

(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
05 mars 2020 (05.03.2020)



(10) Numéro de publication internationale
WO 2020/043720 A1

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

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2019/072833

(22) Date de dépôt international :
27 août 2019 (27.08.2019)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
18191219.7 28 août 2018 (28.08.2018) EP

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

(72) Inventeurs : **COLPO, Fabiano** ; 21, chemin de Boston,
1004 Lausanne (CH). **TU, Xuan Mai** ; Chemin de la Chié-
saz, 19, 1024 Écublens (CH).

(74) Mandataire : **MOREAU, Stéphane** et al. ; c/o Moinas &
Savoie, 19A, rue de la Croix-d'Or, 1204 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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR,
KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM,
KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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))

(54) Title: CLOCKMAKING ESCAPEMENT

(54) Titre : ECHAPPEMENT HORLOGER

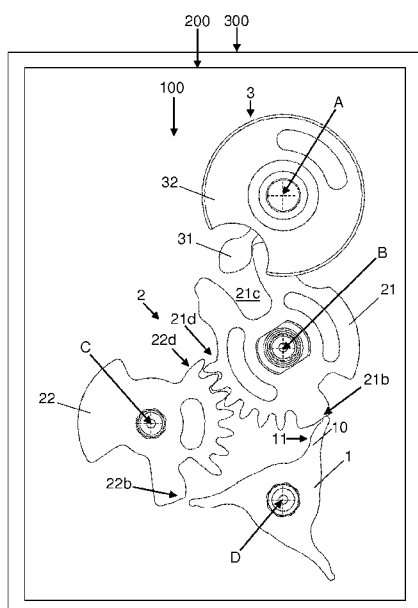


Figure 1

(57) **Abstract:** The invention relates to an escapement wheel (1; 1') comprising at least one escapement tooth (10; 10'), at least one of the escapement teeth having a transmission surface (11; 11') comprising a first proximal contact surface (11a; 11a') and a second distal contact surface (11b; 11b') which are intended to come into contact with the escapement lock (2), the first proximal contact surface (11a; 11a') being exclusively dedicated to the mechanical transmission of torque from the escapement wheel towards the lock and being arranged so as to act by means of linear contact with the lock during the mechanical transmission of torque from the escapement wheel towards the lock.

(57) **Abrégé :** Roue d'échappement (1; 1') comprenant au moins une dent d'échappement (10; 10'), au moins une des dents d'échappement comprenant une surface de transmission (11; 11') qui comprend une première surface proximale de contact (11a; 11a') et une deuxième surface distale de contact (11b; 11b') destinées à venir au contact d'un bloqueur (2) d'échappement, la première surface proximale de contact (11a; 11a') étant dédiée exclusivement à la transmission mécanique de couple de la roue d'échappement vers le bloqueur et étant agencée pour agir par contact linéique avec le bloqueur lors de la transmission mécanique de couple de la roue d'échappement vers le bloqueur.

WO 2020/043720 A1

Echappement horloger.

L'invention concerne une roue d'échappement horloger. Elle concerne aussi un système d'échappement horloger comprenant une telle roue.

5 Elle concerne encore un mouvement horloger comprenant une telle roue ou un tel système d'échappement. Elle concerne encore une pièce d'horlogerie, notamment une montre bracelet, comprenant une telle roue ou un tel système ou un tel mouvement. Elle concerne enfin un procédé de fonctionnement d'un tel système ou d'un tel mouvement ou d'une telle
10 pièce.

La demande de brevet WO2013182243 divulgue un échappement comportant une roue d'échappement prévue pour coopérer avec un bloqueur réalisé en deux mobiles distincts. Lors des phases d'impulsion
15 du système d'échappement, la roue d'échappement et le mobile de bloqueur alors en contact avec la roue d'échappement ont des rotations de sens opposés. On dit alors que l'entraînement du bloqueur par la roue d'échappement est tangentiel. Un tel procédé de fonctionnement d'un système d'échappement est avantageux car il nécessite peu d'énergie,
20 les frottements étant faibles entre la roue d'échappement et les deux mobiles du bloqueur. Les dents de la roue d'échappement comprennent chacune une surface de transmission qui comprend une surface distale de contact destinée à venir au contact d'un mobile de bloqueur, ainsi qu'une surface proximale destinée à venir au contact d'une surface
25 d'impulsion dudit mobile de bloqueur, ces surfaces proximale et d'impulsion étant planes. Ainsi, lors d'une phase d'impulsion du système d'échappement, une surface de transmission d'une dent de la roue d'échappement et une surface du mobile de bloqueur sont au moins partiellement en appui plan. Une telle conformation n'est pas optimale.

30

Le but de l'invention est de fournir une roue d'échappement et un système d'échappement permettant d'améliorer encore les systèmes d'échappement connus de l'art antérieur. En particulier, l'invention propose une roue d'échappement simple et permettant de limiter les
5 pertes d'énergie par le biais d'une surface de transmission d'une dent de roue d'échappement optimisée.

Une roue d'échappement selon l'invention est définie par la revendication
1.

10

Différents modes de réalisation de la roue d'échappement sont définis par les revendications dépendantes 2 à 9.

Un système d'échappement horloger selon l'invention est défini par la
15 revendication 10.

Différents modes de réalisation du système d'échappement horloger sont définis par les revendications dépendantes 11 et 12.

20 Un mouvement horloger selon l'invention est défini par la revendication 13.

Une pièce d'horlogerie selon l'invention est définie par la revendication
14.

25

Un procédé de fonctionnement selon l'invention est défini par la revendication 15.

Les figures annexées représentent à titre d'exemple deux modes de
30 réalisation d'une pièce d'horlogerie.

La figure 1 est une vue d'un mode de réalisation d'une pièce d'horlogerie comprenant un premier mode de réalisation d'une roue d'échappement, un échappement de la pièce d'horlogerie se trouvant dans une première position de repos.

5

La figure 2 est une vue de détail de la figure 1 au niveau du contact entre un bloqueur et une roue d'échappement.

La figure 3 est une vue du mode de réalisation de la pièce d'horlogerie, l'échappement de la pièce d'horlogerie se trouvant dans une première étape d'impulsion.

10

La figure 4 est une vue de détail de la figure 3 au niveau du contact entre un bloqueur et une roue d'échappement.

15

La figure 5 est une vue de détail du contact bloqueur-roue d'échappement à un instant de transition entre la première étape d'impulsion et une deuxième étape d'impulsion.

La figure 6 est une vue du mode de réalisation de la pièce d'horlogerie, l'échappement de la pièce d'horlogerie se trouvant dans la deuxième étape d'impulsion.

20

Les figures 7 et 8 sont des vues de détail de la figure 6 au niveau contact bloqueur-roue d'échappement.

25

La figure 9 est une vue du mode de réalisation de la pièce d'horlogerie, l'échappement de la pièce d'horlogerie se trouvant dans une deuxième position de repos.

30

La figure 10 est une vue de détail d'un mode de réalisation d'une dent d'une roue d'échappement.

La figure 11 est une vue d'un deuxième mode de réalisation de la roue d'échappement.

La figure 12 est une vue d'une variante du deuxième mode de réalisation de la roue d'échappement.

10 Un mode de réalisation d'une pièce d'horlogerie 300 est décrit ci-après en référence aux figures 1 à 10. La pièce d'horlogerie est par exemple une montre ou une montre bracelet. La pièce d'horlogerie peut comprendre un mouvement horloger mécanique 200, en particulier un mouvement horloger automatique. La pièce d'horlogerie peut encore
15 comprendre un ensemble horloger, notamment une boîte de montre destinée à contenir le mouvement.

Le mouvement horloger comprend un système d'échappement 100 interposé entre un oscillateur 3 et un rouage de finissage reliant un
20 accumulateur d'énergie, comme un barillet, au système d'échappement.

L'oscillateur 3 ou résonateur est par exemple du type balancier-spiral. L'oscillateur, notamment le balancier, comprend par exemple un plateau 32 et une cheville 31 ou un doigt 31. La cheville est par exemple destinée
25 à coopérer avec une fourchette 21c réalisée sur le bloqueur afin de transmettre des impulsions à l'oscillateur. L'oscillateur, en particulier le balancier, est par exemple pivoté autour d'un axe A sur un bâti du mouvement.

