



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**10.08.2005 Bulletin 2005/32**

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

(21) Numéro de dépôt: **05000326.8**

(22) Date de dépôt: **10.01.2005**

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

(72) Inventeur: **Remont, Jean**  
**39220 Les Rousses (FR)**

(74) Mandataire: **Laurent, Jean et al**  
**I C B**  
**Ingénieurs Conseils en Brevets SA**  
**Rue des Sors 7**  
**2074 Marin (CH)**

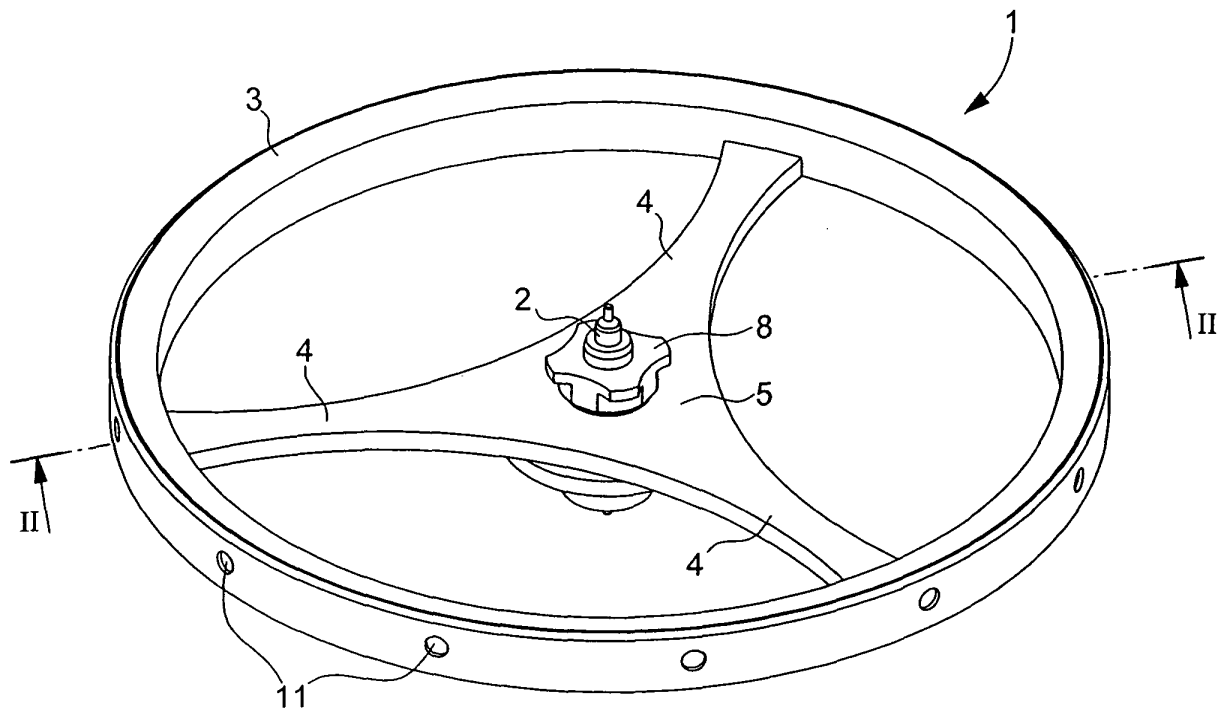
(30) Priorité: **05.02.2004 EP 04002540**

(71) Demandeur: **MONTRES BREGUET S.A.**  
**1344 L'Abbaye (CH)**

(54) **Balancier pour mouvement d'horlogerie**

(57) Afin d'alléger un balancier en forme de roue (1) en lui conservant une résistance mécanique suffisante et une bonne stabilité dimensionnelle vis-à-vis des variations de température, la serge (3) et les bras (2) du

balancier sont en titane ou en un alliage à base de titane. Cela permet de réaliser un oscillateur à balancier-spiral ayant un plus grand diamètre que d'habitude pour une même fréquence, ou ayant une fréquence plus élevée avec les mêmes dimensions qu'un oscillateur habituel.



**Fig. 1**

## Description

### Arrière-plan de l'invention

**[0001]** La présente invention concerne un balancier pour mouvement d'horlogerie, comportant un axe, une serge et des bras reliant la serge à l'axe, et destiné à être associé à un ressort spiral pour constituer de manière classique l'oscillateur mécanique qui détermine la fréquence de base du mouvement d'une pièce d'horlogerie, en particulier d'une montre. Une construction connue d'un balancier de ce genre est illustrée par exemple dans le brevet CH 494 992.

