



(11)

EP 4 582 879 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
09.07.2025 Bulletin 2025/28

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
G04D 7/00 (2006.01) G04D 7/08 (2006.01)
G04D 7/10 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **24150270.7**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
G04D 7/08; G04D 7/001; G04D 7/10

(22) Date de dépôt: **03.01.2024**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(72) Inventeurs:
• **GUILLAUME, Marc**
25520 VAL D USIERS (FR)
• **BULLE-PIOUROT, Fernand**
25300 LES FOURGS (FR)

(74) Mandataire: **Novagraaf International SA**
Chemin de l'Echo 3
1213 Onex, Geneva (CH)

(71) Demandeur: **Richemont International S.A.**
1752 Villars-sur-Glâne (CH)

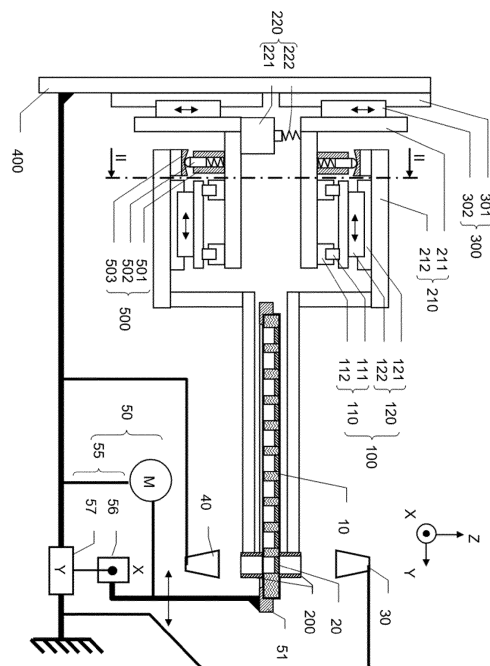
(54) **DISPOSITIF DE TEST VIBRATOIRE POUR UNE PIÈCE HORLOGÈRE**

(57) Dispositif de test pour tester une pièce horlogère (20), comprenant :

- une source d'excitation vibratoire (30),
- un appareil de mesure (40) pour mesurer une réponse vibratoire,
- un dispositif de mise en position (50), avec des moyens de guidage principal (55), agencé pour mettre la pièce horlogère (20) dans une première position,
- un dispositif de tenue avec des moyens de bridage (200) pour brider la pièce horlogère (20) dans la première position,

caractérisé en ce que les moyens de bridage (200) sont flottants, le dispositif de tenue comprenant des moyens de guidage secondaire (100), agencés pour procurer au moins un degré de liberté aux moyens de bridage (200), pour permettre un déplacement pour mettre la pièce horlogère (20) dans au moins une deuxième position.

[Fig. 1]



EP 4 582 879 A1

Description

Domaine technique de l'invention

[0001] La présente invention concerne de manière générale un dispositif de test vibratoire pour une pièce horlogère, et en particulier, l'invention concerne un dispositif de test vibratoire pour une pièce horlogère en silicium ou comprenant du silicium et encore attachée à une plaquette de silicium.

État de la technique

[0002] Dans l'art antérieur des pièces horlogères en silicium, on connaît le document WO2022152857A1 qui divulgue un dispositif de test vibratoire de spiraux en silicium encore attachés à une plaquette de silicium. En contrepartie, ce document ne propose pas de solution pour tester rapidement et/ou de manière fiable tous les spiraux d'une même plaquette.

Exposé de l'invention

[0003] Un but de la présente invention est de répondre aux inconvénients de l'art antérieur mentionnés ci-dessus et en particulier, tout d'abord, de proposer un dispositif de test vibratoire pour tester rapidement et/ou de manière fiable toutes les pièces en silicium d'une même plaquette.

[0004] Pour cela un premier aspect de l'invention concerne un dispositif de test vibratoire pour tester une pièce horlogère comprenant du silicium et attachée à une plaquette de silicium, le dispositif de test comprenant :

- une source d'excitation vibratoire, agencée pour exciter la pièce horlogère,
- un appareil de mesure agencé pour mesurer une réponse vibratoire de la pièce horlogère,
- un dispositif de mise en position de la plaquette de silicium, avec des moyens de guidage principal, agencé pour guider et déplacer la plaquette de silicium selon au moins une direction de déplacement au moins pour mettre la pièce horlogère dans une première position,
- un dispositif de tenue avec des moyens de bridage agencés pour brider la plaquette de silicium avec la pièce horlogère dans la première position, caractérisé en ce que les moyens de bridage sont flottants, le dispositif de tenue comprenant des moyens de guidage secondaire, agencés pour procurer au moins un degré de liberté aux moyens de bridage et à la plaquette de silicium bridée par les moyens de bridage, pour permettre un déplacement imposé par le dispositif de mise en position pour mettre la pièce horlogère dans au moins une deuxième position. Selon la mise en oeuvre ci-dessus, les moyens de bridage sont flottants, c'est-à-dire qu'ils ont au moins un degré de liberté de déplacement (typiquement

une translation) pour suivre la plaquette déplacée par le dispositif de mise en position, sans la débrider. A cet effet, le dispositif de tenue comprend des moyens de guidage secondaire prévus pour permettre à l'ensemble (comprenant les moyens de bridage et la plaquette de silicium bridée) de suivre le déplacement imposé par le dispositif de mise en position pour mettre la pièce horlogère dans au moins une deuxième position. Autrement dit, une fois bridée par les moyens de bridage, la plaquette peut toujours être déplacée pour amener la pièce horlogère dans une deuxième position depuis la première position. Typiquement, une mesure vibratoire peut être effectuée dans la première position et dans la deuxième position. Ainsi, pour une même pièce horlogère, une fois la plaquette bridée (pour supprimer le risque de vibrations parasites), plusieurs mesures peuvent être effectuées à différents endroits de la pièce horlogère.

