

(19)



(11)

EP 4 575 661 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
25.06.2025 Bulletin 2025/26

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
G04B 13/02 (2006.01) G04B 17/06 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **23219466.2**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
G04B 17/063; G04B 13/021; G04B 13/022

(22) Date de dépôt: **21.12.2023**

(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 ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(72) Inventeurs:
• **BOUQUIN, Jean-Marie**
74160 Saint-Julien-en-Genevois (FR)
• **TOBENAS, Susana**
2017 Boudry (CH)

(74) Mandataire: **Novagraaf International SA**
Chemin de l'Echo 3
1213 Onex, Geneva (CH)

(71) Demandeur: **RICHEMONT INTERNATIONAL SA**
1752 Villars-sur-Glâne (CH)

(54) ENSEMBLE HORLOGER COMPRENANT UN BALANCIER ET UN ARBRE DE BALANCIER

(57) L'invention concerne ensemble horloger comprenant :

- un arbre de balancier (10) doté d'un premier rebord annulaire (11) définissant une première butée axiale, une première portée (13) de diamètre D jouxtant le premier rebord annulaire (11),
- un balancier (20), comportant un moyeu (22) doté d'une ouverture centrale, par laquelle le balancier (20) est ajusté sur la première portée (13), en appui sur la pre-

mière butée axiale,

- un organe de blocage (30), monté rigidement sur l'arbre de balancier (10) et agencé de manière à bloquer le balancier (20) contre le rebord annulaire.

Selon l'invention, l'organe de blocage (30) présente une concavité dans sa partie située autour de l'arbre (10), qui limite le contact entre l'organe de blocage (30) et le balancier (20) à une zone située autour d'une portion annulaire, entourant l'arbre (10).

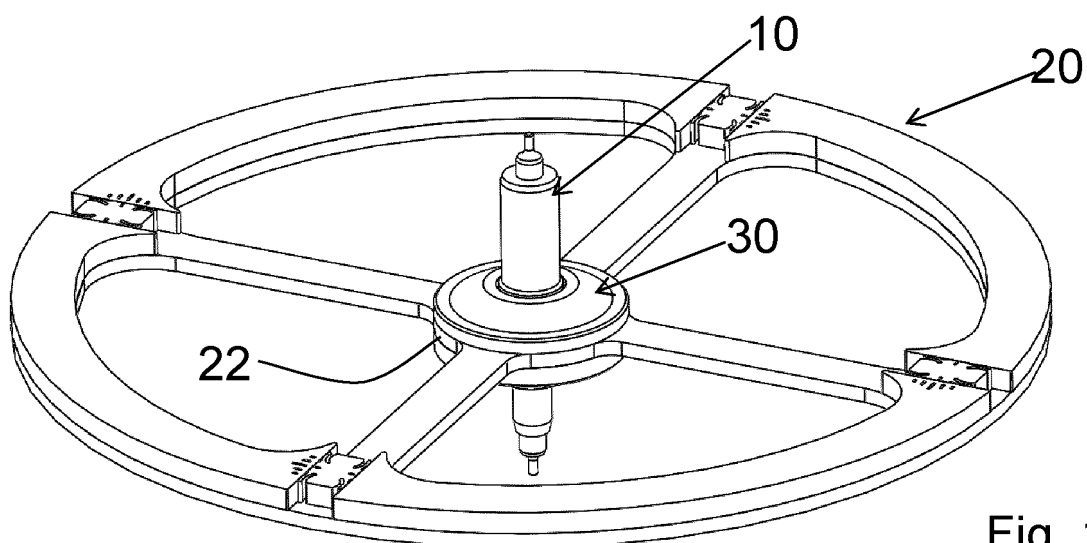
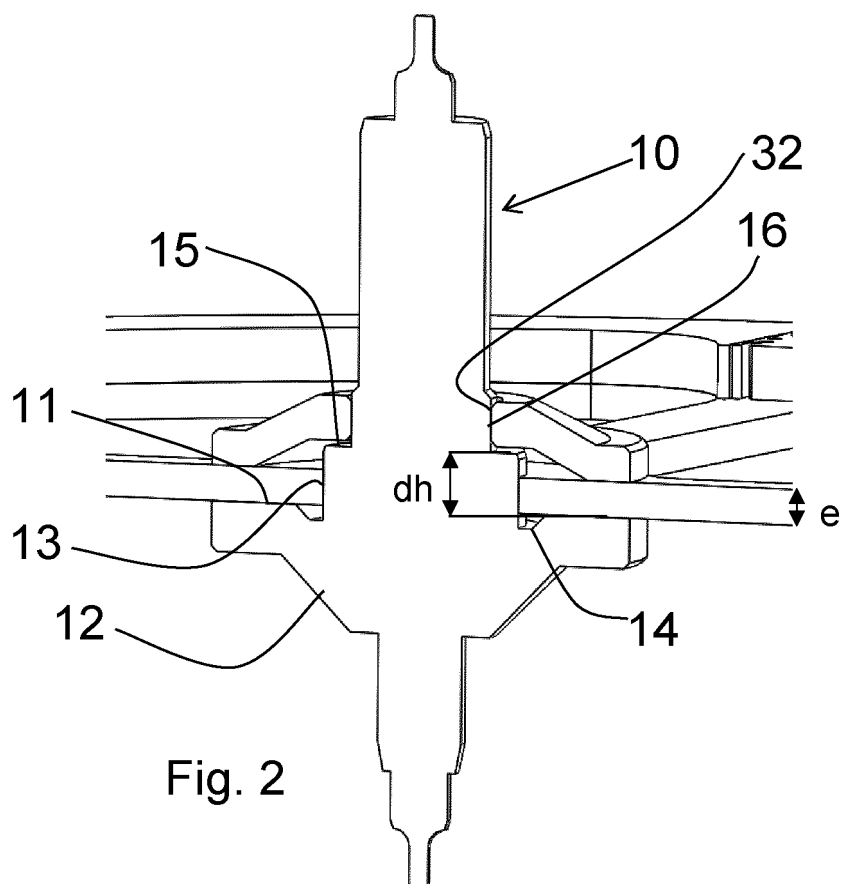


