

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 328 666 B1**

(12)

**FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:  
**24.03.2004 Bulletin 2004/13**

(51) Int Cl.7: **C22C 1/02**  
**// C22C21:02**

(21) Numéro de dépôt: **01974400.2**

(86) Numéro de dépôt international:  
**PCT/FR2001/002993**

(22) Date de dépôt: **27.09.2001**

(87) Numéro de publication internationale:  
**WO 2002/029126 (11.04.2002 Gazette 2002/15)**

(54) **ELABORATION D'ALLIAGES DE TYPE ALUMINIUM-SILICIUM**

**HERSTELLUNG VON ALUMINIUM-SILIZIUM-LEGIERUNGEN**

**PREPARING ALUMINIUM-SILICON ALLOYS**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**

(30) Priorité: **02.10.2000 FR 0012508**

(43) Date de publication de la demande:  
**23.07.2003 Bulletin 2003/30**

(73) Titulaire: **Invensil  
73000 Chambéry (FR)**

(72) Inventeur: **MARGARIA, Thomas  
F-74190 Passy (FR)**

(74) Mandataire: **Mougeot, Jean-Claude et al  
PECHINEY,  
217, cours Lafayette  
69451 Lyon Cedex 06 (FR)**

(56) Documents cités:  
**EP-A- 0 283 517 EP-A- 0 423 912  
GB-A- 1 463 933**

**EP 1 328 666 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

### Domaine de l'invention

[0001] L'invention concerne un procédé d'élaboration des alliages aluminium-silicium, plus particulièrement des alliages à plus de 7% de silicium, par introduction de silicium métallurgique dans l'aluminium liquide.

### Etat de la technique

[0002] Le silicium est un élément d'addition assez habituel dans les alliages d'aluminium, notamment les alliages Al-Si-Mg (série 6000) et les alliages Al-Si (série 4000). Dans cette dernière catégorie d'alliages, utilisée surtout pour la fabrication de pièces moulées, la teneur en silicium peut être importante, et parfois dépasser la teneur de l'eutectique, qui se situe autour de 13%. Ces alliages peuvent contenir d'autres éléments d'addition tels que le magnésium, le cuivre, le manganèse, le zinc ou le nickel.

[0003] L'élaboration de ces alliages se fait en général dans des fours à flamme ou dans des fours à induction, à des températures d'environ 700 à 800°C. A la charge d'aluminium est ajoutée dès le début de l'opération une charge de silicium métallurgique correspondant à environ 75 à 90% de la quantité nécessaire. A ce stade, le silicium est chargé en morceaux et sa dissolution dans l'aluminium se fait progressivement pendant la fusion de la charge, ce qui ne constitue en rien un frein à la productivité du four. Une fois la charge fondue, on prélève un échantillon pour analyse et on procède à une addition complémentaire de silicium pour mise au titre final, opération dont la durée, conditionnée par la cinétique de dissolution du silicium dans l'alliage majoritairement à base d'aluminium, est de nature à limiter la productivité du four dans lequel est menée l'opération.

[0004] Dans la technique pratiquée jusqu'à maintenant, cette addition finale se fait sous forme de silicium obtenu à partir de lingots, de masse toujours supérieure à 10 kg, concassés puis broyés pour obtenir des morceaux de moins de 10 mm, et, après tamisage à 1 mm, un produit de tranche granulométrique 1-10 mm.

[0005] La cinétique de dissolution du silicium solide dans l'aluminium et ses alliages est relativement lente, et malgré la granulométrie d'introduction choisie pour le silicium, l'opération peut durer facilement une heure. Le brassage du bain, par exemple au racle, est une pratique générale pour accélérer la dissolution des éléments d'addition dont le silicium. Il a comme inconvénient majeur de détruire à chaque intervention la couche d'alumine protectrice qui se forme à la surface de l'alliage liquide à base d'aluminium, et de conduire ainsi à des pertes en aluminium de l'ordre de 2 à 3% du métal enfourné.

[0006] La différence de densité entre le silicium solide et l'alliage d'aluminium liquide en cours d'élaboration est très faible, de sorte que le silicium introduit a tendance

à flotter à la surface du bain d'alliage. La surface exposée à l'atmosphère du four s'en trouve augmentée, ce qui a pour effet d'augmenter l'oxydation des éléments métalliques enfournés et la formation de crasses au détriment du rendement.

