

(19)



(11)

EP 2 363 763 A2

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
07.09.2011 Bulletin 2011/36

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

(21) Numéro de dépôt: **11153258.6**

(22) Date de dépôt: **03.02.2011**

(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

(72) Inventeurs:
 • **Zaugg, Alain**
1347, Le Sentier (CH)
 • **Rochat, Jean-Philippe**
1346, Les Bioux (CH)

(30) Priorité: **04.03.2010 EP 10155490**

(74) Mandataire: **Couillard, Yann Luc Raymond et al**
ICB
Ingénieurs Conseils en Brevets
Faubourg de l'Hôpital 3
2001 Neuchâtel (CH)

(71) Demandeur: **Montres Breguet SA**
1344 L'Abbaye (CH)

(54) Pièce d'horlogerie comportant un mouvement mécanique à haute fréquence

(57) L'invention se rapporte à une pièce d'horlogerie (1) comportant un mouvement (5) comprenant un résonateur (9) du type balancier (8) — spiral (10) et un système d'échappement (7) du type roue (11) — ancre suisse (13). Selon l'invention, le balancier (8) oscille à plus

de 36'000 alternances par heure et le système d'échappement (7) est au moins partiellement ajouré afin de diminuer son inertie.

L'invention concerne le domaine des mouvements horlogers à haute fréquence.

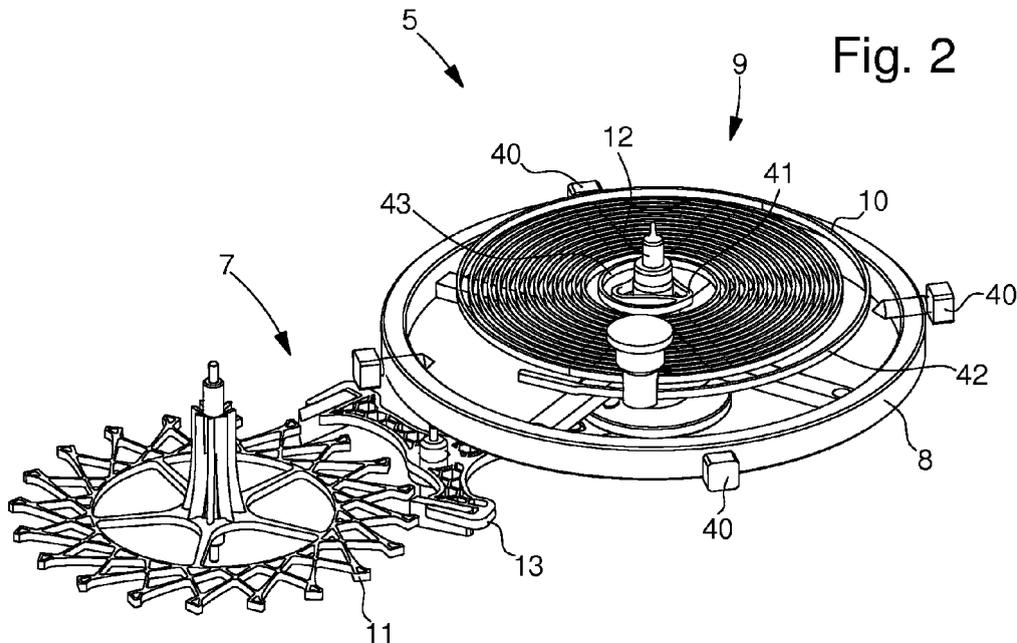


Fig. 2

EP 2 363 763 A2

Description

Domaine de l'invention

[0001] L'invention se rapporte à une pièce d'horlogerie dont les performances chronométriques sont améliorées et, plus précisément, dont le mouvement mécanique est capable de fonctionner à 72'000 alternances par heure, c'est-à-dire à une fréquence de 10 Hz.

Arrière plan de l'invention

[0002] Il est connu de fabriquer des mouvements fonctionnant à 5 Hz afin d'améliorer la précision de pièces d'horlogerie. Cependant, il devient très délicat de développer un mécanisme capable d'osciller au-delà de cette fréquence en raison des vitesses de balancier engendrées et des modifications profondes à prévoir.

[0003] Le document EP 2 075 651 propose de réaliser un mouvement à plus de 5 Hz en respectant un rapport entre le nombre de dents de la roue d'échappement et la fréquence égale à 5. Le document divulgue ainsi la nécessité, pour un mouvement à 10 Hz, d'utiliser une roue d'échappement à cinquante dents tout en conservant le même diamètre. La fabrication de cinquante dents avec un même diamètre représente une grande contrainte qui rend difficile sa mise en oeuvre et sa mise au point avec des rouages classiques.

Résumé de l'invention

[0004] Le but de la présente invention est de pallier tout ou partie les inconvénients cités précédemment en proposant une pièce d'horlogerie dont le système d'échappement autorise l'augmentation de fréquence d'oscillation du balancier en modifiant un nombre limité de pièces du mouvement et, ainsi, les performances chronométriques du mouvement.

