

CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH 703 360 B1**

(51) Int. Cl.: **G04B 19/12** (2006.01)
G04B 19/14 (2006.01)

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein

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

(12) **FASCICULE DU BREVET**

(21) Numéro de la demande: 01023/10

(22) Date de dépôt: 22.06.2010

(43) Demande publiée: 30.12.2011

(24) Brevet délivré: 15.12.2021

(45) Fascicule du brevet publié: 15.12.2021

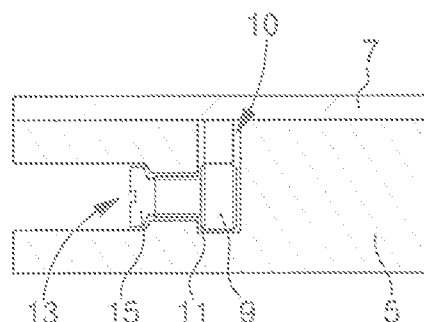
(73) Titulaire(s):
The Swatch Group Research and Development Ltd,
Rue des Sors 3
2074 Marin (CH)

(72) Inventeur(s):
Yves Winkler, 3185 Schmitten (CH)
Frédéric Jeanrenaud, 2300 La Chaux-de-Fonds (CH)

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

(54) **CADRAN DE PIECE D'HORLOGERIE.**

(57) L'invention concerne un cadran (7) de pièce d'horlogerie. Ce cadran comprend au moins un pied (9). Ledit au moins un pied (9) est fixé et agencé pour fixer ledit cadran (7) à ladite pièce d'horlogerie. Le pied (9) est réalisé en un matériau au moins partiellement amorphe et ledit matériau comprenant au moins un élément métallique.



Description

[0001] La présente invention concerne un cadran de pièce d'horlogerie comprenant au moins un pied, ledit au moins un pied ayant été fixé et étant agencé pour fixer ledit cadran à la pièce d'horlogerie.

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

ARRIERE PLAN TECHNOLOGIQUE

[0003] Il est connu que les pièces d'horlogerie comprennent un boîtier sur lequel est fixé un cadran. Ce cadran comprend des pieds qui sont utilisés, d'une part, comme référence géométrique dans le cycle de fabrication du cadran et, d'autre part, pour fixer ledit cadran au boîtier.

[0004] Ces pieds sont réalisés en métal cristallin comme l'acier, le laiton ou l'or. Ces pieds sont assemblés par soudage au point. Ils ont très souvent un diamètre plus petit dans la zone en contact avec la base du cadran, ceci pour trois raisons principales. Premièrement, cela permet d'éviter qu'un débordement de soudure empêche de plaquer correctement le cadran contre le mouvement. Deuxièmement, cela permet d'assurer, en cas de choc sur le pied, que la déformation plastique soit localisée dans cette zone rétrécie. Le pied peut alors être redressé tout en conservant une bonne précision sur la zone de grand diamètre qui s'ajustera sur le mouvement. Enfin, ce diamètre du pied plus petit dans la zone en contact avec la base du cadran sert à éviter une déformation de la base du cadran en cas de choc sur un pied par un affaiblissement volontaire et contrôlé dudit pied.

[0005] Or, les problèmes des pieds actuels sont liés aux propriétés mécaniques caractéristiques des métaux cristallins c'est-à-dire une déformation élastique très limitée. En effet, chaque matériau se caractérise par son module d'Young E également appelé module d'élasticité (exprimé généralement en GPa), caractérisant sa résistance à la déformation. Chaque matériau est aussi caractérisé par sa limite élastique σ_e (exprimée généralement en GPa) qui représente la contrainte au-delà de laquelle le matériau se déforme plastiquement. Il est alors possible, pour des dimensions données, de comparer les matériaux en établissant pour chacun le rapport de leur limite élastique sur leur module d'Young σ_e/E , ledit rapport étant représentatif de la déformation élastique de chaque matériau. Ainsi, plus ce rapport est élevé, plus la déformation élastique du matériau est élevée. Typiquement, pour un alliage du type Cu-Be, le module d'Young E est égal à 130 GPa et la limite d'élasticité σ_e est égale à 1 GPa, ce qui donne un rapport σ_e/E de l'ordre de 0,007 c'est-à-dire faible.

