

(19)



(11)

EP 1 868 045 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
20.02.2019 Bulletin 2019/08

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

(21) Numéro de dépôt: **06012021.9**

(22) Date de dépôt: **12.06.2006**

(54) **Virole d'horlogerie**

Spiralrolle für Uhr

Horological collet

(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 LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**

(43) Date de publication de la demande:
19.12.2007 Bulletin 2007/51

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

(72) Inventeur: **von Gunten, Stéphane
2300 La Chaux-de-Fonds (CH)**

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

(56) Documents cités:
**EP-A- 1 302 821 EP-A- 1 445 670
EP-A- 1 584 994 EP-A- 1 637 940
EP-A1- 1 857 891 CH-A- 500 523**

EP 1 868 045 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 une virole d'horlogerie, plus précisément un ensemble spiral-virole, la virole permettant la fixation de l'extrémité intérieure du spiral à l'axe d'un balancier.

[0002] Un inconvénient de certaines viroles conventionnelles, particulièrement les viroles élastiques, est que la distance entre le point de jonction du spiral à la virole et le centre de l'axe de balancier est modifiée lors du chassage de la virole sur l'axe de balancier, ce qui décentre le spiral et nuit donc à l'isochronisme du balancier-spiral.

[0003] Des solutions ont été proposées pour remédier à cet inconvénient. Dans les documents EP 1 513 029 et EP 1 637 940 est décrite une virole comprenant des bras élastiques disposés en triangle et un cadre externe qui rigidifie les zones de jonction entre les bras élastiques, en particulier la zone de jonction où se situe le point de jonction entre le spiral et la virole. Dans le document EP 1 584 994 est décrite une virole constituée par une bande métallique et dont la forme est spécialement choisie, avec une largeur et une répartition angulaire des points de contact avec l'axe de balancier variables, pour que la distance entre le point de jonction avec le spiral et le centre de l'axe de balancier soit sensiblement la même après chassage.

[0004] La présente invention vise à proposer une autre solution pour maintenir la distance entre le point de jonction du spiral à la virole et le centre de l'axe de balancier sensiblement constante lors du chassage, en particulier une solution qui ne nécessite ni de prévoir un cadre externe ni de donner à toute la virole une forme particulière.

[0005] A cette fin il est prévu un ensemble spiral-virole selon la revendication 1 annexée et un procédé de réalisation d'une virole selon la revendication 13. Des modes de réalisation particuliers de l'invention sont définis dans les revendications dépendantes.

[0006] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée suivante faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 montre une virole selon un premier mode de réalisation de l'invention, à laquelle est rattachée l'extrémité intérieure d'un spiral (montré partiellement), la virole étant chassée sur un axe de balancier ;
- la figure 2 montre le dessin d'une virole servant de base à la conception de la virole selon l'invention, cette virole de base étant représentée de manière exagérée dans un état déformé sous l'effet de forces radiales exercées par un axe chassé dans cette virole ;
- la figure 3 montre de manière exagérée les déformations locales de la virole selon l'invention causées par le chassage de l'axe de balancier dans cette virole ;

- la figure 4 montre de manière exagérée la virole selon l'invention avec son spiral (montré partiellement) telle que déformée après son chassage sur l'axe de balancier, les parties en gris correspondant à des déformations supérieures à $0,1 \mu\text{m}$ et les parties en blanc correspondant à des déformations inférieures à $0,1 \mu\text{m}$; et
- la figure 5 montre une virole selon un second mode de réalisation de l'invention, avec son spiral (montré partiellement).

[0007] En référence à la figure 1, une virole 1 selon l'invention, pour la fixation de l'extrémité intérieure d'un spiral 2 à l'axe 6 d'un balancier dans un mouvement d'horlogerie, comprend trois bras élastiques 3 disposés en triangle. Les bras élastiques 3 définissent une ouverture centrale triangulaire équilatérale 4 dont le diamètre du cercle inscrit est légèrement inférieur au diamètre d'une portée cylindrique ou légèrement tronconique 5 de l'axe de balancier 6, de sorte que l'axe 6 peut être chassé dans la virole 1, chassage qui déforme élastiquement les bras 3 vers l'extérieur de la virole 1. L'extrémité intérieure du spiral 2 est rattachée à la virole 1 en un point 8 de l'une, 7a, des trois zones 7a, 7b, 7c de jonction entre les bras 3. Lorsque la virole 1 est chassée sur l'axe 6, cette extrémité intérieure du spiral est solidaire de l'axe 6 et suit donc les mouvements oscillants du balancier. L'extrémité extérieure du spiral 2, non représentée, est elle fixée par un piton à une pièce fixe du mouvement d'horlogerie, typiquement le coq, de manière connue. La forme triangulaire de l'ouverture 4 permet un contact précis entre l'axe 6 et la virole 1, en trois points de contact discrets 9.

[0008] En référence encore à la figure 1, la largeur des bras élastiques 3 est de préférence variable pour rendre plus homogène la répartition des contraintes exercées par l'axe 6 et ainsi permettre d'augmenter la force de serrage de l'axe 6 et/ou la déformation des bras élastiques 3, à la manière des bras élastiques de la virole selon le document EP 1 637 940. Plus précisément, la largeur de chaque bras présente des maxima L0, L1, L2 là où des forces sont appliquées, c'est-à-dire au niveau du point 9 de contact avec l'axe 6 et aux deux extrémités du bras 3, et des minima L3, L4 là où les contraintes sont les moins élevées, c'est-à-dire en des points situés entre le point de contact 9 et les deux extrémités du bras 3.

[0009] Conformément à l'invention, la zone 7a de jonction des bras 3 à laquelle est connecté le spiral 2 est spécialement conformée pour que la distance R entre le point 8 de jonction entre le spiral 2 et la virole 1 et le centre O (dans le plan de la virole 1) de l'axe 6 ne soit sensiblement pas modifiée par le chassage de la virole 1 sur l'axe 6. On peut voir sur la figure 1 que la zone 7a n'a pas la même forme que les autres zones de jonction 7b, 7c. La zone 7a comporte en effet, à la différence des zones 7b, 7c, des évidements latéraux 10.

