(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 142 965 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
10.11.2010 Bulletin 2010/45

(21) Numéro de dépôt: **08736544.1**

(22) Date de dépôt: **24.04.2008**

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

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2008/055009

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2008/132135 (06.11.2008 Gazette 2008/45)

(54) **DISPOSITIF DE PIVOTEMENT D'UN ARBRE DANS UNE PIECE D'HORLOGERIE**

SCHWENKEINRICHTUNG FÜR EINE WELLE IN EINER UHR

PIVOTING DEVICE FOR AN ARBOR INSIDE A TIMEPIECE

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

(30) Priorité: **26.04.2007 EP 07106986**

(43) Date de publication de la demande:
13.01.2010 Bulletin 2010/02

(73) Titulaire: **ETA SA Manufacture Horlogère Suisse**
2540 Grenchen (CH)

(72) Inventeurs:
- **CONUS, Thierry**
  CH-2543 Lengnau (CH)
- **HELFER, Jean-Luc**
  CH-2502 Bienne (CH)

(74) Mandataire: **Ravenel, Thierry Gérard Louis et al**
ICB
Ingénieurs Conseils en Brevets SA
Faubourg de l'Hôpital 3
2001 Neuchâtel (CH)

(56) Documents cités:
EP-A- 1 217 471
CH-A- 324 263
CH-A- 339 134
US-A1- 2004 195 209

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 2 142 965 B1

Description

[0001] La présente invention concerne les dispositifs de pivotement d'un arbre dans une pièce d'horlogerie, qui comporte deux pivots formant chacun une extrémité de l'arbre et deux paliers pour recevoir les deux pivots, chacun des deux pivots comportant, proche de l'extrémité, une portion sensiblement cylindrique et une portion arrondie convexe prolongeant la portion sensiblement cylindrique et allant en diminuant en direction de l'extrémité, chacun des deux paliers comportant une structure de pivotement maintenue élastiquement en place, la structure de pivotement comprenant un passage sensiblement cylindrique traversé par la portion sensiblement cylindrique d'un des pivots et une surface d'appui contre laquelle l'extrémité du dit pivot est prévue pour venir s'appuyer.

[0002] Les figures 13-51 et 13-52 de la page 291 de l'ouvrage « Théorie d'horlogerie » montre une moitié d'un dispositif de pivotement anti-chocs pour arbre de balancier correspondant à la définition ci-dessus. Le pivot représenté, qui forme l'une des extrémités d'un arbre de balancier, a une forme appointie et se termine par une partie cylindrique à bout légèrement arrondi. Le pivotement est assuré par une pierre à trou et un contre-pivot qui sont maintenus dans un chaton de manière à former une structure de pivotement. Le trou de la pierre à trou constitue un passage sensiblement cylindrique qui entoure la portion cylindrique du pivot de manière à retenir radialement l'arbre de balancier. Le contre-pivot constitue une surface d'appui contre laquelle le bout arrondi du pivot est prévu pour venir s'appuyer. Le chaton est fixé élastiquement en place.

[0003] Le dispositif de pivotement exemplaire représenté dans la figure 5 du document de brevet CH 324'263 correspond également à la définition ci-dessus. Le pivot représenté dans la figure 5 se termine par une partie cylindrique à bout légèrement arrondi. Le pivotement est assuré par une seule pierre percée d'un trou borgne à paroi cylindrique. Cette pierre est montée dans un chaton et forme avec ce dernier une structure de pivotement. La partie cylindrique du pivot est engagée dans le trou à paroi cylindrique, et le bout arrondi du pivot peut ainsi venir en appui contre la surface d'appui constituée par le fond plat du trou borgne. En outre, comme illustré par la figure 1, la structure de pivotement est fixée élastiquement en place dans un logement à siège conique d'un corps de palier, lui-même, fixé à la platine.

[0004] Les dispositifs de pivotement de l'art antérieur qui viennent d'être décrits présentent certains inconvénients. En particulier, la zone de contact de chaque pivot 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, seul le bout arrondi de l'un des pivots appuie contre la surface d'appui, tandis qu'en position verticale de la pièce d'horlogerie, c'est la circonférence de la partie cylindrique des pivots qui repose contre le flanc des passages sensiblement cylindriques. On comprendra que, dans ces conditions, 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.

[0005] 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.

[0006] Selon la présente invention, chaque pivot vient en appui contre la paroi intérieure inclinée 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). Ainsi l'extrémité d'un pivot ne peut pas pénétrer jusqu'au fond de l'ouverture. L'appui du pivot contre la surface d'appui 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 la portion arrondie de celui-ci. Dans ces conditions, il est possible de fournir un dispositif de pivotement dans lequel le couple de la force de frottement varie très peu entre les différentes orientations possibles de la pièce d'horlogerie.

[0007] Le diamètre de la portion arrondie dont les flancs viennent en appui contre le bord évasé d'une ouverture, est compris, de préférence, entre environ 0,05 et 0,10mm.

[0008] La paroi de la portion de profil trapézoïdal ou triangulaire inversé présente, de préférence, une inclinaison par rapport à l'axe du balancier comprise entre environ 40° et 60°.

