



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
23.06.2010 Bulletin 2010/25

(51) Int Cl.:
G04B 15/06 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **09405206.5**

(22) Date de dépôt: **26.11.2009**

(84) Etats contractants désignés:
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 SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
AL BA RS

(72) Inventeurs:
• **Colpo, Fabiano**
1004 Lausanne (CH)
• **Boulenguiez, Benoît**
74100 Annemasse (FR)

(30) Priorité: **16.12.2008 EP 08405306**
16.02.2009 EP 09405029

(74) Mandataire: **Savoye, Jean-Paul et al**
Moinas & Savoye S.A.,
42, rue Plantamour
1201 Genève (CH)

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

(54) **Échappement à détente**

(57) Cet échappement comprend un balancier solidaire d'un élément d'impulsion (7a), une roue d'échappement (1), une bascule de détente (2) présentant un élément d'arrêt (2a) et un élément de dégagement (2b), un doigt de dégagement (11d), solidaire en rotation du balancier, pour venir en prise avec l'élément de dégagement (2b) de la bascule de détente (2) une fois par période d'oscillation du balancier. Le doigt de dégagement (11d) est solidaire d'un organe inertiel (11) monté libre entre deux positions extrêmes dans l'une desquelles la trajectoire du doigt de dégagement (11d) passe par l'élément de dégagement (2b) de la bascule (2) et dans l'autre desquelles cette trajectoire ne passe pas par cet élément de dégagement (11b), le passage de l'organe inertiel (11) d'une position à l'autre résultant de la force d'inertie provoquée par les variations de vitesse du balancier à chaque alternance du balancier.

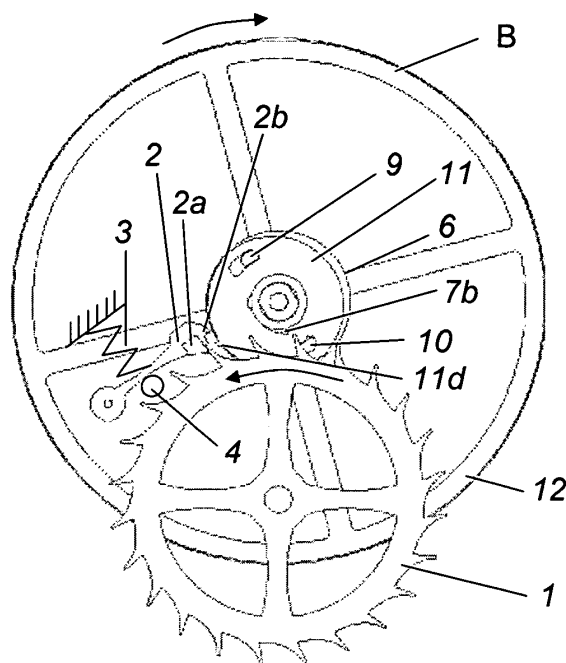


Fig. 1

Description

[0001] La présente invention se rapporte à un échappement à détente pour pièce d'horlogerie comprenant un balancier solidaire d'un élément d'impulsion, une roue d'échappement dont la denture coupe la trajectoire de l'élément d'impulsion, une bascule de détente présentant un élément d'arrêt et un élément de dégagement, des moyens pour engager l'élément d'arrêt dans la trajectoire de la denture de la roue d'échappement, et un doigt ou une palette de dégagement solidaire en rotation du balancier pour venir en prise avec l'élément de dégagement de la bascule une fois par période d'oscillation du balancier pour dégager l'élément d'arrêt de la denture de la roue d'échappement.

[0002] L'échappement à détente n'utilisant pas d'ancrage entre la roue d'échappement et le balancier, l'impulsion de la roue d'échappement sur le doigt d'impulsion du balancier ne peut se produire que dans un sens de rotation du balancier, soit une fois par période d'oscillation ou une alternance sur deux, l'alternance correspondant à une demi-période d'oscillation.

[0003] Ce type d'échappement nécessite une bascule de dégagement qui comporte d'une part un élément d'arrêt qui coupe la trajectoire des dents de la roue d'échappement, et qui comporte d'autre part un élément de dégagement avec lequel vient en prise un doigt de dégagement solidaire du balancier. Or ce doigt de dégagement ne doit venir en prise avec l'élément de dégagement que durant l'alternance pendant laquelle le balancier reçoit une impulsion de la roue d'échappement, l'élément d'arrêt devant rester en prise avec la roue d'échappement durant l'autre alternance.

[0004] Dans les échappements à détente classiques, la bascule de dégagement comporte une lame élastique dont l'extrémité libre appuie contre une butée de la bascule en sorte que la lame entraîne la bascule dans un sens de rotation du doigt de dégagement du balancier, alors que dans le sens de rotation inverse, la lame fléchit et laisse passer le doigt de dégagement sans entraîner la bascule de dégagement. Ceci permet d'éviter que la roue d'échappement tourne sans transmettre d'impulsion au balancier lors de l'une des deux alternances, comme dans le cas de l'échappement Robin, ce qui provoque une perte d'énergie et donc une baisse du rendement.

[0005] Le dimensionnement des parties flexibles de la détente est clairement un des points critiques dans la mise au point de cet échappement. Il faut une rigidité suffisante pour garder la butée dans sa position naturelle mais, en même temps, il ne faut pas que l'énergie pour libérer la roue d'échappement ou pour effectuer la fonction de détente soit trop élevée, le risque étant une perturbation non-négligeable de l'oscillateur balancier-spiral, associée à une chute importante du rendement, voire l'arrêt du système. De plus, le couple de déverrouillage nécessaire pour la libération de la roue d'échappement représente aussi une sécurité de fonctionnement (sécu-

rité aux chocs) qui impose une limite inférieure à la rigidité de la lame.

