



CONFÉDÉRATION SUISSE  
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **707 121 A2**

(51) Int. Cl.: **C04B 41/88** (2006.01)  
**G04B 37/22** (2006.01)  
**G04D 3/00** (2006.01)  
**G04B 19/12** (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: 02092/12

(71) Requéérant:  
The Swatch Group Research and Development Ltd.,  
Rue des Sors 3  
2074 Marin (CH)

(22) Date de dépôt: 24.10.2012

(72) Inventeur(s):  
Guido Plankert, 8113 Boppelsen (CH)  
Pierry Vuille, 2207 Coffrane (CH)

(43) Demande publiée: 30.04.2014

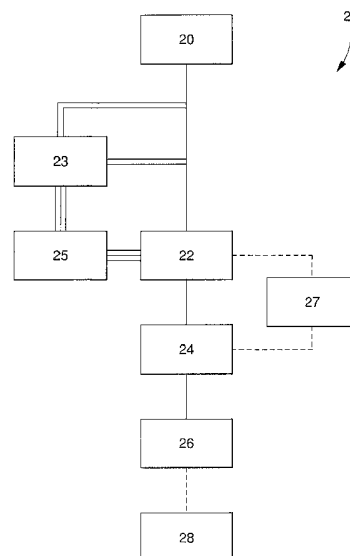
(74) Mandataire:  
ICB Ingénieurs Conseils en Brevets SA,  
Faubourg de l'Hôpital 3  
2001 Neuchâtel (CH)

(54) **Céramique sélectivement conductrice et revêtue d'un matériau métallique.**

(57) L'invention se rapporte à un procédé de fabrication (21) d'un élément comportant les étapes suivantes:

- a) former (20) un corps en céramique à base d'oxyde;
- b) exposer (22) à une réaction de réduction, au moins une partie de surface externe (F) du corps afin de l'appauvrir en atomes d'oxygène selon une profondeur prédéterminée dans le but de rendre ladite au moins une partie électriquement conductrice;
- c) déposer (24) un matériau métallique à partir de ladite au moins une partie rendue électriquement conductrice;
- d) usiner (26) le corps et/ou le matériau métallique afin de finir esthétiquement l'élément.

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



## Description

### Domaine de l'invention

[0001] L'invention se rapporte à une céramique sélectivement conductrice et, notamment, une telle céramique comportant un revêtement en matériau métallique.

### Arrière-plan de l'invention

[0002] Il est connu sur les pièces céramiques de déposer une couche d'accrochage pour adhérer à la céramique et un couche de mouillage pour qu'un futur dépôt galvanique adhère dessus.

[0003] Ces deux couches peuvent toutefois être sujettes à délamination aussi bien lors de leur dépôt mais également lors de la galvanoplastie ou lors de l'utilisation de la pièce finale.

### Résumé de l'invention

[0004] Le but de la présente invention est de pallier tout ou partie les inconvénients cités précédemment en proposant une céramique à base d'oxyde qui est sélectivement rendue conductrice sans avoir recours au dépôt d'une couche d'accrochage et, éventuellement, sans couche de mouillage.

[0005] A cet effet, l'invention se rapporte à un procédé de fabrication d'un élément pour une pièce d'horlogerie comportant les étapes suivantes:

- a) former un corps en céramique à base d'oxyde;
- b) exposer à une réaction de réduction, au moins une partie de surface externe du corps afin de l'appauvrir en atomes d'oxygène selon une profondeur prédéterminée dans le but de rendre ladite au moins une partie électriquement conductrice;
- c) déposer un matériau métallique à partir de ladite au moins une partie rendue électriquement conductrice;
- d) usiner le corps et/ou le matériau métallique afin de finir esthétiquement l'élément.

[0006] Avantageusement selon l'invention, la surface conductrice n'est plus obtenue par le dépôt d'une couche par-dessus le corps mais par la déstructuration intrinsèque du matériau du corps selon une profondeur prédéterminée, c'est-à-dire sans délamination possible.

[0007] De plus, l'appauvrissement peut être sélectif, c'est-à-dire que la directivité de l'appauvrissement autorise à le limiter à tout ou une partie de la surface externe.

[0008] Conformément à d'autres caractéristiques avantageuses de l'invention:

- l'étape a) est réalisée par frittage;
- l'étape b) est réalisée par une attaque plasma;
- le plasma utilisé lors de l'étape b) comporte un mélange ionisé d'hydrogène et de gaz neutre;
- la profondeur prédéterminée d'appauvrissement en atomes d'oxygène est comprise entre 25 nm et 10 µm;
- lors de l'étape b), toute la surface externe du corps est exposée à une réaction de réduction;
- selon un deuxième mode de réalisation, le procédé comporte, entre l'étape a) et l'étape b), l'étape e) graver au moins un évidement dans une face du corps, chaque au moins un évidement formant l'empreinte d'un décor afin que l'étape c) remplisse complètement ledit au moins un évidement;
- l'étape e) est réalisée par laser;
- l'étape e) est réalisée sur une profondeur comprise entre 80 µm et 200 µm afin d'améliorer la force d'accrochage;
- chaque au moins un évidement comporte une surface continue au moins partiellement rayonnée afin de faciliter la mise en œuvre de l'étape c);
- selon un troisième mode de réalisation, le procédé comporte, après l'étape e), l'étape f) graver au moins un trou communiquant avec ledit au moins un évidement afin de former un dispositif d'ancrage afin que l'étape c) remplisse complètement ledit au moins un évidement et au moins partiellement ledit au moins un trou;
- ledit au moins un trou traverse ledit élément afin qu'il puisse être au moins partiellement rempli lors de l'étape c) par le matériau métallique afin d'augmenter la surface de contact avec ledit élément;
- le diamètre dudit au moins un trou s'évase au fur et à mesure qu'il s'éloigne dudit au moins un évidement afin de maintenir ledit dépôt galvanique contre ledit élément;
- l'étape f) est réalisée par laser en orientant le faisceau à partir de la face opposée à celle destinée à recevoir ledit au moins un évidement;
- selon une variante des modes de réalisation, le procédé comporte, avant l'étape c), les étapes g) former un organe et h) assembler l'organe avec le corps afin que l'étape c) solidarise l'assemblage de l'organe avec le corps en bloquant l'organe contre ledit corps par ledit matériau métallique;
- l'organe est formé à partir d'un même type de matériau que le corps ou à partir d'un matériau métallique;
- l'étape c) est réalisée par galvanoplastie, par frittage ou par coulée;
- le corps est formé à partir d'un oxyde métallique.

