



CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) CH 719 333 B1

(51) Int. Cl.: G04B 19/04 (2006.01)
G04B 13/02 (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: 070813/2021

(22) Date de dépôt: 30.12.2021

(43) Demande publiée: 14.07.2023

(24) Brevet délivré: 31.05.2024

(45) Fascicule du brevet publié: 31.05.2024

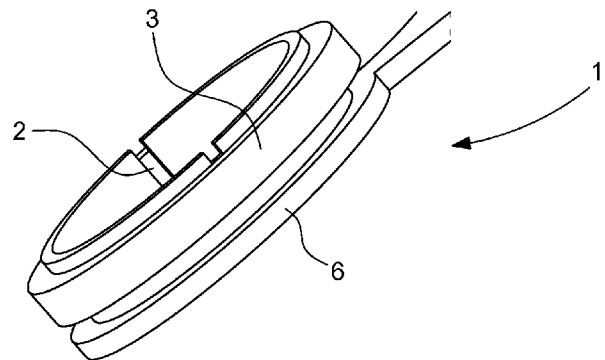
(73) Titulaire(s):
Montres Breguet S.A., Place de la Tour 23
1344 L'Abbaye (CH)

(72) Inventeur(s):
Adrien Chappuis, 1148 L'Isle (CH)
Lucien Germond, 1429 Giez (CH)
Polychronis Nakis Karapatis, 1324 Premier (CH)

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

(54) **Pièce mécanique horlogère munie d'une bague et son procédé de chassage.**

(57) L'invention concerne une pièce mécanique horlogère comprenant un cylindre creux (1) destiné à être chassé sur un axe, ledit cylindre creux (1) étant pourvu d'une ou plusieurs fentes (2) ménagées sur son pourtour, la pièce mécanique horlogère comportant en outre une bague de serrage (3) positionnée autour du cylindre creux (1) à hauteur de la ou des fentes (2), ladite bague (3) étant réalisée au moins en partie dans un alliage à mémoire de forme. L'invention concerne également un procédé d'assemblage d'une telle pièce mécanique horlogère sur un axe comprenant les étapes de déformation de la bague (3), de chassage de la bague (3) déformée sur le cylindre creux (1), de chassage du cylindre creux (1) et de la bague (3) déformée sur l'axe, et de retour de la bague (3) déformée et chassée à sa forme initiale.



Description

Domaine technique de l'invention

[0001] La présente invention se rapporte à une pièce mécanique horlogère comportant un cylindre creux destiné à être chassé sur un axe telle qu'une aiguille comportant un canon et au procédé d'assemblage de ladite pièce sur un axe.

Arrière-plan technologique

[0002] Généralement, dans les pièces d'horlogerie, les aiguilles sont fixées sur leur axe de rotation par chassage, c'est-à-dire qu'un cylindre creux, en l'occurrence le canon d'aiguille, est forcé sur un axe possédant un diamètre légèrement supérieur au diamètre intérieur du cylindre. Les propriétés élastiques et plastiques du matériau employé, généralement un métal, sont utilisées pour ce chassage. Ainsi, il est possible de chasser un cylindre creux (un canon d'aiguille) sur un arbre de rotation (axe de rotation) conventionnel tel que ceux qui sont utilisés dans l'horlogerie mécanique, avec une différence de diamètre de quelques microns.

[0003] L'assemblage de l'aiguille sur son axe se fait généralement avec un ajustement serré entre l'axe et sa portée. Il est commun de retoucher les canons d'aiguille à l'aide d'un outil appelé \leq équarrissoir \geq qui permet d'élargir la dimension du canon de l'aiguille en cas de serrage trop important. Il est donc régulier qu'un horloger se retrouve avec une aiguille ne correspondant pas tout à fait à son axe, et qu'une force de chassage trop grande ou trop faible engendre des difficultés lors de l'assemblage ou des démontages futurs de l'aiguille.

