(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 542 225 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
30.12.2020 Bulletin 2020/53

(21) Numéro de dépôt: **17801691.1**

(22) Date de dépôt: **16.11.2017**

(51) Int Cl.:
G04B 15/14 *(2006.01)* ***G04B 15/08*** *(2006.01)*

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2017/079521

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2018/091619 (24.05.2018 Gazette 2018/21)

(54) ÉCHAPPEMENT D'HORLOGERIE À TIRAGE OPTIMISÉ

UHRWERKSHEMMUNG MIT OPTIMIERTEM ANZUG

WATCH ESCAPEMENT WITH OPTIMIZED DRAFT

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorité: **17.11.2016 CH 15222016**

(43) Date de publication de la demande:
25.09.2019 Bulletin 2019/39

(73) Titulaire: **Richemont International SA**
1752 Villars-sur-Glane (CH)

(72) Inventeurs:
- **HERAUD, Alexis**
  25300 Pontarlier (FR)
- **MOLINA, Valentin**
  25300 Pontarlier (FR)

(74) Mandataire: **e-Patent SA**
Rue Saint-Honoré 1
Boîte Postale CP 2510
2001 Neuchâtel (CH)

(56) Documents cités:
EP-A1- 2 431 823 **CH-B1- 702 689**
US-A- 3 628 327

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 3 542 225 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Description

Domaine technique

[0001] La présente invention se rapport au domaine de l'horlogerie. Elle porte, plus particulièrement, sur un échappement à tirage optimisé.

Etat de la technique

[0002] Un échappement classique, tel qu'un échappement à ancre suisse, à ancre anglais, un échappement Daniels, ou similaire, comporte une ancre qui bloque de manière intermittente une roue d'échappement, et transmet de l'énergie du rouage de finissage à l'organe réglant lorsque la roue est libérée. Des oscillations de l'organe réglant, tel qu'un balancier-spiral, actionnent l'ancre afin d'effectuer cette libération périodique de la roue d'échappement, et fournir à nouveau une impulsion à l'organe réglant pour entretenir ses oscillations.

[0003] À cet effet, l'ancre comporte au moins deux palettes, l'une - d'entrée - se situant en amont par rapport au sens de rotation de la roue d'échappement, l'autre - de sortie - se situant en aval. À chaque alternance de l'organe réglant, la palette qui est engagée avec la roue d'échappement est soulevée, libérant la roue d'échappement et transmettant une impulsion à l'organe réglant par l'intermédiaire de faces d'impulsion se situant sur les palettes. En même temps, l'autre palette est déplacée dans la trajectoire des dents de la roue d'échappement, et la bloque. Puis, le cycle recommence pour l'autre palette.

[0004] Afin d'empêcher que l'ancre se déplace intempestivement, par exemple lors d'un choc, un « tirage » est prévu. Ce tirage est généré conventionnellement par l'angle que fait le plan de repos de chaque palette avec l'entraxe entre l'ancre et la roue d'échappement lorsque cette dernière est bloquée. Cet angle est choisi de telle sorte que l'interaction entre la roue d'échappement et l'ancre applique un couple à cette dernière, ce qui tend à la maintenir dans sa position de repos. Ce faisant, afin de soulever l'ancre, la roue d'échappement doit effectuer un petit déplacement angulaire en sens inverse de sa direction de marche, avant d'être libérée. L'ancre doit par conséquent travailler à l'encontre du rouage de finissage pendant la phase de dégagement de la palette.

[0005] Ce travail effectué par l'ancre sur la roue d'échappement lors du dégagement est gourmand en énergie, et réduit l'efficacité de l'échappement. L'effet est particulièrement prononcé en ce qui concerne la palette d'entrée, pour laquelle la force de tirage augmente typiquement pendant la phase de dégagement à cause de la géométrie du système.

[0006] Plusieurs tentatives ont été faites pour éliminer un tel tirage généré entre les dents de la roue d'échappement et les plans de repos des palettes.

[0007] Par exemple, les documents EP 2 431 823 et GB 667 885 dévoilent des échappements dans lesquels les plans de repos des palettes suivent un arc de cercle ayant son centre géométrique sur l'axe de rotation de l'ancre. Ce faisant, le tirage est éliminé, mais une force de rétention est quand-même nécessaire afin d'empêcher que l'ancre puisse se dégager intempestivement lors d'un choc. Ces documents proposent donc de fournir une force de rétention par l'intermédiaire d'aimants, de frottements, ou similaire. L'utilisation d'aimants à proximité de l'organe réglant n'est pas souhaitable de prime abord, et les moyens pour engendrer des frottements, comme par exemple des lames élastiques qui entrent en contact avec l'ancre, sont difficile à ajuster pour optimiser la force de rétention, et nécessitent des points d'attache supplémentaires sur le bâti.

[0008] Par ailleurs, le document CH702689 décrit un échappement amélioré qui comporte néanmoins une face de repos 101 droite et donc planaire, ce qui implique également un angle de tirage sur la palette d'entrée qui s'augmente le long de la phase de dégagement. Cette forme de palette est représentée par la figure 6, et illustre clairement la fin de la face de repos 101. En effet, le moment où la dent de la roue d'échappement dépasse le point indiqué par la référence 103, la phase d'impulsion démarre grâce au rayon de courbure de cette sous-partie de la face d'impulsion 102.

[0009] L'objet de la présente invention est donc d'au moins partiellement surmonter les inconvénients mentionnés ci-dessus.

Divulgation de l'invention

[0010] À cet effet, l'invention porte sur un échappement pour pièce d'horlogerie comprenant une roue d'échappement montée pivotante autour d'un premier axe de rotation et destinée à être entraînée par une source motrice, et une ancre montée pivotante autour d'un deuxième axe de rotation et agencée pour coopérer avec un organe réglant agencé pour effectuer des oscillations avec une périodicité prédéterminée. L'ancre comprend une palette d'entrée et une palette de sortie, chaque palette comprenant une face de repos agencée pour bloquer alternativement et séquentiellement ladite roue d'échappement, c'est-à-dire l'une à la fois et l'une après l'autre.

[0011] L'ancre est adaptée pour transmettre des impulsions reçues de la roue d'échappement à l'organe réglant, et pour libérer ladite roue d'échappement périodiquement sous la commande dudit organe réglant.

[0012] Afin de maintenir l'ancre dans sa position de blocage et ainsi d'éviter tout dégagement intempestif, la face de repos de la palette d'entrée est agencée de telle sorte que, lorsqu'elle bloque une dent de la roue d'échappement, une force de tirage est générée par l'interaction entre ladite face de repos et ladite dent de telle sorte à appliquer un couple qui tend à maintenir l'ancre en position de repos. La rétention de l'ancre au repos est ainsi assurée par l'interaction entre la palette et la roue d'échappement, et ce sans recours à d'autres moyens de rétention.

[0013] Selon l'invention, la face de repos présente un profil conformé de telle sorte que l'angle de tirage (γ) au point de contact de ladite face avec une dent de la roue d'échappement est constant ou décroissant le long de la course de dégagement de la palette d'entrée.

