(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 084 529 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
30.01.2019 Bulletin 2019/05

(21) Numéro de dépôt: **14800048.2**

(22) Date de dépôt: **19.11.2014**

(51) Int Cl.:
G04B 17/06 *(2006.01)* ***G04B 17/26*** *(2006.01)*

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2014/074976

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2015/090815 (25.06.2015 Gazette 2015/25)

(54) **SPIRAL AVEC DISPOSITIF ANTI-RAPPROCHEMENT DE SPIRES**

SPIRALFEDER MIT EINER VORRICHTUNG ZUR VERHINDERUNG DER ZU NAHEN BEWEGUNG VON WINDUNGEN

HAIRSPRING WITH DEVICE TO PREVENT COILS FROM MOVING CLOSE TOGETHER

(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: **16.12.2013 EP 13197321**

(43) Date de publication de la demande:
26.10.2016 Bulletin 2016/43

(73) Titulaire: **ETA SA Manufacture Horlogère Suisse**
2540 Grenchen (CH)

(72) Inventeurs:
- **CONUS, Thierry**
  CH-2543 Lengnau (CH)
- **HELFER, Jean-Luc**
  CH-2525 Le Landeron (CH)
- **CABEZAS JURIN, Andrés**
  CH-1400 Yverdon (CH)
- **GASSER, Patrick**
  CH-3063 Ittigen (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- 2 407 831
EP-A1- 2 434 353
US-A- 3 696 687

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).

EP 3 084 529 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Description

Domaine de l'invention

[0001] L'invention se rapporte à un spiral destiné à diminuer le risque de collement entre ses spires afin d'améliorer la marche d'un résonateur dans lequel ledit spiral est utilisé.

Arrière-plan de l'invention

[0002] Il est habituel dans l'horlogerie de former des spiraux dont l'enroulement de la lame épouse sensiblement la trajectoire d'une spirale d'Archimède. Toutefois, il a été remarqué que des collements de spires pouvaient être engendrés depuis l'utilisation en horlogerie de nouveaux matériaux comme par exemple du silicium cristallin.

[0003] Le document US3696687 divulgue un spiral pour instrument de mesure comportant des ponts de matière sur chaque spire.

Résumé de l'invention

[0004] Le but de la présente invention est de pallier tout ou partie les inconvénients cités précédemment en proposant une alternative au spiral habituel qui évite le collement des spires entre elles.

[0005] A cet effet, l'invention se rapporte à un spiral comportant une lame à section polygonale enroulée sur elle-même selon plusieurs spires caractérisé en ce qu'au moins une spire du spiral comporte un dispositif anti-rapprochement de spires comprenant au moins quatre butées montées sur une même face et en saillie de l'épaisseur de ladite au moins une spire de la lame, chacune desdites au moins quatre butées étant agencées pour entrer en contact avec la face faisant vis-à-vis d'une autre spire de la lame en empêchant que l'autre spire touche ladite au moins une spire lors d'un choc.

[0006] Avantageusement selon l'invention, le spiral avec dispositif anti-rapprochement de spires permet d'empêcher géométriquement le risque de collement entre spires en limitant la surface de contact aux dites au moins quatre butées.

[0007] Conformément à d'autres variantes avantageuses de l'invention :

- lesdites au moins quatre butées sont distribuées sur ladite face selon un angle identique entre elles ;
- ladite au moins une spire comporte un dispositif anti-rapprochement de spires comprenant quatre butées distribuées selon un angle de 90° ou huit butées distribuées selon un angle de 45° ;
- lesdites au moins quatre butées font saillies de l'épaisseur sur au moins une partie ou toute de la hauteur de la lame ;
- lesdites au moins deux butées sont chacune en forme de prisme triangulaire ou pentagonal afin qu'une arête fasse vis-à-vis avec la face de ladite autre spire ;
- l'arête desdites au moins quatre butées faisant vis-à-vis avec la face de ladite autre spire est arrondie pour offrir une pression de contact moins élevée lors d'un choc ;
- lesdites au moins quatre butées sont chacune en forme de prisme semi-discoïdal pour offrir une pression de contact moins élevée lors d'un choc ;
- la surépaisseur desdites au moins quatre butées représente entre 20% et 50% de l'épaisseur nominale de la lame ;
- lesdites au moins quatre butées sont au moins partiellement évidées afin d'ajuster l'effet de leur masse sur le balourd du spiral ;
- lesdites au moins quatre butées sont montées sur ladite face du spiral à l'aide d'une base intermédiaire pour limiter l'augmentation de rigidité locale ;
- lesdites au moins quatre butées sont distribuées sur chaque spire du spiral ;
- la spire interne est solidaire d'une virole agencée pour être fixée à un axe ;
- le spiral est formé à base d'un matériau comportant du silicium ;
- le spiral est monobloc.

[0008] Enfin, l'invention se rapporte également à une pièce d'horlogerie caractérisée en ce qu'elle comporte au moins un spiral selon l'une des variantes précédentes.

Description sommaire des dessins

[0009] 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 vue partielle de dessus d'un dispositif anti-rapprochement de spires selon l'invention ;
- les figures 2 et 3 sont des vues partielles en perspective de deux exemples de dispositif anti-rapprochement de spires selon l'invention ;
- les figures 4 à 10 sont des vues partielles de dessus de modes de réalisation de dispositif anti-rapprochement de spires selon l'invention ;
- la figure 11 est une vue en perspective partielle d'une virole et du début de spire interne d'un spiral selon l'invention ;
- les figures 12 et 13 sont des vues de dessus de autres modes de réalisation de dispositif anti-rapprochement de spires selon l'invention.

Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0010] La présente invention se rapporte à un spiral destiné au domaine de l'horlogerie. Plus précisément, le spiral est destiné à être monté dans une pièce d'horlo-

gerie comme, par exemple, en coopération avec un balancier pour former un résonateur balancier - spiral formant l'organe réglant de la pièce d'horlogerie.

[0011] Comme expliqué ci-dessus, il a été remarqué que des collements de spires pouvaient être engendrés avec l'utilisation de spiraux en silicium cristallin. En effet, les hauteurs *H*, c'est-à-dire les parties verticales, des spires se faisant faces sont tellement lisses qu'une adhérence peut être engendrée par simple rapprochement de deux spires lors, par exemple, d'un choc subi par la pièce d'horlogerie. Cette adhérence peut encore être augmentée par la contamination du spiral par des impuretés ou du lubrifiant lors de la fabrication ou au porté.

[0012] Le spiral 1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91 selon l'invention comporte une lame 3, 13, 23, 33, 43, 53, 63, 73, 83, 93 de longueur *L*, de hauteur *H* et d'épaisseur *E* formant une section polygonale, préférentiellement rectangulaire, formée par la hauteur *H* et l'épaisseur *E*. La lame 3 est enroulée sur elle-même selon plusieurs spires. On comprend donc que la face formée selon la hauteur de la lame 3, 13, 23, 33, 43, 53, 63, 73, 83, 93 d'une première spire fait vis-à-vis à la face opposée de la lame sur la spire immédiatement consécutive.

[0013] Avantageusement selon l'invention, pour résoudre les problèmes d'adhérence expliqués ci-dessus, au moins une spire 8, 10 du spiral 1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91 comporte un dispositif 5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95 anti-rapprochement de spires comprenant au moins quatre butées 7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97 montées sur une même face et en saillie de l'épaisseur *E* de ladite au moins une spire de la lame, chacune desdites au moins quatre butées 7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97 étant agencées pour entrer en contact avec la face faisant vis-à-vis d'une autre spire de la lame 3, 13, 23, 33, 43, 53, 63, 73, 83, 93 en empêchant que l'autre spire touche ladite au moins une spire lors d'un choc.

[0014] Comme illustré à la figure 1, on peut voir un exemple de spiral 1 selon l'invention qui est entièrement contracté. La figure 1 est une vue de dessus partielle d'un exemple de dispositif 5 anti-rapprochement de spires. Une première spire 8 formée par la lame 3 s'étend selon un premier rayon R_1 par rapport au centre du spiral 1. Une deuxième spire 10 formée par la lame 3 s'étend selon un deuxième rayon R_2 par rapport au centre du spiral 1. Le spiral 1 étant contracté au maximum à la figure 1, on comprend que la différence entre le deuxième rayon R_2 et le premier rayon R_1 correspond à la distance *D* minimale entre spires 8, 10 lors d'un fonctionnement normal ($R_2 - R_1 = D$).

[0015] A la figure 1, on s'aperçoit que lesdites au moins quatre butées 7, 7' font saillies de l'épaisseur E de la lame selon une profondeur *P* qui laisse un interstice *I* par rapport à la distance *D* minimale entre spires ($I = D - P$) en fonctionnement normal. De plus, lesdites au moins quatre butées 7, 7' sont distribuées sur la même face de la première spire 8 selon un angle α.

[0016] Lors d'un choc, le dispositif 5 anti-rapprochement de spires 8, 10 empêche la deuxième spire 10 de toucher la première spire 8. Dans le schéma de la figure 1, la deuxième spire 10 est représentée par la spire 10' en traits discontinus. On peut voir que la deuxième spire 10' déformée anormalement par un choc entre en contact avec lesdites au moins quatre butées 7, 7' de manière à ce que la deuxième spire 10' déformée anormalement reste à une distance de sécurité *S* par rapport à la première spire 8.

[0017] Après calcul, il a été déterminé selon une bonne approximation que lesdites au moins quatre butées 7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97 doivent être préférentiellement distribuées sur la même face d'une spire selon un angle α compris entre 45° et 170° suivant le nombre de butées par spires. Par compromis, il semble qu'un angle de 90° puisse garantir une distance de sécurité *S* satisfaisante dans toutes les constructions d'un spiral 1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91 horloger. Bien entendu, l'angle α peut être modulé suivant les applications souhaitées.

[0018] Selon une première variante illustrée à la figure 2, le spiral 1 comporte une lame 3 muni d'un dispositif 5 anti-rapprochement de spires dont lesdites au moins quatre butées 7 font saillies de l'épaisseur *E* sur toute la hauteur *H* de la lame 3 du spiral 1. Bien entendu, cette première variante est nullement limitative quant aux hauteur et/ou position relatives desdites au moins quatre butées 7 par rapport à la hauteur *H* de la lame 3. A titre de deuxième variante illustrée à la figure 3, le spiral 11 comporte une lame 13 muni d'un dispositif 15 anti-rapprochement de spires dont lesdites au moins quatre butées 17 font saillies de l'épaisseur *E* sur seulement une partie de la hauteur *H* de la lame 13.