[0006] Ce mécanisme a été surtout employé dans la chronométrie de marine; il est délicat, exige une exécution parfaite et ne se prête guère à la fabrication en série. Cette solution est fragile et ne supporte pas les sollicitations que subissent les montres-bracelets au porter. C'est par ailleurs un échappement excellent qui permet un réglage très précis et en conséquence les performances chronométriques les plus élevées.

[0007] On a proposé dans le EP 1 538 490 de résoudre le problème de la lame flexible en ne la rendant plus solidaire de la bascule de dégagement mais solidaire du balancier. Ce ressort prend alors la forme d'un ressort-spiral dont l'extrémité libre se termine par un doigt présentant une face radiale d'entraînement et une face de dégagement inclinée, destinée à faire fléchir le ressort spiral, en sorte que ce doigt n'entraîne la bascule de détente que dans un sens de rotation du balancier.

[0008] Cette solution, bien qu'intéressante, nécessite cependant toujours de vaincre la force du ressort spiral pour écarter le doigt lorsque la bascule de détente ne doit pas libérer la roue d'échappement, engendrant une interférence sur la période du balancier-spiral ainsi qu'une perte d'énergie.

[0009] Le but de la présente invention est de remédier, au moins en partie, aux inconvénients susmentionnés.

[0010] A cet effet, cette invention a pour objet un échappement à détente pour pièce d'horlogerie selon la revendication 1.

[0011] Grâce à cette disposition, il devient possible d'utiliser l'inertie d'un organe soumis au mouvement oscillatoire du balancier pour actionner le doigt de dégagement du balancier en fonction de son sens de rotation, en sorte que dans un sens de rotation, la trajectoire du doigt de dégagement passe par l'élément de dégagement de la bascule, alors que dans le sens de rotation contraire, cette trajectoire passe en dehors de cet élément de dégagement.

[0012] Il s'agit donc d'un échappement à détente dans lequel le doigt de dégagement ne doit plus vaincre de force élastique. De ce fait, il n'utilise donc aucune énergie pour écarter un organe élastique et ne crée aucune perturbation de la période d'oscillation du balancier, puisque le doigt de dégagement s'efface de l'élément de dégagement de la bascule de détente lors de l'alternance où la roue d'échappement n'est pas dégagée par la bascule et ne transmet par conséquent pas d'impulsion au balancier.

[0013] Le fonctionnement de cet échappement ne présente pas certains risques des échappements à détente classiques. Si un choc déplace l'organe inertiel dans son autre position extrême, les conséquences ne seront pas de nature fâcheuse. Dans un cas, le doigt de dégagement rencontrera l'élément de dégagement au lieu de s'effacer et déplacera l'organe inertiel dans sa position correcte avec un effort négligeable. Dans l'autre cas, au lieu de venir en prise avec l'élément de dégagement, le doigt ne

le rencontrera pas, ce qui fera perdre une impulsion au balancier et un incrément au rouage, ceci n'ayant pas de répercussion sur la bonne marche de la montre dans la mesure où il ne s'agit que d'un évènement tout au plus occasionnel.

[0014] En outre, le fonctionnement de cet échappement réduit certains risques associés à l'utilisation des échappements à détente classiques. En effet, un choc appliqué à la pièce d'horlogerie peut conduire son balancier à tourner au-delà d'un angle normal de fonctionnement, ce qui conduit, pendant l'alternance où se produit l'impulsion, à une nouvelle libération du train de rouage. Il se produit alors un galop, car deux dégagements et deux impulsions ont lieu pendant la même alternance. Le système objet de l'invention ne présente pas ce genre de problème car le doigt de dégagement est à ce moment-là déjà effacé de la trajectoire de l'élément de déverrouillage et ne provoque pas le déplacement du bloqueur et donc pas de seconde impulsion.

[0015] D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description qui suit faite à l'aide des dessins annexés qui illustrent, schématiquement et à titre d'exemple, une forme d'exécution de l'échappement à détente objet de l'invention.

Les figures 1 à 7 montrent cet échappement à détente dans différentes positions, au cours d'une période d'oscillation du balancier;

la figure 8 est une vue de dessous partielle de la figure 1;

la figure 9 est une vue en coupe selon la ligne IX-IX de la figure 8;

la figure 10 est une vue éclatée de la partie illustrée par la figure 9;

la figure 11 est un diagramme de déplacement angulaire de l'élément inertiel pendant la période d'oscillation du balancier, avec le temps en seconde sur l'abscisse et l'angle en degré sur l'ordonnée;

la figure 12 est un diagramme du déplacement angulaire du balancier sur une période d'oscillation, avec le temps en seconde sur l'abscisse et l'angle en degré sur l'ordonnée.

Les figures 2 à 7 illustrant l'échappement à détente ne représentent pas le balancier, mais uniquement le dispositif d'impulsion et de dégagement solidaire en rotation de l'arbre de pivotement du balancier. Pour des raisons de clarté, le balancier B n'est illustré que dans la figure 1.

[0016] L'échappement à détente comporte une roue d'échappement 1 reliée à un ressort de barillet (non représenté) par un rouage de finissage (non représenté) qui tend à faire tourner la roue d'échappement 1 (figures 1 à 7) dans le sens contraire à celui des aiguilles d'une montre.

[0017] Dans la position illustrée par la figure 1, une dent de la roue d'échappement 1 est en appui contre un élément d'arrêt 2a, formé avantageusement par une pa-

lette en rubis, d'une bascule de dégagement 2. Cette bascule de dégagement 2 est sollicitée par un ressort 3 qui tend à la maintenir contre une butée 4, position dans laquelle la palette d'arrêt 2a est engagée dans la trajectoire des dents de la roue d'échappement, en sorte qu'une dent de cette roue est en appui contre la palette d'arrêt 2a comme illustré par la figure 1.

