

CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **703 344 A2**

(51) Int. Cl.: **G04B 31/04** (2006.01)

Demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) **DEMANDE DE BREVET**

(21) Numéro de la demande: 01016/10

(71) Requéant:
The Swatch Group Research and Development Ltd,
Rue des Sors 3
2074 Marin (CH)

(22) Date de dépôt: 22.06.2010

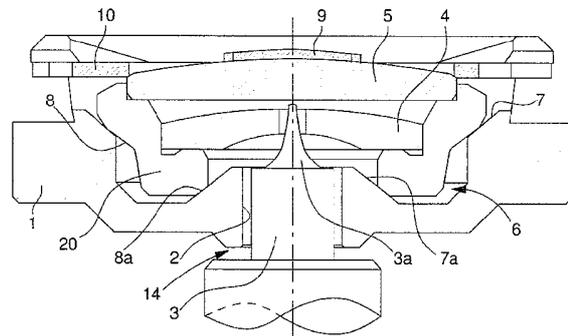
(72) Inventeur(s):
Michel Willemin, 2515 Prêles (CH)
Yves Winkler, 3185 Schmitten (CH)
Jean-Luc Hefer, 2502 Bienne (CH)

(43) Demande publiée: 30.12.2011

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

(54) **SYSTEME ANTICHOC POUR PIECE D'HORLOGERIE.**

(57) L'invention concerne un palier amortisseur de chocs pour un axe d'un mobile d'une pièce d'horlogerie. L'axe (3) comprenant un tigeon (3a), comportant un support (1). Le support est pourvu d'un logement prévu pour recevoir un système pivot dans lequel le tigeon est inséré. Le palier comprend en outre des moyens élastiques (10) agencés pour exercer sur ledit système pivot au moins une force axiale. Les moyens élastiques sont réalisés en un matériau au moins partiellement amorphe.



Description

[0001] La présente invention concerne un système antichoc pour un axe d'un mobile d'une pièce d'horlogerie. L'axe comprend un tigeon, comportant un support, ledit support étant pourvu d'un logement prévu pour recevoir un système pivot dans lequel le tigeon est inséré. Le système antichoc comprend en outre des moyens élastiques agencés pour exercer sur ledit système pivot au moins une force axiale.

[0002] Le domaine technique de l'invention est le domaine technique de la mécanique fine.

ARRIERE PLAN TECHNOLOGIQUE

[0003] La présente invention concerne des paliers pour pièces d'horlogerie, plus particulièrement du type permettant d'amortir les chocs. Les constructeurs de montres mécaniques ont conçu depuis longtemps de nombreux dispositifs permettant à un axe d'absorber l'énergie résultant d'un choc, notamment d'un choc latéral, par butée contre une paroi du trou du bloc de base qu'il traverse, tout en permettant un déplacement momentané du tigeon avant qu'il ne soit ramené à sa position de repos sous l'action d'un ressort.

[0004] Les fig. 1 et 2 illustrent un dispositif dit à double cône inversé qui est actuellement utilisé dans des pièces d'horlogerie se trouvant sur le marché.

[0005] Un support 1, dont la base comporte un trou 2 pour le passage de l'axe de balancier 3 terminé par un tigeon 3a, permet de positionner un chaton 20 dans lequel sont immobilisées une pierre percée 4 traversée par le tigeon 3a et une pierre contre-pivot 5. Le chaton 20 est maintenu dans un logement 6 du support 1 par un ressort 10 qui comprend dans cet exemple des extensions radiales 9 comprimant la pierre contre-pivot 5. Le logement 6 comporte deux portées 7, 7a en forme de cônes inversés sur lesquelles prennent appui des portées complémentaires 8, 8a du chaton 20, lesdites portées devant être exécutées avec une très grande précision. En cas de choc axial, la pierre percée 4, la pierre contre-pivot 5 et l'axe du balancier se déplacent et le ressort 10 agit seul pour ramener l'axe de balancier 3 dans sa position initiale. Le ressort 10 est dimensionné pour avoir une limite de déplacement de sorte qu'au delà de cette limite, l'axe de balancier 3 arrive en contact avec des butées 14 permettant audit axe 3 d'absorber le choc, ce que les tigeons 3a de l'axe 3 ne peuvent faire sous peine de casser. En cas de choc latéral, c'est-à-dire lorsque l'extrémité du tigeon déséquilibre le chaton 20 hors de son plan de repos, le ressort 10 coopère avec les plans inclinés complémentaires 7, 7a; 8, 8a pour recentrer le chaton 20. De tels paliers ont par exemple été vendus sous la marque Incabloc®. Ces ressorts peuvent être réalisés en phynox ou laiton et sont fabriqués par des moyens traditionnels de découpage.

