



CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) CH 704 885 B1

(51) Int. Cl.: G04B 15/14 (2006.01)

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) FASCICULE DU BREVET

(21) Numéro de la demande: 01639/12

(22) Date de dépôt: 31.08.2010

(43) Demande publiée: 15.09.2011

(30) Priorité: 10.03.2010 JP 2010-053313

(24) Brevet délivré: 29.01.2016

(45) Fascicule du brevet publié: 29.01.2016

(73) Titulaire(s):
Seiko Instruments Inc., 8, Nakase 1-chome, Mihama-ku
Chiba-shi, Chiba (JP)

(72) Inventeur(s):
Masayuki Koda, Chiba-shi, Chiba (JP)
Hiroki Uchiyama, Chiba-shi, Chiba (JP)
Takashi Niwa, Chiba-shi, Chiba (JP)

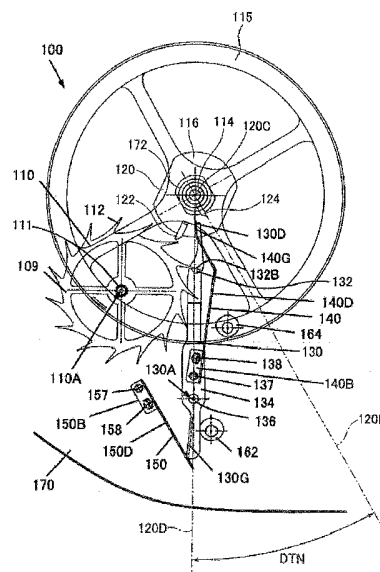
(74) Mandataire:
BOVARD SA, Conseils en propriété intellectuelle
Optingenstrasse 16
3000 Berne 25 (CH)

(86) Demande internationale:
PCT/JP 2010/064819

(87) Publication internationale:
WO 2011/111250

(54) Echappement à détente et pièce d'horlogerie mécanique.

(57) Un échappement à détente (100) de la présente invention inclut un mobile d'échappement (110), un balancier (120) ayant une palette d'impulsion (122) et une palette de dégagement (124), et une détente (130) ayant une palette de repos (132). Une ligne droite qui passe par un centre de rotation de la détente et un centre de rotation du balancier définit une ligne de référence de rotation. La palette de dégagement est fixée à une position qui, dans un état où le balancier est positionné au point mort, est décalée dans la direction opposée au mobile d'échappement par rapport à la ligne de référence de rotation de manière que la somme totale des influences qui avancent la marche diurne de la pièce d'horlogerie, incluant la somme de l'influence sur le mouvement rotatif du balancier qui est générée par une «impulsion avant le point mort» et l'influence sur le mouvement rotatif du balancier qui est générée par une «résistance après le point mort», et la somme totale des influences qui retardent la marche diurne de la pièce d'horlogerie, incluant la somme de l'influence sur le mouvement rotatif du balancier qui est générée par une «résistance avant le point mort» et l'influence sur le mouvement rotatif du balancier qui est générée par une «impulsion après le point mort», s'équilibrent mutuellement.



Description

Domaine technique

[0001] La présente invention se rapporte à un échappement à détente et une pièce d'horlogerie dans laquelle l'échappement à détente est incorporé. Particulièrement, la présente invention se rapporte à un échappement à détente qui est agencé pour diminuer l'erreur due à l'échappement et une pièce d'horlogerie mécanique dans laquelle un échappement à détente configuré comme indiqué ci-dessus est incorporé.

L'art antérieur

[0002] Dans l'art antérieur, l'échappement à détente (échappement pour chronomètres) est un type connu d'échappement pour pièce d'horlogerie mécanique. Constituant des formes de réalisation de l'échappement à détente représentatives, conventionnellement, l'échappement à détente ressort et l'échappement à détente pivotée sont largement connus (par exemple, se référer à NPL 1 ci-dessous).

[0003] En référence à la fig. 20, l'échappement à détente ressort conventionnel 800 inclut un mobile d'échappement 810, un balancier 820, un levier de détente 840, et un ressort à lame 830. Une palette d'impulsion 812 est fixée à un grand plateau du balancier 820. Une palette de repos 832 est fixée au levier de détente 840. Une palette de dégagement 824 est fixée au grand plateau 816. La palette d'impulsion 812 et la palette de dégagement 824 sont configurées de manière à être capable d'entrer en contact avec la dent 812 du mobile d'échappement 810.

[0004] En référence à la fig. 21, l'échappement à détente pivotée conventionnel 900 inclut un mobile d'échappement 910, un balancier 920, un levier de détente 930, et un ressort en spirale 940. Une palette d'impulsion 912 est fixée à un grand plateau du balancier 920. Une palette de repos 932 est fixée au levier de détente 930. Une palette de dégagement 924 est fixée au grand plateau 916.

[0005] Contrairement à l'échappement à ancre qui est largement utilisé actuellement, un avantage commun aux échappements des types représentés sur les fig. 20 et 21 est que la perte de puissance (couple de transmission) dans l'échappement peut être diminuée, puisque la puissance est transmise directement du mobile d'échappement au balancier.

[0006] En outre, l'échappement à détente conventionnel inclut un mobile d'échappement (1), un balancier, une détente (11) qui soutient un cliquet d'arrêt (21), et un grand plateau (5) qui est fixé au balancier. L'échappement à détente inclut un spiral (12), dont l'extrémité interne est intégrée dans la détente (11) (par exemple, se référer à PTL 1 ci-dessous).

Liste de citation

Littérature de brevets

[0007] [PTL 1] Traduction japonaise de la publication du brevet PCT No. 2009-510 425 (Pages 5 à 7 et fig. 1)

Littérature hors brevets

[0008] [NPL 1] Pages 39 à 47, «The Practical Watch Escapement», Première Impression Limitée, 1994 (Première édition), rédigée par George Daniel

Résumé de l'invention

Problème à résoudre par l'invention

[0009] Dans une pièce d'horlogerie mécanique, l'erreur due à l'échappement est un des facteurs qui affectent l'isochronisme, et cela s'applique à l'échappement à ancre comme à l'échappement de type à impulsion directe représenté par les échappements à détente mentionnés ci-dessus. Sur la base de la formule d'Airy, quand l'échappement transmet une énergie au balancier au moyen d'une impulsion ou d'une résistance, une erreur due à l'échappement est générée par rapport à une oscillation libre du balancier.

[0010] Quand le balancier oscille librement en conséquence de la force de rappel d'un spiral, l'impulsion et la résistance due à l'échappement peuvent être classées en «impulsion avant le point mort», «résistance avant le point mort», «impulsion après le point mort», et «résistance après le point mort». Ici, «point mort» désigne le «centre d'oscillation du balancier» quand le balancier oscille librement. C'est-à-dire, «centre d'oscillation» désigne une position qui est au centre exact entre une position de rotation quand le balancier est tourné à l'extrême dans une première direction (par exemple, dans le sens des aiguilles d'une montre: rotation vers la droite) et une position de rotation quand le balancier est tourné à l'extrême dans une seconde direction (par exemple, en sens inverse des aiguilles d'une montre: rotation vers la gauche) qui est une direction contraire à la première direction.

[0011] Une «résistance avant le point mort» est le fait qu'on applique une force dans une direction contraire à la direction d'avancement du balancier avant que le balancier passe par le point mort (centre d'oscillation du balancier). En d'autres termes, une «résistance avant le point mort» se produit lorsqu'une extrémité d'un ressort de lame est en contact avec la

palette de dégagement du balancier et applique une résistance au balancier avant que le balancier a passé par le point mort (centre d'oscillation du balancier).

[0012] Une «impulsion avant le point mort» est le fait qu'on applique une force par rapport à la direction d'avancement du balancier avant que le balancier a passé par le point mort (centre d'oscillation du balancier). En d'autres termes, une «impulsion avant le point mort» se produit lorsque la dent du mobile d'échappement est en contact avec la palette d'impulsion du balancier et applique une force par rapport à la direction d'avancement du balancier avant que le balancier a passé par le point mort (centre d'oscillation du balancier).

[0013] Une «impulsion après le point mort» est le fait qu'on applique une force dans la direction d'avancement du balancier après que le balancier a passé par le point mort (centre d'oscillation du balancier). En d'autres termes, une «impulsion après le point mort» se produit lorsque la dent du mobile d'échappement presse la palette d'impulsion du balancier et applique une force dans la direction d'avancement du balancier après que le balancier a passé par le point mort (centre d'oscillation du balancier).

[0014] Une «résistance après le point mort» est le fait qu'on applique une force dans la direction opposée à la direction d'avancement du balancier après que le balancier a passé par le point mort (centre d'oscillation du balancier). En d'autres termes, une «résistance après le point mort» se produit lorsque l'extrémité du ressort de lame est en contact avec la palette de dégagement du balancier et applique une résistance au balancier après que le balancier a passé par le point mort (centre d'oscillation du balancier) et retourne dans la direction du point mort (centre d'oscillation du balancier). De plus, une «résistance après le point mort» se produit lorsqu'une extrémité d'un ressort de lame est en contact avec la palette de dégagement du balancier et applique une résistance au balancier après que le balancier a passé par le point mort (centre d'oscillation du balancier), puis est revenu vers le point mort (centre d'oscillation du balancier), et que le balancier a passé par le point mort à nouveau (centre d'oscillation du balancier).

[0015] En général, quand il n'y a pas de perturbation, il est connu que la période d'oscillation du balancier est constante, en raison de l'«isochronisme du pendule», quelle que soit l'amplitude du balancier. De l'autre côté, quand le balancier est positionné à une position qui est séparée du point mort (centre d'oscillation), l'influence que la perturbation a sur la période d'oscillation du balancier est grande. De plus, l'impulsion qui se produit quand le balancier passe par le point mort (centre d'oscillation du balancier) n'a pas d'effet sur la période d'oscillation du balancier. En outre, la résistance qui se produit quand le balancier passe par le point mort (centre d'oscillation du balancier) n'influence pas la période d'oscillation du balancier.

[0016] Dans ce qui suit, la «formule d'Airy» est décrite. En référence à la fig. 22, quand il n'y a pas de perturbation appliquée au balancier, la période d'oscillation du balancier est constante, en raison de l'«isochronisme du pendule», quelle que soit l'amplitude du balancier. Une «impulsion avant le point mort» (impulsion avant de passer par le centre d'oscillation) réduit la période d'oscillation et change la marche diurne («timing rate») (seconde/jour) de la pièce d'horlogerie dans la direction plus (avance). De plus, une «résistance après le point mort» (résistance après le passage par le centre d'oscillation) change aussi la marche diurne (seconde/jour) de la pièce d'horlogerie dans la direction plus (avance). D'un autre côté, une «résistance avant le point mort» (résistance avant de passer par le centre d'oscillation) change la marche diurne (seconde/jour) de la pièce d'horlogerie dans la direction moins (retard). En outre, une «impulsion après le point mort» (impulsion après le passage par le centre d'oscillation) change la marche diurne (seconde/jour) de la pièce d'horlogerie dans la direction moins (retard).

[0017] De plus, plus la position à laquelle la perturbation est appliquée est éloignée du centre d'oscillation du balancier, plus grande est l'influence sur la période d'oscillation du balancier en raison de la perturbation. De plus, quand la perturbation est appliquée au centre d'oscillation du balancier, la perturbation n'influence pas la période d'oscillation du balancier. De plus, l'erreur due à l'échappement change selon l'angle d'oscillation du balancier (c'est-à-dire, le couple d'entrée du balancier). Essentiellement, une efficacité de transmission de l'échappement est améliorée, un mécanisme d'échappement qui peut transférer et recevoir une énergie cinétique dans une plage d'angles d'oscillation étroits dans le voisinage d'un centre d'oscillation du balancier est fourni, et par conséquent, une performance élémentaire comme une marche diurne de la pièce d'horlogerie mécanique peut être améliorée.

[0018] Par conséquent, la suppression du changement de la marche diurne qui accompagne le changement de l'angle d'oscillation du balancier est un problème à résoudre.

[0019] Un but de la présente invention est de fournir un échappement à détente qui est agencé pour diminuer davantage l'erreur due à l'échappement que l'échappement à détente dans l'art antérieur.

Solution au problème

[0020] En général, l'erreur due à l'échappement (l'erreur statique due à l'échappement) est indiquée par l'équation suivante.

$$SEE = Rd - Rn$$

Ici,

SEE: erreur statique due à l'échappement (seconde/jour);

Rd: marche diurne (seconde/jour) pour un angle d'oscillation constant (couple constant arbitraire) avec l'échappement qui entraîne;

Rn: marche diurne (timing rate») (seconde/jour) dans le cas d'oscillations libres du balancier.

[0021] Dans la présente invention, en corrigeant une position du centre d'oscillation du balancier, la somme totale de l'influence sur la marche diurne générée par l'Impulsion avant le point mort», l'influence sur la marche diurne générée par la «résistance avant le point mort», l'influence sur la marche diurne générée par une «impulsion après le point mort», et l'influence sur la marche diurne générée par la «résistance après le point mort» est configurée pour être plus petite que l'échappement à détente de l'art antérieur. C'est-à-dire, en corrigeant la position du centre d'oscillation du balancier, la présente invention est agencée pour supprimer un changement d'une période dans un cas où l'échappement fonctionne dans une période d'oscillation amortie libre du balancier.

[0022] Par exemple, une correction de la position du centre d'oscillation du balancier peut être obtenue par la détermination d'une quantité rectificative pour être quelque peu différente, par une simulation, en préparant une équation approximative (équation approximative linéaire), et en calculant la quantité rectificative (angle) de la position du centre d'oscillation du balancier. Alternativement, dans la correction de la position du centre d'oscillation du balancier, en préparant un prototype d'échappement de même taille ou plus grand pour tester et régler une quantité rectificative pour être quelque peu différente, une quantité rectificative appropriée (angle) peut être obtenue à partir des résultats de test. De cette façon, en effectuant une correction de la position du centre d'oscillation du balancier, l'erreur due à l'échappement peut être diminuée significativement comparé à l'échappement à détente de l'art antérieur. De plus, de cette façon, en effectuant une correction de la position du centre d'oscillation du balancier, une courbe d'isochronisme peut être améliorée comparé à l'échappement à détente de l'art antérieur.

[0023] La présente invention a pour objet un échappement à détente pour pièce d'horlogerie, qui inclut un mobile d'échappement ayant des dents formant une denture, un balancier ayant une palette d'impulsion pour coopérer avec chaque dent de la denture et une palette de dégagement, et une détente formée par une lame et ayant une palette de repos pour coopérer avec chaque dent de la denture, dans lequel une «résistance avant le point mort» est le fait qu'une extrémité d'un ressort de lame est en contact avec la palette de dégagement du balancier et applique une résistance au balancier avant que le balancier passe par un point mort, dans lequel une «impulsion avant le point mort» est le fait que la dent du mobile d'échappement est en contact avec une palette d'impulsion du balancier et applique une force par rapport à une direction d'avancement du balancier avant que le balancier passe par le point mort, dans lequel une «impulsion après le point mort» est le fait que la dent du mobile d'échappement pousse la palette d'impulsion du balancier et applique une force par rapport à une direction d'avancement du balancier après que le balancier a passé par le point mort, dans lequel une «résistance après le point mort» est le fait que l'extrémité du ressort de lame est en contact avec la palette de dégagement du balancier et applique une résistance au balancier après que le balancier a passé par le point mort, et le fait que l'extrémité du ressort de lame est en contact avec la palette de dégagement du balancier et applique une résistance au balancier après que le balancier a passé par le point mort, puis est revenu vers le point mort, puis a repassé par le point mort, et dans lequel une ligne de référence de rotation est une ligne droite qui passe par le centre de rotation de la lame et le centre de rotation du balancier.

[0024] Dans l'échappement à détente de la présente invention, dans un état où le balancier est positionné au point mort, la palette de dégagement est décalée dans la direction opposée au mobile d'échappement par rapport à la ligne de référence de rotation de manière que la somme totale des influences qui font avancer la marche diurne de la pièce d'horlogerie, incluant la somme de l'influence sur le mouvement rotatif du balancier qui est générée par une «impulsion avant le point mort» et l'influence sur le mouvement rotatif du balancier qui est générée par une «résistance après le point mort», et la somme totale des influences qui retardent la marche diurne de la pièce d'horlogerie, incluant la somme de l'influence sur le mouvement rotatif du balancier qui est générée par une «résistance avant le point mort» et l'influence sur le mouvement rotatif du balancier qui est générée par une «impulsion après le point mort», s'équilibrent mutuellement. Selon cette configuration, l'erreur due à l'échappement peut être diminuée comparé à l'échappement à détente ressort conventionnel. De plus, selon cette configuration, une courbe d'isochronisme peut être améliorée comparé à l'échappement à détente de l'art antérieur.

[0025] Dans l'échappement à détente de la présente invention, il est préférable que la palette de dégagement soit fixée à une position dans laquelle, dans un état où le balancier est positionné au point mort, la palette de dégagement est tournée entre 10° et 50° par rapport à la ligne de référence de rotation dans la direction opposée au mobile d'échappement. Selon cette configuration, une erreur due à l'échappement peut être davantage diminuée comparé à l'échappement à détente ressort conventionnel.

[0026] En outre, dans l'échappement à détente de la présente invention, il est préférable que la palette de dégagement soit fixée à une position dans laquelle, dans un état où le balancier (120) est positionné au point mort, la palette de dégagement est tournée de 20° à 30° par rapport à la ligne de référence de rotation dans la direction opposée au mobile d'échappement. Selon cette configuration, l'erreur due à l'échappement peut être diminuée significativement comparé à l'échappement à détente ressort conventionnel.

[0027] De plus, dans la présente invention, dans une pièce d'horlogerie mécanique incluant un ressort-moteur qui forme une source d'entraînement de la pièce d'horlogerie mécanique, un rouage qui est entraîné par un couple de rotation quand le ressort-moteur est armé, et un échappement pour contrôler la rotation du rouage, l'échappement est selon la présente invention.

[0028] Dans la pièce d'horlogerie mécanique de la présente invention, il est préférable que le balancier inclue un spiral, une extrémité extérieure du spiral est fixée à un piton qui est prévu pour pouvoir tourner par rapport à un pont de balancier, et la pièce d'horlogerie mécanique est agencée pour permettre de changer la position de la palette de dégagement et la position de la palette d'impulsion par rapport à la ligne de référence de rotation en tournant le piton par rapport au pont de balancier. De plus, il est préférable que la pièce d'horlogerie mécanique de la présente invention inclue en plus des moyens d'indication de plage pour indiquer une plage sur laquelle le piton peut être tourné.

[0029] Selon cette configuration, une pièce d'horlogerie mécanique mince, pouvant être ajustée facilement, peut être réalisée comparé à l'échappement à détente ressort conventionnel. De plus, dans la pièce d'horlogerie mécanique de la présente invention, l'erreur due à l'échappement peut être comparée à l'échappement à détente de l'art rapporté.

Effets avantageux de l'invention

[0030] Puisque l'échappement à détente de la présente invention est configuré pour appliquer une énergie sur le balancier depuis le mobile d'échappement dans une plage d'un angle d'oscillation étroit dans le voisinage de la position où le balancier passe le point mort (centre d'oscillation), une erreur due à l'échappement de la pièce d'horlogerie mécanique peut être diminuée comparé à l'échappement à détente ressort conventionnel. De plus, dans l'échappement à détente de la présente invention, la courbe d'isochronisme peut être améliorée comparé à l'échappement à détente de l'art antérieur. En outre, dans la pièce d'horlogerie mécanique de la présente invention, une erreur due à l'échappement peut être diminuée comparé à l'échappement à détente de l'art antérieur.

Brève description des dessins

[0031]

- fig. 1 est une vue en plan montrant la structure d'un échappement dans un mode de réalisation d'un échappement à détente de la présente invention.
- fig. 2 est une vue en coupe montrant une cheville de fixation d'une seul ressort de lame et une cheville excentrique d'un ressort de lame dans le mode de réalisation de l'échappement à détente de la présente invention.
- fig. 3 est une vue en coupe montrant une cheville de fixation d'un spiral et une cheville excentrique du spiral dans le mode de réalisation de l'échappement à détente de la présente invention.
- fig. 4 est une vue en coupe montrant la cheville de fixation du spiral et une vis horizontale du spiral dans le mode de réalisation de l'échappement à détente de la présente invention.
- fig. 5 est une vue en coupe montrant une cheville excentrique d'ajustement dans le mode de réalisation de l'échappement à détente de la présente invention.
- fig. 6 est une vue en coupe partielle montrant une partie concave de réception pour recevoir le spiral dans le mode de réalisation de l'échappement à détente de la présente invention.
- fig. 7 est une vue en plan montrant une structure telle qu'un rouage avant et l'échappement dans un mode de réalisation d'une pièce d'horlogerie mécanique qui utilise l'échappement à détente de la présente invention.
- fig. 7A est une vue en perspective montrant la structure telle que le rouage avant et l'échappement dans le mode de réalisation de la pièce d'horlogerie mécanique qui utilise l'échappement à détente de la présente invention.
- fig. 8 est une vue en plan montrant un mobile d'échappement et une portion d'un balancier dans le mode de réalisation de l'échappement à détente de la présente invention.
- fig. 9 est une (première) vue en plan montrant un état d'opération de l'échappement dans le mode de réalisation de l'échappement à détente de la présente invention.
- fig. 10 est une (seconde) vue de plan montrant un état d'opération de l'échappement dans le mode de réalisation de l'échappement à détente de la présente invention.
- fig. 11 est une (troisième) vue de plan montrant un état d'opération de l'échappement dans le mode de réalisation de l'échappement à détente de la présente invention.

CH 704 885 B1

- fig. 12 est une (quatrième) vue en plan montrant un état d'opération de l'échappement dans le mode de réalisation de l'échappement à détente de la présente invention.
- fig. 13 est une (cinquième) vue de plan montrant un état d'opération de l'échappement dans le mode de réalisation de l'échappement à détente de la présente invention.
- fig. 14 est une (sixième) vue en plan montrant un état d'opération de l'échappement dans le mode de réalisation de l'échappement à détente de la présente invention.
- fig. 15 est une (septième) vue en plan montrant un état d'opération de l'échappement dans le mode de réalisation de l'échappement à détente de la présente invention.
- fig. 16 est un graphique montrant les résultats de test d'un modèle de taille sur dix fois de l'échappement dans le mode de réalisation de l'échappement à détente de la présente invention.
- fig. 17 est un graphique montrant les résultats d'une simulation dans le mode de réalisation de l'échappement à détente de la présente invention.
- fig. 18 représente des graphiques de couple et des vues en plan du balancier montrant des changements de position d'une impulsion et une résistance en raison d'un ajustement de position d'un point mort dans l'échappement à détente.
- fig. 19 représente des graphiques montrant des changements de position d'une impulsion et une résistance en raison de l'ajustement de position du point mort dans l'échappement à détente.
- fig. 20 est une vue en perspective montrant la structure de l'échappement à détente ressort conventionnel.
- fig. 21 est une vue en perspective montrant la structure de l'échappement à détente pivotée conventionnel.
- fig. 22 est une vue de principe pour expliquer la formule d'Airy.
- fig. 23 est une (première) vue en plan montrant un état d'opération de l'échappement dans une position de point mort dans laquelle la marche diurne est retardée dans l'échappement à détente conventionnel.
- fig. 24 est une (seconde) vue de plan montrant l'état d'opération de l'échappement dans la position de point mort dans laquelle la marche diurne est retardée dans l'échappement à détente conventionnel.
- fig. 25 est une (troisième) vue en plan montrant l'état d'opération de l'échappement dans la position de point mort dans lequel la marche diurne est retardée dans l'échappement à détente conventionnel.
- fig. 26 est une (quatrième) vue en plan montrant l'état d'opération de l'échappement dans la position de point mort dans laquelle la marche diurne est retardée dans l'échappement à détente conventionnel.
- fig. 27 est une (cinquième) vue en plan montrant l'état d'opération de l'échappement dans la position de point mort dans laquelle la marche diurne est retardée dans l'échappement à détente conventionnel.
- fig. 28 est une (sixième) vue en plan montrant l'état d'opération de l'échappement dans la position du point mort dans laquelle la marche diurne est retardée dans l'échappement à détente conventionnel.
- fig. 29 est une (septième) vue en plan montrant l'état d'opération de l'échappement dans la position de point mort dans laquelle la marche diurne est retardée dans l'échappement à détente conventionnel.
- fig. 30 est une (huitième) vue en plan montrant l'état d'opération de l'échappement dans la position de point mort dans laquelle la marche diurne est retardée dans l'échappement à détente conventionnel.
- fig. 31 est une (première) vue en plan montrant l'état d'opération de l'échappement dans la position de point mort dans laquelle la marche diurne est retardée.
- fig. 32 est une (seconde) vue en plan montrant l'état d'opération de l'échappement dans la position de point mort dans laquelle la marche diurne est retardée.
- fig. 33 est une (troisième) vue en plan montrant l'état d'opération de l'échappement dans la position de point mort dans laquelle la marche diurne est retardée dans l'échappement à détente conventionnel.
- fig. 34 est une (quatrième) vue en plan montrant l'état d'opération de l'échappement dans la position de point mort dans laquelle la marche diurne est retardée dans l'échappement à détente conventionnel.

- fig. 35 est une (cinquième) vue en plan montrant l'état d'opération de l'échappement dans la position de point mort dans laquelle la marche diurne est retardée dans l'échappement à détente conventionnel.
- fig. 36 est une (sixième) vue en plan montrant l'état d'opération de l'échappement dans la position de point mort dans laquelle la marche diurne est retardée dans l'échappement à détente conventionnel.
- fig. 37 est une (septième) vue en plan montrant l'état d'opération de l'échappement dans la position de point mort dans laquelle la marche diurne est retardée dans l'échappement à détente conventionnel.

Description des modes de réalisation

[0032] Ci-après, des modes de réalisation de la présente invention vont être décrits avec une référence aux dessins. En général, un corps de mouvement incluant une partie d'entraînement d'une pièce d'horlogerie est appelé «un mouvement». Un état où un cadran et des aiguilles sont montés sur le mouvement et insérés dans une boîte de pièce d'horlogerie pour réaliser un produit fini est appelé «complet». Parmi les deux côtés d'une platine qui forme un support de la pièce d'horlogerie, le côté sur lequel un verre de boîte de pièce d'horlogerie est disposé, c'est-à-dire le côté sur lequel le cadran est disposé est appelé «côté arrière» du mouvement, «côté glace», ou «côté cadran». Parmi les deux côtés de la platine, le côté sur lequel une boîte arrière d'une boîte de pièce d'horlogerie est disposée, c'est-à-dire le côté opposé au cadran est appelé «côté avant» du mouvement ou «côté arrière de boîte». Un rouage qui est incorporée dans le «côté avant» du mouvement est appelé «rouage avant». Un rouage qui est incorporée dans le «côté arrière» du mouvement est appelé «rouage arrière».