[0014] Puisque l'angle de tirage de la palette d'entrée n'augmente pas pendant la phase de dégagement correspondante, la force et le couple de tirage n'augmente pas non plus. Les oscillations de l'organe réglant sont par conséquent moins perturbées lors du dégagement de la palette d'entrée qu'habituellement, ce qui améliore le rendement et l'isochronisme dudit organe réglant. Par ailleurs, ceci est atteint sans devoir prévoir une palette ayant une face de repos en arc de cercle et des moyens additionnels pour engendrer une force de rétention de l'ancre. L'échappement ainsi proposé est par conséquent plus performant qu'un échappement conventionnel au niveau de l'isochronisme de l'organe réglant, et est significativement plus simple que les échappements sans tirage mentionnés ci-dessus.

[0015] À cet effet, la face de repos de la palette d'entrée peut être convexe.

[0016] Avantageusement, la forme de ladite face de repos observe l'équation

$$90 - \gamma - \alpha_{orientation} = \tan^{-1}\left({}^{R*\sin(\alpha)}/_{Axe-R*\cos(\alpha)}\right)$$

dans lequel :

- γ est l'angle de tirage ;
- $\alpha_{orientation}$ est l'angle fait par une tangente à la face de repos de la palette d'entrée à son point de contact avec la roue d'échappement et l'entraxe entre l'ancre et la roue d'échappement ;
- α est l'angle fait par une ligne joignant ledit point de contact et l'axe de rotation de la roue d'échappement et ledit entraxe ;
- R est la longueur de ladite ligne joignant ledit point de contact et l'axe de rotation de la roue d'échappement ; et
- *Axe* est la longueur dudit entraxe.

[0017] La valeur de γ peut être soit substantiellement constant, ou peut diminuer le long d'au moins une partie de la course de dégagement. Le tirage peut ainsi être optimisé en choisissant la valeur et/ou la progression de γ lors du dégagement.

[0018] Par exemple, la valeur de γ peut se trouver dans une plage d'entre 5° et 20°, de préférence d'entre 10° et 15°.

[0019] Avantageusement, au moins l'une desdites palettes peut être venu d'une pièce avec au moins une partie de l'ancre, ce qui facilite la fabrication de l'ancre et, si la palette d'entrée est venue de matière avec l'ancre, assure que la forme de la face de repos de cette palette présente la forme désirée par rapport à l'axe de rotation de l'ancre.

[0020] Finalement, l'invention porte sur un mouvement d'horlogerie comprenant un échappement comme défini ci-dessus, ainsi que sur une pièce d'horlogerie comprenant un tel mouvement.

Brève description des dessins

[0021] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, d'un mode de réalisation, donné à titre d'exemple et fait en référence aux dessins dans lesquels :

- la figure 1 représente une vue schématique en plan d'un échappement selon l'invention ;
- la figure 2 représente une vue schématique en plan de la palette d'entrée d'un échappement selon l'invention, à échelle agrandie ;
- la figure 3 représente la forme de la face de repos de la palette d'entrée de la figure 2 en comparaison avec des lignes droites ;
- la figure 4 représente un modèle géométrique générique utile pour calculer la forme de la face de repos de la palette d'entrée de la figure 2 ;
- la figure 5 représente une vue simplifiée de la géométrie illustrée dans la figure 4 ;
- la figure 6 représente une vue d'une partie d'un échappement selon l'art antérieur représenté par le document CH702689 ; et
- la figure 7 représente un graphique illustrant l'évolution de l'angle de tirage au cours du dégagement selon l'art

antérieur et selon l'invention.

Mode(s) de réalisation de l'invention

[0022] La figure 1 illustre un échappement 1 selon l'invention. Cet échappement 1 reprend la forme générale d'un échappement à ancre suisse, dans lequel chaque palette participe à fournir une impulsion à l'organe réglant.

[0023] Comme généralement connu, l'échappement comporte une roue d'échappement 3, agencée pour être entraînée par une source motrice non illustrée. Cette source motrice peut être par exemple un ressort moteur ou un moteur électrique, qui est en liaison cinématique avec la roue d'échappement 3 par l'intermédiaire d'un rouage de finissage (également non illustré).

[0024] La roue d'échappement 3 est montée pivotante sur un arbre (non illustré), dont l'axe théorique est indiqué par la signe de référence 5, et qui correspond à un premier axe de rotation. Dans la variante illustrée, les dents de la roue d'échappement 7 comportent chacune une face de repos 7a, qui interagit avec les palettes lorsque la roue d'échappement 3 est bloquée, et une face d'impulsion. Cependant, l'invention s'applique à d'autres formes de roue d'échappement, par exemple à dents pointues (échappement à ancre anglais), ou des formes moins conventionnelles.

[0025] Les dents 7 de la roue d'échappement 3 interagissent de façon connue avec une ancre 9, qui pivote autour d'un axe de rotation théorique 11. Dans la variante illustrée, cet axe théorique 11 coïncide avec un arbre (non illustré), mais une ancre du type « suspendue » comme décrit dans le document CH708113, ou de n'importe quel autre type approprié est également possible. Cet axe 11 correspond à un deuxième axe de rotation.

[0026] La forme générale de l'ancre 9 illustrée est classique. A cet effet, elle comporte une baguette 9a s'étendant depuis l'axe de rotation 11 et se terminant en une fourchette 9c, qui interagit avec un organe réglant (non illustré) de façon connue et qui ne doit pas être décrit ici en détail. Par ailleurs, une paire de bras 9b s'étendent de part et d'autre de l'axe de rotation 11 selon des directions substantiellement perpendiculaires à la baguette 9a, et se terminent par des palettes 13, 15. Il va sans dire que d'autres formes d'ancre moins habituelles peuvent également être utilisées dans le cadre de l'invention.

[0027] Chacune de ces palettes 13, 15 est agencée pour bloquer et pour libérer la roue d'échappement périodiquement, cette dernière étant bloquée par l'une des palettes 13, 15, puis re-bloquée par l'autre, en séquence.

[0028] La palette 13 illustrée à droite sur la figure 1 est la palette d'entrée, située en amont par rapport au sens de rotation de la roue d'échappement 3 indiqué par la flèche, et la palette 15, située en aval, est la palette de sortie.

[0029] Dans la variante illustrée, les palettes 13, 15 sont venues d'une pièce avec l'ancre 9, mais l'invention s'applique également à des palettes rapportées sur les bras 9b de manière classique. Chaque palette 13, 15 comporte, comme généralement connu, une face de repos 13a respectivement 15a, et une face d'impulsion 13b respectivement 15b. Les faces de repos 13a, 15a, servent pour bloquer la roue d'échappement 3 pendant des phases de repos, et les faces d'impulsion 13b, 15b coopèrent avec les dents 7 pour transmettre une impulsion à l'ancre et ainsi à l'organe réglant. Même si déjà implicite dans ce qui précède, la face de repos 13a s'étend jusqu'au point où le contact entre la palette 13 et la dent 7 n'assure plus le blocage de la roue d'échappement 3, auquel point le contact entre ces éléments commence à engendrer la transmission de force entre la dent 7 de la roue d'échappement 3 et la palette 13. La figure 6 illustre clairement ce point de transition entre ces deux faces.