30 Le système d'échappement est de préférence du type tangentiel.

Le système d'échappement comprend un bloqueur 2 et une roue d'échappement 1.

De préférence, le bloqueur 2 comprend un premier mobile 21 et un
5 deuxième mobile 22. Par exemple, le premier mobile est pivoté autour d'un axe B sur le bâti du mouvement. Par exemple, le deuxième mobile est pivoté autour d'un axe C sur le bâti du mouvement. Les axes B et C sont de préférence distincts et parallèles ou sensiblement parallèles entre eux. En outre, les axes B et C sont de préférence parallèles ou
10 sensiblement parallèles à l'axe A.

Avantageusement, le premier mobile 21 comprend une première denture 21d et le deuxième mobile 22 comprend une deuxième denture 22d, les première et deuxième dentures étant agencées pour engrener l'une avec
15 l'autre. De préférence, les première et deuxième dentures sont agencées de sorte que les dents présentent des profils conjugués roulant théoriquement l'un contre l'autre sans glisser. Le bloqueur 2 comprend donc deux mobiles 21, 22 configurés pour engrener l'un avec l'autre.

20 Chacun des premier et deuxième mobiles comprend une surface d'impulsion 21a, 22a et une surface de repos 21b, 22b.

De préférence, la surface d'impulsion 21a du premier mobile 21 inclut une portion de cylindre dont la directrice est une développante de cercle
25 ou un cercle et/ou dont les génératrices sont parallèles ou sensiblement parallèles à l'axe B.

De préférence, la surface d'impulsion 22a du deuxième mobile 22 inclut une portion de cylindre dont la directrice est une développante de cercle
30 ou un cercle et/ou dont les génératrices sont parallèles ou sensiblement parallèles à l'axe C.

Par « cylindre », nous entendons, dans tout ce document, une surface géométrique formée par un ensemble de droites génératrices parallèles les unes aux autres et s'appuyant sur ou intersectant une courbe
5 directrice.

Les surfaces d'impulsion s'étendent de préférence sensiblement radialement relativement aux axes de rotation des mobiles.

10 Les surfaces d'impulsion sont destinées à recevoir des forces d'entraînement de l'oscillateur appliquées par les dents de la roue d'échappement entraînée par l'accumulateur d'énergie via le rouage de finissage.

15 De préférence, la surface de repos 21b du premier mobile 21 inclut une portion concave, comme représenté sur la figure 2.

De préférence, la surface de repos 22b du deuxième mobile 22 inclut une portion concave.

20

Les surfaces de repos s'étendent de préférence sensiblement orthoradialement relativement aux axes de rotation des mobiles.

Les surfaces de repos sont destinées à bloquer la roue d'échappement
25 par action sur une de ses dents.

Préférentiellement, une telle surface de repos ou de blocage du bloqueur est concave afin d'offrir une sécurité en cas d'un choc ou d'un rebond de la roue d'échappement. Préférentiellement encore, une telle surface de
30 blocage 21b, 22b du bloqueur 2 est formée par deux flancs 210b, 220b,

211b, 221b configurés en creux et faisant un angle compris entre 120° et 170°.

La fourchette 21c d'entraînement de l'oscillateur est par exemple réalisée
5 sur le premier mobile 21.

La roue d'échappement est montée mobile en rotation sur le bâti autour d'un axe D. L'axe D est par exemple parallèle aux axes A, B et C.

10 La roue d'échappement peut comprendre une ou plusieurs dents 10, notamment deux, quatre, cinq ou six dents ou, par exemple trois dents comme dans le mode de réalisation représenté.

Au moins une des dents d'échappement 10 comprend une surface de
15 transmission 11 qui comprend une première surface proximale de contact 11a et une deuxième surface distale de contact 11b destinées à venir au contact du bloqueur, la première surface proximale de contact 11a étant dédiée exclusivement à la transmission mécanique de couple de la roue d'échappement vers le bloqueur et étant agencée pour agir par contact
20 ponctuel avec le bloqueur lors de la transmission mécanique de couple de la roue d'échappement vers le bloqueur.

Par « contact ponctuel entre surfaces », on entend qu'il y a un contact ponctuel entre ces surfaces dans un ou plusieurs plans perpendiculaires
25 à l'axe D. En conséquence, en considérant l'épaisseur de la roue d'échappement et du bloqueur, il existe en fait un contact linéique ou linéaire entre la roue et le bloqueur, c'est-à-dire qu'il existe un contact selon une ligne ou sensiblement selon une ligne entre la roue et le bloqueur. Ce contact linéique est de préférence rectiligne. Il peut
30 néanmoins être curviligne. Ainsi, le terme « ponctuel » n'a pas un sens temporel dans ce document.

Avantageusement, la première surface proximale de contact 11a s'étend sur au moins 20%, voire au moins 30%, voire au moins 40%, de l'étendue de la surface de transmission 11. Cette étendue est
5 avantageusement mesurée dans un plan perpendiculaire à l'axe D.

Les surfaces de contact 11a et 11b sont destinées à venir au contact du bloqueur, à savoir que l'ensemble des points de ces surfaces sont aptes à venir en contact avec le bloqueur. Les surfaces proximale et distale
10 constituent tout ou partie de la surface de transmission 11.

La surface de transmission 11 s'étend d'un premier point de contact P1 entre la première surface proximale de contact 11a et une surface d'impulsion du bloqueur initiant une phase d'impulsion du dispositif
15 d'échappement à un deuxième point de contact P2 entre la deuxième surface distale de contact 11b et ladite surface d'impulsion du bloqueur clôturant ladite phase d'impulsion du dispositif d'échappement.

Par « phase d'impulsion », on entend une phase dans laquelle la roue
20 d'échappement transmet un couple moteur à l'oscillateur 3 ou résonateur par le biais d'un entraînement par contact du bloqueur 2. Lors d'une phase d'impulsion, une surface de transmission 11 de la roue est ainsi en contact avec une surface d'impulsion 21a, 21b du bloqueur 2.

25 La surface de transmission 11 constitue tout ou partie d'une surface de dent de la roue d'échappement s'étendant radialement ou sensiblement radialement relativement à l'axe D. Par « surface distale » et « surface proximale », on entend des surfaces agencées de sorte que la surface distale se trouve plus éloignée de l'axe D que ne se trouve la surface
30 proximale. De préférence, la distance à l'axe D de tout point de la surface

distale est supérieure à la distance à l'axe D de tout point de la surface proximale.

La surface proximale est optimisée et est exclusivement dédiée, lors de phases d'impulsion du système d'échappement, à la transmission mécanique de couple de la roue d'échappement vers le bloqueur. Plus particulièrement, la surface proximale est prévue pour coopérer exclusivement, par contact ponctuel ou linéique, avec des surfaces d'impulsion 21a, 22a du bloqueur. Avantageusement, la surface distale est également prévue pour coopérer avec des surfaces d'impulsion 21a, 22a du bloqueur. La surface distale est par ailleurs également prévue pour coopérer avec des surfaces 21b, 22b de blocage ou de repos du bloqueur lors de positions de repos du système d'échappement. Dans de telles positions, une dent 10 de la roue d'échappement est en appui contre une surface de blocage prédéfinie 21b, 22b du bloqueur 2.

Ainsi, le profil ou surface de transmission 11 de dent 10 de la roue d'échappement 1 est prévu pour faire coexister une première fonction de transmission de couple de la roue d'échappement au bloqueur et une deuxième fonction de blocage de la roue d'échappement, tout en optimisant la première fonction de transmission de couple en minimisant, notamment autant que faire se peut, le contact glissant entre la roue d'échappement et le bloqueur. La transmission d'énergie de la roue d'échappement au bloqueur en est ainsi améliorée.

Selon un premier mode de réalisation, la surface de transmission 11 comprend une première surface proximale de contact 11a convexe, ainsi qu'une deuxième surface distale de contact 11b convexe, les surfaces proximale et distale étant raccordées par au moins une arête ou au moins une surface intermédiaire 11c.