[0004] De plus, les tolérances de fabrication des canons d'aiguille ne peuvent pas être diminuées afin d'assurer la qualité des canons d'aiguille. Ceci a pour conséquence que lors du chassage du canon d'aiguille, une force de chassage élevée est requise afin d'assembler l'aiguille sur son axe. Une force de chassage élevée peut résulter en une tenue des aiguilles de qualité inférieure, et en une dégradation du mouvement telle que la déformation des ponts, des axes, et/ou le déplacement des pierres sur lesquelles s'appuient les mobiles.

[0005] Une difficulté supplémentaire est que généralement les fabricants d'axes et les fabricants d'aiguilles ne sont pas les mêmes. Il est ainsi d'autant plus difficile pour l'horloger d'avoir une tolérance bien contrôlée entre les deux pièces à assembler.

[0006] On connaît dans l'art antérieur, plusieurs documents qui essayent de trouver une solution à cette problématique. On peut entre autres citer le document EP 1 659 460 qui divulgue des aiguilles avec un canon présentant une ou plusieurs fentes parallèles à l'axe de rotation et ouvertes au niveau de l'extrémité opposée de l'aiguille de manière à ce que le canon se déforme élastiquement. Néanmoins, il est connu que les fentes affaiblissent le canon d'aiguille, ce qui implique la réalisation de fentes de largeur extrêmement faible pour ne pas trop affaiblir le canon.

[0007] Aucune des solutions proposées dans l'art antérieur n'est idéal. Il existe donc toujours un besoin pour remédier à ce problème, de façon à permettre un assemblage de l'aiguille sur son axe via son canon d'aiguille plus contrôlé. Cette problématique se pose également pour d'autres pièces mécaniques horlogères de petites dimensions telles que les disques, les indicateurs, les mobiles, etc., où l'assemblage sur un axe se fait avec de très faibles tolérances.

Résumé de l'invention

[0008] L'invention a pour objet de pallier au désavantage précité en proposant une pièce mécanique horlogère et notamment une aiguille avec un canon, qu'on qualifiera également de cylindre creux, selon les revendications annexées. En particulier, il s'agit d'une pièce mécanique horlogère munie au niveau de son cylindre creux destiné à être chassé sur un axe, d'une bague de serrage réalisée dans un matériau pouvant être soumis à des contraintes importantes sans laisser subsister de déformation plastique résiduelle après assemblage. Plus spécifiquement, il s'agit d'un alliage exploité pour ses propriétés de mémoire de forme. Ces matériaux autorisent une grande plage de déformation où la contrainte est stable grâce à un phénomène de transformation de phases. Il en résulte que, malgré la déformation importante, la bague peut retrouver sa forme initiale après une activation thermique. Cela permet une variation dimensionnelle élevée avec une contrainte statique quasi-constante.

[0009] L'invention permet ainsi de limiter l'effet des tolérances de fabrication des cylindres creux, et en particulier des canons d'aiguille, sur la force de chassage et sur la tenue des aiguilles. Ceci permet ainsi de maîtriser la tenue des aiguilles et de maîtriser et réduire la force de chassage.

[0010] Selon l'invention, le cylindre creux de la pièce mécanique horlogère est pourvu d'une ou plusieurs fentes ménagées sur son pourtour.

[0011] La bague est positionnée autour du cylindre creux à hauteur de la ou des fentes. La bague est réalisée, au moins en partie, dans un alliage à mémoire de forme. De préférence, la bague est réalisée entièrement dans un alliage à mémoire de forme.

[0012] De préférence, le cylindre creux comporte à une extrémité un rebord qui permet de cacher la bague lorsqu'il est chassé sur l'axe. De préférence, la ou les fentes s'étendent jusqu'au rebord et débouchent sur l'autre extrémité.

[0013] L'alliage à mémoire de forme peut avoir une microstructure complètement austénitique à température ambiante. Alternativement, l'alliage à mémoire de forme peut avoir une microstructure constituée de martensite et d'austénite à température ambiante ou de préférence une microstructure complètement martensitique (c'est-à-dire 100% martensitique) à température ambiante. Le type de microstructure à température ambiante conditionnera le procédé d'assemblage et en particulier les traitements thermiques à appliquer durant ce procédé.

