



(11)

**EP 3 451 078 A1**

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**06.03.2019 Bulletin 2019/10**

(51) Int Cl.:  
**G04B 31/08 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **18186364.8**

(22) Date de dépôt: **30.07.2018**

(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**  
Etats d'extension désignés:  
**BA ME**  
Etats de validation désignés:  
**KH MA MD TN**

(72) Inventeurs:  
• **BURGER, Frédéric**  
**1213 Petit-Lancy (CH)**  
• **CHAUVEAU, Vanessa**  
**2502 Bienne (CH)**  
• **MBAYE, Aziz**  
**1630 Bulle (CH)**

(30) Priorité: **31.07.2017 EP 17183962**

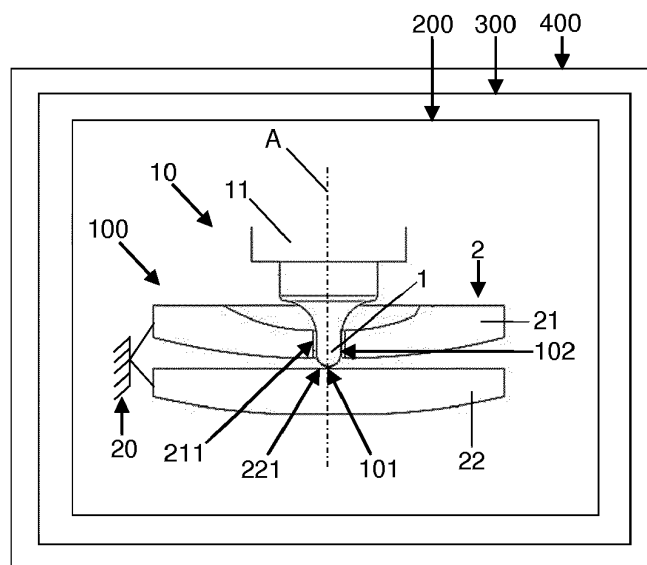
(74) Mandataire: **Moinas & Savoye SARL**  
**19A, rue de la Croix-d'Or**  
**1204 Genève (CH)**

(71) Demandeur: **ROLEX SA**  
**1211 Genève 26 (CH)**

(54) **DISPOSITIF DE PIVOTEMENT HORLOGER**

(57) Procédé de montage d'un dispositif de pivotement horloger (100) ou d'un mécanisme horloger (200) ou d'un mouvement horloger (300) ou d'une pièce d'horlogerie (400), le dispositif de pivotement horloger (100) ou le mécanisme horloger (200) ou le mouvement horloger (300) ou la pièce d'horlogerie (400) comprenant un pivot (1) et un palier (2), le procédé comprenant les étapes suivantes :

- fournir le pivot (1) ;
- fournir le palier (2) ;
- appliquer, sur au moins une surface (101, 102, 211, 221) du pivot et/ou du palier, un lubrifiant dont la viscosité cinématique à une température de 20°C est supérieure à 1,5 St ;
- mettre en place le pivot dans le palier.



**Figure 1**

## Description

**[0001]** L'invention concerne un dispositif de pivotement horloger. L'invention concerne aussi un mécanisme horloger comprenant un tel dispositif de pivotement horloger. L'invention concerne encore un mouvement horloger comprenant un tel dispositif de pivotement horloger ou un tel mécanisme. L'invention concerne également une pièce d'horlogerie comprenant un tel dispositif ou un tel mécanisme ou un tel mouvement. L'invention concerne enfin un procédé de montage ou de réalisation d'un tel dispositif de pivotement, d'un tel mécanisme, d'un tel mouvement ou d'une telle pièce d'horlogerie.

**[0002]** Il est connu que l'huile permettant de lubrifier les dispositifs de pivotement des oscillateurs horlogers et donnant de bons facteurs de qualité est l'huile Synt-A-Lube (SAL) 9010 du fabricant Moebius. Cette huile est à l'heure actuelle couramment employée pour la lubrification des oscillateurs horlogers. Elle présente une viscosité de 1,2 St à 20°C selon le site internet du fabricant <http://www.moebius-lubricants.ch/fr/produits/huiles>.

**[0003]** Les dispositifs de pivotement conventionnels des oscillateurs horlogers, notamment des oscillateurs de type balancier-spiral, induisent des frottements plus ou moins importants sur les pivots en fonction de la position de l'oscillateur. En général, les frottements sont plus élevés en position verticale de la montre, notamment en position « pendue » ou « position 12H », qu'en position horizontale du mouvement, notamment en position « plat », dite aussi « position CH », ce qui fait que le « facteur de qualité » de l'oscillateur est plus faible dans les positions verticales que dans les positions horizontales du mouvement. Une différence de facteur de qualité se traduit par une différence d'amplitude pour un oscillateur de type balancier-spiral et peut notamment se traduire par une différence de marche du mouvement, d'où l'importance pour la précision de la pièce d'horlogerie de minimiser la différence de facteur de qualité entre les positions horizontales et les positions verticales.

**[0004]** Dans tout le document, par « position CH », « position FH », « position 6H », « position 12H », nous entendons des positions horlogères définies par la norme ISO 3158.

**[0005]** Des solutions connues de l'art antérieur consistent à proposer des dispositifs de pivotement d'un oscillateur conformés de façon à générer des efforts essentiellement constants sur les pivots, quelle que soit la position de la montre. Ces dispositifs de pivotement requièrent cependant des adaptations conséquentes des dispositifs de pivotement conventionnels qui donnent pourtant entière satisfaction en matière de fabricabilité et de tenue aux chocs.

**[0006]** Au sein des dispositifs de pivotement conventionnels de balancier, les frottements dans les différentes positions varient car les configurations du contact entre le pivot et la pierre de pivot changent. Dans une position de montre horizontale, l'axe de balancier est vertical et le bout du pivot de l'axe vient s'appuyer sur une pierre

appelée contre-pivot. En général, cette pierre est plane et le bout du pivot est arrondi, ce qui fait que le couple résistif est bas. Dans une position de montre verticale, l'axe de balancier est en position horizontale et vient frotter sur le bord d'un trou, en général un trou olivé (aux bords arrondis) ménagé dans une pierre. Le couple résistif est plus important et l'amplitude d'oscillation du balancier plus faible qu'en position horizontale.

**[0007]** Pour pallier cette problématique, une solution consiste à augmenter le frottement en positions horizontales de la montre en apportant des modifications au dispositif de pivotement conventionnel de balancier. Une telle solution permet de réduire les différences de frottement entre les positions horizontales et verticales.

**[0008]** Plusieurs modes de réalisation ont été proposés dans l'état de la technique. Le document CH239786 divulgue notamment un dispositif de pivotement combinant une pierre percée olivée et une butée (contre-pivot) inclinée par rapport à l'axe. Ceci permet d'induire en permanence un frottement de la partie cylindrique de l'axe contre la pierre olivée en positions horizontales, et donc d'augmenter les forces de frottement ou les couples résistifs dans les positions horizontales.

**[0009]** Le document US2654990 divulgue, quant à lui, un pivot à bout plat et aux bords légèrement arrondis frottant contre un contre-pivot muni d'une dépression hémisphérique. Le but est là aussi d'augmenter le frottement en positions horizontales en maximisant le bras de levier des forces de frottement par rapport à l'axe de l'arbre de balancier. Dans le même registre, la demande de brevet CH704770 propose un pivot terminé par un biseau en vue d'augmenter les forces de frottement ou les couples résistifs en positions horizontales.

**[0010]** Si ces différentes constructions consistent à augmenter le couple résistif ou le frottement en positions horizontales de la montre, elles ne permettent notamment pas de réduire le couple résistif ou le frottement en positions verticales de la montre. Par ailleurs, ces dispositifs de pivotement alternatifs peuvent s'avérer fragiles ou être sujets à des usures prématurées, en plus d'une fabricabilité complexe.

