant un résonateur annulaire, avec un anneau fixé par des lames flexibles à la platine, et un entraîneur entraîné par le rouage, cet entraîneur commandant des moyens d'affichage de la seconde du mouvement.

[0012] L'invention concerne encore une pièce d'horlogerie comportant un tel mouvement, caractérisée en ce que cette pièce est une montre.

Description sommaire des dessins

[0013] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre, en référence aux dessins annexés, où :

- les figures 1 à 3 représentent, de façon schématisée et en vue en plan, un mécanisme de synchronisation de la vitesse de rotation d'un rouage d'un mouvement horloger selon l'invention, comportant un résonateur annulaire avec un anneau déformable dont la déformation est induite par un entraîneur faisant fonction de manivelle, qui pivote autour de l'axe de cet anneau, la figure 2 représentant un état neutre où cet anneau est de profil sensiblement circulaire, entre les figures 1 et 3 qui représentent des profils de déformation maximale en ellipses, avec permutation des axes d'ellipse entre ces deux positions extrêmes de déformation ;
- la figure 4 représente, de façon schématisée et en vue en plan, une variante avec un résonateur annulaire de type « wineglass » lesté en vue d'abaisser la fréquence propre, synchronisé avec un entraîneur faisant fonction de manivelle ;
- la figure 5 représente, de façon schématisée et en vue en plan, une variante avec un résonateur annulaire de type « wineglass » lesté en vue d'abaisser la fréquence propre, synchronisé magnétiquement avec une roue, laquelle comporte des zones magnétiques agencées pour coopérer avec des pistes magnétiques de l'anneau pour générer des déformations ou/et des impulsions ;
- la figure 6 représente, de façon schématisée et en vue en plan, une variante comportant un résonateur annulaire de type « wineglass » lesté en vue d'abaisser la fréquence propre, synchronisé magnétiquement avec une roue ;
- la figure 7 représente, de façon schématisée et en vue de côté, une expérimentation « wineglass » avec une source d'excitation constituée par un haut-parleur à proximité de la tulipe d'un verre à pied dont le pied est maintenu en encastrement ;
- la figure 8 représente, de façon schématisée et en

- vue de dessus, le verre de la figure 7 dans ses différents états de déformation de profil elliptique, avec la répartition des ventres et des noeuds de vibration ;
- les figures 9 à 11 sont similaires aux figures 1 à 3, avec un anneau dont l'état libre n'est pas exactement circulaire mais comporte des renflements faisant seuils d'énergie, et où les attaches des lames flexibles reliant cet anneau à la platine sont dans les diagonales des grand et petit axes de l'ellipse ;
 - la figure 12 est un schéma-blocs illustrant une pièce d'horlogerie comportant un mouvement intégrant un mécanisme selon l'invention ;
 - les figures 13 à 18 illustrent des formes particulières et non limitatives d'anneaux convenant à la mise en oeuvre de l'invention :
 - en figure 13, circulaire extérieurement et quadrilobé intérieurement ;
 - en figure 14, sensiblement triangulaire extérieurement, et trilobé intérieurement ;
 - en figure 15, sensiblement circulaire à section sensiblement constante ;
 - en figure 16, circulaire extérieurement et comportant une pluralité de dégagement ponctuels ;
 - en figure 17, avec une épaisseur variable en fonction du rayon ;
 - en figure 18, circulaire intérieurement et avec une pluralité de masselottes externes à profil en té ;
 - la figure 19 illustre la coopération d'un anneau et d'un entraîneur tous deux sensiblement annulaires et comportant chacun une pluralité de pistes magnétiques ;
 - les figures 20 à 31 illustrent les modes propres dans le plan XY d'un tel résonateur, avec un anneau de diamètre 14,00 mm, de type mince, avec des épaisseur et hauteur de 0,01 mm, en silicium avec un module d'Young de 146 GPa, une masse volumique de 2329 kg/m³ et un module de Poisson de 0.26 :
 - figure 20 avec un premier mode propre selon la figure 22 à 182 Hz, un deuxième mode propre selon la figure 23 à 470 Hz, un troisième mode propre identique à celui de la figure 23 mais orthogonal, non représenté, un quatrième mode propre selon la figure 24 à 550 Hz, un cinquième mode propre selon la figure 25 à 605 Hz, un sixième mode propre selon la figure 26 à 692 Hz ;
 - figure 21 avec 32 lests chacun de rayon 1,0 mm, permettant un très net abaissement des fréquences des modes propres : un premier mode propre selon la figure 27 à 33 Hz, un deuxième mode propre selon la figure 28 à 85 Hz, un troisième mode propre identique à celui de la figure 28 mais orthogonal, non représenté à 89 Hz, un quatrième mode propre selon la figure 29 à 96 Hz, un cinquième mode propre selon la figure 30 à 148 Hz, un sixième mode propre selon la figure 31 à 155 Hz.

Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0014] On appellera dans la suite de l'exposé «anneau» un volume similaire à un tore ouvert, se déployant, refermé sur lui-même, autour d'un axe. Cet «anneau» est sensiblement de révolution autour de cet axe, mais non nécessairement exactement de révolution autour de cet axe.

[0015] Un type de résonateur particulier combine la mise en oeuvre de différentes ondes.

[0016] On connaît en particulier un résonateur de laboratoire dit «wineglas» ou encore verre à vin, où la tulipe d'un verre à pied, dont le pied est maintenu en encastrement, est soumise à une excitation sonore particulière. Quand la fréquence d'excitation, effectuée par un haut-parleur au voisinage du verre, est choisie égale à une fréquence de résonance du verre, de l'ordre de 800 à 900 Hz, avec une puissance de signal d'environ 100 W, on peut créer dans la tulipe du verre un réseau d'ondes amenant des déformations importantes de cette tulipe, qui vues en plan au niveau de l'ouverture du verre, perpendiculaire à l'axe du pied, donnent à un instant donné au bord du verre une forme elliptique, tel que visible sur les figures 7 et 8, sur cette dernière étant repérés les noeuds de vibration N et les ventres V. Cette forme elliptique est déformable, et l'entretien de l'excitation fait évoluer cette forme en ellipse, en modifiant son excentricité, et allant jusqu'à permuter le grand axe et le petit axe de l'ellipse, en passant par la position d'excentricité égale à un correspondant à la forme libre du bord du verre. Ces déformations peuvent aller jusqu'à entraîner la rupture du verre. Quand la source d'excitation est disposée radialement, on constate la présence de quatre ventres de vibration identiques dont l'un directement en face de la source d'excitation, les noeuds de vibration étant selon des directions à 45° de l'axe défini par l'axe du verre et la source d'excitation.

[0017] Ce phénomène est dû à une onde stationnaire. Cette onde stationnaire peut être vue comme la somme d'une onde progressive et d'une onde régressive se propageant dans les deux sens le long du bord du verre, dans une zone annulaire, sensiblement de révolution.

[0018] La vibration résultante obéit à l'équation :

$$u(x, t) = f(x + vt) + g(x - vt),$$

où f est la fonction qualifiant l'onde progressive,
où g est la fonction qualifiant l'onde régressive.

[0019] Ces fonctions f et g peuvent être quelconques, et dépendent de l'excitation initiale du verre.

[0020] Si on attend assez longtemps, on peut obtenir une onde stationnaire.

[0021] Par exemple, si f et g sont des fonctions sinusoïdales:

$$u(x, t) = \sin(kx + \omega t) + \sin(kx - \omega t),$$

la relation trigonométrique $\sin a + \sin b = 2 \sin(a+b)/2 \cos(a-b)/2$ permet d'écrire que

$$u(x, t) = 2 \sin(kx) \cos(\omega t),$$

qui est une onde stationnaire : chaque point oscille en phase comme $\cos(\omega t)$, mais avec une amplitude différente $2 \sin(kx)$.

