

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication:

0 149 376
A2

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: **84402410.9**(51) Int. Cl.⁴: **C 22 C 21/04**(22) Date de dépôt: **26.11.84**(30) Priorité: **22.12.83 FR 8320553**(43) Date de publication de la demande:
24.07.85 Bulletin 85/30(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE GB IT LI LU NL SE(71) Demandeur: **FONDERIE ALCOA-MG S.A.**
Rue de Chamrousse
F-38170 Seyssinet(FR)(72) Inventeur: **Huet, Roger**
12 Place Paul Mistrat
F-38000 Grenoble(FR)(74) Mandataire: **Hirsch, Marc-Roger**
34 rue de Bassano
F-75008 Paris(FR)(54) **Alliage d'aluminium à propriétés améliorées.**(57) **La présente invention a pour objet un nouvel alliage d'aluminium.**

Cet alliage contient:

Si 6,5 à 7,5%

Mg 0,20 à 0,70%

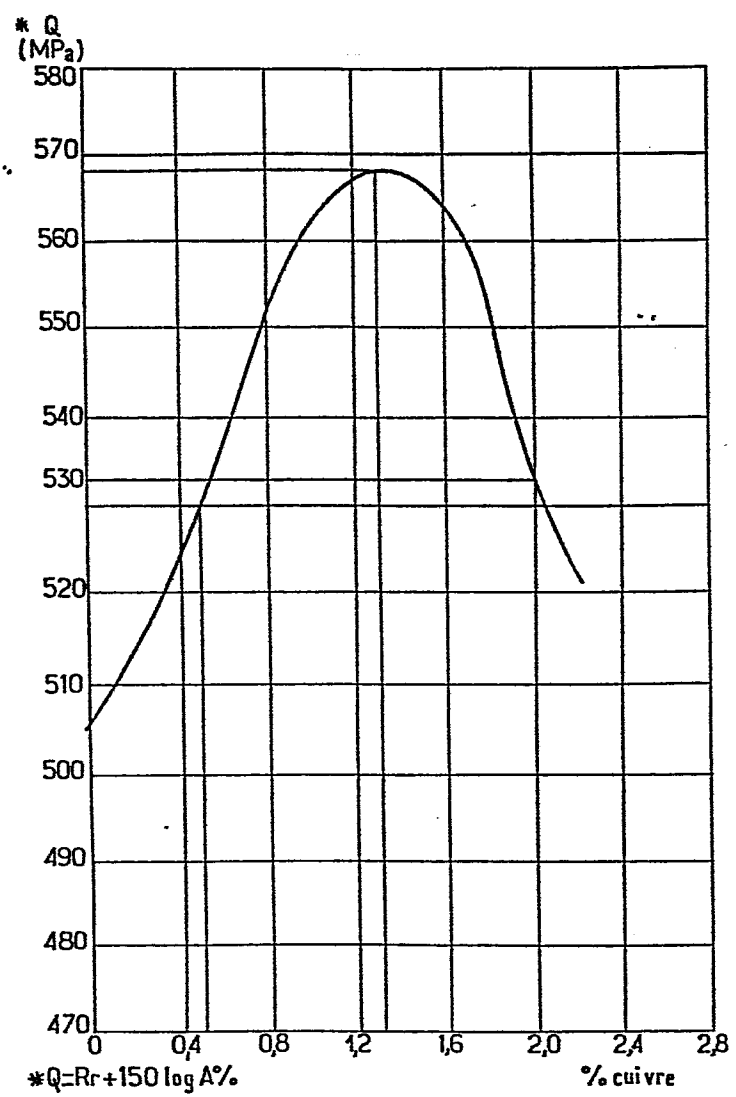
Cu 1,0 à 1,6%

le reste étant constitué d'aluminium et d'impuretés dont la teneur est inférieure à 1,0%.

Elle se rapporte à un alliage d'aluminium à propriétés améliorées.

EP 0 149 376 A2

./...



ALLIAGE D'ALUMINIUM A PROPRIETES AMELIOREES

La présente invention a pour objet un alliage à base d'aluminium présentant simultanément des propriétés mécaniques améliorées et d'excellentes qualités de soudabilité et de facilité de mise en oeuvre. Elle se rapporte également à l'application de cet alliage d'aluminium à la production de pièces par moulage ainsi qu'aux pièces moulées qui en sont formées.

