



(11)

EP 2 728 028 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

04.04.2018 Bulletin 2018/14

(21) Numéro de dépôt: **12191101.0**

(22) Date de dépôt: **02.11.2012**

(51) Int Cl.:

C22C 38/00 (2006.01)	C22C 38/18 (2006.01)
C22C 30/00 (2006.01)	C22C 38/02 (2006.01)
C22C 38/04 (2006.01)	C22C 38/20 (2006.01)
C22C 38/22 (2006.01)	C22C 38/24 (2006.01)
C22C 38/26 (2006.01)	C22C 38/28 (2006.01)
C22C 38/38 (2006.01)	G04B 37/22 (2006.01)

(54) **Alliage d'acier inoxydable sans nickel**

Nickel-free stainless-steel alloy

Edelstahllegierung ohne Nickel

(84) Etats contractants désignés:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(43) Date de publication de la demande:

07.05.2014 Bulletin 2014/19

(73) Titulaire: **The Swatch Group Research and
Development Ltd.**

2074 Marin (CH)

(72) Inventeur: **Dionne, Jean-François**

3210 Kerzers (CH)

(74) Mandataire: **Giraud, Eric et al**

ICB

Ingénieurs Conseils en Brevets SA

Faubourg de l'Hôpital 3

2001 Neuchâtel (CH)

(56) Documents cités:

EP-A1- 0 896 072	EP-A1- 1 626 101
EP-A1- 1 783 240	EP-B1- 1 025 273
WO-A1-01/55465	CH-A5- 688 862
DE-A1- 19 716 795	US-A- 3 904 401
US-A1- 2009 060 775	US-B1- 6 682 581

EP 2 728 028 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

Domaine de l'invention

- 5 **[0001]** L'invention concerne un alliage d'acier inoxydable comportant une base constituée de fer et de chrome.
[0002] L'invention concerne encore un composant d'horlogerie réalisé en un tel alliage.
[0003] L'invention concerne les domaines de l'horlogerie, de la bijouterie, et de la joaillerie, en particulier pour les structures : boîtes de montres, carrures, platines, bracelets, bagues, boucles d'oreilles et autres.

10 Arrière-plan de l'invention

[0004] Les aciers inoxydables sont couramment utilisés dans les domaines de l'horlogerie, de la bijouterie, et de la joaillerie, en particulier pour les structures : boîtes de montres, carrures, platines, bracelets, et autres.

- 15 **[0005]** Les composants à usage externe, destinés à être en contact avec la peau de l'utilisateur, doivent obéir à certaines contraintes, en particulier en raison des effets allergènes de certains métaux, notamment le nickel. Malgré les qualités de protection et d'éclat du nickel une fois poli, on s'attache de plus en plus à mettre sur le marché des alliages comportant peu voire pas de nickel.

[0006] Le nickel est toutefois un composant de base de la plupart des aciers inoxydables usuels, car il améliore les propriétés mécaniques et la ductilité, la malléabilité et la résilience. Par contre le nickel est néfaste dans le domaine des surfaces de frottement. Le nickel améliore les propriétés de la couche passive, et s'intègre à la couche superficielle d'oxyde. En particulier l'alliage X2CrNiMo17-12 EN (ou 316L AISI) comporte entre 10,5 et 13% de nickel. Le nickel est un métal dont le coût est en croissance continue, et qui, en 2012, est voisin de 20'000 USD par tonne, ce qui renchérit le coût des alliages qui en contiennent.

25 **[0007]** On connaît des alliages d'acier inoxydable sans nickel qui sont des aciers ferritiques, de structure cubique centrée. Toutefois ces aciers ferritiques ne sont pas durcissables par traitement thermique, mais seulement par écrouissage. Leur structure est peu fine, et cette famille d'alliages est peu apte au polissage.

[0008] Le document EP 0 964 071 A1 au nom de ASULAB SA décrit l'application d'un tel acier inoxydable ferritique sans nickel à une pièce extérieure d'habillage pour montre, cet alliage comportant au moins 0,4% en poids d'azote, et au plus 0,5% en poids de nickel, entre 10 et 35 % en masse pour le total de chrome et de molybdène, et entre 5 et 20% en masse de manganèse.