[0014] De préférence, l'alliage à mémoire de forme est un alliage à base de nickel et de titane. Un alliage à base de nickel et de titane peut contenir un élément ternaire, par exemple du hafnium, du palladium ou du zirconium. Alternativement, et aussi de préférence, l'alliage à mémoire de forme est un alliage à base de cuivre.

[0015] La pièce mécanique horlogère peut être une aiguille, un disque, un indicateur ou un mobile. Selon un mode d'exécution préféré de l'invention, la pièce mécanique horlogère est une aiguille et son cylindre creux est un canon d'aiguille.

[0016] L'invention concerne également un procédé d'assemblage d'une pièce mécanique horlogère selon l'invention sur un axe. L'assemblage comporte les étapes de mise à disposition de la bague ayant une forme initiale donnée et du cylindre creux, de déformation de la bague, de chassage de la bague déformée sur le cylindre creux, de chassage du cylindre creux et de la bague déformée sur l'axe et du retour à la forme initiale de la bague déformée et chassée pour assurer l'assemblage ferme.

[0017] De préférence, la déformation de la bague se fait en phase martensitique de l'alliage à mémoire de forme avec un retour à sa forme initiale se faisant par un passage en phase austénitique de l'alliage à mémoire de forme. Ainsi, lors de la déformation de la bague, l'alliage à mémoire de forme a une microstructure au moins partiellement martensitique, de préférence complètement martensitique (c'est-à-dire 100% martensitique). Lors du passage en phase austénitique de l'alliage à mémoire de forme, l'alliage a une microstructure complètement austénitique (c'est-à-dire 100% austénitique).

[0018] Selon un premier mode d'exécution, la bague est réalisée au moins en partie dans un alliage à mémoire de forme qui a une microstructure complètement austénitique à température ambiante. La bague est d'abord refroidie à une température plus basse que la température de fin de transformation martensitique de l'alliage à mémoire de forme afin de transformer la phase austénitique de l'alliage à mémoire de forme en phase martensitique. Dit autrement, après refroidissement, l'alliage à mémoire de forme a de préférence une microstructure complètement martensitique.

[0019] La bague est ensuite déformée et chassée sur le cylindre creux. Puis, l'ensemble du cylindre creux et de la bague déformée est chassé sur l'axe. Après, la bague déformée et chassée retrouve naturellement sa forme initiale à son retour à température ambiante lors de la transformation en phase complètement austénitique.

[0020] Selon un deuxième mode d'exécution, la bague est réalisée au moins en partie dans un alliage à mémoire de forme qui présente une microstructure au moins partiellement martensitique à température ambiante. La bague est déformée à température ambiante et chassée sur le cylindre creux. Ensuite, l'ensemble du cylindre creux et de la bague déformée est chassé sur l'axe. Ensuite, la bague déformée et chassée est chauffée à une température plus élevée que la température de fin de transformation austénitique de l'alliage à mémoire de forme afin de transformer la phase martensitique de l'alliage à mémoire de forme en phase austénitique. Dit autrement, après réchauffement, l'alliage à mémoire de forme a une microstructure complètement austénitique. Ce réchauffement génère le retour à sa forme initiale de l'alliage à mémoire de forme. Ceci permet un serrage plus important sur l'axe. Ensuite, la bague est refroidie jusqu'à température ambiante, ce qui résulte en un changement de la microstructure de l'alliage à mémoire de forme, qui se retrouve au moins partiellement en phase martensitique une fois la bague à température ambiante.

[0021] Ainsi, l'utilisation de l'effet mémoire de forme lors du procédé d'assemblage permet d'assembler des aiguilles sur l'axe avec une faible force de chassage pour ensuite activer l'effet mémoire de forme afin d'assurer le serrage.

[0022] Selon l'invention, la bague a un faible diamètre avec typiquement un diamètre intérieur compris entre 0.25 et 2.25 mm. Il est connu qu'il est difficile de contrôler la température des pièces lors d'un refroidissement ou d'un réchauffement si les dimensions des pièces sont faibles. Les inventeurs ont vaincu ce préjugé ce qui permet, contrairement à ce qui est connu dans l'art antérieur, d'utiliser des matériaux spécifiques ayant besoin d'un contrôle très précis de la température lors de leur manipulation.