(1) Configuration de l'échappement à détente de la présente invention

[0033] En référence aux fig. 1, 7 et 8, un mouvement 300 de la pièce d'horlogerie inclut un échappement à détente 100 de la présente invention. L'échappement à détente 100 de la présente invention inclut un mobile d'échappement 110, un balancier 120, et une détente formée par une lame 130 qui a une palette de repos 132 incluant un plan de contact 132B qui est capable d'entrer en contact avec une dent 112 du mobile d'échappement 110.

[0034] Le balancier 120 inclut un axe de balancier 114, une roue 115, un grand plateau 116, et un spiral 118. La palette d'impulsion 122 est fixée au grand plateau 116. Une palette de dégagement 124 est fixée au grand plateau 116. La palette d'impulsion 122 est agencée pour être capable d'entrer en contact avec chaque dent 112 du mobile d'échappement 110.

[0035] En référence aux fig. 1 et 9c, une ligne droite qui passe par le centre de rotation 130A de la lame 130 et le centre de rotation 120C du balancier 120 dans un état où le balancier 120 est positionné à un centre d'oscillation est définie comme une ligne de référence de rotation 120D. La palette de dégagement 124 est agencée pour être fixée à une position qui, dans un état où le balancier 120 est positionné au centre d'oscillation, est décalée dans la direction opposée au mobile d'échappement 110, par rapport à la ligne de référence de rotation 120D, de manière que la somme totale des influences qui avancent la marche diurne de la pièce d'horlogerie, incluant la somme de l'influence sur le mouvement rotatif du balancier 120 qui est généré par l'«impulsion avant le point mort» et l'influence sur le mouvement rotatif du balancier 120 qui est généré par une «résistance après le point mort», et la somme totale des influences qui retardent la marche diurne de la pièce d'horlogerie, incluant la somme de l'influence sur le mouvement rotatif du balancier 120 qui est généré par une «résistance avant le point mort» et l'influence sur le mouvement rotatif du balancier 120 qui est généré par une «impulsion après le point mort», s'équilibrent mutuellement.

[0036] Il est préférable que la palette de dégagement 124 soit fixée entre une position dans laquelle la palette de dégagement est tournée de 10° par rapport à la ligne de référence de rotation 120D et une position dans laquelle la palette de dégagement est tournée de 50° par rapport à la ligne de référence de rotation 120D, dans la direction opposée au mobile d'échappement 110. De plus, c'est encore mieux lorsque la palette de dégagement 124 est fixée à une position dans laquelle la palette de dégagement est tournée de 20° à 30° par rapport à la ligne de référence de rotation 120D dans la direction opposée au mobile d'échappement 110. C'est-à-dire, dans la fig. 1, un angle DTN entre une ligne droite 120F qui connecte le centre de rotation du balancier 120 et une surface de contact de la palette de dégagement 124 l'un à l'autre et la ligne de référence de rotation 120D est préférablement de 10° à 50°, et, encore mieux, de 20° à 30°. D'un autre côté, dans l'échappement à détente de l'art antérieur, la palette de dégagement 124 est fixée pour être positionnée sur la ligne de référence de rotation (l'angle DTN est 0°).

[0037] Un ressort de lame unique 140 capable d'entrer en contact avec la palette de dégagement 124 est prévu sur la lame 130. Le ressort de lame 140 peut se présenter sous la forme d'un ressort à lame en un matériau élastique comme un acier inoxydable. Le ressort de lame 140 inclut une partie de base 140B, une partie de ressort déformable 140D, et une partie de contact de palette de dégagement 140G. Il est préférable que la direction de l'épaisseur de la platine de la partie de ressort déformable 140D du ressort de lame 140 soit la direction perpendiculaire à la ligne axiale 130A du centre de rotation de la lame 130.

[0038] En référence aux fig. 1, 7, 7A et 8, le mobile d'échappement 110 inclut une roue d'échappement 109 et un pignon d'échappement 111. La dent 112 est formée sur la partie circonférentielle externe de la roue d'échappement 109. Par exemple, comme représenté dans la fig. 1, quinze exemplaires de la dent 112 sont formés sur la partie circonférentielle

externe de la roue d'échappement 109. Le mobile d'échappement 110 est incorporé dans le mouvement pour tourner par rapport à la platine 170 et un pont de rouage (pas représenté). Une partie supérieure de l'axe du pignon d'échappement 111 est supportée pour tourner par rapport au pont de rouage (pas représenté). Une partie inférieure de l'axe du pignon d'échappement 111 est supportée pour tourner par rapport à la platine 170.

[0039] Le balancier 120 est incorporé dans le mouvement pour tourner par rapport à la platine 170 et un pont de balancier 180. Une extrémité supérieure de l'axe de balancier 114 est supportée pour tourner par rapport au pont de balancier 180. Une extrémité inférieure de l'axe de balancier 114 est supportée pour tourner par rapport à la platine 170. Une extrémité interne du spiral 118 est fixée au collet 172 qui est fixé à l'axe de balancier 114. Une extrémité extérieure du spiral 118 est fixée à un piton 175 qui est fixé à un porte-piton 174. Le porte-piton 174 est supporté pour tourner seulement d'un angle prédéterminé par rapport au pont de balancier 180. Le porte-piton 174 et le piton 175 sont tournés intégralement l'un par rapport à l'autre, et de cette manière, le piton est tourné par rapport au pont de balancier de la palette de dégagement 124 basée sur la ligne de référence de rotation 120D. Par conséquent, la position de la palette de dégagement et la position de la palette d'impulsion 122 peuvent être changées par rapport à la ligne de référence de rotation. C'est-à-dire, selon cette configuration, la position de la palette de dégagement 124 par rapport à la position du centre d'oscillation du balancier 120 est ajustée, et une correction de la position du centre d'oscillation du balancier 120 peut être effectuée en ajustant la position de la palette d'impulsion 122.

[0040] De plus, il est préférable que des moyens d'indication de plage rotatifs pour indiquer une plage sur laquelle un porte-piton 175 mobile peut être tourné soient prévus. Par exemple, les moyens d'indication de plage rotatifs peuvent être présentés par un marquage 183 qui est prévu sur le pont de balancier 180. Le marquage 183 peut être formé à une multitude de positions. Par exemple, comme représenté dans la fig. 7, le marquage 183 peut être agencé pour inclure une graduation courte d'un côté de retard, une graduation ayant une longueur intermédiaire du côté de retard, une graduation indiquant une référence, une graduation ayant une longueur intermédiaire du côté d'avance, et une graduation courte du côté d'avance. Les marquages 183 peuvent être prévus sur le pont de balancier 180 ou peuvent être prévus sur d'autres parties telles que le pont de rouage ou le pont de barillet. Les marquages 183 peuvent être une graduation ou une gravure et peuvent être présentés par une forme de contour comme le pont de balancier 180 ou le pont de rouage, ou une forme taillée.

[0041] Une raquette 176 pour ajuster la marche diurne («timing rate») de la pièce d'horlogerie est supportée pour être tournée seulement d'un angle prédéterminé par rapport au pont de balancier 180. Une goupille de raquette 177 qui est fixée à la raquette 176 est en contact avec le voisinage de l'extrémité extérieure du spiral 118. La position à laquelle la goupille de raquette 177 est en contact avec le spiral 118 est changée en tournant la raquette 176, et par conséquent, la marche diurne de la pièce d'horlogerie peut être ajustée.

[0042] La lame 130 est incorporée dans le mouvement pour tourner par rapport à la platine 170 et le pont de rouage (pas représenté). La lame 130 inclut un corps de lame 134 et un axe de lame 136. Une partie supérieure de l'axe de lame 136 est supportée pour tourner par rapport au pont de rouage (pas représenté). Une extrémité inférieure de l'axe de la lame 136 est supportée pour tourner par rapport à la platine 170. Alternativement, la lame 130 peut être incorporée dans le mouvement 300 pour tourner par rapport à la platine 170 et un pont de lame (pas représenté). Dans cette configuration, l'extrémité supérieure de l'axe de la lame 136 est supportée pour tourner par rapport à un pont de lame (pas représenté). Une protubérance de soutien de ressort 130D est prévue sur l'extrémité de la lame 130 près du balancier 120. Une partie de contact de palette de dégagement 140G du ressort de lame 140 est disposée pour être en contact avec la protubérance de soutien de ressort 130D.

[0043] La lame 130 est agencée pour tourner dans deux directions, à savoir une direction dans laquelle la palette de repos 132 approche le mobile d'échappement 110 et une direction dans laquelle la palette de repos 132 s'éloigne du mobile d'échappement 110. Un ressort 150 pour appliquer, à la lame 130, une force qui tourne la lame 130 dans la direction dans laquelle la palette de repos 132 approche le mobile d'échappement 110, est prévu. Le ressort 150 peut être un ressort à lame en un matériau élastique comme un acier inoxydable. Le ressort 150 inclut une partie de base 150B et une partie de ressort déformable 150D. Il est préférable que le sens de l'épaisseur de la partie de ressort déformable 150D du ressort 150 soit dans une direction perpendiculaire à l'axe de rotation 130A de la lame 130.

[0044] Le ressort 150 est agencé pour appliquer une force à la lame 130 dans un niveau perpendiculaire à l'axe de rotation 110A du mobile d'échappement 110. Le ressort de lame 140 et le ressort 150 sont disposés dans une position dans une direction qui est symétrique par rapport au centre de rotation 130A de la lame 130. La direction dans laquelle le ressort 150 applique une force à la lame 130 est une direction dans laquelle une partie de la lame 130, sur laquelle la palette de repos 132 est prévue, approche le mobile d'échappement 110.

[0045] Selon cette configuration, puisque le ressort 150 applique toujours une force à la lame 130, la lame 130 peut retourner directement à la position initiale représentée dans la fig. 1. De plus, l'échappement à détente de la présente invention est agencé de manière que le ressort 150 applique la force retournant la lame à la position initiale, qui correspond à l'opération de «traction» dans l'échappement à ancre, à lame 130. Par conséquent, l'échappement à détente de la présente invention inclut des caractéristiques qui ne sont pas soumises facilement à l'influence de la perturbation comparé à l'échappement à détente ressort conventionnel.

[0046] Il est préférable que l'échappement à détente 100 de la présente invention soit configuré pour que le ressort de lame 140 et le ressort 150 inclut une partie qui est positionnée dans un niveau perpendiculaire à l'axe de rotation 110A du mobile d'échappement 110. Selon cette configuration, un échappement à détente mince peut être réalisé comparé à l'échappement à détente ressort conventionnel.

[0047] En référence aux fig. 1 et 2, le ressort de lame 140 est fixé au corps de lame 134 par la cheville de fixation 137 du ressort de lame. La cheville excentrique 138 du ressort de lame pour ajuster la position de l'extrémité du ressort de lame 140 est fixée au corps de lame 134. La cheville excentrique 138 du ressort de lame inclut une partie d'arbre excentrique 138F, une partie de tête 138H, et une partie de fixation 138K. La partie de fixation 138K est insérée pour tourner dans un trou de fixation de la platine 170. Par exemple, une quantité excentrique de la partie d'arbre excentrique 138F peut être réglée à environ 0.1 mm à 2 mm. Une rainure d'entraînement 138M est prévue sur la partie de tête 138H. La partie d'arbre excentrique 138F de la cheville excentrique 138 du ressort de lame est disposée dans une ouverture 140J du ressort de lame 140. En tournant la partie d'arbre excentrique 138F de la cheville excentrique 138 du ressort de lame, le ressort de lame 140 peut tourner le long de la surface supérieure du corps de lame 134 par rapport à la ligne axiale du centre de la cheville de fixation 137 du ressort de lame comme le centre de rotation.

[0048] Comme une modification, en référence à la fig. 4, une vis horizontale 146 du ressort de lame pour ajuster la position de l'extrémité du ressort de lame 140 peut être prévue. Une partie de trou de support 140E du ressort de lame 140 est supportée entre la vis horizontale 146 du ressort de lame et un écrou de support 147 du ressort de lame. Une partie de vis de la vis horizontale 146 du ressort de lame est agencée pour être vissée dans une partie de vis femelle qui est prévue sur une partie de mur vertical 130V de la lame 130. Selon cette configuration, ajuster la force qui s'applique sur le ressort de lame 140 à l'extrémité de la lame 130 peut être effectué facilement.

[0049] En référence aux fig. 1 et 3, le ressort 150 est fixé à la platine 170 par une cheville de fixation 157 du spiral. Une cheville excentrique 158 du spiral pour ajuster la position de l'extrémité du ressort 150 est fixée à la platine 170 (c'est-à-dire, un support). La cheville excentrique 158 du spiral inclut une partie d'arbre excentrique 158F, une partie de tête 158H, et une partie de fixation 158K. La partie de fixation 158K est insérée et fixée à un trou de fixation de la platine 170. Par exemple, la quantité excentrique de la partie d'arbre excentrique 158F peut être réglée à environ 0.1 mm à 2 mm. Une rainure d'entraînement 158M est prévue sur la partie de tête 158H. La partie d'arbre excentrique 158F de la cheville excentrique 158 du spiral est disposée dans une ouverture 150J du ressort 150. En tournant la partie d'arbre excentrique 158F de la cheville excentrique 158 du spiral, le ressort 150 peut tourner le long de la surface supérieure de la platine 170 avec la ligne axiale du centre de la cheville de fixation 157 du spiral comme le centre de rotation.

[0050] Comme modification, le ressort 150 peut être agencé pour être fixé par rapport à la platine 170 (c'est-à-dire, un support) en utilisant une vis horizontale de fixation (pas représentée) du ressort. La vis horizontale de fixation du ressort peut être agencée pour être similaire à la structure de la vis horizontale 146 du ressort de lame représenté dans la fig. 4. Selon cette configuration, l'intensité de la force appliquée à la lame 130 peut être ajustée facilement. De plus, selon cette configuration, puisque la résistance ajoutée au balancier 120 peut être contrôlée, un contrôle d'un angle d'oscillation du balancier 120 peut être effectué.

[0051] En référence aux fig. 1 et 5, une cheville excentrique d'ajustement 162 pour ajuster la position initiale de la lame 130 est prévue pour tourner à la platine 170 (c'est-à-dire, un support). La cheville excentrique d'ajustement 162 inclut une partie d'arbre excentrique 162F, une partie de tête 162H, et une partie de fixation 162K. La partie de fixation 162K est insérée pour tourner au trou de fixation de la platine 170. Par exemple, la quantité d'excentrement de la partie d'arbre excentrique 162F peut être réglée à environ 0.1 mm à 2 mm. La rainure d'entraînement 158M est prévue sur la partie de tête 162H. La partie d'arbre excentrique 162F de la cheville excentrique d'ajustement 162 est disposée pour entrer en contact avec les parties latérales de surface de la lame 130. En tournant la partie d'arbre excentrique 162F de la cheville excentrique d'ajustement 162, la partie initiale de la lame 130 peut être ajustée facilement.

[0052] En référence à la fig. 1, une cheville excentrique 164 de prévention de glissement pour prévenir un glissement de la lame 130 est prévue sur la platine 170 (c'est-à-dire, un support). La cheville excentrique 164 de prévention de glissement peut être agencée pour être similaire à la structure de la cheville excentrique d'ajustement 162 représentée dans la fig. 5. Par exemple, la quantité excentrique de la partie d'arbre excentrique de la cheville excentrique 164 de prévention de glissement peut être réglée à environ 0.1 mm à 2 mm. Selon cette configuration, même quand la lame bouge considérablement parallèlement à la surface de support par une perturbation, un glissement du spiral depuis la lame peut être effectivement prévenu. En tournant la partie d'arbre excentrique de la cheville excentrique 164 de prévention de glissement, l'amplitude du mouvement de la lame 130 peut être ajustée facilement.

[0053] En référence aux fig. 1 et 2, une partie concave de réception 130G pour recevoir le ressort 150 est prévue sur la surface latérale de la lame 130. Une lame entrant en contact avec une partie du ressort 150 est reçue dans la partie concave de réception 130G. Selon cette configuration, bien que le ressort 150 bouge considérablement vers en haut et en bas depuis la surface du platine 170 (c'est-à-dire, un support), un glissement du ressort 150 depuis la lame 130 peut être effectivement prévenu.

[0054] En référence à la fig. 1, du fait que la cheville excentrique 164 de prévention de glissement est prévue, bien que la lame 130 bouge considérablement parallèlement à la surface de la platine 170 par une perturbation, un glissement du ressort 150 depuis la lame 130 peut être effectivement prévenu.

(2) Fonctionnement de l'échappement à détente de la présente invention

[0055] Ensuite, en référence aux fig. 9 à 15, le fonctionnement de l'échappement à détente de la présente invention va être décrit. Dans les fig. 9 à 15, (a) dans les dessins est une vue en plan montrant l'état d'opération de l'échappement à détente, et (b) dans les dessins est une vue montrant l'impulsion (couple) et la résistance (couple), avec l'influence sur l'avance de la marche diurne et l'influence sur le retard de la marche diurne en raison de l'«impulsion avant le point mort», «résistance avant le point mort», «impulsion après le point mort», et «résistance après le point mort». La fig. 9c est une vue en plan partielle montrant une configuration dans laquelle la palette de dégagement 124 est fixée à la position qui est décalée dans la direction opposée au mobile d'échappement 110 par rapport à la ligne de référence de rotation 120D. Dans les fig. 9b à 15b, l'axe horizontal indique un angle de rotation du balancier 120 et l'axe vertical indique l'impulsion (couple) et la résistance (couple) qui sont appliqués au balancier 120. Ici, l'influence sur l'avance de la marche diurne est représentée par des hachures augmentant diagonalement vers la droite, et l'influence sur le retard de la marche diurne est représentée par des hachures diminuant diagonalement vers la droite. De plus, dans les fig. 9b à 15b, le «point mort» de l'oscillation du balancier 120 (centre d'oscillation du balancier) est représenté par une ligne verticale (ligne solide). Dans les fig. 9b à 15b, une position d'amplitude maximum du balancier 120 est représentée par un cercle blanc. Dans les fig. 9b à 15b, une position actuelle du balancier 120 est représentée par une ligne verticale (ligne solide épaisse).

(2-1) Première opération

[0056] En référence à la fig. 9a, le balancier 120 effectue une oscillation libre, et par conséquent, le grand plateau 116 tourne dans la direction d'une flèche A1 (sens inverse des aiguilles d'une montre). En référence à la fig. 9b, le balancier 120 tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre vers le point mort (centre d'oscillation) depuis la position représentée dans la fig. 9a.

(2-2) Deuxième opération

[0057] En référence à la fig. 10a, la palette de dégagement 124 qui est fixée au grand plateau 116 tourne dans la direction de la flèche A1 (sens inverse des aiguilles d'une montre) et la palette de dégagement entre en contact avec la partie de contact de palette de dégagement 140G du ressort de lame 140. Ultérieurement, la palette de dégagement 124 tourne dans la direction de la flèche A1 (sens inverse des aiguilles d'une montre), le ressort de lame 140 est pressé à la palette de dégagement 124, et le ressort de lame presse la protubérance de soutien de ressort 130D. De cette manière, la lame 130 tourne dans la direction d'une flèche A2 (sens des aiguilles d'une montre). L'extrémité de la dent 112 du mobile d'échappement 110 glisse sur le plan de contact 132B de la palette de repos 132. Selon l'opération dans laquelle la lame 130 tourne dans la direction de la flèche A2 (sens des aiguilles d'une montre), le corps de lame 134 est séparé de la cheville excentrique d'ajustement 162. En référence à la fig. 10b, le balancier 120 reçoit une «résistance avant le point mort», et par conséquent, reçoit l'influence dans laquelle la marche diurne est retardée. La quantité dont la marche diurne est retardée dans l'état représenté dans la fig. 10a est plus petite que la quantité dont la marche diurne est retardée en raison de l'«impulsion après le point mort» dans un état représenté dans la fig. 11a qui est générée après l'état de la fig. 10a.

(2-3) Troisième opération

[0058] En référence à la fig. 11a, l'extrémité de la dent 112 du mobile d'échappement 110 entre en contact avec le plan de contact 132B de la palette de repos 132. Le mobile d'échappement 110 est entraîné par le rouage avant qui est entraîné en rotation par le couple de rotation quand un ressort-moteur est armé et le mobile d'échappement 110 est entraîné. Le mobile d'échappement 110 tourne dans une direction d'une flèche A4 (sens des aiguilles d'une montre), l'extrémité de la dent 112 du mobile d'échappement 110 entre en contact avec la palette d'impulsion 122, et le couple de rotation est transmis au balancier 120. Si le grand plateau 116 tourne en haut à un angle prédéterminé dans la direction de la flèche A1 (sens inverse des aiguilles d'une montre), la palette de dégagement 124 est séparée de la partie de contact de palette de dégagement 140G du ressort de lame 140. La lame 130 est tournée dans la direction de la flèche A3 (sens inverse des aiguilles d'une montre) par la force de ressort du ressort 150 et retourne à la position originale. L'extrémité de la dent 112 du mobile d'échappement 110, qui est en contact avec le plan de contact 132B de la palette de repos 132, est glissée depuis la palette de repos 132 (le mobile d'échappement 110 est libéré). La lame 130 est tournée dans la direction de la flèche A3 (sens inverse des aiguilles d'une montre) par la force de ressort du ressort 150 et le corps de lame 134 est poussé derrière en direction de la cheville excentrique d'ajustement 162. Le balancier 120 reçoit l'«impulsion avant le point mort» et par conséquent, reçoit l'influence dans laquelle la marche diurne est avancée. La quantité dont la marche diurne est avancée dans l'état représenté dans la fig. 11a est plus grande que la quantité dont la marche diurne est retardée en raison de l'«impulsion après le point mort» dans l'état représenté dans la fig. 10a.

(2-4) Quatrième opération

[0059] En référence à la fig. 12a, continuellement, l'extrémité de la dent 112 du mobile d'échappement 110 est en contact avec la palette d'impulsion 122, le couple de rotation est transmis au balancier 120, et le balancier 120 passe par le point mort (centre d'oscillation) et tourne. Le corps de lame 134 de la lame 130 est en contact avec la cheville excentrique d'ajustement 162 par la force de ressort du ressort 150. Le balancier 120 reçoit une «impulsion après le point mort», et par conséquent, reçoit l'influence dans laquelle la marche diurne est retardée. La quantité dont la marche diurne est retardée dans l'état représenté dans la fig. 12a équilibre la quantité dont la marche diurne est avancée en raison de l'«impulsion après le point mort» dans l'état décrit ci-dessus représenté dans la fig. 11a.

(2-5) Cinquième opération

[0060] En référence à la fig. 13a, le balancier 120 effectue une oscillation libre dans la direction de la flèche A1 (sens inverse des aiguilles d'une montre), et par conséquent, l'extrémité de la dent 112 suivante du mobile d'échappement 110 tombe sur le plan de contact 132B de la palette de repos 132. En référence à la fig. 13b, le balancier 120 oscille davantage librement, et par conséquent, le balancier 120 passe par sa position d'amplitude maximum. De cette manière, le grand plateau 116 tourne dans une direction (sens des aiguilles d'une montre) contraire à la direction de la flèche A1.

(2-6) Sixième opération

[0061] En référence à la fig. 14a, la palette de dégagement 124 fixée au grand plateau 116 tourne dans une direction d'une flèche A5 (sens des aiguilles d'une montre) et entre en contact avec une partie de contact de palette de dégagement 140G du ressort de lame 140. La palette de dégagement 124 tourne dans la direction de la flèche A5 (sens des aiguilles d'une montre) et le ressort de lame 140 est pressé contre la palette de dégagement 124. A ce moment, le ressort de lame 140 est séparé de la protubérance de soutien de ressort 130D de la lame 130. Par conséquent, seulement le ressort de lame 140 est poussé dans une direction d'une flèche A6 (sens inverse des aiguilles d'une montre) par la palette de dégagement 124 dans un état où la lame 130 est stationnaire. En référence à la fig. 14b, le balancier 120 reçoit une «résistance après le point mort», et par conséquent, reçoit l'influence dans laquelle la marche diurne est avancée. La quantité dont la marche diurne est avancée dans l'état représenté dans la fig. 14a équilibre la quantité dont la marche diurne est retardée en raison de l'«impulsion après le point mort» dans l'état décrit ci-dessus représenté dans la fig. 10a.

(2-7) Septième opération

[0062] En référence à la fig. 15a, si le grand plateau 116 tourne en haut à un angle prédéterminé dans la direction de la flèche A5 (sens des aiguilles d'une montre), la palette de dégagement 124 est séparée de la partie de contact de palette de dégagement 140G du ressort de lame 140. De cette manière, le ressort de lame 140 retourne à la position originale et le balancier 120 effectue une oscillation libre. En référence à une fig. 15b, le balancier 120 effectue davantage une oscillation libre, et par conséquent, le balancier 120 tourne en direction de la position d'amplitude maximum suivante.

(2-8) Répétition de l'opération

[0063] Ci-après, similairement, les opérations depuis l'état représenté dans la fig. 9 à l'état représenté dans la fig. 15 peuvent être répétées. Comme décrit ci-dessus, la quantité dont la marche diurne est retardée dans l'état représenté dans la fig. 12a équilibre la quantité dont la marche diurne est avancée en raison de l'«impulsion après le point mort» dans l'état représenté dans la fig. 11a. En outre, la quantité dont la marche diurne est retardée dans l'état représenté dans la fig. 14a est balancée avec la quantité dont la marche diurne est avancée en raison de l'«impulsion après le point mort» dans l'état décrit ci-dessus représenté dans la fig. 10a. En outre, préférablement, la somme totale de la quantité dont la marche diurne est retardée dans l'état représenté dans la fig. 12a et la quantité dont la marche diurne est retardée dans l'état représenté dans la fig. 14a est configuré pour balancer avec la somme totale de la quantité dont la marche diurne est avancée dans l'état représenté dans la fig. 11a, la quantité dont la marche diurne est avancée dans l'état représenté dans la fig. 14a, et la quantité dont la marche diurne est avancée dans l'état décrit ci-dessus représenté dans la fig. 10a. Selon la configuration, l'échappement à détente de la présente invention peut être configuré pour que l'erreur due à l'échappement diminue significativement comparé à l'échappement à détente conventionnel.

