

(19)



(11)

EP 4 535 092 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
09.04.2025 Bulletin 2025/15

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
G04B 17/06 (2006.01) G04D 7/08 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **24203803.2**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
G04B 17/063; G04D 7/085

(22) Date de dépôt: **01.10.2024**

(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:
GE KH MA MD TN

(71) Demandeur: **Breitling SA**
2540 Grenchen (CH)

(72) Inventeur: **EISENEGGER, Kilian**
3283 Kallnach (CH)

(74) Mandataire: **Patentsmith SA**
Bahnhofstrasse 87
3232 Ins (CH)

(30) Priorité: **02.10.2023 CH 10822023**

(54) **PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UN BALANCIER POUR OSCILLATEUR HORLOGER**

(57) Procédé de fabrication d'un balancier (1) pour oscillateur horloger, comprenant les étapes de :
- usinage dudit balancier (1) en métal ;
- mesure du poids et/ou de l'inertie dudit balancier (1) ;
- facultativement, mise en classe par enlèvement de matière dudit balancier (1) ;

- application d'une couche de passivation (17) sur au moins une partie de la surface dudit balancier (1), ladite couche de passivation (17) ayant une épaisseur inférieure à 5nm, de préférence inférieure à 3nm, encore de préférence inférieure à 2nm.

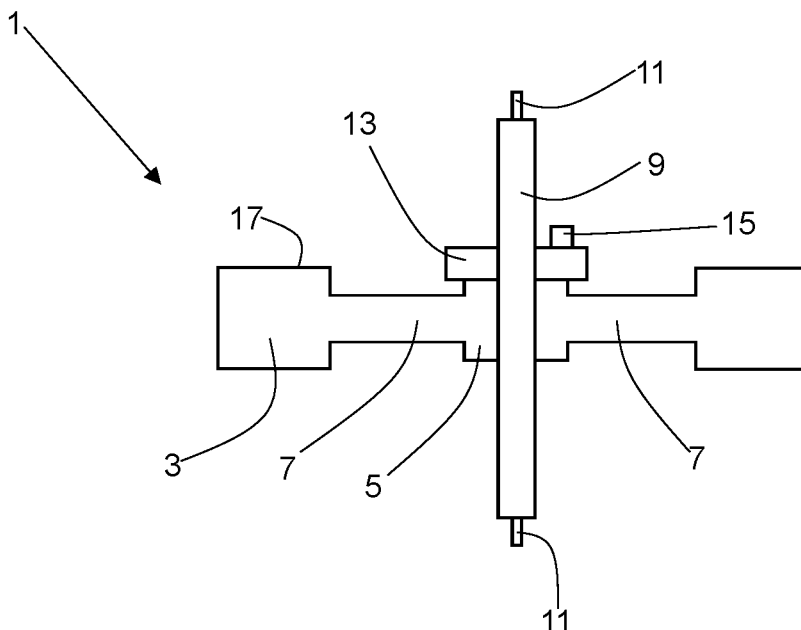


Figure 1

EP 4 535 092 A1

Description

Domaine technique

[0001] La présente invention se rapporte au domaine de l'horlogerie. Elle concerne, plus particulièrement, un procédé de fabrication d'un balancier pour oscillateur horloger, un procédé de fabrication d'un lot de tels balanciers, ainsi qu'un tel balancier en tant que tel.

Etat de la technique

[0002] La manière traditionnelle de mettre un balancier métallique en inertie, afin de contribuer à obtenir une fréquence de battement souhaitée pour l'oscillateur dans lequel ledit balancier est intégré, comporte les étapes de :

1. Usinage des balanciers en métal, tel que le Maillechort, CuBe, Declafor ou similaire ;
2. Mesure du poids ou de l'inertie du balancier, avec ou sans axe, par classement Omegametric ou similaire, afin de diviser les balanciers par classes d'inertie et ainsi de permettre un appairage par classes avec des spiraux classés par raideur. Typiquement, chaque classe correspond à 150 secondes de marche par jour pour l'oscillateur assemblé ;
3. Enlèvement de matière du balancier pour les balanciers qui le nécessitent pour la mise en inertie, afin de pouvoir fabriquer des balanciers avec une précision sous-classe, c'est-à-dire ayant une variation correspondant à moins de 150 secondes par jour de marche, comme par exemple 50 secondes par jour ;
4. Application d'une couche de protection, typiquement un dorage, un autre revêtement galvanique, un dépôt de carbone synthétique ou similaire ;
5. Reclassement avec une dispersion de travail comme en point 3, puisque l'application de la couche de protection augmente l'épaisseur des balanciers suffisamment pour les déclasser.

