

CONFÉDÉRATION SUISSE  
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **700 811 B1**

(51) Int. Cl.: **G04B** **13/02** (2006.01)  
**G04B** **17/34** (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: 00913/06

(22) Date de dépôt: 06.06.2006

(24) Brevet délivré: 29.10.2010

(45) Fascicule du brevet publié: 29.10.2010

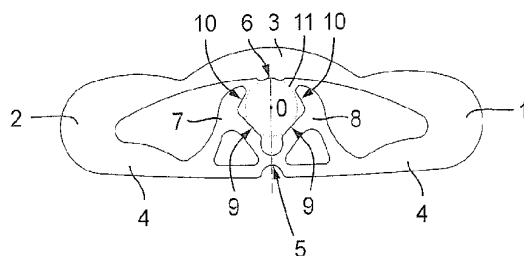
(73) Titulaire(s):  
PATEK PHILIPPE SA GENEVE, rue du Rhône 41  
1204 Genève (CH)

(72) Inventeur(s):  
Stéphane Von Gunten, 2300 La Chaux-de-Fonds (CH)  
Frédéric Maier, 2000 Neuchâtel (CH)

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

(54) **Pièce en matériau fragile, notamment en silicium.**

(57) Pièce de fixation en un matériau fragile, notamment en silicium, comportant des moyens pour la fixation de celle-ci sur un élément cylindrique ou conique (12), plus particulièrement un axe, un piton ou une goupille, comportant deux portions latérales (1, 2) reliées par une poutre supérieure (3) et par une poutre inférieure déformable élastiquement (4), la tranche intérieure de la poutre supérieure (3) comportant une surface d'appui dans sa portion médiane, la poutre inférieure (4) comportant une zone de flexion préférentielle (5) et une pince dont les mâchoires (7, 8) s'étendent en direction de la poutre supérieure (3) comportant chacune un flanc inférieur (9), ces mâchoires (7, 8) étant disposées de part et d'autre de ladite zone de flexion préférentielle (5).



## Description

[0001] La présente invention a pour objet une pièce mécanique en matériau fragile, par exemple en silicium, comportant des moyens pour sa fixation sur un axe. La pièce mécanique peut être une roue dentée, une virole, un balancier ou un ressort spiral par exemple, d'une manière générale une pièce mécanique plus particulièrement destinée à faire partie d'un mouvement d'horlogerie, notamment d'un mouvement d'horlogerie mécanique. L'axe peut être en acier et constituer l'axe d'un mobile ou un piton ou une goupille par exemple.

[0002] On connaît les difficultés rencontrées pour la fixation d'une pièce en silicium sur un axe en acier par exemple qui sont liées à la fragilité de la pièce en silicium et à son absence de déformabilité plastique ce qui exclut tout chassage conventionnel d'une telle pièce sur un axe. On a déjà proposé, notamment pour des roues en silicium, de munir la pièce de bras élastiques entre lesquels l'axe sur lequel la pièce doit être fixée est serré élastiquement. Dans un encombrement donné, de tels assemblages ne permettent pas toujours une fixation suffisante de la pièce sur son axe, un glissement entre la pièce et l'axe intervient lorsque l'ensemble est soumis à un certain couple.

[0003] La présente invention a pour but la réalisation d'une pièce en un matériau fragile, par exemple en silicium ou à base de silicium, comportant des moyens pour sa fixation sur un axe par pincement élastique permettant d'augmenter les forces de serrage et donc de friction entre l'axe et la pièce en matériau fragile pour supprimer le glissement de l'axe sur les surfaces de la pièce en matériau fragile en contact avec ledit axe.

[0004] La pièce selon l'invention obvie aux inconvénients existant et permet d'atteindre le but énoncé plus haut et se distingue par les caractéristiques énumérées à la revendication 1.

[0005] Le dessin annexé illustre schématiquement et à titre d'exemple une forme d'exécution de la pièce selon l'invention.

La fig. 1 illustre la pièce en position de repos, non assemblée.

La fig. 2 illustre la façon dont la pièce peut se déformer élastiquement sous l'effet de forces appliquées à ses surfaces destinées à entrer en contact avec un axe. (La déformation est volontairement exagérée pour l'illustration.)

La fig. 3 illustre une pièce en silicium, en position assemblée sur un axe.

La fig. 4 illustre une pièce en forme de roue ou d'un balancier par exemple.

