

CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **703 343 B1**

(51) Int. Cl.: **G04B** 19/04 (2006.01)
G04D 3/00 (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: 01015/10

(22) Date de dépôt: 22.06.2010

(43) Demande publiée: 30.12.2011

(24) Brevet délivré: 15.08.2019

(45) Fascicule du brevet publié: 15.08.2019

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

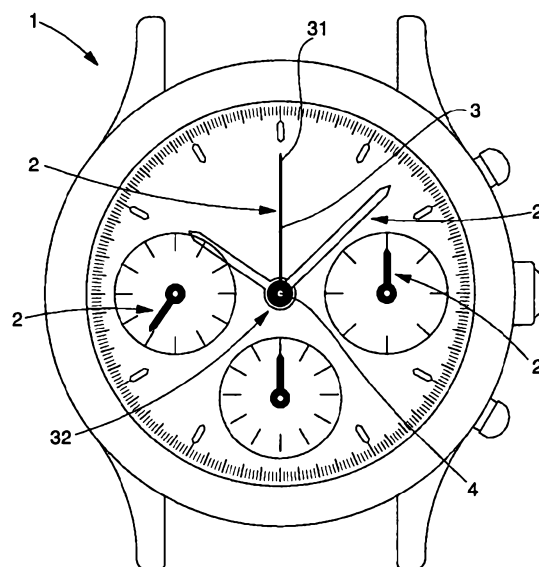
(72) Inventeur(s):
Jean-Luc Helfer, 2502 Bienne (CH)
Yves Winkler, 3185 Schmitten (CH)

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

(54) **Aiguille de pièce d'horlogerie.**

(57) L'invention concerne une aiguille spéciale pour accélération brusque. Ladite aiguille (2) est montée en pivotement autour d'un axe de sorte à pouvoir indiquer une information. Ladite aiguille est réalisée en un matériau au moins partiellement amorphe comprenant au moins un élément métallique.

L'invention concerne également un procédé de fabrication d'une telle aiguille, ainsi que son utilisation dans un chronographe ou dans un affichage rétrograde.



Description

[0001] La présente invention concerne une aiguille de pièce d'horlogerie, ladite aiguille étant montée en pivotement autour d'un axe de sorte à pouvoir indiquer une information.

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

Arrière-plan technologique

[0003] Il est connu que les pièces d'horlogerie comprennent des aiguilles. Ces aiguilles consistent en une poutre dont la longueur est beaucoup plus grande que la largeur, elle-même beaucoup plus grande que l'épaisseur. Ces aiguilles comprennent un orifice afin d'être chassées sur un axe de sorte à être montées en pivotement. Afin d'avoir des aiguilles fines et résistantes, il est prévu de les réaliser en métal cristallin comme l'acier, le laiton, l'or ou même en silicium ou céramique. Ces aiguilles peuvent être usinées ou découpées au laser ou au jet d'eau à partir d'une plaque. Elles peuvent également être moulées, frittées ou réalisées par croissance par dépôt de matière. Ces aiguilles sont ensuite utilisées pour l'indication des heures, des minutes et des secondes mais également lors de l'exécution de certaines fonctions comme les fonctions chronographe ou les fonctions de quantième.

[0004] Or, ces aiguilles subissent de nombreuses contraintes. Une de ces contraintes est le poids de l'aiguille elle-même. Effectivement, l'aiguille est en général chassée sur son axe au niveau d'une de ses extrémités. De ce fait, il est tout à fait normal, vu les faibles dimensions d'une aiguille, que celle-ci plie, ne serait-ce que légèrement, sous son propre poids. Cette contrainte de poids est également appliquée au balourd, servant de contrepoids, de l'aiguille.

[0005] L'aiguille subit également des contraintes d'accélération. Ces contraintes peuvent être dues, en premier lieu, au déplacement commandé par le mouvement horloger. Ce déplacement est lié à l'affichage de l'heure ou à une fonction de ladite pièce d'horlogerie comme par exemple la fonction chronographe, et peut être rétrograde. Or, pour un affichage rétrograde ou lors de l'utilisation de la fonction chronographe, une remise à zéro instantanée des aiguilles est effectuée. Cette remise à zéro consiste en un brusque retour de l'aiguille dans sa position initiale. Pendant cette opération de remise à zéro, l'accélération de l'aiguille peut atteindre $1 \cdot 10^6 \text{ rad.s}^{-2}$. Une telle accélération implique une contrainte élevée appliquée sur l'aiguille lors de l'accélération ainsi que lors de la décélération et l'arrêt de l'aiguille.

[0006] En second lieu, les contraintes liées à l'accélération peuvent être dues à un choc appliqué sur la montre. En effet, lorsque, par exemple, la montre chute, elle subit une accélération. L'énergie emmagasinée lors de cette chute est transmise aux aiguilles lors du contact de ladite montre avec le sol. Ces chocs peuvent alors déformer l'aiguille ou le balourd pouvant alors provoquer des problèmes lors du déplacement de l'aiguille.

