



CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **715 679 A2**

(51) Int. Cl.: **G04B 31/04** (2006.01)
G04B 31/004 (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: 01576/18

(22) Date de dépôt: 20.12.2018

(43) Demande publiée: 30.06.2020

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

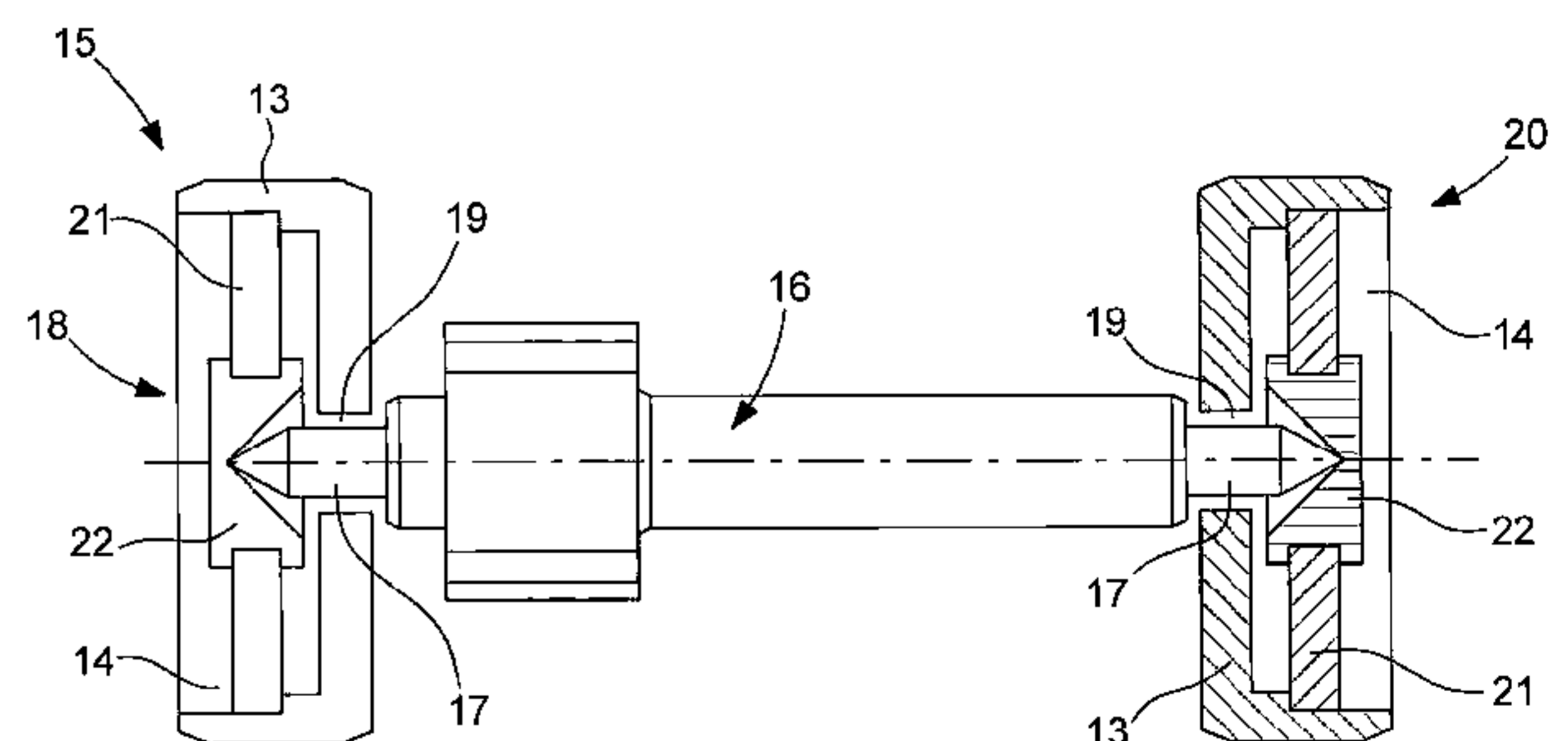
(72) Inventeur(s):
Jean-Jacques Born, 1110 Morges (CH)
Dominique Léchet, 2722 Les Reussilles (CH)
Yves Winkler, 3185 Schmitten (CH)
Christophe Vincent, 25160 Montperreux (FR)

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

(54) **Palier, notamment amortisseur de choc, et mobile tournant d'un mouvement horloger.**

(57) L'invention concerne un palier (18, 20), notamment amortisseur de choc, pour un axe (16) d'un mobile tournant d'un mouvement horloger, par exemple un axe d'un balancier, le palier (18, 20) comportant un bloc de palier (13) muni d'un logement (14) et un contre-pivot (22) agencé dans le logement (14), le contre-pivot (22) comprenant un corps principal muni d'une cavité configurée pour recevoir un pivot (17) de l'axe (16) du mobile tournant, le pivot (17) ayant une forme de premier cône présentant un premier angle solide, le sommet du premier cône étant arrondi avec un premier rayon de courbure prédéfini compris dans un intervalle allant de 0.2 μm à 50 μm , la cavité ayant une forme de second cône présentant un second angle solide supérieur au premier angle solide, de sorte que le pivot (17) puisse tourner dans la cavité, le sommet du second cône étant arrondi et présentant un second rayon de courbure prédéfini. Le second rayon de courbure est inférieur au premier rayon de courbure.

L'invention concerne aussi un mobile tournant pour un tel palier, ainsi qu'un mouvement horloger comprenant un tel palier et un tel mobile tournant.



Description

Domaine de l'invention

[0001] La présente invention concerne un palier d'un mouvement horloger, notamment amortisseur de choc, pour un axe d'un mobile tournant. L'invention se rapporte également à un mobile tournant d'un mouvement horloger. L'invention se rapporte encore à un mouvement horloger muni d'un tel palier et d'un tel mobile tournant.

