

CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **704 016 B1**

(51) Int. Cl.: **F16B** **4/00** (2006.01)
G04B **13/02** (2006.01)

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein

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

(12) **FASCICULE DU BREVET**

(21) Numéro de la demande: 01686/10

(22) Date de dépôt: 15.10.2010

(43) Demande publiée: 30.04.2012

(24) Brevet délivré: 31.01.2019

(45) Fascicule du brevet publié: 31.01.2019

(73) Titulaire(s):
ETA SA Manufacture Horlogère Suisse,
Schild-Rust-Strasse 17
2540 Grenchen (CH)

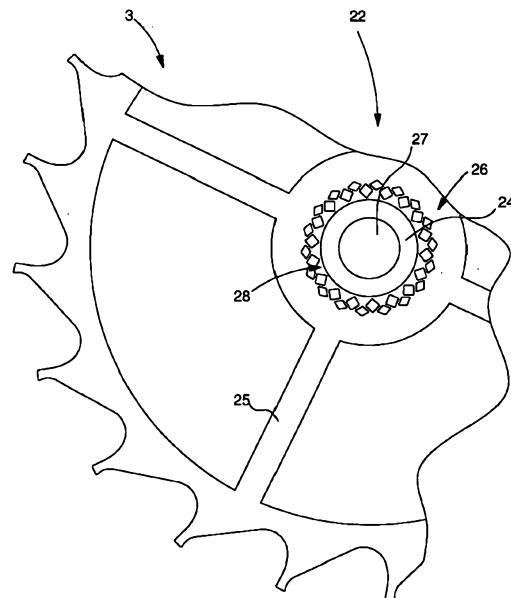
(72) Inventeur(s):
Thierry Conus, 2543 Lengnau (CH)
Marco Verardo, 2336 Les Bois (CH)
Frédéric Kohler, 1752 Villars-sur-Glâne (CH)
Igor Saglini, 2063 Fénin (CH)
Andrés Cabezas Jurin, 1400 Yverdon-les-Bains (CH)
Jacques Jacot, 2046 Fontaines (CH)
Maxence Perret-Gentil, 2720 Tramelan (CH)

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

(54) **Assemblage d'une pièce ne comportant pas de domaine plastique.**

(57) L'invention se rapporte à un ensemble (22) formé par assemblage par chassage axial d'un organe (27) en un premier matériau dans l'ouverture circulaire (28) d'une pièce (3) en un deuxième matériau ne comportant pas de domaine plastique à l'aide d'une partie intermédiaire (24) en un troisième matériau montée entre ledit organe et ladite pièce. Selon l'invention, la partie intermédiaire (24) est un cylindre continu comportant une lumière destinée à recevoir ledit organe afin que la partie intermédiaire (24) absorbe radialement (B) et uniformément par déformation élastique et/ou plastique au moins une partie de l'effort de chassage axial (A) dudit organe et en ce que la pièce (3) comporte des ajourages (26) formant des moyens de déformations élastiques distribués autour de son ouverture circulaire (28) destinés à absorber lesdits efforts radiaux non absorbés par la partie intermédiaire (24) afin de solidariser l'assemblage (22) de manière non destructive pour ladite pièce.

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



Description

Domaine de l'invention

[0001] L'invention se rapporte à un assemblage d'une pièce dont le matériau ne comporte pas de domaine plastique avec un organe comportant un autre type de matériau.

Arrière-plan de l'invention

[0002] Les assemblages actuels comportant une pièce à base de silicium sont généralement solidarisés par collage. Cependant, le collage n'est pas satisfaisant quant à sa tenue dans le temps. De plus, l'opération nécessite une extrême finesse d'application ce qui la rend coûteuse.

[0003] Le document EP 1 850 193 divulgue une première pièce faite à base silicium qui est assemblée sur un axe en métal à l'aide d'une pièce intermédiaire métallique. Toutefois, les variantes de forme proposées dans ce document ne sont pas satisfaisantes et, soit, entraînent le bris de la pièce à base de silicium lors de son assemblage, soit, solidarisent insuffisamment les pièces entre elles.

Résumé de l'invention

[0004] Le but de la présente invention est de pallier tout ou partie les inconvénients cités précédemment en proposant un assemblage sans colle capable de solidariser une pièce dont le matériau ne comporte pas de domaine plastique avec un organe comportant un matériau ductile comme, par exemple, un métal ou un alliage métallique.

[0005] A cet effet, l'invention se rapporte à un ensemble formé par assemblage par chassage axial d'un organe en un premier matériau dans l'ouverture circulaire d'une pièce en un deuxième matériau ne comportant pas de domaine plastique à l'aide d'une partie intermédiaire en un troisième matériau montée entre ledit organe et ladite pièce caractérisé en ce que la partie intermédiaire est un cylindre continu comportant une lumière destinée à recevoir ledit organe afin que la partie intermédiaire absorbe radialement et uniformément par déformation élastique et/ou plastique au moins une partie de l'effort de chassage axial dudit organe et en ce que la pièce comporte des ajourages formant des moyens de déformations élastiques distribués autour de son ouverture circulaire destinés à absorber lesdits efforts radiaux non absorbés par la partie intermédiaire afin de solidariser l'assemblage de manière non destructive pour ladite pièce.

[0006] Cette configuration permet avantageusement de solidariser l'ensemble pièce – partie intermédiaire – organe sans collage avec un organe habituel à la précision maîtrisée tout en garantissant que la pièce ne subisse pas d'efforts destructifs même sil elle est formée, par exemple, à partir de silicium.

[0007] Conformément à d'autres caractéristiques avantageuses de l'invention:

- les ajourages sont formés à distance et autour de l'ouverture circulaire par deux séries de trous en forme de losange distribuées en quinconce afin de former des poutres réparties en V sécants;
- les ajourages comportent, entre les deux premières séries et l'ouverture circulaire, une troisième série qui est formée de trous en forme de losange ou de triangle et distribuée en quinconce avec l'une des deux premières séries afin de former des poutres réparties en X sécants;
- la pièce comporte des fentes permettant de faire communiquer la troisième série de trous avec l'ouverture circulaire;
- les ajourages sont formés à distance et autour de l'ouverture circulaire par une première série de trous oblongues distribuée en quinconce avec une deuxième série de trous de forme triangulaire, la deuxième série étant la plus proche de l'ouverture circulaire, chaque trou de forme triangulaire communiquant avec l'ouverture circulaire par une entaille afin de former des poutres mobiles radialement selon l'épaisseur des trous oblongues;
- les ajourages comportent une troisième série de trous en forme de triangle, chaque trou de la troisième série étant distribué entre deux trous de forme triangulaire de la deuxième série et communiquant avec l'ouverture circulaire par une fente afin de former des poutres à deux bras indépendants mobiles radialement selon l'épaisseur des trous oblongues et tangentiellement selon l'épaisseur des fentes;
- les séries de trous s'étendent sur une largeur comprise entre 100 µm et 500 µm à partir du bord de l'ouverture circulaire;
- l'ouverture circulaire comporte un diamètre compris entre 0,5 et 2 mm.