**[0011]** Le but de l'invention est de fournir un dispositif de pivotement horloger permettant de remédier aux inconvénients mentionnés précédemment et d'améliorer les dispositifs connus de l'art antérieur. En particulier, l'invention propose un dispositif de pivotement dont la différence de facteur de qualité entre les positions « plat » et « pendu » est minimisée. L'invention propose également un procédé de réalisation d'un tel dispositif de pivotement.

**[0012]** Le procédé de montage selon l'invention est défini par la revendication 1.

**[0013]** Différents modes d'exécution du procédé de montage sont définis par les revendications 2 à 5.

**[0014]** Le dispositif de pivotement ou le mécanisme horloger ou le mouvement horloger ou la pièce d'horlogerie selon l'invention est défini par la revendication 6.

**[0015]** Le dispositif de pivotement selon l'invention est

aussi défini par la revendication 7.

**[0016]** Différents modes de réalisation du dispositif de pivotement sont définis par les revendications 8 à 11.

**[0017]** Le mécanisme horloger selon l'invention est défini par la revendication 12.

**[0018]** Le mouvement horloger selon l'invention est défini par la revendication 13.

**[0019]** La pièce d'horlogerie selon l'invention est définie par la revendication 14.

**[0020]** Les figures annexées représentent, à titre d'exemple, un mode de réalisation d'une pièce d'horlogerie selon l'invention.

**[0021]** Les figures 1 et 2 sont des vues schématiques du mode de réalisation d'une pièce d'horlogerie, la pièce d'horlogerie se trouvant respectivement en position « plat » et en position « pendu ».

**[0022]** La figure 3 est un graphique représentant les évolutions du facteur de qualité d'une pièce d'horlogerie en fonction de sa position pour différents lubrifiants utilisés au niveau des dispositifs de pivotement des oscillateurs.

**[0023]** La figure 4 est un graphique représentant les différences entre la moyenne des facteurs de qualité des positions CH et FH et le facteur de qualité en position 6H de la pièce d'horlogerie pour les différents lubrifiants, ces différences étant relevées sur la figure 3.

**[0024]** La figure 5 est un graphique représentant les évolutions du facteur de qualité d'une pièce d'horlogerie en fonction de sa position pour différents lubrifiants utilisés au niveau des dispositifs de pivotement des oscillateurs.

**[0025]** La figure 6 est un graphique représentant les différences entre la moyenne des facteurs de qualité des positions CH et FH et le facteur de qualité en position 6H de la pièce d'horlogerie pour les différents lubrifiants, ces différences étant relevées sur la figure 5.

**[0026]** La figure 7 est un graphique représentant les différences entre la moyenne des facteurs de qualité des positions CH et FH et le facteur de qualité en position 6H de la pièce d'horlogerie en fonction de la viscosité des lubrifiants utilisés au niveau des dispositifs de pivotement des oscillateurs.

**[0027]** La figure 8 est un graphique représentant les évolutions du facteur de qualité d'une pièce d'horlogerie dans sa position 6H en fonction de la viscosité des lubrifiants utilisés au niveau des dispositifs de pivotement des oscillateurs.

**[0028]** Un mode de réalisation d'une pièce d'horlogerie 400 est décrit ci-après en référence aux figures 1 et 2. La pièce d'horlogerie est par exemple une montre, en particulier une montre bracelet. La pièce d'horlogerie comprend un mouvement horloger mécanique 300. Le mouvement horloger comprend un mécanisme 200, notamment un oscillateur 200 du type balancier-spiral.

**[0029]** Le mécanisme ou l'oscillateur comprend au moins un, notamment deux, dispositif de pivotement 100. Ces dispositifs de pivotement permettent de pivoter le balancier 10 sur un bâti 20 du mécanisme ou du mouve-

ment autour d'un axe A.

**[0030]** Le balancier comprend un arbre 11 comprenant lui-même au moins un pivot 1, notamment deux pivots se trouvant chacun à une extrémité de l'arbre.

5 **[0031]** Le mécanisme 200 ou le mouvement 300 comprend le bâti 20. Le bâti 20 est muni d'au moins un palier 2 destiné à coopérer avec un pivot ou destiné à recevoir un pivot. Le bâti comprend de préférence deux paliers 2, chaque palier coopérant avec un pivot ou recevant un pivot. Un premier palier est par exemple monté sur une platine du bâti et un deuxième palier est par exemple monté sur un pont du bâti.

10 **[0032]** Le palier 2 ou chaque palier comprend avantageusement une pierre de pivot 21 et une pierre de contre-pivot 22. Le palier ou chaque palier fait avantageusement partie d'un amortisseur.

15 **[0033]** Le pivot comprend une surface d'extrémité 101, notamment une surface 101 bombée ou hémisphérique, et une surface latérale 102, notamment une surface 102 cylindrique. Le pivot peut être venu de matière de l'arbre de balancier 11.

20 **[0034]** Le palier 2 comprend une pierre de pivot 21 présentant une surface 211 en forme de flanc d'un trou circulaire, notamment une surface olivée, et une pierre de contre-pivot 22 présentant une surface 221, notamment une surface plane.

25 **[0035]** Les surfaces 101 et 221 sont destinées à coopérer par contact pour guider l'oscillateur en pivotement, notamment dans une position « plat » de la pièce d'horlogerie.

30 **[0036]** Les surfaces 102 et 211 sont destinées à coopérer par contact pour guider l'oscillateur en pivotement, notamment dans une position « pendu » de la pièce d'horlogerie.

35 **[0037]** Le dispositif de pivotement horloger 100 comprend le pivot 1 et un palier 2.

40 **[0038]** Au moins une surface du pivot 101, 102 et/ou une surface du palier 211, 221 est recouverte d'un lubrifiant dont la viscosité cinématique à une température de 20° C est supérieure ou égale à 1,5 St.

45 **[0039]** De préférence, toutes les surfaces 101, 102, 211 et 221 impliquées dans le guidage de l'oscillateur sont recouvertes d'un lubrifiant dont la viscosité cinématique à une température de 20° C est supérieure ou égale à 1,5 St.

**[0040]** Le lubrifiant est de préférence une huile ou une graisse.

**[0041]** Par ailleurs, le lubrifiant peut être additivé ou non.

50 **[0042]** La viscosité cinématique à une température de 20° C du lubrifiant est avantageusement supérieure ou égale à 1,6 St ou 1,7 St ou 1,8 St ou 1,9 St ou 2 St ou 2,2 St ou 2,5 St ou 3 St ou 4 St ou 5 St ou 6 St ou 7 St ou 8 St ou 9 St ou 10 St ou 11 St ou 12 St ou 14 St ou 16 St ou 18 St ou 20 St ou 25 St ou 30 St ou 35 St ou 40 St.

55 **[0043]** Alternativement ou complémentirement, la viscosité cinématique à une température de 20° C du lubrifiant est avantageusement inférieure ou égale à 50

St ou 40 St ou 35 St ou 30 St ou 25 St ou 20 St ou 18 St ou 16 St ou 14 St ou 12 St ou 11 St ou 10 St ou 9 St ou 8 St ou 7 St ou 6 St ou 5 St.

**[0044]** Le pivot est de préférence un pivot d'arbre de balancier d'un oscillateur de type balancier-spiral ayant une fréquence d'oscillation supérieure ou égale à 3 Hz, voire supérieure ou égale à 4 Hz.

**[0045]** Comme vu précédemment, le palier comprend avantageusement une ou plusieurs pierres, notamment une ou plusieurs pierres en rubis.

**[0046]** De préférence, le pivot est un pivot d'un élément, notamment du balancier, dont la masse est supérieure à  $5 \times 10^{-2}$  g ou dont le moment d'inertie est supérieur à  $5 \times 10^{-10}$  kg.m<sup>2</sup>.

