



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
07.10.2009 Bulletin 2009/41

(51) Int Cl.:
G04B 13/02 (2006.01) G04B 17/34 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **08153971.0**

(22) Date de dépôt: **02.04.2008**

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR
Etats d'extension désignés:
AL BA MK RS

(71) Demandeur: **Manufacture et fabrique de montres et chronomètres**
Ulysse Nardin Le Locle SA
2400 Le Locle (CH)

(72) Inventeurs:
• **Nagel, Romain**
2000 Neuchâtel (CH)
• **Humair, Lucas**
2300 La Chaux-de-Fonds (CH)
• **Von Gunten, Stéphane**
2000 Neuchâtel (CH)

(74) Mandataire: **GLN**
Rue du Puits-Godet 8a
2000 Neuchâtel (CH)

(54) **Procédé d'assemblage d'une pièce sur un axe**

(57) La présente invention concerne un procédé d'assemblage d'une pièce en matériau dur (10) sur un axe support, comprenant les étapes suivantes :
i. se doter d'une pièce intermédiaire en matériau tendre (12), percée d'un trou (16) et destinée à être montée rigidement sur ledit axe support, ladite pièce intermédiaire (12) définissant, autour du trou, une portée (18) et un rebord (20),

ii. la pièce en matériau dur (10) étant percée d'une ouverture, ajuster ladite pièce en matériau dur sur le rebord de la pièce intermédiaire, en appui sur la portée,
iii. déformer la pièce intermédiaire (12) de manière à solidariser axialement et angulairement la pièce intermédiaire et la pièce en matériau dur, lesdites pièces formant ainsi un ensemble,
iv. monter rigidement ledit ensemble sur l'axe support.

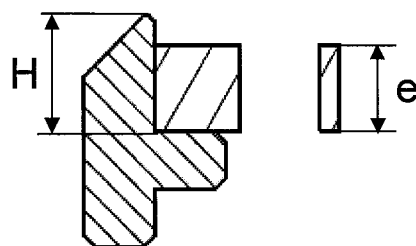
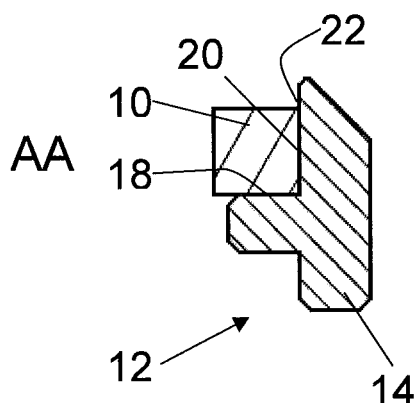


Fig. 1b

Description

Domaine technique

[0001] La présente invention se rapporte au domaine de l'horlogerie. Elle concerne, plus particulièrement, un procédé d'assemblage d'une pièce en matériau dur de type silicium, diamant ou corindon, sur un axe support.

Etat de la technique

[0002] L'utilisation de matériaux durs, tel que du silicium, du diamant ou du corindon est particulièrement intéressante. On peut notamment citer la possibilité de réaliser des pièces compliquées de manière très précise, par gravage ou par croissance. Par ailleurs, il a récemment été proposé, comme l'enseigne le document EP1422436, de réaliser un spiral en silicium, recouvert d'une couche d'oxyde afin d'obtenir un comportement élastique stable par rapport à des variations de température.

[0003] Toutefois, l'utilisation de pièces en matériaux durs dans le domaine de l'horlogerie pose encore de nombreux problèmes, notamment en ce qui concerne l'assemblage de telles pièces sur des axes. En effet, particulièrement pour des pièces qui doivent tourner, le centrage est très important. La technique habituellement utilisée en horlogerie pour assembler des pièces de manière concentrique est le chassage. Cependant, les matériaux durs précédemment cités ne se déforment que très peu plastiquement et les contraintes mécaniques engendrées par un chassage les endommagent fréquemment.

