

(22) Date de dépôt: 11.03.2016

au travers d'un arrêtoir (7) magnétique, ledit mécanisme d'échappement magnétique (10) étant agencé pour fonctionner quand ledit mobile d'échappement magnétique (4) reçoit un couple supérieur ou égal à un couple d'entretien (CE) propre audit mécanisme d'échappement magnétique (10), et ledit rouage de transmission (3) comporte un moyen de régulation de couple (30), de préférence une fusée, agencé pour délivrer audit mobile d'échappement magnétique (4) un couple constant compris entre 1.0 et 2.0 fois ledit couple d'entretien (CE).

Fig. 1

Description

Domaine de l'invention

[0001] L'invention concerne un mécanisme régulateur d'horlogerie à échappement magnétique comportant un moyen de stockage d'énergie agencé pour délivrer de l'énergie sous forme d'un couple de sortie, au travers d'un rouage de transmission, à un mobile d'échappement magnétique formant un mécanisme d'échappement magnétique avec un mobile de résonateur soumis au couple d'un moyen de rappel, ledit mobile d'échappement magnétique coopérant avec ledit mobile de résonateur, soit directement, soit au travers d'un arrêtoir magnétique, ledit mécanisme d'échappement magnétique étant agencé pour fonctionner quand ledit mobile d'échappement magnétique reçoit un couple supérieur ou égal à un couple d'entretien propre audit mécanisme d'échappement magnétique.

[0002] L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie comportant un tel mécanisme régulateur.

[0003] L'invention concerne encore une montre comportant un tel mouvement d'horlogerie.

[0004] L'invention concerne le domaine des mécanismes régulateurs d'horlogerie, et plus particulièrement des mécanismes d'échappement à effet de champ, sans contact ou à contact atténué, de type magnétique ou électrostatique.

Arrière-plan de l'invention

[0005] Un mécanisme d'échappement à ancre suisse traditionnel possède un rendement de typiquement 35%, voire 40% au mieux. Dans un tel échappement, l'interaction entre la roue d'échappement et l'ancre, dans le cas usuel de dents en acier sur palettes en rubis, génère un frottement considérable, et péjore le rendement de l'échappement.

[0006] Le document EP13199427 au nom de SWATCH GROUP RESARCH & DEVELOPMENT Ltd, incorporé ici par référence, a proposé de remplacer cette interaction mécanique par des forces magnétiques à l'aide d'aimants en répulsion, ce qui a permis de grandement minimiser les pertes par frottements.

[0007] Toutefois, le rendement est intrinsèquement lié au niveau du couple fourni par le barillet, du fait de la conception de l'échappement à ancre magnétique. En effet, c'est un échappement à force constante, c'est-à-dire qu'il fournit théoriquement toujours la même énergie au résonateur. Une part variable d'énergie excédentaire est dissipée dans les rebonds de la roue d'échappement magnétique. Plus le couple d'entrée à la roue d'échappement est élevé, plus la puissance totale fournie par le barillet est élevée, ce qui fait rebondir la roue d'échappement magnétique plus longtemps. Ce phénomène a pour conséquence une diminution du rendement de l'échappement lorsque le couple à la roue d'échappement est élevé.

[0008] A couple faible, la part des rebonds de la roue est faible. Le rendement de l'échappement est élevé, bien supérieur à celui d'un échappement à ancre suisse traditionnel.

[0009] A couple élevé, la part des rebonds de la roue est élevée. Le rendement de l'échappement est moindre qu'à couple faible, et revient à un niveau comparable à celui d'un échappement à ancre suisse traditionnel.

Résumé de l'invention

[0010] L'invention se propose d'optimiser l'utilisation de l'énergie de la source d'énergie, notamment d'un barillet, en faisant travailler un mécanisme d'échappement magnétique au plus proche de la valeur du couple d'entretien minimal pour assurer le fonctionnement, et où le rendement est le plus élevé. Elle se propose, encore, de maintenir ce couple minimum constant le plus longtemps possible, à l'aide d'un mécanisme de régulation du couple entrant sur le mobile d'échappement, notamment en utilisant une transmission de type fusée-chaîne.

[0011] Depuis Léonard de Vinci vers 1540, la fusée est connue pour régulariser la force motrice transmise au rouage, et pour remédier au problème de perte de couple d'un barillet traditionnel: elle est donc usuellement utilisée dans le domaine de couple le plus haut possible, pour compenser la perte de puissance par l'augmentation de couple.

