



(11) **EP 3 452 874 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
10.06.2020 Bulletin 2020/24

(21) Numéro de dépôt: **17721468.1**

(22) Date de dépôt: **26.04.2017**

(51) Int Cl.:
G04B 17/06 (2006.01)

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/IB2017/052407

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2017/191533 (09.11.2017 Gazette 2017/45)

(54) **SPIRAL D'HORLOGERIE**
SPIRALFEDER EINER UHR
CLOCK HAIRSPRING

(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 MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorité: **02.05.2016 EP 16167917**

(43) Date de publication de la demande:
13.03.2019 Bulletin 2019/11

(73) Titulaire: **Patek Philippe SA Genève 1204 Genève (CH)**

(72) Inventeurs:
• **MAIER, Frédéric 2000 Neuchâtel (CH)**

• **BUCAILLE, Jean-Luc 74160 Présilly (FR)**
• **MUSY, Jean-Pierre 1260 Nyon (CH)**
• **JEANNERET, Sylvain 2013 Colombier commune de Milvignes (CH)**

(74) Mandataire: **Micheli & Cie SA Rue de Genève 122 Case Postale 61 1226 Genève-Thônex (CH)**

(56) Documents cités:
EP-A1- 2 804 054 WO-A1-2014/023584
CH-A- 327 796 CH-A1- 704 686
FR-A1- 2 992 745 KR-A- 20090 103 819

EP 3 452 874 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne un spiral destiné à être associé à un balancier pour former un oscillateur (organe réglant) d'un mouvement horloger. Le document WO 2017/023584 A1 divulgue un spiral pour oscillateur horloger et a pour but d'éviter que les spires ne se collent l'une à l'autre en éliminant les charges électrostatiques du spiral.

[0002] Les nouvelles techniques de fabrication utilisées dans l'horlogerie, telles que la gravure ionique réactive profonde (DRIE), et les nouveaux matériaux, tels que le silicium, permettent l'obtention de composants de très grande qualité. Ces avancées technologiques ont contribué à améliorer la précision, le rendement et la robustesse des mécanismes horlogers. Cependant, dans le cas des spiraux, on a constaté un risque de collage des spires entre elles lors de chocs reçus par le mouvement ou de mauvaises manipulations au montage. Ce risque tient probablement à l'excellent état de surface des flancs du spiral. Dès que deux spires se touchent sous l'effet d'un choc ou d'une mauvaise manipulation, leurs flancs en contact peuvent facilement adhérer l'un à l'autre car ils sont lisses.

[0003] La présente invention vise à remédier à cet inconvénient ou au moins à l'atténuer, et propose à cette fin un spiral selon la revendication 1 et un procédé de fabrication de spiral selon la revendication 9.

[0004] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée suivante faite en référence aux dessins schématiques annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue de dessus montrant un spiral selon un mode de réalisation particulier de l'invention, avec sa virole, et une pince de fixation de l'extrémité extérieure du spiral ;
- la figure 2 est une section radiale à travers trois spires adjacentes du spiral illustré à la figure 1.

[0005] En référence aux figures 1 et 2, un spiral 1 selon l'invention est destiné à être monté sur un axe de balancier A par l'intermédiaire d'une virole 2 pour former avec le balancier l'oscillateur d'un mouvement horloger. Le spiral 1 est constitué d'une lame 3 enroulée en spirale depuis une extrémité intérieure 4 jointe à la virole 2 jusqu'à une extrémité extérieure 5 destinée à être fixée au bâti du mouvement par l'intermédiaire d'un ou plusieurs organes. Dans l'exemple représenté, l'extrémité extérieure 5 de la lame 3 est prolongée par une partie rigide de fixation 6 qui est tenue par une pince 7 montée sur le bâti du mouvement, comme décrit dans le brevet EP 1780611 de la demanderesse. L'extrémité extérieure 5 pourrait cependant être fixée au bâti d'une autre manière, par exemple au moyen d'un piton traditionnel. L'ensemble comprenant la lame 3, la virole 2 et la partie rigide de fixation 6 peut être monolithique, comme représenté, et être fabriqué en silicium par gravure ionique réactive pro-

fonde (DRIE). Le plan moyen dans lequel la lame 3 est enroulée est désigné par P à la figure 2. Ce plan moyen P est situé à mi-hauteur entre une surface supérieure 8 et une surface inférieure 9 de la lame 3, surfaces 8, 9 qui typiquement sont planes et parallèles. Ce plan moyen P traverse les deux flancs 10, 11 de la lame 3 qui relie chacun la surface supérieure 8 à la surface inférieure 9. Ces deux flancs 10, 11 sont rectilignes en section radiale, c'est-à-dire dans un plan contenant l'axe imaginaire d'oscillation O du spiral 1, et présentent une faible rugosité.