### Objet de l'invention

[0007] L'invention a pour but un procédé d'élaboration d'alliages de type Al-Si, notamment d'alliages entre 7 et 13% de silicium, au four à flamme ou au four à induction, permettant une dissolution rapide du silicium, une réduction du nombre de brassages de bain et une moindre formation de crasses.

[0008] L'invention a pour objet un procédé d'élaboration d'alliages Al-Si par introduction dans l'aluminium liquide, à une température comprise entre 700 et 850°C, de grains de silicium métallurgique de granulométrie inférieure à 10 mm, dans lequel les grains de silicium, lorsqu'ils atteignent la température de l'aluminium liquide, ont la propriété de se fragmenter en grains plus petits.

[0009] De préférence, les grains de silicium métallurgique utilisés sont préparés par granulation à l'eau du silicium en fusion.

### Description de l'invention

[0010] L'invention repose sur la constatation faite par la demanderesse d'un comportement différent, lors de l'élaboration des alliages aluminium-silicium, entre le silicium utilisé habituellement et obtenu par coulée de lingots, concassage et broyage, et le silicium obtenu par granulation à l'eau. Ce dernier, dans certaines conditions d'utilisation, permet en effet de réduire à la fois la durée de dissolution du silicium dans l'aluminium liquide, et les pertes de métal par oxydation.

[0011] Le silicium métallurgique granulé à l'eau est utilisé pour la synthèse des halogénosilanes qui servent à la préparation des silicones, comment l'indiquent les brevets EP 0610807 (Wacker Chemie) ou EP 0673880 (Pechiney Electrometallurgie). Un procédé de granulation à l'eau du silicium est décrit par exemple dans le brevet FR 2723325 (Pechiney Electrometallurgie).

[0012] La demanderesse a cherché à analyser les différences entre ces deux types de grains de silicium. Une première différence concerne la teneur en fines particulières. On note en effet la présence dans le silicium concassé en grains de quantités non négligeables de particules de taille inférieure à 5 µm. L'expérience montre que le tamisage d'une poudre pour en extraire la fraction inférieure à 50 µm s'avère quasiment inefficace pour éliminer les particules les plus fines, par exemple la fraction inférieure à 5 µm. Ces particules très fines sont probablement générées lors du conditionnement du produit et l'observation de la poudre au microscope en confirme l'existence. L'évaluation de leur quantité relative en masse peut être déterminée par granulométrie laser. On trouve toujours dans la tranche granulométrique 1-10

mm du silicium préparé par voie sèche, des fractions massiques de particules de taille inférieure à 5 µm de l'ordre d'au moins 0,5%.

**[0013]** Dans le silicium granulé à l'eau au contraire, on peut mettre à profit le mode de préparation du produit pour insérer dans le procédé une étape de rinçage à l'eau qui permet d'éliminer la majeure partie des particules de taille inférieure à 5 µm. On peut ainsi obtenir un granulé contenant moins de 0,1% de particules de taille inférieure à 5 µm, voire même moins de 0,05% en effectuant deux rinçages successifs. Il est également intéressant de noter que dans le produit ainsi préparé, les taux de particules inférieures respectivement à 50 µm et à 5 µm demeurent pratiquement inchangés après sa montée ultérieure à la température du métal liquide.

**[0014]** Une autre différence a été mise en évidence lors des essais d'introduction dans l'aluminium liquide, effectués en laboratoire par la demanderesse. En effet, ces essais ont montré un comportement particulier du silicium granulé à l'eau par rapport au silicium concassé. Placés à la surface du bain d'aluminium en fusion, les grains éclatent de façon soudaine et se brisent en grains plus petits, qui sont projetés à quelques dizaines de centimètres. On aurait pu penser que ce comportement était la conséquence de traces d'humidité résiduelle. Pour élucider ce point, la demanderesse a fait des essais dans un four de laboratoire chauffé entre 700°C et 850°C, mais vide, et donc sans aluminium en fusion. Le comportement du silicium granulé introduit dans ce four dans ces conditions a été le même qu'en présence d'aluminium, ce qui exclut l'explication par une réaction entre l'aluminium et d'éventuelles traces d'humidité.

**[0015]** L'éclatement des grains ne concerne pas seulement quelques grains de silicium granulé, mais la majorité d'entre eux, ce qui exclut l'explication d'une volatilisation brutale d'inclusions d'eau présentes de façon fortuite dans quelques uns de ces grains.

