



CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **705 775 A2**

(51) Int. Cl.: **G04B 15/14** (2006.01)
G04B 15/08 (2006.01)

Demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) **DEMANDE DE BREVET**

(21) Numéro de la demande: 01832/11

(22) Date de dépôt: 16.11.2011

(43) Demande publiée: 31.05.2013

(71) Requéant:
Omega SA, Rue Stämpfli 96
2500 Bienne 4 (CH)

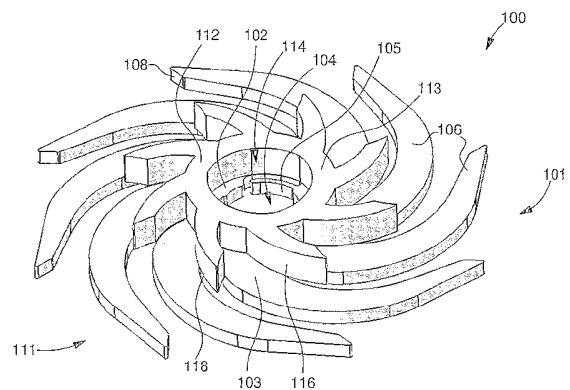
(72) Inventeur(s):
Pierre Cusin, 1423 Villars-Burquin (CH)
Frédéric Vaucher, 2300 La Chaux-de Fonds (CH)
Marco Verardo, 2336 Les Bois (CH)
Jean-Philippe Thiébaud, 1588 Cudrefin (CH)

(74) Mandataire:
ICB Ingénieurs Conseils en Brevets SA,
Faubourg de l'Hôpital 3
2001 Neuchâtel (CH)

(54) **Mobile d'échappement coaxial monobloc pour une pièce d'horlogerie.**

(57) L'invention se rapporte à un mobile d'échappement coaxial monobloc (100) comportant une première denture (108) formée à la périphérie d'une première planche (103), la première denture (108) étant agencée pour coopérer avec une cheville et au moins une première série de palette, une deuxième denture (118) formée à la périphérie d'une deuxième planche (113) et agencée pour coopérer avec une deuxième série de palette. Selon l'invention, les première et deuxième planches (103, 113) sont venues de forme afin de réduire les problèmes d'alignement de l'une par rapport à l'autre.

L'invention concerne le domaine des pièces d'horlogerie.



Description

Domaine de l'invention

[0001] L'invention se rapporte à un mobile monobloc par exemple du type échappement coaxial et plus particulièrement à un tel mobile en matériau micro-usinable ou électroformable.

Arrière plan de l'invention

[0002] De façon connue, l'échappement d'un mouvement mécanique horloger, qu'il soit à ancre suisse ou coaxial, comporte une roue d'échappement dont les dents régulièrement espacées subissent le choc de palettes généralement en rubis.

[0003] Un exemple de système d'échappement coaxial est présenté dans le document EP 1 045 297. Un tel mécanisme comme illustré à la fig. 11 comprend un mobile formé d'une première 1 et une deuxième 11 roues d'échappement. Cette deuxième roue d'échappement 11, également appelée pignon d'impulsion, est montée sur le même axe 3. La position angulaire des dents 13 de la deuxième roue d'échappement 11 est indexée sur la position angulaire des dents 8 de la première roue d'échappement 1.

[0004] La première roue d'échappement 1 a la forme d'une roue d'échappement à ancre suisse classique. La deuxième roue d'échappement 11 fait également office de pignon d'échappement 15 en engrenant avec une roue intermédiaire 17, ce qui a comme avantage de réduire la hauteur du mécanisme.

[0005] Le grand plateau 19 du balancier (non représenté), porte une cheville de plateau 21 et une palette d'impulsion 23. La première 21 est destinée à entraîner, dans un mouvement de va-et-vient, l'ancre 25 via sa fourchette 27 alors que la seconde 23 est destinée à coopérer avec les dents 8 de la première roue d'échappement 1.

[0006] L'ancre 25 comporte une palette d'impulsion 24 qui coopère avec les dents 13 de la deuxième roue d'échappement 11. L'ancre 25 comporte également deux autres palettes de repos 26, 28 respectivement d'entrée et de sortie qui coopèrent avec les dents 8 de la première roue d'échappement 1.

[0007] La construction d'un tel échappement coaxial exige une précision très élevée, notamment au niveau des alignements relatifs entre les première 1 et deuxième 11 roues d'échappement, ce qui rend difficile sa fabrication. De plus, de manière générale, les rouages d'une pièce d'horlogerie à deux niveaux comme ceux habituels du type roue - pignon ont toujours nécessité à avoir une indexation parfaite entre eux.