[0012] L'invention ne retient, de l'utilisation usuelle d'une fusée-chaîne, que sa capacité à délivrer un couple sensiblement constant. Le mécanisme de régulation du couple se conjugue, avantageusement, avec une transmission démultiplicatrice, pour abaisser le niveau de couple en provenance de la source d'énergie, de façon à ce que, en début de désarmage, le niveau du couple fourni au mobile d'échappement soit égal ou légèrement supérieur à la valeur du couple d'entretien de l'échappement magnétique. Bien sûr, du fait de la régulation du couple, en fin de désarmage de la source d'énergie, le niveau du couple fourni au mobile d'échappement est resté le même.

[0013] A cet effet, l'invention concerne un mécanisme régulateur d'horlogerie selon la revendication 1.

[0014] L'invention concerne encore un mouvement d'horlogerie comportant un tel mécanisme régulateur.

[0015] L'invention concerne encore une montre comportant un tel mouvement.

Description sommaire des dessins

[0016] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre, en référence aux dessins annexés, où :

- la figure 1 représente, de façon schématisée, et en perspective, un mécanisme régulateur d'horlogerie avec mécanisme d'échappement à ancre magnétique.

- que optimisé selon l'invention par l'implantation d'une transmission à fusée-chaîne ;
- les figures 2 et 3 sont des graphiques illustrant la diminution du rendement d'un échappement magnétique lorsque le couple est élevé: la figure 2 montre les canaux de pertes absolus dans un échappement magnétique traditionnel, où seules les pertes dues aux rebonds de la roue d'échappement magnétique varient lorsque le couple varie, et la figure 3 montre les canaux de pertes relatifs dans un échappement magnétique traditionnel: le rendement de l'échappement est faible lorsque le couple est élevé, et il est élevé lorsque le couple est faible ;
 - la figure 4 est un graphique illustrant la constance du rendement dans le temps pour un mécanisme régulateur selon l'invention ;
 - la figure 5 représente, de façon schématisée et en plan, un exemple non limitatif de mécanisme d'échappement magnétique intégré dans un tel mécanisme régulateur selon l'invention ;
 - la figure 6 représente, de façon schématisée et en plan, un exemple non limitatif de rouage selon l'invention ;
 - la figure 7 est un schéma-blocs représentant une montre comportant un mouvement équipé d'un tel mécanisme d'échappement à ancre magnétique optimisé ;
 - la figure 8 représente, de façon schématisée, et en perspective, une telle montre.

Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0017] L'invention concerne le domaine des mécanismes régulateurs d'horlogerie, et plus particulièrement des mécanismes d'échappement à effet de champ, sans contact ou à contact atténué, de type magnétique ou électrostatique.

[0018] Les figures 2 et 3 sont des graphiques illustrant la diminution du rendement d'un échappement magnétique lors de l'élévation du couple appliqué au mobile d'échappement, en général une roue d'échappement.

[0019] La figure 2 montre, en ordonnée les pertes, et en abscisse le couple appliqué au mobile d'échappement. Elle illustre les canaux de pertes absolus dans un échappement magnétique traditionnel, où seules les pertes p_R dues aux rebonds du mobile d'échappement, notamment une roue d'échappement magnétique, varient lorsque le couple varie. Ces rebonds consomment une énergie excédentaire inutilisable, dissipée dans l'air et dans les pivots. La courbe supérieure PTF illustre la puissance totale fournie, qui est le cumul de la puissance dissipée par le résonateur PDR qui est à un niveau constant, ce qui est l'avantage d'un échappement magnétique ou électrostatique, des pertes par chocs et frottements p_{CF} (qui sont conséquentes quand le mécanisme d'échappement comporte un arrêt tel qu'une ancre ou similaire), et les pertes par rebond p_R , qui représentent la consommation d'énergie excédentaire, qui est ineffi-

cace.

[0020] Le niveau de couple appliqué au mobile d'échappement, nécessaire au fonctionnement du système, est le couple d'entretien CE, auquel les pertes par rebond sont minimales ou nulles ; le niveau de couple maximal CMAX dépend de la source d'énergie et du rouage qui transmet l'énergie au mobile d'échappement.

[0021] La figure 3 montre, en ordonnée le rendement p , et en abscisse le couple appliqué au mobile d'échappement. Elle illustre les canaux de pertes relatifs dans le même échappement magnétique traditionnel: le rendement de l'échappement est faible à un niveau p_{MIN} lorsque le couple est élevé à la valeur CMAX, et il est élevé à un niveau p_{MAX} lorsque le couple est à la valeur CE.

