



CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **707 883 B1**

(51) Int. Cl.: **G04B 15/14** (2006.01)
G04B 17/32 (2006.01)
G04B 15/08 (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: 00765/13

(22) Date de dépôt: 12.04.2013

(43) Demande publiée: 15.10.2014

(24) Brevet délivré: 15.06.2017

(45) Fascicule du brevet publié: 15.06.2017

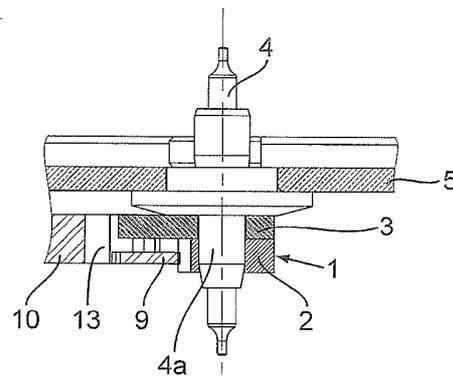
(73) Titulaire(s):
PATEK PHILIPPE SA GENEVE, Rue du Rhône 41
1204 Genève (CH)

(72) Inventeur(s):
Frédéric Maier, 2000 Neuchâtel (CH)
Anthony Krüttli, 25390 Orchamps-Vennes (FR)

(74) Mandataire:
MICHELI & CIE SA, 122,
Rue de Genève, Case postale 61
1226 Thônex (CH)

(54) **Organe d'échappement pour mouvement d'horlogerie.**

(57) L'organe d'échappement (1), ou «double plateau», est destiné à être monté sur un arbre de balancier (4) pour coopérer avec une ancre d'échappement (10) et comprend une première partie (2) ou «petit plateau» agencée pour coopérer avec un dard (9) de l'ancre (10) pour empêcher le renversement de l'ancre (10) et une deuxième partie (3) ou «grand plateau» agencée pour coopérer avec une fourchette (13) de l'ancre (10) pour transmettre des mouvements entre l'arbre de balancier (4) et l'ancre (10). La première partie (2) comprend une encoche à sa périphérie pour laisser passer le dard (9) en fonctionnement normal. La deuxième partie (3) comprend un élément saillant destiné à venir en contact avec la fourchette (13). L'organe d'échappement (1) est caractérisé en ce que les première et deuxième parties (2, 3) sont sous la forme respectivement d'une première pièce (2) faite en métal et d'une deuxième pièce (3) faite en un matériau fragile adhérent l'une à l'autre, la première pièce (2) présentant un alésage permettant le chassage de l'organe d'échappement (1) sur l'arbre de balancier (4), la deuxième pièce (3) présentant un trou coaxial à l'alésage et de plus grand diamètre que l'alésage de sorte à être traversée par l'arbre de balancier (4) sans recevoir aucune contrainte de ce dernier lorsque l'organe d'échappement (1) est chassé sur ledit arbre (4).



Description

[0001] La présente invention concerne un organe d'échappement, communément appelé «double plateau», pour un mouvement d'horlogerie.

[0002] Un tel organe d'échappement est monté sur l'arbre de balancier pour coopérer avec l'ancre de l'échappement, et comprend un petit plateau et un grand plateau. Le petit plateau sert, en cas de choc subi par le mouvement, à empêcher le renversement accidentel de l'ancre, en faisant office de butée pour le dard de l'ancre, et comprend à sa périphérie une encoche permettant le passage du dard en fonctionnement normal. Le grand plateau porte un élément saillant, appelé «cheville de plateau», qui en fonctionnement coopère avec la fourchette de l'ancre pour faire entraîner l'ancre par l'arbre de balancier pendant les phases de dégagement et pour faire entraîner l'arbre de balancier par l'ancre pendant les phases d'impulsion.

[0003] Dans les mouvements d'horlogerie traditionnels, le double plateau est métallique et chassé sur l'arbre de balancier. Dans l'horlogerie, le chassage est généralement préféré à d'autres techniques de montage telles que le collage, car il est plus facile à mettre en œuvre. Le montage par chassage nécessite toutefois que la pièce puisse se déformer plastiquement, ce qui interdit l'usage de matériaux dits «fragiles» ou «cassants» tels que le silicium.