Arrière-plan de l'invention

[0002] Dans les mouvements horlogers, les axes des mobiles tournants ont généralement des pivots à leurs extrémités, qui tournent dans des paliers montés dans la platine ou dans des ponts d'un mouvement horloger. Pour certains mobiles, en particulier le balancier, il est d'usage d'équiper les paliers d'un mécanisme amortisseur de choc. En effet, comme les pivots de l'axe d'un balancier sont généralement fins et la masse du balancier est relativement élevée, les pivots peuvent casser sous l'effet d'un choc en l'absence de mécanisme amortisseur.

[0003] La configuration d'un palier amortisseur de choc 1 conventionnel est représentée par la figure 1. Une pierre bombée olivée 2 est chassée dans un support de palier 3 appelé communément chaton, sur lequel est montée une pierre contre-pivot 4. Le chaton 3 est maintenu en appui contre le fond d'un bloc de palier 5 par un ressort amortisseur 6 agencé pour exercer une contrainte axiale sur la partie supérieure de la pierre contre-pivot 4. Le chaton 3 comporte en outre une paroi externe conique agencée en correspondance avec une paroi interne conique disposée à la périphérie du fond du bloc de palier 5. Il existe également des variantes selon lesquelles le chaton comporte une paroi externe présentant une surface de forme convexe, c'est-à-dire bombée.

[0004] Cependant, il existe des problèmes de frottement qui engendrent des différences d'angle de rotation de l'axe selon la position dans laquelle se trouve le mobile tournant par rapport à la gravité. En effet, lorsque l'axe est perpendiculaire au sens de la gravité, il frotte plus fortement contre la pierre bombée 2 de sorte que l'angle de rotation du balancier est diminué par rapport à celui qu'il fait lorsqu'il est parallèle au sens de la gravité. La précision du mouvement est par conséquent réduite par cette différence.

[0005] Pour contrôler ce problème, on a imaginé une autre configuration de palier amortisseur, en partie représenté sur la figure 2. Le palier 10 comporte un contre pivot 7 de type crapaudine, comprenant une cavité 8 en forme de cône pour recevoir un pivot 12 de l'axe 9 du mobile tournant, le fond de la cavité étant formé par le sommet 11 du cône. Le pivot 12 est également conique pour s'insérer dans la cavité 8, mais l'angle solide du pivot 12 est plus petit que celui du cône de la cavité 8. Cette configuration permet de contrôler la différence de frottement de sorte que la différence d'angle entre les positions précitées est bien moindre. En effet, grâce à cette géométrie, les frottements de la position perpendiculaire au sens de la gravité sont plus faibles.

[0006] Cependant, ce type palier a un inconvénient important concernant le centrage de l'axe par rapport aux crapaudines. En effet, on n'arrive pas à atteindre un bon centrage dans les configurations actuelles de ce type d'amortisseur. Ainsi, le risque est important d'avoir un blocage de l'axe par coincement entre les crapaudines maintenant de part et d'autre l'axe du mobile tournant.

Résumé de l'invention

[0007] Un but de l'invention est, par conséquent, de proposer un palier, notamment amortisseur de choc, pour un axe d'un mobile tournant d'un mouvement horloger, par exemple un axe d'un balancier, qui évite le problème précité. Un tel palier permet de centrer correctement l'axe dans la crapaudine.

[0008] A cet effet, l'invention concerne un palier comportant un bloc de palier muni d'un logement et un contre-pivot agencé dans le logement, le contre-pivot comprenant un corps principal muni d'une cavité configurée pour recevoir un pivot de l'axe du mobile tournant, le pivot ayant une forme de premier cône présentant un premier angle solide, le sommet du premier cône étant arrondi avec un premier rayon de courbure prédéfini compris dans un intervalle allant de 5 μm à 50 μm , la cavité ayant une forme de second cône présentant un second angle solide supérieur au premier angle solide, de sorte que le pivot puisse tourner dans la cavité, le sommet du second cône étant arrondi et présentant un second rayon de courbure prédéfini, caractérisé en ce que le second rayon de courbure est inférieur au premier rayon de courbure.

[0009] Le palier est remarquable en ce que le second rayon de courbure est inférieur au premier rayon de courbure.

[0010] Ainsi, le pivot est bien maintenu dans la cavité du contre-pivot pour éviter que l'axe ne puisse se bloquer dans le palier, tout en le laissant libre de tourner. En effet, lorsque le rayon de courbure du fond de la cavité est plus grand que celui du pivot de l'axe, le pivot peut se décentrer dans le fond de la cavité et risque d'engendrer un coincement de l'axe, de sorte que le balancier est freiné, voire complètement bloqué. Grâce à un rayon de courbure du fond de la cavité plus petit que celui du pivot de l'axe, le pivot reste centré dans la cavité, quel que soit le mouvement ou la position de la pièce d'horlogerie.

[0011] En outre, cette configuration du contre-pivot permet de garder un frottement constant du pivot à l'intérieur du contre-pivot, quelle que soit la position de l'axe par rapport au sens de la gravité, ce qui est par exemple important pour un axe de balancier d'un mouvement d'une pièce d'horlogerie. La forme de cône de la cavité, ainsi que celle du pivot minimisent la différence de frottement entre les différentes positions de l'axe par rapport au sens de la gravité.

