



CONFÉDÉRATION SUISSE  
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH 716 332 B1**

**Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein**

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

(51) Int. Cl.: **G04B 13/02** (2006.01)  
**G04B 17/06** (2006.01)  
**G04B 1/16** (2006.01)  
**G04B 15/14** (2006.01)

(12) **FASCICULE DU BREVET**

(21) Numéro de la demande: 00819/19

(22) Date de dépôt: 17.06.2019

(43) Demande publiée: 30.12.2020

(24) Brevet délivré: 15.03.2023

(45) Fascicule du brevet publié: 15.03.2023

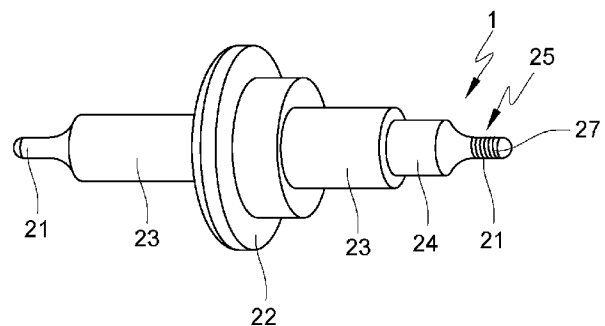
(73) Titulaire(s):  
RICHEMONT INTERNATIONAL SA, Route des Biches 10  
1752 Villars-sur-Glâne (CH)

(72) Inventeur(s):  
Mohamed Gouider, 2000 Neuchâtel (CH)  
Jean-Charles Fiaccabrino, 1421 Grandevent (CH)  
Alexis Heraud, 25300 Pontarlier (FR)  
Moussa Diaby, 78330 Fontenay le Fleury (FR)  
Julian Rolland, 01280 Prévessin-Moens (FR)

(74) Mandataire:  
LLR Suisse, Route des Hôtels 12  
1884 Villars-sur-Ollon (CH)

(54) **Arbre horloger à pivot structuré.**

(57) L'invention se rapporte à un arbre (1) horloger pour le montage à rotation d'au moins un organe comportant une portée (22) destinée à recevoir l'organe et un pivot (21) à chacune de ses deux extrémités libres destiné à pivoter dans un palier pour rendre mobile à rotation l'organe. Selon l'invention, au moins un des deux pivots (21) comporte une structuration (25) de sa surface externe afin de minimiser sa surface de contact avec le palier.



## Description

### DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

[0001] La présente invention se rapporte à un arbre horloger dont au moins un des pivots est perfectionné afin d'améliorer sa tribologie dans un palier.

### ARRIÈRE-PLAN TECHNIQUE DE L'INVENTION

[0002] Il est constamment recherché de minimiser les coefficients de frottement dans les mouvements horlogers. Dans le cas des arbres horlogers, il est ainsi recherché une perte d'énergie mécanique due aux frottements la plus basse possible.

### RÉSUMÉ DE L'INVENTION

[0003] L'invention a pour but de proposer un arbre horloger dont la tribologie dans un palier est améliorée afin de réduire les pertes d'énergie mécanique.

[0004] À cet effet, l'invention se rapporte à un arbre horloger pour le montage à rotation d'au moins un organe comportant une portée destinée à recevoir l'organe et un pivot à chacune de ses deux extrémités libres destiné à pivoter dans un palier pour rendre mobile à rotation l'organe, **caractérisé en ce qu'**au moins un des deux pivots comporte une structuration de sa surface externe afin de minimiser sa surface de contact avec le palier.

[0005] Avantagement selon l'invention, la surface de contact de l'arbre horloger avec le palier, tel que la paroi du trou d'un coussinet, peut donc être modifiée afin d'ajuster les pertes d'énergie mécanique associées. En combinaison avec un lubrifiant, il est également souhaité que la structuration apporte un effet de portance du lubrifiant et de recirculation du lubrifiant à la surface du pivot. On comprend donc que la structuration permet avantagement de diminuer le coefficient de frottement et l'usure du pivot contre le palier.

[0006] L'invention peut également comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques optionnelles suivantes, prises seules ou en combinaison.

[0007] La structuration peut comporter au moins un motif ayant une largeur, une longueur et une profondeur en creux dans la surface externe du pivot afin de modifier sélectivement la surface de contact de l'arbre horloger avec le palier. Il est également recherché un effet de capillarité pour retenir l'éventuel lubrifiant au niveau du pivot grâce à la structuration.

[0008] Le motif en creux de la structuration peut comporter une largeur L comprise entre 300 nm et 1 µm. De plus, le motif en creux peut comporter un rapport entre la largeur et la profondeur comprise entre 5 et 20.

[0009] La structuration peut, par exemple, représenter entre 5 % et 50 % de la surface externe du pivot et, préférentiellement, 30 % afin de diminuer la surface de contact de l'arbre horloger avec le palier.

[0010] La structuration peut former au moins une rainure afin de former un canal de circulation pour un lubrifiant à la surface externe du pivot et/ou au moins un évidement afin de former un réservoir pour un lubrifiant à la surface externe du pivot.

