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

(11) **EP 1 744 229 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
17.01.2007 Bulletin 2007/03

(51) Int Cl.:
G04B 17/06 *(2006.01)*

(21) Numéro de dépôt: **05106388.1**

(22) Date de dépôt: **13.07.2005**

(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 LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Etats d'extension désignés:
AL BA HR MK YU

(71) Demandeur: **Les Artisans Horlogers Sàrl**
2400 Le Locle (CH)

(72) Inventeurs:
- **BESSE, Laurent**
  25130, Villers Le Lac (FR)
- **LETE, Patrick**
  25800, Le Valdahon (FR)

(74) Mandataire: **GLN**
Rue du Puits-Godet 8a
2000 Neuchâtel (CH)

(54) **PIECE D'HORLOGERIE**

(57) Pour pallier les effets de la force gravitationnelle terrestre sur la marche d'un mouvement de montre, la présente invention concerne une pièce d'horlogerie comprenant un mécanisme d'échappement destiné à entraîner un rouage de finissage d'un mouvement de montre qui définit un plan de référence, et un balancier coopérant avec ledit mécanisme d'échappement. Particulièrement, le balancier est monté dans un bâti (28, 60), ledit bâti pivotant autour d'un premier axe (AA, CC) par rapport au plan de référence, et en ce que l'orientation dudit bâti (28, 60) par rapport audit premier axe (AA, CC) est fonction de l'orientation de la force gravitationnelle terrestre.

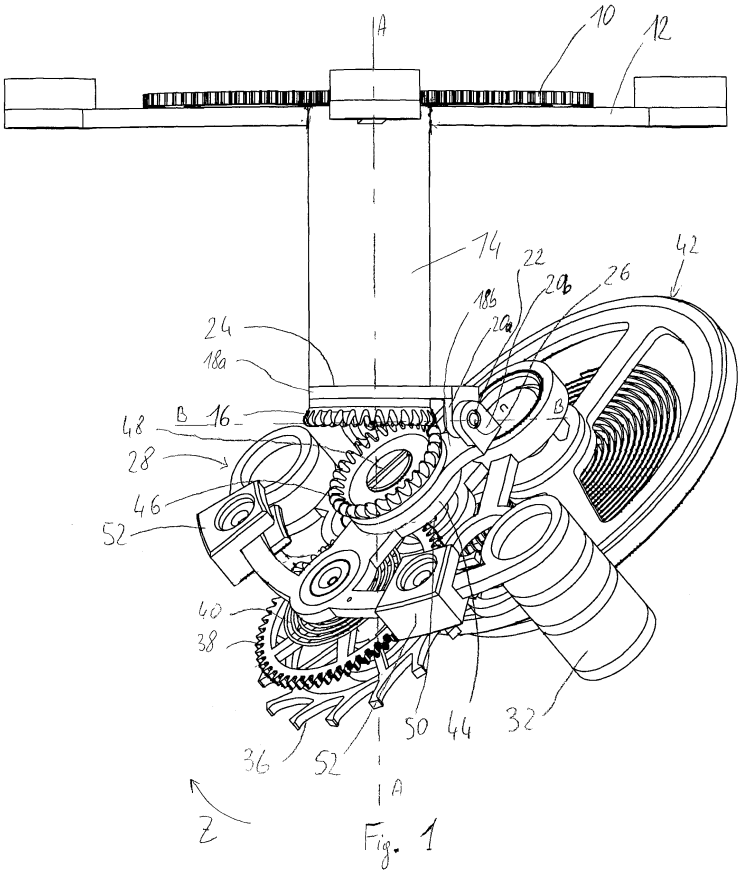


Fig. 1

EP 1 744 229 A1

Description

Domaine technique

[0001] La présente invention se rapporte au domaine de l'horlogerie mécanique. Elle concerne, plus particulièrement une pièce d'horlogerie munie d'un organe régulateur particulier.

Etat de la technique

[0002] Dans certaines pièces d'horlogerie mécanique, particulièrement dans les montres bracelet, l'organe moteur qui permet de donner de l'énergie au mouvement est un ressort logé dans un tambour pour former un barillet. Le dévidement du barillet est contrôlé par un organe distributeur appelé échappement qui a également pour but d'entretenir et de compter les oscillations de l'organe régulateur formé par un balancier associé à un ressort spiral. L'ensemble constitué par l'échappement et le ressort spiral est appelé assortiment.

[0003] On pourra trouver d'autres détails sur les échappements et sur les organes de régulation dans le livre Théorie de l'horlogerie" de Reymondin et al, Fédération des Ecoles Techniques, 1998, ISBN 2-940025-10-X, pages 99 à 169.

[0004] On sait que, lorsque l'échappement d'une montre mécanique se trouve en position verticale, les déséquilibres inévitables du balancier et du spiral engendrés par la gravitation terrestre entraînent des écarts de marche. C'est pour cela que le fonctionnement d'une montre doit être contrôlé dans différentes positions.

