



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **93420133.6**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup> : **B22D 11/06, C22C 1/02**

(22) Date de dépôt : **24.03.93**

(30) Priorité : **26.03.92 FR 9204259**

(43) Date de publication de la demande :  
**29.09.93 Bulletin 93/39**

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

(71) Demandeur : **PECHINEY RECHERCHE**  
**(Groupement d'Intérêt Economique régi par**  
**l'Ordonnance du 23 Septembre 1967)**  
**Immeuble Balzac**  
**10, place des Vosges**  
**F-92400 Courbevoie, La Défense 5 (FR)**

(72) Inventeur : **Raynaud, Guy-Michel**  
**43, rue Paviot**  
**F-38120 Saint Egreve (FR)**  
Inventeur : **Grange, Bernard**  
**5, avenue du Vercors**  
**F-38240 Meylan (FR)**  
Inventeur : **Legresy, Jean-Marc**  
**16, avenue de l'Europe**  
**F-38120 Saint Egreve (FR)**  
Inventeur : **Bechet, Denis**  
**6, rue du Général Durand**  
**F-38000 Grenoble (FR)**  
Inventeur : **Solignac, Philippe**  
**2, rue de Montbéliard**  
**F-68000 Colmar (FR)**

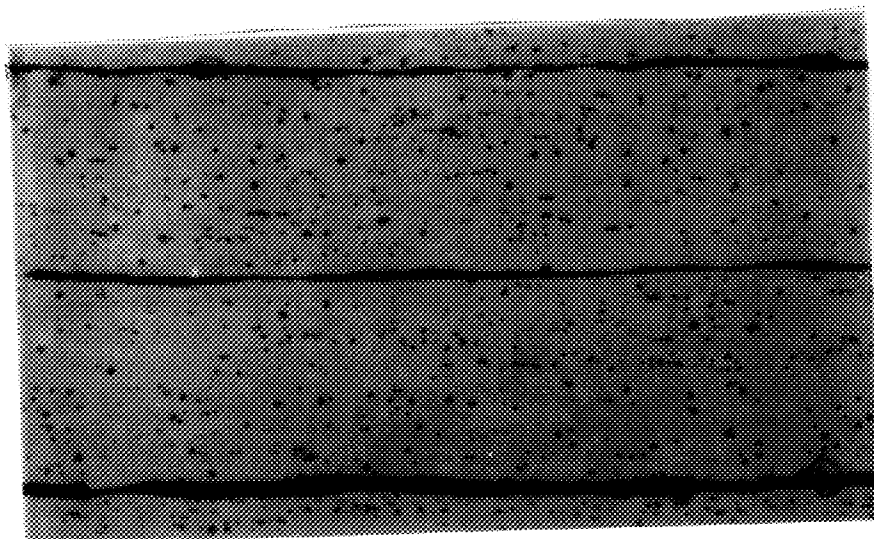
(74) Mandataire : **Vanlaer, Marcel et al**  
**PECHINEY 28, rue de Bonnel**  
**F-69433 Lyon Cédex 3 (FR)**

(54) **Feuille mince, déformable, en alliage d'aluminium a structure fine et homogene ayant une limite élastique élevée.**

(57) L'invention est relative à une feuille mince, déformable, en alliage d'aluminium à structure fine et homogène ayant une limite élastique élevée et à un procédé de fabrication de la dite feuille.

Cette feuille d'épaisseur comprise entre 0,1 et 3 mm est obtenue par coulée sur une surface métallique défilant avec une vitesse supérieure à 0,1 m/s et présente une structure dans laquelle les éléments d'addition sont sous forme de particules eutectiques de dimensions comprises entre 0,05 et 2 micromètres et dispersées de façon homogène dans toute l'épaisseur de la feuille.

Elle trouve son application dans la plupart des cas où il est nécessaire de disposer de feuilles ayant une limite élastique élevée de manière à pouvoir les transformer aisément par déformation en produits finis tels que, notamment, barquettes, boîtes et opercules.



**FIG. 3**

## DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION.

L'invention est relative aux feuilles minces en alliage d'aluminium qui peuvent avoir une forte teneur en éléments d'addition et présentent une structure fine et homogène ainsi qu'une limite élastique élevée, une bonne résistance mécanique et un allongement convenable, ce qui les destine plus particulièrement à la fabrication d'emballages.