[0018] Le dispositif d'impulsion et de dégagement associé à l'arbre de pivotement du balancier est représenté en détail par les figures 8-10. Il comporte un plateau circulaire 6 muni d'un élément tubulaire 6a conçu pour être chassé sur l'arbre du balancier. Cet élément tubulaire 6a présente une section externe partiellement circulaire coupée par deux faces planes externes parallèles 6b (figure 8) sur laquelle est engagée une bague d'impulsion 7, munie d'une ouverture 7a (figure 10) de section complémentaire à celle de la section externe de l'élément tubulaire 6a. La bague d'impulsion 7 est retenue axialement entre deux bagues de maintien 8a, 8b chassées. La bague d'impulsion 7 présente un doigt ou face d'impulsion 7b faisant saillie de la face latérale externe de la bague d'impulsion 7. Le doigt de la bague d'impulsion peut être un élément rapporté telle qu'une palette.

[0019] Deux chevilles 9 et 10, de sections semi-circulaires dans cet exemple, sont chassées dans deux ouvertures 6c, respectivement 6d diamétralement opposées et de sections correspondantes, ménagées dans le plateau 6.

[0020] Un organe inertiel 11, en forme d'ellipse dans cet exemple, est muni de trois ouvertures 11a, 11b, 11c, dont deux ouvertures 11a, 11b sont décentrées et de préférence symétriques et diamétralement opposées. Une de ces ouvertures 11b est semi-circulaire limitée par deux rayons formant un angle supérieur à 180° pour recevoir la cheville 10 de pivotement de l'organe inertiel 11 en lui permettant un déplacement angulaire. L'autre ouverture est allongée 11a pour recevoir la cheville 9. La troisième ouverture est une ouverture centrale 11c pour le passage avec jeu de la partie tubulaire 6a du plateau 6 et peut servir, en l'absence de l'ouverture 11a et de la cheville 9, à limiter le déplacement angulaire de l'organe inertiel 11. Un doigt de dégagement 11d fait saillie de la face latérale externe de l'organe inertiel 11. Ce doigt de dégagement 11d est de forme triangulaire dans l'exemple considéré, avec une face d'entraînement orientée radialement par rapport au centre de l'organe inertiel 11 et une face inclinée, comme illustré par la figure 8. Le doigt de dégagement pourrait aussi être formé par une palette rapportée en rubis, comme le doigt 7b. La face inclinée du doigt de dégagement 11d sert à repousser l'élément inertiel 6 au cas où un choc l'aurait déplacé en position saillante alors qu'il devrait être en position escamotée.

[0021] Comme illustré sur la figure 9, l'organe inertiel 11 est disposé à la base de la partie tubulaire 6a. Comme on le voit sur la figure 10, les ouvertures 11a, 11b, 11c sont disposées, dimensionnées et conformées pour permettre à l'organe inertiel 11 d'effectuer un déplacement angulaire limité autour de l'axe de la cheville 10, qui est

parallèle à l'axe du plateau 6 chassé sur l'arbre de pivotement du balancier, et qui constitue l'organe de pivotement de l'organe inertiel 11. L'ouverture allongée 11a s'étend symétriquement à un diamètre de l'élément inertiel 11 passant par les axes respectifs des ouvertures 11b, 11c, de sorte que les deux positions limites de l'organe inertiel 11 se situent respectivement, symétriquement de part et d'autre de l'axe de pivotement du balancier.

[0022] Afin de minimiser l'impact sur l'équilibre du balancier, les axes des deux ouvertures 11a, 11b occupent des positions diamétralement opposées et symétriques par rapport au centre de l'organe inertiel 11. Les chevilles 9, 10 occupent aussi des positions diamétralement opposées et symétriques correspondantes par rapport au centre du plateau circulaire 6 pour coopérer avec les ouvertures respectives 11a, 11b.

[0023] Sur la figure 1, la position angulaire occupée par l'organe inertiel 11 correspond à celle dans laquelle le doigt de dégagement 11d fait saillie à l'extérieur de la périphérie du plateau circulaire 6. En tournant dans le sens des aiguilles d'une montre, la face radiale du doigt triangulaire rencontre un élément de dégagement 2b situé à l'extrémité libre de la bascule de dégagement 2, de sorte que le doigt de dégagement 11d soulève la bascule de dégagement 2 à l'encontre de la pression du ressort de rappel 3, comme illustré par la figure 2.

[0024] Dès que la roue d'échappement 1, maintenue en tension par le ressort de barillet à travers le rouage de finissage, est libérée, elle est entraînée dans le sens contraire à celui des aiguilles d'une montre de sorte qu'une dent de la roue d'échappement 1 rencontre le doigt d'impulsion 7b, transmettant directement la force du ressort de barillet au balancier, comme illustré par la figure 3.

[0025] La figure 4 illustre le retour de la bascule de dégagement 2 sous la pression du ressort 3 contre la butée 4 après la libération de la bascule par le doigt de dégagement 11d, de sorte que lorsque la dent de la roue d'échappement est libérée par le doigt d'impulsion 7b, une autre dent de la roue d'échappement est arrêtée par la palette 2a de la bascule de dégagement 2, comme illustré par la figure 5.

[0026] Cette figure 5 illustre également l'inversion du sens de rotation du balancier qui passe de la rotation dans le sens des aiguilles d'une montre à une rotation de sens inverse. L'arbre du balancier est solidaire en rotation du doigt d'impulsion 7b et du doigt de dégagement 11d. Le balancier est freiné par le ressort spiral, et passe par une vitesse nulle avant d'être entraîné dans le sens de rotation inverse.