[0006] Or, l'utilisation de métaux cristallins pour ces ressorts peut entraîner certains problèmes. Effectivement, les métaux cristallins se caractérisent par une faible élasticité pouvant entraîner une déformation plastique si les chocs sont trop élevés. Ce problème est amplifié par le fait que les ressorts actuels ne peuvent pas être conçus avec des formes complexes et, de ce fait, la déformation élastique des ressorts actuels est très proche de la limite élastique.

[0007] Ainsi, si un choc trop important est appliqué sur la pièce d'horlogerie, le déplacement des pierres et du balancier peut être de grande amplitude et, par conséquent, une déformation plastique c'est-à-dire permanente du ressort peut se produire. Le ressort devient moins efficace pour amortir les chocs et recentrer l'axe du balancier dans sa position de repos car il ne reprend plus sa forme d'origine et perd donc en élasticité.

[0008] Cette déformation permanente peut également se produire lors de la manipulation desdits ressorts lors de leur mise en place, lorsqu'ils sont retirés pour des opérations de lubrification ou lors des opérations de retouche ou de service après vente.

RESUME DE L'INVENTION

[0009] L'invention a pour but de pallier les inconvénients de l'art antérieur en proposant de fournir un système antichoc de pièce d'horlogerie plus performant et qui résiste mieux aux chocs.

[0010] A cet effet, l'invention concerne le système antichoc de pièce d'horlogerie cité ci-dessus qui se caractérise en ce que le ressort est réalisé en matériau au moins partiellement amorphe.

[0011] Un premier avantage de la présente invention est de permettre aux systèmes antichocs de mieux supporter les chocs. En effet, les matériaux amorphes ont des caractéristiques élastiques plus intéressantes. La limite élastique $\#_e$ est augmentée, ce qui permet d'augmenter le rapport $\#_e/E$ de sorte que le matériau voit la contrainte au-delà de laquelle il ne reprend pas sa forme initiale augmenter. Le ressort peut alors subir une plus forte contrainte avant de se déformer plastiquement et la pièce peut ainsi subir des chocs plus importants sans que le système antichoc ne perde en efficacité.

[0012] Un autre avantage de la présente invention est de permettre de réaliser des ressorts plus petits. En effet, comme les matériaux amorphes sont capables de supporter des contraintes plus élevées avant de se déformer plastiquement, il est possible de réaliser des ressorts de plus faibles dimensions sans perdre en résistance.

[0013] Des modes de réalisation avantageux de ce système antichoc font l'objet des revendications dépendantes 2 à 9.

[0014] Un des avantages de ces modes de réalisation est de permettre de réaliser des ressorts de formes plus complexes. En effet, le métal amorphe est très facile à mettre en forme et permet la fabrication de pièces aux formes compliquées avec

une plus grande précision. Ceci est dû aux caractéristiques particulières du métal amorphe qui peut se ramollir tout en restant amorphe durant un certain temps dans un intervalle de température $[T_g - T_x]$ donné propre à chaque alliage. Il est ainsi possible de le mettre en forme sous une contrainte relativement faible et à une température peu élevée permettant alors l'utilisation d'un procédé simplifié tel que le formage à chaud, tout en reproduisant très précisément des géométries fines car la viscosité de l'alliage diminue fortement en fonction de la température dans ledit intervalle de température $[T_g - T_x]$. Par conséquent, il devient possible de réaliser des ressorts complexes et précis mais simplement.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0015] Les buts, avantages et caractéristiques du système antichoc selon la présente invention apparaîtront plus clairement dans la description détaillée suivante d'au moins une forme de réalisation de l'invention donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif et illustrée par les dessins annexés sur lesquels:

- les fig. 1 et 2, déjà citées, permettent de représenter de manière schématique un système antichoc de pièce d'horlogerie selon un premier mode de réalisation de l'invention;
- les fig. 3 à 5 représentent de manière schématique un système antichoc de pièce d'horlogerie selon un second mode de réalisation de l'invention.