Fig. 1



Description

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne le domaine de l'horlogerie. Elle concerne plus particulièrement un ensemble horloger comprenant :

- un arbre de balancier doté d'un premier rebord annulaire définissant une première butée axiale, une première portée de diamètre d jouxtant le premier rebord,
- un balancier, comportant un moyeu doté d'une ouverture centrale, par laquelle le balancier est ajusté sur la première portée, en appui sur la première butée axiale,
- un organe de blocage, monté rigidement sur l'arbre de balancier et agencé de manière à bloquer le balancier contre le rebord annulaire.

Etat de la technique

[0002] De manière habituelle, les balanciers sont chassés sur un rebord de l'arbre de balancier. Ce rebord forme une butée, sur laquelle le balancier vient se positionner.

[0003] Les balanciers sont usinés par décolletage dans des barres métalliques. Les matériaux utilisés, tant pour le balancier que pour l'arbre de balancier, permettent d'obtenir une précision dimensionnelle et un contrôle des forces de chassage maîtrisé.

[0004] On sait que des pièces réalisées en silicium ne supportent pas les contraintes de chassage, en raison de leur fragilité due à l'absence de domaine plastique du silicium.

[0005] Pour des roues ou des spiraux réalisés en silicium, la problématique de la fixation a déjà été traitée. Ainsi, on a proposé d'utiliser un manchon intermédiaire, entre l'arbre et la pièce en silicium, qui reprenne les forces de chassage. Toutefois, la maîtrise du centrage en cours de la déformation, n'est pas évidente à garantir.

[0006] On a proposé de riveter la pièce en silicium, en déformant une lèvre formée sur l'arbre, pour la rabattre sur la pièce en silicium. Si cette solution est relativement pratique en bout d'axe, elle présente d'autres difficultés, notamment en termes de précision, quand des composants doivent être montés sur l'arbre, sur la lèvre rabattue.

[0007] Il existe de nombreuses solutions qui ont été décrites pour réaliser des structures élastiques au niveau du moyen de la pièce en silicium, pour serrer celle-ci sur l'arbre. Toutefois, ces solutions sont difficiles à appliquer pour la fixation d'un balancier, en raison de la masse et des effets inertiels que ce dernier subit. En effet, les frottements générés par la pression élastique demeurent faibles et peuvent être insuffisants pour tenir un balancier, par exemple en cas de chocs.

[0008] La présente invention a donc pour but de pro-

poser une solution d'assemblage d'un balancier, particulièrement d'un balancier dont le moyeu est réalisé en un matériau fragile, de type silicium.