[0030] Dans un échappement usuel du genre qui vient d'être défini, les faces de repos 13a, 15a sont typiquement des plans, dont l'angle est choisi de telle sorte que, pendant les phases de repos, la force F résultant du contact entre la face de repos 13a, 15a comprend une composante qui tend à maintenir la palette 13 ou 15, le cas échéant, engagée avec la roue d'échappement 3. Cette force F exerce un couple autour de l'axe de rotation 11 de l'ancre 9, qui tend à la maintenir engagée avec la denture de la roue d'échappement 3, c'est-à-dire qui tend à faire pivoter l'ancre dans le sens antihoraire (selon l'orientation de la figure 1) lorsque la palette d'entrée 13 est engagée, et dans le sens horaire lorsque la palette de sortie 15 est engagée. Il est à noter que des frottements seuls entre par exemple une face de repos en arc de cercle centré sur l'axe de rotation de l'ancre et la roue d'échappement n'exercent pas un tel couple, puisqu'aucune force pouvant engendrer un couple autour de l'axe de rotation de l'ancre 9 n'est exercée entre les éléments concernés lorsqu'ils sont au repos et en l'absence d'une force dynamique tendant à déplacer l'ancre. En d'autres mots, la force de tirage s'applique de façon statique.

[0031] Cependant, dans un échappement classique, l'angle que présente la face de repos 13a de la palette d'entrée 13 à une dent 7 de la roue d'échappement augmente le long de la phase de dégagement, qui représente la partie du mouvement de l'ancre entre sa position initiale au repos et le moment où la dent 7 effectue la transition de la face de repos 13a à la face d'impulsion 13b de la palette. Ceci résulte du fait que, lorsque l'ancre 9 pivote autour de son axe 11, cet angle est modifié selon la géométrie de l'ancre et de la palette d'entrée 13. En effet, la pente de la face de repos 13a devient plus raide en regard de la dent 7. Par conséquent, la force, et le couple, nécessaire pour surmonter le tirage augmentent le long de la course de la phase de dégagement de la palette d'entrée 13. Ceci est néfaste à l'efficacité et au rendement de l'échappement, et perturbe les oscillations de l'organe réglant, ce qui nuit à l'isochronisme.

[0032] Le même inconvénient ne se produit pas au niveau de la palette de sortie 15, puisque l'angle que fait sa face

de repos 15a avec la dent 7 diminue le long de la course du dégagement, puisque la palette de sortie 15 se trouve sur l'autre côté de l'axe de rotation 11 de l'ancre 9 par rapport à la palette d'entrée 13.

[0033] L'invention concerne, par conséquent, la forme de la face de repos 13a de la palette d'entrée 13. Puisque les faces actives 13a, 13b, 15a, 15b des palettes ne doivent pas être planaires, on utilise la terminologie de « face » au lieu de la formulation habituelle « plan de ... ».

[0034] En particulier, la face de repos 13a de la palette d'entrée 13 est formée de telle sorte, que l'angle qu'elle fait avec une dent 7 de la roue d'échappement 3 reste constant, ou diminue le long de la course du dégagement.

[0035] La figure 2 illustre, à échelle agrandie, la forme d'une palette d'entrée 13, dont la face de repos 13a présente une forme calculée de telle sorte que l'angle de la force de tirage est constant lorsqu'elle est utilisée dans un échappement ayant la géométrie de celui de la figure 1.

[0036] Sur la figure 2, l'arête joignant la face de repos 7a à la face d'impulsion 7b d'une dent 7 de la roue d'échappement 3 a été représentée en deux positions, l'une - à droite - étant au départ de la phase de dégagement, l'autre - à gauche - juste avant la fin de la phase de dégagement et avant la transition à la phase d'impulsion. La face de repos 13a de la palette 13 est convexe et courbée de telle sorte que la direction de la force F résultant du contact entre la dent 7 et la palette 13 reste orientée substantiellement dans la même direction lorsque l'ancre 9 pivote pendant la phase de dégagement.

[0037] La figure 3 illustre schématiquement la différence entre cette courbure et des plans de repos 13c et d'impulsion 13d conventionnels, représentés par des lignes droites.

[0038] Cette figure montre clairement que, lorsque le profil de la face de repos 13a franchit la ligne A, il s'écarte de la ligne 13c représentant un plan de repos B, qui représente le début de la transition entre la face de repos 13a et la face d'impulsion 13b. À la ligne B, le profil joint un arc de cercle dont il est tangentiel, cet arc de cercle étant également tangentiel à la face d'impulsion 13b, afin de faire cette transition de manière continue. Dans la variante illustrée, la face d'impulsion 13b est droite et représente par conséquent un plan d'impulsion conventionnel. Cependant, une face d'impulsion 13b courbée est également possible.

[0039] Les figures 4 et 5 illustrent schématiquement un modèle géométrique qui permet de calculer la forme de la face de repos 13a de la palette d'entrée, et ce indépendamment de la forme de l'ancre. Ce modèle représente schématiquement l'interaction entre la roue d'échappement 3 et l'ancre 9. Dans la figure 4, l'ancre 9 et plusieurs dents 7 sont illustrées schématiquement, tandis que dans la figure 9, le modèle est illustré de manière minimaliste.

[0040] Dans ce modèle, l'entraxe O_RO_A entre l'axe de rotation 5 de la roue 3 et l'axe de rotation 11 de l'ancre 9 fait office de référence pour la géométrie. Le point de contact C entre une dent 7 de la roue d'échappement 3 et la face de repos 13a de la palette d'entrée 13 trace le profil de ladite face de repos 13a pendant la phase de dégagement, et peut s'exprimer en coordonnées cartésiens comme $C=(X_C, Y_C)$. Ces coordonnées X_C, Y_C sont respectivement perpendiculaires et parallèles à l'entraxe O_RO_A.

[0041] Selon l'invention, l'angle γ, qui représente l'angle de tirage prédéterminé, est constant ou décroissant le long de la course du dégagement. Cet angle γ se mesure entre d'une part la tangente T à la face de repos 13a de la palette d'entrée à son point de contact C avec la roue d'échappement 3, et d'autre part la normale à la ligne O_AC joignant l'axe de rotation de l'ancre et le point de contact entre la face de repos 13b de la palette d'entrée 13 et une dent 7 de la roue d'échappement 3.

[0042] Après avoir choisi γ (ou son développement) préalablement, ainsi que la géométrie de la roue d'échappement 3 et de l'ancre 9, la géométrie peut être résolue comme suit. Il faut noter que, dans la notation utilisée ci-dessous, un terme tel que « CF », « O_AF » ou similaire signifie la longueur d'une ligne droite joignant les points concernés.

[0043] En premier lieu, on constate que :

$$CF = R.\sin(\alpha)$$

[0044] dans lequel R est la distance entre l'axe de rotation O_R de la roue 3 et le point de contact C entre la dent 7 et la face de repos 13a, et α est l'angle que fait O_RC avec l'entraxe O_RO_A. Par la suite,

$$O_AF = Axe - R.\cos(\alpha)$$

dans lequel *Axe* est la longueur de l'entraxe O_RO_A.