Résumé de l'invention

[0008] Le but de la présente invention est de pallier tout ou partie les inconvénients cités précédemment en proposant un mobile comme par exemple un mobile d'échappement coaxial dont les problèmes d'alignement sont réduits.

[0009] A cet effet, l'invention se rapporte à un mobile d'échappement coaxial monobloc comportant une première denture formée à la périphérie d'une première planche, la première denture étant agencée pour coopérer avec une cheville et au moins une première série de palette, une deuxième denture formée à la périphérie d'une deuxième planche et agencée pour coopérer avec une deuxième série de, palette caractérisé en ce que les première et deuxième planches sont venues de forme afin de réduire les problèmes d'alignement de l'une par rapport à l'autre.

[0010] Conformément à d'autres caractéristiques avantageuses de l'invention:

- chaque planche est formée d'un moyeu raccordé à sa denture à l'aide d'au moins un bras;
- au moins une des planches comporte une ouverture destinée à coopérer avec un axe afin de monter à rotation ledit mobile d'échappement coaxial;
- ladite ouverture comporte des moyens de fixation à déformation élastique afin de serrer l'axe sans exercer de contrainte destructive sur ladite au moins une des planches;
- ladite ouverture comporte des moyens de fixation à déformation plastique afin de serrer l'axe sans exercer de contrainte destructive sur ladite au moins une des planches;
- le mobile est en métal, en un alliage métallique ou formé dans un matériau à base de silicium.

[0011] De plus, l'invention se rapporte à un système d'échappement coaxial pour une pièce d'horlogerie comportant une ancre destinée à coopérer avec un mobile d'échappement coaxial monobloc selon l'une des variantes précédentes, la première denture du mobile étant agencée pour coopérer avec une cheville solidaire d'un balancier et étant destinée à coopérer avec une première série de palette de l'ancre, la deuxième denture étant destinée à coopérer avec une deuxième série de palette de l'ancre et agencée pour former le pignon d'échappement.

Description sommaire des dessins

[0012] D'autres particularités et avantages ressortiront clairement de la description qui en est faite ci-après, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels:

- les fig. 1 à 4 sont des représentations des étapes successives d'un procédé de fabrication d'un mobile d'échappement selon un premier mode de réalisation de l'invention;
- les fig. 5 à 8 sont des représentations des étapes successives d'un procédé de fabrication d'un mobile d'échappement selon un deuxième mode de réalisation de l'invention;
- la fig. 9 est une représentation en perspective d'un mobile d'échappement coaxial selon une première variante de l'invention;
- la fig. 10 est une représentation en perspective d'un mobile d'échappement coaxial selon une deuxième variante de l'invention;
- la fig. 11 est une représentation en perspective d'un système d'échappement du type coaxial.

Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0013] Avantageusement selon l'invention, les problèmes d'alignement entre les première et deuxième roues sont réduits par fabrication d'un mobile 100, 100' regroupant lesdites roues de manière monobloc, c'est-à-dire en une seule pièce. Pour plus de simplicité, l'explication ci-après est faite à partir d'une roue d'échappement coaxial. On comprend toutefois que tout type de mobile à au moins deux niveaux est applicable à la présente invention.

[0014] Comme illustré aux fig. 9 et 10, deux exemples de réalisation selon l'invention de mobiles d'échappement coaxiaux monoblocs 100, 100' sont présentés. Ces mobiles 100, 100' comportent deux motifs distincts sur chacun un niveau.

[0015] Selon le premier mode de réalisation, visible à la fig. 9, le premier motif forme une roue dentée 101 correspondant à la première roue d'échappement 1 de la fig. 11. Elle comporte une planche 103 formant un moyeu 102 dont le centre comporte une ouverture 104 et duquel partent les bras 106 dont chaque extrémité forme une dent 108 correspondant à une dent 8 de la fig. 11. On obtient donc une planche 103 comportant une première denture à sa périphérie.

[0016] Comme illustré à la fig. 9, l'ouverture 104 comporte des moyens de fixation élastiques 105 destinés à coopérer radialement avec un axe du type de celui référencé 3 à la fig. 11 par déformation élastique afin de monter à rotation la roue d'échappement 101 et, par conséquent, le mobile d'échappement 100. Ces moyens de fixation élastiques 105 sont formés par des parties élançées réalisées en évitant une partie du moyeu 102. Les parties élançées permettent de serrer l'axe, c'est-à-dire rendre solidaire le mobile 100 de ce dernier, sans soumettre de contrainte au reste de la planche 103.

[0017] Selon le premier mode de réalisation, visible à la fig. 9, le deuxième motif forme une roue dentée 111 correspondant à la première roue d'échappement 11 de la fig. 11. Elle comporte une planche 113 formant un moyeu 112 dont le centre comporte une ouverture 114 et duquel partent les bras 116 dont chaque extrémité forme une dent 118 correspondant à une dent 13 de la fig. 11. On obtient donc une deuxième planche 113 comportant une deuxième denture à sa périphérie.