[0005] A cet effet, l'invention se rapporte à une pièce d'horlogerie comportant un mouvement comprenant un résonateur du type balancier - spiral et un système d'échappement du type roue - ancre suisse caractérisée en ce que le balancier oscille à plus de 36'000 alternances par heure et en ce que le système d'échappement est au moins partiellement ajouré afin de diminuer son inertie et comporte une roue d'échappement à moins de 25 dents.

[0006] Ainsi, en diminuant l'inertie du système d'échappement, il est possible de garder une architecture de mouvement « classique », c'est-à-dire, par exemple, une roue d'échappement à 20 dents et/ou un nombre de mobiles habituel même lorsque le balancier oscille à 72'000 alternances par heure.

[0007] Conformément à d'autres caractéristiques avantageuses de l'invention :

- le balancier oscille à 72'000 alternances par heure ;
- la roue du système d'échappement comporte une

face principale en projection dont la masse surfacique est inférieure à $0,7 \text{ mg.mm}^{-2}$;

- la roue est ajourée au niveau de sa denture et/ou au niveau de sa serge ;
- 5 - la roue ajourée forme des cadres supportant chacun une dent et sensiblement en forme de triangle, la base étant formée par le diamètre intérieur de la serge et reliant, par deux côtés, la dent associée ;
- chaque cadre est imbriqué avec les deux autres cadres adjacents ;
- 10 - chaque cadre comporte un premier de ses deux côtés sécant avec le deuxième côté du cadre précédent et son deuxième côté sécant avec le premier côté du cadre suivant ;
- 15 - le deuxième côté du cadre précédent rejoint le premier côté du cadre suivant sensiblement au niveau du milieu de la base du cadre ;
- chaque cadre entoure un évidement sensiblement en forme de quadrilatère et deux ajourages sensiblement en forme de triangle ;
- 20 - la roue du système d'échappement comporte vingt dents ;
- la roue est formée à partir de silicium monocristallin revêtu de dioxyde de silicium ;
- 25 - l'ancre suisse du système d'échappement comporte une face principale en projection dont la masse surfacique est inférieure à 1 mg.mm^{-2} ;
- l'ancre est ajourée en formant une structure du type en nid d'abeille afin de conserver sa résistance mécanique ;
- 30 - les palettes de l'ancre sont formées en rubis ;
- l'ancre est formée à partir de silicium monocristallin revêtu de dioxyde de silicium ;
- 35 - au moins une partie du système d'échappement comporte un revêtement extérieur afin de modifier sa tribologie et/ou ses caractéristiques mécaniques ;
- le balancier est du type à inertie variable ;
- la roue des secondes du mouvement est montée à rotation complète en 30 secondes afin de simplifier le rouage de finissage dudit mouvement ;
- 40 - la pièce d'horlogerie comporte un témoin indiquant si la roue des secondes se trouve entre 0 et 30 secondes ou entre 30 et 60 secondes.

45 Description sommaire des dessins

[0008] D'autres particularités et avantages 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 de face d'une pièce d'horlogerie selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue en perspective d'un résonateur et d'un système d'échappement selon l'invention ;
- 55 - la figure 3 est une vue de dessus de la figure 2 ;
- la figure 4 est une vue en perspective d'un système

- d'échappement selon l'invention ;
- la figure 5 est une vue de dessus d'une roue d'échappement selon l'invention ;
- la figure 6 est une vue de dessus d'une ancre suisse selon l'invention ;

Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0009] Comme illustré à la figure 1, on peut voir une pièce d'horlogerie généralement annotée 1. Elle comporte un boîtier 3 comportant une carrure 2 fermée par un fond (non représenté) et une glace 4 et qui est destiné à recevoir un mouvement mécanique 5 entre ledit fond et le cadran 6 de la pièce d'horlogerie 1. Comme visible à la figure 1, la pièce d'horlogerie 1 comporte plusieurs complications.

[0010] Ainsi, le mouvement horloger 5 est capable d'afficher l'heure courante (heure, minute, petite seconde située à 9 heures réalisant un tour en 30 secondes et un témoin, indiquant si la petite seconde se trouve entre 0 et 30 secondes ou entre 30 et 60 secondes, situé à 12 heures) mais également un quantième (situé à 6 heures), un fuseau horaire (heure située à 6 heures), un affichage 24 heures de l'heure courante (situé à 3 heures) et un chronographe (seconde centrale réalisant le tour du cadran 6 en 30 secondes, minute centrale réalisant le tour du cadran 6 en 60 minutes).

[0011] De manière avantageuse, les secondes du chronographe et de l'heure courante sont affichées en réalisant un tour du cadran en 30 secondes afin d'offrir notamment une précision de mesure du chronographe d'un dixième de seconde. Cette précision est rendue possible grâce à la haute fréquence du mouvement horloger 5.