[0006] Par conséquent, lors d'erreurs de manipulation, si la déformation appliquée sur les pieds est trop élevée, la contrainte résultante risque de dépasser la limite élastique de l'alliage et par conséquent engendrer une déformation plastique permanente. Etant donné qu'ils sont souvent utilisés comme référence géométrique dans le cycle de fabrication du cadran, il est alors nécessaire de les déplier pour les repositionner. Une rupture dudit pied peut alors intervenir si la contrainte est trop élevée ou par fatigue si les contraintes sont successives.

RESUME DE L'INVENTION

[0007] L'invention a pour but de pallier les inconvénients de l'art antérieur en proposant de fournir un cadran muni d'un pied de cadran en métal qui résiste mieux aux chocs.

[0008] A cet effet, l'invention concerne un cadran de pièce d'horlogerie comprenant le pied de cadran cité ci-dessus qui se caractérise en ce qu'il est réalisé en matériau au moins partiellement amorphe, et ledit matériau au moins partiellement amorphe comprenant au moins un élément métallique.

[0009] Un premier avantage de la présente invention est de permettre aux pieds de cadran de mieux supporter les chocs. En effet, les métaux amorphes ont des caractéristiques élastiques plus intéressantes. La limite élastique σ_e est augmentée, ce qui permet d'augmenter le rapport σ_e/E de sorte que le matériau voit la contrainte au-delà de laquelle il ne reprend pas sa forme initiale augmenter. Si le pied se déforme plastiquement plus difficilement, il n'est plus nécessaire de déplier le pied pour le remettre dans sa position initiale. Si le pied est plus résistant, il est également moins fragilisé par les pliages et dépliages successifs et ainsi le pied a une plus grande longévité.

[0010] Un autre avantage de la présente invention est de permettre de réaliser des pieds de dimensions plus faibles. En effet, comme le métal amorphe est capable de supporter des contraintes plus élevées avant de se déformer plastiquement, il est possible de réaliser des pieds de cadran de plus faibles dimensions sans perdre en résistance.

[0011] Des modes de réalisation avantageux de ce pied font l'objet des revendications dépendantes 2 à 15.

[0012] Un des avantages de ces modes de réalisation est de permettre de réaliser les pieds directement avec le cadran dans le cas où les pieds et le cadran ne forment qu'une seule pièce. 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 le cadran et les pieds d'une seule pièce et de façon précise.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0013] Les buts, avantages et caractéristiques du pied de cadran 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 :

- la figure 1 représente de manière schématique un premier mode de réalisation de l'invention;
- les figures 2 et 3 représentent de manière schématique des vues en coupe de cadrans fixés à leur mouvement ;
- la figure 4 représente de manière schématique un second mode de réalisation de l'invention;
- les figures 5 à 7 représentent de manière schématique des alternatives au second mode de réalisation de l'invention, et
- la figure 8 représente de manière schématique un troisième mode de réalisation de l'invention.
- la figure 9 représente de manière schématique une variante particulière du premier mode de réalisation de l'invention.

DESCRIPTION DETAILLEE

[0014] Sur la figure 1 est représentée une pièce d'horlogerie 1 comprenant un boîtier 2. Dans ce boîtier 2 est agencé, comme visible à la figure 2, un mouvement 5 sur lequel est fixé un cadran 7. Ce cadran 7 est fixé au mouvement 5 par l'intermédiaire de pieds 9 fixés audit cadran 7 et engagés dans des orifices 11 du mouvement 5. La fixation du cadran 7 au mouvement 5 est assurée par des moyens de fixation 13. Ces moyens de fixation 13 consistent par exemple en une vis 15 engagée dans un trou fileté transversal à l'orifice 11 et débouchant dans celui-ci. Cette vis serre alors ledit pied 9 de sorte à le maintenir fixe dans l'orifice 11. Bien entendu, on peut comprendre que, selon une variante représentée à la figure 3, le cadran 7 est rapporté sur un support 17 sur lequel les pieds 9 sont fixés comme c'est le cas pour un cadran 7 en émail collé sur un support 17 en laiton.

[0015] Avantageusement, les pieds 9 sont réalisés 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 perdre au moins localement toute sa structure cristalline.

[0016] 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 identique, la limite élastique σ_e est différente. Un métal amorphe se différencie ainsi par une limite élastique σ_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 σ_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.

[0017] De tels pieds 9 ont l'avantage d'avoir une résistance et une longévité plus élevée par rapport à leurs équivalents en métal cristallin.

