

(19)



(11)

EP 2 985 659 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
29.04.2020 Bulletin 2020/18

(51) Int Cl.:
G04B 17/06 (2006.01) G04B 17/34 (2006.01)
G04B 17/32 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **15176591.4**

(22) Date de dépôt: **06.02.2015**

(54) **SPIRAL DESTINÉ À ÊTRE SERRÉ PAR UNE RONDELLE ÉLASTIQUE**

SPIRALE, DIE MIT EINER FEDERSCHEIBE GESICHERT WERDEN MUSS
HAIRSPRING INTENDED FOR BEING CLAMPED BY A SPRING WASHER

(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: **05.03.2014 EP 14157858**

(43) Date de publication de la demande:
17.02.2016 Bulletin 2016/07

(62) Numéro(s) de document de la (des) demande(s) initiale(s) en application de l'article 76 CBE:
15154081.2 / 2 916 177

(73) Titulaire: **Nivarox-FAR S.A.**
2400 Le Locle (CH)

(72) Inventeur: **STRANCZL, Marc**
1260 Nyon (CH)

(74) Mandataire: **Goulette, Ludivine et al**
ICB
Ingénieurs Conseils en Brevets SA
Faubourg de l'Hôpital 3
2001 Neuchâtel (CH)

(56) Documents cités:
EP-A1- 1 868 045 FR-A- 1 471 748

EP 2 985 659 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

Domaine de l'invention

[0001] L'invention se rapporte à un résonateur dont le spiral est adapté à un système d'assemblage comportant un spiral bloqué élastiquement sur un axe par une rondelle.

Arrière-plan de l'invention

[0002] Les assemblages actuels comportant un spiral à base de silicium sont généralement solidarifiés par collage. Ainsi une virole monobloc avec le spiral, comme par exemple celles divulguées dans les documents EP 2 184 653 et EP 1 868 045, est ajustée sur un axe puis collé au niveau de ses points de contact. Une telle opération nécessite une extrême finesse d'application ce qui la rend coûteuse.

Résumé de l'invention

[0003] Le but de la présente invention est de pallier tout ou partie les inconvénients cités précédemment en proposant un résonateur avec un spiral dont la virole monobloc est adaptée pour être montée à l'aide du système d'assemblage sus-dit.

[0004] A cet effet, l'invention se rapporte à un résonateur pour une pièce d'horlogerie comportant un axe sur lequel sont ajustés un balancier et un spiral caractérisé en ce que le spiral comportent une lame enroulée sur elle-même selon plusieurs spires, la spire interne étant venue de forme avec une virole comportant une bande s'étendant sensiblement sous forme d'un polygone et comportant, à chacun des sommets dudit polygone, un renflement s'étendant radialement vers la spire interne, et en ce que le résonateur comporte en outre une rondelle élastique qui serre principalement le spiral par pincement au niveau des sommets de la bande dudit polygone en laissant les renflements saillir du flanc de la rondelle.

[0005] On comprend ainsi que le contour externe est optimisé pour que la rondelle élastique serre principalement le spiral au niveau des sommets de la bande de sa virole. En effet, même si les renflements ne sont pas pincés par la rondelle, ses deux parois sensiblement parallèles orientées sensiblement orthogonalement par rapport à la paroi périphérique de la rondelle évitent avantageusement les égrisures.

[0006] Conformément à d'autres modes de réalisation avantageux de l'invention :

- chaque renflement comporte deux parois s'étendant axialement sensiblement parallèlement entre elles par rapport au segment formé entre le centre de la virole et l'extrémité dudit renflement ;
- les distances entre lesdites deux parois de chaque renflement sont sensiblement constantes ;
- la bande de la virole s'étend sensiblement sous for-

me d'un triangle, d'un quadrilatère, d'un pentagone ou d'un hexagone ;

- le spiral comporte une spire interne suivant une courbe du type Grossmann et une spire externe partiellement épaissie ;
- le spiral est formé à base de silicium ;
- le spiral comporte en outre une couche résistante et imperméable à l'humidité afin de rendre le spiral moins sensible aux variations climatiques ;
- le spiral est ajusté sur l'axe entre une rondelle élastique et une portée de l'axe ;
- le spiral est ajusté sur l'axe entre une rondelle élastique et le balancier.

Description sommaire des dessins

[0007] D'autres particularités et avantages ressortiront clairement de la description qui en est faite ci-après, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une représentation en perspective d'un spiral selon l'invention ;
- la figure 2 est une représentation partielle de la figure 1 dans laquelle la virole est déformée élastiquement ;
- la figure 3 est une représentation vue de dessus d'une virole selon un premier mode de réalisation de l'invention ;
- les figures 4 et 5 sont des exemples de rondelles pour ajuster le spiral selon l'invention sur un axe ;
- les figures 6 et 7 sont des exemples de résonateur selon l'invention ;
- la figure 8 est une représentation vue de dessus d'une virole selon un deuxième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 9 est une représentation vue de dessus d'une virole selon un troisième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 10 est une représentation vue de dessus d'une virole selon un quatrième mode de réalisation de l'invention.

Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0008] Comme expliqué ci-dessus, l'invention se rapporte à un spiral dont la virole monobloc est adaptée à un prévu pour une pièce dont le matériau ne comporte pas de domaine plastique utilisable, c'est-à-dire avec un domaine plastique très restreint, avec un organe comportant un autre type de matériau.

[0009] Dans le domaine horloger, cet assemblage est rendu nécessaire par la part croissante que tiennent les matériaux fragiles comme ceux à base de silicium tel que le silicium monocristallin (ou polycristallin) dopé ou non, l'oxyde de silicium comme du quartz ou de la silice, du corindon monocristallin ou polycristallin ou plus généralement de l'alumine, le nitrure de silicium et le carbure

de silicium.