[0012] De plus, un tel affichage des secondes, c'est-à-dire une rotation complète de la roue des secondes du mouvement 5 réalisée en 30 secondes, permet également de simplifier le rouage de finissage. En effet, le rapport entre la roue des secondes et la roue d'échappement est ainsi divisée par deux ce qui évite l'ajout d'un mobile supplémentaire.

[0013] Avantageusement selon l'invention, le mouvement horloger 5 est capable de supporter une fréquence supérieure à 5 Hz et, notamment, une fréquence de 10 Hz. Pour parvenir à ce résultat, préférentiellement selon l'invention, le mouvement 5 comporte un système d'échappement 7 dont l'inertie est atténuée par diminution de sa masse.

[0014] Dans l'exemple illustré aux figures 2 et 3, on peut voir que le mouvement 5 comporte un résonateur 9 du type balancier 8 - spiral 10 et un système d'échappement 7 du type roue 11 - ancre suisse 13. A ces mêmes figures 2 et 3, on peut voir que le balancier 8 est du type à inertie variable, c'est-à-dire que les quatre masselottes 40 visibles à la périphérie de sa serge peuvent être individuellement déplacées pour adapter son inertie et, finalement, régler le mouvement 5. Le balancier 8 peut, à titre d'exemple, être réalisé en alliage Cuivre-Béryllium.

[0015] Le spiral 10 est, de manière préférée, monobloc avec sa virole 41 laquelle est ajustée sur l'axe de balancier 12. Dans l'exemple illustré aux figures 2 et 3, la spire externe 42 du spiral 10 est pitonnée sur une pièce fixe du mouvement 5 comme, par exemple, à un pont. Comme visible à la figure 3, la spire interne 43 du spiral 10 comporte une courbe du type Grossmann afin de compenser l'utilisation de la virole 41. Le spiral 10 peut, à titre d'exemple, être formé à partir de silicium monocristallin et revêtu de dioxyde de silicium.

[0016] De manière habituelle, le résonateur 9 coopère avec le système d'échappement 7 à l'aide d'un plateau monté sur l'axe de balancier 12. Le système d'échappement 7, mieux visible aux figures 4 à 6, comporte une ancre suisse 13 formée par une face principale (visible à la figure 6) en projection. L'ancre suisse 13 est principalement formée par une baguette 14 reliant la fourchette 15 et les bras 16, 17. La fourchette 15 comporte deux cornes 18, 19 en vis-à-vis sous lesquelles est monté un dard 20 afin de coopérer respectivement avec une goupille fixée sur ledit plateau de l'axe de balancier 12 et la partie basse dudit plateau.

[0017] La baguette 14 reçoit, entre les deux bras 16, 17, une tige 21 destinée à monter à rotation l'ancre 13 entre un pont et la platine du mouvement 5. Enfin, sur chaque bras 16, 17, est ajustée une palette 22, 23 destinée à entrer en contact avec la roue d'échappement 11. Les palettes 22, 23 peuvent, à titre d'exemple, être formées en rubis synthétique.

[0018] Préférentiellement selon l'invention, la baguette 14 et les bras 16, 17 sont ajourés afin de diminuer l'inertie du système d'échappement 7. De manière préférée, l'ajourage de ladite face principale en projection (visible à la figure 6) permet d'obtenir une masse surfacique inférieure à $1 \text{ mg} \cdot \text{mm}^{-2}$ et, suivant le matériau utilisé, une masse surfacique diminuée jusqu'à $0,18 \text{ mg} \cdot \text{mm}^{-2}$. Pour atteindre cette dernière valeur, l'ancre 13 peut, à titre d'exemple, être formée à partir de silicium monocristallin et revêtue de dioxyde de silicium.

[0019] On comprend que, pour une épaisseur des bras 16, 17 et/ou de la baguette de 0,1 mm en silicium, l'inertie de l'ancre 13 non équipée peut descendre jusqu'à $0,75 \text{ mg} \cdot \text{mm}^2$ et jusqu'à $2,85 \text{ mg} \cdot \text{mm}^2$ quand l'ancre 13 est entièrement équipée, c'est-à-dire notamment avec des palettes 22, 23 en rubis.

[0020] Il peut également être envisagé un revêtement supplémentaire comme du carbone cristallisé sous forme diamant (DLC) au moins au niveau de la fourchette 15 afin de modifier sa tribologie et/ou ses caractéristiques mécaniques.

[0021] Enfin, dans l'exemple illustré aux figures 4 et 6, l'ajourage de la baguette 14 et des bras 16, 17 forme, de manière préférée, une structure du type en nid d'abeille afin de conserver la résistance mécanique de l'ancre 13 tout en diminuant très sensiblement sa masse.

[0022] Le système d'échappement 7 comporte, en outre, une roue d'échappement 11 également formée par une face principale (visible à la figure 5) en projection.

La roue 11 est formée dans une planche 25 sur laquelle est rapportée un pignon 27 par l'intermédiaire d'un axe 24, l'axe 24 et le pignon 27 pouvant être venus de forme. Comme illustré aux figures 4 et 5, le pignon 27 comporte 8 ailes 44 symétriques qui s'évasent au fur et à mesure qu'elles se rapprochent de la planche 25 afin de faciliter le chassage du pignon 27 dans la roue 11. Le pignon 27 et l'axe 24 peuvent, à titre d'exemple, être formés par un métal ou un alliage métallique comme de l'acier.

