

CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **721 123 A2**

Demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein

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

(51) Int. Cl.: **G04B** 15/14 (2006.01)
G04B 13/02 (2006.01)
C22C 27/04 (2006.01)
C22C 27/02 (2006.01)

(12) **DEMANDE DE BREVET**

(21) Numéro de la demande: 000995/2023

(22) Date de dépôt: 12.09.2023

(43) Demande publiée: 31.03.2025

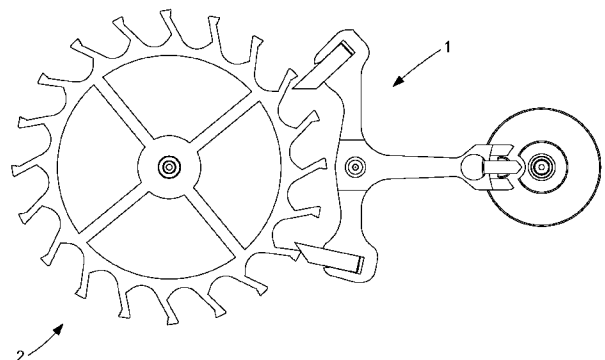
(71) Requérant:
Nivarox-FAR S.A., Avenue du Collège 10
2400 Le Locle (CH)

(72) Inventeur(s):
Christian Charbon, 2054 Chézard-St-Martin (CH)
Marco Verardo, 2336 Les Bois (CH)
Lionel Michelet, 1450 Sainte-Croix (CH)

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

(54) **COMPOSANT D'UN ÉCHAPPEMENT HORLOGER EN ALLIAGE AMAGNÉTIQUE**

(57) La présente invention concerne un composant de l'échappement réalisé dans un matériau choisi parmi le molybdène pur, le tungstène pur, le rhénium pur, le tantale pur, un alliage de molybdène, un alliage de tungstène et un alliage de tantale, le molybdène pur, le tungstène pur, le rhénium pur et le tantale pur pouvant chacun comprendre des impuretés avec une teneur maximale de 0.1% pour l'ensemble des impuretés.



Description

Domaine technique de l'invention

[0001] La présente invention se rapporte à un composant de l'échappement, en particulier une planche de roue ou d'ancre, réalisé dans un alliage amagnétique.

Arrière-plan technologique

[0002] La fabrication de planches d'ancres et de planches de roues par étampage est bien connue dans l'horlogerie car ce procédé est pratiqué depuis de nombreuses années. La majorité des planches d'ancres et de roues sont réalisées par étampage à partir de bandes d'acier au carbone type 20AP. Cet alliage est ferromagnétique et entraîne des perturbations sous champ au niveau de la marche du mouvement horloger.

[0003] Il existe des planches d'ancres et de roues amagnétiques réalisées avec l'alliage NiP avec la technologie LIGA. Ce dernier est en effet amagnétique si le taux de phosphore est suffisant et typiquement supérieur à 10%. Cependant, la fabrication LIGA est complexe et coûteuse et ne convient pas pour toutes les applications.

[0004] Le remplacement de l'alliage d'acier au carbone type 20AP par des alliages amagnétiques a fait l'objet de nombreuses recherches et beaucoup d'alternatives ont été testées sans succès jusqu'à présent. Parmi les alliages amagnétiques ou faiblement magnétiques testés, on peut citer les alliages à base de nickel (MP53) ou cobalt (Phynox) et les aciers austénitiques à l'azote (Biodur 108). La principale difficulté rencontrée avec ces matériaux est une usure prématurée de la fourchette de l'ancre ou des plans d'impulsion des roues, fortement sollicités lors du fonctionnement du mouvement.

[0005] Les principaux matériaux amagnétiques sont les alliages de cuivre, l'aluminium et le titane. Ils ont la particularité d'être ductiles, avec pour corollaire que le niveau de résistance à l'usure est probablement moindre que celui d'un acier.

Résumé de l'invention

[0006] La présente invention a pour objet de remédier aux désavantages de l'art antérieur en proposant pour la réalisation de planches d'ancres et de roues des alliages amagnétiques présentant un haut niveau de résistance à l'usure et ce avec un procédé peu onéreux.

[0007] Plus précisément, la présente invention se rapporte à un composant de l'échappement réalisé dans un matériau choisi parmi le molybdène pur, le tungstène pur, le rhénium pur, le tantale pur, un alliage de molybdène, un alliage de tungstène et un alliage de tantale, le molybdène pur, le tungstène pur, le rhénium pur et le tantale pur pouvant chacun comprendre des impuretés avec une teneur maximale de 0.1% pour l'ensemble des impuretés.