[0011] L'arbre peut comporter des extrémités de pivot coniques, une base cylindrique d'au moins un des deux pivots, appelé surface de contact, comprenant une structuration de sa surface externe afin de sélectivement différencier le coefficient de frottement de la surface de contact par rapport à celui de l'extrémité conique du pivot de l'arbre. Cet exemple particulier appliqué à un axe de balancier permet avantagement de minimiser les écarts d'amplitude du balancier entre les positions horizontales et verticales.

[0012] Enfin, l'invention se rapporte à un mouvement horloger comportant au moins un pont et une platine munis chacun de paliers et au moins un arbre horloger assemblé entre un palier du pont et un palier de la platine afin d'être monté pivotant, caractérisée en ce que l'arbre horloger est tel que présenté plus haut. À titre nullement limitatif, l'arbre horloger peut être un axe de balancier, une tige d'ancre, un arbre de roue dentée et/ou un arbre de barillet.

### BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0013] D'autres particularités et avantages de l'invention ressortiront clairement de la description qui en est faite ci-après, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- La figure 1 est une vue schématique d'une pièce d'horlogerie selon l'invention ;
- La figure 2 est une vue en perspective d'un arbre horloger avec une structuration selon l'invention ;
- Les figures 3a à 3c sont des vues schématiques de structuration d'un pivot selon un premier mode de réalisation de l'invention ;
- Les figures 4a à 4c et 5a à 5d sont des vues schématiques de structuration d'un pivot selon un deuxième mode de réalisation de l'invention ;
- Les figures 6a à 6d sont des vues schématiques de structuration d'un pivot selon les premier et deuxième modes de réalisation combinés de l'invention ;
- La figure 7 est une vue schématique partielle en coupe d'un arbre assemblé dans un palier ;

- La figure 8 est une vue schématique partielle d'un mécanisme d'échappement d'un mouvement horloger ;
- La figure 9 est une vue schématique partielle d'un résonateur d'un mouvement horloger.

## DESCRIPTION DÉTAILLÉE D'AU MOINS UN MODE DE RÉALISATION DE L'INVENTION

**[0014]** Sur les différentes figures, les éléments identiques ou similaires portent les mêmes références, éventuellement additionné d'un indice. La description de leur structure et de leur fonction n'est donc pas systématiquement reprise.

**[0015]** Dans tout ce qui suit, les orientations sont les orientations des figures. En particulier, les termes „supérieur“, „inférieur“, „gauche“, „droit“, „au-dessus“, „en-dessous“, „vers l'avant“ et „vers l'arrière“ s'entendent généralement par rapport au sens de représentation des figures.

**[0016]** Par „pièce 2 d'horlogerie“, on entend tous les types d'instruments de mesure ou de comptage du temps tels que les pendules, les pendulettes et les montres.

**[0017]** Par „mouvement 3 horloger“, on entend tous les types de mécanisme capable de compter le temps qu'ils soient alimentés à base d'énergie mécanique (par exemple un barillet) ou électrique (par exemple une batterie).

**[0018]** L'invention se rapporte à un arbre 1 pour un mouvement 3 horloger destiné à équiper une pièce 2 d'horlogerie comme illustré à la figure 1. Un exemple de mouvement 3 horloger est représenté partiellement à la figure 7. Il peut ainsi comporter au moins un pont 5 et une platine 6 munis chacun de paliers 7. Il comprend également au moins un arbre 1 horloger assemblé entre un palier 7 du pont 5 et un palier 7 de la platine 6 (une seule extrémité est illustrée à la figure 7 par simplification) afin d'être monté pivotant entre le pont 5 et la platine 6.

**[0019]** Un palier 7 comprend généralement un corps 8 dans lequel est monté un coussinet 9 dont le trou 10 reçoit le pivot 21 de l'arbre 1. Dans l'exemple de la figure 7, le palier 7 comporte en outre un chaton 12 monté plaqué élastiquement dans le corps 8 du palier 7 comme, par exemple, à l'aide d'un ressort (non représenté) parfois appelé lyre. Le chaton 12 supporte le coussinet 9 et un contre-pivot 11 et peut par son montage élastique amortir les chocs reçus par les pivots 21 de l'arbre 1. Un tel agencement est généralement appelé un palier pare-chocs ou palier parachute. Le coussinet 9 et le contre-pivot 11 sont généralement à base de rubis et, à ce titre, peuvent être parfois appelés respectivement pierre 9 et pierre contre-pivot 11. Bien entendu, d'autres types de paliers peuvent être prévus tels qu'une crapaudine mais également d'autres types de matériaux que le rubis. Le palier 7 pourrait ainsi être tout ou partie formé d'une céramique et/ou un matériau à base de carbone.

