

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑲ Numéro de dépôt: **88420409.0**

⑥ Int. Cl.⁴: **C 22 C 21/02**

⑳ Date de dépôt: **05.12.88**

③① Priorité: **07.12.87 FR 8717674**

④③ Date de publication de la demande:
14.06.89 Bulletin 89/24

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

⑦① Demandeur: **CEGEDUR SOCIETE DE
TRANSFORMATION DE L'ALUMINIUM PECHINEY**
23, Rue Balzac
F-75008 Paris (FR)

⑦② Inventeur: **Faure, Jean-François**
21, rue Général Rambaud
F-38500 Voiron (FR)

⑦④ Mandataire: **Vanlaer, Marcel et al**
PECHINEY 28, rue de Bonnel
F-69433 Lyon Cédex 3 (FR)

⑤④ **Pièces en alliage d'aluminium, telles que bielles notamment, ayant une résistance à la fatigue améliorée et procédé de fabrication.**

⑤⑦ L'invention est relative à des pièces en alliage d'aluminium ayant une résistance à la fatigue améliorée et à leur procédé de fabrication.

Ces pièces sont faites en un alliage contenant en poids 11 à 22 % de silicium, 2 à 5 % de fer, 0,5 à 4 % de cuivre, 0,2 à 1,5 % de magnésium ayant pour caractéristique de contenir 0,4 à 1,5 % de zirconium.

Le procédé d'obtention consiste à soumettre l'alliage à l'état fondu à un moyen de solidification rapide, à le mettre en forme, à lui faire subir un traitement thermique entre 480 et 530° C suivi d'une trempe à l'eau et d'un revenu entre 150 et 200° C.

Ces pièces trouvent leur application notamment sous forme de bielles et d'axes de pistons.

Description

PIECES EN ALLIAGE D'ALUMINIUM, TELLES QUE BIELLES NOTAMMENT, AYANT UNE RESISTANCE A LA FATIGUE AMELIOREE ET PROCEDE DE FABRICATION

La présente invention est relative à des pièces en alliage d'aluminium ayant une résistance à la fatigue améliorée et à un procédé de fabrication desdites pièces.

On sait que l'aluminium a notamment pour propriétés d'être trois fois plus léger que l'acier et d'avoir une bonne résistance à la corrosion. En l'alliant à des métaux tels que le cuivre et le magnésium, on améliore fortement sa résistance mécanique. Par ailleurs, l'ajout de silicium donne un produit ayant une bonne résistance à l'usure. Ces alliages dopés avec d'autres éléments tels que le fer, le nickel, le cobalt, le chrome et le manganèse, conduisent à un compromis de propriétés qui en font un matériau de choix pour la fabrication de pièces pour automobiles telles que moteur, piston, cylindre, etc...

C'est ainsi que l'EP 144 898 enseigne un alliage d'aluminium contenant en poids 10 à 36 % de silicium, 1 à 12 % de cuivre, 0,1 à 3 % de magnésium et 2 à 10 % d'au moins un élément choisi dans le groupe Fe, Ni, Co, Cr et Mn.

Cet alliage est applicable à la confection de pièces destinées aussi bien à l'industrie aéronautique qu'automobile, lesdites pièces étant obtenues par la technique de la métallurgie des poudres comportant, outre la mise en forme par compactage et filage, une étape intermédiaire de traitement thermique entre 250 et 550°C.

Si ces pièces répondent bien aux différentes propriétés énoncées ci-dessus, il en est une qui n'a pas encore été prise en compte, à savoir la tenue à la fatigue.

L'homme de l'art sait que la fatigue correspond à un changement permanent, localisé et progressif de la structure métallique qui se produit dans les matériaux soumis à une succession de contraintes discontinues et qui peut entraîner des fissures et même des ruptures des pièces après une application desdites contraintes suivant un nombre de cycles plus ou moins grand et ce alors que leur intensité est le plus souvent nettement inférieure à celle qu'il faut appliquer au matériau de façon continue pour obtenir une rupture par traction. C'est pourquoi les valeurs de module d'élasticité, de résistance à la traction, de dureté énoncées dans l'EP 144 898 ne peuvent rendre compte de l'aptitude de l'alliage à la résistance à la fatigue.