[0022] L'invention se propose d'extrapoler un tel principe, lequel est sans application industrielle connue, en excitant une seule des ondes, par exemple l'onde progressive, en agissant sur un anneau déformable.

[0023] Cette onde peut alors tourner à la même vitesse autour du bord de l'anneau qu'une source d'excitation, ici constituée, de façon non limitative, par un entraîneur, notamment constitué par une manivelle centrale ou encore par une roue.

[0024] Comme pour un échappement, cet entraîneur assure :

- la transmission d'énergie (entretien de l'oscillation), et
- le comptage, puisque cet entraîneur tourne à la même vitesse que l'onde.

[0025] Il faut comprendre que la vitesse de propagation de l'onde autour de l'anneau est une propriété de l'anneau, indépendamment de l'entraîneur.

[0026] Donc cet entraîneur ne peut que suivre cette onde, à la même vitesse que l'onde, si on a dimensionné le système correctement.

[0027] L'onde se propage dans le matériau de l'anneau. L'onde a pour effet une déformation élastique de l'anneau (flexion).

[0028] De façon préférée, mais non limitative, l'excitation est continue. Ainsi, si on se focalise sur un point de l'anneau, le passage de l'entraîneur en un point est analogue à un sommet de sinus. Le signal est de préférence périodique.

[0029] Dans les exemples illustrés par les figures, l'effet de l'onde liée à la présence de l'entraîneur tend à pousser l'anneau radialement, en le forçant à se déformer élastiquement.

[0030] L'onde d'excitation est une onde de déformation élastique de l'anneau, qui est une onde à peu près transverse, se traduisant par une déformation essentiellement radiale.

[0031] Ceci explique que, dans l'exemple illustré, à partir d'un anneau circulaire, la déformation soit en forme d'ellipse dont l'axe principal tourne autour du centre. On peut naturellement imaginer d'autres formes de déformation.

[0032] L'objet soumis à cette ou à ces ondes d'excitation est de forme de préférence sensiblement annulaire, l'anneau en tore de révolution parfait étant un cas particulier.

[0033] Cet objet peut être maintenu en encastrement simple comme le pied du verre dans l'exemple de laboratoire décrit plus haut.

[0034] Les figures montrent des variantes où des lames encastrées tiennent l'anneau. De préférence ces lames sont très souples par rapport à l'anneau, pour permettre un bon fonctionnement.

[0035] En effet, l'analogie avec le pied du verre semble peu adaptée à une montre, car cette réalisation nécessite une grande hauteur de paroi de verre pour que le bord du verre puisse se déformer, à une distance suffisante de ce point d'encastrement.

[0036] L'invention concerne un mécanisme de synchronisation de la vitesse de rotation d'un rouage horloger par un résonateur annulaire déformable, sensiblement concentrique à l'axe de l'entraîneur, lequel remplit la fonction ordinairement dévolue à la roue d'échappement dans un rouage horloger classique. De préférence ce résonateur annulaire est similaire à un résonateur du type «wineglass», tel que décrit ci-dessus. L'interaction entre l'entraîneur et le résonateur peut être mécanique ou sans contact, notamment de type magnétique ou/et électrostatique.

[0037] Plus particulièrement, l'invention concerne un mécanisme de synchronisation 1 de la vitesse de rotation d'un rouage 2 d'un mouvement horloger 10 soumis à un couple, notamment provenant d'un moyen de stockage d'énergie 3 que comporte ce mouvement 10.

[0038] Selon l'invention, ce mécanisme 1 comporte un résonateur annulaire 6 comportant un anneau 7, qui est déformable autour d'un axe A sous l'effet d'une action induite par le mouvement d'un entraîneur 8, que comporte le mécanisme 1. Cet entraîneur 8 est entraîné, directement ou indirectement, par ce couple, et, plus particulièrement, par ledit moyen de stockage d'énergie 3, notamment depuis un barillet par l'intermédiaire d'un rouage.

[0039] Dans un mode de mise en oeuvre de l'invention, la vitesse de l'entraîneur 8 définit une vitesse de propagation d'une onde de déformation dans le matériau de l'anneau 7 tout autour de celui-ci.

[0040] Dans un autre mode de mise en oeuvre de l'invention, la vitesse de l'entraîneur 8 définit une onde stationnaire d'oscillation de l'anneau 7 entre des formes répétitives correspondant à des modes stationnaires.

[0041] Dans une réalisation préférée, cet entraîneur 8 entraîne un affichage 4, par exemple un affichage de seconde, du mouvement horloger 10.

[0042] Le mouvement de l'entraîneur 8 comporte un mouvement de pivotement. De préférence, le mouvement de l'entraîneur 8 est un mouvement de pivotement.

[0043] Dans un mode de mise en oeuvre de l'invention, tel que visible sur la figure 15, l'entraîneur 8 comporte au moins une extrémité distale 800 qui s'étend, par rap-

port à l'axe A, au-delà du plus petit diamètre que présente, dans un état libre non contraint, l'anneau 7 par rapport à l'axe A. Plus particulièrement, au moins une extrémité distale 800 déforme localement l'anneau 7 sous la forme d'un bourrelet 700) saillant radialement vers l'extérieur par rapport à l'axe A.

[0044] Plus particulièrement, au moins une extrémité distale 800 est agencée pour coopérer avec au moins un dégagement 71 que comporte, dans un état libre non contraint, l'anneau 7 à sa périphérie intérieure du côté de l'axe A.

[0045] Dans une réalisation particulière, l'anneau 7 comporte, dans un état libre non contraint, à sa périphérie intérieure du côté de l'axe A, au moins un renflement 70 tourné vers l'axe A constituant le plus petit diamètre que présente l'anneau 7 par rapport à l'axe A.

[0046] Dans une réalisation particulière, l'interaction entre l'entraîneur 8 et le résonateur annulaire 6 est mécanique.

[0047] Dans une réalisation particulière, en statique, l'entraîneur 8 exerce au moins un effort radial par rapport à l'axe A selon le sens centrifuge sur l'anneau 7.

[0048] Dans une réalisation préférée, l'anneau 7 est fixé à une platine 5 que comporte ledit mouvement horloger 10 par une pluralité de lames flexibles 9, qui dans une première alternative sont plus souples que l'anneau 7, agencées pour maintenir l'anneau 7 sensiblement centré sur ledit axe A, et pour restreindre les mouvements de l'anneau 7 dans un même plan P perpendiculaire à l'axe A avec des déplacements limités du centre d'inertie de l'anneau 7 inférieurs au dixième de la plus petite dimension extérieure de l'anneau 7 dans ledit plan P.

[0049] Dans une deuxième alternative, ces lames flexibles 9 sont plus rigides que l'anneau 7.

[0050] Dans une première variante de réalisation, tel que visible sur les figures 1 à 4 et 9 à 11, un résonateur annulaire 6 de type «wineglass» est synchronisé avec un entraîneur 8 faisant fonction de manivelle. La figure 2 montre la forme du résonateur au repos, et les figures 1 et 3 montrent les états extrêmes que peut prendre le résonateur annulaire 6 pendant l'évolution de la manivelle.

