



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
17.08.2005 Bulletin 2005/33

(51) Int Cl.7: **G04B 17/06**

(21) Numéro de dépôt: **05405060.4**

(22) Date de dépôt: **08.02.2005**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Etats d'extension désignés:
AL BA HR LV MK YU

(72) Inventeurs:
• **Greubel Robert**
2520 La Neuveville (CH)
• **Forsey, Stephen, Edward, Methuen**
2400 Le Locle (CH)

(30) Priorité: **13.02.2004 CH 2202004**

(74) Mandataire: **Gresset, Jean**
GLN
Gresset & Laesser Neuchâtel
Puits-Godet 8A
2000 Neuchâtel (CH)

(71) Demandeur: **CompliTime SA**
CH -2300 La Chaux-de-Fonds (FR)

(54) **Piece d'horlogerie munie d'un tourbillon**

(57) Mouvement de pièce d'horlogerie du type comportant un rouage de finissage, un tourbillon (16), une roue fixe (19) et un bâti (10, 12) définissant un plan de référence, dans lequel :

- les mobiles du rouage de finissage (18) et le tourbillon (16) sont montés pivotant autour d'axes (AA) perpendiculaires au plan de référence,
- le tourbillon (16) comprend une cage (20) sur laquelle sont montés pivotants un balancier-spiral (29) et un mobile d'échappement (34) comprenant

une roue (34b) et un pignon (34a), et

- la roue fixe (19), munie d'une denture présentant des flancs, est montée rigidement sur le bâti (10) et disposée de manière à coopérer avec le pignon (34a) pour entraîner le mobile d'échappement (34) lorsque la cage (20) tourne.

Selon l'invention, le balancier-spiral (29) et le mobile d'échappement (34) pivotent autour d'axes (BB, CC) parallèles entre eux et qui sont en biais par rapport à l'axe (AA) de pivotement de la cage (20).

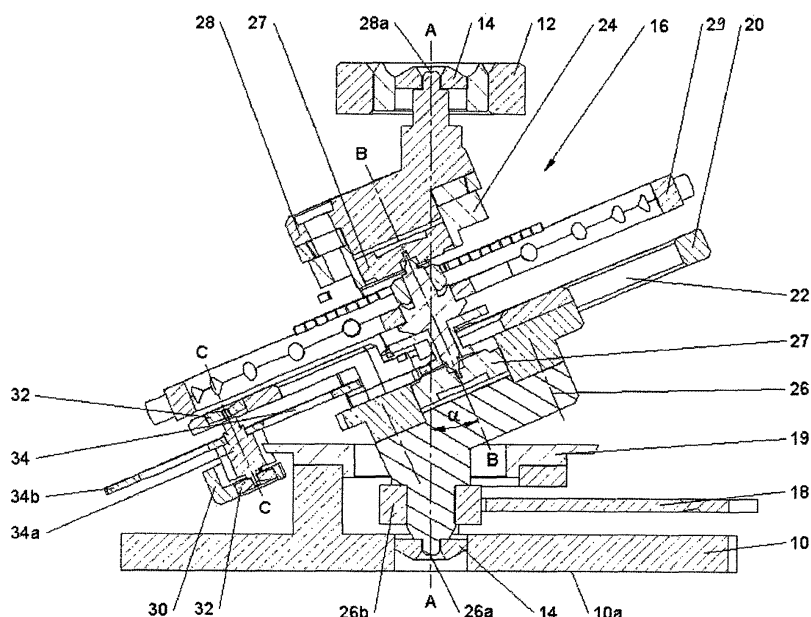


Fig. 1

Description

[0001] La présente invention se rapporte à un mouvement pour pièce d'horlogerie du type comportant un rouage de finissage, un tourbillon et un bâti définissant un plan de référence, les mobiles du rouage de finissage et le tourbillon pivotant sur le bâti autour d'axes perpendiculaires au plan de référence.

[0002] Le tourbillon est un dispositif destiné à moyenner la marche dans les positions verticales. Il comprend une cage sur laquelle sont montés pivotants un balancier-spiral et un mobile d'échappement comprenant une roue et un pignon.