[0010] Pour comprendre comment la forme, la position et les dimensions des évidements 10 sont choisies, on

peut se reporter à la figure 2 qui représente par des petites flèches la direction des déformations locales subies par une virole 1' identique à la virole 1 mais ne comportant pas les évidements 10, sous l'effet de forces radiales F exercées par l'axe 6 aux points de contact 9. On constate que la zone 7a de jonction entre les bras 3, comme les deux autres zones de jonction 7b, 7c, comprend une partie de moindre déformation ou « noeud » 11, c'est-à-dire une partie qui ne se déforme pas ou peu et qui en tout cas se déforme moins que le reste de la zone 7a. Dans l'exemple illustré, du fait du caractère sensiblement symétrique de la virole 1, le noeud 11 est situé dans la partie angulaire centrale du secteur angulaire 12 de sommet le centre O de l'axe 6 et dans lequel est inscrit la zone 7a. Le noeud 11 est de plus proche du contour interne de la virole 1'. A droite et à gauche de ce noeud 11, par rapport à un axe radial 13 passant par le centre O de l'axe 6 et par le centre du noeud 11, les déformations locales ont tendance à contourner ce noeud 11 et à éloigner la matière, en particulier le point 8 de jonction entre le spiral 2 et la virole 1', du centre O. Pour diminuer cet effet, la présente invention propose d'enlever de la zone de jonction 7a, lors de la conception de la virole, des parties dont la déformation contribue de manière sensible à l'éloignement du point de jonction 8. Dans l'exemple illustré, on enlève des parties latérales gauche et droite 14 situées dans la proximité immédiate du noeud 11 et plus éloignées du centre O que le noeud 11. Les deux évidements 10 qui en résultent (figure 1) définissent une partie intermédiaire 15 entre le point de jonction 8 et le noeud 11. Cette partie intermédiaire 15 est moins large (dans la direction orthogonale à l'axe radial 13) que le reste de la zone de jonction 7a et en particulier que la partie intérieure 19 de la zone 7a incluant le noeud 11. Cette partie intermédiaire 15 est de plus située dans la partie angulaire centrale du secteur angulaire 12 dans lequel est inscrite la zone de jonction 7a, comme le noeud 11.

[0011] Comme montré à la figure 3, où les flèches indiquent la direction des déformations locales subies par la virole 1 mais aussi, par leur longueur, l'intensité de ces déformations, les évidements 10 empêchent que les déformations des deux parties 16 de la zone de jonction 7a situées à droite et à gauche du noeud 11 et sensiblement à la même distance du centre O que le noeud 11, déformations qui ont tendance à contourner le noeud 11, soient transmises à la partie intermédiaire 15 et au point de jonction 8. La partie intermédiaire 15 se déforme donc très peu lors du chassage de l'axe 6 dans la virole 1, de sorte que le point de jonction 8 se déplace très peu. Une modification de la distance R entre le point 8 et le centre O très inférieure à la valeur maximale généralement admise, 5 μm , peut ainsi être obtenue. Une modification de la distance R inférieure à 0,1 μm peut même être obtenue, comme montré à la figure 4 où les parties grises correspondent à des déformations après chassage supérieures à 0,1 μm et les parties blanches correspondent à des déformations après chassage inférieures à 0,1 μm .

On peut constater sur cette figure 4 que les déformations inférieures à 0,1 μm concernent le spiral 2, la partie intermédiaire 15, le noeud 11 de la zone de jonction 7a et des noeuds 17 des deux autres zones de jonction entre les bras 3.

[0012] La très faible modification de la distance R mentionnée ci-dessus peut être obtenue sans fragiliser dans une trop grande mesure la zone de jonction 7a. La partie intermédiaire 15 de la zone de jonction 7a définie par les évidements 10, bien que moins large que le reste de la zone de jonction 7a, peut en effet conserver une largeur suffisante, supérieure à celle des spires du spiral 2, pour ne pas se déformer lors du fonctionnement du spiral 2 (oscillations du balancier). La largeur de la partie intermédiaire 15 est typiquement égale à environ trois fois la largeur des spires du spiral 2.

[0013] Les évidements pratiqués dans la zone de jonction 7a pour maintenir sensiblement constante la distance R lors du chassage n'ont pas nécessairement la forme des évidements 10 illustrés aux figures 1, 3 et 4. La figure 5 montre un autre mode de réalisation de la virole 1 selon l'invention, dans lequel les évidements sont des entailles 18 pratiquées transversalement à l'axe radial 13 de chaque côté de la zone de jonction 7a à proximité du noeud 11. Ces entailles 18 définissent une partie intermédiaire 15 entre le point de jonction 8 et le noeud 11, partie intermédiaire 15 qui est moins large que la partie intérieure 19 de la zone 7a incluant le noeud 11 et qu'une partie extérieure 21 de la zone 7a incluant le point de jonction 8.

[0014] En pratique, et d'une manière générale, la virole selon l'invention est réalisée en mettant en oeuvre les étapes suivantes :

- a) dessiner une virole, la forme de cette virole pouvant être choisie selon des critères indépendants de la question de la modification de la distance R lors du chassage de la virole sur l'axe, par exemple pour augmenter la force de serrage de l'axe et/ou la déformation des bras élastiques de la virole,
- b) calculer les déformations locales subies par la virole, plus particulièrement les déformations locales subies dans la zone du point de jonction entre le spiral et la virole, lors du chassage de la virole sur l'axe,
- c) modifier le dessin de la virole en enlevant de ladite zone une ou des parties dont les déformations contribuent à modifier la distance R, et
- d) fabriquer la virole selon le dessin ainsi modifié.

Les étapes a) et c) sont typiquement effectuées par CAO (conception assistée par ordinateur) et l'étape b) par la méthode des éléments finis. La virole selon l'invention est de préférence fabriquée d'un seul tenant avec le spiral. Dans un exemple de réalisation, l'ensemble unitaire spiral-virole est fabriqué en une matière à base de silicium au moyen du procédé de gravure profonde DRIE (Deep Reaction Ion Etching).