[0027] L'organe inertiel 11 présente deux positions stables, chacune dépendante du sens de rotation du balancier. Les essais effectués montrent que l'organe inertiel 11 se déplace avant que le balancier ait complété chacune des deux alternances composant sa période d'oscillation, mais sa rotation autour de la cheville 10 commence aux alentours du point mort du balancier (an-

gle 0 de sa position).

[0028] Au point mort, le balancier a la vitesse maximale et il passe donc d'une accélération positive à une accélération négative (il commence à décélérer) et c'est à ce moment-là que les effets inertiels commencent à se faire sentir.

[0029] Ce comportement dépend de l'inertie de l'organe inertiel 11, (matière, géométrie, notamment), des frottements entre l'organe inertiel 11 et les surfaces avec lesquelles il est en contact, mais il est aussi influencé par l'effet de la force centrifuge qui agit sur le centre de masse de l'organe inertiel 11 (déporté par rapport à l'axe de rotation du balancier) et qui s'ajoute à l'accélération initiale due au balancier.

[0030] Dans la phase illustrée par la figure 5, l'organe inertiel 11 est déplacé dans le sens des aiguilles d'une montre autour de l'axe de la cheville 10. Dans cette position, le doigt de dégagement 11d est escamoté à l'intérieur du bord périphérique du plateau circulaire 6.

[0031] Par conséquent, le doigt de dégagement 11d ne coopère pas avec la bascule de dégagement 2 lorsqu'il passe vis-à-vis de l'élément de dégagement 2b, comme illustré par la figure 6. Contrairement à tous les échappements à transmission d'impulsion directe connus, le doigt de dégagement 11d n'a aucun élément élastique à vaincre pour passer l'obstacle de l'élément 2b de la bascule de détente 2 lors de l'alternance du balancier où celui-ci ne reçoit pas d'impulsion d'entretien de son mouvement oscillant, puisque le doigt s'efface à l'intérieur de la périphérie circulaire du plateau 6. Il n'y a donc pas de perte d'énergie ni de perturbation de la période d'oscillation du balancier.

[0032] Lorsque le balancier B arrive à la fin de sa rotation dans le sens contraire de celui des aiguilles de la montre (figure 7), sa décélération provoque à nouveau un déplacement de l'organe inertiel 6 qui revient dans la position dans laquelle le doigt de dégagement 11d fait saillie hors de la périphérie circulaire du plateau 6.

[0033] La figure 11 est un diagramme du déplacement angulaire du balancier durant une période d'oscillation. Il est à mettre en parallèle avec le diagramme de la figure 12 qui montre le déplacement angulaire de l'organe inertiel 11 entre ses deux positions limites déterminées par les deux bords radiaux de l'ouverture 11a butant alternativement contre la cheville 9 solidaire du plateau 6.

[0034] Le déplacement angulaire de l'organe inertiel 11 entre ses deux positions limites n'est que de quelques degrés, typiquement de l'ordre de 5° à 10°, ces deux positions limites se situant symétriquement de part et d'autre de l'axe de pivotement du balancier. Cet organe inertiel 11 peut être réalisé dans un matériau de faible masse spécifique l'effet inertiel étant toujours suffisant pour garantir la fonction. La liberté de choix de la forme géométrique extérieure permet de réaliser un élément inertiel de forme symétrique, ce qui garantit un balourd ajouté faible. L'expérience montre qu'avec un matériau peu dense comme le silicium l'influence sur l'équilibre du balancier est négligeable.

[0035] On peut aussi réaliser l'organe inertiel 11 en nickel par la technique LIGA avec une faible épaisseur, typiquement de l'ordre de 0,10 à 0,15 mm, en sorte que l'influence sur l'équilibre du balancier peut être considérée comme étant négligeable.

Revendications

1. Echappement à détente pour pièce d'horlogerie comprenant un balancier solidaire d'un élément d'impulsion (7a), une roue d'échappement (1) dont la denture coupe la trajectoire de l'élément d'impulsion (7a), une bascule de détente (2) présentant un élément d'arrêt (2a) et un élément de dégagement (2b), des moyens (3) pour engager l'élément d'arrêt (2a) dans la trajectoire de la denture de la roue d'échappement (1), et un doigt de dégagement (11d), solidaire en rotation du balancier, pour venir en prise avec l'élément de dégagement (2b) de la bascule de détente (2) une fois par période d'oscillation du balancier pour dégager l'élément d'arrêt (2a) de la denture de la roue d'échappement (1), **caractérisé en ce que** le doigt de dégagement (11d) est solidaire d'un organe inertiel (11) monté libre entre deux positions extrêmes dans l'une desquelles la trajectoire du doigt de dégagement (11d) passe par l'élément de dégagement (2b) de la bascule (2) et dans l'autre desquelles cette trajectoire ne passe pas par cet élément de dégagement (11b), le passage de l'organe inertiel (11) d'une position à l'autre résultant de la force d'inertie agissant sur l'organe inertiel provoquée par les variations de vitesse du balancier lors de chaque demi-cycle d'oscillation du balancier.
2. Echappement à détente selon la revendication 1, dans lequel l'organe inertiel (11) est un élément monté sur un plateau (6), solidaire de l'arbre de pivotement du balancier, par l'intermédiaire d'un organe de pivotement (10), autour d'un axe parallèle à l'axe de pivotement du balancier et décentré par rapport au centre dudit élément qui est muni d'une ouverture (11c) pour le passage avec jeu de l'arbre de pivotement du balancier, les deux positions limites de l'organe inertiel (11) se situant respectivement, symétriquement de part et d'autre de l'axe de pivotement du balancier.
3. Echappement selon la revendication 2 dans lequel l'un des organes, plateau (6), élément de l'organe inertiel (11), porte deux chevilles (10, 9) de pivotement, respectivement de limitation du déplacement angulaire occupant des positions diamétralement opposées et symétriques, tandis que l'autre de ces organes présente deux ouvertures (11b, 11a) dont les axes occupent des positions diamétralement opposées et symétriques homologues destinées à re-

cevoir les chevilles respectives (10, 9), l'élément de l'organe inertiel (11) comportant une ouverture centrale pour permettre le passage avec jeu d'un élément tubulaire (6a) de chassage sur l'arbre de balancier, solidaire du plateau (6).

