(19) CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) CH 719 741 A2

(51) Int. Cl.: G04B 37/22 (2006.01)
C22C 5/02 (2006.01)
A44C 27/00 (2006.01)
C22F 1/14 (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: 000580/2023

(22) Date de dépôt: 01.06.2023

(43) Demande publiée: 15.12.2023

(30) Priorité: 01.06.2022
EP EP22176804.7

(71) Requérant:
PATEK PHILIPPE SA GENEVE, Rue du Rhône 41
1204 Genève (CH)

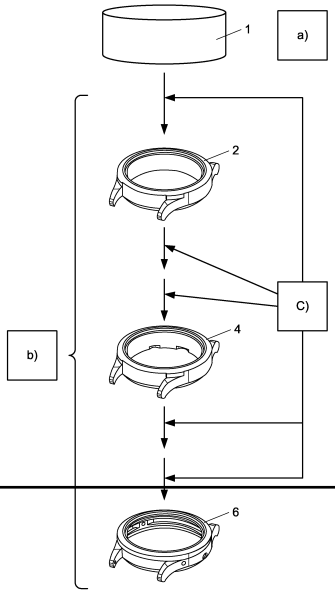
(72) Inventeur(s):
Julien Perret c/o PATEK PHILIPPE SA GENEVE,
1228 Plan-les-Ouates (CH)
Simon Mestre-Rinn c/o PATEK PHILIPPE SA GENEVE,
1228 Plan-les-Ouates (CH)

(74) Mandataire:
Bovard SA Neuchâtel, rue des Beaux-Arts 8
2000 Neuchâtel (CH)

(54) Procédés de fabrication et de durcissement d'un composant horloger ou de bijouterie comprenant un alliage au moins binaire à base d'or et de cuivre.

(57) La présente invention concerne un procédé de fabrication d'un composant horloger ou de bijouterie comprenant au moins une partie en alliage métallique à base d'or et de cuivre comprenant au moins 58% d'or en poids, ledit procédé comprenant au moins l'étape a) de fournir une pièce (1) comprenant au moins une partie massive composée dudit alliage métallique et l'étape b) d'appliquer sur la pièce différentes opérations de fabrication pour obtenir le composant horloger (6) ou de bijouterie. Ledit procédé comprend au moins une étape c) de stabilisation de la géométrie de la pièce et de maîtrise des variations dimensionnelles de la pièce au cours du procédé, par application à ladite pièce d'un traitement thermique de stabilisation de l'alliage dans un état dans lequel il possède au moins 25% de phase ordonnée AuCuI, ledit traitement thermique comprenant une première montée en température à une température TR comprise entre la température de transition de phase AuCuα / AuCuI et la température de fusion de l'alliage, suivie d'un premier maintien à la température TR pendant au moins 1 minutes, suivi d'une descente en température jusqu'à 25°C comprenant, immédiatement après le premier maintien à la température TR une première descente en température à une vitesse comprise entre 0.1°C/min et 6 000°C/min, préférentiellement entre 1°C/min et 10°C/min, plus préférentiellement entre 2°C/min et 5°C/min, au moins jusqu'à une température TP comprise entre 100°C et la température de transition de phase AuCuα / AuCuI, un deuxième maintien à la température TP pendant une durée comprise entre 0 à 48h choisie pour permettre à l'alliage de se transformer dans un état dans lequel il possède au moins 25% de phase ordonnée AuCuI, suivi d'une deuxième descente en température jusqu'à la température ambiante de 25°C, l'étape c) étant mise en oeuvre avant l'étape b) et/ou pendant l'étape b.

L'invention concerne également un composant horloger ou de bijouterie obtenu selon ledit procédé de fabrication.



Description

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne un procédé de fabrication d'un composant horloger ou de bijouterie comprenant au moins une partie en alliage métallique au moins binaire à base d'or et de cuivre comprenant au moins 58% d'or en poids par rapport au poids total de l'alliage.

[0002] La présente invention concerne également ledit composant horloger ou de bijouterie obtenu par ledit procédé de fabrication.

Etat de la technique

[0003] Les alliages d'or comprenant au moins 14K (c'est-à-dire comprenant au moins 58% d'or en poids par rapport au poids total de l'alliage) et une forte teneur en cuivre sont très largement utilisés en horlogerie, bijouterie et joaillerie. La maîtrise dimensionnelle et esthétique est nécessaire afin d'assurer un produit de qualité.

[0004] Pour l'habillement, les alliages 18K 2N/3N/4N/5N/6N et tout autre alliage avec une composition chimique très similaire auxquels ont été ajoutés d'autres éléments, souvent métalliques, dans le but de modifier la couleur ou la résistance au changement de couleur, sont en général livrés aux horlogers ou bijoutiers sous forme de pièce brute ou d'ébauche, sous la phase α austénitique qui a été obtenue par un refroidissement rapide après un recuit à haute température, tel qu'un recuit à 650°C suivi d'une trempe dans de l'eau à température ambiante de 25°C.

[0005] Il a été observé que la dureté des pièces augmentait au cours de leur stockage à température ambiante (25°C) et que lesdites pièces se déformaient, avec également des variations dimensionnelles significatives par rapport aux précisions recherchées dans les domaines de l'horlogerie et de la bijouterie. Cette évolution serait liée à la transformation de la phase α qui est instable à température ambiante.

[0006] Ces alliages 18K 2N/3N/4N/5N/6N et tout autre alliage avec une composition chimique très similaire ont tous la particularité d'être durcissables par traitement thermique. Ce durcissement se produit par un changement de la phase (AuCu)α austénitique, désordonnée, dans laquelle se trouve l'alliage fourni par l'affineur, vers la phase AuCuI martensitique, ordonnée qui est stable en dessous de la température de transition de phase (AuCu)α / AuCuI qui se situe autour de 350°C. Cette transformation de phase se produit dans des alliages avec des teneurs entre 14 K et 22K, dont les 18K.

[0007] Toutefois, lorsque les horlogers ou bijoutiers souhaitent durcir l'alliage à base d'or et de cuivre par une technique classique de revenu à 300°C par exemple, la formation de la phase AuCuI lors du durcissement engendre bien souvent des distorsions pouvant aller jusqu'à la fissuration et la fracture des pièces.

[0008] De plus, les déformations générées lors de la fabrication des composants entrainent des difficultés à respecter les tolérances d'usinage requises dans les domaines de l'horlogerie et de la bijouterie. Ces déformations sont de l'ordre de 0.1 à 0.5 % et sont imprévisibles en raison d'un changement de phase de l'alliage non maîtrisé. Elles ne peuvent donc pas être anticipées. Ces déformations induisent des composants hors tolérance de fabrication et entrainent une quantité élevée de déchets, un important retravail des pièces, c'est-à-dire des opérations d'ajustement, de modification ou de retouches. Cela a pour inconvénient d'allonger les temps de fabrication.

[0009] Par ailleurs, une pièce subissant une longue exposition à température ambiante et différents process de fabrication impliquant un faible échauffement a très probablement déjà amorcé de façon significative la transformation de phase dans l'alliage mais d'une manière non maitrisée. Cela peut résulter en une non-maîtrise de la géométrie au cours de la fabrication en particulier si celle-ci implique un traitement thermique lors d'une brasure par exemple.

[0010] La présente invention vise à remédier à ces inconvénients en proposant un procédé de fabrication d'un composant horloger ou de bijouterie comprenant au moins une partie en alliage métallique au moins binaire à base d'or et de cuivre comprenant au moins 58% d'or en poids par rapport au poids total de l'alliage permettant de garantir le respect des tolérances de fabrication imposées dans les domaines de l'horlogerie et de la bijouterie.

[0011] Un autre but de la présente invention est de proposer un procédé de fabrication d'un composant horloger ou de bijouterie comprenant au moins une partie en alliage métallique au moins binaire à base d'or et de cuivre comprenant au moins 58% d'or en poids présentant des propriétés mécaniques améliorées.

Divulgation de l'invention

[0012] A cet effet, l'invention concerne un procédé de fabrication d'un composant horloger ou de bijouterie comprenant au moins une partie en alliage métallique au moins binaire à base d'or et de cuivre comprenant au moins 58% d'or en poids, ledit procédé comprenant au moins les étapes suivantes :

a) fournir une pièce comprenant au moins une partie massive composée dudit alliage métallique ;

b) appliquer sur la pièce différentes opérations de fabrication pour obtenir le composant horloger ou de bijouterie.

[0013] Selon l'invention, ledit procédé comprend au moins une étape c) de stabilisation de la géométrie de la pièce et de maîtrise des variations dimensionnelles de la pièce au cours du procédé, par application à ladite pièce d'un traitement thermique de stabilisation dudit alliage dans un état dans lequel il possède au moins 25%, préférentiellement au moins 60%, plus préférentiellement au moins 95%, et plus préférentiellement au moins 99% de phase ordonnée AuCuI, ledit traitement thermique comprenant une première montée en température à une température TR comprise entre la température de transition de phase (AuCu)α / AuCuI et la température de fusion de l'alliage, directement suivie d'un premier maintien à la température TR pendant une période d'au moins 1 minute, de préférence comprise entre 5 minutes et 48h, préférentiellement entre 10 minutes et 300 minutes, et plus préférentiellement entre 30 minutes et 90 minutes, directement suivi d'une descente en température jusqu'à la température ambiante de 25°C, ladite descente en température comprenant, immédiatement après le premier maintien à la température TR une première descente en température à une vitesse comprise entre 0.1°C/min et 6 000°C/min, préférentiellement entre 1°C/min et 10°C/min, plus préférentiellement entre 2°C/min et 5°C/min, au moins jusqu'à une température TP comprise entre 100°C et la température de transition de phase (AuCu)α / AuCuI, ainsi qu'un deuxième maintien à la température TP pendant une durée comprise entre 0 à 48h choisie pour permettre à l'alliage de se transformer dans un état dans lequel il possède au moins 25%, préférentiellement au moins 60%, plus au moins préférentiellement 95% et plus préférentiellement au moins 99%, de phase ordonnée AuCuI, ledit deuxième maintien à la température TP étant directement suivi d'une deuxième descente en température jusqu'à la température ambiante de 25°C à une vitesse supérieure ou égale à celle de la première descente, préférentiellement comprise entre 20°C/min et 100°C/min,
l'étape c) étant mise en oeuvre avant l'étape b) et/ou pendant l'étape b).

[0014] Un tel procédé permet avantageusement d'obtenir un composant horloger ou de bijouterie en alliage or/cuivre au moins 14K qui respecte les tolérances de fabrication. Le procédé de l'invention permet avantageusement d'améliorer la maîtrise dimensionnelle des pièces et ainsi de réduire le nombre de composants défectueux et d'opérations de retouche.

[0015] De plus, le procédé selon l'invention permet d'améliorer les propriétés mécaniques de l'alliage telles que la limite d'élasticité tant en conservant une ductilité très acceptable, ainsi qu'une augmentation avantageuse de la dureté.

[0016] La présente invention concerne également un composant horloger ou de bijouterie obtenu par le procédé de fabrication tel que défini ci-dessus.

[0017] La présente invention concerne également un procédé pour augmenter la dureté d'un composant horloger ou de bijouterie lors de sa fabrication, ledit composant comprenant au moins une partie en alliage métallique au moins binaire à base d'or et de cuivre comprenant au moins 58% d'or, en permettant de conserver la géométrie et de maîtriser les variations dimensionnelles dudit composant horloger ou de bijouterie lors de sa fabrication, par application audit composant horloger ou de bijouterie lors de sa fabrication d'un traitement thermique de stabilisation de l'alliage dans un état dans lequel il possède au moins 25%, préférentiellement au moins 60%, plus préférentiellement au moins 95% et plus préférentiellement au moins 99% de phase ordonnée AuCuI, ledit traitement thermique comprenant une première montée en température à une température TR comprise entre la température de transition de phase (AuCu)α / AuCuI et la température de fusion de l'alliage, directement suivie d'un premier maintien à la température TR pendant une période d'au moins 1 minute, de préférence comprise entre 5 minutes et 48h, préférentiellement entre 10 minutes et 300 minutes, et plus préférentiellement entre 30 minutes et 90 minutes, directement suivi d'une descente en température jusqu'à la température ambiante de 25°C comprenant, immédiatement après le premier maintien à la température TR une première descente en température à une vitesse comprise entre 0.1°C/min et 6 000°C/min, préférentiellement entre 1°C/min et 10°C/min, plus préférentiellement entre 2°C/min et 5°C/min, au moins jusqu'à une température TP comprise entre 100°C et la température de transition de phase (AuCu)α / AuCuI, un deuxième maintien à la température TP pendant une durée comprise entre 0 à 48h choisie pour permettre à l'alliage de se transformer dans un état dans lequel il possède au moins 25%, préférentiellement au moins 60%, plus préférentiellement au moins 95% et plus préférentiellement au moins 99% de phase ordonnée AuCuI, ledit deuxième maintien à la température TP étant directement suivi d'une deuxième descente en température jusqu'à la température ambiante de 25°C à une vitesse supérieure ou égale à celle de la première descente.

