

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 896 637 B2

(12)

NOUVEAU FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention de la décision concernant l'opposition:
27.07.2005 Bulletin 2005/30

(51) Int Cl.7: **C22C 21/16**, C22C 21/02,
C22F 1/057, C22F 1/043,
B62D 29/00

(45) Mention de la délivrance du brevet:
24.05.2000 Bulletin 2000/21

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR1997/000755

(21) Numéro de dépôt: **97921897.1**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 1997/041272 (06.11.1997 Gazette 1997/47)

(22) Date de dépôt: **28.04.1997**

(54) **UTILISATION D'ALLIAGE ALUMINIUM-SILICIUM-MAGNESIUM POUR FABRICATION DE PIECES DE CARROSSERIE AUTOMOBILE ET PROCEDE DE FABRICATION DE TELLES PIECES.**

VERWENDUNG EINER ALUMINIUM-SILIZIUM-MAGNESIUM-LEGIERUNG ZUR HERSTELLUNG VON FAHRZEUGKARROSSERIETEILEN UND VERFAHREN DIESER HERSTELLUNG.

USE OF ALUMINIUM-SILICON-MAGNESIUM ALLOY FOR MANUFACTURING OF MOTOR VEHICLE BODY PARTS AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME.

(84) Etats contractants désignés:
CH DE ES GB IT LI

(74) Mandataire: **Marsolais, Richard et al**
Péchiney,
217, cours Lafayette
69451 Lyon Cedex 06 (FR)

(30) Priorité: **29.04.1996 FR 9605595**

(43) Date de publication de la demande:
17.02.1999 Bulletin 1999/07

(56) Documents cités:
EP-A- 0 375 572 EP-A- 0 687 743
WO-A-95/14113 WO-A-95/18244
WO-A-96/03531 WO-A-96/38598
FR-A- 2 601 040 JP-A- 4 247 842
JP-A- 6 289 852 US-A- 4 784 921

(73) Titulaires:

- **PECHINEY RHENALU**
92400 Courbevoie (FR)
- **Kaiser Aluminium & Chemical Corporation**
Pleasanton, CA 94566-7769 (US)
- **THE FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.**
Tokyo (JP)
- **JFE Steel Corporation**
Tokyo (JP)

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 632 (C-1280), 2 Décembre 1994 & JP 06 240424 A (SKY ALUM CO LTD), 30 Août 1994,**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 114 (C-1171), 24 Février 1994 & JP 05 306440 A (FURUKAWA ALUM CO LTD;OTHERS: 01), 19 Novembre 1993,**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 492 (C-1107), 7 Septembre 1993 & JP 05 125506 A (FURUKAWA ALUM CO LTD;OTHERS: 02), 21 Mai 1993,**
- **GUPTA ET AL: 'THE PROPERTIES AND CHARACTERISTICS OF TWO NEW AUTOMOTIVE ALUMINIUM CLOSURE PANEL MATERIALS', SAE, CONGRES DU 26-29 FEVRIER 1996, DETROIT, MICHIGAN, USA.**

(72) Inventeurs:

- **EHRSTRÖM, Jean-Christophe**
F-38130 Echirolles (FR)
- **SIGLI, Christophe**
F-38000 Grenoble (FR)
- **PILLET, Georges**
/ (FR)

EP 0 896 637 B2

Description

Domaine technique de l'invention

5 [0001] L'invention concerne le domaine des alliages d'aluminium du type AlSiMg, ou alliages de la série 6000 selon la classification de l'Aluminum Association, destinés notamment à la fabrication d'éléments de carrosserie automobile, pour lesquels le revenu final de l'alliage se fait au cours de l'opération de cuisson de la peinture.

Etat de la technique

10 [0002] Les tôles en alliages du type AlSiMg sont utilisées depuis de nombreuses années pour la fabrication d'éléments extérieurs de carrosserie automobile car ils présentent une bonne formabilité avant durcissement, une absence de lignes de Lüders à l'emboutissage et une résistance mécanique élevée après un traitement thermique comportant une mise en solution, une trempe, une maturation et un revenu de durcissement. Ce revenu de durcissement peut se
15 faire avantageusement au cours de l'opération de cuisson de la peinture appliquée sur l'élément de carrosserie, ce qui permet d'économiser un traitement spécifique. C'est ce qu'on désigne habituellement par effet de durcissement à la cuisson, ou en anglais « bake hardening ».

