(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
16 janvier 2025 (16.01.2025)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2025/012315 A1

(51) Classification internationale des brevets :
G04B 15/08 (2006.01) *G04B 15/14* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2024/069483

(22) Date de dépôt international :
10 juillet 2024 (10.07.2024)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
23184967.0 12 juillet 2023 (12.07.2023) EP
23184968.8 12 juillet 2023 (12.07.2023) EP

(71) Déposant : **ROLEX SA** [CH/CH] ; 3-5-7 rue François Dussaud, 1211 Genève 26 (CH).

(72) Inventeurs : **COLPO, Fabiano** ; 21, chemin de Boston, 1004 Lausanne (CH). **KARLEN, Olivier** ; Chemin de Malaterraz 9, 1807 Blonay (CH). **TU, Mai Xuan** ; Chemin de la Chiésaz 19, 1024 Ecublens (CH).

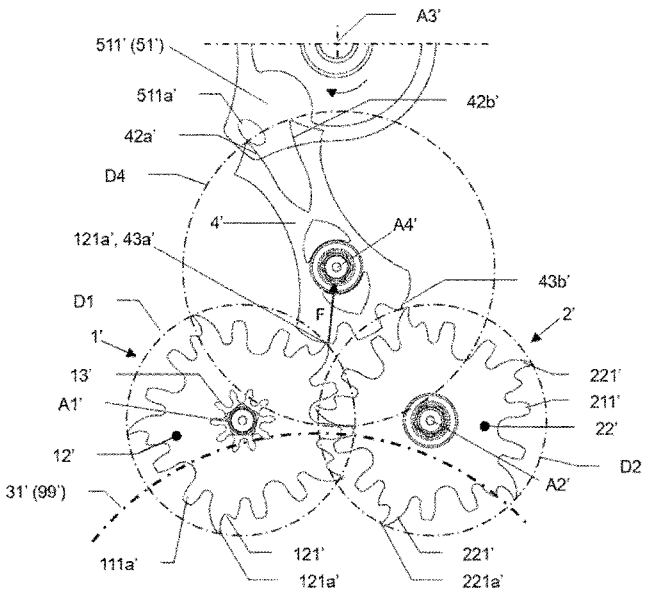
(74) Mandataire : **NOVAGRAAF INTERNATIONAL SA** et al. ; Chemin de l'Ech 3, 1213 Onex - Genève (CH).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH,

(54) **Title:** METHOD FOR MAINTAINING THE OSCILLATIONS OF AN OSCILLATOR OF A TIMEPIECE

(54) **Titre :** MÉTHODE D'ENTRETIEN DES OSCILLATIONS D'UN OSCILLATEUR D'UNE PIÈCE D'HORLOGERIE

[Fig. 1]



(57) **Abstract:** Method for maintaining the oscillations of an oscillator of a timepiece, the timepiece comprising at least: - an oscillator, - a going train (99'), - an escapement device, comprising at least a first escapement wheel (1'), a second escapement wheel (2'), and a locking wheel (4'), the method for maintaining the oscillations comprising at least: - a first step, referred to as the first rest step, during which the first escapement wheel (T) blocks the locking wheel (4'), - a second step, referred to as the first pulse step, during which the first escapement wheel (T) drives the locking wheel (4'), - a third step, referred to as the second rest step, during which the second escapement wheel (2') blocks the locking wheel (4'), - a fourth step, referred to as the second pulse step, during which the second escapement wheel (2') drives the locking wheel (4').

WO 2025/012315 A1

[Suite sur la page suivante]

TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) **États désignés** *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

(57) Abrégé : Méthode d'entretien des oscillations d'un oscillateur d'une pièce d'horlogerie, la pièce d'horlogerie comprenant au moins : - un oscillateur, - un rouage moteur (99'), - un dispositif d'échappement, comprenant au moins un premier mobile d'échappement (1'), un deuxième mobile d'échappement (2'), et un mobile de blocage (4'), la méthode d'entretien des oscillations comprenant au moins : - une première étape dite de premier repos, au cours de laquelle le premier mobile d'échappement (T) bloque le mobile de blocage (4'), - une deuxième étape dite de première impulsion, au cours de laquelle le premier mobile d'échappement (T) entraîne le mobile de blocage (4'), - une troisième étape dite de deuxième repos, au cours de laquelle le deuxième mobile d'échappement (2') bloque le mobile de blocage (4'), - une quatrième étape dite de deuxième impulsion, au cours de laquelle le deuxième mobile d'échappement (2') entraîne le mobile de blocage (4').

DESCRIPTION

TITRE : Méthode d'entretien des oscillations d'un oscillateur d'une pièce d'horlogerie

Domaine technique de l'invention

[0001] La présente invention concerne de manière générale les dispositifs d'échappement agencés entre un rouage moteur et un oscillateur d'une pièce d'horlogerie, et en particulier, la présente invention concerne une méthode d'entretien des oscillations d'un oscillateur d'une pièce d'horlogerie. Selon un aspect particulier, la présente invention concerne une méthode d'entretien des oscillations d'un oscillateur d'une pièce d'horlogerie comprenant un dispositif d'échappement à entraînement tangentiel à deux alternances actives.

État de la technique

[0002] Il est connu dans l'art antérieur des dispositifs d'échappement et d'entretien des oscillations d'un oscillateur de pièce d'horlogerie le document EP1367462A1. Ce document EP1367462A1 est relatif à un échappement disposé entre un rouage moteur et un plateau auquel est attaché un balancier d'un garde-temps, le balancier étant apte à parcourir un arc d'oscillation libre et à recevoir des impulsions d'entretien des oscillations, cet échappement comportant des première et seconde roues dentées engrenant l'une avec l'autre, l'une de ces roues étant entraînée par le rouage, et une bascule coopérant avec le plateau de l'oscillateur. Ce système peut présenter des inconvénients liés à la complexité du dispositif d'échappement lui-même, qui conduit à un faible rendement, si bien que la méthode d'entretien des oscillations n'est pas optimale. En particulier, on peut noter que dans le document EP1367462A1, une phase de dégagement de la bascule bloquée en position de repos par une des deux roues d'échappement est suivie par une phase d'impulsion donnée par l'autre roue d'échappement à la bascule. Il faut donc prévoir des ajustements précis pour éviter toute interférence. Des jeux sont toutefois nécessaires et imposent de prévoir des parcours angulaires de la bascule, et plus généralement des parties de mouvement de la bascule, au

sein desquels la bascule est sans aucun contact avec l'une ou l'autre des deux roues d'échappement, une fois cette dernière dégagée. Durant ces parcours angulaires ou parties de mouvement de la bascule, cette dernière ne reçoit donc pas d'impulsion de la part de l'une ou l'autre des deux roues d'échappement, ce qui conduit à un faible rendement.

Exposé de l'invention

[0003] Un but de la présente invention est de répondre aux inconvénients de l'art antérieur mentionnés ci-dessus et en particulier, tout d'abord, de proposer une méthode d'entretien des oscillations qui offre un bon rendement de fonctionnement.

[0004] Pour cela, un premier aspect de l'invention concerne une méthode d'entretien des oscillations d'un oscillateur d'une pièce d'horlogerie,
la pièce d'horlogerie comprenant au moins :
- un oscillateur, prévu pour présenter des oscillations périodiques,
- un rouage moteur agencé pour générer une force motrice, comprenant par exemple un ressort moteur comme un ressort de barillet,
- un dispositif d'échappement, agencé entre l'oscillateur et le rouage moteur, comprenant au moins un premier mobile d'échappement mobile en rotation, un deuxième mobile d'échappement mobile en rotation et engagé avec le premier mobile d'échappement, et un mobile de blocage mobile en rotation,
la méthode d'entretien des oscillations comprenant au moins :
- une première étape dite de premier repos, au cours de laquelle le premier mobile d'échappement coopère avec le mobile de blocage de sorte à bloquer le mobile de blocage dans une première position de blocage,
- une deuxième étape dite de première impulsion, au cours de laquelle le premier mobile d'échappement entraîne le mobile de blocage selon un premier parcours d'impulsion prédéfini,
- une troisième étape dite de deuxième repos, au cours de laquelle le deuxième mobile d'échappement coopère avec le mobile de blocage de sorte à bloquer le mobile de blocage dans une deuxième position de blocage,

- une quatrième étape dite de deuxième impulsion, au cours de laquelle le deuxième mobile d'échappement entraîne le mobile de blocage selon un deuxième parcours d'impulsion prédéfini.

[0005] Selon la méthode ci-dessus, le même mobile d'échappement participe :
- au blocage du mobile de blocage dans une position de repos,
- et immédiatement ensuite, à la transmission de l'impulsion à ce mobile de blocage.
En conséquence, une phase de repos du mobile de blocage bloqué par un des mobiles d'échappement est (immédiatement) suivie par une phase d'impulsion donnée au mobile de blocage par le même mobile d'échappement, ce qui permet de prévoir un contact continu entre le mobile de blocage et ce même mobile d'échappement, sans perte de course du mobile de blocage : le rendement est ainsi amélioré.

[0006] La méthode d'entretien peut être définie par les caractéristiques suivantes, prises individuellement ou en combinaison.

[0007] Selon un mode de réalisation, la méthode d'entretien des oscillations comprend :
- une première étape intercalaire, dite de premier déverrouillage, intercalée entre la première étape dite de premier repos et la deuxième étape dite de première impulsion, au cours de laquelle le premier mobile d'échappement et le mobile de blocage pivotent dans un même premier sens de rotation, et/ou
- une deuxième étape intercalaire, dite de deuxième déverrouillage, intercalée entre la troisième étape dite de deuxième repos et la quatrième étape dite de deuxième impulsion, au cours de laquelle le deuxième mobile d'échappement et le mobile de blocage pivotent dans un même deuxième sens de rotation. Selon un mode de réalisation, le premier déverrouillage, et/ou le deuxième déverrouillage peut(vent) être respectivement appelé(s) premier dégagement, et/ou deuxième dégagement.

[0008] Selon un mode de réalisation :
- la première étape intercalaire est provoquée par une première action de dégagement effectuée par un organe de l'oscillateur, pivotant de préférence selon le deuxième sens de rotation, sur le mobile de blocage,
- la deuxième étape intercalaire est provoquée par une deuxième action de dégagement effectuée par un organe de l'oscillateur, pivotant de préférence selon le premier sens de rotation, sur le mobile de blocage. On peut noter que la première action de dégagement et la deuxième action de dégagement peuvent être effectuées par un organe de l'oscillateur identique ou différent (par exemple, on peut prévoir une même cheville de plateau, ou alternativement, on peut prévoir deux portions différentes du plateau ou du balancier, par exemple deux chevilles distinctes).

[0009] Selon un mode de réalisation :
- au cours de la deuxième étape dite de première impulsion, le premier mobile d'échappement et le mobile de blocage pivotent selon des sens de rotation opposés, et/ou
- au cours de la quatrième étape dite de deuxième impulsion, le deuxième mobile d'échappement et le mobile de blocage pivotent selon des sens de rotation opposés.

[00010] Selon un mode de réalisation :
- une même première portion d'échappement du premier mobile d'échappement coopère et/ou reste en contact avec le mobile de blocage pour effectuer la première étape dite de premier repos et la deuxième étape dite de première impulsion,
- une même deuxième portion d'échappement du deuxième mobile d'échappement coopère et/ou reste en contact avec le mobile de blocage pour effectuer la troisième étape dite de deuxième repos et la quatrième étape dite de deuxième impulsion.

[00011] Selon un mode de réalisation,
le mobile de blocage comprend :

- une première portion surfacique de blocage et une première portion d'entrée d'impulsion,
- une deuxième portion surfacique de blocage et une deuxième portion d'entrée d'impulsion,

le premier mobile d'échappement comprenant des premières dents de blocage et une pluralité de premières surfaces de blocage chacune agencées sur une des premières dents de blocage pour pouvoir bloquer le mobile de blocage dans la première position de blocage,

le deuxième mobile d'échappement comprenant des deuxièmes dents de blocage et une pluralité de deuxièmes surfaces de blocage chacune agencées sur une des deuxièmes dents de blocage pour pouvoir bloquer le mobile de blocage dans la deuxième position de blocage,

et dans la méthode d'entretien des oscillations :

- lors du passage de la première étape dite de premier repos à la deuxième étape dite de première impulsion, la première surface de blocage bloquant le mobile de blocage dans la première position de blocage, passe d'un contact avec la première portion surfacique de blocage vers un contact avec la première portion d'entrée d'impulsion en passant un premier bec de repos séparant ces deux premières portions,
- lors du passage de la troisième étape dite de deuxième repos à la quatrième étape dite de deuxième impulsion, la deuxième surface de blocage bloquant le mobile de blocage dans la deuxième position de blocage, passe d'un contact avec la deuxième portion surfacique de blocage vers un contact avec la deuxième portion d'entrée d'impulsion en passant un deuxième bec de repos séparant ces deux deuxièmes portions.