[0004] Il a été proposé, dans le document EP 1705533 d'assembler sans contrainte la pièce en matériau dur et de la pincer entre un élément de butée et une rondelle fixée sur l'axe. Cette technique présente toutefois l'inconvénient d'imposer le montage d'une pièce supplémentaire, opération délicate vu les dimensions des éléments considérés. De plus, cette pièce augmente l'épaisseur de l'ensemble et peut nécessiter d'allonger l'axe sur lequel la pièce est montée, ce qui n'est évidemment pas toujours possible.

[0005] La présente invention propose donc un procédé d'assemblage d'une pièce sur un axe, exempt des inconvénients susmentionnés.

Divulcation de l'invention

[0006] Plus particulièrement, l'invention concerne un procédé d'assemblage d'une pièce en matériau dur sur un axe support, comprenant les étapes suivantes :

- i. se doter d'une pièce intermédiaire en matériau tendre, percée d'un trou et destinée à être montée rigide-
ment sur ledit axe support, ladite pièce intermédiaire définissant, autour du trou, une portée et un rebord,

- ii. la pièce en matériau dur présentant une ouverture, ajuster ladite pièce en matériau dur sur le rebord de la pièce intermédiaire, en appui sur la portée,
- iii. déformer la pièce intermédiaire de manière à solidariser axialement et angulairement la pièce intermédiaire et la pièce en matériau dur, lesdites pièces formant ainsi un ensemble,
- iv. monter rigidement ledit ensemble sur l'axe support.

[0007] Ainsi, seule la pièce intermédiaire est nécessaire pour positionner et maintenir la pièce en matériau dur dans toutes les directions et solidariser ces deux pièces de manière permanente. De plus, l'assemblage de la pièce en matériau dur et de la pièce intermédiaire se fait indépendamment du montage sur l'axe support de l'ensemble.

[0008] Grâce au fait que l'assemblage de la pièce en matériau dur et de la pièce intermédiaire se fait au cours d'une étape indépendante du montage sur l'axe, l'invention concerne également un ensemble d'une pièce en matériau tendre et d'une pièce en matériau dur, la pièce en matériau tendre étant percée d'un trou pour être montée rigide-
ment sur un axe support. La pièce en matériau tendre définit, autour du trou, une portée et un rebord. La pièce en matériau dur est percée d'une ouverture et est ajustée sur le rebord de la pièce en matériau tendre, en appui sur la portée. De manière avantageuse, la pièce en matériau tendre présente une déformation ne résultant pas d'une compression radiale, solidarissant de manière permanente, axialement et angulairement, la pièce en matériau tendre et la pièce en matériau dur.

[0009] Dans une première variante, le rebord de la pièce en matériau tendre est de hauteur H , l'épaisseur e de la pièce en matériau dur étant inférieure à la hauteur H , de sorte que la pièce en matériau tendre présente une collerette dépassant de la pièce en matériau dur. La collerette est rabattue par-dessus la pièce en matériau dur.

[0010] Dans une autre variante, l'ouverture de la pièce en matériau dur présente des facettes en regard du rebord de la pièce intermédiaire, les facettes définissant des interstices entre la pièce en matériau dur et celle en matériau tendre. Cette dernière est dotée de déformations coopérant avec les interstices pour solidariser les deux pièces.

Brève description des dessins

[0011] D'autres caractéristiques de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui va suivre, faite en référence au dessin annexé, dans lequel les figures 1, 2 et 3 montrent différents modes de réalisation de l'invention, respectivement avec des vues de dessus (a), en coupe (b) et en perspective (c).

Mode(s) de réalisation de l'invention

[0012] Les figures illustrant l'invention se rapportent à l'exemple particulier de l'assemblage d'un spiral 10, typiquement en silicium, sur son axe. L'invention peut être adaptée à l'assemblage d'une pièce quelconque en matériau dur, tel que du silicium, du diamant ou du corindon, sur un axe support. L'axe peut éventuellement comporter une denture définissant ainsi un pignon, sur lequel peut être assemblé une roue en matériau dur.