4. Echappement selon la revendication 3 dans lequel ledit élément tubulaire (6a) de chassage sur l'arbre de balancier présente une section externe partiellement circulaire sur laquelle une bague (7), munie dudit élément d'impulsion (7a) est engagée, la section de l'ouverture de cette bague (7) étant complémentaire de la section externe de l'élément tubulaire (6a), cette bague (7) étant retenue axialement sur l'élément tubulaire par une bague de maintien (8).
5. Echappement selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les moyens (3) pour engager l'élément d'arrêt (2a) dans la trajectoire de la denture de la roue d'échappement (1) sont des moyens de rappel élastiques.

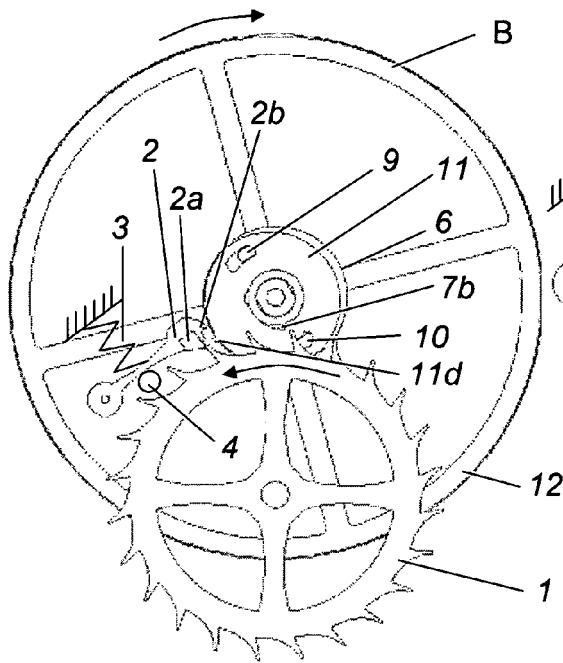


Fig. 1

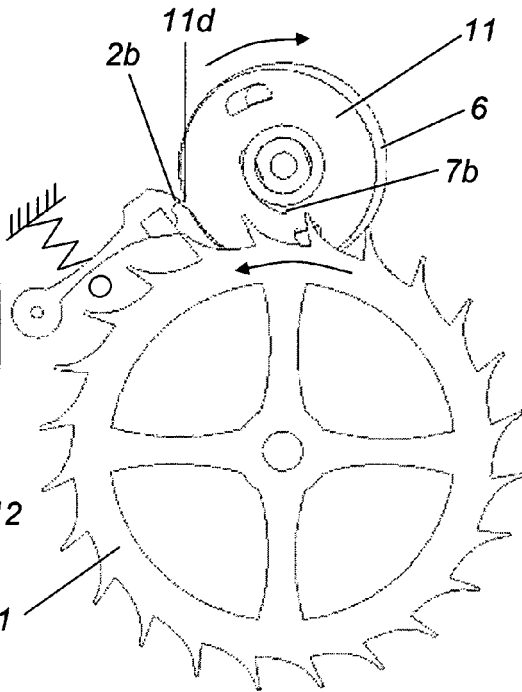


Fig. 2

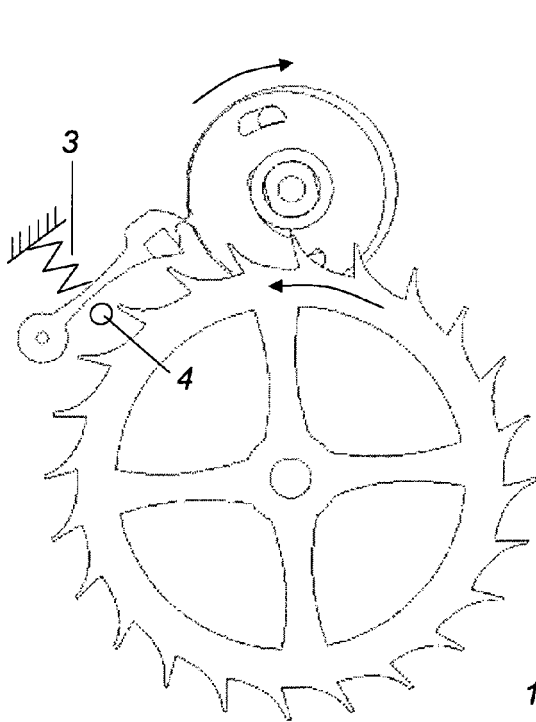


Fig. 3

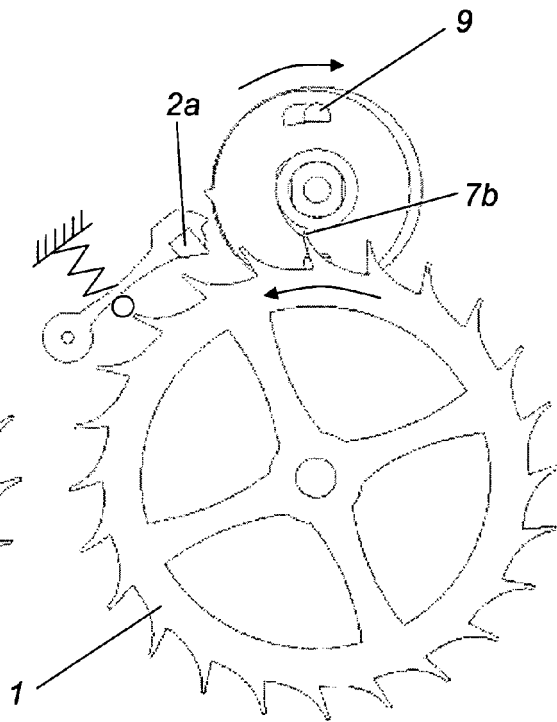


Fig. 4

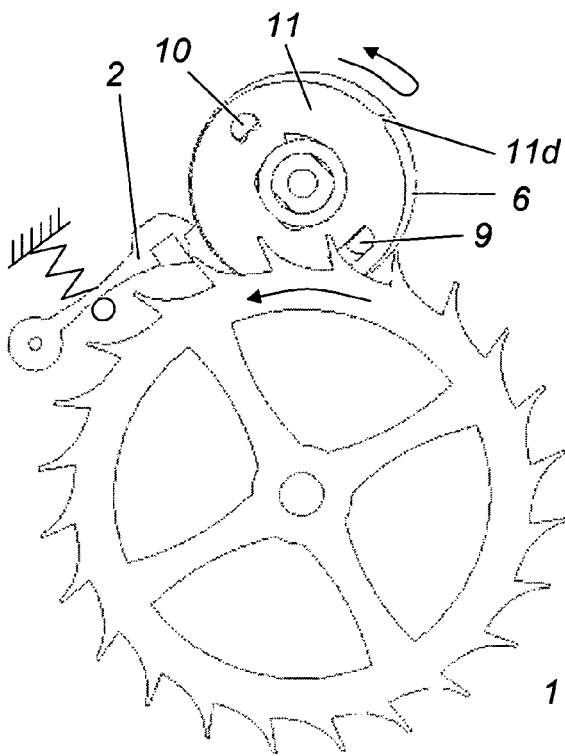


Fig. 5

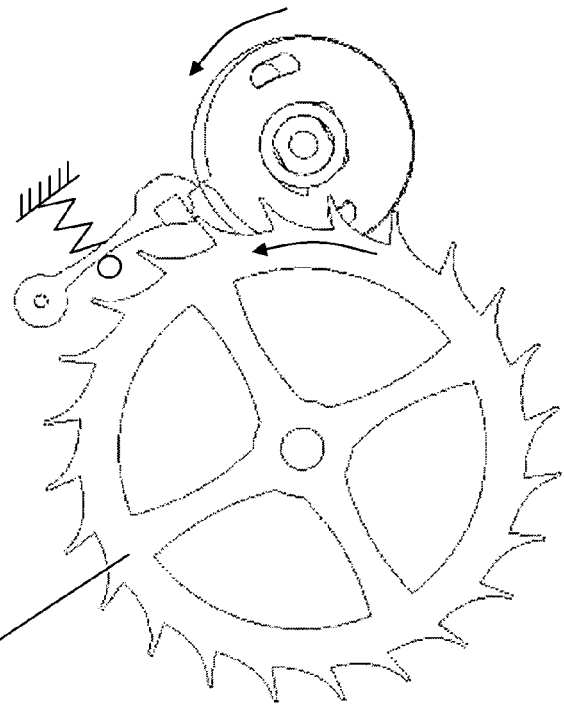


Fig. 6

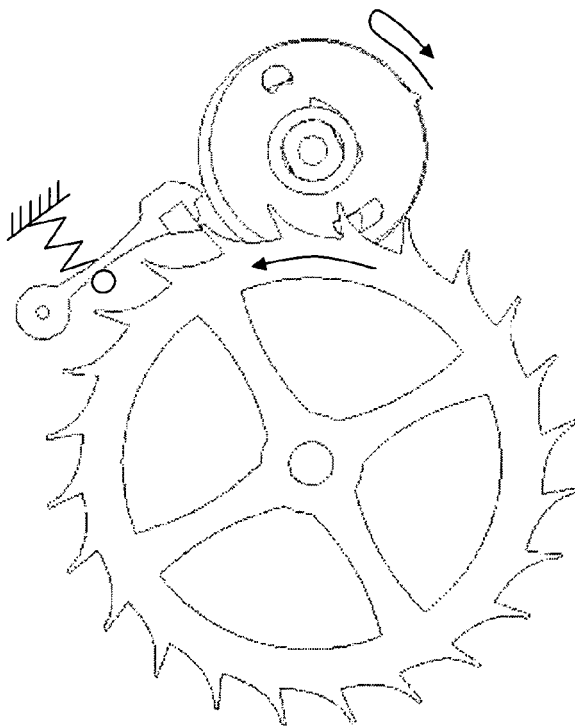