[00012] En particulier, on peut noter que :

- la première portion surfacique de blocage est adjacente à la première portion d'entrée d'impulsion, en particulier, la première portion surfacique de blocage est juste séparée de la première portion d'entrée d'impulsion par le premier bec de repos (le premier bec de repos étant typiquement formé par une portion angulaire ou arrondie formée par l'intersection ou la frontière de

la première portion surfacique de blocage et de la première portion d'entrée d'impulsion) ;

- la deuxième portion surfacique de blocage est adjacente à la deuxième portion d'entrée d'impulsion, en particulier, la deuxième portion surfacique de blocage est juste séparée de la deuxième portion d'entrée d'impulsion par le deuxième bec de repos (le deuxième bec de repos étant typiquement formé par une portion angulaire ou arrondie formée par l'intersection ou la frontière de la deuxième portion surfacique de blocage et de la deuxième portion d'entrée d'impulsion).

[00013] Selon un mode de réalisation :

- la deuxième étape dite de première impulsion est réalisée après la première étape dite de premier repos, et/ou
- la troisième étape dite de deuxième repos est réalisée après la deuxième étape dite de première impulsion, et/ou
- la quatrième étape dite de deuxième impulsion est réalisée après la troisième étape dite de deuxième repos, et/ou
- la première étape dite de premier repos est réalisée après la quatrième étape dite de deuxième impulsion. Autrement dit, au cours d'une oscillation, la méthode comprend un cycle formé par :
- la première étape dite de premier repos,
- de préférence la première étape intercalaire dite de premier déverrouillage,
- la deuxième étape dite de première impulsion,
- la troisième étape dite de deuxième repos,
- de préférence la deuxième étape intercalaire dite de deuxième déverrouillage,
- la quatrième étape dite de deuxième impulsion.

[00014] Selon un mode de réalisation :

- lors de la première étape dite de premier repos, le premier mobile d'échappement est en contact direct avec le mobile de blocage, et/ou
- lors de la deuxième étape dite de première impulsion, le premier mobile

d'échappement est en contact direct avec le mobile de blocage, et/ou
- lors de la troisième étape dite de deuxième repos, le deuxième mobile d'échappement est en contact direct avec le mobile de blocage, et/ou
- lors de la quatrième étape dite de deuxième impulsion, le deuxième mobile d'échappement est en contact direct avec le mobile de blocage. Selon un mode de réalisation particulier, lors de la première étape dite de premier repos, et lors de la deuxième étape dite de première impulsion, une même portion du premier mobile d'échappement est en contact direct avec le mobile de blocage. Selon un mode de réalisation particulier, lors de la troisième étape dite de deuxième repos, et lors de la quatrième étape dite de deuxième impulsion, une même portion du deuxième mobile d'échappement est en contact direct avec le mobile de blocage

[00015] Selon un mode de réalisation :
- lors de la deuxième étape dite de première impulsion, le premier mobile d'échappement mène le mobile de blocage le long du premier parcours d'impulsion prédéfini, et/ou le premier mobile d'échappement transmet au mobile de blocage au moins une partie de la force motrice reçue du rouage moteur,
- lors de la quatrième étape dite de deuxième impulsion, le deuxième mobile d'échappement mène le mobile de blocage le long du deuxième parcours d'impulsion prédéfini, et/ou le deuxième mobile d'échappement transmet au mobile de blocage au moins une partie de la force motrice reçue du rouage moteur, de préférence via le premier mobile d'échappement.

[00016] Selon un mode de réalisation :
- lors de la deuxième étape dite de première impulsion, le premier mobile d'échappement mène ou contacte le mobile de blocage via la première portion d'entrée d'impulsion, et/ou
- lors de la quatrième étape dite de deuxième impulsion, le deuxième mobile d'échappement mène ou contacte le mobile de blocage via la deuxième portion d'entrée d'impulsion.

[00017] Selon un mode de réalisation :
- lors de la deuxième étape dite de première impulsion, le mobile de blocage fournit une première impulsion à l'oscillateur effectuant une première alternance, de préférence directement, et/ou
- lors de la quatrième étape dite de deuxième impulsion, le mobile de blocage fournit une deuxième impulsion à l'oscillateur effectuant une deuxième alternance, de préférence directement,
et de préférence la deuxième alternance suit immédiatement la première alternance pour former une seule oscillation de l'oscillateur.

[00018] Selon un mode de réalisation :
- lors de la deuxième étape dite de première impulsion, le premier mobile d'échappement engrène avec et/ou mène le deuxième mobile d'échappement, de préférence directement,
- lors de la quatrième étape dite de deuxième impulsion, le premier mobile d'échappement engrène avec et/ou mène le deuxième mobile d'échappement, de préférence directement.

[00019] Selon un mode de réalisation :
- lors de la deuxième étape dite de première impulsion, le mobile de blocage passe de la première position de blocage à la deuxième position de blocage,
- lors de la quatrième étape dite de deuxième impulsion, le mobile de blocage passe de la deuxième position de blocage à la première position de blocage.

[00020] Selon un mode de réalisation :
- lors de la première étape dite de premier repos, le premier mobile d'échappement applique une force sur le mobile de blocage passant sensiblement par, de préférence passant par, un axe de rotation du mobile de blocage, et/ou la première étape dite de premier repos est exempte de mise ou de maintien en butée du mobile de blocage sur un autre organe que le premier mobile d'échappement, et/ou
- lors de la troisième étape dite de deuxième repos, le deuxième mobile d'échappement applique une force sur le mobile de blocage passant

sensiblement par, de préférence passant par, l'axe de rotation du mobile de blocage, et/ou la troisième étape dite de deuxième repos est exempte de mise ou de maintien en butée du mobile de blocage sur un autre organe que le deuxième mobile d'échappement.

Description des figures

[00021] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description détaillée qui suit de mode(s) de réalisation de l'invention donné(s) à titre d'exemple(s) nullement limitatif(s) et illustré(s) par les dessins annexés, dans lesquels :

[00022] [fig. 1] représente un dispositif d'échappement comprenant notamment un premier mobile d'échappement, un deuxième mobile d'échappement et un mobile de blocage, pendant une première étape dite de premier repos ;

[00023] [fig. 2] représente une vue du premier mobile d'échappement du dispositif d'échappement de la figure

[00024] [fig. 3] représente une vue d'un mobile de blocage selon une mise en œuvre alternative du mobile de blocage du dispositif d'échappement de la figure 1 ;

[00025] [fig. 4] représente un détail du mobile de blocage selon la mise en œuvre alternative de la figure 3 ;

[00026] [fig. 5] représente le dispositif d'échappement de la figure 1 pendant une première étape intercalaire, dite de premier déverrouillage ;

[00027] [fig. 6] représente le dispositif d'échappement de la figure 1 au début d'une deuxième étape dite de première impulsion ;

[00028] [fig. 7] représente le dispositif d'échappement de la figure 1 pendant le déroulement de la deuxième étape dite de première impulsion ;

[00029] [fig. 8] représente le dispositif d'échappement de la figure 1 pendant une troisième étape dite de deuxième repos ;

[00030] [fig. 9] représente le dispositif d'échappement de la figure 1 pendant une deuxième étape intercalaire, dite de deuxième déverrouillage ;

[00031] [fig. 10] représente le dispositif d'échappement de la figure 1 au début d'une quatrième étape dite de deuxième impulsion ;

[00032] [fig. 11] représente le dispositif d'échappement de la figure 1 pendant le déroulement de la quatrième étape dite de deuxième impulsion.

[00033] Description détaillée de mode(s) de réalisation

[00034] Les figures 1 à 11 illustrent un dispositif d'échappement comprenant notamment un mobile de blocage 4', un premier et un deuxième mobile d'échappement 1' et 2'. Le dispositif d'échappement des figures 1 à 11 est dit à entraînement tangentiel à deux alternances actives, à savoir que :
- lors des phases d'impulsion du dispositif d'échappement, l'un ou l'autre des premier et deuxième mobiles d'échappement 1' et 2' en contact avec le mobile de blocage 4', et le mobile de blocage 4' ont des rotations de sens opposés, et on dit alors que l'entraînement du mobile de blocage par la roue d'échappement est tangentiel ;
- lors d'une oscillation complète de l'oscillateur, formée par deux alternances, le mobile de blocage 4' reçoit une première impulsion de la part du premier mobile d'échappement 1' lors d'une première alternance, et une deuxième impulsion de la part du deuxième mobile d'échappement lors d'une deuxième alternance.

[00035] La description détaillée du dispositif d'échappement des figures 1 à 11 se fera en trois étapes : on commencera par une description structurelle du dispositif d'échappement, puis ensuite on fera une description des interactions entre les mobiles du dispositif d'échappement, et ensuite on terminera avec une description de la méthode d'entretien des oscillations mise en œuvre essentiellement par le dispositif d'échappement.

[00036] Description structurelle du dispositif d'échappement

[00037] La figure 1 représente une vue d'ensemble d'un dispositif d'échappement agencé entre un rouage du mouvement, ici un rouage moteur 99', et un oscillateur se présentant sous la forme d'un balancier 51' accouplé à un ressort spiral et comprenant un plateau de balancier 511'. Le dispositif d'échappement comprend notamment :

- un mobile de blocage 4',
- un premier mobile d'échappement 1',
- un deuxième mobile d'échappement 2'.

[00038] Comme cela est connu, le dispositif d'échappement a pour fonction d'entretenir les oscillations de l'organe régulateur, c'est-à-dire le balancier 51', et coopère à cet effet avec l'oscillateur via une cheville 511a' montée sur un plateau 511' du balancier 51'. Quant au rouage moteur 99', la figure 1 montre schématiquement que le premier mobile d'échappement 1' est en prise avec un mobile moteur du rouage moteur 99', en particulier une roue 31' (représentée en traits mixtes gras) du rouage moteur 99', par l'intermédiaire d'un pignon 13' solidaire du premier mobile d'échappement 1'.

[00039] En particulier, le premier mobile d'échappement 1' est monté pivotant autour d'un premier axe de rotation A1', et il est engagé avec le rouage moteur 99' du mouvement d'horlogerie pour recevoir une force motrice, et comprend une pluralité de premières surfaces de blocage 121a' agencées sur des premières dents de blocage 121', ainsi qu'une première denture d'entraînement 111' formant ensemble (avec les premières dents de blocage 121') une première denture principale d'entraînement. La première denture principale d'entraînement est essentiellement plane, c'est-à-dire que les premières dents de blocage 121' et la première denture d'entraînement 111' sont agencées dans un même plan. On peut enfin noter que les premières dents de blocage 121' présentent un profil asymétrique, tandis que les dents de la première denture d'entraînement 111' présentent un profil symétrique, comme on peut le voir figure 2.

[00040] Le deuxième mobile d'échappement 2' est monté pivotant autour d'un deuxième axe de rotation A2', et comprend une pluralité de deuxièmes surfaces de blocage 221a' agencées sur des deuxièmes dents de blocage 221', ainsi qu'une deuxième denture d'entraînement 211' formant ensemble (avec les deuxièmes dents de blocage 221') une deuxième denture principale d'entraînement. La deuxième denture principale d'entraînement est essentiellement plane, c'est-à-dire que les deuxièmes dents de blocage 221' et la deuxième denture d'entraînement 211' sont agencées dans un même plan. On peut enfin noter que les deuxièmes dents de blocage 221' présentent un profil asymétrique, tandis que les dents de la deuxième denture d'entraînement 211' présentent un profil symétrique.

[00041] La première denture principale d'entraînement (comprenant la première denture d'entraînement 111' et les premières dents de blocage 121') et la deuxième denture principale d'entraînement (comprenant la deuxième denture d'entraînement 211' et les deuxièmes dents de blocage 221') coopèrent d'une part entre elles et d'autre part avec le mobile de blocage 4' de la manière décrite ci-dessous.

[00042] D'une part, la première denture d'entraînement 111' et la deuxième denture d'entraînement 211' sont prévues pour permettre leur engrènement ensemble. La première denture d'entraînement 111' est aussi prévue pour permettre son engrènement avec les deuxièmes dents de blocage 221', et la deuxième denture d'entraînement 211' est aussi prévue pour permettre son engrènement avec les premières dents de blocage 121'. Ainsi, le premier mobile d'échappement 1' et le deuxième mobile d'échappement 2' ont un mouvement synchrone.

[00043] D'autre part, les premières dents de blocage 121' et les deuxièmes dents de blocage 221' comprennent une extrémité formant respectivement des premières et deuxièmes surfaces de blocage 121a', 221a' se présentant chacune sous la forme d'une surface arrondie prévue pour coopérer avec des première et deuxième portions surfaciques de

blocage 43a', 43b' et avec des moyens de réception d'impulsion du mobile de blocage 4', comme cela est décrit ci-dessous en référence aux figures 3 et 4.