Selon une variante particulière du premier mode de réalisation telle qu'illustrée par les figures 1 à 10, les surfaces proximale et distale sont raccordées par une surface intermédiaire 11c concave. Alternativement, la surface intermédiaire 11c pourrait être plane. De préférence, la surface
5 intermédiaire 11c n'est pas prévue pour venir en contact avec les surfaces d'impulsion 21a, 22a du bloqueur.

Par « surface convexe », on entend que la surface de la dent forme un bossage orienté selon un premier sens, notamment un bossage en
10 saillie. Par « surface concave », on entend que la surface de la dent forme un bossage orienté selon un deuxième sens, notamment un bossage en creux.

Autrement dit, selon le premier mode de réalisation, au moins une des
15 dents d'échappement 10 comprend une surface proximale de contact 11a et une surface distale de contact 11b présentant un rayon de courbure de même signe, les surfaces distale et proximale étant raccordées par au moins une arête ou au moins une surface intermédiaire 11c :

- 20 - de rayon de courbure nul ; ou
- dont le signe est opposé à celui du rayon de courbure des surfaces proximale de contact 11a et distale de contact 11b ; ou
- plane ; ou
- dont le rayon de courbure est supérieur à 0.02 mm.

25

Par « arête », on entend une ligne d'intersection entre deux surfaces continues.

La surface proximale de contact est avantageusement configurée pour
30 venir exclusivement en contact de la surface d'impulsion 21a, 22a du bloqueur 2.

Avantageusement, cette surface proximale de contact peut comprendre une portion d'un premier cylindre de révolution R1a parallèle à l'axe D comme représenté sur la figure 10 ou peut comprendre sensiblement une
5 portion d'un premier cylindre de révolution R1a parallèle à l'axe D ou peut comprendre une portion de cylindre dont la directrice est une développante de cercle et dont les génératrices sont parallèles à l'axe D.

La surface distale 11b du profil 11 ou de la surface 11 de transmission de
10 la dent 10 de la roue d'échappement 1 peut, quant à elle, présenter du fait de sa convexité une géométrie complémentaire à celle de ladite surface de blocage 21b, 22b du bloqueur 2. Cette complémentarité n'est pas nécessairement stricte. En effet, la complémentarité peut simplement
15 résulter du fait que la surface distale est convexe et que la ou les surfaces de repos sont concaves. La surface distale 11b du profil 1, lors de positions de repos du système d'échappement, est préférentiellement conformée de sorte à être positionnée tangente à ladite surface de
blocage 21b, 22b du bloqueur, en particulier tangente aux deux flancs 210b, 220b et 211b, 221b formant une surface de blocage concave 21b,
20 22b du bloqueur 2.

La surface distale de contact est avantageusement configurée pour venir en contact avec les surfaces d'impulsion 21a, 22a du bloqueur 2 et pour
25 venir en contact avec les surfaces de repos 21b, 22b du bloqueur 2.

Avantageusement, la surface distale de contact comprend une portion d'un deuxième cylindre de révolution R1b parallèle à l'axe D comme représenté sur la figure 10 ou comprend sensiblement une portion d'un
30 deuxième cylindre de révolution R1b parallèle à l'axe D.

Le rapport du rayon du premier cylindre sur le rayon du deuxième cylindre peut être compris entre 7 et 11, 7 et 9 inclus, en particulier compris entre 8 et 10, 8 et 10 inclus, de préférence égal à 9 ou sensiblement égal à 9.

5

La surface intermédiaire peut, quant à elle, comprendre une portion d'un troisième cylindre de révolution R1c parallèle à l'axe D comme représenté sur la figure 10 ou comprendre sensiblement une portion d'un troisième cylindre de révolution R1c parallèle à l'axe D.

10

Selon un deuxième mode de réalisation, la roue d'échappement 1' représentée partiellement sur les figures 11 et 12 comprend une première surface proximale de contact 11a' formée dans la continuité d'une deuxième surface distale de contact 11b', ou réciproquement, de sorte à former une surface de transmission 11' dépourvue de surface intermédiaire. Dans ce mode de réalisation, les surfaces proximale et distale constituent la surface de transmission 11. Avantageusement, un tel mode de réalisation permet une transmission de couple sans discontinuité de contact entre la surface de transmission de la roue d'échappement et la surface d'impulsion du bloqueur. La direction des plans tangents à la surface de transmission évolue donc continûment et sans rupture le long de la surface de transmission.

15

20

Sur les figures 11 et 12, les éléments ayant les mêmes fonctions que ceux déjà représentés sur les figures précédentes portent les mêmes références auxquelles un « ' » a été ajouté.

25

Selon une variante particulière du deuxième mode de réalisation telle qu'illustrée par la figure 11, la surface proximale de contact 11a' peut comprendre au moins une première portion plane ou sensiblement plane

30

111a', 112a' et au moins une deuxième portion concave 113a'. La surface distale de contact 11b' est, quant à elle, convexe.

Quel que soit le mode de réalisation considéré, les différentes dents de la
5 roue d'échappement peuvent être identiques. Alternativement, seulement une ou certaines dents de la roue d'échappement peuvent être conformées comme décrit plus haut.

Comme représenté de manière exagérée sur la figure 12, des
10 discontinuités microscopiques ou nanoscopiques peuvent être formées sur les surfaces proximale et distale de la surface de transmission, notamment dans le but, par exemple, d'y loger un lubrifiant. Cela ne change en rien le caractère plan, convexe, ou concave de ces surfaces à l'échelle macroscopique.

15 Un mode d'exécution d'un procédé de fonctionnement d'un système d'échappement tel que mentionné précédemment ou d'un mouvement horloger tel que mentionné précédemment ou d'une pièce d'horlogerie telle que mentionnée précédemment est décrit ci-après en référence aux
20 figures 1 à 10.

On suppose initialement l'oscillateur et le système d'échappement dans la position des figures 1 et 2, la cheville de l'oscillateur se trouvant dans une position de limite de contact avec le premier mobile de bloqueur.
25 L'oscillateur tourne en sens antihoraire relativement à l'axe A sur la figure 1. Le premier mobile de bloqueur se trouve en position de blocage de la roue d'échappement, la surface distale 11b étant en appui contre la surface de repos 21b. La surface distale 11b du profil 11 de la dent 10 est ici tangente aux flancs 210b, 211b de la surface de blocage 21b dudit
30 mobile 21.

L'oscillateur tournant en sens antihoraire relativement à l'axe A sur la figure 1, il entraîne, via la cheville 31 et la fourchette 21c, le premier mobile en sens horaire jusqu'à atteindre la position représentée sur les figures 3 et 4.

5

On atteint alors les positions de l'oscillateur et du système d'échappement illustrées par les figures 3 et 4. Ces figures 3 et 4 illustrent le début d'une première étape d'une phase d'impulsion, la surface proximale 11a du profil 11 de la dent 10 de la roue 1 débutant sa coopération par contact avec la surface d'impulsion 21a du premier mobile 21 du bloqueur 2 au niveau d'un point de contact P1. Durant cette première étape, la surface proximale 11a du profil 11 de la dent 10 de la roue 1 mène le premier mobile 21 en coopérant par contact avec la surface d'impulsion 21a du premier mobile 21. Dans le cas où la surface proximale 11a et la surface d'impulsion 21a présentent chacune un profil de denture en développante de cercle, la roue d'échappement et le premier mobile roulent théoriquement l'un contre l'autre sans glisser. Lors de cette coopération par contact de la surface proximale 11a et de la surface d'impulsion 21a, le point de contact entre la dent 10 et la surface d'impulsion 21a est situé sur une ligne d'engrènement ou ligne de pression L1 représentée sur la figure 5. Préférentiellement, l'angle de pression α formé par la perpendiculaire PC à la ligne de centres LC de la roue d'échappement 1 et du premier mobile 21 (ou passant par les axes B et D) et la ligne d'engrènement L1 est de l'ordre de 20°. Bien entendu, cet angle peut être compris entre 10° et 40°. La figure 5 illustre une telle ligne d'engrènement L1 au moment où la première étape de ladite phase d'impulsion s'achève, à savoir au moment où la surface distale 11b du profil 11 rentre en contact avec la surface d'impulsion 21a du premier mobile 21.

