

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 83112583.6

(51) Int. Cl.³: **C 22 C 9/00**
C 22 C 9/01, H 01 H 1/02

(22) Date de dépôt: 14.12.83

(30) Priorité: 15.12.82 FR 8221069

(43) Date de publication de la demande:
12.09.84 Bulletin 84/37

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

(71) Demandeur: LAMINOIRS DU DAUPHINE
ETABLISSEMENTS BONMARTIN Société anonyme dite :

F-38420 Domène(FR)

(72) Inventeur: Allibert, Colette
23 rue Lavoisier
F-38100 Grenoble(FR)

(72) Inventeur: Brun, Jean-Yves
4 Place de la République
F-38400 Saint-Martin-d'Hères(FR)

(74) Mandataire: Casalonga, Axel et al,
BUREAU D.A. CASALONGA OFFICE JOSSE & PETIT
Baaderstrasse 12-14
D-8000 München 5(DE)

(54) Alliage à base de cuivre, contenant titane et aluminium.

(57) L'invention est relative à un alliage à base de cuivre à durcissement structural caractérisé par le fait qu'il comprend essentiellement en plus du cuivre 1 à 3 atomes pour cent de titane et 0,5 à 4 atomes pour cent d'aluminium.

Cet alliage est utilisé pour la fabrication des lames de contact électrique et pour la fabrication d'éléments élastiques.

Alliage au cuivre-titane-aluminium.

La présente invention est relative à un nouvel alliage à durcissement structural à base de cuivre et au procédé de fabrication de celui-ci.

L'invention concerne plus particulièrement un alliage présentant de bonnes caractéristiques électriques et/ou mécaniques. Cet alliage est en particulier utilisable pour la fabrication de lames de contact électrique ou il est recherché conjointement une bonne conductivité électrique, une dureté et une élasticité élevées qui doivent être conservées jusqu'à environ 200°C. Mais cet alliage peut également être mis en oeuvre dans des applications soit pour ses propriétés mécaniques, soit pour ses propriétés électriques, tel que par exemple dans la fabrication d'éléments élastiques (ressorts, lames).

On utilise couramment dans ce but le bronze au béryllium qui est un alliage à base de cuivre contenant 2% de béryllium et 0,3% de cobalt.

Toutefois, la toxicité du béryllium rend son emploi particulièrement difficile à l'échelle industrielle et par ailleurs le prix élevé de ce dernier intervient lourdement dans le prix de revient de l'alliage.

Les inventeurs ont donc recherché un alliage présentant des propriétés de conductivité, de dureté et d'élasticité rendant son utilisation particulièrement appropriée pour la fabrication de lames de contact électriques.

Ils ont découverts qu'un alliage particulier de cuivre-titane-aluminium permettait de résoudre ce problème.

L'invention a donc pour objet un nouvel alliage de cuivre-titane-aluminium.

Un autre objet de l'invention est constitué par le procédé de fabrication d'un tel alliage.

D'autres objets apparaîtront à la lecture de la description et des exemples qui suivent.

L'alliage conforme à l'invention est essentiellement caractérisé par le fait qu'il comprend 1 à 3 atomes pour cent de titane et 0,5 à 4 atomes pour cent d'aluminium le reste étant constitué par du cuivre.

5 Les alliages préférés sont plus particulièrement les alliages ayant une teneur en titane comprise entre 1 et 2 at% et une teneur en aluminium comprise entre 0,5 et 3 at% et plus particulièrement entre 1,5 et 2 at% pour le titane et 0,5 à 2at% pour l'aluminium.

10 Un alliage particulièrement intéressant est l'alliage ayant environ 1,5 at% de titane et 1 at% d'aluminium le reste étant constitué par le cuivre.