[00044] Dans ce mode de réalisation, le diamètre de tête DT2 des premières dents de blocage 121' et des deuxièmes dents de blocage 221' est supérieur au diamètre DT1 des dents de la première denture d'entraînement 111' et de la deuxième denture d'entraînement 211', comme le montre la figure 2. De cette manière, les dents de la première denture d'entraînement 111' et de la deuxième denture d'entraînement 211' ne viennent pas en interaction, ni en interférence, avec le mobile de blocage 4'. Dans une variante de construction particulière, le diamètre DT2 peut être de l'ordre de 1,2.DT1. Plus généralement, on peut prévoir la plage de valeurs suivantes : $1,1.DT1 \leq DT2 \leq 1,3.DT1$. On peut noter que la figure 2 illustre le premier mobile d'échappement 1' mais les références et explications y relatives sont tout à fait transposables pour le deuxième mobile d'échappement 2'.

[00045] Dans ce mode de réalisation, l'épaisseur e2 des premières dents de blocage 121' et des deuxièmes dents de blocage 221' est avantageusement différente de l'épaisseur e1 des dents de la première denture d'entraînement 111' et de la deuxième denture d'entraînement 211'. Préférentiellement, l'épaisseur e2 des premières dents de blocage 121' et des deuxièmes dents de blocage 221' est supérieure à l'épaisseur e1 des dents de la première denture d'entraînement 111' et de la deuxième denture d'entraînement 211' comme le montre également la figure 2. Dans une variante de construction particulière, l'épaisseur e2 peut être de l'ordre de 1,9.e1. Préférentiellement, on peut prévoir la plage de valeurs suivantes : $1,8.e1 \leq e2 \leq 2,5.e1$.

[00046] Par « épaisseur » on entend la distance mesurée entre deux flancs d'une dent donnée, mesurée au niveau d'un diamètre DP correspondant ou coïncidant sensiblement au diamètre primitif de la denture considérée.

[00047] De cette manière, l'indexation angulaire des premier et deuxième mobiles d'échappement 1', 2' s'effectue aisément, sans risque d'erreur. En particulier, lors de l'assemblage, une première dent de blocage 121' donnée ne peut être logée qu'entre deux dents consécutives de la deuxième denture d'entraînement 211', et réciproquement. La répartition des dents des première et deuxième dentures principales d'entraînement autour de leur axe respectif fait qu'une seule configuration d'indexation angulaire est possible entre les premier et deuxième mobiles d'échappement 1', 2'.

[00048] Dans cette variante de construction particulière, les premier et deuxième mobiles d'échappement 1', 2' comprennent chacun :
- dix dents pour la première denture d'entraînement 111' et dix dents pour la deuxième denture d'entraînement 211' et
- cinq premières dents de blocage 121' et cinq deuxièmes dents de blocage 221'.

En particulier, deux dents consécutives de la première denture d'entraînement 111' et deux dents consécutives de la deuxième denture d'entraînement 211' sont disposées entre deux dents consécutives des premières dents de blocage 121' et des deuxièmes dents de blocage 221', respectivement.

[00049] Avantageusement, les premier et deuxième mobiles d'échappement 1', 2' sont identiques, les premier et deuxième mobiles d'échappement 1', 2' pouvant ainsi être respectivement montés de façon inversée lors de l'assemblage du dispositif d'échappement.

[00050] Le dispositif d'échappement selon ce mode de réalisation est donc particulièrement avantageux en regard de sa compacité (un mobile d'échappement se réduisant simplement à une roue d'échappement), et de sa simplicité d'assemblage (chaque mobile d'échappement ne résultant pas d'un assemblage, et les mobiles d'échappement n'ayant pas besoin d'être assemblés entre eux avec un système de détrompage).

[00051] Le mobile de blocage 4' (visible figure 1 et bien détaillé figures 3 et 4) est monté pivotant autour d'un quatrième axe de rotation A4', et comprend quant à lui des moyens de réception d'impulsion qui se présentent respectivement sous la forme :

- d'une première portion d'entrée d'impulsion 41a', agencée pour recevoir une première impulsion du premier mobile d'échappement 1' lors d'une première alternance du balancier 51',
- une deuxième portion d'entrée d'impulsion 41b', agencée pour recevoir une deuxième impulsion du deuxième mobile d'échappement 2' lors d'une deuxième alternance du balancier 51'.

[00052] Le mobile de blocage 4' comprend également des moyens de transmission d'impulsion avec des premier et deuxième moyens de transmission d'impulsion qui se présentent respectivement sous la forme d'une première surface d'impulsion 42a' et d'une deuxième surface d'impulsion 42b', qui forment une fourchette telle que celle connue au sein d'un bloqueur ou d'une ancre d'un dispositif d'échappement à ancre. Cette fourchette est conformée pour coopérer avec la cheville 511a' du plateau 511' du balancier 51'.

[00053] Enfin, le mobile de blocage 4' comprend :

- une première portion surfacique de blocage 43a', agencée pour entrer en contact avec une de la pluralité des premières surfaces de blocage 121a' pour bloquer la rotation du premier mobile d'échappement 1',
- une deuxième portion surfacique de blocage 43b', agencée pour entrer en contact avec une de la pluralité des deuxièmes surfaces de blocage 221a' pour bloquer la rotation du deuxième mobile d'échappement 2'.

[00054] Les premier et deuxième mobiles d'échappement 1' et 2', comprenant ou formant en particulier des première et deuxième roues d'échappement 12', 22' respectivement, sont prévus pour coopérer avec le mobile de blocage 4' de sorte à fournir les impulsions au balancier-spiral et ainsi permettre l'entretien de ses oscillations autour d'un troisième axe de

rotation A3', comme cela sera décrit ci-après. Par ailleurs, les premier et deuxième mobiles d'échappement 1', 2' engrènent entre eux par le biais notamment des premières et deuxièmes dentures d'entraînement formées respectivement par des dents 111', 211', les dents 111' et 211' ne se suffisant pas à elles seules, comme cela sera expliqué ci-dessous.

[00055] Avantageusement, la roue 31' de la figure 1 peut être en prise directe avec un mobile des secondes (non représenté) du rouage moteur 99'. En effet, une telle construction permet d'engendrer des vitesses de rotation des premier et deuxième mobiles d'échappement 1', 2' qui permettent de mettre en œuvre des premier et deuxième mobiles d'échappement 1', 2' dont les dimensions respectives sont sensiblement du même ordre que celles du mobile de blocage 4' pour procurer un dispositif d'échappement à deux alternances actives compact, de dimensions sensiblement similaires à celles d'un échappement à ancre suisse.

[00056] En particulier, les premier et deuxième mobiles d'échappement 1' et 2' peuvent respectivement s'inscrire dans un cylindre de diamètre D1, D2 chacun centré sur l'axe A1', A2' du même ordre que le diamètre D4' du cylindre centré sur le quatrième axe de rotation A4' dans lequel peut s'inscrire le mobile de blocage 4'. Dans la construction spécifique illustrée par la figure 1, le diamètre D4 est supérieur au diamètre D1 ou D2. Par ailleurs, les axes A1', A2', A4' définissent les extrémités respectives d'un triangle sensiblement équilatéral.

[00057] Dans la variante de construction représentée sur la figure 1, D4 est égal à environ 1,4.D1 ou 1,4.D2 (D1 et D2 étant identiques). Plus généralement, D4 est préférentiellement compris entre D1 et 2.D1, ou entre D2 et 2.D2.

Par « un élément inscrit dans un cylindre ayant un diamètre D centré sur un axe », on entend que le diamètre D est le plus petit diamètre d'un cylindre centré sur l'axe tel que l'élément est inclus dans le cylindre.

[00058] La figure 3 représente une vue de détail d'une mise en œuvre alternative du mobile de blocage 4' vu de dessus dans un plan. Cette mise en œuvre alternative pourrait être intégrée au dispositif d'échappement de la figure 1, et les explications ci-dessous sont tout à fait valables pour le mobile de blocage 4' du dispositif d'échappement de la figure 1. Cette figure 3 met notamment en lumière un angle α séparant une première droite S1 reliant la première portion surfacique de blocage 43a' au quatrième axe de rotation A4' d'une deuxième droite S2 reliant la deuxième portion surfacique de blocage 43b' au quatrième axe de rotation A4'. En particulier, la première droite S1 relie le quatrième axe de rotation A4' à la première portion surfacique de blocage 43a' au niveau de la zone de contact, notamment au niveau du point de contact 431a' (voir Figure 4), entre la première portion surfacique de blocage 43a' et une première dent de blocage 121', en particulier une extrémité 121a', lors d'une phase de repos du dispositif d'échappement (voir Figure 1). En particulier, la deuxième droite S2 relie le quatrième axe de rotation A4' à la deuxième portion surfacique de blocage 43b' au niveau de la zone de contact, notamment au niveau du point de contact 431b' (voir Figure 4), entre la deuxième portion surfacique de blocage 43b' et une deuxième dent de blocage 221', en particulier une extrémité 221a', lors d'une phase de repos du dispositif d'échappement.

[00059] Dans la variante de construction représentée ici à titre d'exemple, cet angle α est environ égal à 70°. Plus généralement, on peut prévoir la plage de valeurs suivante : $60° \leq \alpha \leq 80°$.

[00060] Préférentiellement et selon l'exemple de réalisation représenté, les première et deuxième portions surfaciques de blocage 43a', 43b' sont concaves, c'est-à-dire qu'elles sont formées de surfaces continues ou discontinues formant un V lorsqu'elles sont vues depuis l'un ou l'autre des mobiles d'échappement. En particulier, ces surfaces forment un V dont la pointe constitue l'endroit du V le plus éloigné lorsqu'il est vu depuis l'un ou

l'autre des mobiles d'échappement. Ainsi, en particulier, les points 431a', 431b' sont définis par la pointe en creux du « V » (Figure 4).

[00061] Ces surfaces avec des portions continues ou discontinues, rectilignes ou courbes, mises en évidence par des traits gras sur la figure 3, forment un angle βa, βb au niveau de chacune des surfaces 43a', 43b'. Si les première et deuxième portions surfaciques de blocage 43a', 43b' sont courbes, l'angle βa, βb pourra être déterminé en considérant des tangentes auxdites portions surfaciques de blocage. Avantageusement, les angles βa, βb sont des angles obtus. Préférentiellement, les angles βa, βb sont environ égaux à 170°. Plus généralement, les angles βa, βb sont préférentiellement compris entre 140° et 175°. Des études menées par la demanderesse montrent que cette plage angulaire représente un bon compromis entre une bonne sécurité de blocage, un rebond minimal ou nul à la fin de l'impulsion et une perte d'énergie minimale au dégagement. L'angle βa peut être égal ou non à l'angle βb.

[00062] Par ailleurs, ces première et deuxième portions surfaciques de blocage 43a', 43b' sont inclinées en regard des normales aux segments S1, S2 (Figure 4). Une première portion de surface 43a1' peut par exemple former un angle βa1 de l'ordre de 6° en regard de la normale à la droite S1. Une deuxième portion de surface 43a2' peut par exemple former un angle βa2 de l'ordre de 8° en regard de la normale à la droite S1. Une première portion de surface 43b1' peut par exemple former un angle βb1 de l'ordre de 6° en regard de la normale à la droite S2. Une deuxième portion de surface 43b2' peut par exemple former un angle βb2 de l'ordre de 8° en regard de la normale à la droite S2. Si les première et deuxième portions surfaciques de blocage 43a', 43b' sont courbes, les angles βa1, βa2, βb1, βb2 pourront être déterminés en considérant des tangentes auxdites portions de surface.

[00063] On peut noter sur cette figure 4 que les première et deuxième portions surfaciques de blocage 43a', 43b' sont respectivement adjacentes des première et deuxième portions d'entrée d'impulsion 41a', 41b'. En effet,

la première portion surfacique de blocage 43a' rejoint la première portion d'entrée d'impulsion 41a' au niveau d'un premier bec de repos 44a' qui sépare ces deux surfaces fonctionnelles et adjacentes. De la même manière, la deuxième portion surfacique de blocage 43b' rejoint la deuxième portion d'entrée d'impulsion 41b' au niveau d'un deuxième bec de repos 44b' qui sépare ces deux surfaces fonctionnelles et adjacentes.

[00064] Comme le montre la figure 3, on peut construire un angle γ séparant :
- une troisième droite S3, tangente à la première portion d'entrée d'impulsion 41a' et passant par le quatrième axe de rotation A4',
- d'une quatrième droite S4 tangente à la deuxième portion d'entrée d'impulsion 41b' et passant par le quatrième axe de rotation A4'. De préférence, l'angle γ est aigu (voir Figure 3). Préférentiellement, les première et deuxième portions d'entrée d'impulsion 41a', 41b' s'inscrivent dans la plage angulaire d'angle α séparant les surfaces 43a', 43b'. Ainsi, l'angle γ est strictement inférieur à l'angle α. Dans une variante de construction, l'angle γ est environ égal à 60°. Plus généralement, on peut prévoir la plage de valeurs suivante : $50° \leq \gamma \leq 70°$.

