



CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) CH

699 680 B1

(19)

Brevet d'invention délivré 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 17/32 (2006.01)
G04B 13/02 (2006.01)

(12) **FASCICULE DU BREVET**

(21) Numéro de la demande: 01568/08

(22) Date de dépôt: 03.10.2008

(43) Demande publiée: 15.04.2010

(24) Brevet délivré: 15.09.2014

(45) Fascicule du brevet publié: 15.09.2014

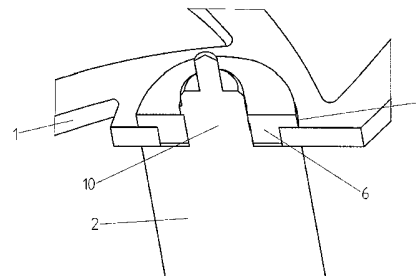
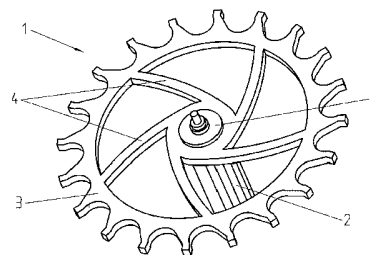
(73) Titulaire(s):
Richemont International SA, 10, route des Biches
1752 Villars-sur-Glâne (CH)

(72) Inventeur(s):
Eric Klein, 2000 Neuchâtel (CH)

(74) Mandataire:
P&TS SA, Av. J.-J. Rousseau 4 P.O. Box 2848
2001 Neuchâtel (CH)

(54) **Dispositif de fixation d'un mobile fragile sur un élément de support.**

(57) Dispositif de fixation destiné à fixer un mobile (1) fabriqué dans un matériau fragile sur un élément de support (2) le mobile (1) comportant une ouverture (5) destinée à la réception de l'élément de support (2); le dispositif de fixation comporte une pièce intermédiaire (6) en matériau déformable élastiquement adaptée pour être fixée dans l'ouverture (5) et comportant un trou central; la pièce intermédiaire (6) étant capable de redistribuer une partie des contraintes exercées par l'élément de support (2) lorsque ce dernier est chassé dans le trou central. L'invention concerne également un assemblage comprenant un mobile fixé sur l'élément de support (2) et le dispositif de fixation, ainsi qu'un mouvement horloger comportant cet assemblage.



Description

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne un dispositif de fixation d'un mobile pivotant sur un élément de support, plus particulièrement, un mobile fabriqué dans un matériau de nature relativement fragile tel que le verre, le quartz ou le silicium. La présente invention concerne également un dispositif de fixation d'un mobile horloger ainsi qu'un mouvement comportant un ou plusieurs mobiles fixés selon le dispositif de fixation de l'invention.

Etat de la technique

[0002] Dans le domaine de la micromécanique, qui sera par la suite plus particulièrement illustré par le domaine horloger, la technique de chassage est très largement utilisée, par exemple pour assujettir une roue sur un arbre. Lorsque le matériau constituant la pièce possède un domaine plastique, ce qui est le cas des métaux et alliages, on sait calculer les tolérances nécessaires pour l'arbre et l'alésage de façon à avoir un ajustement serré sans risque de briser la pièce, ou de la déformer. Lorsque le matériau ne possède pas, ou très peu, de domaine plastique, ce qui est le cas du verre, du quartz ou du silicium, le risque est grand de briser la pièce au montage.

[0003] Or, ces matériaux sont de plus en plus utilisés en horlogerie en raison notamment de leur insensibilité aux champs magnétiques, de leur très faible coefficient d'expansion thermique, et de leur densité bien inférieure à celle des métaux ou alliages. De plus les technologies modernes d'usinage permettent de réaliser des formes complexes avec une grande précision.

[0004] Si on effectue un ajustement gras pour éviter des contraintes dans le matériau cassant, on a alors un risque de déchassage ou de non entraînement d'un organe mobile par l'arbre. Pour pallier à cet inconvénient on peut utiliser la technique de collage, longtemps utilisée pour fixer un spiral sur une virole, comme décrit par exemple dans le brevet FR 1 447 142. Le brevet US 3 906 714 décrit un mode de réalisation dans lequel le point de colle permet à la fois de fixer le spiral à une bague formant virole et ladite bague à l'axe de balancier.

[0005] L'usage d'une colle a toutefois l'inconvénient de nécessiter des étapes supplémentaires d'usinage pour prévoir des logements pour la colle, et des tâches supplémentaires au moment de l'assemblage. En outre les phénomènes de vieillissement peuvent entraîner un certain jeu avec le temps.