[0007] Or, un inconvénient des aiguilles en métal cristallin est leur faible tenue mécanique lorsque des contraintes élevées sont appliquées. 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. Les aiguilles en métal ou alliage cristallin possèdent, par conséquent, une déformation élastique limitée. En conséquence, lors d'un retour à zéro ou d'un choc, les contraintes appliquées auxdites aiguilles peuvent être si élevées que les aiguilles se déforment plastiquement, c'est-à-dire qu'elles se tordent. Cette déformation pose alors un problème de lisibilité et de fiabilité de l'information.

[0008] Ce phénomène de déformation est encore plus accentué pour des métaux cristallins précieux. En effet, ceux-ci possèdent des caractéristiques mécaniques encore plus faibles. Les métaux précieux présentent notamment une limite élastique faible, de l'ordre de 0,5 GPa pour les alliages d'Au, de Pt, de Pd et d'Ag, contre environ 1 GPa pour les alliages cristallins classiquement utilisés dans la fabrication d'aiguilles. Etant donné que le module élastique de ces métaux précieux est de l'ordre de 120 GPa, on arrive à un rapport σ_e/E d'environ 0,004 soit un chiffre encore plus faible que pour les alliages non précieux. Les risques de déformation, suite aux contraintes appliquées lors d'une forte accélération comme une remise à zéro, sont alors augmentés. Par conséquent, l'homme du métier n'est pas incité à utiliser ces métaux précieux pour la réalisation d'une aiguille de pièce d'horlogerie.

[0009] De plus, les méthodes actuelles telles que l'étampage, la découpe laser ou la croissance par dépôt sont limitées. Elles ne permettent pas la réalisation d'aiguilles tridimensionnelles. En effet, dans le cas de l'étampage ou de la découpe laser, les aiguilles sont réalisées à partir d'une plaque. Pour la fabrication d'aiguilles par croissance matière de type LIGA, l'inconvénient est que les parois des aiguilles sont droites et qu'ainsi aucune inclinaison de type anglage n'est possible.

Résumé de l'invention

[0010] L'invention a pour but de pallier les inconvénients de l'art antérieur en proposant de fournir une aiguille en métal pour accélération brusque qui ne se déforme pas lors de son déplacement afin d'avoir une lisibilité précise et une durabilité importante.

[0011] A cet effet, l'invention concerne l'aiguille citée ci-dessus qui se caractérise en ce qu'elle est réalisée en matériau au moins partiellement amorphe et comprenant au moins un élément métallique.

[0012] Un premier avantage de la présente invention est de permettre la réalisation d'aiguilles en métal précieux pouvant supporter les chocs ou les accélérations brusques. En effet, de façon surprenante, les métaux amorphes précieux ont des caractéristiques élastiques plus intéressantes que leurs équivalents cristallins. La limite élastique σ_e est augmentée permettant 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.

[0013] Un autre avantage de la présente invention est de permettre une grande facilité dans la mise en forme permettant l'élaboration de pièces aux formes compliquées avec une plus grande précision. En effet, les métaux précieux amorphes ont la caractéristique particulière de se ramollir tout en restant amorphe durant un certain temps dans un intervalle de température (T_g-T_x) donné propre à chaque alliage (avec T_x : température de cristallisation et T_g : température de transition vitreuse). 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. 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 d'un négatif. On entend par négatif, un moule qui présente en creux un profil complémentaire à celui de l'aiguille recherchée. Cela rend alors possible la réalisation d'aiguille en trois dimensions, ce que les techniques de l'art antérieur ne peuvent pas ou difficilement permettre.

[0014] Des modes de réalisation avantageux de cette aiguille font l'objet des revendications dépendantes 2 à 6.

[0015] Un des avantages de ces modes de réalisation est de permettre de réaliser des aiguilles en métaux précieux supportant les contraintes appliquées à l'aiguille lors d'une remise à zéro d'un chronographe. Il devient donc possible de réaliser des aiguilles en matériaux précieux ayant des dimensions similaires à celles en matériaux non précieux, sans risque qu'elles ne se déforment lors d'une forte accélération.

[0016] L'invention se propose aussi de fournir une utilisation d'une telle aiguille dans un chronographe ou dans un affichage rétrograde.

[0017] L'invention se propose également de fournir un procédé de réalisation de l'aiguille selon la présente invention, ledit procédé comprenant les étapes suivantes:

- a) se munir du négatif de l'aiguille à réaliser;
- b) se munir d'un matériau comprenant au moins un élément métallique et étant apte à se solidifier au moins partiellement en phase amorphe;
- c) mettre en forme ledit matériau dans le négatif de sorte à obtenir ladite aiguille;
- d) séparer ladite aiguille dudit négatif.

[0018] Des modes de réalisation avantageux de ce procédé font l'objet des revendications dépendantes 9 à 15.