[00065] Le mobile de blocage 4' peut être symétrique en regard d'un plan P normal au plan de la figure et passant par le quatrième axe de rotation A4', en particulier dans le cas de figure où les surfaces 41a' et 41b', 42a' et 42b', 43a' et 43b' sont identiques, respectivement. La fabrication est plus aisée, et la pièce peut être montée dans un sens ou dans un autre lors de l'assemblage. Naturellement, le mobile de blocage 4' peut ne pas être symétrique en regard du plan P.

[00066] Description des interactions entre le mobile de blocage et les mobiles d'échappement.

[00067] Lors des phases de repos du dispositif d'échappement, les extrémités 121a', 221a' des premières et deuxièmes dents de blocage 121', 221' sont prévues pour se loger respectivement au sein des première et

deuxième portions surfaciques de blocage 43a', 43b', plus particulièrement au sein des « V » formés par les première et deuxième portions surfaciques de blocage 43a', 43b'. Avantageusement, les extrémités 121a', 221a' se présentent chacune sous la forme d'une surface arrondie.

[00068] À titre d'exemple, la figure 1 représente une première étape de la méthode d'entretien des oscillations qui sera décrite en détail ci-après. La première étape est dite de premier repos, dans laquelle l'extrémité 121a' d'une première dent de blocage 121' est en appui à l'encontre de la première portion surfacique de blocage 43a', plus particulièrement au sein du « V » formé par cette même première portion surfacique de blocage. Dans cette configuration, la cheville 511a' peut se libérer de la deuxième surface d'impulsion 42b' sous l'effet de la rotation du balancier 51' selon un premier sens de rotation (représenté par la flèche de la figure 1), jusqu'à ce que cette cheville 511a' retrouve le contact avec la deuxième surface d'impulsion 42b' sous l'effet de la rotation du balancier 51' selon un deuxième sens de rotation (opposé au sens de rotation de la figure 1), et ainsi permettre le dégagement.

[00069] À titre d'exemple, la figure 5 illustre une première étape intercalaire, dite de premier déverrouillage, dans laquelle l'extrémité 121a' de la première dent de blocage 121' quitte la première portion surfacique de blocage 43a' sous l'effet de la cheville 511a' qui mène la deuxième surface d'impulsion 42b' jusqu'à ce que l'extrémité 121a' passe le premier bec de repos 44a' et vienne en contact avec la première portion d'entrée d'impulsion 41a', de sorte que cette extrémité 121a' puisse communiquer une impulsion au mobile de blocage 4' via la première portion d'entrée d'impulsion 41a', et que le mobile de blocage 4' puisse ainsi communiquer une impulsion à la cheville 511a' via la première surface d'impulsion 42a', comme cela est représenté en figure 6. Cette deuxième étape dite de première impulsion se poursuit jusqu'à une troisième étape dite de deuxième repos représentée figure 8 dans laquelle une extrémité 221a' d'une deuxième dent de blocage

221' du deuxième mobile d'échappement 2' vient en contact à l'encontre de la deuxième portion surfacique de blocage 43b' du mobile de blocage 4'.

[00070] Lors de la deuxième étape dite de première impulsion, la première portion d'entrée d'impulsion 41a' est ainsi apte à réceptionner une impulsion engendrée par l'extrémité 121a' de la première dent de blocage 121' du premier mobile d'échappement 1'. Le mobile de blocage 4' comprend aussi une deuxième portion d'entrée d'impulsion 41b' apte à réceptionner une impulsion engendrée par une extrémité 221a' d'une deuxième dent de blocage 221' du deuxième mobile d'échappement 2'. Ces première et deuxième portions d'entrée d'impulsion 41a', 41b' sont préférentiellement convexes lorsqu'elles sont vues depuis l'un ou l'autre des mobiles d'échappement, comme on peut le voir sur la vue en plan de la figure 4. Chacune de ces première et deuxième portions d'entrée d'impulsion 41a', 41b' comprend notamment une portion de cylindre, en particulier une portion de cylindre dont la directrice est une développante de cercle. Ces première et deuxième portions d'entrée d'impulsion 41a', 41b' coopèrent préférentiellement avec des surfaces arrondies 121a', 221a' des premières et deuxièmes dents de blocage 121', 221' présentant un profil asymétrique. Une telle conformation de dents de blocage permet d'optimiser les géométries des surfaces 121a', 221a' et 41a', 41b' en regard de la transmission du couple à l'oscillateur. En particulier, des première et deuxième dents de blocage 121', 221' asymétriques permettent de générer un grand choix de géométries possibles pour les première et deuxième portions d'entrée d'impulsion 41a', 41b'.

[00071] En résumé de la description du dispositif d'échappement faite ci-dessus, on peut noter les points suivants :

- la première denture d'entraînement 111' et la deuxième denture d'entraînement 211' sont exclusivement prévues pour permettre l'engrènement des premier et deuxième mobiles d'échappement 1', 2',
- les premières dents de blocage 121' et les deuxièmes dents de blocage

221’ sont prévues pour coopérer avec le mobile de blocage 4’, mais aussi prévues pour permettre l’engrènement des premier et deuxième mobiles d’échappement 1’, 2’. En particulier, les premières dents de blocage 121’ sont prévues pour coopérer successivement avec la première portion surfacique de blocage 43a’ et avec la première portion d’entrée d’impulsion 41a’ du mobile de blocage 4’. De même, les deuxièmes dents de blocage 221’ sont prévues pour coopérer successivement avec la deuxième portion surfacique de blocage 43b’ et avec la deuxième portion d’entrée d’impulsion 41b’ du mobile de blocage 4’.

[00072] Description de la méthode d’entretien des oscillations.

[00073] Le dispositif d’échappement décrit ci-dessus permet de mettre en œuvre une méthode particulière d’entretien des oscillations de l’oscillateur de la pièce d’horlogerie. En effet, le dispositif d’échappement, agencé entre le rouage moteur et l’oscillateur permet de mettre en œuvre une méthode d’entretien des oscillations cyclique, chaque cycle de la méthode d’entretien des oscillations comprenant:

- une première étape dite de premier repos et représentée figure 1, au cours de laquelle le premier mobile d’échappement 1’ coopère avec le mobile de blocage 4’ de sorte à bloquer le mobile de blocage 4’ dans une première position de blocage,
- de préférence, une première étape intercalaire dite de premier déverrouillage et représentée figure 5, au cours de laquelle le premier mobile d’échappement 1’ et le mobile de blocage 4’ pivotent dans un même premier sens de rotation,
- une deuxième étape dite de première impulsion et représentée figures 6 et 7, au cours de laquelle le premier mobile d’échappement 1’ entraîne le mobile de blocage 4’ selon un premier parcours d’impulsion prédéfini,
- une troisième étape dite de deuxième repos et représentée figure 8, au cours de laquelle le deuxième mobile d’échappement 2’ coopère avec le mobile de blocage 4’ de sorte à bloquer le mobile de blocage 4’ dans une

deuxième position de blocage,

- de préférence, une deuxième étape intercalaire dite de deuxième déverrouillage et représentée figure 9, au cours de laquelle le deuxième mobile d'échappement 2' et le mobile de blocage 4' pivotent dans un même deuxième sens de rotation,

- une quatrième étape dite de deuxième impulsion et représentée figures 10 et 11, au cours de laquelle le deuxième mobile d'échappement 2' entraîne le mobile de blocage 4' selon un deuxième parcours d'impulsion prédéfini.

[00074] De manière préférée, les étapes décrites ci-dessus sont séquentielles et se suivent et se répètent chronologiquement dans l'ordre indiqué ci-dessus. On peut noter les points particuliers ci-dessous.

[00075] Lors de la première étape dite de premier repos et représentée figure 1, le mobile de blocage 4' est bloqué par le premier mobile d'échappement 1', une première surface de blocage 121a' étant engagée avec une première portion surfacique de blocage 43a'. On peut noter que la force F exercée par le premier mobile d'échappement 1' sur le mobile de blocage 4' passe sensiblement par le quatrième axe de rotation A4', et de préférence la force F exercée par le premier mobile d'échappement 1' sur le mobile de blocage 4' passe par le quatrième axe de rotation A4'. Ainsi, il n'y a pas de couple de renversement appliqué sur le mobile de blocage 4'. La première position de repos est stable.

[00076] Lors de la première étape intercalaire dite de premier déverrouillage et représentée figure 5, le mobile de blocage 4' est dégagé du premier mobile d'échappement 1' par le balancier, ce mouvement de dégagement étant transmis au mobile de blocage 4' par la cheville 511a' et le plateau de balancier 51'. On peut noter figure 5 que le mobile de blocage 4' et le premier mobile d'échappement 1' pivotent tous les deux dans le sens horaire. Dans le détail, la première surface de blocage 121a' « glisse » sur la première portion surfacique de blocage 43a' pour passer le premier bec de

repos 44a' (voir figures 3 ou 4) et rejoindre la première portion d'entrée d'impulsion 41a' (voir figures 3 ou 4 ou 6).

[00077] Lors de la deuxième étape dite de première impulsion et représentée figures 6 et 7, les composants du dispositif d'échappement sont en mouvement. On peut noter figure 6 ou 7 que le mobile de blocage 4' et le premier mobile d'échappement 1' pivotent tous les deux dans des sens de rotation opposés : le sens horaire pour le mobile de blocage 4' et le sens anti-horaire pour le premier mobile d'échappement 1'. Le premier mobile d'échappement 1' donne une impulsion tangentielle au mobile de blocage 4' via la première surface de blocage 121a' qui coopère avec la première portion d'entrée d'impulsion 41a'. Ainsi, le mobile de blocage 4' peut simultanément transmettre cette impulsion à la cheville 511a' qui est en contact avec la première surface d'impulsion 42a', et plus particulièrement la cheville 511a' est poussée par la première surface d'impulsion 42a'. Aussi pendant cette deuxième étape dite de première impulsion, le premier mobile d'échappement 1' entraîne de manière synchrone le deuxième mobile d'échappement 2'.

[00078] Lors de la troisième étape dite de deuxième repos et représentée figure 8, le mobile de blocage 4' est bloqué par le deuxième mobile d'échappement 2', une deuxième surface de blocage 221a' étant engagée avec une deuxième portion surfacique de blocage 43b'. On peut noter que la force F exercée par le deuxième mobile d'échappement 2' sur le mobile de blocage 4' passe sensiblement par le quatrième axe de rotation A4', et de préférence la force F exercée par le deuxième mobile d'échappement 2' sur le mobile de blocage 4' passe par le quatrième axe de rotation A4'. Ainsi, il n'y a pas de couple de renversement appliqué sur le mobile de blocage 4'. La deuxième position de repos est stable.

[00079] Lors de la deuxième étape intercalaire dite de deuxième déverrouillage et représentée figure 9, le mobile de blocage 4' est dégagé du deuxième mobile d'échappement 2' par le balancier, ce mouvement de

dégagement étant transmis au mobile de blocage 4' par la cheville 511a' et le plateau de balancier 51'. On peut noter figure 9 que le mobile de blocage 4' et le deuxième mobile d'échappement 2' pivotent tous les deux dans le sens anti-horaire. Dans le détail, la deuxième surface de blocage 221a' « glisse » sur la deuxième portion surfacique de blocage 43b' pour passer le deuxième bec de repos 44b' (voir figures 3 ou 4) et rejoindre la deuxième portion d'entrée d'impulsion 41b' (voir figures 3 ou 4 ou 10).

[00080] Lors de la quatrième étape dite de deuxième impulsion et représentée figures 10 et 11, les composants du dispositif d'échappement sont en mouvement. On peut noter figure 10 ou 11 que le mobile de blocage 4' et le deuxième mobile d'échappement 2' pivotent tous les deux dans des sens de rotation opposés : le sens anti-horaire pour le mobile de blocage 4' et le sens horaire pour le deuxième mobile d'échappement 2'. Le deuxième mobile d'échappement 2' (entraîné par le premier mobile d'échappement 1') donne une impulsion tangentielle au mobile de blocage 4' via la deuxième surface de blocage 221a' qui coopère avec la deuxième portion d'entrée d'impulsion 41b'. Ainsi, le mobile de blocage 4' peut simultanément transmettre cette impulsion à la cheville 511a' qui est en contact avec la deuxième surface d'impulsion 42b' et plus particulièrement la cheville 511a' est poussée par la deuxième surface d'impulsion 42b'.

[00081] La quatrième étape dite de deuxième impulsion termine le cycle d'entretien des oscillations et se trouve suivie par la première étape dite de premier repos.