Ces alliages conformes à l'invention peuvent éventuellement renfermer des dopants dans des proportions allant
15 jusqu'à 0,5 atome pour cent choisis parmi le zirconium, le hafnium, le niobium, le vanadium, le tantale, le chrome. Les proportions préférées étant de l'ordre de 0,1 atome pour cent. Le dopant préféré est plus particulièrement le vanadium qui présente l'avantage de pouvoir être introduit à partir de
20 l'alliage TA 6V de récupération.

Les alliages conformes à l'invention présentent une résistivité de 6 à $18\mu\Omega\text{cm}$, une dureté de 170 à 270 Hv, une charge à la rupture R de 40 à 64 daN/mm² et un allongement A de 30 à 35%.

25 Les alliages préférés ont une résistivité de 7 à $14\mu\Omega\text{cm}$, une dureté de 210 à 290 Hv, une charge à la rupture de 60 à 90 daN/mm² et un allongement A de 5 à 10%.

Un alliage particulièrement préféré ayant une teneur en titane de 1,5 à 2 atomes pour cent, une teneur en aluminium de
30 0,5 à 2 atomes pour cent le reste étant constitué par du cuivre présente une résistivité de 7 à $12\mu\Omega\text{cm}$, une dureté de 270 à 300 Hv, une résistance de 70 à 90 daN/mm² et un allongement de 2 à 10%.

L'alliage plus particulièrement intéressant selon l'inven-
35 tion a une résistivité d'environ $7\mu\Omega\text{cm}$, une dureté d'environ 235 Hv, une charge à la rupture d'environ 55 daN/mm².

La préparation de l'alliage conformément à la présente invention est effectuée suivant un procédé comportant essentiellement les étapes suivantes :

- élaboration par fusion des différents éléments et coulée de l'alliage éventuellement sous atmosphère inerte;
- recuit de mise en solution à haute température suivi d'une trempe permettant de conserver la solution solide à température ambiante;
- traitement thermique de précipitation ou revenu à température relativement basse.

La dernière étape peut être effectuée soit par le fabricant de l'alliage, soit par l'utilisateur sur les pièces finies.

La fusion des différents éléments métalliques et leur coulée en lingotière s'effectue de préférence sous une atmosphère inerte, les gaz utilisés peuvent en particulier être choisis parmi l'argon et l'hélium.

Le recuit de mise en solution est effectué à une température comprise entre 800 et 950°C environ pour une durée d'environ 15 minutes à 3 heures éventuellement sous atmosphère protectrice afin d'éviter l'évolution de la composition de l'alliage par oxydation, carburation ou nitruration. L'atmosphère utilisée peut être constituée de préférence, par de l'argon ou de l'hélium.

Le recuit est suivi de la trempe par exemple à l'eau froide.

Ce traitement est suivi soit directement à la suite du recuit de mise en solution, et éventuellement d'une étape d'écrouissage, soit sur les pièces finies par un traitement de revenu durcissant à une température comprise entre 350 et 450°C pour une durée variant de 2 à 8 heures.

On aboutit par ce traitement aux propriétés suivantes
 $\rho = 6 \text{ à } 17 \mu\Omega\text{cm}$, $H_v = 170 \text{ à } 270 \text{ Hv}$, $R = 40 - 64 \text{ daN/mm}^2$,
 $A = 30 \text{ à } 35\%$.

Cette étape de revenu durcissant peut être précédée ou suivie d'une étape d'écrouissage pour améliorer notamment les propriétés mécaniques sans perturber les propriétés électriques.

L'écrouissage est réalisé de préférence directement après le traitement de recuit par le fabricant qui peut livrer les matériaux sous la forme trempée-écrouie. Cet écrouissage peut atteindre 300% et l'on aboutit à des propriétés suivantes :

5 $\rho = 6 \text{ à } 17 \mu\Omega/\text{cm}$, $H_v = 210 \text{ à } 300 \text{ Hv}$, $R = 65 \text{ à } 90 \text{ daN/mm}^2$,
 $A = 2 \text{ à } 10\%$.