[0004] Il existe dans l'état de la technique des ancrés et roues d'échappement réalisées en silicium pouvant en pratique coopérer ensemble avec un très bon coefficient de frottement, sans lubrification. Afin de tirer encore un plus grand profit de ce coefficient de frottement, il est intéressant de pouvoir réaliser aussi en silicium le double plateau. Toutefois, dans ce cas, le problème se pose de comment fixer le double plateau sur l'arbre de balancier de manière suffisamment ferme, compte tenu de la fragilité du silicium, pour éviter le risque de glissement angulaire du double plateau sur l'arbre de balancier pendant le fonctionnement de l'échappement. Un autre problème est que le silicium, du fait de sa fragilité, n'est pas le meilleur matériau pour recevoir des chocs comme ceux que peut recevoir le petit plateau de la part du dard.

[0005] La présente invention vise à répondre à ces problèmes et propose à cette fin un organe d'échappement pour mouvement d'horlogerie, destiné à être monté sur un arbre de balancier pour coopérer avec une ancre d'échappement et comprenant une première partie agencée pour coopérer avec un dard de l'ancre pour empêcher le renversement de l'ancre et une deuxième partie agencée pour coopérer avec une fourchette de l'ancre pour transmettre des mouvements entre l'arbre de balancier et l'ancre, la première partie comprenant une encoche à sa périphérie pour laisser passer le dard en fonctionnement normal, la deuxième partie comprenant un élément saillant destiné à venir en contact avec la fourchette, caractérisé en ce que les première et deuxième parties sont sous la forme respectivement d'une première pièce faite en métal et d'une deuxième pièce faite en un matériau fragile adhérent l'une à l'autre, la première pièce présentant un alésage permettant le chassage de l'organe d'échappement sur l'arbre de balancier, la deuxième pièce présentant un trou coaxial à l'alésage et de plus grand diamètre que l'alésage de sorte à être traversée par l'arbre de balancier sans recevoir aucune contrainte de ce dernier lorsque l'organe d'échappement est chassé sur ledit arbre.

[0006] Dans un mode de réalisation particulier, ledit élément saillant fait saillie radialement depuis la périphérie d'une partie de la deuxième pièce présentant ledit trou.

[0007] Les première et deuxième pièces peuvent adhérer l'une à l'autre par une liaison par thermocompression, par une liaison par polymère ou par une liaison eutectique.

[0008] La première pièce est par exemple en un matériau comprenant de l'or, du nickel, du nickel-phosphore, du cuivre-béryllium ou un autre alliage cuivreux.

[0009] La deuxième pièce est par exemple en un matériau comprenant du silicium, du verre, du quartz, du diamant, du carbure de bore ou du carbure de silicium.

[0010] La présente invention propose également un assemblage d'un organe d'échappement et d'un arbre de balancier pour un mouvement d'horlogerie, l'arbre de balancier portant ou étant destiné à porter un balancier, l'organe d'échappement étant destiné à coopérer avec une ancre d'échappement et comprenant une première partie agencée pour coopérer avec un dard de l'ancre pour empêcher le renversement de l'ancre et une deuxième partie agencée pour coopérer avec une fourchette de l'ancre pour transmettre des mouvements entre l'arbre de balancier et l'ancre, la première partie comprenant une encoche à sa périphérie pour laisser passer le dard en fonctionnement normal, la deuxième partie comprenant un élément saillant destiné à venir en contact avec la fourchette, caractérisé en ce que les première et deuxième parties sont sous la forme respectivement d'une première pièce faite en métal et d'une deuxième pièce faite en un matériau fragile adhérent l'une à l'autre, en ce que l'organe d'échappement est monté sur l'arbre de balancier par chassage de l'arbre de balancier dans un alésage de la première pièce, et en ce que la deuxième pièce est traversée par l'arbre de balancier sans recevoir aucune contrainte de ce dernier.

[0011] Dans un mode de réalisation particulier, ledit élément saillant fait saillie radialement depuis la périphérie d'une partie de la deuxième pièce traversée par l'arbre de balancier.

[0012] La présente invention propose également un mouvement d'horlogerie comprenant un organe d'échappement ou un assemblage tel que défini ci-dessus.