[0051] De façon avantageuse, l'anneau 7 du résonateur annulaire 6 est fixé à une platine 5 que comporte le mouvement horloger 10 par une pluralité de lames flexibles 9, plus souples que l'anneau 7, et qui sont agencées pour maintenir l'anneau 7 centré sur l'axe A, et pour restreindre les mouvements de cet anneau 7 dans un même plan P perpendiculaire à l'axe A à des très faibles courses, notamment avec des courses inférieures au dixième de la plus petite dimension extérieure de l'anneau 7 dans ce plan P. Dans le cas préféré et illustré où l'anneau 7 présente au repos une forme sensiblement circulaire, cette plus petite dimension est la longueur du petit axe de l'ellipse la plus plate correspondant à une déformation extrême de cet anneau 7. Les figures 9 à 11 illustrent une configuration similaire, mais où les lames flexibles 9 sont attachées à des zones susceptibles de devenir

des noeuds de vibration, à 45° modulo 90° par rapport à l'axe horizontal des figures, et où le résonateur annulaire n'est pas strictement de révolution à l'état libre, mais comporte deux rétrécissements, tel que visible en figure 10, obligeant l'entraîneur à exercer sur l'anneau un effort radial supplémentaire pour les franchir.

[0052] L'interaction entre l'entraîneur 8 et le résonateur annulaire 6 est de type mécanique, et l'entraîneur 8 induit un effort radial centrifuge sur l'anneau 7.

[0053] Dans une deuxième variante de réalisation, l'interaction entre l'entraîneur 8 et le résonateur annulaire 6 est réalisée par des moyens d'interaction magnétiques 11 comportant des aimants ou/et des pôles magnétiques.

[0054] Dans une réalisation particulière, l'anneau 7 comporte une pluralité selon un premier nombre d'aimants ou de pôles magnétiques, l'entraîneur 8 comporte une pluralité selon un deuxième nombre d'aimants ou de pôles magnétiques, le premier nombre différant du deuxième nombre, de façon à ce que l'anneau 7 et l'entraîneur 8 constituent ensemble par un mécanisme réducteur ou multiplicateur de vitesse. Plus particulièrement, le premier nombre diffère du deuxième nombre d'une unité.

[0055] Dans une réalisation particulière, la forme des moyens d'interaction magnétiques 11 ou des aimants définit des premières zones formant des rampes de potentiel et des deuxième zones faisant barrières de potentiel, permettant de localiser une impulsion entre l'entraîneur 8 et le résonateur annulaire 6.

[0056] Dans une troisième variante, l'interaction entre l'entraîneur 8 et le résonateur annulaire 6 est réalisée par des moyens d'interaction électrostatiques comportant des électrets ou/et des pôles électrostatiquement conducteurs.

[0057] Dans la deuxième ou la troisième variante, et tel que visible sur la figure 5, la forme des moyens d'interaction magnétiques 11, respectivement électrostatiques, ou desdits aimants, respectivement électrets, définit des premières zones formant des rampes de potentiel et des deuxième zones faisant barrières de potentiel, permettant de localiser une impulsion entre l'entraîneur 8 et le résonateur annulaire 6. Sur la réalisation non limitative de la figure 5, l'entraîneur 8 porte des aimants 81 en forme de T, qui, dans certaines positions relatives de l'entraîneur 8 et de l'anneau 7, vont arriver en superposition, d'abord partielle puis totale, avec des zones de l'anneau 7, équipées ou non de pistes magnétiques 71. La coopération entre les aimants 81 et les pistes 71 est progressive : une première branche 82 de l'aimant 81 commence à coopérer avec la piste magnétique 71 antagoniste, formant une rampe de potentiel, puis une barre transversale 83 de l'aimant 81 forme une véritable barrière de potentiel génératrice d'une impulsion.

[0058] Dans une variante avantageuse illustrée sur les figures 4 et 5, 21 et 27 à 31, l'anneau 7 est lesté sur sa périphérie, de façon continue ou périodique, par exemple par des masselottes 75 donnant à l'anneau 7 ainsi équipé l'aspect d'une chenille de véhicule.

[0059] Les figures 27 à 31 illustrent l'avantage qu'apportent ces lests en abaissement de la fréquence des premiers modes propres.

[0060] Plus particulièrement, l'anneau 7 est lesté sur sa périphérie, de façon continue ou périodique.

[0061] Dans une réalisation particulière, l'anneau 7 est lesté par une pluralité de masselottes 75.

[0062] Dans une réalisation particulière, au moins certaines masselottes 75 s'étendent extérieurement à l'anneau 7 par rapport à l'axe A, avec un profil en T dont la barre verticale est radiale par rapport à l'axe A, et dont la barre transversale est perpendiculaire à l'axe A et la plus éloignée de celui-ci.

[0063] La figure 4 illustre ainsi un résonateur annulaire 6 de type «wineglass» lesté en vue d'abaisser la fréquence propre, synchronisé avec une manivelle. La figure 5 illustre un résonateur annulaire 6 de type «wineglass» lesté en vue d'abaisser la fréquence propre, synchronisé magnétiquement avec une roue.

[0064] L'utilisation d'aimants comme éléments d'interaction entre la roue et le résonateur permet de supprimer les pertes par frottement, le bruit des chocs et les pertes dues aux « chutes ». La forme des aimants peut être optimisée en vue d'obtenir un effet rampe/barrière de potentiel permettant de localiser l'impulsion.

[0065] Dans une première variante de type mécanique, l'entraîneur 8 est avantageusement une manivelle induisant une déformation mécanique de l'anneau 7.

[0066] Dans des réalisations telles celles des figures 5 et 6, l'entraîneur 8 est une roue agencée pour exercer un effort sans contact sur l'anneau 7.

[0067] Dans une réalisation particulière, la roue porte un bras faisant manivelle muni d'au moins un galet 85 agencé pour rouler ou glisser sur la surface périphérique intérieure de l'anneau 7 du côté de l'axe A.

[0068] Dans l'un ou l'autre des modes de réalisation décrits ci-dessus, l'anneau 7 peut présenter des sections ou/et des épaisseurs variables le long de sa périphérie.

[0069] Dans une réalisation particulière, l'anneau 7 a, dans un état libre non contraint, une forme polygonale ou polylobée dans un plan P orthogonal à l'axe A.

[0070] Dans une réalisation particulière, et préférée, l'anneau 7 est en matériau micro-usinable ou en silicium et a une section rectangulaire dans tout plan passant par ledit axe A.

[0071] Dans une réalisation particulière, l'anneau 7 est monobloc avec une pluralité de lames flexibles 9 de liaison avec une platine 5 que comporte le mouvement horloger 10. Plus particulièrement, l'anneau 7 est monobloc avec la pluralité de lames flexibles 9 et avec la platine 5.

[0072] Dans une réalisation particulière, l'entraîneur 8 est entraîné par un mécanisme réducteur ou multiplicateur de vitesse interposé entre le moyen de stockage d'énergie 3 et l'entraîneur 8. Plus particulièrement, ce mécanisme réducteur ou multiplicateur de vitesse est un mécanisme à couplage magnétique, tel que visible sur la figure 6, qui illustre un résonateur annulaire 6 de type

«wineglass» lesté en vue d'abaisser la fréquence propre, synchronisé magnétiquement avec une roue, via un multiplicateur magnétique, agencé pour avoir une roue d'échappement qui tourne à une fréquence inférieure à la fréquence propre du résonateur.

[0073] Dans une réalisation particulière, l'entraîneur 8 comporte un premier disque comportant des champs 81 magnétiques alternés selon un premier pas, et qui coopère avec un deuxième disque comportant des champs 82 magnétiques selon un deuxième pas, très proche, mais différent du premier pas.

[0074] Une autre variante, non illustrée, consiste en la combinaison d'une interaction mécanique et magnétique ou électrostatique.

[0075] L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie 10 comportant, fixés sur une platine 5, un moyen de stockage d'énergie 3 agencé pour délivrer du couple à un rouage 2 d'actionnement d'un tel mécanisme 1 comportant un résonateur annulaire 6, avec un anneau 7 fixé par des lames flexibles 9 à la platine 5, et un entraîneur 8 entraîné par le rouage 2, cet entraîneur 8 commandant des moyens d'affichage 4, notamment d'affichage de la seconde, du mouvement 10.