La fig. 5 illustre la pièce comme constituant l'extrémité extérieure d'un ressort spiral.

La fig. 6 illustre une variante simplifiée de la pièce.

[0006] Les moyens de fixation sont illustrés aux fig. 1 à 3 de façon indépendante mais en réalité font partie intégrante de la pièce en silicium, roue, balancier ou spiral par exemple, devant être fixée sur un axe, piton ou goupille comme on le voit aux fig. 4 et 5.

[0007] Les moyens de fixation sont monolithiques, venus d'une seule pièce de fabrication avec la pièce fragile en silicium à laquelle ils sont reliés par l'une au moins de leurs portions latérales rigides 1, 2.

[0008] Ces portions latérales rigides 1, 2 des moyens de fixation de la pièce sont reliés par une poutre supérieure 3 et une poutre inférieure 4.

[0009] La poutre inférieure 4 comporte une rotule ou pivot virtuel formant une zone de flexion préférentielle 5 de cette poutre inférieure et située de préférence dans la zone médiane de cette poutre inférieure.

[0010] Dans l'espace vide, compris entre les portions latérales 1, 2 et les poutres 3, 4 des moyens de fixation, se trouve une pince solidaire de la poutre inférieure 4 située de part et d'autre de la zone de flexion préférentielle 5.

[0011] La poutre supérieure 3 comporte dans sa zone médiane une première face d'appui 6 destinée à entrer en contact avec l'axe sur lequel la pièce en silicium doit être fixée.

[0012] La pince solidaire de la poutre inférieure 4 comporte deux mâchoires 7, 8 situées de part et d'autre de la zone de flexion préférentielle 5, chaque mâchoire 7, 8 présentant un flanc inférieur 9 et une butée supérieure 10, flancs et butées destinés à entrer en contact avec la surface extérieure de l'axe sur lequel la pièce en silicium doit être fixée.

[0013] Si on fait passer une circonférence par la face supérieure d'appui 6 et par les flancs inférieurs 9 des mâchoires 7, 8, le centre O de cette circonférence est à égale distance de ces trois surfaces d'appuis, la surface d'appui supérieure et les flancs inférieurs 9.

[0014] A l'état de repos, non déformé élastiquement, les butées supérieures 10 des mâchoires 7, 8 de la pince des moyens de fixation de la pièce se situent de préférence à une distance supérieure du centre O ou rayon de la circonférence de centre O et passant par les trois surfaces d'appuis 6, 9 (fig. 1).

**[0015]** Ces moyens de fixation constituent de fait une pince dont les mâchoires 7, 8 se rapprochent lorsque les poutres supérieures 3 et inférieure 4 s'écartent comme cela est illustré à la fig. 3 de façon exagérée.

**[0016]** Ainsi, si on force un axe 12, goupille, pivot ou autre élément cylindrique ou conique entre la surface d'appui 6 de la poutre supérieure et les flancs inférieurs 9 des mâchoires 7, 8 et que cet élément présente un diamètre supérieur à celui de la circonférence 11 de centre O illustrée à la fig. 1, circonférence inscrite entre la face d'appui 6 et les flancs inférieurs 9 en position de repos des moyens de fixation, on obtient une déformation de la poutre inférieure 4 subissant d'abord une rotation autour de sa zone de flexion préférentielle 5 jusqu'au moment où les butées supérieures 10 des mâchoires 7, 8 viennent buter contre la surface cylindrique de l'axe 12. Cette structure permet, comme une pince à main, d'amplifier les réactions aux appuis de la surface d'appui 6, des flancs inférieurs 9 et des butées supérieures 10 contre la surface cylindrique ou conique de l'axe 12 tout en augmentant de trois à cinq les points de contact entre le dispositif de fixation et l'axe 12.

**[0017]** En pratique l'axe 12, goupille ou pivot peut être cylindrique ou conique et présenter dans certains cas un petit chanfrein à l'une de ses extrémités pour faciliter l'introduction de l'élément 12 entre les flancs 9 et la surface d'appui 6 et provoquer une déformation progressive des mâchoires 7, 8 de la pince et des moyens de serrage.

**[0018]** Cette disposition permet pour une déformation donnée d'augmenter le nombre de point de contact entre l'axe et les moyens de fixation mais également la force avec laquelle ces points de contact sont appliqués contre l'axe 12 et donc d'augmenter les forces de friction entre cet axe et la pièce comportant les moyens de fixation ce qui augmente le couple nécessaire pour provoquer une rotation entre cet axe et la pièce.