Brève description des figures

[0019] Les buts, avantages et caractéristiques de l'aiguille 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 fig. 1 représente de manière schématique une pièce d'horlogerie à fonction chronographe;
- les fig. 2 à 4 représentent de manière schématique des vues en coupe d'aiguilles de pièce d'horlogerie;
- la fig. 5 représente les courbes de déformation pour un matériau cristallin et pour un matériau amorphe;
- les fig. 6 à 9 représentent de manière schématique le procédé selon la présente invention;
- les fig. 10 à 14 représentent de manière schématique une variante du procédé selon la présente invention, et
- la fig. 15 représente une vue de dessus d'une variante d'aiguille selon la présente invention.

Description détaillée

[0019] Sur la fig. 1 est représentée une pièce d'horlogerie 1 comprenant plusieurs aiguilles 2 pointant des informations sur le cadran de ladite pièce d'horlogerie. Ces aiguilles 2 peuvent être les aiguilles indiquant les heures, les minutes ou les secondes. Elles peuvent être animées d'un déplacement continu ou rétrograde, ledit déplacement pouvant comprendre de brusques accélérations. On comprend par accélération brusque, une accélération soudaine, prévisible ou non et se produisant durant un temps limité et dont la valeur est très élevée, ladite accélération succédant à un déplacement ayant une accélération nulle, constante ou faible. Les accélérations brusques pouvant être supportées sont au minimum de $250\,000\text{ rad.s}^{-2}$ et de préférence de 1.10^6 rad.s^{-2} . Ces aiguilles 2 peuvent également être des aiguilles 2 de chronographe ou de quantième ou autres. Une telle aiguille 2, représentée à la fig. 2, consiste en une poutre 3 dont la longueur est beaucoup plus grande que la largeur de cette poutre 3, cette largeur étant elle-même beaucoup plus grande que l'épaisseur. Une première extrémité 31 de la poutre sert à pointer une information. Cette première extrémité 31 est de préférence l'extrémité la plus fine. Un orifice 4 est prévu afin de permettre à l'aiguille d'être chassée sur son axe 10. Cet orifice 4 est agencé à proximité de la seconde extrémité 32 de la poutre formant l'aiguille 2. Cette seconde extrémité 32 peut être agencée de sorte à servir de balourd afin d'assurer un bon équilibrage de l'aiguille 2 lors de son déplacement. On peut également envisager que la seconde extrémité 32 soit agencée, comme visible à la fig. 1, pour être circulaire et comprendre l'orifice 4 permettant de la chasser sur son axe 10.

[0020] L'aiguille 2 est montée sur un axe 10 en étant directement chassée sur ledit axe 10 comme visible à la fig. 2 ou en étant rapportée sur un canon 5 lui-même chassé sur l'axe 10 comme visible à la fig. 4. Il est également possible que le canon 5 vienne directement de matière avec l'aiguille 2 comme visible à la fig. 3.

[0021] Avantagusement, au moins une des aiguilles 2 est réalisée en un matériau au moins partiellement amorphe comprenant au moins un élément métallique. Cet élément métallique peut être précieux tel que de l'or, du platine, du palladium, du rhénium, du ruthénium, du rhodium, de l'argent, de l'iridium ou de 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 apte à perdre au moins localement toute sa structure cristalline.

[0022] 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_{eA} est différente. Un métal amorphe se différencie alors par une limite élastique σ_{eA} plus élevée que celle σ_{eC} du métal cristallin d'un facteur sensiblement égal à deux, comme représenté sur la fig. 5. Cette figure représente la courbe de la contrainte σ en fonction de la déformation ε pour un métal amorphe (en pointillés) et pour un métal cristallin (en trait plein). De plus, l'énergie maximale qui peut être stockée élastiquement se calcule comme étant le rapport entre la limite élastique σ_e au carré et le module d'Young E . Or, avec une limite élastique plus élevée d'un facteur sensiblement égal à deux, l'énergie que le métal amorphe peut stocker élastiquement est donc plus élevée d'un facteur sensiblement égal à quatre. 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, c'est-à-dire qu'ils cassent sans déformation plastique préalable et donc que leur déformation plastique est très faible voire nulle, lorsque la contrainte appliquée dépasse la limite élastique.

[0023] Une aiguille 2 en métal amorphe permet, en premier lieu, d'améliorer la fiabilité de cette dernière par rapport à son équivalent en métal cristallin. En effet, la contrainte appliquée à l'aiguille 2 est liée au moment d'inertie de l'aiguille 2, qui est fonction de la masse et de la longueur. Dès lors, plus une aiguille sera longue ou plus la masse à l'extrémité de l'aiguille 2 sera importante et plus le moment d'inertie de l'aiguille 2 sera élevé. L'énergie cinétique accumulée lors du déplacement de l'aiguille 2 suite à une remise à zéro ou à un choc est dépendante du moment d'inertie. Cette énergie cinétique détermine la contrainte appliquée à l'aiguille 2 lors du mouvement de retour à zéro ou lors du choc. Une énergie cinétique élevée entraîne une forte contrainte et donc un risque de déformation important.