**[0009]** L'invention se rapporte également à un élément en céramique pour une pièce d'horlogerie caractérisé en ce qu'il comporte un corps à base d'oxyde et comprend au moins une partie de sa surface externe appauvrie en atomes d'oxygène qui est recouvert d'un matériau métallique afin de former une partie fonctionnelle,

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

- le corps dudit élément forme tout ou partie d'un boîtier et/ou d'un bracelet et/ou d'une lunette et/ou d'un cadran et/ou d'une glace et/ou d'un poussoir et/ou d'une couronne et/ou d'un pont et/ou d'une platine et/ou d'une masse oscillante;
- la partie fonctionnelle forme un décor et/ou une surface de contact.

#### Description sommaire des dessins

**[0011]** 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 représentation d'une pièce d'horlogerie selon l'invention;
- les fig. 2 à 4 sont des étapes successives du procédé de fabrication selon un premier mode de réalisation de l'invention;
- les fig. 5 à 7 sont des étapes successives du procédé de fabrication selon un deuxième mode de réalisation de l'invention;
- les fig. 8 à 10 sont des étapes successives du procédé de fabrication selon un troisième mode de réalisation de l'invention;
- la fig. 11 est un schéma fonctionnel du procédé selon l'invention.

#### Description détaillée des modes de réalisation préférés

**[0012]** Dans l'exemple illustré à la figure 1, on peut voir une pièce d'horlogerie généralement annotée 1 comportant au moins un élément 10. Chaque élément 10 est destiné à former une pièce très résistante à l'usure comportant au moins un décor 13 au moins partiellement métallique dont la qualité visuelle est améliorée notamment en termes de contraste.

**[0013]** L'élément 10 selon l'invention peut notamment former indifféremment tout ou partie de l'habillage de la pièce d'horlogerie 1. Ainsi, il pourrait former tout ou partie d'un boîtier 2, d'un bracelet 3, d'une lunette 4, d'un cadran 5, d'une glace 6, d'un poussoir 7 et/ou d'une couronne 8.

**[0014]** Dans l'exemple illustré ci-après, l'explication de l'invention sera donnée à partir d'un anneau comportant des décors 13 incrustés ou non formant les graduations d'une lunette 4. Il est également possible de former des éléments 10 incrustés ou non appartenant à un mouvement horloger comme, par exemple, un pont et/ou une platine et/ou une masse oscillante.

**[0015]** Comme illustré aux figures 1 à 10, l'élément céramique 10, 10', 10'' comporte un corps 11, 11', 11'' à base d'oxyde et comprend au moins une partie 15, 15', 15'' de sa surface externe F appauvrie en atomes d'oxygène qui est recouvert d'un matériau métallique 16, 16', 16'' afin de former une partie fonctionnelle comme un décor et/ou une surface de contact.

**[0016]** Aux figures 7 et 10 correspondant aux deuxième et troisième modes de réalisation selon l'invention, on peut voir que le corps 11', 11'' peut également comporter au moins un évidement 12 formant l'empreinte d'un décor 13 destiné à recevoir le matériau métallique 16', 16''. Ces configurations permettent de protéger chaque dépôt de matériau métallique 16', 16'' dans le corps 11.

**[0017]** On comprend donc que le matériau métallique 16, 16', 16'' peut, avantageusement selon l'invention, être déposé selon une forme quelconque, comme, par exemple, une figure géométrique ou un caractère alphanumérique.

**[0018]** Préférentiellement selon l'invention, le corps 11, 11', 11'' est formé à base d'un oxyde métallique qui n'est pas électriquement conducteur. Le corps 11 peut ainsi être formé par exemple à base de zircone et/ou d'alumine et/ou de silice.

**[0019]** Dans un premier mode de réalisation illustré à la figure 4, le corps 11 est rendu sélectivement conducteur par un appauvrissement en atomes d'oxygène d'une partie 15 de sa surface externe F. Cet appauvrissement est réalisé selon une épaisseur prédéterminée dans le corps 11 qui peut varier entre 25 nm et 10 µm suivant le type du matériau métallique 16.

**[0020]** On comprend donc que la surface conductrice n'est plus obtenue par le dépôt d'une couche par-dessus le corps 11, c'est-à-dire pouvant induire une délamination, mais par la déstructuration intrinsèque du matériau du corps 11 selon une profondeur prédéterminée, c'est-à-dire sans délamination possible.

**[0021]** De plus, avantageusement selon l'invention, l'appauvrissement peut être sélectif, c'est-à-dire que la directivité de l'appauvrissement autorise à le limiter à tout ou une partie de la surface externe F.

**[0022]** Comme illustré à la figure 4, l'élément 10 selon le premier mode de réalisation comporte donc un corps 11 en céramique à base d'oxyde sélectivement revêtu d'un dépôt en matériau métallique 16 afin de former une partie fonctionnelle comme un décor 13 et/ou une surface de contact. Le matériau 16 peut être du type galvanique, fritte ou coulé.

**[0023]** Dans un deuxième mode de réalisation illustré à la figure 7, l'élément céramique incrusté 10' comporte un corps 11' avec au moins un évidement 12 formant l'empreinte d'un décor 13. Comme dans le premier mode de réalisation, le corps 11' est rendu sélectivement conducteur par un appauvrissement en atomes d'oxygène d'une partie 15' de sa surface externe F. Cet appauvrissement est réalisé selon une épaisseur prédéterminée dans le corps 11' qui peut varier entre 25 nm et 10 µm suivant le type du matériau métallique 16'.

**[0024]** On comprend donc que la surface conductrice n'est plus obtenue par le dépôt d'une couche par-dessus le corps 11', c'est-à-dire pouvant induire une délamination, mais par la déstructuration intrinsèque du matériau du corps 11' selon une profondeur prédéterminée, c'est-à-dire sans délamination possible.

**[0025]** De plus, avantageusement selon l'invention, l'appauvrissement peut être sélectif, c'est-à-dire que la directivité de l'appauvrissement autorise à le limiter à tout ou une partie de la surface externe F. Dans l'exemple des figures 6 et 7, on s'aperçoit que l'appauvrissement a été sélectivement réalisé au niveau des évidements 12.

**[0026]** Comme illustré à la figure 7, l'élément 10' selon le deuxième mode de réalisation comporte donc un corps 11' en céramique à base d'oxyde comportant des évidements 12 qui sont étant au moins partiellement remplis d'un dépôt en matériau métallique 16' afin de former une partie fonctionnelle comme un décor 13 et/ou une surface de contact. Le matériau 16' peut être du type galvanique, fritte ou coulé.

**[0027]** Afin d'améliorer l'accrochage du décor 13 dans le corps 11', l'évidement 12 comporte, de manière préférée, une profondeur comprise entre 80 µm et 200 µm.

**[0028]** De plus, pour des raisons d'adhérence du dépôt métallique, préférentiellement, chaque évidement 12 comporte une surface continue au moins partiellement rayonnée, c'est-à-dire que leur surface interne ne comporte pas d'arêtes.