**[0020]** À titre nullement limitatif dans les exemples des figures 8 et 9, l'arbre 1 horloger peut ainsi former un axe A de balancier 13, une tige B d'ancre 17, un arbre C de roue 18 dentée et/ou un arbre de barillet (non représenté) d'un mouvement 3 horloger. Un exemple d'arbre 1 horloger est représenté à la figure 2. Comme expliqué ci-dessus, l'arbre 1 horloger peut être utilisé pour le montage à rotation d'au moins un organe tel qu'un balancier 13, un spiral 14, un grand plateau 15, un petit plateau 16, une ancre 17, une roue dentée 18, un pignon 19 et/ou un ressort de barillet (non représenté) d'un mouvement 3 horloger.

**[0021]** L'arbre 1 horloger peut ainsi comporter une portée, également appelée assise 22, destinée à recevoir l'organe, des tiges 23, un tigeon 24 et un pivot 21 à chacune de ses deux extrémités libres destiné à pivoter dans un palier 7 pour rendre mobile à rotation l'organe. Un tel arbre 1 est généralement formé à partir d'acier comme, par exemple, du type 20AP.

**[0022]** Bien entendu, d'autres géométries d'arbres peuvent être prévues suivant l'application et le nombre d'organes à recevoir. La portée 22 destinée à recevoir l'organe pourrait ainsi être formée par une autre partie de l'arbre 1. Ainsi, à titre nullement limitatif, la portée pourrait non pas être une assise 22 mais par une des tiges 23. De plus, d'autres types de matériaux que l'acier peuvent être envisagés. L'arbre 1 pourrait ainsi être tout ou partie formé d'une céramique et/ou un matériau à base de carbone (DLC ou diamant) et/ou tout autre matériau peu sensible aux champs magnétiques comme par exemple du disulfure de molybdène (MoS<sub>2</sub>) ou du disulfure de tungstène (WS<sub>2</sub>).

**[0023]** Selon l'invention, au moins un des deux pivots 21 comporte une structuration 25 de sa surface externe 26 afin de minimiser sa surface de contact avec le palier 7 et, plus particulièrement la paroi du trou 10 du coussinet 9. Avantageusement selon l'invention, la surface de contact de l'arbre 1 horloger avec le palier 7, tel que la paroi du trou 10 d'un coussinet 9, peut donc être modifiée afin d'ajuster les pertes d'énergie mécanique associées. Il est également recherché un effet de capillarité pour retenir l'huile ou le lubrifiant au niveau du pivot 21 grâce à la structuration 25.

**[0024]** La structuration 25 peut comporter au moins un motif 27 en creux à la surface 26 externe du pivot 21 afin de modifier sélectivement la surface de contact de l'arbre 1 horloger avec le palier 7. Le motif 27 s'étend sur un secteur angulaire du pivot 21 et forme ainsi une empreinte ayant une largeur L, une profondeur et une longueur. Il faut ainsi comprendre qu'à partir d'un arbre 1 habituel avec un pivot 21 conique que la structuration 25 peut être obtenue de manière destructive, c'est-à-dire en creusant sélectivement le matériau du pivot 21 (rayonnement laser, attaque chimique, etc.), ou de manière additive, c'est-à-dire en déposant sélectivement un matériau sur le pivot 21 (dépôt électrolytique, dépôt physique en phase vapeur, etc.), afin de former chaque motif 27 en creux à la surface 26 externe du pivot 21.

**[0025]** Que ce soit en surcouche ou dans le matériau de l'arbre 1, la structuration 25 représente, préférentiellement, entre 5 % et 50 % de la surface externe 5 du pivot 21 et, préférentiellement, 30 % afin de diminuer la surface de contact de l'arbre 1 horloger avec le palier 7.

**[0026]** Le motif 27 en creux de la structuration 25 peut former au moins une rainure 27a afin de former un canal de circulation pour un lubrifiant à la surface 26 externe du pivot 21 et/ou au moins un évidement 27b afin de former un réservoir pour un lubrifiant à la surface 26 externe du pivot 21. En effet, les paliers 7 sont généralement lubrifiés notamment à l'aide d'un huilier 20 au niveau du coussinet 9. Ainsi, la structuration 25 permet également de maintenir un film plus uniforme de lubrifiant à la surface 26 externe du pivot 21.

**[0027]** Selon un premier mode de réalisation, le pivot 21 comporte une structuration 25 formée uniquement à base d'au moins un évidement 27a afin de former des réservoirs distribués de manière homogène ou pas sur la surface 26 externe du pivot 21. À titre nullement limitatif, les figures 3a à 3c sont des exemples du premier mode de réalisation selon l'invention. À la première variante illustrée à la figure 3a, le pivot 21 comporte une structuration 25 formée d'évidements 27a de sections sensiblement rectangulaires répartis tout autour de la surface 26 externe. Chaque évidement 27a est orienté sensiblement parallèlement par rapport à la longueur de l'arbre 1. À la deuxième variante illustrée à la figure 3b, le pivot 21 comporte une structuration 25 formée d'évidements 27a de sections sensiblement circulaires répartis tout autour de la surface 26 externe. Enfin, dans une troisième variante illustrée à la figure 3c, le pivot 21 comporte une structuration 25 formée d'évidements 27a de sections sensiblement rectangulaires répartis tout autour de la surface 26 externe. Chaque évidement 27a est orienté sensiblement perpendiculairement par rapport à la longueur de l'arbre 1.