[0003] De nombreux alliages ont été développés pour cette application. Le brevet-US 4082578 d'ALCOA décrit des alliages pour carrosserie automobile de composition (% en poids): Si: 0,4 - 1,2 Mg: 0,4 - 1,1 Cu: 0,1 - 0,6 Fe: 0,05 -
20 0,35 avec addition d'un ou plusieurs des éléments Mn, Cr ou Zr. Des alliages de ce type ont été enregistrés à l'Aluminum Association sous les désignations 6009 et 6010. Le revenu de durcissement de ces alliages est effectué de manière appropriée entre 190 et 205°C.

[0004] Le brevet US 4589932, également d'ALCOA, concerne un alliage, enregistré ultérieurement sous la désignation AA 6013, de composition:
25 Si: 0,4 - 1,2 Mg: 0,5-1,3 Cu: 0,6-1,1 Mn: 0,1- 1,0 et préconise un revenu de 2 à 15 h à une température supérieure à 182°C. Cet alliage présente une meilleure résistance mécanique et une meilleure résistance à l'indentation que le 6009 ou le 6010, ainsi qu'une réponse plus stable au durcissement.

[0005] Le brevet US 4614552 d'ALCAN est relatif à l'alliage AA 6111 de composition:
Si: 0,6 - 1,0 Mg: 0,62 - 0,82 Cu: 0,65 - 0,79 Mn: 0,1 - 0,5 Fe < 0,4

30 [0006] Cet alliage présente une résistance mécanique supérieure au 6009 et une formabilité supérieure au 6010, ainsi qu'une bonne réponse au durcissement par cuisson de la peinture, que le brevet préconise d'effectuer pendant environ 1 h entre 177 et 204°C. La figure 2 du brevet compare, pour les alliages 6009, 6010 et 6111, les courbes de la limite d'élasticité en fonction de la température de durcissement à différents taux de déformation, et montre clairement qu'à 150°C, le durcissement n'a pas encore commencé dans aucun des cas représentés et qu'il ne commence à être
35 significatif qu'au-delà de 180°C.

[0007] Le brevet US 4840852 d'ALCOA concerne un alliage à plus forte teneur en cuivre, ce qui explique sa désignation AA 2008 dans la catégorie des alliages Al-Cu de la série 2000. Il a pour composition: Si: 0,5 - 0,85 Mg:
0,25 - 0,55 Cu: 0,75 - 1,10 Fe: 0,05 - 0,4. La plage préférentielle pour le revenu est 177 - 218°C, et plus précisément, la plage 190 - 204°C. L'unique exemple indique un revenu à 204°C.

40 [0008] La demande internationale WO 95/14113 de la demanderesse est relative à une gamme d'alliages de composition: Si: 0,5- 1,3 Mg: 0,25- 0,8 Cu < 0,9 Mn: 0,1 - 0,8 Fe < 0,5, avec de fins précipités au manganèse de type Al (Mn, Fe) Si et préconise un prérevenu entre la trempe et la maturation. Les exemples indiquent tous un revenu de 30 mn à 180°C.

Problème posé

[0009] Il existe depuis quelques années une tendance nette à la baisse de la température de cuisson des peintures dans l'industrie automobile, qui est passée de 180°C à environ 150°C. Cette baisse de température de cuisson a pour
50 conséquence que le durcissement des alliages au cours de cette opération a tendance à s'amenuiser fortement. Il est donc devenu nécessaire, pour les panneaux extérieurs de carrosserie, de proposer des alliages qui soient suffisamment durs à des températures de cuisson faibles, tout en gardant une bonne formabilité après mise en solution, trempe et maturation à la température ambiante.

[0010] Par ailleurs, les impératifs de coût et de facilité de fabrication imposent de choisir des alliages faciles à mettre en solution, de manière à éviter des phases grossières non dissoutes néfastes à la formabilité.

55 [0011] Le but de la présente invention est de sélectionner, dans les alliages Al-Si-Mg-Cu, un domaine étroit de composition qui permette à la fois d'atteindre une résistance mécanique suffisante après une cuisson vers 150 - 155°C et de mettre l'alliage en solution de manière aisée.

