

CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **715 728 B1**

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein

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

(51) Int. Cl.: **C22F** 1/14 (2006.01)
B21C 23/00 (2006.01)
C21D 8/06 (2006.01)
C21D 1/18 (2006.01)
G04B 37/22 (2006.01)
A44C 27/00 (2006.01)

(12) **FASCICULE DU BREVET**

(21) Numéro de la demande: 00034/19

(22) Date de dépôt: 11.01.2019

(43) Demande publiée: 15.07.2020

(24) Brevet délivré: 15.06.2022

(45) Fascicule du brevet publié: 15.06.2022

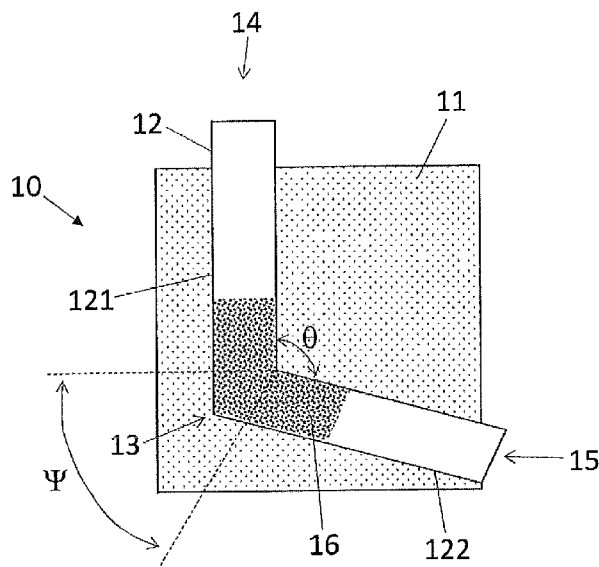
(73) Titulaire(s):
Richemont International SA, Route des Biches 10
1752 Villars-sur-Glâne (CH)

(72) Inventeur(s):
Damien Colas, 2830 Courrendlin (CH)
Frédéric Diologent, 2000 Neuchâtel (CH)
Krystian Maciej, 1210 Wien (AT)

(74) Mandataire:
P&TS SA, Av. J.-J. Rousseau 4 P.O. Box 2848
2001 Neuchâtel (CH)

(54) **Procédé d'obtention d'un composant d'or 18 carats pour des applications d'habillage horloger et de joaillerie.**

(57) La présente invention concerne un procédé d'obtention d'un composant d'ornement comprenant au moins 750‰ massique d'or, le procédé comprenant les étapes suivantes: fournir un matériau brut (16) comprenant au moins 750‰ massique d'or et ayant une première dureté; réaliser une étape d'écrouissage de l'alliage de manière à obtenir un produit semi-fini ayant une seconde dureté plus élevée que la première dureté; et usiner le produit semi-fini pour obtenir le composant; l'étape d'écrouissage comportant au moins un cycle de déformation plastique sévère de sorte que la structure cristallographique de l'alliage est transformée en une structure à grain inférieure à 10 µm. Le composant ainsi obtenu a une dureté élevée, une bonne résistance aux rayures et une bonne durabilité esthétique.



Description

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne un procédé d'obtention d'un composant en alliage d'or ayant une bonne résistance aux rayures et une durabilité esthétique. Le composant obtenu par le procédé de l'invention est destiné à des applications d'habillage horloger et de joaillerie.

Etat de la technique

[0002] Dans les applications horlogères, bijouterie, lunetterie, et autres, il est courant de faire appel à des alliages de métaux précieux, notamment d'or. Cependant, les propriétés de l'alliage de métal précieux ne sont souvent pas satisfaisantes, notamment en raison d'une mauvaise résistance aux rayures, due à faible dureté, résultant ainsi en une trop faible durabilité esthétique.

Bref résumé de l'invention

[0003] La présente invention concerne un procédé d'obtention d'un composant d'ornement comprenant au moins 750‰ massique d'or, le procédé comprenant les étapes de: fournir un matériau brut comprenant au moins 750‰ massique d'or et ayant une première dureté; réaliser une étape d'écrouissage de l'alliage de manière à obtenir un produit semi-fini ayant une seconde dureté plus élevée que la première dureté; et usiner le produit semi-fini pour obtenir le composant; l'étape d'écrouissage comportant au moins un cycle de déformation plastique sévère de sorte que la structure cristallographique de l'alliage est transformée en une structure à grain inférieure à 10 µm.

[0004] L'invention concerne également un composant obtenu par le procédé, notamment un composant d'habillage horloger ou de joaillerie.

[0005] Le composant ainsi obtenu a une dureté élevée, une bonne résistance aux rayures et une bonne durabilité esthétique.

Brève description des figures

[0006] Des exemples de mise en oeuvre de l'invention sont indiqués dans la description illustrée par les figures annexées dans lesquelles :

la figure 1 illustre schématiquement un dispositif configuré pour réaliser un ou les cycles de déformation plastique sévère par une méthode d'extrusion angulaire à canaux égaux;

la figure 2 montre l'évolution de la dureté en fonction du temps, pendant un traitement de durcissement thermique;

la figure 3 reporte un test de compression pour différents échantillons;

la figure 4 reporte un test de traction pour différents échantillons;

la figure 5 illustre schématiquement un dispositif configuré pour réaliser le ou les cycles de déformation plastique sévère par une méthode de torsion à haute pression;

la figure 6 montre la déflexion en fonction de la charge appliquée lors d'un essai en flexion, pour un échantillon d'or jaune; et

la figure 7 montre la déflexion en fonction de la charge appliquée lors d'un essai en flexion, pour un échantillon d'or rouge.