[0005] Le dispositif de test peut en outre présenter les caractéristiques suivantes, prises individuellement ou en combinaison.

[0006] Selon un mode de réalisation :

- le dispositif de mise en position est agencé pour guider et déplacer la plaquette de silicium selon au moins deux directions de déplacement orthogonales entre elles et de préférence chacune transverse à la direction de mesure de la réponse vibratoire, et/ou
- les moyens de guidage secondaire sont agencés pour guider les moyens de bridage selon au moins deux directions de déplacement orthogonales entre elles et de préférence chacune transverse à la direction de mesure de la réponse vibratoire, et/ou
- la direction de mesure de la réponse vibratoire est normale à un plan de la plaquette de silicium. Autrement dit, le dispositif de mise en position peut imposer des déplacements selon une direction X et une direction Y contenues dans le plan de la plaquette, et les moyens de bridage sont flottants en X et Y.

[0007] Selon un mode de réalisation, la première position est une position de mesure, et/ou la deuxième position est une position de mesure. En particulier, la première position est une position de mesure sur la pièce horlogère, et la deuxième position est une position de mesure sur la même pièce horlogère. En particulier, entre la première position et la deuxième position, la plaquette reste bridée.

[0008] Selon un mode de réalisation, le dispositif de test comprend un bâti et :

- les moyens de guidage principal sont agencés entre le bâti et la plaquette de silicium, et/ou
- les moyens de guidage secondaire sont agencés entre le bâti et les moyens de bridage. Selon cette

mise en oeuvre, les moyens de bridage sont flottants par rapport au bâti.

[0009] Selon un mode de réalisation, le dispositif de tenue comprend des moyens de rappel, agencés pour rappeler les moyens de bridage dans une position neutre. Selon cette mise en oeuvre, les moyens de rappel peuvent remettre les moyens de bridage dans la position neutre dès que les moyens de bridage relâchent la plaquette de silicium.

[0010] Selon un mode de réalisation, avant bridage, la position neutre est alignée avec la première position.

[0011] Selon un mode de réalisation, les moyens de rappel comprennent :

- une forme mâle telle qu'un index,
- une forme femelle avec un fond et au moins une pente menant au fond, telle qu'une cuvette conique,
- un organe de rappel élastique ou un actionneur pneumatique ou hydraulique exerçant un effort de rappel pour repousser la forme mâle vers le fond. Selon un mode de réalisation, la forme femelle présente une dimension au moins égale à une zone de mesure prédéterminée sur la pièce horlogère. En particulier, la forme femelle présente une dimension (de préférence transverse à la direction de mesure ou parallèle à un plan de la plaquette) au moins égale à la distance entre la première position et la deuxième position.

[0012] Selon un mode de réalisation, les moyens de bridage comprennent un mors inférieur et un mors supérieur, agencés pour prendre la plaquette de silicium en étau. Typiquement, le mors inférieur et le mors supérieur forment une pince de bridage.

[0013] Selon un mode de réalisation, les moyens de bridage comprennent :

- au moins une ouverture d'accès, prévue pour laisser libre un accès entre la pièce horlogère à tester, et la source vibratoire et/ou l'appareil de mesure, et/ou
- au moins un décrochement entre une surface d'appui prévue pour contacter la plaquette de silicium et une surface en regard de la pièce horlogère, ou en regard d'une pièce horlogère de la plaquette de silicium et adjacente à la pièce horlogère à tester.

[0014] Selon un mode de réalisation, le dispositif de tenue comprend un limiteur d'effort de bridage, tel qu'un système à ressort. Ainsi, les moyens de bridage ne peuvent pas exercer un effort de bridage supérieur à un effort seuil, pour éviter toute contrainte néfaste à la plaquette.

[0015] Selon un mode de réalisation, le dispositif de tenue comprend un actionneur de bridage, et le limiteur d'effort de bridage est agencé entre l'actionneur de bridage et la plaquette de silicium.

[0016] Selon un mode de réalisation :

- le dispositif de mise en position comprend au moins un actionneur de déplacement, agencé pour provoquer le déplacement de la plaquette de silicium depuis la première position vers ladite au moins une deuxième position, et/ou
- la portion du dispositif de tenue agencée entre la plaquette de silicium et les moyens de guidage secondaire (c'est-à-dire au moins les moyens de bridage) est entraînée en déplacement avec ou par la plaquette de silicium bridée par les moyens de bridage et/ou
- le dispositif de tenue est exempt d'actionneur de déplacement agencé pour provoquer le déplacement de la plaquette de silicium depuis la première position vers ladite au moins une deuxième position. Autrement dit, le dispositif de tenue est passif, c'est-à-dire que sa partie flottante est entraînée avec ou par la plaquette de silicium.

[0017] Selon un mode de réalisation, le dispositif de mise en position comprend une empreinte de positionnement, agencée pour recevoir la plaquette de silicium, et pour bloquer au moins un degré de liberté entre l'empreinte de positionnement et la plaquette de silicium selon ladite au moins une direction de déplacement entre la première position et ladite au moins une deuxième position. De manière préférée, l'empreinte de positionnement est prévue pour bloquer au moins deux degrés de liberté en translation. En particulier, l'empreinte de positionnement peut épouser une périphérie de la plaquette de silicium. L'empreinte peut comporter un index coopérant avec un logement de forme correspondante ménagé à la périphérie de la plaquette, pour bloquer la plaquette en rotation.