Objet de l'invention

[0012] L'invention a pour objet l'utilisation d'un alliage d'aluminium pour la fabrication de pièces extérieures de carrosserie automobile, de composition (% en poids):

Si: 0,5 - 0,8 Mg: entre 0,50 et 0,60 Cu: entre 0,60 et 0,70 Mn et/ou Cr: 0,1 - 0,3 reste aluminium avec les impuretés inévitables, avec: $1,6 < \text{Si} + \text{Mg} + \text{Cu} < 2$

Description de l'invention

[0013] Le domaine de composition des alliages selon l'invention se situe, pour Si et Mg, à l'intérieur du domaine 6009/6010, mais avec une teneur en cuivre plus élevée. Par rapport au domaine du 6111, il est moins chargé en magnésium, alors qu'au contraire il l'est plus par rapport au 2008. Mais sa principale caractéristique est d'avoir, par rapport aux alliages de carrosserie récents à haute résistance et bonne formabilité, une quantité totale d'éléments d'addition, représentée par la somme Si + Mg + Cu, plus faible. Cette particularité permet de procéder à l'homogénéisation et à la mise en solution dans des conditions plus aisées, mais, dans le domaine de composition étroit de l'invention, cette réduction n'entraîne pas, comme on aurait pu s'y attendre, une diminution de la résistance mécanique sur la pièce finie après une mise en solution courte et un revenu pratiqué lors d'une cuisson de peinture vers 150°C.

[0014] L'alliage selon l'invention est coulé sous forme de plaques, homogénéisé entre 500 et 580°C, laminé à chaud jusqu'à une épaisseur comprise entre 10 et 3 mm, puis laminé à froid à l'épaisseur finale, généralement comprise, pour les applications de carrosserie automobile, entre 0,8 et 1,5 mm. Un recuit de 1 h à 10 h entre 300 et 500°C peut être appliqué à la bande après laminage à chaud ou au cours du laminage à froid.

[0015] La mise en solution de la bande se fait entre 500 et 560°C pendant une durée comprise entre 20 s et 2 mn. Elle est suivie d'une trempe et d'une maturation à la température ambiante d'une durée supérieure à une semaine. Les pièces de carrosserie, généralement mises en forme par emboutissage et recouvertes de peinture, sont soumises à une opération de cuisson de la peinture à une température inférieure à 170°C, se situant le plus souvent autour de 150°C, et le revenu provoqué par cette cuisson permet d'atteindre sur la pièce une limite élastique $R_{0,2} > 170$ MPa.

[0016] Les compositions selon l'invention conduisent ainsi à une mise en solution complète, favorable à la formabilité de la tôle, dans une durée compatible avec les exigences industrielles de productivité. De manière inattendue, la résistance mécanique, après cette mise en solution courte et un revenu associé à une cuisson des peintures vers 150 à 155°C, est du même ordre, et même parfois meilleure, que celle d'alliages de l'art antérieur pourtant plus chargés en éléments d'addition.

Exemple

[0017] On a coulé des plaques en format 30 x 180 x 250 mm de 6 alliages dont la composition est indiquée au tableau 1 (en % en poids).

Alliage	Si	Mg	Cu	Mn	Cr
A	0,53	0,55	0,63	0,22	0,04
B	0,74	0,54	0,63	0,22	0,05
C	0,97	0,66	0,64	0,01	0,05
D	0,63	0,75	0,64	0,21	0,05
E	0,99	0,55	0,65	0,21	0,06
F	0,51	0,79	0,62	0,21	0,05

[0018] Les alliages A et B sont conformes à l'invention, la somme Si + Mg + Cu étant respectivement 1,71 et 1,91.

[0019] L'alliage C, du type AA 6056, est plus chargé, avec Si > 0,8, la somme Si + Mg + Cu = 2,27, et les teneurs en Mn et Cr en dessous de celles des alliages de l'invention. L'alliage D est un AA 6111 classique avec Mg > 0,65 et Si + Mg + Cu = 2,02. L'alliage E a un Si > 0,8 et une somme Si + Mg + Cu = 2,19. L'alliage F, du type AA 6013, a une teneur en Mg > 0,65.

[0020] Les plaques ont été homogénéisées pendant 24 h à une température de 555°C pour l'alliage C et 570°C pour les 5 autres. L'efficacité de cette homogénéisation peut être appréciée, de manière connue en soi, par une analyse enthalpique différentielle (AED) sur les plaques homogénéisées. En effet, si l'homogénéisation est bien faite, cette analyse conduit à des aires de pic (mesurées en J/g) faibles et à des températures de début de pic élevées. Les résultats obtenus ont été les suivants (tableau 2):

EP 0 896 637 B2

Alliage	Aire de pic (J/g)	Température (°C)
A	- 0,015	580
B	- 0,088	568
C	- 1,52	563
D	- 1,04	575
E	- 0,075	563
F	- 0,33	580

[0021] On constate que les 2 alliages selon l'invention présentent une aire de pic plus faible que les 4 autres, ce qui indique que leur homogénéisation a été plus complète.