[0009] On connaît encore d'autres alliages d'acier inoxydable sans nickel qui sont des aciers martensitiques, qui sont durcissables par traitement thermique, ils sont en revanche difficiles à usiner, particulièrement les nuances de type « maraging » qui comportent des précipités de composants durcissant, et ne peuvent être envisagés pour les applications horlogères.

35 **[0010]** Le brevet EP 0 629 714 B1 au nom de UGINE-SAVOIE IMPHY décrit un acier inoxydable martensitique à usinabilité améliorée, avec un taux de nickel non nul, mais compris entre 2 et 6%, un taux de chrome assez bas compris entre 11% et 19%, et une composition prévoyant de nombreux additifs, et favorable à la formation de certaines inclusions dans la matrice, améliorant ainsi l'usinabilité par fragilisation localisée des copeaux. Mais on voit que le taux de nickel, quoique bas, reste trop élevé pour l'application.

40 **[0011]** Les aciers austénitiques, de structure cubique faces centrées, ont généralement de très bonnes propriétés de formage, ce qui est particulièrement intéressant pour des composants de type horloger ou bijoutier. Ils ont une résistance chimique très élevée. Ils sont aussi amagnétiques en raison de leur structure cubique faces centrées. Ce sont aussi les plus aptes au soudage. Mais les aciers inoxydables austénitiques usuels comportent toujours de 3,5 à 32% de nickel, et plus couramment de 8,0 à 15,0 % de nickel. En effet, le nickel est un élément gammagène qui permet l'obtention de la structure austénitique, et d'obtenir notamment des tôles aptes aux déformations de mise en forme. Certains documents, comme FR 2 534 931 au nom de CABOT CORPORATION vont jusqu'à affirmer que le nickel doit être présent pour favoriser une structure austénitique dans l'alliage.

50 **[0012]** Dans la théorie, la boucle gamma du système fer-chrome propre aux aciers inoxydables, définit un domaine austénitique, même avec un taux de nickel bas ou nul, mais la boucle est d'ampleur très restreinte par rapport à celle des alliages comportant du nickel en proportion supérieure. De plus, ce domaine austénitique existe à des températures beaucoup plus élevées que l'ambiante. L'effet des éléments d'alliages gammagènes est double puisqu'il permet également d'élargir la boucle austénitique en composition chimique (par rapport au chrome) et d'élargir la gamme de température sur laquelle cette structure est stable.

[0013] Les aciers austéno-ferritiques, encore dits duplex, sont quant à eux faiblement magnétiques, et comportent généralement entre 3,5% et 8% de nickel.

55 **[0014]** En somme, si, dans l'acception générale, les aciers inoxydables sans nickel sont principalement des aciers ferritiques, il faudrait pouvoir disposer des avantages des aciers austénitiques, qui sont généralement catalogués comme aciers au nickel.

[0015] Pour l'obtention d'un acier inoxydable austénitique, on utilise généralement des éléments gammagènes tels que le nickel, le manganèse ou l'azote (on parle alors d'aciers super-austénitiques pour les deux derniers mentionnés), qui augmentent la plage de stabilité de l'austénite. Théoriquement il serait donc possible d'utiliser un acier super-austénitique avec manganèse ou azote en lieu et place du nickel.

[0016] Le brevet EP 1 025 273 B1 au nom de SIMA décrit un tel acier inoxydable austénitique sans nickel, comportant de 15 à 24% de manganèse, de 15 à 20% de chrome, de 2,5 à 4% de molybdène, de 0,6 à 0,85% d'azote, de 0,1 à 0,5% de vanadium, moins de 0,5% de cuivre, moins de 0,5% de cobalt, moins de 0,5% pour le total de niobium et de tantale, moins de 0,06% de carbone, d'autres éléments chacun limité à 0,020% en masse, le reste étant constitué de fer, et les compositions de certains métaux étant limitées les unes par rapport aux autres par le biais d'un système d'équations et d'inégalités, qui encadrent les teneurs de chrome, de molybdène, d'azote, de vanadium, de niobium, et de manganèse.

[0017] Mais, si ces alliages super-austénitiques ont des propriétés mécaniques élevées, leur mise en forme est très difficile, notamment l'usinage est difficile, le matriçage n'est pas possible, et leur utilisation est de ce fait malcommode.