[0018] 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 pied 9 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 pied 9 se déforme élastiquement, est plus large pour un pied 9 en métal amorphe que pour son équivalent en métal cristallin, il permet audit pied 9 en métal amorphe de supporter des contraintes qui déformeraient plastiquement ledit pied 9 en métal cristallin. Dès lors que la déformation est élastique, ces pieds 9 ne sont plus à déplier pour les remettre dans leur position initiale et donc ils se fragilisent moins ce qui améliore ainsi leur longévité.

[0019] 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 pied 9. En effet, comme un pied 9 de cadran 7 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 pied 9 par rapport à un métal cristallin. Comme les pieds 9 sont insérés dans des orifices 11 du mouvement 5, le fait de diminuer les dimensions des pieds 9 permet de diminuer les dimensions des orifices 11.

[0020] Or, le fait de diminuer la taille des pieds 9 augmente le risque de déformation du cadran 7, surtout si le pied 9 présente un diamètre plus petit dans la zone en contact 10, 12 avec la base du cadran 7 ou du support 17. Selon une variante particulière, le pied 9 présente un diamètre encore plus petit dans la zone contigüe 14 à la zone de contact 10, 12 comme visible à la figure 9. Cela permet de dissocier les fonctions. La zone de contact 10, 12 est utilisée afin d'éviter que le débordement de la soudure empêche de plaquer correctement le cadran 7 sur le mouvement 5. La zone 14 est utilisée pour fragiliser le pied 9 de sorte qu'il se déforme, élastiquement ou plastiquement, au niveau de cette zone 14.

[0021] Pour réaliser et fixer ces pieds 9 au cadran 7, plusieurs méthodes sont envisageables.

[0022] Dans un premier mode de réalisation, il peut être envisagé de réaliser les pieds 9 puis de les fixer au cadran 7. Les pieds 9 peuvent être réalisés par usinage, mais il est possible de les réaliser 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 $Zr_{41.24}Ti_{13.77}Cu_{12.7}Ni_{10}Be_{22.7}$, $T_g=350^{\circ}C$ et $T_x=460^{\circ}C$). 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 négatif. Par exemple, pour un matériau à base de platine, la mise en forme se fait aux alentours de $300^{\circ}C$ 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 .

[0023] 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 oxygène aussi faible que possible. Une fois ces éléments fondus, ils sont coulés sous forme de produit semi-fini, comme par exemple un cylindre de dimensions proches de celles des pieds 9 de cadran 7, puis refroidis rapidement afin de conserver l'état ou la phase 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 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 pied 9 de cadran 7 sont alors :

- a) Chauffage des matrices ayant la forme négative du pied 9 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 pied 9 en dessous de T_g de sorte que le matériau garde sa phase au moins partiellement amorphe, et
- g) Sortie du pied 9 des matrices.

[0024] Selon une variante de ce premier mode de réalisation, un procédé de coulée est utilisé. 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 pied 9 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%.

[0025] Après réalisation desdits pieds 9, ceux-ci sont fixés audit cadran 7 par soudage. De façon préférentielle, lesdits pieds 9 sont agencés comme les pieds 9 selon l'art antérieur, c'est-à-dire en présentant un diamètre plus petit dans la zone en contact 12 avec la base du cadran 7 afin d'éviter que le débordement de la soudure empêche de plaquer correctement le cadran 7 sur le mouvement 5. Ainsi, en cas de choc sur le pied 9, la déformation plastique est localisée dans cette zone rétrécie afin de préserver le cadran 7. Néanmoins, il est également possible de chasser ces pieds 9, réalisés par formage à chaud ou par coulée, dans des évidements 19 préalablement réalisés sur le cadran 7. Bien entendu, dans le cas où le cadran 7 est rapporté sur un support 17, les pieds 9 seront soudés au support ou chassés dans des évidements 19 pratiqués sur le support 17.