30

Ainsi, le procédé comprend une première étape d'application d'une première action mécanique de la surface proximale de contact 11a convexe d'une dent 10 de la roue d'échappement sur la surface d'impulsion du bloqueur 21a. Cette première étape est une première
5 étape de phase d'impulsion. Le premier mobile du bloqueur applique en conséquence un effort, notamment un couple, ou une impulsion sur l'oscillateur.

Le premier mobile 21 continuant à tourner sous l'action de la dent sur la
10 surface d'impulsion 21a, on atteint alors les positions de l'oscillateur et du système d'échappement illustrées par les figures 6 à 8. Ces figures 6 à 8 illustrent une deuxième étape d'une phase d'impulsion, la roue d'échappement 1 coopérant par contact avec le premier mobile 21 du bloqueur 2. Durant cette deuxième étape, la surface distale 11b du profil
15 11 de dent 10 de la roue 1 mène le premier mobile 21 en coopérant avec la surface d'impulsion 21a du premier mobile 21. Lors de la coopération des surfaces 11b et 21a, le point de contact entre la dent 10 et la surface d'impulsion 21a est situé sur une ligne d'engrènement ou ligne de pression L2. Préférentiellement, l'angle de pression β formé par la
20 perpendiculaire PC à la ligne de centres LC de la roue d'échappement 1 et du premier mobile 21 (ou passant par les axes B et D) est nul ou sensiblement nul.

Ainsi, préférentiellement, l'angle γ (représenté sur la figure 8, par le biais
25 d'une prolongation virtuelle de la ligne L1 dessinée en gris clair et en pointillés) formé par les lignes L1 et L2 est de l'ordre de la valeur de l'angle α . Cet angle peut être compris entre 10° et 40° . La figure 8 illustre une telle ligne d'engrènement L2 au moment où la deuxième étape de ladite phase d'impulsion est sur le point de s'achever alors que la surface
30 distale 11b est en contact avec la surface d'impulsion 21a au niveau d'un point P2, à savoir au moment où la surface distale 11b du profil 11 est

sur le point de ne plus coopérer avec la surface d'impulsion 21a du mobile 21.

5 Ainsi, le procédé comprend une deuxième étape d'application d'une deuxième action mécanique de la surface distale de contact 11b de la dent sur la surface d'impulsion 21a du bloqueur. Cette deuxième étape est une deuxième étape de phase d'impulsion. Le premier mobile du bloqueur applique en conséquence un effort, notamment un couple, ou une impulsion sur l'oscillateur.

10

De préférence, la première étape est maintenue pendant une course du bloqueur dont l'amplitude est égale ou supérieure à 30%, voire est égale ou supérieure à 40%, voire est égale ou supérieure à 50%, de l'amplitude de la course totale du bloqueur durant la phase d'impulsion.

15

De préférence encore, la deuxième étape est maintenue pendant une course du bloqueur dont l'amplitude est égale ou supérieure à 30%, voire est égale ou supérieure à 40%, voire est égale ou supérieure à 50%, de l'amplitude de la course totale du bloqueur durant la phase d'impulsion.

20

Pendant la phase d'impulsion du système d'échappement, la roue d'échappement 1 transmet un couple au bloqueur 2 de sorte à provoquer et à entretenir les oscillations de l'oscillateur 3 par le biais de la fourchette 21c du mobile 21 de bloqueur coopérant avec la cheville 31 du plateau 32 du résonateur 3. Pendant la phase d'impulsion du système d'échappement, la roue d'échappement 1 transmet un couple moteur à l'oscillateur 3 ou résonateur par le biais d'un entraînement par contact du bloqueur 2.

30 A l'issue de la phase d'impulsion, la dent de la roue d'échappement quitte la surface d'impulsion 21a (sous l'effet du couple produit par l'organe

moteur) et vient buter contre la surface de repos 22b du deuxième mobile 22 du bloqueur comme représenté sur la figure 9.

5 Ainsi, des étapes d'interactions similaires à celles décrites précédemment peuvent se produire entre une dent de la roue d'échappement et le deuxième mobile de bloqueur.

10 Ainsi, la roue d'échappement 1 peut coopérer de la même manière avec le deuxième mobile 22 du bloqueur 2, et notamment avec la surface d'impulsion 22a du deuxième mobile 22 lors d'une autre phase d'impulsion du système d'échappement.

15 Le fonctionnement du système d'échappement ou du mouvement ou de la pièce d'horlogerie peut donc comprendre des itérations du cycle suivant :

- Repos de la roue d'échappement sur la surface de repos 21b du premier mobile 21 ; puis
- Impulsion de la roue d'échappement sur la surface d'impulsion 21a du premier mobile 21 comprenant :
 - 20 o Première étape d'impulsion de la surface proximale 11a de la roue d'échappement sur la surface d'impulsion 21a du premier mobile 21 ; puis
 - 25 o Deuxième étape d'impulsion de la surface distale 11b de la roue d'échappement sur la surface d'impulsion 21a du premier mobile 21 ; puis
- Repos de la roue d'échappement sur la surface de repos 22b du deuxième mobile 22 ; puis
- Dégagement de la cheville 31 de plateau 32 de l'oscillateur 3 de la fourchette 21c du premier mobile 21 ; puis
- 30 - Impulsion de la roue d'échappement sur la surface d'impulsion 22a du deuxième mobile 22 comprenant :

- Première étape d'impulsion de la surface proximale 11a de la roue d'échappement sur la surface d'impulsion 22a du deuxième mobile 22 ; puis
 - Deuxième étape d'impulsion de la surface distale 11b de la roue d'échappement sur la surface d'impulsion 22a du deuxième mobile 22 ; puis
 - Dégagement de la cheville 31 de plateau 32 de l'oscillateur 3 de la fourchette 21c du premier mobile 21.
- 10 De préférence, la première surface proximale de la surface de transmission d'une dent de roue d'échappement est conformée de sorte à générer un contact ponctuel ou linéique entre ladite roue d'échappement et un mobile de bloqueur lors d'une phase d'impulsion du système d'échappement. De préférence, ce contact ponctuel ou linéique
- 15 est maintenu pendant toute la première étape d'impulsion ou pendant une portion supérieure à 50 %, voire 70 %, voire 90% de la première étape (cette portion représentant la course du bloqueur en contact ponctuel ou linéique avec la roue sur la course du bloqueur pendant toute la première étape d'impulsion).
- 20 De préférence, le lieu du contact ponctuel ou linéique se déplace sur la première surface proximale et/ou sur la surface d'impulsion du bloqueur au fil de la première étape d'impulsion.
- 25 De préférence, les surfaces d'impulsion du bloqueur sont aussi agencées de sorte à assurer le contact ponctuel ou linéique entre la roue d'échappement et le bloqueur, comme décrit plus haut.
- Ce fonctionnement peut aussi être mis en œuvre en utilisant une roue
- 30 d'échappement comme décrite en référence aux figures 11 et 12.

Le deuxième mobile 22 peut donc provoquer et entretenir les oscillations de l'oscillateur 3 par le biais du premier mobile 21, et notamment par le biais de la denture 22d coopérant avec la denture 21d du mobile 21, comme cela est enseigné au sein de la demande de brevet
5 WO2013182243.

Globalement, la roue d'échappement et le système d'échappement fonctionnent de manière similaire à ceux divulgués dans la demande WO2013182243.

10

Toutefois, comme vu précédemment, la roue d'échappement décrite précédemment présente ici la particularité de comprendre des dents munies de surfaces de transmission mécanique optimisées entre la roue d'échappement et un bloqueur prenant part à l'échappement horloger.

15 Ceci permet d'optimiser le rapport de transmission entre les mobiles et de minimiser les frottements lors du fonctionnement de l'échappement. En outre, les géométries choisies permettent de rendre le couple transmis de la roue d'échappement à l'oscillateur le plus constant possible pendant toute la phase d'impulsion.