DESCRIPTION DETAILLEE

[0016] La présente invention procède de l'idée générale inventive qui consiste à procurer un système amortisseur de choc ayant une plus grande fiabilité par utilisation d'un matériau au moins partiellement amorphe ayant au moins un élément métallique. La présente invention peut prendre différentes formes.

[0017] Les fig. 1 et 2 déjà citées permettent d'illustrer un système antichoc selon un premier mode de réalisation. Ce système comprend un support 1, dont la base comporte un trou 2 pour le passage de l'axe de balancier 3 terminé par un tigeon 3a, qui permet de positionner un chaton 20 dans lequel sont immobilisées une pierre percée 4 traversée par le tigeon 3a et une pierre contre-pivot 5. Le support 1 est une pièce de révolution comprenant un rebord circulaire 11. Ce rebord 11 est interrompu en deux endroits diamétralement opposés par une ouverture 12 de sorte à créer deux rebords semi-circulaires 11a, 11b. L'ouverture 12 est ménagée pour partie dans les deux rebords semi-circulaires 11a, 11b de façon à matérialiser deux retours 13. Le chaton 20 est maintenu dans un logement 6 du support 1 par des moyens élastiques tels un ressort 10 qui comprend dans cet exemple des extensions radiales 9 comprimant la pierre contre-pivot 5. Le ressort 10 est du type axiale et présente une forme de lyre agencée pour prendre appui sous les retours des rebords semi-circulaires 11a, 11b. Le logement 6 comporte deux portées 7, 7a en forme de cônes inversés sur lesquelles prennent appui des portées complémentaires 8, 8a du chaton 20, lesdites portées devant être exécutées avec une très grande précision. En cas de choc axial, le ressort 10 agit seul pour ramener l'axe de balancier 3 dans sa position initiale. En cas de choc latéral, c'est-à-dire lorsque l'extrémité du tigeon déséquilibre le chaton 20 hors de son plan de repos, le ressort 10 coopère avec les plans inclinés complémentaires 7, 7a; 8, 8a pour recentrer le chaton 20.

[0018] Les fig. 3 et 4 illustrent un système antichoc selon un second mode de réalisation. Le palier comporte un support 101 de forme circulaire délimitant un logement 106 dont le centre est percé d'un trou 102 pour permettre le passage d'un axe de balancier 103 terminé par un tigeon 103a.

[0019] Le support 101 peut être soit une pièce indépendante chassée ou fixée par tout autre moyen dans le bâti du mouvement horloger, soit faire partie d'une autre pièce du mouvement, tel qu'un pont ou une platine.

[0020] Comme on peut le voir, le chaton 120 qui supporte la pierre percée 104 traversée par le tigeon 103a et la pierre contre-pivot 105 est suspendu dans le logement 106 par un ressort 110. Le ressort 110, représenté en perspective à la fig. 5, est du type radial et est composé de trois parties. Une première partie est constituée par un anneau rigide périphérique festonné 111 qui est monté en force contre la paroi 106a du logement 106 en prenant appui sur un bourrelet 106b situé au fond du logement 106 de façon à ménager un espace permettant un certain débattement axial du ressort 110. La deuxième partie est constituée par un support rigide central 113 de forme générale annulaire. Comme on le voit sur la fig. 5, la pierre percée 104 est chassée dans l'ouverture du support 113 dont la paroi intérieure 113a comporte un certain nombre d'évidements 117 ayant essentiellement pour but de procurer une certaine élasticité permettant un chassage non destructif de la pierre percée 104. La troisième partie du ressort 110 est constituée par des moyens élastiques 112 joignant l'anneau périphérique 111 et le support central 113, lesdits moyens élastiques 112 étant choisis pour avoir une force de réaction à la fois selon l'axe du balancier et perpendiculairement à celui-ci. Le chaton 120 est formé de deux parties. Une première partie intégrée au ressort 110, est constituée par le support central 113 supportant la pierre percée 104, comme décrit précédemment. Une deuxième partie est constituée par un capot 123 qui vient s'emboîter sur le support central 113 pour immobiliser la pierre contre-pivot 105 sur la portée supérieure 113b. Dans l'exemple représenté, l'emboîtement du capot 123 est obtenu au moyen de pattes 125 s'étendant le long de la paroi extérieure 113c du support central 113, à travers des dégagements 115 prévus dans ladite paroi 113c entre les points de fixation des bras 114, 116, 118. Les zones où le capot 123 ne comporte pas de pattes 125, viennent en appui sur la portée supérieure 113b du support central

113. Pour sécuriser l'emboîtement du capot 123 sur le support central 113 on peut par exemple effectuer un collage, un soudage ou un rivetage.