[0008] De plus, l'invention se rapporte à une pièce d'horlogerie caractérisée en ce qu'elle comporte un ensemble selon l'une des variantes précédentes.

[0009] Enfin, l'invention se rapporte à un procédé d'assemblage par chassage axial d'un organe en un premier matériau dans une pièce en un deuxième matériau ne comportant pas de domaine plastique comportant les étapes suivantes:

- a) former la pièce avec une ouverture circulaire et des ajourages distribués autour de l'ouverture circulaire destinés à former des moyens de déformation élastique;
- b) introduire sans contrainte dans l'ouverture circulaire une partie intermédiaire en un troisième matériau en forme de cylindre continu comportant une lumière;

- c) dudgeonner élastiquement et/ou plastiquement la partie intermédiaire par sa lumière à l'aide dudit organe afin d'exercer une contrainte radiale uniforme contre la paroi de la pièce autour de ladite ouverture circulaire en sollicitant lesdits moyens de déformation élastique de la pièce de façon à absorber les efforts radiaux non absorbés par la partie intermédiaire afin de solidariser l'assemblage de manière non destructive.

[0010] Ce procédé permet avantageusement de chasser l'organe axialement sans qu'aucun effort axial ne soit appliqué sur la pièce. En effet, de manière avantageuse selon l'invention, seule une déformation élastique uniforme et radiale est appliquée sur la pièce. Enfin, un tel procédé permet de solidariser l'ensemble pièce – partie intermédiaire – organe en s'adaptant aux dispersions de fabrication des différents constituants.

[0011] Conformément à d'autres caractéristiques avantageuses de l'invention:

- lors de l'étape b), la différence entre le diamètre de l'ouverture circulaire et la section extérieure de la partie intermédiaire;
- lors de l'étape c), le dudgeonnage exerce un serrage compris entre 8 et 20 μm ;
- lors des étapes b) et c), la partie intermédiaire est maintenue dans l'ouverture circulaire à l'aide d'une portée;
- le deuxième matériau est formé à base de silicium;
- le troisième matériau est formé à base de métal ou d'alliage métallique;
- la pièce peut être, par exemple, un mobile d'horlogerie, une ancre d'horlogerie, un spiral d'horlogerie, un résonateur ou encore un MEMS.

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:

- la fig. 1 est une vue schématique partielle d'un mouvement horloger comportant trois ensembles selon l'invention;
- la fig. 2 est une vue partielle agrandie de la fig. 1;
- les fig. 3 à 6 sont des vues de variantes selon un premier mode de réalisation de moyens à déformation élastique selon l'invention;
- les fig. 7 et 8 sont des vues de variantes selon un deuxième mode de réalisation de moyens à déformation élastique selon l'invention;
- les fig. 9 à 11 sont des représentations schématiques d'étapes successives du procédé d'assemblage selon l'invention;
- la fig. 12 est une vue schématique partielle d'un spiral horloger formant un ensemble selon l'invention.

Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0013] Comme expliqué ci-dessus, l'invention se rapporte à un ensemble formé par assemblage et son procédé d'assemblage destinés à solidariser un matériau fragile, c'est-à-dire ne comportant pas de domaine plastique comme un matériau à base de silicium, avec un matériau ductile comme un métal ou un alliage métallique.

[0014] Cet assemblage a été imaginé pour des applications dans le domaine horloger. Toutefois, d'autres domaines peuvent parfaitement être imaginés comme notamment l'aéronautique, la bijouterie, l'automobile ou les arts de la table.

[0015] Dans le domaine horloger, cet assemblage est rendu nécessaire par la part croissante que tiennent les matériaux fragiles comme ceux à base de silicium, de quartz, de corindon ou plus généralement de céramique. On peut à titre d'exemple envisager de former le spiral, le balancier, l'ancre, les ponts ou même les mobiles comme les roues d'échappement totalement ou partiellement à base de silicium. Toutefois, le fait de toujours pouvoir utiliser des axes habituels en acier dont la fabrication est maîtrisée, est une contrainte qui est difficile à concilier avec l'utilisation de pièces ne comportant pas de domaine plastique. En effet, le chassage d'un axe en acier est impossible et brise systématiquement les pièces fragiles, c'est-à-dire ne comportant pas de domaine plastique.

[0016] C'est pourquoi, l'invention se rapporte à un ensemble formé par assemblage par chassage axial d'un organe en un premier matériau, par exemple ductile comme l'acier, dans l'ouverture circulaire d'une pièce en un deuxième matériau ne comportant pas de domaine plastique, comme un matériau à base de silicium, à l'aide d'une partie intermédiaire, en un troisième matériau plus ductile que le premier matériau, qui est montée entre ledit organe et ladite pièce.

[0017] Selon l'invention, la partie intermédiaire est un cylindre continu comportant une lumière destinée à recevoir ledit organe afin que la partie intermédiaire absorbe radialement et uniformément par déformation élastique et/ou plastique une partie de l'effort de chassage axial dudit organe. En effet, lors des recherches effectuées, il est apparu que la partie

intermédiaire devait répartir de manière uniforme les contraintes radiales induites par son dudgeonnage sur sa paroi autour de l'ouverture circulaire.

[0018] Par conséquent, un cylindre continu, c'est-à-dire sans fente radiale ou ajourage axial, est rendu nécessaire pour éviter les contraintes localisées sur une partie de la paroi de l'ouverture de la pièce fragile qui sont propres à briser cette dernière.

[0019] Cette interprétation justifie également la non-utilisation d'une collerette sur la partie supérieure ou inférieure du cylindre continu. En effet, lors du dudgeonnage, une telle collerette transmet une partie de l'effort axial de l'organe sur le dessus (ou le dessous) de la pièce fragile. Dès lors, le cisaillement exercé notamment par les coins de la collerette sur le dessus (ou le dessous) de la pièce fragile engendre de la même manière des contraintes localisées propres à briser la pièce fragile.

[0020] Par conséquent, le cylindre continu comportant une lumière peut s'interpréter, si la section du cylindre est circulaire, comme un anneau plein dont les parois interne et externe sont continues, c'est-à-dire sans rainure ou plus généralement de discontinuité de matière. Le cylindre continu permet donc de générer uniquement une contrainte radiale uniforme par déformation élastique et/ou plastique sur la paroi autour de l'ouverture circulaire sans qu'un sens de chassage axial de l'organe soit obligatoirement respecté.