[0003] Ce reclassement est chronophage, et son élimination est souhaitable tout en gardant une précision de classement et sans nuire à la résistance au ternissement du balancier.

[0004] Le but de l'invention est par conséquent de proposer une pièce d'horlogerie dans laquelle les défauts susmentionnés sont au moins partiellement surmontés.

Divulguation de l'invention

[0005] De façon plus précise, l'invention concerne un procédé de fabrication d'un balancier pour oscillateur horloger, typiquement un oscillateur balancier-spiral. Ce procédé comprend les étapes suivantes :

- usinage dudit balancier en métal, tel qu'en alliage Maillechort (un alliage de 50% de cuivre, 30% de zinc

et 20% de nickel, par poids), alliage cuivre-béryllium, ou alliage Declafor (un alliage cuivre-nickel-étain comprenant typiquement 7,5% de nickel et 5% d'étain, ainsi que jusqu'à 0.3% de manganèse, par poids) ; puis

- mesure du poids et/ou de l'inertie dudit balancier, par exemple par l'intermédiaire d'un appareil Omegametric ou similaire ; puis
- facultativement, mise en classe par enlèvement de matière dudit balancier, par exemple par diamantage, mise en épaisseur ou ajout de trous sur l'extérieur ou le dessous du balancier ; puis
- application d'une couche de passivation, tel qu'une couche d'oxyde, nitrure ou carbure, ayant une épaisseur inférieure à 5nm, de préférence inférieure à 3nm, encore de préférence inférieure à 2nm, sur au moins une partie de la surface dudit balancier, de préférence sur l'ensemble de la surface de la serge dudit balancier, encore de préférence sur l'ensemble de la surface du métal dudit balancier.

[0006] Une couche de passivation, qui peut être formée par une oxydation, une nitruration ou une carburation de la surface du métal du balancier, protège ce dernier contre un ternissement, mais n'apporte pas suffisamment de masse pour le déclasser, et ce contrairement à une métallisation classique, une anodisation ou similaire. Pour le surplus, l'épaisseur de la couche de passivation est très constante d'un balancier à l'autre. Un reclassement des balanciers n'est donc pas nécessaire, l'augmentation d'inertie étant suffisamment négligeable et constante pour être ignorée.

[0007] Avantagusement, ladite couche de passivation est appliquée par voie sèche, comme par exemple en faisant réagir la surface du métal du balancier avec une espèce chimique gazeuse telle que de l'oxygène, l'azote ou un hydrocarbure, le cas échéant, dans un réacteur. Un tel procédé par voie sèche n'est pas à assimiler à une anodisation, qui est un procédé électrochimique effectuée dans un bain d'une solution aqueuse, et qui sert à créer des couches d'oxyde ayant une épaisseur de l'ordre de plusieurs micromètres à plusieurs dizaines de micromètres.

[0008] L'invention porte également sur un procédé de fabrication d'un lot de balanciers pour oscillateurs horlogers, typiquement des oscillateurs balancier-spiral. Ce procédé comprend les étapes de :

- usinage d'une pluralité de balanciers en métal, tel qu'un alliage Maillechort (un alliage de 50% de cuivre, 30% de zinc et 20% de nickel, par poids), alliage cuivre-béryllium, ou alliage Declafor (un alliage cuivre-nickel-étain comprenant typiquement 7,5% de nickel et 5% d'étain, ainsi que jusqu'à 0.3% de manganèse, par poids) ; puis
- mesure du poids et/ou de l'inertie desdits balanciers, par exemple par l'intermédiaire d'un appareil Omegametric ou similaire ; puis

- classement desdits balanciers selon poids et/ou l'inertie, typiquement selon des classes correspondant à 150 secondes de marche par jour ; puis
- mise en classe par enlèvement de matière d'au moins certains desdits balanciers, typiquement de l'ensemble desdits balanciers, cet enlèvement de matière étant typiquement par exemple par diamantage, mise en épaisseur ou ajout de trous sur l'extérieur ou le dessous du balancier ; puis
- application d'une couche de passivation, telle qu'un oxyde, nitrure ou carbure, ayant une épaisseur inférieure à 5nm, sur au moins une partie de la surface desdites balanciers, de préférence sur l'ensemble de la surface du métal desdits balanciers.