[0008] L'amagnétisme des alliages proposés constitue un gain certain par rapport à la dérive de marche générée par le comportement sous champ de l'acier. Ensuite, ces matériaux peuvent être usinés de manière classique, ce qui simplifie la production. Enfin, ils ont une très bonne résistance à l'usure, au moins aussi bonne que celle de l'acier utilisé actuellement.

Brève description de la figure

[0009] Les buts, avantages et caractéristiques de l'invention seront décrits à l'aide de la figure 1.

La figure 1 représente une ancre et une roue dont les planches sont réalisées avec un matériau selon l'invention.

Description détaillée de l'invention

[0010] La présente invention se rapporte à des composants de l'échappement réalisés avec des éléments purs aux impuretés près, ou avec des alliages desdits éléments. Les composants de l'échappement peuvent être plus spécifiquement une planche d'ancre 1 ou une planche de roue 2 telles que représentées à la figure 1. On entend par planche d'ancre, l'ancre sans le dard, sans la tige et sans les palettes. On entend par planche de roue, la roue sans le pignon.

[0011] Il peut s'agir du molybdène pur, du tungstène pur, du rhénium pur ou du tantale pur. Ces éléments purs peuvent comporter des impuretés avec une teneur totale maximale de 0.1% en poids.

[0012] Par exemple, le molybdène pur a pour impuretés principales: le tungstène avec une teneur maximale de 1000 ppm, de préférence de maximum 300 ppm, l'oxygène avec une teneur maximale de 100 ppm, de préférence de maximum 40 ppm, et le carbone avec une teneur maximale de 100 ppm, de préférence de maximum 30 ppm.

[0013] Par exemple, le tungstène pur a pour impuretés principales: le molybdène avec une teneur maximale de 300 ppm, de préférence de maximum 100 ppm, le fer et le carbone avec pour chacun une teneur maximale de 100 ppm, de préférence de maximum 30 ppm.

[0014] Par exemple, le rhénium pur a pour impuretés principales : l'oxygène avec une teneur maximale de 1000 ppm, de préférence de maximum 500 ppm, le carbone, l'indium, le vanadium et le zinc avec une teneur maximale pour chacun de 200 ppm, de préférence de maximum 50 ppm, le fer, l'azote, le tantale, le titane et le zirconium avec une teneur maximale pour chacun de 100 ppm, de préférence de maximum 30 ppm.

[0015] Par exemple, le tantale pur a pour impuretés principales : l'oxygène avec une teneur maximale de 1000 ppm, de préférence de maximum 150 ppm, le niobium avec une teneur maximale de 1000 ppm, de préférence de maximum 100 ppm, le tungstène, le fer, le molybdène, le silicium, le nickel, l'azote et le carbone avec une teneur maximale pour chacun de 200 ppm, de préférence de maximum 50 ppm.

[0016] Il peut également s'agir d'un alliage de molybdène, de tungstène ou de tantale.

[0017] L'alliage de molybdène comporte du molybdène et de l'oxyde de lanthane (La_2O_3). La teneur en oxyde de lanthane est comprise en poids entre 0.1% et 2%, de préférence entre 0.5% et 1%, plus préférentiellement entre 0.6% et 0.8%, la balance pour 100%, aux impuretés près avec une teneur maximale de 0.1% pour ces dernières, étant constituée du molybdène.

[0018] En variante, l'alliage de molybdène comporte du titane et du zirconium. La teneur en titane est comprise entre 0.2% et 0.8% en poids et la teneur en zirconium est comprise entre 0.05% et 0.15% en poids, la balance pour 100% étant constituée du molybdène, aux impuretés près avec une teneur maximale de 0.1% pour ces dernières.

[0019] En variante, l'alliage de molybdène comporte du rhénium. La teneur en rhénium est comprise entre 1 et 50% en poids, la balance pour 100% étant constituée du molybdène, aux impuretés près avec une teneur maximale de 0.1% pour ces dernières.

[0020] L'alliage de tungstène comporte du nickel et du cuivre. La teneur en nickel est comprise entre 2% et 8% en poids et la teneur en cuivre est comprise entre 0.5% et 5% en poids, la balance pour 100% étant constituée du tungstène, aux impuretés près avec une teneur maximale de 0.1% pour ces dernières.

[0021] En variante, l'alliage de tungstène comporte du cuivre. La teneur en cuivre est comprise entre 1% et 50% en poids, la balance pour 100% étant constituée du tungstène, aux impuretés près avec une teneur maximale de 0.1% pour ces dernières.