[0009] Selon un premier mode de réalisation de la présente invention, la structure de pivotement de chacun des deux paliers comporte un élément de butée axiale (15, 15') dans lequel est aménagé ladite ouverture (16, 16') de section circulaire ou polygonale, et un élément de guidage radial (21, 21') traversé par le passage sensiblement cylindrique.

[0010] Ce premier mode de réalisation 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, notamment en ce qu'il comporte une ouverture pour recevoir la portion arrondie convexe d'un pivot.

[0011] Selon une variante avantageuse de ce premier mode de réalisation, 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.

[0012] Selon un deuxième mode de réalisation de la

présente invention, le passage sensiblement cylindrique de la structure de pivotement est constitué par une portion à paroi cylindrique de l'ouverture de section circulaire ou polygonale, la portion à paroi cylindrique étant située entre la portion de profil trapézoïdal ou triangulaire inversé et une embouchure de l'ouverture.

[0013] Ce deuxième mode de réalisation est qualifié de monobloc parce que le passage sensiblement cylindrique et la surface d'appui sont réalisés dans une même ouverture de la structure de pivotement. Ce mode de réalisation de la présente invention rappelle un peu le dispositif de pivotement décrit dans le document de brevet CH 324'263 et déjà mentionné. Toutefois, il se distingue de cet art antérieur par le fait notamment que le fond de l'ouverture n'est pas plat mais présente une paroi inclinée.

[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 en coupe montrant un pivot inséré dans un élément de guidage radial et un élément de butée axiale conforme à la présente invention ;

- la figure 2 est une vue partielle en coupe montrant schématiquement une structure de pivotement d'un dispositif de pivotement selon un premier mode de réalisation de la présente invention ;

- la figure 3 est une vue schématique en coupe montrant les mêmes éléments que la figure 3, mais dans laquelle l'axe de l'arbre de balancier est incliné par rapport à la verticale ;

- la figure 4 est une vue partielle en coupe montrant schématiquement une structure de pivotement d'un dispositif de pivotement selon un deuxième mode de réalisation de la présente invention ;

- la figure 5 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 6 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 3 montre schématiquement un arbre de balancier 11 avec son dispositif de pivotement. Les extrémités de l'arbre 11 forment deux pivots à pointe arrondie (référencés respectivement 12 et 12'). On voit encore que l'arbre de balancier 11 est maintenu radialement par deux éléments de guidage radial (21, 21') et axialement par deux éléments de butée axiale 15, 15' contre lesquels les pivots 12, 12' peuvent s'appuyer.

[0016] La figure 1 montre une moitié du même dispositif de pivotement orienté verticalement. On voit sur les figures 1 et 3 que, dans l'exemple représenté, la pointe du pivot 12 se termine par une portion arrondie 13 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. L'extrémité 13 du pivot 12 est prévue pour venir s'appuyer contre la paroi intérieure 17 d'une ouverture de profil trapézoïdal (référencée 16 dans la figure 1) formée dans un élément de butée axiale 15. On voit que l'ouverture 16 a la forme d'un cône sensiblement coaxial avec l'axe de l'arbre de balancier 11. L'ouverture du cône 16 est de préférence comprise entre environ 80° et 120° ou, en d'autres termes, l'inclinaison de la paroi 17 par rapport à l'axe du balancier 11 est de préférence comprise entre 40° et 60°. On voit encore sur les figures 1 et 3 que la portion arrondie 13 et l'ouverture 16 sont dimensionnées de manière à ce que la surface latérale de la portion arrondie 13 soit entièrement supportée par la paroi inclinée 17.

[0017] Sur la figure 3, on a représenté par deux flèches (référencées N) la direction perpendiculaire à la surface de contact entre le pivot 12 et l'élément de butée axiale 15. Les deux flèches N ont leur 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 12 sur la paroi de l'ouverture 16, 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 à la paroi inclinée de l'ouverture.

[0018] Conformément à la présente invention, le pivot 12 ne vient pas en appui contre le fond de l'ouverture 16, mais contre sa paroi intérieure inclinée. En effet, l'axe de l'ouverture 16 étant sensiblement parallèle à l'axe du pivot 12, le contact du pivot 12 avec l'intérieur de l'ouverture 16 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 50° dans le présent exemple. De plus, en comparant les figures 1 et 3, on peut voir que c'est approximativement la même zone de la surface du pivot qui assure le contact lorsque l'arbre de balancier est horizontal et lorsque cet arbre est incliné.