**[0019]** Grâce à la configuration de ces moyens de fixation on peut donc, sans dépasser la limite de déformation élastique de la pièce en un matériau fragile, notamment en silicium ou à base de silicium, augmenter la force de serrage la fixant sur un axe ou autre élément cylindrique ou conique 12 et donc améliorer la tenue de l'ensemble ainsi réalisé.

**[0020]** Ce dispositif présente encore d'autres avantages brièvement énumérés ci-dessous. D'une part les flancs 9 et butées 10 de la pince 7, 8 des moyens de fixation, ainsi que la surface d'appui 6 de la poutre supérieure sont typiquement gravées par DRIE (Deep Reactive Ion Etching) et peuvent être disposés très précisément dans des plans perpendiculaires au plan de la pièce. Ceci garanti que l'élément 12 serré dans le dispositif soit rigoureusement perpendiculaire au plan de la pièce. Ceci peut s'avérer particulièrement nécessaire dans le cas où la pièce forme l'extrémité extérieure d'un ressort spiral avec lequel elle forme un tout monolithique en permettant de garantir la planéité du spiral.

**[0021]** D'autre part la position relative axiale entre l'axe et la pièce peut être facilement ajustée par simple glissement axial dudit axe dans la pince 7, 8 des moyens de fixation de la pièce.

**[0022]** Les moyens de fixation décrits sont monolithiques et venus d'une pièce de fabrication avec la pièce en matériau fragile, généralement en silicium ou à base de silicium, devant être fixée sur un élément 12, pivot, goupille, axe, etc. La fig. 4 montre une forme d'exécution des moyens de fixations intégrés dans une roue ou un balancier, les portions latérales 1, 2 de ces moyens faisant partie intégrante de la jante 13 ou éventuellement du moyeu d'un mobile rotatif. La fig. 5 illustre une exécution où la pièce constitue l'extrémité extérieure d'un ressort spiral 14 avec lequel elle constitue un ensemble monolithique destiné à être fixé sur un pignon.

**[0023]** Les moyens de fixation décrits pourraient bien entendu faire partie d'autres pièces en matériau fragile, notamment en silicium ou à base de silicium, devant être fixées sur un élément 12 tel qu'un axe, un pignon ou une goupille.

**[0024]** La forme des moyens de fixation peut varier mais ils comprennent toujours une poutre supérieure 3, rigide ou flexible, et une poutre inférieure 4 déformable élastiquement comportant, de préférence dans sa partie médiane, une zone de flexion préférentielle. La poutre supérieure 3 comporte sur sa tranche interne une surface d'appui 6 en regard d'une pince, formée de deux mâchoires 7, 8 faisant partie de la poutre inférieure 4, cette pince présentant deux flancs inférieurs 9 et deux butées supérieures 10 qui lorsque la pièce est fixée sur un élément 12 entrent en contact avec cet élément 12 de même que la face d'appui 6 de la poutre supérieure 4. En position assemblée les moyens de fixation présentent cinq points de contact avec l'élément 12 avec lequel la pièce est assemblée par serrage. A l'état de repos, non assemblé sur l'élément 12, les flancs inférieurs 9 des pincettes 7, 8 et la surface d'appui 6 de la poutre supérieure 4 sont situés de telle façon qu'une circonférence tangente à ces trois surfaces soit située de préférence entre les butées supérieures 10 sans toutefois être tangente à celles-ci.

**[0025]** Dans une forme d'exécution simplifiée illustrée à la fig. 6 chaque mâchoire 7, 8 de la pince pourrait ne comporter que les flancs inférieurs 9, les butées supérieures 10 étant supprimées. Dans une telle exécution l'élément 12 n'est en contact avec le dispositif qu'en trois points, la face d'appui supérieure 6 et les deux flancs inférieurs 9.

## Revendications

1. Pièce en un matériau fragile, notamment en silicium, comportant des moyens pour sa fixation sur un élément cylindrique ou conique (12), plus particulièrement un axe, un pignon ou une goupille, caractérisée par le fait qu'elle comporte deux portions latérales (1, 2) reliées par une poutre supérieure (3) et par une poutre inférieure (4) déformable élastiquement; par le fait que la tranche intérieure de la poutre supérieure (3) comporte une surface d'appui (6); par le fait que la poutre inférieure (4) comporte une zone de flexion préférentielle (5) et une pince dont les mâchoires (7,

8) s'étendent en direction de la poutre supérieure (3) comportant chacune un flanc inférieur (9), ces mâchoires (7, 8) étant disposées de part et d'autre de ladite zone de flexion préférentielle (5).