[0009] Comme mentionné ci-dessus, une couche de passivation, qui peut être formée par une oxydation, une nitruration ou une carburation, de la surface du métal du balancier, protège ce dernier contre un ternissement mais n'apporte pas suffisamment de masse pour le déclasser, et ce contrairement à une métallisation classique, une anodisation ou similaire. Pour le surplus, l'épaisseur de la couche de passivation est très constante d'un balancier à l'autre. Un reclassement des balanciers n'est donc pas nécessaire, l'augmentation d'inertie étant suffisamment négligeable et constante pour être ignorée.

[0010] Avantagusement, ladite couche de passivation est appliquée par voie sèche, comme par exemple en faisant réagir la surface du métal du balancier avec une espèce chimique gazeuse telle que de l'oxygène, l'azote ou un hydrocarbure, le cas échéant, dans un réacteur.

[0011] L'invention porte également sur un balancier pour oscillateur horloger, typiquement un oscillateur balancier-spiral. Ce balancier comporte un corps en métal muni d'une couche de passivation, typiquement une couche d'oxyde, de nitrure ou de carbure, sur au moins une partie de la surface dudit balancier, cette couche de passivation ayant une épaisseur inférieure à 5nm.

[0012] Ce balancier peut être assemblé avec un ressort de rappel de tout type connu pour former un oscillateur, comme par exemple un oscillateur balancier-spiral, qui peut être intégré dans un mouvement horloger d'une pièce d'horlogerie.

Breve description des dessins

[0013] 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 :

- Fig. 1 est une vue schématique en coupe d'un balancier selon l'invention.

Modes de réalisation de l'invention

[0014] La figure 1 illustre un balancier 1 selon l'invention. La forme du balancier 1 n'est pas limitée à une

configuration particulière, et englobe par conséquent toute forme connue, typiquement du type sans vis et/ou sans masselottes. Cependant, la forme non-limitative illustrée comporte, de façon classique, une serge 3 conventionnelle reliée à un moyeu 5 par une pluralité de bras 7 de n'importe quelle forme convenable. Typiquement, le balancier 1 est monobloc, mais des constructions multi-pièces sont également possibles. Le balancier 1 est, bien entendu, destiné à faire partie d'un oscillateur horloger en combinaison avec un ressort de rappel de n'importe quelle forme connue, typiquement un ressort spiral.

[0015] Le balancier 1 est monté solidaire en rotation d'un axe 8 de n'importe quelle forme connue, muni de pivots 11 à ses deux extrémités. Un plateau de balancier (non illustré) portant une cheville 15 pour la coopération avec une ancre d'échappement (non illustrée) est également prévu, solidaire en rotation de l'axe 9, ce plateau pouvant être un élément distinct ou intégré à l'un ou l'autre du moyeu 5 ou de l'axe 9.

[0016] Le corps dudit balancier 1, ou, dans le cas d'une construction à plusieurs pièces au moins la serge 3 dudit balancier, est fait en métal, typiquement en alliage Maillechort (un alliage de 50% de cuivre, 30% de zinc et 20% de nickel, par poids), alliage cuivre-béryllium, ou alliage Declafor (un alliage cuivre-nickel-étain comprenant typiquement 7,5% de nickel et 5% d'étain, ainsi que jusqu'à 0.3% de manganèse, par poids). Pour la présente invention, l'alliage Declafor est préféré.

[0017] Sur la surface d'au moins la serge 3 dudit balancier 1, de préférence sur la surface de la totalité dudit balancier 1, est prévue une couche de passivation 17 ayant une épaisseur inférieure à 5nm, de préférence inférieure à 3nm, encore de préférence inférieure à 2nm.

[0018] Traditionnellement, le matériau du balancier est protégé contre un ternissement par un dorage ou par un autre dépôt électrolytique d'un métal convenable. Cette couche métallique peut en outre améliorer l'apparence esthétique du balancier, notamment dans le cas d'un dorage.

[0019] Cependant, l'épaisseur d'une telle couche est de l'ordre de quelques microns, ce qui augmente l'inertie du balancier 1 et est donc néfaste pour le classement selon le procédé Omegametric ou similaire, comme sera discuté plus en détails ci-dessous. Pour le surplus, la variation de l'épaisseur de la couche métallique peut être significative parmi les balanciers 1 d'un lot de production.