[0024] Etant donné que la limite élastique σ_e est plus élevée pour un métal amorphe que pour un métal cristallin, la contrainte à appliquer pour obtenir une déformation plastique est plus élevée. Ainsi, à énergie cinétique équivalente, une aiguille 2 en métal amorphe aura moins de risques de se déformer qu'une aiguille 2 en métal cristallin.

[0025] Un matériau peut également être caractérisé par sa résistance spécifique qui est le rapport de la limite élastique sur la densité. Un métal amorphe a une résistance spécifique plus élevée qu'un métal cristallin car, d'une part, pour un même type d'alliage, le métal amorphe a une limite élastique qui est environ deux fois supérieure et, d'autre part, pour une composition donnée, la structure amorphe a une densité qui est environ 10% inférieure à celle de la structure cristalline. Il en résulte qu'une aiguille en alliage métallique amorphe ou métal amorphe sera plus légère qu'une aiguille de mêmes dimensions réalisée dans un alliage métallique de même composition mais de structure cristalline. Le moment d'inertie sera donc plus faible pour l'aiguille en métal amorphe, le moment d'inertie étant lié à la masse. L'énergie cinétique et donc la contrainte appliquée sur l'aiguille en métal amorphe, seront plus faibles de sorte que l'aiguille sera capable de supporter une plus forte contrainte avant de se déformer plastiquement.

[0026] Les caractéristiques du métal amorphe permettent, en second lieu, d'envisager des formes d'aiguilles 2 plus variées. Effectivement, le moment d'inertie est utilisé pour connaître l'énergie cinétique de l'aiguille et la contrainte qu'elle

subira lors de son retour à zéro. Ce moment d'inertie est dépendant de la masse et de la longueur de l'aiguille 2. Ces paramètres sont donc calculés pour limiter le risque de déformation plastique de l'aiguille 2.

[0027] Comme le métal amorphe peut supporter une plus forte contrainte, c'est-à-dire une plus forte énergie cinétique et donc un moment d'inertie plus important, la masse et la longueur de l'aiguille 2 peuvent être augmentées sans pour autant risquer une déformation plastique. Plus particulièrement, la masse au niveau de la première extrémité de l'aiguille 2 peut être augmentée, permettant d'accéder à des possibilités de formes d'aiguilles 2 plus grandes. Il est alors possible de prévoir que cette première extrémité comprenne, par exemple, une zone aux dimensions plus importantes permettant d'appliquer un matériau luminescent, ou que la trotteuse du chronographe prenne la forme d'une aiguille 2 de type Breguet. Il est également possible que la masse au niveau de la seconde extrémité 32, pouvant servir de balourd, soit augmentée.

[0028] Si les caractéristiques du métal amorphe permettent d'augmenter les dimensions des aiguilles 2, elles permettent également de réaliser des aiguilles 2 avec des dimensions plus faibles. En effet, à contrainte équivalente, l'aiguille 2 pourra être de longueur et/ou de masse inférieure sans se déformer plastiquement, cela étant la conséquence d'une limite élastique plus élevée. Cette diminution des dimensions peut être également appliquée au balourd de l'aiguille 2 servant pour l'équilibre de ladite aiguille 2.

[0029] Le métal amorphe possède donc le double avantage de permettre d'augmenter ou de diminuer la taille des aiguilles 2 sans augmenter le risque de déformation plastique. La diminution de la taille et/ou de la masse de l'aiguille peut se faire en agencant des évidements 11 traversants ou non sur les aiguilles 2 comme visibles à la fig. 15. Ces évidements 11 permettent de réduire, par enlèvement de matière, la masse des aiguilles 2 et donc de réduire le moment d'inertie tout en offrant un effet visuel intéressant.

[0030] Pour réaliser une aiguille 2 en métal amorphe, plusieurs méthodes sont envisageables.

[0031] En premier lieu, il est possible d'utiliser les méthodes traditionnelles que sont l'étampage ou le découpage. Le métal amorphe est donc préalablement agencé sous formes de plaques fines. Ces plaques fines sont alors étampées sous presse ou découpées par jet d'eau ou par laser.

[0032] Toutefois, il est possible d'utiliser les propriétés du métal précieux amorphe pour le mettre en forme. En effet, le métal amorphe permet une grande facilité dans la mise en forme permettant l'élaboration de pièces aux formes compliquées avec une plus grande précision. Cela 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 $Zr_{41,24}Ti_{13,75}Cu_{12,5}Ni_{10}Be_{22,5}$, $T_g = 350\text{ °C}$ et $T_x = 460\text{ °C}$). 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 °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 . L'utilisation de matrices a pour avantage la création de pièces en trois dimensions de grande précision, ce que le découpage ou l'étampage ne permettent pas d'obtenir.