**[0028]** Bien entendu, les variantes du premier mode de réalisation peuvent être combinées et/ou chaque évidement 27a peut être de géométrie différente aux autres et/ou les évidements 27a peuvent être répartis de manière différente (densité différente pour une même surface, répartition différente notamment asymétrique, etc.) sur la surface 26 externe du pivot 21.

**[0029]** Selon un deuxième mode de réalisation, le pivot 21 comporte une structuration 25 formée uniquement à base d'au moins une rainure 27b afin de former des canaux de circulation distribués de manière homogène ou pas sur la surface 26 externe du pivot 21. À titre nullement limitatif, les figures 4a à 4c et 5a à 5d sont des exemples du deuxième mode de réalisation selon l'invention. À la première variante illustrée à la figure 4a, le pivot 21 comporte une structuration 25 formée d'une rainure 27b sensiblement hélicoïdale sur la surface 26 externe. À la deuxième variante illustrée à la figure 4b, le pivot 21 comporte une structuration 25 formée d'une rainure 27b sensiblement hélicoïdale et de rainures 27b sensiblement verticales croisant la rainure 27b sensiblement hélicoïdale sur la surface 26 externe. Dans une troisième variante illustrée à la figure 4c, le pivot 21 comporte une structuration 25 formée d'une première rainure 27b sensiblement hélicoïdale et d'une deuxième rainure 27b sensiblement hélicoïdale croisant la première rainure 27b sensiblement hélicoïdale et s'enroulant de manière inverse à la première rainure 27b sensiblement hélicoïdale sur la surface 26 externe.

**[0030]** À la quatrième variante illustrée à la figure 5a, le pivot 21 comporte une structuration 25 formée de rainures 27b en zigzag autour de la surface 26 externe. À la cinquième variante illustrée à la figure 5b, le pivot 21 comporte une structuration 25 formée de rainures 27b en zigzag s'étendant sensiblement verticalement sur la surface 26 externe. Dans une sixième variante illustrée à la figure 5c, le pivot 21 comporte une structuration 25 formée d'une première série de rainures 27b en zigzag autour de la surface 26 externe et d'une deuxième série de rainures 27b en zigzag autour de la surface 26 externe croisant la première série de rainures 27b en zigzag autour de la surface 26 externe et s'étendant de manière décalée ou déphasée par rapport à la première série de rainures 27b en zigzag autour de la surface 26 externe. Dans une septième variante illustrée à la figure 5d, le pivot 21 comporte une structuration 25 formée d'une première série de rainures 27b en zigzag s'étendant sensiblement verticalement sur la surface 26 externe et d'une deuxième série de rainures 27b en zigzag s'étendant sensiblement verticalement sur la surface 26 externe croisant la première série de rainures 27b en zigzag s'étendant sensiblement verticalement sur la surface 26 externe et s'étendant de manière décalée ou déphasée par rapport à la première série de rainures 27b en zigzag s'étendant sensiblement verticalement sur la surface 26 externe.

**[0031]** Bien entendu, les variantes du deuxième mode de réalisation peuvent être combinées et/ou chaque rainure 27b peut être de géométrie différente aux autres et/ou les rainures 27b peuvent être répartis de manière différente (densité différente pour une même surface, répartition différente notamment asymétrique, etc.) sur la surface 26 externe du pivot 21.

**[0032]** Selon un troisième mode de réalisation, le pivot 21 comporte une structuration 25 formée à base d'au moins un évidement 27a afin de former des réservoirs distribués de manière homogène ou pas sur la surface 26 externe du pivot 21 et à base d'au moins une rainure 27b afin de former des canaux de circulation distribués de manière homogène ou pas sur la surface 26 externe du pivot 21. À titre nullement limitatif, les figures 6a à 6d sont des exemples du troisième mode de réalisation selon l'invention.

**[0033]** À la première variante illustrée à la figure 6a, le pivot 21 comporte une structuration 25 formée d'une première série de rainures 27b en zigzag autour de la surface 26 externe, d'une deuxième série de rainures 27b en zigzag autour de la surface 26 externe croisant la première série de rainures 27b en zigzag autour de la surface 26 externe et s'étendant de manière décalée ou déphasée par rapport à la première série de rainures 27b en zigzag autour de la surface 26 externe, et d'évidements 27a de sections sensiblement circulaires répartis entre deux couples de première et deuxième séries de rainures 27b en zigzag croisées tout autour de la surface 26 externe.

**[0034]** À la deuxième variante illustrée à la figure 6b, le pivot 21 comporte une structuration 25 formée de rainures 27b en zigzag autour de la surface 26 externe et d'évidements 27a de sections sensiblement rectangulaires (s'étendant sensiblement parallèlement par rapport à la longueur de l'arbre 1) répartis entre deux rainures 27b en zigzag tout autour de la surface 26 externe.