[0022] L'invention se propose donc de contrôler les pertes, et d'éviter le gaspillage énergétique, en limitant les rebonds ou en les annulant complètement. A cet effet, il s'agit de soumettre le mobile d'échappement à un couple constant, de valeur au moins égale au couple d'entretien CE. La figure 4 montre alors la constance dans le temps du rendement p à la valeur p_{MAX} .

[0023] L'invention est ici décrite dans un mode particulier, non limitatif, qui est celui d'un échappement magnétique. Elle peut être mise en oeuvre dans un mode électrostatique, en se référant au document EP13199427 cité plus haut.

[0024] Elle est aussi illustrée dans une variante particulière, non limitative, d'un échappement magnétique comportant un arrêt, décrit dans le même document.

[0025] L'invention peut tout aussi bien être mise en oeuvre dans une variante sans arrêt, avec une interaction directe entre un mobile d'échappement et un balancier ou similaire, décrite notamment dans le document EP14186261.5 au nom de Nivarox-FAR SA, incorporé ici par référence.

[0026] La figure 1 montre un exemple non limitatif de construction d'un mécanisme régulateur 1 d'horlogerie comportant un mécanisme d'échappement à ancre magnétique 10, optimisé selon l'invention. L'invention combine les avantages d'un échappement à effet de champ, notamment d'un échappement à ancre magnétique dans la variante illustrée par les figures, qui est un mécanisme à force constante en ce qui concerne le mobile de résonateur, typiquement un balancier, et les avantages d'un mécanisme de régulation de couple. Plus particulièrement, la transmission du couple d'une source d'énergie 2, notamment mais non limitativement d'au moins un barillet 20, par un système à couple constant, par exemple une fusée-chaîne, garantit un couple à l'échappement presque constant.

[0027] La valeur de couple CE fourni au mobile d'échappement doit être choisie faible, de sorte que l'échappement ait son rendement le plus élevé, de l'ordre de 60% à 70%.

[0028] Ainsi, l'invention concerne un mécanisme régulateur 1 d'horlogerie à échappement magnétique comportant un moyen de stockage d'énergie 2 agencé pour délivrer de l'énergie sous forme d'un couple de sortie CS,

au travers d'un rouage de transmission 3, à un mobile d'échappement magnétique 4.

[0029] Ce mobile d'échappement magnétique 4, ici illustré sous la forme d'une roue d'échappement magnétique, forme un mécanisme d'échappement magnétique 10 avec un mobile de résonateur 5 soumis au couple d'un moyen de rappel 6, ici illustrés respectivement sous la forme d'un balancier et d'un spiral.

[0030] Le mobile d'échappement magnétique 4 coopère avec le mobile de résonateur 5, soit directement, soit au travers d'un arrêt 7 magnétique ici illustré sous la forme d'une ancre magnétique.

[0031] Le mécanisme d'échappement magnétique 10 est agencé pour fonctionner quand le mobile d'échappement magnétique 4 reçoit un couple supérieur ou égal à un couple d'entretien CE propre au mécanisme d'échappement magnétique 10.

[0032] Selon l'invention, le rouage de transmission 3 comporte un moyen de régulation de couple 30, qui est agencé pour délivrer au mobile d'échappement magnétique 4 un couple constant compris entre 1.0 et 2.0 fois le couple d'entretien CE, plus particulièrement entre 1.0 et 1.5 fois le couple d'entretien CE, plus particulièrement encore entre 1.0 et 1.2 fois le couple d'entretien CE, et le plus près possible de ce couple d'entretien CE, en fonction des complications consommatrices de couple, et de la structure du rouage de finissage. Ce couple correspond à l'auto-démarrage et à l'annulation des rebonds.

[0033] Naturellement, l'invention concerne aussi la variante avec un échappement électrostatique, qui n'est pas décrite en détail, et que l'homme du métier saura mettre en oeuvre en référence aux documents cités.

[0034] Dans une application avantageuse et tel que visible sur la figure 1, le moyen de régulation de couple 30 comporte une fusée 8 à section continûment variable, dont se déroule une chaîne 9 enroulée par un tambour 21 entraîné directement ou indirectement par le moyen de stockage d'énergie 2.

[0035] Plus particulièrement, le moyen de stockage d'énergie 2 comporte au moins un barillet 20. L'invention utilise alors de façon optimale la totalité d'énergie du barillet, lequel ne tourne plus à vitesse constante, puisque sa vitesse tangentielle instantanée dépend du rayon d'enroulement instantané de la chaîne 9 sur la fusée 8.