2. Pièce selon la revendication 1, caractérisée par le fait que la poutre supérieure (3) est rigide.
3. Pièce selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait qu'elle est en contact avec l'élément cylindrique sur lequel elle doit être fixée en trois points.
4. Pièce selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que chacune des mâchoires (7, 8) comporte encore une butée supérieure (10) formant un angle avec le flanc inférieur (9) correspondant.
5. Pièce selon la revendication 4, caractérisée par le fait qu'à l'état de repos, non assemblé sur l'élément (12), une circonférence (11) tangente à la surface d'appui 6 et aux flancs inférieurs 9 est située entre les butées supérieures (10) mais ne les touche pas.
6. Pièce selon la revendication 4 ou 5, caractérisée par le fait qu'à l'état de service, assemblé sur un élément (12), le dispositif est en contact avec cet élément en cinq points situés sur la surface d'appui 6, les flancs inférieurs 9 et les butées 10.
7. Pièces selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait qu'elle est un rouage d'horlogerie.
8. Pièce selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisée par le fait qu'elle est un balancier d'un organe réglant d'horlogerie.
9. Pièce selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisée par le fait qu'elle constitue l'extrémité extérieure d'un ressort spiral, notamment d'un ressort spiral d'un mécanisme horloger, et qu'elle est venue d'une seule pièce de fabrication avec ce ressort.
10. Pièce selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que la zone de flexion préférentielle (5) de la poutre inférieure (4) est située dans la zone médiane de cette poutre inférieure (4) et que la surface d'appui (6) est située dans la zone médiane de la poutre supérieure (3).