[0045] Pour la complétude, on note que l'angle θ que fait la ligne O_AC avec l'entraxe O_RO_A s'exprime en tant que

$$\theta = \tan^{-1}(CF/O_AF)$$

[0046] L'angle de tirage γ se mesure entre une ligne orthogonale à O_AC et la tangente T de la face de repos 13a au point C. Par conséquent

$$90° = \gamma + \alpha_{orientation} + tan^{-1}(X_C/Y_C)$$

dans lequel $\alpha_{orientation}$ est l'angle que fait la tangente de la face de repos 13a de la dent 7 avec l'entraxe O_AO_R. Cette équation peut être réorganisée comme suit

$$90°- \gamma - \alpha_{orientation} = tan^{-1}(X_C/Y_C)$$

[0047] En redéfinissant X_C et Y_C en coordonnées polaires, on obtient ainsi :

$$90 - \gamma - \alpha_{orientation} = \tan^{-1}\left({}^{R*\sin(\alpha)}/_{Axe-R*\cos(\alpha)}\right)$$

[0048] Le profil de la face de repos 13 peut ainsi être tracé en calculant la valeur de $\alpha_{orientation}$ au point de contact C pour chaque position de l'ancre le long la phase de dégagement, tout en observant la relation ci-dessus. Dans le cas où γ varie, une fonction représentant cette variation peut être utilisée dans le calcul.

[0049] En effet, on peut calculer $\alpha_{orientation}$ pour une pluralité de positions angulaires de l'ancre, et puis joindre les tangentes associées d'une manière continue afin d'arriver au profil désiré.

[0050] La valeur de γ peut par exemple se situer dans une plage de valeurs comprise entre 5° et 20°, de préférence entre 10° et 15°, et peut diminuer le long d'au moins une partie de la phase de dégagement, tout en restant à l'intérieur de cette plage. Par ailleurs, γ peut également comporter une tolérance de +/- 10%.

[0051] Le résultat de ce tirage est que l'ancre 9 peut être retenue en engagement avec une dent 7 de la roue d'échappement, et que la résistance au dégagement de la palette d'entrée 13 ne croît pas. Par conséquence, les oscillations de l'organe réglant sont moins perturbées lors de ces dégagements.

[0052] En effet le graphique de la figure 7 illustre une comparaison entre l'évolution de l'angle de tirage le long de la phase de dégagement pour une palette de forme plane conventionnelle (telle que celle du document CH702689), représentée en traitillés, et pour une palette présentant une face de repos conformée selon l'invention, représentée en trait plein. D'après les résultats de cette modélisation, il est clair que l'angle de tirage, et ainsi la résistance au dégagement, n'augmente plus dans le cadre d'une face de repos selon l'invention.

[0053] L'ancre 9 et/ou la roue d'échappement 3 décrites ci-dessus peuvent, par exemple, être fabriquées par des procédés de micro-usinage, tel que le LIGA, l'imprimerie 3D, le masquage et gravure à partir d'une plaque de matériau, de la stéréolithographie ou similaire. Des matériaux appropriés peuvent, par exemple, être choisis parmi les métaux monocristallins, polycristallins ou amorphes (tels que l'acier, le nickel-phosphore, le laiton ou similaire), des non-métaux tels que le silicium, son oxyde, son nitrure ou sa carbure, l'alumine sous tous ces formes (par exemple du rubis), le diamant (y compris le carbone adamantin), ces matériaux non-métalliques étant monocristallins ou polycristallins. Tous ces matériaux peuvent éventuellement être revêtus d'un autre matériau dur et/ou anti-frottements, tel que le carbone adamantin, l'alumine ou l'oxyde de silicium.

[0054] Bien que l'invention ait été décrite ci-dessus en lien avec des modes de réalisation spécifiques, des variantes supplémentaires sont également envisageables sans sortir de la portée de l'invention comme définie par les revendications.

Revendications

1. Échappement (1) pour pièce d'horlogerie comprenant :

- une roue d'échappement (3) montée pivotante autour d'un premier axe de rotation (5) et destinée à être entraînée par une source motrice ;
- une ancre (9) montée pivotante autour d'un deuxième axe de rotation (11), ladite ancre comprenant une palette d'entrée (13) et une palette de sortie (15), chaque palette (13, 15) comprenant une face de repos (13a, 15a) agencée pour bloquer alternativement et séquentiellement ladite roue d'échappement (3), l'ancre (9) étant adaptée pour transmettre des impulsions reçues de la roue d'échappement (3) à un organe réglant agencé pour effectuer des oscillations, et pour libérer ladite roue d'échappement (3) périodiquement sous la commande

dudit organe réglant,

dans lequel la face de repos (13a) de la palette d'entrée (13) est agencée de telle sorte que, lorsqu'elle bloque une dent (7) de la roue d'échappement (3), une force de tirage est générée par l'interaction entre ladite face de repos (13a) et ladite dent (7) de telle sorte à appliquer un couple qui tend à maintenir l'ancre (9) en position de repos, **caractérisé en ce que** ladite face de repos (13a) est conformée de telle sorte que l'angle de tirage (γ) au point de contact (C) de ladite face (13a) avec une dent (7) de la roue d'échappement (7) est constant ou décroissant le long de la course de dégagement de la palette d'entrée (13).

2. Échappement (1) selon la revendication 1, dans lequel ladite face de repos (13a) est convexe.

3. Échappement (1) selon la revendication 2, dans lequel ladite face de repos (13a) est conformée selon l'équation :

$$90 - \gamma - \alpha_{orientation} = \tan^{-1}\left({}^{R*\sin(\alpha)}/_{Axe-R*\cos(\alpha)}\right)$$

dans lequel :

γ est l'angle de tirage ;
$\alpha_{orientation}$ est l'angle entre une tangente (T) à la face de repos (13a) de la palette d'entrée (13) à son point de contact (C) avec la roue d'échappement (3) et l'entraxe (O_AO_R) entre l'ancre (9) et la roue d'échappement (3) ;
α est l'angle entre une ligne (R) joignant ledit point de contact (C) et l'axe de rotation (11, O_R) de la roue d'échappement (3) et ledit entraxe (O_AO_R) ;
R est la longueur de ladite ligne joignant ledit point de contact (C) et l'axe de rotation (11, O_R) de la roue d'échappement ; et
Axe est la longueur dudit entraxe (O_AO_R).

4. Échappement (1) selon la revendication 3, dans lequel γ est substantiellement constant.

5. Échappement (1) selon la revendication 3, dans lequel γ est diminuant le long d'au moins une partie de la course de dégagement.

6. Échappement (1) selon la revendication 4, dans lequel la valeur de γ se trouve dans une plage d'entre 5° et 20°, de préférence d'entre 10° et 15°.

7. Échappement (1) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel au moins l'une desdites palettes (13, 15) est venue d'une pièce avec au moins une partie de l'ancre (9).

