

CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **714 235 A1**

(51) Int. Cl.: **C22C** **1/04** (2006.01)
C22C **30/00** (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: 01253/17

(71) Requéérant:
HUBLOT SA, Genève, 30, rue du Rhône
1204 Genève (CH)

(22) Date de dépôt: 13.10.2017

(72) Inventeur(s):
Mathias Buttet, 1125 Monnaz (CH)
Sébastien Recalcati, 1007 Lausanne (CH)

(43) Demande publiée: 15.04.2019

(74) Mandataire:
MOINAS & SAVOYE SARL, 19A, rue de la Croix-d'Or
1204 Genève (CH)

(54) **Alliage à haute entropie.**

(57) Alliage, caractérisé en ce qu'il comprend du scandium (Sc), de l'aluminium (Al), du titane (Ti) et du lithium (Li), chacun de ces quatre éléments étant présent dans l'alliage selon une fraction atomique comprise entre 5 et 50% at inclus et ces quatre éléments présentant une proportion totale dans l'alliage d'au moins 80% at inclus, voire au moins 85% at inclus, voire au moins 90% at inclus dudit l'alliage.

Description

[0001] L'invention concerne un alliage, par exemple pour composant horloger, et un composant horloger en tant que tel, notamment prévu pour l'habillage d'une montre comme une boîte de montre, comprenant un tel alliage. Elle porte aussi sur tout autre composant d'un engin de transport ou de tout appareil comprenant un tel alliage. Elle porte aussi sur une pièce d'horlogerie, comme une montre, ou de joaillerie, comprenant un tel alliage. Enfin, elle porte aussi sur un procédé de fabrication d'un tel alliage.

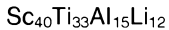
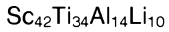
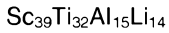
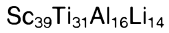
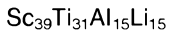
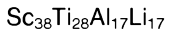
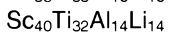
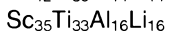
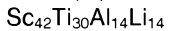
[0002] Une boîte de montre doit être très dure, pour offrir une bonne résistance aux chocs et résister aux rayures qui dégradent son aspect esthétique. Dans l'état de la technique, une boîte de montre est ainsi en général dans un matériau métallique ou un alliage métallique. Toutefois, il est aussi très avantageux pour un porté confortable qu'une boîte de montre soit légère. Ces deux propriétés de dureté et de légèreté sont en général incompatibles, les métaux durs étant naturellement lourds et les métaux légers naturellement tendres. Outre les boîtes de montre, un matériau dur et léger serait avantageux pour beaucoup d'autres composants horlogers. Les solutions existantes sont ainsi insatisfaisantes en ce qu'elles ne permettent pas d'atteindre un bon compromis dureté/densité.

[0003] Ainsi, un objet de la présente invention est de trouver une solution pour former un composant horloger dur et léger.

[0004] Naturellement, une telle solution devra avantageusement atteindre d'autres propriétés avantageuses recherchées pour un composant horloger, voire indispensables, comme un aspect esthétique attractif, une grande résistance à l'usure, notamment une résistance à l'oxydation et à la corrosion, une propriété amagnétique, etc.

[0005] A cet effet, l'invention porte sur un alliage, caractérisé en ce qu'il comprend du scandium (Sc), de l'aluminium (Al), du titane (Ti) et du lithium (Li), chacun de ces quatre éléments étant présent dans l'alliage selon une fraction atomique comprise entre 5 et 50% at inclus et ces quatre éléments représentant une proportion totale dans l'alliage d'au moins 80% at inclus, voire au moins 85% at inclus, voire au moins 90% at inclus dudit alliage.

[0006] Selon un mode de réalisation de l'invention, l'alliage peut consister en du scandium (Sc), de l'aluminium (Al), du titane (Ti) et du lithium (Li). Notamment, l'alliage peut être choisi parmi:



[0007] En variante, l'alliage peut comprendre au moins un autre élément choisi parmi le chrome, le zirconium, le cobalt, le manganèse, le magnésium ou un autre élément de transition, ou en ce qu'il consiste en un alliage de scandium (Sc), d'aluminium (Al), de titane (Ti) de lithium (Li) et d'au moins un autre élément choisi parmi le chrome, le zirconium, le cobalt, le manganèse, le magnésium, le niobium, le vanadium, ou un autre élément de transition.