**[0002]** Actuellement, dans un balancier pour mouvement de montre, la pièce en forme de roue comprenant la serge (ou jante) et les bras est faite d'un alliage à base de cuivre, notamment en cupro-béryllium ou en maillechort, ou en nickel. Un tel alliage offre une combinaison avantageuse de qualités qui comprennent, en particulier, sa nature amagnétique, une bonne stabilité chimique et des caractéristiques mécaniques suffisantes. La densité de ces alliages est supérieure à 8 kg/dm<sup>3</sup>. Leur coefficient de dilatation thermique, qui est d'environ 17·10<sup>-6</sup>/°C pour le CuBe, d'environ 15·10<sup>-6</sup>/°C pour le nickel et d'environ 21·10<sup>-6</sup>/°C pour le maillechort, n'est pas particulièrement favorable. La fréquence d'oscillation f d'un oscillateur à balancier-spiral est donnée par :

$$1/f = 2\pi \cdot (I/M)^{0,5}$$

où I est le moment d'inertie du balancier autour de son axe de rotation et M est le couple élastique du spiral, exprimé en Nm/rad. Les fréquences usuelles des oscillateurs de montre s'échelonnent de 2,5 Hz à 5 Hz, par pas de 0,5 Hz afin qu'une durée d'une seconde corresponde à un nombre entier d'alternances de l'oscillateur. Un mouvement est donc conçu pour une fréquence donnée et l'ensemble balancier-spiral doit avoir cette fréquence-là. Dans la formule ci-dessus, on voit que le paramètre pertinent du balancier est le moment d'inertie. Comme la part des bras du balancier est très faible dans le moment d'inertie, celui-ci dépend avant tout des dimensions (diamètre et section transversale) et de la densité de la serge.

**[0003]** Dans certains cas, le concepteur d'un mouvement d'horlogerie peut souhaiter utiliser un balancier de relativement grand diamètre, par exemple pour des raisons d'esthétique. Augmenter le diamètre sans changer le moment d'inertie peut se faire soit en diminuant la section de la serge, soit en utilisant un matériau de moindre densité. Dans les deux cas, le balancier aura une moindre masse, ce qui réduit les frottements dans les paliers, donc les perturbations de l'isochronisme du balancier en fonction des positions (verticales et horizontales) du mouvement. Cependant, une serge de section réduite devient trop faible, surtout si elle doit porter des vis de réglage. On peut alors envisager l'utilisa-

tion d'un matériau plus léger.

**[0004]** Le brevet FR 1 275 357 prévoit de réaliser un balancier de montre allégé, par combinaison d'une serge faite d'un métal léger tel que l'aluminium avec un élément de support élastique en forme de roue, constitué par un cercle et des rayons, le cercle ayant des pattes extérieures pour sa fixation à la serge. Ceci permet de réaliser la roue en un matériau à propriétés mécaniques élevées, par exemple un acier à ressort. Une solution similaire, mais sans pattes de fixation, est prévue dans le brevet FR 1 301 938.

**[0005]** Toutefois, une telle construction de balancier en deux pièces faites de matériaux différents n'offre pas les mêmes garanties de durabilité et de stabilité de forme qu'une construction en une seule pièce, notamment à cause des grandes différences de dilatation thermique entre l'acier, les alliages à base d'aluminium et les alliages à base de cuivre. Ces dilatations et les déformations qu'elles peuvent induire modifient notablement le moment d'inertie et donc la fréquence d'oscillation, surtout dans le cas d'une serge en aluminium. D'autre part, avec cette construction en deux pièces, il est difficile de bien centrer la serge par rapport à l'axe de rotation.

### Résumé de l'invention

**[0006]** La présente invention vise à permettre de réaliser un oscillateur à balancier-spiral ayant un plus grand diamètre que d'habitude pour une même fréquence, ou ayant une fréquence plus élevée avec les mêmes dimensions qu'un oscillateur habituel, en évitant les inconvénients susmentionnés. L'invention vise notamment à alléger le balancier en lui conservant une résistance mécanique suffisante et une bonne stabilité dimensionnelle vis-à-vis des variations de température.

**[0007]** A cet effet, un balancier selon l'invention est caractérisé en ce que la serge et les bras sont en titane ou en un alliage à base de titane. De préférence, la serge et les bras sont faits d'une seule pièce, ce qui est un grand avantage par rapport aux deux brevets français précités, mais il n'est pas exclu de fabriquer ces pièces séparément, puis les assembler par soudage ou un autre moyen.

**[0008]** Si le choix du titane parmi d'autres métaux légers, pour réaliser une roue de balancier de montre, n'avait jamais été envisagé jusqu'ici alors que l'aluminium l'a été depuis des décennies, c'est probablement à cause des difficultés d'usinage attendues. Dans le modèle d'utilité DE 1 987 070 publié en 1968, il avait été mentionné la possibilité d'utiliser un métal léger tel que l'aluminium ou le titane au lieu du cupro-béryllium pour réaliser une roue d'échappement de montre, qui est une roue plate et tournant assez lentement. Toutefois, aucune utilisation industrielle du titane dans une roue de ce genre n'a été faite à notre connaissance. D'autre part, les propriétés physiques exigées des matériaux d'une roue de balancier sont bien différentes ou plus élevées que pour une autre roue d'un mouvement d'horlogerie.