[0019] Bien évidemment, il peut être envisagé de combiner, dans un même dispositif 5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95 anti-rapprochement de spires, desdites au moins quatre butées 7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97 de configurations différentes, c'est-à-dire par exemple alterner des butées 7 de la première variante avec des butées 17 de la deuxième variante.

[0020] Les exemples des figures 1 à 3 divulguent desdites au moins quatre butées 7, 7', 17 chacune en forme de prisme triangulaire afin qu'une arête 9, 19 fasse vis-à-vis avec la face opposée d'une autre spire. On comprend aisément que lesdites au moins quatre butées 7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97 ne sauraient se limiter à une telle forme prismatique triangulaire.

[0021] Ainsi selon des alternatives, lesdites au moins quatre butées 7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97 peuvent être de forme différente comme, par exemple, sous forme prismatique pentagonale ou semi-discoïdale, avec une arête 9, 9', 19, 29, 39, 49, 59, 69, 79, ou partiellement évidées, ou encore d'agencement différent comme, par exemple, montées sur la même face du spiral différemment.

[0022] Des exemples de modes de réalisation de dispositif 5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95 anti-rapprochement de spires selon l'invention vont être décrits en

références aux figures 4 à 10 et 12 à 13. Le premier mode de réalisation de la figure 4 est celui déjà illustré aux figures 1 à 3. Il comporte un spiral 1 formé par une lame 3 munie d'un dispositif 5 anti-rapprochement de spires comprenant desdites au moins quatre butées 7, 7' sous forme de prisme triangulaire plein faisant directement saillie de l'épaisseur *E* de la lame 3 avec une arête 9 pointue qui fait face à la spire immédiatement consécutive.

[0023] Le deuxième mode de réalisation de la figure 5 est proche de celui de la figure 4. En effet, il comporte un spiral 21 formé par une lame 23 munie d'un dispositif 25 anti-rapprochement de spires comprenant desdites au moins quatre butées 27 sous forme de prisme triangulaire plein faisant directement saillie de l'épaisseur *E* de la lame 23. Toutefois, dans ce deuxième mode de réalisation, l'arête 29, qui fait face à la spire immédiatement consécutive, est arrondie pour offrir une pression de contact moins élevée lors d'un choc.

[0024] Le troisième mode de réalisation de la figure 6 est proche de celui de la figure 5. En effet, il comporte un spiral 31 formé par une lame 33 munie d'un dispositif 35 anti-rapprochement de spires comprenant desdites au moins quatre butées 37 sous forme de prisme triangulaire faisant directement saillie de l'épaisseur *E* de la lame 33 avec une arête 39 arrondie qui fait face à la spire immédiatement consécutive. Toutefois, dans ce troisième mode de réalisation, lesdites au moins quatre butées 37 sont au moins partiellement évidées afin d'ajuster l'effet de leur masse sur le balourd du spiral 31.

[0025] Le quatrième mode de réalisation de la figure 7 comporte un spiral 41 formé par une lame 43 munie d'un dispositif 45 anti-rapprochement de spires comprenant desdites au moins quatre butées 47 sous forme de prisme pentagonal plein faisant directement saillie de l'épaisseur *E* de la lame 43 avec une arête 49 pointue qui fait face à la spire immédiatement consécutive.

[0026] Le cinquième mode de réalisation de la figure 8 est proche de celui de la figure 7. En effet, il comporte un spiral 51 formé par une lame 53 munie d'un dispositif 55 anti-rapprochement de spires comprenant desdites au moins quatre butées 57 sous forme de prisme pentagonal faisant directement saillie de l'épaisseur *E* de la lame 53. Toutefois, dans ce cinquième mode de réalisation, l'arête 59 qui fait face à la spire immédiatement consécutive est arrondie et lesdites au moins quatre butées 57 sont au moins partiellement évidées.

[0027] Le sixième mode de réalisation de la figure 9 est proche de celui de la figure 4. En effet, il comporte un spiral 61 formé par une lame 63 muni d'un dispositif 65 anti-rapprochement de spires comprenant desdites au moins quatre butées 67 sous forme de prisme triangulaire plein faisant indirectement saillie de l'épaisseur *E* de la lame 63 avec une arête 69 pointue qui fait face à la spire immédiatement consécutive. Ainsi, dans ce sixième mode de réalisation, lesdites au moins quatre butées 67 sont montées sur la même face du spiral à l'aide d'une base intermédiaire 68 de plus faible épaisseur que la base du prisme triangulaire pour limiter l'augmentation de rigidité locale induite par l'augmentation localisée de l'épaisseur *E* sur la lame 63. La base intermédiaire 68 est de forme prismatique à base sensiblement rectangulaire ou carrée.

[0028] Enfin, le septième mode de réalisation de la figure 10 est proche de celui de la figure 9. En effet, il comporte un spiral 71 formé par une lame 73 munie d'un dispositif 75 anti-rapprochement de spires comprenant desdites au moins quatre butées 77 sous forme de prisme triangulaire faisant saillie de l'épaisseur *E* de la lame 73 à l'aide d'une base intermédiaire 78. Toutefois, dans ce septième mode de réalisation, l'arête 79 qui fait face à la spire immédiatement consécutive est arrondie et lesdites au moins quatre butées 77 sont au moins partiellement évidées.

[0029] 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 sept modes de réalisation ne sont nullement limitatifs, c'est-à-dire que d'autres formes et/ou agencements peuvent être envisagés.