20

Revendications :

1. Roue d'échappement (1 ; 1') comprenant au moins une dent d'échappement (10 ; 10'), au moins une des dents d'échappement comprenant une surface de transmission (11 ; 11') qui comprend une première surface proximale de contact (11a ; 11a') et une deuxième surface distale de contact (11b ; 11b') destinées à venir au contact d'un bloqueur (2) d'échappement, la première surface proximale de contact (11a ; 11a') étant dédiée exclusivement à la transmission mécanique de couple de la roue d'échappement vers le bloqueur et étant agencée pour agir par contact linéique avec le bloqueur lors de la transmission mécanique de couple de la roue d'échappement vers le bloqueur.
2. Roue d'échappement selon la revendication précédente, caractérisée en ce que la deuxième surface distale de contact est configurée pour venir en contact avec une surface d'impulsion (21a, 22a) d'un bloqueur (2) et pour venir en contact avec une surface de repos (21b, 22b) dudit bloqueur (2).
3. Roue d'échappement selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que la deuxième surface distale de contact (11b) est convexe et la première surface proximale de contact (11a) est convexe, la deuxième surface distale et la première surface proximale étant raccordées par au moins une arête ou au moins une surface intermédiaire (11c) plane ou concave.
4. Roue d'échappement selon la revendication précédente, caractérisée en ce que la surface intermédiaire comprend une portion d'un troisième cylindre de révolution (R1c) ou comprend

sensiblement une portion d'un troisième cylindre de révolution (R1c).

5. Roue d'échappement selon la revendication 3 ou 4, caractérisée en ce que la première surface proximale de contact comprend une portion d'un premier cylindre de révolution (R1a) ou comprend sensiblement une portion d'un premier cylindre de révolution (R1a) ou comprend une portion de cylindre dont la directrice est une développante de cercle.
6. Roue d'échappement selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que la deuxième surface distale de contact comprend une portion d'un deuxième cylindre de révolution (R1b) ou comprend sensiblement une portion d'un deuxième cylindre de révolution (R1b).
7. Roue d'échappement selon les revendications 5 et 6, caractérisée en ce que le rapport du rayon du premier cylindre sur le rayon du deuxième cylindre est compris entre 7 et 11, en particulier compris entre 8 et 10, de préférence égal à 9 ou sensiblement égal à 9.
8. Roue d'échappement selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisée en ce que la première surface proximale de contact (11a') est formée dans la continuité de la deuxième surface distale de contact (11b').
9. Roue d'échappement selon l'une des revendications 1, 2 et 8, caractérisée en ce que la première surface proximale de contact (11a') comprend au moins une portion concave (113a'), notamment en ce que la première surface proximale de contact (11a')

comprend au moins une première portion plane ou sensiblement plane (111a', 112a').

- 5 10. Système (100) d'échappement horloger, le système comprenant une roue d'échappement selon l'une des revendications précédentes.
- 10 11. Système d'échappement horloger selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le système est du type tangentiel et/ou en ce que le système comprend un bloqueur (2) incluant deux mobiles (21, 22) configurés pour engrener l'un avec l'autre.
- 15 12. Système d'échappement horloger selon l'une des revendications 10 et 11, caractérisé en ce que le système comprend deux mobiles (21, 22) présentant chacun une surface d'impulsion (21a, 22a) incluant une portion de cylindre dont la directrice est une développante de cercle et/ou présentant chacun une surface de repos (21b, 22b) concave et/ou en ce que le bloqueur et la roue d'échappement sont agencés de sorte qu'un angle de pression (α)
- 20 formé par :
- une perpendiculaire (PC) à une ligne de centres (LC) de la roue d'échappement et du bloqueur, et
 - une ligne d'engrènement (L1) au niveau d'un contact entre la surface proximale de contact (11a) convexe et une surface
- 25 d'impulsion (21a, 22a) du bloqueur,
- est compris entre 10° et 40° , 10° et 40° inclus, voire est compris entre 15° et 30° , 15° et 30° inclus, par exemple est égal ou sensiblement égal à 20° .

13. Mouvement horloger (200) comprenant un système selon l'une des revendications 10 à 12 et/ou une roue d'échappement selon l'une des revendications 1 à 9.
- 5 14. Pièce d'horlogerie (300), notamment montre bracelet, comprenant un mouvement horloger (200) selon la revendication précédente et/ou un système selon l'une des revendications 10 à 12 et/ou une roue d'échappement selon l'une des revendications 1 à 9.
- 10 15. Procédé de fonctionnement d'un système d'échappement (100) comprenant une roue d'échappement (1) et un bloqueur (2) de roue d'échappement, notamment un système selon l'une des revendications 10 à 12, le procédé comprenant :
- 15 – une première étape d'application d'une première action mécanique d'une première surface proximale de contact (11a ; 11a') d'une dent (10 ; 10') de roue d'échappement sur une surface d'impulsion du bloqueur (21a, 22a), notamment une première étape d'application d'une première action mécanique d'une première surface proximale de contact (11a) convexe
- 20 d'une dent (10) de roue d'échappement sur une surface d'impulsion du bloqueur (21a, 22a) ; et
- une deuxième étape d'application d'une deuxième action mécanique d'une surface distale de contact (11b ; 11b') convexe de la dent sur la surface d'impulsion du bloqueur.