[0010] Toutefois, le fait de toujours pouvoir utiliser des axes habituels en acier dont la fabrication est maîtrisée, est une contrainte qui est difficile à concilier avec l'utilisation de pièces ne comportant pas de domaine plastique. En effet, lors de tests effectués, le chassage d'un axe en acier est impossible et brise systématiquement les pièces fragiles, c'est-à-dire ne comportant pas ou un très faible domaine plastique utilisable. Par exemple, il est apparu que le cisaillement généré par l'entrée de l'axe métallique dans l'ouverture d'une pièce en silicium brise systématiquement cette dernière.

[0011] Ainsi, le spiral 1 comporte une lame 3 enroulée sur elle-même selon plusieurs spires, la spire interne P_1 étant venue de forme avec une virole 5, 25, 45, 65 comportant une bande 7, 27, 47, 67 s'étendant sensiblement sous forme d'un polygone. Comme visible aux exemples des figures 3, 8, 9 et 10, la bande 7, 27, 47, 67 comporte un polygone en forme de triangle ou de losange de largeur $L_1, L_2, L_3, L_4, L_5, L_6, L_7, L_8$, sensiblement constante.

[0012] Toutefois, avantageusement selon l'invention, la bande 7, 27, 47, 67 comporte, à chacun des sommets du polygone, un renflement 2, 4, 8, 22, 24, 26, 28, 42, 44, 48, 62, 64, 68 de largeurs respectives L'_2, L'_4, L'_6, L'_8 , s'étendant radialement vers la spire interne P_1 , afin de former les parties S_1, S_2, S_3, S_4 du contour externe de la virole 5, 25, 45, 65 qui sont les plus éloignées du centre C de la virole 5, 25, 45, 65, le centre C étant formé par le centre du cercle inscrit dans l'ouverture de la virole 5, 25, 45, 65.

[0013] Afin d'expliquer plus facilement l'invention, l'explication ci-après se focalise sur les modes de réalisation des figures 3, 8 et 9. Toutefois, les enseignements ci-après s'appliquent également au mode de réalisation de la figure 10 et plus généralement à un polygone comportant plus de trois côtés comme un quadrilatère tel, par exemple, qu'un losange ou un carré, un pentagone ou un hexagone, sans sortir du cadre de la présente description.

[0014] Ainsi, comme visible aux figures 3, 8 et 9, le point d'attache S_1 entre la spire interne P_1 et la virole 5, 45, 65 est situé sur un 2, 52, 72 des renflements 2, 4, 8, 42, 44, 48, 62, 64, 68 de la virole 5, 45, 65. On remarque également que la virole 5, 45, 65 est symétrique par rapport à l'axe passant par le centre C de la virole 5, 45, 65 et le point d'attache S_1 .

[0015] De plus, selon l'invention, la distance entre le centre C de la virole 5, 45, 65 et l'extrémité S_1, S_2, S_3 de chaque renflement 2, 4, 8, 42, 44, 48, 62, 64, 68 est sensiblement constante afin d'offrir un contour externe au niveau de chaque renflement 2, 4, 8, 42, 44, 48, 62, 64, 68 qui comporte deux parois $2_1-2_2, 4_1-4_2, 8_1-8_2, 42_1-42_2, 44_1-44_2, 48_1-48_2, 62_1-62_2, 64_1-64_2, 68_1-68_2$ s'étendant axialement et sensiblement parallèlement entre elles mais également parallèlement par rapport au segment formé entre le centre C de la virole et l'extrémité S_1, S_2, S_3 de chaque renflement 2, 4, 8, 42, 44, 48, 62, 64, 68 associé.

[0016] On s'aperçoit, à la figure 3, que la distance entre les deux parois 2_1-2_2 du renflement 2 est moins grande que celles des parois $4_1-4_2, 8_1-8_2$ respectivement des renflements 4 et 8 alors qu'aux figures 8 et 9, les distances entre les deux parois $42_1-42_2, 44_1-44_2, 48_1-48_2, 62_1-62_2, 64_1-64_2, 68_1-68_2$ respectivement des renflements 42, 44, 48, 62, 64, 68 sont sensiblement constantes.

[0017] Ainsi, même si les renflements 2, 4, 8, 42, 44, 48, 62, 64, 68 ne sont pas pincés par la rondelle 10, ses deux parois $2_1-2_2, 4_1-4_2, 8_1-8_2, 42_1-42_2, 44_1-44_2, 48_1-48_2, 62_1-62_2, 64_1-64_2, 68_1-68_2$ sensiblement parallèles sont orientées sensiblement orthogonalement par rapport à la paroi périphérique de la rondelle 10 ce qui évite avantageusement les égrisures sur la virole 5, 45, 65. On comprend, en effet, que si la bande 7, 47, 67 ne possédait pas ces renflements 2, 4, 8, 42, 44, 48, 62, 64, 68 comme visible à la figure 3 en traits interrompus, le bord de la rondelle 10 serait tangent avec le bord de la bande 7, 47, 67, c'est-à-dire l'un à l'aplomb de l'autre en risquant d'occasionner trop de contraintes localement.

[0018] Préférentiellement selon l'invention, la bande 7, 27, 47, 67 est cintrée vers le centre C de la virole 5, 25, 45, 65 entre chaque sommet du polygone afin de former au moins trois points de serrage Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 agencés pour s'ajuster sur un axe 11, 11'. On s'aperçoit, à la figure 8, que la bande 47 est plus cintrée que les bandes 7, 27, 67 respectivement des figures 3, 9 et 10.

[0019] De plus, préférentiellement selon l'invention, la bande 7, 27 comporte en outre un épaississement $2', 22'$ de largeur L''_2 s'étendant radialement de la paroi interne de la bande 7, 27 vers le centre C de la virole 5, 25 au niveau du sommet du triangle comportant le point d'attache S_1 afin d'éviter le déplacement du point d'attache S_1 lors d'une déformation F_1 de la bande 7, 27 occasionnée par la réception de l'axe 11, 11' de plus grande section que l'ouverture entre les points de serrage Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 . Toutefois, on s'aperçoit, aux figures 8 et 9, que la bande 47, 67 ne comporte pas un tel épaississement. On comprend donc que ce dernier ne constitue pas une caractéristique essentielle de l'invention.