Exemple(s) de mode de réalisation de l'invention

[0007] Procédé d'obtention d'un composant d'ornement comprenant au moins 750‰ massique d'or, le procédé comprenant les étapes suivantes:

fournir un matériau brut comprenant au moins 750‰ massique d'or et ayant une première dureté;

réaliser une étape d'écrouissage de l'alliage de manière à obtenir un produit semi-fini ayant une seconde dureté plus élevée que la première dureté; et

usiner le produit semi-fini pour obtenir le composant;

dans lequel l'étape d'écrouissage comporte au moins un cycle de déformation plastique sévère de sorte que la structure cristallographique de l'alliage est transformée en une structure à grain inférieure à 10 µm.

[0008] L'étape d'écrouissage comportant au moins un cycle de déformation plastique sévère résulte dans une structure de grain où la taille des grains n'est pas nécessairement égale dans les trois dimensions du grain. En particulier, l'étape d'écrouissage comportant au moins un cycle de déformation plastique sévère peut produire des grains ayant une forme allongée. Ici, la structure de grain est définie par la taille des grains selon leur dimension la plus petite. Par exemple, la dimension la plus petite dans le cas d'un grain allongé est sa section transversale tandis que la dimension la plus grande est sa section longitudinale. Dans la suite du texte, la taille des grains est spécifiée par rapport à la section transversale des grains.

[0009] Selon le nombre de cycles de déformation plastique sévère, la taille des grains de la structure à grain ultrafins peut être inférieure à 10 μm , et même inférieure à 5 μm , voire 1 μm .

[0010] Selon une forme d'exécution, le procédé comporte en outre une étape de traitement thermique de durcissement par précipitation (ou encore traitement de durcissement thermique). Par exemple, le durcissement thermique peut être réalisé à une température de 280°C à 300°C, pendant un temps de 60 min à 8 heures. L'étape de durcissement thermique peut être réalisée à la suite de l'étape d'écrouissage ou à la suite de l'étape d'usinage.

[0011] Le procédé peut également comporter un traitement de recuit. Le traitement de recuit peut être réalisé à une température de 650°C, pendant un temps de 30 min. Le traitement de recuit est préférablement réalisé avant l'étape d'écrouissage. Le durcissement thermique et/ou le recuit peuvent être réalisés sous une atmosphère d'argon.

[0012] L'étape d'usinage du produit semi-fini est réalisée avant et/ou après l'étape de durcissement thermique.

[0013] Dans le cadre de la déformation plastique sévère, une très forte contrainte hydrostatique est introduite lors de la mise en oeuvre, retardant voire empêchant la localisation de la déformation et donc l'apparition de fissures. La déformation est plus homogène que pour les techniques conventionnelles telles que le laminage ou le tréfilage, où une texture liée à la direction de déformation subsiste. Dans les techniques de déformation à froid usuelles, le durcissement est engendré par la création de dislocations (sources de Frank-Read) qui vont s'empiler sur les joints de grains initiaux, pour progressivement former une structure de sous-joints (ou cellules) dont les parois contiennent une très grande densité de dislocations. Dans des matériaux ayant subi une déformation plastique sévère, la déformation est telle que de nouveaux grains sont formés, avec des joints de grains plus nets que les parois des cellules et contenant peu de dislocations. C'est la très grande densité de joints de grains qui induit les propriétés mécaniques des matériaux ayant subi une déformation plastique sévère. En déformation plastique sévère, il n'y a pas de variation de section ni d'épaisseur, donc le taux de déformation exprimé avec les calculs conventionnels serait nul. Or la déformation introduite est extrêmement grande. Par exemple, la déformation (ou l'allongement relatif) peut aller jusqu'à 5, voire plus.

[0014] La taille des grains d'une structure cristallographique d'un alliage ayant subi „au moins un cycle de déformation plastique sévère“ peut dépendre de la composition de l'alliage et des conditions de la méthode de déformation plastique sévère. Cependant, la taille des grains peut être vérifiée directement et avec succès au moyen de tests et de procédures connus de l'homme du métier et ne nécessitant pas une somme déraisonnable d'expérimentations. Par exemple, selon la composition de l'alliage comprenant au moins 750‰ massique d'or, le nombre de cycles de déformation plastique sévère sera ajusté afin d'obtenir une structure à grains ultrafins, inférieure à 1 μm , préférentiellement inférieure à 500 nm.

[0015] Selon une forme préférée, le matériau brut peut prendre la forme d'une barre, par exemple une barre ayant un diamètre d'environ 10mm, 40mm ou 60mm. Le matériau brut peut être à l'état recuit (c'est-à-dire avoir subi le traitement de recuit, tel que décrit ci-dessus).

[0016] Selon une forme particulière, le matériau brut peut être formé d'un alliage d'or 18 carats de type 4N (or rose, nuance classique du commerce) comprenant (% en poids): 75.0% Au, en poids, 16.0% Cu et 9.0% Ag. Par exemple, un tel alliage d'or présente les caractéristiques ci-dessous:

Etat matière	Dureté HV1 (HV)	R _m MPa	R _{0,2} MPa	A%
Recuit*	155	550	335	40
Ecroui 75%	245	920	770	2
Recuit + durci**	280	850	750	5

Table 1

[0017] où R_m est la résistance maximale à la traction, R_{0,2} correspondant à un allongement relatif (déformation) $\varepsilon=0.2\%$ (où ε est la déformation), et A est l'allongement à la rupture.