[0020] Une couche de passivation 17 est typiquement créée par une oxydation, carburation, ou nitruration de la surface par voie sèche, c'est-à-dire en faisant réagir la surface avec de l'oxygène, avec un hydrocarbure, ou avec de l'azote (respectivement) dans un réacteur. La réaction est typiquement effectuée à une température élevée et une pression réduite (par rapport à la pression ambiante), afin de fournir une couche ayant une épaisseur jusqu'à quelques nanomètres, de façon bien maîtrisable.

[0021] Sur un lot de fabrication, une telle couche de

passivation 17 présente une épaisseur qui est négligeable, et est significativement plus constante d'un balancier 1 à un autre par rapport à un dorage, à un autre dépôt électrolytique, ou bien à un dépôt anodique, et en plus, l'augmentation de l'inertie est négligeable au vu du fait que l'espèce chimique rajoutée à la surface est relativement légère, et que la quantité rajoutée est extrêmement faible. Un classement des balanciers et/ou une mise en classe par enlèvement de matériau avec une précision sous-classe effectué(e) avant l'étape de passivation reste ainsi valable après passivation, et aucun reclassement n'est donc nécessaire.

[0022] L'utilisation d'une telle couche de passivation 17 permet ainsi de fabriquer des balanciers 1 qui sont exempts de couche métallique déposée sur la surface, tout en évitant un ternissement et sans risquer de subir un déclassement engendré par un tel dépôt de métal.

[0023] Afin de fabriquer un tel balancier 1, on usine d'abord au moins la serge 3 en métal, tel que le Maillechort, CuBe, Declafor ou similaire, comme mentionné ci-dessus.

[0024] Subséquemment, on mesure le poids ou l'inertie du balancier 1, avec ou sans axe, par classement Omegametric ou similaire, afin d'attribuer une classe au balancier 1. Typiquement, un classement de balanciers 1 les regroupe par tranches d'inertie appelées « classes » qui correspondent chacun à une différence de marche de 150 secondes par jour de l'oscillateur dans lequel le balancier 1 est intégré.

[0025] Puis, un enlèvement de matière du balancier 1 est effectué, si nécessaire, afin de le mettre en inertie avec une précision sous-classe, c'est-à-dire pour qu'il rentre dans une tranche d'inertie ayant une largeur correspondant à moins de 150 secondes par jour, typiquement 50 secondes par jour. Cet enlèvement de matière peut être effectuée par une mise en épaisseur par décolletage, usinage par laser ou similaire.

[0026] Finalement, une couche de passivation 17 est appliquée à la surface d'au moins une partie du balancier 1, comme décrit ci-dessus.

[0027] Le balancier peut subséquemment être monté sur son axe 9.

[0028] En ce qui concerne la fabrication d'un lot de tels balanciers 1, une pluralité de balanciers 1 est usinée en métal, la mesure du poids et/ou de l'inertie est faite sur l'ensemble des balanciers 1, et ils sont classés de façon conventionnelle. L'enlèvement de matière pour la mise en inertie avec une précision sous-classe est effectuée sur au moins certains desdits balanciers 1, sinon sur l'ensemble desdits balanciers 1, afin d'obtenir des classes encore plus étroites, typiquement de 50 secondes par jour chacun.

[0029] Puis, chaque balancier 1 est soumis au traitement de passivation comme décrit ci-dessus.

[0030] D'autres étapes connues, comme par exemple un ébavurage, un polissage ou similaire, peuvent également être effectuées selon les besoins du fabricant.

[0031] Bien que l'invention ait été décrite en référence

à des modes de réalisation particuliers, des variations sont possibles sans sortir du cadre de l'invention comme défini par les revendications annexées.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un balancier (1) pour oscillateur horloger, comprenant les étapes de :

- usinage dudit balancier (1) en métal ;
- mesure du poids et/ou de l'inertie dudit balancier (1) ;
- facultativement, mise en classe par enlèvement de matière dudit balancier (1) ;
- application d'une couche de passivation (17) sur au moins une partie de la surface dudit balancier (1), ladite couche de passivation (17) ayant une épaisseur inférieure à 5nm, de préférence inférieure à 3nm, encore de préférence inférieure à 2nm.

2. Procédé de fabrication selon la revendication précédente, dans lequel ladite couche de passivation (17) est appliquée par voie sèche.

3. Procédé de fabrication selon la revendication précédente, dans lequel ladite couche de passivation (17) est appliquée par une oxydation, une nitruration ou une carburation.