[0005] Pour pallier cet inconvénient, un dispositif connu sous le nom de tourbillon a été développé par Breguet. Constituant une complication réputée de l'horlogerie mécanique, le tourbillon est actuellement très répandu. Son but est de compenser les variations dues à la gravitation en faisant prendre à l'ensemble de l'assortiment, dans le cas d'un tourbillon à un seul axe, toutes les positions verticales.

[0006] Cependant, la construction d'un tourbillon est fort complexe. De plus, un tel dispositif prend tout son sens dans les montres de poches ou dans les pendulettes, qui sont presque toujours en position verticale. Mais son utilité est plus douteuse dans une montre bracelet qui est susceptible d'occuper toutes les positions et qui n'est presque jamais en position complètement verticale.

[0007] Par ailleurs, à la grande époque des voyages maritimes (fin du XVIIème siècle), les chronomètres de marine ont été développés pour fournir des instruments permettant de mesurer le temps avec une grande précision, malgré le tangage et le roulis. La boîte contenant le mouvement d'horlogerie est, en quelque sorte, suspendue. Plus précisément, elle est montée sur un support, un système de cardans permettant à ce dernier de s'orienter dans les trois dimensions de l'espace. Le support est couplé à un contrepoids. Ainsi, malgré les mouvements de la houle, la gravité subie par le contrepoids conjuguée à l'action des cardans, maintient le support à l'horizontal par rapport à un référentiel terrestre.

[0008] Un tel système de cardans ne peut être transposé à l'intérieur d'un mouvement pour pièce d'horlogerie portable, car il est trop volumineux. De plus, le problème de la liaison entre le rouage de finissage et la partie suspendue par le cardan reste, à l'heure actuelle, insoluble.

[0009] La présente invention a pour but de proposer une pièce d'horlogerie dont le fonctionnement de l'organe régulateur n'est pas exposé aux variations de la gravitation et ne présente pas les inconvénients susmentionnés.

Divulgation de l'invention

[0010] De façon plus précise, l'invention concerne un assortiment pour pièce d'horlogerie comprenant un mécanisme d'échappement qui est destiné à entraîner un rouage de finissage d'un mouvement de montre qui définit un plan de référence, et un balancier coopérant avec le mécanisme d'échappement. Selon l'invention, le balancier est monté dans un bâti, ce bâti pivotant autour d'un premier axe par rapport au plan de référence, et l'orientation dudit bâti par rapport à ce premier axe est fonction de la force gravitationnelle terrestre.

Brève description des dessins

[0011] D'autres détails apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui suit, faite en référence au dessin annexé dans lequel:

- la figure 1 est une vue en perspective du dispositif selon l'invention,
- les figures 2 et 3 sont des vues de dessus et de côté du dispositif dans une première position, et
- la figure 4 montre l'intégration du dispositif dans un mouvement de montre, et
- la figure 5 représente un autre mode de réalisation de l'invention.

Mode(s) de réalisation de l'invention

[0012] On a représenté, sur la figure 1, une roue de seconde 10 du rouage de finissage d'un mouvement de montre. Une structure de support 12 destinée, comme on le voit sur la figure 4, à être fixée à la platine qui porte le mouvement, est disposée à proximité de la roue 10, parallèlement à elle. Dans l'exemple, le support 12 est réalisé au moyen de trois bras, mieux visibles sur la figure 2, qui se coupent sur un axe orthogonal à la roue 10 et passant par son centre.

[0013] La roue 10 entraîne en rotation un arbre 14, orienté perpendiculairement à elle. Avantageusement, cet arbre 14 est solidaire de la roue 10 à une première de ses extrémités. A son autre extrémité, il se termine par un premier pignon à denture conique 16, qui lui est

également solidaire. L'arbre définit un axe AA.

[0014] Un organe de liaison est monté à l'extrémité de l'arbre 14, du côté du pignon 16. Il est formé de deux rondelles 18a et 18b, avantageusement de dimensions voisines, dotées chacune de deux oreilles 20a et 20b orientées orthogonalement par rapport aux rondelles et percées d'un trou 22a et 22b. La première rondelle 18a est montée dans une rainure 24 ménagée sur l'arbre 14 dans laquelle elle est susceptible de coulisser, autour de l'axe AA. De préférence, la rainure est positionnée dans un plan orthogonal à AA.

[0015] La deuxième rondelle 18b est disposée en vis-à-vis de la première 18a. Les trous 22a et 22b des oreilles 20a et 20b de l'une et de l'autre sont alignés selon un axe BB et forment des charnières avec des pitons 26 qui les traversent. Ainsi, la deuxième rondelle 18b est mobile en rotation selon les axes AA et BB par rapport à l'arbre 14.

[0016] Un assortiment de mouvement de montre est disposé dans un bâti 28, formé de deux ponts reliés par des piliers 32. L'échappement est du type à force constante. Ce genre d'organe est particulièrement bien connu de l'homme du métier et n'a pas besoin d'être décrit en détail ici. On a représenté sur les figures, à titre d'exemple, un organe distributeur constitué d'un échappement à ancre. Ce dernier comprend principalement une ancre 34 qui retient périodiquement une roue d'échappement 36. Celle-ci est solidaire d'un pignon d'échappement 38 portant un ressort spiral auxiliaire 40 qui assure la fonction de "force constante" de l'échappement. De manière classique, l'ancre coopère avec un balancier spiral 42.