Dans une variante de l'invention, on peut également envisager de procéder à l'écrouissage après l'étape de revenu en vue également d'améliorer les propriétés mécaniques.

10 Pour un écrouissage variant de 0 à 100% on obtient les propriétés suivantes :

$\rho = 7 \text{ à } 17 \mu\Omega/\text{cm}$, $H_v = 270 \text{ à } 320 \text{ Hv}$, $R = 70 \text{ à } 90 \text{ daN/mm}^2$,
 $A = 2 \text{ à } 10\%$.

15 Il est également possible de faire suivre l'étape d'écrouissage après le recuit de n opérations de recuit de recristallisation et d'écrouissage pour la mise en forme.

On peut faire varier la vitesse de refroidissement à l'issue du revenu entre environ 5°C/h à environ 100°C/h. Les inventeurs ont constaté notamment qu'un refroidissement lent permet encore d'abaisser la résistivité sans altérer les propriétés mécaniques.

20 Ce refroidissement lent peut être effectué par exemple à une vitesse d'environ 5 à 15°C/heure

25 Dans une mise en oeuvre de l'invention on peut introduire dans les alliages conformes à l'invention des éléments dopants choisis en particulier parmi le tantale, le niobium, le vanadium, le chrome, le zirconium, le hafnium. A cet effet, les éléments dopants donnant les meilleurs résultats sont le zirconium et le vanadium. Ces éléments dopants sont introduits dans des proportions de l'ordre de 0,1 atome pour cent.

30 Une variante particulièrement préférée est celle consistant à doper l'alliage conforme à l'invention avec du vanadium en utilisant en particulier l'alliage TA6V de récupération qui permet également d'apporter de façon simultanée le titane et
35 l'aluminium.

L'addition dans des quantités faibles d'éléments tels que le plomb, le tellure, le soufre, à des teneurs de 0,05 à 0,6%

en poids par rapport au poids total, permet d'améliorer l'usinage.

Les exemples suivants sont destinés à illustrer l'invention sans pour autant présenter un caractère limitatif.

EXEMPLE 1

5 On prépare un alliage à base de cuivre ayant la composition suivante :

Ti 1,5 atome pour cent,

Al 1 atome pour cent,

Cu le reste.

10 Cet alliage est préparé par cofusion des différents éléments dans les proportions indiquées ci-dessus en creuset de graphite par induction moyenne fréquence.

Après fusion et chauffage à une température supérieure à celle du liquidus de 150°C environ, une quantité d'environ
15 400 g d'alliage est coulée sous forme de deux barreaux cylindriques en lingotière de graphite. Cette opération s'effectuant sous atmosphère d'argon.

Les barreaux sont ensuite traités thermiquement de façon à détruire la structure dendritique de solidification ainsi
20 que la ségrégation de composition qui en résulte. Ce traitement est effectué en bain de sel à une température d'environ 900°C pendant 3 heures. Ce recuit est suivi par une trempe à l'eau.

Après écrouissage (ϵ_s) de 85% par tréfilage on procède à
25 un recuit de recristallisation à 900°C pendant 2 heures suivi d'une trempe à l'eau. Le produit ainsi obtenu est soumis à un revenu de 400°C pendant 6 à 8 heures suivi d'une trempe à l'eau. Le produit ainsi obtenu a une résistivité de $7\mu\Omega\text{ cm}$ et une dureté Hv de 235 Hv, une charge à la rupture de 55 daN/mm².

30 Le tableau I montre l'évolution de la microdureté Vickers en fonction du traitement de revenu. Les différents échantillons sont recuits à 900°C pendant 2 heures puis revenus à 400°C.

TABLEAU I

Microdureté Vickers (100g) de l'alliage.

Durée du revenu à 400°C	0 h	1x1 h	2x1 h	3x1 h	4x1h	5x1h	6x1h
microdureté Hv	110	160	205	210	240	250	235

On constate que le durcissement maximal est obtenu pour une température de revenu de 400°C au bout de 4 à 5 heures.

