



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
29.10.2008 Bulletin 2008/44

(51) Int Cl.:
G04B 31/06 (2006.01) G04B 31/00 (2006.01)
G04B 31/004 (2006.01) G04B 31/016 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **07106986.8**

(22) Date de dépôt: **26.04.2007**

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR
Etats d'extension désignés:
AL BA HR MK RS

(71) Demandeur: **ETA SA Manufacture Horlogère Suisse**
2540 Grenchen (CH)

(72) Inventeurs:
• **Conus, Thierry**
2543, Lengnau (CH)
• **Helfer, Jean-Luc**
2502, Bienne (CH)

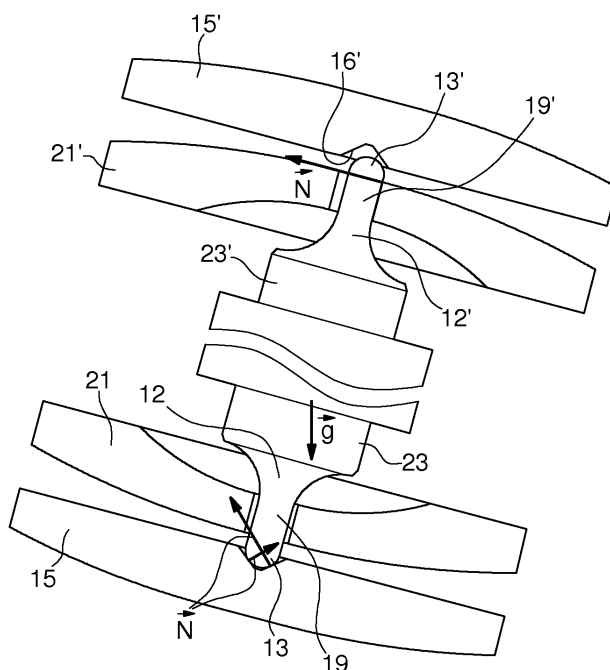
(74) Mandataire: **Ravenel, Thierry Gérard Louis et al I C B**
Ingénieurs Conseils en Brevets
7, rue des Sors
2074 Marin (CH)

(54) **Dispositif de pivotement d'un arbre dans une pièce d'horlogerie**

(57) Le dispositif de pivotement d'un arbre (1) comporte deux pivots (2, 2' ; 12, 12' ; 32) formant les deux extrémités de l'arbre, et deux paliers comportant chacun un élément de butée axiale (5, 5' ; 15, 15' ; 35) qui présente une ouverture (6, 6' ; 16, 16' ; 36 ; 46) de section cylindrique ou polygonale. Le profil de l'ouverture comporte une portion trapézoïdale ou triangulaire inversée (6, 6' ; 16, 16' ; 38 ; 46), et chacun des deux pivots com-

porte, proche de son extrémité, une portion arrondie convexe (3, 3' ; 13, 13' ; 33) allant en diminuant. Chacun des pivots est prévu pour venir en appui par la portion arrondie convexe contre le bord intérieur incliné de la portion de profil trapézoïdal d'une des ouvertures, de manière à ce que l'arbre (1) soit maintenu axialement par les bords inclinés des portions de profil trapézoïdal des deux ouvertures (6, 6' ; 16, 16' ; 36 ; 46).

Fig. 5



Description

[0001] La présente invention concerne les dispositifs de pivotement d'un arbre dans une pièce d'horlogerie et notamment de tels dispositifs de pivotement pour l'arbre de balancier d'une montre.

[0002] Les dispositifs de pivotement connus comportent habituellement deux pivots formés respectivement aux deux extrémités de l'arbre de balancier. Chacun des pivots est engagé dans un palier constitué de deux pierres ou coussinets maintenus dans un chaton. Les deux pivots, qui ont une forme appointie, se terminent par une partie cylindrique engagée dans l'orifice d'une pierre à trou. La face frontale, légèrement arrondie, de la partie cylindrique peut buter sur une deuxième pierre appelée contre-pivot.

[0003] Les dispositifs de pivotement du type décrit ci-dessus présentent certains inconvénients. En particulier, la zone de contact de chaque partie cylindrique avec le palier correspondant change selon l'inclinaison de la pièce d'horlogerie. Lorsque la pièce d'horlogerie est en position horizontale, l'arbre de balancier étant donc orienté verticalement, seule la face frontale arrondie de l'un des pivots appuie contre la pierre de contre-pivot, tandis qu'en position verticale de la pièce d'horlogerie, c'est la circonférence de la partie cylindrique de chaque pivot qui repose contre le flanc d'une ouverture de la pierre à trou correspondante. Le freinage dû au frottement est moins grand lorsque la pièce d'horlogerie est à plat que dans les autres positions. Ce phénomène influence l'amplitude des oscillations du balancier, et les variations d'amplitude peuvent à leur tour, entraîner des écarts de marche entre la position horizontale et la position verticale.

[0004] Le document de brevet FR 1'333'053 décrit un perfectionnement aux dispositifs de pivotement destiné notamment à réduire les écarts de marche entre les différentes positions occupées par une montre. Selon ce document, les deux pivots de l'arbre de balancier ont une forme conique, l'extrémité de la pointe de chaque cône s'arrondissant en une partie sphérique convexe dont le rayon de courbure est d'environ 0,02 millimètre. Chaque pivot est engagé dans un logement également conique du palier correspondant, le fond de chacun de ces logements coniques s'arrondissant en une partie sphérique concave dont le rayon de courbure est d'environ 0,03 millimètre. Le document enseigne encore qu'en localisant la zone de contact entre un pivot et le palier correspondant dans les parties sphériques, il est possible de diminuer les écarts de marche entre les différentes positions.

[0005] La solution proposée dans FR 1'333'053 semble donner de bon résultat. Toutefois, on peut observer qu'elle ne supprime pas les changements qui s'opèrent au niveau de la zone de contact en fonction de l'inclinaison de la montre. Lorsque la montre est à plat, seule la pointe arrondie de l'un des pivots appuie contre le fond d'un logement conique, tandis qu'en position verticale, ce sont les flancs arrondis de l'extrémité sphérique de

chaque pivot qui appuie contre la circonférence interne du logement correspondant. Ce changement peut influencer le couple exercé par la force du frottement sur le balancier. En effet, ce couple dépend évidemment du bras de levier. Or, ce bras de levier est nul quand le contact se fait à l'extrémité du pivot (dans l'axe du balancier), alors qu'il n'est pas nul lorsque le contact se fait par les flancs de l'extrémité sphérique. Les auteurs de cette solution antérieure concèdent d'ailleurs, que leur dispositif est loin de supprimer totalement les écarts de marche liés à la position.