[0033] Un procédé utilisé est le formage à chaud d'une préforme amorphe. Cette préforme 7 est obtenue par fusion des éléments métalliques constituant l'alliage amorphe dans un four. 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 une lame de dimension proche de l'aiguille, puis refroidis rapidement afin de conserver l'état ou la phase au moins partiellement amorphe. Une fois la préforme 7 réalisée, le formage à chaud est réalisé dans le but d'obtenir une pièce définitive. Ce formage à chaud est réalisé par pressage dans une gamme de température comprise entre sa température de transition vitreuse T_g et sa température de cristallisation T_x durant un temps déterminé pour conserver une structure totalement ou partiellement amorphe. Ceci est fait dans le but de conserver les propriétés élastiques caractéristiques des métaux précieux amorphes. Les différentes étapes de mise en forme définitive de l'aiguille 2 sont alors:

- a) chauffage des matrices 8 ayant la forme négative de l'aiguille 2 jusqu'à une température choisie comme visible à la fig. 6,
- b) introduction de la préforme 7 en métal amorphe entre les matrices chaudes comme visible à la fig. 7,
- c) application d'une force de fermeture sur les matrices 8 afin de répliquer la géométrie de ces dernières sur la préforme 7 en métal précieux amorphe comme visible à la fig. 8,
- d) attente durant un temps maximal choisi,
- e) ouverture des matrices 8,
- f) refroidissement rapide de l'aiguille 2 en dessous de T_g de sorte que le matériau garde sa phase au moins partiellement amorphe, et

g) sortie de l'aiguille 2 des matrices 8 comme visible à la fig. 9.

[0034] Le formage à chaud permet de simplifier la réalisation de ladite aiguille 2, notamment pour réaliser les évidements 11 de l'aiguille représentée à la fig. 15.

[0035] De plus, il est possible de réaliser l'aiguille 2 directement avec son canon 5, en utilisant la technique de formage à chaud comme visible aux fig. 6 à 9. On comprend donc par là que le canon 5 et l'aiguille 2 ne sont qu'une seule et même pièce comme visible à la fig. 3. Les matrices 8 formant le moule sont alors agencées pour former le négatif de l'aiguille 2 et de son canon 5 intégré. Les étapes a) à g) sont alors réalisées pour former ladite aiguille 2. Cet agencement de l'aiguille 2 et de son canon 5 en une seule pièce permet de ne pas avoir de problèmes de fixation entre ladite aiguille 2 et son canon 5.

[0036] Dans une variante, il est prévu de réaliser une aiguille 2 directement fixée au canon 5. Le canon 5, représenté à la fig. 4, consiste en une pièce cylindrique dont le diamètre intérieur d est égal au diamètre de l'axe 10 sur lequel le canon 5 est chassé. Le canon 5 comprend un diamètre extérieur D supérieur au diamètre intérieur d , le diamètre extérieur D pouvant ne pas être uniforme sur la totalité du canon 5. Le profil de ce canon 5 comprend un décrochement annulaire 6 dans lequel aiguille 2 est placée. Ce décrochement, dont le diamètre est compris entre les diamètres intérieur et extérieur, permet un maintien axial de l'aiguille 2. Le canon 5 est placé entre les matrices 8 dans lesquelles l'aiguille 2 sera réalisée comme visible à la fig. 11. Les étapes a) à g) précédemment décrites sont alors réalisées et représentées aux fig. 12, 13 et 14. Il en résulte que l'aiguille 2 est surmoulée directement sur le canon 5 et donc est directement fixée au canon 5. Il peut être prévu que la paroi du décrochement annulaire comprenne des reliefs ou autres moyens permettant d'améliorer le maintien de l'aiguille 2 dans le canon 5 et notamment le maintien angulaire.

[0037] 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.

[0038] Bien entendu, on comprendra que l'aiguille 2 ou la pièce formant le canon 5 et l'aiguille 2 peut être réalisée par coulée ou par injection. 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 une aiguille 2 en métal précieux amorphe ou partiellement amorphe.

Revendications

1. Aiguille pour accélération brusque, ladite aiguille (2) étant montée en pivotement autour d'un axe (10) de ladite aiguille de sorte à pouvoir indiquer une information, caractérisée en ce que ladite aiguille est réalisée en un matériau au moins partiellement amorphe comprenant au moins un élément métallique.
2. Aiguille selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'aiguille est réalisée en matériau totalement amorphe.
3. Aiguille selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que ladite aiguille (2) est apte à supporter une accélération d'au moins $250\,000\text{ rad.s}^{-2}$.
4. Aiguille selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que ladite aiguille (2) est apte à supporter une accélération de l'ordre de 1.10^6 rad.s^{-2} .
5. Aiguille selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre un canon ladite aiguille étant fixée sur son axe (10) par l'intermédiaire dudit canon (5).
6. Aiguille selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que ledit au moins un élément métallique est 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.
7. Utilisation d'une aiguille selon l'une des revendications 1 à 6, dans un chronographe.
8. Utilisation d'une aiguille selon l'une des revendications 1 à 6, dans un affichage rétrograde.
9. Procédé de réalisation d'une aiguille (2) montée en pivotement autour d'un axe (10) de cette dite aiguille de sorte à pouvoir indiquer une information, caractérisé en ce que ledit procédé comprend les étapes suivantes:
 - a) se munir du négatif (8) de l'aiguille (2) à réaliser;
 - b) se munir d'un matériau comprenant au moins un élément métallique étant apte à se solidifier au moins partiellement en phase amorphe;
 - c) mettre en forme ledit matériau dans le négatif;
 - d) séparer ladite aiguille obtenu lors de l'étape de mise en forme, dudit négatif.
10. Procédé de réalisation selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'étape c) comprend les étapes suivantes:
 - réaliser une préforme (7) avec ledit matériau, ledit matériau étant solidifié au moins partiellement en phase amorphe, et placer la préforme sur le négatif (8);
 - chauffer ladite préforme à une température comprise entre la température de transition vitreuse et la température de cristallisation dudit matériau;