[0013] Comme le montrent les figures, le procédé d'assemblage selon l'invention, nécessite de se doter d'une pièce intermédiaire en matériau tendre. On entend par matériau tendre, un matériau susceptible de se déformer plastiquement, notamment au cours d'une opération de chassage. Le matériau utilisé est de préférence plus mou que la pièce en matériau dur et peut ainsi être choisi parmi l'or ou le nickel ou des alliages à base de cuivre. Dans l'exemple, la pièce intermédiaire est une virole 12, à laquelle l'extrémité intérieure du spiral est destinée à être fixée. On remarquera que, bien que les termes « dur » et « tendre » soient relatifs, ils sont parfaitement clairs pour l'homme du métier.

[0014] La virole 12 présente un tube cylindrique 14 percée d'un trou 16 destinée à être montée rigidement sur l'axe supportant le spiral 10. Elle est de diamètre extérieur d , et s'étend sur son pourtour extérieur, par une portion de diamètre $\underline{D}$ supérieur à $\underline{d}$. La portion définit une portée 18 concentrique par rapport au trou 16, et un rebord 20, la portée 18 et le rebord 20 étant disposés du côté destiné à recevoir le spiral 10.

[0015] Le spiral 10 présente en son centre une ouverture de diamètre voisin de $\underline{d}$. Le spiral 10 est ajusté sur le rebord 20 de la virole 12 et est mis en appui sur la portée 18. On doit entendre par « ajuster » que l'ouverture est dimensionnée de manière à ce que le spiral 10 soit monté sur la virole 12 avec un léger jeu ou un très léger serrage. Les deux pièces ne sont alors pas assemblées de manière permanente.

[0016] Dans le mode de réalisation de la figure 1, le rebord 20 de la virole 12 est de hauteur $\underline{H}$, tandis que l'épaisseur $\underline{e}$ du spiral 10 est inférieure à la hauteur $\underline{H}$. De la sorte, le rebord 20 dépasse du spiral 10 et forme une collerette 22 (figure 1b).

[0017] Après que le spiral 10 ait été ajusté sur la virole 12, cette dernière, plus particulièrement la collerette 22, est déformée en la rabattant au moins partiellement, par-dessus le spiral 10, de manière à solidariser de manière permanente, axialement et angulairement le spiral 10 et la virole 12. De manière avantageuse, la déformation de la collerette 22 se fait par rivetage, ce qui permet un contrôle particulièrement précis de l'intensité et de la direction de la force appliquée sur la virole. La déformation de la collerette 22 pourrait également être effectuée par rivetage thermique, notamment au moyen d'un laser, avec éventuellement un soudage entre le spiral et la virole. Les techniques proposées permettent de déformer la virole 12 pour la solidariser avec le spiral 10, sans que

ce dernier subisse de contrainte radiale importante. Plus particulièrement, la virole ne subit pas de compression radiale, c'est-à-dire que la déformation de la virole ne résulte pas d'une compression exercée à l'intérieur du trou 16, typiquement par un chassage. Une telle opération conduirait à exercer des contraintes trop importantes sur le spiral.

[0018] L'ensemble ainsi formé par la virole 12 et le spiral 10 peut ensuite être monté rigidement et de manière permanente sur l'axe support, par chassage, rivetage, soudage laser ou tout autre technique appropriée.

[0019] Le spiral 10 ne subit ainsi qu'un minimum de contrainte directe et très peu de déformation radiale lors de l'assemblage sur l'axe. En outre, il est à noter que l'assemblage du spiral 10 et de la virole 12 se fait indépendamment du montage sur l'axe support de l'ensemble que ces deux pièces forment. Le spiral 10 et la virole 12 forment ainsi un ensemble parfaitement utilisable, pouvant être compté et stocké. Le comptage des spiraux est une opération qui consiste à déterminer la longueur d'un spiral accouplé à un balancier pour que celui-ci ait le nombre d'oscillations recherché. La méthode proposée ne met pas en jeu de pièce augmentant fortement l'épaisseur de l'ensemble fixé sur l'axe et permet d'obtenir un excellent centrage du spiral 10.