Brève description des dessins

[0018] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée suivante de différents modes de réalisation de l'invention, donnés à titre d'exemples non limitatifs, et faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement les étapes du procédé de fabrication selon l'invention ;
- les figures 2 à 4 représentent les courbes de températures pour différentes variantes de traitement thermique appliqué à l'étape c) du procédé de fabrication selon l'invention ;
- la figure 5 représente les enchaînements thermiques pour un procédé de fabrication selon l'invention comprenant un brasage ;

- les figures 6, 7 et 8 représentent respectivement les mesures du diamètre extérieur, de planéité et de circularité de trois mêmes pièces, en fonction de chaque traitement thermique selon les courbes de température de la figure 5 ;
- les figures 9 , 10 et 11 représentent respectivement les mesures du diamètre extérieur, de planéité et de circularité de trois mêmes pièces en fonction de différents traitements thermiques appliqués, comprenant un traitement thermique de stabilisation TM selon les courbes de température de la figure 3, la durée du deuxième maintien à la température TP étant de 0 ;
- la figure 12 représente les mesures du diamètre extérieur de trois mêmes pièces en fonction de différents traitements thermiques appliqués, comprenant un traitement thermique de stabilisation maximisée TMM selon les courbes de température de la figure 3, la durée du deuxième maintien à la température TP étant de 60 minutes ;
- les figures 13, 14 et 15 représentent respectivement les mesures du diamètre extérieur, de planéité et de circularité de trois mêmes pièces en fonction de différents traitements thermiques appliqués, comprenant un traitement thermique de durcissement TD à 300°C standard à partir d'une pièce recuite à 650°C et trempée dans de l'eau à température ambiante;
- la figure 16 représente la diminution relative du diamètre extérieur de quatre pièces de géométries différentes en fonction de différents traitements thermiques appliqués, comprenant un traitement thermique de stabilisation TM selon les courbes de température de la figure 3, la durée du deuxième maintien à la température TP étant de 0 ;
- la figure 17 représente la contrainte en fonction de l'élongation pour des éprouvettes ayant subi différents traitements thermiques ;
- la figure 18 est une image optique de la microstructure après attaque électrochimique de l'alliage obtenu après un durcissement traditionnel ;et
- la figure 19 est une image optique de la microstructure après attaque électrochimique de la microstructure de l'alliage obtenu après un durcissement selon un traitement thermique appliqué selon le procédé de l'invention.

Modes de réalisation de l'invention

[0019] La présente invention concerne un procédé de fabrication d'un composant horloger ou de bijouterie comprenant au moins une partie en alliage métallique au moins binaire à base d'or et de cuivre comprenant au moins 58% d'or en poids, et par exemple 34% de cuivre et 8% d'argent, ce qui correspond à un alliage à 14K. L'alliage métallique peut comprendre jusqu'à 92% d'or en poids, avec 8% de cuivre, ce qui correspond à un alliage à 22K.

[0020] De préférence, ledit alliage comprend en poids 75% d'or, et entre 9% et 25% de cuivre, le reste pour atteindre les 100% en poids étant un ou plusieurs éléments choisis parmi le groupe comprenant par exemple l'argent, le palladium, le platine, l'indium, le zinc, etc...Toutefois, ces éléments sont ajoutés en faible quantité de sorte que l'or et le cuivre restent suffisamment concentrés en termes de proportions massiques et notamment atomiques. Cela inclue les alliages 2N/3N/4N/5N/6N qui correspondent chacune à une couleur dont il existe plusieurs compositions pour les obtenir.

[0021] Les alliages ternaires utilisés peuvent par exemple présenter les compositions définies dans le tableau I ci-dessous, données en pourcentages massiques :

Tableau I

[0022]

Alliage	Au % (pds)	Cu % (pds)	Ag %(pds)
6N	75	24.5	0.5
5N	75	20.5	4.5
4N	75	16	9
3N	75	12.5	12.5
2N	75	9	16

[0023] De préférence, l'alliage utilisé est l'alliage 5N comprenant en poids 75% d'or, 20.5% de cuivre et 4.5% d'argent.

[0024] En référence à la figure 1, le procédé selon l'invention comprend au moins une étape a) consistant à fournir une pièce comprenant au moins une partie massive composée de l'alliage métallique défini ci-dessus. Ces alliages sont très généralement fournis aux utilisateurs horlogers et bijoutiers préparés par les affineurs dans un état recuit (par exemple à 650°C) puis trempés dans de l'eau à 25°C, de sorte que lesdits alliages se trouvent dans la phase (AuCu)α qui est molle

(environ 165 HV pour un alliage 5N tel que défini ci-dessus) lorsque les pièces arrivent chez les utilisateurs horlogers et bijoutiers.

[0025] Ladite pièce peut être fournie sous la forme d'une pièce brute massive 1, directement obtenue après la fabrication de l'alliage, comme représentée sur la figure 1. La pièce brute massive 1 peut être par exemple sous la forme de bande ou de profilé. Il est bien évident que la pièce utilisée dans le procédé de l'invention peut être fournie en étant déjà sous la forme d'une ébauche 2 ou sous le forme d'un semi-produit 4 partiellement élaboré et qui doit encore subir d'autres opérations de fabrication avant d'obtenir le composant horloger ou de bijouterie 6 dans son état fini. Sur la figure 1, le composant horloger ou de bijouterie est représenté sous la forme d'une carrure de montre à titre d'exemple. Il est bien évident que le composant horloger ou de bijouterie fabriqué selon le procédé de l'invention peut être tout composant horloger, de joaillerie ou de bijouterie réalisé au moins partiellement dans l'alliage métallique défini ci-dessus, tel qu'un élément de l'habillage ou d'un mouvement d'une montre, tel qu'une roue ou un pont, ou un bijou.

[0026] Le procédé selon l'invention comprend également une étape b) consistant à appliquer sur la pièce différentes opérations de fabrication pour obtenir le composant horloger ou de bijouterie dans son état fini. Ces opérations de fabrication pour réaliser le composant horloger ou de bijouterie 6 selon l'étape b) comprennent toutes les opérations de productions nécessaires à l'obtention d'un produit fini. Elles peuvent être choisies par exemple dans le groupe comprenant un étampage, un usinage, tel qu'un usinage par tournage ou par fraisage, un frittage, un traitement thermique, une gravure, telle qu'une gravure laser, un poinçonnage, une impression 3D, un sertissage, un collage, un polissage, un diamantage, un lavage et un brasage, différentes opérations pouvant être utilisées en combinaison.

[0027] Conformément à l'invention, le procédé comprend au moins une étape c) de stabilisation de la géométrie donnée à la pièce assurant une maîtrise des variations dimensionnelles de la pièce au cours du procédé, de manière répétable, par application à ladite pièce d'un traitement thermique de stabilisation de l'alliage dans un état dans lequel il possède au moins 25%, préférentiellement au moins 60%, plus préférentiellement au moins 95%, et plus préférentiellement au moins 99% de phase ordonnée AuCuI, pour respectivement moins de 75%, préférentiellement moins de 40%, plus préférentiellement moins de 5%, et plus préférentiellement moins de 1% de phase désordonnée (AuCu)α.

[0028] Ledit traitement thermique comprend au moins une première montée en température, selon la courbe de température AB, à une température TR comprise entre la température de transition de phase (AuCu)α / AuCuI TTP et la température de fusion de l'alliage, directement et immédiatement suivie d'un premier maintien, selon la courbe de température BC, à la température TR pendant une période d'au moins 1 minute, de préférence comprise entre 5 minutes et 48h, préférentiellement entre 10 minutes et 300 minutes, et plus préférentiellement entre 30 minutes et 90 minutes, directement suivi d'une descente en température, selon la courbe de température CD, jusqu'à la température ambiante de 25°C, ladite descente en température selon la courbe CD comprenant, immédiatement après le premier maintien BC à la température TR, une première descente en température à une vitesse comprise entre 0.1°C/min et 6 000°C/min, préférentiellement entre 1°C/min et 10°C/min, plus préférentiellement entre 2°C/min et 5°C/min, au moins jusqu'à une température TP comprise entre 100°C et la température de transition de phase (AuCu)α / AuCuI, par exemple 250°C, ainsi qu'un deuxième maintien à la température TP, selon la courbe de température EF représentée sur les figures 3 et 4, pendant une durée comprise entre 0 à 48h choisie en fonction de la vitesse de la première descente en température pour permettre à l'alliage de se transformer dans un état dans lequel il possède au moins 25% de phase ordonnée AuCuI pour moins de 75% de phase (AuCu)α, préférentiellement au moins 60% de phase ordonnée AuCuI pour moins de 40% de phase (AuCu)α, plus préférentiellement au moins 95% de phase ordonnée AuCuI pour moins de 5% de phase (AuCu)α, et plus préférentiellement au moins 99% de phase ordonnée AuCuI pour moins de 1% de phase (AuCu)α, ledit deuxième maintien à la température TP suivant immédiatement ou ultérieurement ladite première descente et étant directement et immédiatement suivi d'une deuxième descente en température jusqu'à la température ambiante de 25°C à une vitesse supérieure ou égale à celle de la première descente, par exemple comprise entre 20°C/min et 100°C/min, l'étape c) étant mise en oeuvre avant l'étape b) et/ou pendant l'étape b), par exemple comme sous-étape intermédiaire au cours de l'étape b), ou comme la dernière sous-étape de l'étape b).

[0029] La durée du deuxième maintien à la température TP selon la courbe de température EF différente ou non de 0, et donc la présence ou non dudit deuxième maintien à la température TP, dépend de la vitesse de la première descente en température et du taux de transformation de phase (AuCu)α / AuCuI recherché.

[0030] Ainsi, selon un mode de mise en oeuvre dans lequel la durée du deuxième maintien à la température TP est égale à 0 (donc pas de deuxième maintien à la température TP), la descente en température jusqu'à la température ambiante de 25°C de l'étape c) est une descente en température immédiatement après le premier maintien BC à la température TR, ladite descente s'effectuant de manière continue à une vitesse comprise entre 0.1°C/min et 2°C/min, de préférence entre 0.5°C/min et 2°C/min, plus préférentiellement entre 0.5°C/min et 1°C/min, jusqu'à la température ambiante de 25°C, sans remontée en température, selon la courbe de température CD représentée sur la figure 2. Un tel mode de mise en oeuvre permet d'obtenir au moins 95% de phase ordonnée AuCuI sans qu'il soit nécessaire d'appliquer un deuxième maintien à la température TP.

[0031] Selon un autre mode de mise en oeuvre dans lequel la durée du deuxième maintien à la température TP est non nulle (donc présence d'un deuxième maintien à la température TP), la première descente en température s'effectue à une vitesse comprise entre 0.1°C/min et 6 000°C/min, de préférence entre 1°C/min et 10°C/min, de préférence entre 2°C/min

et 10°C/min, la durée du deuxième maintien à la température TP étant comprise entre 1 minute à 48h, de préférence comprise entre 10 minutes et 300 minutes, préférentiellement entre 30 minutes et 90 minutes, ladite durée étant choisie pour permettre à l'alliage de se transformer dans un état dans lequel il possède au moins 25% de phase ordonnée AuCuI pour moins de 75% de phase (AuCu)α, préférentiellement au moins 60% de phase ordonnée AuCuI pour moins de 40% de phase (AuCu)α, préférentiellement au moins 95% de phase ordonnée AuCuI pour moins de 5% de phase (AuCu)α, et plus préférentiellement au moins 99% de phase ordonnée AuCuI pour moins de 1% de phase (AuCu)α. La vitesse de la deuxième descente en température peut être égale ou supérieure à celle de la première descente en température, préférentiellement entre 20°C/min et 6000°C/min.

[0032] Selon une première variante, la première descente est suivie immédiatement du deuxième maintien à la température TP comme représenté sur la figure 3, la première descente en température s'effectuant depuis la température TR jusqu'à la température TP, selon la courbe de température CE, directement et immédiatement suivie du deuxième maintien à la température TP selon la courbe EF directement et immédiatement suivi de la deuxième descente en température selon la courbe FD. La vitesse de la deuxième descente en température peut être égale ou supérieure à celle de la première descente en température préférentiellement entre 20°C/min et 6000°C/min, préférentiellement comprise entre 20°C/min et 100°C/min. Le traitement thermique ne comprend aucune remontée en température entre C et D avant d'atteindre la température de 25°C et notamment après le deuxième maintien à la température TP selon la courbe EF.

[0033] Selon une autre variante, la première descente est suivie ultérieurement du deuxième maintien à la température TP comme représenté sur la figure 4, la pièce pouvant rester ainsi un certain temps à 25°C avant d'appliquer ultérieurement le deuxième maintien à la température TP selon la courbe EF, la première descente en température s'effectuant depuis la température TR jusqu'à la température ambiante de 25°C, selon la courbe de température CG, une deuxième montée en température jusqu'à la température TP étant ensuite prévue selon la courbe HE, suivie directement et immédiatement du deuxième maintien à la température TP directement et immédiatement suivi de la deuxième descente en température. Le traitement thermique ne comprend aucune remontée en température entre C et G avant d'atteindre la température de 25°C une première fois. La vitesse de la deuxième descente en température peut être égale ou supérieure à celle de la première descente en température, par exemple comprise entre 20°C/min et 100°C/min.