[0022] Les plaques ont suivi ensuite un recuit de simulation du laminage à chaud par maintien de 9 h à 500°C et refroidissement à une vitesse de 25°C/h. On a procédé ensuite à un laminage à froid jusqu'à l'épaisseur de 1 mm, puis à une mise en solution en bain de sel, pour partie à 550°C, et pour partie à 525°C, pendant des durées respectives de 30, 60, 300 et 1800 s, et enfin à une trempe. Comme pour l'homogénéisation, on peut apprécier la qualité de la mise en solution par analyse enthalpique différentielle des échantillons mis en solution. Les résultats de cette analyse sont les suivants pour une mise en solution de 30 s à 550°C (tableau 3):

Alliage	Aire de pic (J/g)	Température (°C)
A	0	566
B	- 1,31	572
C	-4,52	565
D	- 6,57	574
E	- 1,47	566
F	- 5,28	578

[0023] On constate que les 2 alliages selon l'invention ont une aire de pic inférieure aux 4 autres, ce qui montre une meilleure mise en solution.

[0024] Les échantillons mis en solution ont subi ensuite une maturation à température ambiante pendant 3 semaines, une traction à 2% de déformation et un revenu en bain d'huile de 20 mn à 155°C.

[0025] Les limites élastiques $R_{0,2}$ (en MPa) à l'état T4 obtenues pour les 4 alliages A, B, C et D en fonction de la température et de la durée de mise en solution, sont indiquées au tableau 4:

Alliage	Temp. M.S.	30 s	60 s	300 s	1800 s
A	525°C	122	131	120	123
A	550°C	129	127	123	129
B	525°C	147	151	149	152
B	550°C	154	160	157	151
C	525°C	151	153	168	173
C	550°C	145	153	173	185
D	525°C	133	132	147	162
D	550°C	126	118	134	154

[0026] On peut tirer de ces résultats les conclusions suivantes: pour les alliages A et B selon l'invention, l'augmentation de la durée de mise en solution ne conduit pas à une augmentation significative de la résistance mécanique. On atteint le maximum de limite élastique pour un traitement de 30 s à 525°C pour l'alliage A, et pour un traitement de 30 s à 550°C pour l'alliage B. Au contraire, la mise en solution n'est pas complète après 1800 s à 550°C pour les alliages C et D. Cette mise en solution incomplète est néfaste pour la formabilité.

[0027] Par ailleurs, après une mise en solution courte (30 s), la limite élastique de l'alliage A est du même ordre que celle de D, et celle de B est supérieure à celle de C et D, alors que les alliages A et B sont moins chargés en éléments d'addition que les alliages C et D (somme Si + Mg + Cu inférieure).

[0028] Les limites d'élasticité obtenues après mise en solution de 1 mn à 550°C, trempe, déformation de 2% et cuisson de 20 mn à 155°C sont données au tableau 5:

Alliage	A	B	C	D	E	F
R _{0,2} MPa	180	203	170	183	190	179

[0029] On constate que l'alliage A présente le même niveau de limite d'élasticité que les alliages C, D et F, alors qu'il est nettement moins chargé en éléments d'addition durcissants, et que, de manière surprenante, l'alliage B a une limite d'élasticité supérieure à celle des alliages C à F.

Revendications

1. Utilisation d'un alliage d'aluminium de composition (% en poids):

Si: 0,5 - 0,8 Mg: entre 0,50 et 0,60 Cu: entre 0,60 et 0,70 Mn et/ou Cr: 0,1 - 0,3 reste aluminium
avec les impuretés inévitables, avec: $1,6 < \text{Si} + \text{Mg} + \text{Cu} < 2,0$
pour la fabrication de pièces extérieures de carrosserie automobile.