*le recuit correspond à 650°C pendant 30 min sous atmosphère H₂/N₂ puis trempe à l'eau.

**le durcissement thermique est réalisé à 280°C pendant 60min.

[0018] Le matériau brut ayant subi le traitement de recuit (première ligne de la table 1) est caractérisé par une taille de grain moyenne de l'ordre de 30 μm .

[0019] Selon une forme d'exécution, le ou les cycles de déformation plastique sévère sont réalisés à l'aide d'une méthode d'extrusion angulaire à canaux égaux (par la suite appelée ECAP, de equal channel angular pressing). La **figure 1** illustre schématiquement un dispositif ECAP 10 configuré pour réaliser le ou les cycles de déformation plastique sévère par la méthode ECAP. Le matériau brut 16 est forcé (force de pressage) au travers une matrice, ou moule, 11 comprenant un canal 12 comportant une première portion 121 et une seconde portion 122 formant, à leur intersection, un coude 13 ayant un angle d'intersection θ et un angle sous-tendu Ψ par l'arc de courbure au point d'intersection. La section du canal 12 est égale à l'entrée 14 et à la sortie 15. La déformation complexe du matériau 16 lorsqu'il s'écoule dans le coude 13 produit une déformation très élevée, par cisaillement sous pression hydrostatique. Comme la section transversale reste la même (qui correspond à la section transversale du canal 12), le matériau 16 peut être forcé de manière répétitive à travers le canal 12, introduisant une déformation supplémentaire à chaque passage. Le matériau 16 peut également être tourné entre des passages consécutifs dans le canal 12 afin d'activer différents systèmes de glissement et obtenir une déformation multidimensionnelle extrêmement importante.

[0020] Le ou les cycles de déformation plastique sévère par la méthode ECAP conduisent à un affinement microstructural jusqu'à la microstructure à grains ultrafins (UFG) et par conséquent à des propriétés mécaniques améliorées, c'est-à-dire une résistance exceptionnellement élevée associée à une ductilité encore décente ainsi qu'une limite de fatigue accrue du produit semi-fini ainsi obtenu.

[0021] D'autres configurations de la matrice 11 du dispositif ECAP 10 sont également possibles. Par exemple, la section du canal 12 peut être circulaire ou carrée avec un diamètre ou diagonale, respectivement de 12mm, 15mm, 20mm, 25mm, 30mm ou 40mm. L'angle θ d'intersection peut être compris entre 90° et 120° , par exemple 120° ou 105° . La température du canal 12 peut être variée entre la température de la pièce T_{RT} jusqu'à 500°C . La force de pressage peut aller jusqu'à 700 kN avec une vitesse de pressage de 1 à 20 mm/s. Notons que des températures plus basses, des forces plus élevées et d'autres vitesses sont également possibles.

[0022] Selon une forme d'exécution, le procédé de l'invention a été appliqué sur un matériau brut, c'est-à-dire une barre d'un diamètre de 12 mm et d'une longueur de 120 mm du matériau formé de l'alliage d'or 18 carats décrit ci-dessus, à l'état recuit, c'est-à-dire ayant subi le traitement de recuit à 650°C pendant 30 min sous atmosphère H_2/N_2 puis trempé à l'eau (première ligne de la table 1).

[0023] Le ou les cycles de déformation plastique sévère par la méthode ECAP ont été réalisés afin d'obtenir un produit semi-fini. Les paramètres sélectionnés pour la méthode ECAP sont les suivants: l'angle d'intersection est de 120° (exemple illustré à la figure 1), une déformation équivalente de $\epsilon=0.63$ à chaque passage et une vitesse pressage de 1 mm/s. Les passages ont été réalisés avec un lubrifiant, notamment à base de graphite.

[0024] La **figure 2** montre l'évolution de la dureté (dureté Vickers HV) en fonction du temps, pendant le traitement de durcissement thermique réalisé à une température de 280°C sur le produit semi-fini. La courbe „échantillon A“ correspond au matériau brut. La courbe „échantillon B“ correspond au produit semi-fini, obtenu avec trois cycles de déformation plastique sévère par la méthode ECAP avec un coude 13 de 120° et à la température T_{RT} du canal 12. La courbe „échantillon C“ correspond au produit semi-fini, obtenu avec trois cycles de déformation plastique sévère par la méthode ECAP à la température de 350°C - 380°C du canal 12.

[0025] La figure 2 montre que le traitement de durcissement thermique permet de faire passer la dureté du produit semi-fini de 265 HV à 345 HV pour l'échantillon B et de 293 HV à 348 HV pour l'échantillon C, en 1 heure. Un temps de traitement de durcissement thermique plus long augmente encore que légèrement la dureté. En comparaison, la dureté du matériau brut ayant subi le traitement de recuit (première ligne de la table 1) passe de 168 HV à 273 HV.

[0026] la distribution de la taille de grain pour l'échantillon B est caractérisée par une taille de grain maximale de 30 μm et une taille de grain moyenne inférieure à 10 μm , voire à 5 μm ou même 1 μm .