**[0047]** Un mode d'exécution d'un procédé de montage d'un dispositif de pivotement horloger 100 tel que décrit précédemment ou d'un mécanisme 200 tel que décrit précédemment ou d'un mouvement 300 tel que décrit précédemment ou d'une pièce d'horlogerie 400 telle que décrite précédemment est divulgué ci-après.

**[0048]** Le procédé comprend les étapes suivantes :

- fournir le pivot 1 ;
- fournir le palier 2 ;
- appliquer, sur au moins une surface (101, 102, 211, 221) du pivot et/ou du palier, un lubrifiant dont la viscosité cinématique à une température de 20° C est supérieure à 1,5 St ;
- mettre en place le pivot dans le palier.

**[0049]** L'ordre des deux dernières étapes est indifférent. Le lubrifiant peut être appliqué avant ou après mise en place du pivot dans le palier.

**[0050]** Le procédé peut être mis en oeuvre dans une phase de production d'un mouvement ou d'une pièce d'horlogerie.

**[0051]** Alternativement, le procédé peut aussi être mis en oeuvre dans une phase de maintenance du mouvement ou de la pièce d'horlogerie, notamment lors d'opérations de service ou lors d'opérations de rhabillage.

**[0052]** Les études de la demanderesse ont mis en évidence qu'il est possible, de manière surprenante, d'homogénéiser les coefficients de frottement des dispositifs de pivotement décrits précédemment par une lubrification adaptée. Plus particulièrement, les études montrent que l'emploi d'un lubrifiant doté d'une viscosité cinématique (plus simplement appelée « viscosité » dans la suite du document) dans une plage donnée permet de diminuer de manière significative la différence de facteur de qualité entre les positions horizontales (« plat ») et les positions verticales (« pendu ») du mouvement.

**[0053]** Si en positions horizontales (CH, FH) du mouvement, plus le lubrifiant est visqueux, plus le couple résistif ou couple de frottement régnant au sein du dispositif de pivotement de l'oscillateur est élevé, les expérimentations mettent en évidence qu'il n'en est pas de même pour les positions inclinées du mouvement, en particulier pour les positions verticales du mouvement. En effet, le

coefficient de frottement ne dépend pas uniquement de la viscosité du lubrifiant employé, mais aussi notamment de la vitesse de l'oscillateur et de la charge appliquée à l'encontre du palier de l'oscillateur, et donc notamment de la masse, en particulier de l'inertie de l'oscillateur. Il est donc possible, notamment pour une vitesse et une inertie données d'oscillateur, de définir une plage de viscosité avantageuse d'un lubrifiant, qui permet d'harmoniser autant que possible le couple de frottement du dispositif de pivotement d'un oscillateur selon les différentes positions qu'est susceptible d'occuper la montre au porter. Cette plage de viscosité s'étend entre 1,5 St et 50 St à 20°C.

**[0054]** Ces conclusions sont issues de mesures expérimentales conduites en deux phases distinctes. Dans une première phase, cinq huiles non additivées de même famille chimique, dont seules les viscosités diffèrent, sont considérées. Pour chacune d'elles, on mesure des facteurs de qualité pour différentes positions d'un mouvement dont le dispositif de pivotement de l'oscillateur est préalablement rodé. Dans une deuxième phase, quatre huiles additivées, dont les viscosités diffèrent, sont considérées. Pour chacune d'elles, on mesure des facteurs de qualité pour différentes positions d'un mouvement dont le dispositif de pivotement de l'oscillateur est préalablement rodé. Dans chacune des phases, un lubrifiant additivé connu sous la dénomination SAL 9010 (9010) de la société Moebius sert de référence. Le mouvement considéré est un mouvement Rolex de type 3130 doté d'un oscillateur à 4 Hz dont le balancier présente une inertie de  $14 \times 10^{-10}$  kg.m<sup>2</sup>. Dans chacune des phases, dix échantillons d'un mouvement Rolex de type 3130 ont fait l'objet de mesures.

**[0055]** Les mesures sont réalisées sans échappement, par le biais d'un dispositif automatisé permettant d'obtenir des valeurs de facteur de qualité (FQ) d'un oscillateur pour une plage d'oscillations donnée et pour une plage de positions données du mouvement. Le mouvement balaye ainsi différentes positions horlogères, de la position FH (position de référence à 0° d'inclinaison, axe de balancier vertical) à la position CH (rotation de 180°, axe de balancier vertical) en passant par la position 6H (rotation de 90°, axe de balancier horizontal), par incréments de 10°. Un protocole strict de nettoyage du dispositif de pivotement de l'oscillateur est réalisé entre les différentes lubrifications de façon à nettoyer parfaitement les molécules des précédents lubrifiants et en particulier des additifs, ceci dans le but de mesurer uniquement l'effet de l'huile considérée sans influence des autres. Après un nettoyage par ultrasons, le dispositif de pivotement est plongé successivement dans différents bains. C'est seulement après ce protocole de nettoyage que le nouveau lubrifiant est appliqué.

**[0056]** Dans la première phase, les cinq lubrifiants non additivés considérés (hors lubrifiant de référence) sont des huiles de base synthétiques de type PAO (PolyAlphOléfine) qui présentent différentes viscosités :

- Une première huile A est dotée d'une viscosité de 1,3 St à 20°C ;
- Une deuxième huile B est dotée d'une viscosité de 7,1 St à 20°C ;
- Une troisième huile C est dotée d'une viscosité de 12,9 St à 20°C ;
- Une quatrième huile D est dotée d'une viscosité de 21,4 St à 20°C ;
- Une cinquième huile E est dotée d'une viscosité de 44 St à 20°C.

**[0057]** La viscosité de l'huile 9010 de référence utilisée est 1,2 St à 20°C.

**[0058]** La figure 3 représente, pour chacun des lubrifiants, des courbes faisant état de l'évolution du facteur de qualité (FQ), pour une amplitude de référence de l'oscillateur à 280°, en fonction de différentes positions (P) du mouvement. Cette amplitude de référence est considérée comme étant représentative d'un mouvement au porter et représentative des effets des lubrifiants sur le dispositif de pivotement de l'oscillateur. Pour chacune des positions du mouvement, les valeurs de facteur de qualité sont des moyennes obtenues sur la base des mesures réalisées sur chacun des échantillons de mouvement de type 3130.

**[0059]** Ces courbes présentent chacune une allure parabolique. Elles sont décroissantes pour un mouvement qui évolue de la position FH (0°) à la position 6H (90°), puis croissantes pour un mouvement qui évolue de la position 6H (90°) à la position CH (180°). En positions horizontales (FH et CH) et pour les faibles inclinaisons du mouvement, on observe que plus le lubrifiant est visqueux, plus les facteurs de qualité sont faibles. Dans ces configurations du mouvement, les huiles 9010 et A donnent les meilleures valeurs de facteur de qualité (respectivement 327 et 334 dans les positions FH et CH pour l'huile 9010, et respectivement 330 et 338 dans les positions FH et CH pour l'huile A). Viennent ensuite l'huile B (respectivement 303 et 312 dans les positions FH et CH), l'huile C (respectivement 289 et 297 dans les positions FH et CH), l'huile D (respectivement 268 et 275) et enfin l'huile E (respectivement 220 et 224 dans les positions FH et CH). Pour de plus grandes inclinaisons du mouvement, on note que les valeurs de facteurs de qualité se resserrent sensiblement entre les différents lubrifiants, notamment entre le lubrifiant 9010, le lubrifiant A, et les lubrifiants B et C. En position 6H notamment, alors que les huiles 9010 et A donnent des valeurs de facteur de qualité qui sont respectivement de 253 et 256, l'huile B donne une valeur de facteur de qualité de 249 et l'huile C donne une valeur de facteur de qualité de 243. Une conséquence directe de ces observations concerne le plat-pendu de facteur de qualité (PP-FQ), c'est-à-dire la différence entre la moyenne des facteurs de qualité des positions CH et FH et le facteur de qualité en position 6H. A l'amplitude de référence de 280°, les valeurs de plat-pendu de facteur de qualité des huiles B, C, et D, comprises entre 40 et 60, sont significativement moins importantes que les valeurs de plat-pendu de facteur de

qualité des huiles 9010 et A qui tendent vers 80 (Figure 4). Le plat-pendu de facteur de qualité PP-FQ de l'huile E est, quant à lui, encore plus petit avec une valeur de l'ordre de 30.