[00082] On peut noter que :

- la première étape dite de premier repos est immédiatement suivie par la première étape intercalaire dite de premier déverrouillage qui est immédiatement suivie par la deuxième étape dite de première impulsion,
- la première étape dite de premier repos, la première étape intercalaire dite de premier déverrouillage et la deuxième étape dite de première impulsion sont toutes effectuées par la coopération directe du premier mobile

d'échappement 1' avec le mobile de blocage 4' et en particulier par une même première surface de blocage 121a', si bien que le rendement est élevé car il n'y a pas de chemin perdu en particulier entre la première étape intercalaire dite de premier déverrouillage et la deuxième étape dite de première impulsion.

[00083] On peut noter que :
- la troisième étape dite de deuxième repos est immédiatement suivie par la deuxième étape intercalaire dite de deuxième déverrouillage qui est immédiatement suivie par la quatrième étape dite de deuxième impulsion,
- la troisième étape dite de deuxième repos, la deuxième étape intercalaire dite de deuxième déverrouillage et la quatrième étape dite de deuxième impulsion sont toutes effectuées par la coopération directe du deuxième mobile d'échappement 2' avec le mobile de blocage 4' et en particulier par une même deuxième surface de blocage 221a', si bien que le rendement est élevé car il n'y a pas de chemin perdu en particulier entre la deuxième étape intercalaire dite de deuxième déverrouillage et la quatrième étape dite de deuxième impulsion.

Application industrielle

[00084] Un dispositif d'échappement selon la présente invention, et sa fabrication, sont susceptibles d'application industrielle.

[00085] On comprendra que diverses modifications et/ou améliorations évidentes pour l'homme du métier peuvent être apportées aux différents modes de réalisation de l'invention décrits dans la présente description sans sortir du cadre de l'invention.

[00086] En particulier, la méthode d'entretien des oscillations peut être mise en œuvre par un dispositif d'échappement dans lequel les mobiles d'échappement ne sont pas plans. On peut par exemple prévoir que chaque mobile d'échappement comprend une roue d'échappement (coopérant exclusivement avec un mobile de blocage) accouplée à une roue

d’entraînement (coopérant exclusivement avec une roue d’entraînement de l’autre mobile d’échappement).

REVENDICATIONS

[Revendication 1] Méthode d'entretien des oscillations d'un oscillateur d'une pièce d'horlogerie,

la pièce d'horlogerie comprenant au moins :

- un oscillateur, prévu pour présenter des oscillations périodiques,
- un rouage moteur (99') agencé pour générer une force motrice, comprenant par exemple un ressort moteur comme un ressort de barillet,
- un dispositif d'échappement, agencé entre l'oscillateur et le rouage moteur (99'), comprenant au moins un premier mobile d'échappement (1') mobile en rotation, un deuxième mobile d'échappement (2') mobile en rotation et engagé avec le premier mobile d'échappement (1'), et un mobile de blocage (4') mobile en rotation,

la méthode d'entretien des oscillations comprenant au moins :

- une première étape dite de premier repos, au cours de laquelle le premier mobile d'échappement (1') coopère avec le mobile de blocage (4') de sorte à bloquer le mobile de blocage (4') dans une première position de blocage,
- une deuxième étape dite de première impulsion, au cours de laquelle le premier mobile d'échappement (1') entraîne le mobile de blocage (4') selon un premier parcours d'impulsion prédéfini,
- une troisième étape dite de deuxième repos, au cours de laquelle le deuxième mobile d'échappement (2') coopère avec le mobile de blocage (4') de sorte à bloquer le mobile de blocage (4') dans une deuxième position de blocage,
- une quatrième étape dite de deuxième impulsion, au cours de laquelle le deuxième mobile d'échappement (2') entraîne le mobile de blocage (4') selon un deuxième parcours d'impulsion prédéfini.

[Revendication 2] Méthode d'entretien des oscillations selon la revendication 1, comprenant :

- une première étape intercalaire, dite de premier déverrouillage, intercalée entre la première étape dite de premier repos et la deuxième étape dite de

première impulsion, au cours de laquelle le premier mobile d'échappement (1') et le mobile de blocage (4') pivotent dans un même premier sens de rotation, et/ou

- une deuxième étape intercalaire, dite de deuxième déverrouillage, intercalée entre la troisième étape dite de deuxième repos et la quatrième étape dite de deuxième impulsion, au cours de laquelle le deuxième mobile d'échappement (2') et le mobile de blocage (4') pivotent dans un même deuxième sens de rotation.

[Revendication 3] Méthode d'entretien des oscillations selon la revendication 2, dans laquelle :

- la première étape intercalaire est provoquée par une première action de dégagement effectuée par un organe de l'oscillateur, pivotant de préférence selon le deuxième sens de rotation, sur le mobile de blocage (4'),
- la deuxième étape intercalaire est provoquée par une deuxième action de dégagement effectuée par un organe de l'oscillateur, pivotant de préférence selon le premier sens de rotation, sur le mobile de blocage (4').

[Revendication 4] Méthode d'entretien des oscillations selon la revendication 1 à 3, dans laquelle :

- au cours de la deuxième étape dite de première impulsion, le premier mobile d'échappement (1') et le mobile de blocage (4') pivotent selon des sens de rotation opposés, et/ou
- au cours de la quatrième étape dite de deuxième impulsion, le deuxième mobile d'échappement (2') et le mobile de blocage (4') pivotent selon des sens de rotation opposés.

[Revendication 5] Méthode d'entretien des oscillations selon l'une des revendications 1 à 4, dans laquelle :

- une même première portion d'échappement du premier mobile d'échappement (1') coopère et/ou reste en contact avec le mobile de blocage (4') pour effectuer la première étape dite de premier repos et la deuxième étape dite de première impulsion,

- une même deuxième portion d'échappement du deuxième mobile d'échappement (2') coopère et/ou reste en contact avec le mobile de blocage (4') pour effectuer la troisième étape dite de deuxième repos et la quatrième étape dite de deuxième impulsion.

[Revendication 6] Méthode d'entretien des oscillations selon l'une des revendications 1 à 5,
le mobile de blocage (4') comprenant :
- une première portion surfacique de blocage (43a') et une première portion d'entrée d'impulsion (41a'),
- une deuxième portion surfacique de blocage (43b') et une deuxième portion d'entrée d'impulsion (41b'),
le premier mobile d'échappement (1') comprenant des premières dents de blocage (121') et une pluralité de premières surfaces de blocage (121a') chacune agencées sur une des premières dents de blocage (121') pour pouvoir bloquer le mobile de blocage (4') dans la première position de blocage,
le deuxième mobile d'échappement (2') comprenant des deuxièmes dents de blocage (221') et une pluralité de deuxièmes surfaces de blocage (221a') chacune agencées sur une des deuxièmes dents de blocage (221') pour pouvoir bloquer le mobile de blocage (4') dans la deuxième position de blocage,
et dans la méthode d'entretien des oscillations :
- lors du passage de la première étape dite de premier repos à la deuxième étape dite de première impulsion, la première surface de blocage (121a') bloquant le mobile de blocage (4') dans la première position de blocage, passe d'un contact avec la première portion surfacique de blocage (43a') vers un contact avec la première portion d'entrée d'impulsion (41a') en passant un premier bec de repos (44a') séparant ces deux premières portions,
- lors du passage de la troisième étape dite de deuxième repos à la quatrième étape dite de deuxième impulsion, la deuxième surface de blocage

(221a') bloquant le mobile de blocage (4') dans la deuxième position de blocage, passe d'un contact avec la deuxième portion surfacique de blocage (43b') vers un contact avec la deuxième portion d'entrée d'impulsion (41b') en passant un deuxième bec de repos (44b') séparant ces deux deuxièmes portions.

[Revendication 7] Méthode d'entretien des oscillations selon l'une des revendications 1 à 6, dans laquelle :
- la deuxième étape dite de première impulsion est réalisée après la première étape dite de premier repos, et/ou
- la troisième étape dite de deuxième repos est réalisée après la deuxième étape dite de première impulsion, et/ou
- la quatrième étape dite de deuxième impulsion est réalisée après la troisième étape dite de deuxième repos, et/ou
- la première étape dite de premier repos est réalisée après la quatrième étape dite de deuxième impulsion.

[Revendication 8] Méthode d'entretien des oscillations selon l'une des revendications 1 à 7, dans laquelle :
- lors de la première étape dite de premier repos, le premier mobile d'échappement (1') est en contact direct avec le mobile de blocage (4'), et/ou
- lors de la deuxième étape dite de première impulsion, le premier mobile d'échappement (1') est en contact direct avec le mobile de blocage (4'), et/ou
- lors de la troisième étape dite de deuxième repos, le deuxième mobile d'échappement (2') est en contact direct avec le mobile de blocage (4'), et/ou
- lors de la quatrième étape dite de deuxième impulsion, le deuxième mobile d'échappement (2') est en contact direct avec le mobile de blocage (4').

[Revendication 9] Méthode d'entretien des oscillations selon l'une des revendications 1 à 8, dans laquelle :
- lors de la deuxième étape dite de première impulsion, le premier mobile d'échappement (1') mène le mobile de blocage (4') le long du premier parcours d'impulsion prédéfini, et/ou le premier mobile d'échappement (1')

transmet au mobile de blocage (4') au moins une partie de la force motrice reçue du rouage moteur (99'),

- lors de la quatrième étape dite de deuxième impulsion, le deuxième mobile d'échappement (2') mène le mobile de blocage (4') le long du deuxième parcours d'impulsion prédéfini, et/ou le deuxième mobile d'échappement (2') transmet au mobile de blocage (4') au moins une partie de la force motrice reçue du rouage moteur (99'), de préférence via le premier mobile d'échappement (1').

[Revendication 10] Méthode d'entretien des oscillations selon la revendication 9 dans sa dépendance à la revendication 6, dans laquelle :

- lors de la deuxième étape dite de première impulsion, le premier mobile d'échappement (1') mène ou contacte le mobile de blocage (4') via la première portion d'entrée d'impulsion (41a'), et/ou

- lors de la quatrième étape dite de deuxième impulsion, le deuxième mobile d'échappement (2') mène ou contacte le mobile de blocage (4') via la deuxième portion d'entrée d'impulsion (41b')

[Revendication 11] Méthode d'entretien des oscillations selon l'une des revendications 1 à 9, dans laquelle :

- lors de la deuxième étape dite de première impulsion, le mobile de blocage (4') fournit une première impulsion à l'oscillateur effectuant une première alternance, de préférence directement, et/ou

- lors de la quatrième étape dite de deuxième impulsion, le mobile de blocage (4') fournit une deuxième impulsion à l'oscillateur effectuant une deuxième alternance, de préférence directement,

et dans laquelle de préférence la deuxième alternance suit immédiatement la première alternance pour former une seule oscillation de l'oscillateur.

[Revendication 12] Méthode d'entretien des oscillations selon l'une des revendications 1 à 10, dans laquelle :

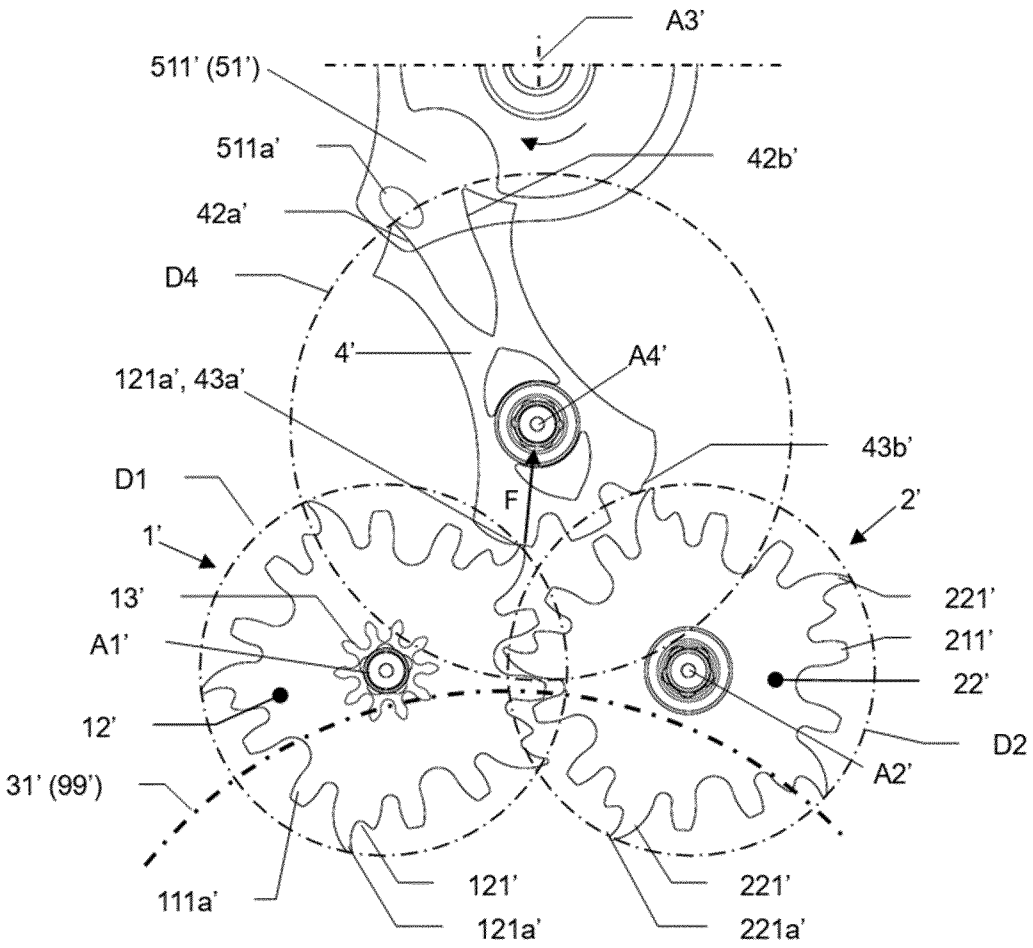
- lors de la deuxième étape dite de première impulsion, le premier mobile d'échappement (1') engrène avec et/ou mène le deuxième mobile

d'échappement (2'), de préférence directement,
- lors de la quatrième étape dite de deuxième impulsion, le premier mobile d'échappement (1') engrène avec et/ou mène le deuxième mobile d'échappement (2'), de préférence directement.