[0008] Selon une variante de réalisation, tout élément de l'alliage hors le scandium (Sc), l'aluminium (Al), le titane (Ti) et le lithium (Li) présente une proportion atomique inférieure ou égale à 5% at, voire inférieure ou égale à 3,5% at, voire inférieure ou égale à 2% at. L'alliage peut consister en un alliage de 5 à 13 éléments inclus.

[0009] L'alliage peut comprendre:

- du scandium entre 20 et 50% at inclus, voire entre 25 et 47% at inclus, voire entre 30 et 45% at inclus, voire entre 36 et 44% at inclus, voire entre 39 et 41% at inclus; et
- du titane entre 20 et 40% at inclus, voire entre 25 et 37% at inclus, voire entre 28 et 36% at inclus, voire entre 31 et 33% at inclus; et
- de l'aluminium entre 5 et 30% at inclus, voire entre 10 et 18% at inclus, voire entre 12 et 16% at inclus, voire entre 13 et 15% at inclus; et
- du lithium entre 5 et 20% at inclus, voire entre 10 et 18% at inclus, voire entre 12 et 16% at inclus, voire entre 13 et 15% at inclus.

[0010] Selon une réalisation avantageuse, le scandium peut être l'élément qui présente le plus grand pourcentage atomique.

[0011] L'alliage peut présenter une densité inférieure ou égale à 4 g cm^{-3} , voire inférieure ou égale à $3,7 \text{ g cm}^{-3}$, voire inférieure ou égale à $3,5 \text{ g cm}^{-3}$, mesurée après sa mise en forme et avant tout autre traitement. Il peut présenter une dureté supérieure ou égale à 600 Hv, voire supérieure ou égale à 700 Hv, voire supérieure ou égale à 800 Hv, mesurée après sa mise en forme et avant tout autre traitement.

[0012] L'invention porte aussi sur un composant horloger, caractérisé en ce qu'il comprend un alliage tel que décrit précédemment. Selon une réalisation, le composant peut être intégralement formé d'un alliage tel que décrit précédemment.

Le composant horloger peut être une boîte de montre, une lunette, un cadran, une maille de bracelet, un bracelet, ou un fermoir pour bracelet.

[0013] L'invention porte aussi sur une pièce d'horlogerie, notamment une montre, de bijouterie ou de joaillerie, caractérisée en ce qu'elle comprend un tel composant horloger ou en ce qu'elle comprend un alliage tel que décrit précédemment.

[0014] En variante, l'invention porte sur un composant dédié à l'aéronautique, à l'automobile, à un engin de transport, à un appareil de mesure, à un robot d'exploration, à une arme ou à un dispositif de production ou de stockage d'énergie, caractérisé en ce qu'il comprend un alliage tel que décrit précédemment.

[0015] Le composant peut être intégralement formé d'alliage tel que décrit précédemment ou peut être une pièce massive comprenant un alliage tel que décrit précédemment s'étendant sensiblement sur toute son épaisseur.

[0016] L'invention porte aussi sur un procédé de fabrication d'un alliage tel que décrit précédemment ou d'un composant tel que décrit précédemment, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes:

- broyage de poudres d'éléments purs pour former une poudre d'alliage;
- mise en forme à froid de la poudre d'alliage.

[0017] L'étape de mise en forme peut comprendre les étapes suivantes:

- pressage à froid suivi de frittage; ou
- frittage flash par plasma (Spark Plasma Sintering); ou
- pressage isostatique à chaud (HIP).

[0018] Ces objets, caractéristiques et avantages de la présente invention seront exposés en détail dans la description suivante de modes de réalisation particuliers faits à titre non-limitatif.

[0019] L'invention est basée sur la fabrication et l'utilisation d'un alliage métallique ayant à la fois une faible densité et une grande dureté.