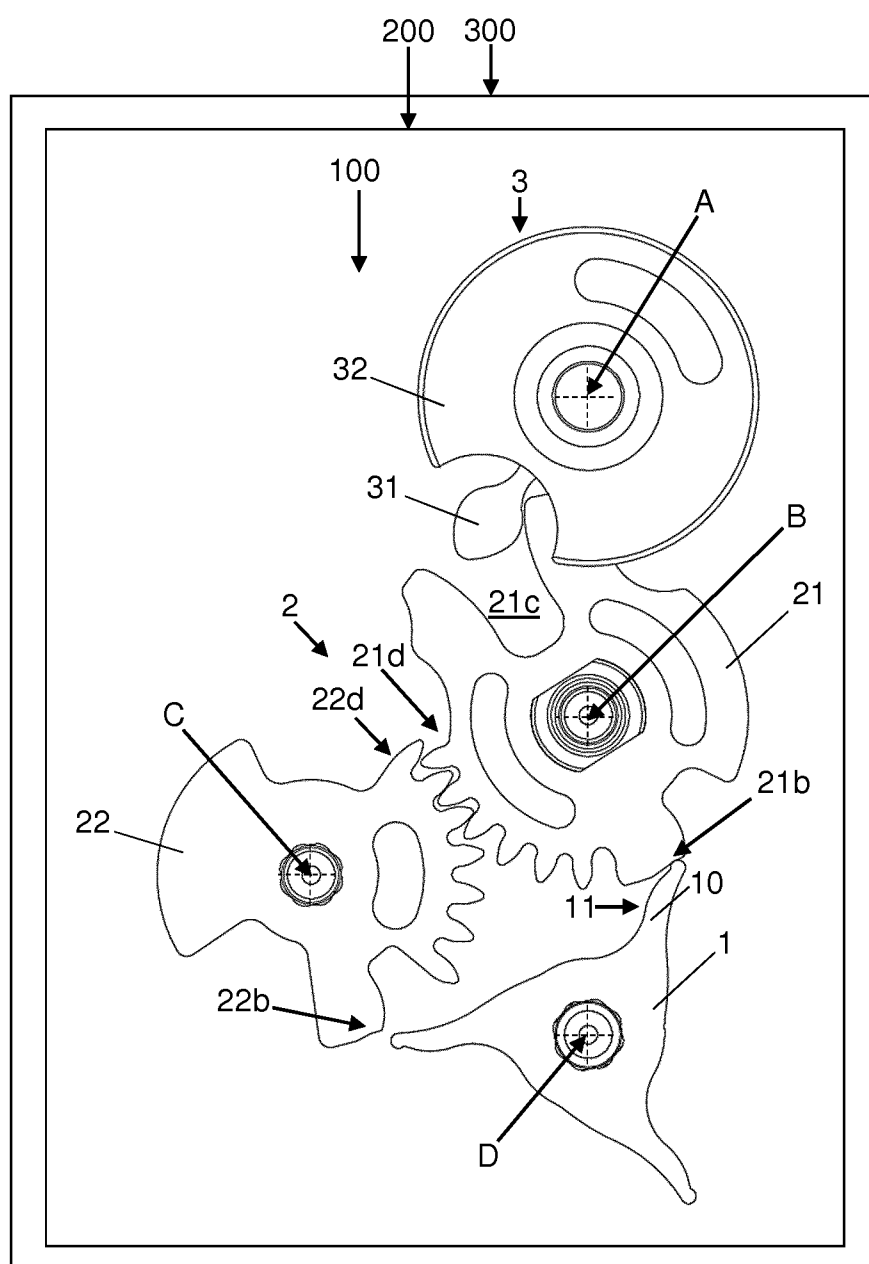


Figure 1

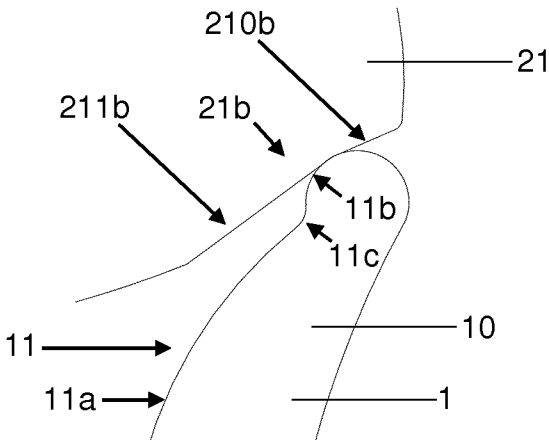
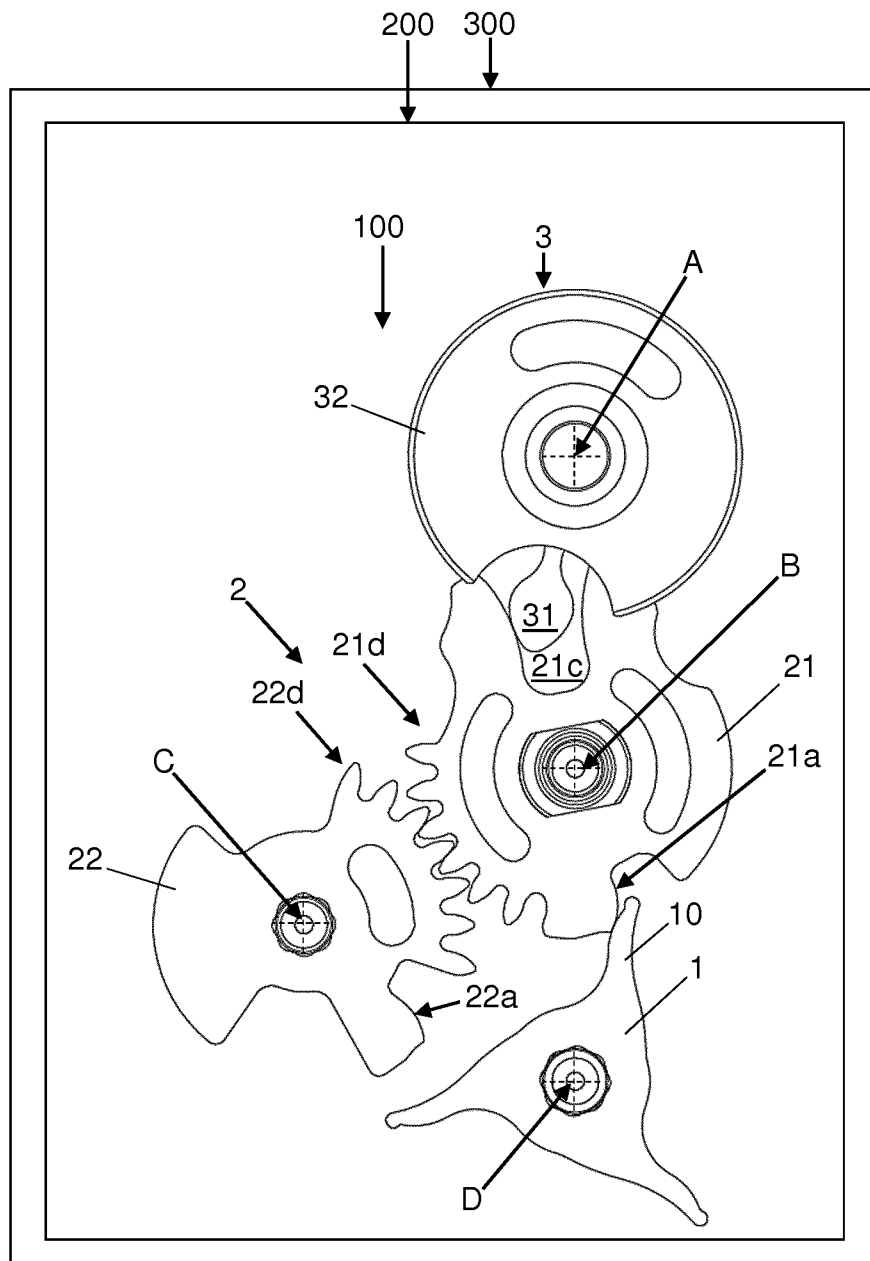
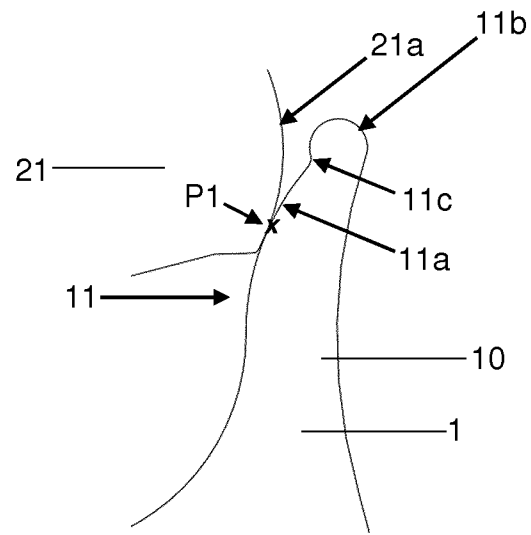
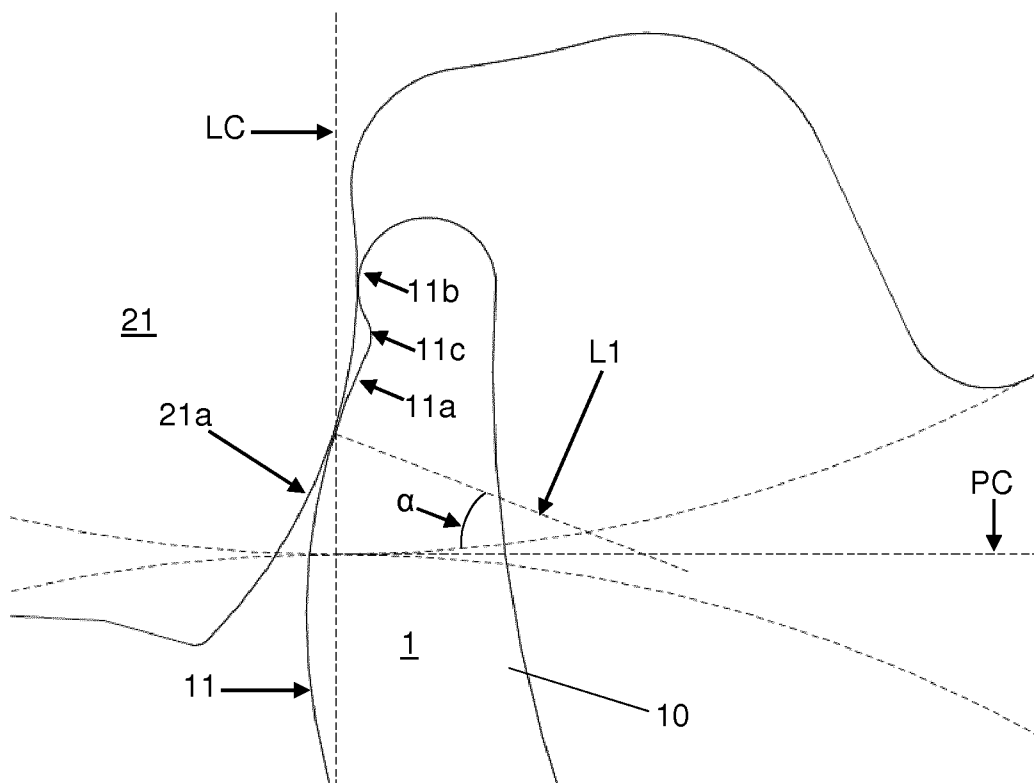