Fig.1

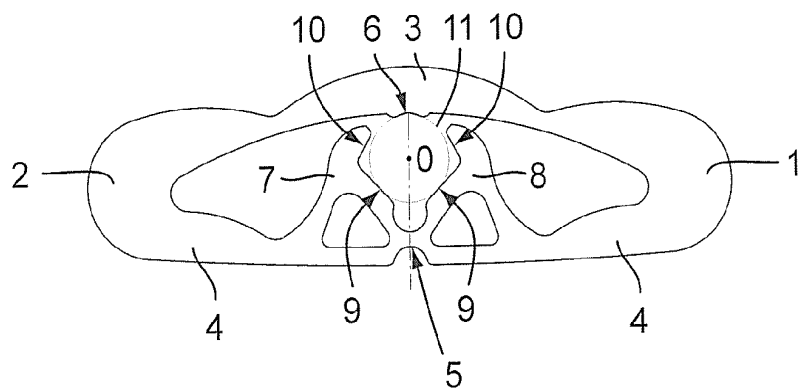


Fig.2

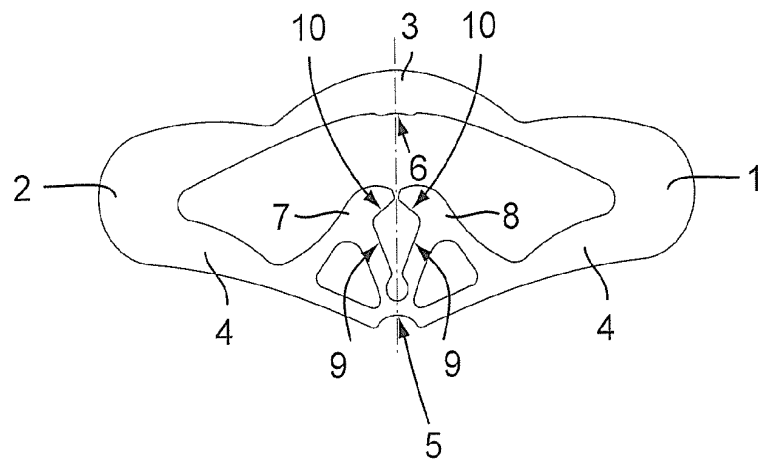


Fig.3

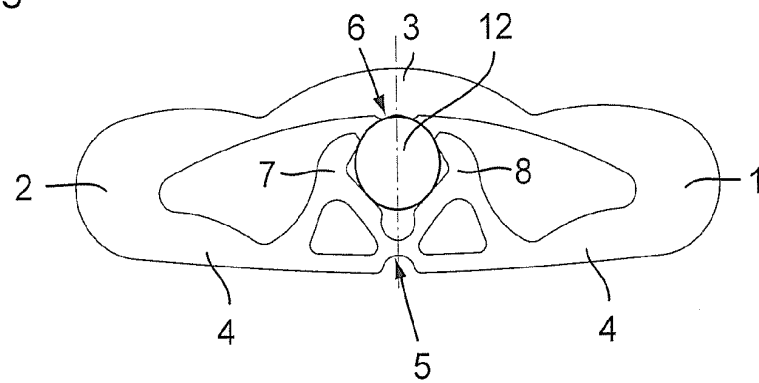


Fig.4

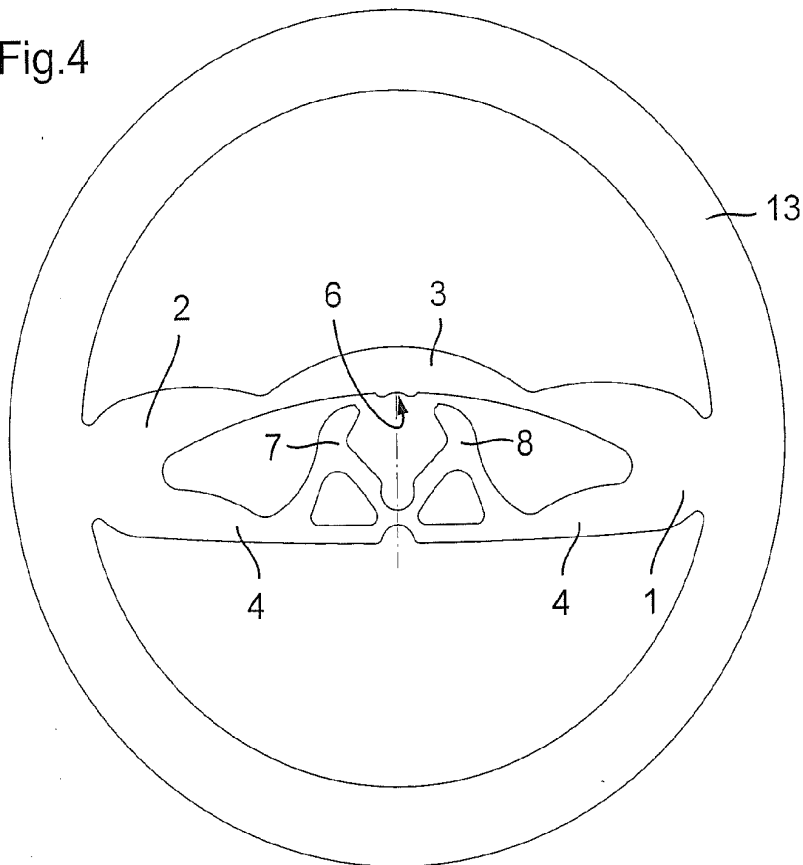


Fig.5

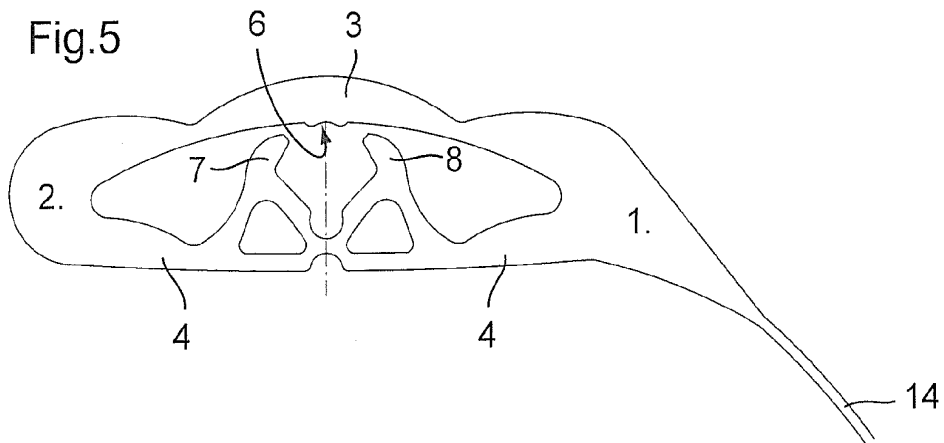


Fig.6