[0015] On notera que la virole selon l'invention et sa

méthode de réalisation ont pour avantage notamment de ne pas nécessiter que la forme entière de la virole soit dessinée dans le but de maintenir sensiblement constante la distance entre le point de jonction du spiral à la virole et le centre de l'axe. Ainsi, comme déjà expliqué en référence à la figure 1, les bras 3 de la virole peuvent avoir une forme particulière, à largeur variable, pour augmenter la force de serrage de l'axe 6 et/ou la déformation des bras 3 en répartissant de manière plus homogène les contraintes à l'intérieur des bras 3. Dans l'exemple de la figure 5, et selon une autre caractéristique de l'invention, la virole comporte en outre des butées formées par des parties discrètes 20a, 20b et 20c du contour externe de la virole, au niveau des zones de jonction 7a, 7b, 7c respectivement. Ces butées 20a, 20b, 20c sont situées à des distances respectives Ra, Rb, Rc du centre O qui sont suffisamment petites pour ne pas gêner le fonctionnement normal du spiral 2 mais suffisamment grandes pour, en cas de choc subi par le mouvement, permettre à la spire intérieure du spiral 2 de venir s'appuyer contre une ou plusieurs des butées 20a, 20b et 20c avant que la limite élastique de cette spire intérieure, y compris au niveau du point de jonction 8, soit dépassée. Les risques de rupture du spiral 3 lors d'un choc sont ainsi réduits. Les butées 20a, 20b et 20c ont typiquement une forme en arc de cercle de centre O et de rayons Ra, Rb et Rc respectivement. Avantagement, ces distances ou rayons Ra, Rb et Rc croissent dans le sens D d'enroulement du spiral 2 allant de l'intérieur vers l'extérieur à partir du point 8 de jonction du spiral 2 à la virole 1, ceci pour tenir compte du fait que le rayon de la spire intérieure du spiral 2, comme celui de toutes les autres spires, croît dans ce sens D. Ainsi, la butée 20b la plus proche du point de jonction 8 dans le sens D est à une distance Rb du centre O qui est plus petite que la distance Rc séparant la butée suivante 20c du centre O, laquelle est plus petite que la distance Ra séparant la butée suivante 20a du centre O. La distance R8 séparant le point 8 de jonction entre le spiral 2 et la virole 1 du centre O est elle typiquement supérieure ou égale à la distance Rb et inférieure aux distances Rc et Ra.

[0016] Un autre avantage de la présente invention est qu'elle ne nécessite pas de prévoir un cadre de rigidification entourant la partie déformable de la virole.

[0017] On notera par ailleurs que le principe de la présente invention, tel que défini par les étapes de conception a), b) et c) énoncées ci-dessus, peut être appliqué à d'autres formes de virole que la forme triangulaire montrée aux figures 1 et 5, par exemple à d'autres formes polygonales, régulières ou non, voire à des formes non polygonales. La virole selon l'invention pourrait ainsi, dans une variante, avoir la forme générale conventionnelle d'une bague annulaire fendue, avec le point de jonction du spiral à la virole situé à l'opposé de la fente. Dans cette variante, la virole pourrait être considérée comme comportant deux bras déformables dont la zone de jonction comporte le point de jonction du spiral à la virole.

Revendications

1. Ensemble spiral-virole d'horlogerie comprenant un spiral (2) et une virole (1), le spiral (2) étant rattaché par son extrémité intérieure à la virole (1) en un point (8) de jonction, la virole (1) étant sans cadre externe de rigidification, la virole (1) comprenant au moins deux bras déformables (3) entre lesquels peut être chassé un axe (6) à section circulaire et, dans la zone (7a) du point de jonction (8), constituant une zone de jonction entre les deux bras (3), au moins un évidement (10 ; 18) conformé pour que la modification de la distance (R) entre le point de jonction (8) et le centre (O) de l'axe (6) lors du chassage de la virole (1) sur l'axe (6) soit inférieure à 0,1 μm , le ou les évidements (10 ; 18) étant proches d'une partie de moindre déformation (11) de la zone de jonction (7a), c'est-à-dire d'une partie (11) qui se déforme moins que le reste de la zone de jonction (7a) lors du chassage de la virole (1) sur l'axe (6), et définissant dans la zone de jonction (7a) une partie intermédiaire (15) entre le point de jonction (8) et la partie de moindre déformation (11), cette partie intermédiaire (15) étant moins large qu'une partie intérieure (19), par rapport audit centre (O), de la zone de jonction (7a), cette partie intérieure (19) incluant la partie de moindre déformation (11), chaque bras déformable (3) étant agencé pour être en contact ponctuel avec l'axe (6) et ayant une largeur variable (L0 - L4) présentant des maxima (L0, L1, L2) sensiblement au point (9) de contact avec l'axe (6) et aux deux extrémités du bras (3) rattachées à un ou d'autres bras (3) de la virole et des minima (L3, L4) entre ledit point de contact (9) et les deux extrémités du bras (3), pour rendre plus homogène la répartition des contraintes exercées sur ce bras par l'axe (6).
2. Ensemble spiral-virole selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le ou les évidements (10 ; 18) confèrent à la zone de jonction (7a) une forme différente de celle d'une ou plusieurs autres zones de jonction (7b, 7c) entre lesdits bras (3).
3. Ensemble spiral-virole selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le ou les évidements (10 ; 18) comprennent des premier et second évidements situés de part et d'autre de la partie intermédiaire (15).
4. Ensemble spiral-virole selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la virole (1) comprend au moins trois bras déformables (3) disposés en polygone.
5. Ensemble spiral-virole selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le polygone est un polygone régulier.

6. Ensemble spiral-virole selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé en ce que** la virole (1) comprend trois bras déformables (3) disposés en triangle.
7. Ensemble spiral-virole selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** lesdits bras déformables (3) sont élastiques.
8. Ensemble spiral-virole selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisée en ce que** le ou les évidements comprennent une ou plusieurs entailles (18).
9. Ensemble spiral-virole selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** le contour externe de la virole (1) définit au moins une butée (20a, 20b, 20c) contre laquelle la spire intérieure du spiral (2) peut venir s'appuyer lors d'un choc avant que la limite élastique de la spire intérieure soit dépassée.
10. Ensemble spiral-virole selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** ladite au moins une butée consiste en plusieurs butées discrètes (20a, 20b, 20c) situées à des distances respectives (Ra, Rb, Rc) du centre (O) de l'axe (6) qui sont croissantes dans le sens (D) du spiral (2) allant de l'intérieur vers l'extérieur depuis le point (8) de jonction du spiral (2) à la virole (1).
11. Ensemble spiral-virole selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce qu'il** est réalisé d'un seul tenant.
12. Ensemble spiral-virole selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce qu'il** est réalisé en une matière à base de silicium.
13. Procédé de réalisation d'une virole d'horlogerie (1) destinée à être chassée sur un axe (6) pour fixer l'extrémité intérieure d'un spiral (2) à cet axe (6), **caractérisé en ce qu'il** comprend les étapes suivantes :
- a) dessiner une virole (1') comprenant un point (8) de jonction avec le spiral (2), la forme de cette virole étant choisie selon des critères indépendants de la question de la modification de la distance (R) entre le point de jonction (8) et le centre (O) de l'axe (6) lors du chassage de la virole sur l'axe (6),
- b) calculer les déformations locales subies par la virole (1') dans la zone (7a) du point de jonction (8) lors du chassage de la virole sur l'axe (6),
- c) modifier le dessin de la virole (1') en enlevant de ladite zone (7a) au moins une partie (14) dont les déformations contribuent à modifier la distance (R) entre le point de jonction (8) et le centre (O) de l'axe (6) lors du chassage de la virole sur l'axe (6), et
- d) fabriquer la virole.
14. Procédé selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** l'étape a) consiste à dessiner une virole (1') comprenant au moins deux bras déformables (3) entre lesquels peut être chassé l'axe (6) et une zone (7a) de jonction entre ces deux bras (3), la zone de jonction (7a) constituant ladite zone du point de jonction (8).
15. Procédé selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** l'étape c) consiste à enlever de la zone de jonction (7a) au moins une partie (14) située à proximité d'une partie de moindre déformation (11) de ladite zone (7a).
16. Procédé selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** ladite au moins une partie (14) comprend des première et seconde parties situées de chaque côté de la zone de jonction (7a).
17. Procédé selon l'une quelconque des revendications 14 à 16, **caractérisé en ce que** l'étape a) consiste à dessiner une virole comprenant au moins trois bras déformables (3) disposés en polygone.
18. Procédé selon la revendication 17, **caractérisé en ce que** le polygone est régulier.