[0006] Un but de la présente invention est donc de fournir un dispositif de pivotement d'un arbre de balancier dans lequel l'écart d'amplitude entre les différentes positions de la montre est réduit au minimum. Elle atteint ce but en fournissant un dispositif conforme à la revendication 1.

[0007] Selon la présente invention, chaque pivot vient en appui contre le bord incliné de la portion de profil trapézoïdal (Par profil d'une ouverture, on entend la forme que présente le contour de cette ouverture lorsque cette dernière est vue en coupe selon un plan qui contient l'axe de l'ouverture ou, ce qui revient sensiblement au même, selon un plan qui contient l'axe de rotation du balancier ; ce qui est le cas des coupes représentées dans les figures 1, 2, 3, 4 et 6 annexées). Ainsi l'extrémité des pivots ne peut pas pénétrer jusqu'au fond des ouvertures. L'appui d'un pivot dans l'ouverture d'un élément de butée axiale correspondant n'est donc jamais frontal. Même lorsque l'arbre de balancier est orienté verticalement, l'appui ne se fait pas par la pointe du pivot, mais uniquement par les flancs de celui-ci. Dans ces conditions, il est possible de fournir un dispositif de pivotement dans lequel le couple des forces de frottements varie très peu entre les différentes orientations possibles de la pièce d'horlogerie.

[0008] Selon un mode de réalisation avantageux de la présente invention, le diamètre de la portion de l'extrémité d'un pivot, dont les flancs viennent en appui contre le bord évasé d'une ouverture, est compris entre environ 0,05 et 0,10 mm.

[0009] Selon un autre mode de réalisation avantageux, la portion du bord intérieur de chaque ouverture, qui est prévue pour venir en contact avec un pivot, présente une inclinaison par rapport à l'axe du balancier comprise entre environ 40° et 60°.

[0010] Selon une variante de la présente invention, chacun des deux pivots présente une portion cylindrique qui précède la portion arrondie convexe. D'autre part, l'ouverture de chaque élément de butée axiale présente, proche de son embouchure, une portion à profil droit prévue pour entourer la portion cylindrique d'un des pivots de manière à retenir radialement l'arbre de balancier. Grâce à cette caractéristique, le jeu radial de l'arbre de balancier dans le palier peut être maintenu faible.

[0011] Selon une autre variante de la présente invention, comme dans la variante précédente, chacun des deux pivots comporte une portion cylindrique qui précède

la portion arrondie convexe. De plus, les deux paliers comportent chacun un élément de guidage radial percé d'un trou cylindrique ou olivé, les flancs du trou de chacun des éléments de guidage radial étant prévus pour entourer la portion cylindrique d'un des pivots de manière à retenir radialement l'arbre de balancier.

[0012] Cette dernière variante est similaire aux pivotements de l'art antérieur associant pierres à trou et contre-pivots. Toutefois, l'élément de butée axiale selon l'invention se distingue des contre-pivots connus, en ce qu'il comporte une ouverture pour recevoir la portion arrondie convexe d'un pivot.

[0013] Selon une autre variante avantageuse, chacun des éléments de butée dans lequel est formée l'ouverture est constitué par un monocristal, l'ouverture elle-même étant réalisée par gravure anisotrope humide du monocristal.

[0014] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique, partiellement en coupe, d'un arbre de balancier et de son dispositif de pivotement qui est conforme à un premier mode de réalisation de la présente invention ;
- la figure 2a est une vue en coupe de la moitié du dispositif de pivotement de l'arbre de balancier de la figure 1, l'arbre de balancier étant orienté verticalement ;
- la figure 2b est une vue en coupe du demi dispositif de pivotement de la figure 2a, l'arbre de balancier étant orienté horizontalement ;
- la figure 3 est une vue en coupe d'un demi dispositif de pivotement selon un deuxième mode de réalisation de la présente invention ;
- la figure 4 est une vue en coupe d'un demi dispositif de pivotement constituant une variante du dispositif de la figure 3, qui comprend une monture porte-pierres ;
- la figure 5 est une vue en du dispositif de pivotement de la figure 3 orienté de façon à ce que l'arbre de balancier soit incliné par rapport à la verticale ;
- la figure 6 est une vue en coupe d'un demi dispositif de pivotement selon un troisième mode de réalisation de la présente invention ;
- la figure 7 est une vue en perspective d'un élément d'appui axial selon l'invention, qui peut être obtenu à partir d'un wafer de silicium ;
- la figure 8 est une vue en coupe du wafer de silicium à partir duquel l'élément d'appui axial de la figure 7 peut être obtenu.

[0015] La figure 1 montre un arbre de balancier 1 avec son dispositif de pivotement. Les extrémités de l'arbre 1 forment deux pivots à pointe arrondie (référéncés respectivement 2 et 2'). On voit encore que l'arbre de ba-

lancier 1 est maintenu à ses extrémités par deux éléments de butée axiale 5, 5' dans lesquels les pivots 2, 2' peuvent tourner.

[0016] Les figures 2a et 2b montrent plus en détail une moitié du même dispositif de pivotement. On voit en particulier que, dans ce mode de réalisation, la pointe du pivot 2 se termine par une portion arrondie 3 formant sensiblement une demi sphère. Le diamètre de la sphère peut avantageusement être compris entre 0,05 et 0,10mm, par exemple environ 0,07mm. Le pivot 2 est prévu pour tourner dans un logement (ou ouverture) 6 de l'élément de butée axiale (ou coussinet) 5. On voit que le logement 6 a la forme d'un cône sensiblement coaxial avec l'axe de l'arbre de balancier 1. Selon une variante avantageuse de la présente invention, l'ouverture du cône est comprise entre environ 80° et 120°. Ce qui veut dire que l'inclinaison des bords 7 de l'ouverture par rapport à l'axe du balancier 1 est de préférence comprise entre 40° et 60°. On voit encore sur les figures 2a et 2b que la portion arrondie 3 et l'ouverture 6 sont dimensionnées de manière à ce que la surface latérale de la portion arrondie 3 puisse venir en appui contre le bord intérieur incliné 7 de l'ouverture 6.