[0018] Selon un mode de réalisation :

- les moyens de guidage principal sont agencés pour guider et déplacer la plaquette de silicium sur une course principale comprise entre 0,5 fois et 3 fois une dimension hors-tout de la plaquette de silicium, de préférence entre 0,8 fois et 2 fois une dimension hors-tout de la plaquette de silicium, et très préférentiellement entre 1 fois et 1,3 fois une dimension hors-tout de la plaquette de silicium, et/ou
- les moyens de guidage secondaire sont agencés pour guider les moyens de bridage et la plaquette de silicium bridée par les moyens de bridage sur une course secondaire comprise entre 0,5 fois et 3 fois une dimension hors-tout de la pièce horlogère, de préférence entre 0,8 fois et 2 fois une dimension hors-tout de la pièce horlogère, et très préférentiellement entre 1 fois et 1,3 fois une dimension hors-tout de la pièce horlogère. Selon cette mise en oeuvre, les moyens de guidage principal ont une course totale similaire à une taille de la plaquette de silicium, tandis que les moyens de guidage secondaire ont une course totale similaire à une taille de la pièce horlogère, c'est à dire bien inférieure à la course des moyens de guidage principal.

dage principal.

[0019] Selon un mode de réalisation, les moyens de guidage secondaire comprennent au moins un système de guidage à billes, tel qu'un ensemble rail/patin à billes. On peut prévoir une table Y-Y.

Description des figures

[0020] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description détaillée qui suit d'un mode réalisation de l'invention donné à titre d'exemple nullement limitatif et illustré par les dessins annexés, dans lesquels :

[fig. 1] représente un schéma simplifié d'une vue de côté d'un dispositif de test selon l'invention, comprenant un dispositif de tenue avec des moyens de bridage bridant une plaquette de silicium mise en position par un dispositif de mise en position pour appliquer un test vibratoire à une pièce horlogère en silicium encore attachée à la plaquette de silicium ;

[fig. 2] représente un schéma simplifié d'une vue arrière et en coupe selon l'axe II-II de la figure 1 du dispositif de test de la figure 1 ;

[fig. 3] représente une vue en perspective du dispositif de test des figures 1 et 2.

Description détaillée de mode(s) de réalisation

[0021] La figure 1 représente un schéma simplifié d'une vue de côté d'un dispositif de test selon l'invention, comprenant notamment un dispositif de tenue avec des moyens de bridage 200 bridant une plaquette de silicium 10 mise en position par un dispositif de mise en position 50 pour appliquer un test vibratoire à une pièce horlogère 20 encore attachée à la plaquette de silicium 10. La figure 2 représente un schéma simplifié d'une vue arrière et en coupe selon l'axe II-II de la figure 1 du dispositif de test de la figure 1. Pour des raisons de clarté, certaines pièces sont représentées en coupe, pour montrer d'autres composants qui seraient sinon cachés.

[0022] La plaquette de silicium 10 de cet exemple peut être une plaquette avec une couche d'oxyde enterrée (de type SOI), mais on peut prévoir tout autre type de plaquette. La pièce horlogère 20 peut être une pièce en silicium obtenue par gravure du silicium, par exemple selon un procédé de gravure réactive ionique profonde. La pièce horlogère 20 peut être par exemple un spiral horloger, un balancier horloger, ou tout autre type de pièce en silicium encore pontée ou attachée au substrat de la plaquette de silicium 10. On peut noter que la plaquette de silicium 10 supporte plusieurs pièces horlogères 20 chacune encore présente dans un puits de gravure, qui peuvent être identiques, ou bien différentes. La matière de la plaquette de silicium 10 dans laquelle les

pièces horlogères 20 sont gravées est du silicium. On peut prévoir du silicium monocristallin, ou polycristallin. Cependant, on peut prévoir toute autre matière et tout autre type de pièce.

[0023] Le dispositif de test des figures 1 et 2 est prévu pour effectuer un test vibratoire sur une pièce horlogère 20 de la plaquette de silicium 10, et de préférence sur toutes les pièces horlogères 20 de la plaquette de silicium 10. On pourra éventuellement choisir de ne pas tester toutes les pièces, mais le dispositif de test permet avantagusement de toutes les tester en cas de besoin.

[0024] A cet effet, la pièce horlogère 20 est mise en regard d'une source d'excitation vibratoire 30, agencée pour exciter la pièce horlogère 20, et d'un appareil de mesure 40 agencé pour mesurer une réponse vibratoire de la pièce horlogère 20.

[0025] A titre d'exemple, la source d'excitation vibratoire 30 peut être une source acoustique qui peut générer une onde sonore pour mettre la pièce horlogère 20 en vibration, et l'appareil de mesure 40 peut être un vibromètre laser qui peut mesurer un déplacement, une vitesse ou une accélération de la pièce horlogère 20 mise en vibration.

[0026] Le dispositif de test comprend un bâti principal 400 qui supporte les différents organes du dispositif de test, notamment :

- la source d'excitation vibratoire 30,
- l'appareil de mesure 40,
- un dispositif de mise en position 50, pour guider et déplacer la plaquette de silicium 10 et ses pièces horlogères 20 encore attachées,
- un dispositif de tenue, prévus notamment pour brider la plaquette de silicium 10 lorsqu'une pièce horlogère 20 est testée.