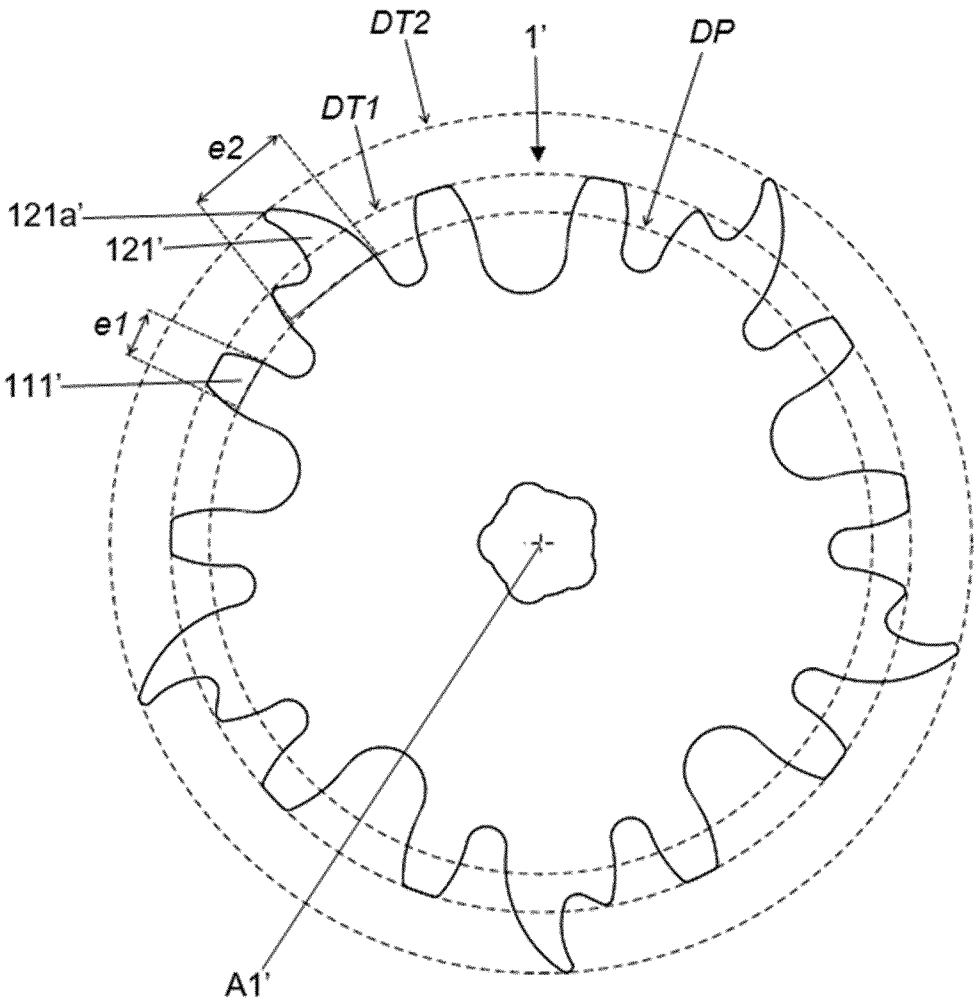
[Revendication 13] Méthode d'entretien des oscillations selon l'une des revendications 1 à 11, dans laquelle :
- lors de la deuxième étape dite de première impulsion, le mobile de blocage (4') passe de la première position de blocage à la deuxième position de blocage,
- lors de la quatrième étape dite de deuxième impulsion, le mobile de blocage (4') passe de la deuxième position de blocage à la première position de blocage.

[Revendication 14] Méthode d'entretien des oscillations selon l'une des revendications 1 à 12, dans laquelle :
- lors de la première étape dite de premier repos, le premier mobile d'échappement (1') applique une force sur le mobile de blocage (4') passant sensiblement par, de préférence passant par, un axe de rotation du mobile de blocage (4'), et/ou la première étape dite de premier repos est exempte de mise ou de maintien en butée du mobile de blocage (4') sur un autre organe que le premier mobile d'échappement (1'), et/ou
- lors de la troisième étape dite de deuxième repos, le deuxième mobile d'échappement (2') applique une force sur le mobile de blocage (4') passant sensiblement par, de préférence passant par, l'axe de rotation du mobile de blocage (4'), et/ou la troisième étape dite de deuxième repos est exempte de mise ou de maintien en butée du mobile de blocage (4') sur un autre organe que le deuxième mobile d'échappement (2').

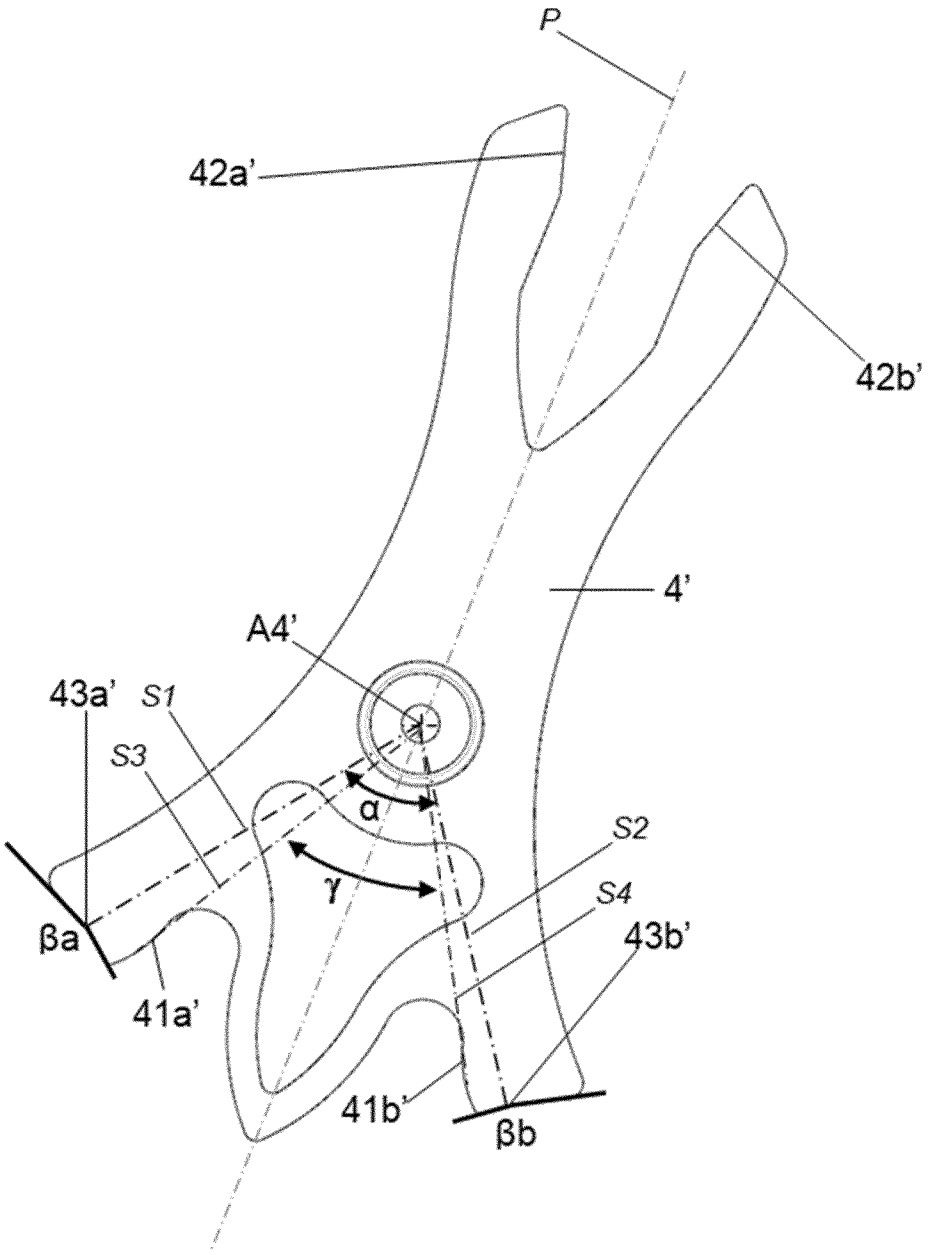
[Fig. 1]


A3'
511' (51')
511a'
42b'
42a'
D4
4'
A4'
121a', 43a'
43b'
D1
F
2'
1'
13'
221'
A1'
211'
22'
12'
D2
31' (99')
A2'
111a'
121'
221'
121a'
221a'

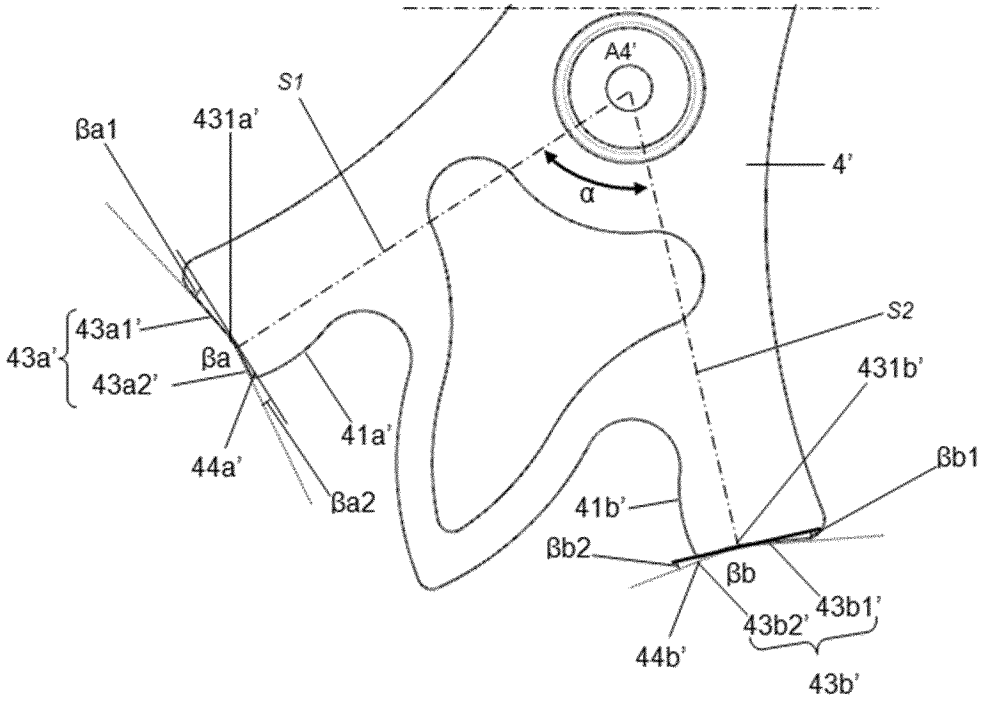
[Fig. 2]