[0017] Sur les figures 2a et 2b, on a représenté par des flèches (référéncées N) la direction perpendiculaire à la surface de contact entre le pivot 2 et le palier 5. Chaque flèche N a son origine à l'endroit d'un point de contact. On notera que les surfaces en contact ne sont pas accidentées, ce qui permet un appui « normal ». En d'autres termes, à l'endroit d'un point d'appui du pivot sur le bord de l'ouverture, la direction de la flèche N correspond tout à la fois à la direction normale à la surface du pivot et à la direction normale au bord incliné de l'ouverture.

[0018] Conformément à la présente invention, le pivot 2 ne vient pas en appui contre le fond de l'ouverture 6, mais contre son bord intérieur incliné. En effet, l'axe de l'ouverture 6 étant sensiblement parallèle à l'axe du pivot 2, le contact du pivot 2 avec l'intérieur de l'ouverture 6 se fait par les flancs du pivot, dans une zone de la surface de ce dernier dont l'inclinaison est la même que celle des parois du cône ; c'est-à-dire environ 45° dans le présent exemple. De plus, en comparant les figures 2a et 2b, on peut voir que c'est la même zone de la surface du pivot qui assure le contact lorsque l'arbre de balancier est horizontal et lorsque cet arbre est vertical. En effet, une caractéristique avantageuse du présent exemple est que le contact est assuré sensiblement par la même zone de la surface du pivot quelle que soit l'orientation de l'axe de balancier.

[0019] Si l'on se réfère à nouveau à la figure 1, on voit qu'il existe un certain jeu, tant radial qu'axial, entre l'arbre de balancier 1 et les éléments de butée axiale 5 et 5'. On précisera toutefois que, sur la figure, l'amplitude de ce jeu a été exagérée de manière à faciliter la compréhension. Ce jeu peut être limité suffisamment pour ne pas compromettre le parallélisme entre l'axe de l'arbre de balancier 1 et l'axe des ouvertures coniques 6 et 6'. Tou-

tefois, Dans le cas d'un dispositif de pivotement anti-chocs, les deux éléments de butée axiale sont, de manière connue en soi, maintenus élastiquement en place. Dans ces conditions, le jeu peut être beaucoup plus important. Au point de provoquer le désengagement de la zone de contact du pivot 2 de la zone inclinée du bord intérieur de l'ouverture 6.

[0020] Le mode de réalisation de la présente invention qui est représenté à la figure 3 comporte, en plus de l'élément de butée axiale, un élément de guidage radial 21 qui remplit la même fonction qu'une pierre à trou de l'art antérieur.

[0021] Le demi dispositif de pivotement représenté à la figure 3 comporte un pivot 12 présentant une pointe se terminant par une portion arrondie 13. La portion arrondie est prévue pour venir en appui dans une ouverture 16 d'un élément de butée axiale 15. On voit que l'ouverture 16 présente un profil en trapèze isocèle avec des côtés inclinés d'environ 50°. L'extrémité arrondie 13 du pivot 12 et l'ouverture 16 sont dimensionnées de manière à ce que la surface de la portion arrondie puisse venir en appui contre le bord incliné 17 de l'ouverture 16. La pointe du pivot 12 comporte également une partie cylindrique allongée 19 qui précède l'extrémité arrondie 13. Cette partie cylindrique est insérée dans le trou olivé ou cylindrique d'un élément de guidage radial 21. L'élément de guidage radial 21 peut, par exemple, être constitué par une pierre à trou de type habituel. La fonction de l'élément de guidage radial 21 est de limiter le jeu radial de l'arbre de balancier et notamment d'éviter que l'extrémité arrondie 13 du pivot ne se désengage de l'ouverture 16.

[0022] Dans le cas d'un dispositif de pivotement anti-chocs, l'élément de guidage radial, tout comme l'élément de butée axiale, est maintenu élastiquement en place de manière à éviter que la portion cylindrique 19 ne se casse en cas de choc. On voit encore que, dans le mode de réalisation représenté sur la figure 3, l'arbre de balancier présente un tigeon 23 considérablement plus épais que la portion cylindrique 19. De par ses dimensions, ce tigeon est beaucoup plus solide que l'extrémité d'un pivot, et il est prévu pour venir buter contre une partie non-représentée du dispositif de manière à absorber la plus grande partie de l'énergie associée à un choc.

[0023] On comprendra sans peine qu'avec un palier en deux parties comme celui qui vient d'être décrit en relation avec la figure 3, il est important que l'ouverture 16 et le trou de l'élément de guidage radial 21 soient parfaitement dans le même axe. En effet, comme le diamètre du pivot est de l'ordre de 0,1 mm., un décalage de moins d'un centième de millimètre entre les axes des deux ouvertures est suffisant pour affecter sensiblement la qualité du pivotement. Le dispositif de pivotement conforme à la présente invention, qui est représenté à la figure 4, est prévu pour palier à cet inconvénient. On voit sur la figure que les deux pierres constituant respectivement l'élément de butée axiale 15 et l'élément de guidage radial 21 sont toutes deux contenues dans une monture

porte-pierres 25. L'élément de butée axiale est logé dans une cavité cylindrique 27 à l'intérieur de la monture porte-pierres. Le diamètre de cette cavité est légèrement supérieur à celui de la pierre qu'il contient. L'élément de butée axiale bénéficie donc d'un certain jeu latéral. Lorsque l'arbre de balancier est en position verticale, comme représenté sur la figure 4, la portion arrondie 13 de la pointe du pivot appuie contre le flanc incliné de l'ouverture 16. Si, pour une raison ou une autre, l'ouverture 16 ne se trouve pas tout à fait dans l'axe du balancier, l'appui de la pointe du pivot sur le bord incliné ne se fait que d'un seul côté de l'ouverture. Dans ces conditions, la poussée du pivot sur le bord de l'ouverture s'exerce de manière asymétrique, et la composante horizontale de cette poussée est suffisante pour ramener l'élément de butée axiale 15 dans l'axe de l'arbre de balancier. On comprendra donc que, grâce à la présence de l'ouverture 16 à flancs inclinés, le dispositif représenté à la figure 4 joue le rôle de mécanisme d'autocentrage pour l'élément de butée axiale.