- [0012] Des formes particulières du palier sont définies dans les revendications dépendantes 2 à 15.
- [0013] Selon une forme de réalisation avantageuse, le second rayon de courbure est inférieur à 40 μm .
- [0014] Selon une forme de réalisation avantageuse, le second rayon de courbure est inférieur à 30 μm .
- [0015] Selon une autre forme de réalisation avantageuse, le second rayon de courbure est inférieur à 20 μm .
- [0016] Selon une autre forme de réalisation avantageuse, le second rayon de courbure est inférieur à 10 μm .
- [0017] Selon une autre forme de réalisation avantageuse, le second rayon de courbure est sensiblement égal à 4 μm .
- [0018] Selon une autre forme de réalisation avantageuse, le second rayon de courbure est au moins égal à 0.1 μm .
- [0019] Selon une autre forme de réalisation avantageuse, le second rayon de courbure est au moins égal à 1 μm .
- [0020] Selon un mode de réalisation préféré, le corps principal du contre-pivot est formé d'un matériau à choisir parmi la liste suivante : un alliage de métal au moins partiellement amorphe, un matériau électro-formé, ou un matériau synthétique.
- [0021] Selon une forme de réalisation, la cavité est obtenue par un procédé de déformation à chaud d'un alliage de métal au moins partiellement amorphe par un outil dont le diamètre est inférieur au premier rayon de courbure du premier cône.
- [0022] Avantageusement, le second angle solide est compris dans un intervalle allant de 60 à 120°, voire 80 à 100°, de préférence égal à 90°.
- [0023] Selon une forme de réalisation, l'alliage de métal au moins partiellement amorphe est cristallisé afin de créer des phases favorables au frottement.
- [0024] Avantageusement, l'alliage de métal au moins partiellement amorphe est céramisé pour durcir la surface du corps principal, notamment dans le second cône de la cavité.
- [0025] Selon une forme de réalisation, le corps principal du contre-pivot est produit par un procédé de croissance galvanique, tel l'électroformage sur une empreinte correspondante.
- [0026] Selon une forme de réalisation, le corps principal du contre-pivot en matériau synthétique, par exemple de type POM, est obtenu par moulage.
- [0027] Selon une forme de réalisation, le corps principal du contre-pivot en matériau composite, par exemple de type POM chargé avec des particules d'un matériau abaissant le frottement, par exemple du PTFE, est obtenu par moulage.
- [0028] Avantageusement il comprend un support élastique du contre-pivot, tel un ressort, pour amortir les chocs.
- [0029] Selon une forme de réalisation, le corps principal du contre-pivot et le support élastique sont formés d'une même pièce.
- [0030] Selon une forme de réalisation, le support élastique est formé par un procédé de lithographie, électrodéposition et formage de type LIGA.
- [0031] Selon une forme de réalisation, le corps principal du contre-pivot est surmoulé sur le support élastique.
- [0032] Selon une forme de réalisation, le premier rayon de courbure est compris dans un intervalle allant de 0.2 μm à 35 μm .
- [0033] Selon une forme de réalisation, le premier angle solide du premier cône est compris dans un intervalle allant de 0.2 μm à 25 μm .
- [0034] Selon une forme de réalisation, le premier angle solide du premier cône est compris dans un intervalle allant de 0.2 à 15 μm .
- [0035] L'invention se rapporte également à un mobile tournant d'un mouvement horloger, tel un balancier, pour un palier selon l'invention, le mobile étant muni d'un axe avec au moins un pivot ayant une forme de premier cône présentant un premier angle solide prédéfini, le sommet du premier cône étant arrondi et présentant un premier rayon de courbure prédéfini. Le mobile est remarquable en ce que le premier rayon de courbure est compris dans un intervalle allant de 0.2 μm à 50 μm .
- [0036] Selon une forme de réalisation avantageuse, le premier rayon de courbure est compris dans un intervalle allant de 0.2 μm à 35 μm .
- [0037] Selon une forme de réalisation avantageuse, le premier rayon de courbure est compris dans un intervalle allant de 0.2 μm à 25 μm .
- [0038] Selon une forme de réalisation avantageuse, le premier rayon de courbure est compris dans un intervalle allant de 0.2 à 15 μm .
- [0039] Une forme particulière du mobile tournant est définie dans la revendication 17, dans laquelle le sommet du premier cône du pivot est taillé pour former un troisième cône circulaire, présentant un troisième angle solide supérieur au premier angle solide.
- [0040] Avantageusement, le troisième angle solide est sensiblement égal au second angle du contre-pivot.

[0041] L'invention se rapporte encore à un mouvement horloger comprenant une platine et au moins un pont, ladite platine et/ou le pont comportant un orifice. Le mouvement est remarquable en ce qu'il comporte un palier selon l'invention inséré dans l'orifice et un mobile tournant selon l'invention.

Description sommaire des dessins

[0042] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de plusieurs formes de réalisation données uniquement à titre d'exemples non limitatifs, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente une section transversale d'un palier de maintien amortisseur de choc pour un axe d'un mobile tournant selon un premier mode de réalisation de l'état de la technique ;
- la figure 2 représente schématiquement un contre-pivot d'un palier et un pivot d'un axe d'un mobile tournant selon un deuxième mode de réalisation de l'état de la technique ;
- la figure 3 représente schématiquement une section transversale d'une partie d'un mouvement horloger comprenant un axe de balancier maintenu par deux paliers selon l'invention,
- la figure 4 représente une vue schématique d'un support élastique pour un palier amortisseur de chocs selon l'invention.
- la figure 5 représente un contre-pivot d'un palier de maintien et un pivot d'un axe d'un mobile tournant selon un premier mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 6 représente schématiquement un contre-pivot d'un palier de maintien et un pivot d'un axe d'un mobile tournant selon un deuxième mode de réalisation de l'invention ; et
- la figure 7 représente schématiquement une vue agrandie du contre-pivot et du pivot du deuxième mode de réalisation de l'invention

Description détaillée de modes de réalisation préférés

[0043] Un palier et un axe d'un mobile tournant vont être décrits selon deux modes de réalisation, les mêmes numéros étant utilisés pour désigner des objets identiques. Dans un mouvement horloger, le palier sert à maintenir un axe d'un mobile tournant, par exemple un axe de balancier, en lui permettant d'effectuer des rotations autour de son axe. Le mouvement horloger comprend généralement une platine et au moins un pont, non représentés sur les figures, ladite platine et/ou le pont comportant un orifice, le mouvement comprenant en outre un mobile tournant et un palier inséré dans l'orifice.