[0018] Ainsi, avantageusement selon l'invention, au lieu de rapporter une deuxième roue d'échappement 11 comme à la fig. 11, les première et deuxième planches 103, 113 sont venues de forme afin de réduire les problèmes d'alignement l'une par rapport à l'autre. Ainsi comme visible à la fig. 9, les première et deuxième planches 103, 113 sont venues de forme au niveau de leur moyeu 102, 112, au moins une partie des bras 116 n'étant pas à l'aplomb d'un bras 106.

[0019] A la fig. 9, on remarque qu'au moins une des deux planches 103, 113 comporte une ouverture 104, 114 destinée à coopérer avec un axe afin de monter à rotation ledit mobile d'échappement coaxial. Ainsi, à la fig. 9, l'ouverture 114 de la planche 113 est plus grande que celle 104 de la planche 103 qui comporte les moyens de fixations élastiques 105.

[0020] Selon le deuxième mode de réalisation, visible à la fig. 10, le premier motif forme une roue dentée 101' correspondant à la première roue d'échappement 1 de la fig. 11. Elle comporte une planche 103' formant un moyeu 102' dont le centre comporte une ouverture 104' et duquel partent les bras 106' dont chaque extrémité forme une dent 108' correspondant à une dent 8 de la fig. 11. On obtient donc une planche 103' comportant une première denture à sa périphérie.

[0021] Comme illustré à la fig. 10, l'ouverture 104' comporte des moyens de fixation élastiques 105' destinés à coopérer radialement avec un axe du type de celui référencé 3 à la fig. 11 par déformation élastique afin de monter à rotation la roue d'échappement 101' et, par conséquent, le mobile d'échappement 100'. Ces moyens de fixation élastiques 105' sont formés par des parties élançées réalisées en évitant une partie du moyeu 102'. Les parties élançées permettent de serrer l'axe, c'est-à-dire rendre solidaire le mobile 100' de ce dernier, sans soumettre de contrainte au reste de la planche 103'.

[0022] Selon le deuxième mode de réalisation, visible à la fig. 10, le deuxième motif forme une roue dentée 111' correspondant à la première roue d'échappement 11 de la fig. 11. Elle comporte une planche 113' formant un moyeu 112' dont le centre comporte une ouverture 114' et duquel partent les bras 116' dont chaque extrémité forme une dent 118' correspondant à une dent 13 de la fig. 11. On obtient donc une deuxième planche 113' comportant une deuxième denture à sa périphérie.

[0023] Ainsi, avantageusement selon l'invention, au lieu de rapporter une deuxième roue d'échappement 11 comme à la fig. 11, les première et deuxième planches 103', 113' sont venues de forme afin de réduire les problèmes d'alignement l'une par rapport à l'autre. Ainsi comme visible à la fig. 10, les première et deuxième planches 103', 113' sont venues de

forme au niveau de leur moyeu 102, 112 et au niveau des bras 116'. On voit également que les bras 106' sont excentrés radialement des bras 116' ce qui les empêche d'être à l'aplomb les uns des autres.

[0024] Ces deux modes de réalisation des fig. 9 et 10 peuvent être formés à l'aide de beaucoup de matériaux différents. Cependant, un matériau électroformable, d'une part, ou un matériau micro-usinable, d'autre part, sont préférés. En effet, à ce jour, le gravage ionique réactif et l'électroformage du type LIGA sont les seuls processus capables de réaliser des pièces avec la précision de l'ordre de quelques microns nécessaire au bon fonctionnement du mobile coaxial 100, 100'. Cependant, tout autre processus capable de respecter les mêmes tolérances de fabrication sont applicables.

[0025] Un matériau électroformable peut être formé avec de l'or et/ou du cuivre et/ou de l'argent et/ou de l'indium et/ou du platine et/ou du palladium et/ou du nickel sans que ces composés soient exhaustifs. En effet, d'autres composés comme du phosphore peuvent être ajoutés en plus faible quantité. Un matériau micro-usinable peut être formé par du carbure de silicium, du silicium cristallisé, de l'alumine cristallisé ou de la silice cristallisée sans que ces composés soient également exhaustifs.

[0026] Bien entendu, d'autres moyens élastiques que les moyens de fixations 105, 105' sont envisageables. De tels moyens élastiques peuvent, par exemple, prendre la forme de ceux divulgués dans les figures 10A à 10E du document EP 1 655 642 ou ceux divulgués dans les fig. 2 à 5 du document WO 2007/099 068, lesquels documents sont incorporés par référence à la présente description.