[0024] Conformément à ce qui vient d'être expliqué, le fait de maintenir l'élément de butée axiale avec un certain jeu latéral permet d'éviter le problème posé par la nécessité d'aligner précisément l'ouverture 16 et le trou de l'élément de guidage radial 21. Toutefois, il existe une autre solution au problème qui vient d'être mentionné. En effet, pour réaliser un palier anti-chocs, il est parfois préférable de fixer rigidement les pierres à l'intérieur de la monture porte-pierres. Dans ces conditions, c'est la monture elle-même qui est ensuite fixée élastiquement à sa place. Dans ces conditions, au stade de l'assemblage des pierres et de la monture porte-pierres, il est possible de faire le centrage de l'élément de butée axiale en insérant un « faux axe » dans la monture porte-pierres à la place prévue pour l'arbre de balancier. La poussée de ce « faux axe » permet de centrer l'élément de butée axiale selon un principe identique à celui exposé au paragraphe précédent. Une fois que l'ouverture 16 de l'élément de butée axiale a été amené parfaitement dans l'axe, on procède à une étape de solidarisation de cet élément avec sa monture par collage, par soudage, ou par tout autre procédé connu de l'homme du métier. Ce n'est de préférence qu'une fois le « faux axe » retiré, et l'élément de butée axiale fixé, que l'on installe la monture porte-pierres dans la montre.

[0025] Le dispositif de pivotement d'un arbre de balancier représenté à la figure 5 est identique à celui de la figure 3. Sur la figure 5, l'arbre de balancier est représenté en position inclinée, et on a représenté par des flèches (référéncées N) la direction perpendiculaire à la surface de contact entre le pivot, d'une part, et les éléments 15, 15', 21 et 21', d'autre part. On voit sur la figure 5 que l'arbre de balancier n'est pas maintenu uniquement par les éléments d'appui axial 15 et 15', mais qu'il peut également prendre appui sur les éléments de guidage radial 21 et 21'. Dans l'orientation particulière représentée sur la figure, le pivot inférieur 12 vient en appui sur l'élément de butée axiale 15, alors que le pivot supérieur

12' vient en appui contre par sa portion cylindrique 19' contre l'élément de guidage radial 21'. On comprendra que dans ce mode de réalisation comme dans les précédents, l'appui des pivots sur les éléments 15 et 19, n'est jamais frontal, mais se fait toujours par les flancs des pivots.

[0026] Le demi dispositif de pivotement représenté à la figure 6 comporte un pivot 32 présentant une pointe se terminant par une portion arrondie 33. La pointe du pivot 32 est insérée dans une ouverture 36 d'un élément de butée axiale 35. On peut voir sur la figure que le profil de l'ouverture 36 présente une première portion droite ou rectangulaire 37 suivie par une portion trapézoïdale 38. La pointe arrondie 33 du pivot est dimensionnée de manière à ce que sa surface arrondie puisse venir en appui contre le bord incliné de la portion de profil trapézoïdal 38. La pointe du pivot 32 présente également une portion cylindrique allongée 39 qui précède l'extrémité arrondie 33. On peut voir que cette portion cylindrique 39 s'étend à l'intérieur de la portion de profil rectangulaire 37 de l'ouverture 36. En effet, les flancs intérieurs de la portion 37 sont prévus pour entourer la portion cylindrique 39 du pivot 32 de manière à retenir radialement l'arbre de balancier. On comprendra donc que, dans le mode de réalisation de l'invention représenté à la figure 6, l'élément de butée axiale 35 remplit également la fonction d'élément de guidage radial pour le pivot 32. En comparaison avec le mode de réalisation des figures 3, 4 et 5, on peut donc dire que le mode de réalisation de la figure 6 réunit les éléments 15 et 21 dans une seule et unique pièce. L'élément monobloc 35 convient par exemple pour être réalisé en matière plastique.

[0027] Il est important de préciser d'autre part que les ouvertures 6, 6', 16, 16' et 36 ne sont pas nécessairement de section circulaire. En effet, comme on va le voir dans l'exemple qui est représenté aux figures 7 et 8 et qui va maintenant être décrit, la section d'une ouverture peut également être de section polygonale (par section d'une ouverture, on entend la forme que présente le contour de cette ouverture lorsque cette dernière est vue en coupe transversalement à l'axe de l'ouverture ou, ce qui revient sensiblement au même, transversalement à l'axe de rotation du balancier).

[0028] Selon une variante avantageuse de la présente invention, les éléments de butée axiale représentés sur les figures 1 à 5 peuvent être réalisés à partir d'une galette (en anglais wafer) d'un matériau monocristallin comme du silicium par exemple. En effet, le procédé connu de la gravure anisotrope en milieu liquide (ou humide) constitue une manière avantageuse de creuser des ouvertures polygonales de profil triangulaire ou trapézoïdal dans des wafers monocristallins.

[0029] La gravure ou, plus précisément, l'attaque chimique d'un monocristal est dite anisotrope si la vitesse d'attaque est plus élevée dans certaines directions cristallographiques que dans d'autres. L'anisotropie de l'attaque chimique dépend de nombreux paramètres. Tout d'abord, elle dépend de l'interaction entre les propriétés

chimiques de la substance dont est fait le monocristal et celles du réactif d'attaque utilisé. De plus, les vitesses d'attaque dans les différentes directions cristallographiques dépendent bien entendu de la symétrie de la structure cristalline. En jouant sur la concentration du réactif, la température, etc. il est donc possible de réaliser des ouvertures polygonales de profil relativement complexe dans un monocristal.

[0030] Un exemple connu de gravure anisotrope humide concerne le silicium. En effet, il est possible de former des ouvertures en forme de pyramides inversées dans un wafer de silicium d'orientation <100> par gravure humide. Le document de brevet US 2004/0195209, qui est incorporé dans la présente demande par référence, décrit un procédé parmi d'autres pouvant être mis en oeuvre pour réaliser de telles ouvertures en forme de pyramides inversées.