**[0029]** Dans un troisième mode de réalisation illustré à la figure 10, l'élément céramique 10'' comporte un corps 11'' avec au moins un évidement 12 formant l'empreinte d'un décor 13. L'élément 10'' comporte en outre un dispositif d'ancrage dudit au moins un décor 13 métallique communiquant avec ledit au moins un évidement 12 afin d'améliorer l'ancrage dudit au moins un décor 13 contre ledit élément 10''. Préférentiellement, le dispositif d'ancrage comporte au moins un trou 14 traversant ledit élément 10'' et étant au moins partiellement rempli par ledit dépôt en matériau métallique 16''.

**[0030]** Comme dans le premier et deuxième mode de réalisation, le corps 11'' est rendu sélectivement conducteur par un appauvrissement en atomes d'oxygène d'une partie 15'' de sa surface externe F. Cet appauvrissement est réalisé selon une épaisseur prédéterminée dans le corps 11'' qui peut varier entre 25 nm et 10 µm suivant le type du matériau métallique 16''.

**[0031]** On comprend donc que la surface conductrice n'est plus obtenue par le dépôt d'une couche par-dessus le corps 11'', c'est-à-dire pouvant induire une délamination, mais par la déstructuration intrinsèque du matériau du corps 11'' selon une profondeur prédéterminée, c'est-à-dire sans délamination possible.

**[0032]** De plus, avantageusement selon l'invention, l'appauvrissement peut être sélectif, c'est-à-dire que la directivité de l'appauvrissement autorise à le limiter à tout ou une partie de la surface externe F. Dans l'exemple des figures 9 et 10, on s'aperçoit que l'appauvrissement a été sélectivement réalisé sur toute la face F c'est-à-dire y compris au niveau des évidements 12 et des trous 14.

**[0033]** Comme illustré à la figure 10, l'élément 10'' selon le troisième mode de réalisation comporte donc un corps 11'' en céramique à base d'oxyde comportant des évidements 12 qui sont entièrement remplis d'un dépôt en matériau métallique 16'' solidement ancré par les trous 14 afin de former une partie fonctionnelle comme un décor 13 et/ou une surface de contact. Le matériau 16'' peut être du type galvanique, fritte ou coulé.

**[0034]** Dans l'exemple illustré à la figure 10, il est également visible que le diamètre du trou 14 peut s'évaser au fur et à mesure qu'il s'éloigne dudit au moins un évidement 12 afin de maintenir le matériau métallique 16'' contre l'élément 10''. En effet, dans ce cas où le trou 14 est sensiblement conique, le diamètre du trou 14 débouchant dans l'évidement 12 étant plus petit que le reste du trou 14, les décors 13 ne peuvent plus être retirés.

**[0035]** Afin d'améliorer l'accrochage du décor 13 dans le corps 11'', l'évidement 12 comporte, de manière préférée, une profondeur comprise entre 80 µm et 200 µm.

**[0036]** De plus, pour des raisons d'adhérence du dépôt métallique, préférentiellement, chaque évidement 12 comporte une surface continue au moins partiellement rayonnée, c'est-à-dire que leur surface interne ne comporte pas d'arêtes.

**[0037]** Enfin, comme expliqué ci-dessus, dans ce cas où chaque trou 14 est sensiblement conique, le diamètre du trou 14 débouchant dans l'évidement 12 étant plus petit que le reste du trou 14, les décors 13 ne peuvent plus être retirés. Préférentiellement, chaque trou 14 peut ainsi comporter un diamètre sensiblement égal à 100 µm au niveau du fond de l'évidement 12 et finir avec un diamètre sensiblement égal à 120 µm ou plus au niveau de la face P opposée du corps 11''.

**[0038]** Quel que soit le mode de réalisation selon l'invention, le rendu visuel de chaque décor 13 est obtenu principalement par la teinte du matériau métallique 16, 16', 16''. Par conséquent, le matériau métallique 16, 16', 16'' utilisé sera préférentiellement guidé par sa teinte ou plus globalement son rendu esthétique. A ce titre, le matériau métallique 16, 16', 16'' peut comporter 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.

**[0039]** A titre d'exemple, il est ainsi possible d'obtenir un rendu visuel complexe en donnant un aspect brillant au corps 11, 11', 11'' et un aspect satiné à chaque matériau métallique 16, 16', 16''. De plus, chaque matériau métallique 16, 16', 16'' peut être formé avec le même métal pour offrir un aspect homogène. Toutefois, il est également envisageable que plusieurs métaux différents soient pour chaque matériau métallique 16, 16', 16'' pour, par exemple, donner une teinte différente entre deux décors comme une teinte pour les index et une autre pour les caractères alphanumériques dans le cas de la figure 1.

**[0040]** Il est également envisageable, afin d'uniformiser les teintes, de former des décors 13 du même matériau que celui qui entoure le corps 11, 11', 11''. On pourrait ainsi, dans un exemple de réalisation de la figure 1, avoir des décors 13 de lunette 4 du même matériau que le boîtier 2, le bracelet 3, le reste de la lunette 4, le cadran 5, les poussoirs 7 et/ou la couronne 8.

**[0041]** Avantageusement selon l'invention, il est également possible que le matériau 16, 16', 16'' soit utilisé pour solidariser un organe avec le corps 11, 11', 11''. En effet, au vu des modes de réalisation ci-dessus, un organe formé, par exemple à partir d'un même type de matériau que le corps 11, 11', 11'' ou d'un matériau métallique, peut être bloqué contre le corps 11, 11', 11'' lors du dépôt du matériau métallique 16, 16', 16''. Une telle variante permettrait d'offrir plus de variété de formes et de matériaux pour les décors 13.

**[0042]** Enfin, optionnellement, l'élément 10, 10', 10'' incrusté peut, selon l'invention, également prévoir une couche optionnelle sensiblement transparente afin de protéger chaque matériau métallique 16, 16', 16'' et, éventuellement, de chaque organe, du vieillissement. Une telle couche peut, par exemple, comporter du nitrure de silicium permettant notamment de lutter contre le ternissement de chaque matériau métallique 16, 16', 16'' et, éventuellement, de chaque organe, notamment lorsque de l'argent entre dans leur composition.

**[0043]** Le procédé de fabrication 21 d'un élément 10, 10', 10'' en céramique va maintenant être expliqué à partir des figures 2 à 11.

**[0044]** Selon le premier mode de réalisation illustré à la figure 11 en traits simples, dans une première étape 20, le procédé 21 consiste à former le corps 11 comme par exemple en zircone. Comme le montre partiellement le passage de la figure 2 à la figure 3, le corps final 11 de l'étape 20 est obtenu préférentiellement par frittage, c'est-à-dire à partir d'un corps vert 17 préformé à l'aide d'un processus d'injection. A la fin de l'étape 20, le corps 11 visible à la figure 3 comporte ses dimensions finales.