[0006] Dans WO 2 007 099 068, une pièce de micromécanique fabriquée en quartz ou en silicium pour un mouvement horloger, comporte des zones à déformation élastique assurant le serrage lors de son chassage sur un axe.

[0007] De façon similaire dans la demande EP 1 826 635, une pièce de micromécanique fabriquée en silicium comporte une zone de déformation élastique composée de bras élastiques usinés dans le silicium, de façon à faciliter l'assemblage de la pièce sur un axe.

[0008] Toutefois, de telles zones élastiques sont susceptibles de causer un débattement radial de la pièce montée sur l'arbre. De plus, ces zones élastiques, constituées de structures relativement fines découpées dans la pièce à la proximité de l'arbre, tendent à fragiliser la pièce de sorte, d'une part, que la pièce soit peu résistante aux chocs, fréquents en particulier dans une pièce d'horlogerie, et, d'autre part, d'augmenter le risque de cassure lors du chassage de la pièce sur l'arbre.

Bref résumé de l'invention

[0009] Un but de la présente invention est de proposer un dispositif de fixation exempt des limitations de l'état de la technique.

[0010] Un autre but de l'invention est de proposer un dispositif de fixation permettant de fixer un mobile fabriqué dans un matériau fragile, c'est-à-dire, un matériau n'ayant pas ou ayant très peu de domaine plastique dans les températures normales d'utilisation, tel que le verre, le quartz ou le silicium, sur un élément de support de sorte à ce que les contraintes exercées par l'élément de support sur le mobile soient redistribuées afin de minimiser les risques d'endommagement et/ou de rupture du mobile lors de son montage et en opération.

[0011] Selon l'invention, ces buts sont atteints notamment au moyen d'une pièce intermédiaire en matériau déformable élastiquement destinée à être fixée dans une ouverture pratiquée dans le mobile et comportant un trou central dans lequel l'élément de support est chassé.

[0012] L'invention concerne également un assemblage comprenant le mobile fixé sur un élément de support et le dispositif de fixation.

[0013] Dans un mode de réalisation de l'invention, le mobile est une roue d'échappement et l'élément de support est un pignon d'échappement.

[0014] Dans un autre mode de réalisation de l'invention, le mobile est une ancre et l'élément de support est une tige d'ancre.

[0015] Encore dans un autre mode de réalisation de l'invention, le mobile est un plateau double d'échappement et l'élément de support est un axe de balancier.

[0016] Le dispositif de fixation de l'invention présente notamment l'avantage par rapport à l'art antérieur de minimiser les besoins en lubrification, de réduire l'usure et l'inertie de l'ensemble mobile – élément de support, ainsi que de faciliter l'assemblage des pièces.

Brève description des figures

[0017] Des exemples de mise en œuvre de l'invention sont indiqués dans la description illustrée par les figures annexées dans lesquelles:

- la fig. 1 illustre le dispositif de fixation d'un mobile sur un élément de support selon un premier mode de réalisation de l'invention;
- la fig. 2 illustre une pièce intermédiaire selon variante du mode de réalisation;
- la fig. 3 montre une portion centrale d'une roue d'échappement vue du dessous;
- la fig. 4 montre un pignon d'échappement chassé dans un trou central de la pièce intermédiaire;
- la fig. 5 montre la pièce intermédiaire comportant un ergot et une structure à sa périphérie extérieure;
- la fig. 6 montre la pièce intermédiaire comportant un ergot venant se loger dans une encoche pratiquée dans le mobile;
- la fig. 7 illustre une ouverture pratiquée dans le mobile selon une variante du mode de réalisation de l'invention;
- la fig. 8 illustre l'élément de support chassé dans l'ouverture du mobile selon une variante du mode de réalisation de l'invention;
- la fig. 9 illustre une autre variante du mode de réalisation de l'invention où une rondelle est chassée sur l'élément de support;
- la fig. 10 montre une ancre d'horlogerie montée sur une tige d'ancre;
- la fig. 11 montre un détail de l'ancre d'horlogerie montée sur la tige d'ancre; et
- la fig. 12 montre un plateau double d'échappement monté pivotant sur un axe de balancier.

Exemple(s) de mode de réalisation de l'invention

[0018] Les fig. 1 à 12 montrent différentes formes d'exécution d'un dispositif de fixation de l'invention pour l'assemblage d'un mobile, par exemple, un mobile d'horlogerie tel qu'une roue, une ancre ou un plateau double sur un élément de support tel qu'un axe ou un pignon.

[0019] Dans un premier mode de réalisation, illustrée aux fig. 1 à 9, le mobile, ici une roue d'échappement 1, est montée pivotant sur l'élément de support, un pignon d'échappement 2 fabriqué en acier, laiton ou autre alliage, dans cet exemple.