[0027] Pour positionner une pièce horlogère 20 à tester en regard de la source d'excitation vibratoire 30 et de l'appareil de mesure 40, le dispositif de test comprend un dispositif de mise en position 50 solidaire du bâti 400 et comprenant notamment :

- un posage 51 avec une empreinte recevant la plaquette de silicium 10,
- des moyens de guidage principal 55, avec au moins une première liaison glissière principale 56 (selon une direction X) et au moins une deuxième liaison glissière principale 57 (selon une direction Y),
- au moins un actionneur de déplacement, schématisé sous la forme d'un moteur M (dans cet exemple, on peut considérer que deux moteurs M sont prévus).

[0028] Ainsi, le dispositif de mise en position 50 procure une table mobile X-Y supportant et localisant la plaquette de silicium 10, et une commande des moteurs M permet de déplacer la plaquette de silicium 10 et donc les pièces horlogères 20 selon les directions X ou Y pour

les placer en regard de la source d'excitation vibratoire 30 et de l'appareil de mesure 40.

[0029] Lors d'un test vibratoire, des vibrations parasites peuvent intervenir (la plaquette de silicium elle-même ou même une partie de l'outillage peut se mettre à vibrer) et altérer la qualité de la mesure de la réponse vibratoire. Pour supprimer ces vibrations parasites, il est proposé de brider la plaquette de silicium 10 en la prenant en étau au plus près de la pièce horlogère 20 à tester.

[0030] A cet effet, le dispositif de tenue comprend de manière générale des mors de bridage faisant partie d'une structure de bridage avec :

- une structure de bridage inférieure située globalement sous la plaquette de silicium 10 figure 1 ou 2, et
- une structure de bridage supérieure située globalement au dessus de la plaquette de silicium 10 figure 1 ou 2.

[0031] La structure de bridage inférieure et la structure de bridage supérieure présentent la même architecture symétrique simplifiée sur la figure 1 ou 2, aussi pour des raisons de lisibilité, les composants de la structure de bridage inférieure et de la structure de bridage supérieure ne sont référencés qu'une seule fois.

[0032] Dans le détail, le dispositif de tenue et en particulier chacune de la structure de bridage inférieure et de la structure de bridage supérieure comprend :

- un dispositif de guidage vertical 300, avec un patin vertical 302 pouvant coulisser sur un rail vertical 301,
- un châssis mobile 210, comprenant une embase support 211 et un bras de bridage 212,
- des mors de bridage, portés par les bras de bridage 212, et contactant ou pinçant la plaquette de silicium 10 sur la figure 1, formant ainsi des moyens de bridage 200, les moyens de bridage 200 étant prévus pour laisser un accès libre vers la pièce horlogère 20 à tester (les mors de bridage sont percés et de forme générale tubulaire),
- des moyens de serrage 220, intercalés entre la structure de bridage inférieure et la structure de bridage supérieure, et comprenant un vérin de serrage 221 et un limiteur d'effort 222,
- des moyens de guidage secondaire 100, intercalés entre l'embase support 211 et le bras de bridage 212, et comprenant une première liaison glissière secondaire 110 (selon la direction X), avec des premiers rails secondaires 111 et des premiers patins secondaires 112, et une deuxième liaison glissière secondaire 120 (selon la direction Y), avec des deuxièmes rails secondaires 121 et des deuxièmes patins secondaires 122,
- des moyens de rappel 500, intercalés entre l'embase support 211 et le bras de bridage 212, et comprenant notamment une embase 501 logeant un poussoir à ressort 502 et une cuvette 503 recevant l'extrémité libre du poussoir à ressort 502 (on peut prévoir à la

place du poussoir à ressort un actionneur pneumatique ou hydraulique).

[0033] La figure 3 représente une vue en perspective du dispositif de test des figures 1 et 2. La plaquette de silicium n'est pas visible sur la figure 3, pour bien montrer :

- le posage 51 qui comprend une empreinte circulaire pouvant recevoir la plaquette de silicium,
- la structure de bridage inférieure et la structure de bridage supérieure pouvant chacune coulisser selon la direction Z via les embases support 211 du châssis mobile 210 solidaires des dispositifs de guidage vertical 300,
- les moyens de bridage 200 portés par le bras de bridage 212 du châssis mobile 210,
- le dispositif de mise en position 50 fixé au châssis 400 pour déplacer et guider le posage 51 selon les directions X et Y,
- les moyens de guidage secondaire 100 intercalés entre les moyens de bridage 200 et le châssis 400.

[0034] On peut noter que chacune de la structure de bridage inférieure et de la structure de bridage supérieure est mobile selon la direction Z grâce aux dispositifs de guidage verticaux 300, et l'actionnement du vérin de serrage 221 permet :

- d'écarter les moyens de bridage 200 de la plaquette de silicium 10 pour la libérer ou la débrider, ou
- de rapprocher les moyens de bridage 200 de la plaquette de silicium 10 pour la pincer ou la brider comme sur la figure 1 ou 2.

[0035] On peut noter que le limiteur d'effort 222 (par exemple un ressort ou un vérin à gaz calibré) permet de limiter l'effort maximal appliqué par les moyens de bridage à la plaquette de silicium, qui ne peut excéder un effort seuil (celui du ressort ou du vérin à gaz calibré). Ainsi, la plaquette de silicium 10 et/ou la pièce horlogère 20 est protégée des efforts et/ou déformations excessives qui pourraient avoir lieu lors du bridage.