Ces feuilles sont obtenues par coulée sur la surface d'un cylindre refroidi tournant à une vitesse linéaire supérieure à 0,1 m/s.

## ETAT DE LA TECHNIQUE.

Il est connu qu'on peut améliorer les caractéristiques mécaniques de l'aluminium en l'alliant avant la coulée à d'autres éléments tels que le magnésium, le manganèse, le silicium, le fer, le cuivre, le zinc, par exemple.

Pour des compositions dites hypoeutectiques, on obtient lors de la coulée, la formation successive de cristaux d'aluminium puis, de particules dites eutectiques constituées par un mélange de cristaux d'aluminium et de cristaux, soit de l'élément d'addition comme dans le cas du silicium soit d'un composé intermétallique résultant de la réaction d'un ou plusieurs éléments entre eux ou avec l'aluminium comme dans le cas du fer ou du cuivre et du silicium, les dits eutectiques étant précipités dans la matrice d'aluminium.

Pour des compositions à forte teneur en éléments d'addition, dites hypereutectiques, la solidification de l'alliage donne lieu à la formation initiale de particules primaires constituées par l'élément d'addition ou un composé intermétallique avant l'apparition de la structure eutectique.

Suivant le type de coulée et la fraction volumique des éléments d'alliage, on note des différences importantes de structure notamment au niveau de la taille des particules.

Ainsi, dans le cas de la coulée classique en lingotière de section polygonale ou cylindrique, ces particules sont relativement grossières ( >40 micromètres pour un alliage contenant plus de 1,3% de fer ), notamment quand elles occupent une fraction volumique importante, et forment autant de microségrégations qui nuisent à l'obtention de propriétés mécaniques convenables.

Par ailleurs, ce type de coulée conduit à une ségrégation dite corticale, c'est-à-dire à la formation à la périphérie du produit coulé d'une zone plus riche en éléments d'addition qui constitue une macroségrégation également nuisible aux caractéristiques mécaniques de l'alliage.

De plus, ce procédé fournit des produits de grandes dimensions qui, pour être transformés en feuilles, doivent subir des opérations de laminage soit à chaud soit à froid et qui sont généralement séparées par des étapes de traitement thermique. Autant d'opérations qui grèvent fortement le prix de revient des feuilles obtenues.

Les caractéristiques mécaniques des alliages d'aluminium peuvent également être améliorées par un traitement particulier dit de durcissement structural.

Ce traitement consiste à soumettre l'alliage à une gamme de fabrication comportant une étape de mise en solution à température relativement élevée suivie d'une trempe et ou d'une maturation ou d'un traitement thermique de revenu.

Dans ces conditions, il se forme des précipités qui contribuent à améliorer les propriétés des dits alliages pour autant qu'ils soient de taille réduite.

Mais, ce traitement complique passablement le procédé de fabrication et nécessite toujours des passes de laminage. Ce qui en définitive grève également le prix de revient.

Parmi les alliages qui se prêtent à un tel traitement, on peut citer, par exemple, les alliages du type AlMgSi, AlCuMg, AlZnMg et AlZnMgCu.

Certes, certains procédés particuliers de coulée telle que la coulée entre cylindres permettent par un refroidissement plus rapide d'atténuer les phénomènes de ségrégation, notamment la ségrégation corticale, et d'obtenir également une structure plus fine.

A ce propos, on peut citer le brevet français N°2 291 285 qui décrit un procédé de fabrication d'un produit en feuille d'aluminium à partir d'un alliage contenant en poids au plus 2,5% de fer, 2,0% de silicium, 2,0% de zinc, 1,0% de nickel, 0,5% de manganèse, 1,0% de cuivre, 1,0% de magnésium. Le dit alliage est obtenu par coulée dans la partie resserrée d'une paire de rouleaux fortement refroidis qui tirent le métal fondu vers le haut à partir d'un bec injecteur isolé thermiquement au voisinage immédiat des rouleaux.

Dans ces conditions, on obtient une plaque d'épaisseur moindre que 25 mm à une vitesse de croissance supérieure à 25 cm/min où les intermétalliques sont déposés sous forme de bâtonnets allongés dans un intervalle de taille de 0,05 à 0,5 micromètres de diamètre, la dite plaque étant alors soumise à une réduction d'au moins 60% par laminage pour fragmenter les bâtonnets intermétalliques puis, soumise à un recuit final à une température dans l'intervalle de 250 à 400°C.