[0034] Il est précisé que quel que soit le mode de mise en oeuvre du traitement thermique utilisé, le traitement thermique ne comprend aucune remontée en température tant que la température ambiante à 25°C n'a pas été atteinte une première fois. Après le premier maintien à la température TR, la température descend de manière ininterrompue depuis la température TR jusqu'à ce que la température ambiante de 25°C soit atteinte une première fois, en pouvant toutefois être constante sur une certaine période comme décrit ci-dessus en relation avec la figure 3, mais sans aucune remontée en température tant que la température ambiante à 25°C n'a pas été atteinte une première fois.

[0035] Quel que soit le mode de mise en oeuvre du traitement thermique utilisé, la première montée en température à la température TR selon la courbe de température AB s'effectue de préférence à une vitesse supérieure à 20°C/min, et plus préférentiellement à une vitesse supérieure ou égale à 30°C/min. De préférence, la première montée en température à la température TR selon la courbe de température AB s'effectue à la vitesse de 30°C/min.

[0036] De même, la deuxième montée en température à la température TP selon la courbe de température HE s'effectue de préférence à une vitesse supérieure à 20°C/min, et plus préférentiellement à une vitesse supérieure ou égale à 30°C/min. De préférence, la deuxième montée en température à la température TP selon la courbe de température HE s'effectue à la vitesse de 30°C/min.

[0037] Quel que soit le mode de mise en oeuvre du traitement thermique utilisé, la température TR est supérieure d'au moins 1°C, de préférence d'au moins 10°C, de préférence d'au moins 50°C, à la température de transition de phase (AuCu)α / AuCuI, et inférieure d'au moins 1°C, de préférence d'au moins 10°C, de préférence d'au moins 50°C à la température de fusion de l'alliage. Par exemple pour des alliages 2N/3N/4N/5N/6N comprenant 75% en poids d'or, du cuivre et de l'argent tels que définis dans le tableau I, la température de transition de phase (AuCu)α / AuCuI TTP se situe globalement autour de 350°C (entre 340°C et 360°C) selon la teneur en argent, et la température de fusion est d'environ 890°C. De ce fait, pour ce type d'alliages, la température TR peut être comprise entre 400°C et 840°C. De préférence pour ce type d'alliages, la température TR est de l'ordre de 450°C à 500°C.

[0038] Il est bien évident que l'homme du métier adaptera la gamme de température TR en fonction de la composition de l'alliage utilisé. Par exemple, pour un alliage comprenant 75% en poids d'or, du cuivre et du platine, tel que l'alliage Au750/Cu225/Pt25, la température de transition de phase est d'environ 420°C, et la température de fusion est d'environ 900°C, de sorte que la température TR peut être comprise entre 470°C et 850°C .

[0039] La durée du premier maintien à la température TR selon la courbe de température BC est choisie pour permettre la relaxation des contraintes résiduelles de la phase (AuCu)α dans laquelle se trouve l'alliage, notamment à l'issue la fabrication de la pièce massive par un affineur. Cette phase de relaxation doit cependant ne pas être trop longue afin de ne pas entraîner une augmentation de la taille de grain. Il s'agit donc de trouver un compromis entre cet effet néfaste et la relaxation de la contrainte. La durée du premier maintien à la température TR selon la courbe de température BC est de préférence de 60 minutes. Pour un alliage 5N tel que défini ci-dessus, la durée du premier maintien BC est de préférence de 60 minutes à la température de 450°C.

[0040] L'alliage dans lequel les contraintes résiduelles sont entièrement relaxées est ensuite refroidi selon la courbe de température CD à une vitesse suffisamment lente et de façon homogène, inférieure à 6 000°C/min, afin de ne pas induire de gradient thermique à l'intérieur de la pièce susceptible de recréer des contraintes et engendrer des déformation lors de la transformation de la phase (AuCu)α en phase AuCuI. Au cours de cette transformation de phase, la dureté de l'alliage augmente progressivement jusqu'à atteindre son maximum qui est d'environ 300 HV pour un alliage 5N tel que défini ci-dessus. Les méthodes d'essais de dureté Vickers sont définies selon la norme ISO 6507.

[0041] L'étape c) permet avantageusement de stabiliser et de conserver la géométrie que la pièce a au moment de la mise en oeuvre de l'étape c). Notamment la planéité et la circularité de la pièce sont préservées lors de la mise en oeuvre de l'étape c).

[0042] De plus, il se produit lors de la transformation de la phase (AuCu)α en phase AuCuI une diminution des dimensions de la pièce mais cette diminution, vraisemblablement liée au changement de volume de la maille cristallographique, se produit très avantageusement de manière maitrisée, en étant très répétable et reproductible, quelle que soit la forme de la pièce pour un alliage donné, comme cela sera détaillé dans les exemples ci-dessous.

[0043] A cet effet, le traitement thermique mis en oeuvre dans l'étape c) du procédé de l'invention est choisi pour obtenir une transformation d'au moins 25%, préférentiellement d'au moins 60%, plus préférentiellement d'au moins 95%, et plus préférentiellement d'au moins 99%, de la phase (AuCu)α désordonnée en phase AuCuI ordonnée, parfaitement stable thermodynamiquement en dessous de la température TTP de transition de phase, afin d'obtenir des variations dimensionnelles au cours du procédé de fabrication maitrisées et acceptables dans les domaines horloger et bijoutier.

[0044] Ainsi, par exemple, la pièce dont l'alliage à base d'or 18K et de cuivre comprend au moins 95% de phase AuCuI pour moins de 5% de phase (AuCu)α obtenue après la mise en oeuvre de l'étape c), est l'homothétique de la pièce sous la phase (AuCu)α avant la mise en oeuvre de l'étape c), le rapport d'homothétie étant répétable et uniquement lié à l'alliage or/cuivre utilisé et au taux de transformation choisi. Par exemple, pour un alliage or/cuivre 5N tel que défini ci-dessus, le retrait est d'environ 0.19% pour une transformation à 95%, ce retrait étant constant pour un taux de transformation à 95% et donc répétable quelle que soit la forme de la pièce. Dans cet état, même si les dimensions continuent légèrement à diminuer lorsque la pièce est réexposée une ou deux fois à une température inférieure à la température TTP de transition de phase (AuCu)α / AuCuI, tout en conservant sa géométrie, ces dernières variations dimensionnelles sont de l'ordre de quelques microns, qui sont des valeurs de variation très acceptables dans les domaines horloger et bijoutier.

[0045] De plus, d'une manière particulièrement avantageuse, le traitement thermique mis en oeuvre dans l'étape c) du procédé de l'invention est choisi pour obtenir une pièce dans un alliage à base d'or 18K et de cuivre dans un état dans lequel il possède au moins 99% de phase ordonnée AuCuI stable, pour moins de 1% de phase désordonnée (AuCu)α, afin de stabiliser les dimensions de la pièce, une fois ses dimensions modifiées suite au changement de phase (AuCu)α / AuCuI. Par exemple, pour un alliage or/cuivre 5N tel que défini ci-dessus, le retrait est d'environ 0.20% pour une transformation à 99%, ce retrait étant constant pour un taux de transformation à 99% et donc répétable quelle que soit la forme de la pièce. Pour les alliages or/cuivre définis dans le tableau I, on observe que le retrait est d'autant plus important que l'alliage est concentré en cuivre.

[0046] De plus, ce retrait reste fixe, les dimensions de ladite pièce ne subissant plus de modification même si la pièce est réexposée plusieurs fois à une température inférieure à la température TTP de transition de phase (AuCu)α / AuCuI.

[0047] Ce traitement thermique permettant une stabilisation maximisée de la phase AuCuI peut s'appliquer selon les différents modes de mise en oeuvre du traitement thermique décrits plus spécifiquement ci-dessus en relation avec leurs figures respectives 2 à 4.

[0048] Par exemple, un traitement thermique constitué d'une montée en température à 30°C/min suivie d'un maintien à 450°C pendant 60 minutes, suivi d'une descente en température continue à une vitesse de 2°C/min jusqu'à la température ambiante de 25°C, comme représenté sur la figure 2, permet d'obtenir une pièce dans un alliage à base d'or et de cuivre 5N tel que défini ci-dessus comprenant au moins 95% de phase ordonnée AuCuI stable pour moins de 5% de phase désordonnée (AuCu)α. Dans cet état, on observe, une fois les dimensions modifiées suite au changement de phase (AuCu)α / AuCuI, une légère diminution (quelques microns) des dimensions de la pièce lorsqu'elle est réexposée une première fois à une température inférieure à la température TTP de transition de phase (AuCu)α / AuCuI, puis une nouvelle diminution d'une valeur moindre des dimensions lorsque la pièce est réexposée une deuxième fois à une température inférieure à la température TTP. Toutefois, ces diminutions de dimensions conviennent au domaine de l'horlogerie et de la bijouterie, la géométrie de la pièce étant conservée.

[0049] Un traitement thermique similaire mais avec une descente en température continue à une vitesse inférieure à 1°C/min, par exemple de 0.5°C/min, jusqu'à la température ambiante de 25°C, comme représenté sur la figure 2, permet d'obtenir une pièce dans un alliage à base d'or et de cuivre 5N tel que défini ci-dessus comprenant 99% de phase ordonnée AuCuI stable pour 1% de phase désordonnée (AuCu)α. Dans cet état, la géométrie et les dimensions de la pièce traitées selon l'étape c) sont parfaitement stables, une fois les dimensions modifiées suite au changement de phase (AuCu)α / AuCuI, aucune variation de dimensions n'étant observée lorsque la pièce est réexposée à une température inférieure à la température TTP.

[0050] Pour les modes de mise en oeuvre du traitement thermique avec une première descente en température à une vitesse comprise entre 2°C/min et 6 000°C/min avec un deuxième maintien à la température TP selon les figures 3 ou 4, la durée dudit deuxième maintien à la température TP selon la courbe EF sera d'autant augmentée que la première descente est rapide afin d'obtenir une transformation d'au moins 25%, préférentiellement d'au moins 60%, plus préférentiellement d'au moins 95%,et plus préférentiellement d'au moins 99%, de la phase (AuCu)α en AuCuI.

[0051] Pour un alliage à base d'or et de cuivre 5N tel que défini ci-dessus, on pourra par exemple appliquer un traitement thermique constitué d'une montée en température AB à 30°C/min suivie du premier maintien BC à la température TR égale à 450°C pendant 60 minutes, suivi de la première descente en température CE à une vitesse de 2°C/min jusqu'à la température TP de 250°C, suivie du deuxième maintien EF à 250°C pendant 60 minutes, suivi de la deuxième descente en température FD jusqu'à la température ambiante de 25°C à une vitesse de 20°C/min, comme représenté sur la figure 3.

[0052] Pour un alliage à base d'or et de cuivre 5N tel que défini ci-dessus, on pourra aussi par exemple appliquer un traitement thermique constitué d'une montée en température AB à 30°C/min suivie du premier maintien BC à la température TR égale à 450°C pendant 60 minutes, suivi de la première descente en température CG à une vitesse de 20°C/min jusqu'à la température ambiante de 25°C, suivie ultérieurement de la deuxième montée en température HE à 30°C/min, suivie du deuxième maintien EF à 250°C pendant 60 minutes, suivi de la deuxième descente en température FD jusqu'à la température ambiante de 25°C à une vitesse de 20°C/min, comme représenté sur la figure 4.

[0053] Plus globalement, un traitement thermique avec une descente en température continue à une vitesse de l'ordre de 0.1°C/min à 1°C/min jusqu'à la température ambiante de 25°C, comme représenté sur la figure 2, et un traitement thermique comprenant une première descente en température comprise entre 2°C/min et 6 000°C/min, de façon homogène, et un deuxième maintien à la température TP pendant un temps suffisant comme représenté sur les figures 3 et 4, permettent d'obtenir très avantageusement une stabilisation maximisée de la phase AuCuI, la pièce, notamment dans un alliage à base d'or et de cuivre 5N tel que défini ci-dessus, obtenue comprenant alors au moins 99% de phase ordonnée AuCuI stable pour moins de 1% de phase désordonnée (AuCu)α. Dans cet état, la géométrie et les dimensions de la pièce traitée selon l'étape c) sont parfaitement stables, une fois les dimensions modifiées suite au changement de phase (AuCu)α / AuCuI, aucune variation de dimensions n'étant observée lorsque la pièce est réexposée à une température inférieure à la température TTP.

[0054] Ainsi, quel que soit le mode de mise en oeuvre du traitement thermique utilisé, la stabilisation maximisée de la phase AuCuI permet de garantir une excellente stabilité des dimensions de la pièce obtenues après la diminution des dimensions liée au changement de phase, lorsque la pièce est exposée à une température inférieure à de la température TTP de transition de phase (AuCu)α / AuCuI.

[0055] La phase AuCuI étant parfaitement stable à une température inférieure à la température de transition de phase qui se situe en dessous de 350°C pour l'alliage 5N tel que défini ci-dessus, la pièce conservera une géométrie, des propriétés, une microstructure et une esthétique intacte lors d'une exposition courte ou prolongée à une température inférieure à cette valeur.

[0056] De plus, la phase AuCuI possède une dureté d'environ 300HV par rapport à celle de la phase (AuCu)α qui est de 165HV. Cela contribue donc à améliorer la vie du composant fabriqué en augmentant sa résistance aux rayures.