[0021] Bien entendu, la pierre percée 104 et la pierre contre-pivot 105 peuvent être toutes deux serties ou chassées à l'intérieur de la paroi 113a du support central rigide 113, à condition bien entendu de donner à ladite paroi une hauteur suffisante, qui sera généralement supérieure à la hauteur du reste du ressort 110.

[0022] Dans un exemple de la fig. 5, les moyens élastiques sont formés par trois bras recourbés 114, 116, 118 dont les points d'attache, respectivement à l'anneau périphérique 111 et au support central 113, sont décalés angulairement de 120 degré. Il est bien évident que la fonction élastique pourrait être assurée avec un nombre différent de bras, ou avec d'autres formes.

[0023] Avantagusement, le ressort 10, 110 est réalisé en un matériau amorphe ou au moins partiellement amorphe. En particulier, on utilise un matériau comprenant au moins un élément métallique. Préférentiellement, le matériau sera un alliage métallique amorphe. On comprendra par matériau au moins partiellement amorphe que le matériau est apte à se solidifier au moins partiellement en phase amorphe, c'est-à-dire qu'il est apte à éviter localement que ses atomes ne s'arrangent sous forme cristalline moyennant une vitesse de refroidissement suffisante.

[0024] En effet, l'avantage de ces alliages métalliques amorphes vient du fait que, lors de leur fabrication, les atomes composant ces matériaux amorphes ne s'arrangent pas selon une structure particulière comme c'est le cas pour les matériaux cristallins. Ainsi, même si le module d'Young E d'un métal cristallin et d'un métal amorphe est sensiblement identique, la limite élastique $\#_e$ est différente. Un métal amorphe se différencie ainsi par une limite élastique $\#_e$ plus élevée que celle du métal cristallin d'un facteur d'environ deux à trois. Cela permet aux métaux amorphes de pouvoir subir une plus forte contrainte avant d'arriver à la limite élastique $\#_e$. Les métaux amorphes se déforment plastiquement plus difficilement et cassent de manière fragile lorsque la contrainte appliquée dépasse la limite élastique. De façon surprenante, les métaux amorphes précieux présentent de bonnes caractéristiques mécaniques. L'élément métallique dudit matériau peut alors comporter de l'or, du platine, du palladium, du rhénium, du ruthénium, du rhodium, de l'argent, de l'iridium ou de l'osmium.

[0025] De tels ressorts 10, 110 ont l'avantage d'avoir une résistance et une longévité plus élevée par rapport à leurs équivalents en métal cristallin.

[0026] En effet, comme le métal amorphe a une limite élastique plus élevée, il est nécessaire d'appliquer une contrainte plus élevée pour le déformer plastiquement. De ce fait, un ressort 10, 110 en métal amorphe a une meilleure résistance aux contraintes qui lui sont appliquées lors d'un choc car il va se déformer élastiquement sur un intervalle de contraintes plus large et revenir à sa position initiale une fois le choc terminé. Comme cet intervalle de contraintes, dans lequel le ressort 10, 110 se déforme élastiquement, est plus large pour un ressort 10, 110 en métal amorphe que pour son équivalent en métal cristallin, il permet audit ressort 10, 110 en métal amorphe de supporter des contraintes qui déformeraient plastiquement un ressort semblable en métal cristallin. Dès lors que la déformation est élastique, ces ressorts 10, 110 ne sont plus à déplier pour les remettre dans leur position initiale et donc ils se fatiguent moins ce qui améliore ainsi leur longévité.

[0027] Par ailleurs, comme la limite élastique d'un métal amorphe est plus élevée que celle d'un métal cristallin d'un facteur d'environ deux à trois permettant de résister à des contraintes plus élevées, il est envisageable de réduire les dimensions dudit ressort 10, 110. En effet, comme un ressort 10, 110 de système d'antichoc en métal amorphe peut supporter une plus forte contrainte sans se déformer plastiquement, il est alors possible, à contrainte équivalente, de réduire les dimensions du ressort 10, 110 par rapport à un ressort analogue réalisé en un métal cristallin.

[0028] Pour réaliser ces ressorts 10, 110, plusieurs méthodes sont envisageables.

[0029] Premièrement, il est possible de les réaliser comme dans l'art antérieur, c'est-à-dire par découpage par fil ou jet d'eau ou par usinage ou étampage.