[0027] On comprend également que la configuration des moyens de fixations 105, 105' peut être inversée, c'est-à-dire que l'ouverture 104, 104' de la planche 103, 103' pourrait être plus grande que celle 114, 114' de la planche 113, 113' qui comporterait les moyens de fixations 105, 105'. De manière similaire, rien n'empêche que chaque ouverture 104, 104', 114, 114' comprenne ses propres moyens de fixation 105, 105'.

[0028] De plus, les moyens de fixation élastiques 105, 105' pourraient être alternativement remplacés par des moyens de fixation plastiques notamment lors de l'utilisation de planches 103, 103', 113, 113' à base d'un matériau micro-usinable. A titre d'exemple, ils pourraient être formés par une rondelle en matériau métallique autorisant le chassage du mobile 100, 100' contre ledit axe par déformation plastique sans soumettre de contrainte à la planche 103, 103' et/ou 113, 113'. Bien entendu, d'autres moyens de fixation plastiques sont envisageables.

[0029] Les deux types de fabrication vont être présentés respectivement aux fig. 1 à 4 et 5 à 8. Les fig. 1 à 4 présentent des étapes successives principales d'un micro-usinage pour une meilleure compréhension. Préférentiellement, le procédé comporte une première étape consistant à se munir d'un substrat 31 comportant une couche supérieure 33 et couche inférieure 35 en matériaux micro-usinables qui sont solidarisées entre elles par une couche intermédiaire 34. Ce type de substrat 31 est également connu sous l'abréviation S.O.I. provenant des termes anglais «Silicon On Insulator».

[0030] Dans une deuxième étape, on effectue un gravage d'au moins un motif 36 dans la couche supérieure 33 jusqu'à découvrir la couche intermédiaire 34 afin de former au moins une première denture (dents 108, 108') du mobile d'échappement 100, 100' à la périphérie d'une planche 103, 103'. Cette deuxième étape permet donc de former un ou plusieurs premier(s) motif(s) 101, 101' du mobile 100, 100' dans la couche supérieure 33.

[0031] Comme illustré à la fig. 2, on forme un masque 37, par exemple par photolithographie, pour protéger la partie de la couche supérieure 33 que l'on souhaite garder puis, comme illustré par des traits interrompus, on soumet la partie supérieure du substrat 31 à une attaque anisotrope du type gravage ionique réactif profond également connu sous l'abréviation D.R.I.E. provenant des termes anglais «Deep Reactive Ion Etching». Comme illustré à la fig. 3, on obtient le premier motif 36 comportant un premier niveau 101, 101' d'au moins un mobile d'échappement 100, 100'.

[0032] Dans une troisième étape, on effectue un gravage d'au moins un deuxième motif 38 dans la couche inférieure 35 jusqu'à découvrir la couche intermédiaire 34 afin de former, de manière monobloc avec le premier niveau 101, 101', au moins une deuxième denture (dents 118, 118') du mobile d'échappement 100, 100' à la périphérie d'une planche 113, 113'. Cette troisième étape permet donc de former un ou plusieurs premier(s) motif(s) 111, 111' du mobile 100, 100' dans la couche supérieure 35.

[0033] Comme illustré à la fig. 3, on forme un masque 39, par exemple par photolithographie, pour protéger la partie de la couche inférieure 35 que l'on souhaite garder puis, comme illustré par des traits interrompus, on soumet la partie inférieure du substrat 31 à une attaque anisotrope du type gravage ionique réactif profond (D.R.I.E.). Comme illustré à la fig. 4, on obtient le deuxième motif 38 comportant au moins un deuxième niveau 111, 111' de manière monobloc avec un des premiers niveaux 101, 101' formé dans les étapes précédentes.

[0034] Il reste plus qu'à libérer chaque mobile 100, 100' sur deux niveaux ainsi formé du substrat 31 et, éventuellement, des parties découvertes de la couche intermédiaire 34 afin de monter le mobile d'échappement 100, 100' dans le système d'échappement définitif. De manière préférée, lorsque le mobile d'échappement 100, 100' est formé à base de silicium, une étape supplémentaire d'oxydation est effectuée afin de former au moins une partie en dioxyde de silicium au niveau de sa surface extérieure dans le but de le rendre plus résistant mécaniquement.

[0035] Les fig. 5 à 8 présentent des étapes successives principales d'un électroformage pour une meilleure compréhension. Préférentiellement, le procédé comporte une première étape consistant à se munir d'un substrat 41 comportant une

couche supérieure électriquement conductrice. Cette couche peut être obtenue par le dépôt d'un matériau électriquement conducteur sur un matériau isolant ou par le fait que le substrat est formé en un matériau électriquement conducteur.