[0023] La planche 25 comporte un moyeu 26 relié par cinq bras 28 à la serge 29 qui comprend vingt dents d'impulsion 30. Bien entendu, le nombre de bras 28 et/ou de dents 30 peut varier, cependant, avantageusement selon l'invention, le mouvement horloger 5 peut parfaitement fonctionner à haute fréquence, c'est-à-dire par exemple à 10 Hz, avec une roue d'échappement à vingt dents 30.

[0024] Selon l'invention, la serge 29 et/ou les dents 30 sont ajourées afin de diminuer l'inertie du système d'échappement 7. De manière préférée, l'ajourage de ladite face principale en projection (visible à la figure 5) permet d'obtenir une masse surfacique inférieure à 0,7 mg.mm⁻² et, suivant le matériau utilisé, une masse surfacique diminuée jusqu'à 0,16 mg.mm⁻². Pour atteindre cette dernière valeur, la planche 25 peut, à titre d'exemple, être formée à partir de silicium monocristallin et revêtu de dioxyde de silicium.

[0025] On comprend donc que, pour une épaisseur de la planche 25 de 0,12 mm, l'inertie de la roue d'échappement 11 peut descendre jusqu'à 1,59 mg.mm².

[0026] Il peut également être envisagé un revêtement supplémentaire comme du carbone cristallisé sous forme de diamant (DLC) au moins au niveau des dents 30 afin de modifier leur tribologie et/ou leurs caractéristiques mécaniques.

[0027] L'évidement 31 des dents 30 est sensiblement de forme triangulaire dans l'exemple illustré à la figure 5, toutefois une forme différente d'évidement est bien sûr possible.

[0028] La serge 29 est ajourée par des espaces 32 entre les dents 30 qui sont amplifiés afin de former un angle α aigu. De plus, la serge 29 comporte, à partir de chaque dent 30 vers le moyeu 26, des évidements 33 en forme de quadrilatère et, entre chaque évidement 33, des ajourages 34 sensiblement triangulaires.

[0029] Comme illustré à la figure 5 en traits courts interrompus, le cadre 35 supportant chaque dent 30 est ainsi en forme de triangle, la base 36 étant formée par le diamètre intérieur de la serge 29 et reliant par deux côtés 37, 38 sensiblement rectilignes sa dent 30 associée.

[0030] Dans l'exemple illustré à la figure 5, chaque cadre 35 comporte donc un évidement 33 et deux ajourages 34. De plus, chaque cadre 35 est imbriqué avec les deux autres cadres 35 adjacents. Ainsi, chaque cadre 35 comporte son côté 37 sécant avec le côté 38 du cadre précédent et son côté 38 sécant avec le côté 37 du cadre suivant. Enfin, le côté 38 du cadre précédent rejoint le côté 37 du cadre suivant sensiblement au niveau du mi-

lieu de la base 36 du cadre 35. Cette architecture de la planche 25 permet de diminuer notablement sa masse tout en gardant ses caractéristiques mécaniques.

[0031] Par conséquent, avantageusement selon l'invention, le mouvement horloger 5 grâce à l'adaptation décrite ci-dessus de son système d'échappement 7 est capable de supporter une fréquence supérieure à 5 Hz et, notamment, une fréquence de 10 Hz.

[0032] Bien entendu, la présente invention ne se limite pas à l'exemple illustré mais est susceptible de diverses variantes et modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art. En particulier, chacun des jours 31, 32, 33, 34 réalisés dans la planche 25 ou sur l'ancre 13 peut être de forme différente et/ou distribué différemment et/ou non traversant et/ou non formé suivant les applications.

[0033] On peut bien évidemment également envisager que la surface élémentaire d'au moins un élément, par exemple 11, 13, soit projetée selon une épaisseur non identique, c'est-à-dire que, par exemple, la planche 25, chaque bras 16, 17 ou la baguette 14 comporte une épaisseur variable ou non identique aux autres.