[0030] A titre d'exemple, lesdites au moins quatre butées pourraient être partiellement de forme cylindrique, c'est-à-dire avoir une section de base prismatique en forme de disque partiel, comme, par exemple, semi-cylindrique. Ainsi, dans le huitième mode de réalisation de la figure 12 comporte un spiral 81 formé par une lame 83 munie d'un dispositif 85 anti-rapprochement de spires comprenant desdites au moins quatre butées 87 sous forme de prisme semi-discoïdal plein faisant directement saillie de l'épaisseur *E* de la lame 83 qui fait face à la spire immédiatement consécutive. Comme visible à la figure 12, la lame 83 comporte quatre butées 87 réparties tous les 90° sur chaque spire, les quatre séries de butées 87 formant un alignement tous les 90° lorsque le spiral 81 est au repos. De plus, on remarque que le spiral 81 comporte une spire interne 82 dont l'extrémité libre est venue de forme avec une virole 84 et dont la trajectoire suit une courbe du type Grossmann. Le spiral 81 comporte également une spire externe 86 dont l'extrémité libre est venue de forme avec une attache 89 permettant de pitonner le spiral 81 et dont une portion 88 est surépaissie afin d'offrir une rigidification localisée.

[0031] Ce huitième mode de réalisation a donné satisfaction en ayant une lame 83 d'épaisseur *E* de 42,5 μm, une distance *D* au repos de 52 μm, une distance *D* en contraction selon 300° de 26 μm et une profondeur *P* de 10 à 15 μm. On comprend donc qu'une profondeur *P* comprise entre 20% et 50% de l'épaisseur de la lame 83 suffit à garantir un dispositif anti-rapprochement 85 efficace.

[0032] Dans le neuvième mode de réalisation de la figure 13 comporte un spiral 91 formé par une lame 93 munie d'un dispositif 95 anti-rapprochement de spires comprenant desdites au moins huit butées 97 sous forme de prisme semi-discoïdal plein faisant directement saillie de l'épaisseur *E* de la lame 93 qui fait face à la spire

immédiatement consécutive. Comme visible à la figure 13, la lame 93 comporte huit butées 97 réparties tous les 45° sur chaque spire, les huit séries de butées 97 formant un alignement tous les 45° lorsque le spiral 91 est au repos. De plus, on remarque que le spiral 91 comporte une spire interne 92 dont l'extrémité libre est venue de forme avec une virole 94 et dont la trajectoire suit une courbe du type Grossmann. Le spiral 91 comporte également une spire externe 96 dont l'extrémité libre est venue de forme avec une attache 99 permettant de pitonner le spiral 91 et dont une portion 98 est surépaissie afin d'offrir une rigidification localisée.

[0033] Bien entendu, comme les huitième et neuvièmes modes de réalisation, le spiral 1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71 selon les autres modes de réalisation peut également comporter une spire interne qui est solidaire d'une virole agencée pour être fixée à un axe comme illustré dans l'exemple de la figure 11.

[0034] A cette figure 11, on peut voir partiellement un spiral 1 formé par une lame 3 unique dont la spire interne 2 est munie d'un dispositif 5 anti-rapprochement de spires comportant desdites au moins quatre butées 7, 7' sous forme de prisme triangulaire faisant saillie de l'épaisseur *E* de la lame 3, la spire interne 2 étant solidaire d'une virole 4. La virole 4 sensiblement en forme de trèfle comporte un trou 6 destiné, par exemple, à recevoir un axe de balancier.

[0035] On comprend donc qu'il est envisageable de combiner un ou plusieurs des modes de réalisation des figures 1 à 13 sur une même face de spire et/ou sur au moins deux spires consécutives sans sortir du cadre de l'invention.

[0036] A la lecture des exemples ci-dessus, on comprend que le spiral 1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91 peut être monobloc, c'est-à-dire que la lame 3, 13, 23, 33, 43, 53, 63, 73, 83, 93 est formée sans discontinuité de matière. Un tel spiral 1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91 peut être formé à base d'un matériau comportant du silicium, c'est-à-dire, par exemple, du silicium monocristallin, du silicium polycristallin, du silicium monocristallin dopé, du silicium polycristallin dopé, du silicium amorphe, du silicium poreux, du carbure de silicium dopé ou non, du nitrure de silicium dopé ou non, de l'oxyde de silicium dopé ou non tel que le quartz ou de la silice. En effet, le gravage anisotrope de tels matériaux peut être réalisé par voie humide ou par voie sèche.

Revendications

1. Spiral (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) comportant une lame (3, 13, 23, 33, 43, 53, 63, 73, 83, 93) à section polygonale enroulée sur elle-même selon plusieurs spires (8, 10) et dans lequel au moins une spire (8, 10) comporte un dispositif anti-rapprochement (5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) de spires (8, 10) comprenant au moins quatre butées (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) montées sur une même face et en saillie de l'épaisseur (E) de ladite au moins une spire (8) de la lame (3, 13, 23, 33, 43, 53, 63, 73, 83, 93), chacune desdites au moins quatre butées (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) étant agencées pour entrer en contact avec la face faisant vis-à-vis d'une autre spire (10) de la lame (3, 13, 23, 33, 43, 53, 63, 73, 83, 93) en empêchant que l'autre spire (10) touche ladite au moins une spire (8) lors d'un choc.