[0030] Néanmoins, il peut être envisagé de réaliser le ressort 10, 110 en utilisant les propriétés des métaux amorphes. En effet, le métal amorphe présente une grande facilité dans la mise en forme permettant la fabrication de pièces aux formes compliquées avec une plus grande précision. Ceci est dû aux caractéristiques particulières du métal amorphe qui peut se ramollir tout en restant amorphe durant un certain temps dans un intervalle de température $[T_g - T_x]$ donné propre à chaque alliage (par exemple pour un alliage $Zr_{41.24}Ti_{13.77}Cu_{12.7}Ni_{10}Be_{22.7}$, $T_g=350$ °C et $T_x=460$ °C). Il est ainsi possible de les mettre en forme sous une contrainte relativement faible et à une température peu élevée permettant alors l'utilisation d'un procédé simplifié tel que le formage à chaud. L'utilisation d'un tel matériau permet en outre de reproduire très précisément des géométries fines car la viscosité de l'alliage diminue fortement en fonction de la température dans l'intervalle de température $[T_g - T_x]$ et l'alliage épouse ainsi tous les détails du moule. Par exemple, pour un matériau à base de platine, la mise en forme se fait aux alentours de 300 °C pour une viscosité atteignant 10^3 Pa.s pour une contrainte de 1 MPa, au lieu d'une viscosité de 10^{12} Pa.s à la température T_g .

[0031] Un procédé utilisé est le formage à chaud d'une préforme amorphe. Cette préforme est obtenue par fusion dans un four des éléments métalliques constituant l'alliage amorphe. Cette fusion est faite sous atmosphère contrôlée avec pour but d'obtenir une contamination de l'alliage en impuretés aussi faible que possible. Une fois ces éléments fondus, ils sont coulés sous forme de produit semi-fini, puis refroidis rapidement afin de conserver l'état au moins partiellement amorphe. Une fois la préforme obtenue, le formage à chaud est effectué dans le but d'obtenir une pièce définitive. Ce formage à chaud est réalisé par pressage dans une gamme de températures comprise entre la température de transition

CH 703 344 A2

vitreuse T_g du matériau amorphe et la température de cristallisation T_x dudit matériau amorphe durant un temps déterminé pour conserver une structure totalement ou partiellement amorphe. Le but est alors de conserver les propriétés élastiques caractéristiques des métaux amorphes. Les différentes étapes de mise en forme définitive du ressort 10, 110 sont alors:

- a) Chauffage des pinces ou matrices formant le moule ayant la forme négative du ressort 10, 110 jusqu'à une température choisie,
- b) Introduction de la préforme en métal amorphe entre les matrices chaudes,
- c) Application d'une force de fermeture sur les matrices afin de répliquer la géométrie de ces dernières sur la préforme en métal amorphe,
- d) Attente durant un temps maximal choisi,
- e) Ouverture des matrices,
- f) Refroidissement rapide du ressort en dessous de T_g de sorte que le matériau garde sa phase au moins partiellement amorphe, et
- g) Sortie du ressort 10, 110 des matrices.

[0032] Le formage à chaud du métal ou alliage amorphe permet donc de réaliser des pièces complexes et précises mais aussi une bonne reproductibilité de la pièce ce qui est un avantage conséquent pour la fabrication en grande série comme celle des ressorts de système amortisseur.

[0033] Selon une variante de ce procédé, la coulée est utilisée. Ce procédé consiste à couler l'alliage obtenu par fusion des éléments métalliques dans un moule possédant la forme de la pièce définitive. Une fois le moule rempli, celui-ci est refroidi rapidement jusqu'à une température inférieure à T_g afin d'éviter la cristallisation de l'alliage et ainsi obtenir un ressort en métal amorphe ou partiellement amorphe. L'avantage de la coulée d'un métal amorphe par rapport à la coulée d'un métal cristallin est d'être plus précise. Le retrait de solidification, pour un métal amorphe, est très faible, moins de 1% par rapport à celui des métaux cristallins qui est de 5 à 7%.

[0034] On comprendra que diverses modifications et/ou améliorations et/ou combinaisons évidentes pour l'homme du métier peuvent être apportées aux différents modes de réalisation de l'invention exposée ci-dessus sans sortir du cadre de l'invention définie par les revendications annexées.

[0035] On pourra également comprendre que la pierre contre pivot 5, 105 comprend un évidement conique afin que l'extrémité du tigeon 3a, 103a puisse s'y insérer permettant d'avoir un écart d'amplitude entre les différentes positions de la montre réduit au minimum.