[0031] La figure 7 représente l'élément de butée axiale 15 d'un palier pour un dispositif de pivotement réalisé à partir d'un wafer de silicium monocristallin 40 d'orientation <100>. Sur la figure 8, le wafer est représenté recouvert par un masque 43. Ce masque doit être formé sur la surface du wafer avant de procéder à la gravure, de manière à protéger le silicium du réactif d'attaque. Le masque présente une ouverture 45 formée à l'emplacement où l'ouverture 46 doit être gravée dans le silicium. Lors de la gravure, le réactif d'attaque creuse une ouverture en forme de pyramide. Selon la nature exacte du réactif utilisé, les faces inclinées de la pyramide peuvent être soit des plans <110>, soit des plans <111>. Que les faces de la pyramide soit des plans <110> ou des plans <111>, la pyramide formée est de section carrée. En effet, les directions <111> et <110> présentent toutes les deux une symétrie de rotation d'ordre 4.

[0032] Dans le présent exemple, la pyramide inversée constituant l'ouverture 46 est légèrement tronquée (figure 8). Toutefois, on comprendra que ce n'est pas nécessairement le cas. D'autre part, l'inclinaison des plans <110> est d'environ 45°, celle des plans <111> d'environ 55°. Or, comme on l'a vu plus haut, selon une caractéristique avantageuse de la présente invention, les bords de la portion trapézoïdale d'une ouverture présente une inclinaison comprise entre 40° et 60°. La gravure anisotrope humide est donc particulièrement bien adaptée à la présente invention.

[0033] On comprendra que diverses modifications et/ou améliorations évidentes pour un homme du métier peuvent être apportées à l'un ou l'autre des modes de réalisation décrits sans sortir du cadre de la présente invention définie par les revendications annexées. En particulier, la présente invention ne se limite pas à un dispositif de pivotement pour un arbre de balancier. Au contraire, le dispositif de pivotement de la présente invention pourra être utilisé pour n'importe quel axe ou arbre de la pièce d'horlogerie et, notamment, pour le pivotement de l'échappement ou de l'encre. D'autre part, le dispositif de pivotement selon la présente invention pourra être réalisé à partir d'autres matériaux que les

matériaux traditionnels ou le silicium. En effet, l'invention pourra être réalisée à partir de tout matériau que l'homme du métier jugera bon d'employer.

[0034] En particulier, il est connu de réaliser des ouvertures par gravure anisotrope humide dans des monocristaux d'arséniure de gallium ou phosphure d'indium. Il est utile de préciser que ces ouvertures se distinguent de celles décrites dans l'exemple précédent en ce qu'elles peuvent avoir la forme de tétraèdres inversés (de section triangulaire) au lieu de pyramides inversées. De manière générale, conformément aux revendications annexées, la section des ouvertures peut être circulaire ou polygonale, et si la section est polygonale, le nombre de côtés du polygone peut être quelconque.

Revendications

1. Dispositif de pivotement d'un arbre (1) dans une pièce d'horlogerie, comportant deux pivots (2, 2' ; 12, 12' ; 32) formant les deux extrémités de l'arbre, et deux paliers comportant chacun un élément de butée axiale (5, 5' ; 15, 15' ; 35) qui présente une ouverture (6, 6' ; 16, 16' ; 36 ; 46) de section cylindrique ou polygonale, le profil de ladite ouverture comportant une portion trapézoïdale ou triangulaire inversée (6, 6' ; 16, 16' ; 38 ; 46), **caractérisé en ce que** chacun des deux pivots comporte, proche de son extrémité, une portion arrondie convexe (3, 3' ; 13, 13' ; 33) allant en diminuant en direction de ladite extrémité, et **en ce que** chacun des pivots est prévu pour venir en appui par ladite portion arrondie convexe contre le bord intérieur incliné de la portion de profil trapézoïdal d'une des ouvertures, de manière à ce que l'arbre (1) soit maintenu axialement par les bords inclinés des portions de profil trapézoïdal des deux ouvertures (6, 6' ; 16, 16' ; 36 ; 46).
2. Dispositif de pivotement selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le rayon de courbure de la portion arrondie convexe (3, 3' ; 13, 13' ; 33) est compris entre environ 0,025 et 0,5mm.
3. Dispositif de pivotement selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le bord intérieur de la portion de profil trapézoïdal (6, 6' ; 16, 16' ; 38 ; 46) présente une inclinaison par rapport à l'axe de l'arbre (1) comprise entre environ 40° et 60°.
4. Dispositif de pivotement selon la revendication 1, **caractérisé en ce** en ce que la portion arrondie convexe (3, 3' ; 13, 13') de chacun des deux pivots (2, 2' ; 12, 12') prolonge une portion sensiblement cylindrique (19, 19'), et en ce que les deux paliers comportent chacun un élément de guidage radial (21, 21') percé d'un trou cylindrique ou olivé, les flancs de chacun des deux trous cylindriques ou olivés étant prévus pour entourer la portion sensiblement cylindrique d'un des pivots de manière à retenir radialement l'arbre (1).
5. Dispositif de pivotement selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'élément de butée axiale (15, 15') est monté avec un certain jeu latéral relativement à l'axe de l'arbre (1) de manière à permettre d'aligner l'ouverture (16, 16') avec le trou de l'élément de guidage radial (21, 21').
6. Dispositif de pivotement selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les deux éléments de butée axiale (5, 5' ; 15, 15') sont chacun constitués par un monocristal, et **en ce que** l'ouverture (6, 6' ; 16, 16' ; 46) que présente chacun des éléments de butée axiale est réalisée par gravure anisotrope humide du monocristal.
7. Dispositif de pivotement selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la portion arrondie convexe (33) de chacun des deux pivots (32) est dans le prolongement d'une portion sensiblement cylindrique (39), et **en ce que** chacune des ouvertures (36) présentent, proche de son embouchure, une portion à profil rectangulaire (37) prévue pour entourer la portion sensiblement cylindrique (39), d'un des pivots (32) de manière à retenir radialement l'arbre (1).
8. Dispositif de pivotement selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** l'élément de butée axiale (35) est réalisé en plastique.
9. Dispositif de pivotement selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le monocristal est un monocristal de silicium.
10. Dispositif selon l'un des revendications 6 ou 9, **caractérisé en ce que** l'ouverture (6, 6' ; 16, 16' ; 46) que présente chaque élément de butée axiale (5, 5' ; 15, 15') est une ouverture de section carrée.
11. Procédé d'assemblage d'un dispositif de pivotement d'un arbre dans une pièce d'horlogerie comprenant les étapes de :
 - monter un élément de butée axiale (15, 15') et élément de guidage radial (21, 21') dans une monture (25) donnant un certain jeu latéral à l'élément de butée axiale ;
 - insérer un faux axe dans le trou de l'élément de guidage radial ;
 - appuyer avec l'extrémité du faux axe sur l'élément de butée axiale de manière à aligner l'ouverture (16, 16') avec le trou de l'élément de guidage radial (21, 21') ;
 - solidariser l'élément de butée axiale (15, 15') avec l'ouverture en position alignée.