- exercer une pression sur la préforme afin de remplir le négatif avec ledit matériau;
 - refroidir ledit matériau en le gardant dans sa phase au moins partiellement amorphe.
11. Procédé de réalisation selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'étape c) comprend les étapes suivantes:
 - chauffer ledit matériau au-dessus de son point de fusion;
 - couler ledit matériau dans ledit négatif;
 - refroidir l'ensemble en solidifiant ledit matériau au moins partiellement en phase amorphe.
 12. Procédé de réalisation selon la revendication 10 ou 11, caractérisé en ce qu'il comprend, avant l'étape de refroidissement dudit matériau, l'étape consistant à enlever le surplus de matière.
 13. Procédé de réalisation selon l'une des revendications 9 à 12, caractérisé en ce que ladite aiguille (2) comprend en outre un canon, cette aiguille (2) étant fixée sur son axe par l'intermédiaire dudit canon (5) et en ce que ladite aiguille et ledit canon sont une seule et même pièce réalisée lors de l'étape c) de mise en forme.
 14. Procédé de réalisation selon l'une des revendications 9 à 12, caractérisé en ce que ladite aiguille (2) comprend en outre un canon, cette aiguille (2) étant fixée sur son axe (10) par l'intermédiaire d'un canon (5) et en ce que ladite aiguille est fixée audit canon lors de l'étape c) de mise en forme.
 15. Procédé de réalisation selon l'une des revendications 9 à 14, caractérisé en ce que ledit au moins un élément métallique est 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.