[0020] Dans un deuxième mode de réalisation illustré sur la figure 2, l'ouverture du spiral 10 présente des facettes 24 sur sa paroi intérieure, destinée à être positionnée en regard du rebord. Ces facettes 24 peuvent être régulières et former une section polygonale régulière, centrée en référence à l'ouverture. Comme précédemment, les dimensions du polygone permettent d'ajuster le spiral sur le rebord de la virole 12, en appui sur la portée. Ainsi, lorsque le spiral 10 est ajusté sur la virole 12, les angles formés entre deux facettes consécutives définissent des interstices entre la virole et le spiral. La virole et le spiral peuvent alors être solidarisés en déformant par rivetage thermique, notamment par laser, la virole 12 de manière à ce qu'elle prenne place au moins partiellement dans les interstices. Dans ce deuxième mode de réalisation, il n'est pas nécessaire que la virole 12 présente une collerette 22, ce qui permet de diminuer au maximum la hauteur de l'ensemble. Néanmoins, dans une variante, il est envisageable de combiner le rivetage thermique des facettes 24 avec le premier mode de réalisation, dans lequel la collerette 22 est rabattue. Toute géométrie permettant d'obtenir, d'une part, des zones de contact précises avec la virole pour ajuster ces deux pièces ensemble et, d'autre part, des interstices entre l'un et l'autre pouvant être remplis par déformation thermique, par exemple au laser, peuvent convenir pour ce mode de réalisation.

[0021] Dans une variante supplémentaire s'adaptant aux modes de réalisation précédemment décrits et illustrée sur la figure 3, le rebord de la virole 12 est muni d'une gorge annulaire 26, parallèle à la portée 18. La gorge 26 est disposée à une hauteur h sensiblement égale à l'épaisseur $\underline{e}$ du spiral 10. Ainsi, la gorge 26 se trouve

en regard de l'arête du spiral 10 située du côté opposé à la portée 18, ce qui permet, de manière avantageuse, d'éviter absolument toute contrainte exercée sur cette arête lors du montage de l'ensemble virole-spirale sur l'axe support, car cette arête, très vive, peut présenter une fragilité plus importante.

[0022] La description ci-dessus a été donnée à titre d'exemple non limitatif de l'invention et pourra donner lieu à des adaptations de la part de l'homme du métier, sans sortir du cadre de l'invention tel que défini par les revendications.

Revendications

1. Procédé d'assemblage d'une pièce en matériau dur (10) sur un axe support, comprenant les étapes suivantes :

- i. se doter d'une pièce intermédiaire en matériau tendre (12), percée d'un trou (16) et destinée à être montée rigidement sur ledit axe support, ladite pièce intermédiaire (12) définissant, autour du trou, une portée (18) et un rebord (20),
- ii. la pièce en matériau dur (10) étant percée d'une ouverture, ajuster ladite pièce en matériau dur sur le rebord de la pièce intermédiaire, en appui sur la portée,
- iii. déformer la pièce intermédiaire (12) de manière à solidariser axialement et angulairement la pièce intermédiaire et la pièce en matériau dur, lesdites pièces formant ainsi un ensemble,
- iv. monter rigidement ledit ensemble sur l'axe support.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le rebord (20) de la pièce intermédiaire (12) est de hauteur H , l'épaisseur e de la pièce en matériau dur étant inférieur à la hauteur H , de sorte que la pièce intermédiaire présente une collerette (22) dépassant de la pièce en matériau dur (10), **caractérisé en ce que** l'étape iii se fait par déformation de ladite collerette (22), en la rabattant par-dessus la pièce en matériau dur.

3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la déformation de la collerette (22) se fait par rivetage.

4. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la déformation de la collerette (22) se fait par rivetage thermique.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** ladite ouverture de la pièce en matériau dur définit des facettes (26) en regard du rebord de la pièce intermédiaire, et **en ce que** l'étape iii se fait par déformation thermique desdites facet-

tes.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le rebord (20) est muni d'une gorge (26) annulaire disposée à une hauteur h sensiblement égale à l'épaisseur e de la pièce.

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit ensemble est monté sur l'axe support par chassage.

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit ensemble est monté sur l'axe support par rivetage.

9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit ensemble est monté sur l'axe support par soudage.