[0020] Dans l'exemple de la fig. 1, la roue d'échappement 1 comporte une serge 3 munie d'une denture d'échappement et cinq bras 4. D'autres configurations de la roue 1 sont également possible, la roue 1 peut, par exemple, comporter un nombre différent de bras de formes diverses, ou encore, prendre la forme d'un disque plein (non représenté). La roue 1 comporte également une ouverture 5 destinée à la réception du pignon d'échappement 2. L'exemple de la fig. 3 montre une telle ouverture 5 de forme ronde où le centre de la roue 1 est vu du dessous. L'ouverture 5 peut également avoir une forme non arrondie (non représentée), par exemple être de forme polygonale, par exemple carrée, pentagonale ou hexagonale etc., selon les propriétés du matériau et/ou du procédé de fabrication utilisés dans la fabrication du mobile 1.

[0021] Le mobile est typiquement fabriqué dans un matériau fragile, c'est-à-dire, un matériau n'ayant pas de domaine plastique dans les températures normales d'utilisation, tel que le verre, le quartz ou le silicium. Le mobile peut être fabriqué par un procédé de micro-usinage similaire aux procédés déjà utilisés par exemple pour la fabrication de circuits intégrés ou d'élément de micromécanique en silicium ou en verre. Dans le cas du silicium, notamment, le mobile peut être fabriqué à l'aide d'un procédé d'usinage humide ou sec, tel que le procédé DRIE (Deep Reaction Ion Etching). Le mobile en silicium peut également comporter un revêtement en oxyde de silicium ou en diamant.

[0022] Comme illustré aux fig. 1 à 4, le dispositif de fixation de l'invention comprend une pièce intermédiaire 6 en matériau déformable élastiquement, fixée dans l'ouverture 5 de la roue 1 en y étant soit ajustée sans serrage, soit chassée. La pièce intermédiaire 6 comporte un trou central 7 permettant la réception et le serrage, par exemple par chassage, de l'élément de support 2 dans le trou central 7, déformant ainsi la pièce intermédiaire 6 en la serrant dans l'ouverture 5.

Dans l'exemple de la fig. 4, montrant une vue selon une coupe perpendiculaire au plan de la roue d'échappement 1, le pignon d'échappement 2 comporte à une extrémité une assiette 10 qui est chassée dans le trou central 7. En se déformant, la pièce intermédiaire 6 redistribue une partie des contraintes exercées par l'élément de support 2, permettant d'éviter que ces contraintes ne se concentrent en des points particuliers de la roue 1, notamment aux arrêtes dans le cas où l'ouverture 5 a, par exemple, une forme polygonale. Les risques d'endommagement et de rupture de la roue 1 sont donc réduits lors de son montage et en opération, en particulier dans les cas où la roue 1 est fabriquée dans un matériau fragile.

[0023] La pièce intermédiaire 6 peut être fabriquée dans un matériau plastique, de préférence, caractérisé par une bonne stabilité dimensionnelle, une bonne résistance à l'abrasion, et permettant une usure et un frottement réduits. Dans un mode préféré de l'invention, la pièce intermédiaire 6 est fabriquée en polyoxyméthylène, par exemple, le Delrin®. La mise en forme de la pièce intermédiaire 6 est préférentiellement réalisée par moulage par injection, mais peut également être réalisée par extrusion, estampage ou usinage.

[0024] Dans une variante du mode de réalisation, la pièce intermédiaire 6 est fabriquée dans un métal mou tel que l'or, le laiton, le bronze, le nickel, le cuivre ou des alliages de ceux-ci. Un alliage de cuivre-béryllium peut également être avantageusement employé pour ses propriétés mécaniques et tribologiques.

[0025] La pièce intermédiaire 6, montrée isolée à la fig. 2, comporte une structure 8 de forme bosselée sur sa périphérie extérieure, de façon à permettre une plus grande déformabilité de la pièce intermédiaire 6 lorsqu'elle est chassée dans l'ouverture 5. D'autres formes de structure 8 sont également possibles, par exemple des nervures ou rainures (non représentées), remplissant la même fonction que la forme bosselée. La périphérie extérieure peut également être lisse, comme montré dans l'exemple de la fig. 4. Comme visible en particulier dans les fig. 2, 4 et 5, la pièce intermédiaire 6 peut également comporter un rebord 9 venant s'appuyer contre la face supérieure du mobile lorsque la pièce 6 est chassée dans l'ouverture 5, permettant ainsi son positionnement axial. La pièce 6 peut également avoir la forme d'un cylindre creux ne comportant pas de rebord.