(2-9) Configuration préférée de l'échappement à détente de la présente invention

[0064] Dans l'échappement à détente de la présente invention, il est préférable que la palette de dégagement 124 soit fixée à une position vers la direction qui est éloignée du mobile d'échappement 110 basée sur la ligne de référence de rotation 120D. De plus, dans l'échappement à détente de la présente invention, il est préférable que la palette de dégagement 124 soit fixée entre une position dans laquelle la palette de dégagement est tournée de 10° depuis la ligne de référence de rotation 120D et une position dans laquelle la palette de dégagement est tournée de 50° depuis la ligne de référence de rotation 120D vers la direction qui est éloignée du mobile d'échappement 110. En outre, dans l'échappement à détente de la présente invention, il est encore préférable que la palette de dégagement 124 soit fixée à une position dans laquelle la palette de dégagement est tournée d'environ 30° depuis la ligne de référence de rotation 120D vers la direction qui est éloignée du mobile d'échappement 110.

(3) Opération d'échappement à détente de l'exemple de comparaison 1

[0065] Ensuite, une opération d'un échappement à détente de l'exemple de comparaison 1 va être décrite avec la référence aux fig. 23 à 30. La configuration de l'échappement à détente de l'exemple de comparaison 1 correspond à la configuration de l'échappement à détente conventionnel, et inclut un balancier qui est configuré à une position de point mort dans laquelle la marche diurne est retardée. Dans les fig. 23 à 30, (a) dans les dessins est une vue en plan montrant l'état d'opération de l'échappement à détente, et (b) dans les dessins est une vue montrant l'impulsion (couple) et la résistance (couple), avec l'influence sur l'avance de la marche diurne et l'influence sur le retard de la marche diurne en raison de l'«impulsion avant le point mort», «résistance avant le point mort», «impulsion après le point mort», et «résistance après le point mort».

[0066] En référence à la fig. 23c, une ligne droite qui passe par un centre de rotation 130CG d'une lame 130G avec un centre de rotation 120CG d'un balancier 120G comme point de départ dans un état où le balancier 120G est positionné à un centre d'oscillation est défini comme ligne de référence de rotation 120DG. La fig. 23c est une vue en plan partiel montrant une configuration dans laquelle la palette de dégagement 124G est fixée à une position sur la ligne de référence de rotation 120DG. Dans les fig. 23b à 30b, l'axe horizontal indique un angle de rotation du balancier 120G et l'axe vertical indique l'impulsion (couple) et la résistance (couple) qui sont appliqués au balancier 120G. Ici, l'influence sur l'avance de la marche diurne est représentée par des hachures augmentant diagonalement vers la droite, et l'influence sur le retard de la marche diurne est représentée par des hachures diminuant diagonalement vers la droite. De plus, dans les fig. 23b à 30b, le «point mort» de l'oscillation du balancier 120G (centre d'oscillation du balancier) est représenté par une ligne verticale (ligne solide). Dans les fig. 23b à 30b, une position d'amplitude maximum du balancier 120G est représentée par un cercle blanc. Dans les fig. 23b à 30b, une position actuelle du balancier 120G est représentée par une ligne verticale (ligne solide épaisse).

(3-1) Première opération

[0067] En référence à la fig. 23a, le balancier 120G effectue une oscillation libre, et par conséquent, un grand plateau 116G tourne dans une direction d'une flèche A1 (sens inverse des aiguilles d'une montre). En référence à la fig. 23b, le balancier 120G tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre vers le point mort (centre d'oscillation) vers une position représentée dans la fig. 9a.

(3-2) Deuxième opération

[0068] En référence à la fig. 24a, la palette de dégagement 124G qui est fixée au grand plateau 116G tourne dans la direction de la flèche A1 (sens inverse des aiguilles d'une montre) et la palette de dégagement entre en contact avec la partie de contact de palette de dégagement du ressort de lame 140G.

(3-3) Troisième opération

[0069] En référence à la fig. 25a, ultérieurement, la palette de dégagement 124G tourne dans la direction de la flèche A1 (sens inverse des aiguilles d'une montre), le ressort de lame 140G est pressé contre la palette de dégagement 124G, et le ressort de lame presse la protubérance de soutien de ressort. De cette manière, la lame 130G tourne dans la direction de la flèche A2 (sens des aiguilles d'une montre). L'extrémité de la dent du mobile d'échappement 110 glisse sur le plan de contact de la palette de repos 112G. Selon l'opération dans laquelle la lame 130G tourne dans la direction de la flèche A2 (sens des aiguilles d'une montre), le corps de lame est séparé de la cheville excentrique d'ajustement. En référence à la fig. 25b, le balancier 120G reçoit une «résistance après le point mort», et par conséquent, le balancier reçoit l'influence dans laquelle la marche diurne est avancée. La quantité dont la marche diurne est retardée dans l'état représenté dans la fig. 25a est plus petite que la quantité dont la marche diurne est retardée en raison de l'«impulsion après le point mort» dans un état représenté dans la fig. 26a qui est généré après l'état de la fig. 25a.

(3-4) Quatrième opération

[0070] En référence à la fig. 26a, l'extrémité de la dent du mobile d'échappement 110G entre en contact avec le plan de contact de la palette de repos 112G. Le mobile d'échappement 110G est entraîné par le rouage avant, qui est entraîné par le couple de rotation quand le ressort-moteur est armé et le mobile d'échappement 110G est entraîné. Le mobile d'échappement 110G tourne dans la direction de la flèche A4 (sens des aiguilles d'une montre), l'extrémité de la dent du mobile d'échappement 110G entre en contact avec la palette d'impulsion 112G, et le couple de rotation est transmis au balancier 120G. Si le grand plateau 116G tourne en haut à un angle prédéterminé dans la direction de la flèche A1 (sens contraire des aiguilles d'une montre), la palette de dégagement 124G est séparée de la partie de contact de palette de dégagement du ressort de lame 140G. La lame 130G tourne dans la direction de la flèche A3 (sens contraire des aiguilles d'une montre) par la force de ressort du ressort 150G et retourne à la position originale. L'extrémité de la dent du mobile d'échappement 110G, qui entre en contact avec le plan de contact B de la palette de repos 112G, est glissée depuis la palette de repos 112G (le mobile d'échappement 110G est libéré). La lame 130G tourne dans la direction de la flèche A3 (sens contraire des aiguilles d'une montre) par la force de ressort du ressort 150G et le corps de lame est poussé derrière en direction de la cheville excentrique d'ajustement. Le balancier 120G reçoit l'«impulsion après le point mort»

et par conséquent, reçoit l'influence dans laquelle la marche diurne est retardée. La quantité dont la marche diurne est retardée dans l'état représenté dans la fig. 26a est plus grande que la quantité dont la marche diurne avance en raison d'une «résistance après le point mort» dans l'état représenté dans la fig. 25a.

(3-5) Cinquième opération

[0071] En référence à la fig. 27a, le balancier 120G effectue une oscillation libre dans la direction de la flèche A1 (sens contraire des aiguilles d'une montre), et par conséquent, le balancier 120G tourne vers la position d'amplitude maximum du balancier 120G.

(3-6) Sixième opération

[0072] En référence à la fig. 28a, le balancier 120G oscille davantage librement, et par conséquent, le balancier 120G traverse la position d'amplitude maximum du balancier 120G. De cette manière, le grand plateau 116G tourne dans la direction de la flèche A5 (sens des aiguilles d'une montre). La palette de dégagement 124G qui est fixée au grand plateau 116G tourne dans la direction de la flèche A5 (sens des aiguilles d'une montre) et la palette de dégagement entre en contact avec la partie de contact de palette de dégagement du ressort de lame 140G. La palette de dégagement 124G tourne dans la direction de la flèche A5 (sens des aiguilles d'une montre) et le ressort de lame 140G est pressé à la palette de dégagement 124G. A ce moment, le ressort de lame 140G est séparé de la protubérance de soutien de ressort de la lame 130G. Par conséquent, seulement le ressort de lame 140G est poussé vers la direction de la flèche A6 (sens contraire des aiguilles d'une montre) par la palette de dégagement 124G dans un état où la lame 130G est stationnaire. En référence à la fig. 28b, le balancier 120G reçoit une «résistance avant le point mort», et par conséquent, reçoit l'influence dans laquelle la vitesse du temps est retardée.

(3-7) Septième opération

[0073] En référence à la fig. 29a, le balancier 120G effectue une oscillation libre dans la direction de la flèche A5 (sens des aiguilles d'une montre), et par conséquent, l'extrémité de la dent suivante du mobile d'échappement 110G tombe sur le plan de contact de la palette de repos 112G. L'extrémité de la dent du mobile d'échappement 110G entre en contact avec la palette d'impulsion 112G, le couple de rotation est transmis au balancier 120G, et le balancier 120G passe par le point mort (centre d'oscillation) et tourne. Le corps de lame de la lame 130G entre en contact avec la cheville excentrique d'ajustement par la force de ressort du ressort 150G. Le balancier 120G reçoit une «résistance après le point mort», et par conséquent, reçoit l'influence dans laquelle la marche diurne est avancée. La quantité dont la marche diurne est avancée dans l'état représenté dans la fig. 29a est plus petite que la quantité dont la marche diurne est avancée en raison d'une «impulsion après le point mort» dans l'état décrit ci-dessus représenté dans la fig. 26a.

(3-8) Huitième opération

[0074] En référence à la fig. 30a, le balancier 120G effectue davantage une oscillation libre, et par conséquent, le balancier 120G tourne en direction du point mort suivant.

(3-9) Répétition d'une opération

[0075] Ci-après, similairement, les opérations depuis l'état représenté dans la fig. 23 jusqu'à l'état représenté dans la fig. 30 sont répétés. Comme décrit ci-dessus, la quantité dont la marche diurne est retardée dans l'état représenté dans la fig. 26a est plus grande que la quantité dont la marche diurne est avancée en raison de la «résistance après le point mort» dans l'état représenté dans la fig. 25a. De plus, comme décrit ci-dessus, la quantité dont la marche diurne est retardée dans l'état représenté dans la fig. 26(a) est plus grande que la quantité dont la marche diurne est avancée en raison d'une «résistance après le point mort» dans l'état représenté dans la fig. 28a. De plus, une valeur qui additionne la quantité dont la marche diurne est retardée dans l'état représenté dans la fig. 26a et la quantité dont la marche diurne est retardée en raison d'une «résistance avant le point mort» dans l'état représenté dans la fig. 28a est plus grande qu'une valeur qui additionne la quantité dont la marche diurne est avancée en raison d'une «résistance après le point mort» dans l'état représenté dans la fig. 25a et la quantité dont la marche diurne est avancée en raison d'une «résistance après le point mort» dans l'état représenté dans la fig. 29a. Par conséquent, dans l'échappement à détente de l'exemple de comparaison 1, l'influence dans laquelle la marche diurne est retardée est grande, et une erreur due à l'échappement est majeure comparé à l'échappement à détente de la présente invention.

(4) Opération de l'échappement à détente de l'exemple de comparaison 2

[0076] Ensuite, une opération d'un échappement à détente d'un exemple de comparaison 2 sera décrite avec une référence aux fig. 31 à 37. La configuration d'un échappement à détente d'un exemple de comparaison 2 inclut un balancier qui est configuré à une position de point mort dans laquelle la marche diurne est avancée. Dans les fig. 31 à 37, (a) dans les dessins est une vue en plan montrant l'état d'opération de l'échappement à détente de l'exemple de comparaison, et (b) dans les dessins est une vue montrant l'impulsion (couple) et la résistance (couple), avec l'influence sur l'avance de la marche diurne et l'influence sur le retard de la marche diurne en raison de l'«impulsion avant le point mort», «résistance

avant le point mort», «impulsion après le point mort», et «résistance après le point mort». La fig. 31c est une vue en plan partiel montrant une configuration dans laquelle une palette de dégagement 124H est fixée à la position de 60° dans un sens contraire des aiguilles d'une montre depuis une ligne de référence de rotation 120DH dans une position vers une direction éloignée d'un mobile d'échappement 110H basée sur la ligne de référence de rotation 120DH. Dans les fig. 31b à 37b, un axe horizontal indique un angle de rotation d'un balancier 120H et un axe vertical indique l'impulsion (couple) et la résistance (couple) qui sont appliqués au balancier 120H. Ici, l'influence sur l'avance de la marche diurne est représentée par des hachures augmentant diagonalement vers la droite, et l'influence sur le retard de la marche diurne est représentée par des hachures diminuant diagonalement vers la droite. De plus, dans les fig. 31b à 37b, le «point mort» de l'oscillation du balancier 120H (centre d'oscillation du balancier) est représenté par une ligne verticale (ligne solide). Dans les fig. 31b à 37b, une position d'amplitude maximum du balancier 120H est représentée par un cercle blanc. Dans les fig. 31b à 37b, une position actuelle du balancier 120H est représentée par une ligne verticale (ligne solide épaisse).

(4-1) Première opération

[0077] En référence à la fig. 31a, le balancier 120H effectue une oscillation libre, et par conséquent, un grand plateau 116H tourne dans la direction de la flèche A1 (sens contraire des aiguilles d'une montre). En référence à la fig. 31b, le balancier 120H tourne dans un sens contraire des aiguilles d'une montre vers le point mort (centre d'oscillation) depuis la position représentée dans la fig. 31a.

(4-2) Deuxième opération

[0078] En référence à la fig. 32a, la palette de dégagement 124H qui est fixée au grand plateau 116H tourne dans la direction de la flèche A1 (sens contraire des aiguilles d'une montre) et la palette de dégagement entre en contact avec une partie de contact de palette de dégagement d'un ressort de lame 140H. Ultérieurement, la palette de dégagement 124H tourne dans la direction de la flèche A1 (sens contraire des aiguilles d'une montre), le ressort de lame 140H est pressé contre la palette de dégagement 124H, et le ressort de lame presse la protubérance de soutien de ressort. De cette manière, la lame 130H tourne dans la direction de la flèche A2 (sens des aiguilles d'une montre). L'extrémité de la dent du mobile d'échappement 110H glisse sur le plan de contact de la palette de repos 132H. Selon l'opération dans laquelle la lame 130H tourne dans la direction de la flèche A2 (sens des aiguilles d'une montre), le corps de lame est séparé de la cheville excentrique d'ajustement. En référence à la fig. 32b, le balancier 120H reçoit une «résistance avant le point mort», et par conséquent, le balancier reçoit l'influence dans laquelle la marche diurne est retardée. La quantité dont la marche diurne est retardée dans l'état représenté dans la fig. 32a est plus petite que la quantité dont la marche diurne est avancée en raison d'une «impulsion avant le point mort» dans un état représenté dans la fig. 33a qui est généré après l'état de la fig. 32a.

(4-3) Troisième opération

[0079] En référence à la fig. 33a, l'extrémité de la dent du mobile d'échappement 110H entre en contact avec le plan de contact de la palette de repos 132H. Le mobile d'échappement 110H est entraîné par le rouage avant qui est entraîné par le couple de rotation quand le ressort-moteur est armé et le mobile d'échappement 110H est entraîné. Le mobile d'échappement 110H tourne dans la direction de la flèche A4 (sens des aiguilles d'une montre), l'extrémité de la dent du mobile d'échappement 110H entre en contact avec la palette d'impulsion 122H, et le couple de rotation est transmis au balancier 120H. Si le grand plateau 116H tourne en haut à un angle prédéterminé dans la direction de la flèche A1 (sens contraire des aiguilles d'une montre), la palette de dégagement 124H est séparée de la partie de contact de palette de dégagement du ressort de lame 140H. La lame 130H est tournée dans la direction de la flèche A3 (sens contraire des aiguilles d'une montre) par la force de ressort d'un ressort 150H et retourne à la position originale. L'extrémité de la dent du mobile d'échappement 110H, qui entre en contact avec le plan de contact de la palette de repos 132H, est à l'écart de la palette de repos 132H (le mobile d'échappement 110 est libéré). La lame 130H est tournée dans la direction de la flèche A3 (sens contraire des aiguilles d'une montre) par la force de ressort du ressort 150H et le corps de lame est poussé en arrière vers la cheville excentrique d'ajustement. Le balancier 120H reçoit une «impulsion avant le point mort» et par conséquent, le balancier reçoit l'influence dans laquelle la marche diurne est avancée. La quantité dont la marche diurne est avancée dans l'état représenté dans la fig. 33a est plus grande que la quantité dont la marche diurne est retardée en raison d'une «résistance avant le point mort» dans l'état représenté dans la fig. 32a.

(4-4) Quatrième opération

[0080] En référence à la fig. 34a, continuellement, l'extrémité de la dent du mobile d'échappement 110H est en contact avec la palette d'impulsion 122H, le couple de rotation est transmis au balancier 120H, et le balancier 120H passe par le point mort (centre d'oscillation) et tourne. Le corps de lame de la lame 130H entre en contact avec la cheville excentrique d'ajustement par la force de rappel du ressort 150H.

(4-5) Cinquième opération

[0081] En référence à la fig. 35a, le balancier 120H effectue une oscillation libre dans la direction de la flèche A1 (sens contraire des aiguilles d'une montre), et par conséquent, l'extrémité de la dent suivante du mobile d'échappement 110H tombe sur le plan de contact de la palette de repos 132H.

(4-6) Sixième opération

[0082] En référence à la fig. 36b, le balancier 120H oscille davantage librement, et par conséquent, le balancier 120H traverse sur la position d'amplitude maximum du balancier 120H. De cette manière, le grand plateau 116H tourne dans la direction (sens des aiguilles d'une montre) contraire à la direction de la flèche A1. La palette de dégagement 124H qui est fixée au grand plateau 116H tourne dans la direction de la flèche A5 (sens des aiguilles d'une montre) et la palette de dégagement entre en contact avec la partie de contact de palette de dégagement du ressort de lame 140H. La palette de dégagement 124H tourne dans la direction de la flèche A5 (sens des aiguilles d'une montre) et le ressort de lame 140H est pressé à une palette de dégagement 124H. A ce moment, le ressort de lame 140H est séparé de la protubérance de soutien de ressort de la lame 130H. Par conséquent, seulement le ressort de lame 140H est poussé vers la direction de la flèche A6 (sens contraire des aiguilles d'une montre) par la palette de dégagement 124H dans un état où la lame 130H est stationnaire. En référence à la fig. 36b, le balancier 120H reçoit une «résistance après le point mort», et par conséquent, reçoit l'influence dans laquelle la vitesse du temps est avancée. La quantité dont la marche diurne est avancée dans l'état représenté dans la fig. 36a est plus petite que la quantité dont la marche diurne est avancée en raison d'une «impulsion avant le point mort» dans l'état décrit ci-dessus représenté dans la fig. 33a.

(4-7) Septième opération

[0083] En référence à la fig. 37a, si le grand plateau 116H tourne en haut à un angle prédéterminé dans la direction de la flèche A5 (sens des aiguilles d'une montre), la palette de dégagement 124H est séparée de la partie de contact de palette de dégagement du ressort de lame 140H. De cette manière, le ressort de lame 140H retourne à la position originale et le balancier 120H effectue une oscillation libre. En référence à la fig. 37b, le balancier 120H effectue davantage une oscillation libre, et par conséquent, le balancier 120H tourne vers la position d'amplitude maximum suivante.

(4-8) Répétition d'une opération

[0084] Ci-après, similairement, les opérations de l'état représenté dans la fig. 31 à l'état représenté dans la fig. 37 peuvent être répétées. Comme décrit ci-dessus, la quantité dont la marche diurne est retardée dans l'état représenté dans la fig. 33a est plus grande que la quantité dont la marche diurne est retardée dans l'état représenté dans la fig. 32a. De plus, la quantité dont la marche diurne est retardée dans l'état représenté dans la fig. 33a est plus grande que la quantité dont la marche diurne est retardée dans l'état représenté dans la fig. 36a. En outre, la quantité dont la marche diurne est avancée dans l'état représenté dans la fig. 33a est plus grande qu'une valeur qui additionne la quantité dont la marche diurne est retardée dans l'état représenté dans la fig. 32a et la valeur d'une influence dans laquelle la marche diurne est retardée dans l'état représenté dans la fig. 36a. Par conséquent, dans l'échappement à détente de l'exemple de comparaison 2, l'influence dans laquelle la marche diurne est avancée est grande, et une erreur due à l'échappement est majeure comparé à l'échappement à détente de la présente invention.

(5) Résultats de comparaison et révision d'une opération d'échappement à détente de la présente invention et opération d'un exemple de comparaison

[0085] En référence aux fig. 18a et 19a, dans l'échappement à détente de l'exemple de comparaison 1 correspondant à la configuration de l'échappement à détente conventionnel, l'influence dans laquelle la marche diurne est retardée est plus grande que l'influence dans laquelle la marche diurne est avancée. Dans la configuration de l'exemple de comparaison 1, généralement, dans le cas où un retard significatif de la marche diurne est généré, après que le balancier traverse la position du point mort, la résistance (couple) qui est appliquée au balancier par la sortie de la lame et l'impulsion (couple) qui sont appliquées au balancier depuis le mobile d'échappement sont générées et terminées. De l'autre côté, dans la configuration de l'exemple de comparaison 1, la résistance (couple) qui est appliquée au balancier par la sortie du ressort de lame est générée avant que le balancier traverse la position du point mort.

[0086] En référence aux fig. 18b et 19b, un mode de réalisation (exemple corrigé) de l'échappement à détente de la présente invention est configuré pour que l'influence dans laquelle la marche diurne est retardée soit égale à l'influence dans laquelle la marche diurne est avancée. C'est-à-dire, dans le mode de réalisation de la présente invention, généralement, l'influence dans laquelle la marche diurne est retardée et l'influence dans laquelle la marche diurne est avancée sont complètement compensés. Dans le mode de réalisation de la présente invention, la résistance (couple) qui est appliquée au balancier est générée par la sortie de la lame, et la résistance termine avant que le balancier passe par la position de point mort. Dans l'impulsion (couple) qui est appliqué au balancier depuis le mobile d'échappement, le balancier passe par la position de point mort dans la rangée dans laquelle l'impulsion (couple) est générée. De l'autre côté, le mode de réalisation de la présente invention, la résistance (couple) qui est appliquée au balancier par la sortie du ressort de lame est générée après que le balancier traverse la position de point mort.

[0087] En référence aux fig. 18c et 19c, dans l'échappement à détente de l'exemple de comparaison 2 incluant le balancier dans lequel la palette de dégagement est fixée à la position de 60° dans le sens contraire des aiguilles d'une montre depuis la ligne de référence de rotation dans la position vers la direction éloignée du mobile d'échappement basée sur la ligne de référence de rotation, l'influence dans laquelle la marche diurne est retardée est plus petite que l'influence dans laquelle la marche diurne est avancée. Dans la configuration de l'exemple de comparaison 2, généralement, dans le cas où une avance significative de la marche diurne est générée, avant que le balancier traverse sur la position de point mort, la résistance (couple) qui est appliquée au balancier par la sortie de la lame et l'impulsion (couple) qui est appliquée au balancier depuis le mobile d'échappement sont générées et terminées. De l'autre côté, dans la configuration d'un exemple de comparaison 2, la résistance (couple) qui est appliquée au balancier par la sortie du ressort de lame est générée après que le balancier traverse la position de point mort.

(6) Résultats des tests d'un modèle élargi

[0088] Par rapport à l'échappement à détente de la présente invention, un modèle élargi de la partie d'échappement, qui est configuré pour être d'une taille élargie comparé à une taille d'une montre générale, a été préparé, et le test de comparaison a été effectué.

(6-1) Taille du modèle élargi

[0089] Les tailles des composants principaux dans le modèle élargi sont les suivantes.

- Diamètre d'un mobile d'échappement: 41 mm;
- Moment d'inertie du balancier: $5.329 \cdot 10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$;
- Diamètre d'une trajectoire d'une extrémité d'une palette de dégagement: 7.19 mm;
- Diamètre d'une trajectoire d'une extrémité d'une palette d'impulsion: 27.39 mm;
- Distance centrale entre un centre de rotation d'un mobile d'échappement et un centre de rotation d'un balancier: 33.2 mm;
- Distance centrale entre un centre de rotation d'un balancier et un centre de rotation d'une lame: 56.32 mm;
- Longueur d'une partie de ligne droite d'une partie de ressort d'un ressort de lame: 32.15 mm;
- Angle d'impact: 34° ;
- Distance d'une position du balancier d'un centre de rotation dans lequel une palette de dégagement reçoit une résistance depuis une lame d'un ressort de lame: 7.07 mm.

(6-2) Graphique montrant des résultats de test

[0090] En référence à la fig. 16, la fig. 16 est un graphique montrant des résultats de test du modèle élargi de l'échappement. Dans la fig. 16, dans les conditions ci-dessus, la position de point mort du balancier est changée à trois paramètres de 0° (position correspondant antérieur), $+20^\circ$ (position correspondant à un exemple corrigé dans le mode de réalisation de la présente invention), et -20° (exemple de comparaison qui est réglé dans la direction contraire à un exemple corrigé dans le mode de réalisation de la présente invention), dans chacune des positions de point mort, le couple d'impulsion qui reçoit depuis le mobile d'échappement et le changement de période du balancier sont représentés quand le couple d'impulsion recevant depuis le mobile d'échappement est changé à huit points de 0.403 [mN·m], 0.3628 [mN·m], 0.3225 [mN·m], 0.282 [mN·m], 0.2419 [mN·m], 0.202 [mN·m], 0.1613 [mN·m], et 0.1209 [mN·m]. Dans la fig. 16, l'axe horizontal montre le couple [mN·m] du mobile d'échappement, et l'axe vertical montre la période moyenne (seconde) du balancier.

(6-3) Référence d'évaluation du test du modèle élargi

[0091] Dans le test du modèle élargi, quand la correction de la position de point mort par rapport à la période d'oscillation d'un amortissement libre du balancier est effectuée dans chacune des valeurs des couples d'impulsion que le balancier reçoit depuis le mobile d'échappement, il est confirmé si oui ou non le changement dans la période d'oscillation du balancier peut être éliminé pour devenir plus petit.

(6-4) Résultats d'évaluation de test d'un modèle élargi

[0092] Comme résultat du test du modèle élargi, il était confirmé que le changement de la période d'oscillation du balancier pouvait être supprimé pour être plus petit par rapport à la période d'oscillation de l'amortissement libre du balancier en corrigeant la position de point mort du balancier à $+20^\circ$. De plus, il était confirmé qu'il y avait un effet supprimant le changement de la période d'oscillation du balancier selon le changement de couple en corrigeant la position de point mort du balancier à $+20^\circ$.