2. Spiral (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** lesdites au moins quatre butées (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77) sont distribuées sur ladite face selon un angle (α) identique entre elles.

3. Spiral (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** ladite au moins une spire (8, 10) comporte un dispositif anti-rapprochement (5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) de spires (8, 10) comprenant quatre butées (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) distribuées selon un angle (α) de 90°.

4. Spiral (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** ladite au moins une spire (8, 10) comporte un dispositif anti-rapprochement (5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) de spires (8, 10) comprenant huit butées (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) distribuées selon un angle (α) de 45°.

5. Spiral (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** lesdites au moins quatre butées (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) font saillies de l'épaisseur (*E*) sur au moins une partie de la hauteur (*H*) de la lame (3, 13, 23, 33, 43, 53, 63, 73, 83, 93).

6. Spiral (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** lesdites au moins quatre butées (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) font saillies de l'épaisseur (*E*) sur toute la hauteur (*H*) de la lame (3, 13, 23, 33, 43, 53, 63, 73, 83, 93).

7. Spiral (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** lesdites au moins quatre butées (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) sont chacune en forme de prisme triangulaire afin qu'une arête (9, 9', 19, 29, 39, 49, 59, 69, 79) fasse vis-à-vis avec la face de ladite autre spire (10).

8. Spiral (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** lesdites au moins quatre butées (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) sont chacune en forme

de prisme pentagonal afin qu'une arête (9, 9', 19, 29, 39, 49, 59, 69, 79) fasse vis-à-vis avec la face de ladite autre spire (10).

9. Spiral (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** l'arête (9, 9', 19, 29, 39, 49, 59, 69, 79) desdites au moins quatre butées (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) faisant vis-à-vis avec la face de ladite autre spire (10) est arrondie pour offrir une pression de contact moins élevée lors d'un choc.

10. Spiral (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** lesdites au moins quatre butées (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) sont chacune en forme de prisme semi-discoïdal pour offrir une pression de contact moins élevée lors d'un choc.

11. Spiral (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la surépaisseur desdites au moins quatre butées (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) représente entre 20% et 50% de l'épaisseur nominale de la lame (3, 13, 23, 33, 43, 53, 63, 73, 83, 93).

12. Spiral (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** lesdites au moins quatre butées (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) sont au moins partiellement évidées afin d'ajuster l'effet de leur masse sur le balourd du spiral (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91).

13. Spiral (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** lesdites au moins quatre butées (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) sont montées sur ladite face du spiral à l'aide d'une base intermédiaire (68, 78) de plus faible épaisseur que la base prismatique desdites au moins quatre butées (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) pour limiter l'augmentation de rigidité locale.

14. Spiral (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** lesdites au moins quatre butées (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) sont distribuées sur chaque spire du spiral (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91).

15. Spiral (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la spire interne est solidaire d'une virole (4, 84, 94) agencée pour être fixée à un axe.

16. Spiral (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le spiral (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) est monobloc.

17. Spiral (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le spiral (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) est formé à base d'un matériau comportant du silicium.

18. Pièce d'horlogerie **caractérisée en ce qu'**elle comporte au moins un spiral (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) selon l'une des revendications précédentes.

Patentansprüche

1. Spiralfeder (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91), umfassend ein Blatt (3, 13, 23, 33, 43, 53, 63, 73, 83, 93) mit polygonförmigem Querschnitt, das in mehreren Windungen (8, 10) auf sich selbst gewickelt ist und wovon mindestens eine Windung (8, 10) eine Annäherungsverhinderungsvorrichtung (5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) für Windungen (8, 10) umfasst, die mindestens vier Anschläge (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) aufweist, die auf derselben Fläche montiert sind und aus der Dicke (E) der mindestens einen Windung (8) des Blatts (3, 13, 23, 33, 43, 53, 63, 73, 83, 93) vorstehen, wobei jeder der mindestens vier Anschläge (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) so angeordnet ist, dass er mit der Fläche, die sich gegenüber einer anderen Windung (10) des Blatts (3, 13, 23, 33, 43, 53, 63, 73, 83, 93) befindet, in Kontakt gelangt und dadurch verhindert, dass bei einem Stoß die andere Windung (10) die mindestens eine Windung (8) berührt.

2. Spiralfeder (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens vier Anschläge (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77) auf der Fläche mit jeweils gleichen Winkeln (α) zwischen ihnen verteilt sind.

3. Spiralfeder (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Windung (8, 10) eine Annäherungsverhinderungsvorrichtung (5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) für Windungen (8, 10) umfasst, die vier Anschläge (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) aufweist, die in einem Winkel (α) von 90° verteilt sind.

4. Spiralfeder (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Windung (8, 10) eine Annäherungsverhinderungsvorrichtung (5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) für Windungen (8, 10) umfasst,

die acht Anschläge (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) aufweist, die in einem Winkel (α) von 45° verteilt sind.

5. Spiralfeder (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens vier Anschläge (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) mindestens über einen Teil der Höhe (H) des Blatts (3, 13, 23, 33, 43, 53, 63, 73, 83, 93) aus der Dicke (E) vorstehen.

6. Spiralfeder (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens vier Anschläge (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) über die gesamte Höhe (H) des Blatts (3, 13, 23, 33, 43, 53, 63, 73, 83, 93) aus der Dicke (E) vorstehen.