[0057] De plus, la mise en oeuvre de l'étape c) du procédé de l'invention permet d'améliorer les propriétés mécaniques du matériau, telles que la limite d'élasticité qui se trouve très fortement augmentée par rapport à un durcissement standard à 300°C, tant en conservant une ductilité très acceptable, comme cela sera démontré dans les exemples ci-dessous. Sans être lié par la théorie, cela peut s'expliquer par le fait que l'alliage traité selon l'étape c) présente une microstructure plus fine qui semble mieux s'accommoder à la déformation.

[0058] Ainsi, le procédé de l'invention permet de garantir un durcissement de l'alliage or 18K/cuivre sans déformation de la géométrie que la pièce avait avant la mise en oeuvre de l'étape c), tout en maitrisant les variantes dimensionnelles de la pièce qui sont propres à un alliage, indépendamment de la forme de la pièce, notamment lors d'une réexposition à température inférieure à la température TTP de transition de phase (AuCu)α / AuCuI. Le procédé de fabrication selon l'invention permet donc avantageusement de durcir des pièces et d'améliorer les propriétés mécaniques de l'alliage, telles que la limite d'élasticité tant en conservant une ductilité très acceptable, sans engendrer de déformations non maitrisée.

[0059] Par conséquent, pour un alliage donné, il est facile d'anticiper les variantes dimensionnelles de la pièce après la mise en oeuvre de l'étape c) en donnant à la pièce avant la mise en oeuvre de l'étape c) les surcotes nécessaires pour obtenir une pièce durcie non déformée et présentant les bonnes dimensions, ce qui permet de garantir le respect des tolérances de fabrication imposées dans les domaines de l'horlogerie et de la bijouterie.

[0060] A cet effet, le procédé de l'invention peut comprendre une étape préliminaire de mesure des variations dimensionnelles d'un échantillon réalisé dans l'alliage métallique utilisé, ledit échantillon étant soumis à un traitement thermique selon l'étape c), la pièce fournie à l'étape a) étant dimensionnée pour prendre en compte lesdites variations dimensionnelles mesurées à l'étape préliminaire par rapport aux dimensions du composant horloger ou de bijouterie à fabriquer.

[0061] On utilisera de préférence un procédé de fabrication dans lequel le traitement thermique est mis en oeuvre pour transformer au moins 99% de la phase (AuCu)α en AuCuI afin de garantir un durcissement de l'alliage or 18K/cuivre sans

déformation de la géométrie que la pièce avait avant la mise en oeuvre de l'étape c), tout en ayant une parfaite stabilité des dimensions permettant de garantir une stabilité des cotes lors d'un prochain traitement thermique à une température inférieure à la température TTP de transition de phase (AuCu)α / AuCuI. De ce fait, seule la diminution des dimensions liée au changement de phase (AuCu)α / AuCuI est à prendre en considération pour les surcotes.

[0062] Par ailleurs, une exposition de la pièce traitée selon l'étape c) à une température supérieure à la température TTP de transition de phase (AuCu)α / AuCuI engendre la formation de la phase (AuCu)α, la pièce recouvrant alors ses dimensions d'avant la stabilisation. Une nouvelle exposition au traitement thermique de stabilisation selon l'étape c) permet de recouvrer les dimensions de la pièce d'après la première stabilisation, sans jamais dégrader sa géométrie. Cela montre que la transformation est parfaitement réversible. Le procédé de l'invention permet donc avantageusement de garantir que, après un traitement thermique à une température supérieure à la température TTP de transition de phase (AuCu)α / AuCuI suivi d'une exposition à un deuxième traitement thermique de stabilisation selon l'étape c), la pièce recouvre les dimensions qu'on lui a données antérieurement après la première exposition au traitement thermique de stabilisation selon l'étape c).

[0063] Là encore, on utilisera de préférence un procédé de fabrication dans lequel le traitement thermique est mis en oeuvre pour transformer au moins 99% de la phase (AuCu)α en AuCuI afin de garantir une parfaite stabilité des dimensions permettant de garantir une stabilité des cotes. De ce fait, seule la diminution des dimensions liée au changement de phase (AuCu)α / AuCuI est à prendre en considération pour les surcotes.

[0064] Une ou plusieurs étapes c) telles que décrites ci-dessus peuvent être mises en oeuvre au cours du procédé de fabrication du composant horloger ou de bijouterie, notamment selon la nature de la pièce fournie à l'étape a), selon les opérations de fabrication mises en oeuvre au cours de l'étape b) et selon le moment pour lequel on recherche une stabilisation de l'alliage au cours du procédé de fabrication.

[0065] D'une manière avantageuse, l'étape c) peut être mise en oeuvre avant l'étape b), par exemple si on souhaite avoir un alliage stabilisé pour le stockage des pièces sous la forme de pièces massives ou pour stabiliser la pièce au plus tôt, notamment lorsqu'elle est livrée déjà sous forme d'ébauche, avant de commencer les opérations de fabrication selon l'étape b). Cela permet d'avoir des pièces en alliage à base d'or 18K et de cuivre dont les dimensions restent stables au cours du stockage des pièces par exemple.

[0066] D'une manière avantageuse, au moins une étape c) peut être mise en oeuvre pendant l'étape b). L'étape c) pourra être généralement mise en oeuvre à tout moment pendant l'étape b). De préférence, l'étape c) est mise en oeuvre après avoir réalisé toutes les opérations de fabrication qui nécessitent une faible dureté.

[0067] Notamment, une étape c) peut être mise en oeuvre pendant l'étape b) avant de soumettre la pièce à une opération de fabrication s'effectuant à une température inférieure à la température de transition de phase (AuCu)α / AuCuI, telle qu'un lavage ou un collage. Si toutes les opérations de fabrication s'effectuent à une température inférieure à la température de transition de phase (AuCu)α / AuCuI, alors il suffit de mettre en oeuvre une seule étape c) au plus tôt de l'étape b).

[0068] La transition de phase modifie fortement l'état de surface de sorte que si celle-ci est polie avant la transformation, une rugosité de surface sous forme d'une peau d'orange apparaitra en raison du soulèvement de la microstructure lors de la formation de la martensite dans les grains austénitiques. Réaliser le polissage sur une matière stabilisée selon l'étape c) permet de ne pas avoir de modification d'état de surface lors d'une remontée en température. Notamment, on n'observe aucun effet peau d'orange lors d'un repassage au four en dessous de la température de transition de phase (AuCu)α / AuCuI, étant donné que la microstructure a été stabilisée en amont. De même, lors d'un collage à chaud (180°C) par exemple, il apparaît clairement une rugosité sur la surface de la pièce non stabilisé alors que les problématiques de déformations et de peau d'orange au collage sont évitées avec une pièce stabilisée selon l'étape c).

[0069] Selon les opérations de fabrication, une première étape c) est mise en oeuvre avant l'étape b), et l'étape b) comprend, par exemple après des opérations d'usinage, une opération de fabrication s'effectuant à une température supérieure à la température de transition de phase (AuCu)α / AuCuI, alors une deuxième étape c) est mise en oeuvre directement après ladite opération de fabrication. Un tel mode de réalisation peut être utilisé lorsque l'opération de fabrication est un sertissage ou un brasage.

[0070] Plus particulièrement, en référence à la figure 5, une première étape c) est mise en oeuvre avant l'étape b), par exemple après la réception d'une pièce fournie selon l'étape a) dans état recuit à 650°C puis trempé à l'eau selon la courbe de température R, et possédant une géométrie donnée, la première étape c) réalisée selon la courbe de température TMM permettant d'obtenir une transformation maîtrisée maximisée de l'alliage pour donner une pièce stabilisée qui est une réduction homothétique contrôlée et connue de la pièce fournie, et l'étape b) comprend, par exemple après des opérations d'usinage de la pièce stabilisée, une opération de brasage réalisée selon la courbe de température B, qui détransforme la matière, la pièce se retrouvant dans une forme proche de la forme réceptionnée, alors une deuxième étape c) réalisée selon la courbe de température TMM est mise en oeuvre directement après l'opération de brasage. Le deuxième traitement thermique de stabilisation selon l'étape c) permet de redurcir la pièce et de recouvrer, après le brasage, les dimensions de la pièce stabilisée par le premier traitement thermique de stabilisation selon l'étape c) avant le brasage. On note que les compositions chimiques des brasures sont très proches de celles de l'alliage pour se rapprocher de sa couleur. Ainsi la brasure se comporte de manière très similaire à celle de la pièce et subit les mêmes changements de volume ce qui

assure que la transformation ne créera pas de contraintes locales. Les autres opérations de fabrication peuvent être mises en oeuvre pour obtenir le composant fini.

[0071] Pour une pièce brasée, il est donc possible de réaliser un enchaînement d'opérations afin de garantir une parfaite maîtrise dimensionnelle sans calculer aucune surcote de transformation de phase par rapport aux dimensions de la pièce stabilisée par le premier traitement thermique de stabilisation selon l'étape c).

[0072] Pour une pièce sertie, une première étape c) est mise en oeuvre avant l'étape b), par exemple après la réception d'une pièce possédant une géométrie donnée, la première étape c) permettant d'obtenir une transformation maîtrisée de l'alliage pour donner une pièce stabilisée qui est une réduction homothétique contrôlée et connue de la pièce fournie, et l'étape b) comprend, par exemple après des opérations d'usinage de la pièce stabilisée, un traitement thermique à une température supérieure à la température de transition de phase (AuCu)α / AuCuI pour ramollir l'alliage, tel qu'un recuit suivi d'une trempe à l'eau, qui détransforme la matière, la pièce se retrouvant dans une forme proche de la forme réceptionnée, suivi d'une opération de sertissage réalisée sur une matière molle, alors une deuxième étape c) est mise en oeuvre directement après l'opération de sertissage. Le deuxième traitement thermique de stabilisation selon l'étape c) permet de redurcir la pièce et de recouvrer, après le sertissage, les dimensions de la pièce stabilisée par le premier traitement thermique de stabilisation selon l'étape c) avant le traitement thermique de ramollissement. Il est donc possible de réaliser un sertissage sans calculer aucune surcote de transformation de phase par rapport aux dimensions de la pièce stabilisée par le premier traitement thermique de stabilisation selon l'étape c).

[0073] L'invention concerne également un composant horloger ou de bijouterie comprenant au moins une partie en alliage métallique au moins binaire à base d'or et de cuivre comprenant au moins 58% d'or en poids obtenu selon le procédé de fabrication décrit ci-dessus. Ce composant se distingue des composants durcis obtenus par un durcissement classique de 60 min à 300°C depuis un état recuit à 650°C puis trempé à l'eau par exemple par une microstructure différente. La microstructure se trouve fortement modifiée par la transformation de phase. Dans cette transformation la phase α austénitique se transforme en phase AuCuI martensitique, induisant une modification de la structure intra-grain parent. Selon le traitement thermique appliqué, c'est-à-dire entre un durcissement classique de 60 min à 300°C et un traitement thermique de stabilisation selon l'étape c) (par exemple 60 min à 450°C + refroidissement lent à 2°C/min), on observe une microstructure légèrement différente comme le montrent les figures 18 et 19. La figure 18 montre une microstructure austénitique obtenue après le durcissement traditionnel et la figure 19 montre que la microstructure austénitique obtenue après un traitement thermique de stabilisation selon l'étape c) est plus fine.

[0074] L'invention concerne également un procédé pour augmenter la dureté d'un composant horloger ou de bijouterie lors de sa fabrication, ledit composant comprenant au moins une partie en alliage métallique au moins binaire à base d'or et de cuivre comprenant au moins 58% d'or, en permettant de conserver la géométrie et de maîtriser les variations dimensionnelles dudit composant horloger ou de bijouterie lors de sa fabrication, par application audit composant horloger ou de bijouterie lors de sa fabrication du traitement thermique de stabilisation de l'alliage dans un état dans lequel il possède au moins 25%, préférentiellement au moins 60%, plus préférentiellement au moins 95% et plus préférentiellement au moins 99% de phase ordonnée AuCuI, tel que décrit ci-dessus.

[0075] Les exemples suivant illustrent la présente invention sans toutefois en limiter la portée.

Exemples

1) Stabilité de l'alliage 5N aux températures inférieures à la température de transition de phase (AuCu)α / AuCuI

[0076] On fournit des anneaux épais en alliage or 18k/cuivre 5N tel que défini ci-dessus présentant des dimensions similaires à une carrure de montre par exemple, avec un diamètre extérieur de 43 mm, un diamètre intérieur de 28 mm et une épaisseur de 7 mm. Les anneaux sont d'abord tous traités selon le traitement thermique R constitué d'un recuit à 650°C et d'une trempe dans de l'eau à température ambiante. Pour tous les anneaux fournis selon l'étape a) du procédé de l'invention, l'alliage est donc dans sa phase (AuCu)α. La dureté est de 165 HV.

[0077] Ensuite, trois anneaux A1, A2, A3 sont préparés selon l'étape c) du procédé de l'invention et durcis à 300 HV en appliquant le traitement thermique de stabilisation TM défini par une montée en température à une vitesse de 30°C/min, un premier maintien à la température TR de 450°C pendant 60 minutes, une première descente en température jusqu'à la température TP de 250°C à la vitesse de 2°C/min suivie de la deuxième descente en température à une vitesse de 20 °C/min, comme représenté sur la figure 3, la durée du deuxième maintien à la température TP étant de 0. Ce traitement thermique TM de stabilisation de l'alliage permet une transformation de 95% de la phase (AuCu)α en phase AuCuI.