Breve description des figures

[0023]

- La figure 1 représente une aiguille avec un canon d'aiguille selon l'invention.
- La figure 2 représente un canon d'aiguille selon l'invention.
- La figure 3 représente l'aiguille selon l'invention chassée sur un axe.
- La figure 4 représente le pourcentage de phase austénitique en fonction de la température d'un alliage à mémoire de forme.

Description détaillée de l'invention

[0024] La présente invention est d'application pour toute pièce mécanique horlogère munie d'un cylindre creux destiné à être chassé sur un axe. Typiquement, le cylindre creux a un diamètre intérieur compris entre 0.15 et 2 mm. Il peut s'agir d'une aiguille, un disque, un indicateur, un mobile, etc. Elle sera illustrée ci-après plus particulièrement pour une aiguille avec un canon qui constitue le cylindre creux destiné à être monté sur un axe.

[0025] La figure 1 représente comme pièce mécanique horlogère une aiguille 4 avec un canon d'aiguille 1 (comme cylindre creux) selon l'invention. Le canon d'aiguille 1 est destiné à être chassé sur un axe 5, comme montré à la figure 3, de façon à assembler l'aiguille 4 sur l'axe 5. Comme montré à la figure 2, le canon d'aiguille 1 est pourvu de deux fentes 2 ménagées sur le pourtour du canon. Le nombre de fentes n'est pas limité à deux, mais peut aussi être un, trois, quatre, voire plus. De préférence, ces fentes 2 s'étendent dans une direction parallèle à l'axe central du cylindre creux 1 (ici le canon d'aiguille) ou dit autrement parallèle à l'axe 5 sur lequel le cylindre creux doit être chassé. Elles s'ouvrent sur une extrémité du cylindre creux. A l'autre extrémité, le cylindre creux est pourvu d'un rebord 6 qui permet de cacher la bague 3 lorsque l'aiguille 4 est montée sur le cadran. De préférence, les fentes 2 s'étendent jusqu'au rebord 6.

[0026] L'aiguille 4 comporte la bague 3 positionnée autour du canon d'aiguille 1. Plus précisément, la bague 3 est positionnée autour du canon 1 à hauteur des fentes 2. La bague 3 permet de renforcer le canon fendu et de faciliter l'assemblage comme décrit ci-après. La bague 3 peut être placée autour des fentes par chassage.

[0027] Selon l'invention, la bague est réalisée au moins en partie, et de préférence entièrement, dans l'alliage à mémoire de forme. La présente invention n'exclut que d'autres parties de la pièce telles que le cylindre creux soient également réalisées dans un alliage à mémoire de forme.

[0028] L'alliage à mémoire de forme est de préférence choisi parmi la famille des alliages à mémoire de forme activés thermiquement. Selon l'invention, l'alliage à mémoire de forme peut avoir une microstructure complètement austénitique à température ambiante. L'alliage à mémoire de forme peut avoir une microstructure au moins partiellement martensitique à température ambiante. De préférence, l'alliage à mémoire de forme a une microstructure complètement (100%) austénitique ou complètement (100%) martensitique à température ambiante.

[0029] Il existe plusieurs facteurs qui influencent les températures de transition des alliages à mémoire de forme, et qui ont donc une influence sur le type de microstructures obtenues à température ambiante. Ces facteurs, et comment modifier les températures de transition sont connus de l'homme du métier. Par exemple, le traitement thermique de l'alliage après coulée et la substitution d'éléments d'alliage sont connus pour avoir une influence.

[0030] De façon non limitative, des alliages à mémoire de forme activés thermiquement utilisables pour la mise en oeuvre de l'invention sont à base de nickel, de titane, de nickel et de titane, de cuivre, de fer, de cadmium, de ruthénium, ou des combinaisons de ces éléments.