**[0035]** Dans une troisième variante illustrée à la figure 6c, le pivot 21 comporte une structuration 25 formée d'une rainure 27b sensiblement hélicoïdale sur la surface 26 externe, de premiers évidements 27a de sections sensiblement rectangulaires (s'étendant sensiblement perpendiculairement par rapport à la longueur de l'arbre 1) répartis autour des spires de la rainure 27b tout autour de la surface 26 externe et d deuxièmes évidements 27a de sections sensiblement rectangulaires (s'étendant sensiblement parallèlement par rapport à la longueur de l'arbre 1) répartis entre une spire de la rainure 27b et un premier évidement 27b afin de les faire communiquer ensemble.

**[0036]** À la quatrième variante illustrée à la figure 6d, le pivot 21 comporte une structuration 25 formée d'une rainure 27b sensiblement hélicoïdale sur la surface 26 externe et d'évidements 27a de sections sensiblement circulaires répartis autour des spires de la rainure 27b tout autour de la surface 26 externe.

**[0037]** Bien entendu, les variantes du troisième mode de réalisation peuvent être combinées et/ou chaque évidement 27a peut être de géométrie différente aux autres et/ou les évidements 27a peuvent répartis de manière différente (densité différente pour une même surface, répartition différente notamment asymétrique, etc.) sur la surface 26 externe du pivot 21 et/ou chaque rainure 27b peut être de géométrie différente aux autres et/ou les rainures 27b peuvent répartis de manière différente (densité différente pour une même surface, répartition différente notamment asymétrique, etc.) sur la surface 26 externe du pivot 21.

**[0038]** Quel que soit le mode de réalisation ou la variante de l'invention, la dimension maximale du contour du motif 27 à la surface du pivot 21 mesuré dans un plan perpendiculaire à l'axe du pivot 21, c'est-à-dire sensiblement la largeur L, est préférentiellement comprise entre 300 nm et 1 µm, c'est-à-dire, par exemple, 300 nm, 350 nm, 400 nm, 450 nm, 475 nm, 500 nm, 525 nm, 550 nm, 600 nm, 650 nm, 700 nm, 750 nm, 800 nm, 850 nm, 900 nm, 950 nm. De plus, la structuration 25 peut comporter un rapport entre la largeur L et la profondeur comprise entre 5 et 20, c'est-à-dire si la largeur L de la structuration est égale à 500 nm, la profondeur de la structuration 25 est préférentiellement comprise entre 100 nm et 25 nm. Bien entendu, les dimensions de la largeur L, la profondeur et la longueur des motifs 27 peuvent être différentes de ces dimensions préférées sans sortir du cadre de l'invention. À titre nullement limitatif, la largeur L pourrait ainsi être supérieure à 1 µm sans sortir du cadre de l'invention.

**[0039]** Bien entendu, chaque mode de réalisation et/ou variante peut avoir un pourcentage de couverture du pivot 21 et/ou une densité de structuration 25 et/ou une largeur L de motif 27 et/ou une profondeur de motif 27 propre(s) par rapport aux autres modes de réalisation et/ou variantes. Il peut également être envisagé que le pourcentage de couverture du pivot 21 et/ou la densité de structuration 25 et/ou la largeur L et/ou la profondeur de la structuration 25 évolue(nt) sur la surface externe 26 du pivot 21, par exemple, suivant la localisation sur le pivot 21. À titre nullement limitatif, il pourrait être envisagé que la structuration 25 diminue en densité et/ou en largeur L et/ou en profondeur au fur et à mesure que la surface 26 externe du pivot 21 s'éloigne de l'huileur 20 du coussinet 9, c'est-à-dire aussi bien vers la tige 23 que vers l'extrémité libre du pivot 21.

**[0040]** Dans l'exemple particulier d'un axe A de balancier 13, l'invention pourrait apporter un avantage supplémentaire. En effet, il est constamment recherché de minimiser les écarts d'amplitude du balancier 13 (angle maximum du balancier 13 à chaque alternance) entre les positions horizontales (HH, HB) et verticales (VH, VG, VD, VB) de la pièce 2 d'horlogerie. Typiquement, il est en général recherché que les moments de frottement aux deux positions (HH, HB, VH, VG, VD, VB) soient identiques.

**[0041]** Le moment de frottement à plat s'écrit :

$$M_{plat} = \frac{2}{3} \mu_{plat} P \frac{r_1^3 - r_0^3}{r_1^2 - r_0^2} \quad (1)$$

**[0042]** Le moment de frottement au pendu s'écrit :

$$M_{pendu} = \mu_{pendu} Pr \quad (2)$$

**[0043]** Où:

µ est le coefficient de frottement de la position;

P est le poids de l'oscillateur;

r<sub>1</sub> est le rayon externe de la surface de frottement à plat;

r<sub>0</sub> est le rayon interne de la surface de frottement à plat;

r est le rayon de l'axe au contact avec le coussinet au pendu.