[0020] Enfin, aux figures 3, 8 et 9, il est également visible que la bande 7, 47, 67 comporte, sur la portion 12, 52, 72 entre deux sommets du triangle qui comporte les renflements 4-8, 44-48 et 64-68 et qui est opposée au point d'attache S_1 par rapport au centre C de la virole 5, 45, 65, un quatrième renflement 6, 46, 66 de largeur L'_6 s'étendant radialement vers la spire interne P_1 afin de positionner le centre de gravité de la virole 5, 45, 65 au centre C de l'ouverture de la virole 5, 45, 65.

[0021] Selon une alternative à l'épaississement $2', 22'$ afin d'éviter le déplacement du point d'attache S_1 lors d'une déformation F_1 de la bande 7, 27, 47, 67, il est également possible de faire varier la largeur de la bande 7, 27, 47, 67 entre les sommets du polygone, c'est-à-dire comporter une largeur différente ou une largeur non constante.

[0022] La figure 9 montre un exemple de la largeur non constante. Ainsi, la virole 65 comporte une surépaisseur

d'environ 10% localisée au niveau des largeurs L_1 et L_3 , c'est-à-dire au niveau des points de serrage Q_1 , Q_2 , Q_3 , par rapport au reste de la bande 67, c'est-à-dire par rapport aux largeurs L_2 , L_4 , L_5 , L_6 , L_7 et L_8 .

[0023] A titre d'exemple, dans le cas de la figure 3, si on n'utilise pas l'épaississement 2', la virole 5 se décentre vers la direction des 6h. Toutefois, pour une géométrie proche, on s'aperçoit, à la figure 8, que la bande 47 qui ne comporte pas un tel épaississement, ne subit pas le même décentrage. Une solution alternative à l'épaississement 2', 22' pour éviter le déplacement du point d'attache S_1 lors d'une déformation F_1 de la bande 7 pourrait alors consister à élargir la bande 7 au niveau L_1 , L_3 et/ou affiner la bande 7 au niveau L_5 , L_7 et/ou diminuer le volume du quatrième renflement 6 et/ou marquer le cintrage de la bande 7 (comme pour la virole 45).

[0024] Plus généralement, suivant la forme du polygone prévu pour la virole 5, 25, 45, 65, la modification de la rigidité de cette dernière pour garder le centre du spiral 1 coaxial à son axe 11 peut se faire en modifiant l'épaisseur de la bande 7, 27, 47, 67 et/ou en modifiant la longueur de la bande 7, 27, 47, 67 entre les sommets du polygone et/ou en jouant sur la largeur des renflements 2, 4, 6, 22, 24, 26, 28, 42, 44, 48, 62, 64, 68 ou des épaississements 2', 22' sur la bande 7, 27, 47, 67 et/ou en ajoutant la bande 7, 27, 47, 67.

[0025] A la figure 3, on s'aperçoit également que la distance $C-I_1-L_2$ est sensiblement égale aux distances $C-I_2$ et $C-I_3$ et que les distances $L_2-L'_2$, $L_4-L'_4$ et $L_8-L'_8$ sont sensiblement égales. Cela explique que les distances $C-S_1$, $C-S_2$ et $C-S_3$ soient sensiblement égales à la figure 3 alors que cette égalité est plus immédiatement perceptible aux figures 8 à 10.

[0026] Comme expliqué ci-dessus le spiral 1 peut ainsi être formé de manière nullement limitative à partir d'un matériau à base de silicium comme à partir de silicium monocristallin dopé ou non, de silicium polycristallin dopé ou non, de silicium monocristallin dopé ou non et revêtu d'un oxyde de silicium, de silicium polycristallin dopé ou non et revêtu d'un oxyde de silicium, d'oxyde de silicium, de quartz, de silice, de nitrure de silicium, de nitrure de silicium revêtu d'un oxyde de silicium, de carbure de silicium ou de carbure de silicium revêtu d'un oxyde de silicium, sans risque que le matériau soit brisé par une rondelle 10, 10' lors du serrage élastique. Alternative-ment, le spiral 1 peut ainsi être formé de manière nullement limitative à partir de corindon monocristallin, de corindon polycristallin ou d'alumine.

[0027] Une telle rondelle 10, 10' est présentée aux figures 4 et 5. Dans une première alternative, la rondelle 10 est anneau parfait, c'est-à-dire un disque avec une ouverture 18, comportant une face supérieure 19 et une face inférieure 16 qui peuvent être utilisées pour serrer le spiral 1. De plus, les arêtes de la rondelle 10 peuvent comporter des biseaux 15 destinés à éviter les égrisures et les bavures à la fabrication.

[0028] Dans une deuxième alternative, la rondelle 10' est un anneau, c'est-à-dire un disque avec une ouverture

18', comportant une face supérieure 19' et une face inférieure 16'. La face supérieure 19' communique avec l'ouverture 18' à l'aide d'une surface conique 17' et est utilisée pour serrer le spiral 1. De plus, les arêtes de la rondelle 10' peuvent comporter des biseaux 15' destinés à éviter les égrisures.

[0029] A titre préférentiel, le spiral 1 comporte une spire interne P_I suivant une courbe du type Grossmann et une spire externe P_E partiellement épaissie afin d'améliorer la concentricité de sa contraction et de son expansion.

[0030] Il est également préféré que le spiral 1 comporte en outre une couche résistante et imperméable à l'humidité afin de le rendre moins sensible aux variations climatiques.

[0031] Comme visible aux figures 6 et 7, l'invention se rapporte également à un résonateur 21, 21' pour une pièce d'horlogerie comportant un axe 11, 11' sur lequel est ajusté un balancier 13, 13' et le spiral 1 selon l'une des variantes précédentes.

[0032] Ainsi, dans un premier mode de réalisation illustré à la figure 6, le résonateur 21 comporte le spiral 1 qui est ajusté sur l'axe 11 entre une rondelle élastique 10 et le balancier 13. Alors que, dans un deuxième mode de réalisation illustré à la figure 7, le résonateur 21' comporte le spiral 1 qui est ajusté sur l'axe 11' entre une rondelle élastique 10 et une portée 14' de l'axe 11'.