[0076] L'invention concerne encore une pièce d'horlogerie 100 comportant un tel mouvement 10. Plus particulièrement cette pièce 200 est une montre.

[0077] L'invention présente des avantages importants: l'invention permet de supprimer les mouvements saccadés d'un échappement à ancre suisse, et, partant, les pertes dues aux chocs. Le rendement d'échappement est sensiblement augmenté.

[0078] Un tel résonateur annulaire ne possède pas de pivots, et donc ne supporte pas les pertes par frottement des pivots d'un balancier spiral.

[0079] Du fait de l'absence de mouvements saccadés, on peut augmenter la fréquence du résonateur, et par conséquent le facteur de qualité et la précision de la montre.

[0080] Les variantes à manivelle représentent des systèmes de synchronisation purement mécaniques, qui ne peuvent pas décrocher.

[0081] L'invention propose une innovation dans le domaine de l'échappement et du résonateur. Elle possède, encore, un fort potentiel émotionnel de par ses similitudes visuelles avec un coeur qui bat.

Revendications

1. Mécanisme de synchronisation (1) de la vitesse de rotation d'un rouage (2) soumis à un couple dans un mouvement horloger (10), **caractérisé en ce que** ledit mécanisme (1) comporte un résonateur annulaire (6) comportant un anneau (7) disposé autour d'un axe (A), lequel anneau (7) est déformable de façon périodique sous l'action induite par le mouvement d'un entraîneur (8), que comporte ledit mécanisme (1), et lequel entraîneur (8) est entraîné, di-

rectement ou indirectement, par ledit couple.

2. Mécanisme (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la vitesse dudit entraîneur (8) définit une vitesse de propagation d'une onde de déformation dans le matériau dudit anneau (7) tout autour de celui-ci. 5
3. Mécanisme (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la vitesse dudit entraîneur (8) définit une onde stationnaire d'oscillation dudit anneau (7) entre des formes répétitives correspondant à des modes stationnaires. 10
4. Mécanisme (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit entraîneur (8) entraîne un affichage (4) dudit mouvement horloger (10). 15
5. Mécanisme (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit mouvement dudit entraîneur (8) comporte au moins un mouvement de pivotement. 20
6. Mécanisme (1) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** ledit mouvement dudit entraîneur (8) est un mouvement de pivotement. 25
7. Mécanisme (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit entraîneur (8) comporte au moins une extrémité distale (800) qui s'étend, par rapport audit axe (A) au-delà du plus petit diamètre que présente, dans un état libre non contraint, ledit anneau (7) par rapport audit axe (A). 30
8. Mécanisme (1) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** ladite au moins une extrémité distale (800) déforme localement ledit anneau (7) sous la forme d'un bourrelet (700) saillant radialement vers l'extérieur par rapport audit axe (A). 35 40
9. Mécanisme (1) selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** ladite au moins une extrémité distale (800) est agencée pour coopérer avec au moins un dégagement (71) que comporte, dans un état libre non contraint, ledit anneau (7) à sa périphérie intérieure du côté dudit axe (A). 45
10. Mécanisme (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit anneau (7) comporte, dans un état libre non contraint, à sa périphérie intérieure du côté dudit axe (A), au moins un renflement (70) tourné vers ledit axe (A) constituant le plus petit diamètre que présente ledit anneau (7) par rapport audit axe (A). 50
11. Mécanisme (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'interaction entre 55

ledit entraîneur (8) et ledit résonateur annulaire (6) est mécanique.

12. Mécanisme (1) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que**, en statique, ledit entraîneur (8) exerce au moins un effort radial par rapport audit axe (A) selon le sens centrifuge sur ledit anneau (7). 5
13. Mécanisme (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit anneau (7) est fixé à une platine (5) que comporte ledit mouvement horloger (10) par une pluralité de lames flexibles (9), plus souples que ledit anneau (7), agencées pour maintenir ledit anneau (7) sensiblement centré sur ledit axe (A), et pour restreindre les mouvements dudit anneau (7) dans un même plan (P) perpendiculaire audit axe (A) avec des déplacements limités du centre d'inertie dudit anneau (7) inférieurs au dixième de la plus petite dimension extérieure dudit anneau (7) dans ledit plan (P). 10
14. Mécanisme (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit anneau (7) est fixé à une platine (5) que comporte ledit mouvement horloger (10) par une pluralité de lames flexibles (9), plus rigides que ledit anneau (7), agencées pour maintenir ledit anneau (7) sensiblement centré sur ledit axe (A), et pour restreindre les mouvements dudit anneau (7) dans un même plan (P) perpendiculaire audit axe (A) avec des déplacements limités du centre d'inertie dudit anneau (7) inférieurs au dixième de la plus petite dimension extérieure dudit anneau (7) dans ledit plan (P). 15
15. Mécanisme (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'interaction entre ledit entraîneur (8) et ledit résonateur annulaire (6) est réalisée par des moyens d'interaction magnétiques (11) comportant des aimants ou/et des pôles magnétiques. 20 35 40
16. Mécanisme (1) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** ledit anneau (7) comporte une pluralité selon un premier nombre d'aimants ou de pôles magnétiques, **en ce que** ledit entraîneur (8) comporte une pluralité selon un deuxième nombre d'aimants ou de pôles magnétiques, ledit premier nombre différant dudit deuxième nombre, de façon à ce que ledit anneau (7) et ledit entraîneur (8) constituent ensemble par un mécanisme réducteur ou multiplicateur de vitesse. 45 50
17. Mécanisme (1) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** ledit premier nombre diffère dudit deuxième nombre d'une unité. 55
18. Mécanisme (1) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la forme desdits moyens d'in-

- teraction magnétiques (11) ou desdits aimants définit des premières zones formant des rampes de potentiel et des deuxièmes zones faisant barrières de potentiel, permettant de localiser une impulsion entre ledit entraîneur (8) et ledit résonateur annulaire (6). 5
19. Mécanisme (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit anneau (7) est lesté sur sa périphérie, de façon continue ou périodique. 10
20. Mécanisme (1) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** ledit anneau (7) est lesté par une pluralité de masselottes (75). 15
21. Mécanisme (1) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** au moins certaines dites masselottes (75) s'étendent extérieurement audit anneau (7) par rapport audit axe (A), avec un profil en T dont la barre verticale est radiale par rapport audit axe (A), et dont la barre transversale est perpendiculaire audit axe (A) et la plus éloignée de celui-ci. 20
22. Mécanisme (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit entraîneur (8) est une roue agencée pour exercer un effort sans contact sur ledit anneau (7). 25
23. Mécanisme (1) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** ladite roue porte un bras faisant manivelle muni d'au moins un galet (85) agencé pour rouler ou glisser sur la surface périphérique intérieure dudit anneau (7) du côté dudit axe (A). 30
24. Mécanisme (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit anneau (7) présente des sections ou/et des épaisseurs variables le long de sa périphérie. 35
25. Mécanisme (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit anneau (7) a, dans un état libre non contraint, une forme polygonale ou polylobée dans un plan (P) orthogonal audit axe (A). 40
26. Mécanisme (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit anneau (7) est en matériau micro-usinable ou en silicium et a une section rectangulaire dans tout plan passant par ledit axe (A). 45
27. Mécanisme (1) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** ledit anneau (7) est monobloc avec une pluralité de lames flexibles (9) de liaison avec une platine (5) que comporte ledit mouvement horloger (10). 50
28. Mécanisme (1) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** ledit anneau (7) est monobloc avec ladite pluralité de lames flexibles (9) et avec ladite platine (5). 55
29. Mouvement d'horlogerie (10) comportant, fixés sur une platine (5), un moyen de stockage d'énergie (3) agencé pour délivrer ledit couple à un rouage (2) d'actionnement d'un mécanisme (1) selon l'une des revendications précédentes comportant un dit résonateur annulaire (6), avec un dit anneau (7) fixé par des lames flexibles (9) à ladite platine (5), et un dit entraîneur (8) entraîné par ledit rouage (2), ledit entraîneur (8) commandant des moyens d'affichage (4) dudit mouvement (10).
30. Pièce d'horlogerie (100) comportant un mouvement (10) selon la revendication précédente, **caractérisée en ce qu'elle** est une montre.