[0031] De préférence, l'alliage à mémoire de forme est un alliage à base de nickel et de titane (Ni-Ti) ou un alliage à base de cuivre.

[0032] Un alliage à base de nickel et de titane peut contenir un élément ternaire et optionnellement un élément quaternaire. Des exemples d'un alliage à mémoire de forme à base de nickel et de titane contiennent, de façon non limitative, en outre du hafnium (Ni-Ti-Hf), du palladium (Ni-Ti-Pd), du zirconium (Ni-Ti-Zr), du fer (Ni-Ti-Fe), du cuivre (Ni-Ti-Cu), du niobium (Ni-Ti-Nb). Un tel alliage peut également contenir plus d'un élément supplémentaire, tel que du fer et du cobalt (Ni-Ti-Fe-Co).

[0033] L'alliage à base de nickel et de titane (un alliage binaire Ni-Ti) est constitué de nickel avec un pourcentage en poids compris entre 50% et 63%, de titane avec un pourcentage en poids compris entre 36.5% et 49.5% et d'impuretés éventuelles avec un pourcentage inférieur ou égal à 0.5%. Il est connu que lorsque la quantité de nickel augmente dans un tel alliage binaire Ni-Ti, les températures de transition diminuent. Par exemple, la température de fin de transformation martensitique passe de 40.85°C à -57.15°C lorsque le pourcentage de nickel passe de 50.3% en poids à 51% en poids. Afin que l'alliage à mémoire de forme ait une microstructure complètement (100%) austénitique à température ambiante, il est préférable que l'alliage à mémoire de forme comporte du nickel avec un pourcentage en poids supérieur à 51%. Une telle composition a une température de fin de transition austénitique d'environ -20°C.

[0034] Des alliages à base de cuivre peuvent contenir un élément secondaire et optionnellement un élément ternaire. Des exemples non limitatifs d'un alliage à mémoire de forme à base de cuivre sont le cuivre et zinc (Cu-Zn), le cuivre, zinc et aluminium (Cu-Zn-Al), le cuivre, zinc et silicium (Cu-Zn-Si), le cuivre, zinc et étain (Cu-Zn-Sn), le cuivre, aluminium et nickel (Cu-Al-Ni), le cuivre, aluminium et béryllium (Cu-Al-Be), le cuivre et étain (Cu-Sn), et le manganèse et cuivre (Mn-Cu).

[0035] Des exemples non limitatifs d'un alliage à mémoire de forme à base de nickel sont le nickel et aluminium (Ni-Al), le cobalt, nickel et aluminium (Co-Ni-Al), le cobalt, et nickel et gallium (Co-Ni-Ga).

[0036] Des exemples non limitatifs d'un alliage à mémoire de forme à base de titane sont l'indium et titane (In-Ti), le titane et palladium (Ti-Pd), le titane et platine (Ti-Pt) et le titane et or (Ti-Au).

[0037] Des exemples non limitatifs d'un alliage à mémoire de forme à base de fer sont le fer-platine (Fe-Pt), le fer, manganèse et silicium (Fe-Mn-Si), et le fer et palladium (Fe-Pd).

[0038] Des exemples non limitatifs d'un alliage à mémoire de forme à base de ruthénium sont le niobium et ruthénium (Nb-Ru) et le tantale et ruthénium (Ta-Ru).

[0039] Des exemples non limitatifs d'un alliage à mémoire de forme à base de cadmium sont l'argent et cadmium (Ag-Cd) et l'or et cadmium (Au-Cd).

[0040] L'invention concerne également le procédé d'assemblage d'un cylindre creux d'une pièce mécanique horlogère selon l'invention sur un axe. Le procédé d'assemblage comporte les étapes de mise à disposition d'une pièce horlogère comportant un cylindre creux fendu, de mise à disposition d'une bague réalisée au moins partiellement dans un alliage à mémoire de forme, de déformation de la bague, de chassage de la bague déformée sur le cylindre creux fendu, de chassage du cylindre creux fendu et de la bague déformée sur l'axe et du retour à la forme initiale de la bague déformée et chassée.