[0078] Le taux de transformation est calculé en considérant une équivalence entre le taux de transformation de phase, la dureté et l'évolution dimensionnelle (taux de retrait).

[0079] Les anneaux durcis A1, A2, A3 sont soumis ultérieurement à deux revenus RV1, RV2 à 300°C pendant 60 minutes, simulant des réexpositions des anneaux traités selon le procédé de l'invention à une opération de fabrication à une température inférieure à la température de transition de phase (AuCu)α / AuCuI.

[0080] Trois autres anneaux A4, A5, A6 sont préparés selon l'étape c) du procédé de l'invention et durcis à 300 HV en appliquant le traitement thermique de stabilisation maximisée TMM défini par une montée en température à une vitesse de

30°C/min, un premier maintien à la température TR de 450°C pendant 60 minutes, une première descente en température jusqu'à la température TP de 250°C à la vitesse de 2°C/min suivie du deuxième maintien à la température TP pendant 60 minutes suivi de la deuxième descente en température à une vitesse de 20°C/min, comme représenté sur la figure 3, la durée du deuxième maintien à la température TP étant non nulle. Ce traitement thermique TMM de stabilisation maximisée de l'alliage permet une transformation de 99% de la phase (AuCu)α en phase AuCuI.

[0081] Les anneaux durcis sont soumis ultérieurement à un revenu RV1 à 300°C pendant 60 minutes, correspondant à des réexpositions des anneaux traités selon le procédé de l'invention à une température inférieure à la température de transition de phase (AuCu)α / AuCuI.

[0082] A titre comparatif, trois anneaux A7, A8, A9 fournis à l'état recuit (à 650°C) puis trempés dans de l'eau à température ambiante sont durcis à 300 HV de manière traditionnelle en les exposant à une température de 300°C pendant 60 min selon le traitement thermique TD.

[0083] Les anneaux durcis sont soumis ultérieurement à un revenu à 300°C RV1 pendant 60 minutes, simulant une réexposition des anneaux à une température inférieure à la température de transition de phase (AuCu)α / AuCuI.

[0084] Pour chaque anneau, on mesure après chaque traitement thermique appliqué le diamètre extérieur, ainsi que la circularité et la planéité.

[0085] Les résultats obtenus pour les anneaux A1, A2, A3 traités selon le procédé de l'invention avec une transformation de 95% de la phase (AuCu)α en phase AuCuI. sont montrés sur les figures 9, 10 et 11, qui représentent respectivement les mesures du diamètre extérieur circonscrit, les mesures de planéité et les mesures de circularité en fonction de chaque traitement thermique R, TM, RV1 et RV2 sur chaque anneau A1, A2, A3.

[0086] Les résultats obtenus pour les anneaux A4, A5, A6 traités selon le procédé de l'invention avec une transformation de 99% de la phase (AuCu)α en phase AuCuI sont montrés sur la figure 12 qui représente les mesures du diamètre extérieur circonscrit en fonction de chaque traitement thermique R, TMM, et RV1 sur chaque anneau A4, A5, A6.

[0087] Les résultats obtenus pour les anneaux A7, A8, A9 à titre comparatif sont représentés sur les figures 13, 14 et 15, qui représentent respectivement les mesures du diamètre extérieur circonscrit, les mesures de planéité et les mesures de circularité en fonction de chaque traitement thermique R, TD, et RV1 sur chaque anneau A7, A8, A9.

[0088] Ces résultats montrent que les pièces A1, A2, A3 traitées selon le procédé de l'invention avec une transformation de 95% de la phase (AuCu)α en phase AuCuI conservent une excellente géométrie en termes de planéité et circularité (Fig. 10 et 11), même après exposition aux deux revenus. La figure 9 montre pour les trois anneaux A1, A2, A3 une même première diminution du diamètre moyen de la pièce d'environ 70 µm après la mise en oeuvre du traitement thermique de stabilisation TM. Cette première diminution du diamètre s'effectue donc de façon très répétable, étant liée au changement de volume de la maille. Puis on observe une légère diminution du diamètre moyen de la pièce après exposition aux revenus (6 µm après le revenu RV1 et 2 µm après le revenu RV2) jusqu'à atteindre un état d'équilibre. Ces dernières variations sont très acceptables dans les domaines horloger et bijoutier.

[0089] Pour les pièces A4, A5, A6 traitées selon le procédé de l'invention avec une transformation de 99% de la phase (AuCu)α en phase AuCuI, la figure 12 montre une seule diminution du diamètre moyen de la pièce d'environ 76 µm après la mise en oeuvre du traitement thermique de stabilisation TMM, mais de façon très répétable, étant liée au changement de volume de la maille. Cette dimension est stable, puisqu'on n'observe ensuite pratiquement aucune diminution du diamètre moyen de la pièce après exposition à un revenu. Il est précisé que les pièces conservent également une excellente géométrie en termes de planéité et circularité, même après exposition à un revenu.

[0090] Pour les pièces A7, A8, A9 comparatives, la transformation de phase a engendré des déformations colossales de pièces, en particulier sur la géométrie. On observe à la fin de la transformation un défaut de planéité et de circularité (cf. figures 14 et 15) pouvant dépasser le dixième alors qu'il était à l'origine de moins de deux centièmes.

[0091] Des essais similaires sont réalisés mais en remplaçant la réexposition à des revenus à 300°C par des réexpositions des anneaux durcis à 300 HV selon le traitement thermique de stabilisation TM défini ci-dessus à des lavages dans des bains de lavage de production à 70°C, les anneaux étant ensuite séchés à l'air chaud à 110°C. A titre comparatif, des anneaux recuits et trempés à l'eau sont également soumis aux mêmes lavages et séchage. Les pièces sont mesurées immédiatement après leur dernier traitement thermique respectif et sont lavées trois fois dans les bains de lavage de production. Les pièces sont remesurées entre chaque passage dans les bains de lavage. On obtient des résultats identiques en termes de conservation de la géométrie des anneaux et de stabilité des dimensions après la mise en oeuvre du traitement thermique de stabilisation pour les anneaux traités selon le traitement TM. Au contraire, on observe que les pièces recuites subissent des variations dimensionnelles de presque 20 µm de façon très répétable après trois passages en bain de lavage. La dureté de ces pièces a également légèrement augmenté.

[0092] Les pièces qui ont été traitées thermiquement par le traitement thermique TM ne sont pas du tout affectées par les passages dans les bains de lavage. Cela montre que la matière a bien été stabilisée et est insensible à des expositions en température inférieures à 350°C contrairement à la phase (AuCu)α qui est instable à ces températures.

2) Indépendance du retrait

[0093] On fournit quatre pièces de géométrie différentes en alliage or 18k/cuivre 5N tel que défini ci-dessus, la pièce P1 étant un anneau épais avec un diamètre extérieur de 48 mm, un diamètre intérieur de 28 mm et une épaisseur de 7 mm, la pièce P2 étant un anneau fin avec un diamètre extérieur de 38 mm, un diamètre intérieur de 35 mm et une épaisseur de 5 mm, la pièce P3 étant un cylindre plat de 30 mm de diamètre et de 10 mm d'épaisseur, la pièce P4 étant un cylindre plat de 23 mm de diamètre et de 7 mm d'épaisseur.

[0094] Les quatre pièces sont traitées de la même manière et étant tout d'abord traitées selon le traitement thermique R constitué d'un recuit à 650°C et d'une trempe dans de l'eau à température ambiante. Pour toutes les pièces fournies selon l'étape a) du procédé de l'invention, l'alliage est donc dans sa phase (AuCu)α. La dureté est de 165 HV.

[0095] Ensuite, les quatre pièces P1, P2, P3 et P4 sont préparées selon l'étape c) du procédé de l'invention et durcies à 300 HV en appliquant le traitement thermique de stabilisation TM de l'alliage décrit dans l'exemple ci-dessus permettant une transformation de 95% de la phase (AuCu)α en phase AuCuI (montée à 30°C/min, premier maintien à 450°C pendant 60 minutes, première descente en température jusqu'à 250°C à 2°C/min suivie de la deuxième descente en température à une vitesse de 20°C/min, comme représenté sur la figure 3, la durée du deuxième maintien à la température TP étant de 0).

[0096] Les quatre pièces P1, P2, P3 et P4 durcies sont soumises ultérieurement aux deux revenus RV1, RV2 à 300°C pendant 60 minutes, correspondant à des réexpositions des anneaux traités selon le procédé de l'invention à une température inférieure à la température de transition de phase (AuCu)α / AuCuI.

[0097] Pour chaque pièce P1, P2, P3 et P4, on mesure après chaque traitement thermique appliqué le diamètre extérieur, ainsi que la circularité et la planéité.

[0098] Les résultats obtenus pour les pièces P1, P2, P3 et P4 traitées selon le procédé de l'invention avec une transformation de 95% de la phase (AuCu)α sont montrés sur la figure 16, qui représente la diminution relative du diamètre extérieur, c'est-à-dire le retrait relatif, en fonction de chaque traitement thermique R, TM, RV1 et RV2 pour chaque pièce P1, P2, P3 et P4.

[0099] On observe sur la figure 16 que le retrait total après RV2 est très similaire pour toutes les pièces P1, P2, P3 et P4. Il est en moyenne de 0.180 ±0.01 %.

[0100] Puisque ces pièces P1, P2, P3 et P4 sont de géométrie très différente et sont issues de différents lots de matière, on peut en conclure que le retrait de la matière est indépendant de la géométrie et de la microstructure, il dépend uniquement de l'alliage, ici l'or rouge 5N Au750/Cu205/Ag45.

[0101] Des essais similaires ont été reproduits mais avec un traitement thermique de stabilisation TMM comme décrit dans l'exemple ci-dessus. Le retrait, toujours indépendant de la géométrie, est d'environ 0.19% pour l'or rouge 5N pour 95% de transformation tel que défini ci-dessus. Pour un alliage or/cuivre 4N tel que défini ci-dessus, le retrait, toujours indépendant de la géométrie, est d'environ 0.13%.

[0102] Par ailleurs, on a observé que, pour toutes les pièces P1, P2, P3 et P4, la planéité et la circularité des pièces P1, P2, P3 et P4 était conservée au cours du traitement thermique de stabilisation TM ou TMM.

[0103] A titre comparatif, des essais similaires ont été reproduits mais avec un traitement thermique TD (durcissement à 300°C pendant 60min depuis l'état recuit 650°C et trempé à l'eau) comme décrit dans l'exemple ci-dessus. On observe les mêmes ordres de grandeurs de déformations sur les différentes géométries. Les pièces massives se déforment quasiment autant que les pièces fines.

3) Propriétés mécaniques

[0104] Des essais mécaniques ont été menés sur des éprouvettes de traction en or 5N comme défini ci-dessus.

[0105] Des éprouvettes E1, E2, et E3 ont été exposées aux traitements thermiques définis dans le tableau II ci-dessous :

L'éprouvette E1 est simplement traitée selon le traitement thermique R constitué d'un recuit à 650°C et d'une trempe dans de l'eau à température ambiante.

L'éprouvette E2 a été durcie par le traitement thermique de stabilisation TM selon l'étape c) tel que décrit dans l'exemple ci-dessus.

[0106] A titre comparatif l'éprouvette E3 a été durcie par le traitement standard TD à 300°C pendant 60 minutes.

[0107] On mesure pour chaque éprouvette la dureté (norme ISO 6507), la limite élastique conventionnelle ($Rp_{0\,2}$), la limite de résistance à la traction σ_{max} et l'élongation ε (norme ISO 6892-1). La ductilité est calculée en intégrant l'aire sous la courbe de traction.

[0108] Les résultats sont indiqués dans le tableau II ci-dessous et représentés sur la figure 17 qui représente la contrainte en fonction de l'élongation pour l'éprouvette ayant subi un simple recuit (courbe E1), le traitement TM (courbe E2) et le traitement TD (courbe E3).

Tableau II

[0109]

Traitement thermique	Dureté HV	$Rp_{0\ 2}$ MPa	σ_{max} MPa	ε (%)	Ductilité MJ/m^3
Recuit 650°C +trempe à l'eau	165	401	763	40	239
TD : 60 min à 300°C	302	793	1088	11	107
TM : 1er maintien 60 min à 450°C; Refroid, à 2°C/min jusqu'à 250°C	302	937	1229	16.5	182

[0110] On observe dans le tableau II ci-dessus et sur la Figure 17 que le traitement thermique de stabilisation TM selon l'étape c) de l'invention donne des propriétés mécaniques très intéressantes au matériau. La limite d'élasticité se trouve très fortement augmentée et le matériau garde une ductilité très acceptable avec une aire sous la courbe très proche entre l'état recuit et l'état durci par le traitement thermique de stabilisation TM selon l'étape c) de l'invention. On remarque que les contraintes élastiques et à rupture sont plus élevées avec le traitement TM qu'avec le traitement TD mais l'élongation à rupture est également accrue, ce qui résulte quasiment en un facteur deux sur la ductilité.