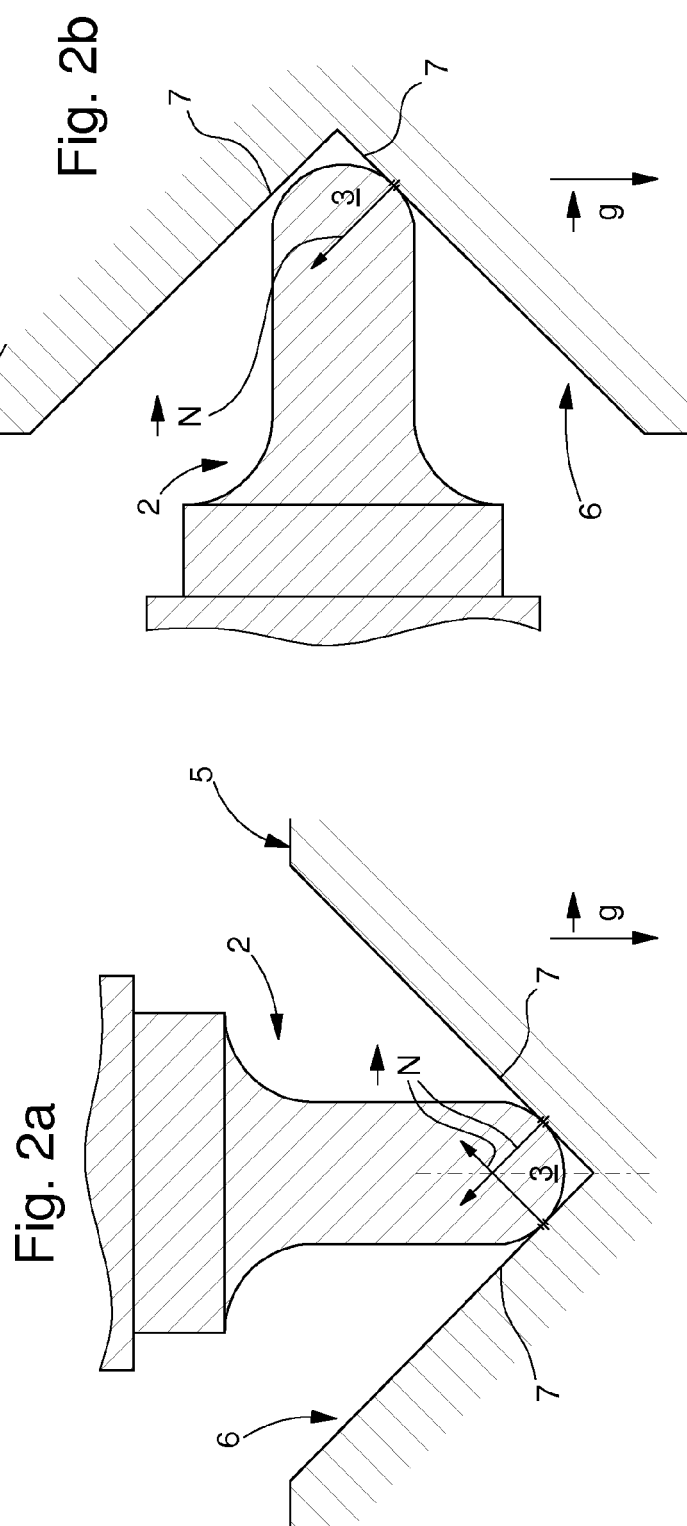
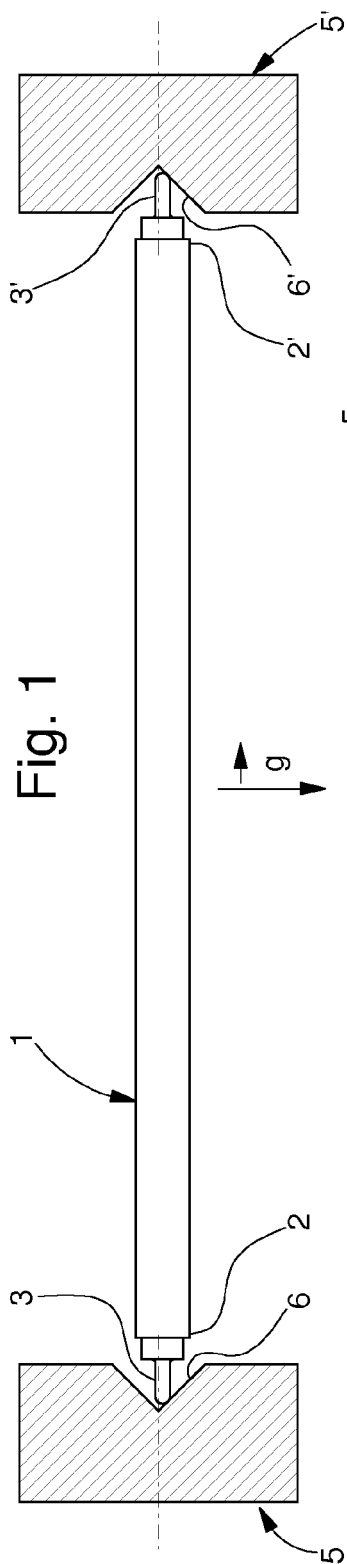