Fig. 1

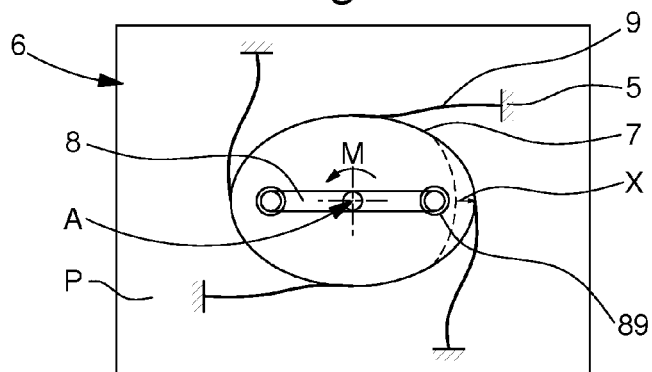


Fig. 2

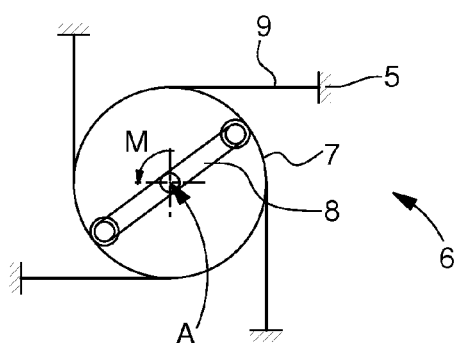


Fig. 3

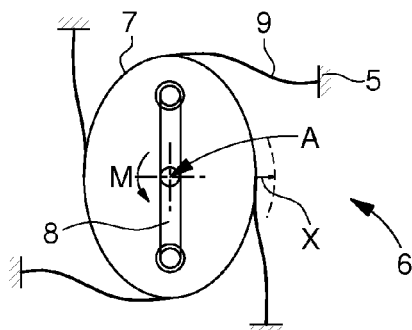


Fig. 4

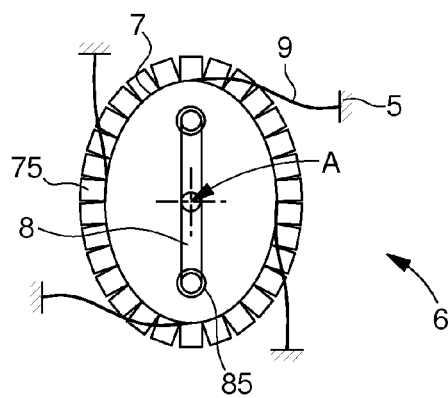


Fig. 5

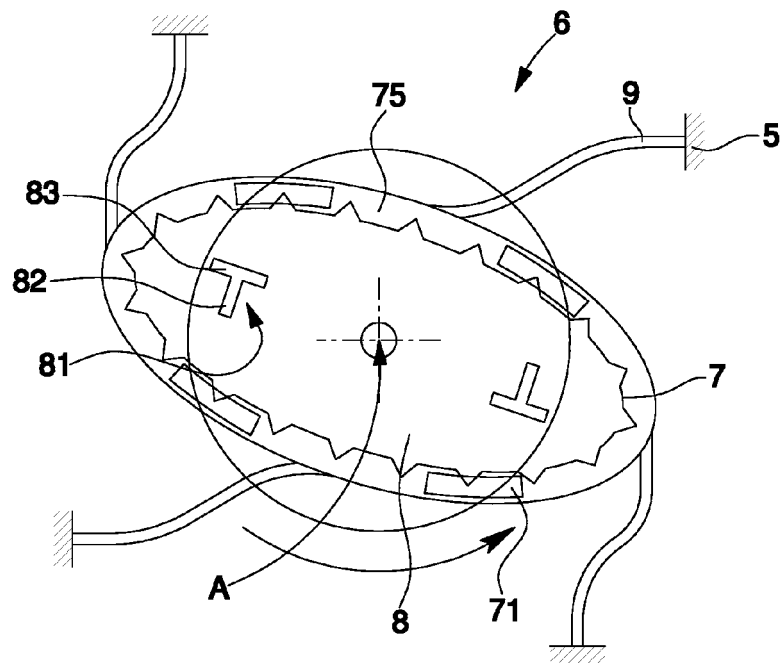


Fig. 6

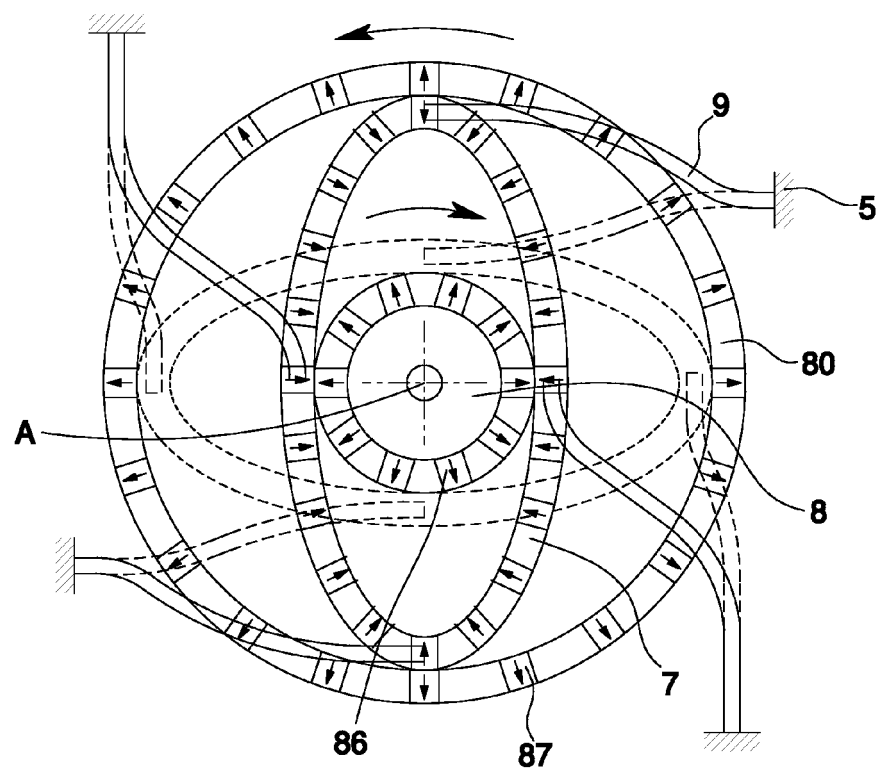


Fig. 7

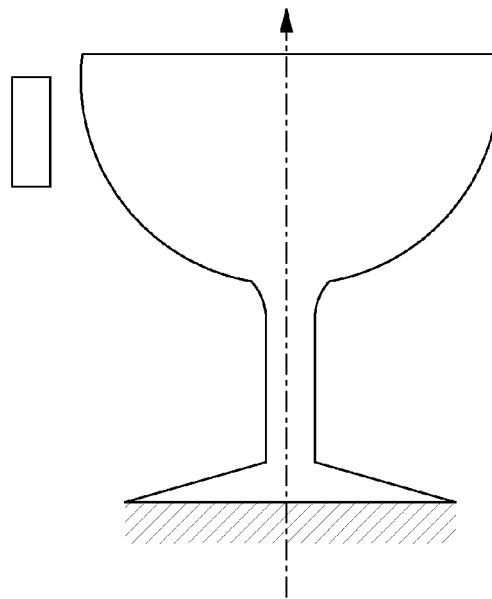


Fig. 8

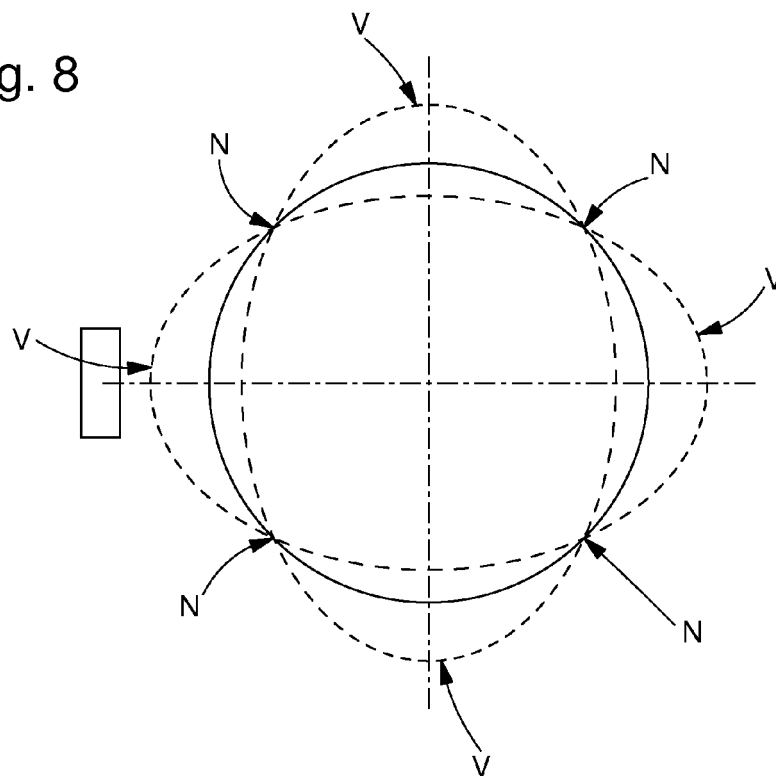