[0044] La figure 3 montre une partie 15 d'un mouvement horloger comprenant deux paliers 18, 20 et un axe 16 d'un balancier maintenu à chaque extrémité par deux paliers 18, 20. L'axe 16 comprend un pivot 17 à chaque extrémité, les pivots étant formés dans un matériau dur, de préférence en rubis. Chaque palier 18, 20 comporte un bloc de palier 13 cylindrique muni d'un logement 14, un contre-pivot 22 agencé dans le logement 14, et une ouverture 19 opérée dans une face du palier 18, 20, l'ouverture 19 laissant un passage pour insérer le pivot 17 dans le palier jusqu'au contre-pivot 22. Le contre-pivot 22 comprend un corps principal muni d'une cavité configurée pour recevoir le pivot 17 de l'axe du mobile tournant. Les pivots 17 de l'axe 16 sont insérés dans le logement 14, l'axe 16 étant maintenu tout en pouvant tourner pour permettre le mouvement du mobile tournant.

[0045] Les deux paliers 18, 20 sont amortisseurs, et comprennent en plus un support élastique 21 du contre-pivot 22 pour amortir les chocs et éviter que l'axe 16 ne se brise. Un support élastique 21, représenté sur la figure 4, est par exemple un ressort plat à déformation axiale et radiale sur lequel le contre-pivot 22 est assemblé. Le support élastique 21 est emboîté dans le logement 14 du bloc de palier 13 et il maintient le contre-pivot 22 en suspension dans le logement 14. Ainsi, lorsque la pièce horlogère subit un choc violent, le ressort absorbe le choc et préserve l'axe 16 du mobile tournant. Le support élastique 21 a une forme de spirale à plusieurs brins 25, ici trois, chaque brin 25 reliant un anneau central 24 rigide à un anneau périphérique 23 rigide. L'anneau périphérique 23 est emboîté dans le logement 14 du bloc de palier 13 et maintenu par une ou plusieurs faces internes du bloc de palier 13 de la figure 3. Le contre-pivot 22 est emboîté dans l'anneau central 24 du support élastique 21. Le matériau du support élastique et son épaisseur est choisi pour permettre sa déformation par une force importante, par exemple suite à choc qui peut engendrer une force de 100G ou 200G, un G étant la force d'attraction terrestre due à la gravité.

[0046] Dans un premier mode de réalisation de la figure 5, le pivot 17 a une forme de premier cône 26 sensiblement circulaire présentant un premier angle solide 31. L'angle solide 31 est l'angle formé à l'intérieur du cône par sa paroi externe. Le sommet 29 du premier cône 26 est en outre arrondi avec un premier rayon de courbure prédéfini pour permettre la rotation du pivot 17. Le premier rayon de courbure est compris dans un intervalle allant par exemple de 0.2 μm à 40 μm , voire de 0.2 μm à 25 μm , de préférence de 0.2 μm à 15 μm . Sur la figure 3, le premier rayon de courbure est égal à 10 μm .

[0047] La cavité du contre-pivot 22 a une forme de second cône 28 présentant un second angle solide 32 au sommet. Pour que le pivot 17 puisse tourner dans la cavité, le second angle solide 32 est supérieur au premier angle solide 31 du premier cône 26. De préférence, le second cône 28 a un second angle solide 32 compris dans un intervalle de 60 à 120°, voire 80 à 100°. Le second angle solide 32 est sensiblement égal à 90° sur la figure 3, car c'est l'angle qui permet d'avoir un frottement sensiblement égal entre les différentes positions de l'axe par rapport au sens de la gravité, comme exposé précédemment. Le sommet 27 du second cône 28 est également arrondi et présente un second rayon de courbure prédéfini. Les courbures des sommets 27, 29 des deux cônes 26, 28 facilitent la rotation du pivot 17 dans le contre-pivot 22.

[0048] Selon l'invention, le second rayon de courbure 27 du second cône 28 du contre-pivot 22 est inférieur au premier rayon de courbure 29 du premier cône 26 du pivot 19. Ainsi, on évite un décentrage du pivot 19 dans le contre-pivot 22, et ainsi les risques de blocage de l'axe. Le second rayon de courbure est par exemple inférieur à 40 µm, ou inférieur à 30 µm, ou encore inférieur à 20 µm, voire inférieur à 10 µm. Le second rayon de courbure est de préférence au moins égal à 0.1µm, voire supérieur à 1µm .

[0049] Dans le premier mode de réalisation, représenté sur la figure 5, le second rayon de courbure est égal à 4µm, tandis que le premier rayon de courbure est de 10 µm. De tels rayons de courbure améliorent le centrage du pivot 17 dans la cavité et évite encore davantage un risque de décentrage de l'axe entre les paliers 22.

[0050] Dans une variante de réalisation, non représentée sur les figures, le second rayon de courbure du contre-pivot est égal à 10µm, tandis que le premier rayon de courbure est de 15 µm.

[0051] D'autres exemples de valeurs sont bien sûr possibles, du moment que le second rayon de courbure est inférieur au premier rayon de courbure. De préférence, ces valeurs appartiennent à l'un des intervalles mentionnés précédemment.