[0111] Malgré une dureté identique, les propriétés mécaniques avec le durcissement par le traitement thermique de stabilisation TM selon l'étape c) de l'invention sont plus intéressantes qu'avec un durcissement à 300°C pendant 60min selon le traitement thermique TD. On peut expliquer cela par une microstructure plus fine de l'alliage qui s'accommode mieux à la déformation.

4) Stabilité de l'alliage 5N aux températures supérieures à la température de transition de phase (AuCu)α / AuCuI

[0112] On fournit trois anneaux épais A10, A11, A12 en alliage or 18k/cuivre 5N tel que défini ci-dessus présentant des dimensions similaires à une carrure de montre par exemple, avec un diamètre extérieur de 43 mm, un diamètre intérieur de 28 mm et une épaisseur de 7 mm. Les anneaux sont traités selon l'enchainement thermique représenté sur la figure 5 :

- un traitement thermique selon la courbe R constitué d'un recuit à 650°C et d'une trempe dans de l'eau à température ambiante donnant à l'anneau la forme 1;
- le traitement thermique de stabilisation maximisée selon la courbe TMM, défini par une montée en température à une vitesse de 30°C/min, un premier maintien à la température TR de 450°C pendant 60 minutes, une première descente en température jusqu'à la température TP de 250°C à la vitesse de 2°C/min suivie du deuxième maintien à la température TP pendant 60 minutes suivi de la deuxième descente en température à une vitesse de 20°C/min, comme représenté sur la figure 3, la durée du deuxième maintien à la température TP étant non nulle. Ce traitement thermique TMM de stabilisation maximisée de l'alliage permet une transformation de 99% de la phase (AuCu)α en phase AuCuI, donnant aux anneaux A10, A11, A12 la forme 2, qui est une homothétie en réduction de la forme 1 ;
- un traitement thermique de brasage selon la courbe B à 780°C ; les anneaux A10, A11, A12 se retrouvent en forme 1 ;
- un deuxième traitement thermique selon la courbe TMM comme défini ci-dessus, directement après la brasure, les anneaux A10, A11, A12 recouvrent la forme 2.

[0113] Des opérations d'usinage des anneaux A10, A11, A12 stabilisés après le premier traitement thermique TMM peuvent être réalisées.

[0114] Pour chaque anneau A10, A11, A12, on mesure après chaque traitement thermique appliqué le diamètre extérieur, ainsi que la circularité et la planéité.

[0115] Les résultats sont montrés sur les figures 6, 7 et 8, qui représentent respectivement les mesures du diamètre extérieur, les mesures de planéité et les mesures de circularité en fonction de chaque traitement thermique R, 1er TMM, B et 2ème TMM sur chaque anneau A10, A11, A12.

[0116] La ligne à 0.02 mm indique la tolérance acceptable dans le domaine horloger et de la bijouterie.

[0117] La figure 6 montre la diminution du diamètre moyen des anneaux A10, A11, A12 attendue après la mise en oeuvre du traitement thermique de stabilisation TMM, mais de façon très répétable, étant liée au changement de volume de la maille.

[0118] On observe que lors du brasage, les anneaux A10, A11, A12 recouvrent leurs dimensions initiales, après le recuit R. Au cours du cycle, la géométrie des anneaux A10, A11, A12 est toujours conservée, comme le montre les figures 7 et 8. D'une manière particulièrement avantageuse, les anneaux A10, A11, A12 recouvrent la même cote, au µm près, en effectuant le deuxième durcissement selon le deuxième thermique de stabilisation TMM que lors du premier durcissement selon le premier traitement thermique de stabilisation TMM. Le procédé selon l'invention permet donc très avantageusement de „détransformer“ l'alliage d'une pièce tout en gardant la possibilité de recouvrer la même géométrie de la pièce plus tard.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un composant horloger ou de bijouterie comprenant au moins une partie en alliage métallique au moins binaire à base d'or et de cuivre comprenant au moins 58% d'or en poids, ledit procédé comprenant au moins les étapes suivantes :
   a) fournir une pièce comprenant au moins une partie massive composée dudit alliage métallique ;
   b) appliquer sur la pièce différentes opérations de fabrication pour obtenir le composant horloger ou de bijouterie ;
   caractérisé en ce que ledit procédé comprend au moins une étape c) de stabilisation de la géométrie de la pièce et de maîtrise des variations dimensionnelles de la pièce au cours du procédé, par application à ladite pièce d'un traitement thermique de stabilisation de l'alliage dans un état dans lequel il possède au moins 25%, préférentiellement au moins 60%, plus préférentiellement au moins 95% et plus préférentiellement au moins 99% de phase ordonnée AuCuI, ledit traitement thermique comprenant une première montée en température à une température TR comprise entre la température de transition de phase (AuCu)α / AuCuI et la température de fusion de l'alliage, directement suivie d'un premier maintien à la température TR pendant une période d'au moins 1 minute, de préférence comprise entre 5 minutes et 48h, préférentiellement entre 10 minutes et 300 minutes, et plus préférentiellement entre 30 minutes et 90 minutes, directement suivi d'une descente en température jusqu'à la température ambiante de 25°C comprenant, immédiatement après le premier maintien à la température TR une première descente en température à une vitesse comprise entre 0.1°C/min et 6 000°C/min, préférentiellement entre 1°C/min et 10°C/min, plus préférentiellement entre 2°C/min et 5°C/min, au moins jusqu'à une température TP comprise entre 100°C et la température de transition de phase (AuCu)α / AuCuI, un deuxième maintien à la température TP pendant une durée comprise entre 0 à 48h choisie pour permettre à l'alliage de se transformer dans un état dans lequel il possède au moins 25%, préférentiellement au moins 60%, plus préférentiellement au moins 95% et plus préférentiellement au moins 99% de phase ordonnée AuCuI, ledit deuxième maintien à la température TP étant directement suivi d'une deuxième descente en température jusqu'à la température ambiante de 25°C à une vitesse supérieure ou égale à celle de la première descente, préférentiellement comprise entre 20°C/min et 100°C/min,
   l'étape c) étant mise en oeuvre avant l'étape b) et/ou pendant l'étape b).
2. Procédé de fabrication d'un composant horloger ou de bijouterie selon la revendication 1, caractérisé en ce que la descente en température jusqu'à la température ambiante de 25°C de l'étape c) est une descente continue en température à une vitesse comprise entre 0.1°C/min et 2°C/min, de préférence entre 0.5°C/min et 2°C/min jusqu'à la température ambiante de 25°C.
3. Procédé de fabrication d'un composant horloger ou de bijouterie selon la revendication 1, caractérisé en ce que la première descente en température s'effectue à une vitesse comprise entre 0.1°C/min et 6 000°C/min, de préférence entre 1°C/min et 10°C/min, en ce que la durée du deuxième maintien à la température TP est comprise entre 1 minute à 48h, de préférence comprise entre 10 minutes et 300 minutes, préférentiellement entre 30 minutes et 90 minutes, ladite durée étant choisie pour permettre à l'alliage de se transformer dans un état dans lequel il possède au moins 25%, préférentiellement au moins 60%, plus préférentiellement au moins 95% et plus préférentiellement au moins 99% de phase ordonnée AuCuI.
4. Procédé de fabrication d'un composant horloger ou de bijouterie selon la revendication 3, caractérisé en ce que la première descente en température s'effectue jusqu'à la température TP, directement suivie du deuxième maintien à la température TP, directement suivi de la deuxième descente en température.
5. Procédé de fabrication d'un composant horloger ou de bijouterie selon la revendication 3, caractérisé en ce que la première descente en température s'effectue jusqu'à la température ambiante de 25°C, une deuxième montée en température jusqu'à la température TP étant ensuite prévue, suivie directement du deuxième maintien à la température TP, le deuxième maintien à la température TP étant directement suivi de la deuxième descente en température.
6. Procédé de fabrication d'un composant horloger ou de bijouterie selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la température TR est supérieure d'au moins 1°C, de préférence d'au moins 10°C, de préférence d'au moins 50°C, à la température de transition de phase (AuCu)α / AuCuI, et inférieure d'au moins 1°C, de préférence d'au moins 10°C, de préférence d'au moins 50°C, à la température de fusion de l'alliage.
7. Procédé de fabrication d'un composant horloger ou de bijouterie selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la pièce fournie à l'étape a) est une pièce brute massive, une ébauche, ou un semi-produit.
8. Procédé de fabrication d'un composant horloger ou de bijouterie selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les opérations de fabrication pour réaliser le composant horloger ou de bijouterie selon l'étape b)

sont choisies dans le groupe comprenant un étampage, un usinage, un frittage, un traitement thermique, une gravure, un poinçonnage, une impression 3D, un sertissage, un collage, un polissage, un diamantage, un lavage et un brasage.

9. Procédé de fabrication d'un composant horloger ou de bijouterie selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'étape c) est mise en oeuvre avant l'étape b).

10. Procédé de fabrication d'un composant horloger ou de bijouterie selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins une étape c) est mise en oeuvre pendant l'étape b).

11. Procédé de fabrication d'un composant horloger ou de bijouterie selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'une étape c) est mise en oeuvre pendant l'étape b), ladite étape c) étant mise en oeuvre avant de soumettre la pièce à une opération de fabrication s'effectuant à une température inférieure à la température de transition de phase (AuCu)α / AuCuI si toutes les opérations de fabrication s'effectuent à une température inférieure à la température de transition de phase (AuCu)α / AuCuI.

12. Procédé de fabrication d'un composant horloger ou de bijouterie selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'une première étape c) est mise en oeuvre avant l'étape b), en ce que l'étape b) comprend une opération de fabrication s'effectuant à une température supérieure à la température de transition de phase (AuCu)α / AuCuI, et en ce qu'une deuxième étape c) est mise en oeuvre après ladite opération de fabrication.

13. Procédé de fabrication d'un composant horloger ou de bijouterie selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'une première étape c) est mise en oeuvre avant l'étape b), en ce que l'étape b) comprend une opération de brasage, et en ce qu'une deuxième étape c) est mise en oeuvre après l'opération de brasage.

14. Procédé de fabrication d'un composant horloger ou de bijouterie selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'une première étape c) est mise en oeuvre avant l'étape b), en ce que l'étape b) comprend un traitement thermique à une température supérieure à la température de transition de phase (AuCu)α / AuCuI pour ramollir l'alliage, suivi d'une opération de sertissage, et en ce qu'une deuxième étape c) est mise en oeuvre après l'opération de sertissage.

15. Procédé de fabrication d'un composant horloger ou de bijouterie selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend une étape préliminaire de mesure des variations dimensionnelles d'un échantillon réalisé dans ledit alliage métallique soumis à un traitement thermique selon l'étape c), et en ce que la pièce fournie à l'étape a) est dimensionnée pour prendre en compte lesdites variations dimensionnelles mesurées à l'étape préliminaire par rapport aux dimensions du composant horloger ou de bijouterie à fabriquer.

16. Composant horloger ou de bijouterie comprenant au moins une partie en alliage métallique au moins binaire à base d'or et de cuivre comprenant au moins 58% d'or en poids obtenu selon le procédé de fabrication selon les revendications 1 à 15.

17. Composant horloger ou de bijouterie selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'il consiste en un élément de l'habillage d'une montre, un élément d'un mouvement d'une montre, ou un bijou.

18. Procédé pour augmenter la dureté d'un composant horloger ou de bijouterie lors de sa fabrication, ledit composant comprenant au moins une partie en alliage métallique au moins binaire à base d'or et de cuivre comprenant au moins 58% d'or, en permettant de conserver la géométrie et de maîtriser les variations dimensionnelles dudit composant horloger ou de bijouterie lors de sa fabrication, par application audit composant horloger ou de bijouterie lors de sa fabrication d'un traitement thermique de stabilisation de l'alliage dans un état dans lequel il possède au moins 25%, préférentiellement au moins 60%, plus préférentiellement au moins 95% et plus préférentiellement au moins 99% de phase ordonnée AuCuI, ledit traitement thermique comprenant une première montée en température à une température TR comprise entre la température de transition de phase (AuCu)α / AuCuI et la température de fusion de l'alliage, directement suivie d'un premier maintien à la température TR pendant une période d'au moins 1 minute, de préférence comprise entre 5 minutes et 48h, préférentiellement entre 10 minutes et 300 minutes, et plus préférentiellement entre 30 minutes et 90 minutes, directement suivi d'une descente en température jusqu'à la température ambiante de 25°C comprenant, immédiatement après le premier maintien à la température TR une première descente en température à une vitesse comprise entre 0.1°C/min et 6 000°C/min, préférentiellement entre 1°C/min et 10°C/min, plus préférentiellement entre 2°C/min et 5°C/min, au moins jusqu'à une température TP comprise entre 100°C et la température de transition de phase (AuCu)α / AuCuI, un deuxième maintien à la température TP pendant une durée comprise entre 0 à 48h choisie pour permettre à l'alliage de se transformer dans un état dans lequel il possède au moins 25%, préférentiellement au moins 60%, plus préférentiellement au moins 95% et plus préférentiellement au moins 99% de phase ordonnée AuCuI, ledit deuxième maintien à la température TP étant directement suivi d'une deuxième descente en température jusqu'à la température ambiante de 25°C à une vitesse supérieure ou égale à celle de la première descente.