[0013] La présente invention propose enfin un procédé de fabrication d'un organe d'échappement pour mouvement d'horlogerie destiné à être monté sur un arbre de balancier pour coopérer avec une ancre d'échappement et comprenant une première partie agencée pour coopérer avec un dard de l'ancre pour empêcher le renversement de l'ancre et une deuxième partie agencée pour coopérer avec une fourchette de l'ancre pour transmettre des mouvements entre l'arbre de balancier et l'ancre, la première partie comprenant une encoche à sa périphérie pour laisser passer le dard en fonctionnement normal, la deuxième partie comprenant un élément saillant destiné à venir en contact avec la fourchette, caractérisé en ce qu'il comprend une première étape consistant à réaliser les première et deuxième parties sous la forme respectivement d'une première pièce faite en métal et d'une deuxième pièce faite en un matériau fragile et une deuxième étape consistant à faire adhérer les première et deuxième pièces l'une à l'autre, ces étapes étant réalisées de telle sorte que la première pièce présente un alésage permettant le chassage de l'organe d'échappement sur l'arbre de balancier et que la deuxième pièce présente un trou coaxial à l'alésage et de plus grand diamètre que l'alésage de sorte à être traversée par l'arbre de balancier sans recevoir aucune contrainte de ce dernier lorsque l'organe d'échappement est chassé sur ledit arbre.

[0014] La première pièce peut être réalisée par croissance galvanique.

[0015] La deuxième pièce peut être réalisée par gravure.

[0016] L'étape d'adhésion est par exemple une liaison par thermocompression, une liaison par polymère ou une liaison eutectique.

[0017] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée suivante faite en référence aux dessins annexés dans lesquels:

- la fig. 1 est une vue en coupe d'un organe d'échappement selon l'invention monté sur l'arbre d'un balancier et coopérant avec une ancre, le balancier et l'ancre étant montrés seulement partiellement;
- la fig. 2 est une vue en perspective de l'organe d'échappement coopérant avec l'ancre (montrée seulement partiellement);
- la fig. 3 est une vue en coupe de l'organe d'échappement seul;
- la fig. 4 est une vue de dessous de l'organe d'échappement seul;
- la fig. 5 est une vue en perspective de l'organe d'échappement seul.

[0018] En référence aux fig. 1 à 5, un organe d'échappement 1 selon l'invention, notamment pour un échappement à ancre suisse d'un mouvement d'horlogerie, comprend une première partie 2 remplissant la fonction d'un petit plateau et une deuxième partie 3 remplissant la fonction d'un grand plateau. Les première et deuxième parties 2, 3 sont fixées l'une à l'autre. L'organe d'échappement 1 est destiné à être monté sur l'arbre 4 d'un balancier 5 pour être solidaire dudit balancier.

[0019] La première partie 2 est une pièce métallique qui présente la forme traditionnelle d'un petit plateau, à savoir une forme annulaire définissant en son centre un alésage 6 pour recevoir l'arbre de balancier 4 et comprenant une encoche 7 dans sa périphérie. La partie circulaire 8 de ladite périphérie sert de butée au dard 9 d'une ancre 10 pour empêcher le renversement de l'ancre 10 en cas de choc subi par le mouvement. L'encoche 7 sert à laisser passer le dard 9, et donc à ne pas gêner le déplacement de l'ancre 10, pendant le fonctionnement normal du mouvement. La première partie 2 est par exemple en or, nickel, nickel-phosphore, cuivre-béryllium ou autre alliage cuivreux. Elle peut être réalisée par croissance galvanique selon la technique LIGA. Le terme «métal», dans le cadre de la présente invention, signifie tout aussi bien un métal pur qu'un alliage comprenant un métal.

[0020] La deuxième partie 3 est une pièce en un matériau fragile tel que le silicium. Par «matériau fragile» on entend que le matériau n'est pas capable de se déformer plastiquement et qu'il se casse donc dès que sa limite élastique est dépassée. La deuxième partie 3 comprend un élément annulaire 11 et un élément saillant 12 faisant saillie radialement depuis la périphérie de l'élément annulaire 11 dans le même plan que ce dernier, plan qui est perpendiculaire à l'axe de l'arbre de balancier 4. L'élément saillant 12 constitue la partie fonctionnelle de la deuxième partie 3, qui coopère avec la fourchette 13, plus précisément avec l'entrée de fourchette, de l'ancre 10 pour transmettre des mouvements entre l'arbre de balancier 4 et l'ancre 10 pendant les phases de dégagement et d'impulsion. L'élément annulaire 11 est la partie par laquelle la deuxième partie 3 est fixée à la première partie 2. Le trou 14 défini par l'élément annulaire 11 est coaxial avec l'alésage 6 de la première partie 2. La deuxième partie 3 est réalisée typiquement par gravure, par exemple par DRIE (Deep Reactive Ion Etching).