Ce procédé permet d'obtenir des feuilles de 1 mm d'épaisseur qui, dans le cas d'un alliage contenant 1,7%

de fer, 1,2% de silicium et 0,2% de cuivre, ont sans recuit intermédiaire et après laminage, une limite élastique de 266 MPa et un allongement de 3% et, après un recuit partiel à 300°C, une limite élastique de 126 MPa et un allongement de 22%.

5 A titre de comparaison, par coulée classique, le même alliage donne des feuilles de 1 mm d'épaisseur qui, après recuit partiel à 300°C, ont une limite élastique de 56 MPa et un allongement de 30%.

L'amélioration des caractéristiques mécaniques et notamment de la limite élastique est donc significative.

Cependant, on constate que dans ce brevet, les particules ont la forme de bâtonnets allongés qu'il faut fragmenter par laminage pour obtenir des particules de dimensions convenables.

10 De plus, la coulée entre cylindres a pour inconvénient de conduire à des feuilles présentant une ségrégation centrale et donc à une hétérogénéité nuisible à l'obtention de bonnes caractéristiques mécaniques dans toute l'épaisseur de la feuille.

En outre, il est impossible de laminer à froid jusqu'à des épaisseurs inférieures à 50 micromètres des bandes issues de la coulée entre cylindres constituées par des alliages chargés en éléments d'addition ; il faut nécessairement passer par une phase de laminage à chaud si on veut éviter le phénomène de " persillage " correspondant à la formation de microporosités.

15 Par ailleurs, on connaît des procédés d'hypertrempe qui permettent d'obtenir des structures dans lesquelles les intermétalliques sont de taille réduite et les solutions solides sont sursaturées en éléments à solubilité limitée.

20 Mais, ces procédés mettent en oeuvre des vitesses de refroidissement supérieures à 10<sup>6</sup>K/s et conduisent à des produits qui ne peuvent être utilisés qu'après une étape de consolidation. On peut citer, par exemple, le document EP 136508 qui décrit un procédé dans lequel on aboutit à des particules métalliques qu'il faut ensuite chauffer sous vide puis compacter et extruder sous forme de barres avant de procéder au laminage pour les transformer en feuilles

## 25 OBJET DE L'INVENTION.

La demanderesse a pour but de proposer des feuilles en alliage d'aluminium d'épaisseur comprise entre 0,1 et 3 mm dans lesquelles les inconvénients de l'art antérieur ont été supprimés et qui présentent donc, même avec des alliages très chargés en éléments d'addition, :

- 30 - une absence de macroségrégations et notamment de ségrégation centrale;
- une quasi absence de microségrégations ;
- une forte extension des domaines de solution solide ;
- des particules eutectiques de dimensions moyennes, régulières et fines ;
- une absence de particules primaires pour certaines compositions hypereutectiques ;
- 35 - une fraction volumique d'intermétalliques plus importante qu'avec les procédés de l'art antérieur;
- un grain de recristallisation très fin ;
- un mode d'élaboration des dites feuilles évitant les opérations de remise en solution, de trempe et de laminage à chaud ;
- 40 - pour certains alliages, la possibilité d'obtenir la feuille directement par coulée sans laminage ni traitement thermique.

45 Ces résultats sont obtenus à partir d'alliages qui peuvent être beaucoup plus chargés en éléments d'addition que les alliages de l'art antérieur et ils s'accompagnent d'une nette amélioration de la limite élastique et de la résistance mécanique des feuilles obtenues tout en gardant un allongement convenable et donc une aptitude à la déformation compatible avec la confection d'emballages soit par matriçage soit par emboutissage ou emboutissage-étirage.

## DESCRIPTION DE L'INVENTION.

50 L'invention est relative à une feuille en alliage d'aluminium, d'épaisseur comprise entre 0,1 et 3 mm, apte à la déformation, obtenue par élaboration du dit alliage à partir d'aluminium électrolytique de première ou deuxième fusion puis, coulée sur une surface métallique refroidie défilant avec une vitesse supérieure à 0,1 m/s caractérisée en ce qu'elle contient au moins un élément d'addition appartenant au groupe constitué par le fer à une teneur pondérale comprise entre 0,9 et 3%, le nickel entre 0,05 et 8%, le manganèse entre 1,6 et 3% et le silicium entre 0,9 et 14%, les dits éléments étant présents à l'état simple ou combiné pour former entre eux ou avec l'aluminium au moins partiellement un composé intermétallique et apparaissant sous forme de particules dont les dimensions sont comprises entre 0,05 et 2 micromètres et sont dispersées de façon homogène dans toute l'épaisseur de la feuille.