[0018] Des alliages inoxydables austénitiques sont connus des documents :

- EP 1 783 240 A1 DAIDO STEEL CO LTD notamment utilisable en bijouterie ou joaillerie et à teneur élevée en azote ;
- EP 1 025 273 B1 METALLURGIE AVANCEE SIMA sans nickel pour applications biomédicales;
- EP 1 626 101 A1 DAIDO STEEL CO LTD à teneur élevée en azote ;
- EP 0 896 072 A1 USINOR UGINE à très faible teneur en nickel;
- US 2009/060 775 A1 LIU ADVANCED INT MULTITECH à teneur moyenne d'azote;
- DE 197 16 795 A1 KRUPP à haute résistance et résistant à la corrosion ;
- US 3 904 401 A MERTZ CARPENTER TECHNOLOGY CO résistant à la corrosion.

Résumé de l'invention

[0019] A cet effet, l'invention concerne un alliage d'acier inoxydable sur une base constituée de fer et de chrome, caractérisé en ce qu'il comporte moins de 0,5% en masse de nickel, et est arrangé selon une structure austénitique cubique à faces centrées, et qu'il consiste, en valeurs en masse, en :

- chrome : valeur mini 16%, valeur maxi 20 % ;
- au moins un métal d'apport, la valeur du total dudit au moins un métal d'apport ou desdits métaux d'apport étant comprise entre : valeur mini 30%, valeur maxi 40%, ledit au moins un métal d'apport étant choisi parmi un premier ensemble constitué du cuivre, du ruthénium, du rhodium, du palladium, du rhénium, de l'osmium, de l'iridium, du platine, et de l'or :
- la valeur du cuivre étant comprise entre : valeur mini 0%, valeur maxi 2 % ;
- la valeur de l'or étant comprise entre : valeur mini 0%, valeur maxi 2 % ;
- carbone : valeur mini 0%, valeur maxi 0,03 % ;
- molybdène : valeur mini 0%, valeur maxi 2 % ;
- manganèse : valeur mini 0%, valeur maxi 2 % ;
- silicium : valeur mini 0%, valeur maxi 1 % ;
- azote: valeur mini 0%, valeur maxi 0,1% ;
- dans la limite de 0,5% en masse du total, au moins un élément carburigène pris parmi un deuxième ensemble constitué du tungstène, du vanadium, du niobium, du zirconium, et du titane, en remplacement d'une masse équivalente de fer dans l'alliage ;
- fer et impuretés inévitables: le complément à 100 %.

[0020] L'invention concerne encore un composant d'horlogerie ou de joaillerie réalisé en un tel alliage.

Description sommaire des dessins

[0021] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre, en référence aux dessins annexés, où :

- la figure 1 représente, de façon schématisée, la boucle gamma d'un système fer-chrome, en fonction du taux de nickel dans l'alliage ;
- la figure 2 représente, de façon schématisée, un diagramme de Schaeffler, avec en abscisse un chrome équivalent,

et en ordonnée un nickel équivalent. Ce diagramme délimite les domaines ferritique, martensitique et austénitique, ce dernier limité par la courbe correspondant au taux nul de ferrite.

Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0022] L'invention se propose de produire des aciers inoxydables sans nickel, qui possèdent des propriétés analogues à celles des aciers inoxydables austénitiques avec nickel.

[0023] On appellera ci-après « alliage sans nickel » un alliage comportant moins de 0,5% en masse de nickel.

[0024] Il s'agit donc de rechercher la fabrication d'alliages, qui, comme les super-austénitiques, comportent des éléments de substitution au nickel, mais qui durcissent moins l'acier que le couple manganèse-azote.

[0025] Ces éléments de substitution doivent être solubles dans le fer, de façon à permettre la construction d'une structure austénitique cubique à faces centrées. Selon l'invention, l'alliage comporte, en complément d'une base constituée de fer et de chrome, au moins un métal d'apport choisi parmi un premier ensemble constitué du cuivre, du ruthénium, du rhodium, du palladium, du rhénium, de l'osmium, de l'iridium, du platine, et de l'or.

[0026] Dans une application préférée, l'alliage comporte, en complément d'une base constituée de fer, de carbone et de chrome, au moins un métal d'apport choisi parmi un sous-ensemble du premier ensemble constitué du ruthénium, du rhodium, du palladium, du rhénium, de l'osmium, de l'iridium, et du platine. En effet, ces métaux font partie du groupe dit PGM (platinum group metals) ou platinoïdes, c'est-à-dire qu'ils sont caractérisés par des propriétés communes et inhabituelles pour les métaux. Ces métaux du groupe PGM sont également plus solubles dans le fer que le cuivre et l'or.