[0006] Conformément à l'invention, les flancs 10, 11 de la lame 3, en section radiale, ne sont pas perpendiculaires au plan moyen P mais sont chacun inclinés d'un angle de dépouille α (visible uniquement à la figure 2) supérieur ou égal à $2,5^\circ$, de préférence supérieur ou égal à 3° , de préférence encore supérieur ou égal à 4° , de préférence encore supérieur ou égal à 5° et typiquement compris entre $2,5^\circ$ et 20° , plus particulièrement entre $2,5^\circ$ et 6° , donnant à la section radiale de la lame 3 une forme trapézoïdale. Les flancs 10, 11 forment ainsi entre eux, en section radiale, un angle β supérieur ou égal à 5° , de préférence supérieur ou égal à 6° , de préférence encore supérieur ou égal à 8° , de préférence encore supérieur ou égal à 10° , et typiquement compris entre 5° et 40° , plus particulièrement entre 5° et 12° . De tels angles peuvent être obtenus en ajustant les paramètres du procédé DRIE, notamment le rapport entre les temps de gravure et de passivation. En pratique, chaque flanc de l'ensemble monolithique 2, 3, 6 peut être incliné de l'angle de dépouille α . La présente invention n'exclut toutefois pas que l'angle de dépouille α diffère d'un flanc à un autre.

[0007] Dans le cas d'un choc ou d'une mauvaise manipulation, les spires du spiral 1 peuvent se déplacer radialement et se toucher. Toutefois, grâce à l'inclinaison des flancs 10, 11, le contact entre les spires ne peut pas être plan, à moins que les spires se tordent. L'absence de contact plan sur une hauteur suffisante empêche les spires d'adhérer les unes aux autres. Plus l'angle de dépouille α est élevé, plus il est difficile pour les spires de se tordre suffisamment. Le risque de collage des spires entre elles est ainsi diminué. On notera que la présente invention permet également de réduire le risque de collage entre la première spire et la virole 2 et entre la dernière spire et la pince 7 ou autre organe de fixation au bâti du mouvement, en cas de choc ou de mauvaise manipulation. Un autre avantage du spiral selon la présente invention est que, grâce à ses flancs 10, 11 rectilignes, il est relativement facile à fabriquer.

[0008] Il va de soi que la présente invention est applicable à d'autres matériaux que le silicium, par exemple au carbure de silicium, au nitrure de bore, à des verres, à des céramiques ou au diamant, et à d'autres procédés de fabrication que la gravure DRIE, par exemple l'usinage laser, le moulage, etc. Le spiral selon l'invention peut être revêtu d'une ou plusieurs couches, par exemple d'une couche d'oxyde de silicium dans le cas d'un spiral en silicium.

Revendications

1. Spiral pour oscillateur horloger comprenant une lame (3) formant plusieurs spires selon un plan moyen (P), la lame (3) comprenant une surface supérieure (8), une surface inférieure (9) et des premier et deuxième flancs (10, 11) opposés, traversés par le plan moyen (P) et s'étendant chacun de la surface supérieure (8) à la surface inférieure (9), **caractérisé en ce que** sur au moins une partie de la longueur de la lame (3) les premier et deuxième flancs (10, 11), en section radiale, sont rectilignes et inclinés d'un angle de dépouille (a) d'au moins 2,5°.
2. Spiral selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit angle de dépouille (a) est d'au moins 3°.
3. Spiral selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** ledit angle de dépouille (a) est d'au moins 4°.
4. Spiral selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** ledit angle de dépouille (a) est d'au moins 5°.
5. Spiral selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit angle de dépouille (a) est d'au plus 20°.
6. Spiral selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** ledit angle de dépouille (a) est d'au plus 6°.
7. Spiral selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit angle de dépouille (a) est le même pour les premier et deuxième flancs (10, 11).
8. Spiral selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** est réalisé, au moins en partie, en silicium, en carbure de silicium, en nitrure de bore, en verre, en céramique ou en diamant.
9. Procédé de fabrication d'un spiral selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend une étape de gravure ionique réactive profonde, ledit angle de dépouille (a) étant obtenu en ajustant des paramètres de l'étape de gravure ionique réactive profonde.