[0027] Pendant l'étape de déformation plastique sévère par la méthode ECAP, un raffinement important des grains se produit résultant dans une taille de grain moyenne au-dessous de 1 μm avec plusieurs sous-grains. Cependant, la microstructure du composant obtenu par le procédé peut contenir un faible nombre de gros grains (inférieur à 30 μm) ayant une désorientation élevée, vers le centre du composant.

[0028] La valeur exacte de la taille de grain moyenne peut être difficile à estimer à cause de la présence de grains très fins dans la structure et de la limite de détection (mesurée par exemple par une méthode de diffraction d'électrons rétrodiffusés). Les grains très fins correspondent à la fragmentation des grains en une mosaïque de sous-grains pendant le ou les cycles de déformation plastique sévère. Il peut alors être pratique de classer les joints de grains en fonction de l'importance de la désorientation entre deux grains. En particulier, les joints de grains à faible désorientation, ou à faible angle (SAGB), dont la désorientation est inférieure à environ 15° traduisent la présence des sous-grains de faible taille. Les joints de grains à forte désorientation, ou à angle élevé (HAGB), dont la désorientation est égale ou supérieure à environ 15° (l'angle de transition varie de 10 à 15 degrés selon le matériau) correspondent aux joints de grains avant le ou les cycles de déformation plastique sévère. Les joints de grains à angle élevé correspondent à des tailles de grain au-dessus de 1 μm .

[0029] Pour l'échantillon A, il a été mesuré une fraction nettement plus élevée de joints de grains à angle élevé que de joints de grains à angle faible. Plus particulièrement, il a été mesuré une fraction de 0.022 de joints de grains ayant un

angle entre 2° et 5°, une fraction de 0.022 de joints de grains ayant un angle entre 5° et 15° et une fraction de 0.956 de joints de grains ayant un angle entre 15° et 180°.

[0030] Pour l'échantillon B, il a été mesuré une fraction nettement plus élevée de joints de grains à angle faible que de joints de grains à angle élevé. Plus particulièrement, il a été mesuré une fraction de 0.667 de joints de grains ayant un angle entre 2° et 5°, une fraction de 0.239 de joints de grains ayant un angle entre 5° et 15° et une fraction de 0.095 de joints de grains ayant un angle entre 15° et 180°.

[0031] Pour l'échantillon C, il a été également mesuré une fraction nettement plus élevée de joints de grains à angle faible que de joints de grains à angle élevé. Plus particulièrement, il a été mesuré une fraction de 0.697 de joints de grains ayant un angle entre 2° et 5°, une fraction de 0.223 de joints de grains ayant un angle entre 5° et 15° et une fraction de joints de 0.080 de grains ayant un angle entre 15° et 180°.

[0032] Les valeurs mesurées pour les échantillons B et C confirment que le composant obtenu par le procédé de l'invention résulte dans une structure à grain inférieure à 1 μm . Le traitement de durcissement thermique, après l'étape de déformation plastique sévère par la méthode ECAP, ne produit que peu de changement sur la taille des grains. La microstructure induite par l'étape de déformation plastique sévère par la méthode ECAP est stable à 280°C au moins jusqu'à 24h.

[0033] La **figure 3** reporte la contrainte appliquée σ en fonction de la déformation ϵ pour un test de compression réalisé sur l'échantillon A ayant subi le traitement de recuit (première ligne de la table 1), l'échantillon B ayant subi l'étape de déformation plastique sévère mais sans le traitement de durcissement thermique et l'échantillon C (échantillon B + durcissement) après le durcissement thermique (réalisé à 280°C pendant 60 min).

[0034] La **figure 4** reporte la contrainte appliquée σ en fonction de la déformation ϵ pour un test de traction réalisé sur l'échantillon A ayant subi le traitement de recuit (première ligne de la table 1) et pour l'échantillon C (échantillon B + durcissement) après le durcissement thermique (réalisé à 280°C pendant 60 min). Dans ce dernier cas, on obtient une valeur de limite d'élasticité $R_{p0.2}$ de 1101 MPa et une valeur de résistance maximale à la traction R_m de 1136 MPa. On obtient également une valeur d'allongement à la rupture de $A\% = 2.2\%$. Pour l'échantillon A, on obtient une valeur de limite d'élasticité $R_{p0.2}$ de 335 MPa et une valeur de résistance maximale à la traction R_m de 550 MPa. On obtient également une valeur d'allongement à la rupture de $A\% = 40\%$.

[0035] Pour le matériau brut + recuit ayant également subi le durcissement thermique (réalisé à 280°C pendant 60 min), on obtient (voir table 1, ligne 3) une valeur de limite d'élasticité $R_{p0.2}$ de 750 MPa, une valeur de résistance maximale à la traction R_m de 850 MPa et une valeur d'allongement à la rupture de $A\% = 5\%$.

[0036] Les paramètres pour la déformation plastique sévère réalisée à l'aide de la méthode ECAP peuvent être modifiés tout en obtenant une dureté élevée et une bonne résistance aux rayures ainsi qu'une bonne durabilité esthétique.

[0037] Alternativement, le ou les cycles de déformation plastique sévère peuvent être réalisés à l'aide d'une des méthodes, ou une combinaison de ces méthodes, comprenant: la méthode ECAP, l'extrusion angulaire conforme à canaux égaux (ECAP-conform), torsion à haute pression (high pressure torsion or high pressure tube twisting, HPT ou HPTT), colaminage accumulatif (accumulative roll bonding, ARB), corrugation répétitive et redressage (repetitive corrugation and straightening, RCS), laminage asymétrique (asymmetric rolling, ASR), extrusion-compression cyclique (cyclic extrusion-compression, CEC), emboutissage à rouleau (rotary swaging), ou toute autre méthode appropriée pour obtenir ladite structure à grains ultrafins.