Fig. 9

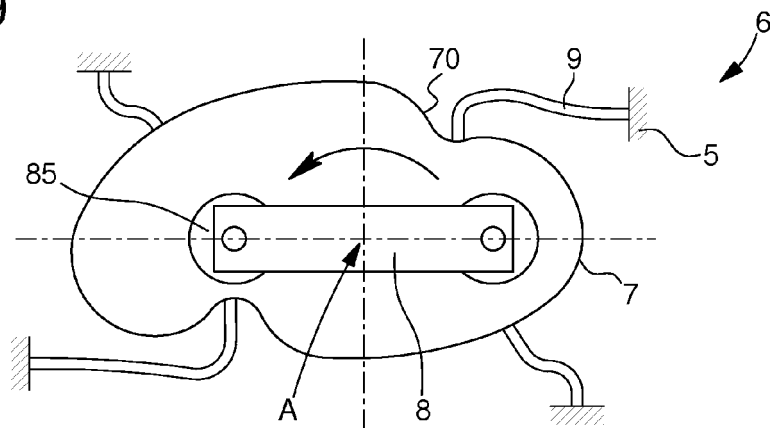


Fig. 10

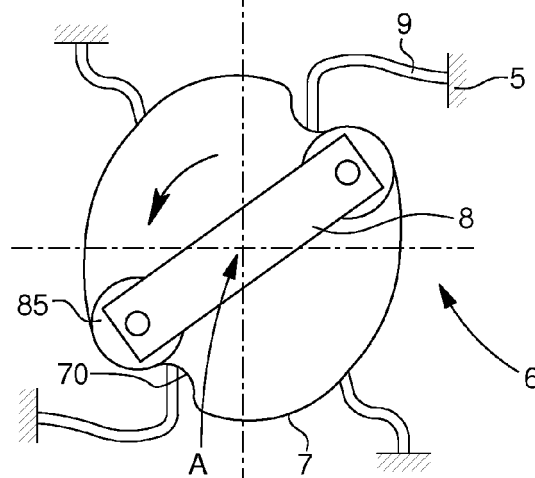


Fig. 11

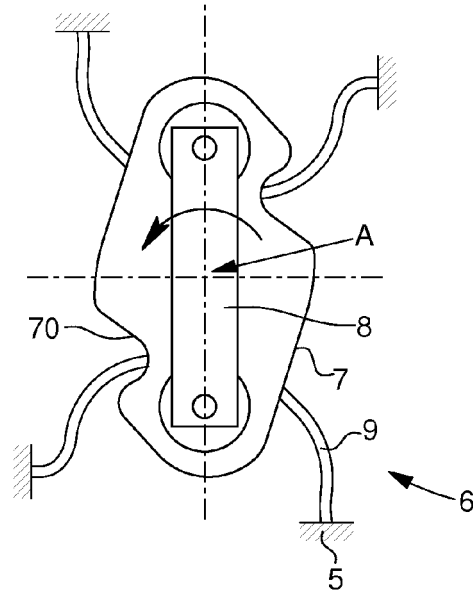


Fig. 12

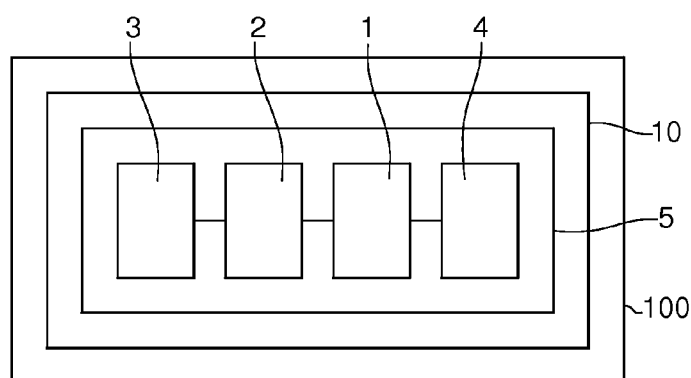


Fig. 13

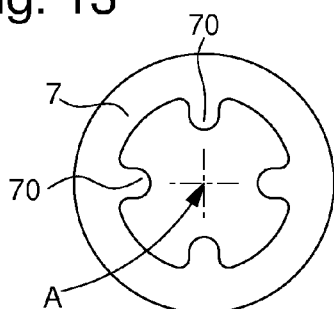


Fig. 14

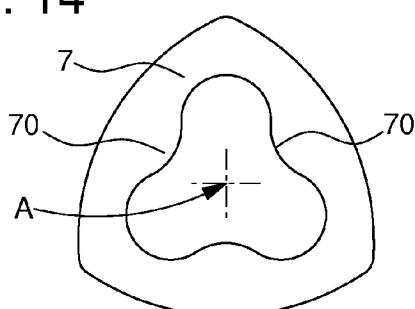


Fig. 15

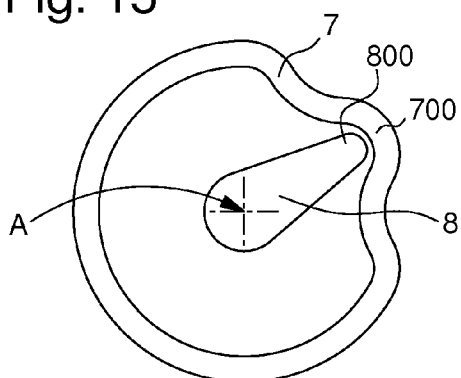


Fig. 16