[0036] Les étapes principales d'un électroformage consistent à former un moule puis à remplir ce moule à l'aide d'un matériau, par exemple, à l'aide d'une galvanoplastie. Ce type d'électroformage est connu sous l'abréviation L.I.G.A. provenant des termes allemands «röntgen Lithographie, Galvanoformung & Abformung». Il existe plusieurs types de processus du type L.I.G.A. suivant que le moule à plusieurs niveaux est formé entre chaque galvanoplastie ou est formé entièrement pour être, seulement après, rempli. Pour l'explication ci-dessous, la technique présentée consiste à former chaque niveau, c'est-à-dire former un niveau du moule et le remplir avant de passer au niveau suivant. Bien entendu, tout type d'électroformage, du type L.I.G.A. ou non, capable de former un mobile monobloc à au moins deux niveaux distincts est envisageable.

[0037] Comme illustré aux fig. 5 et 6, dans un premier temps, le premier niveau 47 du moule est formé à l'aide, par exemple, d'une photolithographie d'une résine comme illustré à la fig. 5. Il est formé au moins une cavité de forme correspondante au premier motif 101, 101' c'est-à-dire au moins une première denture (dents 108, 108') du mobile d'échappement 100, 100' à la périphérie de la planche 103, 103'. Le premier niveau est ensuite rempli par électrodéposition d'un matériau métallique 46.

[0038] Comme illustré à la fig. 7 de manière similaire au premier temps, dans un deuxième temps, le deuxième niveau 49 est formé à l'aide, par exemple, également d'une photolithographie d'une résine. Il est formé au moins un évidement de forme correspondante au deuxième motif 111, 111' c'est-à-dire au moins une deuxième denture (dents 113, 113') du mobile d'échappement 100, 100' à la périphérie de la planche 113, 113' et communiquant avec ladite au moins une cavité du premier niveau 47. Le deuxième niveau 49 est ensuite rempli par électrodéposition d'un matériau métallique 48.

[0039] Il reste plus qu'à libérer le mobile 100, 100' sur deux niveaux ainsi formé du substrat 41 et des résines 47, 49 comme illustré à la fig. 8 afin de monter le mobile d'échappement 100, 100' dans le système d'échappement définitif. Dans l'exemple d'un mobile d'échappement 100, 100' obtenu par électroformage, on comprend qu'il n'est plus nécessaire de former les moyens de fixation élastiques ou plastiques du fait que le matériau métallique peut directement être chassé sur l'axe par son ouverture 104, 104', 114, 114'.

[0040] Bien entendu, la présente invention ne se limite pas à l'exemple illustré mais est susceptible de diverses variantes et modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art. En particulier, à titre alternatif, il est également envisageable que les roues dentées 101, 101' puissent comporter une serge comme celle de la roue 1 de la fig. 11 sans sortir du cadre de la présente invention.

[0041] De plus, même si l'exemple d'une roue d'échappement coaxial est présenté ci-dessus, il est bien évident qu'un mobile du type roue - pignon d'un rouage ou même une roue d'échappement habituel présentera les mêmes avantages. La première denture 108, 108' serait celle de la roue et la deuxième denture 118, 118' celle du pignon ou inversement.

[0042] Enfin, il faut comprendre qu'au moins deux niveaux sont réalisés de manière monobloc. Ainsi, il est parfaitement envisageable qu'au moins un niveau supplémentaire soit formé sous la planche, c'est-à-dire la face opposée à celle supportant la deuxième denture 113, 113', et/ou pardessus cette dernière.

Revendications

1. Mobile d'échappement coaxial monobloc (100, 100') comportant une première denture (108, 108') formée à la périphérie d'une première planche (103, 103'), la première denture (108, 108') étant agencée pour coopérer avec une cheville et au moins une première série de palette, une deuxième denture (118, 118') formée à la périphérie d'une deuxième planche (113, 113') et agencée pour coopérer avec une deuxième série de palette caractérisé en ce que les première et deuxième planches (103, 103', 113, 113') sont venues de forme afin de réduire les problèmes d'alignement de l'une par rapport à l'autre.
2. Mobile (100, 100') selon la revendication précédente, caractérisé en ce que chaque planche (103, 103', 113, 113') est formée d'un moyeu (102, 102', 112, 112') raccordé à sa denture (108, 108', 118, 118') à l'aide d'au moins un bras (106, 106', 116, 116').
3. Mobile (100, 100') selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'au moins une des planches (103, 103', 113, 113') comporte une ouverture (104, 104', 114, 114') destinée à coopérer avec un axe afin de monter à rotation ledit mobile d'échappement coaxial.
4. Mobile (100, 100') selon la revendication précédente, caractérisé en ce que ladite ouverture comporte des moyens de fixation (105, 105') à déformation élastique afin de serrer l'axe sans exercer de contrainte destructive sur ladite au moins une des planches.
5. Mobile (100, 100') selon la revendication 3, caractérisé en ce que ladite ouverture comporte des moyens de fixation à déformation plastique afin de serrer l'axe sans exercer de contrainte destructive sur ladite au moins une des planches.
6. Mobile (100, 100') selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est en métal ou en un alliage métallique.