[0019] Les figures 1 et 3 montrent encore que les pivots 12, 12' comportent une partie cylindrique allongée 19, 19' qui précède l'extrémité arrondie 13, 13'. La partie cylindrique allongée passe dans le trou olivé ou cylindrique d'un élément de guidage radial 21, 21'. La fonction de l'élément de guidage radial correspond à la fonction d'une pierre à trou dans un dispositif de pivotement habituel. De plus, dans un dispositif de pivotement selon la présente invention, l'élément de guidage radial 21, 21' évite que l'extrémité arrondie 13, 13' du pivot ne se libère complètement de l'ouverture 16, 16'. En effet, en se référant plus particulièrement à la figure 3, on voit qu'il existe un certain jeu, tant radial qu'axial, entre l'arbre de balancier 11 et les éléments de butée axiale 15 et 15'. On

précisera toutefois que, sur la figure, l'amplitude de ce jeu a été exagérée de manière à faciliter la compréhension. En raison du jeu axial, lorsque l'arbre de balancier 11 est vertical ou sensiblement incliné comme dans la figure 3, l'extrémité supérieure 12' n'est plus en contact avec l'élément de butée axiale 15'. Dans cette situation, la partie cylindrique allongée 19' vient s'appuyer contre la paroi intérieur du passage sensiblement cylindrique dans l'élément de guidage radial 21'. Sur la figure 3, on a représenté par une flèche (référencée N à nouveau) la direction perpendiculaire à la surface de contact entre le pivot 12' et l'élément de guidage radial 21'. La flèche N a son origine à l'endroit d'un point de contact. Finalement, dans le cas non représenté où l'arbre de balancier est sensiblement horizontal, on comprendra que les parties cylindriques 19, 19' viennent toutes les deux s'appuyer contre la paroi intérieure du passage sensiblement cylindrique de l'un des éléments de guidage radial 21, 21'. '. Ainsi, le contact d'un pivot avec l'élément de guidage radial se fait toujours par les flancs du pivot.

[0020] L'élément de guidage radial et l'élément de butée axiale faisant partie, selon la présente invention, d'une structure de pivotement maintenue élastiquement en place, le jeu entre l'arbre de balancier 11 et les éléments de butée axiale 15 et 15' peut devenir transitoirement beaucoup plus important en cas de choc. Cette suspension élastique de la structure de pivotement est, de manière connue en soi, prévue pour éviter que la portion cylindrique 19 ne se casse en cas de choc. À cet effet, l'arbre de balancier 11 présente encore un tigeron (référencé 23 sur la figure 1) considérablement plus épais que la portion cylindrique 19. De par ses dimensions, le tigeron 23 est beaucoup plus solide que l'extrémité d'un pivot 12, 12', 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.

[0021] La figure 2 est une vue partielle en coupe montrant schématiquement une structure de pivotement d'un dispositif de pivotement selon un premier mode de réalisation de la présente invention (les éléments de la figure 2 également représentés dans les figures 1 et 3 conservent les mêmes numéros de référence). 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 montées dans un chaton (représenté schématiquement) avec lequel elles forment la structure de pivotement 25.

[0022] La réalisation de la structure de pivotement 25 peut présenter certaines difficultés. En effet, on comprendra sans peine qu'il est important que l'axe de l'ouverture 16 et celui du passage sensiblement cylindrique de l'élément de guidage radial 21 soient parfaitement alignés. 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.

[0023] On voit sur la figure 2 que l'élément de butée axiale 15 est logé dans une cavité cylindrique 27. Le diamètre de la cavité 27 est légèrement supérieur à celui de l'élément de butée axiale. Ce dernier bénéficie donc d'un certain jeu latéral. Lorsque l'arbre de balancier est en position verticale, comme représenté sur la figure 2, la portion arrondie 13 de la pointe du pivot appuie contre le flanc incliné de l'ouverture 16 de l'élément 15. 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, la paroi inclinée de l'ouverture 16 permet l'autocentrage de l'élément de butée axiale 15.

[0024] Selon les circonstances, il peut être préférable que l'élément de butée axiale soit fixé rigidement dans la structure de pivotement. La solution qui vient d'être décrite aux problèmes d'alignement peut être adaptée à ce cas de figure. En effet, il est possible d'ajuster précisément le centrage de l'élément de butée axiale 15 au stade de l'assemblage de la structure de pivotement 25. Pour ce faire, on insère d'abord un « faux axe » dans la structure de pivotement 25 à la place prévue pour l'arbre de balancier. La poussée de ce « faux axe » permet de centrer l'élément de butée axiale 15 selon un principe identique à celui exposé au paragraphe précédent. Une fois que l'ouverture 16 de l'élément de butée axiale 15 a été amenée parfaitement dans l'axe, on procède à une étape de solidarisation de cet élément avec le reste de la structure de pivotement 25 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 structure de pivotement 25 dans la montre.

[0025] La figure 4 est une vue partielle en coupe montrant schématiquement une structure de pivotement d'un dispositif de pivotement selon un deuxième mode de réalisation de la présente invention. Le demi dispositif représenté comporte un pivot 32 semblable au pivot 12 des figures 1, 2 et 3. Il présente une pointe comportant une portion cylindrique allongée 39 et se terminant par une portion arrondie 33. La pointe du pivot 32 est insérée dans une ouverture 36 d'une structure de pivotement 35. On peut voir sur la figure que le profil de l'ouverture 36 présente une première portion à paroi cylindrique 37 suivie par une portion de profil trapézoïdal 38. La pointe arrondie 33 du pivot est dimensionnée de manière à ce que sa surface arrondie puisse venir en appui contre la paroi inclinée de la portion de profil trapézoïdal 38. On peut voir également que la portion cylindrique 39 du pivot 32 s'étend à l'intérieur de la portion à paroi cylindrique 37 de l'ouverture 36. En effet, la paroi intérieure de la portion 37 est prévue 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 4, une structure de pivotement 35 monobloc remplit à la fois les fonctions d'élément de butée axiale et d'élément de guidage radial pour le pivot 32. En comparaison avec le mode de réalisation des figures 1, 2 et 3, on peut donc dire que le mode de réalisation de la figure 4 réunit les éléments 15 et 21 dans une seule et unique pièce. L'élément monobloc 35 convient pour être réalisé par exemple en un métal ou un alliage ou, encore, en matière plastique. Si l'on désire réaliser l'élément 35 en un métal ou un alliage, il est possible de procéder par photolithographie et croissance galvanique, et notamment en ayant recours à la technique LIGA.