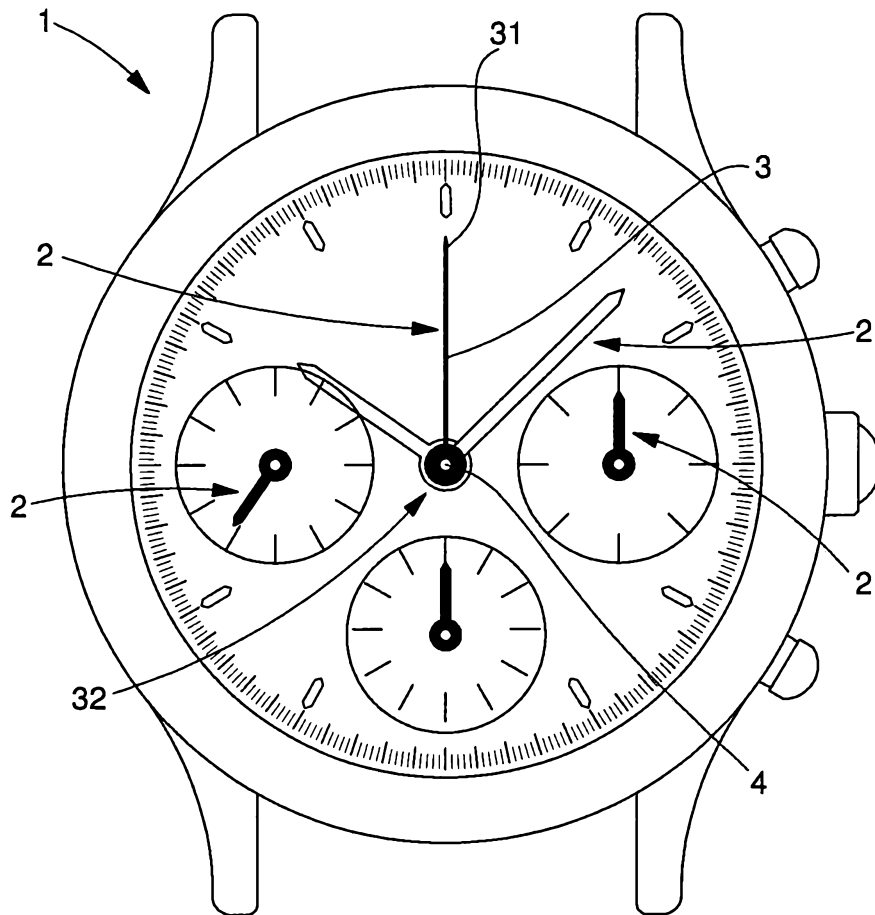


Fig. 1

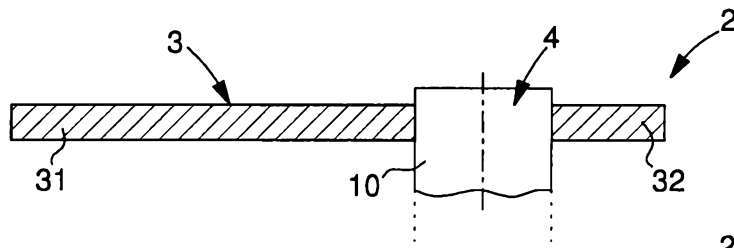


Fig. 2

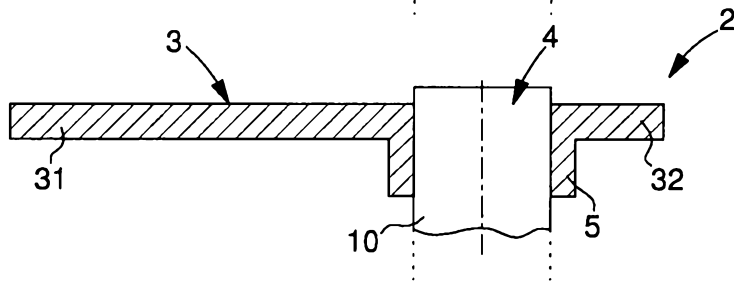


Fig. 3

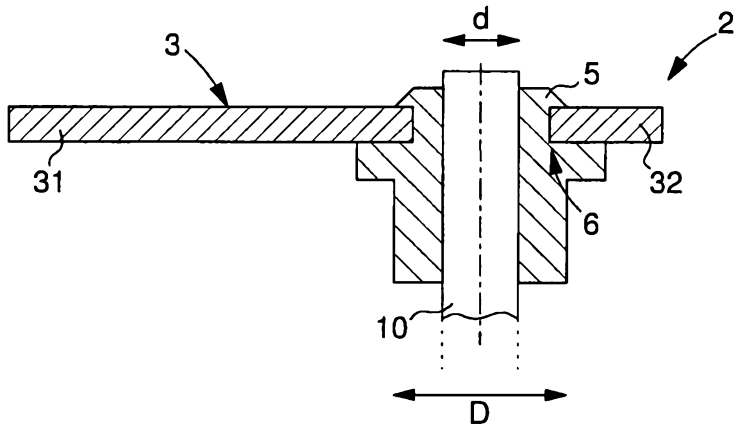


Fig. 4

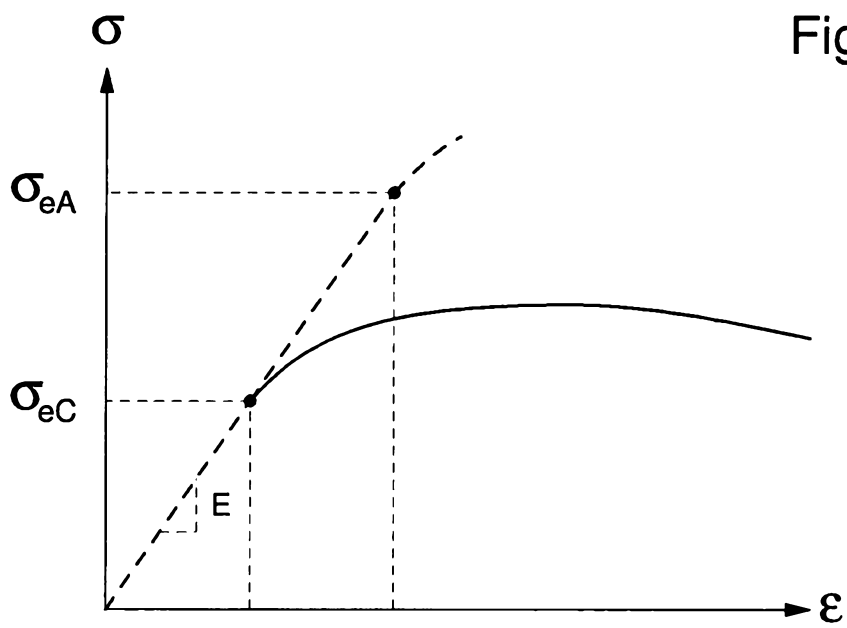


Fig. 5

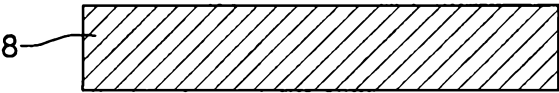


Fig. 6

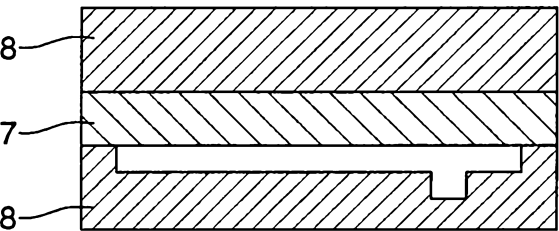
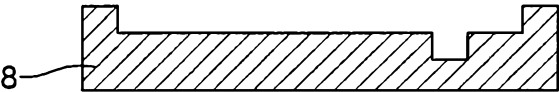