[0021] De plus, la pièce comporte des ajourages formant des moyens de déformation élastique qui sont distribués autour et à distance de son ouverture circulaire et qui sont destinés à absorber lesdits efforts radiaux non absorbés par la partie intermédiaire afin de solidariser l'assemblage de manière non destructive pour ladite pièce. La déformation élastique de la pièce fragile grâce à ses ajourages permet donc de solidariser la pièce fragile avec l'ensemble partie intermédiaire – organe rendu solidaire par la déformation plastique du cylindre continu.

[0022] L'ensemble selon l'invention sera mieux compris en relation avec les fig. 1 à 8 présentant des exemples d'applications dans le domaine de l'horlogerie. On peut voir à la fig. 1, un système d'échappement horloger comportant une ancre 1 et une roue d'échappement 3.

[0023] L'ancre 1 à titre d'exemple comporte deux ensembles 2, 12 selon l'invention formés par assemblage destiné respectivement à solidariser le dard 7 et l'axe de pivotement 17 avec sa baguette 5. Comme visible à la fig. 1, chaque ensemble 2, 12 comporte une partie intermédiaire 4, 14 en forme d'anneau plein coopérant entre le dard 7 ou l'axe de pivotement 17 et la baguette 5 de l'ancre 1. De plus, chaque ensemble 2, 12 comporte des ajourages 6, 16 réalisés dans la baguette 5 autour d'une ouverture circulaire 8, 18 et qui sont destinés à former des moyens de déformation élastique. On comprend donc que l'ensemble 2, 12 est suffisamment résistant pour ne pas générer de mouvements relatifs entre ses constituants.

[0024] La roue d'échappement 3, et plus généralement le mobile 3, comporte, à titre d'exemple, un ensemble 22 formé par assemblage destiné respectivement à solidariser l'axe de pivotement 27 avec le corps 25 de la roue 3. Comme visible aux fig. 1 et 2, l'ensemble 22 comporte une partie intermédiaire 24 en forme d'anneau plein coopérant entre l'axe de pivotement 27 et le corps 25 de la roue 3. De plus, l'ensemble 22 comporte des ajourages 26 réalisés dans le moyeu autour d'une ouverture circulaire 28 de la roue 3 et qui sont destinés à former des moyens de déformation élastique.

[0025] On comprend donc immédiatement que l'exemple de l'ensemble 22 peut s'appliquer à tout type de mobile. De plus, le pivot 27 peut comporter en une seule pièce un pignon afin de former le mobile fini.

[0026] Des exemples d'ajourages sont présentés aux fig. 3 à 8. Selon un premier mode de réalisation illustré aux fig. 3 à 6, les ajourages sont formés à distance et autour de l'ouverture circulaire par deux séries de trous en forme de losange distribuées en quinconce afin de former des poutres réparties en V sécants.

[0027] La fig. 3 est une représentation des ajourages 6, 16, 26 des fig. 1 et 2. Pour plus de simplicité seules les références de la roue 3 sont reprises à la fig. 3. Cette dernière montre des ajourages 26 qui, préférentiellement, traversent totalement l'épaisseur du corps 25 en matériau fragile. Les ajourages 26 sont distribués à distance et autour de l'ouverture circulaire 28 formée, de manière préférée, également totalement traversant dans l'épaisseur du corps 25 en matériau fragile.

[0028] Comme visible à la fig. 3, les ajourages 26 forment une première série de trous 31, les plus éloignés de l'ouverture 28, et une deuxième série de trous 33 qui sont en forme de losange et distribuées en quinconce. On s'aperçoit à la fig. 3 que les ajourages 31, 33 forment ainsi des poutres 32 en forme de V qui sont sécantes entre elles.

[0029] Dans une première variante du premier mode de réalisation illustrée à la fig. 4, les ajourages 26' reprennent les première et deuxième séries de trous 31, 33 avec, en plus, une troisième série qui, formée de trous 35 en forme de losange ou de triangle, est située entre les deux premières séries et l'ouverture circulaire 28, c'est-à-dire la plus proche de l'ouverture 28. Comme visible à la fig. 4, la troisième série de trous 35 est distribuée en quinconce avec l'une 33 des deux premières séries afin de former des poutres 34 réparties en X sécants.

[0030] Dans une deuxième variante du premier mode de réalisation illustrée à la fig. 5, les ajourages 26'' reprennent les ajourages 26' de la fig. 4 avec, en plus, des fentes 36 permettant de faire communiquer la troisième série de trous 35 avec l'ouverture circulaire 28.

[0031] Avantagusement selon l'invention, les trous 31, 33 et 35 et les fentes 36 sont utilisés pour former des moyens de déformation élastique aptes à absorber des contraintes radiales, c'est-à-dire des efforts exercés du centre de l'ouverture circulaire 28 vers la paroi du corps 25 entourant ladite ouverture circulaire.

[0032] Bien entendu, les deux ou trois séries peuvent être plus ou moins rapprochées les unes des autres et/ou de formes différentes et/ou de dimensions différentes en fonction du débattement maximal souhaité et de la contrainte voulue pour déformer les poutres 32, 34.

[0033] A titre d'exemple, une alternative à la fig. 5 est présentée à la fig. 6. On peut voir que les ajourages 26''' sont similaires à ceux 26'' de la fig. 5, toutefois, les trois séries de trous sont plus espacées les unes des autres. De plus, il est visible que les formes et dimensions aussi bien des trous que des fentes sont différentes. On comprend donc que l'alternative de la fig. 6 modifie la rigidité des moyens de déformations élastiques dans le silicium.

[0034] Préférentiellement, les ajourages 26, 26', 26'', 26''' s'étendent sur une largeur comprise entre 100 µm et 500 µm à partir du bord de l'ouverture circulaire 28. De plus, les fentes 36 sont comprises entre 15 µm et 40 µm. Enfin, de manière préférée, le diamètre de l'ouverture circulaire 28 est compris entre 0,5 et 2 mm.

[0035] Selon un deuxième mode de réalisation illustré aux fig. 7 et 8, les ajourages sont formés à distance et autour de l'ouverture circulaire par une première série de trous oblongues distribuée en quinconce avec une deuxième série de trous de forme triangulaire, la deuxième série étant la plus proche de l'ouverture circulaire, chaque trou de forme triangulaire communiquant avec l'ouverture circulaire par une entaille afin de former des poutres mobiles radialement selon l'épaisseur des trous oblongues.