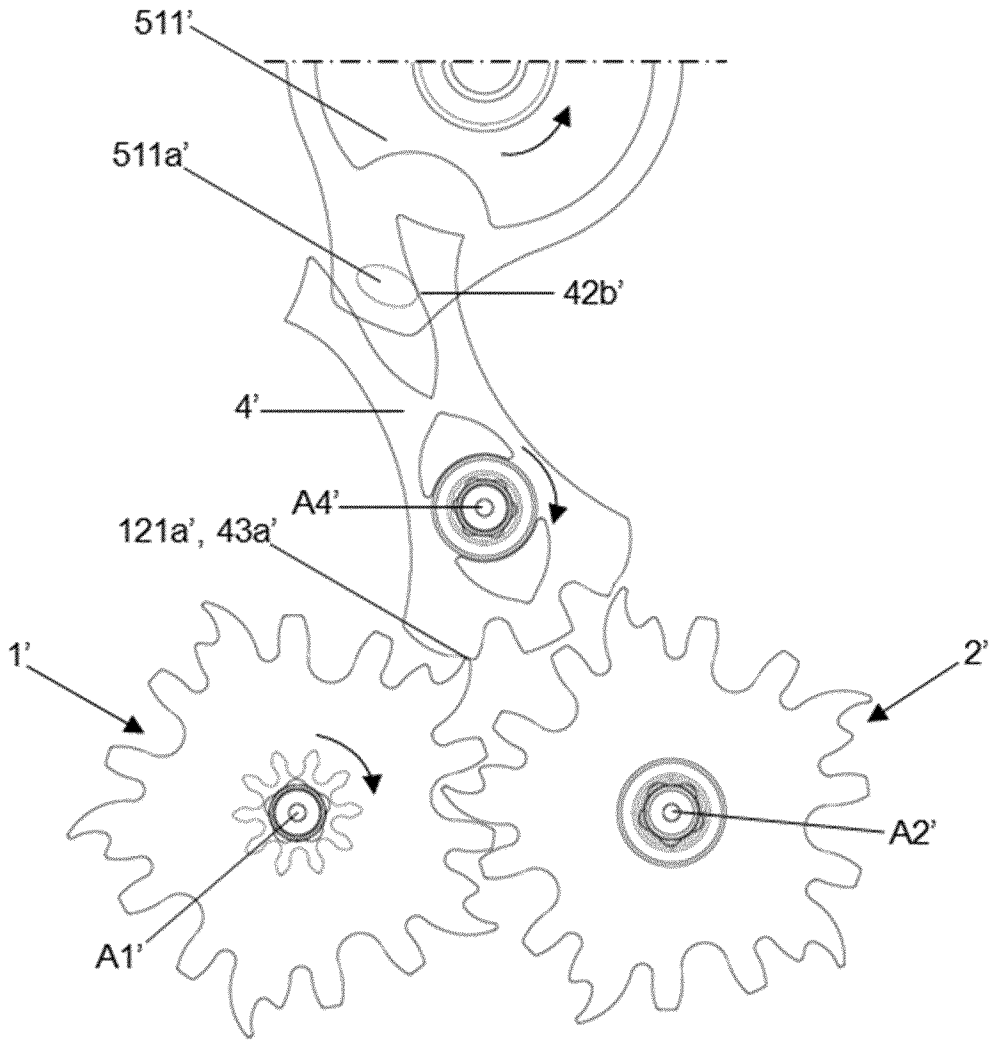
[Fig. 3]



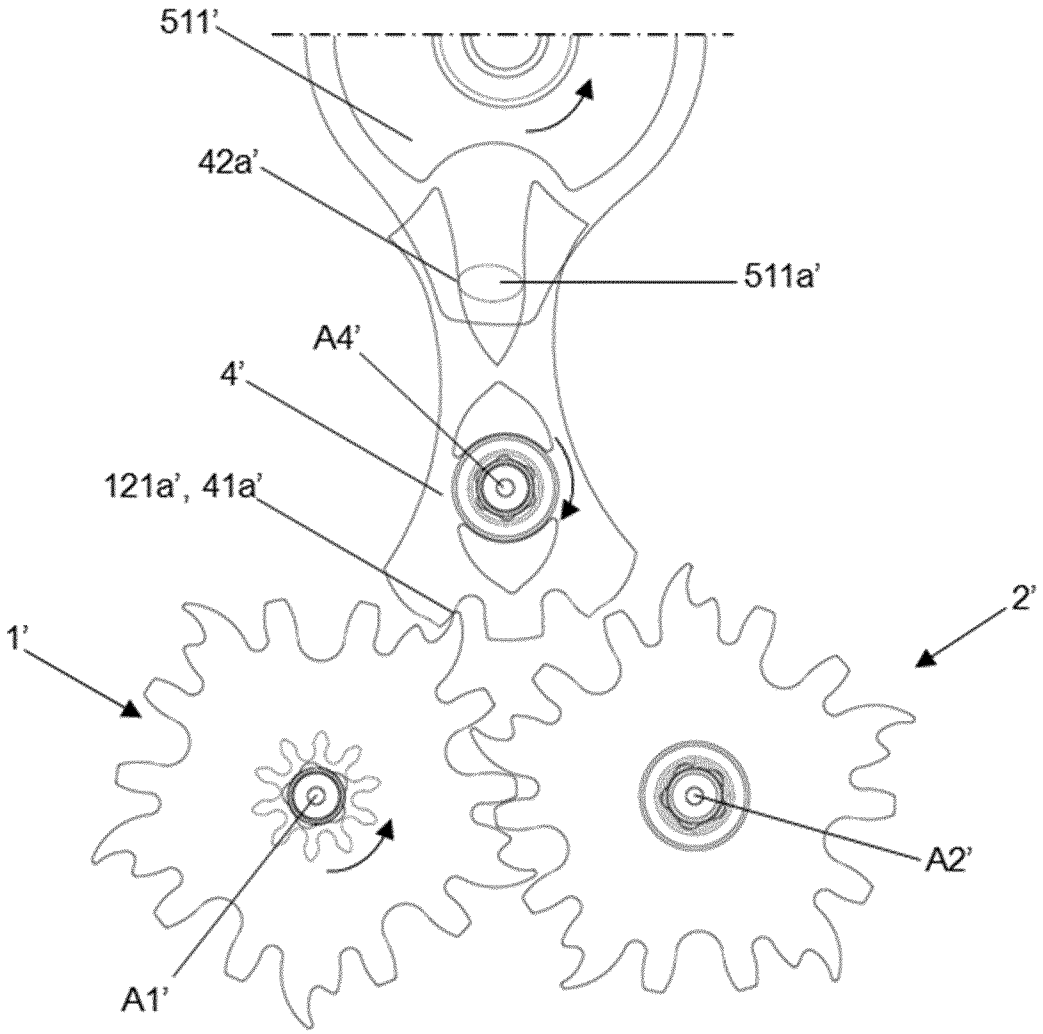
[Fig. 4]


A4'
S1
βa1
431a'
4'
α
S2
43a'
43a1'
βa
43a2'
431b'
41a'
βb1
44a'
41b'
βa2
βb2
βb
43b1'
43b2'
44b'
43b'

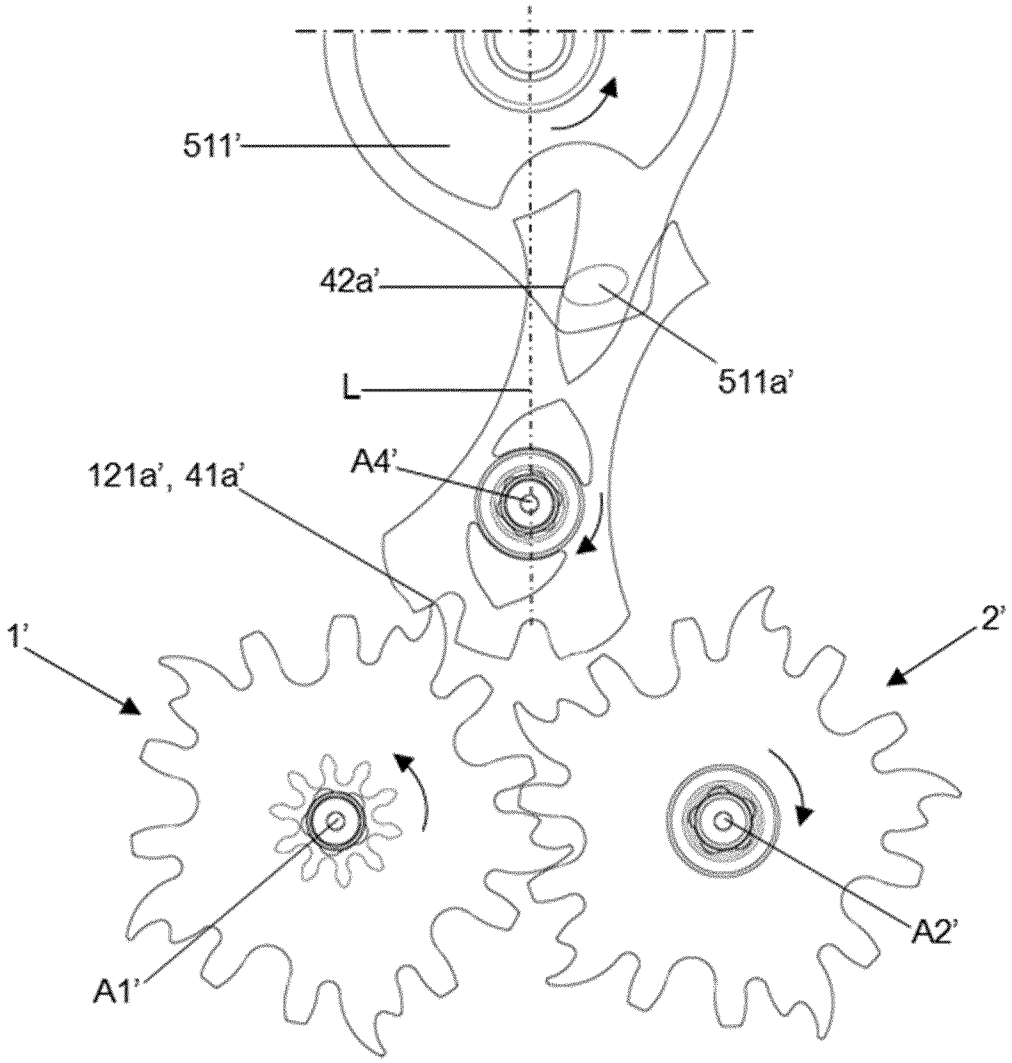
[Fig. 5]



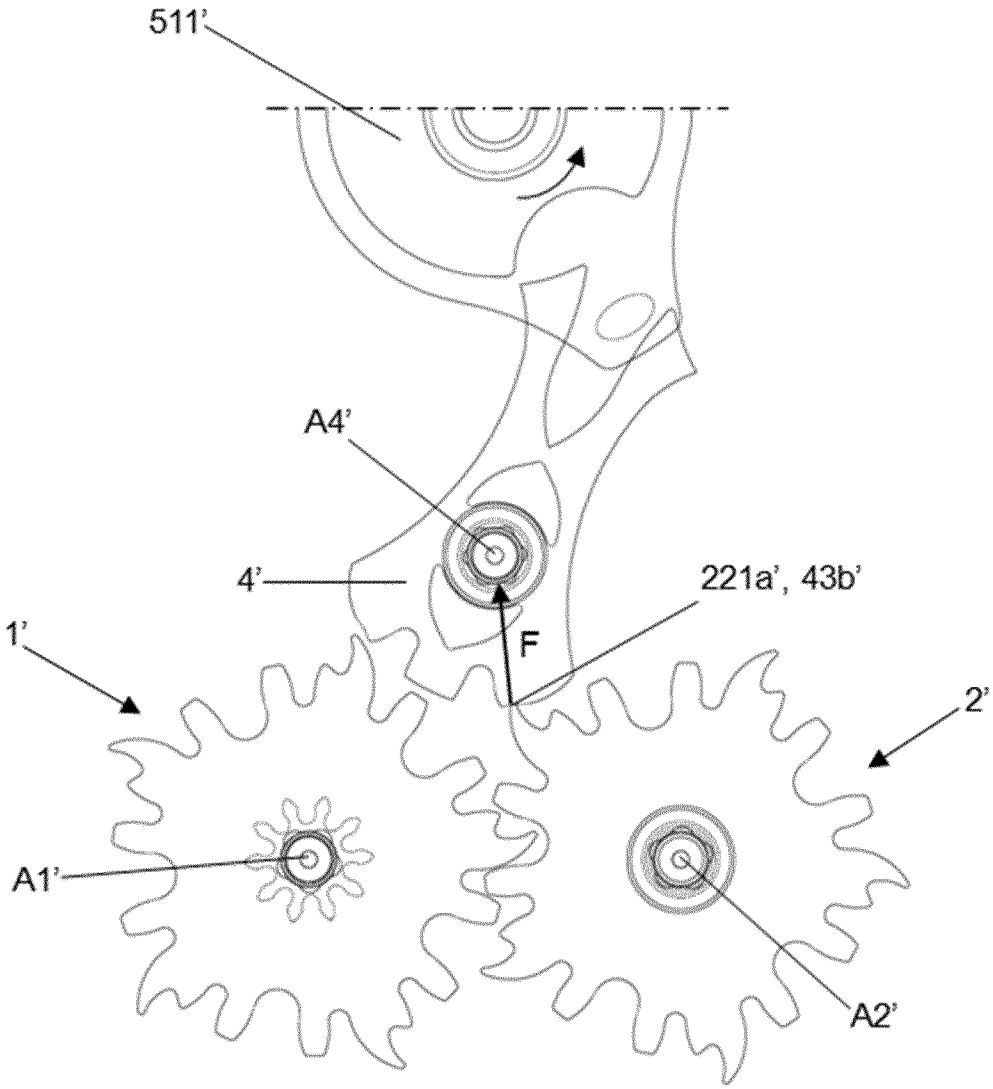
[Fig. 6]