Fig. 7

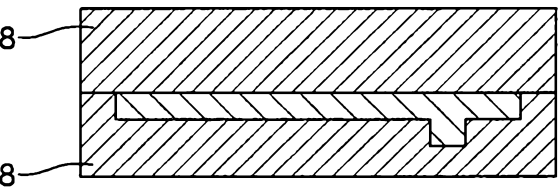


Fig. 8

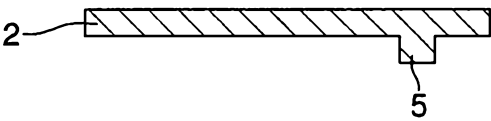
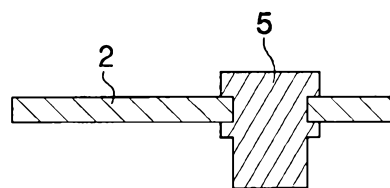
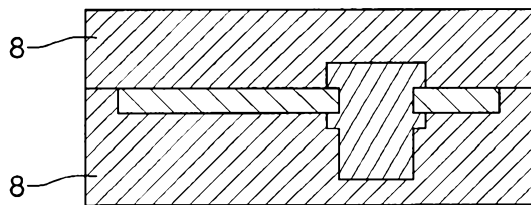
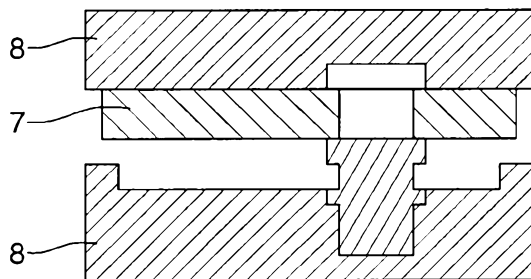
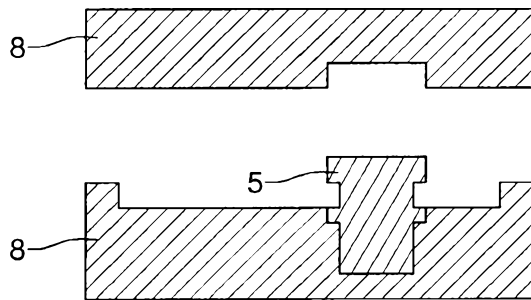
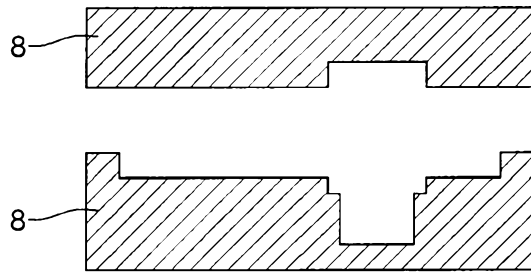


Fig. 9



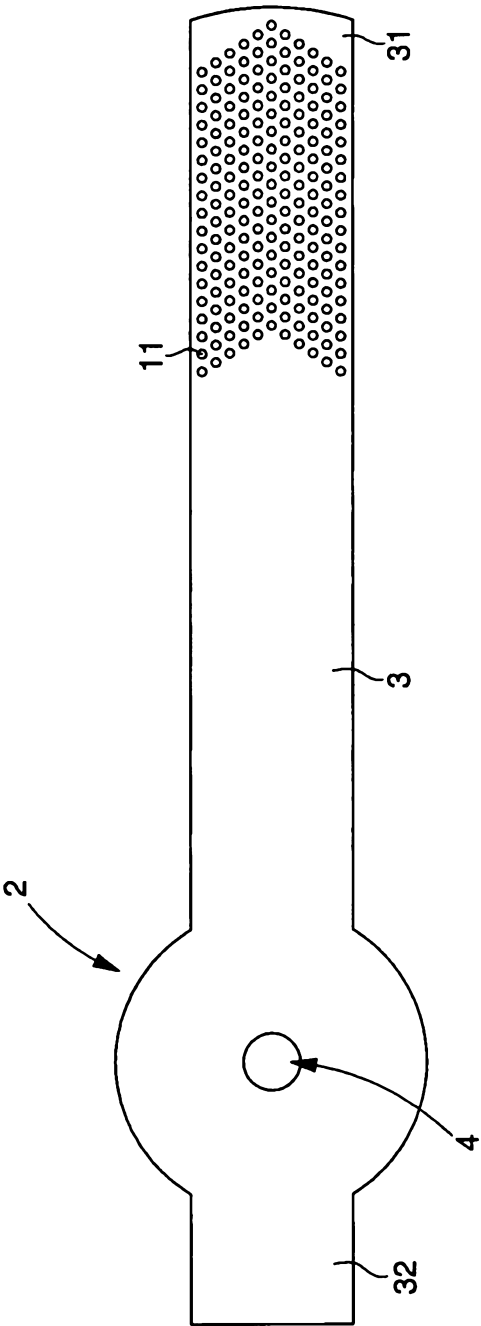


Fig. 15