[0041] De préférence, la déformation de la bague se fait en phase au moins partiellement, de préférence complètement (c'est-à-dire 100%), martensitique de l'alliage à mémoire de forme. Lorsque l'alliage a une microstructure seulement partiellement martensitique, la phase complémentaire est de l'austénite qui sous l'effet d'une contrainte lors de la déformation se transformera en martensite pour obtenir une microstructure complètement martensitique.

[0042] De préférence, le retour à sa forme initiale de l'alliage à mémoire de forme se fait par un passage en phase complètement (c'est-à-dire 100%) austénitique de l'alliage à mémoire de forme. Les inventeurs ont découvert que la transformation de la microstructure martensitique de l'alliage à mémoire de forme en microstructure partiellement austénitique résulte en une force de maintien de la bague plus faible. Il est ainsi préférable de passer à une microstructure complètement austénitique de l'alliage à mémoire de forme.

[0043] Selon un premier mode d'exécution, l'alliage à mémoire de forme a une microstructure complètement austénitique à température ambiante. Dit autrement, et se référant à la figure 4, l'alliage à mémoire de forme selon le premier mode d'exécution a une température de fin de transformation austénitique (A_f) plus basse que la température ambiante.

[0044] Il sera alors nécessaire lors du procédé d'assemblage de refroidir l'alliage pour transformer l'austénite au moins partiellement en martensite avant de déformer la bague.

[0045] Plus précisément, dans une première étape, la bague est refroidie à une température au moins plus basse que la température de début de transformation martensitique (M_s sur la figure 4) de l'alliage à mémoire de forme. Ce refroidissement réalise un changement dans la microstructure de l'alliage à mémoire de forme depuis la microstructure complètement austénitique vers la microstructure au moins partiellement martensitique.

[0046] De préférence, la bague est refroidie à une température plus basse que la température de fin de transformation martensitique (M_f sur la figure 4) de l'alliage à mémoire de forme. Cette basse température peut être une température en dessous de 0 °C, tel que env. -50 °C. Ce refroidissement réalise un changement dans la microstructure de l'alliage à mémoire de forme depuis la microstructure complètement austénitique vers la microstructure complètement martensitique.

[0047] Dans une deuxième étape exécutée à la basse température obtenue après refroidissement, la bague est déformée et est ensuite, dans une troisième étape, chassée sur le cylindre creux. Ensuite, ou dans cette même étape, l'ensemble du cylindre creux et de la bague déformée est chassé sur l'axe.

[0048] Puis, dans une quatrième étape, la bague est naturellement ramenée à température ambiante ou éventuellement chauffée jusqu'à température ambiante. Ce réchauffement opère un changement dans la microstructure de l'alliage à mémoire de forme depuis une microstructure martensitique vers une microstructure complètement austénitique. Cette transformation de phase fait retrouver à l'alliage à mémoire de forme, et donc à la bague, ses dimensions et sa forme d'origine. Ceci exerce un serrage plus élevé sur l'axe.

[0049] Selon un deuxième mode d'exécution, l'alliage a une microstructure au moins partiellement martensitique à température ambiante. Dit autrement, et se référant à la figure 4, l'alliage à mémoire de forme selon le deuxième mode d'exécution a une température de début de transformation martensitique (M_s) plus élevée que la température ambiante.

[0050] De préférence, l'alliage a une microstructure complètement martensitique, c'est-à-dire 100% martensitique, à température ambiante. Dit autrement, et se référant à la figure 4, l'alliage à mémoire de forme selon le deuxième mode d'exécution a une température de fin de transformation martensitique (M_f) plus élevée que la température ambiante.

[0051] La déformation lors de l'assemblage peut alors être opérée à température ambiante. Dans une première étape, la bague est déformée à cette température ambiante et est ensuite, dans une deuxième étape, chassée sur le cylindre creux. Ensuite, ou dans cette même étape, l'ensemble du cylindre creux et de la bague déformée est chassé sur l'axe.