7. Spiralfeder (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens vier Anschläge (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) jeweils die Form eines dreieckigen Prismas aufweisen, so dass eine Kante (9, 9', 19, 29, 39, 49, 59, 69, 79) der Fläche der anderen Windung (10) zugewandt ist.

8. Spiralfeder (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens vier Anschläge (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) jeweils die Form eines fünfeckigen Prismas aufweisen, so dass eine Kante (9, 9', 19, 29, 39, 49, 59, 69, 79) der Fläche der anderen Windung (10) zugewandt ist.

9. Spiralfeder (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kante (9, 9', 19, 29, 39, 49, 59, 69, 79) der mindestens vier Anschläge (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97), die der Fläche der anderen Windung (10) zugewandt sind, abgerundet ist, um bei einem Stoß einen geringeren Kontaktdruck auszuüben.

10. Spiralfeder (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens vier Anschläge (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) jeweils die Form eines halbscheibenförmigen Prismas aufweisen, um bei einem Stoß einen geringeren Kontaktdruck auszuüben.

11. Spiralfeder (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdickung der mindestens vier Anschläge (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) zwischen 20 % und 50 % der Nenndicke des Blatts (3, 13, 23, 33, 43, 53, 63, 73, 83, 93) ausmacht.

12. Spiralfeder (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens vier Anschläge (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) mindestens teilweise ausgehöhlt sind, um die Wirkung ihrer Masse auf die Unwucht der Spiralfeder (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) einzustellen.

13. Spiralfeder (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens vier Anschläge (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) auf der Fläche der Spiralfeder mit Hilfe eines Zwischensockels (68, 78) mit geringerer Dicke als jene der prismatischen Grundfläche der mindestens vier Anschläge (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) montiert sind, um eine Zunahme der lokalen Steifigkeit zu begrenzen.

14. Spiralfeder (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens vier Anschläge (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) auf jede Windung der Spiralfeder (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) verteilt sind.

15. Spiralfeder (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die innere Windung mit einer zum Befestigen an einer Achse angeordneten Spiralrolle (4, 84, 94) fest verbunden ist.

16. Spiralfeder (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spiralfeder (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) einteilig ausgebildet ist.

17. Spiralfeder (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spiralfeder (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) auf Basis eines siliciumhaltigen Materials gebildet ist.

18. Zeitmessgerät, **dadurch gekennzeichnet, dass** es mindestens eine Spiralfeder (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) nach einem der vorhergehenden Ansprüche umfasst.

Claims

1. Balance-spring (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) including a strip (3, 13, 23, 33, 43, 53, 63, 73, 83, 93) of polygonal section wound on itself into several coils (8, 10) and wherein at least one coil (8, 10) includes a device (5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85,

95) for spacing apart the coils (8, 10) including at least four banking members (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) mounted on the same face and protruding from the thickness (E) of said at least one coil (8) of the strip (3, 13, 23, 33, 43, 53, 63, 73, 83, 93), each of said at least four banking members (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) being arranged to enter into contact with the opposite face of another coil (10) of the strip (3, 13, 23, 33, 43, 53, 63, 73, 83, 93) preventing the other coil (10) from touching said at least one coil (8) in the event of a shock.

2. Balance-spring (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) according to the preceding claim, **characterised in that** said at least four banking members (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77) are distributed over said face at an identical angle (α) to each other.

3. Balance-spring (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) according to the preceding claim, **characterised in that** said at least one coil (8, 10) includes a device (5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) for spacing apart the coils (8, 10) including four banking members (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) distributed at an angle (α) of 90°.

4. Balance-spring (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) according to claim 2, **characterised in that** said at least one coil (8, 10) includes a device (5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) for spacing apart the coils (8, 10) including eight banking members (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) distributed at an angle (α) of 45°.

5. Balance-spring (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) according to one of the preceding claims, **characterised in that** said at least four banking members (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) protrude from the thickness (E) over at least part of the height (H) of the strip (3, 13, 23, 33, 43, 53, 63, 73, 83, 93).

6. Balance-spring (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) according to the preceding claim, **characterised in that** said at least four banking members (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) protrude from the thickness (E) over the entire height (H) of the strip (3, 13, 23, 33, 43, 53, 63, 73, 83, 93).

7. Balance-spring (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) according to one of the preceding claims, **characterised in that** said at least four banking members (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) are each in the shape of a triangular prism so that an edge (9, 9', 19, 29, 39, 49, 59, 69, 79) is opposite the face of said other coil (10).

8. Balance-spring (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) according to one of claims 1 to 6, **characterised in that** said at least four banking members (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) are each in the shape of a pentagonal prism so that an edge (9, 9', 19, 29, 39, 49, 59, 69, 79) is opposite the face of said other coil (10).

9. Balance-spring (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) according to claim 7 or 8, **characterised in that** the edge (9, 9', 19, 29, 39, 49, 59, 69, 79) of said at least four banking members (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) opposite the face of said other coil (10) is rounded to offer lower contact pressure in the event of a shock.

10. Balance-spring (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) according to one of claims 1 to 6, **characterised in that** said at least four banking members (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) are each in the form of a semi-discoidal prism to offer lower contact pressure in the event of a shock.

11. Balance-spring (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) according to one of the preceding claims, **characterised in that** the overthickness of said at least four banking members (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) represents between 20% and 50% of the nominal thickness of the strip (3, 13, 23, 33, 43, 53, 63, 73, 83, 93).