[0020] Pour cela, l'invention repose sur la définition d'un alliage dit «à haute entropie» ou proche d'un alliage à haute entropie. Un tel alliage est composé d'au moins quatre éléments métalliques, voire au moins cinq éléments métalliques, chacun de ces éléments étant présent dans l'alliage selon une proportion comprise entre 5 et 50% at inclus, et dont la réunion forme un ensemble à haute entropie de mélange qui permet d'atteindre des propriétés remarquables, éloignées des propriétés naturelles habituelles des alliages métalliques simples.

[0021] L'alliage selon l'invention comprend les quatre éléments principaux suivants: le scandium (Sc), l'aluminium (Al), le titane (Ti) et le lithium (Li). Nous entendons par éléments principaux le fait que ces éléments sont les quatre éléments de plus grande proportion présents dans l'alliage. De préférence, ces quatre éléments principaux représentent au moins 80% at inclus, voire au moins 85% at inclus, voire au moins 90% at inclus de l'alliage (les pourcentages mentionnés sont donc des pourcentages atomiques). Chacun de ces quatre éléments est présent dans l'alliage selon une fraction atomique comprise entre 5 et 50% at inclus, voire entre 7 et 45% at inclus, voire entre 10 et 40% at inclus.

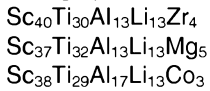
[0022] Chaque élément principal participe à apporter une propriété intéressante à l'alliage. Par exemple, le scandium apporte sa légèreté, sa couleur, ses propriétés mécaniques. Le titane apporte sa dureté. L'aluminium apporte de la légèreté et une résistance à l'oxydation, le lithium de la légèreté. Toutefois, la combinaison des ces quatre éléments principaux permet de former une structure à haute entropie. Elle permet de former un alliage dont les propriétés, remarquables, vont bien au-delà de la simple addition des propriétés de chaque élément, comme cela sera précisé ultérieurement. Pour aboutir à cet alliage, il a aussi fallu réaliser une sélection d'éléments dont la compatibilité chimique entre eux a été découverte particulièrement bonne.

[0023] Selon un premier mode de réalisation de l'invention, l'alliage consiste en ces quatre éléments principaux. Parmi les alliages de ce premier mode de réalisation, nous pouvons identifier les alliages suivants (les indices représentant les pourcentages atomiques de chaque élément):

Sc₄₂Ti₃₀Al₁₄Li₁₄
 Sc₃₅Ti₃₃Al₁₆Li₁₆
 Sc₄₀Ti₃₂Al₁₄Li₁₄
 Sc₃₈Ti₂₈Al₁₇Li₁₇
 Sc₃₉Ti₃₁Al₁₅Li₁₅
 Sc₃₉Ti₃₁Al₁₆Li₁₄
 Sc₃₉Ti₃₂Al₁₅Li₁₄
 Sc₄₂Ti₃₄Al₁₄Li₁₀
 Sc₄₀Ti₃₃Al₁₅Li₁₂

[0024] Selon un deuxième mode de réalisation de l'invention, l'alliage comprend au moins un autre élément dit secondaire choisi parmi le chrome, le zirconium, le cobalt, le manganèse, le magnésium ou un autre élément de transition. Avantagusement, tout élément secondaire sera présent selon une proportion atomique inférieure ou égale à 5% at, voire inférieure ou égale à 3,5% at, voire inférieure ou égale à 2% at.

[0025] Selon ce second mode de réalisation, l'alliage peut consister en un alliage de scandium (Sc), d'aluminium (Al), de titane (Ti), de lithium (Li) et au moins un autre élément dit secondaire choisi parmi le chrome, le zirconium, le cobalt, le manganèse, le magnésium, le niobium, le vanadium, ou un autre élément de transition. A titre d'exemple de réalisation, l'alliage peut être:



[0026] Finalement, l'alliage selon l'invention peut ainsi comprendre 4 ou 5 éléments. En variante, il peut comprendre plus de 5 éléments, notamment entre 6 et 13 éléments.