[0026] Dans un autre mode de réalisation de l'invention montré à la fig. 3, le trou central 7 comporte un méplat 11, apte à se conformer à la forme de la partie chassée de l'élément de support 2, de manière à monter la pièce intermédiaire 6 de façon non rotative sur l'élément de support 2. D'autres configurations du trou central 7 et de l'élément de support 2 sont également possibles. Par exemple, le trou central 7 et l'élément de support 2 peuvent comporter des encoches ou rainures conformes (non représentées).

[0027] Dans une autre variante du mode de réalisation montrée aux fig. 5 et 6, le rebord 9 de la pièce intermédiaire 6 comporte un ergot 12 s'étendant radialement vers l'extérieur, et venant se loger dans une encoche 13 de forme correspondante, pratiquée dans le mobile 1 et visible dans la fig. 6, montrant une vue du dessous de la portion centrale de la roue 1. L'ergot 12 permet de monter la pièce intermédiaire 6 de façon non rotative et selon un positionnement prédéterminé sur la roue 1. L'ergot peut également s'étendre sur toute la hauteur de la pièce intermédiaire 6.

[0028] Encore dans une autre variante du mode de réalisation montrée à la fig. 7, la forme de l'ouverture 5 est conforme à la forme, par exemple bosselée, de la structure 8 de la pièce intermédiaire 6 telle que montrée dans les exemples des fig. 2 et 5. La conformité de la forme de l'ouverture 5 et de la structure 8 permet un positionnement non rotatif et prédéterminé de la roue 1 sur l'élément de support 2. La pièce intermédiaire 6 peut également comporter l'ergot 12 et la structure 8, par exemple de forme bosselée, comme illustrée à la fig. 5.

[0029] Encore dans une autre variante du mode de réalisation montrée à la fig. 8, l'élément de support 2 est directement chassé dans l'ouverture 5 de la roue 1. Dans cet exemple, l'ouverture 5 est de forme ronde et comporte le méplat 11, conforme avec la forme de l'assiette 10. Ici, la roue 1 peut être fixée à l'assiette 10 grâce à un point de colle placé sur le pourtour de l'assiette 10 et/ou de l'ouverture 5. La roue 1 peut également comporter une ouverture 5 de forme polygonale ou autre.

[0030] Encore dans une autre variante du mode de réalisation représentée à la fig. 9, montrant une vue selon une coupe perpendiculaire au plan de la roue d'échappement 1, une rondelle 14 est chassée sur l'assiette 10 au-dessus de la roue 1, et vient en butée avec la roue 1 de sorte à la maintenir de façon fixe sur l'assiette 10. La rondelle 14 peut être fabriquée dans un matériau plastique tel que le polyoxyméthylène, par exemple, le Delrin®, ou dans un métal mou tel que l'or, le laiton, le bronze, le nickel, le cuivre ou des alliages de ceux-ci. De façon préférée, la rondelle 14 est fabriquée dans un alliage de cuivre-béryllium. L'utilisation de la rondelle 14 permet de fixer sans colle le mobile sur l'élément de support.

[0031] Encore dans une autre variante non représentée du mode de réalisation, le mobile est chassé directement ou soit par l'intermédiaire de la pièce intermédiaire 6 sur l'élément de support, fabriqué en matière plastique tel que le polyoxyméthylène, par exemple, le Delrin®.

[0032] La pièce intermédiaire 6 et l'élément de support 2 peuvent être fabriqués d'une seule pièce. Dans ce cas, la pièce intermédiaire 6 et l'élément de support 2 sont fabriqués en alliage de cuivre-béryllium ou dans une matière plastique telle que le polyoxyméthylène, par exemple, le Delrin®.

[0033] Dans un autre mode de réalisation de l'invention montré aux fig. 10 et 11, le mobile, ici une ancre d'horlogerie 15 comportant une baguette 17, est montée pivotante sur l'élément de support, ici une tige d'ancre 16. La fig. 11 montre une portion de cet ensemble proche de la tige d'ancre 16, selon une coupe perpendiculaire au plan de l'ancre 15. La tige d'ancre 16 est chassée dans le trou central 7 de la pièce intermédiaire 6, le rebord 9 de la pièce 6 venant en butée contre

la face supérieure de l'ancre 15. Dans cet exemple, une rondelle 14 est également chassée sur la tige d'ancre 16 et vient en butée contre la face inférieure de l'ancre 15 de façon à positionner et/ou fixer axialement celle-ci sur la tige d'ancre 16. Dans une variante du mode de réalisation, l'ancre 15 est fixée sur la tige d'ancre 16 sans la rondelle 14.