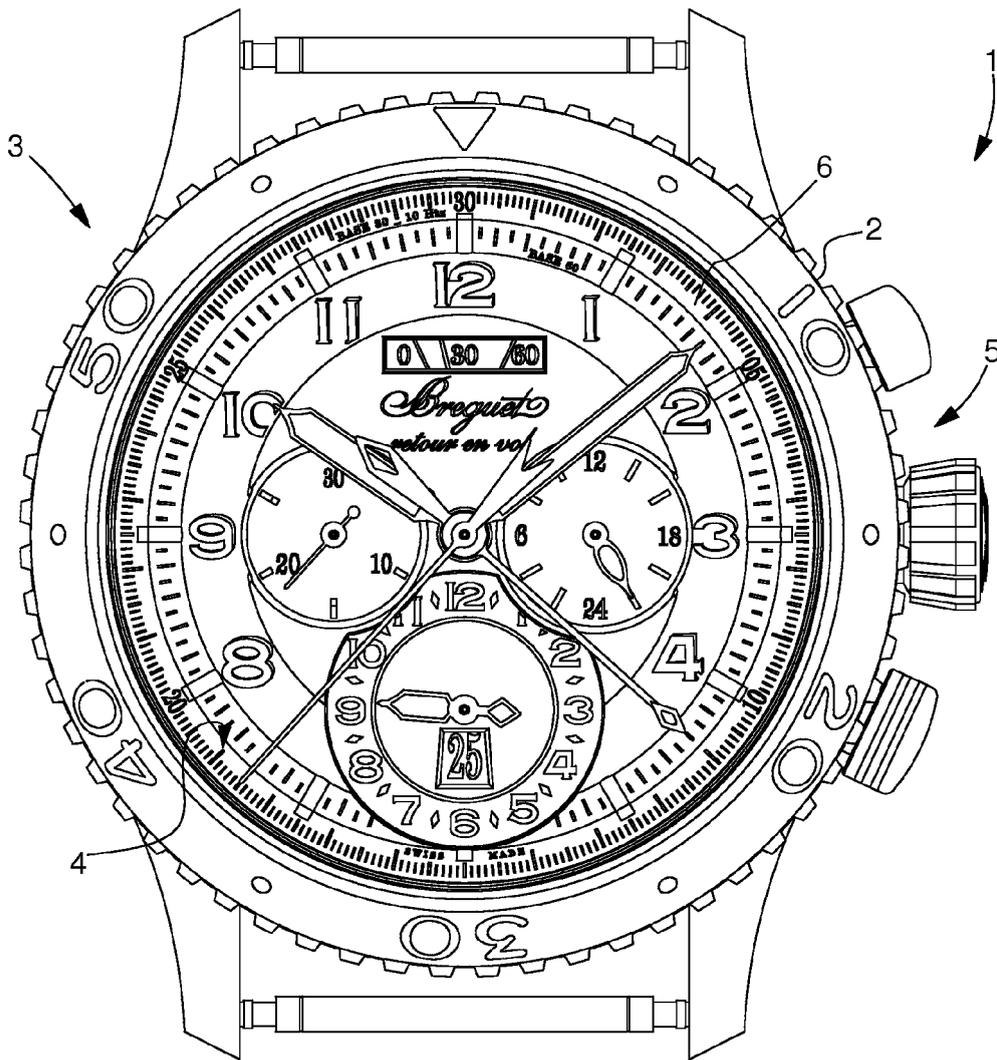
[0034] De plus, les matériaux cités à titre d'exemple pour chaque élément peuvent également être adaptés suivant les applications et/ou si des matériaux nouveaux ou non s'accordent particulièrement bien.

Revendications

1. Pièce d'horlogerie (1) comportant un mouvement (5) comprenant un résonateur (9) du type balancier (8) - spiral (10) et un système d'échappement (7) du type roue (11) - ancre suisse (13) **caractérisée en ce que** le balancier (8) oscille à plus de 36'000 alternances par heure et **en ce que** le système d'échappement (7) est au moins partiellement ajouré afin de diminuer son inertie et comporte une roue d'échappement à moins de 25 dents.
2. Pièce d'horlogerie (1) selon la revendication précédente, **caractérisée en ce que** le balancier (8) oscille à 72'000 alternances par heure.
3. Pièce d'horlogerie (1) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** la roue (11) du système d'échappement (7) comporte une face principale en projection dont la masse surfacique est inférieure à 0,7 mg.mm⁻².
4. Pièce d'horlogerie (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la roue (11) est ajourée (31) au niveau de sa denture (30).
5. Pièce d'horlogerie (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la roue (11) est ajourée (32, 33, 34) au niveau de sa serge (29).
6. Pièce d'horlogerie (1) selon la revendication précé-