[0026] Selon un second mode de réalisation visible à la figure 4, il est prévu de surmouler directement les pieds 9 au niveau du cadran 7 lors de la réalisation desdits pieds 9. Pour cela, la technique de formage à chaud est utilisée. On commence par réaliser des évidements 19 sur le cadran 7 aux endroits où l'on désire placer lesdits pieds 9. Ces évidements 19 ont une profondeur n'excédant pas la moitié de l'épaisseur du cadran 7, de façon à ne pas trop fragiliser ledit cadran 7. Puis le cadran 7 est placé entre les matrices et les étapes a) à g) précédemment décrites sont réalisées de sorte que le métal amorphe soit surmoulé directement dans les évidements 19 et que lesdits pieds 9 soient formés. Le maintien des pieds 9 au cadran 7 est assuré par les flancs 25 des évidements 19 lorsque lesdits évidements 19 ont une section constante. Les frottements entre ces flancs 25 et le métal amorphe empêchent alors les pieds 9 de se détacher.

[0027] Afin d'améliorer le maintien des pieds 9 dans les évidements 19, des moyens de maintien 23 sont agencés. Ces moyens de maintien 23 peuvent prendre diverses formes.

[0028] Dans une première alternative visible à la figure 5, ces moyens de maintien 23 peuvent être les flancs 25 des évidements 19 qui sont agencés pour avoir une section non constante. De préférence, la section au fond 21 de l'évidement 19 est plus importante que celle au niveau de la surface du cadran 7. On peut également prévoir que la section s'agrandisse de façon constante lorsqu'on se rapproche du fond 21 de l'évidement 19. Cet agencement de la section des évidements 19 dans lesquels sont fixés les pieds 9 permet un maintien naturel desdits pieds 9 dans lesdits évidements 19 sans nécessiter un soudage ou collage.

[0029] Dans une seconde alternative visible à la figure 6, il peut être prévu que les flancs 25 des évidements 19 comprennent des reliefs 27. Ces reliefs 27 peuvent se présenter sous la forme de creusures et/ou de saillies agencées sur les flancs 25 de chaque évidement 19. Ces creusures et/ou saillies peuvent être agencées de façon à former un taraudage permettant le vissage et dévissage des pieds 9. Ces reliefs 27 exploitent les caractéristiques du métal amorphe de pouvoir se ramollir tout en restant amorphe dans un intervalle de température $[T_g - T_x]$ donné propre à chaque alliage épousant ainsi tous les détails du négatif. Le métal amorphe s'insère alors dans les creusures des flancs 25 assurant alors un meilleur maintien du pied 9 dans l'évidement 19. On comprendra que, dans le cas où le cadran 7 est rapporté sur un support 17, les évidements 19, dans lesquels sont réalisés les pieds 9 et dont les flancs 25 comprennent des reliefs 27, sont réalisés sur le support 17 comme visible à la figure 7.

[0030] Un troisième mode de réalisation, visible à la figure 8, consiste à réaliser le cadran 7 et les pieds 9 en une seule et même pièce, c'est-à-dire que le cadran 7 et les pieds 9 sont réalisés en métal amorphe simultanément. Pour cela, les matrices constituant le moule forment l'empreinte complémentaire de la pièce composée du cadran 7 et des pieds 9. On comprendra que, dans le cas d'un cadran 7 rapporté sur un support 17, le support 17 et les pieds 9 ne sont qu'une seule et même pièce. Cette pièce est alors coulée ou formée à chaud en métal amorphe. L'avantage est d'avoir en premier lieu une parfaite reproductibilité du procédé puisque les cadrans 7 associés à leurs pieds 9 sont tous réalisés dans le même moule. De plus, ce procédé a l'avantage d'être simple et de ne pas avoir une étape de fixation des pieds 9 avec le risque de plier les pieds 9 ou de déformer le cadran 7.

[0031] 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.