[0036] Par ailleurs, comme on le voit, figure 1, la plaquette de silicium 10 est bridée par les moyens de bridage 200 et la pièce horlogère 20 à tester se trouve dans une première position (ou position initiale ou de référence), dans laquelle il est possible de faire une première mesure vibratoire. Il peut être intéressant de faire d'autres mesures sur la même pièce horlogère 20, et le dispositif de test permet de le faire sans débrider la plaquette de silicium 10.

[0037] En effet, les moyens de guidage secondaire 100 sont intercalés entre l'embase support 211 et le bras de bridage 212 et sont donc agencés entre les moyens de bridage 200 et le bâti 400. Les moyens de guidage secondaire 100 comprennent deux liaisons glissière secondaires, si bien que les moyens de bridage 200 possèdent deux degrés de liberté en translation par rapport

au bâti 400, et donc la plaquette de silicium 10 bridée possède également ces deux degrés de liberté en translation.

[0038] Il est donc possible de déplacer la plaquette de silicium 10 bridée, en actionnant les moteurs M du dispositif de mise en position 50 pour la déplacer de la première position de la figure 1 vers une deuxième position dans laquelle une deuxième mesure vibratoire peut être effectuée sur la pièce horlogère en regard de la source d'excitation vibratoire 30. Il est donc possible d'effectuer plusieurs mesures séquentielles sur une même pièce horlogère 20 sans devoir débrider la plaquette de silicium 10. Lors de ces déplacements de la première position vers la deuxième position, ce sont donc les organes internes des moyens de guidage secondaire 100 qui vont coulisser entre eux, pour « suivre » la plaquette de silicium 10 et son posage 51, si bien que les moyens de bridage 200 sont flottants selon la direction X et/ou Y.

[0039] On peut noter que les moyens de bridage 200 sont flottants selon la direction Z également. En effet, si les moyens de guidage principal 55 définissent des directions de déplacement légèrement différentes ou légèrement non-parallèles avec les directions de déplacement définies par les moyens de guidage secondaire 100, alors les dispositifs de guidage verticaux 300 coulisseront pour suivre ou compenser ces différences.

[0040] Une fois une pièce horlogère 20 testée, on peut prévoir de commander le vérin de serrage 221 pour écarter les moyens de bridage 200 de la plaquette de silicium 10 et mettre une autre pièce horlogère 20 de la plaquette de silicium 10 en regard de la source d'excitation vibratoire 30 et de l'appareil de mesure 40.

[0041] On peut noter que lorsque les moyens de bridage 200 relâchent la plaquette de silicium 10, alors les moyens de rappel 500 peuvent rappeler les moyens de bridage dans une position neutre. En effet, on peut noter que sur la figure 1, les mors de bridage sont coaxiaux avec la source d'excitation vibratoire 30 et de l'appareil de mesure 40, puisque la pièce horlogère 20 de la figure 1 est dans la première position. On peut remarquer sur la figure 1 que l'index à ressort 502 est également coaxial avec la cuvette 503 et se trouve aligné avec le sommet ou le fond de la cuvette 503.

[0042] Tout déplacement de la plaquette de silicium 10 bridée aura pour effet de décaler l'index à ressort 502 du sommet ou du fond de la cuvette 503 et de comprimer le ressort. Ce déplacement relatif intervient lorsque le dispositif de mise en position 50 déplace la pièce horlogère 20 de la première position à la deuxième position : le ressort du poussoir à ressort 502 se tend, et si les moyens de bridage 200 relâchent la plaquette de silicium 10, alors le poussoir à ressort 502 se détend pour retourner s'aligner avec le fond ou le sommet de la cuvette 503, rappelant simultanément les moyens de bridage dans la position neutre de la figure 1.

[0043] Dans l'exemple de réalisation, on peut prévoir une plaquette de silicium de 150 mm de diamètre hors-

tout, et chacune des pièces horlogères 20 peut présenter un diamètre hors-tout compris entre 3 et 5 mm. A titre d'exemple, on peut prévoir que :

- 5 - les moyens de guidage principal 55 permettent un déplacement selon la direction X et selon la direction Y avec une course de 150 mm environ, et/ou
- les moyens de guidage secondaire 100 permettent un déplacement selon la direction X et selon la direction Y avec une course de 5 mm ou 10 mm environ.

[0044] Autrement dit, les moyens de guidage secondaire 100 ne sont prévus pour permettre un déplacement des moyens de bridage 200 et de la plaquette de silicium 10 bridée que sur des courses permettant des mesures sur une seule pièce horlogère 20, tandis que les moyens de guidage principal 55 permettent un déplacement sur toute la plaquette de silicium 10.

- 20 **[0045]** Ainsi, on peut tester de manière unitaire chaque pièce horlogère 20, en faisant plusieurs mesures vibratoires pour chaque pièce sans débrider la plaquette de silicium 10. Cela permet notamment de :

- 25 - simplifier la conception des moyens de bridage 200, et/ou
- de limiter les risques d'endommager la plaquette de silicium 10 et/ou les pièces horlogères 20,
- 30 - garder des mêmes conditions de bridage et donc d'avoir les mêmes conditions aux limites pour les tests itératifs d'une même pièce horlogère 20,
- pouvoir tester toutes les pièces d'une même plaquette s'il le faut, les moyens de bridage étant repositionnés autour de chaque pièce à tester.

[0046] De préférence, les mors de bridage sont dimensionnés de manière à entourer une seule pièce horlogère 20, en prenant appui sur les portions de plaquette non gravées subsistant entre les pièces horlogères gravées.