[0036] Dans une variante, tel que visible sur la figure 6, le rouage de transmission 3 comporte un rouage multiplicateur 31 agencé pour transformer le couple de sortie CS en un couple intermédiaire CI inférieur, à l'entrée du moyen de régulation de couple 30.

[0037] Dans une variante, tel que visible sur la figure 5, le mécanisme d'échappement magnétique 10 comporte un arrêt 7 magnétique entre le mobile d'échappement magnétique 4 et le mobile de résonateur 5. Ce mobile d'échappement magnétique 4 comporte au moins une piste 40 magnétisée ou ferromagnétique, avec une période de défilement PD selon laquelle ses caractéristiques magnétiques se répètent. L'arrêt 7 comporte au

moins une masse polaire 70 magnétisée ou ferromagnétique, cette masse polaire 70 étant mobile selon une direction transversale DT par rapport à la direction de défilement DD d'au moins un élément d'une surface 41 de la piste 40. Et au moins la masse polaire 70, ou la piste 40, crée un champ magnétique dans un entrefer 5 entre lad au moins une masse polaire 70 et la au moins une surface 41, Cette masse polaire 70 est opposée à une barrière 42 de champ magnétique sur la piste 40, juste avant chaque mouvement transversal de l'arrêt 7 commandé par l'action périodique du mobile de résonateur 5.

[0038] L'invention concerne encore un mouvement 100 d'horlogerie comportant un tel mécanisme régulateur 1.

[0039] L'invention concerne encore une montre 1000 comportant un tel mouvement 100.

[0040] En somme, la valeur élevée du rendement, devenu constant, permet d'augmenter la réserve de marche de plus de 50% par rapport à une configuration à ancre suisse traditionnelle (mécanique ou magnétique), pour un barillet, un résonateur et une puissance réglante donnés.

[0041] Pour l'utilisateur, cela signifie que la montre peut rester plus longtemps sans être remontée ou réarmée.

[0042] L'invention allie la régularité de marche propre au mécanisme d'échappement à effet de champ, notamment magnétique, avec une notable économie d'énergie.

Revendications

1. Mécanisme régulateur (1) d'horlogerie à échappement magnétique comportant un moyen de stockage d'énergie (2) agencé pour délivrer de l'énergie sous forme d'un couple de sortie (CS), au travers d'un rouage de transmission (3), à un mobile d'échappement magnétique (4) formant un mécanisme d'échappement magnétique (10) avec un mobile de résonateur (5) soumis au couple d'un moyen de rappel (6), ledit mobile d'échappement magnétique (4) coopérant avec ledit mobile de résonateur (5), soit directement, soit au travers d'un arrêt (7) magnétique, ledit mécanisme d'échappement magnétique (10) étant agencé pour fonctionner quand ledit mobile d'échappement magnétique (4) reçoit un couple supérieur ou égal à un couple d'entretien (CE) propre audit mécanisme d'échappement magnétique (10), **caractérisé en ce que** ledit rouage de transmission (3) comporte un moyen de régulation de couple (30) agencé pour délivrer audit mobile d'échappement magnétique (4) un couple constant compris entre 1.0 et 2.0 fois ledit couple d'entretien (CE).
2. Mécanisme régulateur (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit moyen de régulation de couple (30) comporte une fusée (8) à section continûment variable dont se déroule une chaîne (9) en-

roulée par un tambour (21) entraîné par ledit moyen de stockage d'énergie (2).

3. Mécanisme régulateur (1) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** ledit moyen de stockage d'énergie (2) comporte au moins un barillet (20). 5

4. Mécanisme régulateur (1) selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** ledit rouage de transmission (3) comporte un rouage démultipliateur (31) agencé pour transformer ledit couple de sortie (CS) en un couple intermédiaire (CI) inférieur, à l'entrée dudit moyen de régulation de couple (30). 10

5. Mécanisme régulateur (1) selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** ledit mécanisme d'échappement magnétique (10) comporte un arrêt (7) magnétique entre ledit mobile d'échappement magnétique (4) et ledit mobile de résonateur (5), ledit mobile d'échappement magnétique (4) 15
comportant au moins une piste (40) magnétisée ou ferromagnétique, avec une période de défilement (PD) selon laquelle ses caractéristiques magnétiques se répètent, ledit arrêt (7) comportant au 20
moins une masse polaire (70) magnétisée ou ferromagnétique, ladite masse polaire (70) étant mobile selon une direction transversale (DT) par rapport à la direction de défilement (DD) d'au moins un élément d'une surface (41) de ladite piste (40), et au 25
moins ladite masse polaire (70) ou ladite piste (40) créant un champ magnétique dans un entrefer (5) entre ladite au moins une masse polaire (70) et ladite au moins une surface (41), et encore **caractérisé en ce que** ladite masse polaire (70) est opposée à 30
une barrière (42) de champ magnétique sur ladite piste (40) juste avant chaque mouvement transversal dudit arrêt (7) commandé par l'action périodique dudit mobile de résonateur (5). 35