- dente, **caractérisée en ce que** la roue ajourée (11) forme des cadres (35) supportant chacun une dent (30) et sensiblement en forme de triangle, la base (36) étant formée par le diamètre intérieur de la serge (29) et reliant, par deux côtés (37, 38), la dent (30) associée. 5
7. Pièce d'horlogerie (1) selon la revendication précédente, **caractérisée en ce que** chaque cadre (35) est imbriqué avec les deux autres cadres (35) adjacents. 10
8. Pièce d'horlogerie (1) selon la revendication précédente, **caractérisée en ce que** chaque cadre (35) comporte un premier de ses deux côtés (37) sécant avec le deuxième côté du cadre précédent et son deuxième côté (38) sécant avec le premier côté du cadre suivant. 15
9. Pièce d'horlogerie (1) selon la revendication précédente, **caractérisée en ce que** le deuxième côté du cadre précédent rejoint le premier côté du cadre suivant sensiblement au niveau du milieu de la base (36) du cadre (35). 20
10. Pièce d'horlogerie (1) selon l'une des revendications 6 à 9, **caractérisée en ce que** chaque cadre (35) entoure un évidement (33) sensiblement en forme de quadrilatère et deux ajourages (34) sensiblement en forme de triangle. 25
11. Pièce d'horlogerie (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la roue (11) du système d'échappement (7) comporte vingt dents (30). 30
12. Pièce d'horlogerie (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la roue (11) est formée à partir de silicium monocristallin revêtu de dioxyde de silicium. 35
13. Pièce d'horlogerie (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'ancre suisse (13) du système d'échappement (7) comporte une face principale en projection dont la masse surfacique est inférieure à 1 mg.mm⁻². 40
14. Pièce d'horlogerie (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'ancre (13) est ajourée en formant une structure du type en nid d'abeille afin de conserver sa résistance mécanique. 45
15. Pièce d'horlogerie (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'ancre (13) est formée à partir de silicium monocristallin revêtu de dioxyde de silicium. 50
16. Pièce d'horlogerie (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**au moins une partie (15, 30) du système d'échappement (7) comporte un revêtement extérieur afin de modifier sa tribologie et/ou ses caractéristiques mécaniques. 55
17. Pièce d'horlogerie (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le balancier (8) est du type à inertie variable. 60
18. Pièce d'horlogerie (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la roue des secondes du mouvement (5) est montée à rotation complète en 30 secondes afin de simplifier le rouage de finissage dudit mouvement. 65
19. Pièce d'horlogerie (1) selon la revendication précédente, **caractérisée en ce qu'**elle comporte un témoin indiquant si la roue des secondes se trouve entre 0 et 30 secondes ou entre 30 et 60 secondes. 70