5 Divulcation de l'invention

[0009] De façon plus précise, l'invention concerne un ensemble horloger tel que mentionné ci-dessus et comprenant, un arbre de balancier, un balancier et un organe de blocage. Selon l'invention, ledit organe de blocage présente une concavité ou un dégagement dans sa partie située autour de l'arbre, qui limite le contact entre l'organe de blocage et le balancier à une zone située autour d'une portion annulaire, entourant l'arbre.

[0010] Dans un mode de réalisation préféré, l'arbre présente un deuxième rebord annulaire, définissant une deuxième butée axiale, une deuxième portée, par exemple de diamètre d , avec $D > d$, jouxtant le deuxième rebord, et en ce que l'organe de blocage est chassé en butée sur le deuxième rebord.

[0011] De manière avantageuse, l'organe de blocage est de forme annulaire, avec une ouverture centrale dimensionnée pour permettre un chassage sur l'arbre au diamètre d .

[0012] De préférence, une fois assemblé, l'organe de blocage est déformé élastiquement.

[0013] Dans une variante, le balancier est réalisé au moins partiellement en un matériau fragile, c'est à dire sans déformation plastique lorsque la rupture intervient, ou avec un allongement $A\%$ avant rupture inférieur à 0.2% ou nul lorsque mesuré lors d'un essai de traction, au moins au niveau de ladite zone située autour d'une portion annulaire. Ainsi, le moyeu du balancier peut être à base de silicium.

[0014] Encore dans une variante préférée, l'arbre présente une pique proximale, sur le premier rebord.

[0015] Avantageusement, l'ouverture centrale du moyeu du balancier et le premier rebord peuvent présenter des géométries correspondantes, définissant un couple de forme et de contre-forme non circulaire.

Brève description des dessins

[0016] D'autres détails de l'invention 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 isométrique d'un ensemble horloger selon l'invention,
- la figure 2 est une vue en coupe montrant l'assemblage des composants formant l'ensemble représenté sur la figure 1, et
- la figure 3 est une représentation schématique en coupe d'une portion de l'organe de blocage.

Mode de réalisation de l'invention

[0017] On a représenté sur la figure 1, un ensemble

horloger comprenant un arbre de balancier 10, un balancier 20 et un organe de blocage 30 du balancier 20 sur l'arbre 10. Un tel ensemble horloger est destiné à être associé à un organe de rappel élastique, typiquement un ressort spiral, pour former un résonateur d'un mouvement de montre.

[0018] Plus particulièrement, l'arbre de balancier 10 est doté d'un premier rebord annulaire 11 définissant une première butée axiale. Ce premier rebord 11 peut être relativement large et prendre la forme d'un plateau annulaire. Pour être suffisamment rigide, sans trop alourdir l'arbre de balancier 10, le rebord peut être prolongé par une portion conique 12 qui fait la liaison avec la partie cylindrique de l'arbre 10.

[0019] Une première portée 13 de diamètre D jouxte le premier rebord 11. Elle est destinée à recevoir le balancier 20, comme on le décrit ci-après. De manière avantageuse, une pique 14 est disposée sur le premier rebord 11, à la jonction entre le premier rebord 11 et la première portée 13. Autrement dit, l'arbre 10 présente une pique 14 proximale, sur le premier rebord 11. Cela permet d'éviter tout risque lié à une imprécision de la jointure entre le premier rebord 11 et la première portée 13, qui pourrait gêner le positionnement du balancier 20.

[0020] Le balancier 20 comporte un moyeu 22 doté d'une ouverture centrale, au travers de laquelle le balancier 20 est ajusté sur la première portée 13, en appui sur le premier rebord 11. Par ajusté, on entend un positionnement sans contrainte, mais avec un jeu minimal pour permettre le positionnement libre sur le premier rebord 11. L'ouverture centrale et la première portée 13 peuvent être de forme circulaire.

[0021] L'organe de blocage 30 est monté rigidement sur l'arbre de balancier 10 et est agencé de manière à bloquer le balancier 20 contre le premier rebord annulaire 11. L'organe de blocage 30 est typiquement chassé sur l'arbre 10. Pour ce faire, l'arbre 10 présente un deuxième rebord annulaire 15, définissant une deuxième butée axiale, une deuxième portée 16 de diamètre d, avec $D > d$, jouxtant le deuxième rebord. L'organe de blocage 30 comprend une ouverture 32, typiquement circulaire et centrale, dimensionnée pour permettre un chassage sur l'arbre 10 au diamètre d. L'organe de blocage 30 est chassé en butée sur le deuxième rebord annulaire 15.