L'invention est donc caractérisée par différents moyens :

1-des teneurs en éléments d'addition qui peuvent atteindre des valeurs relativement importantes. Ainsi, par exemple, on peut ajouter jusqu'à 3% de fer alors qu'en coulée classique ou même entre cylindres on atteint rarement 1,5%. Il en est de même pour le nickel et le manganèse. Au delà de ces teneurs, on constate l'apparition de particules d'intermétalliques grossières qui dégradent les propriétés mécaniques.

Il est évident que pour des teneurs en éléments d'addition inférieures aux limites fixées ci-dessus, on obtient des feuilles qui peuvent répondre au but recherché par la demanderesse. Mais, l'invention présente un grand intérêt notamment pour une teneur pondérale en fer supérieure à 1,5%, en nickel supérieure à 2,5%, en manganèse supérieure à 2%.

Quant au silicium, il peut être présent à l'état élémentaire ou il apparaît sous forme de particules eutectiques très fines ou d'intermétalliques par réaction avec les alliages formés par l'aluminium avec l'un au moins des trois éléments du groupe constitué par le fer, le nickel et le manganèse et également avec le magnésium.

2-des structures particulières où les intermétalliques ont une dimension moyenne relativement faible et sont dispersés de façon homogène dans l'épaisseur de la feuille à la différence de la coulée entre cylindres. Mais, de telles structures n'existent qu'en combinaison avec certaines conditions de fabrication de la feuille telles que celles qui constituent le troisième moyen de l'invention, à savoir :

3-la coulée en bande mince sur une seule surface de refroidissement circulant à une vitesse de l'ordre du décimètre par seconde alors que dans la coulée entre cylindres, cette vitesse est voisine du mètre par minute.

Dans ces conditions, la dite bande peut être utilisée telle quelle ou laminée à froid sans autre traitement thermique qu'un recuit final de sorte que la plus grande partie des éléments d'addition reste en solution solide ce qui rend plus facile le contrôle de la recristallisation et le maintien dans la feuille finale d'une structure fine et homogène.

De préférence, les composés intermétalliques présents dans les feuilles appartiennent au groupe constitué par l' $Al_3Fe$ , l' $Al_6Mn$ , l' $Al_3Ni$ , les  $AlFeSi$ , les  $AlMnSi$ , l' $Al_6(Fe,Mn)$ , l' $Al_9(Fe,Ni)$ , les  $Al(Fe,Mn)Si$ , le  $Mg_2Si$  qui ont des caractéristiques mécaniques favorables vis-à-vis de la formabilité et des problèmes de grippage en particulier.

Des feuilles constituées par des alliages  $Al(Fe,Mn)Si$  conviennent particulièrement à l'invention.

Dans le cas particulier où la feuille contient simultanément du fer et du manganèse, la teneur pondérale maximale en fer est telle que  $Fe + 1,33 Mn$  est inférieure à 4%, valeur au delà de laquelle il y a apparition de particules intermétalliques primaires néfastes vis-à-vis de la formabilité.

Pour les mêmes raisons, dans le cas particulier où la feuille contient simultanément du fer et du silicium, la teneur pondérale maximale en fer est telle que  $Fe + 0,24 Si < 4,2\%$ .

L'invention porte également sur des feuilles qui, outre le fer, le nickel, le manganèse et le silicium, contiennent d'autres éléments d'addition susceptibles de former des dispersoïdes tels que le chrome, le titane et le zirconium jusqu'à des teneurs pondérales respectives de 0,5%, 0,2% et 0,15% et dont les dimensions sont comprises entre 0,005 et 0,5 micromètres.

Ces éléments permettent également d'améliorer les propriétés mécaniques des feuilles.

Comme pour les éléments précédents, des teneurs supérieures aux valeurs indiquées conduisent à la formation de précipités grossiers qui ne permettent pas d'atteindre le but recherché.

Enfin, l'invention comprend aussi des feuilles qui contiennent au moins un autre élément appartenant au groupe constitué par le magnésium et le cuivre, les dits éléments étant présents à des teneurs maximales respectives de 5% et 6% et au moins partiellement sous la forme de solution solide.