[0003] Une roue fixe est disposée sur le bâti de manière à coopérer avec le pignon pour entraîner le mobile d'échappement, lorsque tourne la cage. Cette dernière comporte un pignon ou une roue, appelé ci-après pignon de cage, relié cinématiquement au rouage de finissage de la pièce d'horlogerie, en général à la roue de moyenne.

[0004] Chaque fois que le balancier se trouve en position pour recevoir une impulsion motrice de l'échappement, le couple appliqué par la roue de moyenne sur le pignon de cage fait légèrement tourner la cage, l'impulsion au balancier étant donnée par l'échappement dont le mobile tourne par engrènement de son pignon avec la roue fixe.

[0005] Les mobiles du mouvement sont, en général, agencés et nombrés de manière à ce que le tourbillon effectue un tour par minute. Ainsi, lorsque la pièce d'horlogerie est disposée verticalement, la position du point d'attache du balancier fait un tour par minute, ce qui moyenne les écarts de marche dans les positions verticales.

[0006] Par contre, le décalage entre positions horizontales et verticales subsiste. Pour pallier cet inconvénient, l'horloger allemand Walter Prendel (Groitzsch, Allemagne) a réalisé une montre de poche dans laquelle l'axe du balancier fait un angle de 30° avec celui de la cage du tourbillon et ceux des autres mobiles de la montre disposés sur le bâti. De la sorte, la position du balancier varie de 30 à 60° au maximum lorsque la montre est soit en position verticale, soit en position horizontale. Pour pouvoir entretenir le mouvement du balancier, les composants de l'échappement sont aussi inclinés, l'angle d'inclinaison allant croissant de la roue d'échappement au balancier. Une telle solution est difficile à maîtriser du point de vue technique et les conditions de travail de l'échappement sont peu favorables.

[0007] Pour pallier ces inconvénients, le mouvement de pièce d'horlogerie selon l'invention comporte un bâti définissant un plan de référence, un rouage de finissage, une roue fixe et un tourbillon comprenant une cage qui tourne autour d'un axe AA et sur laquelle sont montés pivotants un balancier-spiral et un mobile d'échappement comprenant une roue et un pignon.

[0008] Ce mouvement est caractérisé en ce que le balancier et le mobile d'échappement pivotent respective-

ment autour d'axes BB et CC parallèles entre eux et qui sont en biais par rapport à l'axe de pivotement de la cage.

[0009] La cage est avantageusement montée pivotante sur le bâti, alors que la roue fixe, munie d'une denture présentant des flancs, montée rigidement sur le bâti, est disposée de manière à coopérer avec le pignon du mobile d'échappement pour l'entraîner lorsque la cage tourne.

[0010] Afin d'assurer des frottements aussi faibles que possible, la roue fixe et le pignon du mobile d'échappement sont agencés de manière à former un engrenage dans lequel les flancs de leurs dents, dans leur zone de contact, sont tangents l'un avec l'autre. Ainsi, dans le cas où l'axe du mobile d'échappement coupe l'axe de rotation du tourbillon, il est alors avantageux que la roue fixe et le pignon d'échappement forment ensemble un engrenage conique.

[0011] Si l'axe du mobile d'échappement ne coupe pas l'axe de la cage et qu'il est tangent à un cylindre dont le rayon est sensiblement égal à la distance séparant le balancier et le mobile d'échappement, il est possible d'obtenir de bonnes conditions d'engrènement avec un pignon d'échappement et une roue fixe formant ensemble un engrenage hélicoïdal.

[0012] De manière avantageuse, la cage comporte deux planches définissant des plans parallèles entre eux et obliques en référence à son axe de pivotement, les axes de pivotement du balancier et du mobile d'échappement étant perpendiculaires aux plans des deux planches.

[0013] Afin de garantir un balancier de grande dimension, son axe coupe celui de la cage dans la partie médiane comprise entre les deux planches.