[0022] Selon un aspect important de l'invention, l'organe de blocage 30 présente une concavité dans sa partie située autour de l'ouverture 32 et de l'arbre 10, qui limite le contact entre l'organe de blocage 30 et le balancier 20 à une zone située autour d'une portion annulaire, entourant l'arbre 10. Autrement dit, dans cette portion annulaire du balancier 20 et plus particulièrement dans une portion annulaire du moyeu 22 entourant l'ouverture centrale, il n'y a pas de contact entre l'organe de blocage 30 et le balancier 20.

[0023] Dans un mode de réalisation préféré, l'organe de blocage 30 est déformable élastiquement et est du type rondelle Belleville. Autrement dit, il s'agit d'un anneau de forme conique, avec une ouverture centrale 32

pour le passage de l'arbre 10. Plus généralement, l'organe de blocage 30 peut avoir la forme d'une pièce annulaire, présentant une concavité, également circulaire ou présentant une symétrie centrale. La concavité est orientée en direction du premier rebord. On peut envisager, sans sortir de l'invention, que le contact entre l'organe de blocage 30 et le balancier 20 ne soit pas continu, par exemple avec des interruptions dans la paroi annulaire de l'organe de blocage 30, formant des bras. Ces bras peuvent, par exemple, prendre appui sur les bras du balancier 20, reliant le moyeu 22 et la serge. Les bras peuvent éventuellement coopérer avec des structures d'arrêt formées dans le balancier afin de rendre solitaires en rotation l'organe de blocage 30 et le balancier 20.

[0024] De manière avantageuse, lors de son chassage sur l'arbre 10, l'organe de blocage 30 est déformé élastiquement sous l'effet de la pression exercée sur le balancier 20 et de la réaction que l'organe de blocage 30 subit. Le balancier 20 est ainsi maintenu contre le premier rebord 11.

[0025] Ainsi, l'organe de blocage 30 présente, dans son état au repos, c'est-à-dire hors déformation, un écart Δh entre la portion 34 destinée à être appuyée sur le deuxième rebord annulaire 15 de l'arbre 10 et la portion 36 destinée à être appuyée sur le balancier 20 (figure 3). Δh est plus grand que la différence entre, d'une part, la hauteur dh entre le premier rebord 11 et le deuxième rebord 15 et, d'autre part, l'épaisseur e du balancier 20, au niveau de l'appui de l'organe de blocage 30.

[0026] On a donc $\Delta h > dh - e$.

[0027] Ainsi, lorsque l'organe de blocage 30 est chassé sur l'arbre 10, il est déformé élastiquement. Grâce au contrôle et à la maîtrise des cotes du premier rebord 11 et du deuxième rebord, d'une part, et de l'épaisseur du balancier 20 d'autre part, ainsi qu'à la maîtrise de la géométrie de l'organe de blocage 30, on peut avantageusement garantir la force de serrage exercée sur le balancier 20 par l'organe de blocage 30. Dès lors que l'organe de blocage 30 vient en butée sur le deuxième rebord, la force de serrage est indépendante de la force de chassage de l'organe de blocage 30.

[0028] De manière préférée, le balancier 20 est réalisé en un matériau sans déformation plastique, au moins au niveau du moyeu 22 et des bras. Ainsi, plus particulièrement, le balancier 20 est réalisé en un matériau sans déformation plastique, au moins au niveau de ladite zone de contact entre l'organe de blocage 30 et le balancier 20, telle que définie ci-dessus. Ce matériau sans déformation plastique est avantageusement du silicium ou à base de silicium, ce qui permet, en réalisant ce composant à partir d'un wafer, ou d'une plaquette, de contrôler parfaitement l'épaisseur e .

[0029] Le mode de réalisation décrit ci-dessus mentionne un moyeu 22 avec une ouverture circulaire, ainsi qu'un premier rebord 11 de forme correspondante. On peut également prévoir d'avoir un couple de forme et de contre-forme non circulaire sur le balancier 20, et sur

l'arbre 30, pour supprimer le degré de liberté de rotation relative entre ces deux pièces lorsque le balancier 20 est en appui sur le premier rebord 11. Cela peut être obtenu par un méplat, un doigt ou un ergot, ou une structure de forme polygonale, comme un triangle, un carré, ou un autre polygone à n côtés, le polygone pouvant être régulier, avec n pouvant aller typiquement jusqu'à 10. On peut alors limiter l'effort de serrage de l'organe de blocage 30, à un maintien axial.