10. Ensemble d'une pièce en matériau tendre (12) et d'une pièce en matériau dur (10), ladite pièce en matériau tendre étant percée d'un trou pour être montée rigidement sur un axe support, ladite pièce en matériau tendre définissant, autour du trou, une portée (18) et un rebord (20), la pièce en matériau dur étant percée d'une ouverture et ajustée sur le rebord de la pièce en matériau tendre, en appui sur la portée,

caractérisé en ce que la pièce en matériau tendre (12) présente une déformation ne résultant pas d'une compression radiale, solidarissant axialement et angulairement la pièce en matériau tendre et la pièce en matériau dur.

11. Ensemble selon la revendication 10, dans lequel le rebord de la pièce en matériau tendre est de hauteur H , l'épaisseur e de la pièce en matériau dur étant inférieur à la hauteur H , de sorte que la pièce en matériau tendre présente une collerette (22) dépassant de la pièce en matériau dur, **caractérisé en ce que** ladite collerette (26) est rabattue par-dessus la pièce en matériau dur.

12. Ensemble selon l'une des revendications 10 et 11, **caractérisé en ce que** ladite ouverture de la pièce en matériau dur (10) présente des interstices en regard du rebord (20) de la pièce intermédiaire, et **en ce que** ladite pièce en matériau tendre (12) présente des déformations prenant place au moins partiellement dans les interstices.