Patentansprüche

1. Spiralfeder für Uhrenoszillator, die eine Klinge (3) umfasst, die mehrere Windungen entlang einer Mittelebene (P) bildet, wobei die Klinge (3) eine obere Fläche (8), eine untere Fläche (9) und eine erste und eine zweite entgegengesetzte Flanke (10, 11) umfasst, die durch die Mittelebene (P) durchquert werden und sich jeweils von der oberen Fläche (8) zur

unteren Fläche (9) erstrecken, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste und die zweite Flanke (10, 11) über zumindest einen Teil der Länge der Klinge (3) im radialen Querschnitt geradlinig und in einem Hinterschnittwinkel (a) von mindestens 2,5° geneigt sind.

2. Spiralfeder nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hinterschnittwinkel (a) mindestens 3° beträgt.
3. Spiralfeder nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hinterschnittwinkel (a) mindestens 4° beträgt.
4. Spiralfeder nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hinterschnittwinkel (a) mindestens 5° beträgt.
5. Spiralfeder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hinterschnittwinkel (a) höchstens 20° beträgt.
6. Spiralfeder nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hinterschnittwinkel (a) höchstens 6° beträgt.
7. Spiralfeder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hinterschnittwinkel (a) für die erste und die zweite Flanke (10, 11) gleich ist.
8. Spiralfeder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie zumindest teilweise aus Silizium, aus Siliziumkarbid, aus Bornitrid, aus Glas, aus Keramik oder aus Diamant hergestellt ist.
9. Verfahren zur Herstellung einer Spiralfeder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es einen reaktiven Iontiefenätzschritt umfasst, wobei der Hinterschnittwinkel (a) durch Anpassen der Parameter des reaktiven Iontiefenätzschrittes erhalten wird.

Claims

1. Balance spring for a timepiece oscillator comprising a strip (3) forming a plurality of turns in a middle plane (P), the strip (3) comprising an upper surface (8), a lower surface (9) and first and second opposing edges (10, 11) through which the middle plane (P) passes and each extending from the upper surface (8) to the lower surface (9), **characterised in that** over at least a part of the length of the strip (3), the first and second edges (10, 11), in radial cross-section, are straight and inclined by a relief angle (α) of at least

2.5°.

2. Balance spring as claimed in claim 1, **characterised in that** said relief angle (α) is at least 3°. 5
3. Balance spring as claimed in claim 2, **characterised in that** said relief angle (α) is at least 4°. 10
4. Balance spring as claimed in claim 3, **characterised in that** said relief angle (α) is at least 5°. 15
5. Balance spring as claimed in any one of the preceding claims, **characterised in that** said relief angle (α) is at most 20°. 20
6. Balance spring as claimed in claim 5, **characterised in that** said relief angle (α) is at most 6°. 25
7. Balance spring as claimed in any one of the preceding claims, **characterised in that** said relief angle (α) is the same for the first and second edges (10, 11). 30
8. Balance spring as claimed in any one of the preceding claims, **characterised in that** it is produced, at least in part, of silicon, silicon carbide, boron nitride, glass, ceramic or diamond. 35
9. Method of manufacturing a balance spring as claimed in any one of the preceding claims, **characterised in that** it comprises a deep reactive-ion etching step, said relief angle (α) being obtained by adjusting parameters of the deep reactive-ion etching step. 40