**[0044]** Pour minimiser les écarts, il est cherché d'obtenir:

$$M_{plat} = M_{pendu} \quad (3)$$

**[0045]** Ceci se traduit par l'égalité suivante :

$$\frac{2}{3} \mu_{\text{plat}} P \frac{r_1^3 - r_0^3}{r_1^2 - r_0^2} = \mu_{\text{pendu}} Pr \quad (4)$$

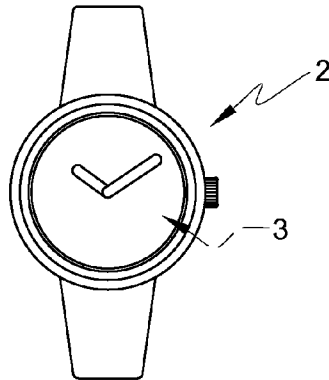
**[0046]** Si  $\mu_{\text{pendu}} = \frac{2}{3} \mu_{\text{plat}}$ , soit un coefficient de frottement 33% plus faible en pendu, alors le moment de frottement au pendu sera sensiblement équivalent au moment de frottement à plat. La solution habituellement mise en oeuvre est de réaliser des plats sur les bouts de pivots 21 pour minimiser les amplitudes en positions horizontales, c'est-à-dire qu'on dégrade les amplitudes horizontales pour les rapprocher des valeurs d'amplitudes verticales.

**[0047]** Avantagement selon l'invention, au moins un des deux pivots 21 de l'axe A de balancier 13 comporte une structuration 25 de sa surface 26 externe au niveau de la base cylindrique du pivot 21 qui entre en contact avec le trou 10 du coussinet 9 afin de minimiser les frottements au pendu pour augmenter les amplitudes à au moins une des positions verticales. De manière inverse à la solution habituellement mise en oeuvre, la structuration 25 selon l'invention permet de garder une extrémité libre conique du pivot 21 et offre donc un gain en coefficient de frottement permettant au moment de frottement au pendu d'être sensiblement équivalent au moment de frottement à plat sans avoir à dégrader les amplitudes horizontales. On comprend donc que les amplitudes seront identiques entre les positions (écart entre plat et pendu faible ou nul comme précédemment) mais avec une performance chronométrique plus importante notamment par les amplitudes plus élevées obtenues quelles que soient les positions.

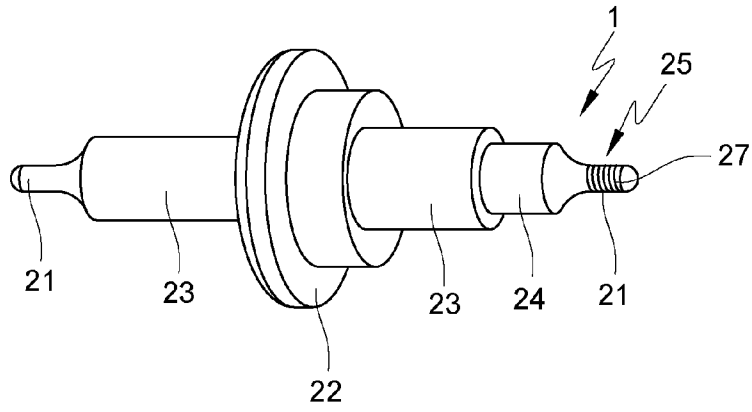
### Revendications

1. Arbre (1) horloger pour le montage à rotation d'au moins un organe comportant une portée (22) destinée à recevoir l'organe et un pivot (21) à chacune de ses deux extrémités libres destiné à pivoter dans un palier (7) pour rendre mobile à rotation l'organe, **caractérisé en ce qu'**au moins un des deux pivots (21) comporte une structuration (25) de sa surface (26) externe afin de minimiser sa surface de contact avec le palier (7).
2. Arbre (1) horloger selon la revendication précédente, dans lequel la structuration (25) comporte au moins un motif (27, 27a, 27b) ayant une largeur (L), une longueur et une profondeur en creux à la surface (26) externe du pivot (21).
3. Arbre (1) horloger selon la revendication précédente, dans lequel le motif (27, 27a, 27b) en creux de la structuration (25) comporte une largeur (L) comprise entre 300 nm et 1  $\mu\text{m}$ .
4. Arbre (1) horloger selon la revendication 2 ou 3, dans lequel le motif (27, 27a, 27b) en creux de la structuration (25) comporte un rapport entre la largeur (L) et la profondeur maximale compris entre 5 et 20.
5. Arbre (1) horloger selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la structuration (25) représente entre 5 % et 50 % de la surface (26) externe du pivot (21).
6. Arbre (1) horloger selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la structuration (25) forme au moins une rainure (27b) afin de former un canal de circulation pour un lubrifiant à la surface (26) externe du pivot (21).
7. Arbre (1) horloger selon l'une des revendications précédentes, comportant des extrémités de pivot (21) coniques, une base cylindrique d'au moins un des deux pivots (21), appelé surface de contact, comprenant une structuration (25) de sa surface (26) externe afin de sélectivement différencier le coefficient de frottement de la surface de contact par rapport à celui de l'extrémité conique du pivot (21) de l'arbre (1).
8. Mouvement (3) horloger comportant au moins un pont (5) et une platine (6) munis chacun de paliers (7) et au moins un arbre (1) horloger assemblé entre un palier (7) du pont (5) et un palier (7) de la platine (6) afin d'être monté pivotant, **caractérisée en ce que** ledit au moins un arbre (1) horloger est selon l'une des revendications 1 à 7.
9. Mouvement (3) horloger selon la revendication précédente, dans lequel ledit au moins un arbre (1) horloger est un axe (A) de balancier (13), une tige (B) d'ancre (17), un arbre (C) de roue (18) dentée ou un arbre de barillet.