[0017] Plus particulièrement, le bâti 28 comporte, en une zone située entre l'axe de la roue d'échappement 36 et celui du balancier spiral 42, une portion annulaire 44 munie d'un trou.

[0018] Le bâti 28 est monté solidaire sur la rondelle 18b de manière à ce que le trou 22b soit aligné avec le trou de la portion 44. Par exemple, la portion annulaire 44 est soudée à la rondelle 18b. Dans une variante avantageuse, la rondelle 18b est venue d'une pièce avec le pont et se termine par les deux oreilles 20b.

[0019] Un deuxième pignon à denture conique 46 est monté pivotant sur le trou de la deuxième rondelle 18b et sur celui de la portion 44. Il est doté d'un arbre 48 qui traverse la rondelle 18b et la portion annulaire 44, et se termine en un pignon 50, dont seule une dent est visible au dessin, qui engrène avec le pignon d'échappement 38.

[0020] Ainsi, l'organe régulateur est relié cinématiquement à un barillet que comporte le mouvement de la montre, via la roue de seconde 10, l'arbre 14 et l'ensemble des pignons 16, 46 et 50. L'échappement reçoit l'énergie dispensée à la base par le barillet et laisse périodiquement échapper une parcelle de cette énergie motrice pour restituer à l'organe régulateur celle que lui font perdre les frottements.

[0021] Lorsque la montre est à l'horizontale, le dispositif est tel que représenté sur les figures 2 et 3, c'est-à-dire que les pignons coniques 16 et 46 engrènent complètement l'un avec l'autre.

[0022] Le centre de gravité du bâti portant l'organe régulateur doit être situé dans un plan passant par l'axe BB et orienté selon la direction de la force gravitationnelle terrestre, c'est-à-dire, lorsque la montre est horizontale, dans un plan orthogonal par rapport au rouage de finissage. Ce plan est appelé plan de référence P_r.

[0023] Le but du dispositif est de permettre au bâti 18, lorsque le porteur de la montre bouge, de se déplacer de manière à ce que l'organe régulateur reste en position horizontale par rapport à un référentiel terrestre.

[0024] Si le centre de gravité de l'ensemble formé par le bâti et par l'assortiment se déplace du côté du plan de référence qui ne comporte pas l'arbre 14, le bâti pivote autour de l'axe BB de manière à ce que le centre de gravité demeure dans le plan de référence.

[0025] Si le centre de gravité se déplace du côté du plan de référence qui comporte l'arbre 14, les deux pignons à denture conique s'appuient l'un sur l'autre. Si le centre de gravité reste dans un plan orthogonal au plan de référence qui contient le centre de la première rondelle 18a, alors, le dispositif est dans une position métastable dans laquelle l'organe régulateur peut ne pas être horizontal. Cependant, en condition réelle, un léger déséquilibre du bâti par rapport à cette position métastable permet d'obtenir un premier pivotement par rotation du bâti autour de l'axe AA par rotation de la première rondelle 18a sur la rainure 24. Le centre de gravité repasse alors de l'autre côté du plan de référence et, à l'instar de ce qui est décrit ci-dessus, le bâti pivote autour de l'axe BB de manière à ce que le centre de gravité demeure dans le plan de référence. En réalité, les deux pivotements autour des axes AA et BB se déroulent simultanément et se combinent.

[0026] Pour favoriser et améliorer la réactivité du système afin que le bâti 28 puisse bouger lorsque la montre est déplacée, ce dernier porte des poids 52, notamment disposés au niveau le plus éloigné des axes de rotation. Sur les figures, les poids sont représentés à proximité de la roue d'échappement 36. De manière avantageuse, ils peuvent coulisser sur le bâti 28 pour faciliter le réglage du dispositif.

[0027] Par ailleurs, on comprend que, pour que l'assortiment et le bâti 28 puissent se déplacer librement, la hauteur entre la structure de support 12 et l'axe BB doit être supérieure à la plus grande dimension orthogonale au plan de référence des parties de l'assortiment ou du bâti situées du côté du plan de référence ne comportant pas l'arbre 14. Dans l'exemple illustré, cette dimension maximale est définie par la distance entre le balancier spiral 42 et le plan de référence. Comme le montre la figure 4, le mouvement dans lequel le dispositif selon l'invention est intégré ne doit pas comporter d'éléments qui pourraient gêner le déplacement du bâti 28 et de l'assortiment.

[0028] On remarquera que les axes de la roue 36 et du pignon 38 d'échappement, des pignons à denture co-

nique 16 et 46 et du balancier spiral 42 sont alignés. De même, lorsque la montre est horizontale, la roue de seconde 10, l'arbre 14, les pignons coniques 16 et 46, les rondelles 18 et le pignon 50 sont centrés sur l'axe AA.

[0029] Le coefficient de frottement entre la première rondelle 18a et l'arbre 14 doit être supérieur aux frottements de l'assortiment, garantissant ainsi que le pignon d'échappement 36 transmette bien son énergie au rouage de finissage et n'entraîne pas la rotation du bâti 28 autour de l'arbre 14.