[0038] Selon une autre forme d'exécution, le ou les cycles de déformation plastique sévère sont réalisés à l'aide d'une méthode torsion à haute pression (HPT). La **figure 5** illustre schématiquement un dispositif HPT 20 configuré pour réaliser le ou les cycles de déformation plastique sévère par une méthode de torsion à haute pression. Dans la méthode HPT, un disque 21 du matériau à traiter est placé entre deux matrices 22. Une contrainte de compression 23 importante (généralement plusieurs gigapascals) est appliquée, tandis qu'une des enclumes 22 est tournée pour créer une force de torsion 24.

[0039] Le matériau ayant été soumis au procédé de l'invention consiste en un alliage 75Au-12.5Ag-12.5Cu (or jaune) et un alliage 75Au- 4.5Ag-20.5Cu (or rouge). Un matériau brut formé en or jaune (échantillon A - or jaune) et un matériau brut formé en or rouge (échantillon A - or rouge) sont préparés sous la forme d'un disque d'environ 30 mm de diamètre et d'environ 10 mm d'épaisseur. Cinq échantillons A - or jaune et cinq échantillons A - or rouge ont été testés. Les échantillons A - or jaune et les échantillons A - or rouge ont subi le recuit correspond à 650°C pendant 30 min sous atmosphère H_2/N_2 puis trempe à l'eau.

[0040] Les échantillons A - or jaune et or rouge ont été soumis à 15 ou 30 rotations de l'une des enclumes 22 (15 ou 30 cycles de déformation plastique sévère). La vitesse de rotation de l'enclume était de 15 ou 5 min / rotation (de l'enclume). La contrainte de compression 23 de 4GPaa été appliquée.

[0041] La table 2 montre les résultats pour les tests réalisés sur le matériau en alliage d'or jaune.

# échantillon A - or jaune	Contrainte de compression (GPa)	Vitesse (min/rotation)	Nombre de rotations
1	4	15	15

# échantillon A - or jaune	Contrainte de compression (GPa)	Vitesse (min/rotation)	Nombre de rotations
2	4	15	30
3	4	15	15
4	4	5	15
5	4	15	15

Table 2

[0042] La table 3 montre les résultats pour les tests réalisés sur le matériau en alliage d'or rouge.

# échantillon A - or rouge	Contrainte de compression (GPa)	Vitesse (min/rotation)	Nombre de rotations
1	4	15	15
2	4	15	30
3	4	15	15
3	4	5	15
5	4	15	15

Table 3

[0043] Des essais de flexion (3 points) ont été réalisés sur les échantillons ayant subi les 15 cycles de déformation plastique sévère par la méthode HPT (échantillons B). Les échantillons B ont été découpés dans une portion proche de la périphérie du disque de manière à avoir des conditions de saturation, c'est-à-dire une portion où on atteint le plus grand gain de dureté. Les échantillons B, d'environ 1 mm d'épaisseur et d'environ 1 mm de largeur, étaient orientés parallèlement à l'axe de déformation.

[0044] Une taille de grain moyenne d'environ 30 nm est mesurée pour les échantillons A et d'environ 20 nm pour les échantillons B.

[0045] La **figure 6** montre la déflexion (en μm) en fonction de la contrainte (en MPa) pour l'échantillon B - or jaune, pendant un test de flexion. La limite de rupture de l'échantillon arrive pour une contrainte d'environ 1750 MPa et à une déflexion d'environ 500 μm .

[0046] La **figure 7** montre la déflexion (en μm) en fonction de la contrainte (en MPa) pour l'échantillon B - or rouge, pendant un test de flexion. La limite de rupture de l'échantillon arrive pour une contrainte d'environ 2000 MPa et à une déflexion d'environ 325 μm .

[0047] L'étape d'usinage peut comprendre un procédé d'enlèvement de matière tel que le tournage, le fraisage, la rectification, l'électroérosion, le découpage, le découpage par laser ou jet d'eau, ou tout autre procédé approprié. L'étape d'usinage peut aussi comprendre un procédé de mise en forme par déformation, ou par étampage. L'étape d'usinage peut également comprendre un ou des traitements de finition, tels que l'usinage, le satinage, le polissage, le sablage, le microbillage, la gravure ou tout autre procédé mécanique adapté.

[0048] En fonction de la méthode avec laquelle est réalisée le ou les cycles de déformation plastique sévère, la taille et la forme/géométrie des grains peuvent changer. Par exemple pour les process dérivés du laminage et de l'étirage les grains présenteront une forme allongée. Dans tous les cas leur taille sera réduite par rapport à celle du matériau brut.