[0026] Il est important de préciser d'autre part que les ouvertures 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 5 et 6 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).

[0027] Selon une variante avantageuse de la présente invention, les éléments de butée 15 axiale représentés sur les figures 1 à 3 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.

[0028] 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.

[0029] 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 décrit un procédé parmi d'autres pouvant être mis en oeuvre pour réaliser de telles ouvertures en forme de pyramides inversées.

[0030] La figure 5 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 6, 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.

[0031] Dans le présent exemple, la pyramide inversée constituant l'ouverture 46 est légèrement tronquée (figure 6). 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.

[0032] 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'ancre. 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.

[0033] En particulier, il est connu de réaliser des ouvertures par gravure anisotrope humide dans des monocristaux d'arséniure de galium 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 (11) dans une pièce d'horlogerie, comportant deux pivots (12, 12' ;

32) formant chacun une extrémité de l'arbre et deux paliers pour recevoir les deux pivots, chacun des deux pivots comportant, proche de l'extrémité, une portion sensiblement cylindrique (19, 19'; 39) et une portion arrondie convexe (13, 13' ; 33) prolongeant la portion sensiblement cylindrique et allant en diminuant en direction de l'extrémité, chacun des deux paliers comportant une structure de pivotement (25 ; 35) maintenue élastiquement en place, la structure de pivotement (25 ; 35) comportant une surface d'appui contre laquelle l'extrémité du dit pivot est prévue pour venir s'appuyer, la structure de pivotement de chacun des deux paliers comportant une ouverture (16, 16' ; 36 ; 46) de section circulaire ou polygonale, ladite ouverture comportant une portion de profil trapézoïdal ou triangulaire inversé (16, 16' ; 38 ; 46) dont la paroi intérieure inclinée constitue ladite surface d'appui, ladite portion arrondie convexe (13, 13' ; 33) d'un des deux pivots etant prevue pour venir en appui contre ladite paroi intérieure inclinée de manière à ce que l'arbre (11) soit maintenu axialement entre les parois inclinées des ouvertures des deux paliers, **caractérisé en ce que** la structure de pivotement comporte un passage sensiblement cylindrique traversé par ladite portion sensiblement cylindrique (19, 19'; 39) d'un des pivots.

2. Dispositif de pivotement selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le rayon de courbure de la portion arrondie convexe (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 (16, 16' ; 38 ; 46) présente une inclinaison par rapport à l'axe de l'arbre (11) comprise entre environ 40° et 60°.

4. Dispositif de pivotement selon l'une des revendications 1, 2 ou 3, **caractérisé en ce que** la structure de pivotement de chacun des deux paliers comporte un élément de butée axiale (15, 15') dans lequel est aménagée ladite ouverture (16, 16') de section circulaire ou polygonale, et un élément de guidage radial (21, 21') traversé par le passage sensiblement cylindrique.

5. Dispositif de pivotement selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'élément de butée axiale (15, 15') est monté dans la structure de pivotement (25) avec un certain jeu latéral relativement à l'axe de l'arbre (11) de manière à permettre d'aligner l'ouverture (16, 16') avec le passage sensiblement cylindrique de l'élément de guidage radial (21, 21').

6. Dispositif de pivotement selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé en ce que** les deux éléments de butée axiale (15, 15') sont chacun constitués par un monocristal de silicium, et **en ce que** l'ouverture (16, 16' ; 46) que présente chacun des éléments de butée axiale est réalisée par gravure anisotrope humide du monocristal.

7. Dispositif de pivotement selon l'une des revendications 1, 2 ou 3, **caractérisé en ce que** le passage sensiblement cylindrique est constitué par une portion à paroi cylindrique (37) de ladite ouverture (36) de section circulaire ou polygonale, ladite portion à paroi cylindrique étant située entre la portion (38) de profil trapézoïdal ou triangulaire inversé et une embouchure de l'ouverture (36).

8. Dispositif de pivotement selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** la structure de pivotement (35) est réalisée en plastique.

9. Dispositif de pivotement selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'**il est réalisé en métal ou en alliage.

10. Dispositif selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** l'ouverture (16, 16' ; 46) que présente chaque élément de butée axiale (15, 15') est une ouverture de section carrée.