[0036] Ainsi, la fig. 7 montre des ajourages 46 qui, préférentiellement, traversent totalement l'épaisseur du corps 25 en matériau fragile. Les ajourages 46 sont distribués à distance et autour de l'ouverture circulaire 28 formée, de manière préférée, également totalement traversant dans l'épaisseur du corps 25 en matériau fragile.

[0037] Comme visible à la fig. 7, les ajourages 46 forment une première série de trous oblongues 51 et une deuxième série de trous 53 de forme triangulaire. Selon le deuxième mode de réalisation, les deux séries de trous 51, 53 sont distribuées en quinconce.

[0038] De plus, chaque trou 53 de forme triangulaire communique avec l'ouverture circulaire 28 par une entaille 57. On s'aperçoit à la fig. 7 que les ajourages 46 forment ainsi des poutres 52 en forme de trapèze qui sont séparées entre elles par les entailles 57. On remarque également que chaque poutre 52 est centrée sur un trou oblongue 51 ce qui rend chaque poutre 52 mobile radialement selon l'épaisseur d'un trou oblongue 51.

[0039] Dans une variante du deuxième mode de réalisation illustrée à la fig. 8, les ajourages 46' reprennent les ajourages 46 de la fig. 7 avec, en plus, une troisième série de trous 55 en forme de triangle. De plus, chaque trou 55 de la troisième série est distribué entre deux trous 53 de forme triangulaire de la deuxième série et communique avec l'ouverture circulaire 28 par une fente 56. Les ajourages 46' forment ainsi des poutres 54 à deux bras indépendants symétriques et sensiblement en forme de L qui sont mobiles radialement selon l'épaisseur des trous 51 oblongues et tangentiellement selon l'épaisseur des fentes 56.

[0040] Bien entendu, comme pour le premier mode de réalisation, les deux ou trois séries peuvent être plus ou moins rapprochées les unes des autres et/ou de formes différentes et/ou de dimensions différentes en fonction du débattement maximal souhaité et de la contrainte voulue pour déformer les poutres 52, 54.

[0041] Préférentiellement, les ajourages 46, 46' s'étendent sur une largeur comprise entre 100 µm et 500 µm à partir du bord de l'ouverture circulaire 28. De plus, les fentes 56 ou entailles 57 sont comprises entre 15 µm et 40 µm. Enfin, de manière préférée, le diamètre de l'ouverture circulaire 28 est compris entre 0,5 et 2 mm.

[0042] Le procédé d'assemblage va maintenant être expliqué en relation avec les figures schématiques 9 à 11. Pour plus de simplicité, seules les références de la roue 3 sont reprises aux fig. 9 à 11. Selon l'invention, une première étape consiste à former la pièce 3 en un matériau n'ayant pas de domaine plastique avec une ouverture 28 circulaire et des ajourages 26 distribués autour de l'ouverture circulaire 28 destinés à former des moyens de déformation élastique selon, par exemple, les modes de réalisation expliqués ci-dessus. Comme visible à la fig. 9, l'ouverture circulaire 28 comporte un diamètre e_4 et les ajourages 26 comprennent notamment des trous de section e_5 .

[0043] Une telle étape peut être réalisée par gravage sous forme sèche ou humide comme, par exemple, un gravage ionique réactif profond (également connu sous l'abréviation anglaise «DRIE»).

[0044] De plus, dans une deuxième étape, le procédé consiste à former l'axe de pivotement 27 en un deuxième matériau avec une section maximale e_6 . Comme expliqué ci-dessus, la deuxième étape peut être réalisée selon les processus habituels de fabrication d'axes. L'axe 27 est préférentiellement métallique et peut par exemple être formé en acier.

[0045] Le procédé, dans une troisième étape, consiste à former la partie intermédiaire 24 en un troisième matériau en forme de cylindre continu avec une lumière 23 de section interne e_2 et de section externe e_3 . La troisième étape peut ainsi être réalisée à partir d'un usinage habituel ou d'un électroformage. La partie intermédiaire 24 peut ainsi comporter une épaisseur comprise entre 100 et 300 µm et une largeur l , c'est-à-dire la section externe e_3 moins la section interne e_2 ($l = e_3 - e_2$), également comprise entre 100 et 300 µm.

[0046] Préférentiellement, le troisième matériau est plus ductile que le deuxième matériau de l'axe 27 afin que ce dernier ne se déforme pas lors du dudgeonnage. La partie intermédiaire 24 est préférentiellement métallique et peut ainsi

comporter du nickel et/ou de l'or. Toutefois, tout autre matériau ductile peut avantageusement être ajouté au troisième matériau ou remplacer ce dernier.

[0047] Bien entendu, les trois premières étapes n'ont pas de consécuitivité à respecter et peuvent même être réalisées en même temps.

[0048] Dans une quatrième étape, la partie intermédiaire 24 est introduite sans contact dans l'ouverture circulaire 28. Cela signifie comme visible à la fig. 9 que le diamètre e_4 de l'ouverture circulaire 28 est plus grand ou égale à la section externe e_3 de la partie intermédiaire 24.

[0049] De manière préférée, la différence entre le diamètre e_4 de l'ouverture circulaire 28 et la section extérieure e_3 de la partie intermédiaire 24 est d'environ 10 μm , c'est-à-dire une épaisseur d'environ 5 μm qui sépare le corps 25 de la pièce 3 par rapport à la partie intermédiaire 24.

[0050] De plus, préférentiellement selon l'invention, la partie intermédiaire 24 est maintenue dans l'ouverture circulaire 28 à l'aide d'une portée 21 munie d'un perçage 25 de section e_1 .

[0051] Enfin, le procédé comporte une cinquième étape consistant à dudgeonner élastiquement et/ou plastiquement la partie intermédiaire 24 par sa lumière 23 par un emmanchement de l'axe 27 selon la direction axiale A afin d'exercer une contrainte radiale B uniforme contre la paroi de l'ouverture circulaire 28 en sollicitant les moyens de déformation élastique de la pièce 3, c'est-à-dire les ajourages 26.

[0052] Ainsi, dans un premier temps, comme visible à la fig. 10, du fait que la section e_6 de l'axe 27 est supérieure à la section e_2 de la partie intermédiaire, le passage de l'axe 27 (sa représentation est schématique) dans la lumière 23 selon la direction A va induire une déformation élastiquement et/ou plastique de la partie intermédiaire 24, laquelle se déforme exclusivement radialement selon la direction B par butée contre la portée 21.