TABLEAU 2

Microdureté avant et après écrouissage.

Conditions	400°C 6x1 h	400°C 6x1 h + écroui à 36%
Microdureté Hv (100g)	240	280

Le tableau 2 est relatif à un examen comparatif de l'influence d'un léger écrouissage après les traitements thermiques de revenu.

Les échantillons recuits à 900°C pendant 2 heures ayant perdu de ce fait toute trace d'écrouissage sont revenus à 400°C puis tréfilés, leur diamètre passant de 5 à 4 mm. Les microduretés atteintes avant et après tréfilage figurent dans le tableau 2 ci-dessus.

On constate que le taux d'écrouissage (e_s) 36%, moins important que précédemment (85%) permet cependant d'augmenter la dureté de 40 à 50 Hv.

TABLEAU 3

Résistivité de l'alliage en fonction de la durée du revenu. *

5	Traitement thermique, température, durée	900°C ** 2 h	400°C 2x1h	400°C 3x1 h	400°C 4x1 h	400°C 5x1 h	400°C 6x1 h
10	Résistivité $\mu\Omega\text{cm}$	18,4	9,1	9,2	8,9	8,7	8,5

* Tréfilé à 85%, recuit à 900°C 2 heures puis revenu.

** sans revenu.

15 Le tableau 3 ci-dessus est relatif à l'étude de l'influence de la durée du revenu à 400°C sur la résistivité.

Dans ce cas, on évalue la résistivité d'un échantillon écroui à 85%, recuit à 900°C 2 heures puis revenu à 400°C.

On constate une décroissance de la résistivité en fonction de la durée du revenu.

20

TABLEAU 4

Résistivité de l'alliage avant et après écrouissage.

	Conditions	400° 6x1 h	400°C 6 x 1h + écroui 36%
25	Résistivité $\mu\Omega\text{cm}$	8,5	8,4

30 Le tableau 4 est relatif à une étude similaire à celle représentée dans le tableau 2 c'est-à-dire à l'étude de la résistivité de l'alliage avant et après écrouissage. On constate que l'écrouissage en fin d'élaboration qui permet d'améliorer les propriétés mécaniques de l'alliage ne modifie pas sensiblement les propriétés électriques.

35 Le tableau 5 est relatif à l'influence d'un élément dopant. La technique d'élaboration utilisée pour préparer ces alliages est la même que celle décrite ci-dessus.

Le tableau suivant décrit l'évolution de la résistivité en fonction de la durée du revenu à 400°C compte tenu de la présence des éléments dopants. Les conditions de l'étude ont été les suivantes : alliage recuit à 900°C pendant 2 heures puis revenu à 400°C en bain de sel suivi d'une trempe.

TABLEAU 5

Résistivité de l'alliage dopé.

Traitement température durée		900°C 2h	400°C 2x1h	400°C 3x1h	400°C 4x1h	400°C 5x1h	400°C 6x1h
Résistivité $\mu\Omega\text{cm}$	V 0,1 at%	18,71	10,2	9,6	9,6	9,4	9,2
	Zr 0,1 at%	19,01	9,5	9,1	9,1	8,9	8,8

EXEMPLE 2

Un alliage ayant la composition suivante a été préparé comme décrit dans l'exemple 1 Ti 1,5 atome pour cent

Al 2 atomes pour cent

Cu le reste.

Le tableau 6 ci-dessous donne la microdureté Vickers de cet alliage recuit à 900°C pendant 2 heures puis revenu à 400°C pendant les durées indiquées dans le tableau. Ces résultats confirment les résultats indiqués dans l'exemple 1.

TABLEAU 6

Microdureté Vickers (100 g)

Durée du revenu à 400°C	0 h	2x1 h	3x1 h	4x1 h	5x1 h	6x1 h
Hv	112	225	230	235	230	230

Le tableau 7 est relatif à la microdureté avant et après écrouissage pour des échantillons recuits à 900°C pendant 2

heures, revenus à 400°C puis tréfilés, leur diamètre passant de 5 mm à 4 mm.