**[0060]** De manière générale, on observe que le facteur de qualité de l'oscillateur est moins sensible aux positions du mouvement avec les lubrifiants B, C, et D qu'avec les lubrifiants A et 9010 tout en étant suffisamment élevé, de l'ordre de 230 à 320, pour permettre des bonnes performances chronométriques et/ou énergétiques de l'oscillateur. L'huile C donne de particulièrement bons résultats avec une valeur de plat-pendu de facteur de qualité de l'ordre de 50, et des valeurs de facteur de qualité comprises entre 242 et 297. Autrement dit, le couple de frottement régnant au sein du dispositif de pivotement lubrifié par l'huile C est suffisamment faible pour obtenir des facteurs de qualité satisfaisants et varie suffisamment peu pour obtenir des facteurs de qualités homogènes quelles que soient les positions du mouvement, et donc un faible PP-FQ.

**[0061]** Dans la deuxième phase, les quatre lubrifiants considérés (hors lubrifiant de référence) sont des huiles additivées de type HP, qui présentent différentes viscosités :

- Une sixième huile Synt-HP500 (HP500) du fabricant Moebius, dotée d'une viscosité de 5 St à 20°C ;
- Une septième huile Synt-HP750 (HP750) du fabricant Moebius, dotée d'une viscosité de 7.5 St à 20°C ;
- Une huitième huile Synt-HP1000 (HP1000) du fabricant Moebius, dotée d'une viscosité de 10 St à 20°C ;
- Une neuvième Synt-HP1300 (HP1300) du fabricant Moebius, dotée d'une viscosité de 13 St à 20°C.

**[0062]** La viscosité de l'huile SAL 9010 de référence utilisée est 1,2 St à 20°C.

**[0063]** La figure 5 représente, pour chacun de ces lubrifiants, des courbes faisant état de l'évolution du facteur de qualité (FQ), pour une amplitude de référence de l'oscillateur à 280°, en fonction de différentes positions (P) du mouvement. Pour chacune des positions du mouvement, les valeurs de facteur de qualité sont des moyennes obtenues sur la base des mesures réalisées sur chacun des échantillons de mouvement de type 3130.

**[0064]** A l'instar de ce qui a été vu précédemment, ces courbes présentent chacune une allure parabolique. Elles sont décroissantes pour un mouvement qui évolue de la position FH (0°) à la position 6H (90°), puis croissantes pour un mouvement qui évolue de la position 6H (90°) à la position CH (180°). En positions horizontales (FH et CH) et pour les faibles inclinaisons du mouvement, on observe également que plus le lubrifiant est visqueux, plus les facteurs de qualité sont faibles. Dans ces configurations du mouvement, l'huile 9010 donne les meilleures valeurs de facteurs de qualité (respectivement 327 et 334 dans les positions FH et CH). Viennent ensuite l'huile HP500 (respectivement 306 et 312 dans les posi-

tions FH et CH), l'huile HP750 (respectivement 301 et 305 dans les positions FH et CH), l'huile HP1000 (respectivement 291 et 299 dans les positions FH et CH) et enfin l'huile HP1300 (respectivement 282 et 287 dans les positions FH et CH). Pour de plus grandes inclinaisons du mouvement, on note que les valeurs de facteurs de qualité se resserrent entre les différents lubrifiants, notamment se resserrent sensiblement entre les différents lubrifiants de type HP

**[0065]** En position 6H notamment, les valeurs de facteur de qualité des huiles de type HP sont comprises entre 235 et 238. A l'amplitude de référence de 280°, les valeurs de plat-pendu de facteur de qualité PP-FQ des huiles de type HP, comprises entre 50 et 70, sont inférieures à celle de l'huile 9010, qui tend vers 80 (Figure 6).

**[0066]** De manière générale, on observe que le facteur de qualité de l'oscillateur est moins sensible aux positions du mouvement avec les lubrifiants de type HP, tout en étant suffisamment élevé, de l'ordre de 230 à 315 pour permettre des bonnes performances chronométriques et/ou énergétiques de l'oscillateur. Autrement dit, les couples de frottement régnant au sein des dispositifs de pivotement lubrifiés par les huiles de type HP sont suffisamment faibles pour obtenir des facteurs de qualité satisfaisants et varient suffisamment peu pour obtenir des facteurs de qualités homogènes quelles que soient les positions du mouvement, et donc un faible plat-pendu de facteur de qualité PP-FQ.

**[0067]** Quelle que soit la phase considérée, il apparaît que le plat-pendu de facteur de qualité de l'oscillateur dépend très majoritairement de la viscosité du lubrifiant employé. Que le lubrifiant soit additivé ou non, il est possible de faire varier le plat-pendu de facteur de qualité de l'oscillateur en faisant varier la viscosité du lubrifiant employé.

**[0068]** Plus particulièrement, il est possible de faire varier, notamment de faire diminuer, le plat-pendu de facteur de qualité de l'oscillateur en faisant varier la viscosité d'un lubrifiant à base de polyalphaoléfine (PAO). Par « lubrifiant à base de polyalphaoléfine », on entend de préférence un lubrifiant dont les constituants principaux sont des polyalphaoléphines ou un lubrifiant contenant plus de 60% en masse de polyalphaoléphines.

**[0069]** Complémentairement, un tel lubrifiant pourra être additivé ou non par des additifs modificateurs de frottement et/ou des additifs antioxydants et/ou des additifs anti-usure afin de satisfaire à des objectifs prédéfinis de performance et de fiabilité, notamment de performance et de fiabilité chronométrique. Bien entendu, cette liste n'est pas limitative.

**[0070]** Par rapport au lubrifiant de référence (huile A ou huile Synt-A-Lube (SAL) 9010 du fabricant Moebius), on remarque qu'un lubrifiant ayant une viscosité d'au moins 5 St à 20°C permet de diminuer le plat pendu de facteur de qualité d'au moins 10%.

**[0071]** Par rapport au lubrifiant de référence (huile A) et en se basant sur la courbe de régression parabolique (figure 7) relative aux lubrifiants à base de polyalpha-

oléfine, on remarque qu'un lubrifiant à base de polyalphaoléfine ayant une viscosité d'au moins 1,8 St à 20°C permet de diminuer le plat pendu de facteur de qualité d'au moins 7%.

**[0072]** Par rapport au lubrifiant de référence (huile A) et en se basant sur la courbe de régression parabolique (figure 7) relative aux lubrifiants à base de polyalphaoléfine, on remarque qu'un lubrifiant à base de polyalphaoléfine ayant une viscosité d'au moins 2,2 St à 20°C permet de diminuer le plat pendu de facteur de qualité d'au moins 8%.

**[0073]** Par rapport au lubrifiant de référence (huile A) et en se basant sur la courbe de régression parabolique (figure 7) relative aux lubrifiants à base de polyalphaoléfine, on remarque qu'un lubrifiant à base de polyalphaoléfine ayant une viscosité d'au moins 3 St à 20°C permet de diminuer le plat pendu de facteur de qualité d'au moins 10%.

**[0074]** Par rapport au lubrifiant de référence (huile A) et en se basant sur la courbe de régression parabolique (figure 7) relative aux lubrifiants à base de polyalphaoléfine, on remarque qu'un lubrifiant à base de polyalphaoléfine ayant une viscosité d'au moins 5 St à 20°C permet de diminuer le plat pendu de facteur de qualité d'au moins 15%.