Patentansprüche

1. Spiralfeder-Spiralrolle-Uhranordnung, umfassend eine Spiralfeder (2) und eine Spiralrolle (1), wobei die Spiralfeder (2) an ihrem inneren Ende an der Spiralrolle (1) an einer Verbindungsstelle (8) befestigt ist, wobei die Spiralrolle (1) ohne äußeren Versteifungsrahmen ist, wobei die Spiralrolle (1) mindestens zwei verformbare Arme (3), zwischen denen eine Achse (6) mit kreisförmigem Querschnitt eingepresst sein kann, und in dem Bereich (7a) der Verbindungsstelle (8), die einen Verbindungsbereich zwischen den zwei Armen (3) bildet, mindestens eine Ausnehmung (10; 18) aufweist, die ausgebildet ist, damit die Änderung des Abstands (R) zwischen der Verbindungsstelle (8) und der Mitte (0) der Achse (6) während des Einpressens der Spiralrolle (1) auf die Achse (6) kleiner als $0,1 \mu\text{m}$ ist, wobei die Ausnehmung oder die Ausnehmungen (10; 18) nahe eines Teils mit geringerer Verformung (11) des Verbindungsbereichs (7a) ist oder sind, das heißt eines Teils (11), der sich während des Einpressens der Spiralrolle (1) auf die Achse (6) weniger als der Rest des Verbindungsbereichs (7a) verformt, und in dem Verbindungsbereich (7a) ein Zwischenteil (15) zwischen der Verbindungsstelle (8) und dem Teil mit

- geringerer Verformung (11) definiert oder definieren, wobei dieser Zwischenteil (15) weniger breit als ein innerer Teil (19) relativ zu der Mitte (0) des Verbindungsbereichs (7a) ist, wobei dieser innere Teil (19) den Teil mit geringerer Verformung (11) umfasst, wobei jeder verformbare Arm (3) angeordnet ist, um in Punktkontakt mit der Achse (6) zu sein und eine variable Breite (L0 - L4) aufweist, die Maxima (L0, L1, L2) im Wesentlichen an der Kontaktstelle (9) mit der Achse (6) und an den zwei Enden des Arms (3), die mit einem oder mehreren anderen Armen (3) der Spiralfeder verbunden sind, und Minima (L3, L4) zwischen der Kontaktstelle (9) und den zwei Enden des Arms (3) aufweist, um die Verteilung der Spannungen, die von der Achse (6) auf diesen Arm ausgeübt werden, homogener zu machen.
2. Spiralfeder-Spiralrolle-Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausnehmung oder die Ausnehmungen (10; 18) dem Verbindungsbereich (7a) eine Form verleiht oder verleihen, die von jener von einem oder mehreren anderen Verbindungsbereichen (7b, 7c) zwischen den Armen (3) verschieden ist.
 3. Spiralfeder-Spiralrolle-Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausnehmung oder die Ausnehmungen (10; 18) eine erste und eine zweite Ausnehmung aufweisen, die auf beiden Seiten des Zwischenteils (15) angeordnet sind.
 4. Spiralfeder-Spiralrolle-Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spiralrolle (1) mindestens drei verformbare Arme (3) aufweist, die in einem Polygon angeordnet sind.
 5. Spiralfeder-Spiralrolle-Anordnung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Polygon ein regelmäßiges Polygon ist.
 6. Spiralfeder-Spiralrolle-Anordnung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spiralrolle (1) drei verformbare Arme (3) aufweist, die in einem Dreieck angeordnet sind.
 7. Spiralfeder-Spiralrolle-Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die verformbaren Arme (3) elastisch sind.
 8. Spiralfeder-Spiralrolle-Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausnehmung oder die Ausnehmungen eine oder mehrere Kerben (18) aufweist.
 9. Spiralfeder-Spiralrolle-Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Außenkontur der Spiralrolle (1) mindestens einen Anschlag (20a, 20b, 20c) definiert, gegen den die innere Windung der Spiralfeder (2) bei einem Stoß in Anlage kommen kann, bevor die Streckgrenze der inneren Windung überschritten wird.
 10. Spiralfeder-Spiralrolle-Anordnung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens ein Anschlag aus mehreren diskreten Anschlägen (20a, 20b, 20c) besteht, die in jeweiligen Abständen (Ra, Rb, Rc) von der Mitte (0) der Achse (6) angeordnet sind, die in die Richtung (D) von der Spiralfeder (2) zunehmend sind, die vom Inneren zum Äußeren von der Verbindungsstelle (8) der Spiralfeder (2) zu der Spiralrolle (1) verläuft.
 11. Spiralfeder-Spiralrolle-Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einstückig ausgebildet ist.
 12. Spiralfeder-Spiralrolle-Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie aus einem Material auf Siliziumbasis besteht.
 13. Verfahren zur Herstellung einer Uhr-Spiralrolle (1), die dazu bestimmt ist, auf einer Achse (6) eingepresst zu werden, um das innere Ende einer Spiralfeder (2) an dieser Achse (6) zu befestigen, **dadurch gekennzeichnet, dass** es die folgenden Schritte aufweist:
 - a) Entwerfen einer Spiralrolle (1'), der eine Verbindungsstelle (8) mit der Spiralfeder (2) aufweist, wobei die Form dieser Spiralrolle nach Kriterien ausgewählt wird, die von der Frage der Änderung des Abstands (R) zwischen der Verbindungsstelle (8) und der Mitte (0) der Achse (6) bei dem Einpressen der Spiralrolle auf die Achse (6) unabhängig sind,
 - b) Berechnen der örtlichen Verformungen, die die Spiralrolle (1') in dem Bereich (7a) der Verbindungsstelle (8) beim Einpressen der Spiralrolle auf die Achse (6) erfahren hat,
 - c) Ändern des Entwurfs der Spiralrolle (1'), indem von dem Bereich (7a) mindestens ein Teil (14) entfernt wird, dessen Verformungen dazu beitragen, den Abstand (R) zwischen der Verbindungsstelle (8) und der Mitte (0) der Achse (6) bei dem Einpressen der Spiralrolle auf die Achse (6) zu ändern, und
 - d) Herstellen der Spiralrolle.
 14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schritt a) darin besteht, eine Spiralrolle (1') zu entwerfen, der mindestens zwei verformbare Arme (3), zwischen denen die Achse (6) eingepresst werden kann, und einen Verbindungsbereich (7a) zwischen diesen zwei Armen (3) auf-