[0030] En fonctionnement, la roue d'échappement pivote dans la direction indiquée par la flèche Z sur la figure 1. Le pignon 50 tourne donc dans le sens opposé. Quand, à cause d'un déplacement de la montre, le bâti 28 pivote dans le sens opposé à celui de la flèche Z autour de l'axe AA, la roue d'échappement 36 prend du retard par rapport à son mouvement normal. Le ressort auxiliaire 40 emmagasine alors de l'énergie et la restitue ensuite progressivement. Lorsque le bâti pivote dans le sens de la flèche Z, la roue d'échappement 36 prend de l'avance par rapport à son mouvement normal. Le ressort auxiliaire 40 se détend et le barillet se dévide aussitôt plus rapidement de manière à compenser la diminution du couple. Dans les deux cas, le ressort auxiliaire 40 sert d'intermédiaire de manière à ce que le couple fournit à la roue d'échappement soit constant.

[0031] Dans un autre mode de réalisation représenté sur la figure 5, l'ensemble de l'assortiment, également doté d'un échappement à force constante, est monté dans un premier bâti 60 comportant, dans l'exemple illustré, deux piliers 62 et un axe central CC.

[0032] Un deuxième bâti 66 formé principalement de deux ponts 68a et 68b reliés par des piliers 70, est monté pivotant autour de cet axe central CC. Le pont supérieur 68a associé à un pont intermédiaire 69, porte une ancre 72, tandis qu'une roue d'échappement 73 et un pignon d'échappement 75 associé à son ressort auxiliaire, sont montés sur l'axe central. Le pignon 75 n'est que partiellement représenté, tandis que le ressort n'est pas visible. Avantageusement, le pignon d'échappement 75 est situé entre le premier 60 et le deuxième 66 bâti. Autrement dit, le deuxième bâti est intercalé entre la roue 73 et le pignon 75 d'échappement. De la sorte, le pignon 75 permet de faciliter la liaison cinématique entre l'échappement et le rouage de finissage, car il évite d'entraver la rotation du deuxième bâti 66 par rapport au premier.

[0033] L'ancre 72 coopère avec une cheville de plateau 74. Le plateau pivote entre le pont supérieur 68a et le pont intermédiaire 69 et est doté d'un arbre 76 qui traverse le pont intermédiaire 69 et se termine en un pignon à denture conique 78. A l'instar de ce qui a été décrit ci-dessus, l'arbre 76 comporte un organe de liaison 80 comprenant une charnière d'axe DD qui le relie de manière articulée à un troisième bâti 82. Une partie des éléments formant la charnière est solidaire ou peut être venue d'une pièce avec le pont intermédiaire 69. Le balancier spiral est monté dans ce troisième bâti 82 et entraîne solidairement, par un axe qui traverse le bâti 82, un deuxième pignon à denture conique 84 qui coopère avec le premier 78.

[0034] Ainsi, l'organe régulateur est susceptible de pivoter autour de l'axe DD, d'une part, mais également, solidairement avec l'ensemble de l'assortiment, autour de l'axe CC. L'ensemble du deuxième bâti 66 pivote à l'intérieur du premier 60 dont les piliers 62 sont suffisamment distants l'un de l'autre pour permettre une révolution complète du deuxième bâti. Pour améliorer la réactivité de l'ensemble les piliers 70 du deuxième bâti sont réalisés en un matériau lourd.

[0035] Ainsi est proposé une pièce d'horlogerie dont l'organe régulateur, seul ou associé à l'organe distributeur, est disposé dans un bâti susceptible d'être orienté selon deux axes par la force gravitationnelle terrestre. Le plan du balancier spiral demeure approximativement orthogonal à la direction de la gravité. Les écarts de marche observés généralement dans les différentes positions de la montre n'existent plus.

[0036] Dans les modes de réalisation qui viennent d'être décrits, l'échappement représenté est du type à ancre suisse. L'homme du métier pourra choisir et adapter aisément tout type d'échappement sans sortir du cadre de l'invention. De même, l'homme du métier pourra définir et positionner des butées permettant d'éviter que les bâtis prennent des positions extrêmes défavorables. Les deux pignons à denture conique associés à l'organe de liaison peuvent être remplacés, l'un, par un engrenage de type sphérique, et l'autre, par un plateau dont les bords sont recourbés dans une direction convexe, ces bords portant une denture collaborant avec l'engrenage sphérique. Un tel dispositif peut être inspiré du document SU 958048.

[0037] Le mécanisme selon l'invention, tout comme le Tourbillon de Bréguet, cherche à limiter les effets de la gravitation terrestre sur l'organe régulateur. En référence et en hommage à ce prédécesseur prestigieux, ce mécanisme est appelé Maelström.

Revendications

1. Pièce d'horlogerie comprenant un mécanisme d'échappement destiné à entraîner un rouage de finissage d'un mouvement de montre qui définit un plan de référence, et un balancier (42) coopérant avec ledit mécanisme d'échappement, **caractérisée en ce que** ledit balancier est monté dans un bâti (28, 60), ledit bâti pivotant autour d'un premier axe (AA, CC) par rapport au plan de référence, et **en ce que** l'orientation dudit bâti (28, 60) par rapport audit premier axe (AA, CC) est fonction de l'orientation de la force gravitationnelle terrestre.