[0034] Encore dans un autre mode de réalisation de l'invention représenté à la fig. 12, le mobile, ici un plateau double d'échappement 18 comportant une cheville 19, est monté pivotant sur l'élément de support, ici un axe de balancier 20. Une portion d'un spiral 21 et d'un balancier 22 d'un système de régulation horloger, également montés sur l'axe de balancier 20, sont également visibles dans la fig. 12. Dans cet exemple, la pièce intermédiaire 6 de forme cylindrique est chassée dans une cavité 23 du plateau double 18 et l'axe de balancier 20 est chassé dans le trou central 7 de la pièce intermédiaire 6. La cavité 23 comporte un épaulement 24 permettant de positionner axialement la pièce intermédiaire 6 le long de la cavité 23. La pièce intermédiaire 6 peut comporter une structure 8, par exemple de forme bosselée. Le plateau double 18 est préférablement fabriqué en acier, laiton ou glucydur, mais peut également être fabriqué dans un autre matériau.

[0035] Le dispositif de fixation de l'invention peut être utilisé avantageusement dans un mouvement horloger comportant des mobiles en matériau fragile, tel que le silicium ou le silicium revêtu de diamant, montés sur leurs éléments de support respectifs. Par exemple, un organe régulateur d'un mouvement horloger (non représenté) peut comporter une roue d'échappement 1, une ancre 15 et un plateau double d'échappement 18 comportent chacun une pièce intermédiaire 6 fixée dans une ouverture 5 pratiquée dans chacun des mobiles 1, 15, 18; la pièce intermédiaire 6 comportant un trou central 7 dans lequel un pignon d'échappement 2, une tige d'ancre 16 et un axe de balancier 20, respectivement, sont chassés.

[0036] Il va de soi que le dispositif de fixation de l'invention n'est pas limité aux modes de réalisation qui viennent d'être décrits et que diverses modifications et variantes peuvent être envisagées par l'homme de métier sans sortir du cadre de la présente invention.

[0037] Par exemple, le mobile de l'invention peut également être un élément de construction horloger tel qu'une roue dentée ou une masse oscillante montées sur un pignon, ou encore, une platine, un pont ou un cadran, montés sur un ou des pieds.

[0038] Le dispositif de fixation de l'invention peut également être employé pour le montage d'un mobile tel qu'une pièce de micromécanique non horlogère, ayant, par exemple, un rôle fonctionnel dans un circuit imprimé ou un MEMS.

Numéros de référence employés sur les figures

[0039]

- 1 roue d'échappement
- 2 pignon d'échappement
- 3 serge
- 4 bras
- 5 ouverture
- 6 pièce intermédiaire
- 7 trou central
- 8 structure
- 9 rebord
- 10 assiette
- 11 méplat
- 12 ergot
- 13 encoche
- 14 rondelle
- 15 ancre
- 16 tige d'ancre
- 17 baguette
- 18 plateau double d'échappement

- 19 cheville
- 20 axe de balancier
- 21 spiral
- 22 balancier
- 23 cavité
- 24 épaulement

Revendications

1. Dispositif de fixation destiné à fixer un mobile (1, 15, 18) fabriqué dans un matériau fragile sur un élément de support (2, 16, 20); le mobile (1, 15, 18) comportant une ouverture (5) destinée à la réception de l'élément de support (2, 16, 19); caractérisé en ce que le dispositif de fixation comporte une pièce intermédiaire (6) en matériau déformable élastiquement adaptée pour être fixée dans l'ouverture (5) et comportant un trou central (7); la pièce intermédiaire (6) étant capable de redistribuer une partie des contraintes exercées par l'élément de support (2, 16, 20) lorsque ce dernier est chassé dans le trou central (7).
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la pièce intermédiaire (6) est fabriquée dans un matériau plastique.
3. Dispositif selon les revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la pièce intermédiaire (6) est fabriquée en polyoxyméthylène.
4. Dispositif selon l'une des revendications de 1 à 3, caractérisé en ce que la pièce intermédiaire (6) comporte, sur sa périphérie extérieure, une structure (8) de forme bosselée.
5. Dispositif selon l'une des revendications de 1 à 4, caractérisé en ce que la pièce intermédiaire (6) comporte un ergot (12) destinée à venir se loger dans une encoche (13) de forme correspondante, pratiquée dans le mobile (1, 15, 18).
6. Dispositif selon l'une des revendications de 4 à 5, caractérisé en ce que la forme de la structure (8) de la pièce intermédiaire (6) est choisie pour être conforme à la forme de l'ouverture (5).
7. Assemblage comprenant un mobile (1, 15, 18) fixé sur un élément de support (2, 16, 19), le mobile étant fabriqué dans un matériau fragile et comportant une ouverture (5) destinée à la réception de l'élément de support, l'assemblage comprenant également le dispositif de fixation selon l'une des revendications de 1 à 6, caractérisé en ce que le mobile (1, 15, 18) est fabriqué en silicium.
8. Assemblage selon la revendication 7, caractérisé en ce que le mobile (1, 15, 18) comporte un revêtement en oxyde de silicium ou en diamant.
9. Assemblage selon la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce que l'élément de support (2, 16, 20) est fabriqué en matière plastique et est directement chassé dans l'ouverture (5).
10. Assemblage selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'élément de support (2, 16, 20) est fabriqué en polyoxyméthylène.
11. Assemblage selon l'une des revendications de 7 à 9, caractérisé en ce que le mobile est une roue d'échappement (1) et l'élément de support est un pignon d'échappement (2).
12. Assemblage selon l'une des revendications de 7 à 9, caractérisé en ce que le mobile est une ancre (15) et l'élément de support est une tige d'ancre (16).
13. Assemblage selon l'une des revendications de 7 à 9, caractérisé en ce que le mobile est un plateau double d'échappement (18) et l'élément de support est un axe de balancier (20).
14. Mouvement horloger comportant l'assemblage selon l'une des revendications de 7 à 13.
15. Mouvement horloger selon la revendication 14, dans lequel l'assemblage comporte des mobiles comprenant au moins une roue d'échappement (1), une ancre (15) et un plateau double d'échappement (18) fabriqués dans un matériau fragile et montés respectivement sur des éléments de support comprenant au moins un pignon d'échappement (2), une tige d'ancre (16) et un axe de balancier (20), respectivement, caractérisé en ce que les mobiles (1, 15, 18) comportent chacun une pièce intermédiaire (6) fixée dans une ouverture (5) pratiquée dans chacun des mobiles (1, 15, 18); la pièce intermédiaire (6) comportant un trou central (7) dans lequel les éléments de support (2, 16, 20) sont respectivement chassés.
16. Mouvement horloger selon la revendication 14 ou 15, caractérisé en ce que