[0093] D'un autre côté, si la position de point mort du balancier est réglée à -20° , le changement de la période d'oscillation du balancier par rapport à la période d'oscillation de l'amortissement libre du balancier devient plus grand, et il était confirmé que le changement de la période d'oscillation du balancier selon le changement de couple devient aussi plus grand.

(7) Résultats d'une simulation

[0094] Par rapport à l'échappement à détente de la présente invention, un modèle de simulation était conçu et une comparaison et une révision de cela étaient effectuées.

(7-1) Equation d'un mouvement

[0095] Une équation d'un mouvement montrant une oscillation libre d'un système de friction et un système de viscosité d'un degré de liberté est indiqué par l'équation suivante 1.

[0096] [Equation 1]

$$I \frac{d^2\theta}{dt^2} + F \frac{d\theta}{dt} + k\theta \pm R = T \dots\dots\dots(1)$$

- θ: angle de rotation d'un balancier (rad);
- I: moment d'inertie d'un balancier (kg · mm²);
- F: coefficient de viscosité (kg · m²/s);
- K: constante du ressort d'un spiral (kg m²/s²);
- R: résistance de frottement solide (kg m²/s²);
- T: somme totale d'un couple d'impulsion depuis un mobile d'échappement, une lame sortie qui est reçue par un balancier, et un couple de résistance au moment de sortie d'un ressort de lame qui sont appliquée au balancier pendant une période (kg m²/s²).

[0097] Un modèle de simulation dans lequel le réglage auquel T est donné comme une fonction de θ (composants de la résistance/impulsion avant et après le point mort) sont générés pendant qu'une période était changée, était préparée, et la simulation de l'opération de l'échappement était effectuée.

(7-2) Taille d'un modèle de simulation

[0098] La taille de chaque composant est réglée pour correspondre approximativement à la taille du composant de la montre générale.

- Nombre de dents d'un mobile d'échappement: 15;
- Couple de résistance qui est reçu par un balancier au moment de la sortie de la lame: $0.252 \cdot 10^{-6} \text{N}\cdot\text{m}$;
- Couple de résistance qui est reçu par un balancier au moment de la sortie d'un ressort de lame: $0.044 \cdot 10^{-6} \text{N}\cdot\text{m}$.

(7-3) Graphique montrant des résultats d'une simulation

[0099] La fig. 17 est un graphique montrant les résultats d'une simulation du modèle de simulation de l'échappement. Dans la fig. 17, dans les conditions décrites ci-dessus, les positions de point mort corrigées du balancier sont changées à trois paramètres de +10°, +30°, et +50°, et les résultats dans lesquels les valeurs de la marche diurne de la pièce d'horlogerie (nombre de secondes dans lequel la pièce d'horlogerie est retardée ou avancée pendant un jour: seconde/jour) quand l'angle d'oscillation du balancier est de 200° ou plus sont simulés avec une valeur de 50 seconde/jour sont représentés. Dans la fig. 17, l'axe horizontal montre l'angle d'oscillation (en degré) du balancier et l'axe vertical montre la marche diurne (en seconde/jour) de la pièce d'horlogerie.

(7-4) Référence d'une évaluation d'une simulation

[0100] Dans la simulation, il est confirmé si oui ou non la marche diurne de la pièce d'horlogerie (nombre de secondes dans lesquelles la pièce d'horlogerie est retardée ou avancée pendant un jour: seconde/jour) est de 50 secondes/jour quand l'angle d'oscillation du balancier est de 200° ou plus.

(7-5) Résultats d'une évaluation d'une simulation

[0101] Comme résultat d'une simulation, en corrigeant la position de point mort du balancier pour être réglé entre +10° et +50°, il était confirmé que la marche diurne de la pièce d'horlogerie pouvait être de 50 secondes/jour quand l'angle d'oscillation du balancier était de 200° ou plus.

(7-6) Conclusion des résultats de test et résultats d'une simulation

[0102] A partir des résultats de test et des résultats de simulation, il était confirmé que la quantité corrigée de la position de point mort du balancier pouvait être réglée de $+10^{\circ}$ à $+50^{\circ}$ comme une plage qui satisfait une marche diurne générale et pratique (la marche diurne de la pièce d'horlogerie est de 50 secondes/jour quand l'angle d'oscillation du balancier est de 200° ou plus). De plus, à partir des résultats de test et des résultats de simulation, il était confirmé que la plage de correction $+20^{\circ}$ à $+30^{\circ}$ était une plage appropriée comme la quantité de correction de la position de point mort générale du balancier. En outre, aussi à partir des résultats dans lesquels la même simulation était effectuée dans des valeurs autres que la valeur décrite ci-dessus du couple de résistance reçu par le balancier, il est confirmé que $+20^{\circ}$ à $+30^{\circ}$ est une plage appropriée comme quantité corrigée de la position de point mort du balancier.

(8) Pièce d'horlogerie mécanique incluant un échappement à détente de la présente invention

[0103] En outre, dans la présente invention, la pièce d'horlogerie mécanique est agencée pour inclure le ressort-moteur qui est une source d'entraînement de la pièce d'horlogerie mécanique, le rouage avant qui est entraîné par un couple de rotation quand le ressort-moteur est armé, et l'échappement pour contrôler la rotation du rouage avant, dans lequel l'échappement est agencé comme l'échappement à détente. Selon cette configuration, une erreur due à l'échappement est significativement petite, et la pièce d'horlogerie mécanique ayant une efficacité de transmission améliorée de la force de l'échappement peut être réalisée. En outre, dans la pièce d'horlogerie mécanique de la présente invention, le ressort-moteur peut être plus petit, ou une pièce d'horlogerie mécanique durable peut être réalisée en utilisant un tambour de barillet de la même taille.

[0104] En référence aux fig. 7 et 7A, le mouvement 300 inclut la platine 170 qui forme le support du mouvement 300. Une tige de remontage 310 est disposée dans la «direction de trois heures» du mouvement 300. La tige de remontage 110 est incorporée de manière mobile dans un trou d'indication de tige de remontage de la platine 170. L'échappement à détente qui inclut le balancier 120, le mobile d'échappement 110, et la lame 130 et le rouage avant qui inclut un deuxième mobile 327, un troisième mobile 326, un mobile de centre 325, et un barillet de mouvement 320 sont disposés sur le «côté avant» du mouvement 100. Un mécanisme de commutation (pas représenté) qui inclut un levier de réglage, une bascule, et un support de bascule est disposé sur le «côté arrière» du mouvement 300. De plus, un pont de barillet (pas représenté) qui soutient de manière mobile la partie supérieure de l'axe du barillet de mouvement 320, un pont de rouage (pas représenté) qui soutient de manière mobile la partie supérieure de l'axe du troisième mobile 326, la partie supérieure de l'axe du deuxième mobile 327, et la partie supérieure de l'axe de la roue d'échappement 110, un pont de lame (pas représenté) qui soutient de manière mobile la partie supérieure de l'axe de la lame 130, et un pont de balancier 180 qui soutient de manière mobile la partie supérieure du balancier 120 sont disposés sur le «côté avant» du mouvement 300.

[0105] Le mobile de centre 325 est agencé pour être tourné par la rotation du barillet de mouvement 320. Le mobile de centre 325 inclut une roue de centre et un pignon de centre. Une roue de tambour de barillet est agencée pour être engagée avec le pignon de centre. Le troisième mobile 326 est agencé pour être tourné par la rotation du mobile de centre 325. Le troisième mobile 326 inclut une troisième roue et un troisième pignon. Le deuxième mobile 327 est agencé pour tourner une fois par minute comme résultat de la rotation du troisième mobile 326. Le deuxième mobile 327 inclut une deuxième roue et un deuxième pignon. La troisième roue est agencée pour être engagée avec le deuxième pignon. Selon la rotation du deuxième mobile 327, la roue d'échappement 110 est agencée pour tourner en étant contrôlée par la lame 130. La roue d'échappement 110 inclut une roue d'échappement et une cheville d'échappement. La deuxième roue est agencée pour être engagée avec la cheville d'échappement. Une roue de minute 329 est agencée pour tourner selon la rotation du barillet de mouvement 320. Le barillet de mouvement 320, le mobile de centre 325, le troisième mobile 326, le deuxième mobile 327, et la roue de minute 329 forment le rouage avant.

[0106] Une roue de minute 340 est agencée pour être tournée basée sur la rotation d'une chaussée 329 qui est montée sur le mobile de centre 325. Une roue des heures (pas représentée) est agencée pour être tournée basée sur la rotation de la roue de minute 340. Selon la rotation du mobile de centre 325, le troisième mobile 326 est agencé pour être tourné. Selon la rotation du troisième mobile 326, le deuxième mobile 327 est agencé pour tourner une fois par minute. La roue des heures est agencée pour tourner une fois toutes les douze heures. Un mécanisme à glissement est prévu entre le mobile de centre 325 et la chaussée 329. Le mobile de centre 325 est agencé pour tourner une fois par heure.

Applicabilité industrielle

[0107] L'échappement à détente de la présente invention peut être configuré pour que l'erreur due à l'échappement soit diminuée significativement. De plus, la pièce d'horlogerie mécanique de la présente invention n'est pas soumise facilement à l'influence d'une perturbation. Par conséquent, l'échappement à détente de la présente invention peut être appliqué largement à une montre mécanique, un chronomètre maritime, une horloge mécanique, une pièce d'horlogerie murale mécanique, une large pièce d'horlogerie mécanique de rue, un tourbillon qui utilise l'échappement à détente de la présente invention, une montre ayant l'échappement à détente de la présente invention, ou semblable.

Revendications

1. Echappement à détente (100) pour pièce d'horlogerie, qui inclut:

CH 704 885 B1

un mobile d'échappement (110) ayant des dents (112) formant une denture,
un balancier (120) ayant une palette d'impulsion (122) agencée pour coopérer avec chaque dent (112) de la denture et une palette de dégagement (124), et

une détente formée par une lame (130) et ayant une palette de repos (132) agencée pour coopérer avec chaque dent (112) de la denture, et un ressort de lame, (140), prévu sur la lame (130), et agencée pour coopérer avec la palette de dégagement (124),

dans lequel une résistance avant le point mort est le fait qu'une extrémité du ressort de lame est en contact avec la palette de dégagement du balancier et applique une résistance au balancier avant que le balancier passe par un point mort,

dans lequel une impulsion avant le point mort est le fait que la dent du mobile d'échappement est en contact avec la palette d'impulsion du balancier et applique une force par rapport à une direction d'avancement du balancier avant que le balancier passe par le point mort,

dans lequel une impulsion après le point mort est le fait que la dent du mobile d'échappement pousse la palette d'impulsion du balancier et applique une force par rapport à une direction d'avancement du balancier après que le balancier a passé par le point mort,

dans lequel une résistance après le point mort est le fait que l'extrémité du ressort de lame est en contact avec la palette de dégagement du balancier et applique une résistance au balancier après que le balancier a passé par le point mort, et le fait que l'extrémité du ressort de lame est en contact avec la palette de dégagement du balancier et applique une résistance au balancier après que le balancier a passé par le point mort, puis est revenu vers le point mort, puis a repassé par le point mort,

dans lequel une ligne de référence de rotation (120D) est une ligne droite qui passe par un centre de rotation (130A) de la lame (130) et un centre de rotation (120C) du balancier (120), et

dans lequel, dans un état où le balancier (120) est positionné au point mort, la palette de dégagement (124) est décalée dans la direction opposée au mobile d'échappement (110) par rapport à la ligne de référence de rotation (120D) de manière que la somme totale des influences qui font avancer la marche diurne de la pièce d'horlogerie, incluant la somme de l'influence sur le mouvement rotatif du balancier qui est généré par une impulsion avant le point mort et l'influence sur le mouvement rotatif du balancier qui est générée par une résistance après le point mort, et la somme totale des influences qui retardent la marche diurne de la pièce d'horlogerie, incluant la somme de l'influence sur le mouvement rotatif du balancier qui est générée par une résistance avant le point mort et l'influence sur le mouvement rotatif du balancier qui est générée par une impulsion après le point mort, s'équilibrent mutuellement.

2. Echappement à détente selon la revendication 1, dans lequel la palette de dégagement (124) est fixée à une position dans laquelle, dans un état où le balancier (120) est positionné au point mort, la palette de dégagement est tournée de 10° à 50° par rapport à la ligne de référence de rotation (120D) dans la direction opposée au mobile d'échappement (110).
3. Echappement à détente selon la revendication 1, dans lequel la palette de dégagement (124) est fixée à une position dans laquelle, dans un état où le balancier (120) est positionné au point mort, la palette de dégagement est tournée de 20° à 30° par rapport à la ligne de référence de rotation (120D) dans la direction opposée au mobile d'échappement (110).
4. Pièce d'horlogerie mécanique, incluant un ressort-moteur qui forme une source d'entraînement de la pièce d'horlogerie mécanique, un rouage qui est entraîné par un couple de rotation lorsque le ressort-moteur est armé, et un échappement pour contrôler la rotation du rouage, dans laquelle l'échappement est selon la revendication 1.
5. Pièce d'horlogerie mécanique selon la revendication 4, dans laquelle le balancier (120) inclut un spiral (118), une extrémité extérieure du spiral (118) est fixée à un piton (175) qui est agencé pour pouvoir tourner par rapport à un pont de balancier, la pièce d'horlogerie mécanique étant agencée pour permettre de changer la position de la palette de dégagement (124) et la position de la palette d'impulsion (122) par rapport à la ligne de référence de rotation (120D) en tournant le piton (175) par rapport au pont de balancier.
6. Pièce d'horlogerie mécanique selon la revendication 5, comprenant en plus: des moyens d'indication de plage rotatifs pour indiquer une plage sur laquelle le piton peut être tourné.