Numéros de référence employés sur les figures

[0049]

- 10 dispositif ECAP
- 11 moule
- 12 canal
- 121 première portion
- 122 seconde portion
- 13 coude
- 14 entrée

15	sortie
16	matériau
20	dispositif HPT
21	disque
22	enclume
23	contrainte de compression
24	force de torsion
ε	déformation
θ	angle d'intersection
Ψ	angle sous-tendu
A%	allongement à la rupture
$R_{0.2}$	déformation à $\varepsilon=0.2\%$
R_m	résistance maximale à la traction
T_{RT}	température de la pièce

Revendications

1. Procédé d'obtention d'un composant d'ornement comprenant au moins 750‰ massique d'or, le procédé comprenant les étapes suivantes:
fournir un matériau brut comprenant au moins 750‰ massique d'or et ayant une première dureté;
réaliser une étape d'écrouissage de l'alliage de manière à obtenir un produit semi-fini ayant une seconde dureté plus élevée que la première dureté; et
usiner le produit semi-fini pour obtenir le composant;
caractérisé en ce que
l'étape d'écrouissage comporte au moins un cycle de déformation plastique sévère de sorte que la structure cristallographique de l'alliage est transformée en une structure à taille de grain moyenne inférieure à 10 μm .
2. Procédé, selon la revendication 1,
dans laquelle la structure cristallographique de l'alliage est transformée en une structure à grain inférieure à 5 μm , voire 1 μm .
3. Procédé, selon la revendication 1 ou 2,
comportant en outre une étape de réaliser un traitement thermique de durcissement par précipitation.
4. Procédé, selon la revendication 2 ou 3,
dans lequel l'étape d'usinage du produit semi-fini est réalisée avant l'étape de traitement thermique de durcissement par précipitation.
5. Composant d'habillage horloger ou de joaillerie obtenu par le procédé selon l'une des revendications 1 à 4.