Fig. 7

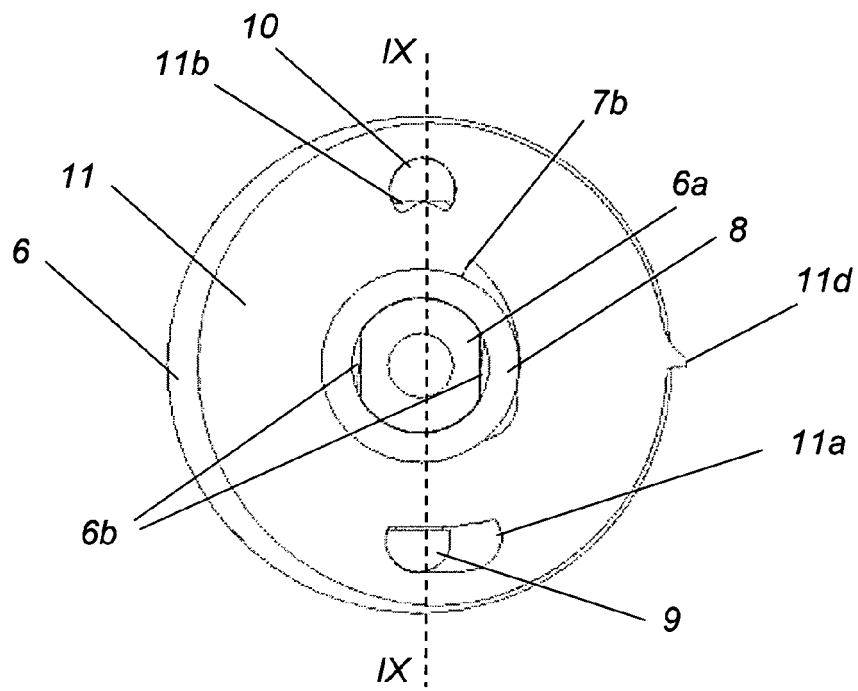


Fig. 8

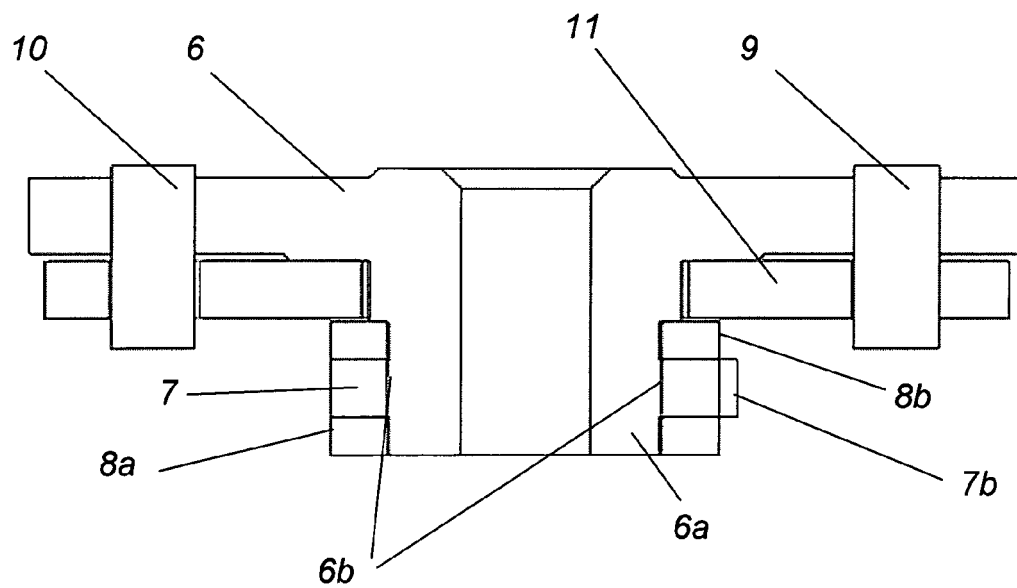


Fig. 9

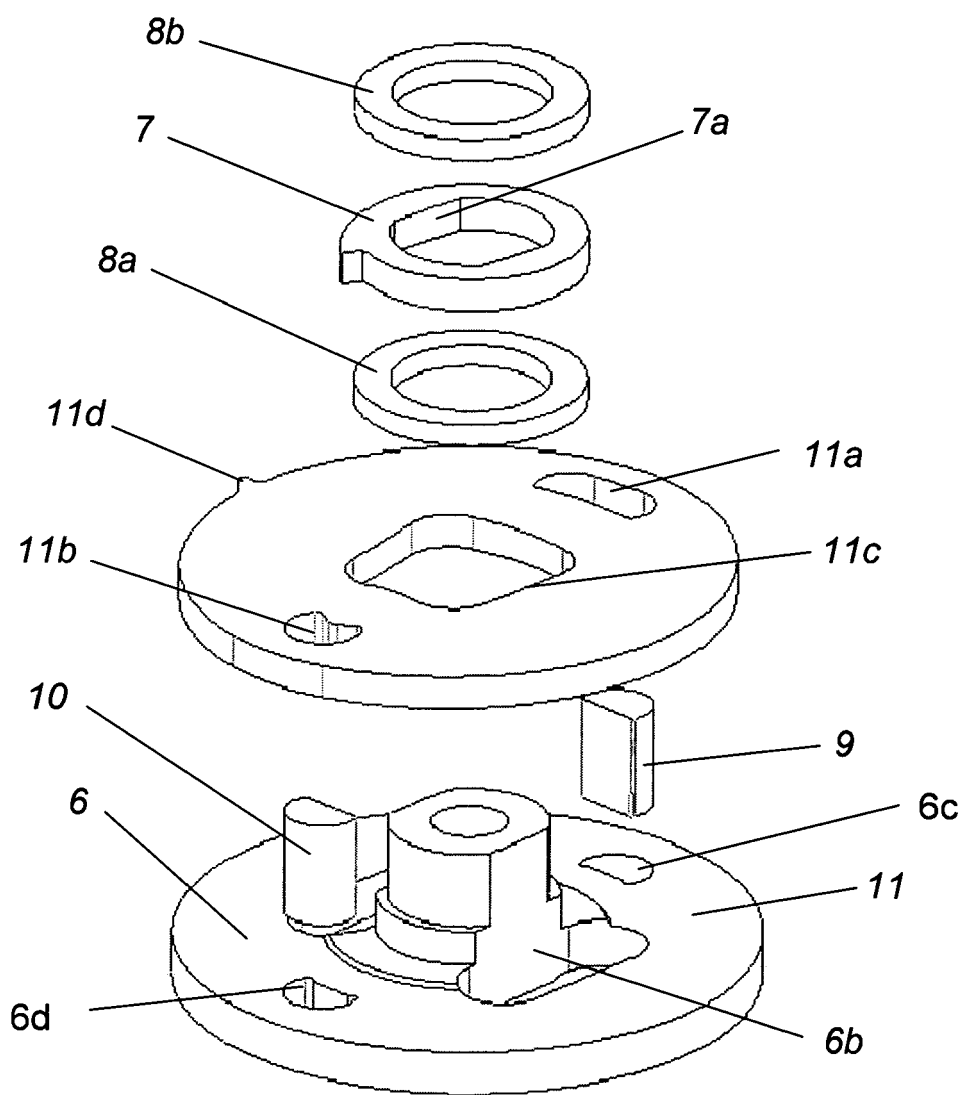


Fig. 10

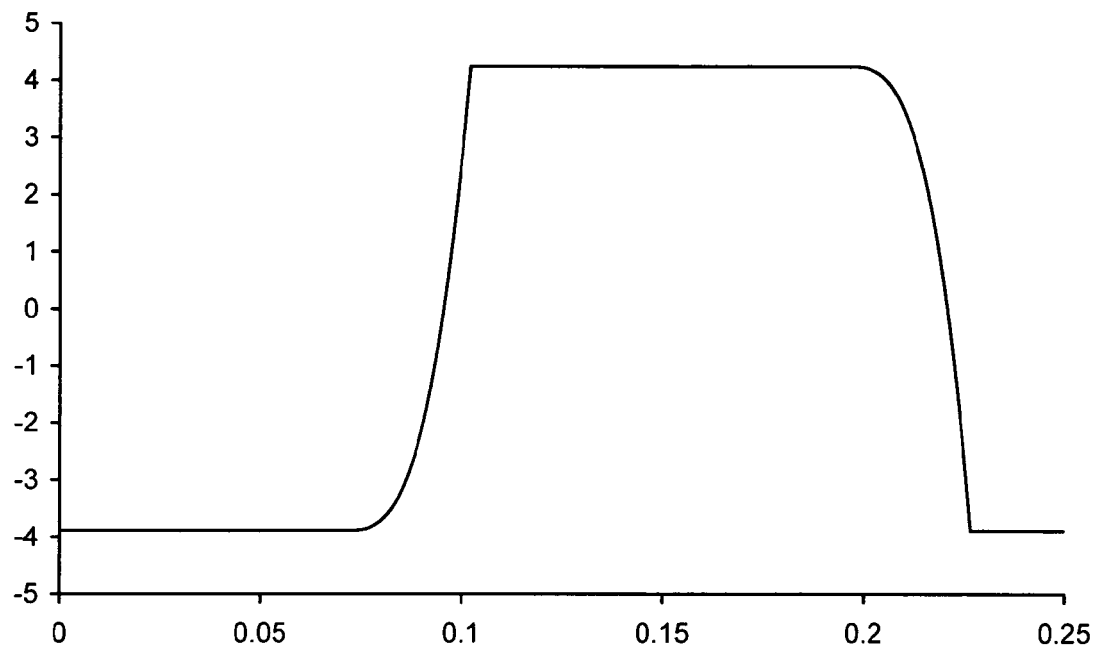


Fig. 11

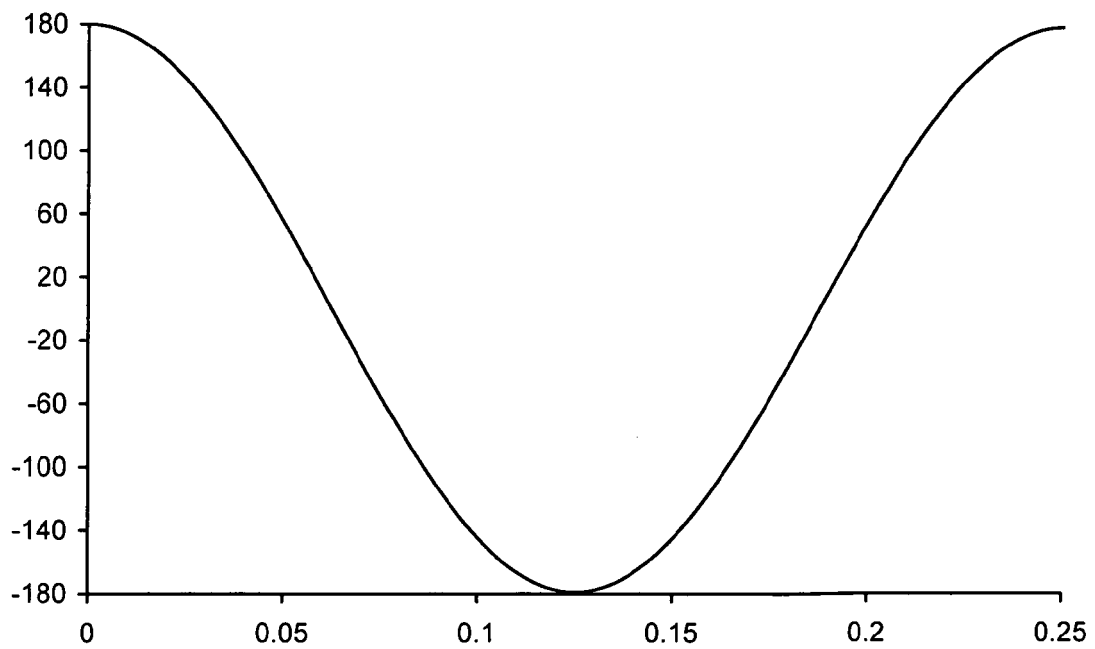


Fig. 12

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 1538490 A [0007]