Figure 2

**Figure 3**

**Figure 4****Figure 5**

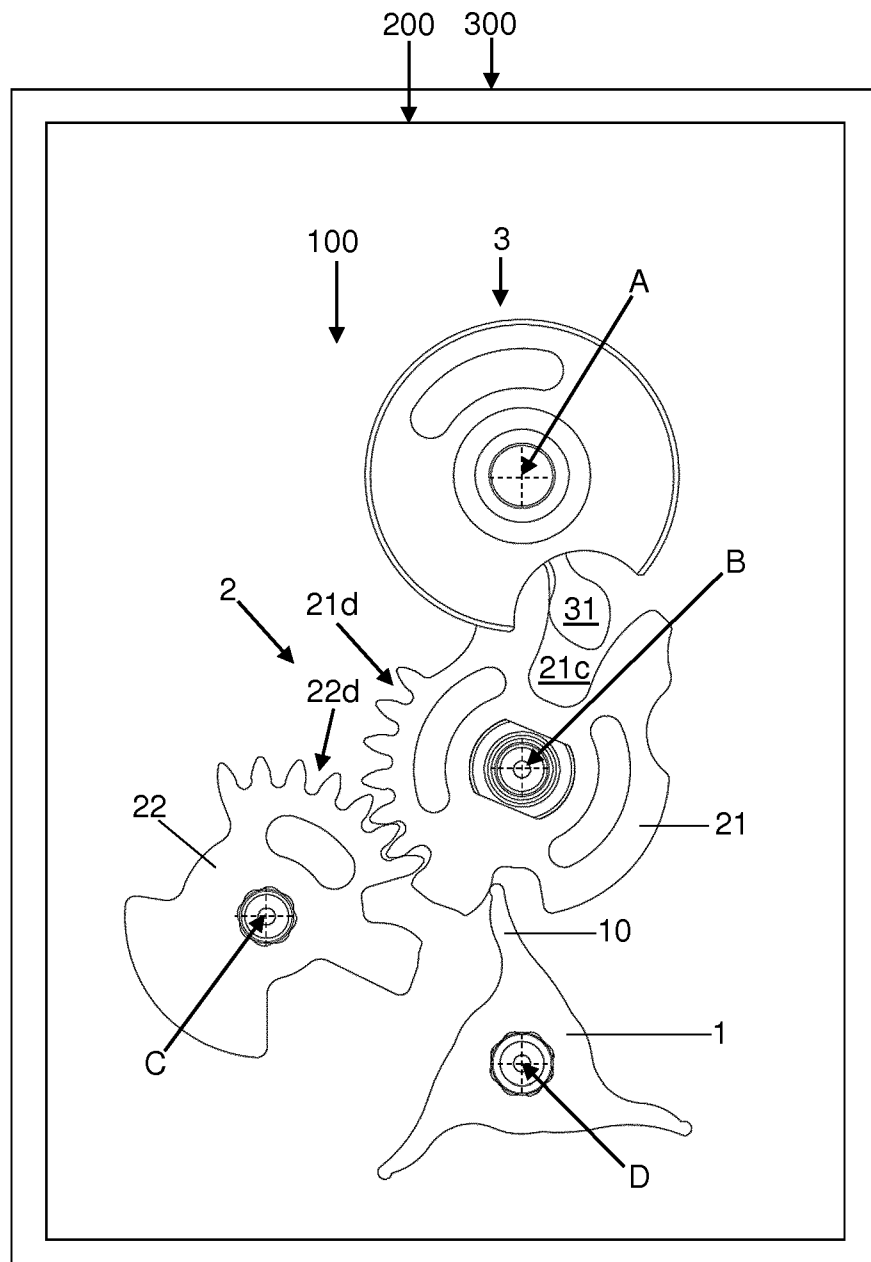
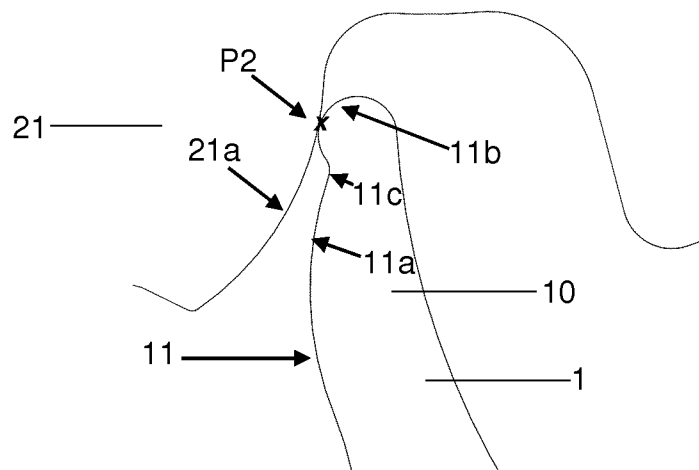
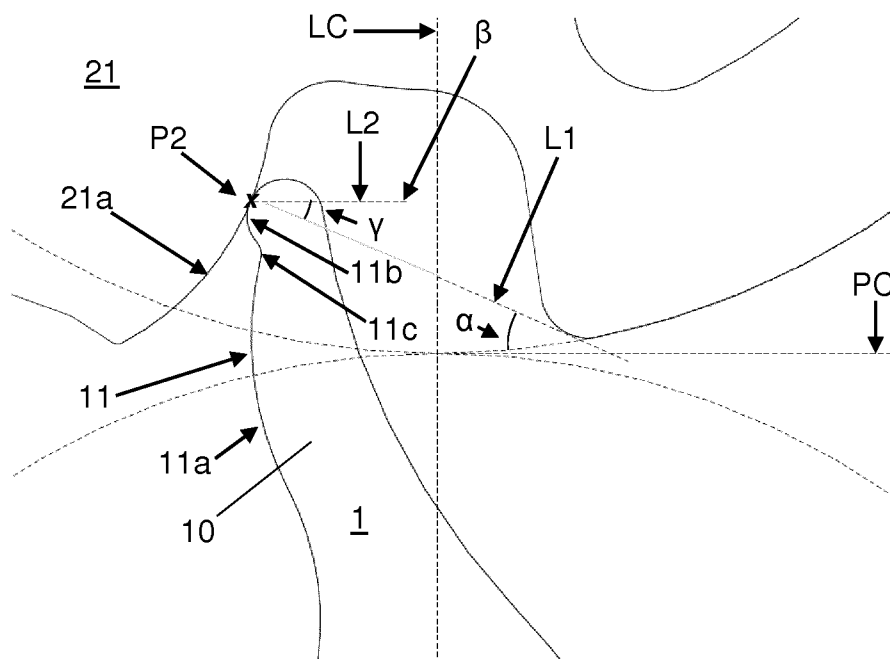
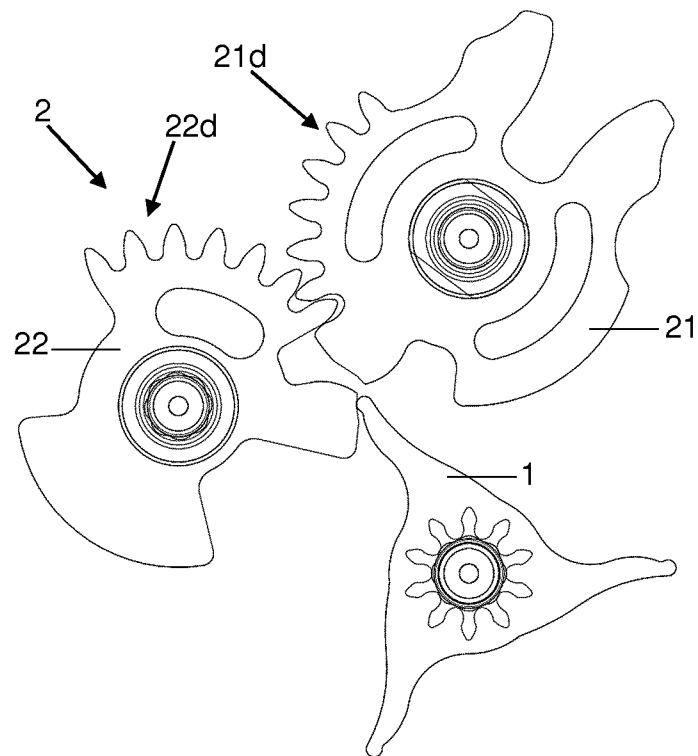
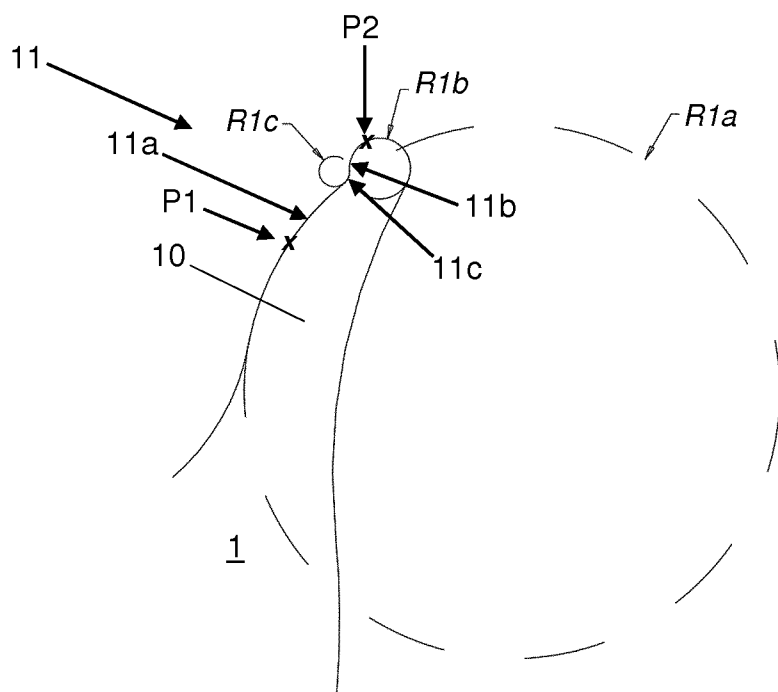