Ces éléments permettent également de renforcer les propriétés mécaniques des feuilles contenant les éléments formant les intermétalliques en présence ou non des éléments qui forment des dispersoïdes.

Les teneurs maximales correspondent aux valeurs au delà desquelles, on forme des particules de dimensions telles qu'elles entraînent une dégradation des propriétés mécaniques des feuilles obtenues.

Les alliages mettant en oeuvre ces éléments en solution solide ou sous forme de dispersoïdes sont choisis de préférence dans les groupes, constitués par :

- les  $AlSiCu$ , les  $Al(Fe,Si)Cu$  et les  $AlNiMg$  contenant chacun du titane ou du chrome ou du zirconium.
- les  $Al(Fe,Mn)Mg$  contenant du titane ou du chrome ou du zirconium ou du cuivre.
- les alliages autotrepants appartenant au groupe constitué par les  $AlSi(Fe,Mn)Mg$  et les  $AlMgSi$ , ces derniers contenant du manganèse ou du cuivre ou du chrome ou du zirconium.

L'invention concerne également un procédé de fabrication de feuilles telles que décrites précédemment.

Ce procédé est caractérisé en ce que l'on :

- élabore l'alliage à partir d'aluminium électrolytique de première ou deuxième fusion auquel sont ajoutés les éléments d'addition,
- porte le dit alliage à une température suffisante pour le fondre complètement,

- coule l'alliage fondu sur la surface d'un cylindre refroidi tournant avec une vitesse linéaire supérieure à 0,1 m/s de manière à obtenir une bande d'épaisseur comprise entre 0,1 et 3 mm,

Le procédé consiste donc à mettre en oeuvre de l'aluminium électrolytique de première ou deuxième fusion et à lui ajouter à l'état fondu les éléments d'addition selon la pratique connue de l'homme de l'art.

5 Le dit alliage fondu est alors coulé sous la forme de bande sur une surface mobile refroidie suivant la technique appelée dans le langage anglo-saxon : " melt overflow " décrite, par exemple, dans le brevet français n° 426993. La feuille obtenue est utilisable directement sans aucun traitement mécanique tel que le laminage ni traitement thermique tel qu'un recuit.

10 Toutefois, pour obtenir des feuilles d'épaisseur inférieures à 0,1mm et/ou encore pour augmenter la limite élastique, on peut refroidir la bande à la température ambiante et la laminier directement sans aucun traitement intermédiaire.

Egalement, si on veut améliorer l'allongement de la feuille directement après coulée ou encore après laminage, on soumet la feuille obtenue à un chauffage dans une gamme de température comprise entre 250°C et 500°C pendant 1 à 2 heures.

15 Il est à noter qu'au cours de cette dernière phase, la concentration en solution solide des éléments d'alliage comme le fer notamment est telle qu'elle bloque toute recristallisation et en conséquence, on maintient une structure fine et garde à la feuille ses bonnes propriétés mécaniques.

## EXEMPLES D'APPLICATION.

20

### Exemple 1.-

On a fabriqué des feuilles d'une épaisseur moyenne de 30 micromètres en alliage du type 8011 suivant les normes de l'Aluminum Association c'est-à-dire qui contenait en poids : 0,9% de silicium et 1% de fer comme

25

éléments principaux d'addition. Pour cela, on a utilisé le procédé de coulée classique, le procédé de coulée entre cylindres et le procédé selon l'invention.

Les micrographies au grossissement 1000 des feuilles obtenues ont été reproduites respectivement dans les figures 1, 2 et 3.

30

On constate sur la figure 1, la présence de particules d'intermétallique  $Al_3Fe$  de grande taille ; sur la figure 2, les particules sont plus petites mais, on peut voir une zone hétérogène due à la ségrégation centrale ; par contre, sur la figure 3, les particules sont fines et réparties de façon homogène.

### Exemple 2.-

35

On a cherché à fabriquer des feuilles de 20 micromètres d'épaisseur en un alliage du type 8079 suivant les normes de l'Aluminium Association et qui contenait 1,3 % de fer à partir des trois types de coulée et de leurs traitements thermiques et/ou mécaniques correspondants :

40

- par coulée classique suivie d'un laminage à chaud, d'un laminage à froid et de recuits intermédiaires ;
- par coulée entre cylindres sous une épaisseur de 5 mm puis laminage à froid ;
- par coulée sur un cylindre suivant l'invention sous une épaisseur de 1 mm puis laminage à froid et recuit final.