On connaît déjà un certain nombre d'alliages à base d'aluminium contenant divers autres métaux, tels que Si, Mg, etc., chacun de ces métaux ayant une influence définie sur l'alliage obtenu. Ainsi, on sait que la présence de silicium dans les alliages à base d'aluminium provoque une augmentation des propriétés mécaniques de ces alliages et facilite leur mise en oeuvre.

On sait également que la présence de magnésium dans les alliages à base d'aluminium et contenant du Si, Cu ou Zn permet à ces alliages d'être soumis à des traitements thermiques qui permettent l'amélioration de leurs performances.

Ainsi est notamment connu un alliage ayant la référence A-357 fabriqué par la Société américaine Aluminium Company of America, qui est représenté en métallurgie par la formule:



qui présente de bonnes propriétés mécaniques et notamment n'a qu'une faible tendance à la fissuration, c'est-à-dire à former des retraits intercrystallins après la contraction volumique qui a lieu lors de la solidification de l'alliage. Cet alliage présente cependant des propriétés mécaniques qui quoiqu'elles restent limitées à un seuil que l'on souhaite dépasser.

La présente invention a pour objet un alliage à base d'aluminium, de silicium et de magnésium contenant d'une part:

30	. silicium	6,5 à 7,5%
	. magnésium	0,20 à 0,70%

et d'autre part

. cuivre 1,0 à 1,6%

le complément étant constitué d'aluminium et d'impuretés dont la teneur est nettement inférieure à 1%.

5 Il est surprenant que le cuivre dont on connaît l'influence positive sur l'augmentation des propriétés mécaniques des alliages à base d'aluminium mais dont on sait également que cette augmentation se fait au détriment des propriétés de mise en oeuvre et de soudabilité des alliages obtenus, lorsqu'il est ajouté en proportions définies à un alliage à base d'aluminium contenant
10 silicium et magnésium puisse conduire à une pratique conservation des propriétés de soudabilité et de facilité de mise en oeuvre. C'est cette constatation surprenante et inattendue qui est à la base de la présente invention. Il n'était en outre pas évident que l'addition de cuivre à des compositions connues permettrait simultanément

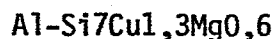
15 . déviter la tendance à la fissuration de l'alliage obtenu; on sait que l'addition de cuivre à ce type d'alliage augmente les risques de retraits lors de la solidification puis du refroidissement de l'alliage;
20 . de ne pas affecter les propriétés de l'alliage ainsi que sa résistance à la corrosion intercristalline normale ou sous tensions mécaniques.

Selon une forme d'exécution de l'invention, l'alliage précité contient 1,2 à 1,4% de cuivre.

Un alliage préféré selon l'invention contient:

25 . silicium 7%
 . magnésium 0,6%
 . cuivre 1,3%

et est représenté en métallurgie par la formule suivante:



30 Les impuretés sont maintenues au niveau industriel le plus bas possible, c'est-à-dire que le fer est au plus présent à 0,10% et la concentration du phosphore reste en-dessous de 5 ppm.

Les autres impuretés, Mn et Zn sont maintenues en-dessous de 0,10%.

Par ailleurs, la teneur en Ti est comprise entre 0,10 et 0,30%,
35 pour réaliser un affinage suffisant permettant l'obtention de bonnes propriétés mécaniques après solidification et traitement thermique approprié.

Le tableau ci-après donne les limites des teneurs des constituants de l'alliage selon l'invention ainsi que la teneur en ces constituants

d'un alliage conforme à l'invention préféré.

		Teneur minimum	Teneur maximum	Teneur préférée
5	Al			base
	Fe	0	0,10	minimale
	Si	6,5	7,5	7
	Cu	1,0	1,6	1,3
	Zn	0	0,10	minimale
10	Mg	0,20	0,80	0,60
	Mn	0	0,10	minimale
	Ni, Pb, Sn	0	0,10	minimale
	Ti	0,10	0,30	0,20
	Sb	0	0,30	40 ppm

15

D'autres buts et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante et de la figure jointe donnée à titre illustratif et nullement limitatif.

La figure 1 représente l'indice de qualité d'un échantillon de l'alliage d'aluminium conforme à l'invention en fonction de la teneur de cuivre, cet alliage d'aluminium, outre les impuretés, contenant:

. Si 7%
 . Mg 0,6%

L'indice de qualité est calculé à l'aide de la formule suivante:

$$Q = R_r + 150 \log_{10} A\%$$

25

avec:

R_r = résistance à la rupture,

A = allongement pour 100 unités de longueur

R_r et Q étant exprimés en MPa.