Il s'avère de manière surprenante que la sélection du titane pour cette application particulière présente un ensemble d'avantages techniques qui permettent de réaliser une roue de balancier à la fois légère et de haute qualité : nature amagnétique, faible densité, résistance mécanique élevée, faible coefficient de dilatation thermique, résistance à la corrosion. Par rapport au cupro-béryllium, le titane est presque deux fois plus léger et se dilate thermiquement deux fois moins, tout en offrant d'aussi bonnes caractéristiques mécaniques. Par rapport à l'aluminium, le titane est un peu plus lourd, mais présente de bien meilleures caractéristiques mécaniques et une dilatation thermique trois fois moindre. L'invention permet donc de réaliser une roue de balancier en une pièce dont la serge est relativement légère malgré des dimensions relativement grandes, tandis que les bras sont minces et élastiques tout en étant suffisamment solides.

**[0009]** D'autre part, en comparaison avec un balancier en matériau classique ayant une serge relativement mince, un balancier de même diamètre en titane peut avoir une serge plus haute (dans la direction parallèle à l'axe de rotation), ce qui permet de ménager dans la serge des trous taraudés pour des vis d'équilibrage dans des cas où ce ne serait pas possible dans la serge en matériau classique.

#### Description sommaire des dessins

**[0010]** D'autres particularités de l'invention apparaîtront dans la description suivante d'un mode de réalisation d'un balancier pour mouvement de montre ayant une roue de balancier en titane, présenté à titre d'exemple non limitatif de l'invention en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective du balancier, et
- la figure 2 est une vue en coupe suivant la ligne II-II de la figure 1.

#### Description détaillée d'un mode de réalisation de l'invention

**[0011]** Le balancier 1 représenté dans les figures 1 et 2 comporte un axe classique 2 en acier qui supporte une roue de balancier comprenant une serge 3 et par exemple trois bras 4 faits d'une seule pièce avec la serge. Cette pièce est en titane ou en alliage à base de titane, pour les motifs de légèreté exposés plus haut. Les bras 4 rayonnent à partir d'une partie centrale percée 5 qui est chassée sur une portée 6 de l'axe 2 en butant contre un épaulement 7. De manière classique, l'axe 2 supporte en outre une virole 8, destinée à la fixation d'un spiral non représenté, et un double plateau d'échappement 9 destiné à coopérer avec une ancre.

**[0012]** Les alliages suivants, par exemple, peuvent être utilisés :

Titane grade 2 : AFNOR T40 (Fe 0,25%, O 0,048%, C 0,06%, N 0,05%, H 0,013%, Ti pour le reste)  
 Titane grade 5 : AFNOR TA6V6E2 (Al 5,5%, V 5,5%, Fe 0,6%, N 0,04%, Sn 2%, Cu 0,6%, Ti pour le reste).

**[0013]** Grâce à la faible densité du titane, la serge 3, ayant en l'occurrence une section transversale trapézoïdale, est suffisamment haute, épaisse et résistante pour comporter des trous taraudés destinés à recevoir des vis de réglage s'il le fallait. Dans le cas présent, l'équilibrage du balancier n'est pas réalisé au moyen de vis de réglage, mais par fraisage de creux 11 dans la face extérieure de la serge.

**[0014]** En partant de l'idée que le balancier 1 est réalisé en titane (densité 4,5 kg/dm<sup>3</sup>) afin d'avoir un plus grand diamètre qu'un balancier classique en cupro-béryllium (densité 8,25 kg/dm<sup>3</sup>) ayant le même moment d'inertie, en conservant en outre la même section transversale de la serge, on peut calculer que le diamètre moyen de la serge du balancier en titane sera agrandi de 22%. L'effet obtenu du point de vue de l'esthétique est donc significatif, sans entraîner de perte sur les caractéristiques mécaniques de la serge.

#### **Revendications**

1. Balancier (1) pour mouvement d'horlogerie, comportant un axe (2), une serge (3) et des bras (4) reliant la serge à l'axe, **caractérisé en ce que** la serge et les bras sont en titane ou en un alliage à base de titane.
2. Balancier selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la serge (3) et les bras (4) sont faits d'une seule pièce.
3. Balancier selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'axe (3) est en acier.