[0027] Avantageusement, dans tous ces modes de réalisation, chacun des quatre éléments principaux sera présent dans les proportions atomiques suivantes:

- le scandium entre 20 et 50% at inclus, voire entre 25 et 47% at inclus, voire entre 30 et 45% at inclus, voire entre 36 et 44% at inclus, voire entre 39 et 41% at inclus;
- le titane entre 20 et 40% at inclus, voire entre 25 et 37% at inclus, voire entre 28 et 36% at inclus, voire entre 31 et 33% at inclus;
- l'aluminium entre 5 et 30% at inclus, voire entre 10 et 18% at inclus, voire entre 12 et 16% at inclus, voire entre 13 et 15% at inclus;
- le lithium entre 5 et 20% at inclus, voire entre 10 et 18% at inclus, voire entre 12 et 16% at inclus, voire entre 13 et 15% at inclus.

[0028] Avantageusement, dans tous les modes de réalisation de l'invention, le scandium sera présent avec le plus grand pourcentage atomique.

[0029] De plus, avantageusement encore, le titane sera présent avec le deuxième plus grand pourcentage atomique (après le scandium).

[0030] Il apparaît qu'un tel alliage selon l'invention permet d'atteindre une faible densité et une grande dureté. Avantageusement, les éléments de l'alliage seront choisis de sorte que l'alliage résultant présente une densité inférieure ou égale à 4 g cm^{-3} , voire inférieure ou égale à $3,7 \text{ g cm}^{-3}$, voire inférieure ou égale à $3,5 \text{ g cm}^{-3}$ et une dureté supérieure ou égale à 600 Hv, voire supérieure ou égale à 700 Hv, voire supérieure ou égale à 800 Hv, mesurées après l'étape de mise en forme décrite ci-après et avant tout autre traitement éventuel. Il est aussi notable que l'alliage selon l'invention présente une grande stabilité de microstructure, pouvant même résister jusqu'à une température supérieure à 1000 °C.

[0031] Avantageusement, l'alliage est un alliage totalement métallique. Il apparaît que l'invention permet d'obtenir un alliage plus léger que l'aluminium et plus dur que l'acier trempé, tout en étant totalement inoxydable et amagnétique.

[0032] Un tel alliage pourra avoir une structure cristalline, notamment nanocristalline, simple, monophasée ou biphasée. En variante, l'alliage peut présenter une structure amorphe.

[0033] L'invention porte aussi sur un composant horloger, caractérisé en ce qu'il comprend un alliage tel que décrit précédemment. Selon un mode de réalisation, le composant horloger peut être intégralement formé d'un alliage selon l'invention. En variante, seule une partie dudit composant peut être formée d'un tel alliage.

[0034] Selon un mode de réalisation, le composant horloger peut être une boîte de montre, une lunette, un cadran, une maille de bracelet, un bracelet, un fermoir pour bracelet, etc.

[0035] L'invention porte aussi sur une pièce d'horlogerie, de bijouterie ou de joaillerie, qui comprend un alliage tel que décrit précédemment ou un composant horloger tel que décrit ci-dessus. La pièce d'horlogerie selon un mode de réalisation de l'invention peut être une montre, comme une montre-bracelet.

[0036] L'invention a été conçue pour le domaine de l'horlogerie, voire de la joaillerie. Toutefois, il apparaît que l'alliage selon l'invention pourrait avantageusement être utilisé dans d'autres domaines du fait de ses nombreuses propriétés remarquables. Ainsi, cet alliage pourrait par exemple être utilisé dans l'aérospatiale, l'aéronautique, l'automobile, plus généralement pour toute industrie de transport, ainsi que pour les domaines de l'énergie et de l'armement. Ainsi, l'invention porte aussi sur un composant dédié à l'aérospatiale, à l'aéronautique, à l'automobile, à un engin de transport, à un appareil de mesure comme un robot destiné à prendre des mesures et/ou un robot d'exploration spatiale, à un dispositif de production ou de stockage d'énergie, etc., qui est formé en tout ou partie de l'alliage de l'invention. Un composant comprenant cet alliage pourra avantageusement être intégralement composé de l'alliage, c'est-à-dire que l'alliage formera un composant massif. L'alliage s'étendra donc sur toute l'épaisseur du composant. En variante, un tel composant peut être majoritairement formé dudit alliage, qui s'étend notamment en son cœur. Ledit alliage peut éventuellement être recouvert d'un revêtement de surface pour lui donner une couleur particulière ou un aspect particulier ou une protection de surface particulière.