[0014] Classiquement, l'échappement comporte, en outre, une ancre. Son axe de pivotement est parallèle à celui du balancier et du mobile d'échappement.

[0015] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention ressortiront de la description qui va suivre, faite en regard du dessin annexé, dans lequel :

- la figure 1 représente, vue en coupe, la partie du mouvement comportant un tourbillon, et
- la figure 2 montre une partie de tourbillon d'un deuxième mode de réalisation du mouvement selon l'invention.

[0016] Le mouvement, dans sa partie représentée sur la figure 1, comprend :

- un bâti comportant une platine 10 dont la face inférieure 10a définit un plan de référence, et un pont 12 fixé sur la platine 10, lesquels sont munis de pierres formant chacune un palier 14,
- un tourbillon 16, monté pivotant sur les paliers 14 autour d'un axe AA perpendiculaire au plan de ré-

férence,

- une roue de moyenne 18 montée pivotante sur le bâti autour d'un axe parallèle à l'axe AA, dont seule une portion de la planche est visible au dessin, en tant que partie d'un rouage de finissage ainsi partiellement représenté, et
- une roue fixe 19 annulaire, à denture conique, montée rigidement sur la platine 10 et entourant le tourbillon 16.

[0017] Le tourbillon 16 comporte une cage 20 comprenant deux planches 22 et 24 reliées entre elles par des piliers non visibles au dessin, deux arbres 26 et 28, montés respectivement sur les planches 22 et 24 et munis chacun d'un pivot, identifié par la lettre *a*, à leur extrémité libre, engagé dans l'un des paliers 14. Les arbres sont fixés sur les planches par des vis schématiquement représentées par des traits d'axe. Il est bien clair que les planches 22 et 24 sont très fortement découpées, de manière à ce que la cage 20 soit la plus légère possible.

[0018] Les surfaces de contact des arbres contre les planches sont en biais par rapport à l'axe AA, de telle sorte que les planches 22 et 24 sont obliques par rapport à cet axe.

[0019] L'arbre 26 est, en outre, muni d'un pignon 26b engrenant avec la roue de moyenne 18.

[0020] Les planches 22 et 24 sont chacune munies, dans leur partie centrale, d'un logement dans lequel est chassé un chaton 27. Un balancier-spiral 29 est monté pivotant dans ces chatons 27, autour d'un axe BB perpendiculaire aux planches et incliné d'un angle α par rapport à l'axe AA, typiquement compris entre 20 et 45°. Les axes AA et BB se coupent dans l'espace compris entre les deux planches. De la sorte, le balancier peut présenter un diamètre important, malgré le fait qu'il soit incliné par rapport au plan de référence.

[0021] La planche 22 porte, en outre, un pont 30. Des pierres 32 sont fixées l'une dans le pont 30, l'autre dans la planche 22. Un mobile d'échappement 34, comportant un pignon 34a et une roue 34b, y est monté pivotant. Le pignon 34a est disposé de manière à engrener avec la roue fixe 19. Le mobile d'échappement pivote autour d'un axe CC parallèle à l'axe BB. Sur cette figure, le mobile d'échappement est disposé de manière à ce qu'il coupe l'axe AA, décrivant ainsi un cône dont le sommet se trouve sur l'axe AA et qui forme un angle égal à 2α .

[0022] L'échappement dont est muni le tourbillon est fréquemment de type à ancre suisse. Dans ce cas, le balancier 29 est relié cinématiquement au mobile d'échappement 34 par une ancre qui transforme le mouvement rotatif de la roue en mouvement alternatif. L'ancre n'a pas été représentée sur le dessin pour éviter de le surcharger. Elle pivote entre deux pierres portées l'une par la planche 24, l'autre par un pont supplémentaire non visible au dessin, autour d'un axe parallèle aux

axes BB et CC.

[0023] La structure de la roue fixe 19 dépend de la position et de l'orientation du mobile 34 sur la cage. Si son axe CC coupe l'axe AA, comme illustré sur la figure 1, il est avantageux que la roue fixe 19 et le pignon 34a forment ensemble un engrenage conique. La conicité peut être entièrement définie sur le pignon, sur la roue ou répartie entre les deux.