TABLEAU 7

Microdureté avant et après écrouissage.

Conditions	400°C 6x1 h	400°C 6x1 h + écroui à 36%
Hv (100 g)	240	270

Les tableaux 8 et 9 qui suivent concernent l'évolution de résistivité de l'alliage l'un en fonction de la durée du revenu et l'autre en fonction de l'écrouissage après l'étape de revenu.

TABLEAU 8

Résistivité de l'alliage en fonction de la durée du revenu.

Traitement thermique	900°C 2 h	2x1 h 400°C	3x1 h 400°C	4x1 h 400°C	4x1 h 400°C	6x1 h 400°C
température durée						
$\mu\Omega\text{cm}$	19,6	10,4	10,6	10,2	10,1	9,8

TABLEAU 9

Résistivité de l'alliage avant et après écrouissage.

Conditions	400°C 6x1 h	400°C 6 x 1h + écroui 36%
Résistivité $\mu\Omega\text{cm}$	9,8	9,8

EXEMPLE 3

Un alliage ayant la composition suivante a été préparé comme indiqué dans l'exemple 1 :

Ti 2 atomes pour cent

Al 1 atome pour cent

Cu le reste.

Le tableau 10 qui suit montre l'influence de l'écrouissage avant revenu. On a mesuré la dureté d'alliage filé (13 mm à 5 mm) puis traité à 400°C pour des temps de revenu allant jusqu'à 3 heures. Par comparaison avec des alliages non écrouis le résultat met en évidence une augmentation de l'ordre de 40 Hv de la dureté maximale. Par ailleurs, une accélération du mécanisme de durcissement est également attribuable à l'écrouissage qui fait passer de 4 heures à 1 heure le temps de revenu nécessaire au durcissement maximum.

TABLEAU 10

Microdureté Vickers (100 g) d'un alliage

Cu Ti 2 at% Al 1 at%.

Durée du revenu à 400°C mn	0	5	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165
Microdureté Hv	210	245	255	260	245	270	275	300	290	280	280	290	290

Dans le tableau 11 on représente une évolution de la résistivité de l'alliage en fonction de la durée du revenu.

TABLEAU 11

Résistivité de l'alliage en fonction du revenu.

Conditions	900°C 2 h	400°C 2x1 h	400°C 3x1 h	400°C 4x1 h	400°C 5x1 h
$\mu\Omega$ cm	21,8	11,1	10,7	10,4	10,1

Le tableau 12 est relatif à l'évolution de la microdureté en fonction de l'écrouissage après revenu. La dureté a été

mesurée sur les alliages tréfilés de 5 à 4 mm après avoir subi un revenu de 5 heures à 400°C et elle est comparée à la dureté de l'alliage non écroui ayant subi le même revenu.

L'écrouissage après revenu ne modifie pas de façon sensible la
5 résistivité.

TABLEAU 12

Microdureté Vickers avant et après écrouissage.

Conditions	400°C 5x1 h	400°C 5x 1 h + écroui à 36%
Hv (100g)	245	300

15 Le tableau 13 qui suit montre par ailleurs que l'écrouissage après revenu produit un durcissement équivalent à celui provoqué par un écrouissage fort avant revenu et une augmentation supérieure de charge à la rupture.

TABLEAU 13

	Charge à la rupture daN/mm ²	Allongement
25 Filé (85%) + recuit à 900°C 2 h + revenu 5x1 h 400°C	58	30%
30 Filé (85%) + revenu 5x1 h 400°C	80	10%
Filé (80%) + recuit 900°C 2 h + revenu 5 x 1 h 400°C + filé (36%)	86	4%

Le tableau 14 ci-après récapitule les propriétés obtenues pour les différents alliages illustrés dans les exemples 1 à 3.