6. Mouvement (100) d'horlogerie comportant un mécanisme régulateur (1) selon l'une des revendications 1 à 5. 40

7. Montre (1000) comportant un mouvement (100) d'horlogerie selon la revendication 6. 45

50

55

Fig. 1

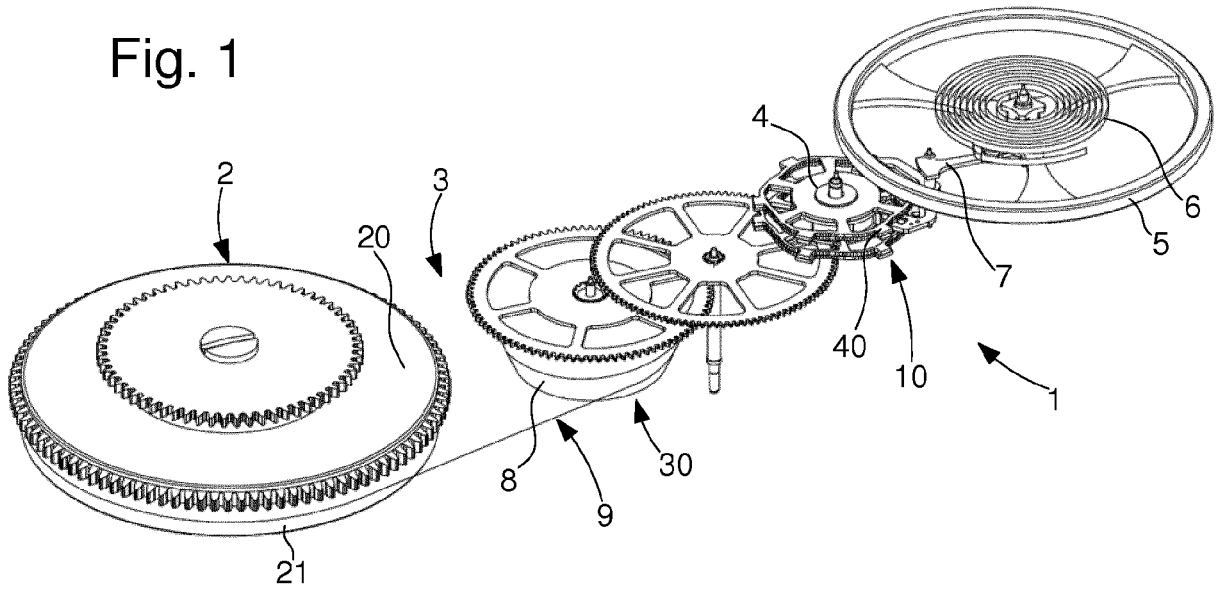


Fig. 2

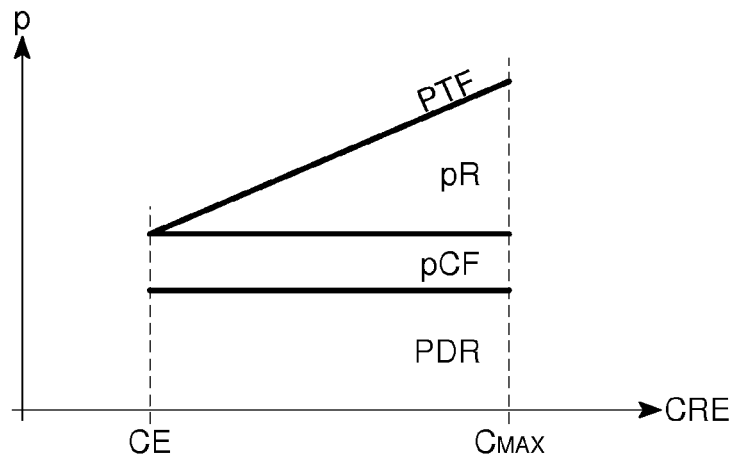
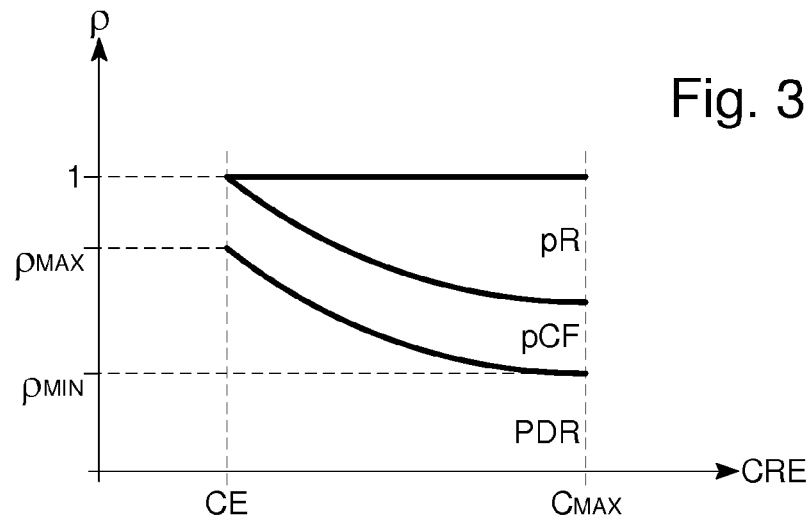