Fig. 2

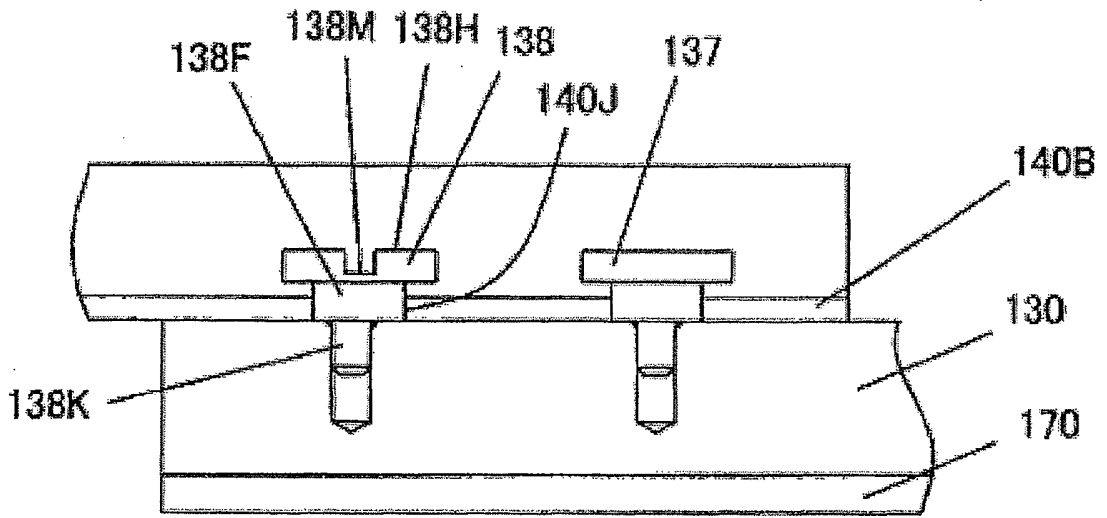


Fig. 3

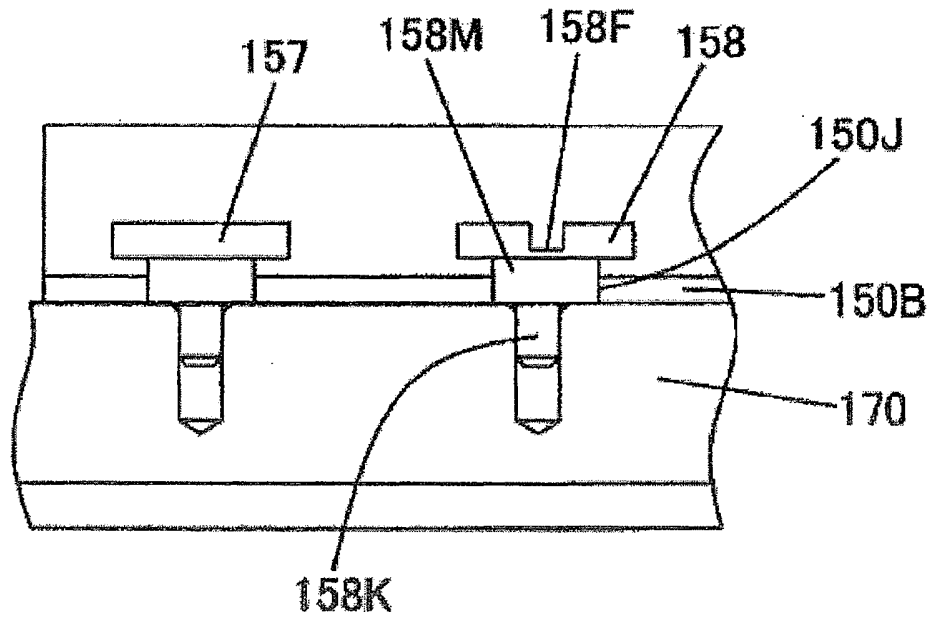


Fig. 4

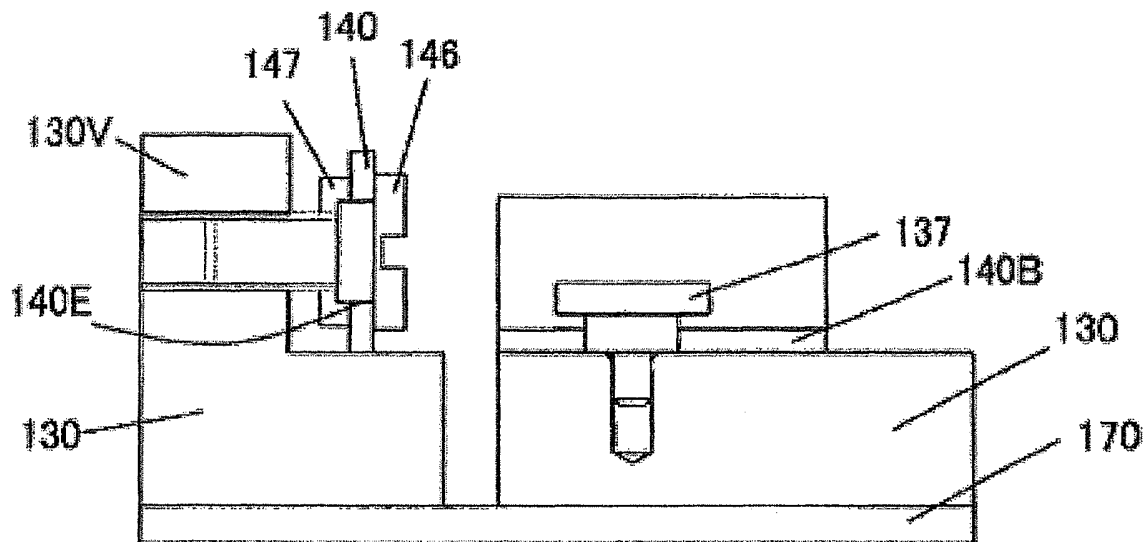


Fig. 5

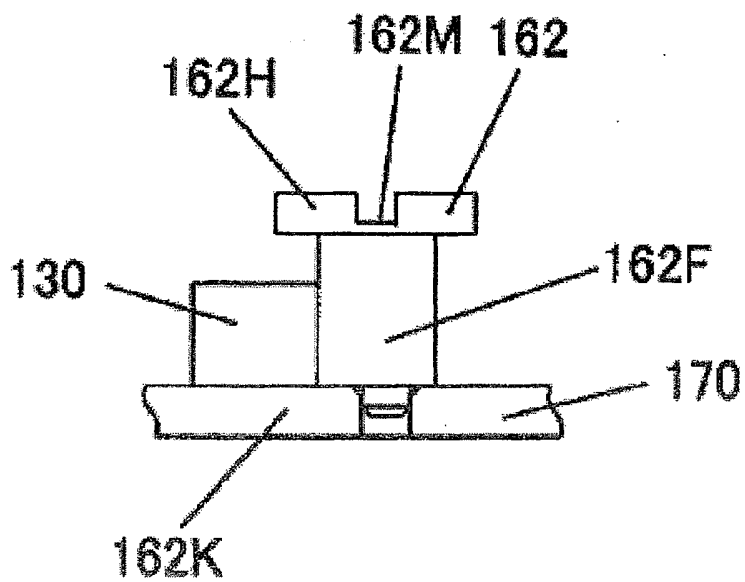


Fig. 6

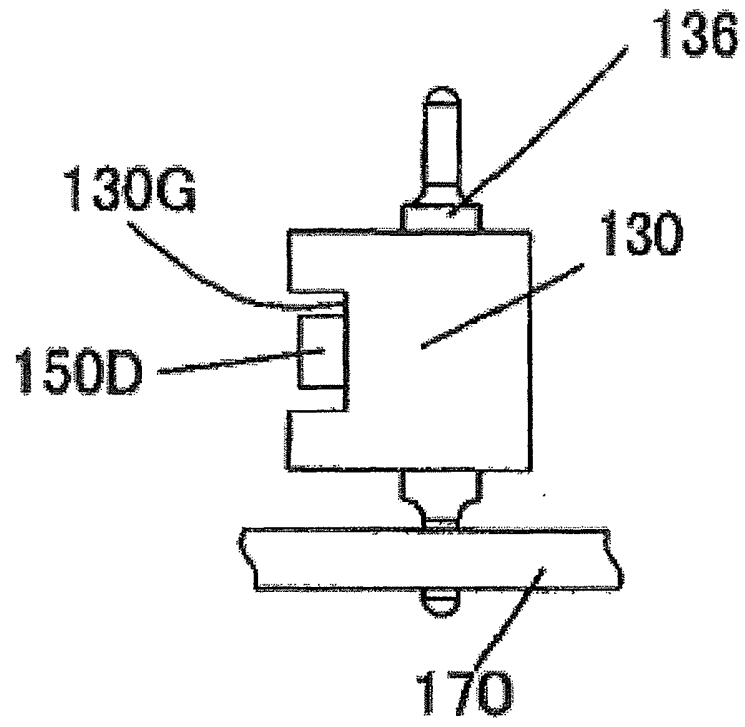


Fig. 7

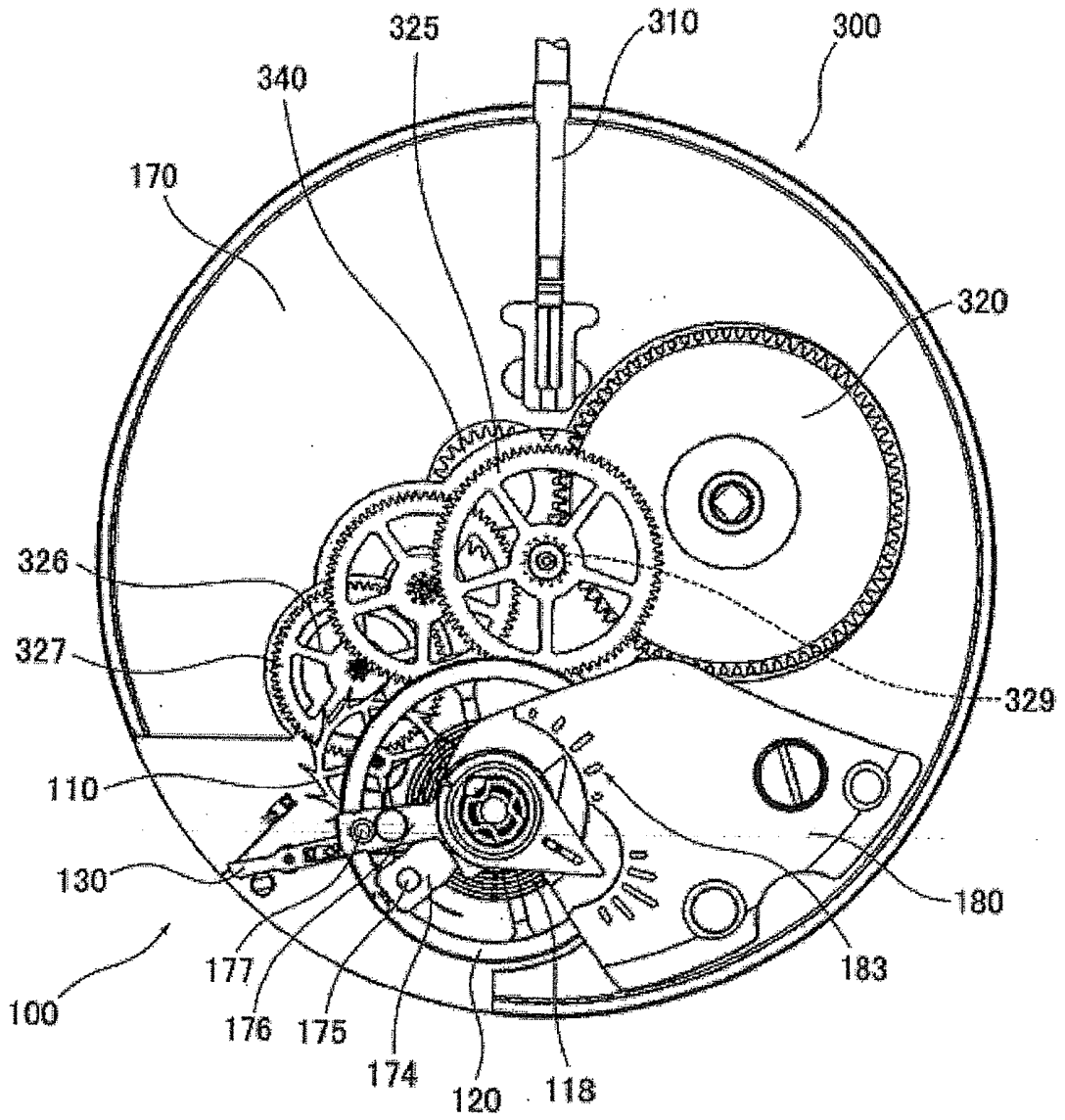


Fig. 7A

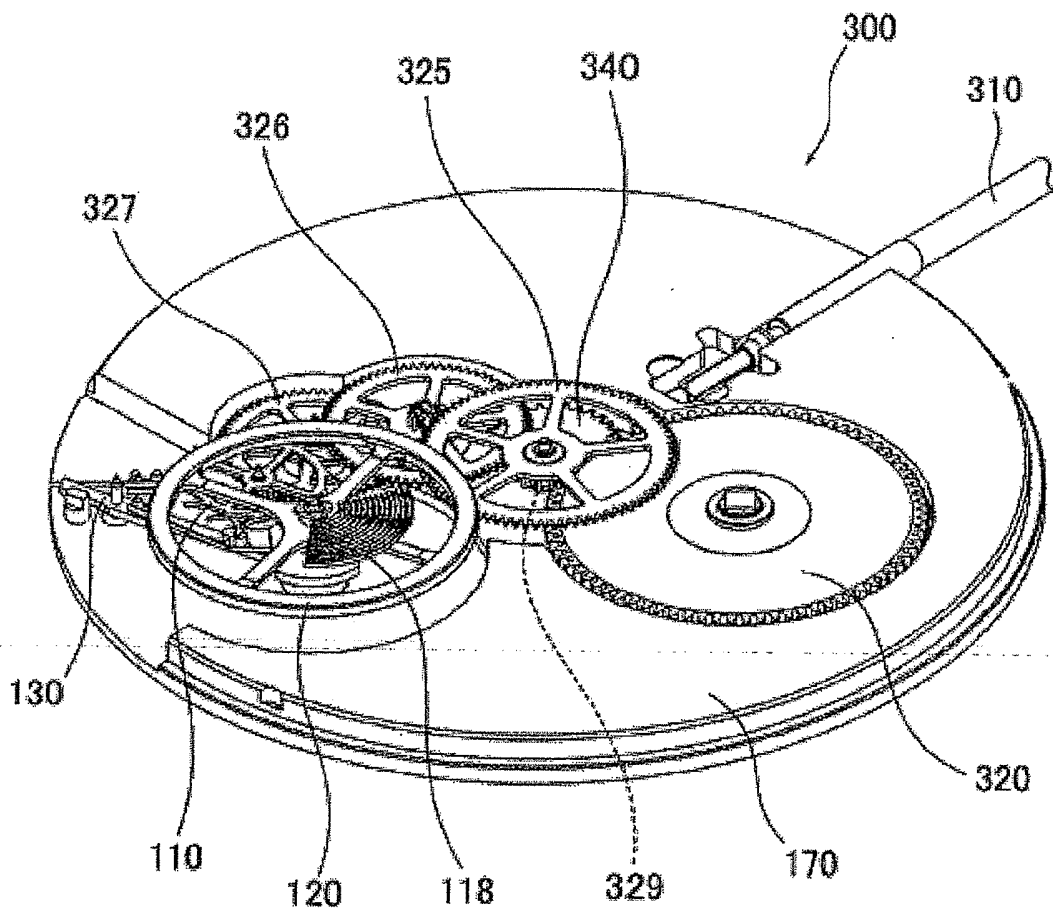


Fig. 8

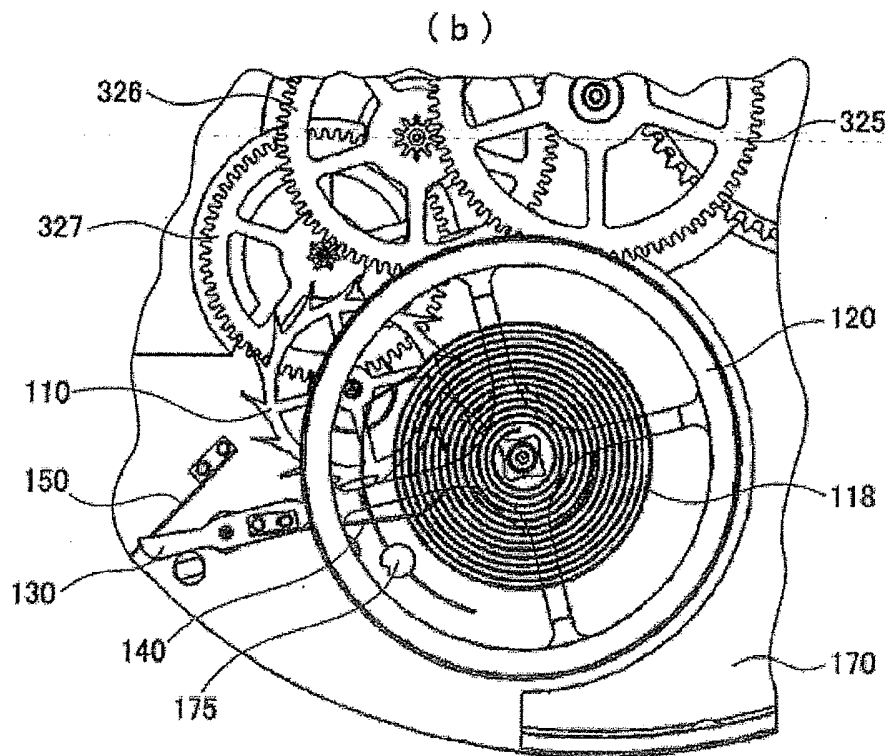
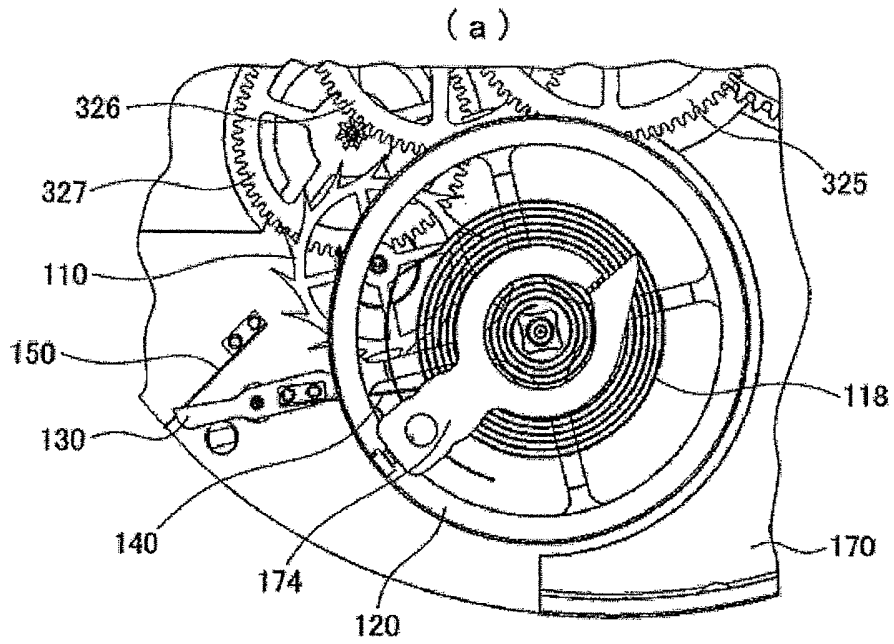


Fig. 9

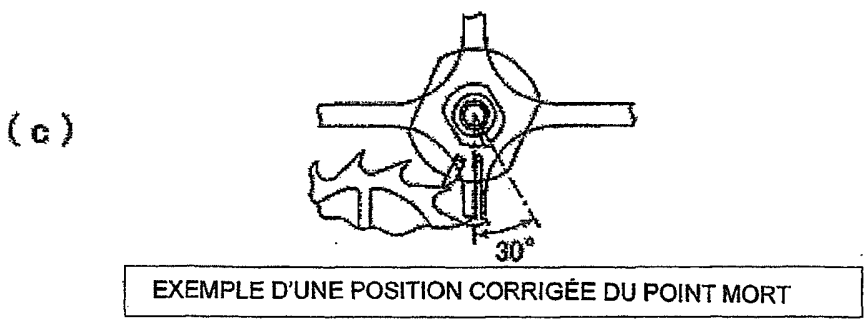
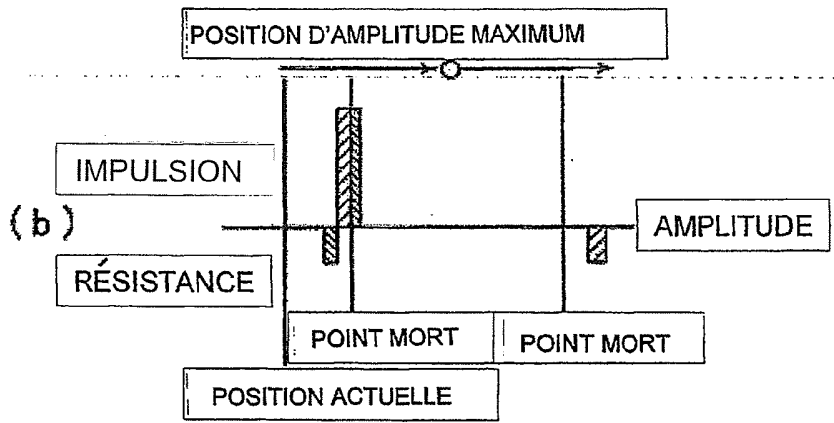
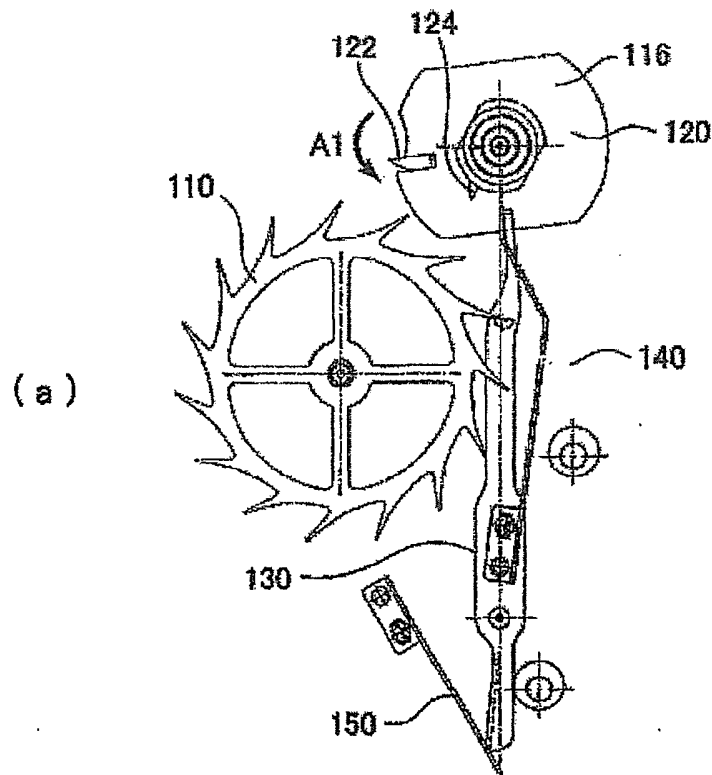


Fig. 10

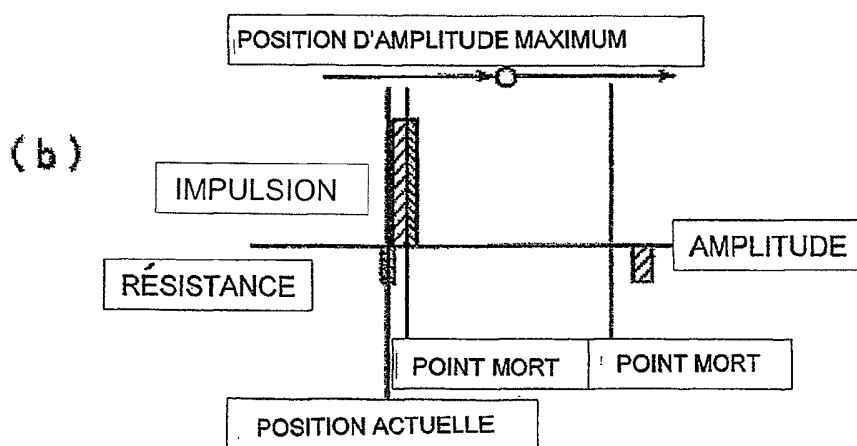
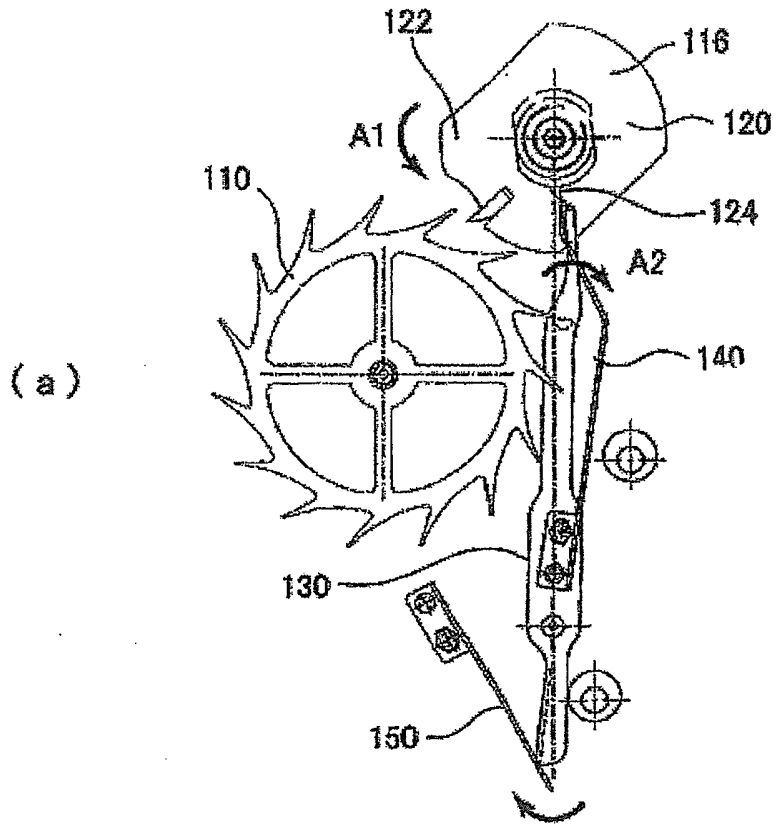


Fig. 11

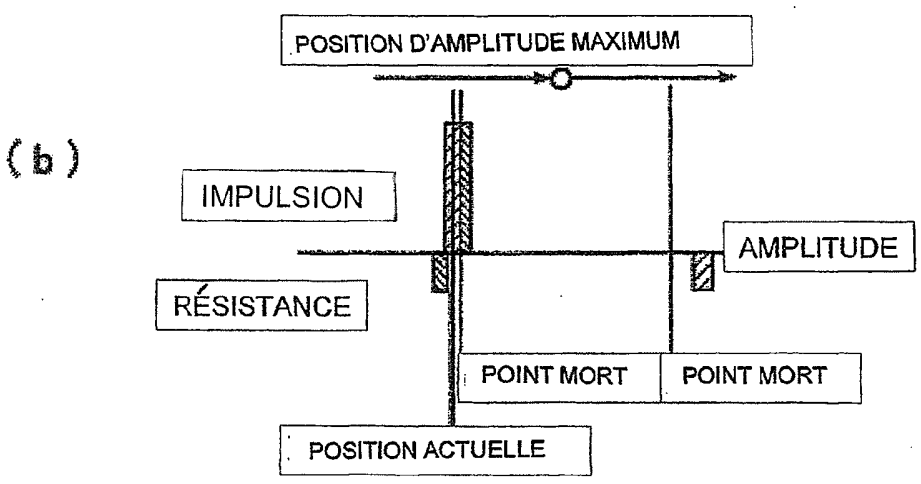
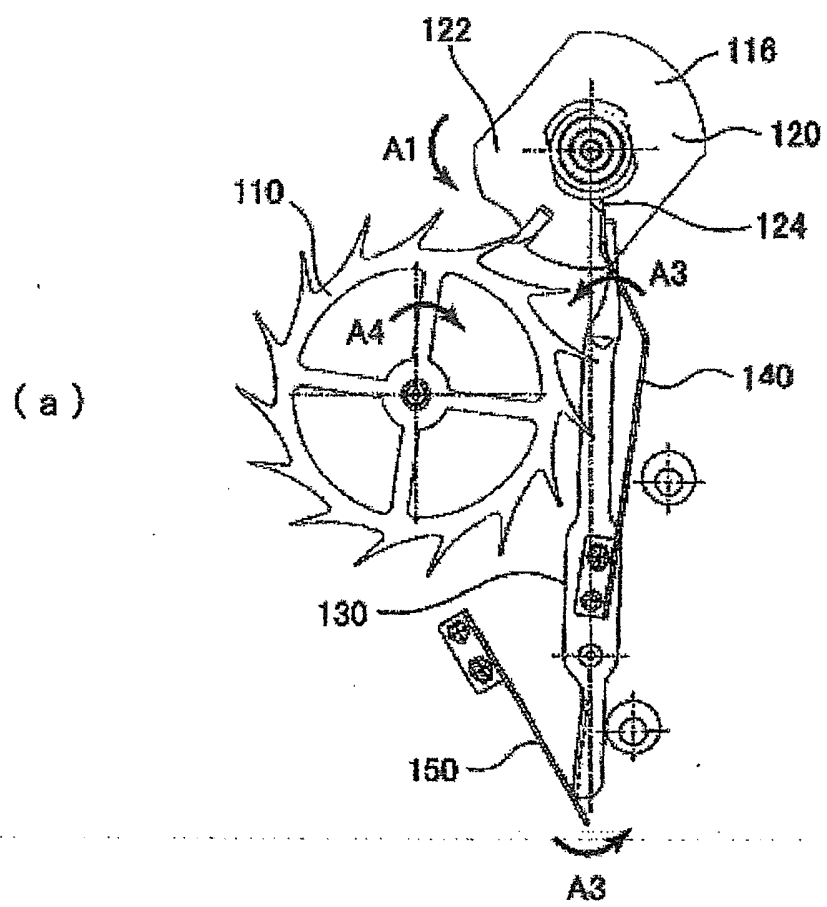


Fig. 12

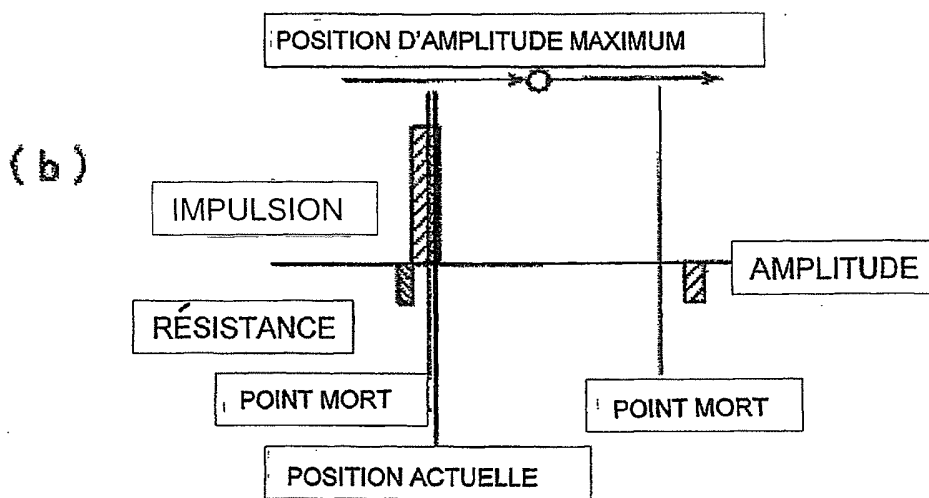
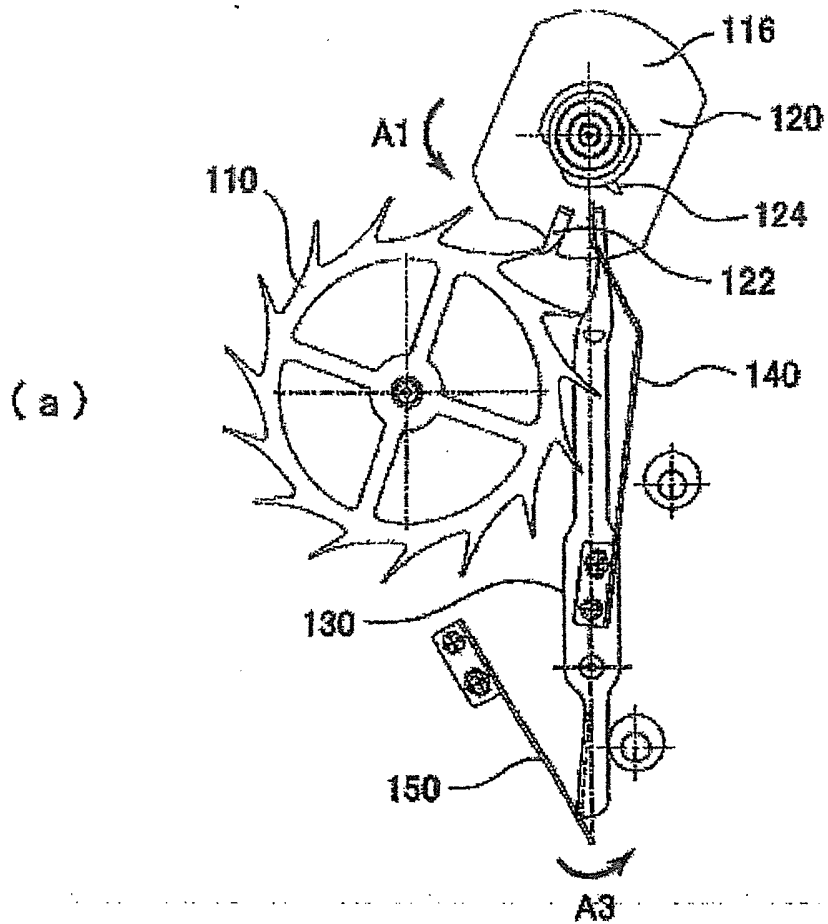


Fig. 13

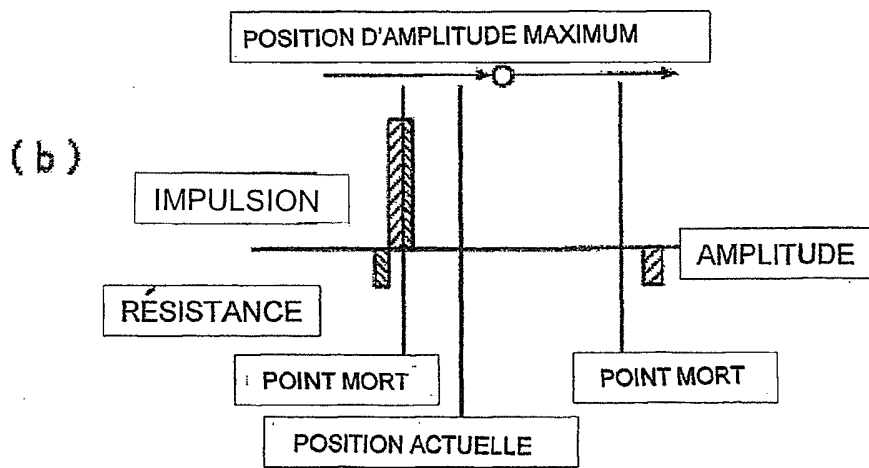
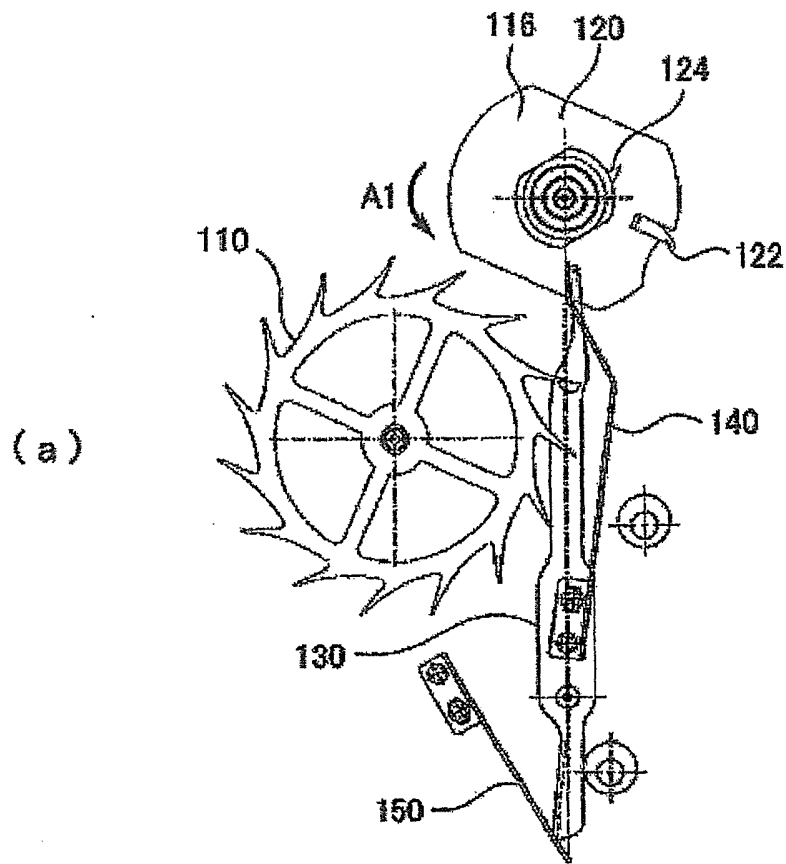