Fig. 1



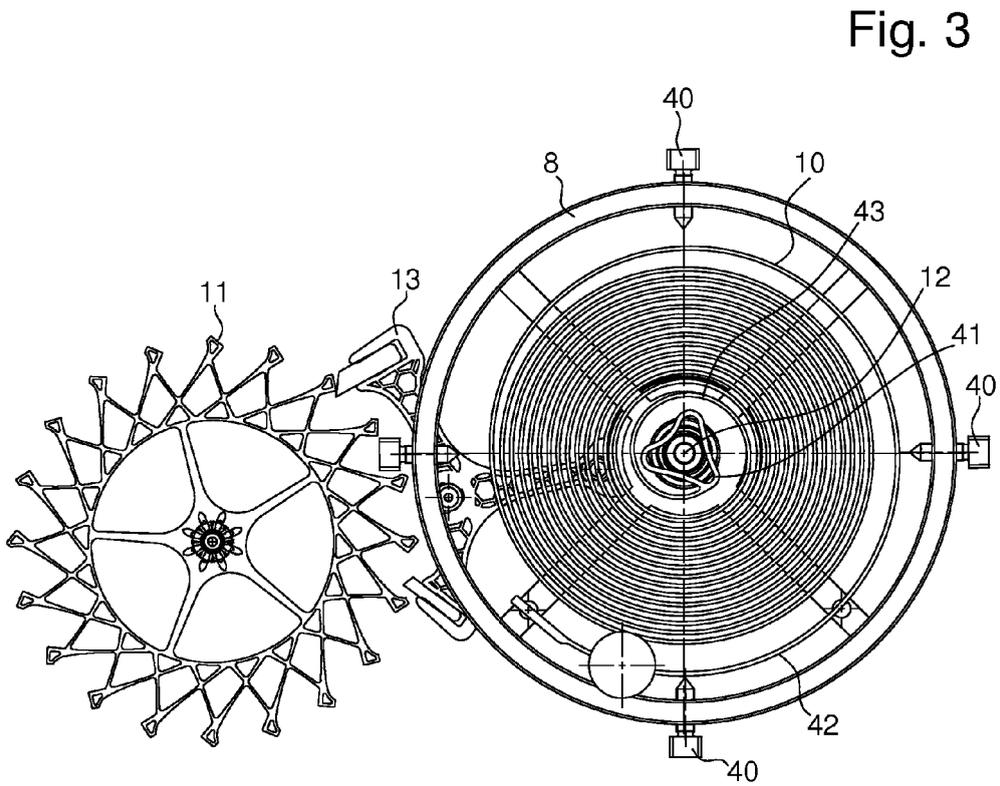
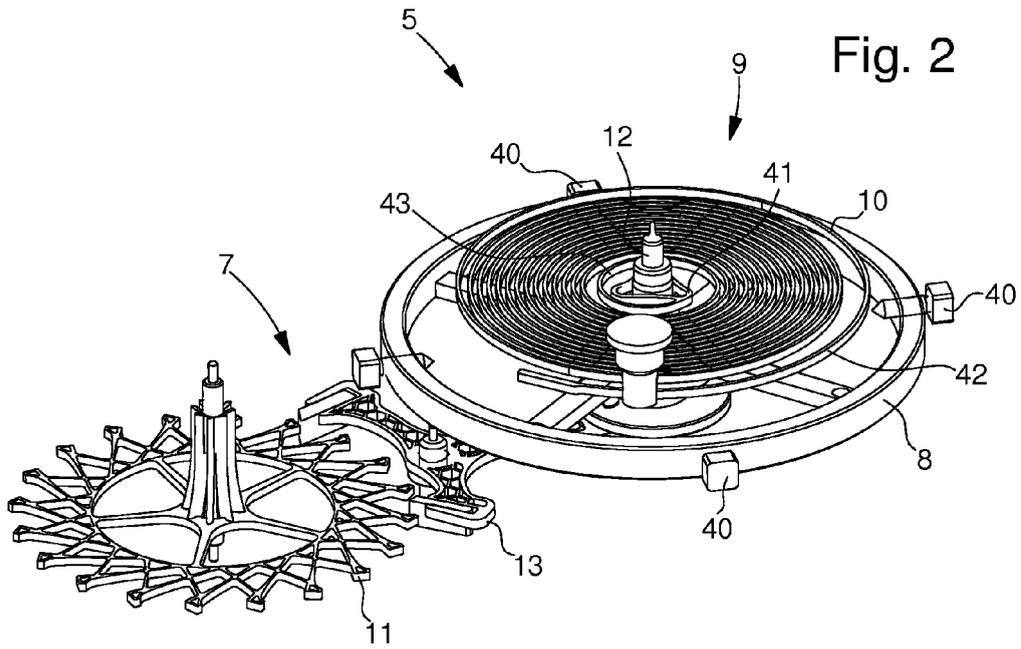
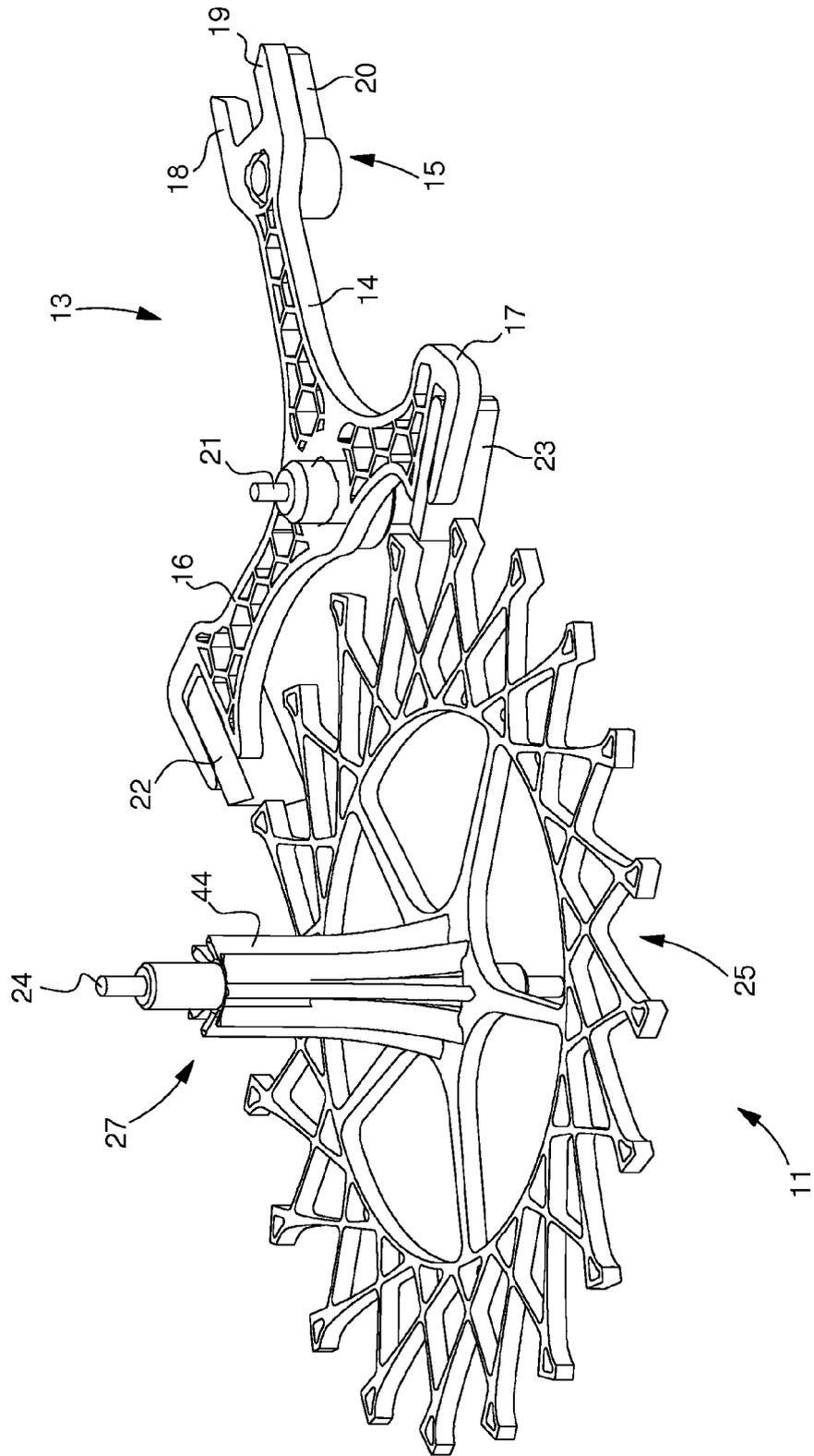