Fig. 3



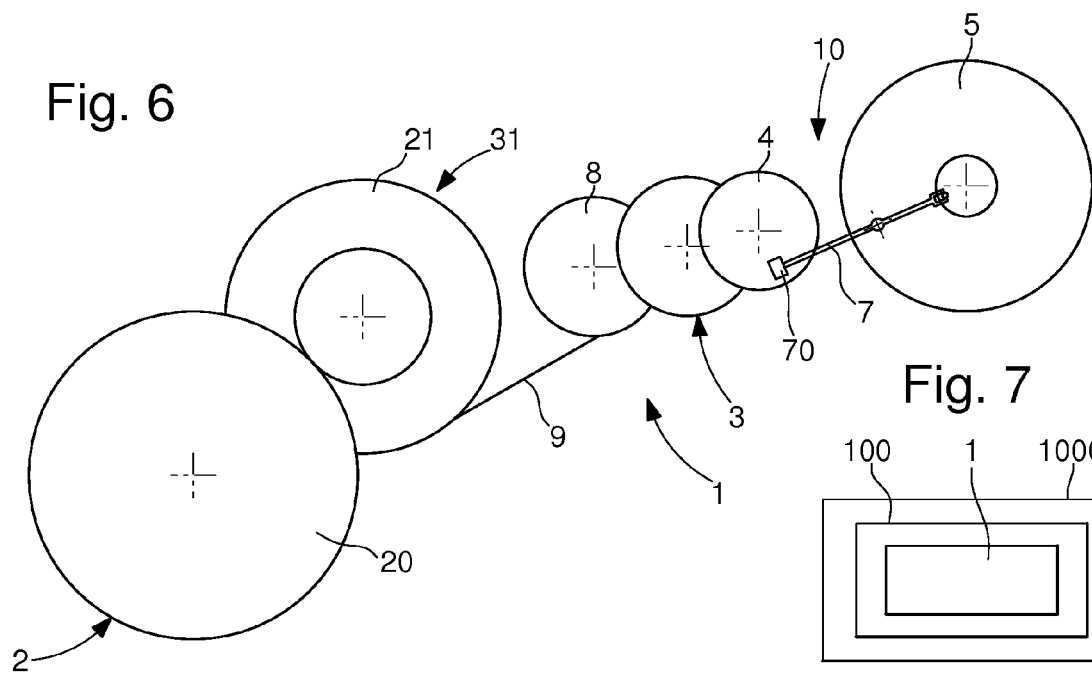
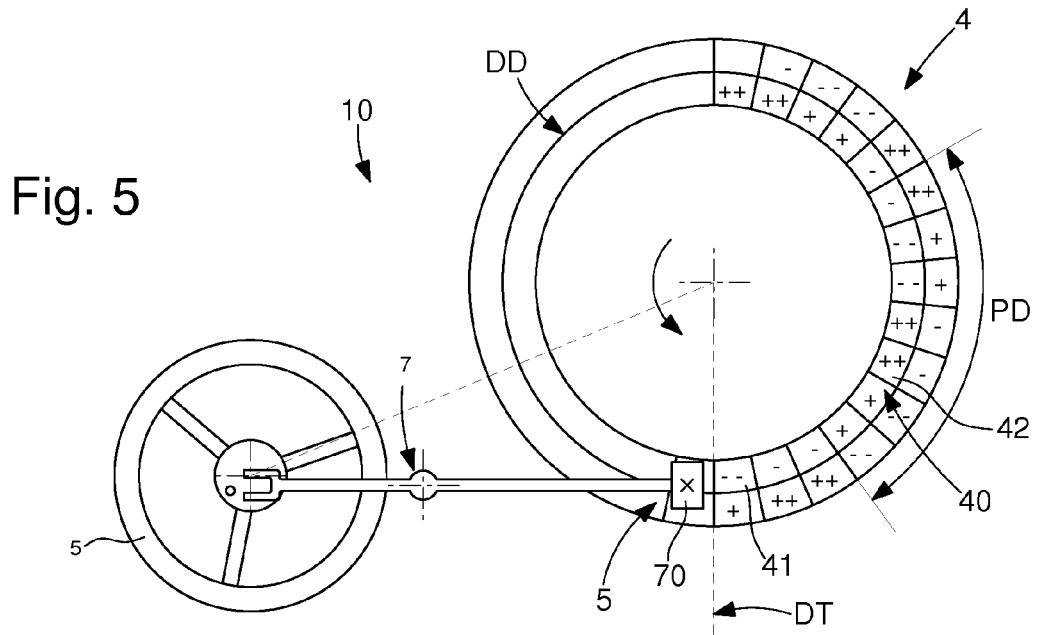