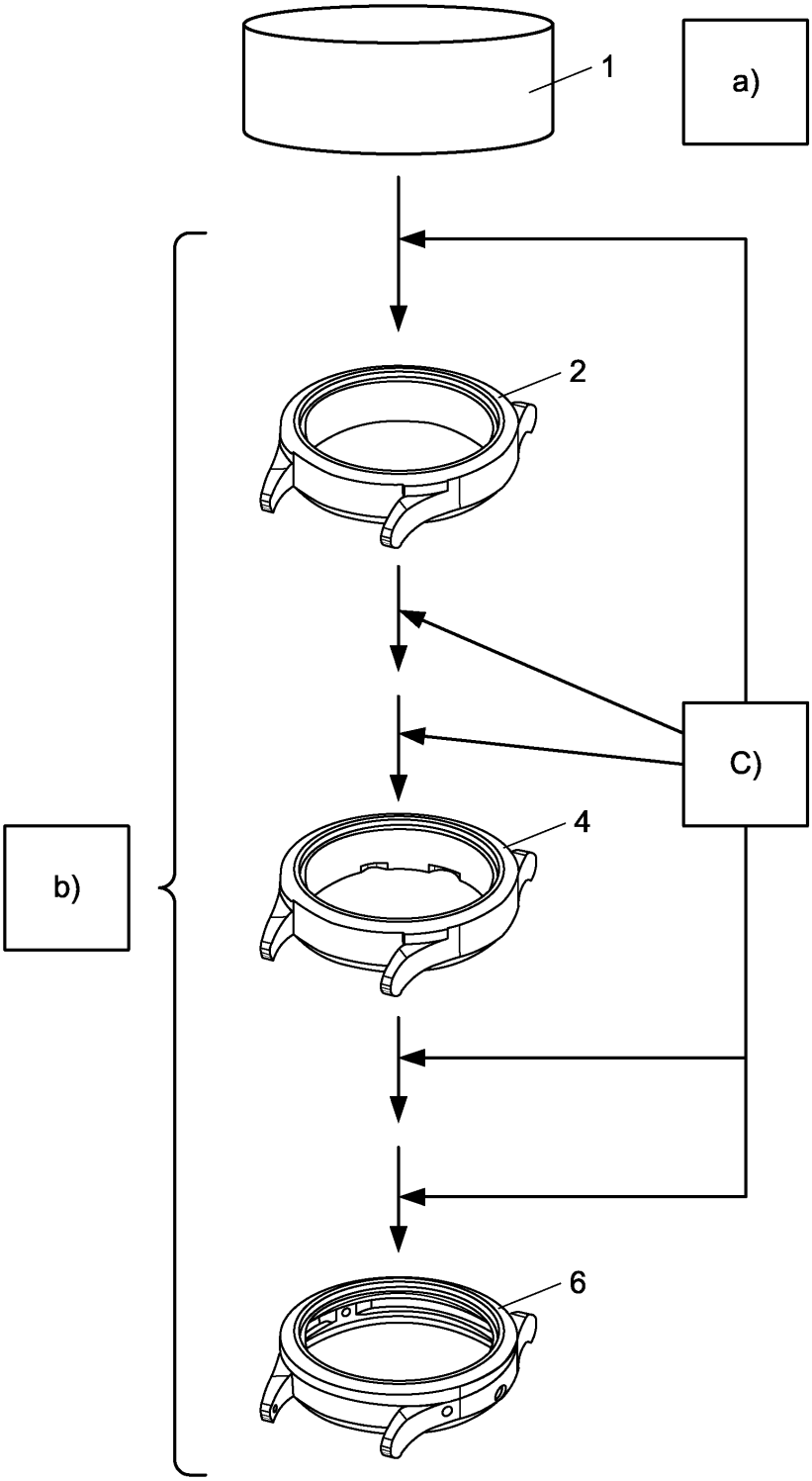


Fig. 1

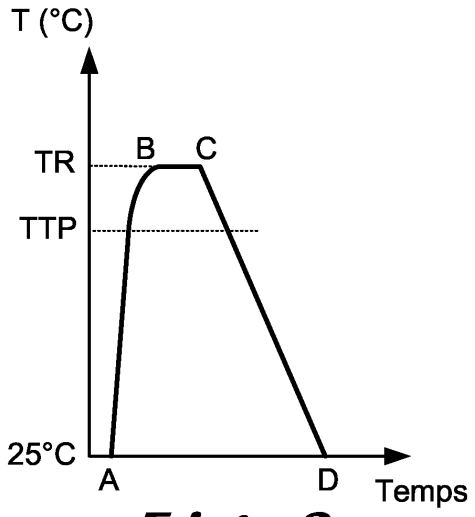


Fig. 2

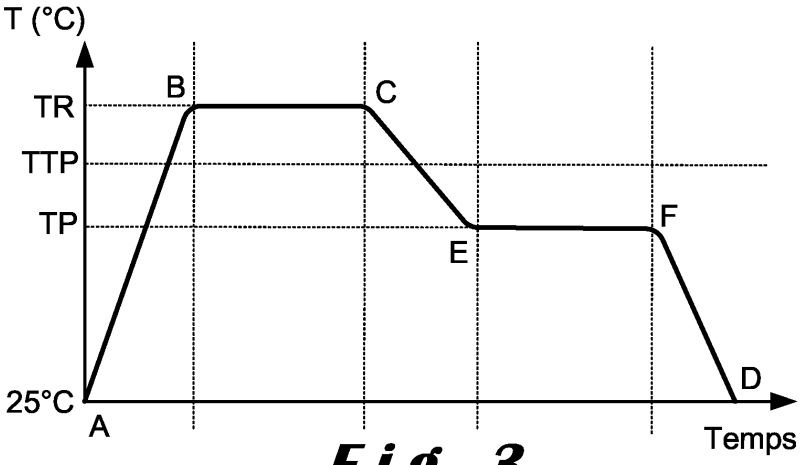


Fig. 3

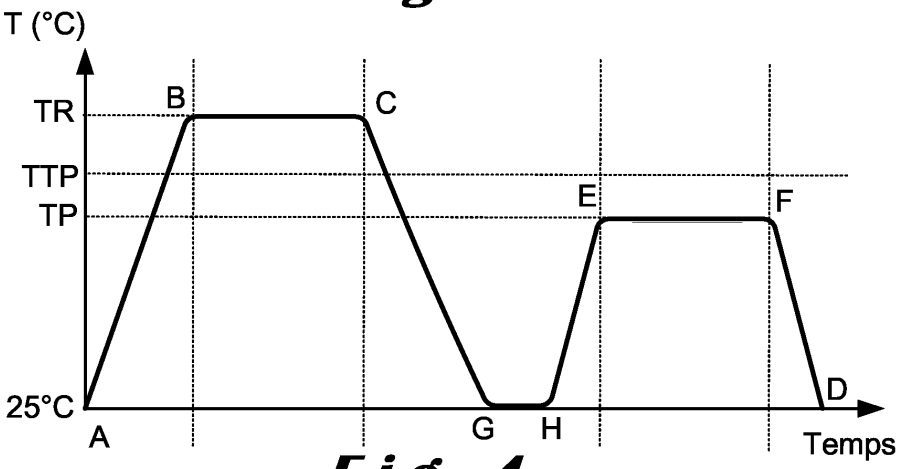


Fig. 4

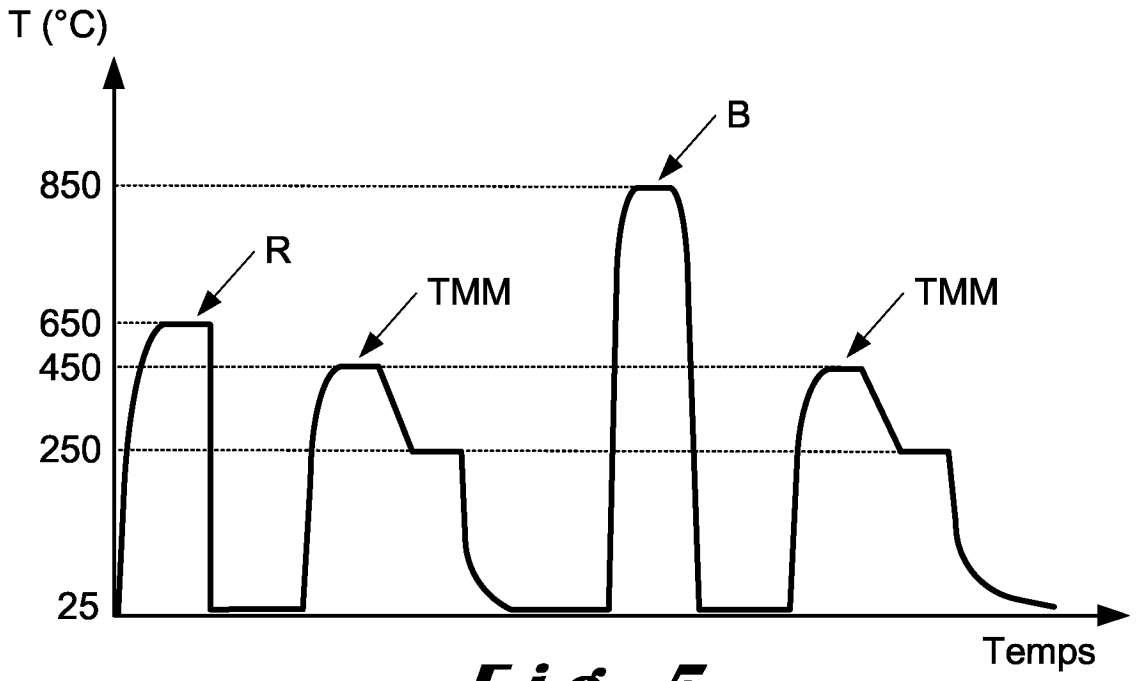


Fig. 5

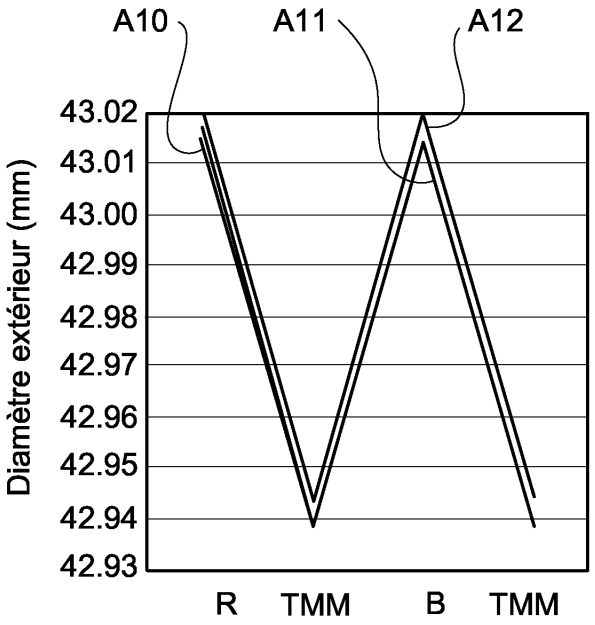


Fig. 6

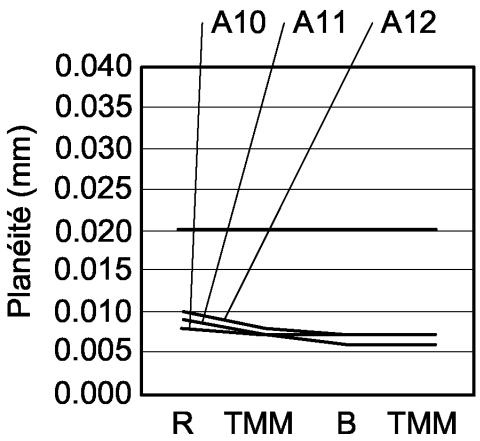


Fig. 7

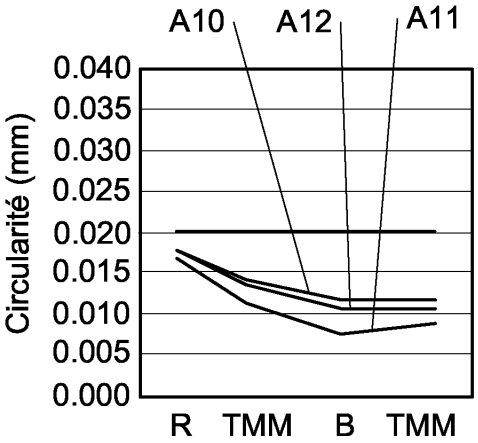


Fig. 8

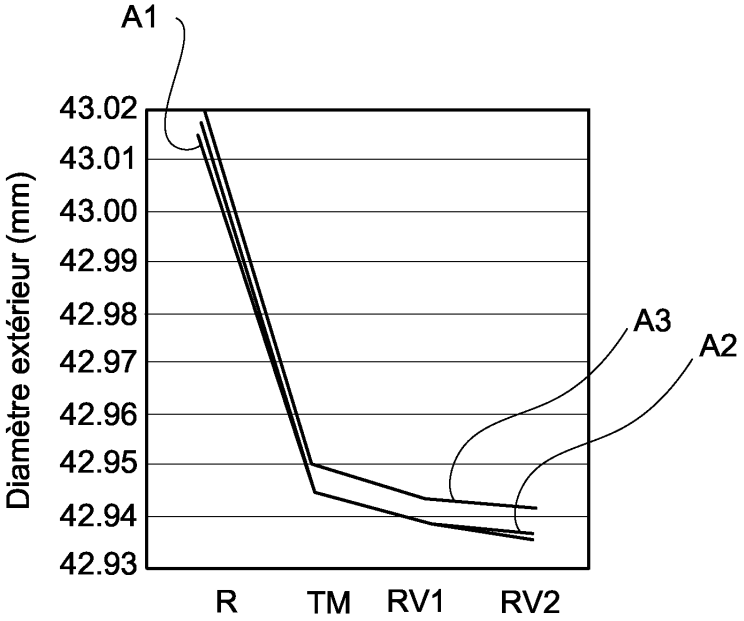


Fig. 9

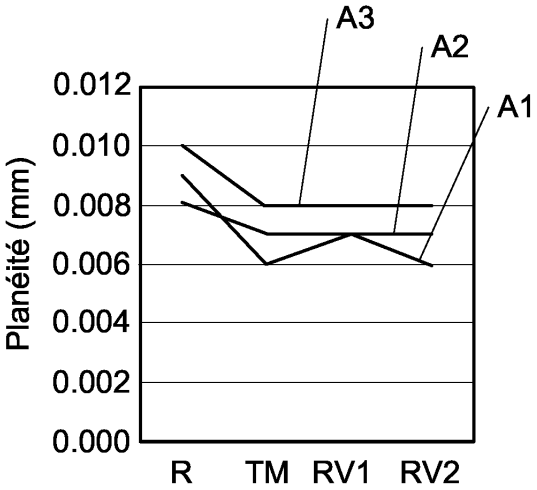


Fig. 10

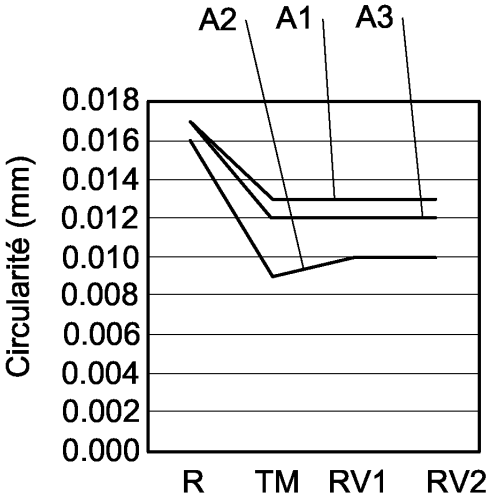


Fig. 11

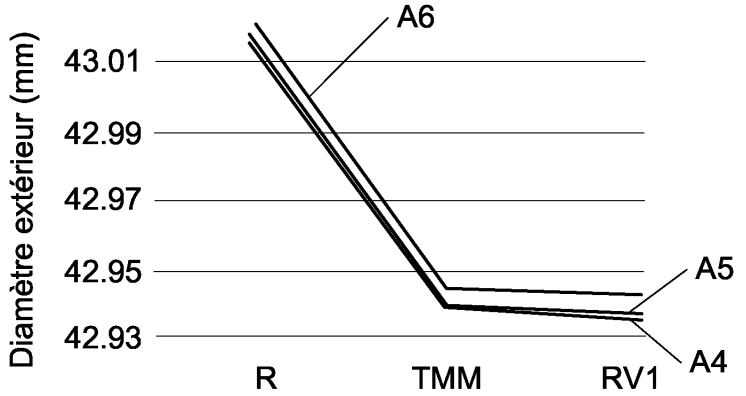