[0024] Si le mobile 34 est disposé de manière à ce que l'axe CC soit tangent à un cylindre d'axe AA dont le rayon est sensiblement égal à la distance comprise entre les axes BB et CC, comme représenté sur la figure 2, alors, cet engrenage est avantageusement de type hélicoïdal.

[0025] Si le mobile 34 occupe une position intermédiaire, l'engrenage que forment le pignon 34a et la roue fixe 19 présente alors une structure complexe comprise entre ces deux cas de figure. Dans tous les cas, toutefois, il est avantageux que l'engrenage que forment la roue fixe 19 et le pignon 34a du mobile d'échappement soit agencé de manière à ce que les flancs de leurs dents, dans leur zone de contact, soient tangents l'un avec l'autre.

[0026] La roue de moyenne 18 et le pignon 26b sont avantageusement nombrés de manière à ce que le tourbillon fasse un tour par minute.

[0027] Durant ce tour et si la pièce d'horlogerie est en position horizontale, le balancier 29 décrira un cône et fera en permanence un angle α par rapport à la verticale. Si elle est en position verticale, l'angle de l'axe BB par rapport à la verticale est compris entre $90^\circ + \alpha$ et $90^\circ - \alpha$. Plus généralement, quelle que soit la position de la pièce d'horlogerie, jamais l'axe du balancier ne reste dans une position fixe. De la sorte, la marche est mieux moyennée. Par ailleurs, la structure des pièces constitutives reste relativement simple, seuls les arbres 24 et 26 présentant des faces gauches. Par ailleurs, les conditions d'engrènement du pignon 34a et de travail de l'ancre avec la roue d'échappement restent tout à fait normales et de qualité.

[0028] Il est évident que le mouvement décrit peut faire l'objet de nombreuses variantes, sans pour autant sortir du cadre de l'invention. Le tourbillon pourrait sans autre être de type volant, c'est à dire avec un seul point de pivotement, ou d'un type comportant plusieurs cages, par exemple comme celui décrit dans le document WO03017009.

[0029] Il est également possible d'agencer le mouvement de manière à ce que le tourbillon tourne sur lui-même plus vite ou plus lentement qu'à raison d'un tour par minute. Il est également envisageable de disposer les planches de la cage perpendiculairement à son axe de pivotement, les paliers du balancier et du mobile d'échappements étant alors inclinés par rapport à ce plan.

[0030] Dans le mode de réalisation de la figure 1, la conicité de l'engrenage que forment la roue 19 et le pignon 34a est entièrement réalisée sur la roue 19. Il se-

rait également possible d'avoir un pignon 34a conique ou de répartir la conicité entre les deux constituants de l'engrenage.

[0031] Les deux modes de réalisation décrits comportent une cage disposée perpendiculairement au plan de référence du mouvement. Il est également possible d'incliner l'axe AA de manière à ce qu'il ne soit pas perpendiculaire au plan de référence. Dans ce cas, les dentures de la roue de moyenne 18 et du pignon 26b sont taillées de manière à former ensemble un engrenage conique.