[0033] Dans les deux modes de réalisation, les deux alternatives de rondelle élastique 10, 10' peuvent être utilisées. Ainsi, la rondelle 10, 10' serre principalement le spiral 1 au niveau F_2 des sommets de la bande 7, 27, 47, 67 de sa virole 5, 25, 45, 65 mais également sur le quatrième renflement 6, 26, 46, 66.

[0034] Bien entendu, la présente invention ne se limite pas à l'exemple illustré mais est susceptible de diverses variantes et modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art. En particulier, les formes et les dimensions du spiral 1 peuvent ne saurient se limiter aux exemples des figures 1 à 10. En effet, suivant les applications, les formes et les dimensions du spiral 1 peuvent différer notamment au niveau des renflements 2, 4, 6, 8, 22, 24, 26, 28, 42, 44, 48, 62, 64, 68 et/ou de la bande 7, 27, 47, 67 et/ou de l'épaississement 2', 22' et/ou du cintrage de la bande 7, 27, 47, 67.

Revendications

1. Résonateur (21, 21') pour une pièce d'horlogerie comportant un axe (11, 11') sur lequel sont ajustés un balancier (13, 13') et un spiral (1) comportant une lame (3) enroulée sur elle-même selon plusieurs spires (P_I , P_E), la spire interne (P_I) étant venue de forme avec une virole (5, 25, 45, 65) comportant une bande (7, 27, 47, 67) s'étendant sensiblement sous forme d'un polygone, la bande (7, 27, 47, 67) comporte, à chacun des sommets dudit polygone, un renflement (2, 4, 8, 22, 24, 26, 28, 42, 44, 48, 62, 64, 68) s'éten-

- dant radialement vers la spire interne (P_I) et **caractérisé en ce que** le résonateur comporte en outre une rondelle élastique (10, 10') qui serre principalement le spiral en exerçant une contrainte axiale par pincement au niveau des sommets de la bande (7, 27, 47, 67) dudit polygone en laissant les renflements (2, 4, 8, 42, 44, 48, 62, 64, 68) saillir du flanc de la rondelle (10, 10').
2. Résonateur (21, 21') selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** chaque renflement (2, 4, 8, 22, 24, 26, 28, 42, 44, 48, 62, 64, 68) comporte deux parois (2_1-2_2 , 4_1-4_2 , 8_1-8_2 , 42_1-42_2 , 44_1-44_2 , 48_1-48_2 , 62_1-62_2 , 64_1-64_2 , 68_1-68_2) s'étendant axialement sensiblement parallèlement entre elles par rapport au segment formé entre le centre (C) de la virole (5, 25, 45, 65) et l'extrémité (S_1 , S_2 , S_3 , S_4) dudit renflement (2, 4, 8, 22, 24, 26, 28, 42, 44, 48, 62, 64, 68)
 3. Résonateur (21, 21') selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les distances entre lesdites deux parois (2_1-2_2 , 4_1-4_2 , 8_1-8_2 , 42_1-42_2 , 44_1-44_2 , 48_1-48_2 , 62_1-62_2 , 64_1-64_2 , 68_1-68_2) de chaque renflements (2, 4, 8, 22, 24, 26, 28, 42, 44, 48, 62, 64, 68) sont sensiblement constantes.
 4. Résonateur (21, 21') selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la bande (7, 27, 47, 67) de la virole (5, 25, 45, 65) s'étend sensiblement sous forme d'un triangle, d'un quadrilatère, d'un pentagone ou d'un hexagone.
 5. Résonateur (21, 21') selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le spiral (1) comporte une spire interne (P_I) suivant une courbe du type Grossmann et une spire externe (P_E) partiellement épaissie.
 6. Résonateur (21, 21') selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le spiral (1) est formé à base de silicium.
 7. Résonateur (21, 21') selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le spiral comporte en outre une couche résistante et imperméable à l'humidité afin de rendre le spiral (1) moins sensible aux variations climatiques.
 8. Résonateur (21, 21') selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le spiral (1) est ajusté sur l'axe entre une rondelle (10, 10') élastique et une portée (14') de l'axe (11').
 9. Résonateur (21, 21') selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le spiral (1) est ajusté sur l'axe (11) entre une rondelle (10, 10') élastique et le balancier (13).

Patentansprüche

1. Resonator (21, 21') für eine Uhr, umfassend eine Achse (11, 11'), auf die eine Unruh (13, 13') und eine Spiralfeder (1) ausgerichtet sind, umfassend ein in mehreren Windungen (P_I , P_E) auf sich selbst gewickeltes Blatt (3), wobei die innere Windung (P_I) an eine Spiralrolle (5, 25, 45, 65) angeformt ist, die ein Band (7, 27, 47, 67) aufweist, dass sich im Wesentlichen in Form eines Polygons erstreckt, wobei das Band (7, 27, 47, 67) an jeder der Ecken des Polygons eine Ausbauchung (2, 4, 8, 22, 24, 26, 28, 42, 44, 48, 62, 64, 68) aufweist, die sich radial zu der inneren Windung (P_I) erstreckt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Resonator ferner eine elastische Scheibe (10, 10') umfasst, die die Spiralfeder einklemmt durch Ausüben einer mechanischen Spannung durch Klemmen_hauptsächlich auf Höhe der Ecken des Bandes (7, 27, 47, 67) des Polygons,_wobei die Ausbauchungen (2, 4, 8, 42, 44, 48, 62, 64, 68) von der Seite der Scheibe (10, 10') vorstehen.
2. Resonator (21, 21') nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Ausbauchung (2, 4, 8, 22, 24, 26, 28, 42, 44, 48, 62, 64, 68) zwei Wände (2_1-2_2 , 4_1-4_2 , 8_1-8_2 , 42_1-42_2 , 44_1-44_2 , 48_1-48_2 , 62_1-62_2 , 64_1-64_2 , 68_1-68_2) umfasst, die sich im Wesentlichen axial und parallel zueinander zu dem Segment erstrecken, das zwischen der Mitte (C) der Spiralrolle (5, 25, 45, 65) und dem Ende (S_1 , S_2 , S_3 , S_4) der Ausbauchung (2, 4, 8, 22, 24, 26, 28, 42, 44, 48, 62, 64, 68) gebildet ist.
3. Resonator (21, 21') nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstände zwischen den zwei Wänden (2_1-2_2 , 4_1-4_2 , 8_1-8_2 , 42_1-42_2 , 44_1-44_2 , 48_1-48_2 , 62_1-62_2 , 64_1-64_2 , 68_1-68_2) jeder Ausbauchung (2, 4, 8, 22, 24, 26, 28, 42, 44, 48, 62, 64, 68) im Wesentlichen konstant sind.
4. Resonator (21, 21') nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das Band (7, 27, 47, 67) der Spiralrolle (5, 25, 45, 65) im Wesentlichen in Form eines Dreiecks, eines Vierecks, eines Fünfecks oder eines Sechsecks erstreckt.
5. Resonator (21, 21') nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spiralfeder (1) eine innere Windung (P_I) längs einer Kurve des Grossmann-Typs und eine äußere Windung (P_E), die teilweise verdickt ist, umfasst.
6. Resonator (21, 21') nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spiralfeder (1) auf Siliziumbasis hergestellt ist.
7. Resonator (21, 21') nach dem vorhergehenden An-

spruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spiralfeder ferner eine Schicht aufweist, die verschleißbeständig und feuchtigkeitsundurchlässig ist, um die Spiralfeder (1) gegenüber klimatischen Veränderungen weniger empfindlich zu machen.

8. Resonator (21') nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spiralfeder (1) auf eine Achse zwischen einer elastischen Scheibe (10, 10') und einem Bereich (14') der Achse (11') ausgerichtet ist.
9. Resonator (21, 21') nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spiralfeder (1) auf die Achse (11) zwischen einer elastischen Scheibe (10, 10') und der Unruh (13) ausgerichtet ist.

Claims

1. Resonator (21, 21') for a timepiece including a staff (11, 11') onto which are fitted a balance (13, 13') and a balance spring (1) including a strip (3) wound around itself into several coils (P_I, P_E), the inner coil (P_I) being integral with a collet (5, 25, 45, 65) including a band (7, 27, 47, 67) extending substantially in the form of a polygon, the band (7, 27, 47, 67) includes, at each vertex of said polygon, a bulging portion (2, 4, 8, 22, 24, 26, 28, 42, 44, 48, 62, 64, 68) extending radially towards the inner coil (P_I) and **characterised in that** the resonator further includes a resilient washer (10, 10') which mainly clamps the balance spring by exerting an axial load by squeezing at the vertices of the band (7, 27, 47, 67) of said polygon while allowing the bulging portions (2, 4, 8, 42, 44, 48, 62, 64, 68) to protrude from the flank of the washer (10, 10').
2. Resonator (21, 21') according to the preceding claim, **characterised in that** each bulging portion (2, 4, 8, 22, 24, 26, 28, 42, 44, 48, 62, 64, 68) includes two walls ($2_1-2_2, 4_1-4_2, 8_1-8_2, 42_1-42_2, 44_1-44_2, 48_1-48_2, 62_1-62_2, 64_1-64_2, 68_1-68_2$) extending axially substantially parallel to each other relative to the segment formed between the centre (C) of the collet (5, 25, 45, 65) and the end (S1, S2, S3, S4) of said bulging portion (2, 4, 8, 22, 24, 26, 28, 42, 44, 48, 62, 64, 68).
3. Resonator (21, 21') according to claim 1 or 2, **characterised in that** the distances between said two walls ($2_1-2_2, 4_1-4_2, 8_1-8_2, 42_1-42_2, 44_1-44_2, 48_1-48_2, 62_1-62_2, 64_1-64_2, 68_1-68_2$) of each bulging portion (2, 4, 8, 22, 24, 26, 28, 42, 44, 48, 62, 64, 68) are substantially constant.
4. Resonator (21, 21') according to one of the preceding claims, **characterised in that** the band (7, 27,

47, 67) of the collet (5, 25, 45, 65) extends substantially in the form of a triangle, a quadrilateral, a pentagon or a hexagon.

5. Resonator (21, 21') according to one of the preceding claims, **characterised in that** the balance spring (1) includes an inner coil (P_I) in a Grossmann curve and a partially thickened outer coil (P_E).
6. Resonator (21, 21') according to one of the preceding claims, **characterised in that** the balance spring (1) is formed from a silicon-based material.
7. Resonator (21, 21') according to one of the preceding claims, **characterised in that** the balance spring further includes a resistant, damp-proof layer to make the balance spring (1) less sensitive to climatic variations.
8. Resonator (21, 21') according to one of the preceding claims, **characterised in that** the balance spring (1) is fitted onto the staff between a resilient washer (10, 10') and a shoulder (14') of the staff (11').
9. Resonator (21, 21') according to one of claims 1 to 7, **characterised in that** the balance spring (1) is fitted onto the staff (11) between a resilient washer (10, 10') and the balance (13).