**[0075]** Par rapport au lubrifiant de référence (huile A) et en se basant sur la courbe de régression parabolique (figure 7) relative aux lubrifiants à base de polyalphaoléfine, on remarque qu'un lubrifiant à base de polyalphaoléfine ayant une viscosité d'au moins 6 St à 20°C permet de diminuer le plat pendu de facteur de qualité d'au moins 20%.

**[0076]** Par rapport au lubrifiant de référence (huile A) et en se basant sur une droite d'interpolation passant par les points A et B de la figure 7, on remarque qu'un lubrifiant à base de polyalphaoléfine ayant une viscosité d'au moins 1,5 St à 20°C permet de diminuer le plat pendu de facteur de qualité d'au moins 1%.

**[0077]** Par rapport au lubrifiant de référence (huile A) et en se basant sur une droite d'interpolation passant par les points A et B de la figure 7, on remarque qu'un lubrifiant à base de polyalphaoléfine ayant une viscosité d'au moins 1,6 St à 20°C permet de diminuer le plat pendu de facteur de qualité d'au moins 2%.

**[0078]** Par rapport au lubrifiant de référence (huile A) et en se basant sur une droite d'interpolation passant par les points A et B de la figure 7, on remarque qu'un lubrifiant à base de polyalphaoléfine ayant une viscosité d'au moins 1,8 St à 20°C permet de diminuer le plat pendu de facteur de qualité d'au moins 3%.

**[0079]** Par rapport au lubrifiant de référence (huile A) et en se basant sur une droite d'interpolation passant par les points A et B de la figure 7, on remarque qu'un lubrifiant à base de polyalphaoléfine ayant une viscosité d'au moins 2 St à 20°C permet de diminuer le plat pendu de facteur de qualité d'au moins 4%.

**[0080]** Par rapport au lubrifiant de référence (huile A) et en se basant sur une droite d'interpolation passant par

les points A et B de la figure 7, on remarque qu'un lubrifiant à base de polyalphaoléphine ayant une viscosité d'au moins 2,2 St à 20°C permet de diminuer le plat pendu de facteur de qualité d'au moins 5%.

**[0081]** Par rapport au lubrifiant de référence (huile A) et en se basant sur une droite d'interpolation passant par les points A et B de la figure 7, on remarque qu'un lubrifiant à base de polyalphaoléphine ayant une viscosité d'au moins 3 St à 20°C permet de diminuer le plat pendu de facteur de qualité d'au moins 8%.

**[0082]** Par rapport au lubrifiant de référence (huile A) et en se basant sur une droite d'interpolation passant par les points A et B de la figure 7, on remarque qu'un lubrifiant à base de polyalphaoléphine ayant une viscosité d'au moins 5 St à 20°C permet de diminuer le plat pendu de facteur de qualité d'au moins 15%.

**[0083]** Par rapport au lubrifiant de référence (huile A) et en se basant sur une droite d'interpolation passant par les points A et B de la figure 7, on remarque qu'un lubrifiant à base de polyalphaoléphine ayant une viscosité d'au moins 6 St à 20°C permet de diminuer le plat pendu de facteur de qualité d'au moins 20%.

**[0084]** Par rapport au lubrifiant de référence (huile Synt-A-Lube (SAL) 9010 du fabricant Moebius) et en se basant sur les courbes de la figure 8, on remarque qu'un lubrifiant ayant une viscosité de moins de 14 St à 20°C permet de ne pas diminuer le facteur de qualité de plus de 20%.

**[0085]** Par rapport au lubrifiant de référence (huile Synt-A-Lube (SAL) 9010 du fabricant Moebius) et en se basant sur les courbes de la figure 8, on remarque qu'un lubrifiant ayant une viscosité de moins de 5 St à 20°C permet de ne pas diminuer le facteur de qualité de plus de 15%.

**[0086]** Par rapport au lubrifiant de référence (huile Synt-A-Lube (SAL) 9010 du fabricant Moebius) et en se basant sur la courbe de régression parabolique relative aux lubrifiants à base de polyalphaoléphine (figure 8), on remarque qu'un lubrifiant à base de polyalphaoléphine ayant une viscosité de moins de 12 St à 20°C permet de ne pas diminuer le facteur de qualité de plus de 10%.

**[0087]** Par rapport au lubrifiant de référence (huile Synt-A-Lube (SAL) 9010 du fabricant Moebius) et en se basant sur la courbe de régression parabolique relative aux lubrifiants à base de polyalphaoléphine (figure 8), on remarque qu'un lubrifiant à base de polyalphaoléphine ayant une viscosité de moins de 5 St à 20°C permet de ne pas diminuer le facteur de qualité.

**[0088]** Par rapport au lubrifiant de référence (huile Synt-A-Lube (SAL) 9010 du fabricant Moebius) et en se basant sur la courbe de régression parabolique relative aux lubrifiants à base de polyalphaoléphine (figure 8), on remarque qu'un lubrifiant à base de polyalphaoléphine ayant une viscosité de moins de 8 St à 20°C permet de ne pas diminuer le facteur de qualité de plus de 5%.

**[0089]** L'invention peut aussi être appliquée à un autre type de dispositif de pivotement ou à un dispositif de pivotement apte à pivoter un élément différent d'un balan-

cier.

## Revendications

1. Procédé de montage d'un dispositif de pivotement horloger (100) ou d'un mécanisme horloger (200) ou d'un mouvement horloger (300) ou d'une pièce d'horlogerie (400), le dispositif de pivotement horloger (100) ou le mécanisme horloger (200) ou le mouvement horloger (300) ou la pièce d'horlogerie (400) comprenant un pivot (1) et un palier (2), le procédé comprenant les étapes suivantes :

- fournir le pivot (1) ;
- fournir le palier (2) ;
- appliquer, sur au moins une surface (101, 102, 211, 221) du pivot et/ou du palier, un lubrifiant dont la viscosité cinématique à une température de 20° C est supérieure à 1,5 St ;
- mettre en place le pivot dans le palier.

2. Procédé selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le lubrifiant est un lubrifiant à base de polyalphaoléfine.

3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la viscosité cinématique à une température de 20° C du lubrifiant est supérieure à 1,6 St ou 1,7 St ou 1,8 St ou 1,9 St ou 2 St ou 2,2 St ou 2,5 St ou 3 St ou 4 St ou 5 St ou 6 St ou 7 St ou 8 St ou 9 St ou 10 St ou 11 St ou 12 St ou 14 St ou 16 St ou 18 St ou 20 St ou 25 St ou 30 St ou 35 St ou 40 St et/ou **en ce que** la viscosité cinématique à une température de 20° C du lubrifiant est inférieure à 50 St ou 40 St ou 35 St ou 30 St ou 25 St ou 20 St ou 18 St ou 16 St ou 14 St ou 12 St ou 11 St ou 10 St ou 9 St ou 8 St ou 7 St ou 6 St ou 5 St.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le pivot est un pivot d'arbre de balancier d'un oscillateur de type balancier-spiral, notamment d'un oscillateur de type balancier-spiral ayant une fréquence d'oscillation supérieure ou égale à 3 Hz, voire supérieure ou égale à 4 Hz, et/ou **en ce que** le palier comprend au moins une pierre, notamment un rubis.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le pivot est un pivot d'un élément dont la masse est supérieure à  $5 \times 10^{-2}$  g et/ou dont le moment d'inertie est supérieur à  $5 \times 10^{-10}$  kg.m<sup>2</sup>.

6. Dispositif de pivotement horloger (100) ou mécanisme horloger (200) ou mouvement horloger (300) ou pièce d'horlogerie (400) obtenu par la mise en oeuvre d'un procédé selon l'une des revendications

précédentes.