Fig. 14

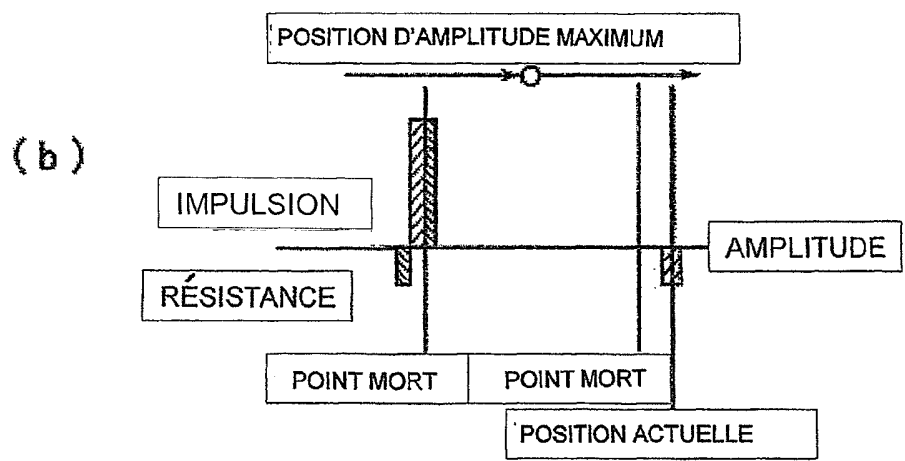
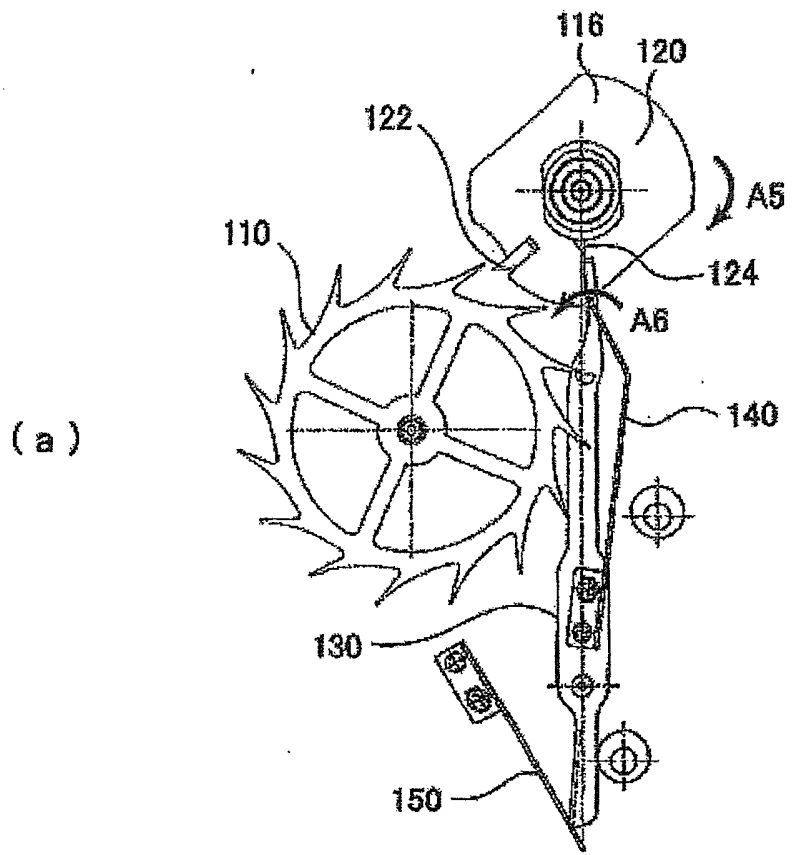
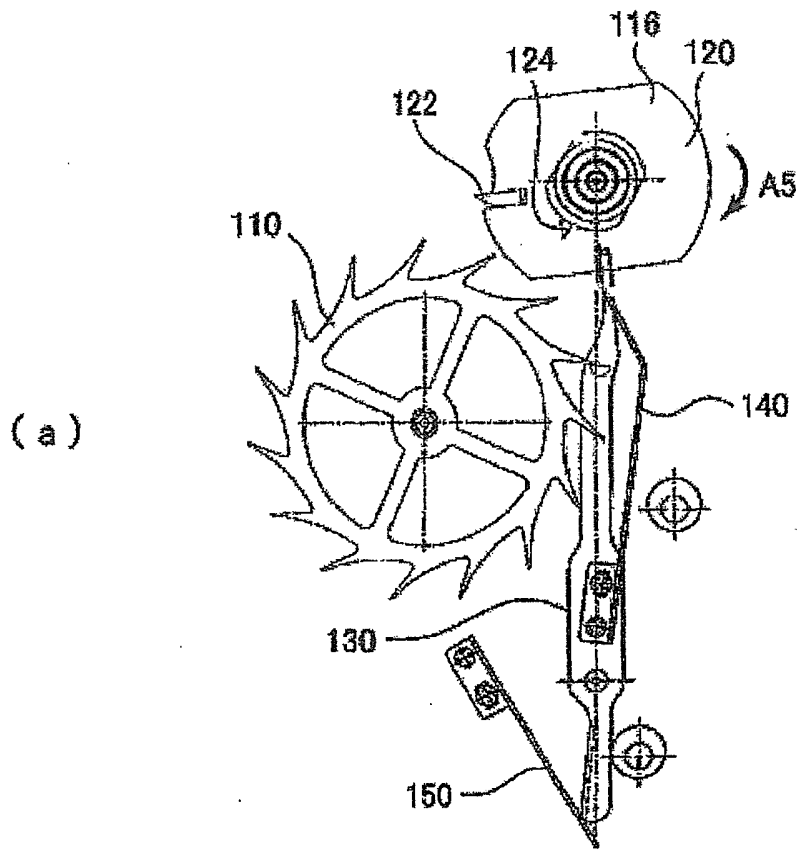


Fig. 15



(b)

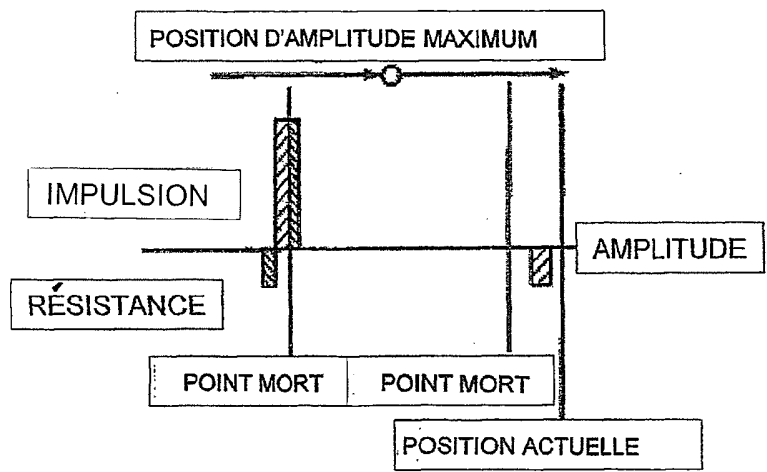


Fig. 16

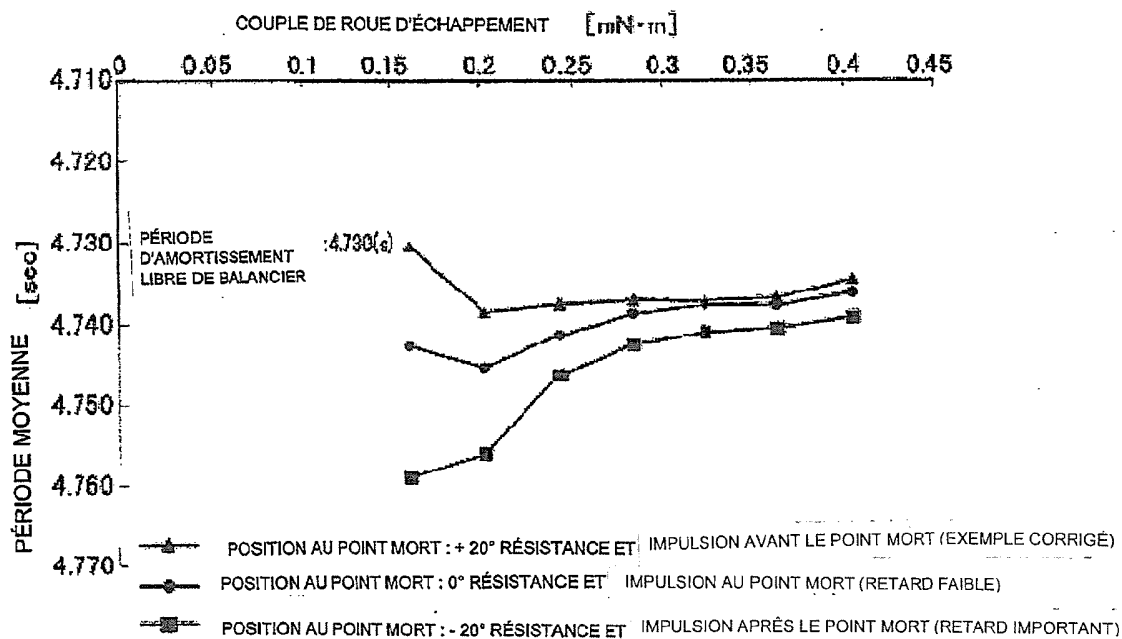


Fig. 17

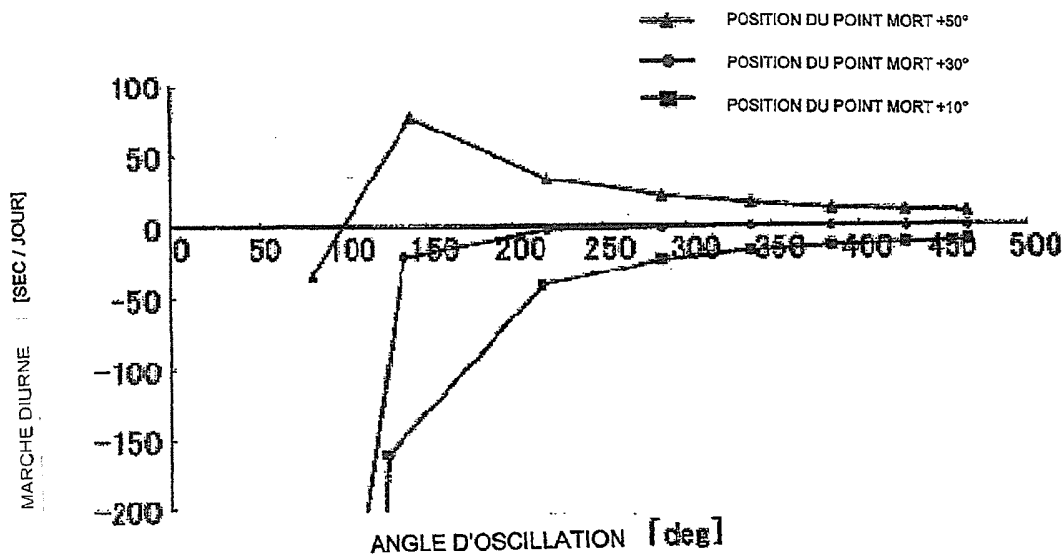
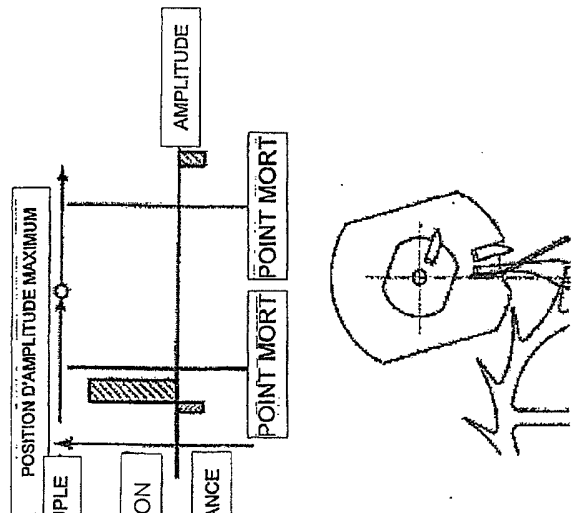


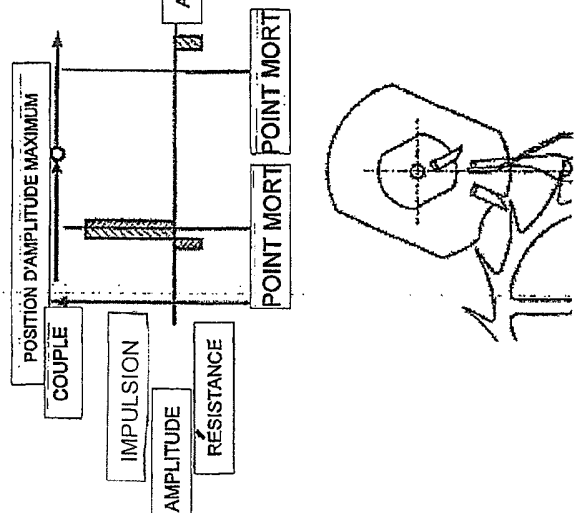
Fig. 18

(c)



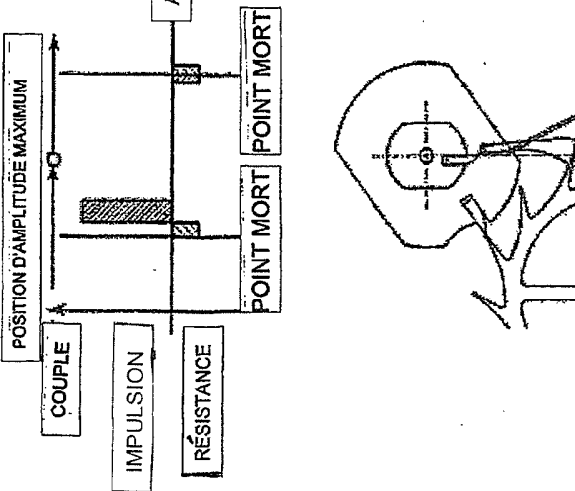
EXEMPLE COMPARATIF 2
(EXEMPLE DE 60°)

(b)



EXEMPLE CORRIGÉ
(EXEMPLE DE 30°)

(a)



EXEMPLE COMPARATIF 1
(EXEMPLE DE 0°)

Fig. 19

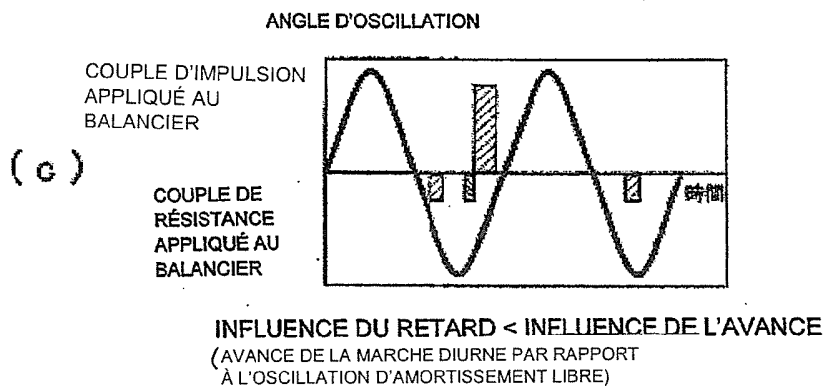
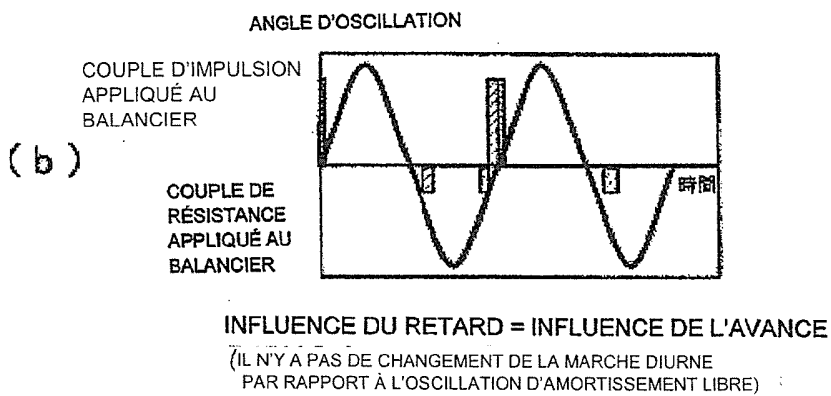
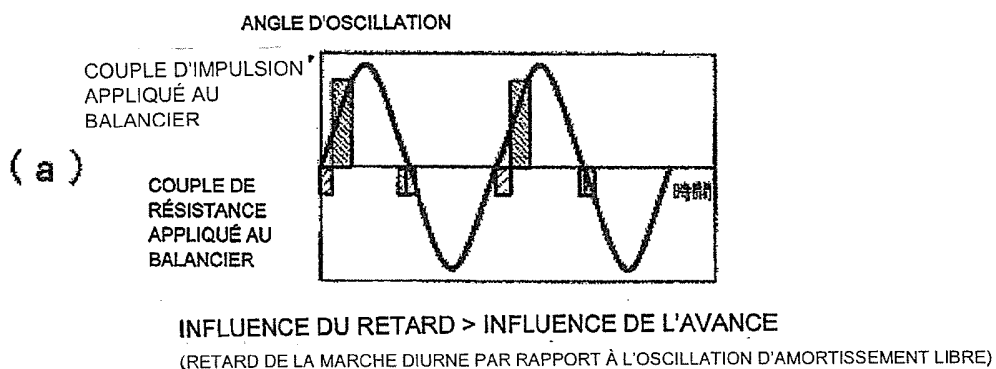