**[0045]** Comme illustré à la figure 11, le procédé 21 comporte une deuxième étape 22 destinée à exposer à une réaction de réduction, au moins une partie 15 de surface externe F du corps 11 afin de l'appauvrir en atomes d'oxygène selon une profondeur prédéterminée dans le but de rendre ladite au moins une partie 15 électriquement conductrice.

**[0046]** Selon l'invention, l'étape 22 est, de manière préférée, effectuée par une attaque plasma. Toutefois, tout moyen alternatif permettant d'appauvrir en atomes d'oxygène peut être utilisé.

**[0047]** Préférentiellement, le plasma utilisé lors de l'étape 22 comporte un mélange ionisé d'hydrogène et de gaz neutre qui attaque tout ou partie du corps 11.

**[0048]** Avantageusement selon l'invention, la profondeur prédéterminée d'appauvrissement en atomes d'oxygène est comprise entre 25 nm et 10  $\mu$ m en fonction du matériau métallique 16 utilisé. On comprend donc que, lors de l'étape 22, il peut être choisi que toute la surface externe F du corps 11 soit exposée à une réaction de réduction.

**[0049]** Comme illustré à la figure 11, le procédé 21 selon le premier mode de réalisation comporte une troisième étape 24 destinée à déposer un matériau métallique 16 à partir des parties 15 de la face F du corps 11 rendues conductrices afin de recouvrir tout ou partie de la face F comme visible à la figure 4. L'étape 24 peut, par exemple, être réalisée par galvanoplastie, par frittage ou par coulée.

**[0050]** Comme expliqué ci-dessus, suivant la teinte ou plus globalement le rendu visuel souhaité, le matériau métallique 16 déposé lors de l'étape 24 comporte 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.

**[0051]** Enfin, dans une quatrième étape 26, le procédé 21 se termine en usinant le corps 11 et/ou le matériau métallique 16 afin de finir esthétiquement l'élément 10. L'élément 10 revêtu est ainsi terminé et n'a, éventuellement, plus qu'à être monté sur une pièce finale. Cette étape 26 peut être obtenue par une méthode de surfaçage habituelle comme un meulage ou un rodage pour enlever le surplus de matière suivi d'un polissage.

**[0052]** Comme expliqué ci-dessus, le procédé peut également comporter, avant l'étape 24, les étapes respectives destinées à former un organe puis à assembler l'organe avec le corps 11. On comprend alors que l'étape 24 permet de solidariser l'assemblage de l'organe avec le corps 11 en bloquant l'organe contre ledit corps par ledit matériau métallique. A cet effet, le corps et/ou l'organe peuvent comporter au moins une géométrie plane ou non destinée à être recouverte par le matériau métallique 16 afin de solidariser l'assemblage.

**[0053]** A titre d'exemple, l'organe peut être formé à partir d'un même type de matériau que le corps 11, c'est-à-dire une céramique obtenue selon l'étape 20 ou une céramique rendue conductrice selon les étapes 20 et 22, ou encore à partir d'un matériau métallique.

**[0054]** Enfin, le procédé 21 selon l'invention, peut également prévoir une dernière étape optionnelle 28 destinée à déposer une couche sensiblement transparente afin de protéger chaque matériau métallique 16 et, éventuellement, de chaque organe, du vieillissement. Une telle couche peut, par exemple, comporter du nitrure de silicium permettant notamment de lutter contre le ternissement du matériau métallique 16 et, éventuellement, de chaque organe, surtout lorsque celui-ci est formé principalement à base d'argent.

**[0055]** Selon le deuxième mode de réalisation illustré à la figure 11 en traits doubles, la première étape 20 est identique au premier mode de réalisation. Comme illustré à la figure 11, le procédé 21, selon le deuxième mode de réalisation, comporte une deuxième étape 23 destinée à graver au moins un évidement 12 borgne dans une face F du corps 11' en céramique, les évidements 12 formant l'empreinte des futurs décors 13 comme visible à la figure 5.

**[0056]** Préférentiellement, chaque évidement 12 comporte une profondeur comprise entre 80 et 200  $\mu\text{m}$ . De plus, de manière préférée, chaque évidement 12 comporte une surface continue au moins partiellement rayonnée afin de faciliter la mise en œuvre de l'étape 24 de dépôt expliqué ci-dessous. L'étape 23 est préférentiellement obtenue par un rayonnement destructif au moyen d'un laser permettant d'obtenir une bonne précision des gravures.

**[0057]** Comme illustré à la figure 11, le procédé 21, selon le deuxième mode de réalisation, comporte une troisième étape 22 destinée à exposer à une réaction de réduction, au moins une partie 15' de surface externe F du corps 11' afin de l'appauvrir en atomes d'oxygène selon une profondeur prédéterminée dans le but de rendre ladite au moins une partie 15' électriquement conductrice avec les mêmes caractéristiques, les mêmes effets techniques et les mêmes avantages que pour le premier mode de réalisation.

**[0058]** On comprend donc que, lors de l'étape 22, il peut être choisi que toute ou partie de la surface externe F du corps 11' soit exposée à une réaction de réduction. Dans l'exemple illustré aux figures 6 et 7, on s'aperçoit que l'appauvrissement a été sélectivement réalisé au niveau des évidements 12.

**[0059]** Comme illustré à la figure 11, le procédé 21 selon le deuxième mode de réalisation comporte une quatrième étape 24 destinée à déposer un matériau métallique 16' à partir des parties 15' de la face F du corps 11' rendues conductrices afin de recouvrir tout ou partie de la face F comme visible à la figure 6 avec les mêmes caractéristiques, les mêmes effets techniques et les mêmes avantages que pour le premier mode de réalisation. L'étape 24 peut, par exemple, être réalisée par galvanoplastie, par frittage ou par coulée.

**[0060]** On s'aperçoit, avantageusement selon l'invention, que le matériau 16' peut ainsi ne pas remplir complètement chaque évidement 12, c'est-à-dire que certains évidements 12 peuvent ne pas être remplis ou même que certains évidements peuvent n'être remplis que selon une profondeur et/ou une section inférieures par rapport à celles de son évidement 12 associé. On comprend donc qu'un gain de matière de matériau métallique 16 ainsi qu'un gain de temps pour l'étape 26 (moins de matière à usiner) peuvent être obtenus.

**[0061]** Enfin, dans une cinquième étape 26 illustrée à la figure 7, le procédé 21 se termine en usinant le corps 11' et/ou le matériau métallique 16' afin de finir esthétiquement l'élément 10'. L'élément 10' revêtu et/ou incrusté est ainsi terminé et n'a, éventuellement, plus qu'à être monté sur une pièce finale. Cette étape 26 peut être obtenue avec les mêmes caractéristiques, les mêmes effets techniques et les mêmes avantages que pour le premier mode de réalisation.