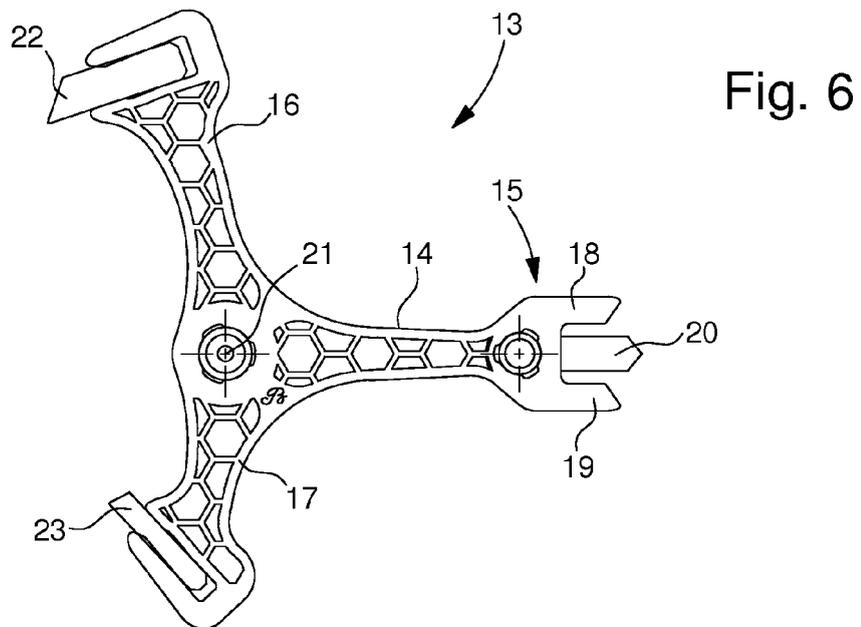
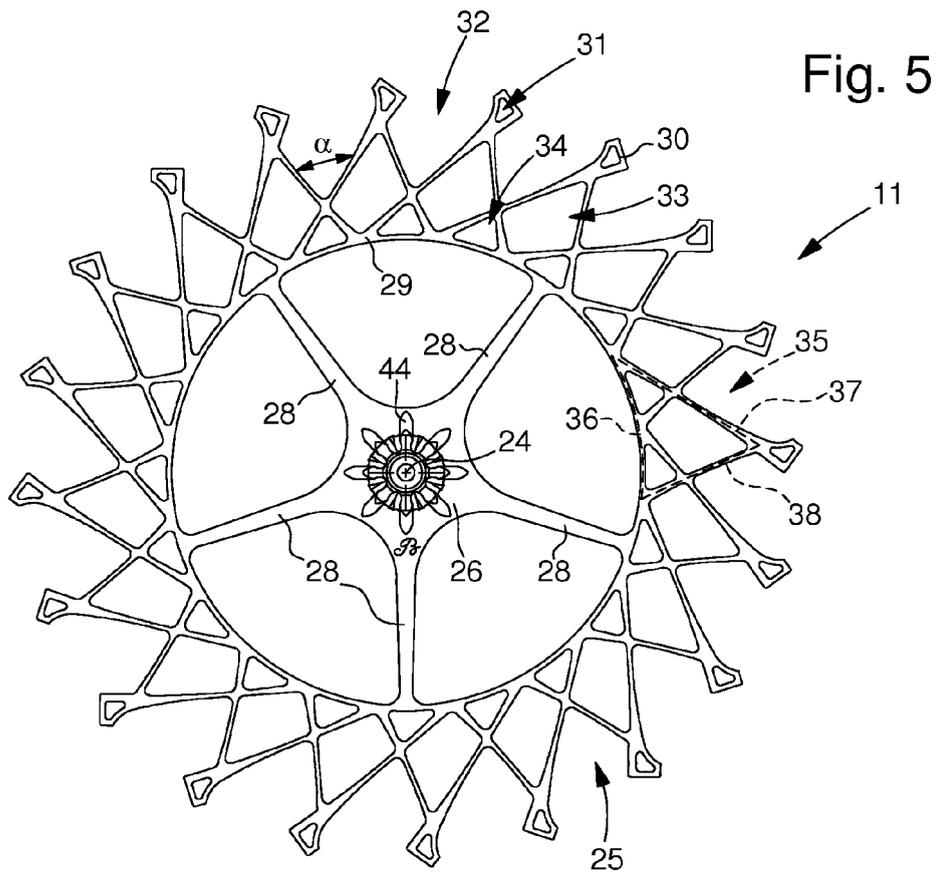


Fig. 4





RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- EP 2075651 A [0003]