Application industrielle

[0047] Un dispositif de test selon la présente invention, et sa fabrication, sont susceptibles d'application industrielle.

[0048] On comprendra que diverses modifications et/ou améliorations évidentes pour l'homme du métier peuvent être apportées aux différents modes de réalisation de l'invention décrits dans la présente description sans sortir du cadre de l'invention.

[0049] En particulier, les moyens de guidage principal et les moyens de guidage secondaire de l'exemple donné comprennent des systèmes de guidage à rail et patin de guidage (par exemple des patins à bille), mais on peut prévoir des guidages à colonnes, des guidages avec des glissière de précision. On peut aussi prévoir une liaison plan sans direction X ou Y imposée.

[0050] Le dispositif de test peut servir à effectuer des

tests vibratoires, mais on peut prévoir de l'utiliser pour des tests optiques, comme des tests métrologiques.

Revendications

1. Dispositif de test vibratoire pour tester une pièce horlogère (20) comprenant du silicium et attachée à une plaquette de silicium (10), le dispositif de test comprenant :

- une source d'excitation vibratoire (30), agencée pour exciter la pièce horlogère (20),
- un appareil de mesure (40) agencé pour mesurer une réponse vibratoire de la pièce horlogère (20),
- un dispositif de mise en position (50) de la plaquette de silicium (10), avec des moyens de guidage principal (55), agencé pour guider et déplacer la plaquette de silicium (10) selon au moins une direction de déplacement au moins pour mettre la pièce horlogère (20) dans une première position,
- un dispositif de tenue avec des moyens de bridage (200) agencés pour brider la plaquette de silicium (10) avec la pièce horlogère (20) dans la première position,

caractérisé en ce que les moyens de bridage (200) sont flottants, le dispositif de tenue comprenant des moyens de guidage secondaire (100), agencés pour procurer au moins un degré de liberté aux moyens de bridage (200) et à la plaquette de silicium (10) bridée par les moyens de bridage (200), pour permettre un déplacement de la plaquette de silicium (10) imposé par le dispositif de mise en position (50) pour mettre la pièce horlogère (20) dans au moins une deuxième position.

2. Dispositif de test selon la revendication 1, dans lequel :

- le dispositif de mise en position (50) est agencé pour guider et déplacer la plaquette de silicium (10) selon au moins deux directions de déplacement orthogonales entre elles et de préférence chacune transverse à la direction de mesure de la réponse vibratoire, et/ou
- les moyens de guidage secondaire (100) sont agencés pour guider les moyens de bridage (200) selon au moins deux directions de déplacement orthogonales entre elles et de préférence chacune transverse à la direction de mesure de la réponse vibratoire, et/ou
- la direction de mesure de la réponse vibratoire est normale à un plan de la plaquette de silicium (10).

3. Dispositif de test selon l'une des revendications 1 à 2, comprenant un bâti (400) et dans lequel :

- les moyens de guidage principal (55) sont agencés entre le bâti (400) et la plaquette de silicium (10), et/ou
- les moyens de guidage secondaire (100) sont agencés entre le bâti (400) et les moyens de bridage (200).

4. Dispositif de test selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel le dispositif de tenue comprend des moyens de rappel (500), agencés pour rappeler les moyens de bridage (200) dans une position neutre.

5. Dispositif de test selon la revendication 4, dans lequel avant bridage, la position neutre est alignée avec la première position.

6. Dispositif de test selon l'une des revendications 4 ou 5, dans lequel les moyens de rappel (500) comprennent :

- une forme mâle telle qu'un index,
- une forme femelle avec un fond et au moins une pente menant au fond, telle qu'une cuvette conique,
- un organe de rappel élastique ou un actionneur pneumatique ou hydraulique exerçant un effort de rappel pour repousser la forme mâle vers le fond.

7. Dispositif de test selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel les moyens de bridage (200) comprennent un mors inférieur et un mors supérieur, agencés pour prendre la plaquette de silicium (10) en étau.

8. Dispositif de test selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel les moyens de bridage (200) comprennent :

- au moins une ouverture d'accès, prévue pour laisser libre un accès entre la pièce horlogère (20) à tester, et la source vibratoire et/ou l'appareil de mesure (40), et/ou
- au moins un décrochement entre une surface d'appui prévue pour contacter la plaquette de silicium (10) et une surface en regard de la pièce horlogère (20), ou en regard d'une pièce horlogère (20) de la plaquette de silicium (10) et adjacente à la pièce horlogère (20) à tester.

9. Dispositif de test selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel le dispositif de tenue comprend un limiteur d'effort (222) de bridage, tel qu'un système à ressort.

10. Dispositif de test selon la revendication 9, dans lequel le dispositif de tenue comprend un actionneur de bridage, et dans lequel le limiteur d'effort (222) de bridage est agencé entre l'actionneur de bridage et la plaquette de silicium (10).

5

11. Dispositif de test selon l'une des revendications 1 à 10, dans lequel :

- le dispositif de mise en position (50) comprend au moins un actionneur de déplacement, agencé pour provoquer le déplacement de la plaquette de silicium (10) depuis la première position vers ladite au moins une deuxième position, et/ou

10

- la portion du dispositif de tenue agencée entre la plaquette de silicium (10) et les moyens de guidage secondaire (100) est entraînée en déplacement avec ou par la plaquette de silicium (10) bridée par les moyens de bridage (200) et/ou

15

- le dispositif de tenue est exempt d'actionneur de déplacement agencé pour provoquer le déplacement de la plaquette de silicium (10) depuis la première position vers ladite au moins une deuxième position.