2. Procédé de fabrication d'une pièce de carrosserie peinte en alliage comportant:

- la coulée d'une plaque d'alliage de composition (% en poids) :
Si: 0,5 - 0,8 Mg: entre 0,50 et 0,60 Cu: entre 0,60 et 0,70 Mn et/ou Cr: 0,1 - 0,3 reste aluminium
avec les impuretés inévitables, avec: $1,6 < \text{Si} + \text{Mg} + \text{Cu} < 2,0$.
- l'homogénéisation de cette plaque à une température comprise entre 500 et 580°C,
- le laminage à chaud de la plaque en une bande d'épaisseur comprise entre 10 mm et 3 mm, suivi d'un laminage à froid à une épaisseur comprise entre 0,8 et 1,5 mm,
- la mise en solution de la bande laminée à une température comprise entre 500 et 560°C d'une durée comprise entre 20 s et 2 mn, suivie d'une trempe et d'une maturation de plus d'une semaine à la température ambiante,
- la fabrication d'une pièce à partir de cette bande et son revêtement par une peinture liquide,
- la cuisson de cette peinture à une température comprise entre 150 et 170°C.

3. Procédé selon la revendication 2 dans lequel, après le laminage à chaud ou au cours du laminage à froid, on soumet la bande à un recuit de 1 h à 10 h entre 300 et 500°C.

Patentansprüche

1. Verwendung einer Aluminiumlegierung der Zusammensetzung (Gew.-%):

Si: 0,5 - 0,8 Mg: 0,50 bis 0,60 Cu: 0,60 bis 0,70 Mn und/oder Cr: 0,1 - 0,3 Rest Aluminium mit den unvermeidbaren Verunreinigungen, mit: $1,6 < \text{Si} + \text{Mg} + \text{Cu} < 2,0$
für die Herstellung von Fahrzeugkarosserie-Außenteilen.

2. Verfahren zur Herstellung eines lackierten Karosserieteils aus Aluminiumlegierung, umfassend:

- das Gießen einer Platte aus der Legierung der Zusammensetzung (Gew.-%):
Si: 0,5 - 0,8 Mg: 0,50 bis 0,60 Cu: 0,60 bis 0,70 Mn und/oder Cr: 0,1 - 0,3 Rest Aluminium mit den unvermeidbaren Verunreinigungen, mit: $1,6 < \text{Si} + \text{Mg} + \text{Cu} < 2,0$,
- das Homogenisieren dieser Platte bei einer Temperatur zwischen 500 und 580°C,
- das Warmwalzen der Platte zu einem Band von 10 mm bis 3 mm Dicke, gefolgt von einem Kaltwalzen auf eine Dicke von 0,8 bis 1,5 mm,
- das Lösungsglühen des Walzbandes bei einer Temperatur zwischen 500 und 560°C während 20 s bis 2 min, gefolgt von einem Abschrecken und einer mehr als einwöchigen Kaltauslagerung bei Raumtemperatur,
- das Herstellen eines Teils aus diesem Band und seine Beschichtung mit flüssigem Lack,
- das Einbrennen dieses Lacks bei einer Temperatur zwischen 150 und 170°C.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem das Band nach dem Warmwalzen oder während des Kaltwalzens einer ein- bis zehnstündigen Glühung zwischen 300 und 500°C unterworfen wird.

5 **Claims**

1. Use of an alloy with composition (% by weight):

Si = 0.5 - 0.8; Mg between 0.50 and 0.60; Cu between 0.60 and 0.70; Mn and / or Cr = 0.1 - 0.3; remainder aluminium with inevitable impurities and $1.6 < \text{Si} + \text{Mg} + \text{Cu} < 2$ for manufacturing of external automobile bodywork parts.

2. Method for manufacturing a painted bodywork part made from an alloy comprising:

- casting of an alloy plate with the following composition (% by weight):

Si = 0.5 - 0.8; Mg between 0.50 and 0.60; Cu between 0.60 and 0.70; Mn and / or Cr = 0.1 - 0.3; remainder aluminium with inevitable impurities and $1.6 < \text{Si} + \text{Mg} + \text{Cu} < 2$.

- this plate is homogenised at a temperature of between 500°C and 580°C;

- the plate is hot rolled in a strip with a thickness of between 10 mm and 3 mm, followed by cold rolling to a thickness of between 0.8 and 1.5 mm;

- solution heat treatment of the rolled strip at a temperature between 500 and 560°C for a duration of between 20 s and 2 min, followed by quenching and natural aging for more than a week at ambient temperature;

- a part is manufactured from this strip and coated with liquid paint;

- this paint is baked at a temperature between 150°C and 170°C.

3. Method according to claim 2 in which, after hot rolling or during cold rolling, artificial aging is applied to the strip for 1 h to 10 h at a temperature between 300°C and 500°C.