weist, wobei der Verbindungsbereich (7a) den Bereich der Verbindungsstelle (8) bildet.

15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schritt c) darin besteht, von dem Verbindungsbereich (7a) mindestens einen Teil (14) zu entfernen, der in der Nähe eines Teils mit geringerer Verformung (11) des Bereichs (7a) angeordnet ist.
16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Teil (14) einen ersten und einen zweiten Teil aufweist, die auf jeder Seite des Verbindungsbereichs (7a) angeordnet sind.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schritt a) darin besteht, eine Spiralrolle zu entwerfen, der mindestens drei verformbare Arme (3) aufweist, die in einem Polygon angeordnet sind.
18. Verfahren nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Polygon regelmäßig ist.

Claims

1. Horological balance spring-collet assembly comprising a balance spring (2) and a collet (1), the balance spring (2) being attached by its inner end to the collet (1) at a joining point (8), the collet (1) having no external stiffening frame, the collet (1) comprising at least two deformable arms (3) between which a shaft (6) with a circular cross-section can be driven and, in the zone (7a) of the joining point (8), constituting a joining zone between the two arms (3), at least one recess (10; 18) shaped so that the change in the distance (R) between the joining point (8) and the centre (O) of the shaft (6) during driving of the collet (1) onto the shaft (6) is less than $0.1 \mu\text{m}$, the recess or recesses (10; 18) being close to a lower-deformation part (11) of the joining zone (7a), i.e. to a part (11) which deforms less than the rest of the joining zone (7a) when the collet (1) is being driven onto the shaft (6), and defining, in the joining zone (7a), an intermediate part (15) between the joining point (8) and the lower-deformation part (11), this intermediate part (15) being narrower than an inner part (19), with respect to said centre (O), of the joining zone (7a), this inner part (19) including the lower-deformation part (11), each deformable arm (3) being arranged to be in point-contact with the shaft (6) and having a variable width (L0-L4) having maxima (L0, L1, L2) substantially at the point (9) of contact with the shaft (6) and at the two ends of the arm (3) which are attached to one or more other arms (3) of the collet and minima (L3, L4) between said contact point

(9) and the two ends of the arm (3), in order to render the distribution of stresses exerted on this arm by the shaft (6) more homogenous.

2. Balance spring-collet assembly as claimed in claim 1, **characterised in that** the recess or recesses (10; 18) provide the joining zone (7a) with a shape different from that of one or more other joining zones (7b, 7c) between said arms (3).
3. Balance spring-collet assembly as claimed in claim 1 or 2, **characterised in that** the recess or recesses (10; 18) comprise first and second recesses located on both sides of the intermediate part (15).
4. Balance spring-collet assembly as claimed in any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the collet (1) comprises at least three deformable arms (3) disposed to form a polygon.
5. Balance spring-collet assembly as claimed in claim 4, **characterised in that** the polygon is a regular polygon.
6. Balance spring-collet assembly as claimed in claim 4 or 5, **characterised in that** the collet (1) comprises three deformable arms (3) disposed to form a triangle.
7. Balance spring-collet assembly as claimed in any one of claims 1 to 6, **characterised in that** said deformable arms (3) are elastic.
8. Balance spring-collet assembly as claimed in any one of claims 1 to 7, **characterised in that** the recess or recesses comprise one or more notches (18).
9. Balance spring-collet assembly as claimed in any one of claims 1 to 8, **characterised in that** the outer contour of the collet (1) defines at least one stop (20a, 20b, 20c) against which the inner turn of the balance spring (2) can come into abutment in the event of an impact before the elastic limit of the inner turn is exceeded.
10. Balance spring-collet assembly as claimed in claim 9, **characterised in that** said at least one stop consists of a plurality of discrete stops (20a, 20b, 20c) located at respective distances (Ra, Rb, Rc) from the centre (O) of the shaft (6) which increase in the direction (D) of the balance spring (2) from the inside towards the outside from the point (8) where the balance spring (2) joins the collet (1).
11. Balance spring-collet assembly as claimed in any one of claims 1 to 10, **characterised in that** it is produced in one piece.

12. Balance spring-collet assembly as claimed in any one of claims 1 to 11, **characterised in that** it is produced from a silicon-based material.
13. Method of producing a horological collet (1) to be driven onto a shaft (6) in order to fix the inner end of a balance spring (2) to this shaft (6), **characterised in that** it comprises the following steps:
- a) drawing a collet (1') comprising a point (8) of joining with the balance spring (2), the shape of this collet being selected according to criteria independent of the question of the change in the distance (R) between the joining point (8) and the centre (O) of the shaft (6) when the collet is being driven onto the shaft (6),
 - b) calculating the local deformations undergone by the collet (1') in the zone (7a) of the joining point (8) when the collet is being driven onto the shaft (6),
 - c) modifying the drawing of the collet (1') by removing from said zone (7a) at least one part (14) the deformations of which contribute to changing of the distance (R) between the joining point (8) and the centre (O) of the shaft (6) when the collet is being driven onto the shaft (6), and
 - d) producing the collet.
14. Method as claimed in claim 13, **characterised in that** step a) consists of drawing a collet (1') having at least two deformable arms (3) between which the shaft (6) can be driven and a joining zone (7a) between these two arms (3), the joining zone (7a) constituting said zone of the joining point (8).
15. Method as claimed in claim 14, **characterised in that** step c) consists of removing from the joining zone (7a) at least one part (14) located in the proximity of a lower-deformation part (11) of said zone (7a).
16. Method as claimed in claim 15, **characterised in that** said at least one part (14) comprises first and second parts located on each side of the joining zone (7a).
17. Method as claimed in any one of claims 14 to 16, **characterised in that** step a) consists of drawing a collet comprising at least three deformable arms (3) disposed to form a polygon.
18. Method as claimed in claim 17, **characterised in that** the polygon is a regular polygon.