**Fig. 1**



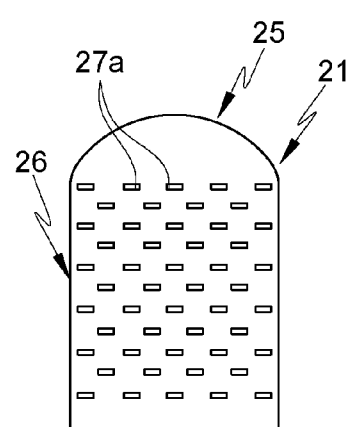
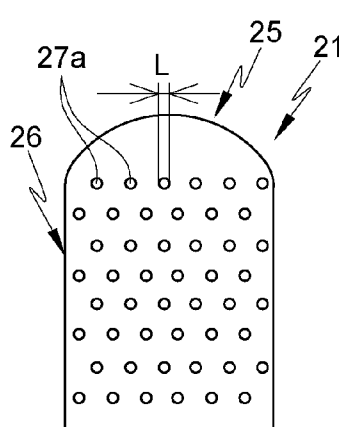
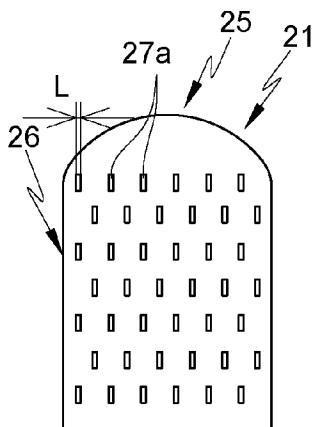
**Fig. 2**