Revendications

1. Palier amortisseur de chocs pour un axe (3, 103) d'un mobile d'une pièce d'horlogerie, ledit axe comprenant un tigeon (3a, 103a), ledit palier comportant un support (1, 101) pourvu d'un logement (6, 106) prévu pour recevoir un système pivot dans lequel le tigeon (3a, 103a) est inséré, ledit palier comprenant en outre des moyens élastiques (10, 110) agencés pour exercer sur ledit système pivot au moins une force axiale, caractérisé en ce que les moyens élastiques sont réalisés en un matériau au moins partiellement amorphe.
2. Palier amortisseur de chocs selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits moyens élastiques (10, 110) sont réalisés en matériau totalement amorphe.
3. Palier amortisseur de chocs selon les revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le matériau amorphe comporte au moins un élément métallique.
4. Palier amortisseur de chocs selon la revendication 3, caractérisé en ce que ledit au moins un élément métallique est du type précieux ou un alliage comprenant un tel élément métallique précieux.
5. Palier amortisseur de chocs selon la revendication 4, caractérisé en ce que ledit élément métallique précieux comporte de l'or, du platine, du palladium, du rhénium, du ruthénium, du rhodium, de l'argent, de l'iridium ou de l'osmium.
6. Palier amortisseur de chocs selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le système pivot comprend un chaton (20) agencé dans le logement (6) et supportant une pierre percée (4) traversée par le tigeon (3a) et une pierre contre-pivot (5) et en ce que le support (1) est une pièce de révolution comprenant un rebord circulaire interrompu en deux endroits diamétralement opposés par une ouverture (12) de sorte à créer deux rebords semi-circulaires (11a, 11b), ladite ouverture étant ménagée pour partie dans les deux rebords semi-circulaires de façon à matérialiser deux retours (13) sous lesquelles les moyens élastiques (10) appuient pour maintenir le chaton dans le logement (6) du support (1).

CH 703 344 A2

7. Palier amortisseur de chocs selon la revendication 6, caractérisé en ce que les moyens élastiques (10) sont un ressort (1) ayant une forme de lyre.
8. Palier amortisseur de chocs selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que logement (106) est agencé pour recevoir un ressort (110) à déformation axiale et radiale et un chaton (120) supportant une pierre percée (104) traversée par le tigeon (103a) et une pierre contre-pivot (105), lesdits moyens élastiques (110) étant formés par un anneau périphérique rigide (111) chassé dans le logement (6) et relié par des moyens élastiques (112) à un support central rigide (113) sensiblement annulaire et en ce que le chaton (120) maintenant les deux pierres (104, 105) est suspendu au centre du ressort (110).
9. Palier amortisseur de chocs selon la revendication 8, caractérisé en ce que le chaton (120) est formé de deux parties (113, 123), l'une étant constituée par le support rigide central (113) dont la paroi interne (113a) maintient la pierre percée (104), l'autre étant formée par un capot (123) venant se solidariser au support central rigide (113) pour bloquer la pierre contre-pivot (105) sur la portée supérieure (113b) du support central (113).