CH 699 680 B1

les mobiles (1, 15, 18) sont fabriqués en silicium ou en silicium revêtu de diamant.

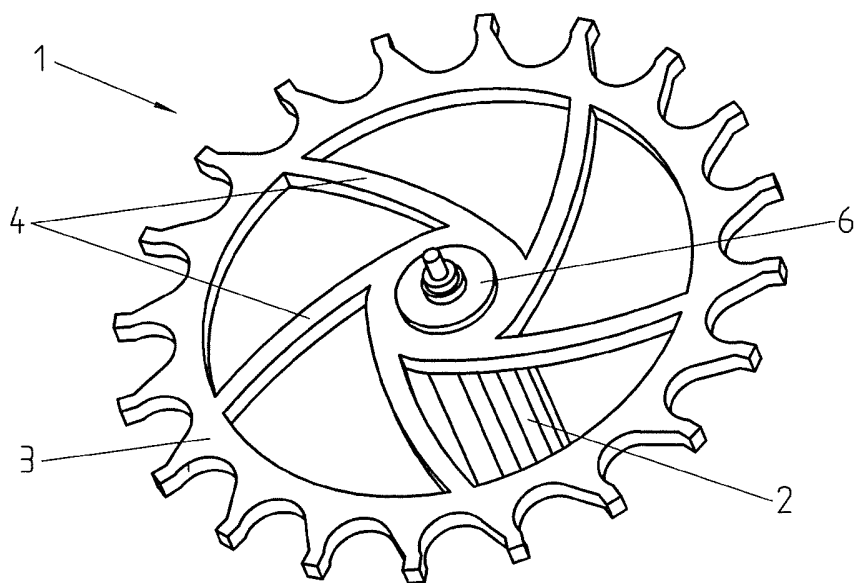


Fig. 1