[0027] Le choix du palladium comme métal d'apport permet, plus particulièrement, d'atteindre les propriétés recherchées.

[0028] Une composition (en masse) convenable est de 18 % de chrome, de 35 % de palladium, et de 46 à 47 % de fer. Comme tout acier inoxydable, cet alliage peut contenir jusqu'à 0,03% de carbone.

[0029] De façon préférée, sa composition en masse est de 18 % de chrome, de 35 % de palladium, de 0% à 0,03% de carbone, et le complément en fer. Plus particulièrement, sa composition en masse est de 18 % de chrome, de 35 % de palladium, et de 46,97 à 47 % de fer, et de 0 à 0,03% de carbone.

[0030] La figure 2 est un diagramme de Schaeffler, qui comporte en abscisse un chrome équivalent, et en ordonnée un nickel équivalent, tous deux en pourcentage en masse.

[0031] Le chrome équivalent Cr_{éq} répond ici à la définition suivante :

$$\text{Cr}_{\text{éq}} = \text{Cr} + \text{Mo} + 1,5 \text{ Si}.$$

[0032] Ce modèle est voisin du modèle de Schaeffler ou celui de Delong :

$$\text{Cr}_{\text{éq}} = \text{Cr} + \text{Mo} + 1,5 \text{ Si} + 0,5 \text{ Nb},$$

ici simplifié pour le cas d'un alliage sans niobium.

[0033] Le point important est la détermination du taux de métal d'apport, en remplacement du nickel qui est proscrit. La notion de nickel équivalent qualifie la proportion en masse du métal d'apport, ou des métaux d'apport s'il y en a plusieurs.

[0034] Dans le cas particulier de l'emploi du palladium pour remplacer le nickel, le nickel équivalent Ni_{éq} répond à la définition suivante :

$$\text{Ni}_{\text{éq}} = \text{Ni} + 30 (\text{C} + \text{N}) + 0,5 (\text{Co} + \text{Mn} + \text{Cu}) + 0,3 \text{ Pd}.$$

[0035] Ce modèle est adapté à la présence de palladium, et dérive des modèles connus de Schaeffler (pour un alliage base manganèse):

$$\text{Ni}_{\text{éq}} = \text{Ni} + 30 \text{ C} + 0,5 \text{ Mn},$$

et plus précisément de Delong (pour un alliage base manganèse et azote):

$$\text{Ni}_{\text{éq}} = \text{Ni} + 30 (\text{C} + \text{N}) + 0,5 \text{ Mn}.$$

[0036] Dans une généralisation à l'ensemble capable de métaux d'apport, la formule de nickel équivalent peut encore s'écrire :

$$Ni_{eq} = Ni + 30(C+N) + 0,5(Co+Mn+Cu) + 0,3(Pd+Ru+Rh+Re+Os+Ir+Pt+Au),$$

ou, de préférence dans le cas où le métal d'apport est choisi parmi le premier ensemble :

$$Ni_{eq} = Ni + 30(C+N) + 0,5(Co+Mn+Cu) + 0,3(Pd+Ru+Rh+Re+Os+Ir+Pt).$$

[0037] Ce diagramme de Schaeffler délimite les domaines ferritique, martensitique et austénitique, ce dernier limité par la courbe correspondant au taux nul de ferrite.

[0038] Les aciers dits inoxydables sont, selon les normes en vigueur, ceux qui contiennent plus de 10,5% de chrome.

[0039] Les courbes C1 et C2 délimitent la présence possible d'austénite A : au-dessus de C1 et de C2 on a de l'austénite A, en-dessous il n'y en a pas.

[0040] La courbe C3 délimite la présence possible de ferrite F : en-dessous de C3 il y a de la ferrite F, au-dessus il n'y en a pas.

[0041] La courbe C4 délimite la présence possible de martensite M : en-dessous de C4 il y a de la martensite M, au-dessus il n'y en a pas.

[0042] Pour bénéficier au mieux des propriétés de l'austénite, la composition doit être telle que l'on soit à la fois au-dessus des courbes C3 et C4, de façon à n'avoir que de l'austénite A.