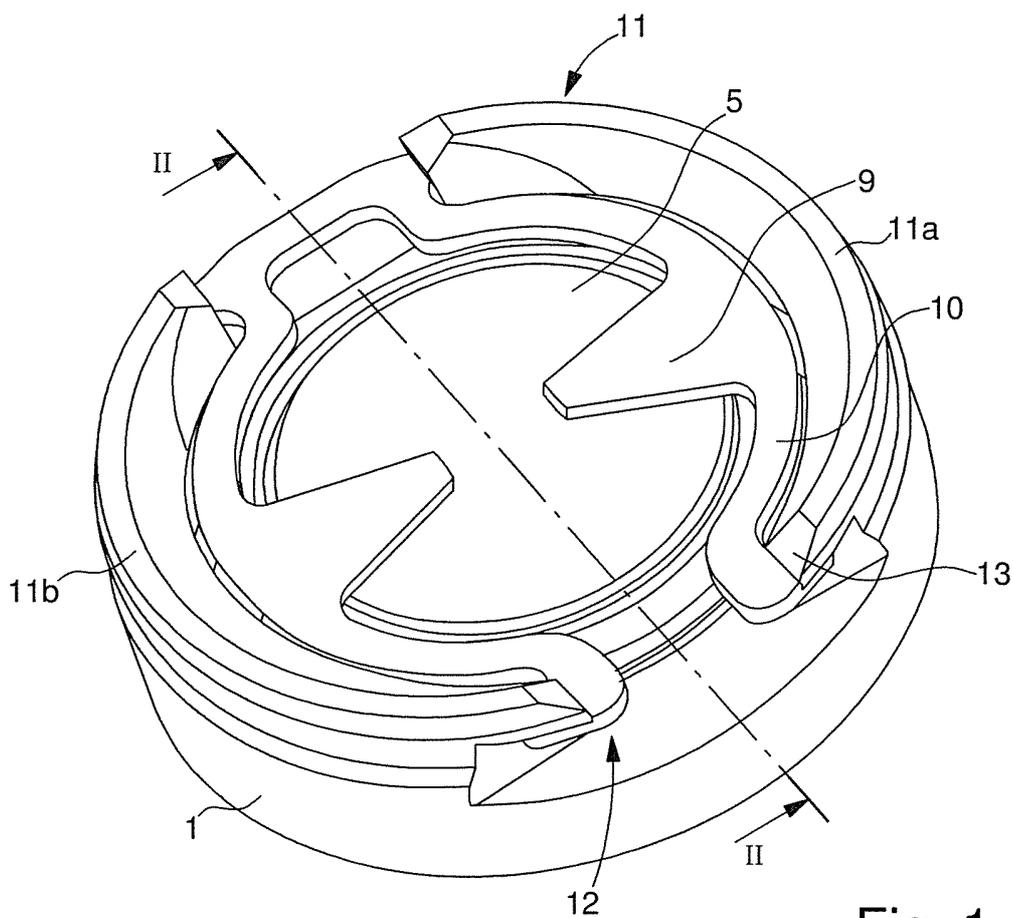


Fig. 1

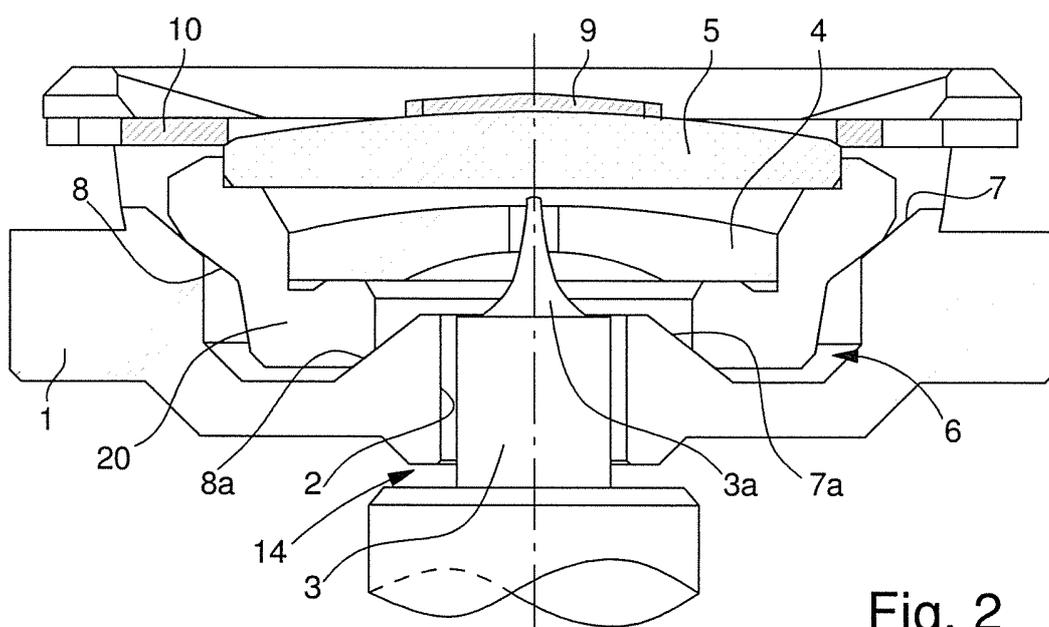


Fig. 2

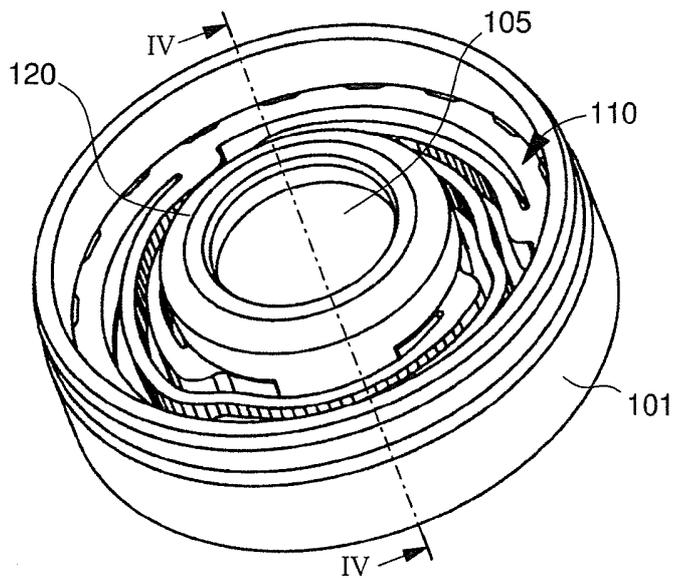