Revendications

1. Cadran de pièce d'horlogerie comprenant au moins un pied (9), ledit au moins un pied ayant été fixé et étant agencé pour fixer ledit cadran à ladite pièce d'horlogerie, caractérisé en ce que ledit au moins un pied est réalisé en un matériau au moins partiellement amorphe, et ledit matériau au moins partiellement amorphe comprenant au moins un élément métallique.
2. Cadran selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit au moins un pied (9) est réalisé en un matériau totalement amorphe
3. Cadran selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce qu'il comprend un support (17) ayant été fixé, support (17) sur lequel ledit au moins un pied (9) est fixé.
4. Cadran selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le cadran comprend au moins un évidement (19) dans lequel ledit au moins un pied est fixé.
5. Cadran selon la revendication 3, caractérisé en ce que le support comprend au moins un évidement (19) dans lequel ledit au moins un pied (9) est fixé.
6. Cadran selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que les flancs (25) dudit au moins un évidement (19) comprennent des reliefs (27) afin d'améliorer la fixation dudit au moins un pied dans ledit au moins un évidement.
7. Cadran selon la revendication 6, caractérisé en ce que les reliefs agencés sur les flancs (25) dudit au moins un évidement forment un taraudage.
8. Cadran selon l'une des revendications 4 à 7, caractérisé en ce que ledit au moins un évidement (19) a une section constante.
9. Cadran selon l'une des revendications 4 à 7, caractérisé en ce que le fond (21) dudit au moins un évidement (19) a une section plus importante que celle au niveau de la surface du cadran (7).
10. Cadran selon la revendication 9, caractérisé en ce que la section augmente de façon linéaire en se rapprochant du fond (21) dudit au moins un évidement (19).
11. Cadran selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit au moins un pied (9) comprend, dans sa zone de contact (10) le cas échéant avec le support (17), un diamètre plus faible.

CH 703 360 B1

12. Cadran selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit au moins un pied (9) comprend, dans sa zone de contact le cas échéant avec le support, un diamètre plus faible et dans la zone contigüe (14) à cette zone de contact, un diamètre encore plus faible.
13. Cadran selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit au moins un élément métallique est un métal précieux ou un alliage à base d'un tel métal précieux, ledit métal précieux étant choisi dans le groupe formé par l'or, le platine, le palladium, le rhénium, le ruthénium, le rhodium, l'argent, l'iridium ou l'osmium.