**[0016]** L'éclatement des grains les plus gros demeure relativement superficiel et laisse des noyaux mécaniquement stables. Au contraire, pour les grains de taille inférieure à 10 mm, chaque grain se fragmente en ne donnant guère plus que 2 à 4 particules. Le produit obtenu est exempt de fines aussi bien inférieures à 50 µm qu'inférieures à 5 µm. Ainsi, quand on fait l'essai sur un échantillon de grains de taille comprise entre 5 et 6,7 mm, on retrouve après traitement thermique la composition suivante exprimée en nombre de grains :

grains de taille supérieure à 5 mm : 37%  
grains de taille comprise entre 2 et 5 mm : 47%  
grains de taille comprise entre 1,6 et 2 mm : 7%.

**[0017]** La cause de ce comportement du silicium granulé est probablement à rechercher dans les tensions mécaniques internes accumulées dans le métal lors de sa solidification rapide, et qui se libèrent à l'occasion du choc thermique provoqué par leur introduction dans l'aluminium liquide.

**[0018]** Pour les tailles de grain au dessus de 10 mm, le phénomène est moins marqué et le comportement de grains obtenus par reconditionnement et broyage des grains les plus gros issus de granulation à l'eau tend à se confondre avec celui du silicium coulé en lingots, concassé et broyé. Ce comportement peut être dû à la mauvaise conduction thermique du silicium, qui a pour conséquence, lors de la granulation à l'eau, de limiter l'effet de trempe à l'enveloppe des grains, alors que l'intérieur ne verra sa température baisser que beaucoup plus lentement.

**[0019]** Comme la granulation à l'eau du silicium liquide peut donner des produits dont la granulométrie se situe entre 0 et 30 mm, il est nécessaire de sélectionner à partir du silicium granulé, par tamisage par exemple, une tranche granulométrique plus fine, en se limitant à la tranche inférieure à 10 mm.

**[0020]** Pour obtenir un rendement satisfaisant en silicium lors de l'introduction dans l'aluminium liquide, il est nécessaire de respecter certaines conditions opératoires. La différence de densité entre le silicium granulé solide et l'aluminium liquide étant très faible, le silicium granulé, comme le silicium concassé, a tendance à flotter à la surface du bain et peut se retrouver préférentiellement dans les crasses. Il faut donc décraasser correctement la surface de bain en fusion avant ajout du silicium granulé. Par ailleurs, il est préférable de travailler à une température comprise entre 800°C et 850°C, soit environ 50°C au moins au dessus de la température retenue dans les conditions opératoires courantes.

**[0021]** Dans ces conditions, on constate :

- que la cinétique de dissolution du silicium granulé est plus rapide que celle du silicium concassé, et ce pour une granulométrie comparable. le gain que permet le silicium granulé sur la vitesse de dissolution est plus important que celui que permet une hausse de température, sans en avoir les inconvénients en terme d'oxydation du bain.
- que les brassages de bain nécessaires avec un produit qui se dissout rapidement peuvent être moins fréquents et moins importants qu'avec un produit qui ne se dissout que lentement.

**[0022]** On peut ainsi abaisser la durée de l'élaboration de l'alliage et le nombre de brassages, ce qui permet de réduire de façon significative les pertes par oxydation. On constate ainsi un gain de 1% sur le rendement métal au niveau d'opérations de l'ordre de 100 kg, ce gain pouvant atteindre 3% sur des opérations de 5 t.

**[0023]** Le procédé selon l'invention permet d'obtenir des alliages Al-Si d'une qualité au moins aussi bonne que ceux préparés avec du silicium concassé et broyé. La qualité inclusionnaire des alliages est au même niveau, le nombre d'inclusions décelées dans l'alliage ne variant pas de manière significative. Les teneurs en hydrogène mesurées sur l'alliage liquide sont de l'ordre de 0,1 à 0,2cm<sup>3</sup> d'hydrogène pour 100 g d'alliage. Lors de

l'ajout de silicium, ces teneurs varient de plus ou moins 10% quel que soit le type de silicium utilisé, ce qui confirme que le silicium granulé ne constitue pas un apport d'hydrogène significatif.