[0030] Dans une variante, on peut envisager de réaliser une structuration ou une micro-structuration à l'interface entre l'organe de blocage 30 et le balancier 20. De manière avantageuse, la structuration ou la micro-structuration est effectuée sur le balancier, de préférence en silicium, le silicium pouvant être structuré chimiquement ou par plasma, voire en appliquant un masque afin de choisir les zones à structurer. Alternativement, une structuration peut également être effectuée, par exemple par un traitement mécanique de type ponçage, sur l'interface de l'organe de blocage 20. On augmente ainsi le coefficient de frottement entre le balancier et l'organe de serrage et on améliore la tenue du balancier, particulièrement en rotation, relativement à l'organe de blocage.

Revendications

1. Ensemble horloger comprenant :

- un arbre de balancier (10) doté d'un premier rebord annulaire (11) définissant une première butée axiale, une première portée (13) de diamètre D jouxtant le premier rebord annulaire (11),
- un balancier (20), comportant un moyeu (22) doté d'une ouverture centrale, par laquelle le balancier (20) est ajusté sur la première portée (13), en appui sur la première butée axiale,
- un organe de blocage (30), monté rigidement sur l'arbre de balancier (10) et agencé de manière à bloquer le balancier (20) contre le rebord annulaire,

caractérisé en ce que l'organe de blocage (30) présente une concavité dans sa partie située autour de l'arbre (10), qui limite le contact entre l'organe de blocage (30) et le balancier (20) à une zone située autour d'une portion annulaire, entourant l'arbre (10).

2. Ensemble horloger selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'arbre (10) présente un deuxième rebord annulaire (15), définissant une deuxième butée axiale, une deuxième portée (16) de diamètre d, avec $D > d$, jouxtant le deuxième rebord, et **en ce que** l'organe de blocage (30) est chassé en butée sur le deuxième rebord.

3. Ensemble horloger selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'organe de blocage (30) est de forme annulaire, avec une ouverture centrale dimensionnée pour permettre un chassage sur l'arbre (10).