2. Pièce d'horlogerie selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** ledit bâti (28, 60) pivote autour d'un mobile d'entraînement destiné à entraîner le rouage de finissage et entraîné en rotation autour

dudit premier axe par ledit mécanisme d'échappement.

3. Pièce d'horlogerie selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** ledit bâti pivote autour d'un deuxième axe (BB) par rapport audit mobile d'entraînement, un plan de référence étant défini par le plan parallèle à la direction de la force gravitationnelle terrestre et passant par ledit deuxième axe.

4. Pièce d'horlogerie selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** ledit mobile d'entraînement est un arbre (14), et **en ce que** ledit arbre et ledit mécanisme d'échappement sont reliés cinématiquement au moyen :

- d'un organe de liaison qui comprend un premier élément (18a) pivotant sur ledit arbre (14) et un deuxième élément (18b) monté articulé sur le premier élément (18a) en référence audit deuxième axe (BB),
- un premier pignon à denture conique (16) pivotant sur ledit premier élément et entraînant ledit arbre, et
- un deuxième pignon à denture conique (46) pivotant sur ledit deuxième élément, entraîné par ledit mécanisme d'échappement et coopérant avec le premier pignon à denture conique.

5. Pièce d'horlogerie selon la revendication 4, dans lequel le mécanisme d'échappement comprend une roue (36) et un pignon d'échappement (38), **caractérisée en ce que** les axes de ladite roue (36) et du pignon (38) d'échappement, des pignons à denture conique (16, 46) et du balancier (42) sont alignés.

6. Pièce d'horlogerie selon l'une des revendications 2 à 5, **caractérisée en ce que** ledit bâti (28) comporte des poids (52) dont la position sur le bâti est ajustable.

7. Pièce d'horlogerie selon l'une des revendications 4 à 6, **caractérisée en ce que** la longueur de l'arbre (14) entre son extrémité située du côté du rouage de finissage et ledit deuxième axe est supérieure à la plus grande dimension orthogonale au plan de référence des parties de l'assortiment ou du bâti situées du côté du plan de référence ne comportant pas ledit arbre.

8. Pièce d'horlogerie selon l'une des revendications 3 à 7, **caractérisée en ce que** le centre de gravité du bâti (28) et de l'assortiment est situé dans le plan de référence.

9. Pièce d'horlogerie selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** ledit balancier est monté dans un deuxième bâti (66), ledit balancier et ledit mécanisme d'échappement étant reliés au moyen :

- d'un organe de liaison (80) qui comprend un premier élément pivotant sur un arbre (76) mobile en rotation par rapport au deuxième bâti (66) et un deuxième élément monté articulé sur le premier élément au moyen d'une charnière définissant un deuxième axe (DD),
- d'un premier pignon à denture conique (78) pivotant sur ledit premier élément et entraînant ledit arbre (76), et
- d'un deuxième pignon à denture conique (84) pivotant sur ledit deuxième élément, entraîné par ledit balancier et coopérant avec le premier pignon à denture conique.