Fig. 20

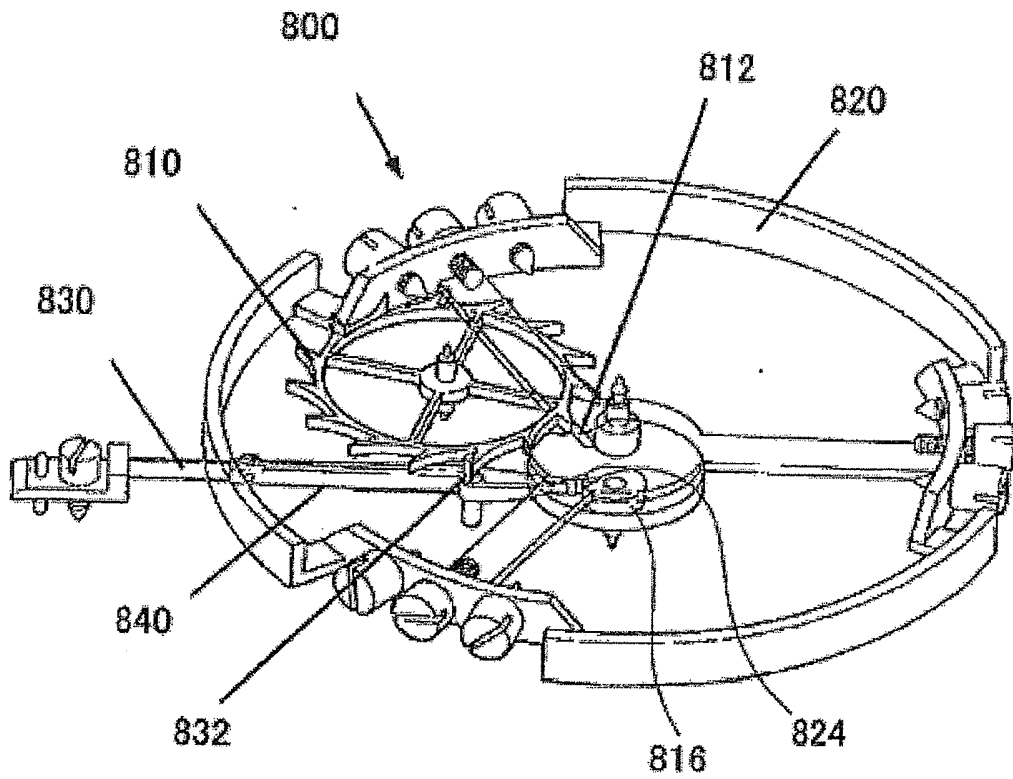


Fig. 21

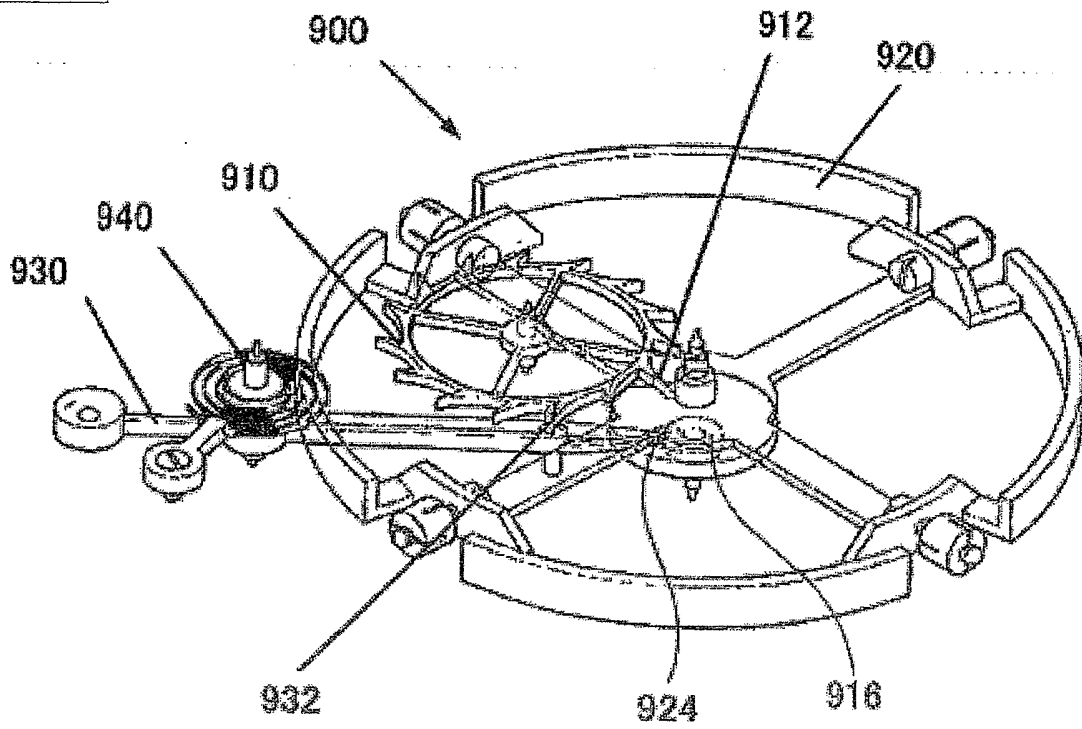


Fig. 22

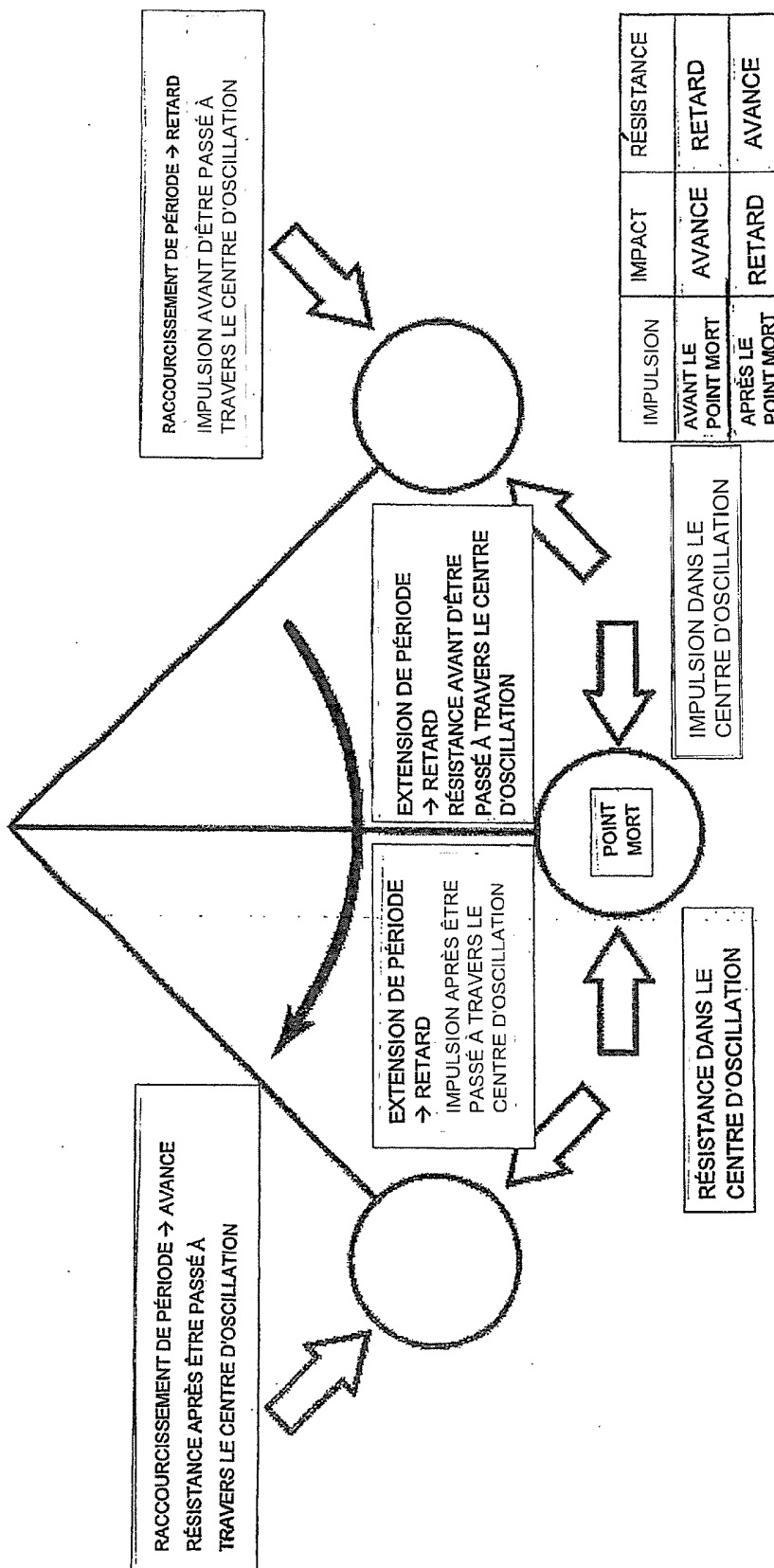


Fig. 23

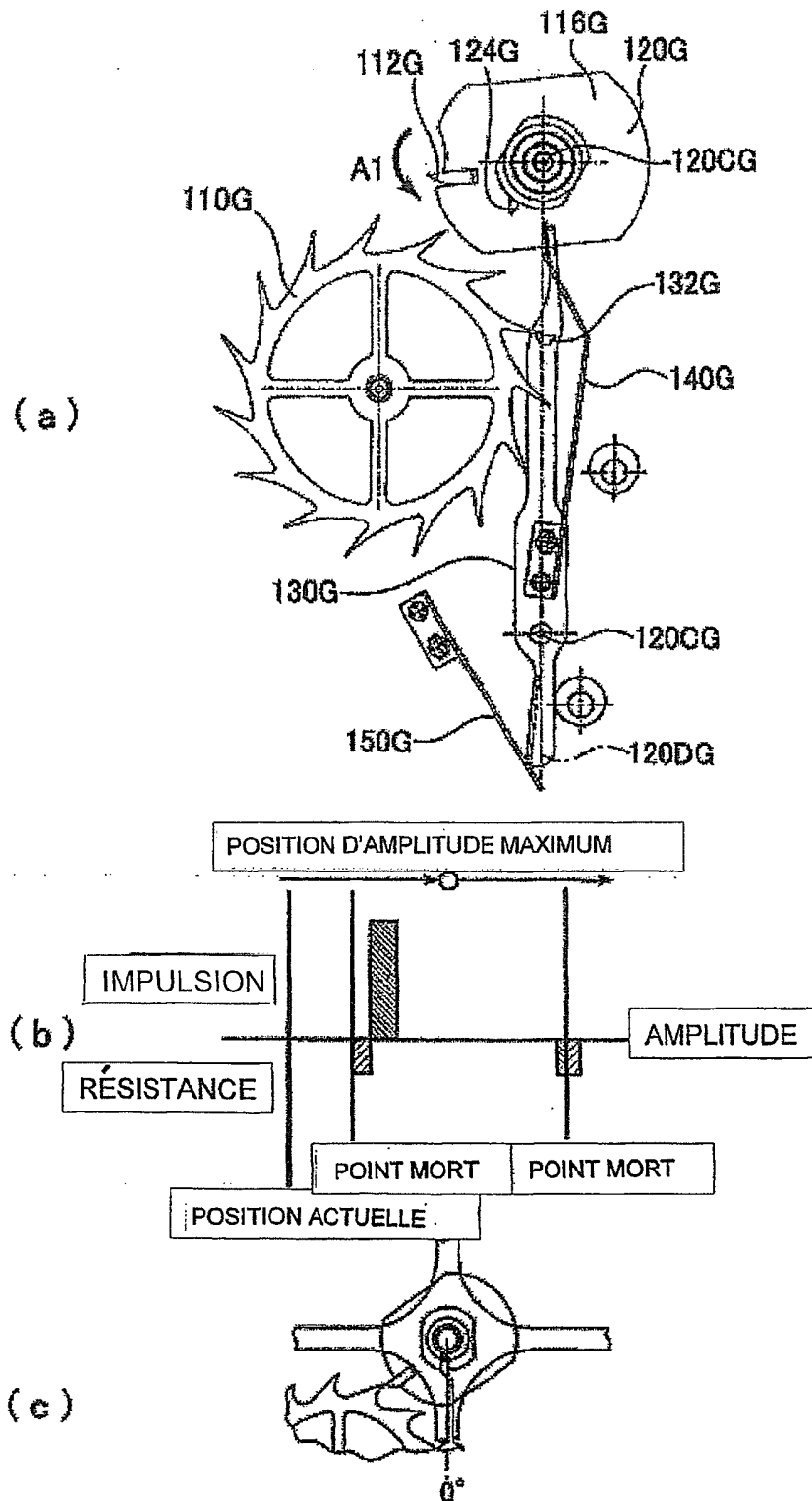


Fig. 24

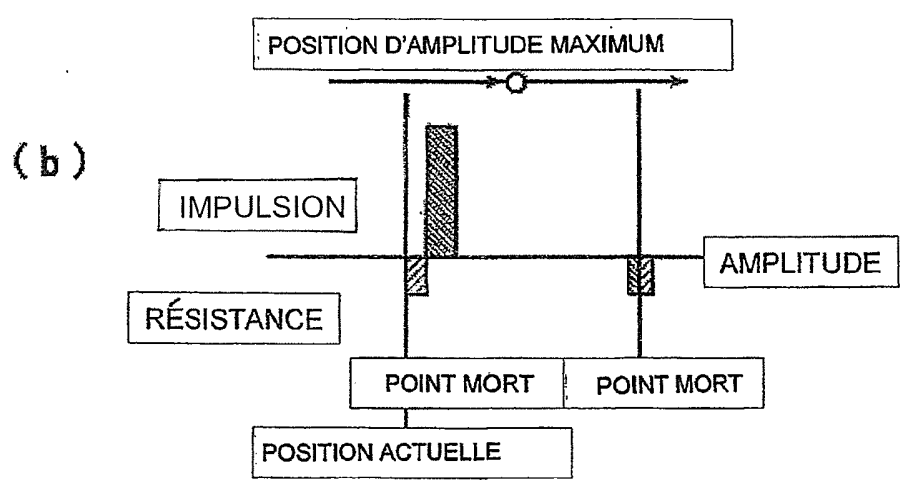
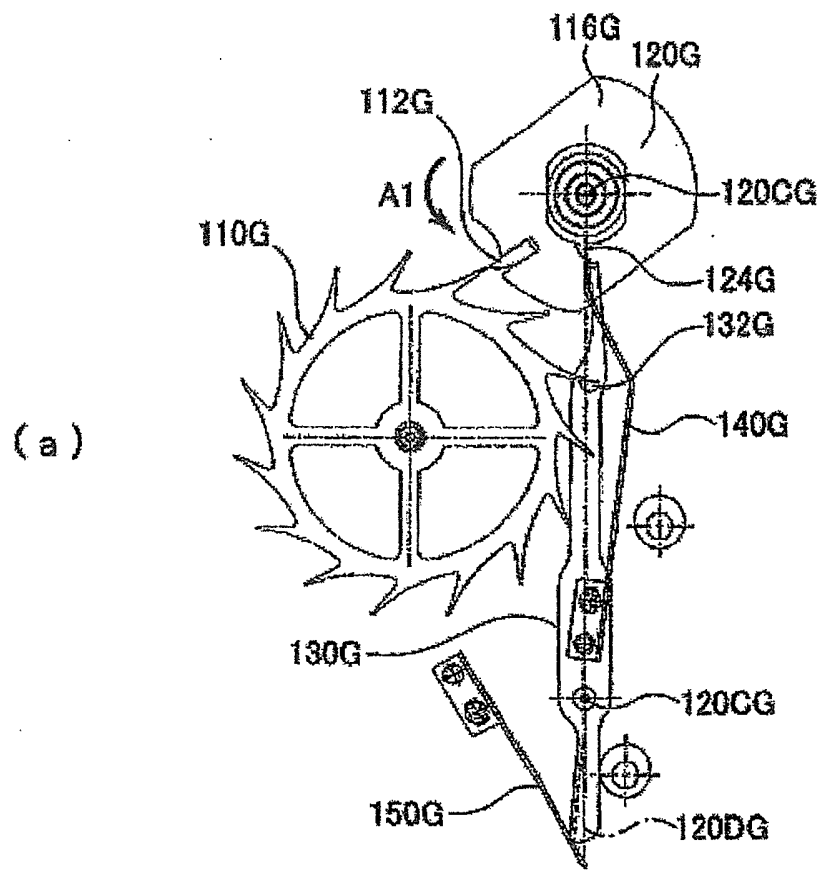


Fig. 25

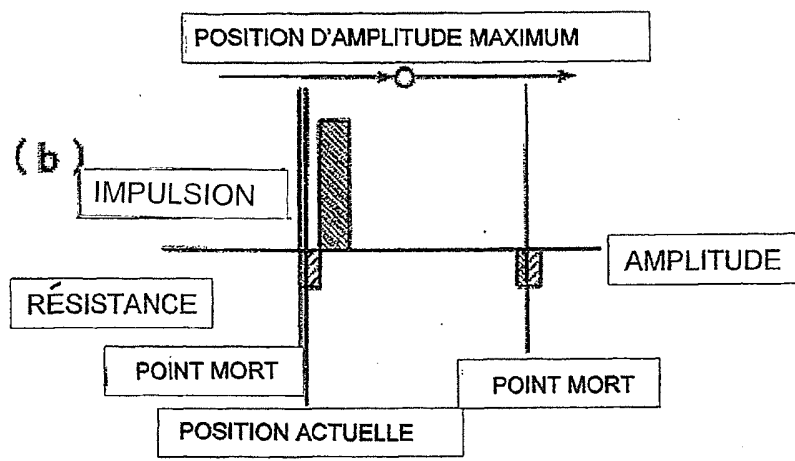
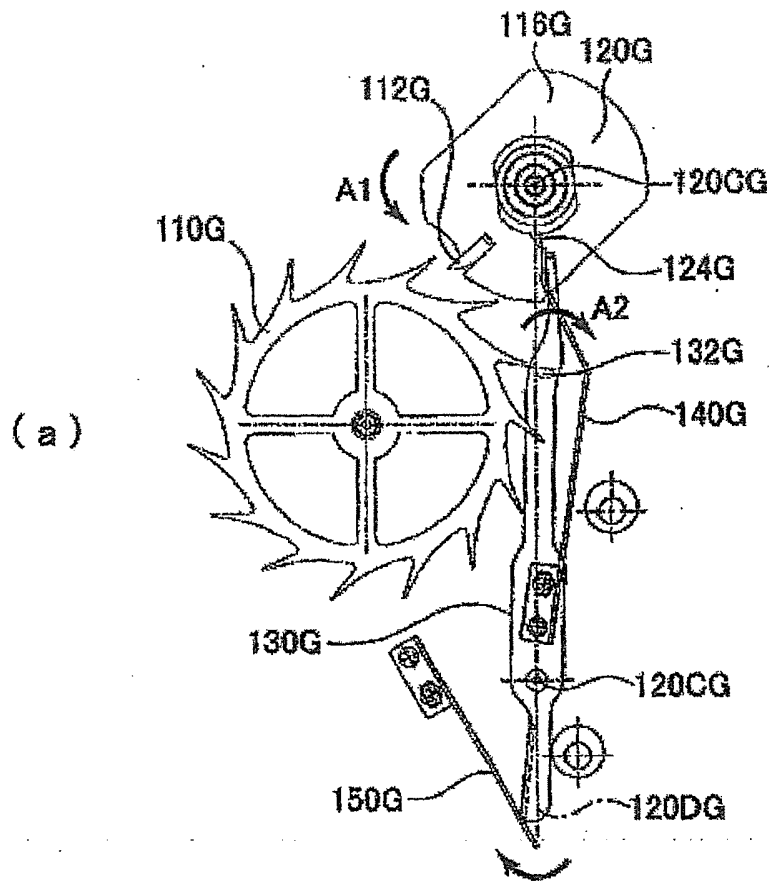


Fig. 26

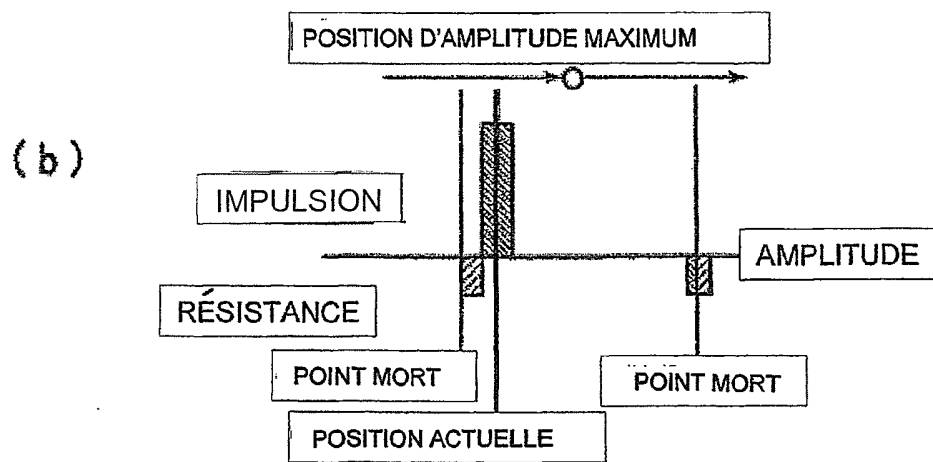
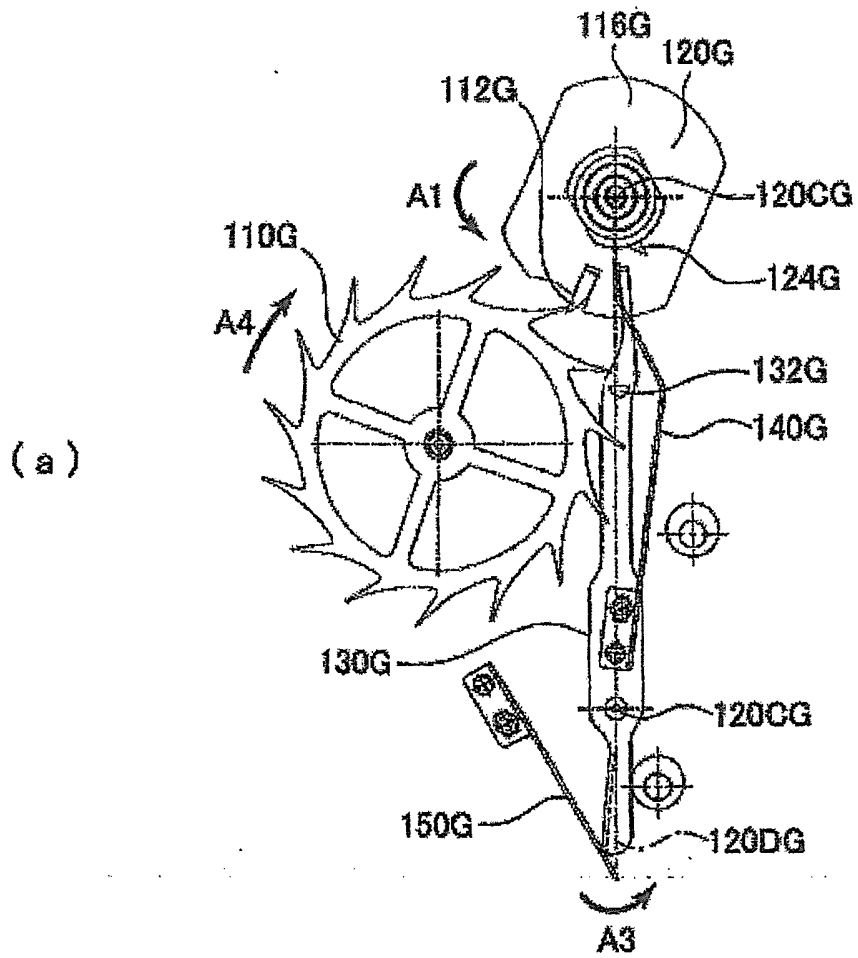


Fig. 27

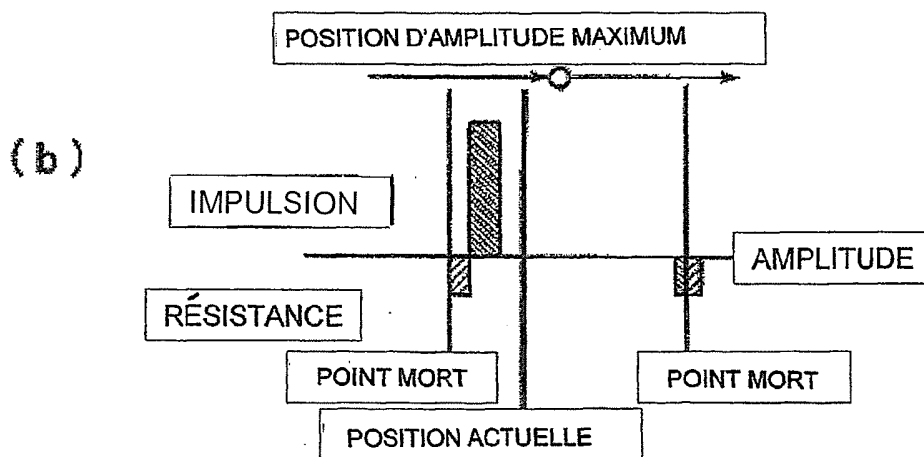
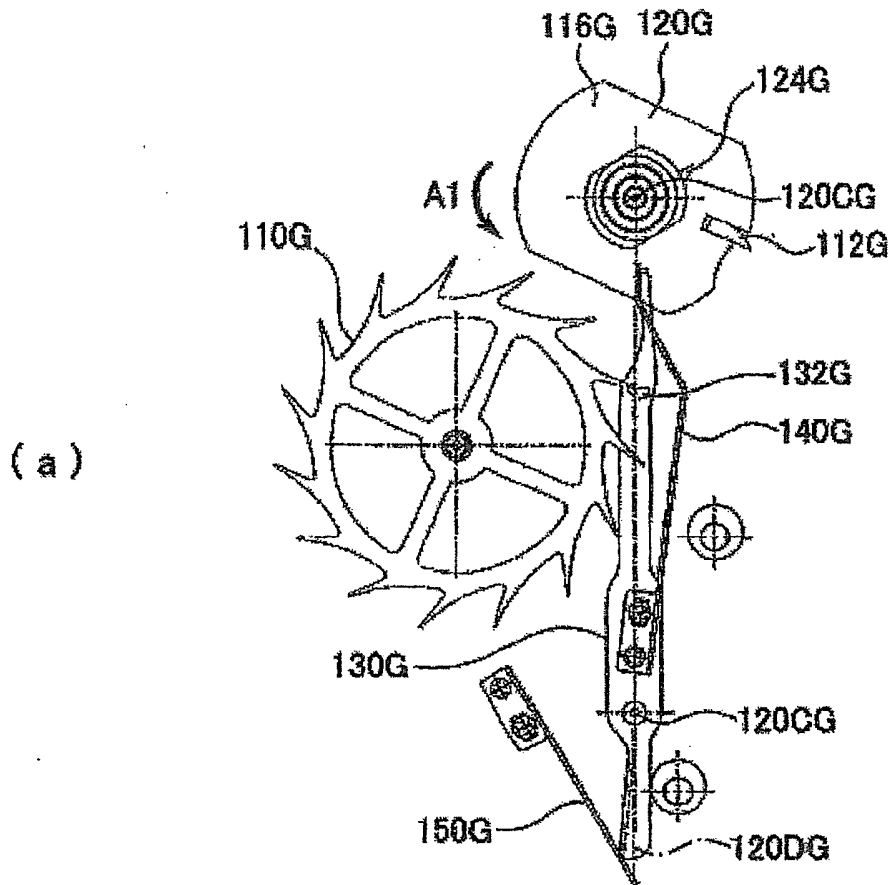


Fig. 28

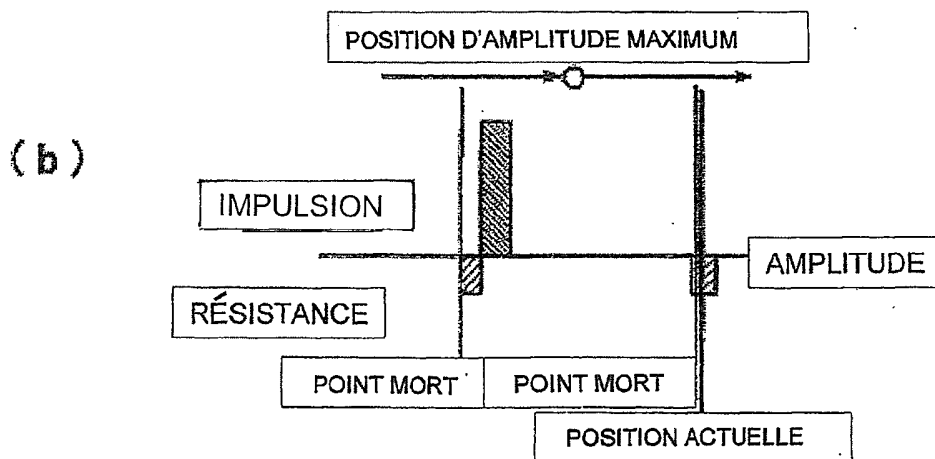
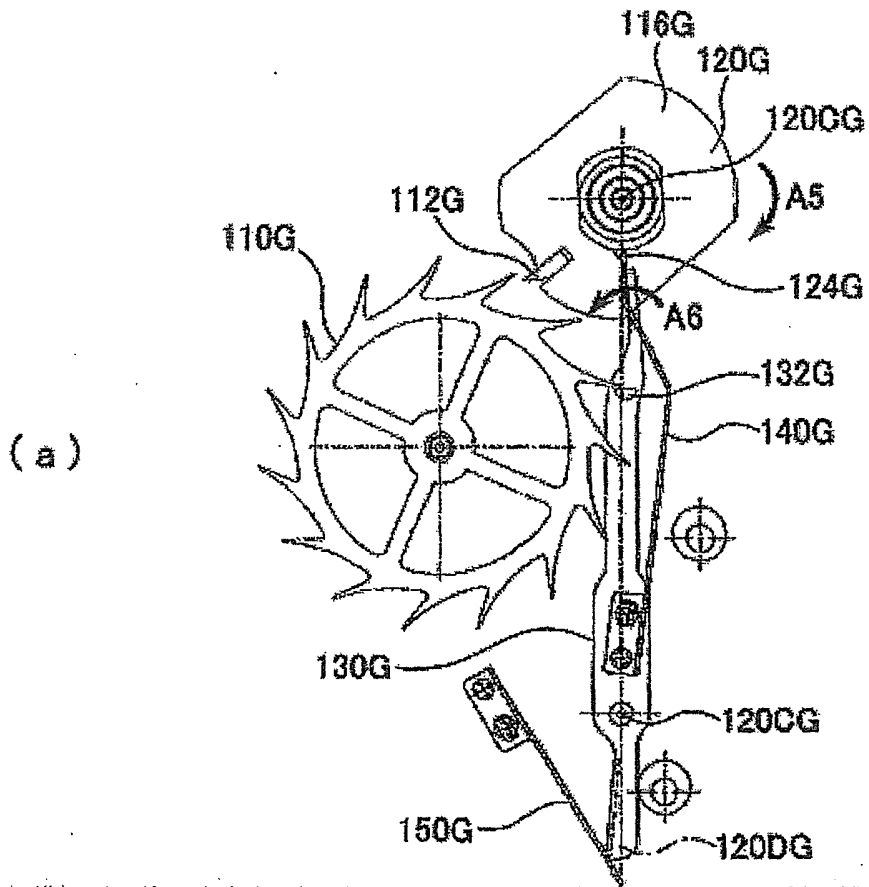


Fig. 29

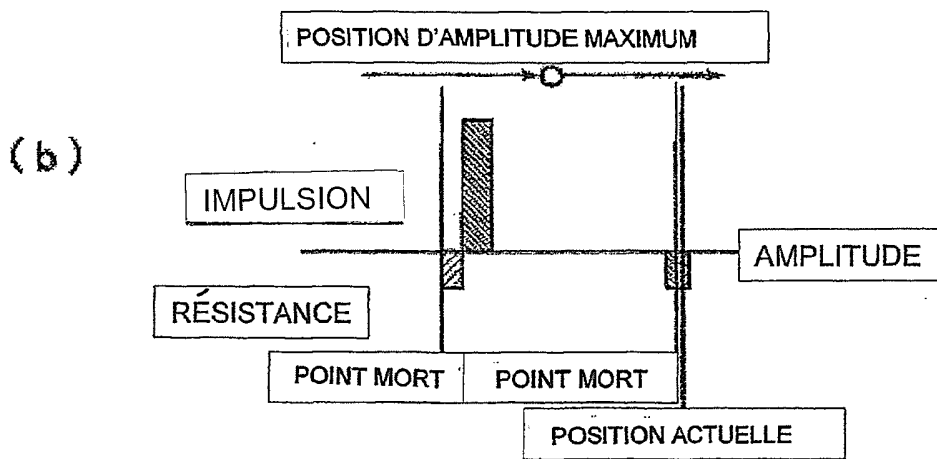
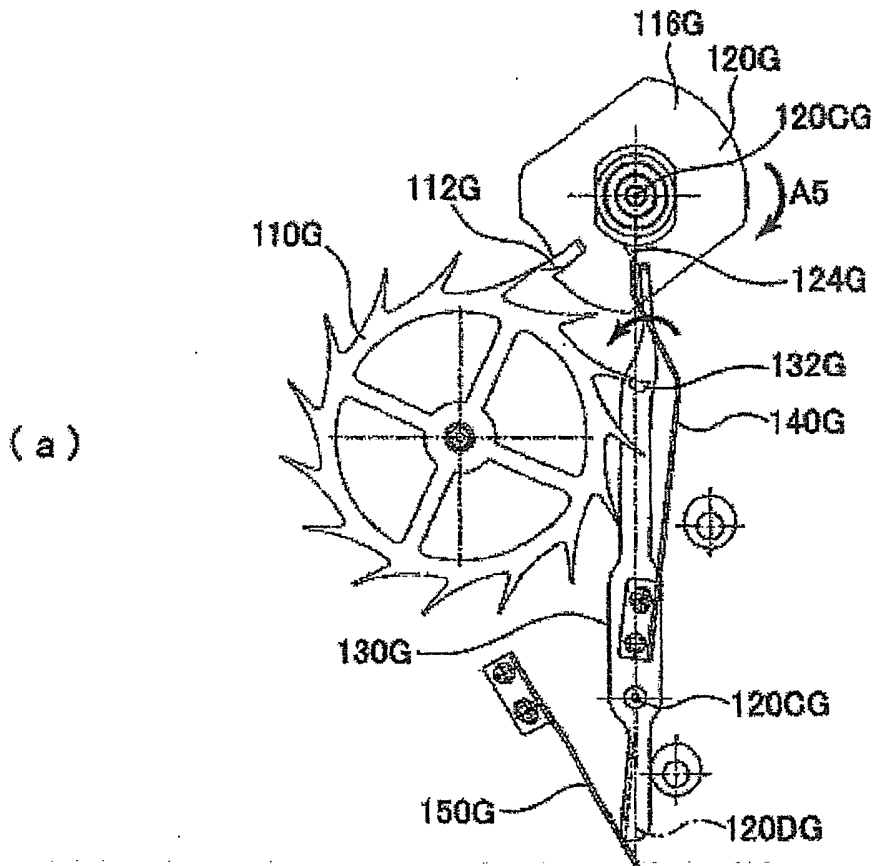