8. Mouvement d'horlogerie comprenant un échappement (1) selon l'une des revendications précédentes.

9. Pièce d'horlogerie comprenant un mouvement selon la revendication 8.

Patentansprüche

1. Hemmung (1) für eine Uhr, umfassend:

- ein Hemmungsrad (3), das um eine erste Drehachse (5) schwenkbar montiert und dazu bestimmt ist, von einer Antriebsquelle angetrieben zu werden;
- einen Anker (9), der um eine zweite Drehachse (11) schwenkbar montiert ist, wobei der Anker eine Eingangspalette (13) und eine Ausgangspalette (15) umfasst, wobei jede Palette (13, 15) eine Ruhefläche (13a, 15a) umfasst, die eingerichtet ist, um abwechselnd und in Folge das Hemmungsrad (3) zu blockieren, wobei der Anker (9) geeignet ist, um vom Hemmungsrad (3) empfangene Impulse an ein Regulierorgan zu übertragen, das eingerichtet ist, um Schwingungen auszuführen, und um das Hemmungsrad (3) periodisch unter der Steuerung des Regulierorgans freizugeben,

wobei die Ruhefläche (13a) der Eingangspalette (13) so eingerichtet ist, dass, wenn sie einen Zahn (7) des Hem-

mungsrads (3) blockiert, durch die Interaktion zwischen der Ruhefläche (13a) und dem Zahn (7) ein Anzug generiert wird, um ein Drehmoment auszuüben, das dahin tendiert, den Anker (9) in der Ruhestellung zu halten, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ruhefläche (13a) so ausgebildet ist, dass der Ziehwinkel (y) am Kontaktpunkt (C) der Fläche (13a) mit einem Zahn (7) des Hemmungsrads (7) entlang der Auslösebahn der Eingangspalette (13) konstant oder abnehmend ist.

2. Hemmung (1) nach Anspruch 1, wobei die Ruhefläche (13a) konvex ist.

3. Hemmung (1) nach Anspruch 2, wobei die Ruhefläche (13a) gemäß der folgenden Gleichung gestaltet ist:

$$90 - \gamma - \alpha_{orientation} = \tan^{-1}\left(\frac{R*\sin(\alpha)}{Axe - R*\cos(\alpha)}\right)$$

wobei:

γ der Anzugswinkel ist;
$\alpha_{orientation}$ der Winkel zwischen einer Tangente (T) der Ruhefläche (13a) der Eingangspalette (13) an ihrem Kontaktpunkt (C) mit dem Hemmungsrad (3) und der Achsenlinie ($O_A O_R$) zwischen dem Anker (9) und dem Hemmungsrad (3) ist;
α der Winkel zwischen einer den Kontaktpunkt (C) und die Drehachse (11, O_R) des Hemmungsrads (3) verbindenden Linie (R) und der Achsenlinie ($O_A O_R$) ist;
R die Länge der den Kontaktpunkt (C) und die Drehachse (11, O_R) des Hemmungsrads verbindenden Linie ist; und *Axe* die Länge der Achsenline ($O_A O_R$) ist.

4. Hemmung (1) nach Anspruch 3, wobei γ im Wesentlichen konstant ist.

5. Hemmung (1) nach Anspruch 3, wobei γ entlang mindestens eines Teils der Auslösebahn abnimmt.

6. Hemmung (1) nach Anspruch 4, wobei der Wert von γ sich in einem Bereich zwischen 5° und 20°, vorzugsweise zwischen 10° und 15° befindet.

7. Hemmung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens eine der Paletten (13, 15) aus einem Stück mit mindestens einem Teil des Ankers (9) besteht.

8. Uhrwerk, das eine Hemmung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche umfasst.

9. Uhr, die ein Uhrwerk nach Anspruch 8 umfasst.

Claims

1. Escapement (1) for a timepiece comprising:

- an escapement wheel (3) mounted in a pivotable manner about a first axis of rotation (5) and destined to be driven by a power source;
- a pallet fork (9) mounted in a pivotable manner about a second axis of rotation (11), said pallet fork comprising an entry pallet (13) and an exit pallet (15), each pallet (13, 15) comprising a rest surface (13a, 15a) arranged to block said escapement wheel (3) alternately and sequentially, the pallet fork (9) being adapted to transmit impulsions received from the escapement wheel (3) to a regulating member arranged to produce oscillations, and to release said escapement wheel (3) periodically under the control of said regulating member,

in which the rest surface (13a) of the entry pallet (13) is arranged in such a way that, when it blocks a tooth (7) of the escapement wheel (3), a draw force is generated by the interaction between said rest surface (13a) and said tooth (7) in such a way as to apply a torque which tends to retain the pallet fork (9) in the rest position,
characterized in that said rest surface (13a) is configured in such a way that the draw angle (γ) at the point of contact (C) of said surface (13a) with a tooth (7) of the escapement wheel (7) is constant or decreasing during disengagement of the entry pallet (13).

2. Escapement (1) according to Claim 1, in which said rest surface (13a) is convex.

3. Escapement (1) according to Claim 2, in which said rest surface (13a) is configured according to the equation:

$$90 - \gamma - \alpha_{orientation} = \tan^{-1}\left({}^{R*\sin(\alpha)}/_{Axe-R*\cos(\alpha)}\right)$$

in which:

yis the draw angle;
$\alpha_{orientation}$ is the angle between a tangent (T) to the rest surface (13a) of the entry pallet (13) at its point of contact (C) with the escapement wheel (3) and the centre-to-centre line (O_AO_R) between the pallet fork (9) and the escapement wheel (3);
α is the angle between a line (R) joining said point of contact (C) and the axis of rotation (11, O_R) of the escapement wheel (3) and said centre-to-centre line (O_AO_R) ;
R is the length of said line joining said point of contact (C) and the axis of rotation (11, O_R) of the escapement wheel; and
Axe is the length of said centre-to-centre line (O_AO_R).

4. Escapement (1) according to Claim 3, in which γ is substantially constant.

5. Escapement (1) according to Claim 3, in which γ diminishes along at least a part of the disengagement travel.

6. Escapement (1) according to Claim 4, in which the value of γ lies in a range between 5° and 20°, preferably between 10° and 15°.

7. Escapement (1) according to one of the preceding claims, in which at least one of said pallets (13, 15) is integral with at least a part of the pallet fork (9).