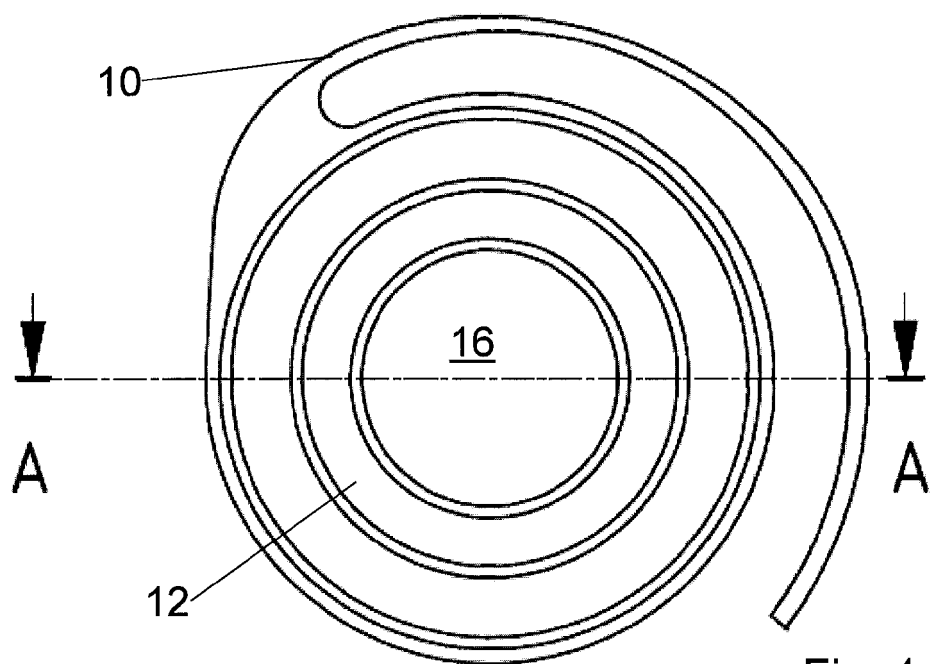


Fig. 1a

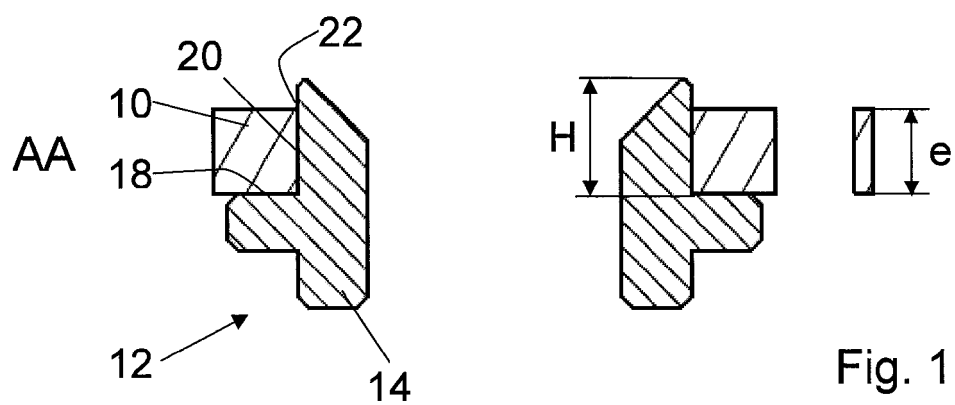


Fig. 1b

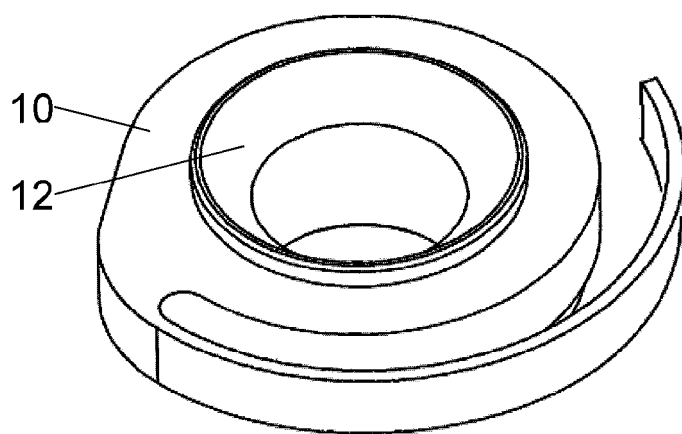


Fig. 1c

Fig. 1

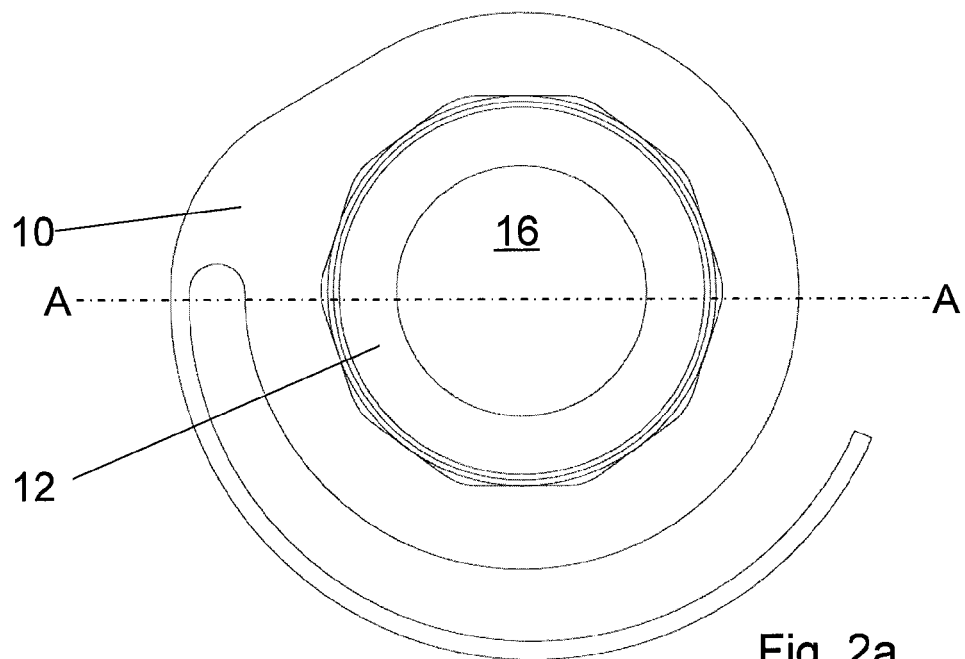


Fig. 2a

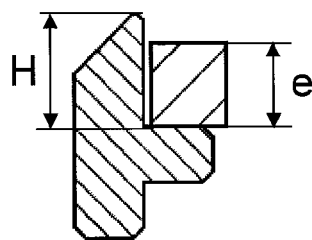
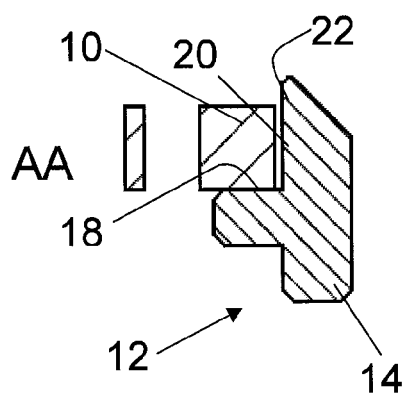