Fig. 1

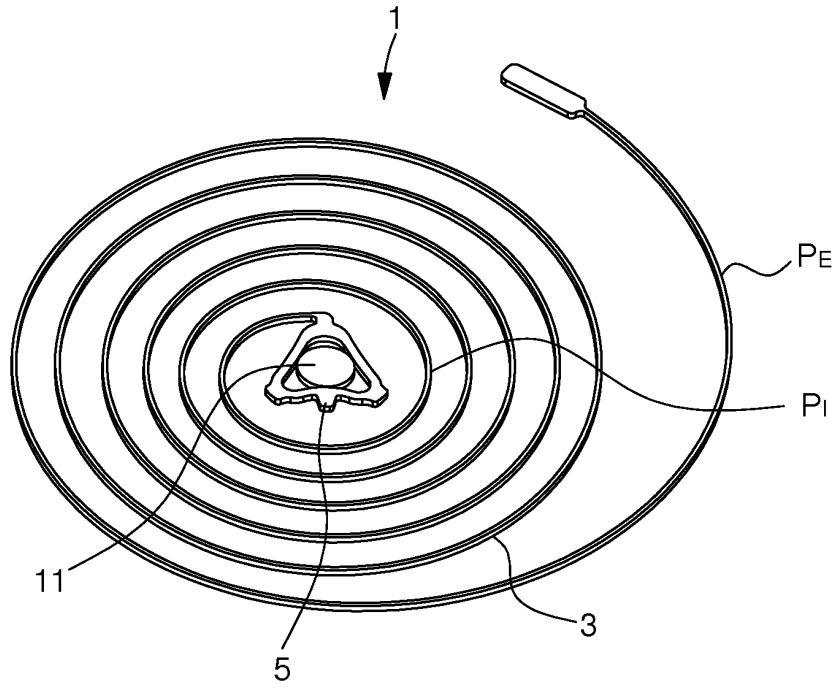


Fig. 4

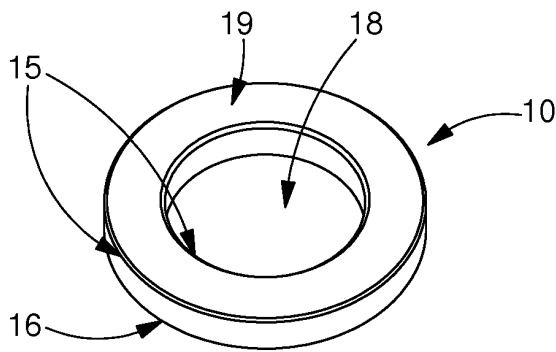


Fig. 5

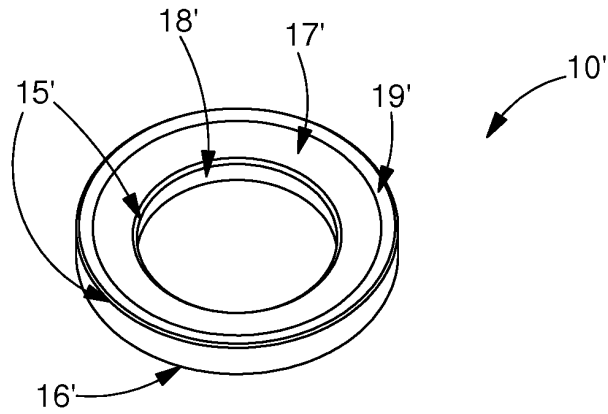


Fig. 2

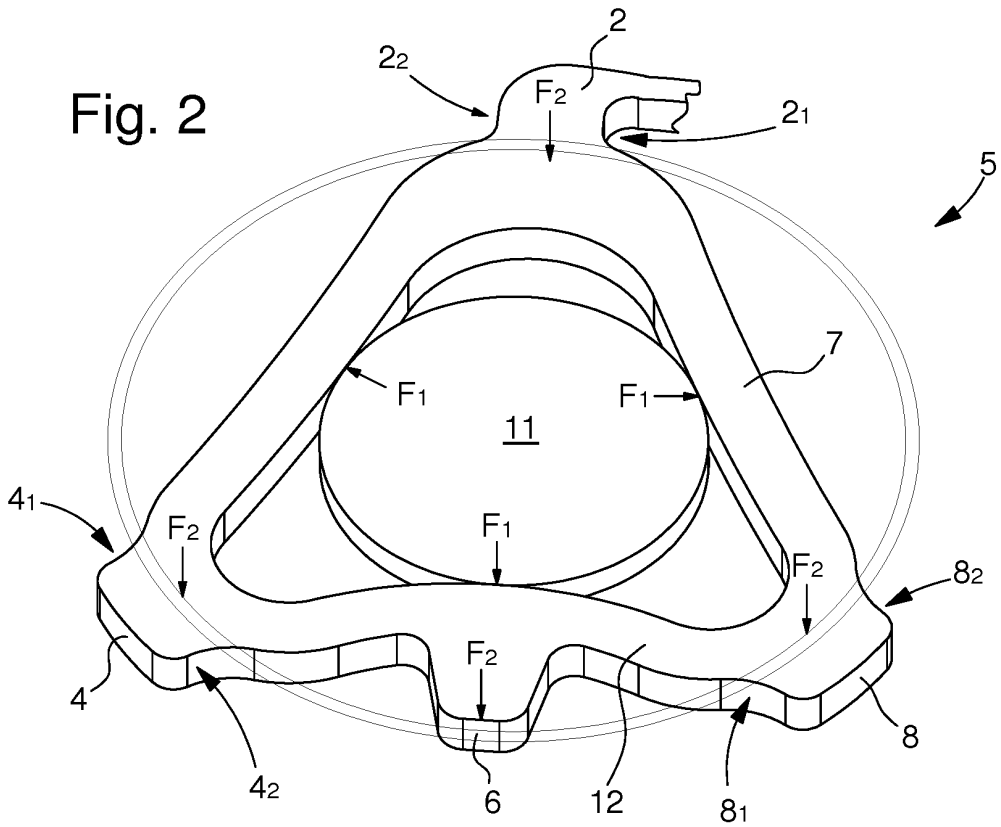
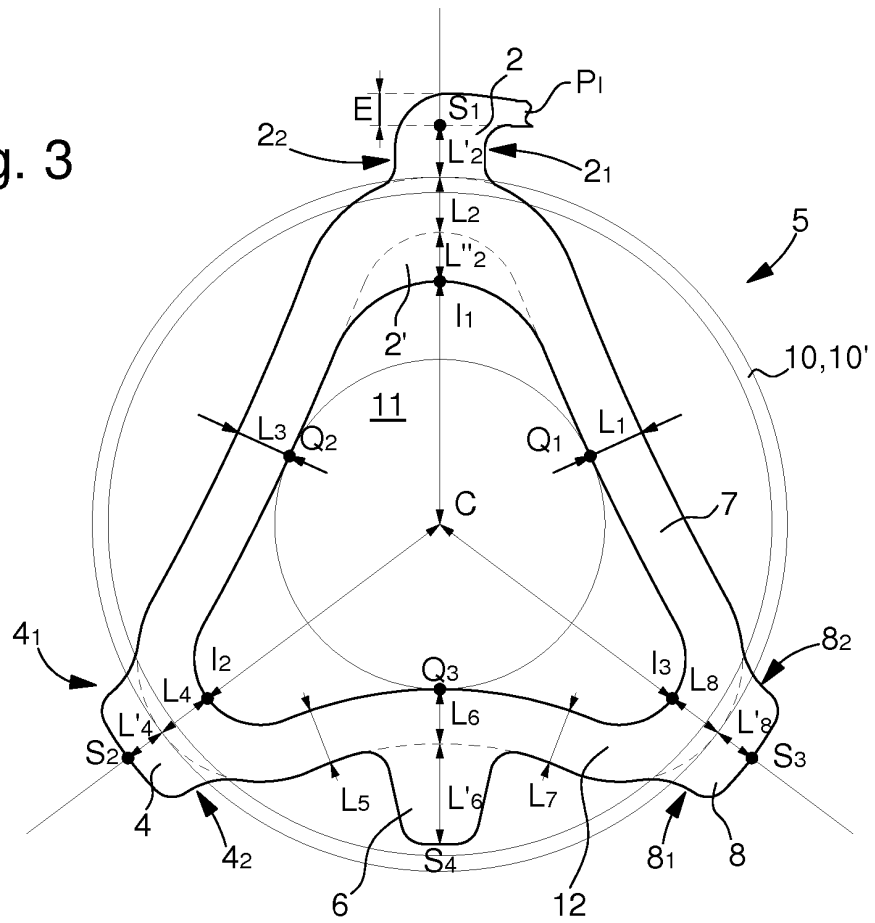