[0021] Le diamètre de l'alésage 6 est légèrement inférieur au diamètre du tronçon 4a de l'arbre de balancier 4 sur lequel l'organe d'échappement 1 est destiné à être monté. Le diamètre du trou 14 est, lui, plus grand que le diamètre de l'alésage 6 et que le diamètre du tronçon 4a. De la sorte, comme visible sur les fig. 1 et 3, un tel tronçon 4a cylindrique à section circulaire de l'arbre de balancier 4 peut traverser l'organe d'échappement 1 en étant chassé dans la première partie 2 et en passant dans le trou 14 de la deuxième partie 3 sans contact avec la paroi dudit trou. Toutes les contraintes de

chassage sont ainsi reçues exclusivement par la première partie, métallique 2. La deuxième partie 3, en matériau fragile, ne reçoit aucune contrainte de l'arbre de balancier 4 et est ainsi préservée des risques de rupture.

[0022] Typiquement, l'alésage 6 et le trou 14 ont une forme cylindrique à section circulaire, comme représenté. En variante toutefois, ils peuvent avoir une autre forme, par exemple une forme à section ovale ou polygonale. Le «diamètre» est alors défini comme étant le diamètre du cercle (plus exactement du cylindre à section circulaire) inscrit dans l'alésage ou le trou.

[0023] Les première et deuxième parties 2, 3 adhèrent l'une à l'autre, plus précisément sont fixées par un type de liaison que l'on utilise dans le domaine des MEMS (micro-electro-mechanical systems), à savoir notamment une liaison par thermocompression («thermocombpression bonding»), une liaison eutectique («eutectic bonding») ou une liaison par polymère («polymer bonding»). Ces types de liaison sont utilisés dans le cadre de techniques de microfabrication autorisant un très grand degré de précision dans le positionnement des pièces. Ainsi, les première et deuxième parties 2, 3 peuvent être positionnées l'une par rapport à l'autre très précisément. En particulier, l'alignement angulaire de l'encoche 7 par rapport à l'élément saillant 12 peut être très précis.

[0024] Selon un premier mode de réalisation, les première et deuxième parties 2, 3 sont fixées l'une à l'autre par thermocompression. La deuxième partie 3 est d'abord réalisée en silicium par DRIE et recouverte d'une couche d'oxyde de silicium, typiquement par traitement thermique et de préférence sur toutes ses surfaces, pour augmenter sa résistance mécanique. Ensuite, une sous-couche d'adhésion, par exemple en chrome, titane ou tantale, est déposée sur la face de la deuxième partie 3, plus précisément de l'élément annulaire 11, destinée à recevoir la première partie 2. Puis une couche d'adhésion, typiquement en or, est déposée sur la sous-couche d'adhésion par PVD (physical vapour deposition) ou toute autre technique appropriée. Enfin, une pièce métallique, typiquement en or elle aussi, et réalisée par exemple par LIGA, est pressée contre la couche d'adhésion dans une atmosphère contrôlée et chauffée pour la faire adhérer à ladite couche. Cette pièce métallique constitue la première partie 2. Dans une variante, la pièce métallique 2 est multicouche et comprend par exemple une couche en or destinée à venir en contact avec la couche d'adhésion et une couche en un autre métal, par exemple le nickel.

[0025] Selon un deuxième mode de réalisation, les première et deuxième parties 2, 3 sont fixées l'une à l'autre par une liaison par polymère. Le procédé est alors similaire à celui décrit ci-dessus à l'exception du fait que la sous-couche d'adhésion et la couche d'adhésion sont remplacées par une couche de polymère.

[0026] Selon un troisième mode de réalisation, les première et deuxième parties 2, 3 sont fixées l'une à l'autre par une liaison eutectique. La deuxième partie 3 est réalisée en silicium par DRIE et au moins sa surface destinée à recevoir la première partie 2 n'est recouverte d'aucune couche. La première partie 2, typiquement en or, est ensuite pressée contre la deuxième partie 3 dans une atmosphère contrôlée et chauffée, formant un alliage eutectique silicium-or à la surface entre les première et deuxième parties 2, 3.