30 On constate sur la courbe jointe que pour l'alliage

Al - Si7Mg0,6

l'indice de qualité est de 506 MPa, alors que pour un alliage d'aluminium de même teneur en Si et Mg et contenant 1,0 à 1,6% en cuivre, cet indice de qualité est supérieur à 560 et peut atteindre 568 MPa.

35 L'indice de qualité est ainsi de 10% plus élevé lorsque l'alliage précité contient de 1,0 à 1,6% de cuivre; ceci est parfaitement inattendu et totalement surprenant.

Il faut remarquer que pour un alliage ayant la teneur préférée mentionnée dans le tableau ci-dessus, donc de type

40

Al-Si7Cu1,3Mg0,6

cet indice de qualité est proche du maximum.

Pour cet indice de qualité, qui est situé entre 500 et 600 MPa, pour les alliages ayant la composition des alliages utilisés pour l'obtention des résultats consignés sur la figure, on obtient des charges de rupture supérieures à 400 MPa, et des allongements compris entre 5 et 10% en fonction de la loi de refroidissement. Un revenu opéré entre 150 et 155°C pendant 8 heures permet d'obtenir des allongements d'environ 10%; tandis qu'un revenu à 170°C pendant la même durée, conduit à une réduction des allongements mais permet une charge de rupture supérieure à 400 MPa.

10 L'alliage selon l'invention et tout particulièrement l'alliage préféré précité présentent des propriétés de coulée améliorées qui les rendent tout particulièrement utiles pour la fabrication de pièces par les techniques de fonderie, et également de soudabilité qui rendent avantageux l'assemblage ultérieur de ces pièces, qui présentent des caractéristiques
15 métallurgiques bien meilleures que celles déjà observées pour les meilleurs alliages utilisés jusqu'à présent dans l'industrie aéronautique.

Ces caractéristiques exceptionnelles peuvent conduire à la fabrication de pièces pour l'industrie automobile ou l'industrie aéronautique, pouvant être, par exemple, coulées dans des moules très froids et n'ayant
20 pas besoin de subir de traitement de vieillissement pour présenter, cependant, des propriétés métallurgiques de loin supérieures à celles des alliages usuels existants.

Dans le tableau ci-dessous sont donnés, à titre de comparaison, les propriétés mécaniques et indices de qualité de deux alliages obtenus par
25 coulée dans des conditions opératoires identiques impliquant un traitement thermique selon la norme américaine T6, à savoir:

- un alliage A 357 de formule $Al-Si7Mg0,6$,
- un alliage selon l'invention de formule $Al-Si7Cu1,3Mg0,6$.

Ces mesures ont été effectuées sur des éprouvettes de caractérisation
30 de coulée selon la méthode décrite dans la norme française AIR 3380 C.

alliage	revenu	R (MPa)	R 0,2 (MPa)	A %	HB	Q (MPa)
Al-Si7Mg0,6	B	340	300	3	110	410
Al-Si7Cu1,3Mg0,6	B	370	320	4	125	460

Dans le tableau ci-dessus, les différents symboles ont les significations suivantes:

R = charge à la rupture,

0149376

R_{0,2} = limite élastique à 0,2%

(donnée par le calculateur et estimée par la formule

$$R_{0,2} = R - 60 \log_{10} A - 13)$$

5

A = allongement en %,

HB = dureté Brinell,

Q = indice de qualité déterminé par l'expression

$$Q = R + \log_{10} A$$

REVENDICATIONS

1.- A titre de produit industriel nouveau, un alliage d'aluminium contenant:

	Si	6,5 à 7,5%
5	Mg	0,20 à 0,70%
	Cu	1,0 à 1,5%

le reste étant constitué d'aluminium et d'impuretés dont la teneur est inférieure à 1,0%.

2.- Alliage d'aluminium selon la revendication 1, caractérisé en ce que la teneur en cuivre est comprise entre 1,2 et 1,4%.