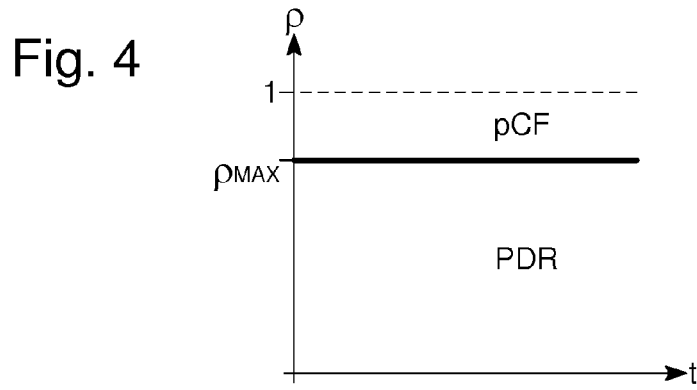
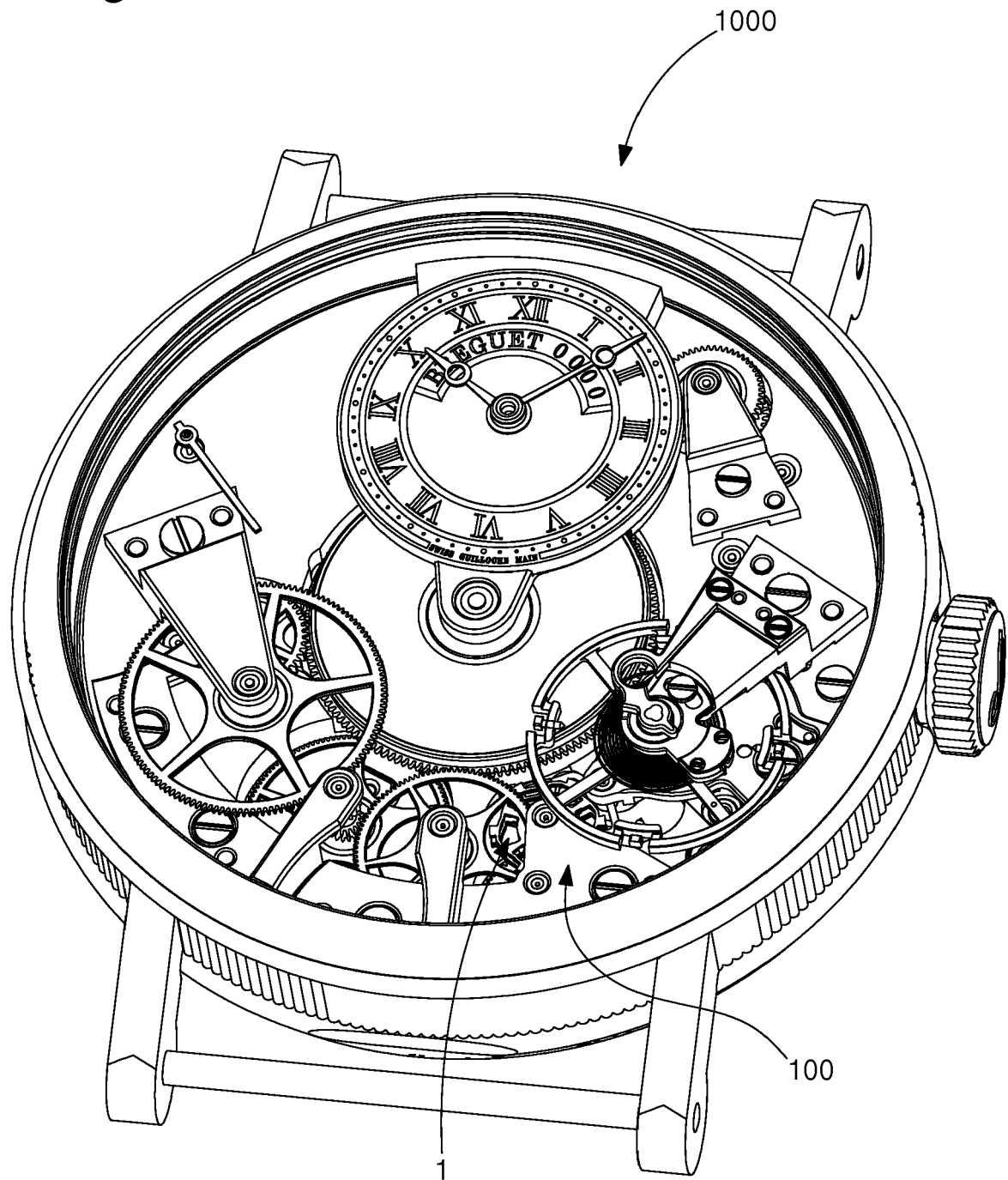