La feuille issue de la coulée entre cylindres n'a pas pu être laminée en dessous de 50 micromètres.

45

Les feuilles obtenues dans chacun des trois cas ont été soumises à un examen de persillage : le nombre de trous relevés par  $m^2$  a été respectivement de : 120, 1500 et 90 ; ce qui montre que la qualité de la feuille suivant l'invention est nettement supérieure à celle des autres procédés.

Par ailleurs, on a mesuré sur les feuilles obtenues par coulée classique et suivant l'invention la résistance à la rupture  $R_m$  et l'allongement  $A$  et relevé respectivement les valeurs suivantes :  $R_m$  : 80 et 120 MPa ;  $A$  : 10 et 12%.

50

Ces valeurs montrent l'amélioration apportée par l'invention.

### Exemple 3.-

55

On a coulé suivant l'invention deux types d'alliages, l'un contenant 2% de fer et 3% de silicium, l'autre contenant 1,4% de fer et 0,3% de manganèse en feuilles de 100 micromètres qui ont été ensuite traitées pendant 5 heures à 400°C.

On a noté que pour le premier alliage,  $R_m$  = 190 MPa et  $A$  = 20% et que pour le second,  $R_m$  = 210 MPa et  $A$  = 18%.

A titre de comparaison, un alliage du type 3003 suivant les normes de l'Aluminium Association et qui contenait 0,7% de fer, 0,6% de silicium et 1,3% de manganèse possédait les propriétés suivantes :

- à l'état H 24,  $R_m = 150$  MPA et  $A = 12\%$ ;
- à l'état recuit,  $R_m = 120$  MPA et  $A = 20\%$ .

5 On peut constater l'amélioration apportée au niveau de la résistance pour un allongement comparable.

Exemple 4.-

10 Sur des feuilles obtenues suivant l'invention, on procède pour différents éléments d'addition à des mesures des fractions volumiques et de la taille des précipités eutectiques ainsi que des dispersoïdes et la concentration en solution solide.

Les résultats figurent sur le tableau 1. On peut constater l'importance des fractions volumiques et la finesse des précipités eutectiques et des dispersoïdes obtenus de même que la forte proportion d'éléments d'addition en solution solide.

15

Exemple 5.-

20 Des feuilles en AlFeSi, AlMnSi, AlMnMgSi, AlMgMn, AlMgMnFe, AlMgFe, AlMgFeCr, AlNiMg et AlSiCu contenant différentes proportions en éléments d'alliage obtenues suivant l'invention à partir d'une bande d'épaisseur  $E = 0,8$  mm, ont été laminées à froid jusqu'à des épaisseurs de 0,25 ou 0,1 mm puis soumises ou non à un traitement de recuit final ou intermédiaire.

Différentes mesures ont été effectuées sur chacune d'entre elles telles que :

- la limite élastique  $R_{0,2}$ ,
- la résistance à la rupture  $R_m$ ,
- 25 - l'allongement  $A$ ,
- l'anisotropie suivant la norme NFA 50-301 de juin 1976,
- le LDR ( limiting drawing ratio ) qui est la valeur dans une opération d'emboutissage du rapport du diamètre maximum du flan ( feuille découpée suivant un cercle ) sur le diamètre du poinçon d'emboutissage sans apparition de rupture dans des conditions déterminées d'emboutissage.

30 Les résultats figurent dans le tableau 2.

On constate que les limites élastiques atteignent des valeurs très élevées, par exemple, 450 MPa pour une feuille de 0,25 mm d'épaisseur contenant 6% de nickel et 1% de magnésium, ce qui confère à ces feuilles une excellente aptitude dans le domaine du boîtier.

Les autres alliages du type AlFeSi et AlMnSi se prêtent plus particulièrement à la fabrication de bandes minces.

35 A titre comparatif en ce qui concerne les feuilles en AlFeSi, on peut citer dans la demande de brevet japonais 6434548, l'enseignement d'une feuille en un alliage d'aluminium d'épaisseur 0,5 mm obtenue par coulée entre cylindres à partir d'un alliage contenant 1,4% de fer, 0,8% de silicium et recuit final pendant 4 heures à 400°C qui présente une résistance à la rupture de 125 MPa. Or, on peut lire dans le tableau 2 qu'un alliage contenant 2,5% de fer et 2% de silicium sous forme d'une feuille selon l'invention d'épaisseur 0,1 mm présente une résistance à la rupture de 290 MPa soit une valeur nettement plus élevée.