Fig. 3

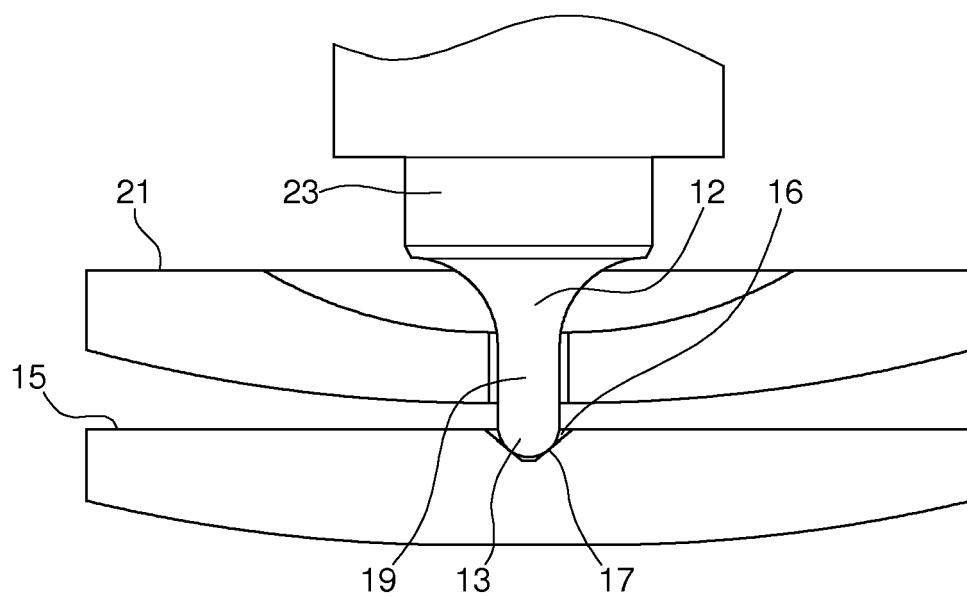


Fig. 4

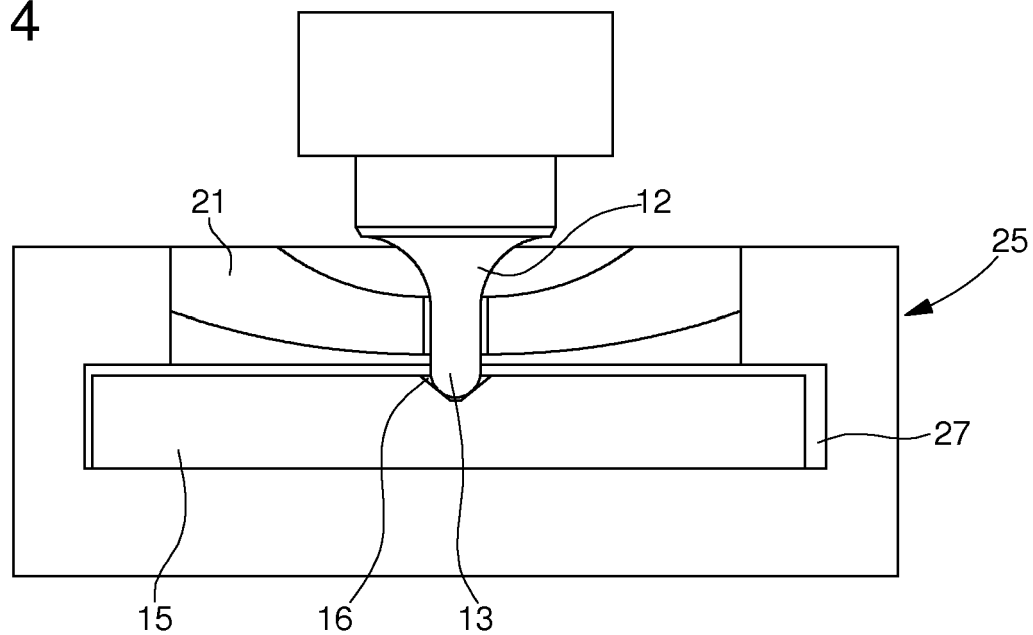


Fig. 5

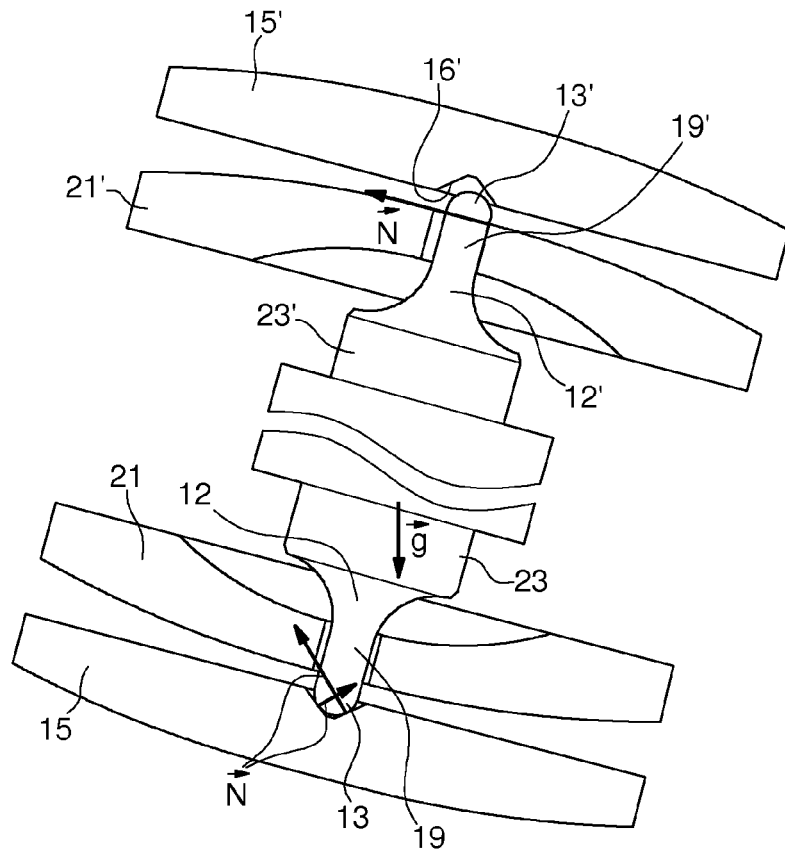


Fig. 6

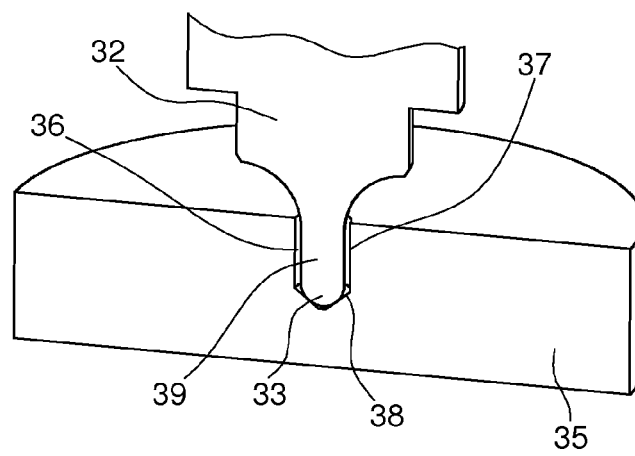


Fig. 7

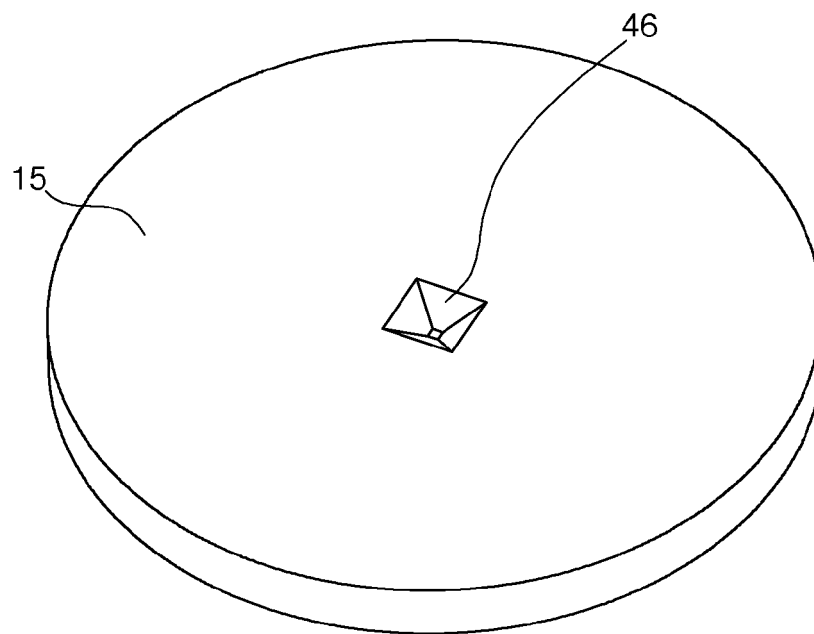
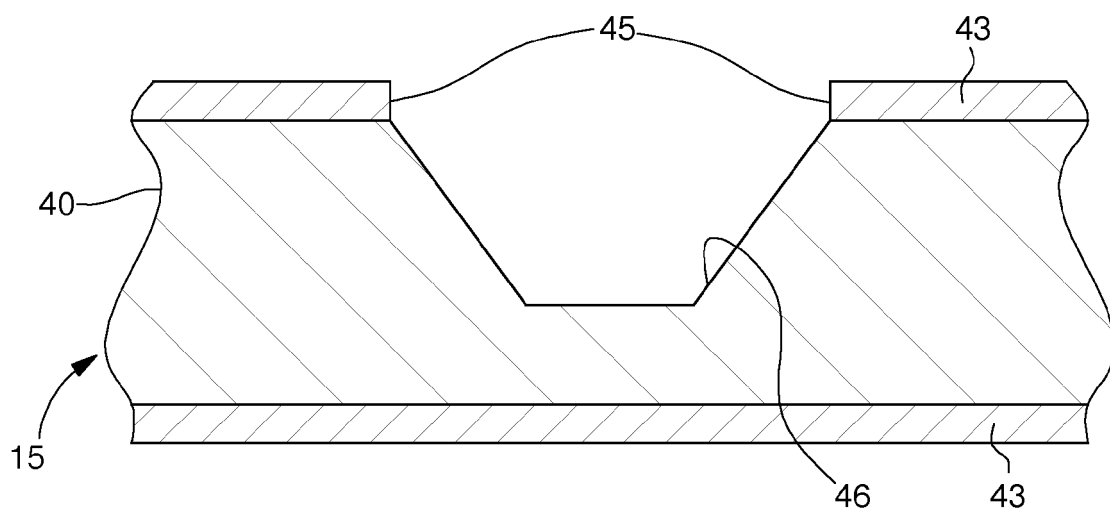


Fig. 8





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	CH 324 263 A (ERISMANN GERARD [CH]) 15 septembre 1957 (1957-09-15)	1-4,6	INV. G04B31/06 G04B31/00 G04B31/004 G04B31/016
A	* page 2, ligne 3 - ligne 15; figures 1,3 *	5,9,10	
X	CH 254 858 A (BERGER JOHANN [CH]) 31 mai 1948 (1948-05-31)	1	
A	* page 2, colonne 1, ligne 8 - ligne 15; revendication 1; figures 1,3 *	5,11	
A	CH 339 134 A (PARECHOC S A ET ROGER MATTHEY [CH]) 15 juin 1959 (1959-06-15)	7	
A	* page 1, ligne 4 - ligne 15; revendication 1 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
A	* page 1, ligne 45 - ligne 55; figure 1 *		G04B G04D
A	FR 1 587 976 A (KURUCZ JANOS ET MATTHEY ANDRÉ) 3 avril 1970 (1970-04-03)		
A	* abrégé; figure 3 *		
A	CH 198 217 A (LORENZ C AG [DE]) 15 juin 1938 (1938-06-15)		
A	* revendications 1-3; figures 1-3 *		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		15 février 2008	Guidet, Johanna
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 intermédiaire 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			

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

EP 07 10 6986

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.

15-02-2008

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
CH 324263	A	15-09-1957	AUCUN	
CH 254858	A	31-05-1948	AUCUN	
CH 339134	A	15-06-1959	AUCUN	
FR 1587976	A	03-04-1970	DE 1804202 A1 GB 1216857 A	19-06-1969 23-12-1970
CH 198217	A	15-06-1938	AUCUN	

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

- FR 1333053 [0004] [0005]
- US 20040195209 A [0030]