[0022] En variante, l'alliage de tungstène comporte du rhénium. La teneur en rhénium est comprise entre 1 et 40% en poids, la balance pour 100% étant constituée du tungstène, aux impuretés près avec une teneur maximale de 0.1% pour ces dernières.

[0023] L'alliage de tantale comporte du tungstène. La teneur en tungstène est comprise entre 1% et 20%, la balance pour 100% étant constituée du tantale, aux impuretés près avec une teneur maximale de 0.1% pour ces dernières.

[0024] En variante, l'alliage de tantale comporte du niobium. La teneur en niobium est comprise entre 1% et 50%, la balance pour 100% étant constituée du tantale, aux impuretés près avec une teneur maximale de 0.1% pour ces dernières.

[0025] Selon l'invention, le composant de l'échappement réalisé avec un des matériaux précités est fabriqué à partir d'une bande obtenue par laminage. Ensuite, la mise à forme est réalisée par étampage, découpe laser, électroérosion ou une combinaison de ces techniques, en particulier, si la géométrie de la pièce à fabriquer est complexe. La découpe des composants peut être complétée par une reprise mécanique pour, par exemple, l'amincissement des cornes et le berçage des cornes en ce qui concerne l'ancre, ou encore la reprise des plans d'impulsion, des plans de repos et l'amincissement des bouts de dents en ce qui concerne la roue. Un polissage plan peut également être pratiqué pour obtenir un état de surface poli miroir sur une ou les deux faces de ces planches.

Revendications

1. Un composant de l'échappement réalisé dans un matériau choisi parmi le molybdène pur, le tungstène pur, le rhénium pur, le tantale pur, un alliage de molybdène, un alliage de tungstène et un alliage de tantale, le molybdène pur, le tungstène pur, le rhénium pur et le tantale pur pouvant chacun comprendre des impuretés avec une teneur maximale de 0.1% pour l'ensemble des impuretés.
2. Composant selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'alliage de molybdène comporte du molybdène et de l'oxyde de lanthane.
3. Composant selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la teneur en oxyde de lanthane est comprise en poids entre 0.1% et 2%, de préférence entre 0.5% et 1%, plus préférentiellement entre 0.6% et 0.8%, la balance pour 100% étant constituée du molybdène, aux impuretés près avec une teneur maximale de 0.1% pour l'ensemble des impuretés.
4. Composant selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'alliage de molybdène comporte du titane et du zirconium.
5. Composant selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la teneur en titane est comprise entre 0.2% et 0.8% en poids et la teneur en zirconium est comprise entre 0.05% et 0.15% en poids, la balance pour 100% étant constituée du molybdène, aux impuretés près avec une teneur maximale de 0.1% pour l'ensemble des impuretés.
6. Composant selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'alliage de molybdène comporte du rhénium.
7. Composant selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la teneur en rhénium est comprise entre 1% et 50% en poids, la balance pour 100% étant constituée du molybdène, aux impuretés près avec une teneur maximale de 0.1% pour l'ensemble des impuretés.

8. Composant selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'alliage de tungstène comporte du nickel et du cuivre.
9. Composant selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la teneur en nickel est comprise entre 2% et 8% en poids, et en ce que la teneur en cuivre est comprise entre 0.5% et 5% en poids, la balance pour 100% étant constituée du tungstène, aux impuretés près avec une teneur maximale de 0.1% pour l'ensemble des impuretés.
10. Composant selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'alliage de tungstène comporte du cuivre.
11. Composant selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la teneur en cuivre est comprise entre 1% et 50% en poids, la balance pour 100% étant constituée du tungstène, aux impuretés près avec une teneur maximale de 0.1% pour l'ensemble des impuretés.
12. Composant selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'alliage de tungstène comporte du rhénium.
13. Composant selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la teneur en rhénium est comprise entre 1 et 40% en poids, la balance pour 100% étant constituée du tungstène, aux impuretés près avec une teneur maximale de 0.1% pour l'ensemble des impuretés.
14. Composant selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'alliage de tantale comporte du tungstène.
15. Composant selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la teneur en tungstène est comprise entre 1% et 20%, la balance pour 100% étant constituée du tantale, aux impuretés près avec une teneur maximale de 0.1% pour l'ensemble des impuretés.
16. Composant selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'alliage de tantale comporte du niobium.
17. Composant selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la teneur en niobium est comprise entre 1% et 50%, la balance pour 100% étant constituée du tantale, aux impuretés près avec une teneur maximale de 0.1% pour l'ensemble des impuretés.
18. Composant selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit composant est une planche d'ancre (1) ou une planche de roue (2).

Fig. 1