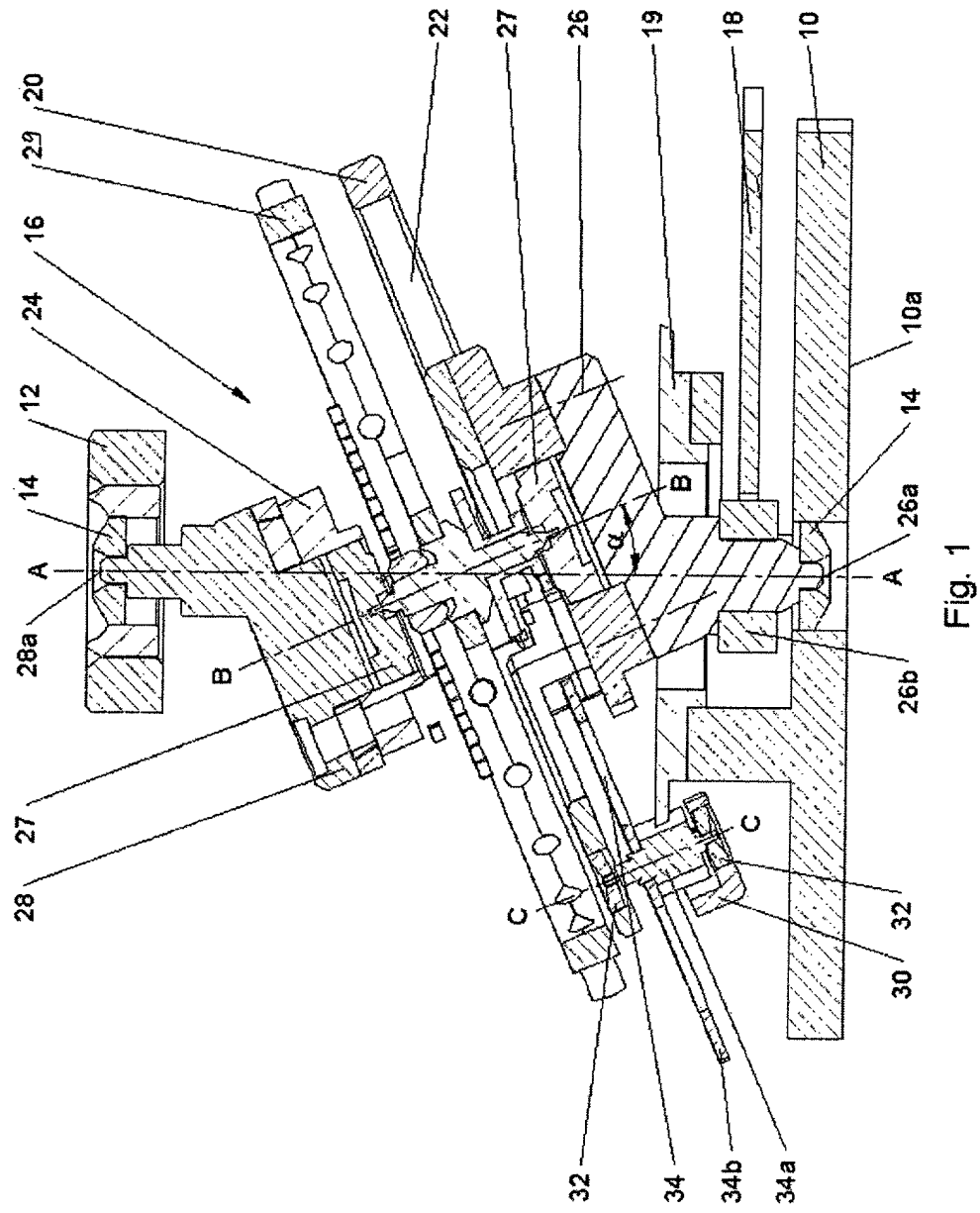
[0032] Ainsi, grâce aux caractéristiques revendiquées, le mouvement selon l'invention présente des avantages remarquables, sans pour autant poser de problèmes techniques industriellement insurmontables.