Fig.1

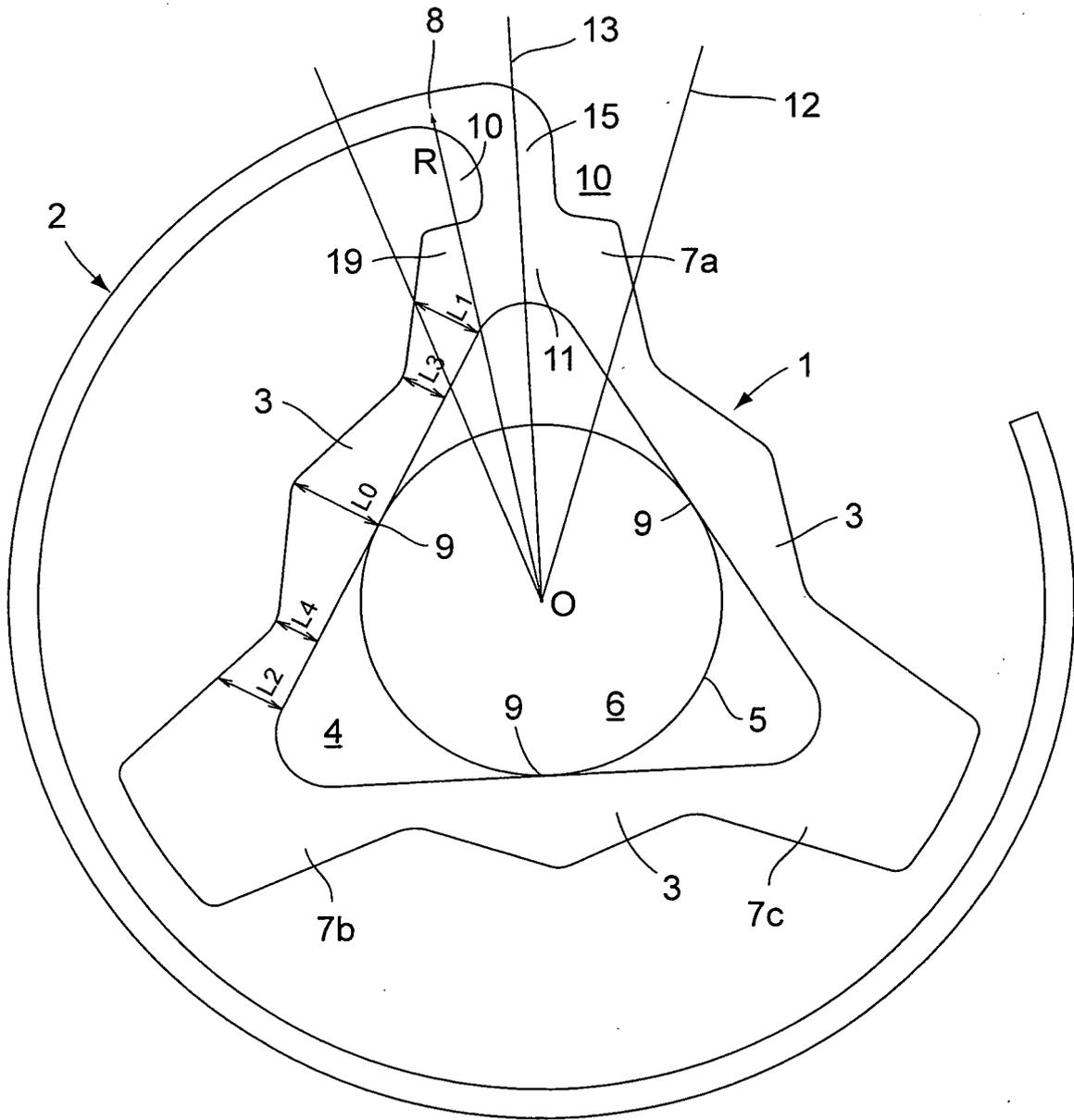


Fig.2

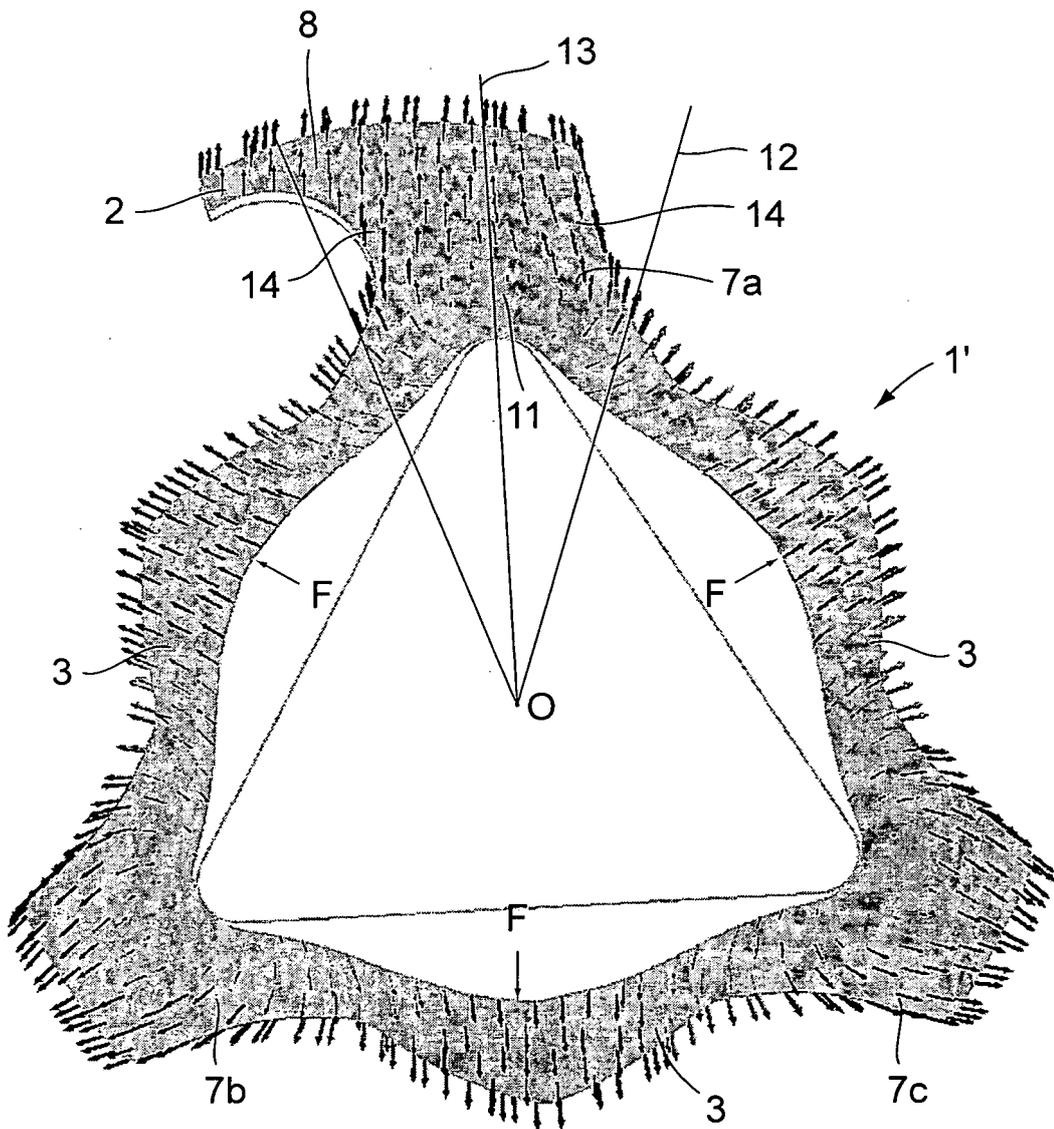


Fig.3