[0043] Pour bénéficier des propriétés propres aux aciers inoxydables, il faut respecter le taux minimal de chrome figuré par la courbe C5, et le domaine est alors celui situé à droite de la courbe C5. Le domaine D1 hachuré sur la figure 2 obéit à ces deux conditions, et assure les propriétés attendues. Le point P correspondant à l'exemple cité plus haut est situé dans ce domaine D1.

[0044] Selon une approximation, les courbes sont des droites, d'équations :

C1 :

$$Ni_{eq} = -5/6 (Cr_{eq} - 8) + 21$$

C2 :

$$Ni_{eq} = -13/16 (Cr_{eq} - 8) + 13$$

C3 :

$$Ni_{eq} = 13/9 (Cr_{eq} - 8) - 2$$

C4 :

$$Ni_{eq} = 7/16 (Cr_{eq} - 8) - 3$$

[0045] Le domaine D1 obéit aux trois conditions suivantes :

$$Ni_{eq} \geq 13/9 (Cr_{eq} - 8) - 2$$

$$Ni_{eq} \geq 7/16 (Cr_{eq} - 8) - 3$$

$$Cr_{eq} \geq 10,5$$

[0046] Bien sûr, on peut tolérer la présence d'un peu de ferrite ou de martensite avec l'austénite, et le domaine réel d'application peut être un peu plus large que le domaine D1, et en particulier pour abaisser le plus possible le niveau du nickel équivalent, en raison du coût souvent très élevé des métaux choisis en substitution au nickel ; rappelons par exemple que, en 2012 le coût du palladium est d'environ la moitié de celui de l'or, et compris entre le quart et la moitié de celui du platine.

[0047] Le domaine rectangulaire D2, défini par les deux inégalités suivantes :

$$16 \leq \text{Cr}_{\text{eq}} \leq 23,5$$

$$12 \leq \text{Ni}_{\text{eq}} \leq 22,$$

donne un bon exemple de valeurs admissibles (en masse) dans le cas d'utilisation du palladium comme métal d'apport principal, selon la revendication 1:

- palladium : valeur mini 30%, valeur maxi 40 %
- chrome : valeur mini 16%, valeur maxi 20 %
- molybdène : valeur mini 0%, valeur maxi 2 %
- manganèse : valeur mini 0%, valeur maxi 2 %
- cuivre : valeur mini 0%, valeur maxi 2 %
- or : valeur mini 0%, valeur maxi 2 %
- silicium : valeur mini 0%, valeur maxi 1 %
- azote: valeur mini 0%, valeur maxi 0,1%
- carbone : valeur mini 0%, valeur maxi 0,03 %
- fer: le complément à 100 %.

[0048] Dans la généralisation à au moins un métal d'apport pris parmi le premier ensemble ou son sous-ensemble limité aux PGM, la composition en masse selon la revendication 1 devient :

- total du ou des métaux d'apport du premier ensemble ou de son sous-ensemble des PGM : valeur mini 30%, valeur maxi 40 %
- chrome : valeur mini 16%, valeur maxi 20 %
- molybdène : valeur mini 0%, valeur maxi 2 %
- manganèse : valeur mini 0%, valeur maxi 2 %
- cuivre : valeur mini 0%, valeur maxi 2 %
- or : valeur mini 0%, valeur maxi 2 %
- silicium : valeur mini 0%, valeur maxi 1 %
- azote: valeur mini 0%, valeur maxi 0,1%
- carbone : valeur mini 0%, valeur maxi 0,03 %
- fer: le complément à 100 %.

[0049] Une première variante de l'invention consiste à incorporer dans l'alliage, dans la limite de 0,5% en masse du total, au moins un élément carburigène pris parmi un deuxième ensemble constitué du tungstène, du vanadium, du niobium, du zirconium, et du titane, en remplacement d'une masse équivalent de fer dans l'alliage.

[0050] Cette incorporation d'un ou plusieurs éléments carburigènes a pour effet de forcer la précipitation de carbures spécifiques moins néfastes pour la résistance à la corrosion que les carbures de chrome.