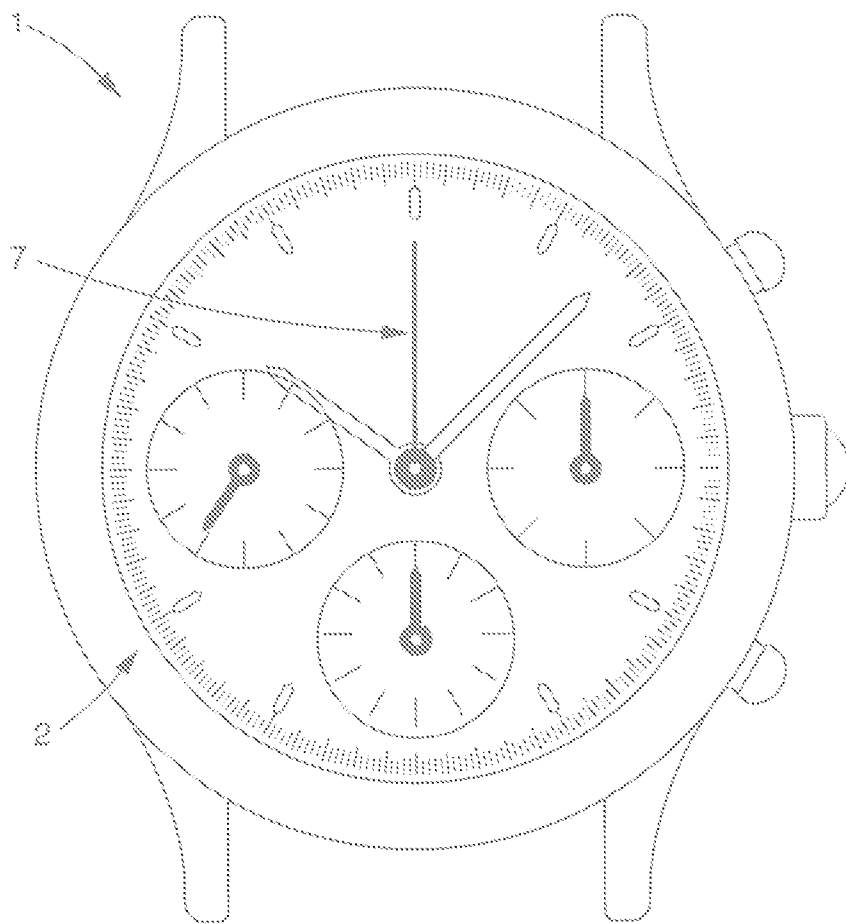


Fig. 1

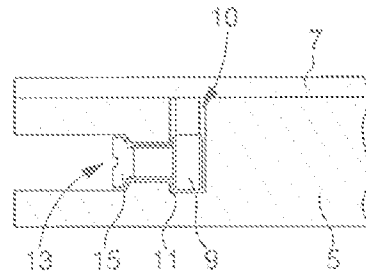


Fig. 2

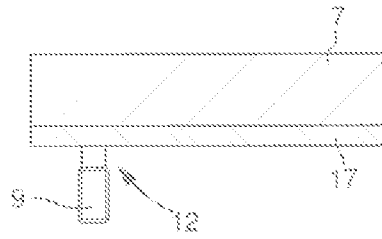


Fig. 3

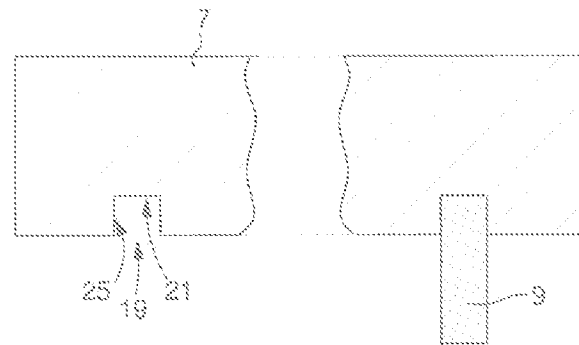


Fig. 4

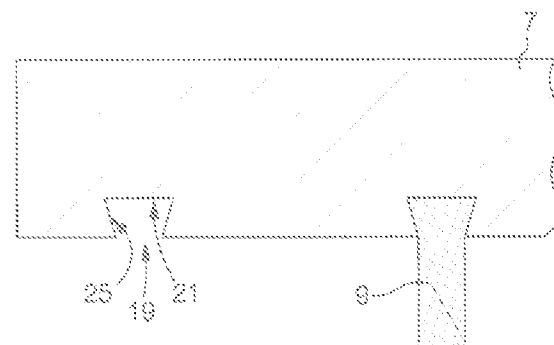


Fig. 5

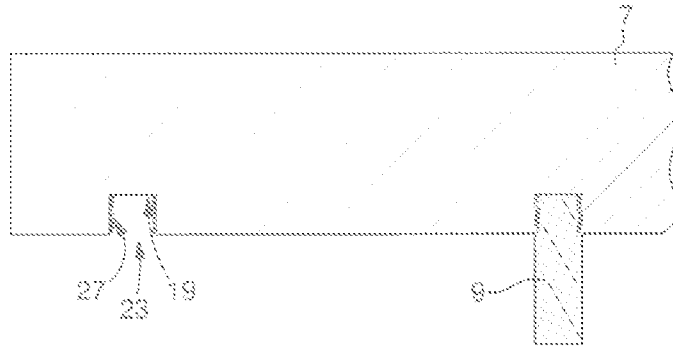


Fig. 6

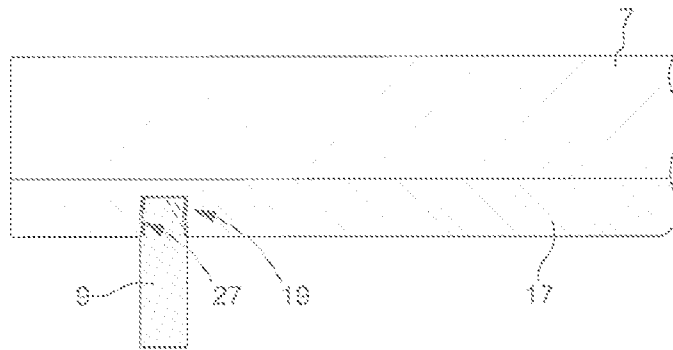


Fig. 7



Fig. 8

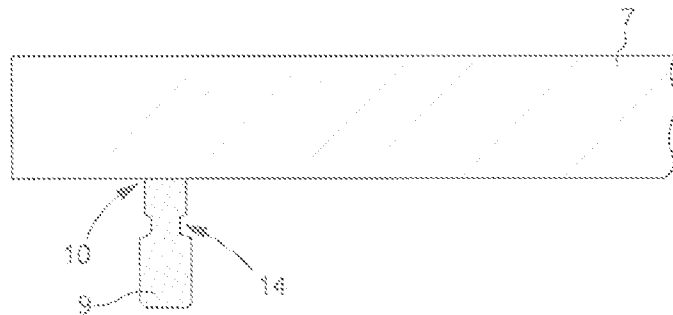


Fig. 9