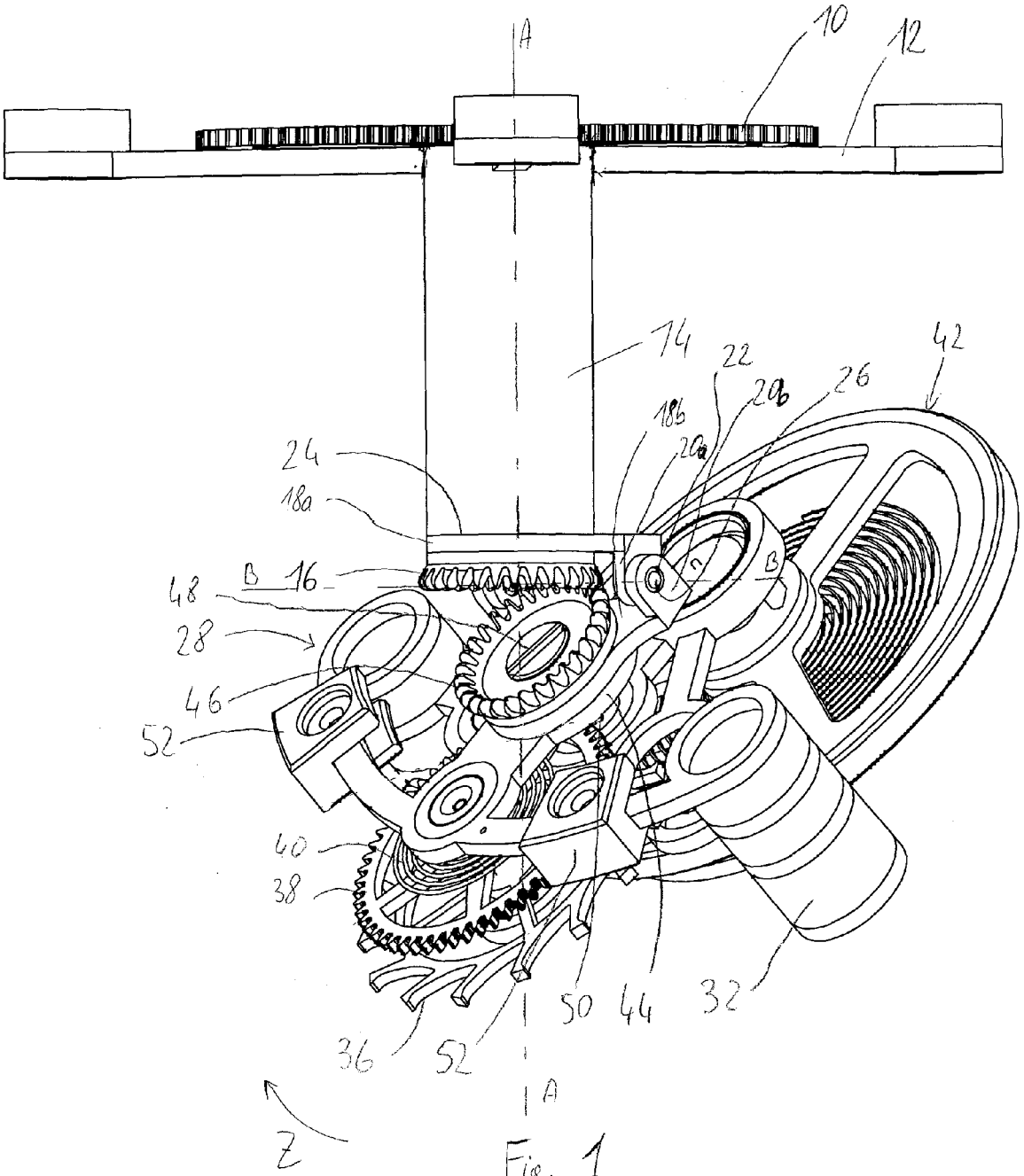

A
10
12
14
22
20b
26
42
18b
20a
24
18a
48
B
16
C
B
28
46
52
40
38
50
44
32
36
52
A
Z