**[0062]** Comme expliqué ci-dessus, le procédé selon le deuxième mode de réalisation peut également comporter, avant l'étape 24, les étapes respectives destinées à former un organe puis à assembler l'organe avec le corps 11'. On comprend alors que l'étape 24 permet de solidariser l'assemblage de l'organe avec le corps 11' en bloquant l'organe contre ledit corps par ledit matériau métallique. A cet effet, le corps et/ou l'organe peuvent comporter au moins une géométrie plane ou non destinée à être recouverte par le matériau métallique 16' afin de solidariser l'assemblage.

**[0063]** A titre d'exemple, l'organe peut être formé à partir d'un même type de matériau que le corps 11', c'est-à-dire une céramique obtenue selon l'étape 20 ou une céramique rendue conductrice selon les étapes 20 et 22, ou encore à partir d'un matériau métallique.

**[0064]** Enfin, le procédé 21 selon le deuxième mode de réalisation peut également prévoir une dernière étape optionnelle 28 destinée à déposer une couche sensiblement transparente afin de protéger chaque matériau métallique 16' du vieillissement avec les mêmes caractéristiques, les mêmes effets techniques et les mêmes avantages que pour le premier mode de réalisation.

**[0065]** Selon le troisième mode de réalisation illustré à la figure 11 en traits triples, la première étape 20 est identique au premier mode de réalisation. Comme illustré à la figure 11, le procédé 21, selon le troisième mode de réalisation, comporte une deuxième étape 23 destinée à graver au moins un évidement 12 borgne dans une face F du corps 11' en céramique, les évidements 12 formant l'empreinte des futurs décors 13 comme visible à la figure 8 avec les mêmes caractéristiques, les mêmes effets techniques et les mêmes avantages que pour le deuxième mode de réalisation.

**[0066]** Comme illustré à la figure 11, le procédé 21, selon le troisième mode de réalisation, se poursuit selon une troisième étape 25 destinée à graver au moins un trou 14 communiquant avec chaque évidement 12 afin de former un dispositif d'ancrage. Comme visible à la figure 8, suivant la forme et l'étendue de chaque évidement 12, un ou plusieurs trous 14 sont réalisés pour chaque évidement 12. L'étape 25 est préférentiellement obtenue par un rayonnement destructif au moyen d'un laser permettant d'obtenir une bonne précision des gravures.

**[0067]** Selon l'invention, chaque un trou 14 traverse le corps 11'' de l'élément 10'' afin qu'il puisse être au moins partiellement rempli lors de l'étape 24 par le matériau métallique 16'' afin d'augmenter la surface de contact avec ledit élément. En effet, on comprend notamment que de la matière peut ainsi circuler «devant» et «derrière» l'évidement 12, c'est-à-dire qu'il peut être déposé dans chaque évidement 12 et dans chaque trou 14 à tout moment de l'étape 24.

**[0068]** Enfin, comme visible à la figure 8, le diamètre de chaque trou 14 s'évase au fur et à mesure qu'il s'éloigne dudit au moins un évidement 12 afin de bloquer le futur matériau 16'' métallique contre l'élément 10''. En effet, comme expliqué ci-dessus, dans ce cas où chaque trou 14 est sensiblement conique, le diamètre du trou 14 débouchant dans l'évidement 12 étant plus petit que le reste du trou 14, chaque matériau métallique 16'' ne peut plus être retiré. Préférentiellement, chaque trou 14 peut ainsi comporter un diamètre sensiblement égal à 100 µm au niveau du fond de l'évidement 12 et finir avec un diamètre sensiblement égal à 120 µm ou plus au niveau de la face P opposée du corps 11''.

**[0069]** Préférentiellement, l'étape 25 est, avantageusement selon l'invention, réalisée en orientant le faisceau laser à partir de la face P opposée afin de former directement lesdits au moins un trou 14 de manière conique, c'est-à-dire dans lequel le plus grand diamètre est à la jonction avec la face P opposée.

**[0070]** Comme illustré à la figure 11, le procédé 21, selon le troisième mode de réalisation, comporte une quatrième étape 22 destinée à exposer à une réaction de réduction, au moins une partie 15'' de surface externe F du corps 11'' afin de l'appauvrir en atomes d'oxygène selon une profondeur prédéterminée dans le but de rendre ladite au moins une partie 15'' électriquement conductrice avec les mêmes caractéristiques, les mêmes effets techniques et les mêmes avantages que pour le premier et le deuxième modes de réalisation.

**[0071]** On comprend donc que, lors de l'étape 22, il peut être choisi que toute ou partie de la surface externe F du corps 11'' soit exposée à une réaction de réduction. Dans l'exemple illustré aux figures 9 et 10, on s'aperçoit que l'appauvrissement a été sélectivement réalisé sur toute la face F c'est-à-dire y compris au niveau des évidements 12 et des trous 14.

**[0072]** Comme illustré à la figure 11, le procédé 21 selon le troisième mode de réalisation comporte une cinquième étape 24 destinée à déposer un matériau métallique 16'' à partir des parties 15'' de la face F du corps 11'' rendues conductrices afin de recouvrir tout ou partie de la face F comme visible à la figure 9 avec les mêmes caractéristiques, les mêmes effets techniques et les mêmes avantages que pour le premier et deuxième modes de réalisation. L'étape 24 peut, par exemple, être réalisée par galvanoplastie, par frittage ou par coulée.

**[0073]** Afin de faciliter ces remplissages, préférentiellement, un renouvellement de matière dans les évidements 12 et les trous 14, est forcé par agitation ou par vibration afin d'éviter des problèmes de remplissage des évidements 12 et des trous 14.

**[0074]** On s'aperçoit, avantageusement selon l'invention, que le matériau 16'' peut ainsi ne pas remplir complètement chaque évidement 12 et/ou chaque trous 14, c'est-à-dire que certains évidements 12 ne comportant pas de trous 14 peuvent ne pas être remplis ou même que certains évidements 12 et/ou trous 14 peuvent n'être remplis que selon une profondeur et/ou une section inférieures par rapport à celles de son évidement 12 et/ou son trou 14 associés. On comprend donc qu'un gain de matière de matériau métallique 16 ainsi qu'un gain de temps pour l'étape 26 (moins de matière à usiner) peuvent être obtenus.