11. Procédé d'assemblage d'un dispositif de pivotement d'un arbre selon l'une des revendications 4, 6 ou 10 dans une pièce d'horlogerie comprenant les étapes de :

- assembler un élément de butée axiale (15, 15') et un élément de guidage radial (21, 21') dans une structure de pivotement (25) de manière à donner un certain jeu latéral à l'élément de butée axiale ;
- insérer un faux axe dans le passage sensiblement cylindrique de la structure de pivotement :
- appuyer avec l'extrémité du faux axe sur l'élément de butée axiale de manière à aligner l'ouverture (16, 16') avec le passage sensiblement cylindrique ;
- solidariser l'élément de butée axiale (15, 15') avec le reste de la structure de pivotement (25).

Claims

1. Pivoting device for an arbour (11) in a timepiece, including two pivots (12, 12'; 32) each forming one end of the arbour and two bearings for receiving the two pivots, each of the two pivots including, close to the end, an approximately cylindrical portion (19, 19'; 39) and a convex rounded portion (13. 13'; 33) that continues the approximately cylindrical portion and gradually tapers in the direction of the end, each of the two bearings including a pivoting structure (25;

35) held in place elastically, the pivoting structure (25, 35) including an approximately cylindrical passage traversed by said approximately cylindrical portion (19, 19'; 39) of one of the pivots and a bearing surface against which the end of said pivot will abut, **characterized in that** the pivoting structure of each of the two bearings includes an aperture (16, 16'; 36; 46) of circular or polygonal section, said aperture having a portion of inverted triangular or trapezoidal profile (16, 16'; 38; 46) whose inclined, inner wall forms said bearing surface, and **in that** said convex rounded portion (13, 13'; 33) of one of the pivots is for abutting against said inclined inner wall so that the arbour (11) is held axially between the inclined walls of the apertures of the two bearings.

2. Pivoting device according to claim 1, **characterized in that** the radius of curvature of the convex rounded portion (13, 13'; 33) is comprised between approximately 0.025 and 0.5 mm.

3. Pivoting device according to claim 1 or 2, **characterized in that** the inner edge of the trapezoidal profile portion (16, 16'; 38; 46) has an inclination relative to the axis of the arbour (11) of between approximately 40° and 60°.

4. Pivoting device according to any of claims 1, 2 or 3, **characterized in that** the pivoting structure of each of the two bearings includes an axial stop element (15, 15') in which said aperture (16, 16') of circular or polygonal section is arranged, and a radial guide element (21, 21) through which the approximately cylindrical passage passes.

5. Pivoting device according to claim 4, **characterized in that** the axial stop element (15, 15') is mounted in the pivoting structure (25) with some lateral play relative to the axis of the arbour (11) to enable the aperture (16, 16') to be aligned with the approximately cylindrical passage of the radial guide element (21, 21').

6. Pivoting device according to claim 4 or 5, **characterized in that** the two axial stop elements (15, 15') are each formed by a single silicon crystal, and **in that** the aperture (16, 16'; 46) in each of the axial stop elements is made by wet anisotropic etching the single crystal.

7. Pivoting device according to any of claims 1, 2 or 3, **characterized in that** the approximately cylindrical passage is formed by a cylindrical walled portion (37) of said aperture (36) of circular or polygonal section, said cylindrical walled portion being located between the portion (38) of inverted triangular or trapezoidal profile and a mouth of the aperture (36).

8. Pivoting device according to claim 7, **characterized in that** the pivoting structure (35) is made of plastic.

9. Pivoting device according to claim 7, **characterized in that** it is made of metal or an alloy.

10. Device according to claim 6, **characterized in that** the aperture (16, 16'; 46) in each axial stop element (15, 15') is an aperture of square section.

11. Method of assembling a pivoting device for an arbour in a timepiece including the steps of:

- assembling an axial stop element (15, 15') and the radial guide element (21, 21') in a pivoting structure (25) so as to give some lateral play to the axial stop element;
- inserting a false arbour in the approximately cylindrical passage of the pivoting structure;
- pressing on the axial stop element with the end of the false arbour so as to align the aperture (16, 16') with the approximately cylindrical passage;
- securing the axial stop element (15, 15') with the rest of the pivoting structure (25).

Patentansprüche

1. Schwingeinrichtung für eine Welle (11) in einer Uhr, welche zwei Drehzapfen (12, 12'; 32) aufweist, die jeweils ein Ende der Welle bilden und mit zwei Lagern, um die zwei Drehzapfen aufzunehmen, wobei die Zapfen in der Nähe ihrer Enden einen im Wesentlichen zylindrischen Abschnitt (19, 19'; 39) und einen konvex abgerundeten Abschnitt (13, 13'; 33) aufweisen, der in Verlängerung des im Wesentlichen zylindrischen Abschnitts sich in Richtung des Endes verjüngt, wobei jedes der zwei Lager eine elastisch in Position gehaltene Schwenkstruktur (25; 35) aufweist, wobei die Schwenkstruktur eine Auflagefläche aufweist, gegen welche das Ende des Drehzapfens zum Abstützen vorgesehen ist, die Schwenkstruktur eines jeden der beiden Lagers eine Öffnung (16, 16'; 36; 46) mit einem kreisförmigen oder polygonalen Abschnitt aufweist, wobei die Öffnung einen Abschnitt trapezförmigen oder dreieckig inversen Profils (16, 16'; 38; 46) aufweist, dessen geneigte Innenwandung die Auflagefläche aufweist, wobei der konvex abgerundete Abschnitt (13, 13'; 33) eines der beiden Drehzapfen zum Abstützen gegen die geneigte Innenwandung derart vorgesehen ist, dass die Welle (11) axial zwischen den geneigten Wandungen der Öffnungen der beiden Lager verbleibt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwenkstruktur einen im Wesentlichen zylindrischen Durchgang aufweist, der von dem im Wesentlichen zylindrischen Abschnitt (19, 19'; 39) eines der Drehzap-

fen durchsetzt ist.

2. Schwenkeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Krümmungsradius des konvex gekrümmten Abschnittes (13, 13'; 33) zwischen etwa 0,025 und 0, 5 mm liegt.

3. Schwenkeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Innenkante des trapezförmigen Profils (16, 16'; 38; 46) bezogen auf die Achse der Welle (11) eine Neigung zwischen 40° und 60° aufweist.

4. Schwenkeinrichtung nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwenkstruktur eines jeden der beiden Lager ein axiales Anschlagelement (15, 15'), in welchem die Öffnung (16, 16') des kreisförmigen oder polygonalen Abschnitts angeordnet ist, sowie ein radiales Führungselement (21, 21') aufweist, welches vom im Wesentlichen zylindrischen Durchgang durchsetzt ist.

5. Schwenkeinrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das axiale Anschlagselement (15, 15') in der Schwenkstruktur (25) mit einem bestimmten lateralen Spiel gegenüber der Achse der Welle (11) derart angeordnet ist, um ein Ausrichten der Öffnung (16, 16') mit dem im Wesentlichen zylindrischen Durchgang des radialen Führungselements (21, 21') zu ermöglichen.

6. Schwenkeinrichtung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes der beiden axialen Anschlagelemente (15, 15') durch ein Siliziummonokristall gebildet wird und dass die Öffnung (16, 16'; 46), die jeweils ein axiales Anschlagelement aufweist, durch anisotropes Nassätzen des Monokristalls gefertigt ist.

7. Schwenkeinrichtung nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der im Wesentlichen zylindrische Durchgang von einer zylindrischen Wand (37) der Öffnung (36) des kreisförmigen oder polygonalen Abschnitts gebildet ist, wobei der zylindrische Wandungsabschnitt zwischen dem Abschnitt (38) trapezförmigen oder dreieckig inversen Profils und einer Mündung der Öffnung 36 angeordnet ist.

8. Schwenkeinrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwenkstruktur (35) aus Kunststoff gefertigt ist.

9. Schwenkeinrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie aus Metall oder aus einer Legierung gefertigt ist.

10. Schwenkeinrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Öffnung (16, 16'; 46), die jeweils ein axiales Anschlagelement aufweist (15, 15') eine viereckige Öffnung ist.

11. Verfahren zur Montage einer Schwenkeinrichtung einer Achse nach einem der Ansprüche 4, 6 oder 10 in einer Uhr umfassend die Schritte:

- Anordnen eines axialen Anschlagelements (15, 15') und eines radialen Führungselements (21, 21') in einer Schwenkstruktur, um dem axialen Abstützelement ein bestimmtes laterales Spiel zu geben;
- Einsetzen einer falschen Achse in den im Wesentlichen zylindrischen Durchgang der Schwenkstruktur;
- Andrücken eines Endes der falschen Achse an das axiale Anschlagelement, um die Öffnung (16, 16') mit dem zylindrischen Durchgang auszurichten;
- Verbinden des axialen Anschlagelements (15, 15') mPit dem Rest der Schwenkstruktur (25).