Fig. 8





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 16 15 9796

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)
Y,D	EP 2 911 015 A2 (SWATCH GROUP RES & DEV LTD [CH]) 26 août 2015 (2015-08-26)	1,3,5-7	INV. G04B1/22 G04C5/00 G04B13/00 G04B17/26
A	* alinéas [0016] - [0117]; figure 1 * * alinéa [0076] *	2,4	
Y	CH 706 209 A2 (MONTRES ROMAIN GAUTHIER SA [CH]) 13 septembre 2013 (2013-09-13)	1,3,5-7	
A	* alinéas [0020] - [0027] - alinéa [0024] *	2,4	
A	EP 1 914 604 A1 (GIRARD PERREGAUX SA [CH]) 23 avril 2008 (2008-04-23)	1-7	
A	* alinéas [0058] - [0068]; figure 3 *	1-7	
A	CH 709 031 A2 (SWATCH GROUP RES & DEV LTD [CH]) 30 juin 2015 (2015-06-30)	1-7	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) G04B G04C
A	US 2 914 956 A (MACLAY WILLIAM R) 1 décembre 1959 (1959-12-01)	1-7	
A	* colonne 2, ligne 24 - colonne 3, ligne 37 *	1-7	
A	EP 1 970 778 A1 (MONTRES BREGUET SA [CH]) 17 septembre 2008 (2008-09-17)	1-7	
	* alinéas [0014] - [0020] *		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		1 septembre 2016	Cavallin, Alberto
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)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 16 15 9796

5 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 membres 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.

01-09-2016

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2911015 A2	26-08-2015	EP 2889701 A2	01-07-2015
		EP 2889704 A2	01-07-2015
		EP 2894522 A2	15-07-2015
		EP 2911014 A2	26-08-2015
		EP 2911015 A2	26-08-2015
CH 706209 A2	13-09-2013	CH 706209 A2	13-09-2013
		DE 102013102180 A1	26-09-2013
EP 1914604 A1	23-04-2008	AT 491171 T	15-12-2010
		CN 101542400 A	23-09-2009
		EP 1914604 A1	23-04-2008
		EP 2076821 A2	08-07-2009
		HK 1132556 A1	18-03-2011
		JP 5005035 B2	22-08-2012
		JP 2010507086 A	04-03-2010
		WO 2008046916 A2	24-04-2008
CH 709031 A2	30-06-2015	AUCUN	
US 2914956 A	01-12-1959	AUCUN	
EP 1970778 A1	17-09-2008	AT 443282 T	15-10-2009
		CN 101281386 A	08-10-2008
		EP 1970778 A1	17-09-2008
		JP 5436788 B2	05-03-2014
		JP 2008224668 A	25-09-2008
		US 2008225646 A1	18-09-2008

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

- EP 13199427 A [0006] [0023]
- EP 14186261 A [0025]