[0052] Dans un deuxième mode de réalisation du mouvement horloger des figures 6 et 7, le contre-pivot 22 est le même que celui du premier mode de réalisation, mais le pivot 30 est différent. En effet, le sommet 40 du premier cône 33 du pivot 30 est retaillé pour former un troisième cône 35 circulaire, présentant un troisième angle solide 42 sensiblement égal au second angle solide 32 du second cône 28 du contre-pivot 22. Dans l'exemple, le second angle solide 32 et le troisième angle solide 42 sont de 90°. Le troisième cône 35 est restreint autour du sommet 40 du pivot 30. Sur les figures 6 et 7, le troisième cône 35 a un diamètre moyen 37 de 29 µm et un rayon latéral 38 de 21µm, tandis que la hauteur du premier cône est par exemple de 500µm. Le premier cône 33 forme le corps du pivot 30, mais il est tronqué à son sommet par le troisième cône 35 dont l'angle solide 42 est différent pour s'adapter à la cavité du contre-pivot 22. Le troisième cône 35 a le même sommet arrondi avec le même rayon de courbure que le premier cône 26 du premier mode de réalisation de la figure 5, pour garder les mêmes avantages. Ainsi, on améliore, en plus, la connexion entre le pivot 30 et le contre-pivot 22 en augmentant un peu la zone de frottement, pour éviter une usure prématurée du pivot 30 et du contre-pivot 22.

[0053] Pour obtenir un second rayon de courbure aussi petit dans une cavité conique d'un contre-pivot, le matériau utilisé pour fabriquer le corps du contre-pivot doit être choisi spécifiquement. En effet, les matériaux classiquement utilisés pour fabriquer des contre-pivots sont trop durs pour obtenir un tel rayon de courbure. Par exemple, l'usinage d'un matériau en rubis ou en acier permet d'obtenir des seconds rayons de courbure dans la cavité du contre-pivot de plus de 40 µm, car l'outil utilisé pour creuser la cavité doit avoir une épaisseur suffisante pour ne pas casser pendant l'usinage du corps principal du contre-pivot.

[0054] Ainsi, pour les deux modes de réalisation selon l'invention, le corps principal du contre-pivot est formé d'un matériau à choisir parmi la liste suivante : un alliage de métal au moins partiellement amorphe, un matériau électro-formé, un matériau synthétique, ou un matériau composite.

[0055] Dans un premier mode de réalisation préférentiel de la formation du contre-pivot, le corps principal est formé d'un alliage métallique au moins partiellement amorphe comprenant un élément métallique. Cet élément métallique peut être un élément métallique classique du type fer, nickel, zirconium, titane ou aluminium ou un élément métallique précieux tel que l'or, le platine, le palladium, le rhénium, le ruthénium, le rhodium, l'argent, l'iridium ou l'osmium. 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 soumis à une montée en température au-dessus de sa température de fusion lui permettant de perdre localement toute structure cristalline, ladite montée étant suivie d'un refroidissement à une température inférieure à sa température de transition vitreuse lui permettant de devenir au moins partiellement amorphe.

[0056] Le métal amorphe est par exemple choisi parmi les compositions suivantes: Zr58.5Cu15.6Ni12.8Al10.3Nb2.8 à base de Zirconium (Zr), Pd43Cu27Ni10P20 à base de Palladium (Pd), ou de Pt57.5Cu14.7Ni5.3P22.5 à base de Platine (Pt). D'autres compositions de métaux amorphes sont bien sûr utilisables, et l'invention n'est nullement limitée à ces exemples. La cavité est alors obtenue par un procédé de déformation à chaud. Le métal amorphe est chauffé à une température supérieure à sa température de transition vitreuse ce qui diminue considérablement sa viscosité et permet donc de répliquer fidèlement l'outil sur lequel il est déformé. L'outil aura été préalablement usiné pour avoir une forme conique dont le rayon de courbure est sensiblement égal au second rayon de courbure souhaité. Ainsi, le second rayon de courbure est inférieur au premier rayon de courbure. Grâce à l'utilisation de métal amorphe, l'outil ne subit pas d'usure lors du procédé de formage et conserve donc son rayon d'origine, contrairement au cas de l'usinage de matériaux très durs comme le rubis ou l'acier trempé. On atteint par conséquent des rayons de courbures plus petits, comme ceux requis

pour le contre-pivot selon l'invention. Afin d'améliorer les propriétés tribologiques, le contre-pivot peut être cristallisé afin de créer des phases favorables au frottement.

[0057] Avantageusement, dans ce mode de réalisation, le métal amorphe peut être céramisé pour améliorer les propriétés tribologiques et ainsi durcir la surface du corps principal, en particulier dans le second cône de la cavité. Ainsi, l'usure due au frottement du pivot, par exemple en rubis de l'axe est diminuée grâce à la céramisation. Le traitement de surface consiste à former une couche de nature céramique sur cette surface. Plusieurs voies (chimique, thermique, plasma, etc.) sont envisageables pour former cette couche. On obtient par exemple une couche de surface en matériau ZrO₂ ou ZrC ou ZrN, pour un métal amorphe à base de Zirconium (Zr).

[0058] Dans un deuxième mode de réalisation de la formation du corps principal, le corps principal du contre-pivot est formé par un matériau électro-formé, par exemple de type Ni, Ni-P, Ni-Co, Pd, Pd-Co, Pt, Au750, Au9ct, ou autres. La croissance galvanique est opérée sur une empreinte correspondante. Ainsi, l'empreinte a une forme de cône convexe dont les dimensions correspondent à celles du second cône.

[0059] Un troisième mode de réalisation de la formation du corps principal consiste à former le corps principal dans un matériau synthétique ou composite, tel un matériau polymère ou un matériau polymère chargé. Le polymère est choisi dans le groupe comprenant le polyoxyméthylène, le polyamide, le polyétheréthercétone, le polyphénylène sulfide. Dans le cas d'un matériau composite, la charge peut être par exemple des particules de PTFE ou de graphite, permettant de modifier les propriétés tribologies du matériau polymère de base. D'autres types de charges peuvent être envisagés, comme par exemple des nanoparticules d'oxydes de silicium ou autres céramiques pour renforcer mécaniquement le polymère de base. Il est également bien sûr possible de combiner plusieurs types de charges à un polymère donné. Pour ces types de matériaux on procède par moulage du matériau sur une empreinte correspondant à la forme souhaitée. Ainsi, l'empreinte a une forme de cône convexe dont les dimensions correspondent à celles du second cône. Le corps est obtenu par moulage de ce matériau sur l'empreinte.