**[0075]** Enfin, dans une sixième étape 26 illustrée à la figure 10, le procédé 21 se termine en usinant le corps 11'' et/ou le matériau métallique 16'' afin de finir esthétiquement l'élément 10''. L'élément 10'' revêtu et/ou incrusté est ainsi terminé et n'a, éventuellement, plus qu'à être monté sur une pièce finale. Cette étape 26 peut être obtenue avec les mêmes caractéristiques, les mêmes effets techniques et les mêmes avantages que pour le premier et le deuxième modes de réalisation.

**[0076]** Comme expliqué ci-dessus, le procédé selon le troisième mode de réalisation peut également comporter, avant l'étape 24, les étapes respectives destinées à former un organe puis à assembler l'organe avec le corps 11''. On comprend alors que l'étape 24 permet de solidariser l'assemblage de l'organe avec le corps 11'' en bloquant l'organe contre ledit corps par ledit matériau métallique. A cet effet, le corps et/ou l'organe peuvent comporter au moins une géométrie plane ou non destinée à être recouverte par le matériau métallique 16'' afin de solidariser l'assemblage.

**[0077]** A titre d'exemple, l'organe peut être formé à partir d'un même type de matériau que le corps 11'', c'est-à-dire une céramique obtenue selon l'étape 20 ou une céramique rendue conductrice selon les étapes 20 et 22, ou encore à partir d'un matériau métallique.

**[0078]** Enfin, le procédé 21 selon le troisième mode de réalisation peut également prévoir une dernière étape optionnelle 28 destinée à déposer une couche sensiblement transparente afin de protéger chaque matériau métallique 16'' du vieillissement avec les mêmes caractéristiques, les mêmes effets techniques et les mêmes avantages que pour le premier et deuxième modes de réalisation.

**[0079]** 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, suivant la capacité d'adhérence du dépôt galvanique, une étape 27 de dépôt d'une couche optionnelle de mouillage pour le dépôt galvanique peut être prévue entre l'étape 22 et l'étape 24 comme illustré à la figure 11.

**[0080]** Ainsi, une couche, par exemple de sensiblement 50 nm, peut être déposée entre chaque matériau métallique 16, 16', 16'' et le corps 11, 11', 11''. Suivant le mode de dépôt de la couche de mouillage, il peut être envisagé plusieurs types de matériaux, comme, par exemple, 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.

**[0081]** De plus, la réalisation des évidements 12 lors de l'étape 23 pourrait être intervertie avec celle des trous 14 de l'étape 25 sans diminution des avantages de l'invention. Il est également envisageable de substituer le gravage par laser de l'étape 23 et/ou de l'étape 25 par un autre type de gravage si sa précision et son taux de rebut est acceptable.

**[0082]** Enfin, l'application de l'élément 10, 10', 10'' selon l'invention ne saurait se limiter à une pièce d'horlogerie 1. Ainsi, l'élément 10, 10', 10'' pourrait, à titre d'exemple, être appliqué à un article de bijouterie ou de joaillerie ou encore aux arts de la table.

## Revendications

1. Procédé de fabrication (21) d'un élément (10, 10', 10'') pour une pièce d'horlogerie comportant les étapes suivantes:
  - a) former (20) un corps (11, 11', 11'') en céramique à base d'oxyde;
  - b) exposer (22) à une réaction de réduction, au moins une partie (15, 15', 15'') de surface externe (F) du corps (11, 11', 11'') afin de l'appauvrir en atomes d'oxygène selon une profondeur prédéterminée dans le but de rendre ladite au moins une partie (15, 15', 15'') électriquement conductrice;
  - c) déposer (24) un matériau métallique (16, 16', 16'') à partir de ladite au moins une partie (15, 15', 15'') rendue électriquement conductrice;
  - d) usiner (26) le corps (11, 11', 11'') et/ou le matériau métallique (16, 16', 16'') afin de finir esthétiquement l'élément (10, 10', 10'').
2. Procédé (21) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'étape a) est réalisée par frittage.
3. Procédé (21) selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'étape b) est réalisée par une attaque plasma.
4. Procédé (21) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le plasma utilisé lors de l'étape b) comporte un mélange ionisé d'hydrogène et de gaz neutre.
5. Procédé (21) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la profondeur prédéterminée d'appauvrissement en atomes d'oxygène est comprise entre 25 nm et 10 µm.
6. Procédé (21) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que, lors de l'étape b), toute la surface externe (F) du corps (11, 11', 11'') est exposée à une réaction de réduction.
7. Procédé (21) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le procédé comporte, entre l'étape a) et l'étape b), l'étape suivante:
  - e) graver (23) au moins un évidement (12) dans une face (F) du corps (11', 11''), chaque au moins un évidement formant l'empreinte d'un décor (13);
 et en ce que l'étape c) remplit complètement ledit au moins un évidement.
8. Procédé (21) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'étape e) est réalisée par laser.
9. Procédé (21) selon la revendication précédente 7 ou 8, caractérisé en ce que l'étape e) est réalisée sur une profondeur comprise entre 80 µm et 200 µm afin d'améliorer la force d'accrochage.
10. Procédé (21) selon l'une des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que chaque au moins un évidement (12) comporte une surface continue au moins partiellement rayonnée (R) afin de faciliter la mise en œuvre de l'étape c).
11. Procédé (21) selon l'une des revendications 7 à 10, caractérisé en ce que le procédé comporte, après l'étape e), l'étape suivante:
  - f) graver (25) au moins un trou (14) communiquant avec ledit au moins un évidement (12) afin de former un dispositif d'ancrage;
 et en ce que l'étape c) remplit complètement ledit au moins un évidement (12) et au moins partiellement ledit au moins un trou (14).
12. Procédé (21) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que ledit au moins un trou (14) traverse ledit élément afin qu'il puisse être au moins partiellement rempli lors de l'étape c) par le matériau métallique (16'') afin d'augmenter la surface de contact avec ledit élément.
13. Procédé (21) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le diamètre dudit au moins un trou (14) s'évase au fur et à mesure qu'il s'éloigne dudit au moins un évidement (12) afin de maintenir ledit dépôt (16'') galvanique contre ledit élément.
14. Procédé (21) selon l'une des revendications 11 à 13, caractérisé en ce que l'étape f) est réalisée par laser en orientant le faisceau à partir de la face (P) opposée à celle (F) destinée à recevoir ledit au moins un évidement (12).
15. Procédé (21) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte, avant l'étape c), les étapes suivantes:



g) former un organe;

h) assembler l'organe avec le corps (11, 11', 11'');

et en ce que l'étape c) solidarise l'assemblage de l'organe avec le corps (11, 11', 11'') en bloquant l'organe contre ledit corps par ledit matériau métallique.