CH 705 775 A2

7. Mobile (100, 100') selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il est formé dans un matériau à base de silicium.
8. Système d'échappement coaxial pour une pièce d'horlogerie comportant une ancre (25) destinée à coopérer avec un mobile d'échappement coaxial monobloc (100, 100') selon l'une des revendications précédentes, la première denture (108, 108') du mobile (100, 100') étant agencée pour coopérer avec une cheville (23) solidaire d'un balancier et étant destinée à coopérer avec une première série (26, 28) de palette de l'ancre (25), la deuxième denture (118, 118') étant destinée à coopérer avec une deuxième série (24) de palette de l'ancre (25) et agencée pour former le pignon d'échappement.

Fig. 1

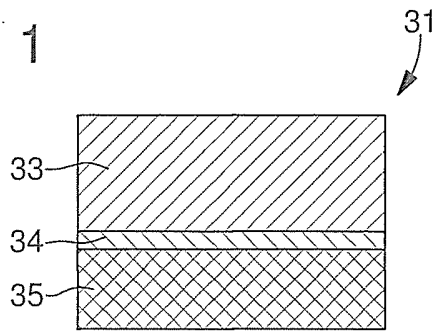


Fig. 5

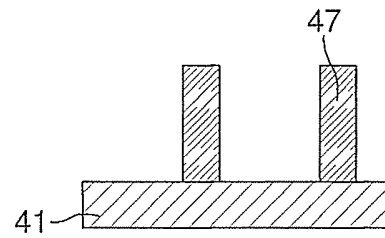


Fig. 2

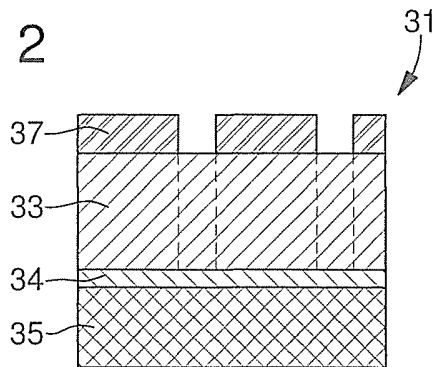


Fig. 6

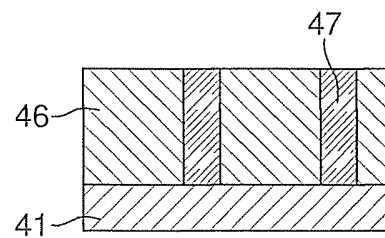


Fig. 3

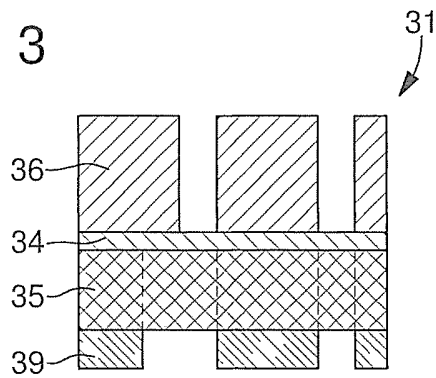


Fig. 7

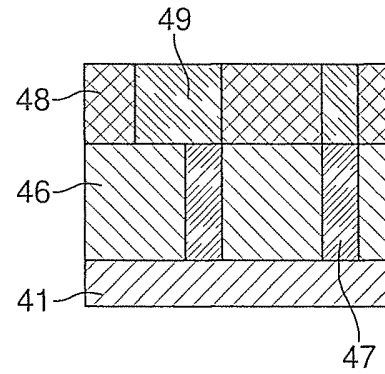


Fig. 4

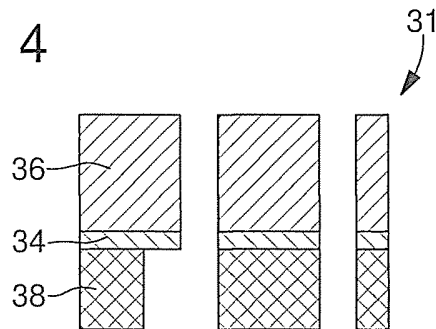


Fig. 8

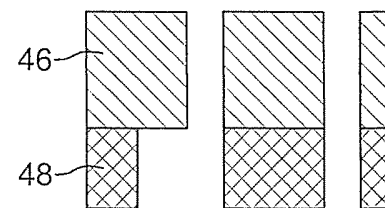


Fig. 9

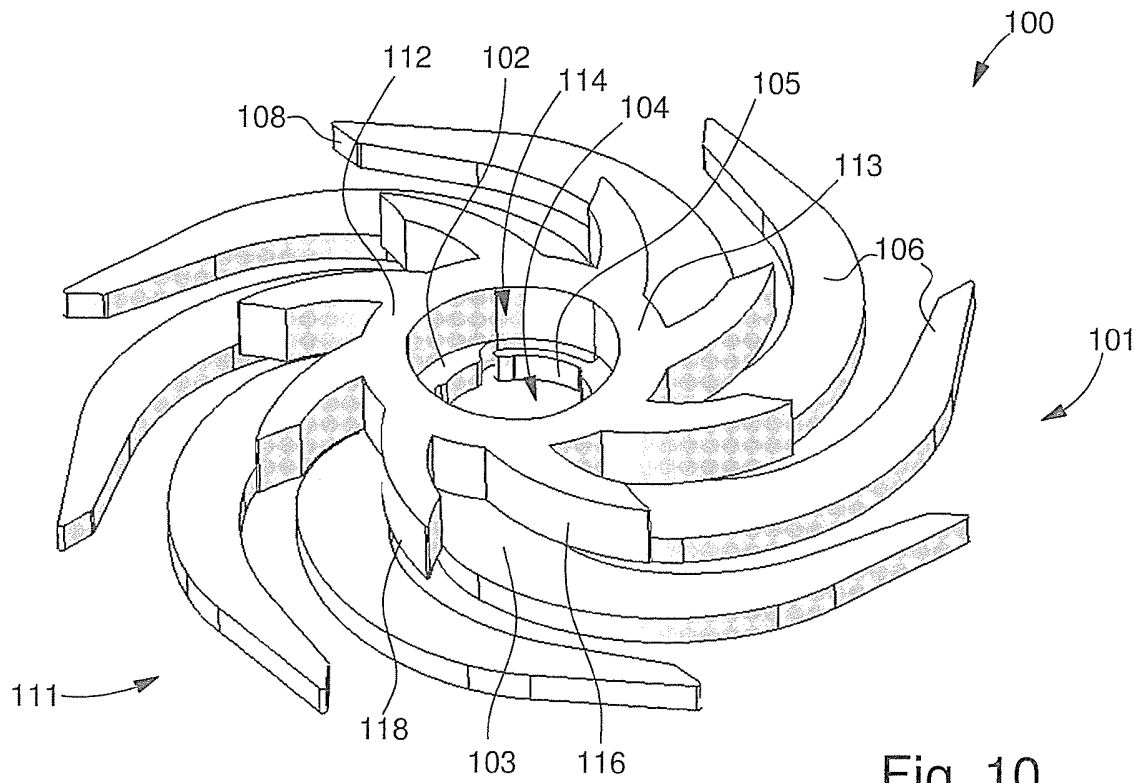
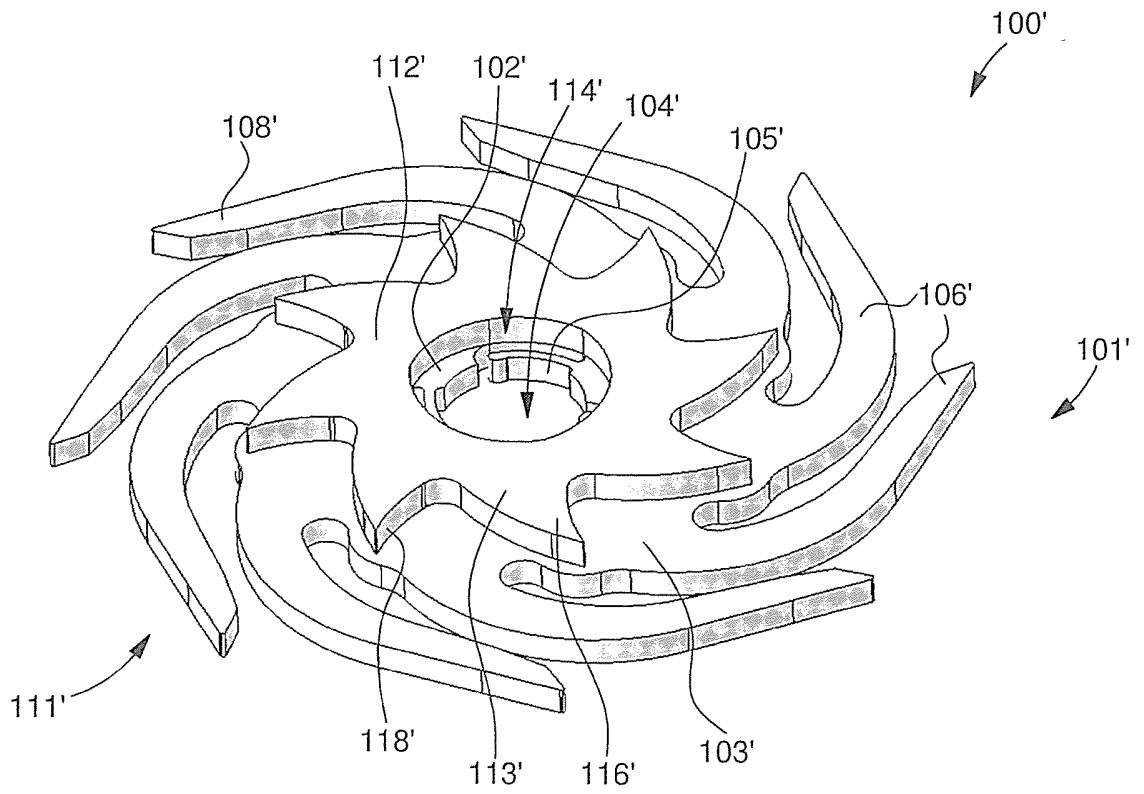