[0052] Puis, dans une troisième étape, la bague est chauffée à une température plus élevée que la température de fin de transformation austénitique (A_f sur la figure 4) de l'alliage à mémoire de forme. Ce réchauffement permet de transformer la microstructure martensitique en une microstructure complètement austénitique. Ce changement de phase fait retrouver à l'alliage à mémoire de forme, et donc à la bague, ses dimensions et sa forme d'origine. Ceci permet un serrage plus élevé sur l'axe.

[0053] Ensuite la bague est refroidie jusqu'à température ambiante, ce qui résulte à nouveau en un changement de la microstructure de l'alliage à mémoire de forme, qui se retrouve en phase au moins partiellement martensitique une fois que la bague a atteint la température d'ambiante.

[0054] Etant connu que le module élastique des phases austénitique et martensitique est différent, il est possible selon les besoins de choisir un alliage à mémoire de forme qui présente à température ambiante une microstructure martensitique ou bien austénitique.

[0055] Par exemple, pour un alliage à mémoire de forme à base de nickel et de titane et les principaux alliages utilisables, il est connu que $E_a \approx 2.5 * E_m$, dans lequel E_a est le module élastique de la phase austénitique et E_m le module élastique de la phase martensitique. Pour assurer la meilleure tenue possible, il est donc préférable de choisir un alliage à mémoire de forme présentant une microstructure austénitique à température ambiante et de privilégier le procédé d'assemblage où on refroidit l'alliage avant déformation selon le premier mode d'exécution décrit ci-avant.

Nomenclature

[0056]

1. Cylindre creux et plus précisément canon d'aiguille
 2. Fente(s)
 3. Bague
 4. Pièce d'horlogerie mécanique et plus précisément aiguille
 5. Axe
 6. Rebord
- M_f la température de fin de transformation martensitique
- M_s la température de début de transformation martensitique
- A_f la température de fin de transformation austénitique
- A_s la température de début de transformation austénitique

Revendications

1. Pièce mécanique horlogère (4) comprenant un cylindre creux (1) destiné à être chassé sur un axe (5), ledit cylindre creux (1) étant pourvu d'une ou plusieurs fentes (2) ménagées sur son pourtour, la pièce mécanique horlogère (4) étant caractérisée en ce qu'elle comporte une bague de serrage (3) positionnée autour du cylindre creux (1) à hauteur de la ou des fentes (2), ladite bague (3) étant réalisée au moins en partie dans un alliage à mémoire de forme.
2. Pièce mécanique horlogère (4) selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'alliage à mémoire de forme a une microstructure complètement austénitique à température ambiante
3. Pièce mécanique horlogère (4) selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'alliage à mémoire de forme a une microstructure au moins partiellement martensitique à température ambiante.
4. Pièce mécanique horlogère (4) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'alliage à mémoire de forme est un alliage à base de nickel et de titane.
5. Pièce mécanique horlogère (4) selon la revendication 4, caractérisée en ce que l'alliage contient un élément ternaire, de préférence du hafnium, du palladium ou du zirconium.
6. Pièce mécanique horlogère (4) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que l'alliage à mémoire de forme est un alliage à base de cuivre.
7. Pièce mécanique horlogère (4) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le cylindre creux (1) comporte à une extrémité un rebord (6) qui permet de cacher la bague (3) lorsqu'il est chassé sur l'axe (5).
8. Pièce mécanique horlogère (4) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la ou les fentes (2) s'étendent jusqu'au rebord (6) et débouchent sur l'autre extrémité.
9. Pièce mécanique horlogère (4) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'il s'agit d'une aiguille, d'un disque, d'un indicateur ou d'un mobile.
10. Pièce mécanique horlogère (4) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le cylindre creux (1) est un canon d'aiguille.