[0037] Enfin, l'invention porte aussi sur un procédé de fabrication d'un alliage tel que décrit précédemment. Il existe déjà des procédés de fabrication d'alliages à haute entropie, et des procédés de fabrication d'alliages comprenant de nombreux éléments.

[0038] Avec l'alliage selon l'invention, il existe une grande différence entre les températures de fusion ainsi que de la pression de vapeur des différents éléments. Par exemple, à la température de fusion du scandium, le lithium est à l'état de vapeur.

[0039] Ainsi, selon le mode de réalisation de l'invention, le procédé de fabrication comprend une étape de mise en alliage par voie mécanique.

[0040] Plus précisément, dans une première étape du procédé, les éléments purs de l'alliage à fabriquer, sous forme de poudre, sont placés dans un broyeur planétaire à haute énergie. L'énergie générée par les chocs entre les billes du broyeur et les poudres d'éléments purs a deux effets:

- un premier effet mécanique d'écrasement permet aux différents éléments de rentrer en contact. Les particules ductiles se déforment pour englober les particules fragiles;
- un deuxième effet est que la chaleur générée par les chocs permet d'activer la diffusion à l'état solide des éléments, et cause la mise en solution de l'alliage.

[0041] Après une certaine durée de broyage, le résultat est une nouvelle poudre d'alliage à composition constante. En remarque, le broyage est effectué sous vide ou en présence d'un gaz inerte.

[0042] Ensuite, la poudre d'alliage est mise en forme dans une deuxième étape. Pour cela, au moins l'une des sous-étapes suivantes est mise en œuvre:

- pressage à froid suivi de frittage;
- frittage flash par plasma (Spark Plasma Sintering);
- pressage isostatique à chaud (connu par son sigle HIP provenant de la dénomination anglaise «Hot Isostatic Pressing»).

[0043] En remarque, cette deuxième étape utilise des températures de frittage basses, pour éviter tout risque d'évaporation, et une durée courte, pour éviter tout risque de démixtion de l'alliage.

[0044] Après densification, les formes frittées obtenues par la deuxième étape peuvent subir tout traitement conventionnel dans une troisième étape. Par exemple, elles peuvent être usinées par voie conventionnelle.

Revendications

1. Alliage, caractérisé en ce qu'il comprend du scandium (Sc), de l'aluminium (Al), du titane (Ti) et du lithium (Li), chacun de ces quatre éléments étant présent dans l'alliage selon une fraction atomique comprise entre 5 et 50% at inclus et ces quatre éléments représentant une proportion totale dans l'alliage d'au moins 80% at inclus, voire au moins 85% at inclus, voire au moins 90% at inclus dudit l'alliage.
2. Alliage selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il consiste en du scandium (Sc), de l'aluminium (Al), du titane (Ti) et du lithium (Li).
3. Alliage selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il est choisi parmi:
 - Sc₄₂Ti₃₀Al₁₄Li₁₄
 - Sc₃₅Ti₃₃Al₁₆Li₁₆
 - Sc₄₀Ti₃₂Al₁₄Li₁₄
 - Sc₃₈Ti₂₈Al₁₇Li₁₇
 - Sc₃₉Ti₃₁Al₁₅Li₁₅
 - Sc₃₉Ti₃₁Al₁₆Li₁₄
 - Sc₃₉Ti₃₂Al₁₅Li₁₄
 - Sc₄₂Ti₃₄Al₁₄Li₁₀
 - Sc₄₀Ti₃₃Al₁₅Li₁₂
4. Alliage selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un autre élément choisi parmi le chrome, le zirconium, le cobalt, le manganèse, le magnésium ou un autre élément de transition, ou en ce qu'il consiste en un alliage de scandium (Sc), d'aluminium (Al), de titane (Ti) de lithium (Li) et d'au moins un autre élément choisi parmi le chrome, le zirconium, le cobalt, le manganèse, le magnésium, le niobium, le vanadium, ou un autre élément de transition.
5. Alliage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que tout élément de l'alliage hors le scandium (Sc), l'aluminium (Al), le titane (Ti) et le lithium (Li) présente une proportion atomique inférieure ou égale à 5% at, voire inférieure ou égale à 3,5% at, voire inférieure ou égale à 2% at.
6. Alliage selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce qu'il consiste en un alliage de 5 à 13 éléments inclus.
7. Alliage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend:
 - du scandium entre 20 et 50% at inclus, voire entre 25 et 47% at inclus, voire entre 30 et 45% at inclus, voire entre 36 et 44% at inclus, voire entre 39 et 41% at inclus; et
 - du titane entre 20 et 40% at inclus, voire entre 25 et 37% at inclus, voire entre 28 et 36% at inclus, voire entre 31 et 33% at inclus; et