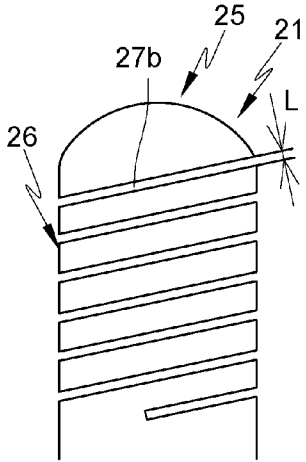
**Fig. 3a**

**Fig. 3b**

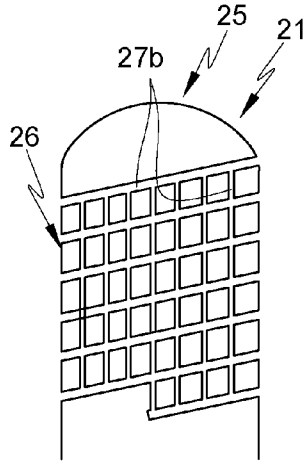
**Fig. 3c**



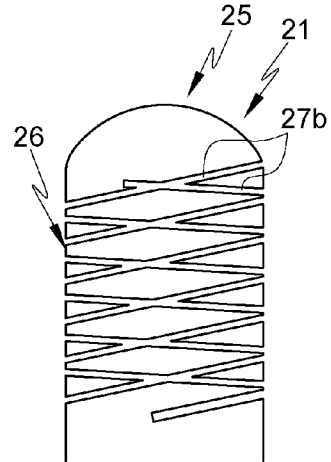
**Fig. 4a**



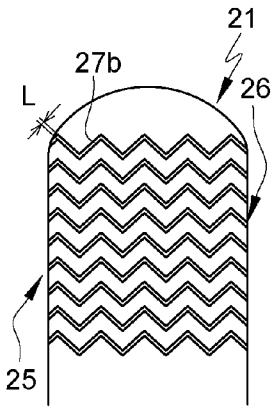
**Fig. 4b**



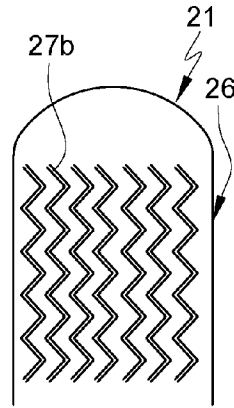
**Fig. 4c**



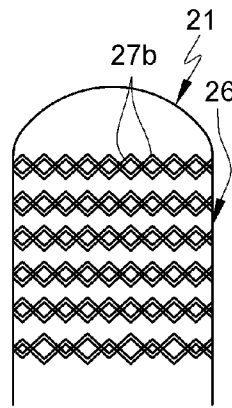
**Fig. 5a**



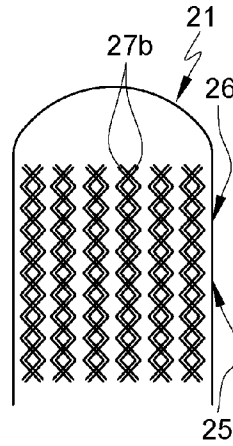
**Fig. 5b**



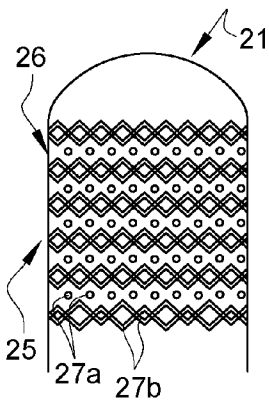
**Fig. 5c**



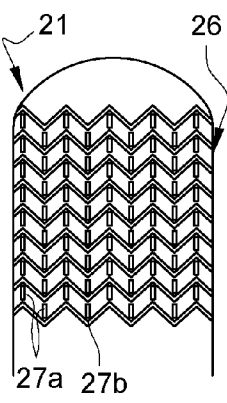
**Fig. 5d**



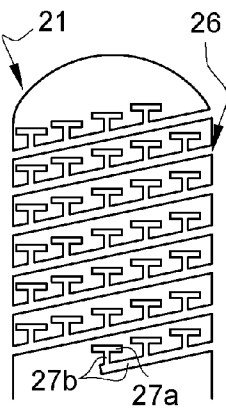
**Fig. 6a**



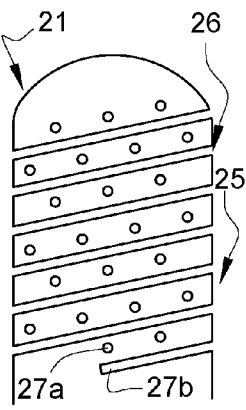
**Fig. 6b**



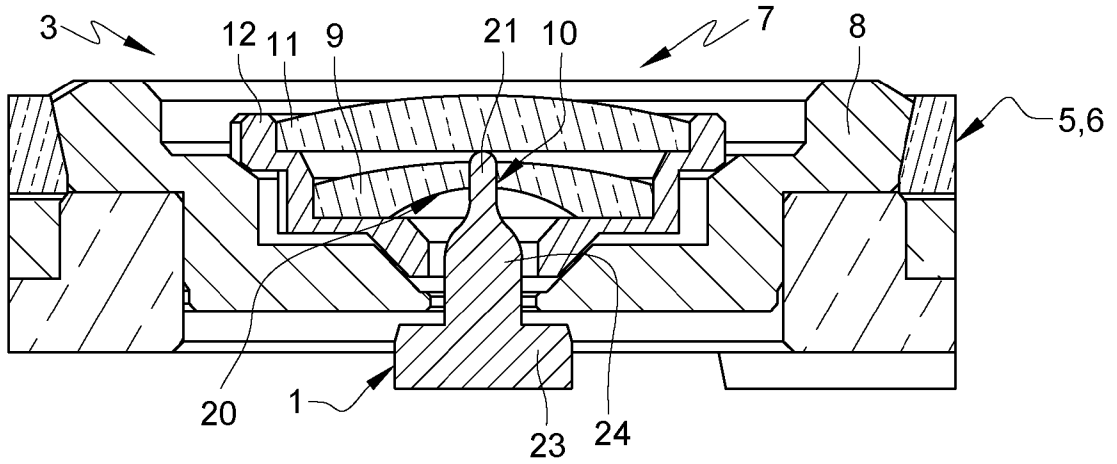
**Fig. 6c**



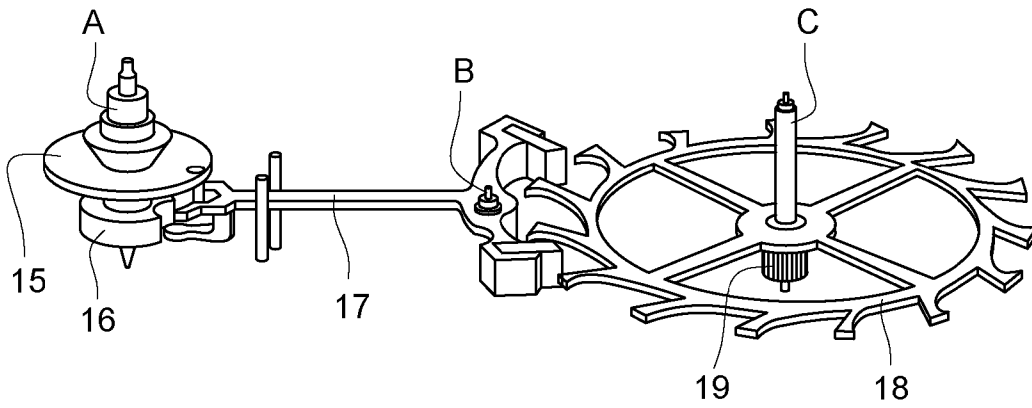
**Fig. 6d**



**Fig. 7**



**Fig. 8**



**Fig. 9**