3.- Alliage d'aluminium selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il contient:

	Si	7%
	Mg	0,60%
15	Cu	1,3%

4.- Alliage selon une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les impuretés consistent en:

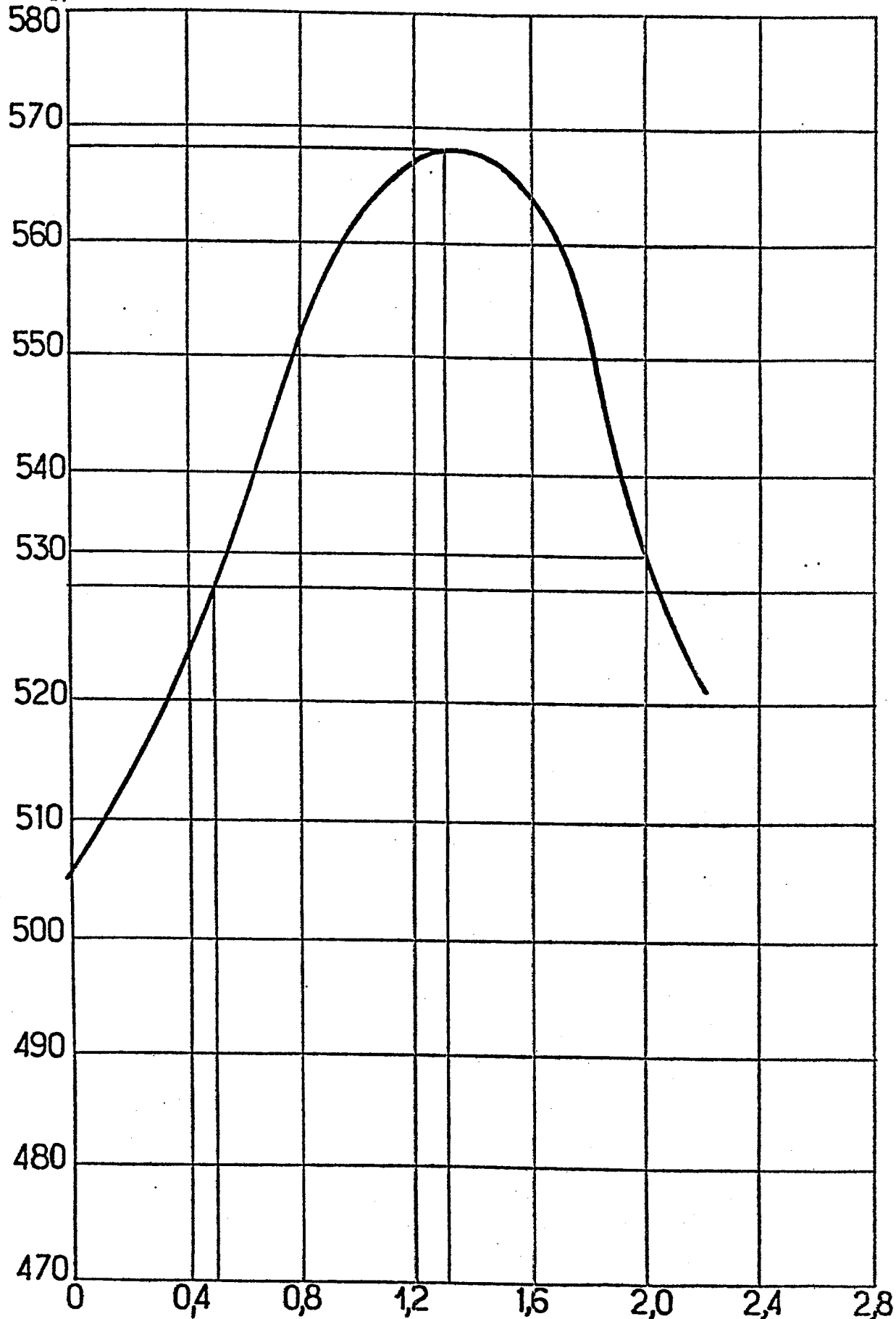
	Fe	$\leq 0,1\%$
	Zn	$\leq 0,1\%$
20	Mn	$\leq 0,1\%$
	Ni	$\leq 0,01\%$
	Pb	$\leq 0,01\%$
	Sn	$\leq 0,01\%$
	P	≤ 5 ppm

5.- Application à la production de pièces par moulage des alliages selon une quelconque des revendications 1 à 4.

6.- Pièces obtenues par les techniques de moulage formées de l'alliage selon une quelconque des revendications 1 à 4.

1/1

0149376

* Q
(MPa)

*Q=Rr+150 log A%

% cuivre