CH 719 333 B1

11. Procédé d'assemblage d'une pièce mécanique horlogère (4) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 sur un axe (5), caractérisé en ce que le procédé comporte les étapes suivantes :
 - mettre à disposition la bague (3) ayant une forme initiale donnée et le cylindre creux (1),
 - déformer la bague (3),
 - chasser la bague (3) déformée sur le cylindre creux (1),
 - chasser le cylindre creux (1) et la bague déformée sur l'axe (5) et
 - retourner la bague (3) déformée et chassée à sa forme initiale.
12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que la déformation de la bague (3) se fait en phase martensitique de l'alliage à mémoire de forme, et le retour à sa forme initiale se fait par un passage en phase austénitique de l'alliage à mémoire de forme.
13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que la bague (3) mise à disposition est réalisée dans un alliage à mémoire de forme ayant une microstructure complètement austénitique à température ambiante et en ce qu'elle est refroidie à une température plus basse que la température de fin de transformation martensitique (Mf) de l'alliage à mémoire de forme avant l'étape de déformation, et en ce que le retour à sa forme initiale s'effectue en la chauffant naturellement ou de manière forcée jusqu'à température ambiante.
14. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que la bague (3) mise à disposition est réalisée dans un alliage à mémoire de forme ayant une microstructure au moins partiellement martensitique à température ambiante, en ce que la déformation de ladite bague (3) se fait à température ambiante, et en ce que le retour à sa forme initiale s'effectue en la chauffant jusqu'à une température plus élevée que la température de fin de transformation austénitique (Af) de l'alliage à mémoire de forme.
15. Procédé selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'il est suivi par un refroidissement jusqu'à température ambiante.

Fig. 1

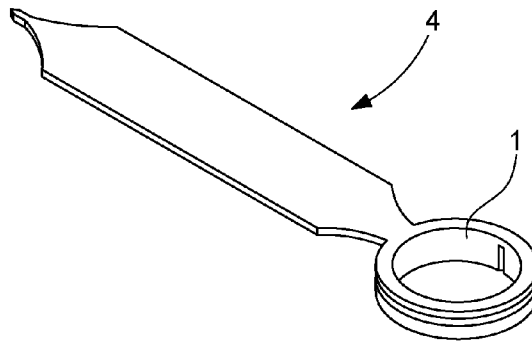


Fig. 2

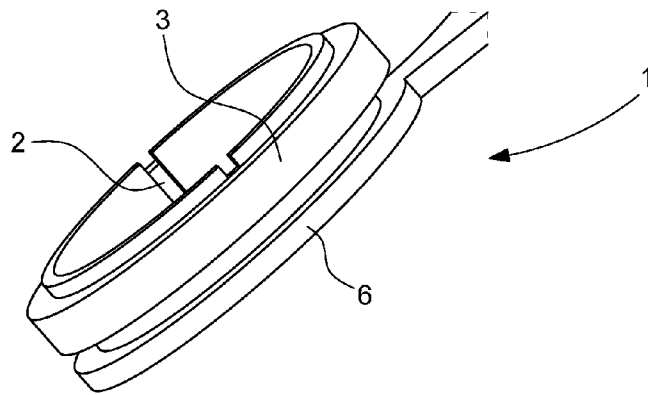


Fig. 3

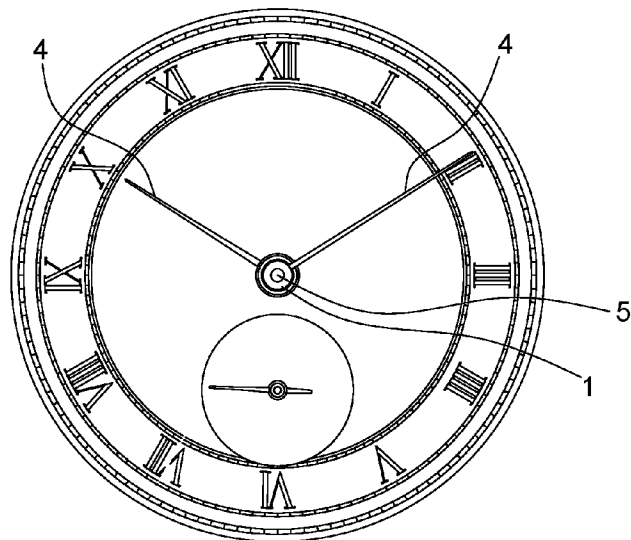


Fig. 4