CH 714 235 A1

- de l'aluminium entre 5 et 30% at inclus, voire entre 10 et 18% at inclus, voire entre 12 et 16% at inclus, voire entre 13 et 15% at inclus; et
 - du lithium entre 5 et 20% at inclus, voire entre 10 et 18% at inclus, voire entre 12 et 16% at inclus, voire entre 13 et 15% at inclus.
8. Alliage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le scandium est l'élément qui présente le plus grand pourcentage atomique.
 9. Alliage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il présente une densité inférieure ou égale à 4 g cm^{-3} , voire inférieure ou égale à $3,7 \text{ g cm}^{-3}$, voire inférieure ou égale à $3,5 \text{ g cm}^{-3}$, mesurée après sa mise en forme et avant tout autre traitement.
 10. Alliage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il présente une dureté supérieure ou égale à 600 Hv, voire supérieure ou égale à 700 Hv, voire supérieure ou égale à 800 Hv, mesurée après sa mise en forme et avant tout autre traitement.
 11. Composant horloger, caractérisé en ce qu'il comprend un alliage selon l'une des revendications précédentes ou en ce qu'il est intégralement formé d'un alliage selon l'une des revendications précédentes.
 12. Composant horloger selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il est une boîte de montre, une lunette, un cadran, une maille de bracelet, un bracelet, ou un fermoir pour bracelet.
 13. Pièce d'horlogerie, notamment une montre, de bijouterie ou de joaillerie, caractérisée en ce qu'elle comprend un composant horloger selon la revendication 11 ou 12 ou en ce qu'elle comprend un alliage selon l'une des revendications 1 à 10.
 14. Composant dédié à l'aéronautique, à l'automobile, à un engin de transport, à un appareil de mesure, à un robot d'exploration, à une arme ou à un dispositif de production ou de stockage d'énergie, caractérisé en ce qu'il comprend un alliage selon l'une des revendications 1 à 10.
 15. Composant selon la revendication 11,12 ou 14, caractérisé en ce qu'il est intégralement formé d'alliage selon l'une des revendications 1 à 10 ou en ce qu'il est une pièce massive comprenant un alliage selon l'une des revendications 1 à 10 s'étendant sensiblement sur toute son épaisseur.
 16. Procédé de fabrication d'un alliage selon l'une des revendications 1 à 10 ou d'un composant selon l'une des revendications 11, 12, 14 ou 15, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes:
 - broyage de poudres d'éléments purs pour former une poudre d'alliage;
 - mise en forme à froid de la poudre d'alliage.
 17. Procédé de fabrication d'un alliage ou d'un composant selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'étape de mise en forme comprend les étapes suivantes:
 - pressage à froid suivi de frittage; ou
 - frittage flash par plasma (Spark Plasma Sintering); ou
 - pressage isostatique à chaud (HIP).