Fig. 3

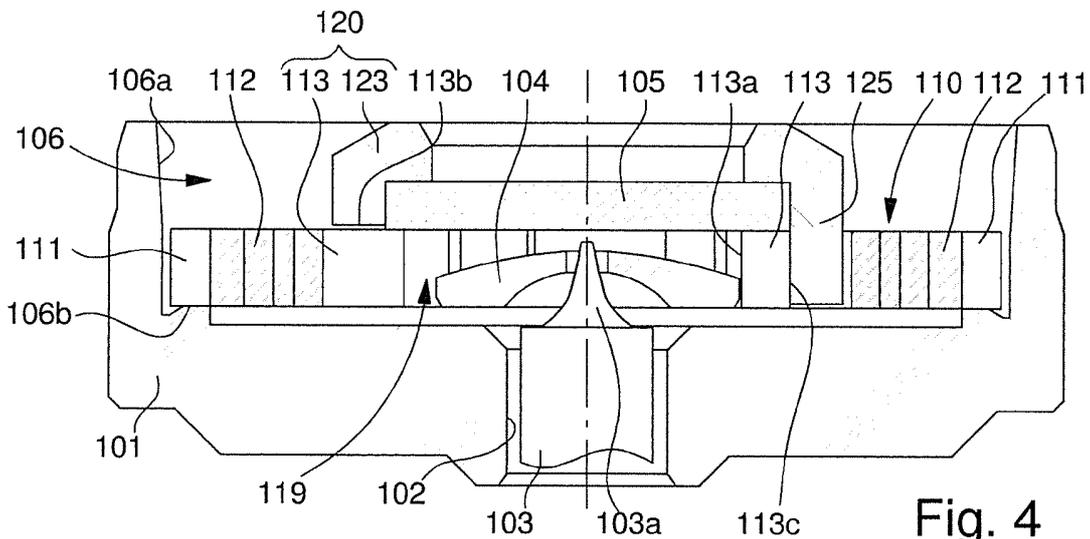


Fig. 4

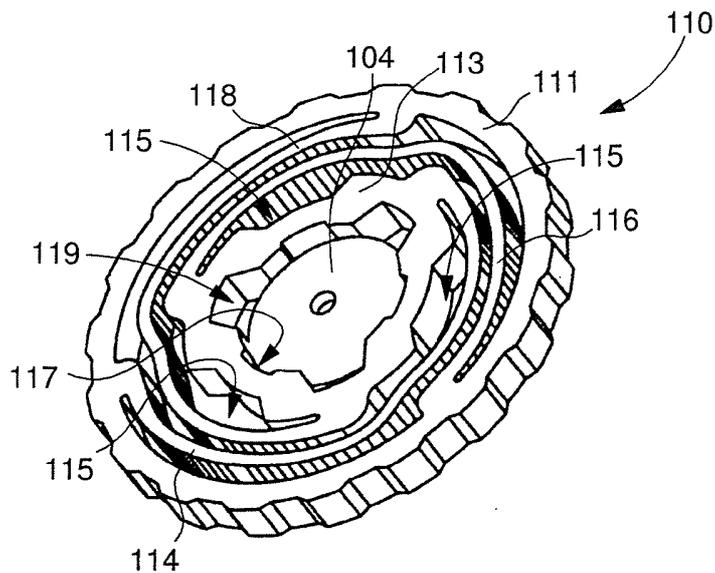


Fig. 5