TABLEAU 14

	Résistivité $\mu\Omega$ cm	Dureté Vickers Hv	Charge à la rupture daN/mm ²
<u>Cu Ti 2 Al 1</u>			
Etat 1	10,5	245	58
Etat 2	10,5	290	80
Etat 1 + écroui 36%	10,5	305	86
<u>Cu Ti 1,5 Al 2</u>			
Etat 1	10,2	240	
Etat 1 + Ecroui 36%	9,8	270	76,5
<u>Cu Ti 1,5 Al 1</u>			
Etat 2	8,8	240	
Etat 1 + écroui 36%	8,5	280	77

Etat 1 : Filé + recuit 900°C 2 H + revenu 400°C 5x1 h

Etat 2 : Filé + revenu 400°C 5x1 h.

EXEMPLE 4

On prépare un alliage avec les éléments et les proportions décrites dans l'exemple 1.

On procède à un recuit à 900°C pendant 3 heures suivi d'une trempe à l'eau. On procède ensuite à un écrouissage (e_s) de 85% par tréfilage.

On procède un nouveau recuit de recristallisation à 900°C pendant 2 heures suivi d'une trempe à l'eau.

Après un revenu à 400°C pendant 6 à 8 heures et un refroidissement lent à 10°C/h on aboutit à un alliage présentant les propriétés suivantes :

Résistivité	= 7 $\mu\Omega$ cm
Dureté	Hv = 235 Hv
Charge à la rupture	R = 55 daN/mm ² .

REVENDEICATIONS

1. Alliage à base de cuivre à durcissement structural caractérisé par le fait qu'il comprend essentiellement en plus du cuivre 1 à 3 atomes pour cent de titane et 0,5 à 4 atomes pour cent d'aluminium.
2. Alliage selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comprend en plus des éléments dopants choisis parmi le zirconium, le hafnium, le vanadium, le niobium, le tantale, le chrome.
3. Alliage selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait qu'il comprend en plus 0,05 à 0,6% en poids de plomb, de tellure ou de soufre ou leur mélange pour améliorer l'usage.
4. Procédé de préparation d'un alliage selon les revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que : dans une première étape on procède à la fusion des éléments constituant l'alliage dans les proportions de 1 à 3 atomes pour cent de titane, de 0,5 à 4 atomes pour cent d'aluminium le reste étant constitué par du cuivre et à la coulée de l'alliage dans une seconde étape on procède à un recuit de mise en solution à haute température suivi d'une trempe, ce traitement étant suivi soit directement, soit sur les pièces finies par un traitement de revenu durcissant entre 350°C et 450°C pour une durée de 2 à 8 heures le traitement de revenu étant éventuellement précédé ou suivi d'une étape d'écrouissage.
5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé par le fait que le recuit de mise en solution à haute température est effectué à une température comprise entre 800 et 950°C pendant une durée de 15 minutes à 3 heures.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 ou 5, caractérisé par le fait que l'étape de recuit de mise en solution et de trempe est suivie par un écrouissage.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé par le fait que l'on met en oeuvre les étapes de traitement suivantes : fusion puis coulée, recuit à environ 900°C pendant 15 minutes à 3 heures suivie d'une trempe à l'eau, écrouissage, revenu à 400°C pendant 2 à 8 heures.

8. Alliage obtenu par la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 7, caractérisé par le fait qu'il a une résistivité de 6 à $18\mu\Omega\text{cm}$, une dureté de 170 à 270 Hv, une charge à la rupture de 40 à 64 daN/mm², un allongement de 30 à 35%.

5 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé par le fait que l'on met en oeuvre les étapes suivantes : fusion des éléments constituant l'alliage, le titane étant présent dans des proportions de 1 à 2 atomes pour cent l'aluminium étant présent dans des proportions de 0,5 à 3
10 atomes pour cent, puis coulée le recuit à environ 900°C pendant 15 minutes à 3 heures suivi d'une trempe, écrouissage d'environ 85%, revenu à environ 400°C pendant 2 à 4 heures suivi d'une trempe.