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

IDENTIFICATION DE LA DEMANDE INTERNATIONALE		COTE DU DOSSIER DU DEPOSANT OU DU MANDATAIRE	
		H102034CH	
Demande nationale n°		Date du dépôt	
12532017		13-10-2017	
Pays du dépôt		Date de priorité revendiquée	
CH			
Déposant (Nom)			
Hublot SA, Genève			
Date de la requête d'une recherche de type international		Numéro donné par l'administration chargée de la recherche internationale à la requête d'une recherche de type international	
01-11-2017		SN69907	
I. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE (en cas de plusieurs symboles de la classification, les indiquer tous)			
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB			
C22C1/04;C22C30/00			
II. DOMAINES RECHERCHES			
Documentation minimale consultée			
Système de classification		Symboles de la classification	
IPC		C22C	
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents font partie des domaines consultés			
III. <input type="checkbox"/> IL A ETE ESTIME QUE CERTAINES REVENDICATIONS			
NE POUVAIENT FAIRE L'OBJET D'UNE RECHERCHE (Observations sur la feuille supplémentaire)			
IV. <input type="checkbox"/> ABSENCE D'UNITE DE L'INVENTION (Observations sur la feuille supplémentaire)			

Form PCT/ISA 201 A (11/2000)

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Demande de recherche No

CH 12532017

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. C22C1/04 C22C30/00 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) C22C		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, formes de recherche utilisées) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie *	Documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	KNALED M. YOUSSEF ET AL: "A Novel Low-Density, High-Hardness, High-entropy Alloy with Close-packed Single-phase Nanocrystalline Structures", MATERIALS RESEARCH LETTERS, vol. 3, no. 2, 9 décembre 2014 (2014-12-09), pages 95-99, XP055430920, DCI: 10.1080/21663831.2014.985855	1,4,6,7, 9,10,16
Y	* abrégé * * page 96, colonne droite, alinéa 5 * * page 97, colonne gauche, alinéa 1 * * page 99, colonne gauche, alinéa 3 * * tableau 2 *	14,15,17
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents		<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe
* Catégories spéciales de documents cités:		*T* document ultérieur publié après la date de dépôt ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
A document décrivant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent		*X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle au moment impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
E document antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date		*Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette pertinence étant évidente pour une personne du métier
L documents pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou être pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)		*Z* document qui fait partie de la même famille de brevets
O document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou par d'autres moyens		
P document publié avant la date de dépôt, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée		
Date à laquelle la recherche de type international a été effectivement achevée 4 décembre 2017		Date d'expédition du rapport de recherche de type international 12 DEC 2017
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 8616 Patankaan 2 NL - 2330 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040 Fax: (+31-70) 340-3010		Fonctionnaire autorisé Rosciano, Fabio

Formulaire PCT/ISA/201 (Revisé le 10/01/2004)

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Demande de recherche No

CH 12532017

C. (suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	<p>STEADYMAN CHIKUMBA ET AL: "High Entropy Alloys: Development and Applications", 7TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON LATEST TRENDS IN ENGINEERING AND TECHNOLOGY (ICTET'2015) NOV. 26-27, 2015 IRENE, PRETORIA (SOUTH AFRICA), 26 novembre 2015 (2015-11-26), XP055431244, DOI: 10.15242/11E.E1115005 ISBN: 978-93-844-2258-5 * VI. Current and future applications *</p>	14,15
Y	<p>Bs Murty ET AL: "Synthesis and Processing - High Entropy Alloys - Chapter 5" In: "High Entropy Alloys", 27 juin 2014 (2014-06-27), Elsevier, XP055431255, ISBN: 978-0-12-800251-3 pages 77-89, * abrégé *</p>	17
A	<p>EP 1 449 930 A1 (SULZER MARKETS & TECHNOLOGY AG [CH]) 25 août 2004 (2004-08-25) * revendications 1, 3, 5 *</p>	1-17

1

Faisabilité PCT/ISA/2013 (voir site de destination finale) (annexe 2D36)

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande de recherche n°

CH 12532817

Document brevet cité ou rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1449930	A1	25-08-2004	AUCUN