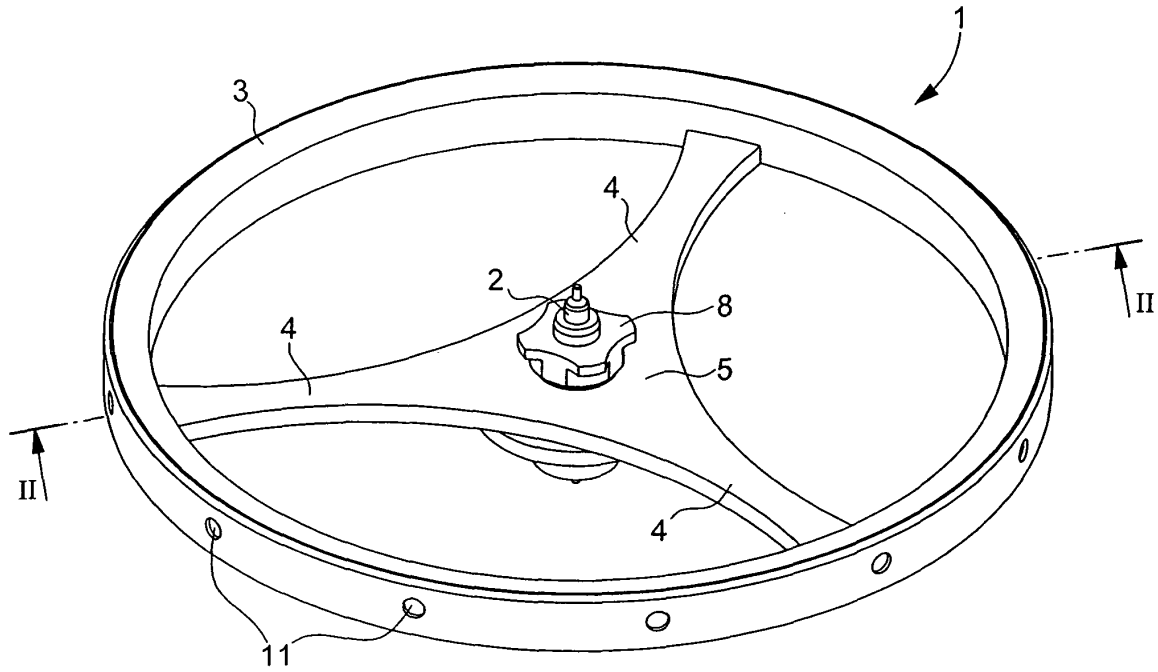


Fig. 1

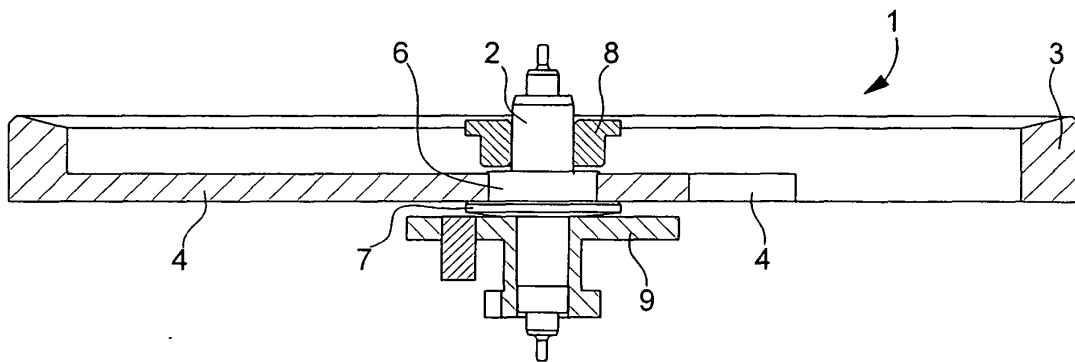


Fig. 2



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
Y	CH 621 669 A (LES FABRIQUES D'ASSORTIMENTS RÉUNIES) 27 février 1981 (1981-02-27) * le document en entier * -----	1-3	G04B17/06
Y	DE 19 87 070 U (GEBR. JUNGHANS GMBH) 6 juin 1968 (1968-06-06) * revendication 5 * -----	1-3	
A	CH 316 831 A (GIBBS MANUFACTURING AND RESEAR) 31 octobre 1956 (1956-10-31) * page 4, ligne 1-4 * -----	1-3	
D,A	FR 1 275 357 A (STRAUMANN INST AG) 3 novembre 1961 (1961-11-03) * le document en entier * -----	1-3	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			G04B
1 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>La Haye</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>31 mai 2005</b>	Examineur <b>Burns, M</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

EPO FORM 1503 03/82 (P04/C02)

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

EP 05 00 0326

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.

31-05-2005

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
CH 621669	A	27-02-1981	AUCUN	
-----				
DE 1987070	U		AUCUN	
-----				
CH 316831	A	31-10-1956	AUCUN	
-----				
FR 1275357	A	03-11-1961	AUCUN	
-----				

EPO FORM P0480

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