20

25

12. Dispositif de test selon l'une des revendications 1 à 11, dans lequel le dispositif de mise en position (50) comprend une empreinte de positionnement, agencée pour recevoir la plaquette de silicium (10), et pour bloquer au moins un degré de liberté entre l'empreinte de positionnement et la plaquette de silicium (10) selon ladite au moins une direction de déplacement entre la première position et ladite au moins une deuxième position.

30

35

13. Dispositif de test selon l'une des revendications 1 à 12, dans lequel :

40

- les moyens de guidage principal (55) sont agencés pour guider et déplacer la plaquette de silicium (10) sur une course principale comprise entre 0,5 fois et 3 fois un dimension hors-tout de la plaquette de silicium (10), de préférence entre 0,8 fois et 2 fois un dimension hors-tout de la plaquette de silicium (10), et très préférentiellement entre 1 fois et 1,3 fois un dimension hors-tout de la plaquette de silicium (10), et/ou

45

50

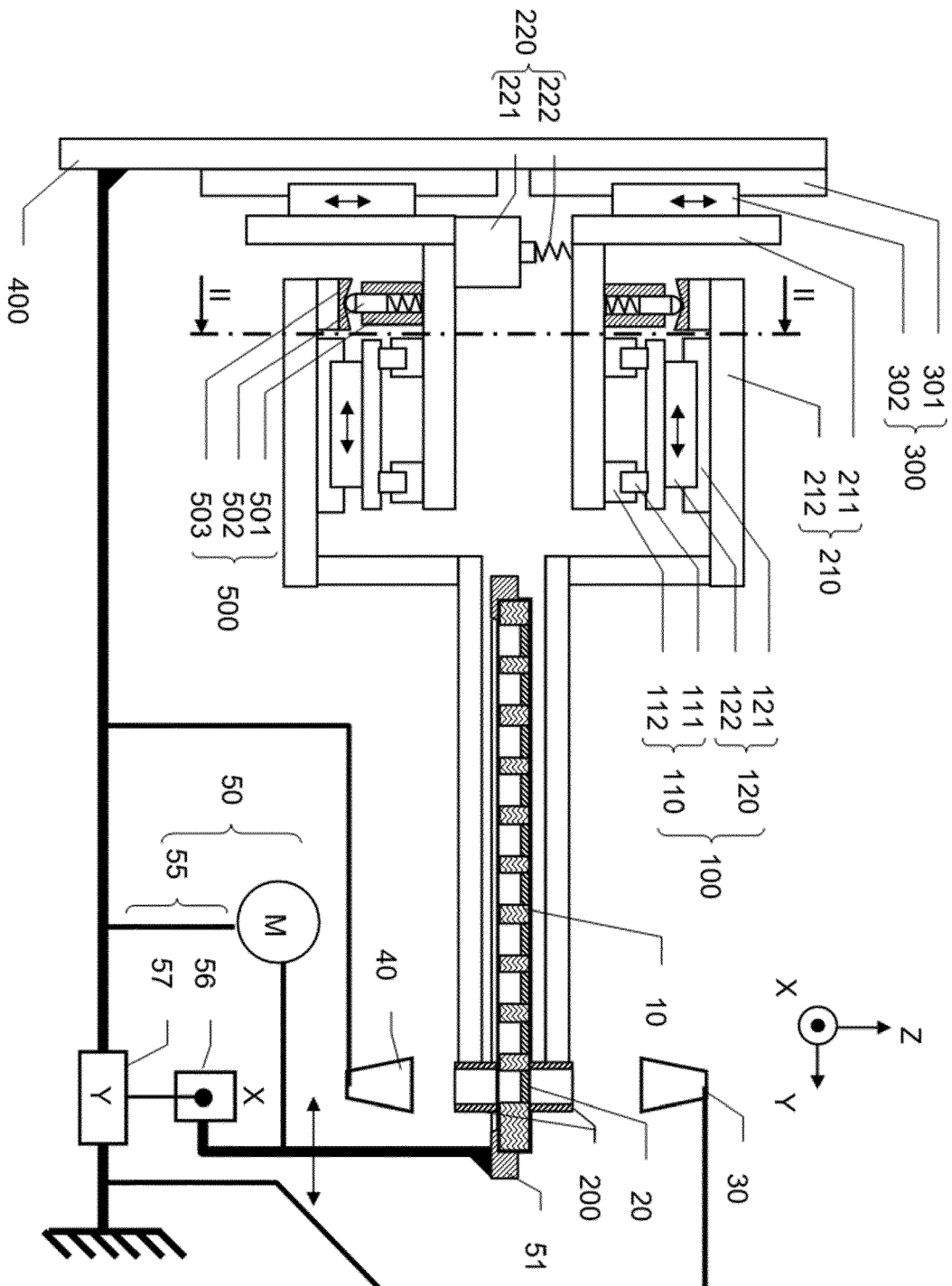
- les moyens de guidage secondaire (100) sont agencés pour guider les moyens de bridage (200) et la plaquette de silicium (10) bridée par les moyens de bridage (200) sur une course secondaire comprise entre 0,5 fois et 3 fois un dimension hors-tout de la pièce horlogère (20), de préférence entre 0,8 fois et 2 fois un dimension hors-tout de la pièce horlogère (20), et très