[0027] La présente invention permet ainsi la réalisation d'un double plateau d'échappement avec un petit plateau (la première partie 2) réalisé dans un matériau adapté à sa fonction, à savoir un métal, et un grand plateau (la deuxième partie 3) réalisé dans un matériau offrant un bon coefficient de frottement, à savoir le silicium, en particulier lorsque l'ancre 10 est elle-même en silicium, ce double plateau pouvant être monté par chassage sur l'arbre de balancier 4 sans risque de rupture du silicium. La deuxième partie 3 pourrait toutefois être réalisée dans un autre matériau que le silicium (ou que le silicium recouvert d'oxyde de silicium), par exemple en verre, en quartz, en diamant, en carbure de bore ou en carbure de silicium. Le verre peut être de différents types, par exemple le pyrex ou le borofloat (marques déposées). Le diamant, le carbure de bore ou le carbure de silicium peut être massif ou recouvrir un substrat, par exemple en silicium.

Revendications

1. Organe d'échappement (1) pour mouvement d'horlogerie, destiné à être monté sur un arbre de balancier (4) pour coopérer avec une ancre d'échappement (10) et comprenant une première partie (2) agencée pour coopérer avec un dard (9) de l'ancre (10) pour empêcher le renversement de l'ancre (10) et une deuxième partie (3) agencée pour coopérer avec une fourchette (13) de l'ancre (10) pour transmettre des mouvements entre l'arbre de balancier (4) et l'ancre (10), la première partie (2) comprenant une encoche (7) à sa périphérie pour laisser passer le dard (9) en fonctionnement normal, la deuxième partie (3) comprenant un élément saillant (12) destiné à venir en contact avec la fourchette (13), caractérisé en ce que les première et deuxième parties (2, 3) sont sous la forme respectivement d'une première pièce (2) faite en métal et d'une deuxième pièce (3) faite en un matériau fragile adhérent l'une à l'autre, la première pièce (2) présentant un alésage (6) permettant le chassage de l'organe d'échappement (1) sur l'arbre de balancier (4), la deuxième pièce (3) présentant un trou (14) coaxial à l'alésage (6) et de plus grand diamètre que l'alésage (6) de sorte à être traversée par l'arbre de balancier (4) sans recevoir aucune contrainte de ce dernier lorsque l'organe d'échappement (1) est chassé sur ledit arbre (4).
2. Organe d'échappement selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit élément saillant (12) fait saillie radialement depuis la périphérie d'une partie (11) de la deuxième pièce (3) présentant ledit trou (14).
3. Organe d'échappement selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les première et deuxième pièces (2, 3) adhèrent l'une à l'autre par une liaison par thermocompression, une liaison par polymère ou une liaison eutectique.