10. Alliage résultant du procédé selon la revendication
15 9, caractérisé par le fait qu'il a les propriétés suivantes : résistivité 7 à $14\mu\Omega\text{cm}$, dureté 210 à 290 Hv, charge à la rupture 60 à 90 daN/mm², allongement 5 à 10%.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé par le fait qu'il met en oeuvre les étapes
20 suivantes : fusion puis coulée, recuit à environ 900°C pendant 15 minutes à 3 heures suivi d'une trempe, écrouissage à environ 85%, recuit à environ 900°C pendant environ 2 heures suivi d'une trempe, revenu à environ 400°C pendant 5 à 6
heures suivi d'une trempe à l'eau, écrouissage à environ 36%,
25 le titane étant présent dans les proportions de 1,5 à 2 atomes pour cent et l'aluminium dans les proportions de 0,5 à 2 atomes pour cent.

12. Alliage obtenu par la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 11, caractérisé par le fait qu'il a une
30 résistivité de 7 à $10\mu\Omega\text{cm}$, une dureté de 270 à 300 Hv, une charge à la rupture de 70 à 90 daN/mm², un allongement de 2 à 10%.

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé par le fait que l'on met en oeuvre les étapes
35 suivantes : fusion puis coulée de l'alliage ayant une teneur en titane d'environ 1,5 atome pour cent en aluminium d'environ 1 atome pour cent le reste étant constitué par du cuivre,

recuit à environ 900°C pendant 1 heure à 3 heures suivi d'une trempe, tréfilage à environ 85%, recuit à environ 900°C pendant environ 2 heures suivi d'une trempe à l'eau, revenu à 400°C pendant 6 à 8 heures.

5 14. Alliage obtenu par la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 13, caractérisé par le fait qu'il a une résistivité d'environ $7\mu\Omega\text{cm}$, une dureté d'environ 235 Hv, une charge à la rupture d'environ 55daN/mm².

10 15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, 9, 11 et 13, caractérisé par le fait que l'étape de revenu est suivie par un refroidissement lent.

16. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 à 7, 9, 11, 13 et 15, caractérisé par le fait que la fusion et la coulée de l'alliage est effectuée sous atmosphère inerte.

15 17. Utilisation de l'alliage tel que défini dans l'une quelconque des revendications 1, 2, 3, 8, 10, 12 et 14 pour la fabrication de lames de contact électrique.

18. Lame de contact électrique caractérisée par le fait qu'elle est constituée d'un alliage préparé selon l'une quel-
20 conque des revendications 4 à 6, 9, 11, 13, 15 et 16.

19. Utilisation de l'alliage selon l'une quelconque des revendications 1, 2, 3, 8, 10, 12 et 14 pour la fabrication d'éléments élastiques.



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)
X	FR-A-1 475 198 (OLIN MATHIESON CHEMICAL CORPORATION) * résumé I, 1; page 2, colonne de droite, dernier alinéa, tableau I, page 3, en particulier: "Aluminium et titane"; page 4, colonne de droite, alinéas 3 et 5 *	1,2	C 22 C 9/00 C 22 C 9/01 H 01 H 1/02
A	GB-A- 672 263 (ROLLS ROYCE LTD.) * revendication 1 *	1	
A	US-A-2 907 653 (HOLZWARTH et al.) * revendications 1,2 *	1	
A	US-A-3 364 016 (MIKAWA) * revendication 1 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3)
A	US-A-3 773 505 (NESSLAGE et al.) * colonne 4, lignes 58-68; colonne 5, lignes 1-32; colonne 6, lignes 18-24 *	4,7,17 -19	C 22 C 9/00 C 22 C 9/01 H 01 H 1/02
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 20-03-1984	Examineur LIPPENS M.H.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons * : membre de la même famille, document correspondant	