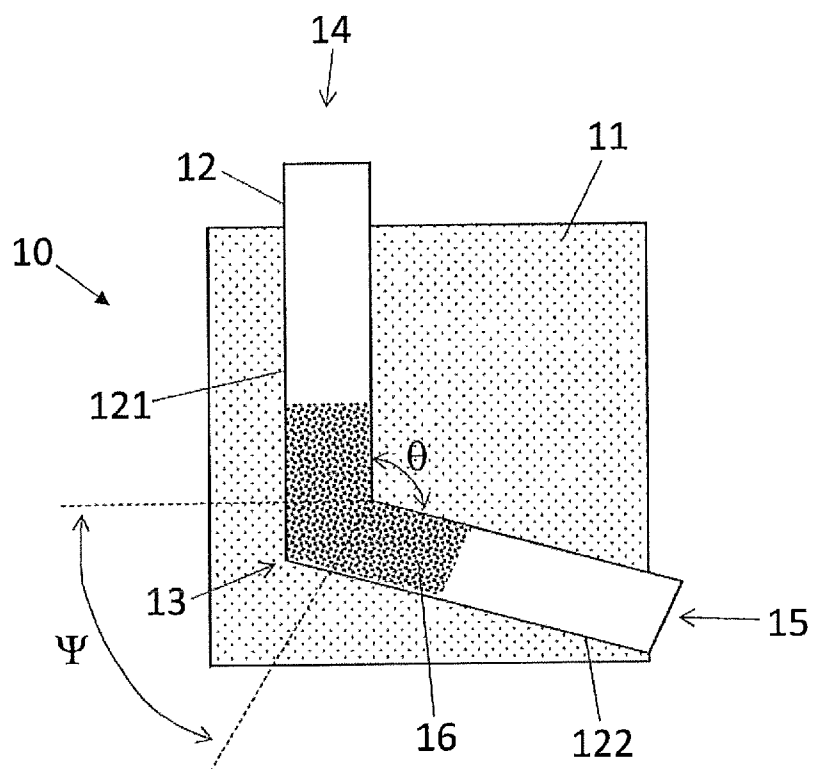


Fig. 1

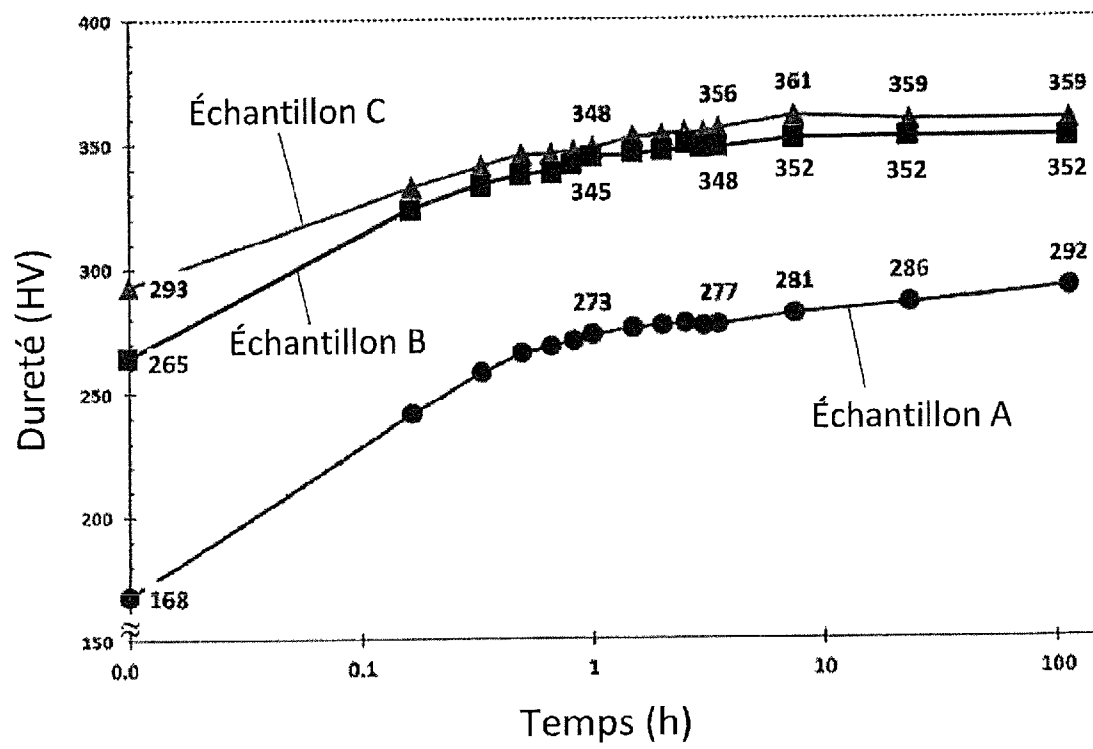


Fig. 2

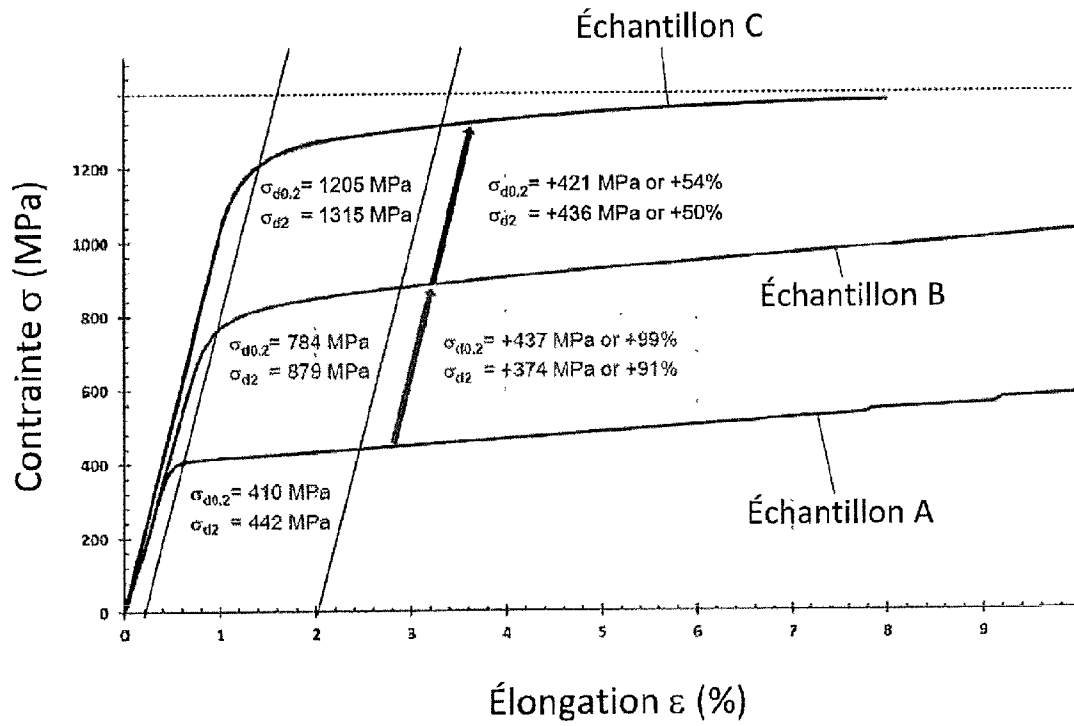


Fig. 3

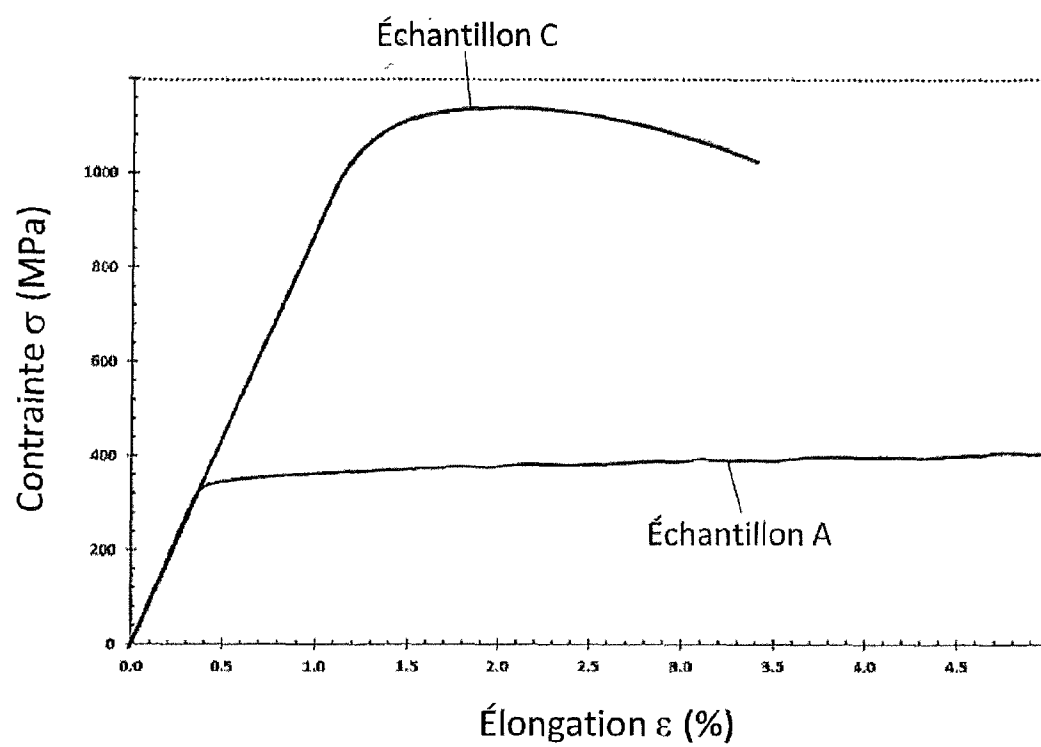