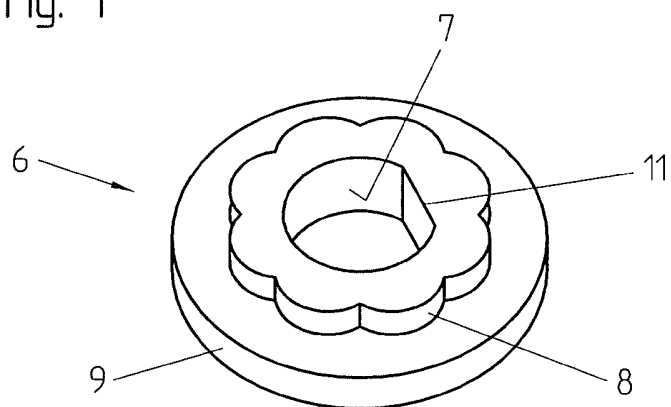


Fig. 2

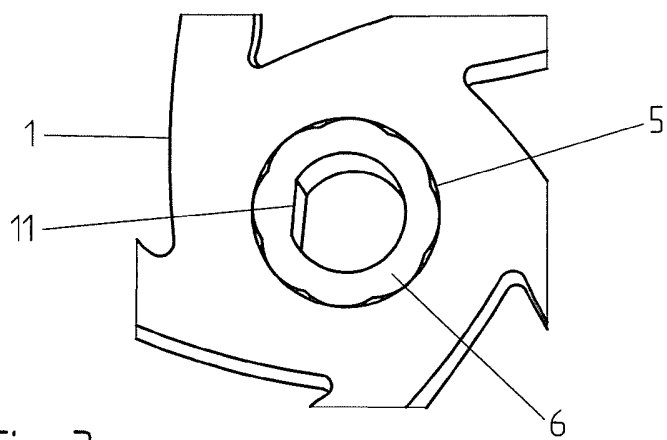


Fig. 3

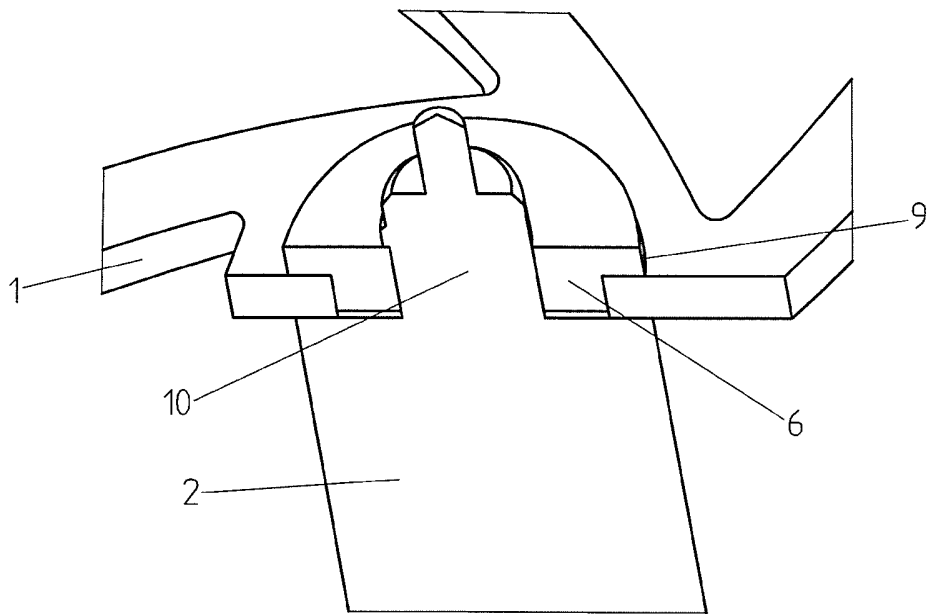


Fig. 4

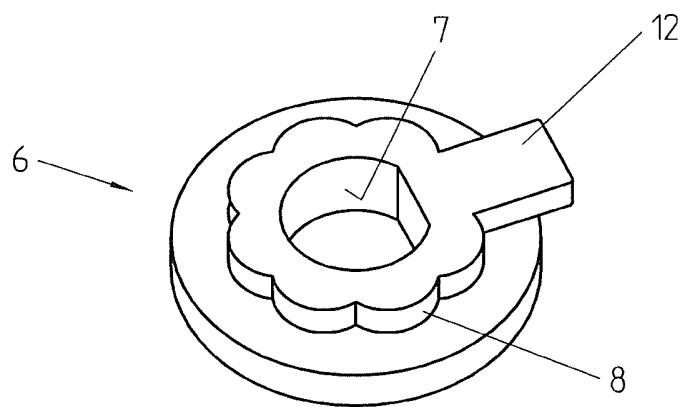