[0053] De manière préférée selon l'invention, le dudgeonnage est paramétré afin que le serrage soit supérieure à l'interstice entre la partie intermédiaire 24 non déformée et la paroi de la pièce 3 autour de l'ouverture circulaire 28. Préférentiellement, le serrage est compris entre 8 et 20 μm .

[0054] Par conséquent, il est voulu que le dudgeonnage, après la déformation élastiquement et/ou plastique de la partie intermédiaire 24 dans le premier temps, exerce, dans un deuxième temps, la déformation élastique du corps 25 autour de l'ouverture circulaire 28 afin de solidariser ensemble l'axe 27, la partie intermédiaire 24 et la roue 3 comme visible à la fig. 11. Cette déformation élastique autorise notamment un centrage automatique de l'ensemble axe 27 – partie intermédiaire 24. A ce titre, à la fig. 11, on remarque que les ajourages 26 comportent une section référencée e_7 et non plus e_5 .

[0055] Avantageusement selon l'invention, il est possible de chasser l'axe 27 de n'importe quel côté du corps 25 de la roue 3. De plus, aucun effort axial n'est appliqué sur le corps 25 de la roue 3 pendant le procédé. Seule une déformation élastique radiale est appliquée. Il est également à noter que l'utilisation de la partie intermédiaire 24 en forme de cylindre continu permet, lors de la déformation radiale B de la partie intermédiaire 24, d'exercer une contrainte uniforme sur la paroi du corps 25 autour de l'ouverture circulaire 28 afin d'éviter tout bris de la roue 3 en matériau fragile et s'adapter aux dispersions de fabrication des différents constituants.

[0056] 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, les ajourages de la pièce en matériau fragile peuvent comporter plus ou moins de série de trous que les modes de réalisation présentés ci-dessus.

[0057] Les fig. 1 et 2 présentent des applications pour un système d'échappement tel que l'ancre 1 et la roue d'échappement 3 d'un mouvement horloger. Bien entendu, le présent assemblage peut être appliqué à d'autres éléments. On peut, à titre d'exemple, envisager de former un spiral, un balancier, un pont ou plus généralement un mobile à l'aide d'un assemblage 2, 12, 22 comme expliqué ci-dessus.

[0058] Ainsi, comme illustré à la fig. 12, il est possible de fixer un spiral 61 sur un axe 67 à l'aide d'un tel assemblage. On pourrait alors former des ajourages 66 dans le moyeu 63 de l'ancre 61 et monter, dans l'ouverture 68 du moyeu 63, une partie intermédiaire 64 de manière similaire aux explications ci-dessus.

[0059] Il est également possible d'utiliser un tel assemblage en remplacement des moyens élastiques 48 ou des cylindres 63, 66 du document WO 2009/115 463 (lequel est incorporé par référence à la présente description) afin de fixer un résonateur du type balancier – spiral monobloc sur un axe de pivotement.

[0060] Enfin, un tel assemblage peut également permettre la solidarisation de tout type d'organe horloger ou non dont le corps est formé d'un matériau ne comportant pas de domaine plastique (silicium, quartz, etc.) avec un axe comme, par exemple, un résonateur du type diapason ou plus généralement un MEMS (acronyme provenant des termes anglais «Micro-Electro-Mechanical System»).

[0061] Bien entendu, deux organes tels que décrit ci-dessus peuvent également être assujettis sur le même axe à l'aide de deux assemblages distincts afin de solidariser leur mouvement respectif.

Revendications

1. Ensemble (2, 12, 22, 62) formé par assemblage par chassage axial (A) d'un organe (7, 17, 27, 67) en un premier matériau dans l'ouverture circulaire (8, 18, 28, 68) d'une pièce (1, 3, 61) en un deuxième matériau ne comportant pas de domaine plastique à l'aide d'une partie intermédiaire (4, 14, 24, 64) en un troisième matériau montée entre ledit organe et ladite pièce caractérisé en ce que la partie intermédiaire (4, 14, 24, 64) est un cylindre continu comportant une lumière (23) destinée à recevoir ledit organe afin que la partie intermédiaire (4, 14, 24, 64) absorbe radialement (B) et uniformément par déformation élastique et/ou plastique au moins une partie de l'effort de chassage axial (A) dudit organe et en ce que la pièce (1, 3, 61) comporte des ajourages (6, 16, 26, 26', 26'', 26''', 46, 46', 66) formant des moyens de déformations élastiques distribués autour de son ouverture circulaire (8, 18, 28, 68) destinés à absorber lesdits efforts radiaux non absorbés par la partie intermédiaire (4, 14, 24, 64) afin de solidariser l'assemblage (2, 12, 22, 62) de manière non destructive pour ladite pièce.
2. Ensemble (2, 12, 22, 62) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les ajourages (6, 16, 26, 26', 26'', 26''', 66) sont formés à distance et autour de l'ouverture circulaire (8, 18, 28, 68) par deux séries de trous (31, 33) en forme de losange distribuées en quinconce afin de former des poutres (32) réparties en V sécants.
3. Ensemble (2, 12, 22, 62) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les ajourages (26', 26'', 26''') comportent, entre les deux premières séries (31, 33) et l'ouverture circulaire (8, 18, 28, 68), une troisième série qui est formée de trous (35) en forme de losange ou de triangle et distribuée en quinconce avec l'une (33) des deux premières séries afin de former des poutres (34) réparties en X sécants.
4. Ensemble (2, 12, 22, 62) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la pièce (1, 3, 61) comporte des fentes (36) permettant de faire communiquer la troisième série de trous (35) avec l'ouverture circulaire (8, 18, 28, 68).
5. Ensemble (2, 12, 22, 62) selon la revendication 1, caractérisé en ce que les ajourages (46, 46') sont formés à distance et autour de l'ouverture circulaire (8, 18, 28, 68) par une première série de trous (51) oblongues distribuée en quinconce avec une deuxième série de trous (53) de forme triangulaire, la deuxième série (53) étant la plus proche de l'ouverture circulaire (8, 18, 28, 68), chaque trou (53) de forme triangulaire communiquant avec l'ouverture circulaire (8, 18, 28) par une entaille (57) afin de former des poutres (52) mobiles radialement selon l'épaisseur des trous oblongues (51).
6. Ensemble (2, 12, 22, 62) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les ajourages (46') comportent une troisième série de trous (55) en forme de triangle, chaque trou (55) de la troisième série étant distribué entre deux trous (53) de forme triangulaire de la deuxième série et communiquant avec l'ouverture circulaire (8, 18, 28, 68) par une fente (56) afin de former des poutres (54) à deux bras indépendants mobiles radialement selon l'épaisseur des trous oblongues (51) et tangentiellement selon l'épaisseur des fentes (56).
7. Ensemble (2, 12, 22, 62) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les séries de trous (31, 33, 35, 51, 53, 55) s'étendent sur une largeur comprise entre 100 μm et 500 μm à partir du bord de l'ouverture circulaire (8, 18, 28, 68).
8. Ensemble (2, 12, 22, 62) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'ouverture circulaire (8, 18, 28, 68) comporte un diamètre compris entre 0,5 et 2 mm.
9. Pièce d'horlogerie caractérisée en ce qu'elle comporte au moins un ensemble (2, 12, 22, 62) selon l'une des revendications 1 à 8.
10. Procédé d'assemblage par chassage axial d'un organe (7, 17, 27, 67) en un premier matériau dans une pièce (1, 3, 61) en un deuxième matériau ne comportant pas de domaine plastique comportant les étapes suivantes:
 - a) former la pièce (1, 3, 61) avec une ouverture circulaire (8, 18, 28, 68) et des ajourages (6, 16, 26, 26', 26'', 26''', 46, 46', 66) distribués autour de l'ouverture circulaire (8, 18, 28, 68) destinés à former des moyens de déformation élastique;
 - b) introduire sans contrainte dans l'ouverture circulaire (8, 18, 28, 68) une partie intermédiaire (4, 14, 24, 64) en un troisième matériau en forme de cylindre continu comportant une lumière (23);
 - c) dudgeonner élastiquement et/ou plastiquement la partie intermédiaire (4, 14, 24, 64) par sa lumière (23) à l'aide dudit organe afin d'exercer une contrainte radiale (B) uniforme contre la paroi de la pièce (1, 3, 61) autour de ladite ouverture circulaire (8, 18, 28, 68) en sollicitant lesdits moyens de déformation élastique de la pièce (1, 3, 61) de façon à absorber les efforts radiaux non absorbés par la partie intermédiaire (4, 14, 24, 64) afin de solidariser l'assemblage de manière non destructive.
11. Procédé d'assemblage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que, lors de l'étape b), la différence entre le diamètre (e_4) de l'ouverture circulaire (8, 18, 28, 68) et la section extérieure (e_3) de la partie intermédiaire (4, 14, 24, 64) est d'environ 10 μm .
12. Procédé d'assemblage selon la revendication 10 ou 11, caractérisé en ce que, lors de l'étape c), le dudgeonnage exerce un serrage compris entre 8 et 20 μm .
13. Procédé d'assemblage selon l'une des revendications 10 à 12, caractérisé en ce que, lors des étapes b) et c), la partie intermédiaire (4, 14, 24, 64) est maintenue dans l'ouverture circulaire (8, 18, 28, 68) à l'aide d'une portée (21).