[0060] Avantageusement, dans un palier amortisseur, le corps principal du contre-pivot et le support élastique sont formés d'une même pièce. Autrement dit, le corps principal et le support élastique sont fait d'un même matériau, par exemple en métal amorphe, pour former une pièce monobloc.

[0061] En variante, le corps principal du contre-pivot est surmoulé sur le support élastique. Le support élastique est préalablement formé par un procédé de lithographie, électrodéposition et formage de type LIGA (pour „Röntgenlithographie, Galvanoformung, Abformung“ en allemand).

[0062] Naturellement, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits en référence aux figures et des variantes pourraient être envisagées sans sortir du cadre de l'invention.

Revendications

1. Palier (18, 20), notamment amortisseur de choc, pour un axe (16) d'un mobile tournant d'un mouvement horloger, par exemple un axe d'un balancier, le palier (18, 20) comportant un bloc de palier (13) muni d'un logement (14) et un contre-pivot (22) agencé dans le logement (14), le contre-pivot (22) comprenant un corps principal muni d'une cavité configurée pour recevoir un pivot (17, 30) de l'axe (16) du mobile tournant, le pivot (17, 30) ayant une forme de premier cône (26) présentant un premier angle solide (31, 36), le sommet (29) du premier cône étant arrondi avec un premier rayon de courbure prédéfini compris dans un intervalle allant de 0.2 µm à 50 µm, la cavité ayant une forme de second cône (28) présentant un second angle solide (32) supérieur au premier angle solide (31, 36), de sorte que le pivot (17, 30) puisse tourner dans la cavité, le sommet du second cône (28) étant arrondi et présentant un second rayon de courbure prédéfini, caractérisé en ce que le second rayon de courbure est inférieur au premier rayon de courbure.
2. Palier selon la revendication 1, caractérisé en ce que le second rayon de courbure est inférieur à 40 µm, voire inférieur à 30 µm.
3. Palier selon la revendication 1, caractérisé en ce que le second rayon de courbure est inférieur à 20 µm, voire inférieur à 10 µm.
4. Palier selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, caractérisé en ce que le corps principal du contre-pivot (22) est formé d'un matériau à choisir parmi la liste suivante : un alliage de métal au moins partiellement amorphe, un matériau électro-formé, un matériau synthétique, ou un matériau composite.
5. Palier selon la revendication 4, caractérisé en ce que la cavité est obtenue par un procédé de déformation à chaud de l'alliage de métal au moins partiellement amorphe par un outil dont le diamètre est inférieur au premier rayon de courbure du premier cône.
6. Palier selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que l'alliage de métal au moins partiellement amorphe est cristallisé afin de créer des phases favorables au frottement.
7. Palier selon l'une, quelconque, des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que l'alliage de métal au moins partiellement amorphe est céramisé pour durcir la surface du corps principal, notamment dans le second cône (28) de la cavité.

CH 715 679 A2

8. Palier selon la revendication 4, caractérisé en ce que le corps principal du contre-pivot (22) en matériau électro-formé est obtenu par un procédé de croissance galvanique, tel l'électroformage sur une empreinte correspondante.
9. Palier selon la revendication 4, caractérisé en ce que le corps principal du contre-pivot (22) en matériau synthétique, par exemple de type POM, est obtenu par moulage.
10. Palier selon la revendication 4, caractérisé en ce que le corps principal du contre-pivot (22) en matériau composite, par exemple de type POM chargé de particules de PTFE ou de nanoparticules d'oxydes, est obtenu par moulage.
11. Palier selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, caractérisé en ce que le second angle solide est compris dans un intervalle allant de 60 à 120°, voire 80 à 100°, de préférence égal à 90°.
12. Palier selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend un support élastique (21) du contre-pivot (22), tel un ressort, pour amortir les chocs.
13. Palier selon la revendication 12, caractérisé en ce que le corps principal du contre-pivot (22) et le support élastique (21) sont formés d'une même pièce.
14. Palier selon la revendication 12, caractérisé en ce que le support élastique (21) est formé par un procédé de lithographie, électrodéposition et formage de type LIGA.
15. Palier selon la revendication 12, caractérisé en ce que le corps principal du contre-pivot (22) est surmoulé sur le support élastique.
16. Mobile tournant d'un mouvement horloger, tel un balancier, pour un palier (18, 20) selon l'une, quelconque, des revendications précédentes, le mobile étant muni d'un axe (16) avec au moins un pivot (19) ayant une forme de premier cône (26) présentant un premier angle solide prédéfini, le sommet du premier cône (26) étant arrondi et présentant un premier rayon de courbure prédéfini, caractérisé en ce que le premier rayon de courbure est compris dans un intervalle allant de 0.2 μm à 50 μm , voire de 0.2 μm à 25 μm , de préférence dans un intervalle allant de 0.2 à 15 μm .
17. Mobile tournant selon la revendication 16, caractérisé en ce que le sommet du premier cône (26) du pivot (19) est taillé pour former un troisième cône (35) circulaire, présentant un troisième angle solide (42) supérieur au premier angle solide (32), de préférence sensiblement égal au second angle solide (31) du contre-pivot (22).
18. Mouvement horloger comprenant une platine et au moins un pont, ladite platine et/ou le pont comportant un orifice, caractérisé en ce qu'il comporte, un palier (22) selon l'une, quelconque, des revendications 1 à 15, le palier (22) étant inséré dans l'orifice, et un mobile tournant selon la revendication 16 ou 17.