CH 707 883 B1

4. Organe d'échappement selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la première pièce (2) est en un matériau comprenant de l'or, du nickel, du nickel-phosphore, du cuivre-béryllium ou un autre alliage cuivreux.
5. Organe d'échappement selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la deuxième pièce (3) est en un matériau comprenant du silicium, du verre, du quartz, du diamant, du carbure de bore ou du carbure de silicium.
6. Assemblage d'un organe d'échappement (1) et d'un arbre de balancier (4) pour un mouvement d'horlogerie, l'arbre de balancier (4) portant ou étant destiné à porter un balancier (5), l'organe d'échappement (1) étant destiné à coopérer avec une ancre d'échappement (10) et comprenant une première partie (2) agencée pour coopérer avec un dard (9) de l'ancre (10) pour empêcher le renversement de l'ancre (10) et une deuxième partie (3) agencée pour coopérer avec une fourchette (13) de l'ancre (10) pour transmettre des mouvements entre l'arbre de balancier (4) et l'ancre (10), la première partie (2) comprenant une encoche (7) à sa périphérie pour laisser passer le dard (9) en fonctionnement normal, la deuxième partie (3) comprenant un élément saillant (12) destiné à venir en contact avec la fourchette (13), caractérisé en ce que les première et deuxième parties (2, 3) sont sous la forme respectivement d'une première pièce (2) faite en métal et d'une deuxième pièce (3) faite en un matériau fragile adhérant l'une à l'autre, en ce que l'organe d'échappement (1) est monté sur l'arbre de balancier (4) par chassage de l'arbre de balancier (4) dans un alésage (6) de la première pièce (2), et en ce que la deuxième pièce (3) est traversée par l'arbre de balancier (4) sans recevoir aucune contrainte de ce dernier.
7. Assemblage selon la revendication 6, caractérisé en ce que ledit élément saillant (12) fait saillie radialement depuis la périphérie d'une partie (11) de la deuxième pièce (3) traversée par l'arbre de balancier (4).
8. Assemblage selon la revendication 6 ou 7, caractérisé en ce que les première et deuxième pièces (2, 3) adhèrent l'une à l'autre par une liaison par thermocompression, une liaison par polymère ou une liaison eutectique.
9. Assemblage selon l'une des revendications 6 à 8, caractérisé en ce que la première pièce (2) est en un matériau comprenant de l'or, du nickel, du nickel-phosphore, du cuivre-béryllium ou un autre alliage cuivreux.
10. Assemblage selon l'une des revendications 6 à 9, caractérisé en ce que la deuxième pièce (3) est en un matériau comprenant du silicium, du verre, du quartz, du diamant, du carbure de bore ou du carbure de silicium.
11. Mouvement d'horlogerie comprenant un organe d'échappement selon l'une des revendications 1 à 5 ou un assemblage selon l'une des revendications 6 à 10.
12. Procédé de fabrication d'un organe d'échappement (1) pour mouvement d'horlogerie destiné à être monté sur un arbre de balancier (4) pour coopérer avec une ancre d'échappement (10) et comprenant une première partie (2) agencée pour coopérer avec un dard (9) de l'ancre (10) pour empêcher le renversement de l'ancre (10) et une deuxième partie (3) agencée pour coopérer avec une fourchette (13) de l'ancre (10) pour transmettre des mouvements entre l'arbre de balancier (4) et l'ancre (10), la première partie (2) comprenant une encoche (7) à sa périphérie pour laisser passer le dard (9) en fonctionnement normal, la deuxième partie (3) comprenant un élément saillant (12) destiné à venir en contact avec la fourchette (13), caractérisé en ce qu'il comprend une première étape consistant à réaliser les première et deuxième parties (2, 3) sous la forme respectivement d'une première pièce (2) faite en métal et d'une deuxième pièce (3) faite en un matériau fragile et une deuxième étape consistant à faire adhérer les première et deuxième pièces (2, 3) l'une à l'autre, ces étapes étant réalisées de telle sorte que la première pièce (2) présente un alésage (6) permettant le chassage de l'organe d'échappement (1) sur l'arbre de balancier (4) et que la deuxième pièce (3) présente un trou (14) coaxial à l'alésage (6) et de plus grand diamètre que l'alésage (6) de sorte à être traversée par l'arbre de balancier (4) sans recevoir aucune contrainte de ce dernier lorsque l'organe d'échappement (1) est chassé sur ledit arbre (4).
13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que la première pièce (2) est réalisée par croissance galvanique.
14. Procédé selon la revendication 12 ou 13, caractérisé en ce que la deuxième pièce (3) est réalisée par gravure.
15. Procédé selon l'une des revendications 12 à 14, caractérisé en ce que la deuxième étape comprend une opération de liaison par thermocompression, de liaison par polymère ou de liaison eutectique.