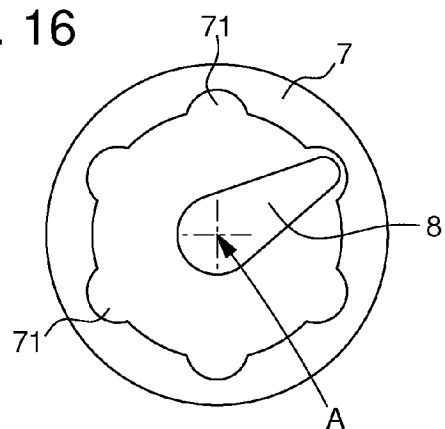


Fig. 17

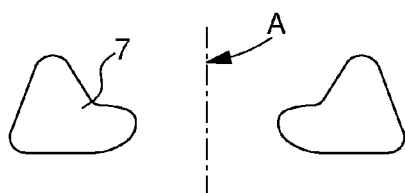


Fig. 18

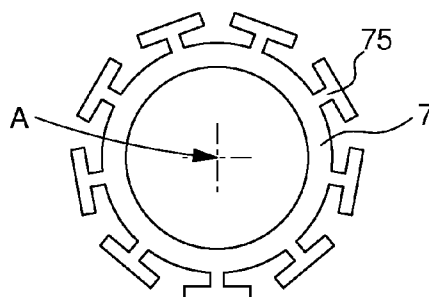


Fig. 19

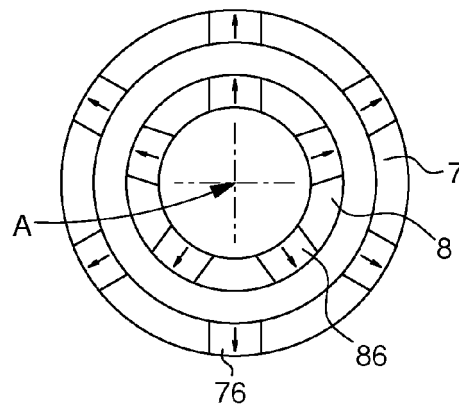


Fig. 20

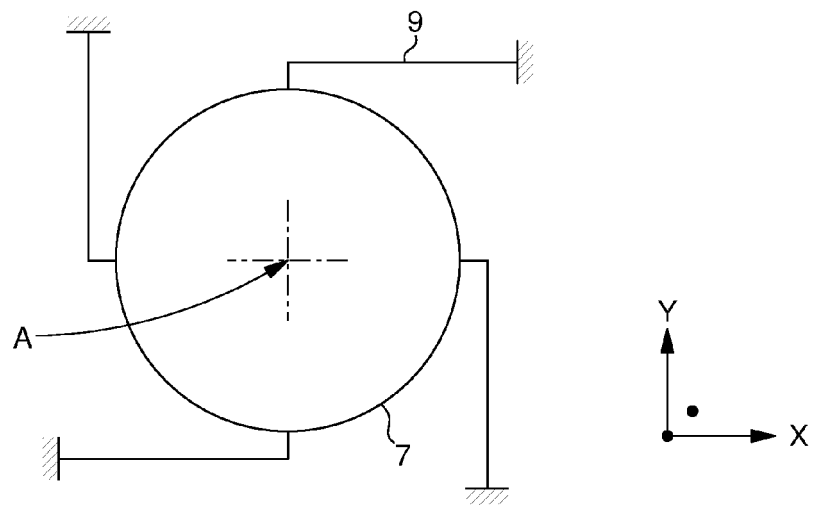


Fig. 21

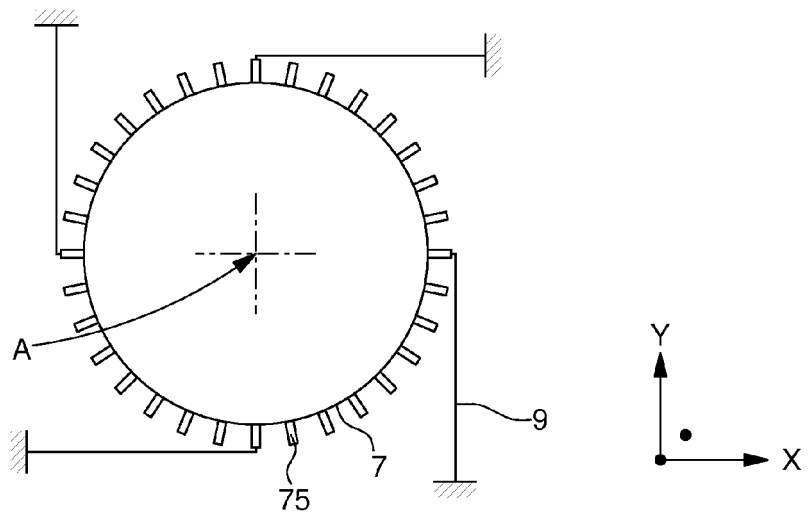


Fig. 22

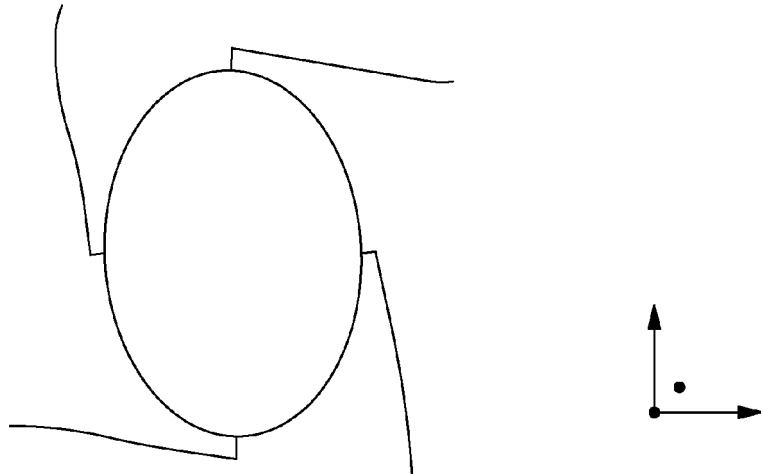


Fig. 23

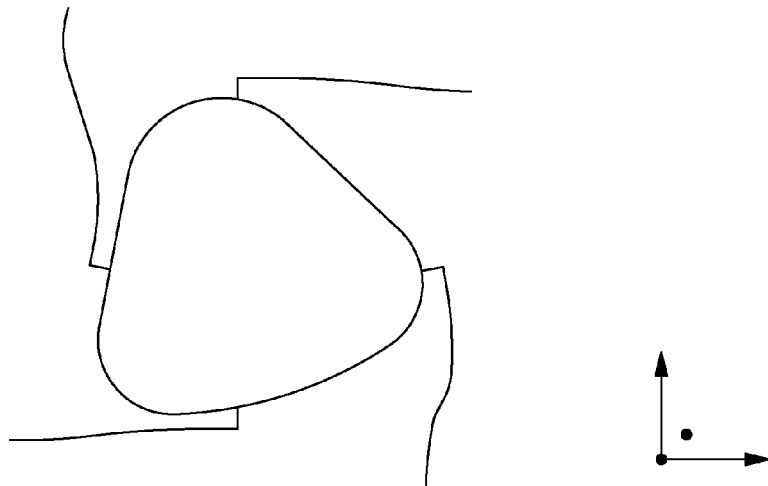