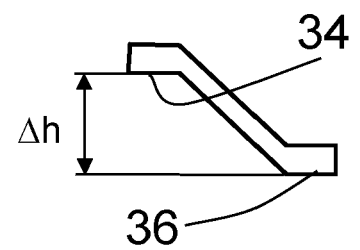
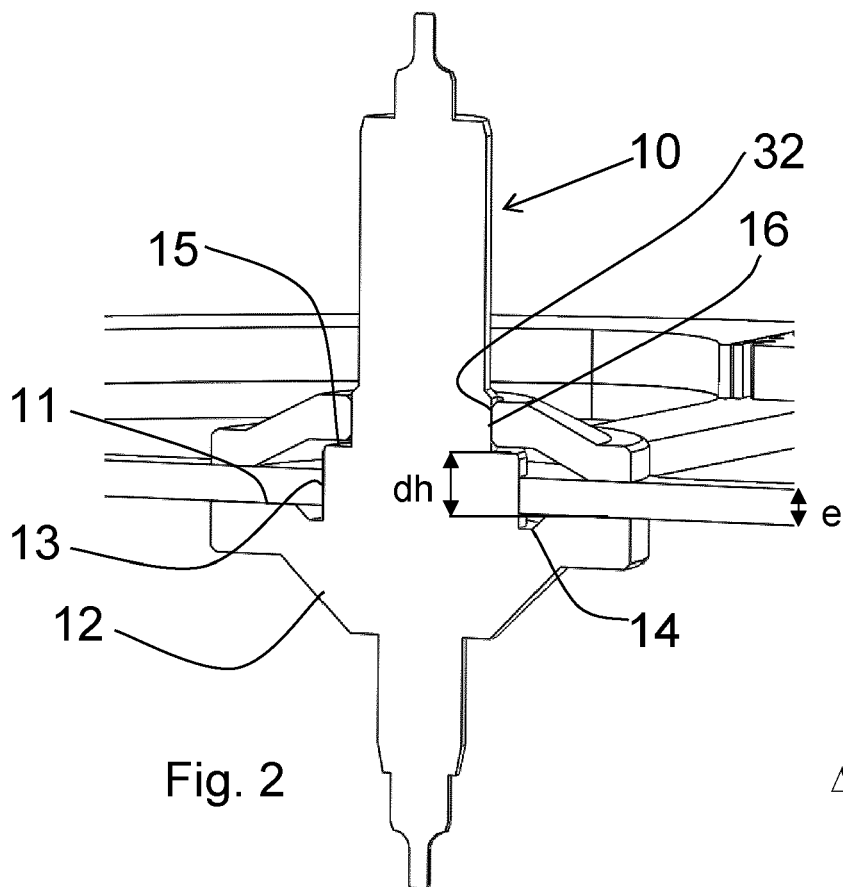
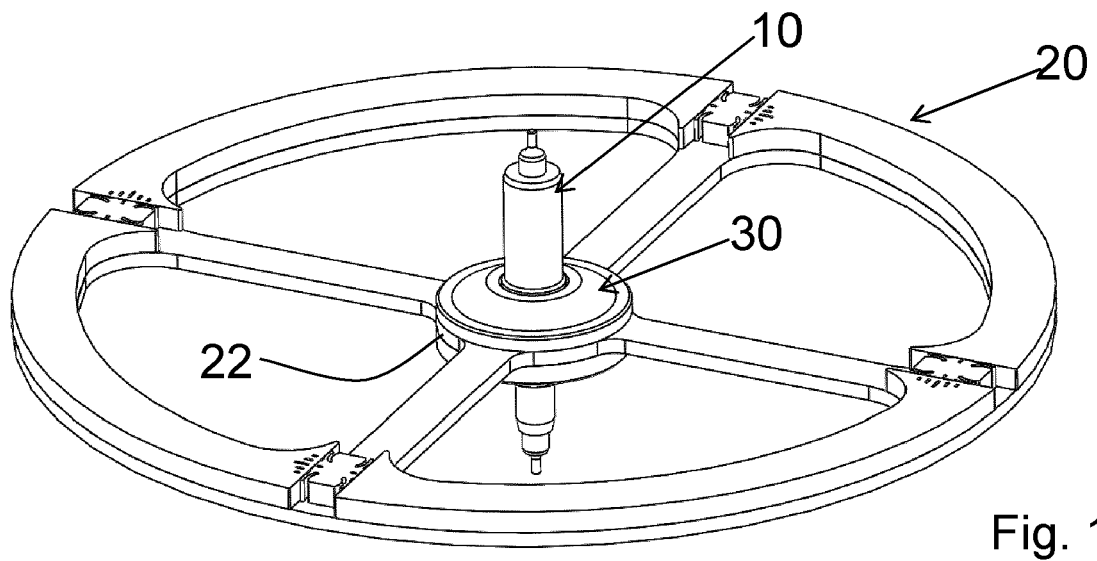
4. Ensemble horloger selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'organe de blocage (30) est déformé élastiquement.

5. Ensemble horloger selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le balancier (20) est réalisé au moins partiellement en un matériau fragile, sans déformation plastique à la rupture, au moins au niveau de ladite zone située autour d'une portion annulaire.

6. Ensemble horloger selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** ledit moyeu (22) du balancier (20) est à base de silicium.

7. Ensemble horloger selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'arbre (10) présente une pique (14) proximale, sur ledit premier rebord annulaire (11).

8. Ensemble horloger selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'ouverture centrale du moyeu (22) du balancier (20) et le premier rebord annulaire (11) présentent des géométries correspondantes, définissant un couple de forme et de contre-forme non circulaire.





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 23 21 9466

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	EP 2 860 591 A1 (NIVAROX SA [CH]) 15 avril 2015 (2015-04-15)	1,3-8	INV.
A	* abrégé * * figures 1,2, 4-8,11 * * alinéas [0001] - [0007], [0010], [0011] * * alinéas [0014] - [0025] * * alinéas [0028] - [0069] * -----	2	G04B13/02 G04B17/06
A	JP S51 81907 A (CITIZEN WATCH CO LTD) 17 juillet 1976 (1976-07-17) * le document en entier * -----	2	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			G04B G04F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 5 juin 2024	Examineur Poizat, Christophe
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			

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

EP 23 21 9466

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.

05-06-2024

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2860591 A1	15-04-2015	CN 104570682 A	29-04-2015
		EP 2860591 A1	15-04-2015
		HK 1209855 A1	08-04-2016
		JP 5947356 B2	06-07-2016
		JP 2015075489 A	20-04-2015
		RU 2014140818 A	27-04-2016
		US 2015098310 A1	09-04-2015

JP S5181907 A	17-07-1976	AUCUN	

EPO FORM P0460

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