8. Timepiece movement comprising an escapement (1) according to one of the preceding claims.

9. Timepiece comprising a movement according to Claim 8.

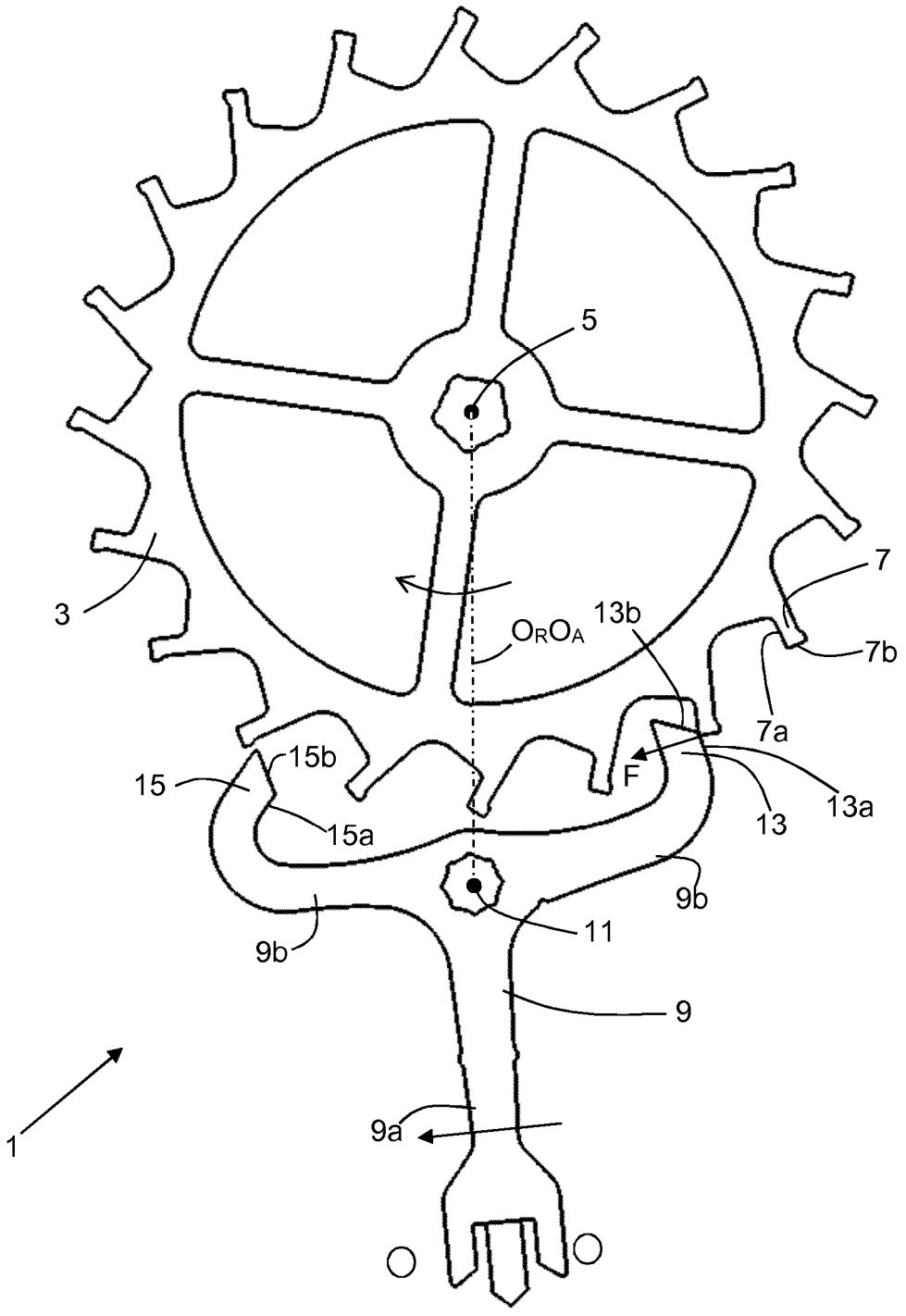


Figure 1

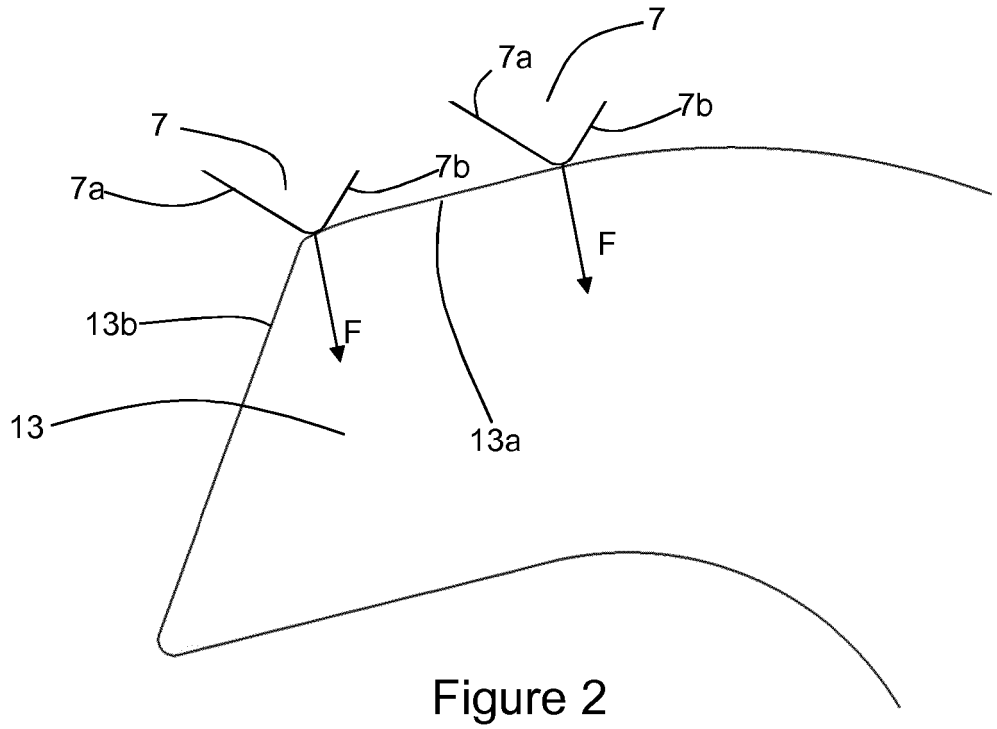