Fig. 1

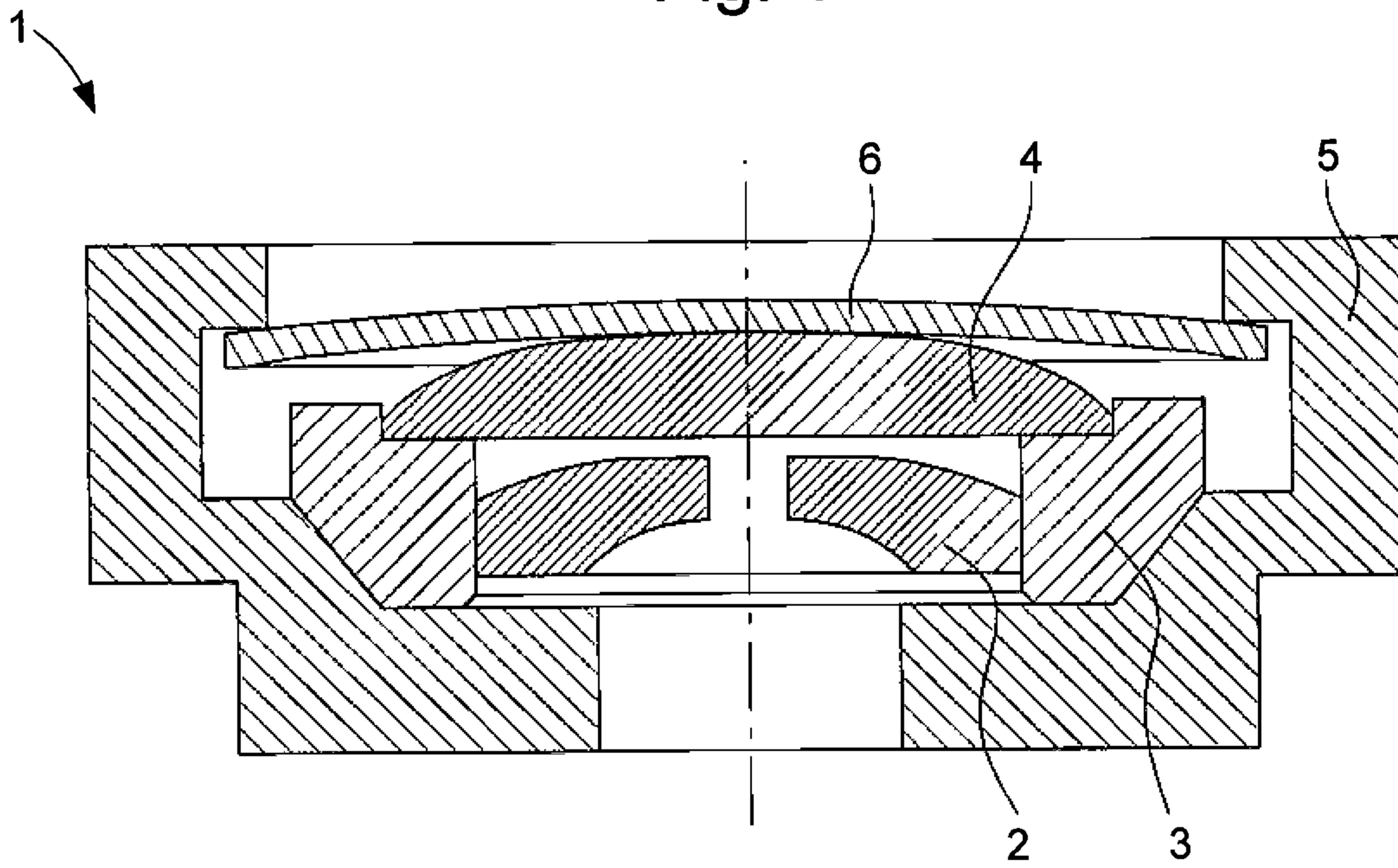


Fig. 2

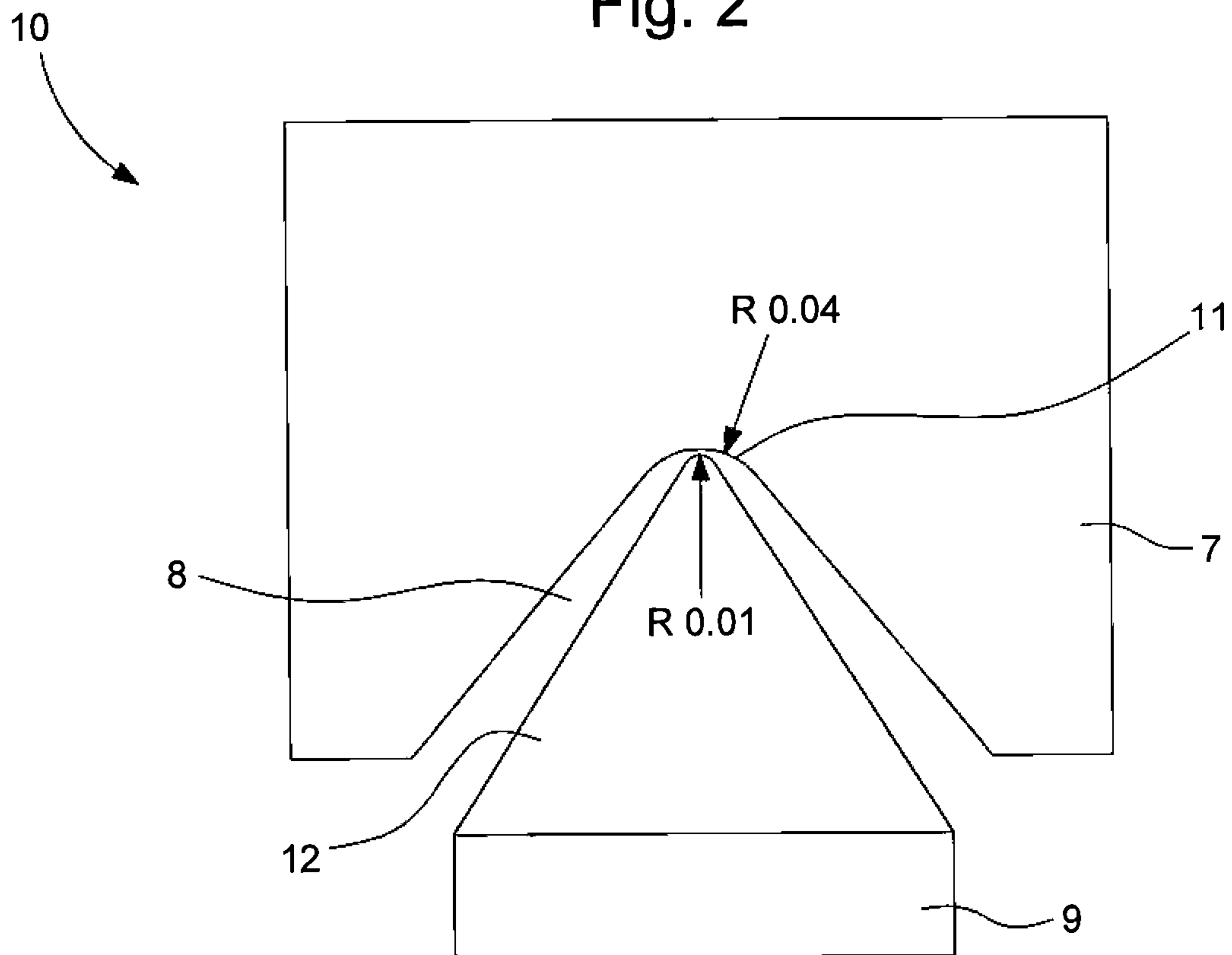