16. Procédé (21) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'organe est formé à partir d'un même type de matériau que le corps (11, 11', 11'').
17. Procédé (21) selon la revendication 15, caractérisé en ce que l'organe est formé à partir d'un matériau métallique.
18. Procédé (21) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'étape c) est réalisée par galvanoplastie, par frittage ou par coulée.
19. Procédé (21) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le corps (11, 11', 11'') est formé à partir d'un oxyde métallique,
20. Élément (10, 10', 10'') en céramique pour une pièce d'horlogerie (1) caractérisé en ce qu'il comporte un corps (11, 11', 11'') à base d'oxyde et comprend au moins une partie (15, 15', 15'') de sa surface externe (F) appauvrie en atomes d'oxygène qui est recouvert d'un matériau métallique (16, 16', 16'') afin de former une partie fonctionnelle.
21. Élément (10, 10', 10'') selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le corps (11, 11', 11'') dudit élément forme tout ou partie d'un boîtier (2) et/ou d'un bracelet (3) et/ou d'une lunette (4) et/ou d'un cadran (5) et/ou d'une glace (6) et/ou d'un poussoir (7) et/ou d'une couronne (8) et/ou d'un pont et/ou d'une platine et/ou d'une masse oscillante.
22. Élément (10, 10', 10'') selon la revendication 20 ou 21, caractérisé en ce que la partie fonctionnelle forme un décor (13) et/ou une surface de contact.