CH 704 016 B1

14. Procédé d'assemblage selon l'une des revendications 10 à 13, caractérisé en ce que le deuxième matériau comporte du silicium.
15. Procédé d'assemblage selon l'une des revendications 10 à 14, caractérisé en ce que le troisième matériau comporte un métal ou un alliage métallique.
16. Procédé d'assemblage selon l'une des revendications 10 à 15, caractérisé en ce que la pièce est un mobile (3) d'horlogerie.
17. Procédé d'assemblage selon l'une des revendications 10 à 15, caractérisé en ce que la pièce est une ancre (1) d'horlogerie.
18. Procédé d'assemblage selon l'une des revendications 10 à 15, caractérisé en ce que la pièce est un spiral (61) d'horlogerie.
19. Procédé d'assemblage selon l'une des revendications 10 à 15, caractérisé en ce que la pièce est un résonateur.
20. Procédé d'assemblage selon l'une des revendications 10 à 15, caractérisé en ce que la pièce est un MEMS.

Fig. 1

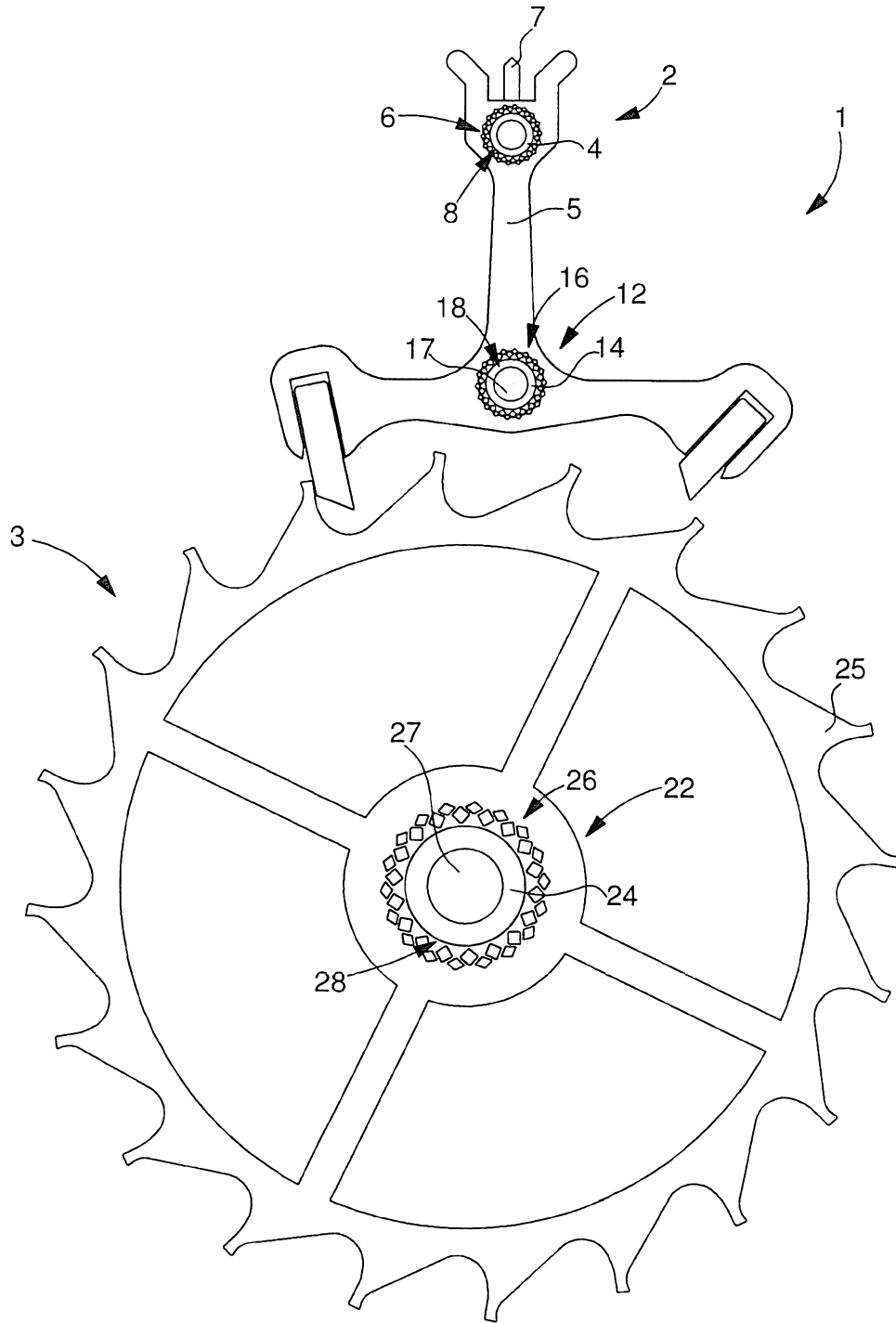
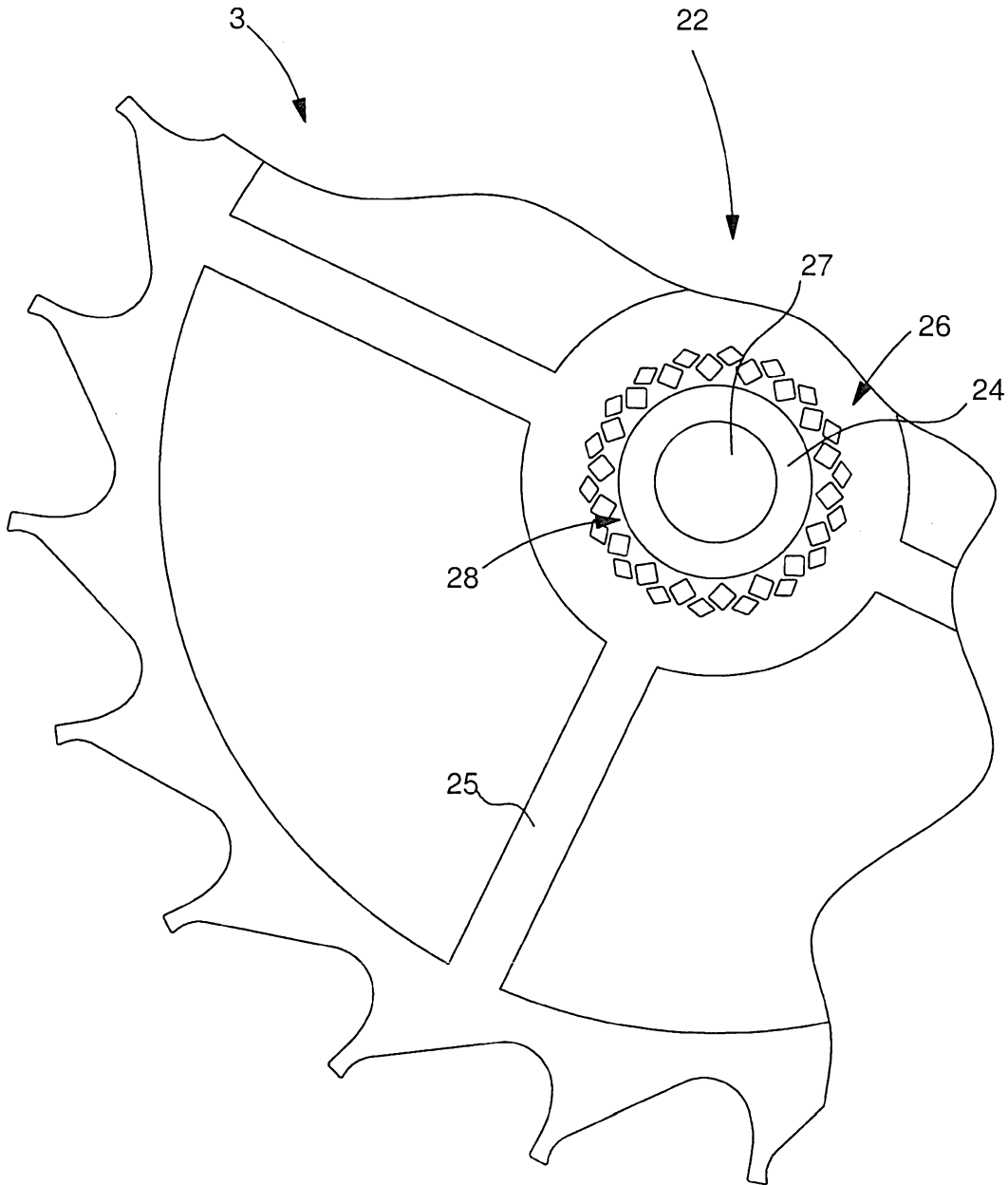
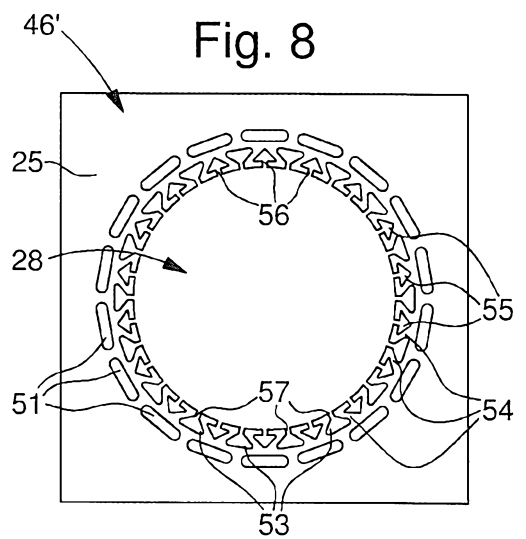
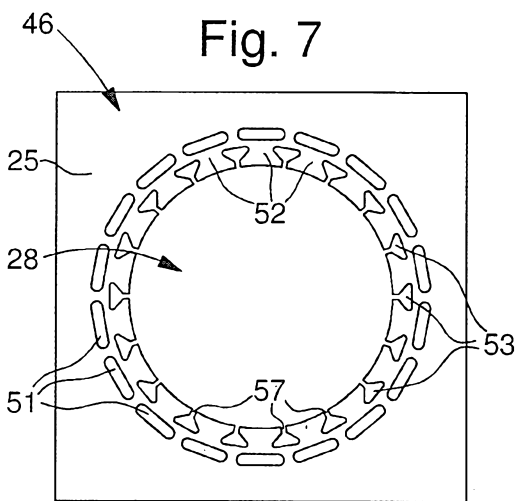
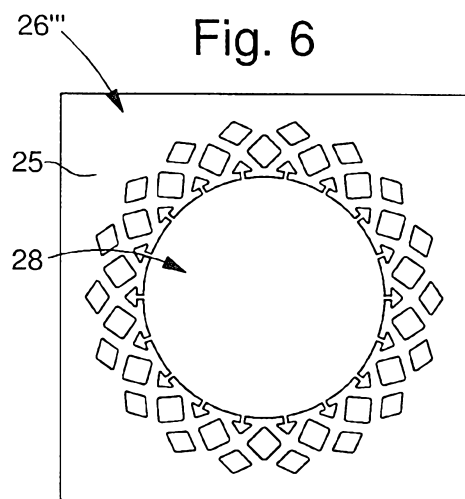
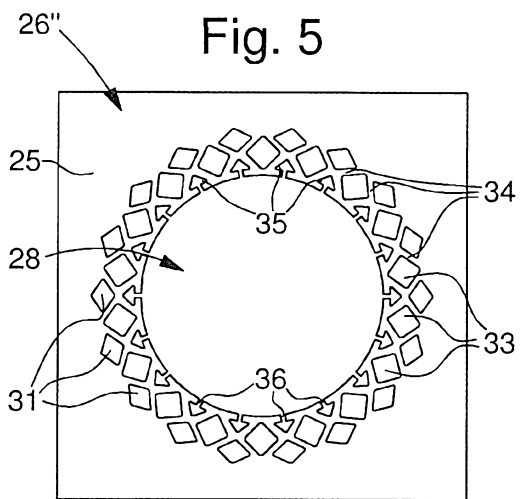
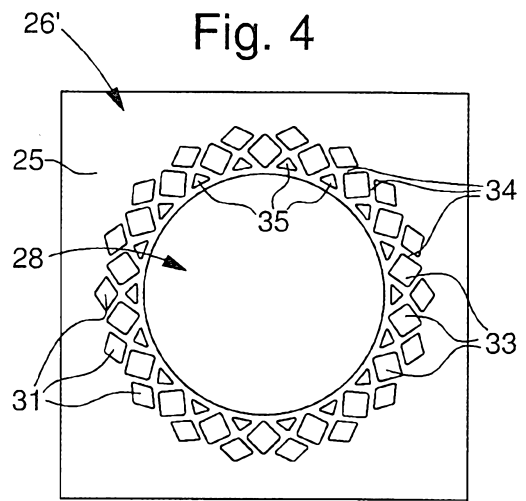
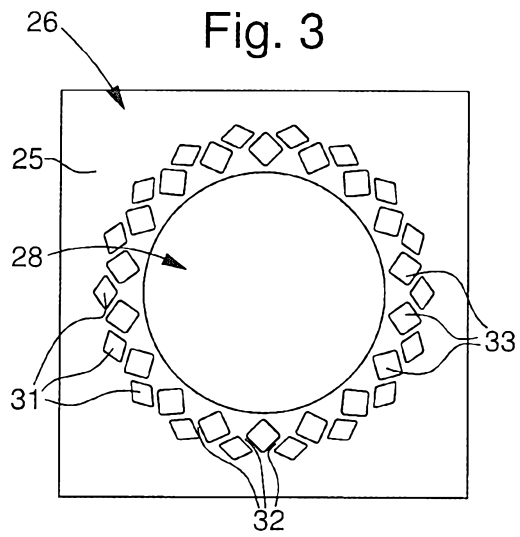