Fig. 10



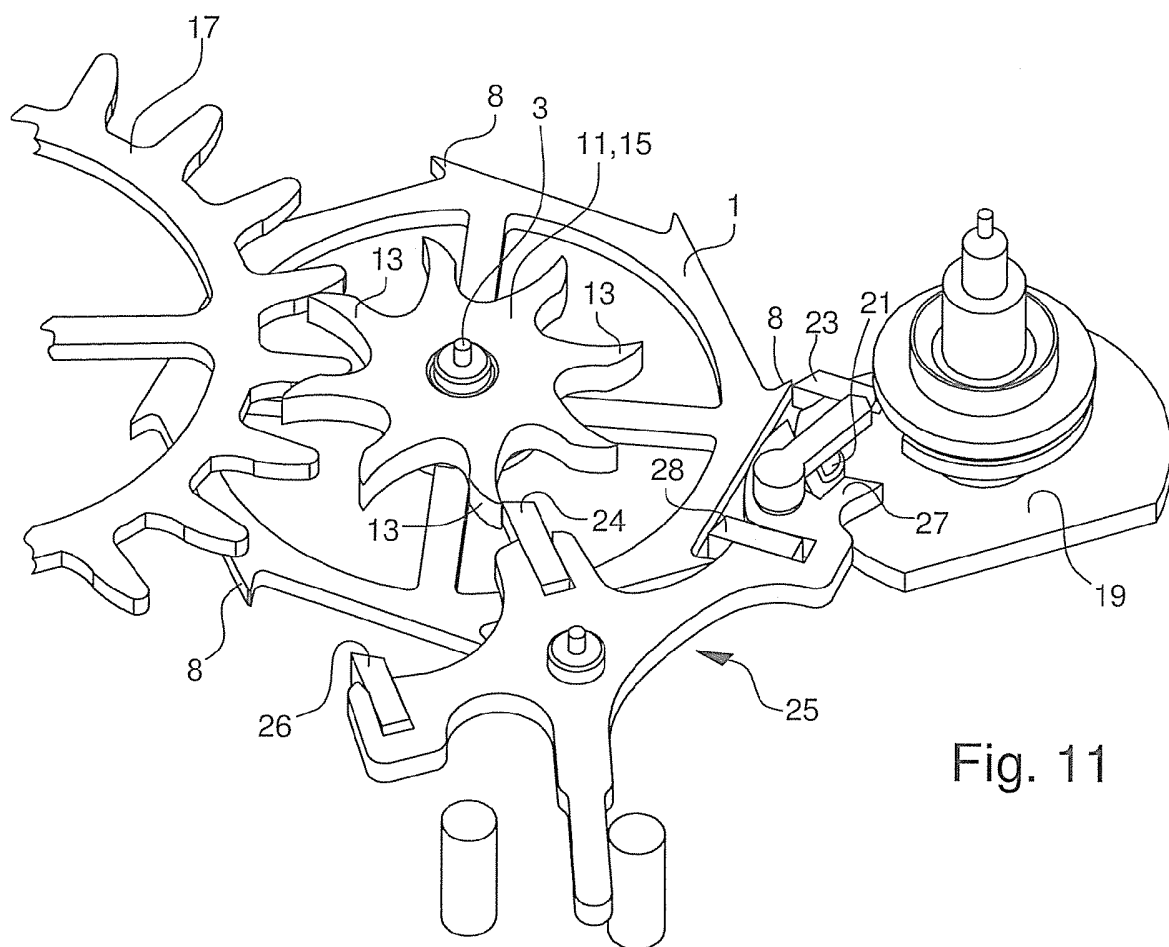


Fig. 11