[0051] Une deuxième variante de l'invention consiste à incorporer dans l'alliage, à la fois d'une part au moins un tel métal d'apport, et d'autre part du manganèse et de l'azote, pour ajuster les propriétés mécaniques de l'alliage. De préférence, dans cette deuxième variante, la composition en masse selon la revendication 1 devient :

- total de, d'une part le ou les métaux d'apport du premier ensemble ou de son sous-ensemble des PGM, et d'autre part le manganèse et l'azote : valeur mini 30%, valeur maxi 40 %
- chrome : valeur mini 16%, valeur maxi 20 %
- molybdène : valeur mini 0%, valeur maxi 2 %
- cuivre : valeur mini 0%, valeur maxi 2 %

- or : valeur mini 0%, valeur maxi 2 %
- silicium : valeur mini 0%, valeur maxi 1 %
- carbone : valeur mini 0%, valeur maxi 0,03 %
- fer : le complément à 100 %.

[0052] L'invention concerne encore un composant d'horlogerie ou de joaillerie réalisé en un tel alliage.

Revendications

1. Alliage d'acier inoxydable sur une base constituée de fer et de chrome, **caractérisé en ce qu'il** comporte moins de 0,5% en masse de nickel, et est arrangé selon une structure austénitique cubique à faces centrées, et qu'il consiste, en valeurs en masse, en :

- chrome : valeur mini 16%, valeur maxi 20 %
- au moins un métal d'apport, la valeur du total dudit au moins un métal d'apport ou desdits métaux d'apport étant comprise entre : valeur mini 30%, valeur maxi 40%, ledit au moins un métal d'apport étant choisi parmi un premier ensemble constitué du cuivre, du ruthénium, du rhodium, du palladium, du rhénium, de l'osmium, de l'iridium, du platine, et de l'or :

- la valeur du cuivre étant comprise entre : valeur mini 0%, valeur maxi 2 % ;
- la valeur de l'or étant comprise entre : valeur mini 0%, valeur maxi 2 % ;

- carbone : valeur mini 0%, valeur maxi 0,03 % ;
- molybdène : valeur mini 0%, valeur maxi 2 % ;
- manganèse : valeur mini 0%, valeur maxi 2 % ;
- silicium : valeur mini 0%, valeur maxi 1 % ;
- azote : valeur mini 0%, valeur maxi 0,1% ;
- dans la limite de 0,5% en masse du total, au moins un élément carburigène pris parmi un deuxième ensemble constitué du tungstène, du vanadium, du niobium, du zirconium, et du titane, en remplacement d'une masse équivalent de fer dans l'alliage ;
- fer et impuretés inévitables : le complément à 100 %.

2. Alliage selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**au moins un dit un métal d'apport est choisi parmi un sous-ensemble, dit des platinoïdes, dudit premier ensemble, ledit sous-ensemble des platinoïdes constitué du ruthénium, du rhodium, du palladium, du rhénium, de l'osmium, de l'iridium, et du platine.

3. Alliage selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** ledit au moins un métal d'apport est choisi exclusivement parmi ledit sous-ensemble des platinoïdes.

4. Alliage selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'il** consiste, en valeurs en masse, en :

- chrome : 18% ;
- palladium : 35 % ;
- carbone : 0% à 0,03% ;
- fer et impuretés inévitables : le complément à 100 %.

5. Composant d'horlogerie ou de joaillerie réalisé en un alliage selon l'une des revendications précédentes.

Patentansprüche

1. Rostfreie Stahllegierung auf der Basis von Eisen und Chrom, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie weniger als 0,5 Massen-% Nickel enthält und in einer flächenzentrierten kubischen austenitischen Struktur angeordnet ist und dass sie in Massenwerten besteht aus:

- Chrom: Minimalwert 16 %, Maximalwert 20 %,
- mindestens einem Zusatzmetall, wobei der Gesamtwert des mindestens einen Zusatzmetalls oder der Zu-

Legierungsmetalle im folgenden Bereich liegt: Minimalwert 30 %, Maximalwert 40 %, wobei das mindestens eine Zusatzmetall aus einer ersten Menge gewählt ist, die aus Kupfer, Ruthenium, Rhodium, Palladium, Rhenium, Osmium, Iridium, Platin und Gold besteht:

- 5 - wobei der Wert von Kupfer im folgenden Bereich liegt: Minimalwert 0 %, Maximalwert 2 %;
 - wobei der Wert von Gold im folgenden Bereich liegt: Minimalwert 0 %, Maximalwert 2 %;
- Kohlenstoff: Minimalwert 0 %, Maximalwert 0,03 %;
- Molybdän: Minimalwert 0 %, Maximalwert 2 %;
- 10 - Mangan: Minimalwert 0 %, Maximalwert 2 %;
- Silicium: Minimalwert 0 %, Maximalwert 1 %;
- Stickstoff: Minimalwert 0 %, Maximalwert 0,1 %;
- wobei innerhalb des Grenzwerts von 0,5 % der Gesamtmasse mindestens ein karbidbildendes Element, das einer zweiten Menge entnommen ist, die aus Wolfram, Vanadium, Niob, Zirkonium und Titan besteht, eine entsprechende Masse an Eisen in der Legierung ersetzt;
- 15 - Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen: die Vervollständigung auf 100 %.
2. Legierung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Zusatzmetall aus einer Teilmenge der ersten Menge, den sogenannten Platinoiden, gewählt ist, wobei die Teilmenge der Platinoiden aus Ruthenium, Rhodium, Palladium, Rhenium, Osmium, Iridium und Platin besteht.
- 20 3. Legierung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Zusatzmetall ausschließlich aus der Teilmenge der Platinoiden gewählt ist.
- 25 4. Legierung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** es in Massenwerten besteht aus:
 - Chrom: 18 %;
 - Palladium: 35 %;
 - Kohlenstoff: 0 % bis 0,03 %;
 - 30 - Eisen und unvermeidbaren Verunreinigungen: die Vervollständigung auf 100 %.
5. Uhren- oder Schmuckkomponente, die aus einer Legierung nach einem der vorhergehenden Ansprüche gebildet ist.

35 **Claims**

1. Stainless steel alloy with a base formed of iron and chromium, **characterized in that** the alloy includes less than 0.5% by mass of nickel and is arranged in an austenitic face-centred cubic structure and consists, in values by mass, of:
 - 40 - chromium: minimum value 16%, maximum value 20%;
 - at least one additional metal, the value of the total of said at least one additional metal or said additional metals being comprised between: minimum value 30% and maximum value 40%, said at least one additional metal being selected from among a first group comprising copper, ruthenium, rhodium, palladium, rhenium, osmium, iridium, platinum and gold:
 - 45 - the copper value being comprised between: minimum value 0% and maximum value 2%;
 - the gold value being comprised between: minimum value 0% and maximum value 2%;
 - carbon: minimum value 0%, maximum value 0.03%;
 - molybdenum: minimum value 0%, maximum value 2%;
 - 50 - manganese: minimum value 0%, maximum value 2%;
 - silicon: minimum value 0%, maximum value 1 %;
 - nitrogen: minimum value 0%, maximum value 0.1%;
 - within the limit of 0.5% in mass of the total, at least one carburigen element taken from among a second group including tungsten, vanadium, niobium, zirconium and titanium, to replace an equivalent mass of iron in the alloy;
 - 55 - iron and inevitable impurities: the complement to 100%.
2. Alloy according to claim 1, **characterized in that** at least one said additional metal is selected from among a sub-group, called the platinoid group, of said first group, said platinoid sub-group including ruthenium, rhodium, palladium,

rhenum, osmium, iridium and platinum.

3. Alloy according to claim 2, **characterized in that** said at least one additional metal is exclusively selected from among said platinoid sub-group.

5

4. Alloy according to any of claims 1 to 3, **characterized in that** the alloy consists, in values by mass, of:

10

- chromium: 18%;
- palladium: 35%;
- carbon: 0% to 0.03%;
- iron and inevitable impurities: the complement to 100%.

5. Timepiece or jewellery component including made of an alloy according to any of the preceding claims.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