Fig. 6

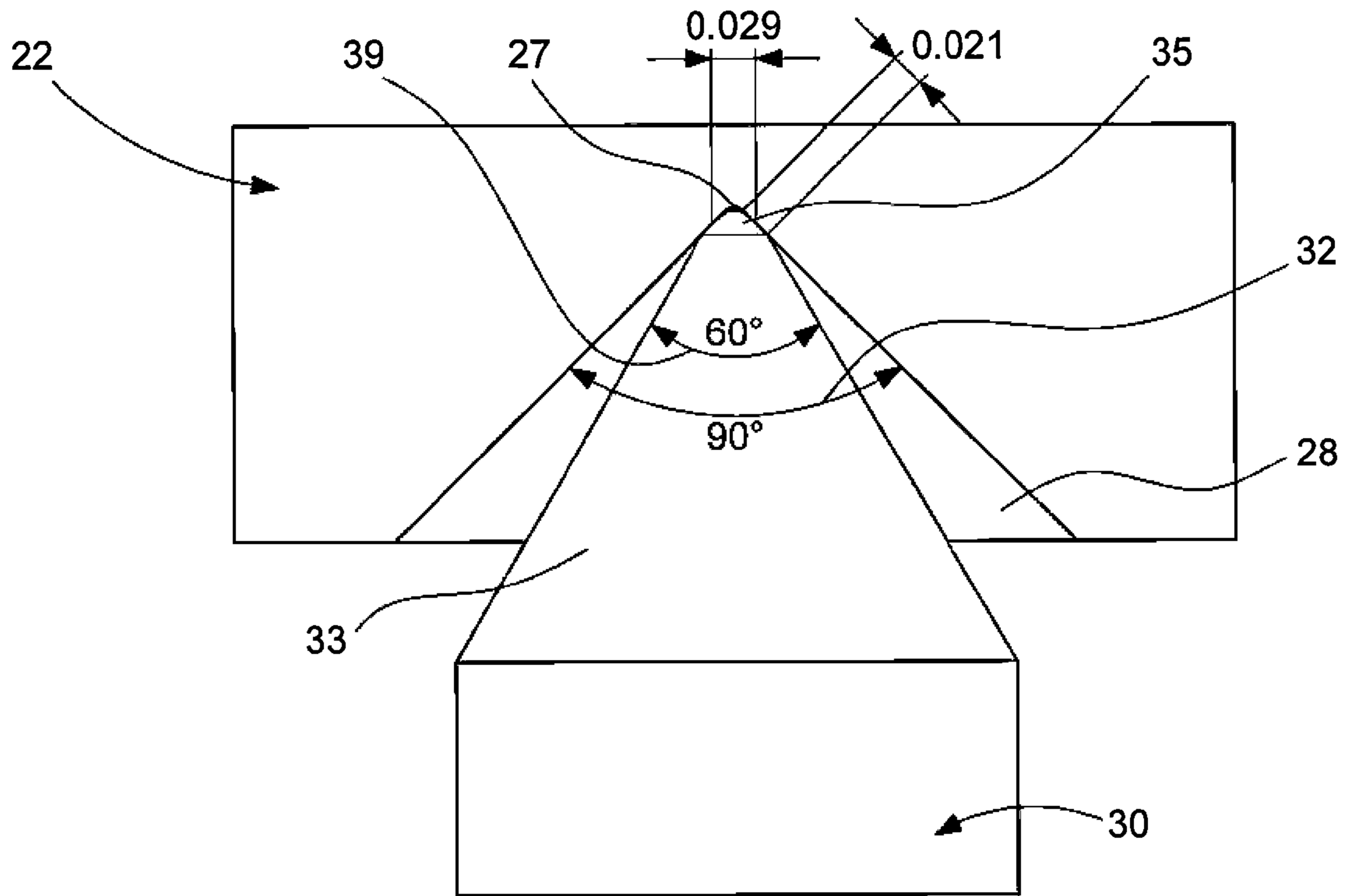


Fig. 7