Fig. 1

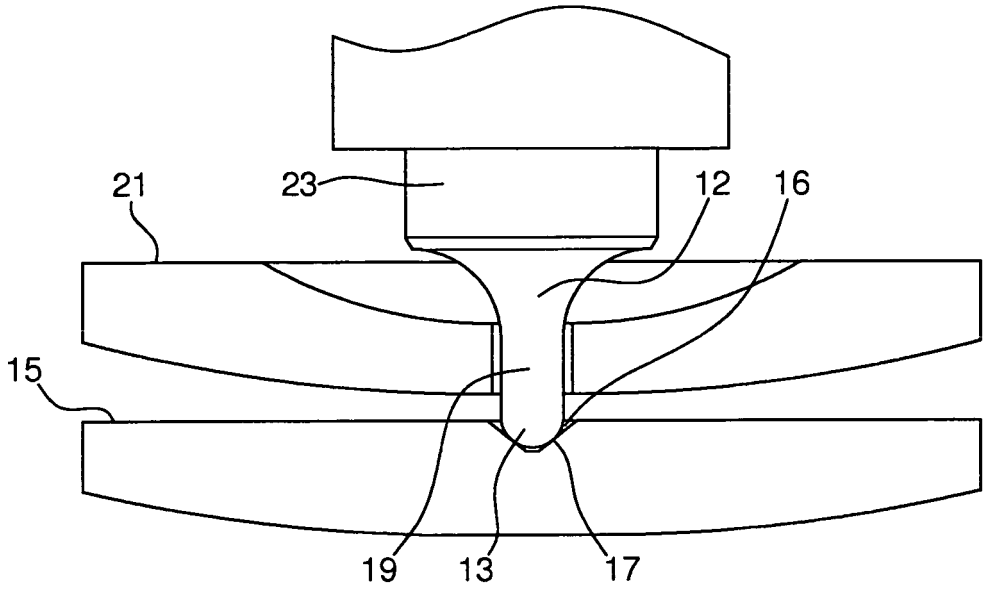


Fig. 2

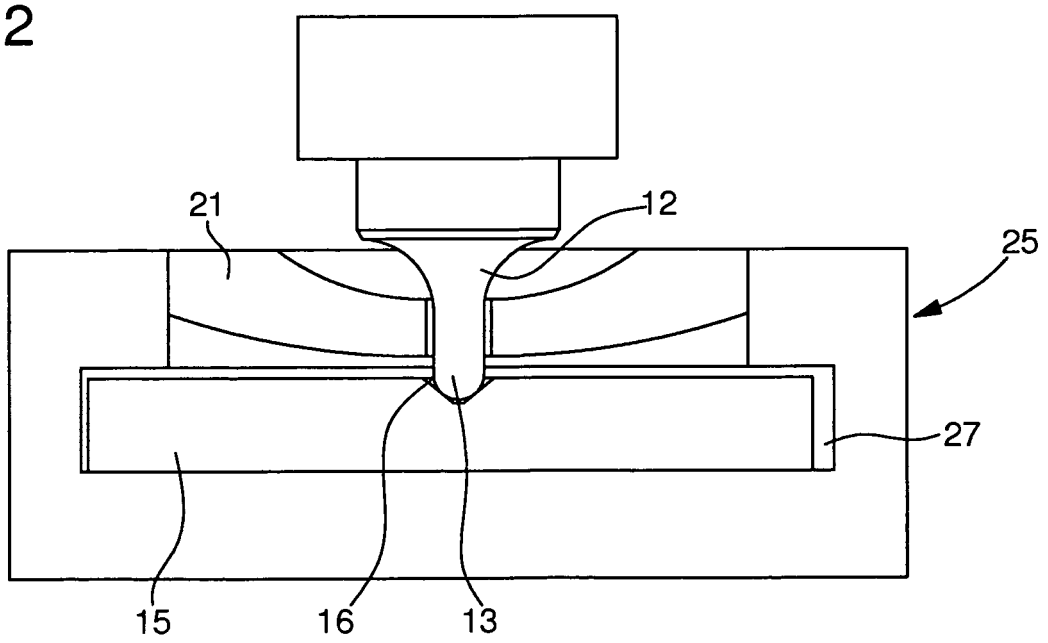


Fig. 3

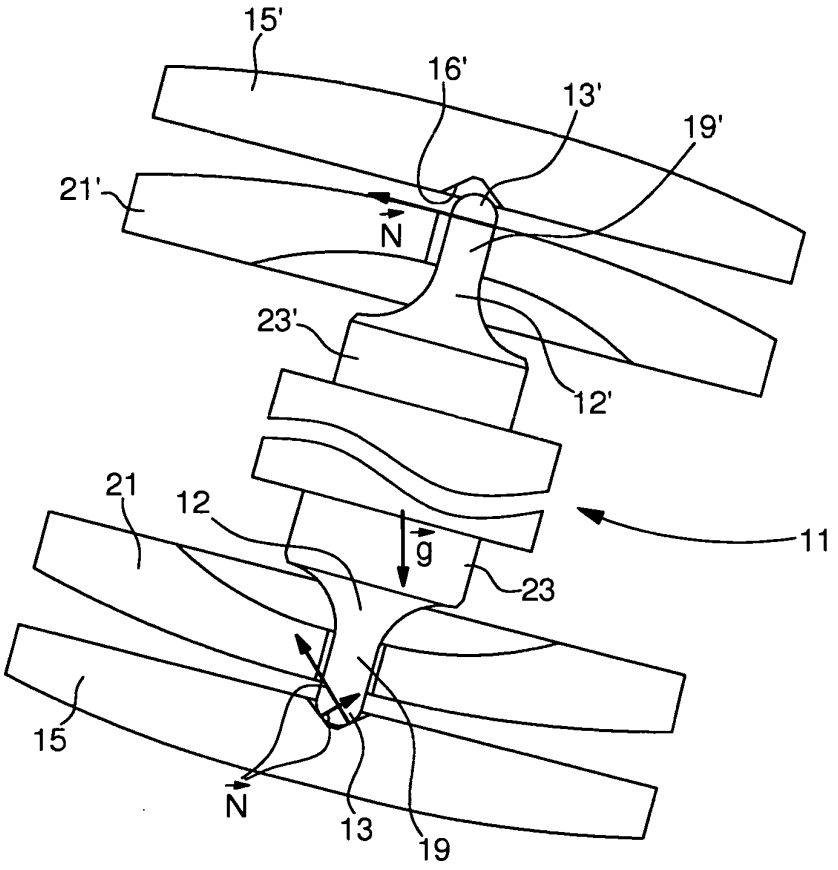


Fig. 4

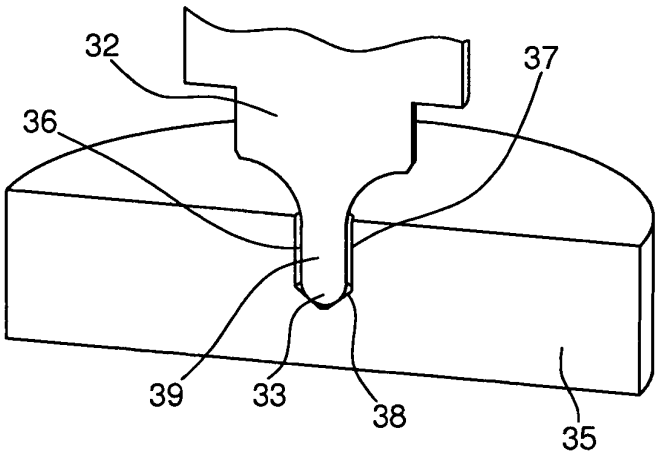


Fig. 5