### Exemples

**[0024]** Dans les exemples qui suivent, le contrôle de la qualité inclusionnaire du métal liquide a été fait par les tests K-Mold et LIMCA ( Liquid Metal Cleanliness Analysis) dont l'objet est de quantifier les concentrations en inclusions d'oxydes à travers des résultats exprimés en des unités propres à chacun de ces tests.

**[0025]** Le test K-Mold consiste à compter le nombre d'inclusions décelées sur la surface de fracture d'une éprouvette coulée dans un moule de forme définie. Les résultats sont exprimés en nombre d'inclusions ramené à la surface de rupture de l'éprouvette. Ce test permet de déceler les grosses inclusions, typiquement dans la tranche 50 µm - 300 µm.

**[0026]** Le contrôle LIMCA met en oeuvre un matériel apparenté au Coulter Counter et permet d'évaluer la concentration dans le métal des inclusions solides de taille comprise entre 20 µm et 150 µm ; les résultats sont exprimés en nombre d'inclusions par kg de métal. Pour des alliages de type Al-Si, les valeurs observées peuvent aller de 1000 inclusions par kg pour un alliage considéré comme propre à 100 000 inclusions par kg pour un alliage très sale.

**[0027]** Le contrôle de la teneur en hydrogène se fait au moyen d'un appareillage ALSCAN qui permet une mesure immédiate sur l'alliage liquide. Les résultats sont exprimés en cm<sup>3</sup> d'hydrogène gaz, ramené dans les conditions normales de température et de pression, pour 100 g d'alliage.

### Exemple 1

**[0028]** La production d'un four à silicium, traitée en poche pour en éliminer principalement le calcium, a été coulée dans des lingotières en fonte en lingots d'environ 10 cm d'épaisseur.

**[0029]** L'analyse du métal a donné :

Fe: 0,27%; Ca : 0,045 % ; Al : 0,12% ; C : 0,08 % ;  
P : 12 ppm  
Mn : 0,07% ; Cr : 3 ppm ; Cu : 1 ppm ; Ti : 12 ppm ;  
Ni : 4 ppm ; V : 8 ppm

**[0030]** Cette production a été broyée à une granulométrie maximum de 10 mm, puis tamisée à 1 mm pour séparer la fraction 1-10 mm. Pour évaluer la qualité granulométrique de ce produit, un échantillon a été prélevé puis lavé à l'eau.

**[0031]** L'eau de lavage a ensuite été évaporée pour recueillir les fines entraînées qui ont été analysées au moyen d'un granulomètre à laser. On a pu ainsi reconstituer la véritable analyse granulométrique du produit

d'origine, qui s'est avéré contenir 0,51% de fines de taille inférieure à 5 µm.

**[0032]** Ce silicium classique coulé en lingots, concassé puis broyé et tamisé à 1-10 mm, a été séparé en quatre lots identiques, dont l'un a été utilisé en atelier d'essais pour une mise au titre de bains d'alliages Al-Si avant coulée. Les opérations effectuées ont consisté à monter de 1 point le titre en silicium d'alliages Al-Si à respectivement 0, 6 et 12% de Si. Ces opérations ont été effectuées dans un four électrique à résistances, à 750°C, sur des creusets de 100 kg d'alliage.

**[0033]** Les temps nécessaires à la dissolution de l'ajout de silicium ont été de 10 à 12 minutes .

**[0034]** Les tests pratiqués sur le métal avant et après l'ajout de silicium ont montré une progression moyenne de l'indice K-Mold d'environ 10.

**[0035]** Les teneurs en hydrogène mesurées sur métal liquide avant et après addition de silicium ont donné des résultats pratiquement constants voisins de 0,18 cm<sup>3</sup>/100 g. Le rendement métal a été estimé à 98,3%.

### Exemple 2

**[0036]** Le second lot de silicium broyé préparé à l'exemple 1 a été utilisé lors d'un essai en atelier de fabrication d'alliage A-S13 pour la mise au titre du bain avant coulée. L'opération a été réalisée dans un four à flamme de 5 tonnes dont la température était régulée avec comme point de consigne 750°C. Pour la mise au titre, on a ajouté 245 kg de produit, et entre le moment de cette addition et la coulée finale, 47 minutes se sont écoulées. Deux brassages de bain ont été effectués et en fin d'opération 16 kg de scories ont été récupérées.