Fig. 4

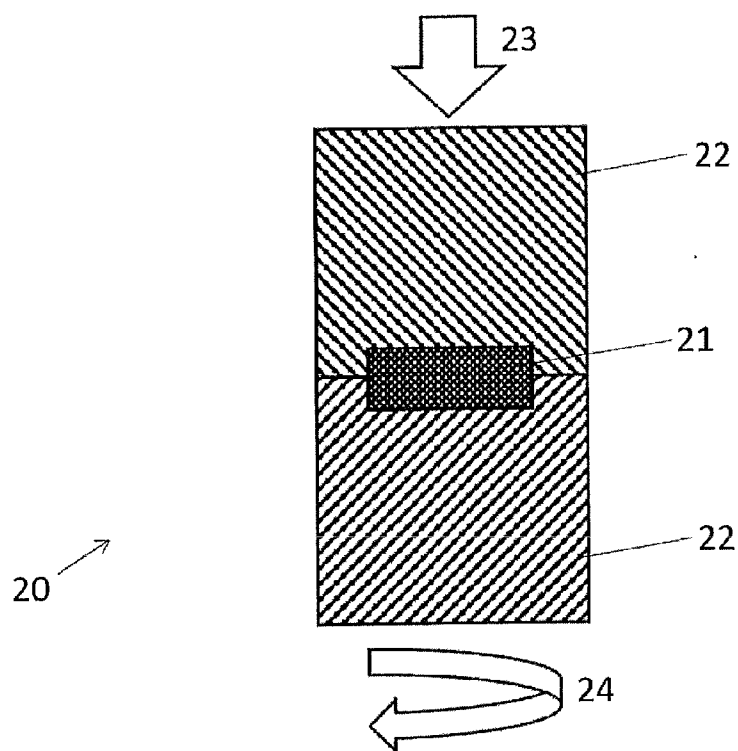


Fig. 5

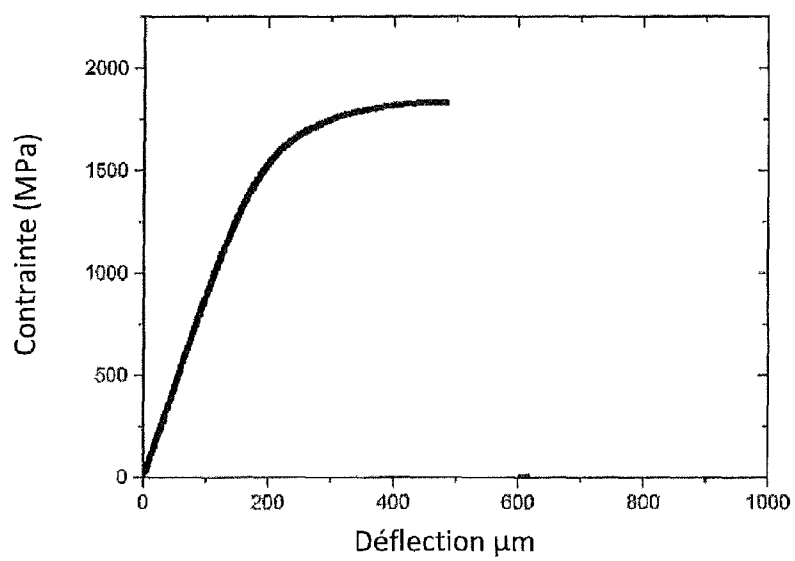


Fig. 6

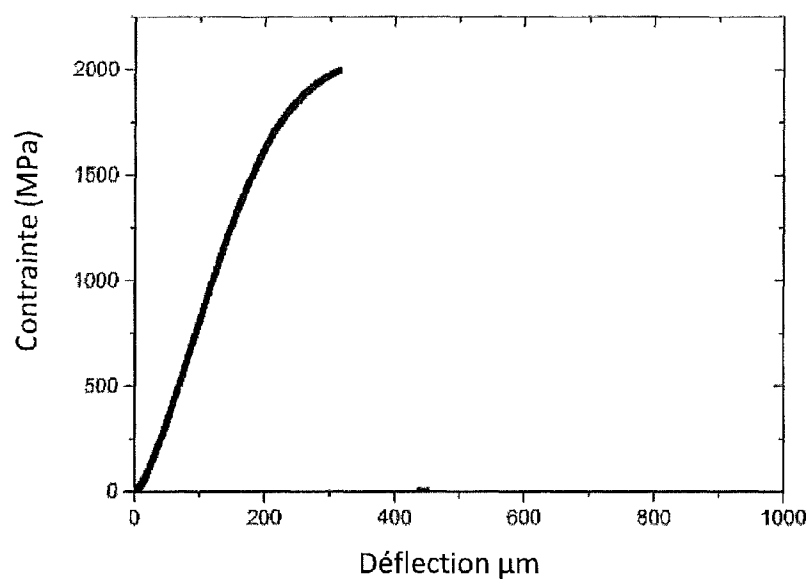


Fig. 7