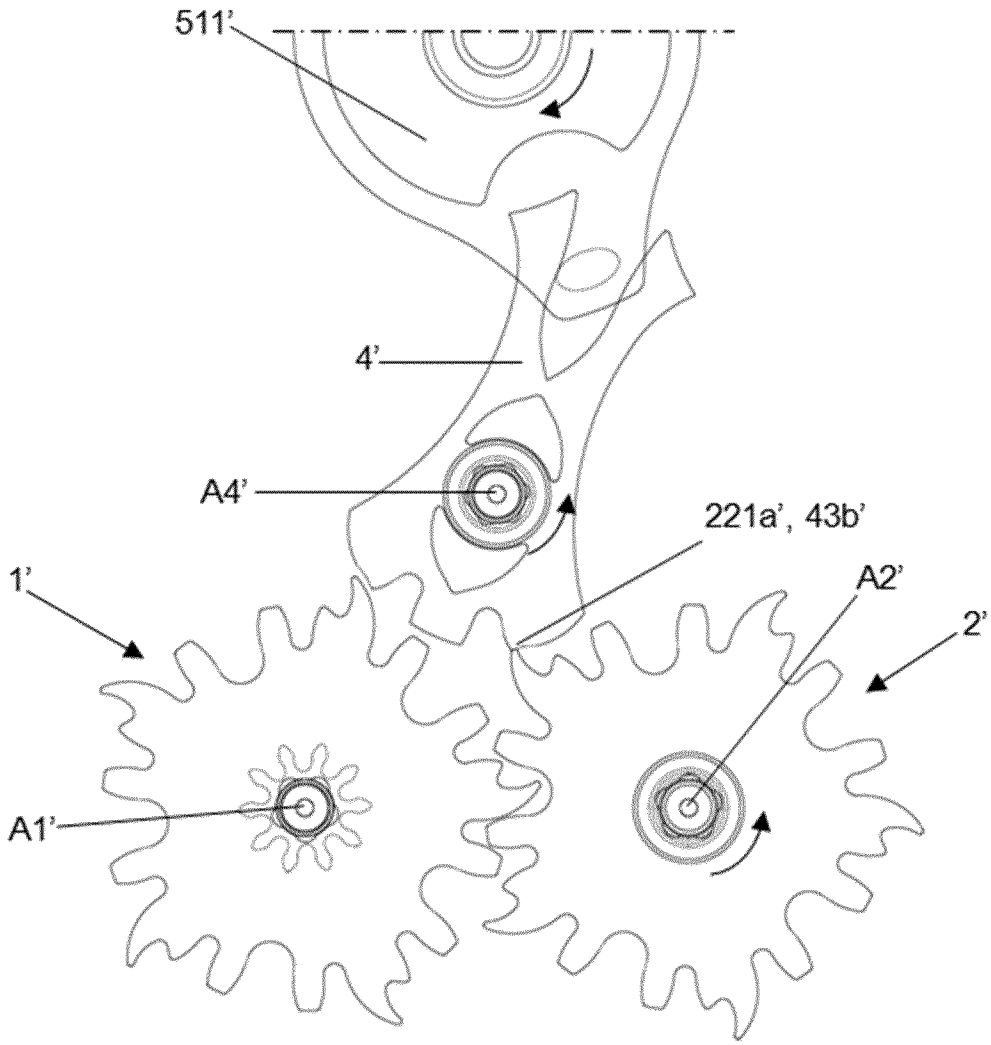
[Fig. 7]



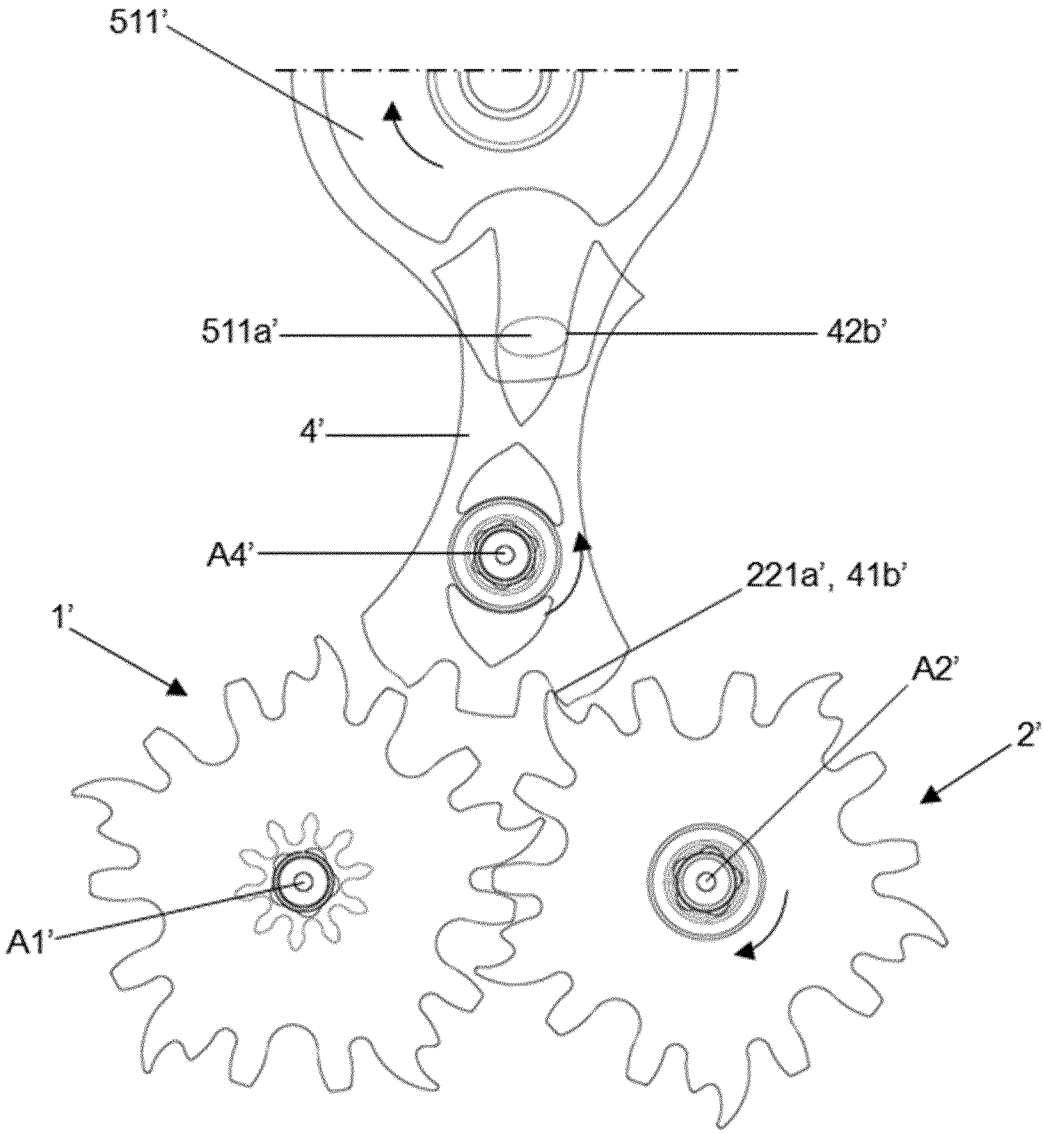
[Fig. 8]



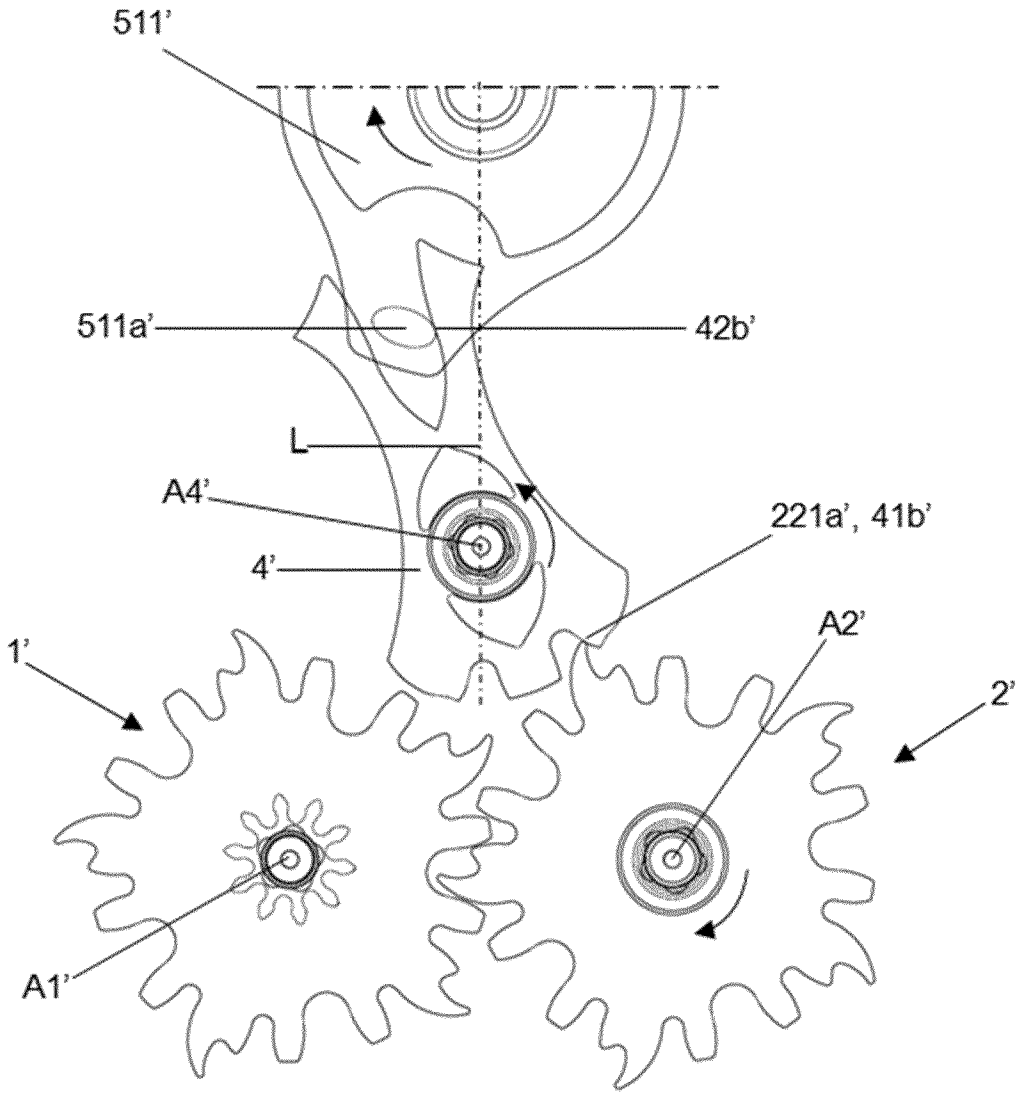
[Fig. 9]



[Fig. 10]



[Fig. 11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2024/069483

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G04B 15/08(2006.01)i; ***G04B 15/14***(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CH 714200 A1 (LOUIS VUITTON MALLETIER SA [FR]) 29 March 2019 (2019-03-29)	1,5,7-9,11-14
A	paragraphs [0039], [0041], [0043]; figures 1-4	2-4,6,10
A	CH 719133 A1 (RICHEMONT INT SA [CH]) 15 May 2023 (2023-05-15) figures 3a-3g	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
20 August 2024	**04 September 2024**

Name and mailing address of the ISA/EP	Authorized officer
European Patent Office **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands (Kingdom of the)** Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	**Scordel, Maxime** Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2024/069483

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CH 714200 A1	29 March 2019	NONE	
CH 719133 A1	15 May 2023	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2024/069483

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. G04B15/08 G04B15/14
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
G04B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	CH 714 200 A1 (LOUIS VUITTON MALLETIER SA [FR]) 29 mars 2019 (2019-03-29)	1,5,7-9, 11-14
A	alinéas [0039], [0041], [0043]; figures 1-4	2-4,6,10

A	CH 719 133 A1 (RICHEMONT INT SA [CH]) 15 mai 2023 (2023-05-15) figures 3a-3g	1-14

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée
"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
"X" document particulièrement pertinent;; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
"Y" document particulièrement pertinent;; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
20 août 2024	04/09/2024

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Scordel, Maxime

Formulaire PCT/ISA/210 (deuxième feuille) (avril 2005)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/EP2024/069483

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
CH 714200 A1	29-03-2019	AUCUN	
CH 719133 A1	15-05-2023	AUCUN	