**[0037]** Le rendement silicium calculé d'après la montée du titre consécutif à l'addition , a été de 93%.

**[0038]** Le contrôle qualité de l'alliage AS13 a donné les éléments suivants :

Qualité inclusionnaire évaluée par la méthode LIMCA : 1100 inclusions/kg.  
Teneur en hydrogène : 0,20 cm<sup>3</sup>/100 g.

### Exemple 3

**[0039]** Le troisième lot de silicium broyé préparé à l'exemple 1 a été utilisé pour refaire l'expérience de l'exemple 1 en pilotant la température du four à 810°C. Les temps nécessaires à la dissolution des additions de silicium ont été de 8 à 10 minutes, ce qui a permis d'évaluer à environ 20% le gain dû à l'effet de la hausse de température.

**[0040]** Les tests pratiqués sur le métal avant et après l'ajout de silicium ont montré une progression moyenne de l'indice K-Mold d'environ 15.

**[0041]** Les teneurs en hydrogène mesurées sur métal liquide avant et après addition de silicium ont donné des résultats pratiquement constants, voisins de 0,22 cm<sup>3</sup>/100 g.

[0042] Le rendement métal a été estimé à 96%.

#### Exemple 4

[0043] Le quatrième lot de silicium broyé préparé à l'exemple 1 a été utilisé lors d'un essai en atelier de fabrication d'alliage A-S13 pour la mise au titre du bain avant coulée. L'opération a été réalisée dans un four à flamme de 5 tonnes dont la température était régulée avec comme point de consigne 810°C. Pour la mise au titre, on a ajouté 179 kg de produit, et entre le moment de cette addition et la coulée finale, 28 minutes se sont écoulées. On a effectué deux brassages de bain et en fin d'opération 12 kg de scories ont été récupérées.

[0044] Le rendement silicium calculé d'après la montée du titre consécutif à l'addition a été de 94%. Le contrôle qualité de l'alliage AS13 a donné les éléments suivants :

Qualité inclusionnaire évaluée par la méthode LIMCA : 1400 inclusions/kg  
Teneur en hydrogène : 0,20 cm<sup>3</sup>/100 g.

#### Exemple 5

[0045] Un essai de fabrication de silicium granulé a été effectué sur la même installation industrielle que celle qui a servi à préparer le silicium broyé de l'exemple 1, sans changer ni la charge du four à silicium, ni les conditions opératoires du traitement en poches pour affinage. Le contenu d'une poche de silicium en fusion à 1530°C a été coulé sur une installation de granulation à l'eau en cuve.

[0046] Le produit récupéré dans la piscine de granulation a fait l'objet d'un rinçage par eau pulvérisée avant d'être séché puis tamisé à 10 mm. La fraction supérieure à 10 mm a été éliminée et affectée à d'autres applications. Il n'a pas été effectué de tamisage à 1 mm.

[0047] Le granulé en 0/10 mm obtenu a fait l'objet d'un contrôle granulométrique dans les mêmes conditions que dans l'exemple 1. Le taux de fines de taille inférieure à 5 µm était de 0,03%.

[0048] L'analyse chimique du métal a donné :

Fe : 0,28% ; Ca : 0,038 % ; Al : 0,14 % ; C : 0,08 % ;  
P : 12 ppm  
Mn : 0,07% ; Cr : 3 ppm ; Cu : 1 ppm ; Ti : 14 ppm ;  
Ni : 4 ppm ; V : 7 ppm

[0049] Le métal ainsi préparé a été séparé en deux lots identiques dont l'un a été utilisé en atelier d'essais pour une mise au titre de bains d'alliages Al-Si avant coulée. Comme dans l'exemple 1, les opérations effectuées ont consisté à monter de 1 point le titre en silicium d'alliages Al-Si à respectivement 0, 6, et 12% de Si. Ces opérations ont été effectuées dans un four à résistances, à 750°C, sur des creusets de 100 kg d'alliage.

[0050] Les temps nécessaires à la dissolution de

l'ajout de silicium ont été de 10 à 12 minutes.

[0051] Les tests pratiqués sur le métal avant et après l'ajout de silicium ont montré une progression moyenne de l'indice K-Mold d'environ 12.

[0052] Les teneurs en hydrogène mesurées sur métal liquide avant et après addition de silicium ont donné des résultats pratiquement constants voisins de 0,20 cm<sup>3</sup>/100 g. Le rendement métal a été estimé à 99,0%.