Or, il est important pour des pièces telles que les bielles ou les axes de piston, par exemple qui travaillent en dynamique et qui sont soumises à des efforts périodiques, de présenter une bonne tenue à la fatigue.

C'est pourquoi la demanderesse s'étant penchée sur ce problème a constaté que certes les pièces fabriquées à partir des alliages entrant dans le cadre du document sus-mentionné présentaient une résistance à la fatigue qui pouvait convenir à certaines applications, mais qu'il était possible d'améliorer notablement cette propriété en modifiant leur composition. C'est dans ce but qu'elle a mis au point des pièces en alliages d'aluminium contenant en poids 11 à 22 % de silicium, 2 à 5 % de fer, 0,5 à 4 % de cuivre, 0,2 à 1,5 % de magnésium caractérisées en ce qu'elles contiennent également 0,4 à 1,5 % de zirconium.

En effet, la demanderesse s'est aperçue que cet élément d'alliage ajouté aux autres en quantité au moins égale à 0,4 % pour avoir un effet convenable mais n'excédant pas 1,5 %, quantité au-delà de laquelle l'amélioration obtenue n'est plus sensible, avait pour conséquence d'accroître la résistance à la fatigue des pièces et ce sans nuire ni aux autres propriétés obtenues avec les alliages de l'art antérieur, ni à leur aptitude à l'usinage.

L'invention concerne également un procédé d'obtention des pièces à partir de tels alliages.

Il consiste après avoir élaboré l'alliage de composition revendiquée, à le fondre à une température supérieure à 900°C de manière à éviter tout phénomène de précipitation prématuré puis à le soumettre à un moyen de solidification rapide. En effet, comme les éléments tels que le fer et le zirconium sont très peu solubles dans l'alliage, il est indispensable pour obtenir des pièces répondant aux caractéristiques souhaitées d'éviter une précipitation grossière et hétérogène de ces éléments ce qu'on réalise en les refroidissant le plus rapidement possible.

Il existe plusieurs façons d'opérer cette solidification rapide :

- soit par atomisation du métal fondu à l'aide d'un gaz ou par atomisation mécanique suivie d'un refroidissement dans un gaz (air, hélium, argon); ce qui conduit à des poudres de granulométrie inférieure à 400 µm qui sont ensuite mis en forme par compactage à froid ou à chaud, dans une presse uniaxiale ou isostatique puis filage et/ou forgeage;

- soit par projection de l'alliage fondu contre une surface métallique refroidie, technique désignée par les Anglo-Saxons sous l'expression "melt spinning", ou "planar flow casting" et dont on trouve des descriptions dans les brevets US 4.389.258 et EP 136.508, ce qui génère des rubans d'épaisseur inférieure à 100 µm qui sont ensuite mises en forme par compactage comme ci-dessus;

- soit encore par projection de l'alliage fondu atomisé dans un courant de gaz contre un substrat, technique encore appelée "spray deposition" dont un exemple est donné dans le brevet GB 1.379.261, et qui conduit à un dépôt cohérent suffisamment malléable pour être mis en forme par forgeage, filage ou matriçage par exemple.

Cette liste est bien entendu non exhaustive.

Afin d'affiner davantage la structure de précipitation, les pièces après avoir été soumises éventuellement à un usinage sont traitées thermiquement entre 480 et 530°C pendant 1 à 10 heures, puis trempées à l'eau avant

de subir un traitement de revenu entre 150 et 200°C pendant 2 à 32 heures, ce qui améliore leurs caractéristiques mécaniques.