Fig. 12

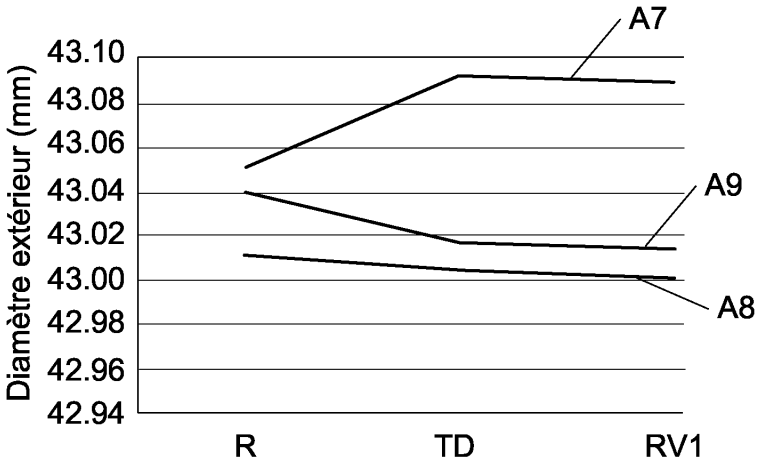


Fig. 13

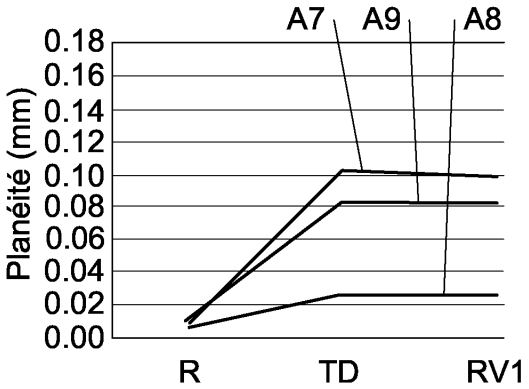


Fig. 14

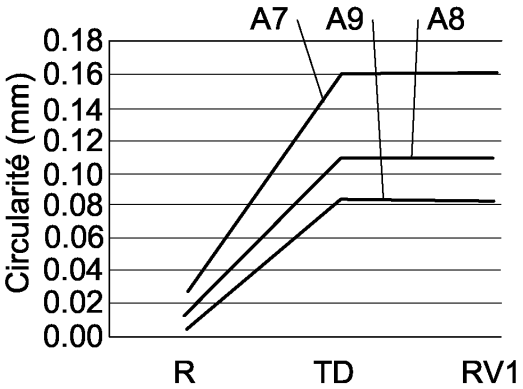


Fig. 15

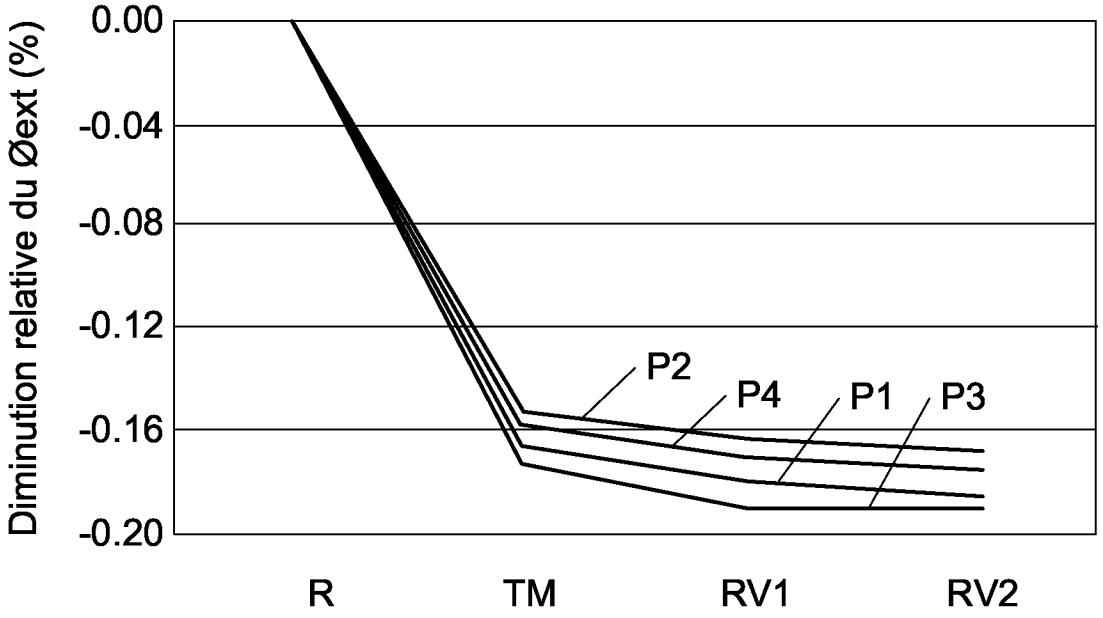

Diminution relative du Øext (%)
0.00
-0.04
-0.08
-0.12
-0.16
-0.20
P2
P4
P1
P3
R
TM
RV1
RV2

Fig. 16

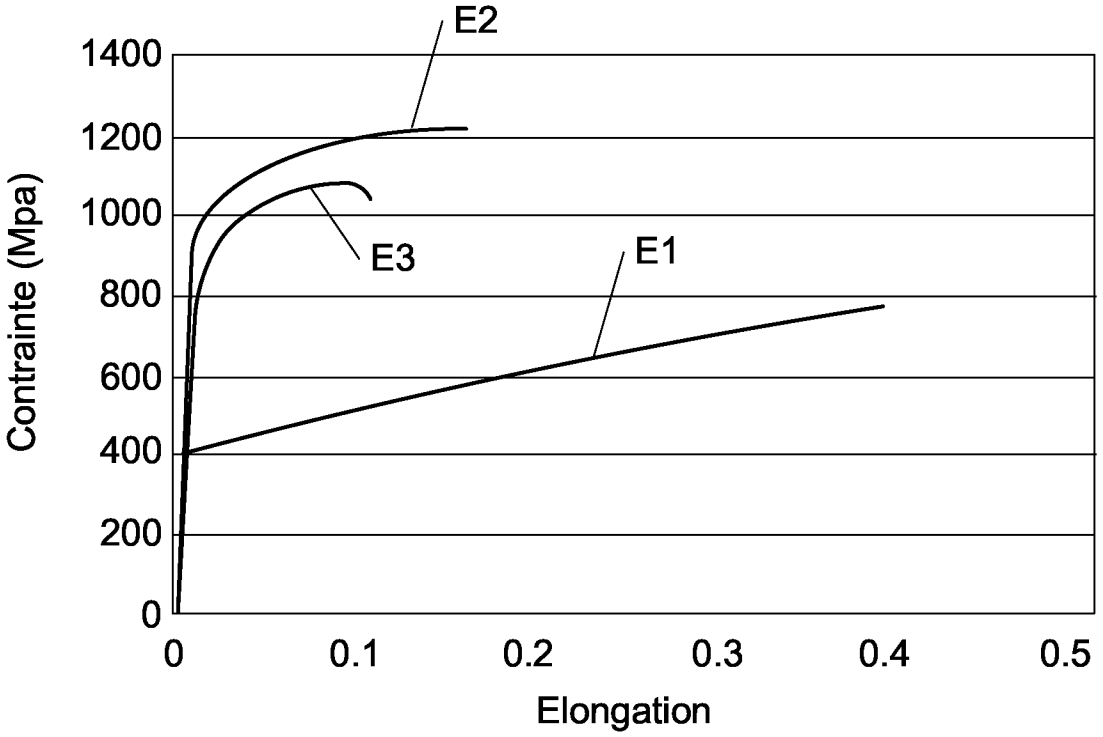

Contrainte (Mpa)
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
E2
E3
E1
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
Elongation

Fig. 17

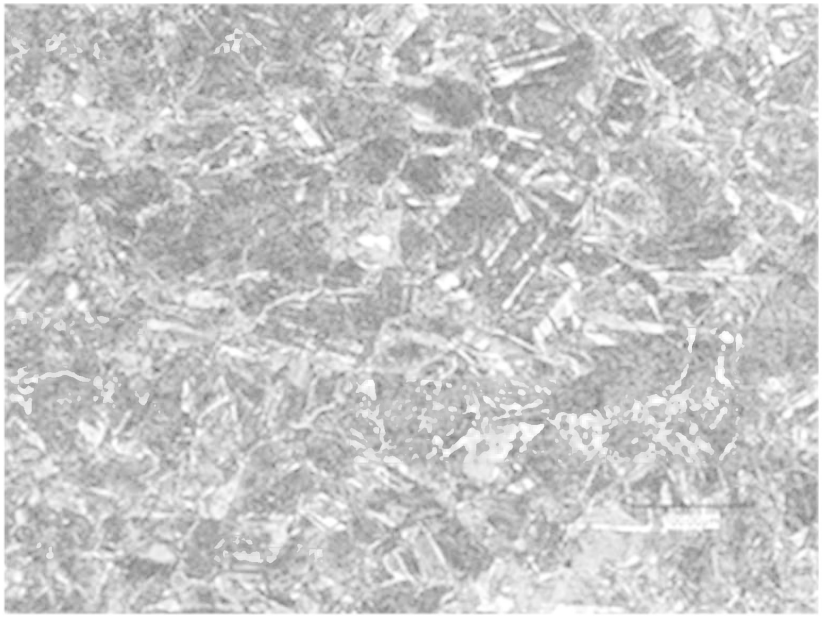


Fig. 18

Fig. 19