Fig. 30

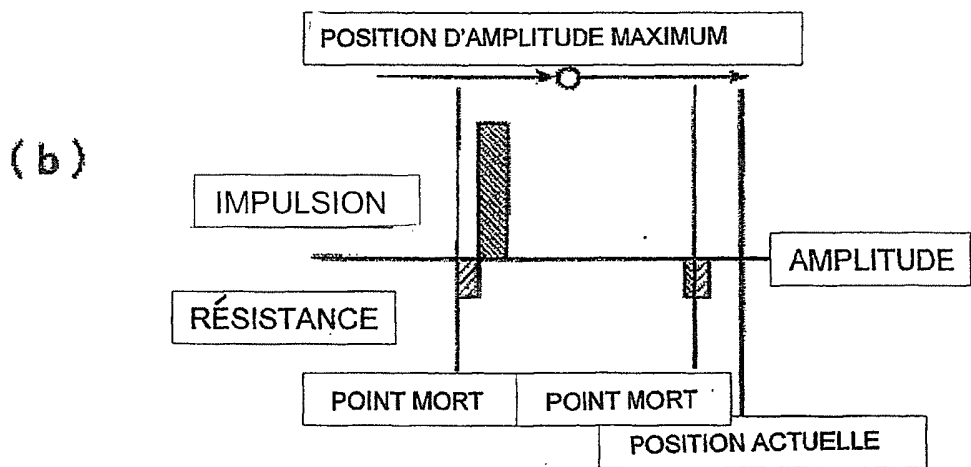
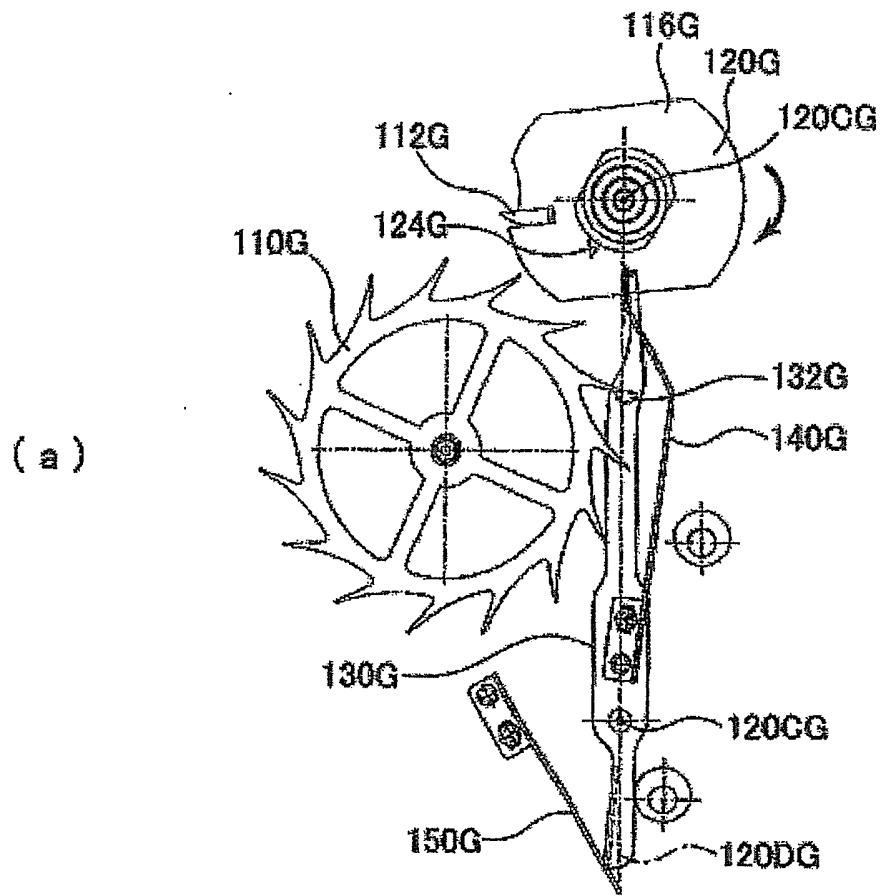


Fig. 31

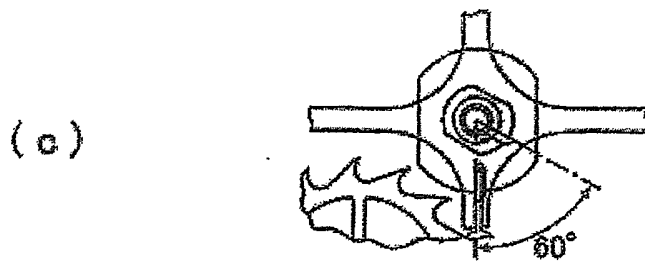
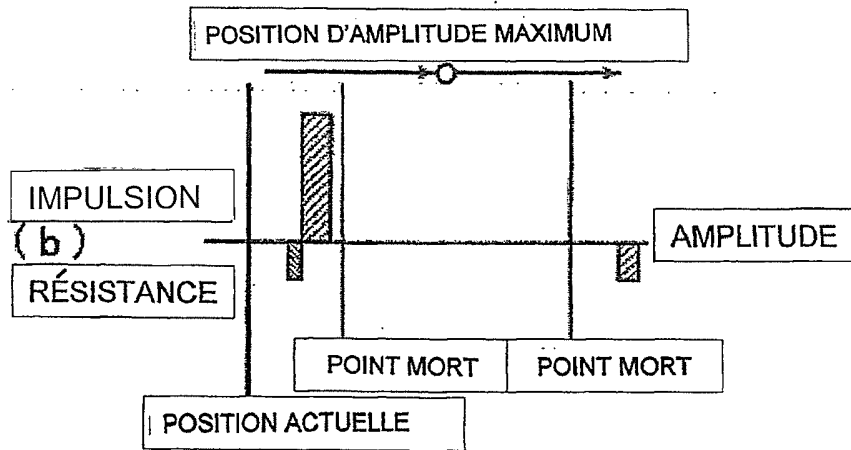
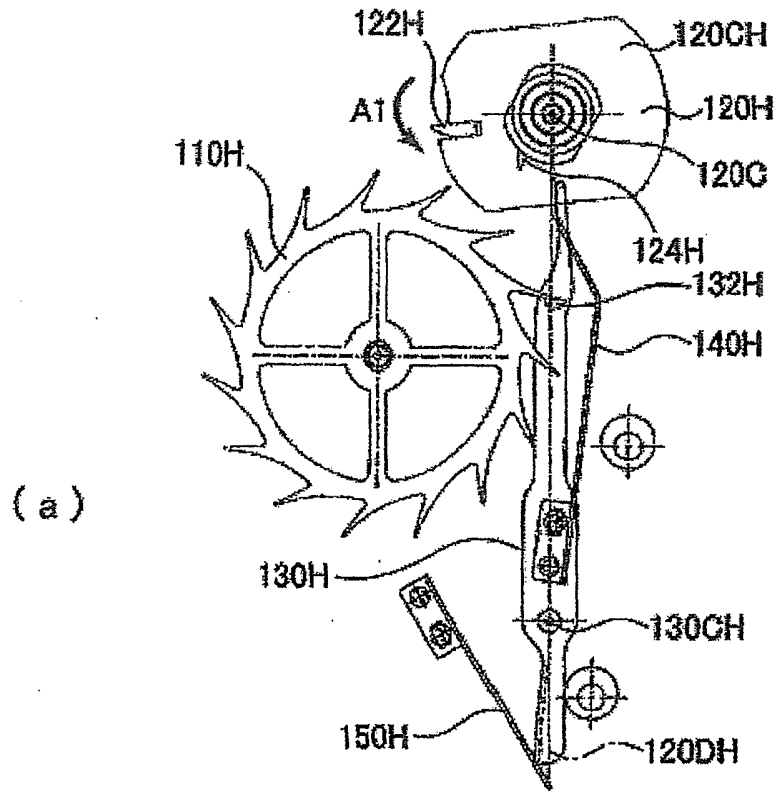


Fig. 32

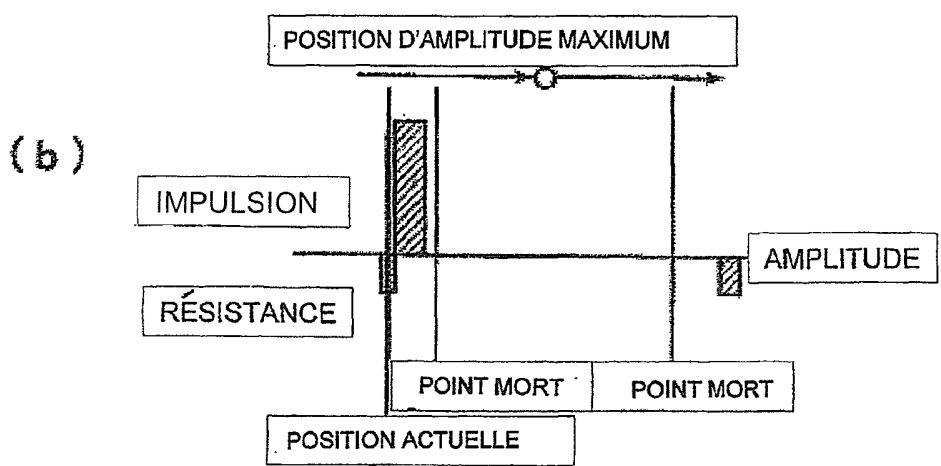
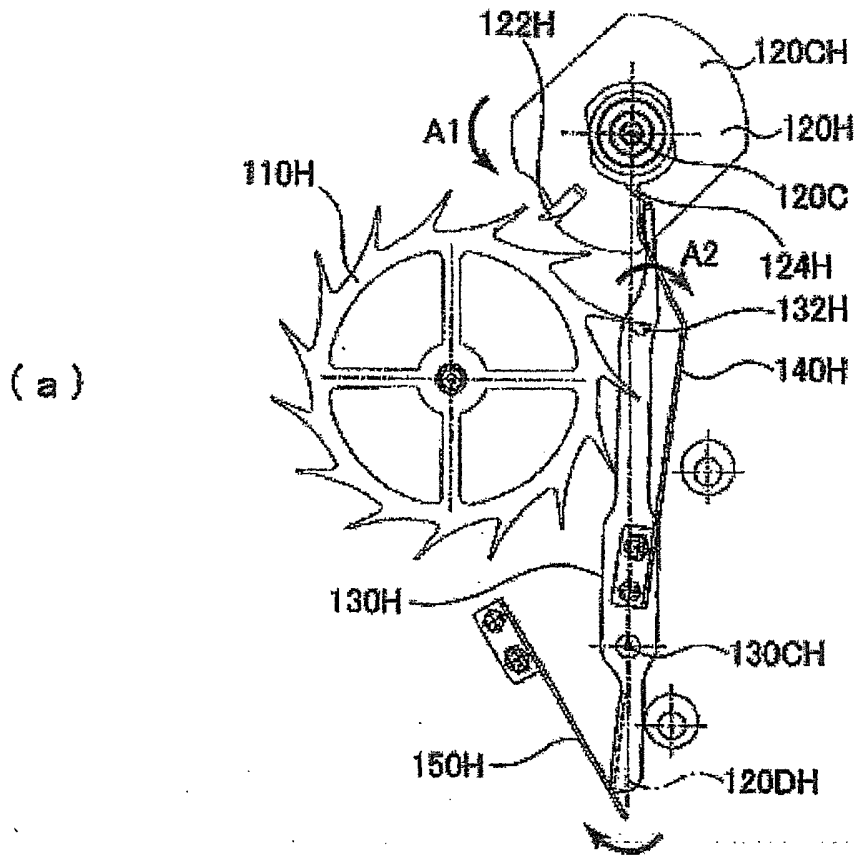


Fig. 33

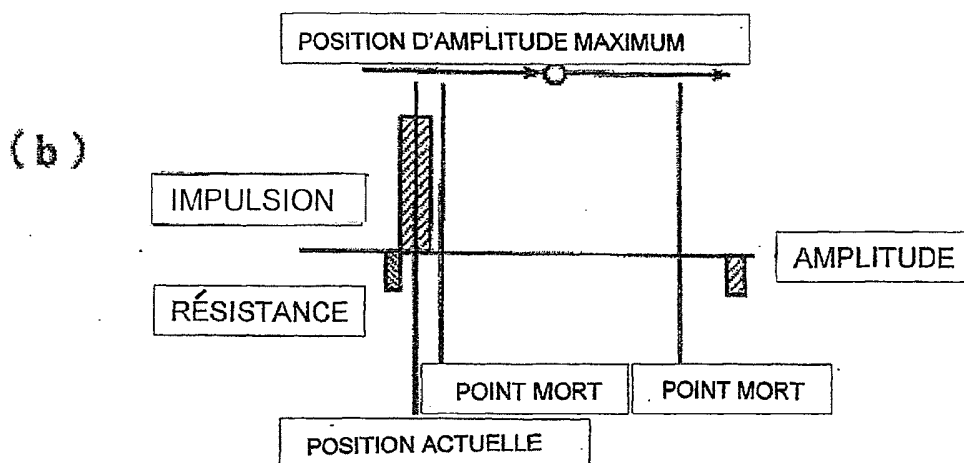
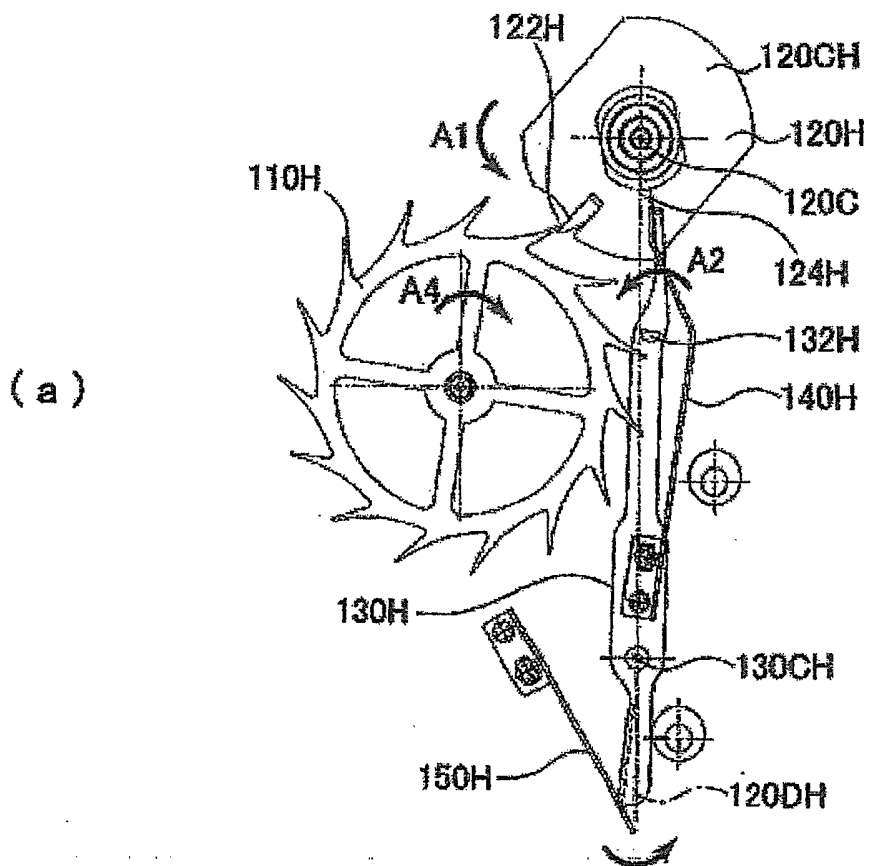


Fig. 34

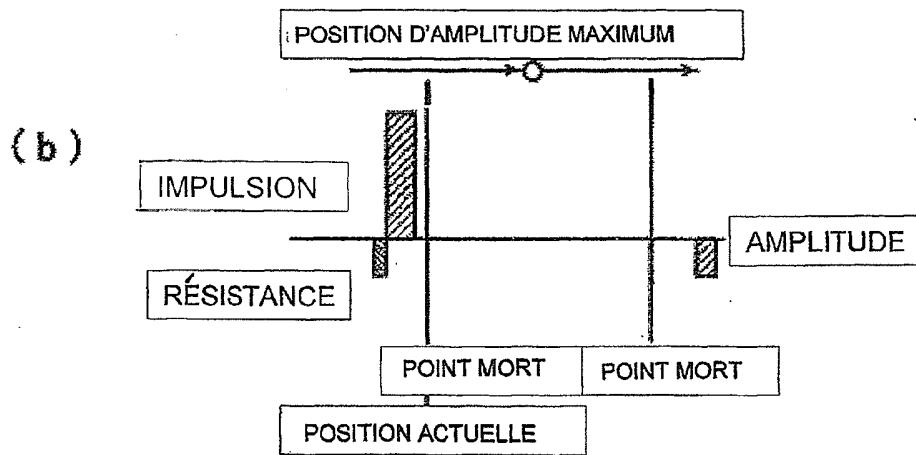
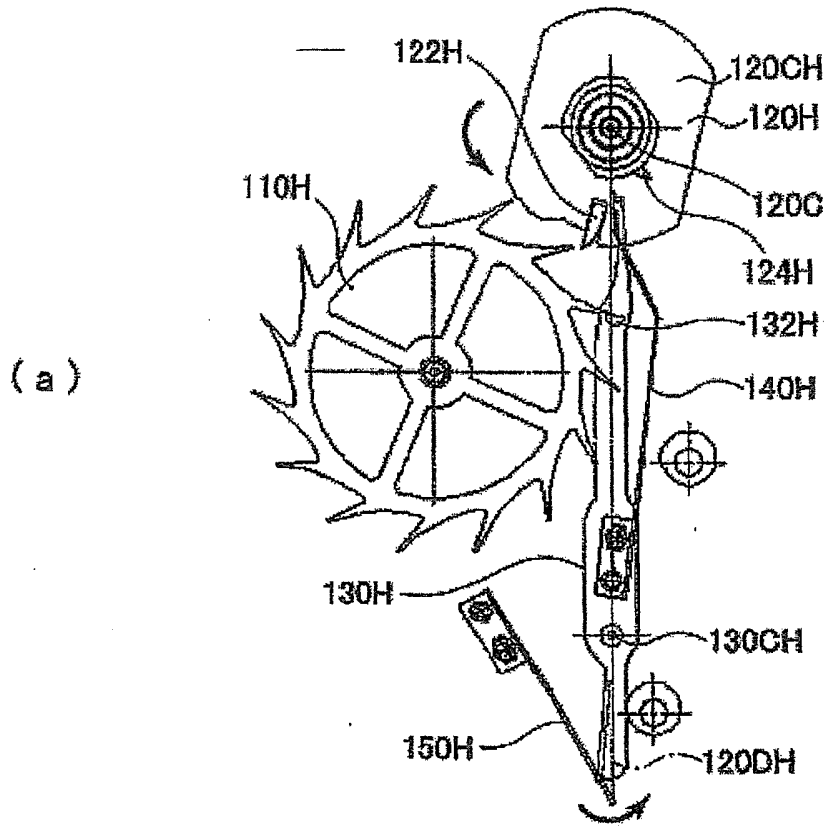


Fig. 35

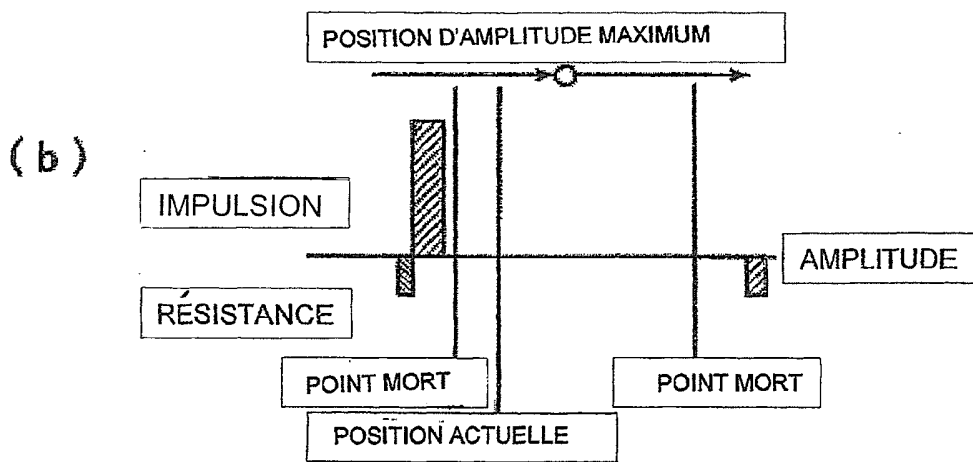
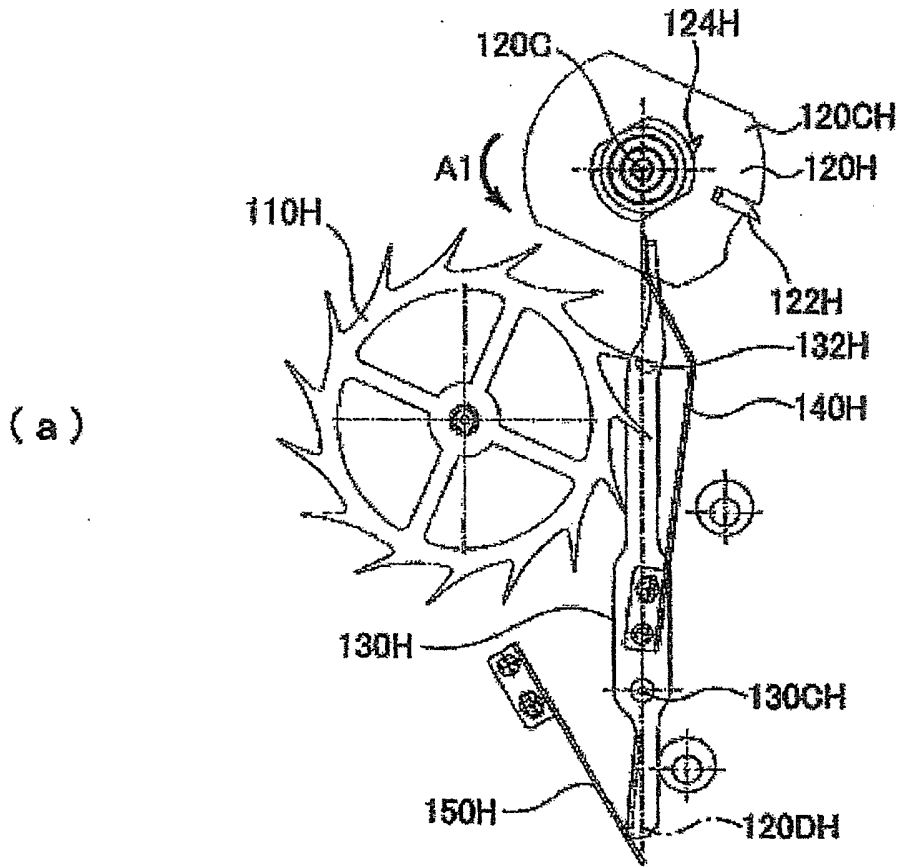


Fig. 36

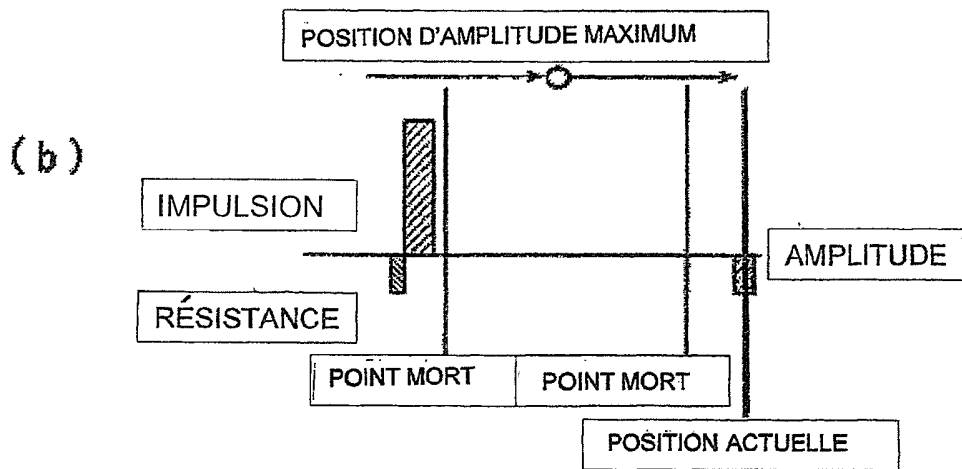
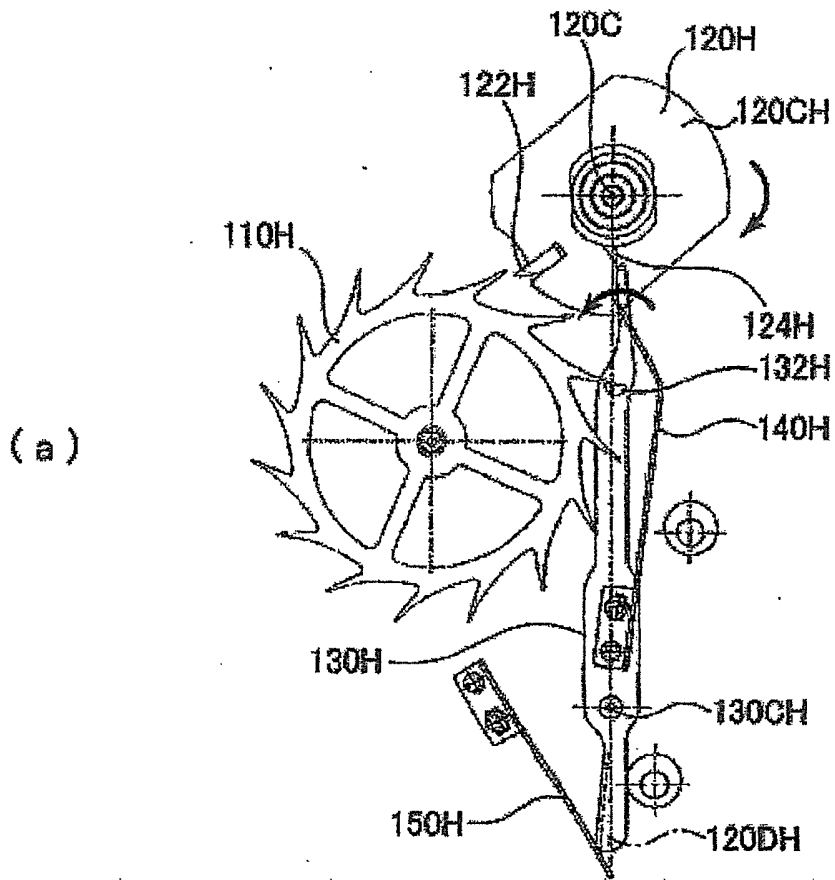


Fig. 37