Revendications

1. Mouvement de pièce d'horlogerie comportant un bâti (10, 12) définissant un plan de référence, un rouage de finissage, une roue fixe (19), un tourbillon (16) muni d'une cage (20) tournant autour d'un axe AA et sur laquelle sont montés pivotants un balancier-spiral (29) et un mobile d'échappement (34) formé d'une roue (34b) et d'un pignon (34a), **caractérisé en ce que** le balancier-spiral (29) et le mobile d'échappement (34) pivotent respectivement autour d'axes BB et CC parallèles entre eux et qui sont en biais par rapport à l'axe AA de pivotement de la cage (20).
2. Mouvement selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ladite cage (20) est montée pivotante sur le bâti et la roue fixe (19), munie d'une denture présentant des flancs, montée rigidement sur le bâti (10), est disposée de manière à coopérer avec le pignon (34a) pour entraîner le mobile d'échappement (34) lorsque la cage (20) tourne.
3. Mouvement selon l'une des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** la roue fixe (19) et le pignon (34a) du mobile d'échappement (34) sont agencés de manière former un engrenage dans lequel les flancs de leurs dents, dans leur zone de contact, sont tangents l'un avec l'autre.
4. Mouvement selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la roue fixe (19) et le pignon d'échappement (34a) forment ensemble un engrenage conique.
5. Mouvement selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la roue fixe (19) et le pignon d'échappement (34a) forment ensemble un engrenage hélicoïdal.
6. Mouvement selon l'une des revendications 1 à 5,

caractérisé en ce que ladite cage (20) comporte deux planches (24, 26) définissant des plans parallèles entre eux et obliques en référence à son axe de pivotement (AA).

7. Mouvement selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** les axes de pivotement du balancier (BB) et du mobile d'échappement (CC) sont perpendiculaires aux plans des deux planches (24, 26).
8. Mouvement selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** l'axe du balancier (BB) coupe celui de la cage (AA) dans la partie médiane comprise entre les deux planches (24, 26).
9. Mouvement selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** ledit échappement comporte, en outre, une ancre dont l'axe est parallèle à ceux du mobile d'échappement (CC) et du balancier (BB).



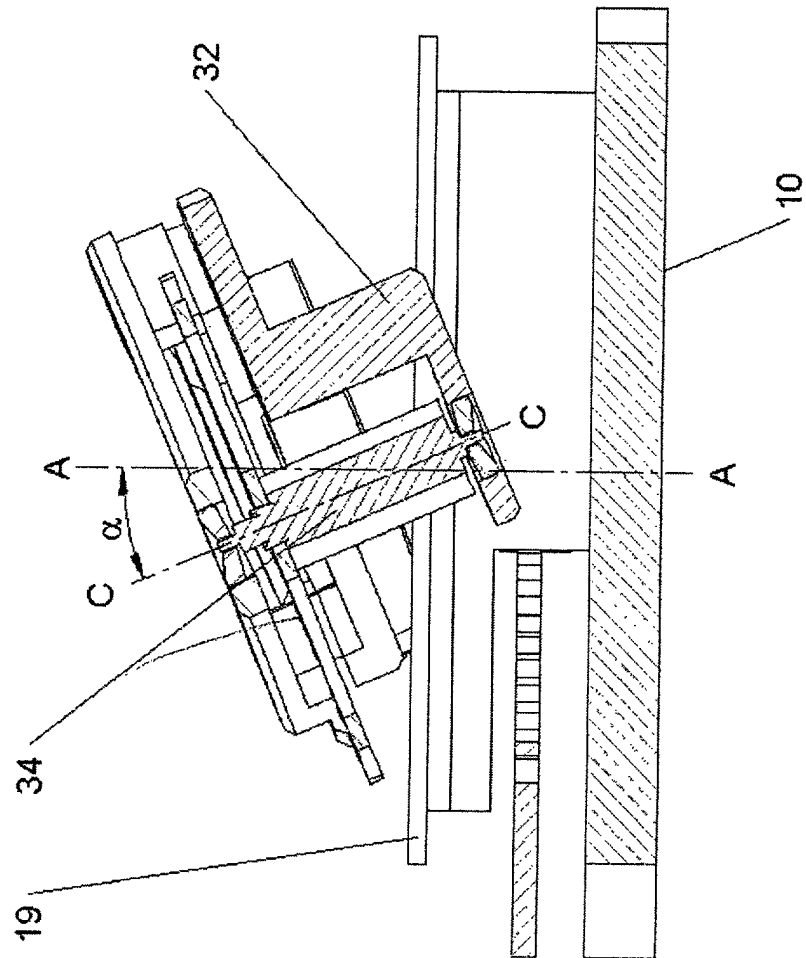


Fig. 2