45

50

55

60

65

Fig.1

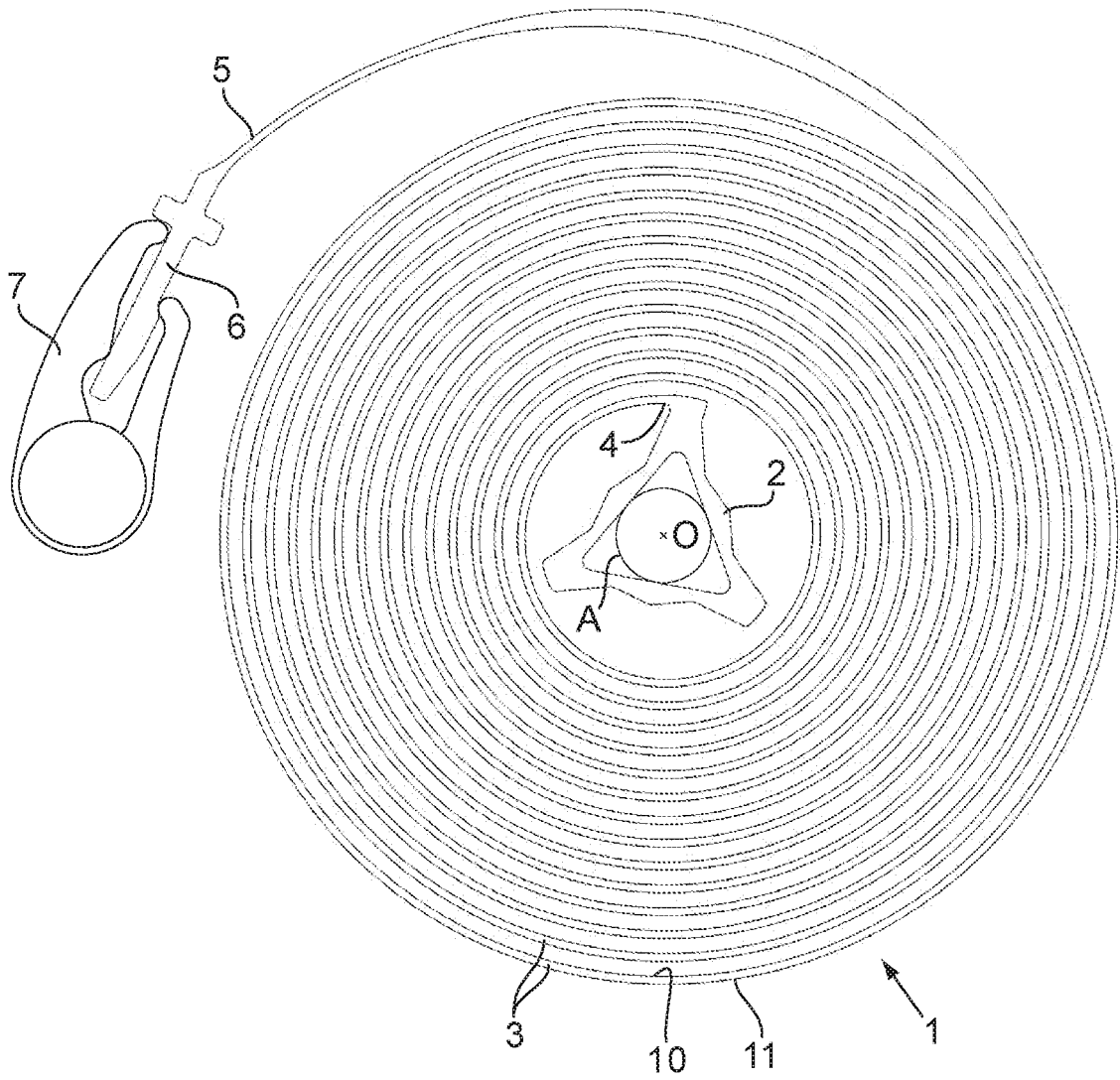
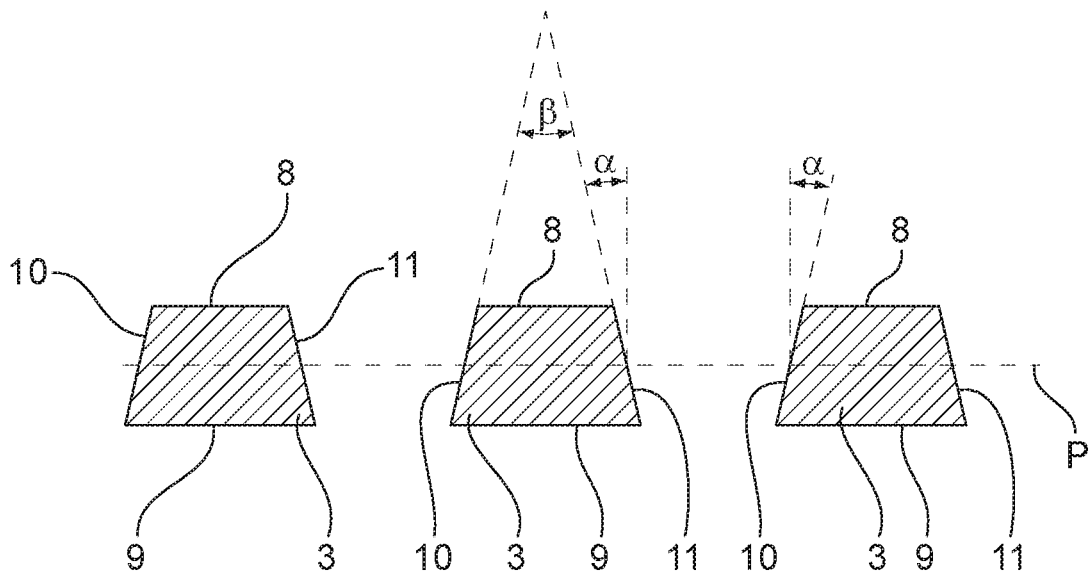


Fig.2



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

- WO 2017023584 A1 [0001]
- EP 1780611 A [0005]