L'invention sera mieux comprise à l'aide des exemples d'application suivants:

Six alliages ont été mis en oeuvre. Il avaient la composition suivante en poids :

Alliage N°	Si %	Fe %	Cu %	Mg %	Zr %	Al %
1	18	3,0	3	1,0	-	reste
2	18	3,0	3	1,0	1	reste
3	12	5,0	1	1,5	1,2	reste
4	15	4,0	1	1	0,6	reste
5	20	4,0	1	1	0,8	reste
6	12	5,0	3	0,8	0,2	reste

Les alliages n° 1, 2 et 3 ont été obtenus par métallurgie des poudres, c'est-à-dire qu'ils ont été fondus à 900°C puis atomisés dans une atmosphère d'azote sous forme de particules de granulométrie 300 µm puis compactés sous 300 MPa dans une presse isostatique, filés sous forme de barre de diamètre 40 mm. Pour les alliages N° 4, 5 et 6, la technique utilisée était celle de la "spray déposition" au cours de laquelle on a obtenu un dépôt sous forme d'une billette cylindrique qui a été ensuite transformée par filage en barre de diamètre 40 mm. Les barres provenant de l'un ou l'autre procédé ont ensuite été traitées pendant 2 heures entre 490 et 520°C puis trempées à l'eau et soumises pendant 8 heures à une température comprise entre 160 et 190°C.

On a effectué sur des éprouvettes de chacune d'elles des mesures d'une part du module d'Young, d'autre part de la limite élastique conventionnelle à 0,2 %, la charge de rupture et l'allongement successivement à 20°C et à 150°C après 100 heures de maintien, ainsi que les mesures de la limite de fatigue à 20°C au bout de 10⁷ cycles et du rapport d'endurance, défini par le rapport entre la limite d'endurance et la charge de rupture.

Les résultats figurent dans le tableau suivant :

	1	2	3	4	5	6
Module d'Young en GPa	87	91	89	90	95	84
Traction à 20°C RO,2 en MPa	350	390	380	387	400	355
Rm en MPa	430	460	442	455	470	433
A%	2,5	3,0	5,0	3,8	1,0	2,0
Traction à 150°C RO,2 en MPa	290	320	315	323	327	288
après 100 h de Rm en MPa	385	390	387	393	398	380
maintien A%	5,0	6,0	8,0	5,0	2,0	6,0
Limite de fatigue Lf en MPa à 10 ⁷ cycles à 20°C (flexion rotative)	150	185	192	190	188	155
Rapport d'endurance (Lf/Rm)	0,35	0,40	0,43	0,42	0,40	0,36

On constate la nette amélioration apportée par le zirconium sur la résistance à la fatigue, qui passe d'une limite de 150 à 192 MPa.

Des résultats analogues ont été obtenus sur des pièces obtenues par "spray deposition" et "melt spinning" ou "planar flow casting".

Revendications

5

1. Pièces en alliage d'aluminium, telles que bielles notamment, ayant une résistance à la fatigue améliorée qui, outre l'aluminium, contient en poids 11 à 22 % de silicium, 2 à 5 % de fer, 0,5 à 4 % de cuivre, 0,2 à 1,5 % de magnésium, caractérisées en ce qu'elles contiennent également 0,4 à 1,5 % de zirconium.

10

2. Procédé d'obtention de pièces suivant la revendication 1 caractérisé en ce que l'on soumet l'alliage à l'état fondu à un moyen de solidification rapide, le met en forme, lui fait subir un traitement thermique entre 480 et 530°C, le trempe à l'eau et effectue un revenu entre 150 et 200°C.

15

3. Procédé selon la revendication 2 caractérisé en ce que le moyen de solidification rapide appartient au groupe constitué par l'atomisation, la "spray deposition" et le "melt spinning".

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65



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.4)
A	GB-A- 563 617 (FAIRWEATHER) * Revendications 1,3,4,6 * ---	1	C 22 C 21/02
A	GB-A- 388 109 (SKODA LTD) * Revendications 1,2; page 1, exemple 5 * ---	1	
A	US-A-1 921 195 (KEMPF) * Revendications 1,3; page 1, lignes 5-19 * ---	1	
A,D	EP-A-0 144 898 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES) * Revendications 1-17 * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
			C 22 C 21/02
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 07-03-1989	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			