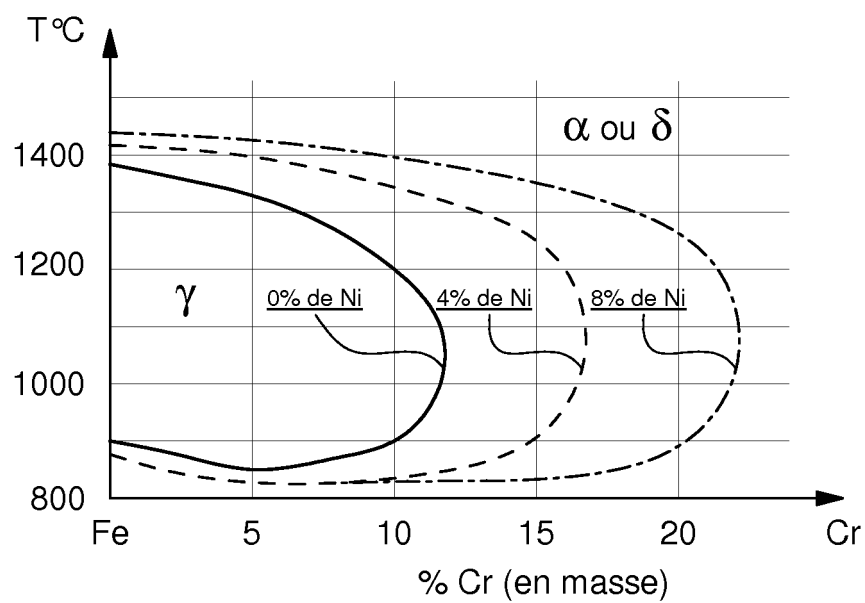
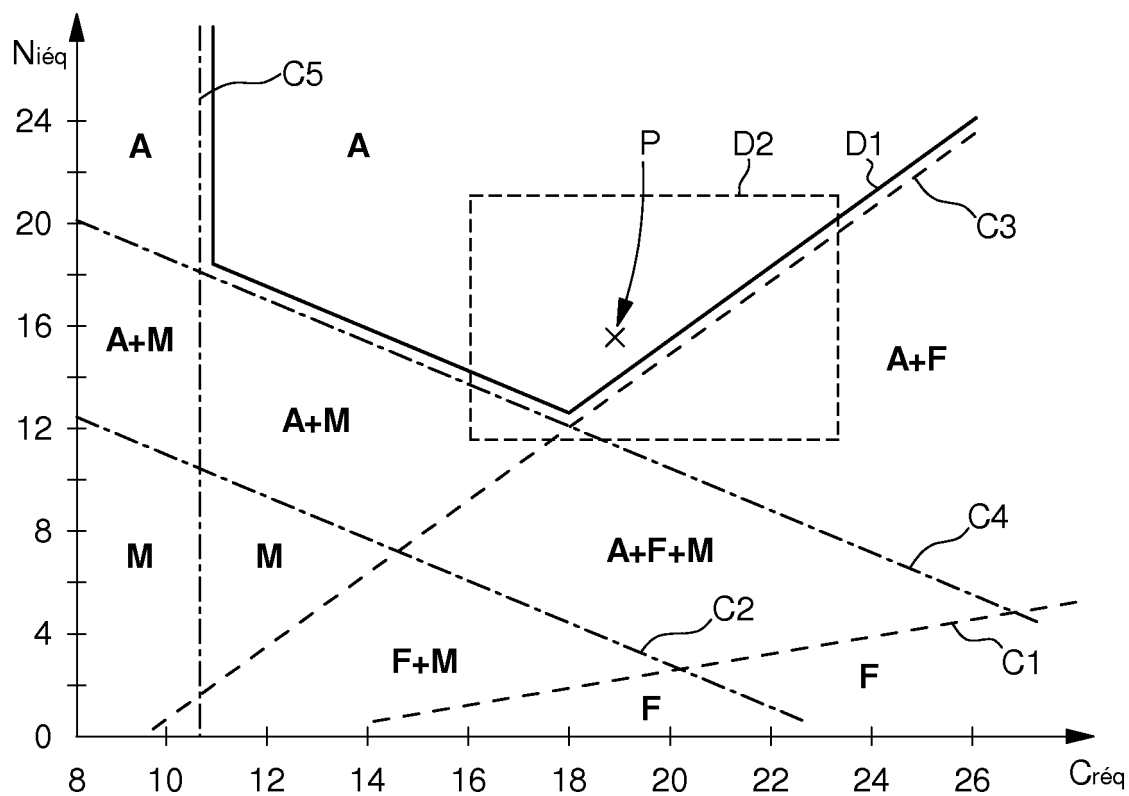


Fig. 2



RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 0964071 A1 [0008]
- EP 0629714 B1 [0010]
- FR 2534931 [0011]
- EP 1025273 B1 [0016] [0018]
- EP 1783240 A1 [0018]
- EP 1626101 A1 [0018]
- EP 0896072 A1 [0018]
- US 2009060775 A1 [0018]
- DE 19716795 A1 [0018]
- US 3904401 A [0018]