Fig. 1

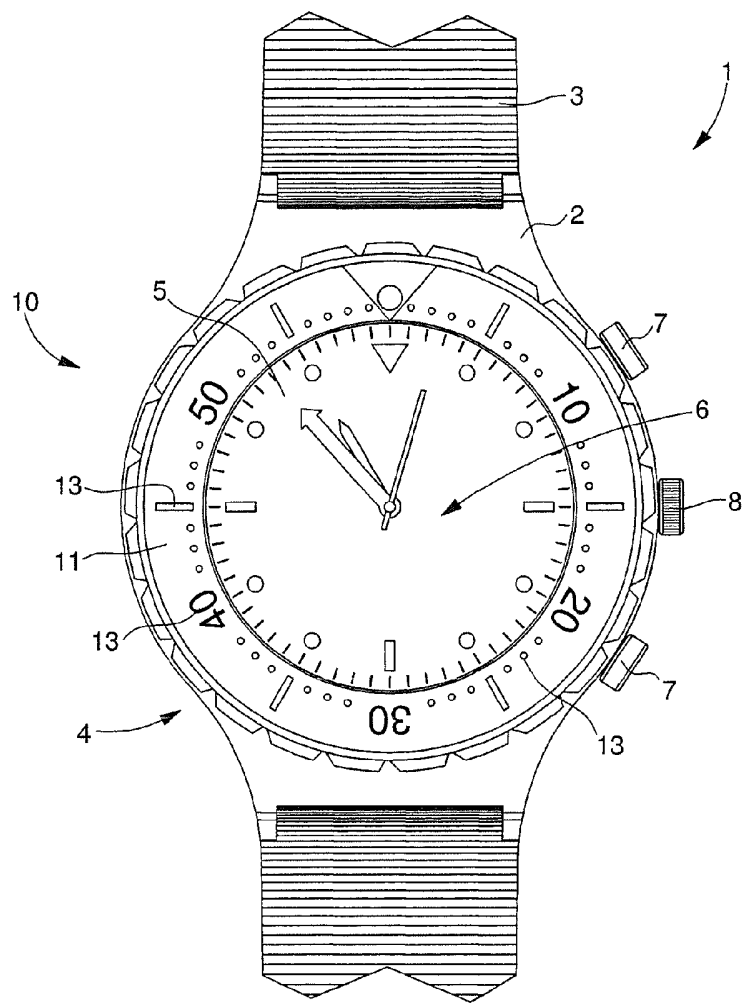


Fig. 4

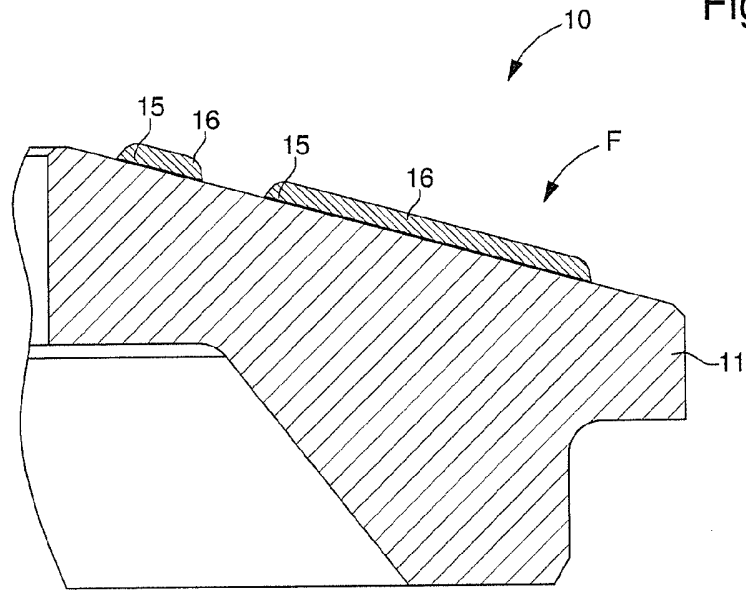


Fig. 2

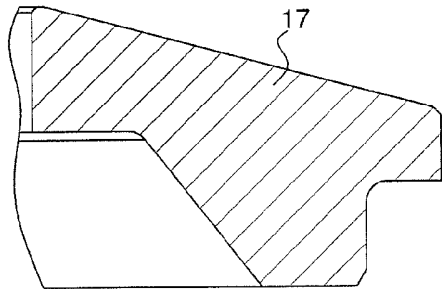


Fig. 3

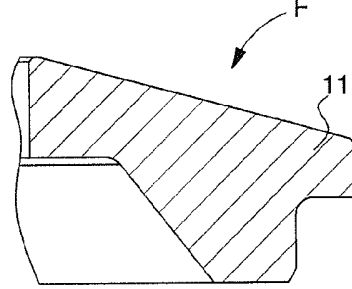


Fig. 5

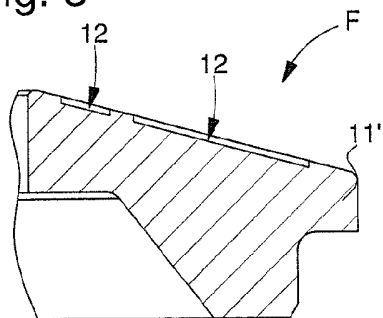


Fig. 8

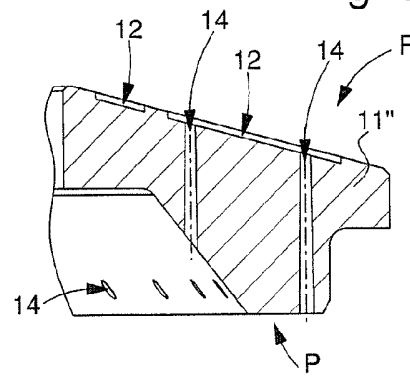


Fig. 6

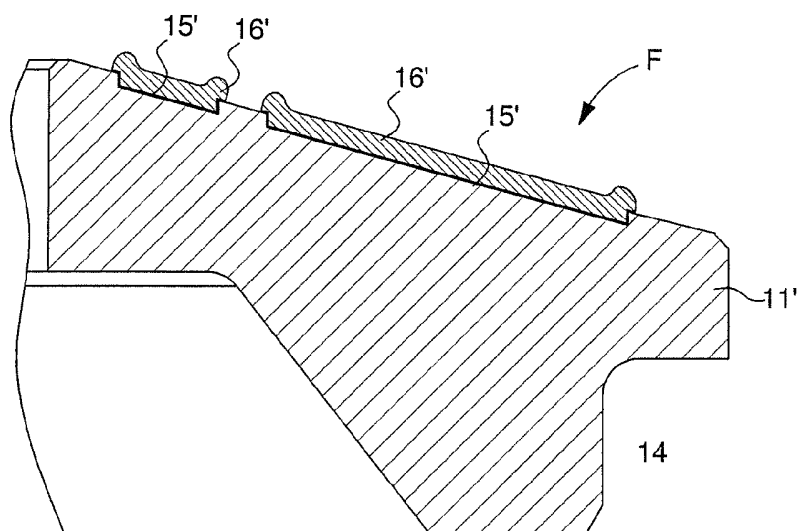


Fig. 7

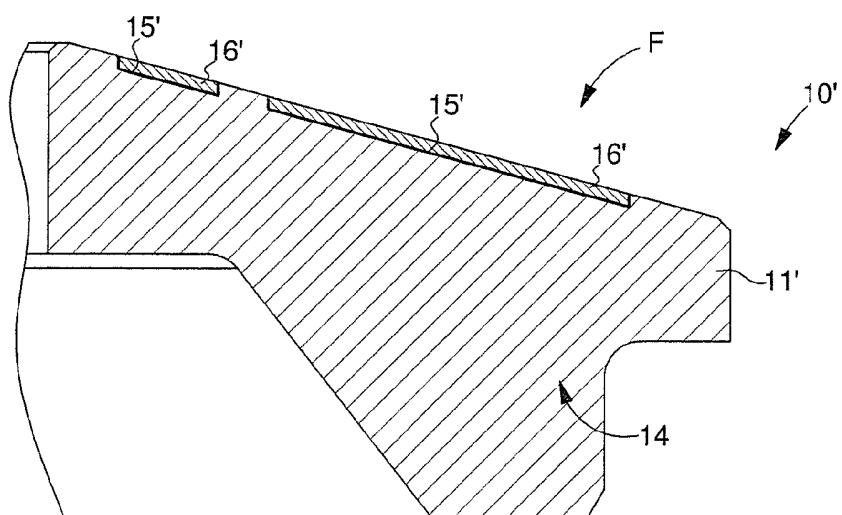


Fig. 9

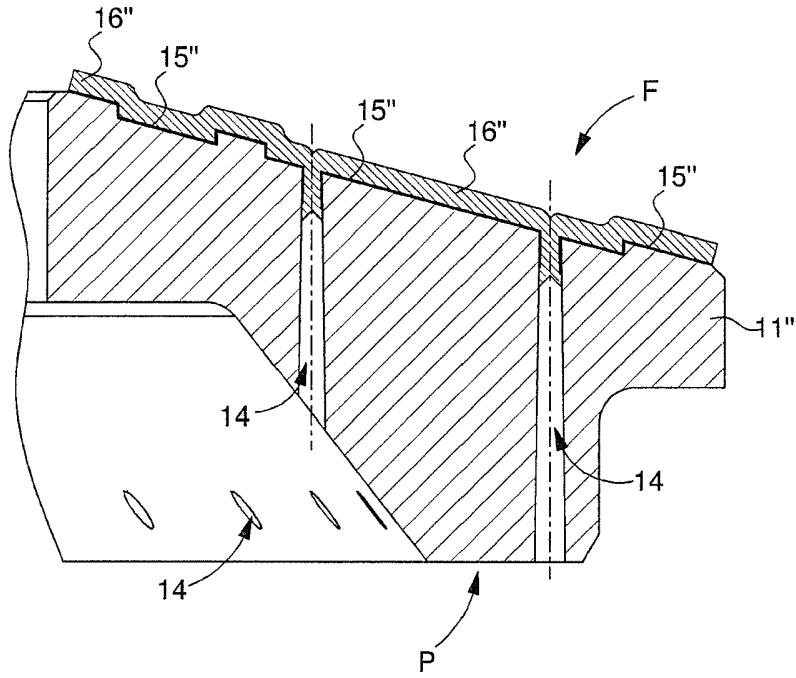


Fig. 10

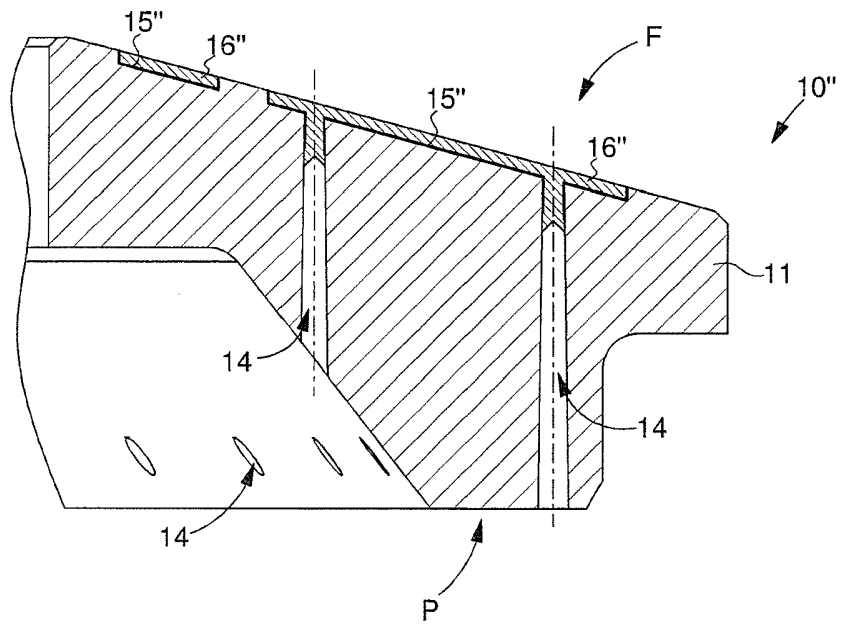


Fig. 11