7. Dispositif de pivotement horloger (100) comprenant un pivot (1) et un palier (2), au moins une surface (101, 102, 211, 221) du pivot et/ou du palier étant recouverte d'un lubrifiant dont la viscosité cinématique à une température de 20° C est supérieure à 1,5 St. 5
  
8. Dispositif selon l'une des revendications 6 et 7, **caractérisé en ce que** le lubrifiant est un lubrifiant à base de polyalphaoléfine. 10
  
9. Dispositif selon l'une des revendications 6 à 8, **caractérisé en ce que** la viscosité cinématique à une température de 20° C du lubrifiant est supérieure à 1,6 St ou 1,7 St ou 1,8 St ou 1,9 St ou 2 St ou 2,2 St ou 2,5 St ou 3 St ou 4 St ou 5 St ou 6 St ou 7 St ou 8 St ou 9 St ou 10 St ou 11 St ou 12 St ou 14 St ou 16 St ou 18 St ou 20 St ou 25 St ou 30 St ou 35 St ou 40 St et/ou **en ce que** la viscosité cinématique à une température de 20° C du lubrifiant est inférieure à 50 St ou 40 St ou 35 St ou 30 St ou 25 St ou 20 St ou 18 St ou 16 St ou 14 St ou 12 St ou 11 St ou 10 St ou 9 St ou 8 St ou 7 St ou 6 St ou 5 St. 15  
20  
25
  
10. Dispositif selon l'une des revendications 6 à 9, **caractérisé en ce que** le pivot est un pivot d'arbre de balancier d'un oscillateur de type balancier-spiral, notamment d'un oscillateur de type balancier-spiral ayant une fréquence d'oscillation supérieure ou égale à 3 Hz, voire supérieure ou égale à 4 Hz, et/ou **en ce que** le palier comprend au moins une pierre, notamment un rubis. 30  
35
  
11. Dispositif selon l'une des revendications 6 à 10, **caractérisé en ce que** le pivot est un pivot d'un élément dont la masse est supérieure à  $5 \times 10^{-2}$  g et/ou dont le moment d'inertie est supérieur à  $5 \times 10^{-10}$  kg.m<sup>2</sup>. 40
  
12. Mécanisme horloger (200) comprenant un dispositif selon l'une des revendications 6 à 11.
  
13. Mouvement horloger (300) comprenant un dispositif selon l'une des revendications 6 à 11 ou un mécanisme selon la revendication précédente. 45
  
14. Pièce d'horlogerie (400), notamment montre bracelet, comprenant un mouvement selon la revendication précédente ou un mécanisme selon la revendication 12 ou un dispositif selon l'une des revendications 6 à 11. 50