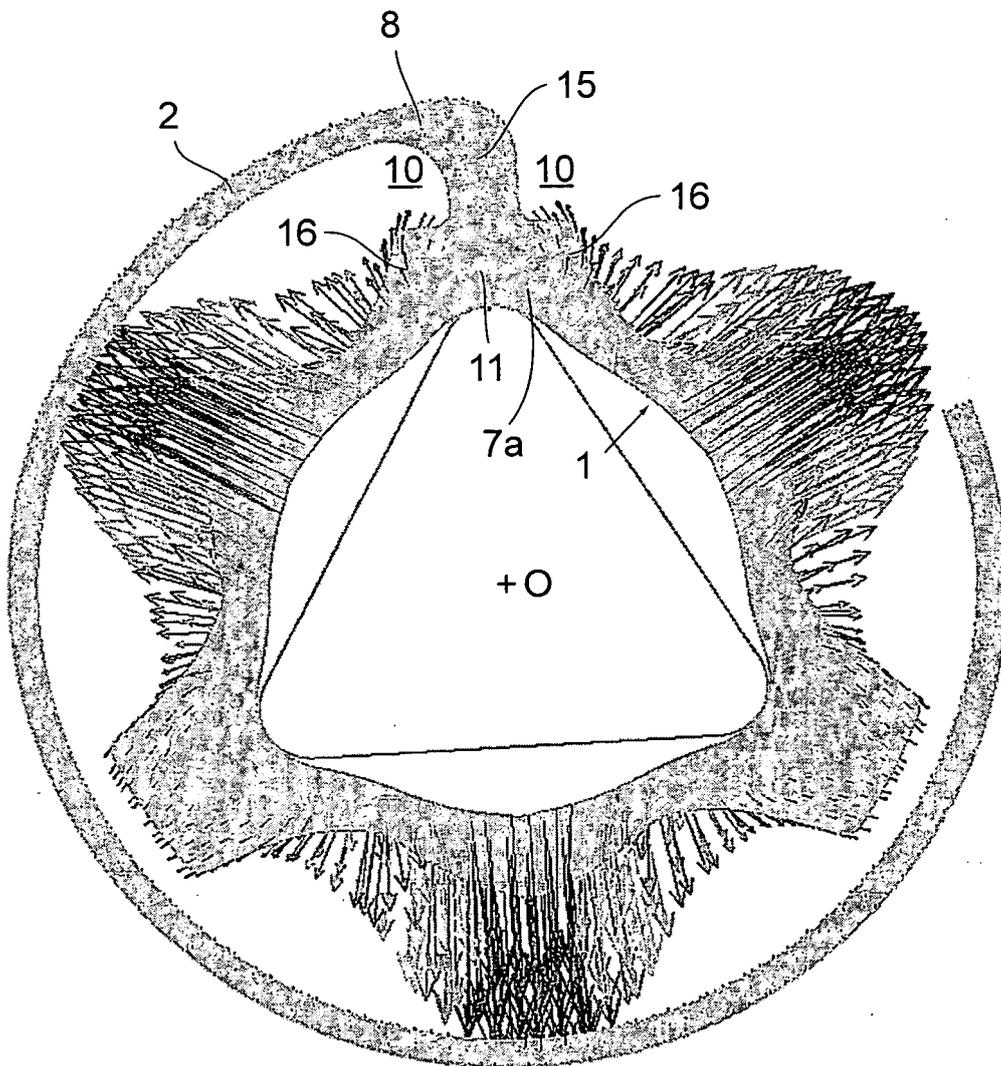


Fig.4

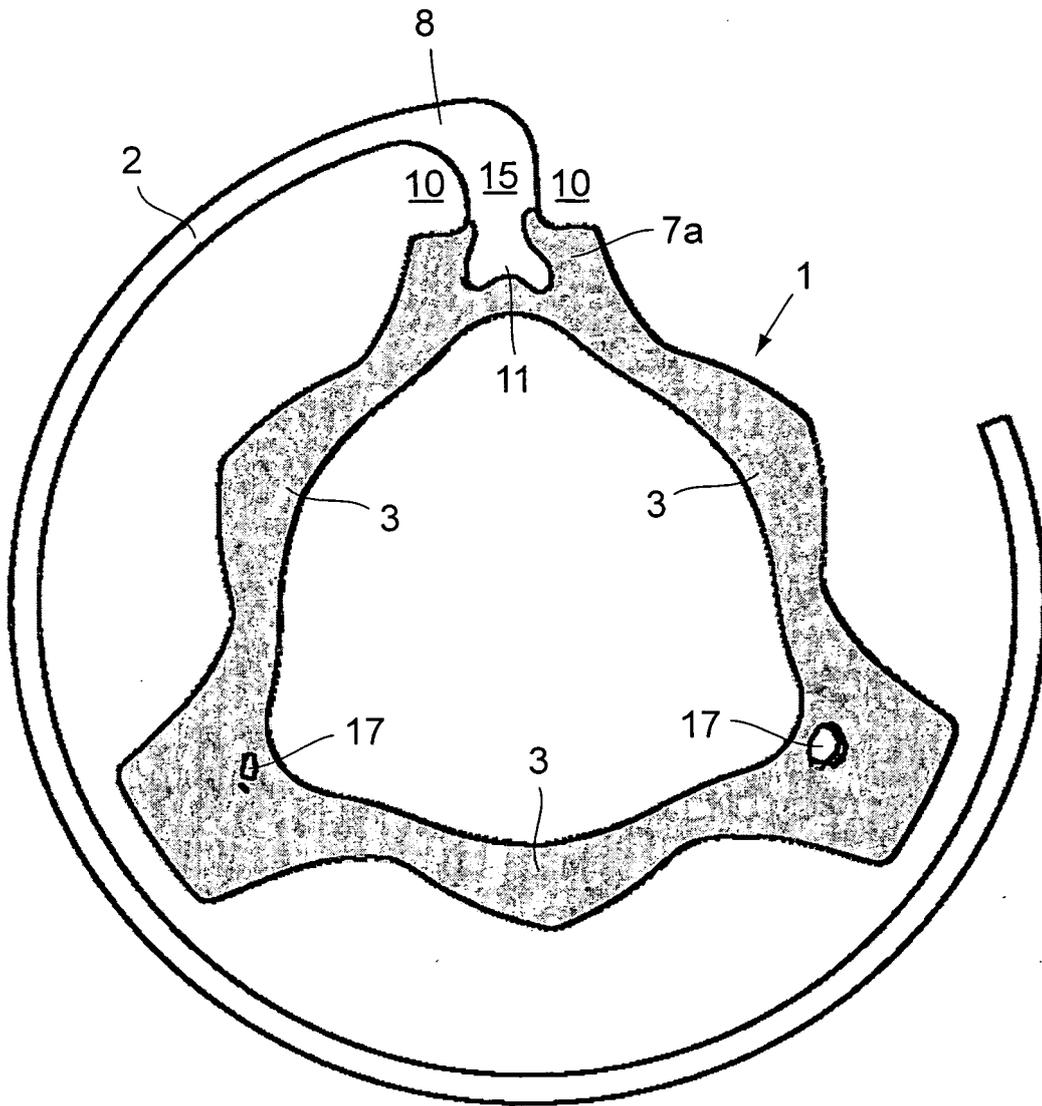
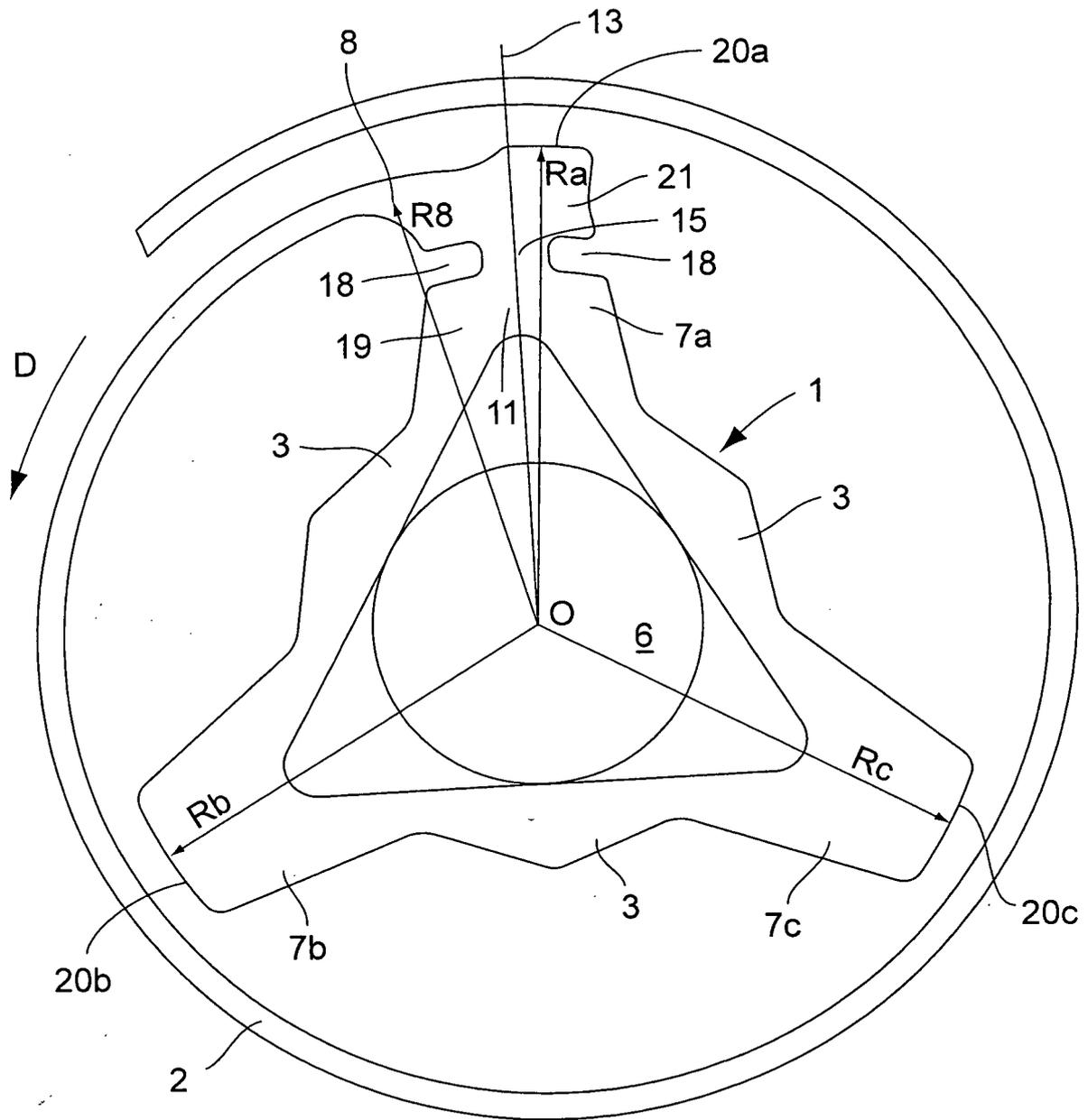


Fig.5



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 1513029 A [0003]
- EP 1637940 A [0003] [0008]
- EP 1584994 A [0003]