Fig. 2





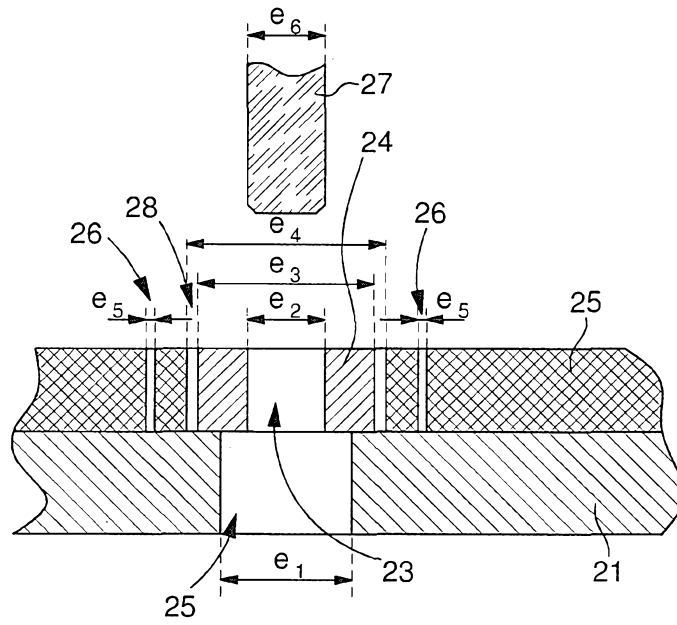


Fig. 9

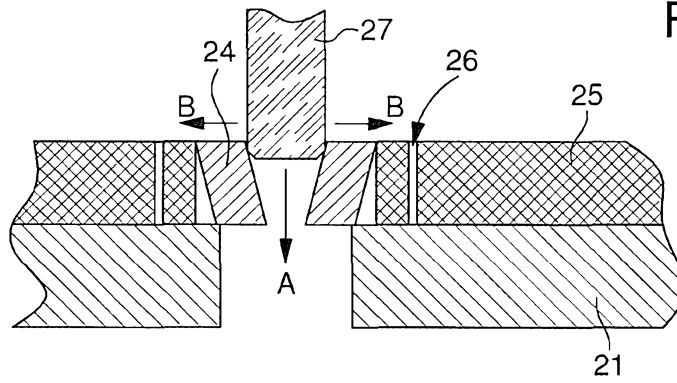


Fig. 10

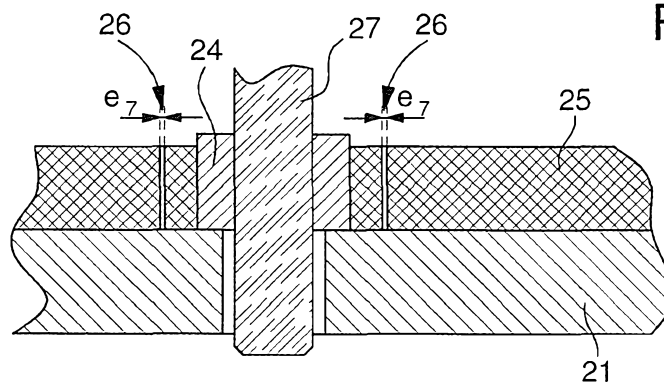


Fig. 11

Fig. 12