12. Balance-spring (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) according to one of the preceding claims, **characterised in that** said at least four banking members (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) are at least partially hollowed out to adjust the effect of the mass thereof on the unbalance of the balance-spring (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91).

13. Balance-spring (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) according to one of the preceding claims, **characterised in that** said at least four banking members (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) are mounted on the same face of the balance spring with the aid of an intermediate base (68, 78) of smaller thickness than the prismatic base of said at least four banking members (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) to limit the increase in local rigidity.

14. Balance-spring (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) according to one of the preceding claims, **characterised in that** said at least four banking members (7, 7', 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77, 87, 97) are distributed over each coil of the balance-spring (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91).

15. Balance-spring (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) according to one of the preceding claims, **characterised in that** the inner coil is integral with a collet (4, 84, 94) arranged to be secured to an arbor.

16. Balance-spring (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) according to one of the preceding claims, **characterised in that** the balance-spring (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) is in one piece.

17. Balance-spring (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) according to one of the preceding claims, **characterised in that** the balance-spring (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) is formed of a material including silicon.

18. Timepiece **characterised in that** it includes at least one balance-spring (1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91) according to one of the preceding claims.

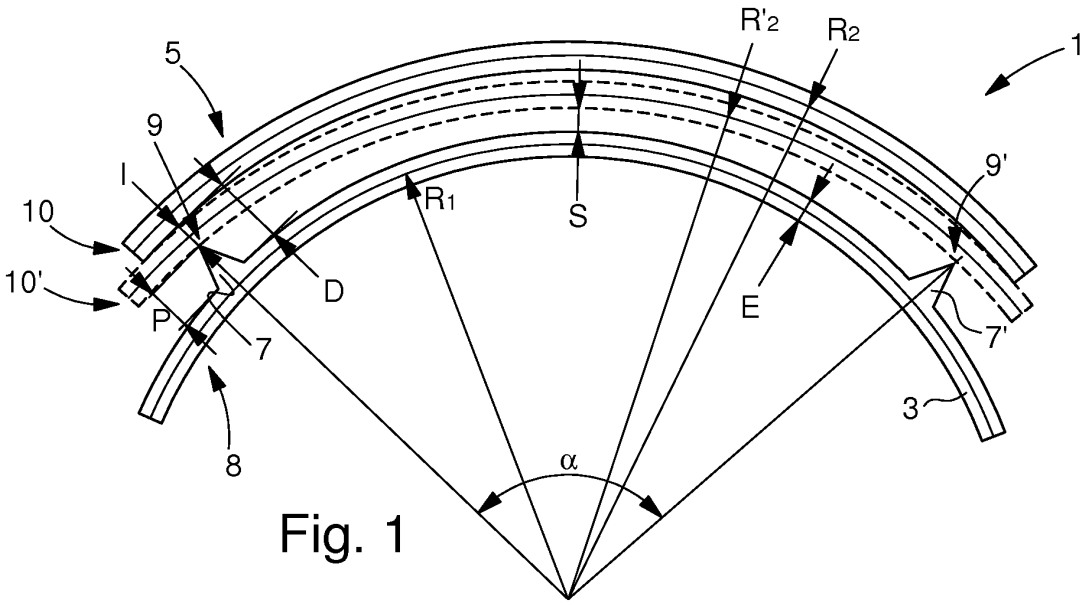


Fig. 1

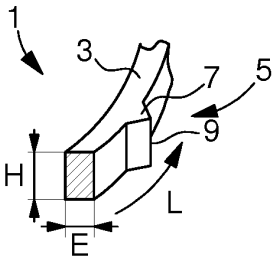


Fig. 2

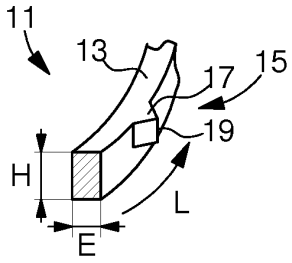


Fig. 3

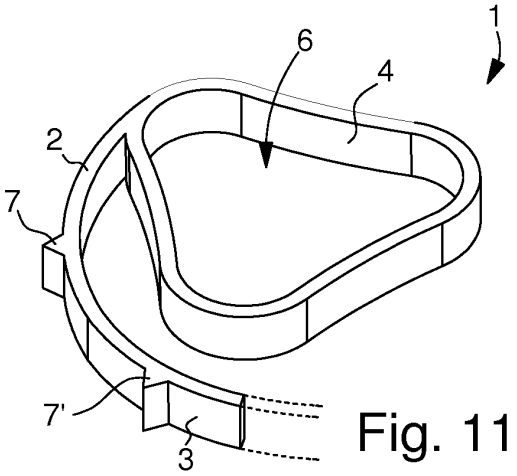


Fig. 11

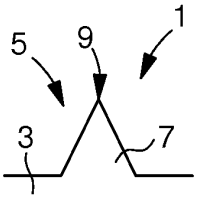


Fig. 4

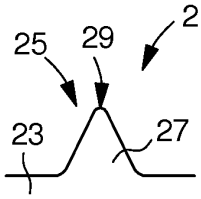


Fig. 5

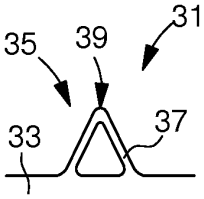


Fig. 6

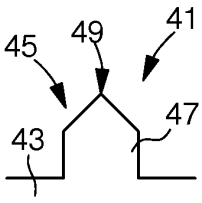


Fig. 7

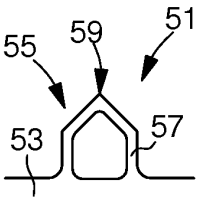


Fig. 8

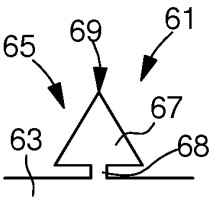


Fig. 9

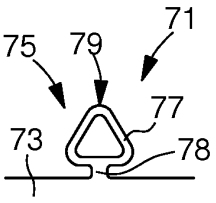


Fig. 10

Fig. 12

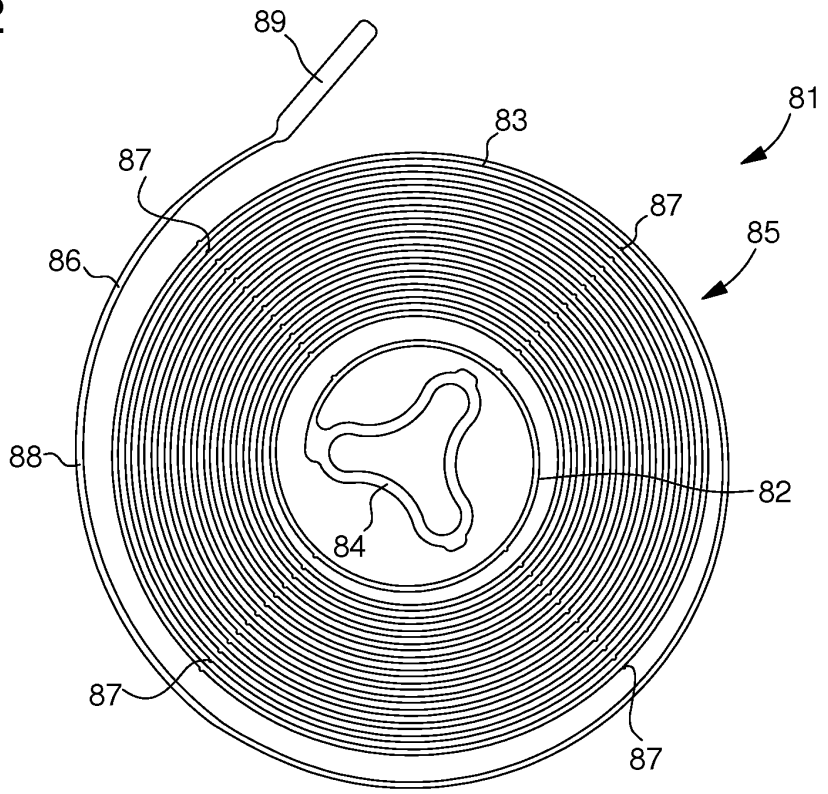
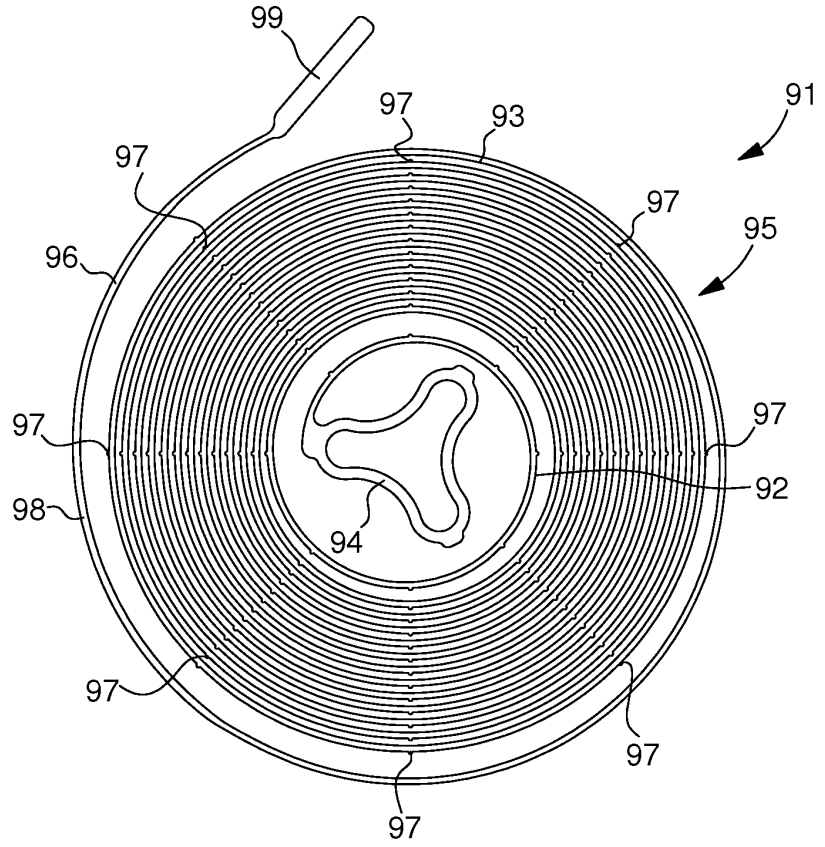

89
81
83
87
87
85
86
88
82
84
87
87

Fig. 13


99
91
97
93
97
97
95
96
97
97
92
98
94
97
97
97

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

- US 3696687 A **[0003]**