Fig. 2b

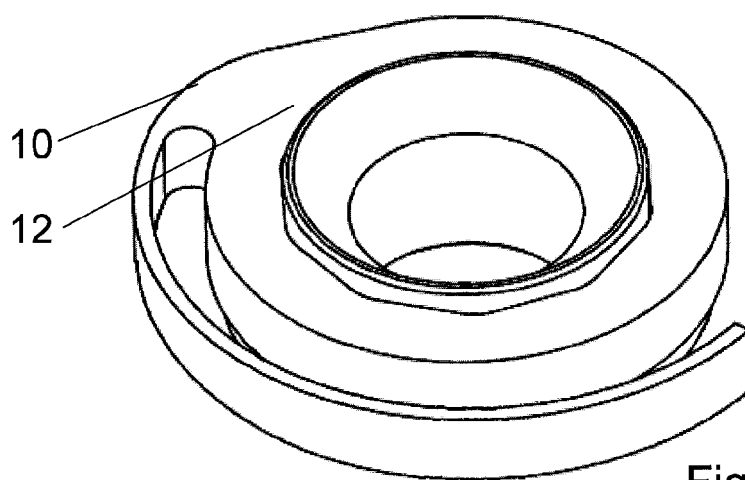


Fig. 2c

Fig. 2

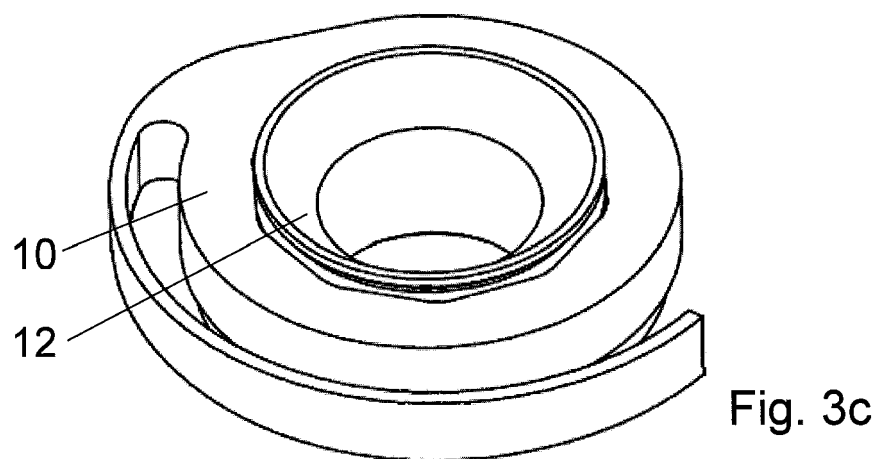
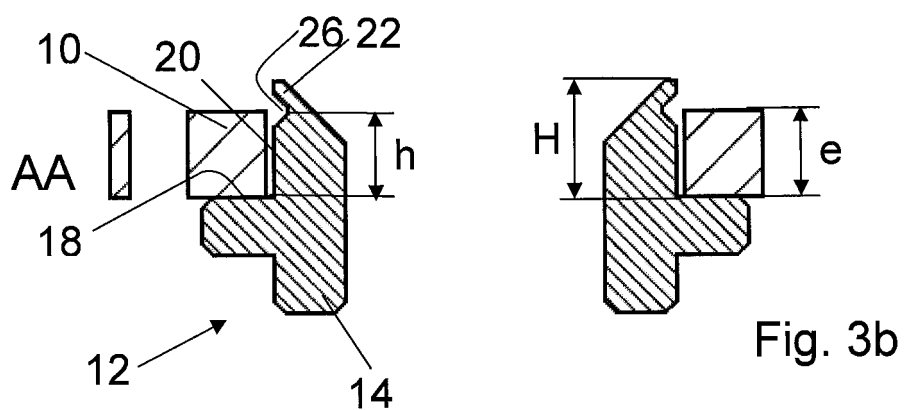
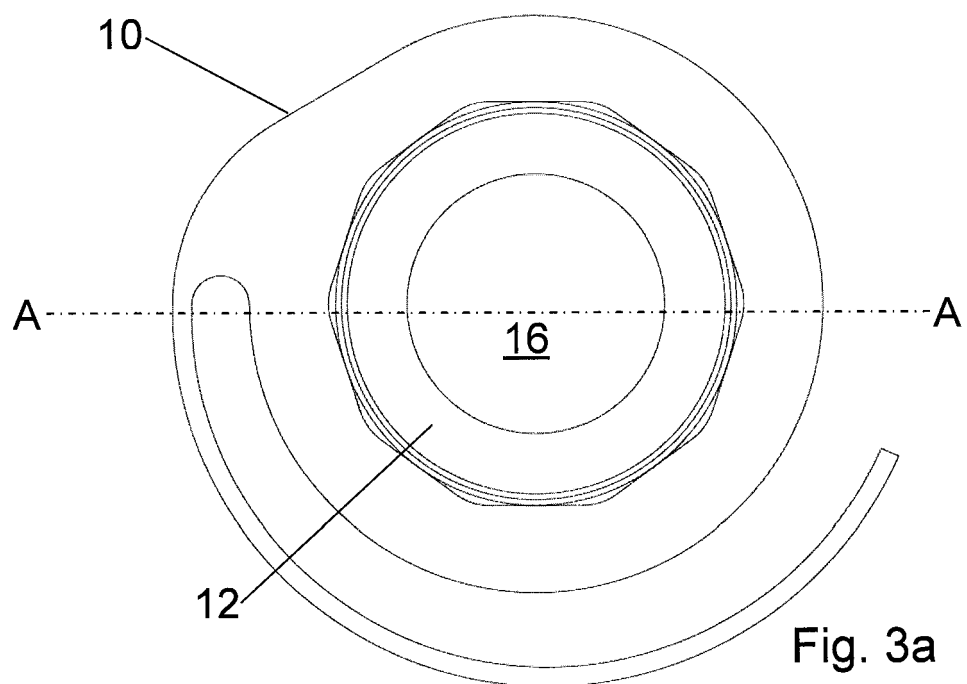


Fig. 3



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 08 15 3971

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	US 227 726 A (BUGBEE G. G.) 18 mai 1880 (1880-05-18)	1-4,7-11	INV.
A	* le document en entier *	5,6,12	G04B13/02 G04B17/34
X	CH 95 065 A (KOEHN EDOUARD LOUIS [CH]) 1 juin 1922 (1922-06-01)	1-4,7-11	
A	* le document en entier *	5,6,12	
A	EP 1 850 193 A (PATEK PHILIPPE SA [CH]) 31 octobre 2007 (2007-10-31) * alinéas [0005] - [0019] * * figures 2-7 *	1-12	
A	WO 2004/029733 A (FORE EAGLE CO LTD [CN]; GYGAX PIERRE [CH]) 8 avril 2004 (2004-04-08) * figures 4,5 * * page 6, ligne 12 - page 7, ligne 13 *	1-12	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			G04B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		19 décembre 2008	Burns, Mike
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 08 15 3971

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

19-12-2008

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 227726	A	AUCUN	
CH 95065	A	01-06-1922	AUCUN
EP 1850193	A	31-10-2007	AUCUN
WO 2004029733	A	08-04-2004	AT 412205 T 15-11-2008
		AU 2003205503 A1	19-04-2004
		EP 1543386 A2	22-06-2005

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 1422436 A [0002]
- EP 1705533 A [0004]