55



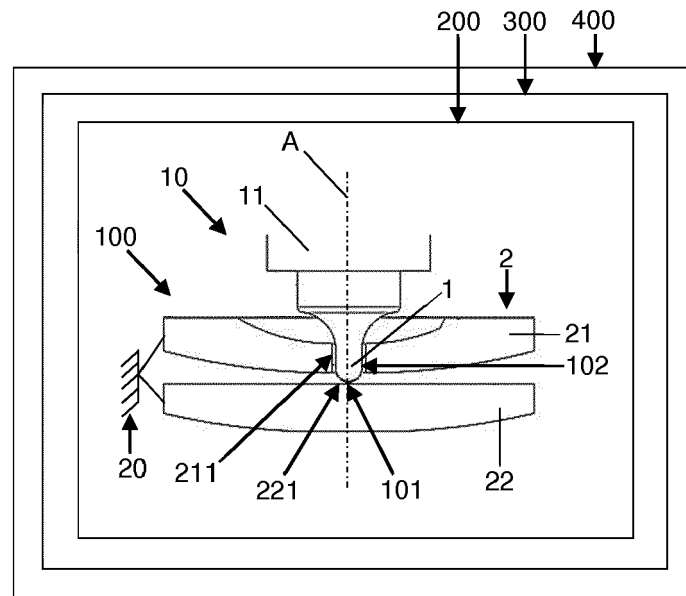


Figure 1

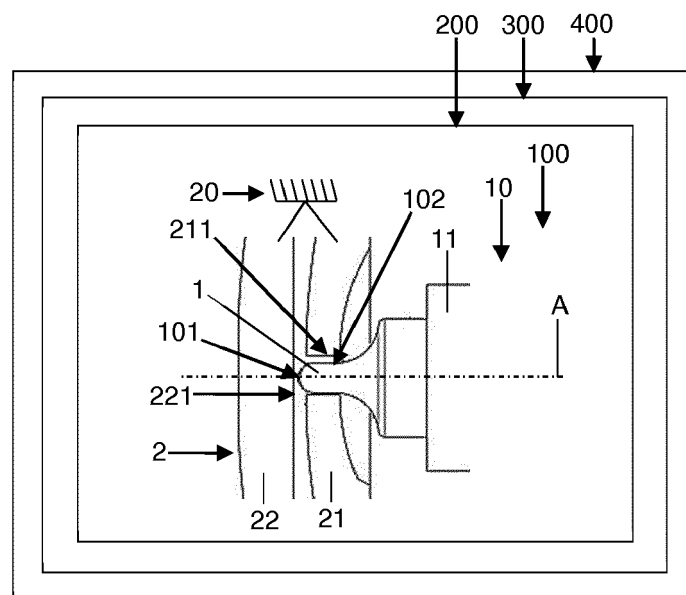


Figure 2

# EP 3 451 078 A1

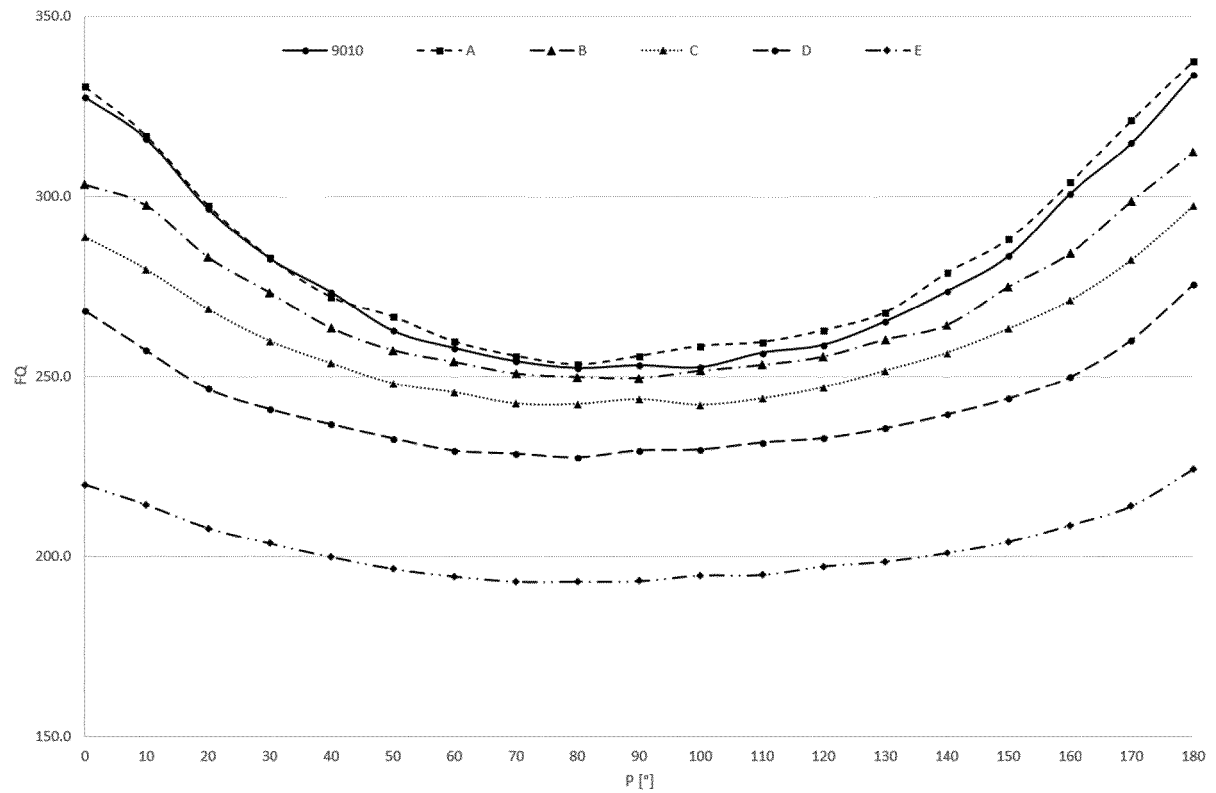


Figure 3

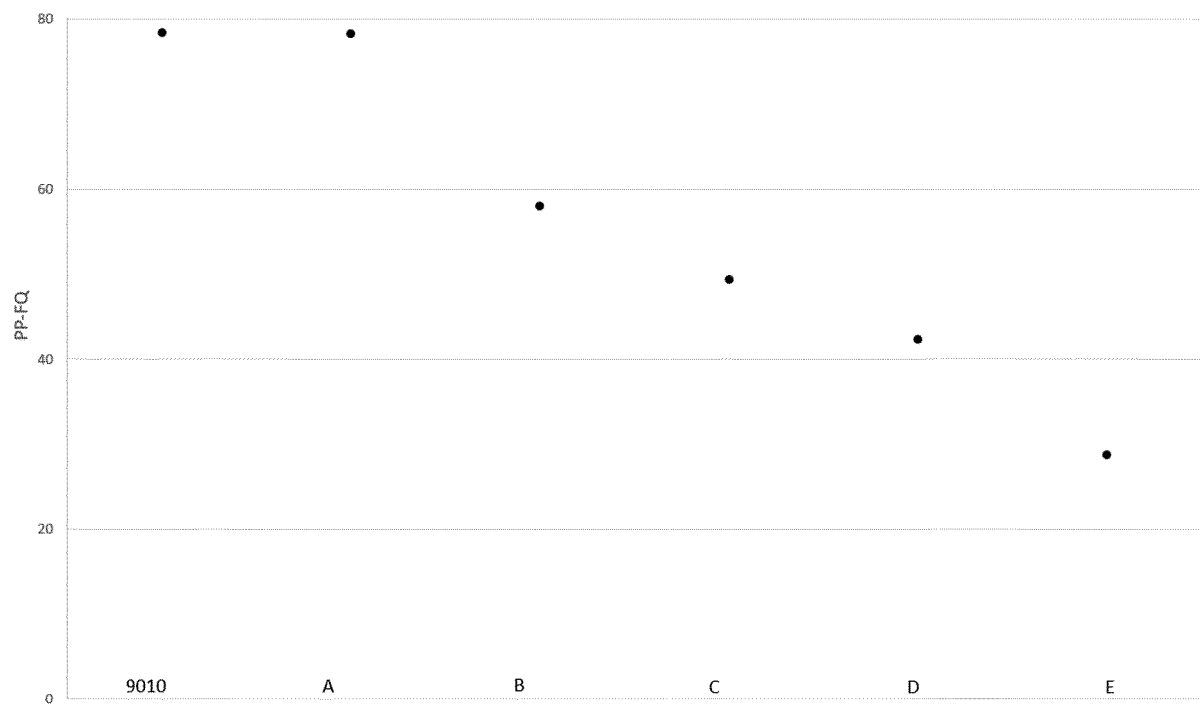


Figure 4

# EP 3 451 078 A1

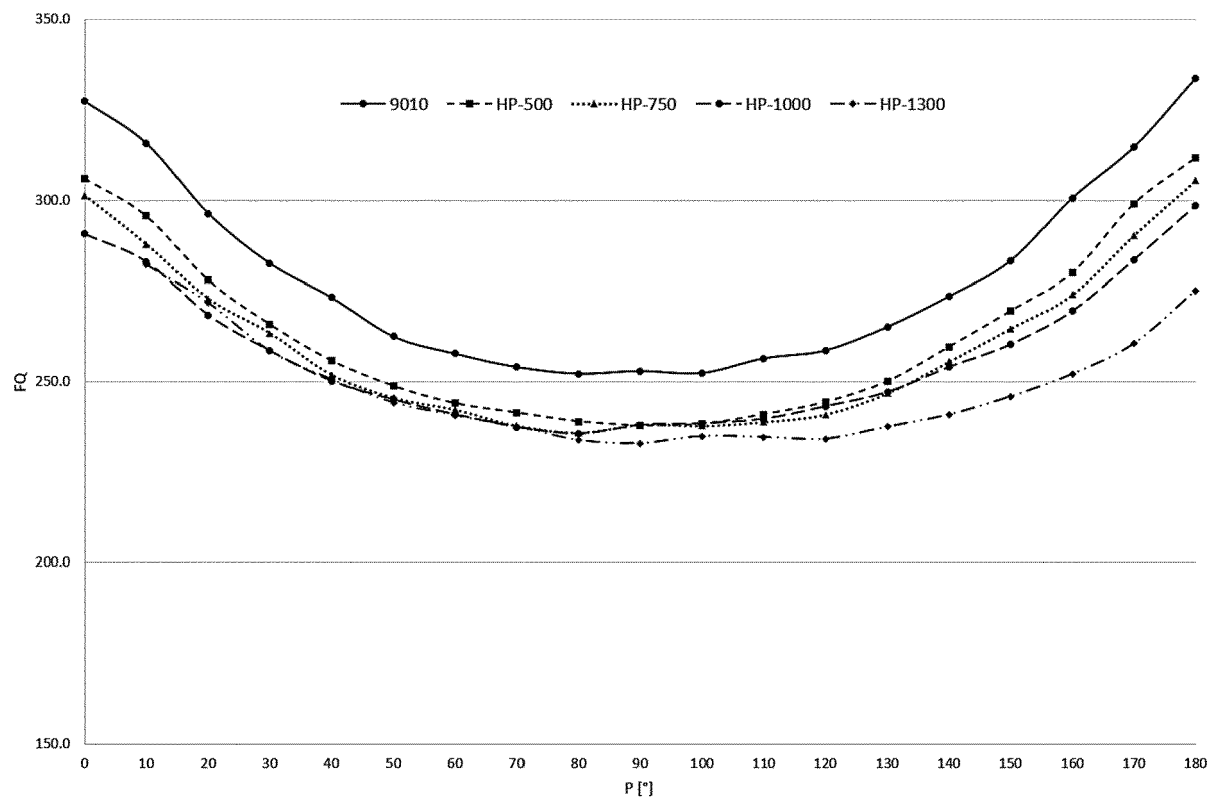


Figure 5

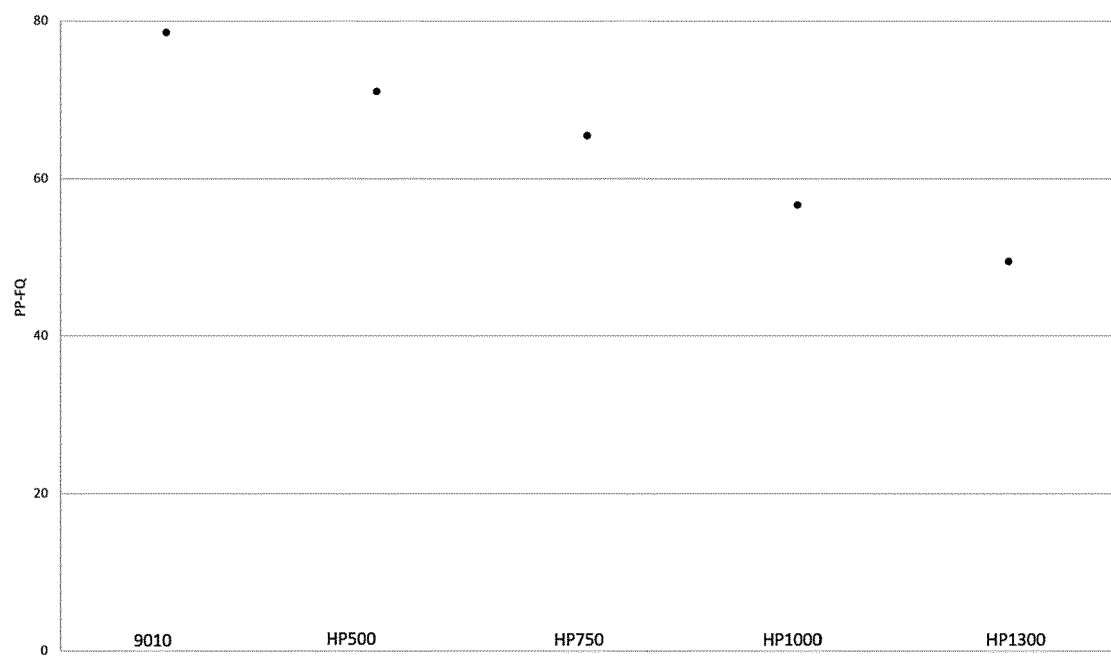


Figure 6

# EP 3 451 078 A1

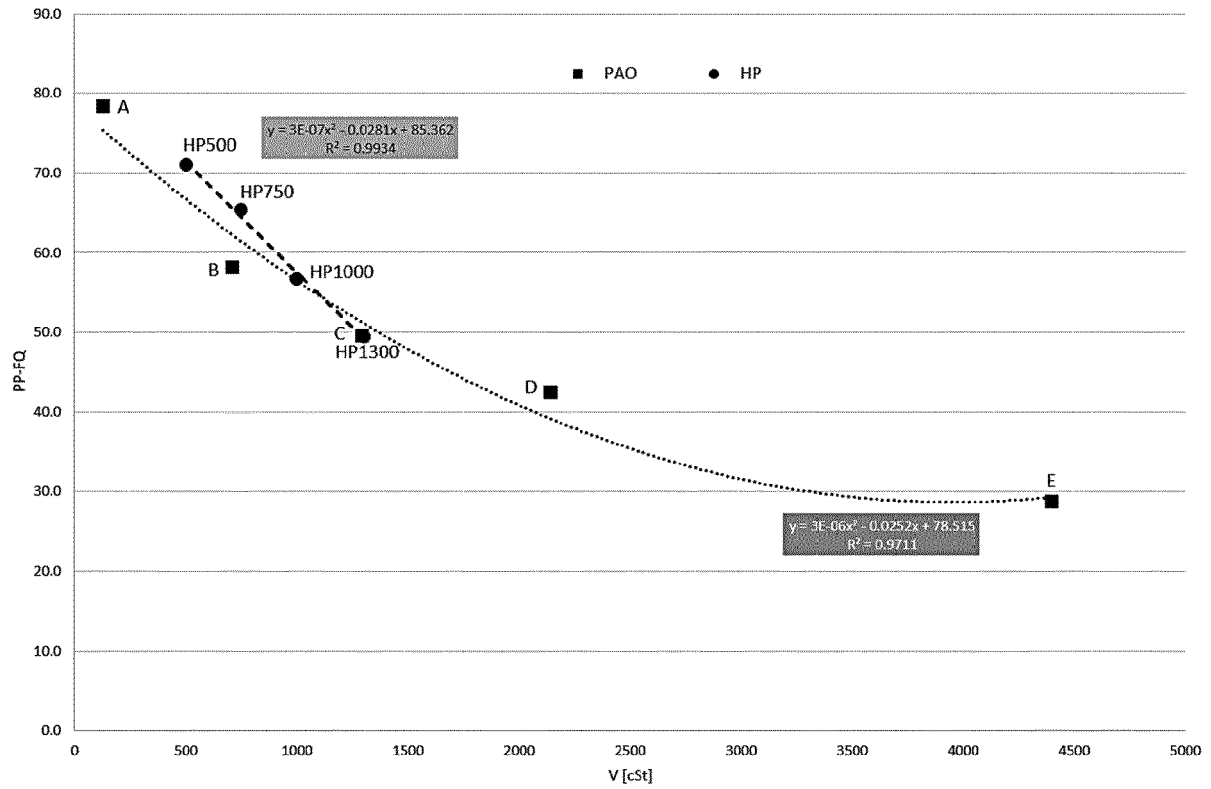


Figure 7

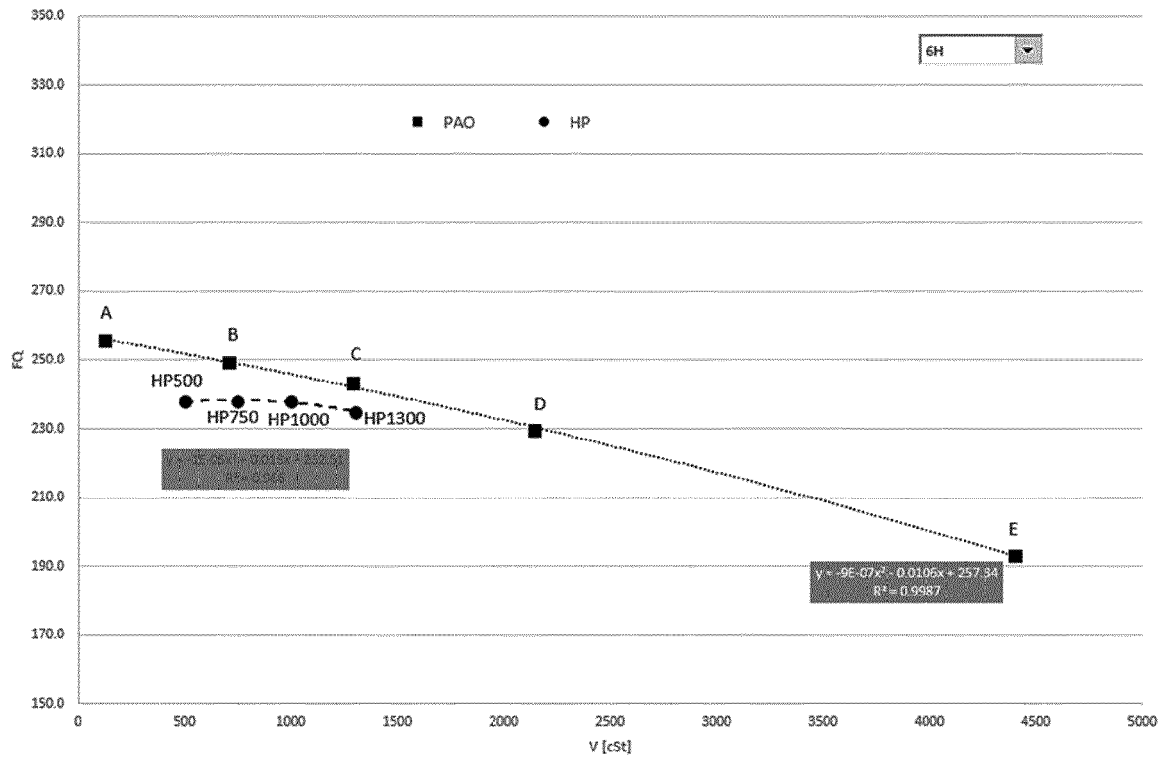


Figure 8



## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 18 18 6364

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	Lrcb: "Huiles d'horlogerie synthétiques", 15 février 2015 (2015-02-15), XP055449169, Extrait de l'Internet: URL:http://www.lrcb.ch/produits/lubrifiant s/presentation lubrifiants.pdf [extrait le 2018-02-07] * le document en entier *	1-14	INV. G04B31/08
X	Moebius: "Huiles   www.moebius-lubricants.ch", 16 juillet 2017 (2017-07-16), XP055449168, Extrait de l'Internet: URL:http://www.moebius-lubricants.ch/fr/pr oduits/huiles [extrait le 2018-02-06] * le document en entier *	1-14	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			G04B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>La Haye</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>17 janvier 2019</b>	Examineur <b>Camatchy Toppé, A</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**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**

- CH 239786 [0008]
- US 2654990 A [0009]
- CH 704770 [0009]