Figure 6

**Figure 7****Figure 8**

**Figure 9****Figure 10**

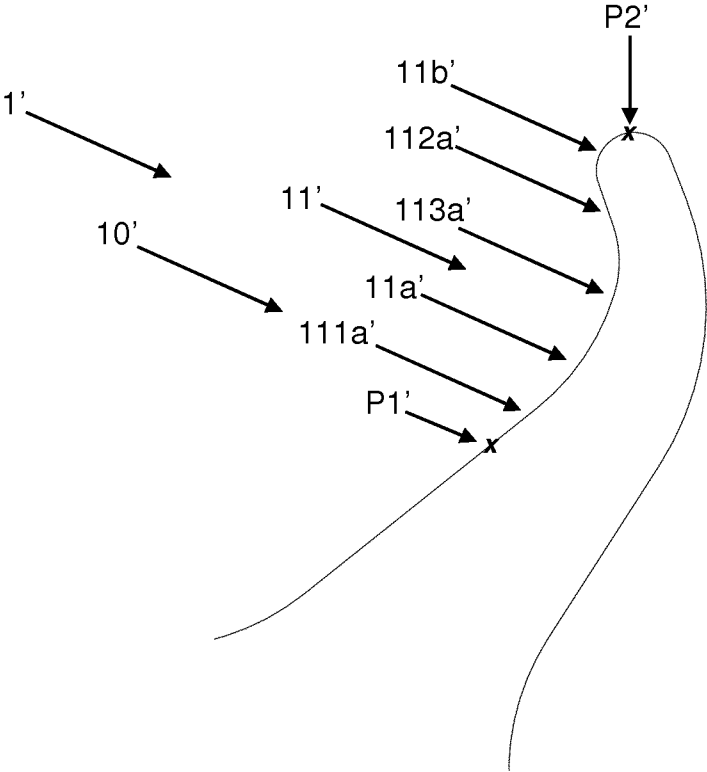


Figure 11

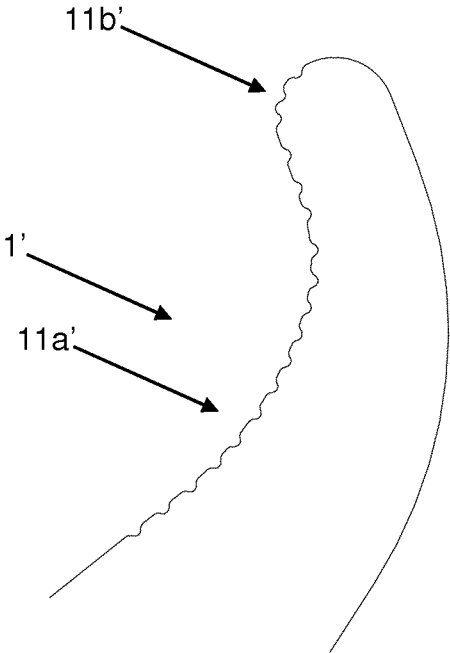


Figure 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/072833

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G04B 15/14**(2006.01)i; **G04B 15/08**(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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	WO 2017109004 A1 (DETRA SA [CH]) 29 June 2017 (2017-06-29) page 26, line 14 - page 29, line 25; figures 14, 15	1,2,6,8-14 3-5,7,15
A	WO 2013182243 A1 (DETRA SA [CH]; TU XUAN MAI [CH]) 12 December 2013 (2013-12-12) cited in the application abstract; figure 4	1-15

☐ 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

25 October 2019

Date of mailing of the international search report

07 November 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Sigrist, Marion

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/072833

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2017109004	A1	29 June 2017	CN	108700845	A	23 October 2018
				EP	3394682	A1	31 October 2018
				JP	2019500630	A	10 January 2019
				US	2018373201	A1	27 December 2018
				WO	2017109004	A1	29 June 2017
WO	2013182243	A1	12 December 2013	CN	104364719	A	18 February 2015
				EP	2859411	A1	15 April 2015
				JP	5961753	B2	02 August 2016
				JP	2015518965	A	06 July 2015
				US	2015131414	A1	14 May 2015
				WO	2013182243	A1	12 December 2013

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2019/072833

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. G04B15/14 G04B15/08
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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X A A	WO 2017/109004 A1 (DETRA SA [CH]) 29 juin 2017 (2017-06-29) page 26, ligne 14 - page 29, ligne 25; figures 14, 15 ----- WO 2013/182243 A1 (DETRA SA [CH]; TU XUAN MAI [CH]) 12 décembre 2013 (2013-12-12) cité dans la demande abrégé; figure 4 -----	1,2,6, 8-14 3-5,7,15 1-15



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

25 octobre 2019

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

07/11/2019

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Sigrist, Marion

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2019/072833

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2017109004 A1	29-06-2017	CN 108700845 A	23-10-2018
		EP 3394682 A1	31-10-2018
		JP 2019500630 A	10-01-2019
		US 2018373201 A1	27-12-2018
		WO 2017109004 A1	29-06-2017

WO 2013182243 A1	12-12-2013	CN 104364719 A	18-02-2015
		EP 2859411 A1	15-04-2015
		JP 5961753 B2	02-08-2016
		JP 2015518965 A	06-07-2015
		US 2015131414 A1	14-05-2015
		WO 2013182243 A1	12-12-2013