Fig. 5

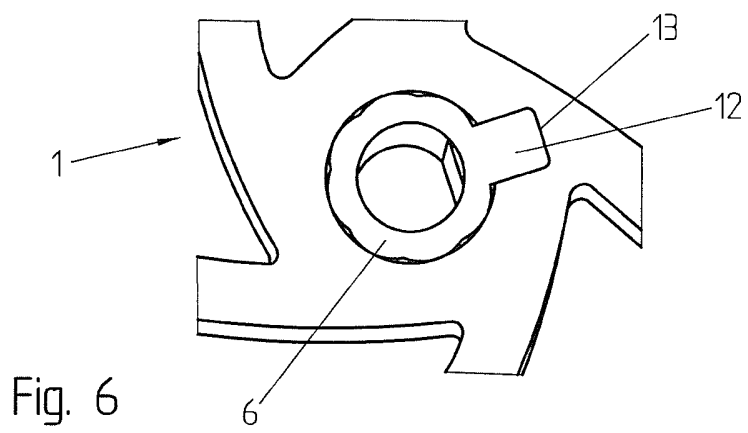


Fig. 6

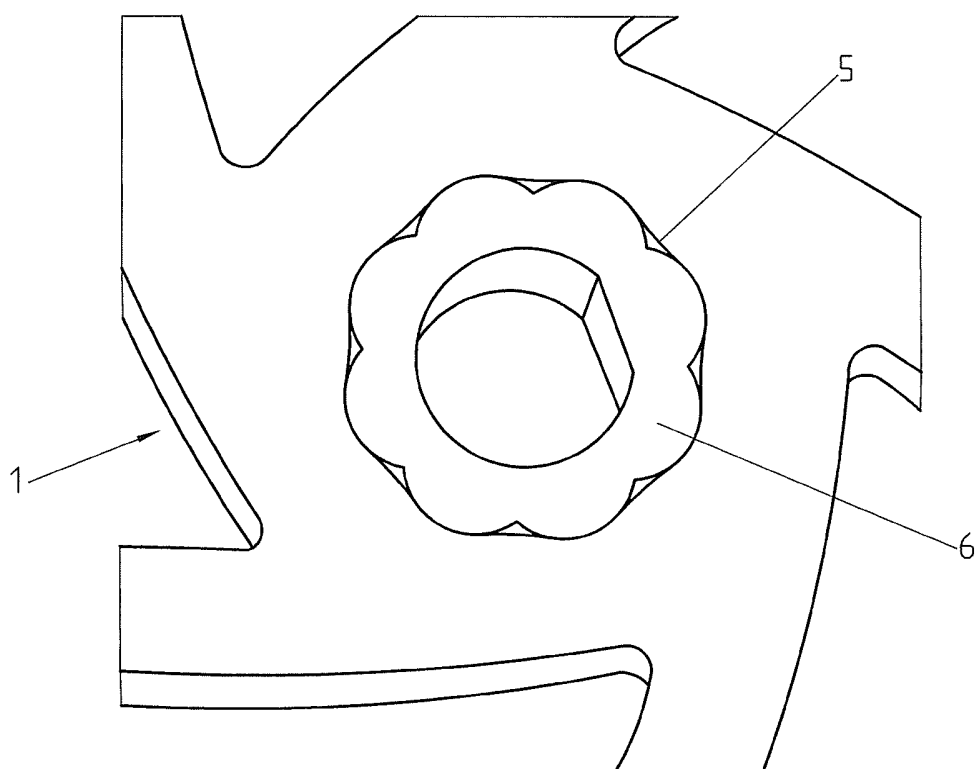


Fig. 7

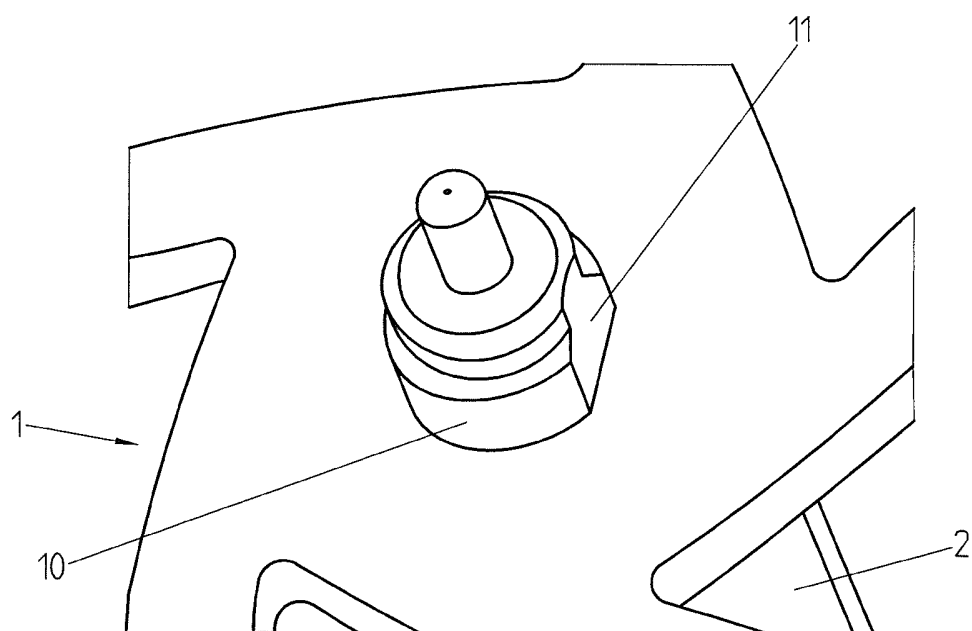


Fig. 8