4. Procédé de fabrication d'un lot de balanciers (1) pour oscillateurs horlogers, comprenant les étapes de :

- usinage d'une pluralité de balanciers (1) en métal ;
- mesure du poids et/ou de l'inertie desdits balanciers (1) ;
- classement desdits balanciers (1) selon poids et/ou l'inertie ;
- mise en classe par enlèvement de matière d'au moins certains desdits balanciers (1) ;
- application d'une couche de passivation (17) sur au moins une partie de la surface desdits balanciers, ladite couche de passivation (17) ayant une épaisseur inférieure à 5nm.

5. Procédé de fabrication selon la revendication précédente, dans lequel ladite couche de passivation (17) est appliquée par voie sèche.

6. Procédé de fabrication selon la revendication précédente, dans lequel ladite couche de passivation (17) est appliquée par une oxydation, une nitruration ou une carburation.

7. Balancier (1) pour oscillateur horloger, comprenant un corps en métal muni d'une couche de passivation

(17) sur au moins une partie de sa surface, ladite couche de passivation (17) ayant une épaisseur inférieure à 5nm .

8. Balancier (1) selon la revendication précédente, 5
pour lequel ladite couche de passivation (17) est
une couche d'oxyde, de nitrure ou de carbure.
9. Oscillateur pour mouvement horloger comportant un
balancier (1) selon l'une des revendications 7 et 8 ; 10
10. Mouvement horloger comportant un oscillateur se-
lon la revendication 9.
11. Pièce d'horlogerie comprenant un oscillateur selon 15
la revendication 10.

20

25

30

35

40

45

50

55

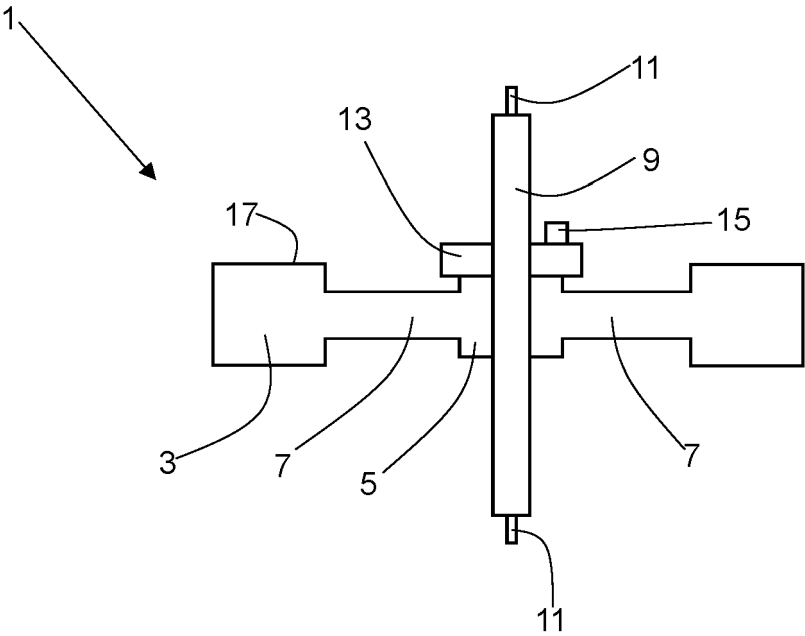


Figure 1



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 24 20 3803

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	CH 719 256 A2 (NIVAROX FAR SA [CH]) 30 juin 2023 (2023-06-30) * alinéa [0026] * * alinéa [0029] *	1-11	INV. G04B17/06 G04D7/08
A	JP 2020 034478 A (SEIKO EPSON CORP) 5 mars 2020 (2020-03-05) * alinéas [0002], [0007] *	1-11	
A	EP 2 502 877 A1 (PATEK PHILIPPE SA GENEVE [CH]) 26 septembre 2012 (2012-09-26) * alinéa [0024] - alinéa [0025] *	1-11	
A	EP 3 667 433 B1 (NIVAROX FAR SA [CH]) 1 février 2023 (2023-02-01) * alinéa [0012] - alinéa [0013] *	1-11	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			G04B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		24 janvier 2025	Marzocchi, Olaf
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 24 20 3803

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.

24 - 01 - 2025

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
CH 719256 A2	30-06-2023	AUCUN	
JP 2020034478 A	05-03-2020	AUCUN	
EP 2502877 A1	26-09-2012	AUCUN	
EP 3667433 B1	01-02-2023	CN 111308878 A	19-06-2020
		EP 3667433 A1	17-06-2020
		JP 6900454 B2	07-07-2021
		JP 2020095027 A	18-06-2020
		KR 20200073129 A	23-06-2020
		US 2020192292 A1	18-06-2020

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