#### Exemple 6

[0053] Le second lot de silicium granulé préparé à l'exemple 5 a été utilisé lors d'un essai en atelier de fabrication d'alliage A-S 13 pour la mise au titre du bain avant coulée. L'opération a été réalisée dans un four à flamme de 5 tonnes dont la température était régulée avec comme point de consigne 810°C. Pour la mise au titre, on a ajouté 256 kg de produit. La fusion et le mélange de cette addition a été très rapide ; un seul brassage de bain a été effectué et la coulée a commencé seulement 19 minutes après l'addition de silicium. En fin d'opération seulement 3,5 kg de scories ont été récupérées.

[0054] Le rendement silicium, calculé d'après la montée du titre consécutif à l'addition, a été de 98%.

Qualité inclusionnaire évaluée par la méthode LIMCA : 800 inclusions/kg  
Teneur en hydrogène : 0,18 cm<sup>3</sup>/100g.

#### Revendications

1. Procédé d'élaboration d'alliages Al-Si, par introduction dans l'aluminium liquide, à une température comprise entre 700 et 850°C, de grains de silicium métallurgique de granulométrie inférieure à 10 mm, **caractérisé en ce que** ces grains de silicium ont été obtenus par granulation à l'eau et que, lorsqu'ils atteignent la température de l'aluminium liquide, ils ont la propriété de se fragmenter en grains plus petits.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la température d'introduction du silicium est comprise entre 800 et 850°C.
3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le silicium mis en oeuvre contient moins de 0,1% de particules de taille inférieure à 5 µm.
4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'**après fragmentation, le silicium conserve un taux de particules de taille inférieure à 5 µm inférieur à 0,1%.
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le silicium mis en oeuvre con-

tient moins de 0,05% de particules de taille inférieure à 5 µm.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le silicium est obtenu par sélection de la tranche granulométrique 1-10 mm préparée par tamisage, sans concassage ni broyage ultérieur.
7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le silicium mis en oeuvre a fait l'objet d'un ou de plusieurs rinçages à l'eau successifs pour en éliminer les particules les plus fines avant séchage final.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Al-Si-Legierungen durch Einbringen in flüssiges Aluminium bei einer Temperatur zwischen 700 und 850°C von Körnern aus metallurgischem Silizium mit einer Korngröße kleiner 10 mm, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese Siliziumkörner durch Granulierung mit Wasser erhalten wurden und dass sie bei Erreichen der Temperatur des flüssigen Aluminiums die Eigenschaft haben, sich in kleinere Körner aufzuspalten.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einbringtemperatur des Siliziums zwischen 800 und 850°C liegt.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das verwendete Silizium weniger als 0,1 % Teilchen mit einer Größe kleiner 5 µm enthält.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Silizium nach erfolgter Aufspaltung einen Anteil an Teilchen mit einer Größe kleiner 5 µm von weniger als 0,1 % beibehält.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das verwendete Silizium weniger als 0,05 % Teilchen mit einer Größe kleiner 5 µm enthält.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Silizium durch Wahl der durch Sieben ohne Zerkleinerung und späteres Mahlen gewonnenen Kornklasse 1 - 10 mm erhalten wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das verwendete Silizium einmal oder mehrmals hintereinander mit Wasser gespült wurde, um vor dem abschließenden Trocknen die feinsten Teilchen herauszulösen.

#### Claims

1. Process for making an Al-Si alloy by adding metallurgical silicon grains with a size grading of less than 10 mm into liquid aluminium at a temperature of between 700 and 850°C, **characterised in that** these silicon grains were obtained by granulation with water and that, when they reach the temperature of liquid aluminium, they have the property of breaking into smaller grains.
2. Process according to claim 1, **characterised in that** silicon is added at a temperature of between 800 and 850°C.
3. Process according to one of claims 1 and 2, **characterised in that** the silicon used contains less than 0.1% of particles smaller than 5 µm.
4. Process according to claim 3, **characterised in that** after fragmentation, the content of particles smaller than 5 µm in the silicon remains less than 0.1%.
5. Process according to one of claims 1 to 4, **characterised in that** the silicon used contains less than 0.05% of particles smaller than 5 µm.
6. Process according to one of claims 1 to 5, **characterised in that** silicon is obtained by selection of the 1 - 10 mm size grading range prepared by screening, without crushing or grinding later.
7. Process according to claim 6, **characterised in that** the silicon used was rinsed once or several times with water to eliminate the finest particles therefrom before final drying.