Figure 2

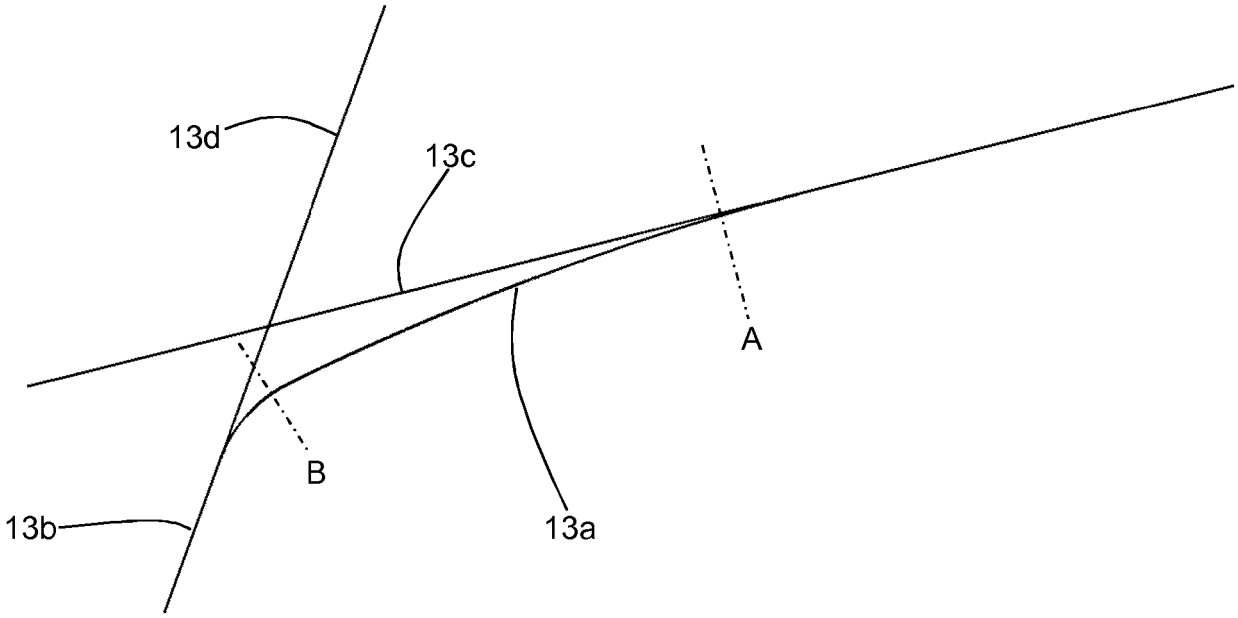


Figure 3

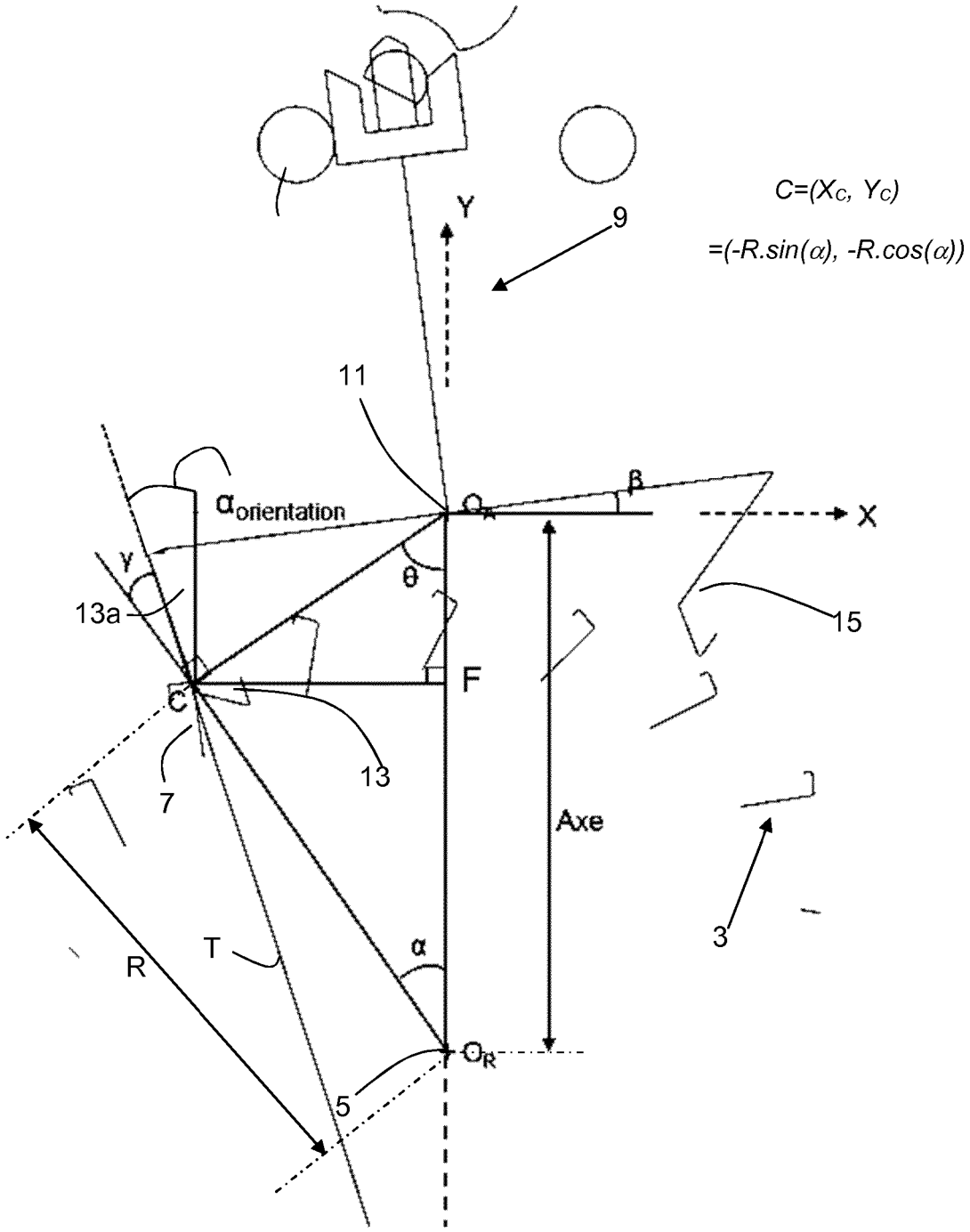


Figure 4

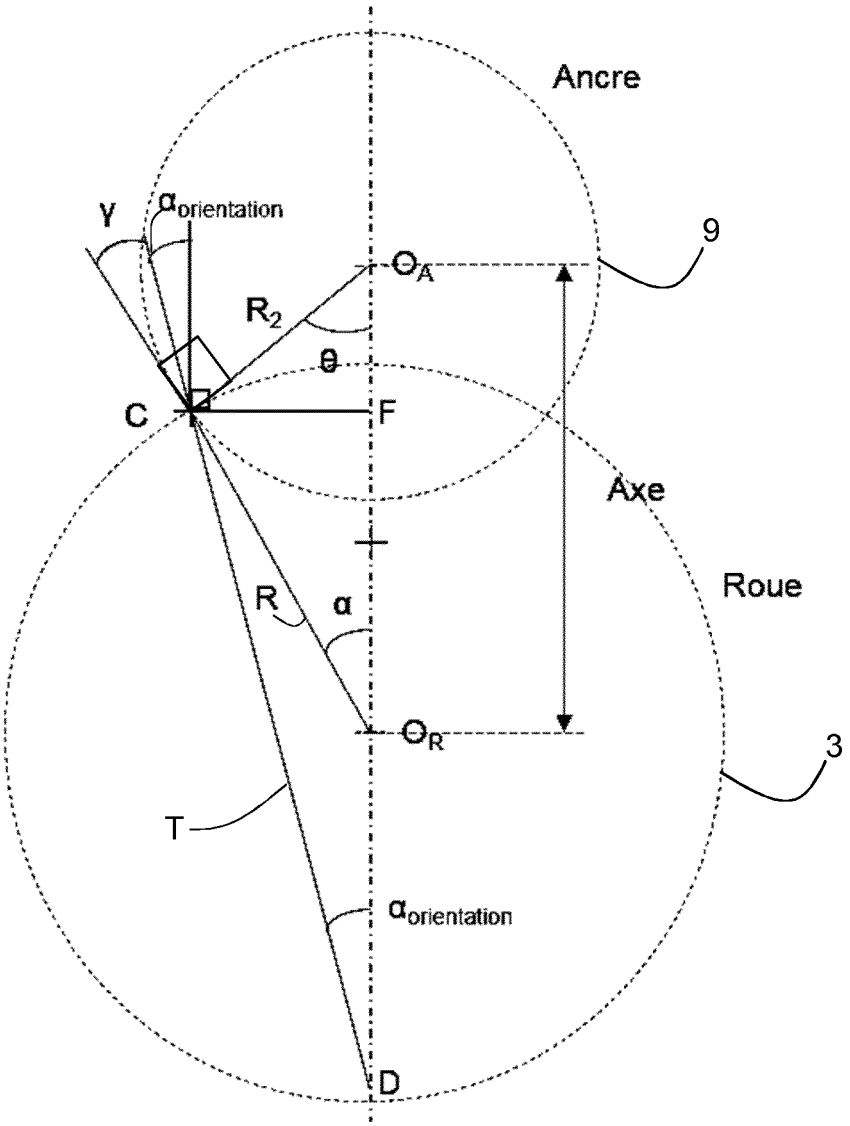

Ancre
γ
$\alpha_{orientation}$
9
O_A
R_2
θ
C
F
Axe
Roue
R
α
O_R
3
T
$\alpha_{orientation}$
D