Fig. 24

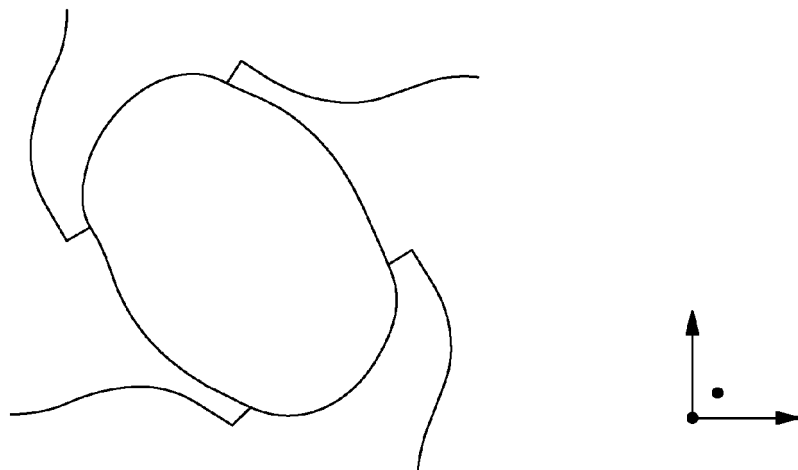


Fig. 25

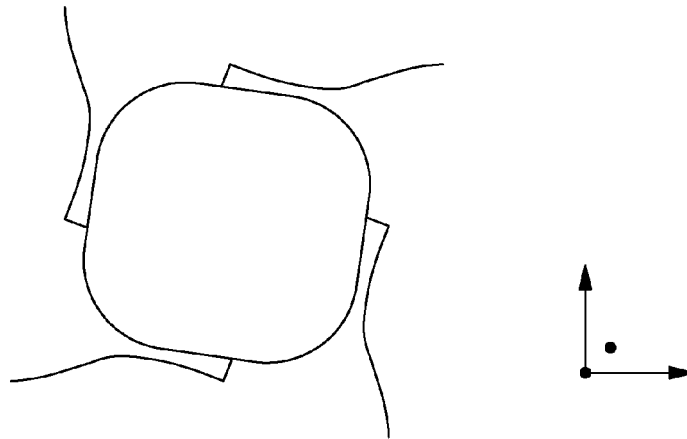


Fig. 26

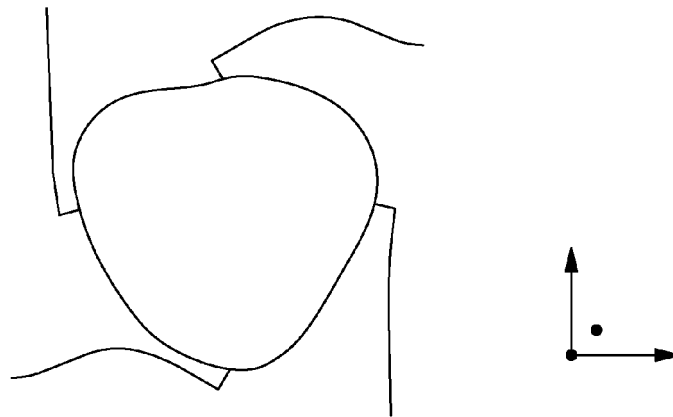


Fig. 27

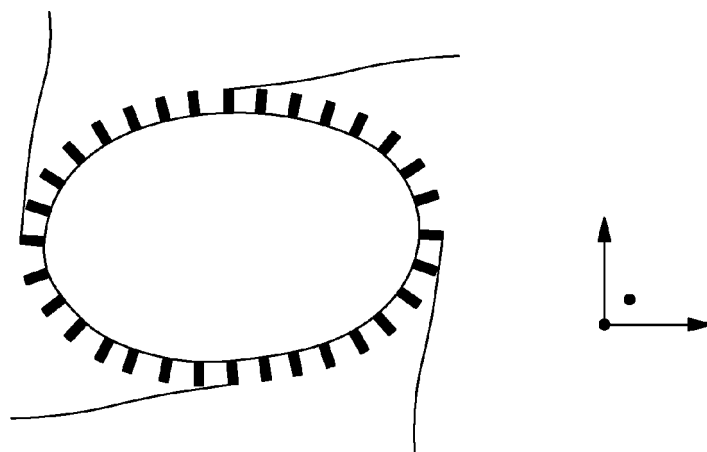


Fig. 28

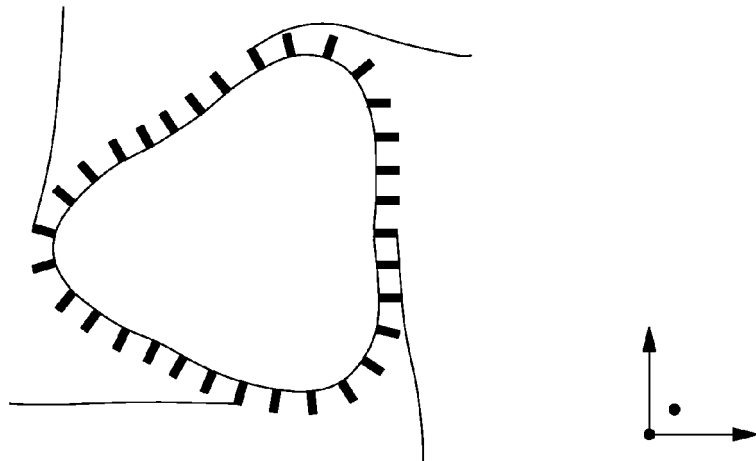


Fig. 29

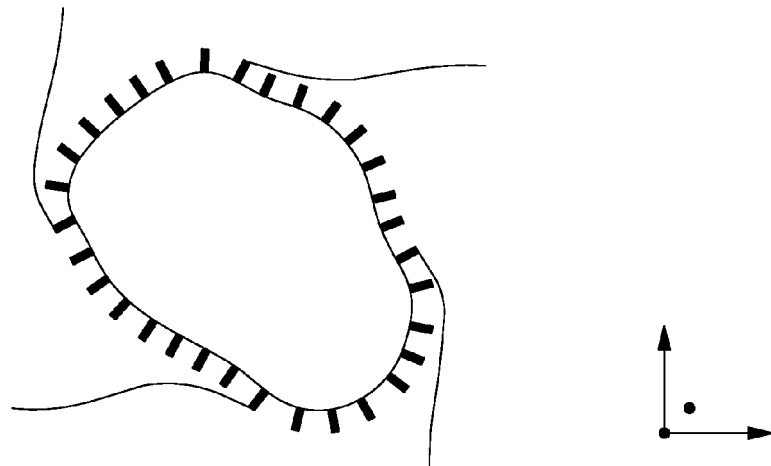


Fig. 30

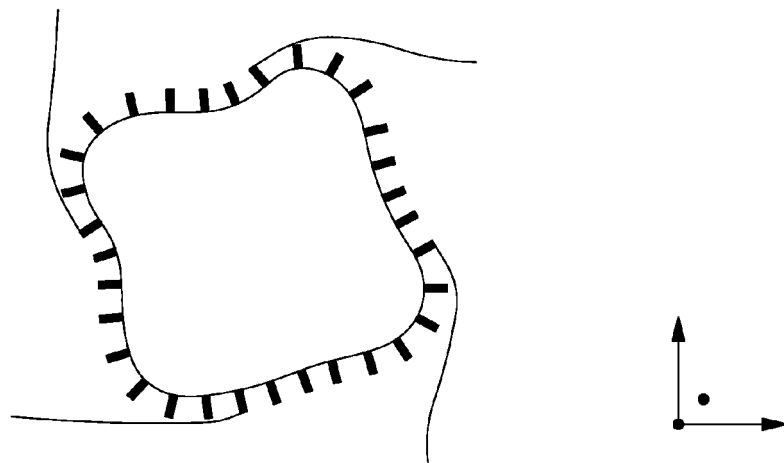


Fig. 31