Fig. 3



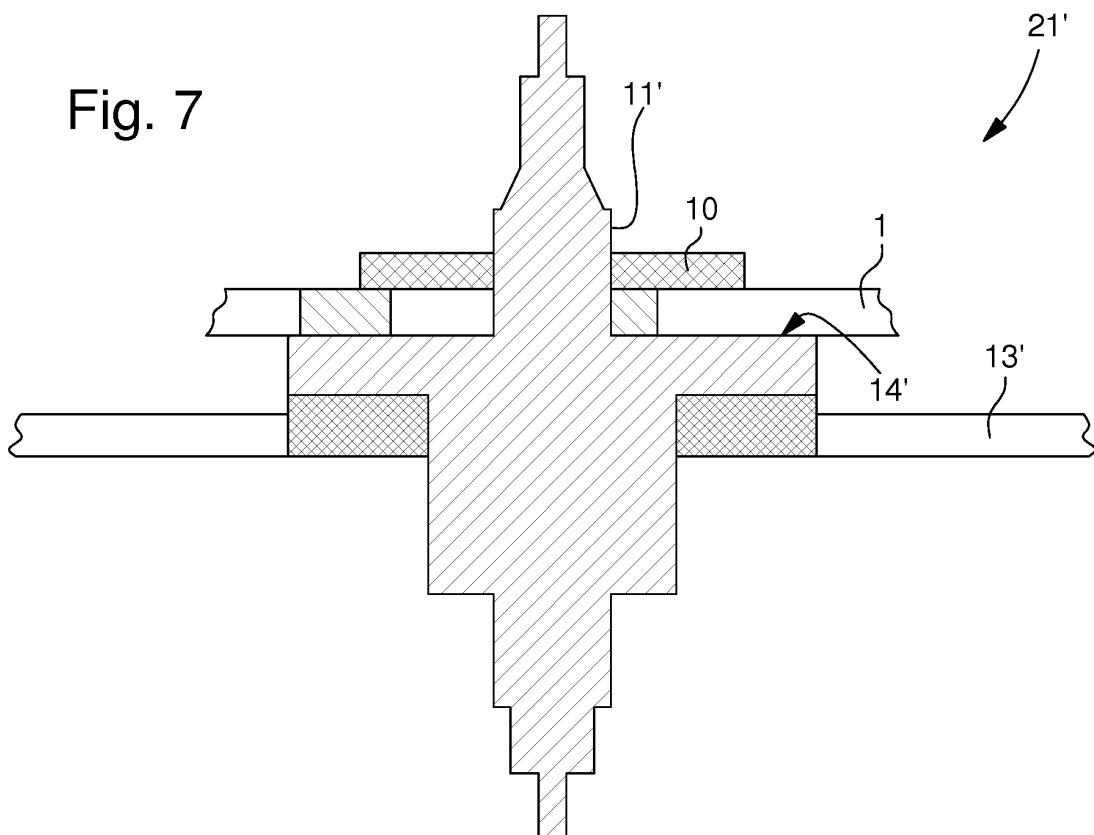
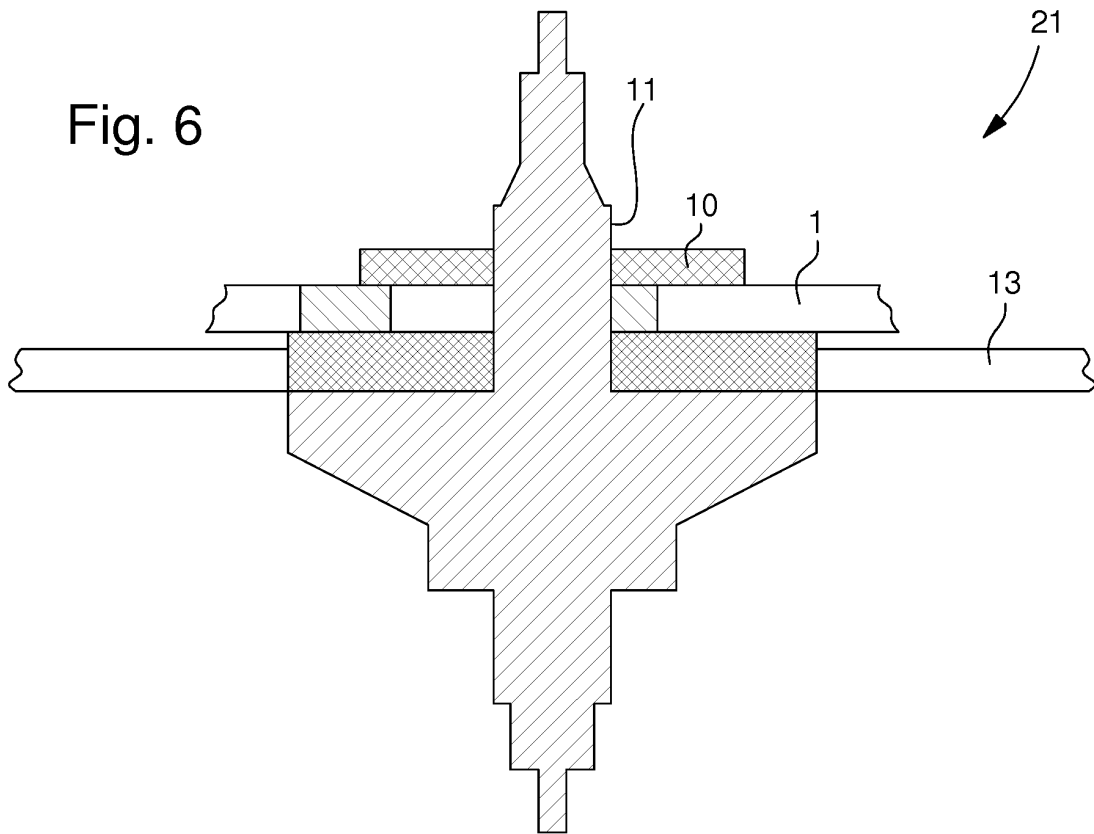
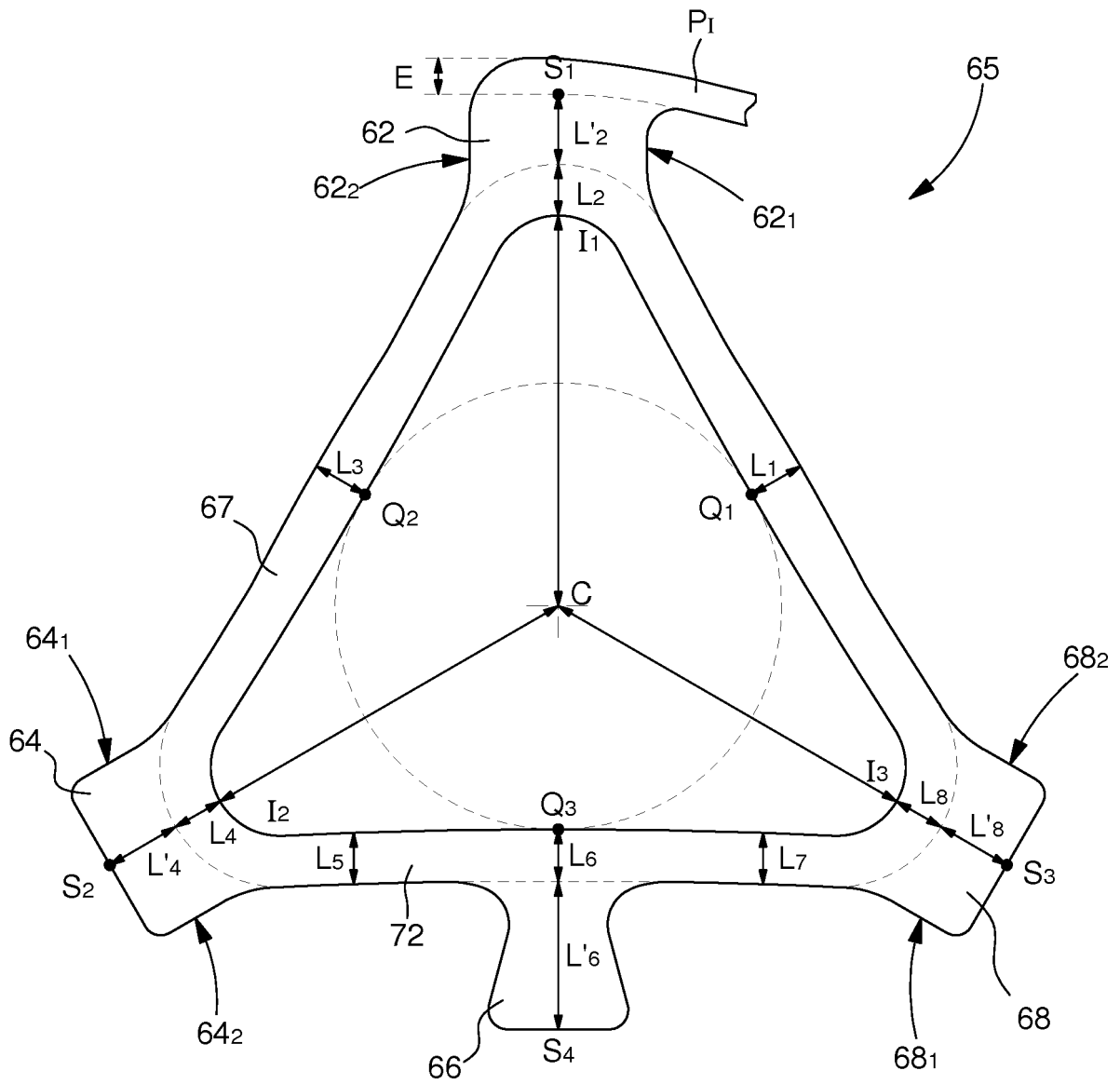


Fig. 9



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 2184653 A [0002]
- EP 1868045 A [0002]