Fig.1

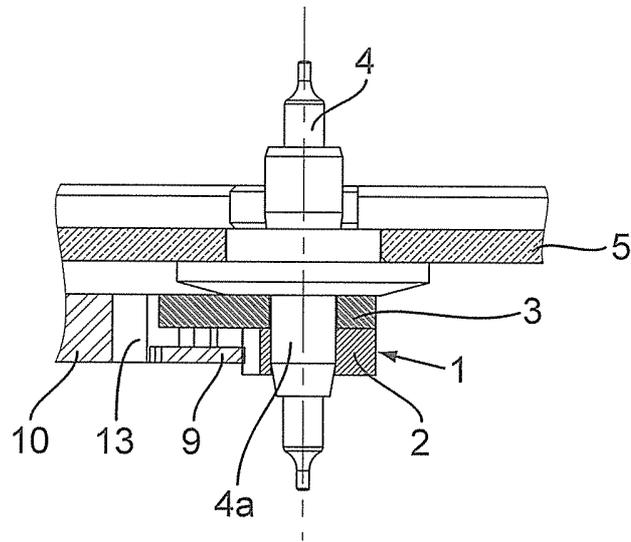


Fig.2

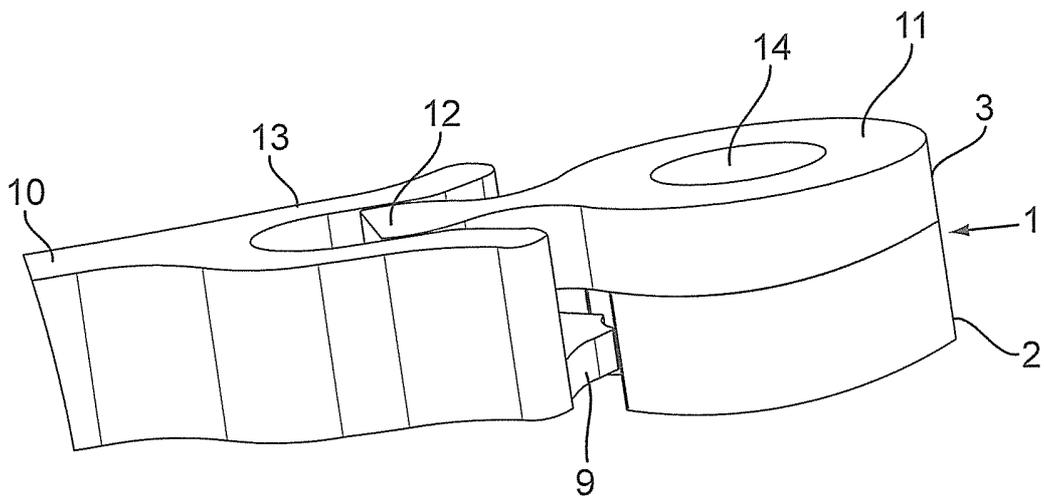


Fig.3

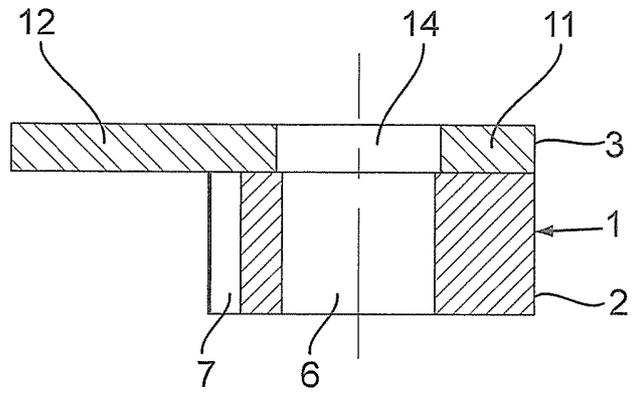


Fig.4

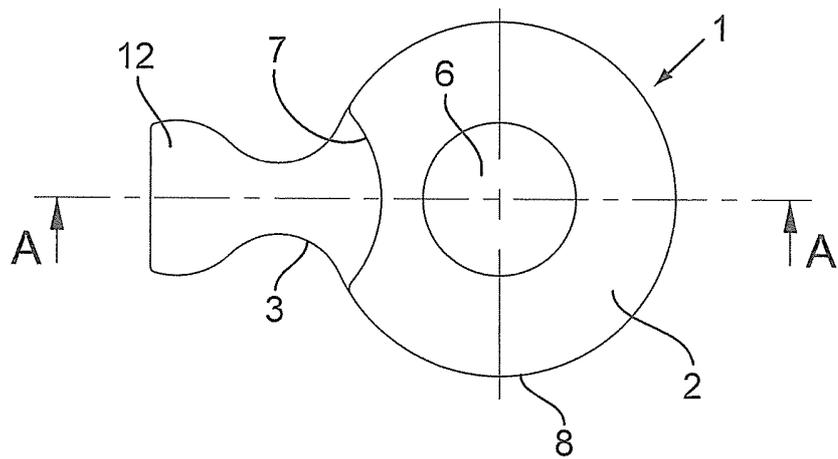


Fig.5