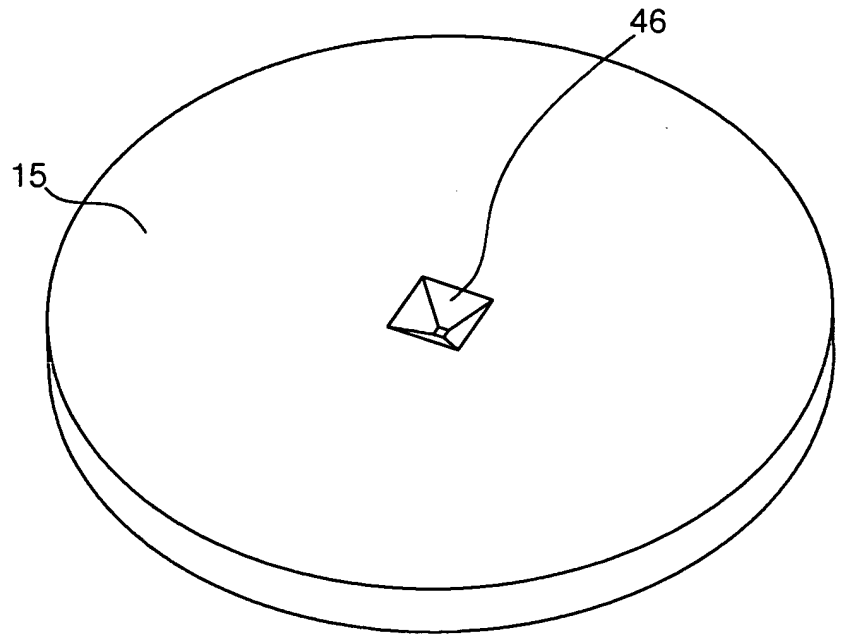
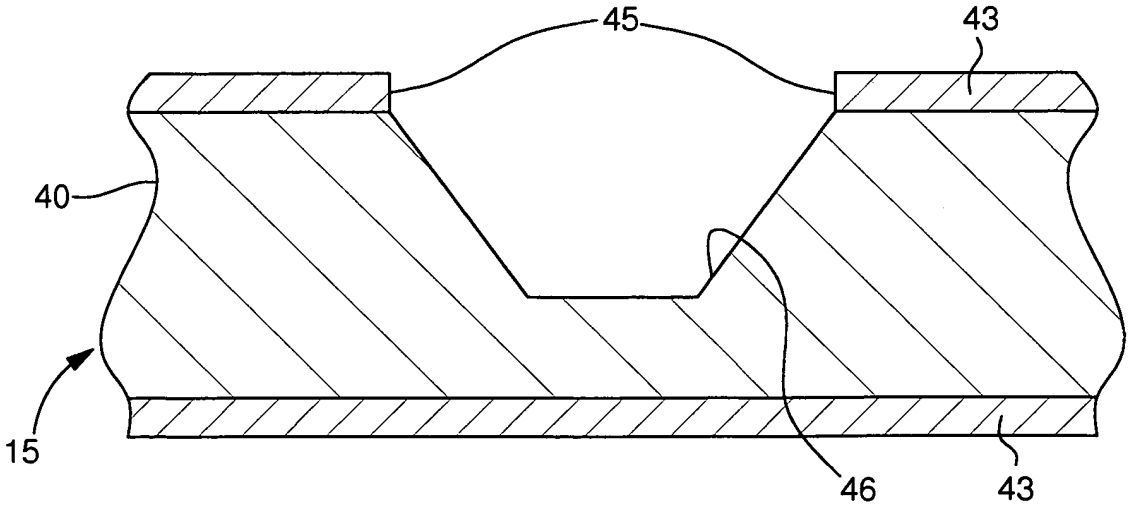


Fig. 6



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

- CH 324263 **[0003] [0013]**
- US 20040195209 A **[0029]**