Fig. 1

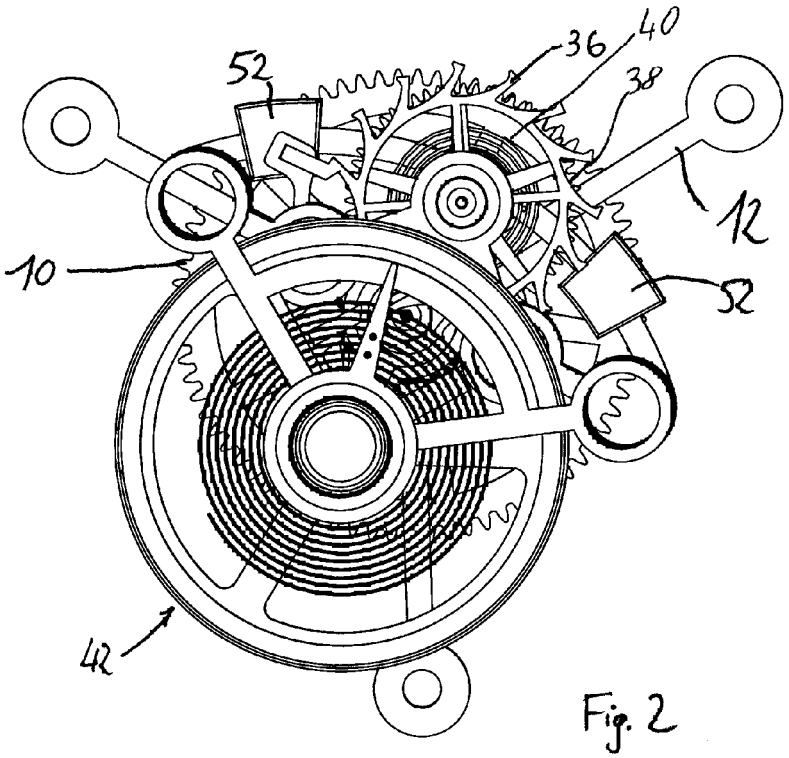

52
36
40
38
12
10
52
42

Fig. 2

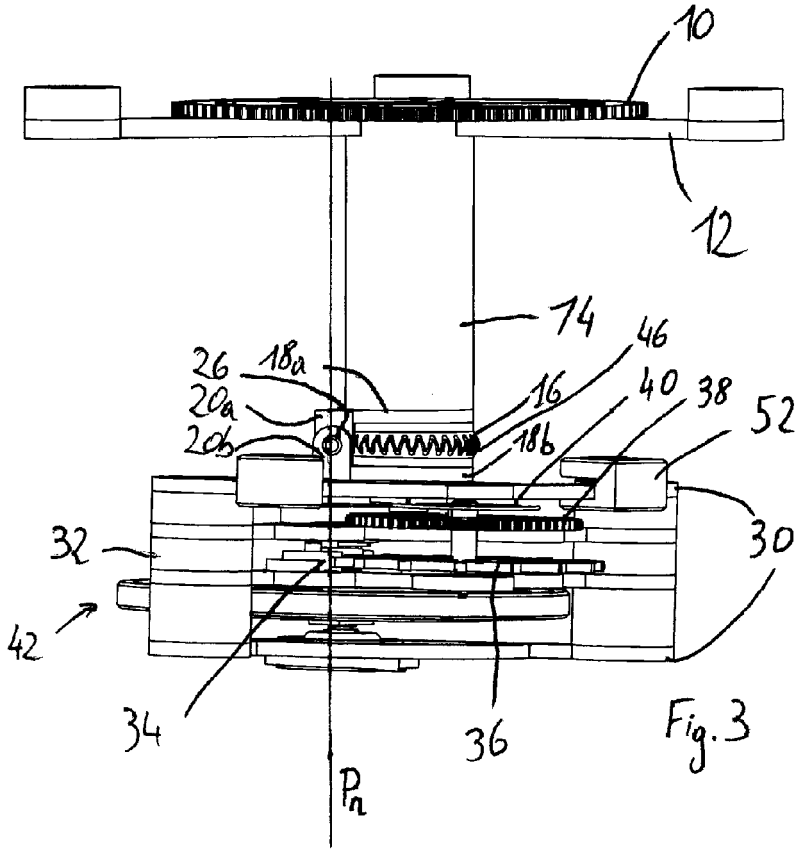

10
12
14
46
26
18a
20a
20b
16
18b
40
38
52
32
30
42
34
36
Pn

Fig. 3

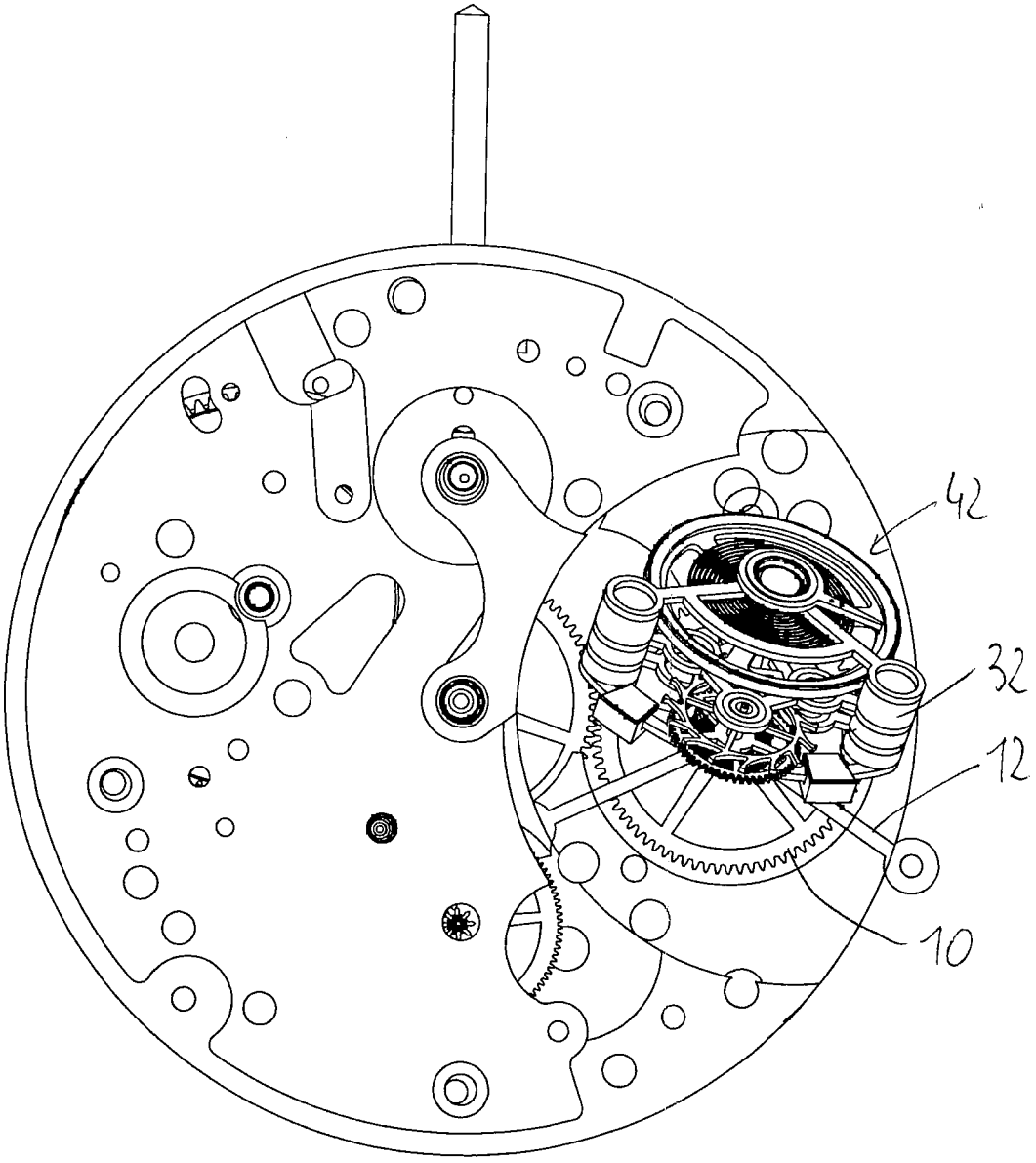


Fig. 4

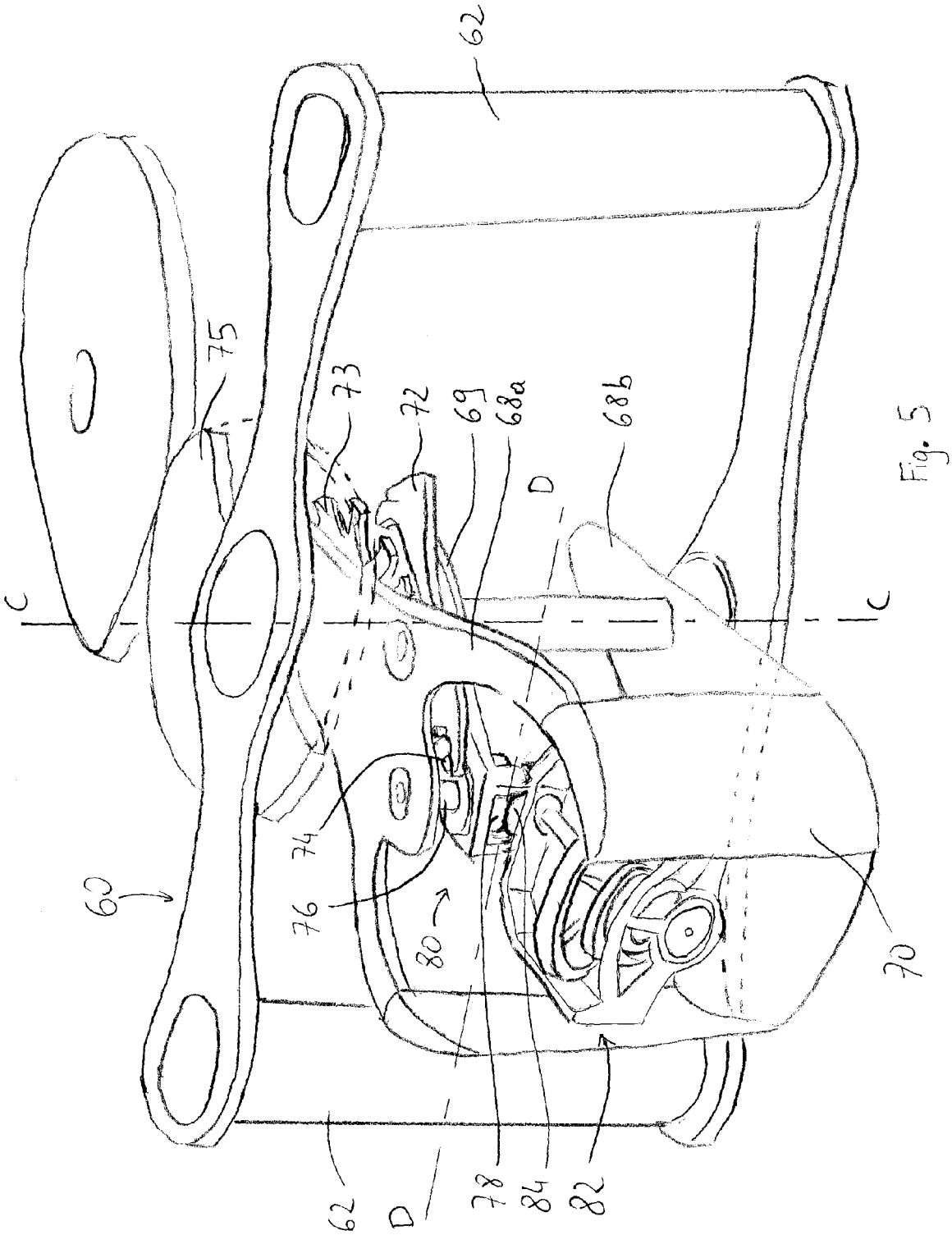


Fig. 5

Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 05 10 6388

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
E	EP 1 615 085 A (AUDEMARS PIGUET SA) 11 janvier 2006 (2006-01-11) * alinéa [0014] * * revendication 1 * * figures * -----	1	INV. G04B17/06
A	EP 1 465 024 A (FRANCK MUELLER WATCHLAND SA) 6 octobre 2004 (2004-10-06) * le document en entier * -----	1	

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)

G04B

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
La Haye	17 mai 2006	Lupo, A

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

3

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO. EP 05 10 6388

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits members sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

17-05-2006

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1615085 A	11-01-2006	US 2006007789 A1	12-01-2006
EP 1465024 A	06-10-2004	CN 1536454 A	13-10-2004
		JP 2004309482 A	04-11-2004

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

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

- SU 958048 **[0036]**

Littérature non-brevet citée dans la description

- **REYMONDIN et al.** Théorie de l'horlogerie. Fédération des Ecoles Techniques, 1998, 99-169 **[0003]**