55

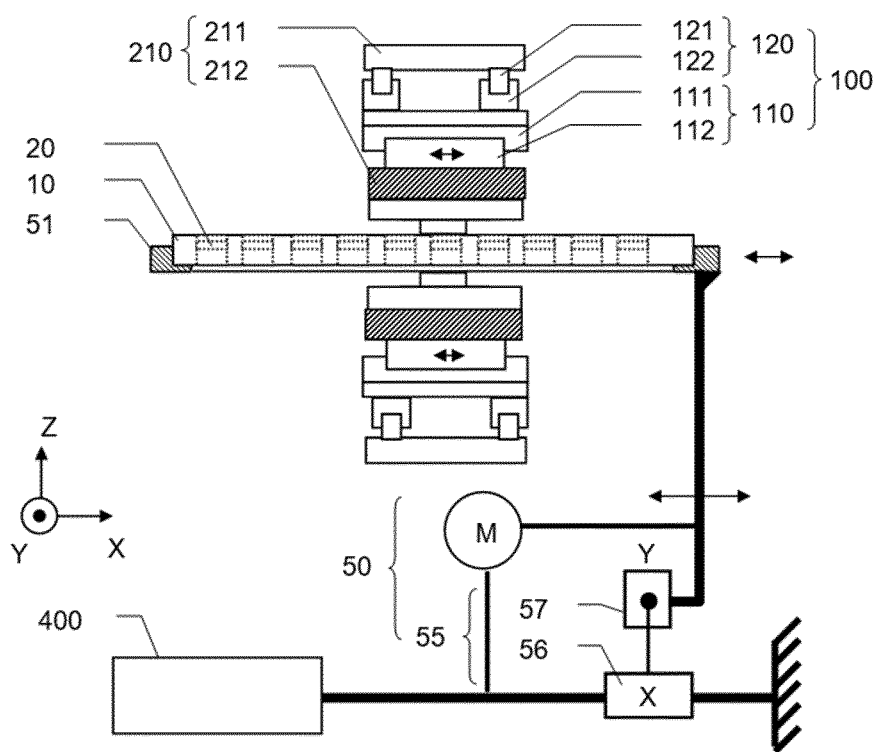
préférentiellement entre 1 fois et 1,3 fois un dimension hors-tout de la pièce horlogère (20).

14. Dispositif de test selon l'une des revendications 1 à 13, dans lequel les moyens de guidage secondaire (100) comprennent au moins un système de guidage à billes, tel qu'un ensemble rail/patin à billes.

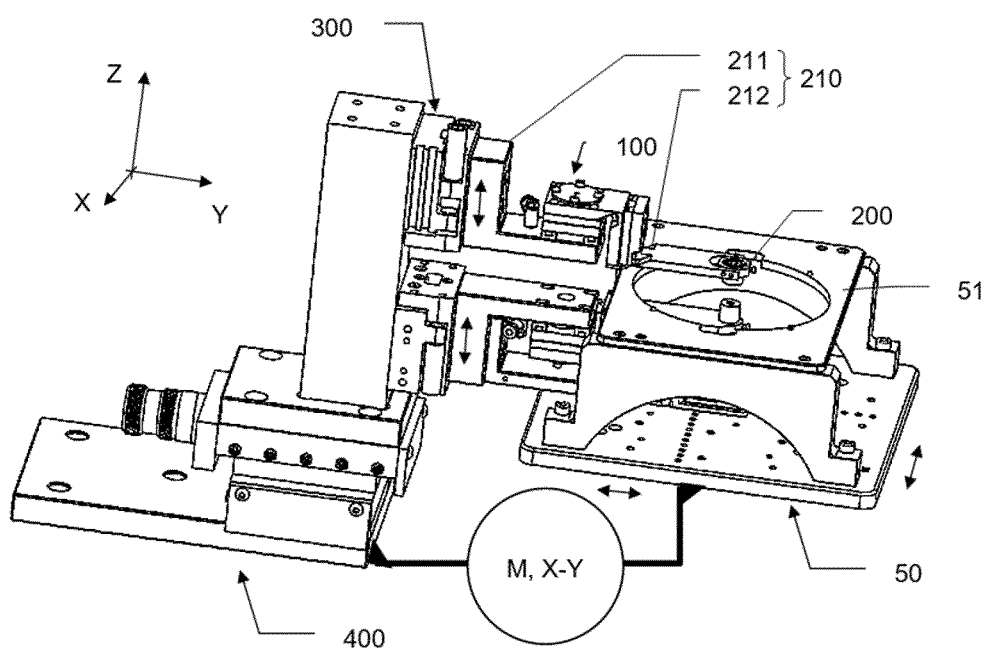
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 24 15 0270

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	WO 2022/152857 A1 (RICHEMONT INT SA [CH]) 21 juillet 2022 (2022-07-21) * alinéas [0084] - [0091]; figures 4, 5 * -----	1-14	INV. G04D7/00 G04D7/08 G04D7/10
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			G04D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		12 juin 2024	Marzocchi, Olaf
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 intercalaire		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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 24 15 0270

5 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.
12 - 06 - 2024

10	Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
15	WO 2022152857 A1	21 - 07 - 2022	CN 116783558 A	19 - 09 - 2023
			EP 4030243 A1	20 - 07 - 2022
			EP 4278234 A1	22 - 11 - 2023
			JP 2024507061 A	16 - 02 - 2024
			US 2024069496 A1	29 - 02 - 2024
			WO 2022152857 A1	21 - 07 - 2022
20	-----			
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

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

- WO 2022152857 A1 [0002]