Figure 5

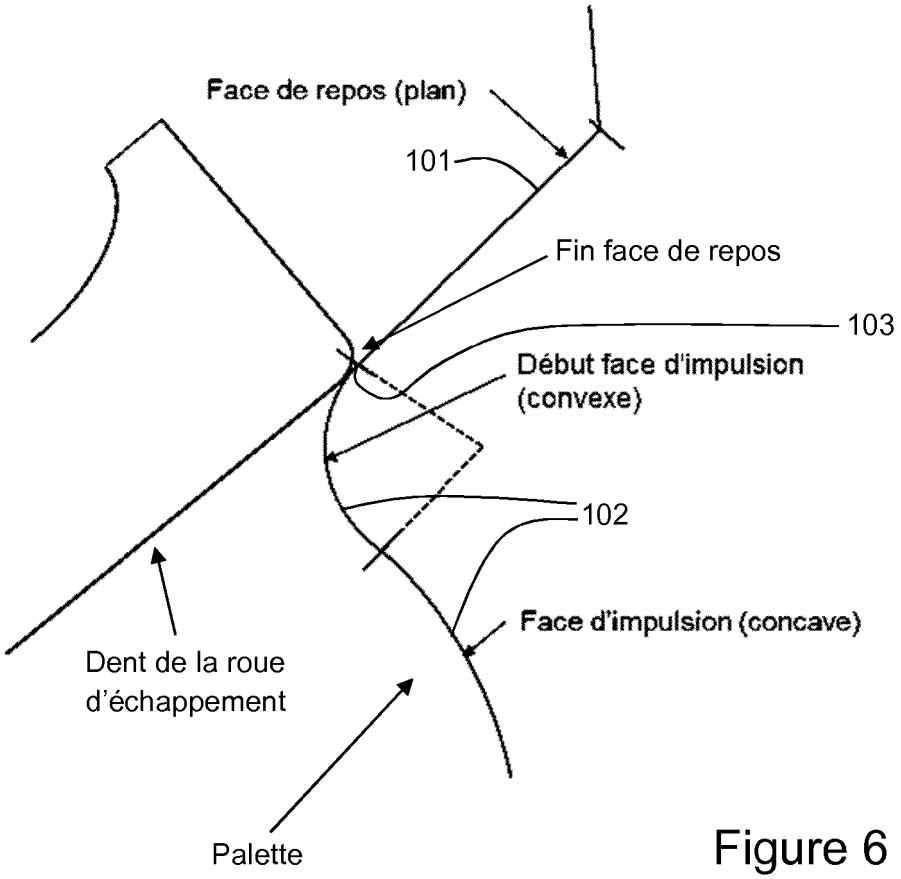


Figure 6

Art antérieur

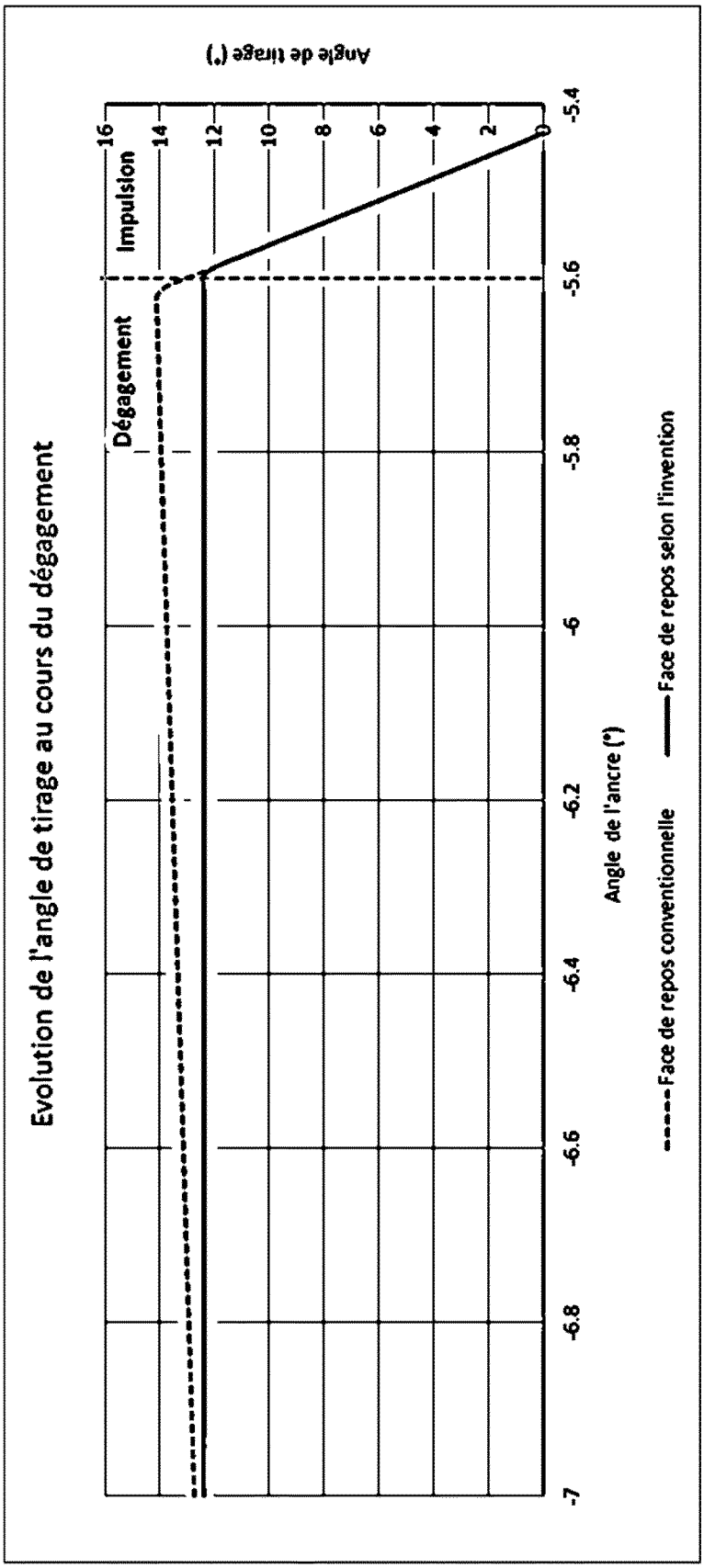

Evolution de l'angle de tirage au cours du dégagement
Angle de tirage (°)
16
14
12
10
8
6
4
2
0
Impulsion
Dégagement
-5.4
-5.6
-5.8
-6
-6.2
-6.4
-6.6
-6.8
-7
Angle de l'ancre (°)
Face de repos conventionnelle
Face de repos selon l'invention

Figure 7

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 2431823 A **[0007]**
- GB 667885 A **[0007]**
- CH 702689 **[0008] [0021] [0052]**
- CH 708113 **[0025]**