40

Par comparaison également et en ce qui concerne l'alliage d'aluminium contenant 4,5% de magnésium et 0,4% de manganèse pour lequel l'invention conduit à une  $R_{0,2}$  de 357 MPa, une  $R_m$  de 416 MPa, un allongement de 7% et à une anisotropie de -6, on peut noter que le même alliage laminé à chaud jusqu'à 2,7 mm puis à froid jusqu'à 0,25 mm suivant un procédé classique présente une  $R_{0,2}$  de 346 MPa, une  $R_m$  de 396

45

MPa, un allongement de 6% et une anisotropie de -12.

On observe donc un gain notable sur l'anisotropie.

La présente invention trouve son application dans la fabrication de feuilles minces destinées plus particulièrement à la confection de barquettes, de boîtes, d'opercules et également d'éléments de carrosserie par emboutissage profond.

50

55

TABLEAU 1

|                                                                 | Fe        | Mn           | Ni        | Si           | Cr           | Ti        | Zr         | Mg       | Cu      |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|--------------|-----------|--------------|--------------|-----------|------------|----------|---------|
| fp <sup>1</sup> : fraction volumique précipités eutectiques (%) | [0,5 - 6] | [0 - 7]      | [2 - 9]   | [1 - 16]     |              |           |            |          |         |
| dp <sup>1</sup> : taille précipités eutectiques (µm)            | [0,1 - 2] | [0,1 - 2]    | [0,1 - 2] | [0,1 - 2]    |              |           |            |          |         |
| * fp <sup>2</sup> : fraction volumique dispersoïdes (%)         |           | [0 - 7]      |           | [0 - 2]      | [0 - 2]      | [0 - 0,5] | [0 - 0,2]  |          |         |
| * dp <sup>2</sup> : taille dispersoïdes (µm)                    |           | [0,01 - 0,5] |           | [0,01 - 0,5] | [0,01 - 0,5] | idem      | idem       |          |         |
| C <sub>sol</sub> : concentration en solution solide (%)         | [0 - 0,2] | [0 - 2]      |           | [0 - 2]      | [0 - 0,5]    | [0 - 0,2] | [0 - 0,15] | [0 - 10] | [0 - 6] |

\* Après recuit dans la gamme ultérieure.

TABLEAU 2

|    |          | Composition (%)                | E mm | e mm | Traitement thermique    | R <sub>0,2</sub> (MPa) | R <sub>m</sub> (MPa) | A (%) | Anisotropie | LDR |
|----|----------|--------------------------------|------|------|-------------------------|------------------------|----------------------|-------|-------------|-----|
| 10 | AlFeSi   | Fe : 2,5<br>Si : 2             | 0,8  | 0,1  | Aucun                   | 253                    | 290                  | 4     |             |     |
|    | AlMnMg   | Mn : 2<br>Mg : 1,5             | 0,8  | 0,25 | Aucun                   | 325                    | 350                  | 2,5   | - 9         | 1,9 |
| 15 |          | "                              | "    | "    | 1h à 500°C<br>à 0,50 mm | 340                    | 380                  | 5,5   | - 2         | 2   |
|    | AlMgMn   | Mg : 4,5<br>Mn : 0,4           | 0,6  | 0,25 | Aucun                   | 357                    | 416                  | 7     | - 6         |     |
| 20 |          | Mg : 2<br>Mn : 2               | 0,8  | 0,25 | Aucun                   | 343                    | 395                  | 3,5   |             |     |
|    | AlMgMnFe | Mg : 2<br>Mn : 2<br>Fe : 0,6   | 0,8  | 0,25 | Aucun                   | 393                    | 425                  | 3     |             |     |
| 25 | AlMgFe   | Mg : 2<br>Fe : 1,5             | 0,8  | 0,25 | Aucun                   | 332                    | 359                  | 4,5   | - 6         |     |
|    | AlMgFeCr | Mg : 2<br>Fe : 1,5<br>Cr : 0,2 | 0,8  | 0,25 | Aucun                   | 356                    | 392                  | 4     | - 4         |     |
| 30 | AlNiMg   | Ni : 6<br>Mg : 1               | 0,8  | 0,8  | Aucun                   | 254                    | 260                  | 4     |             |     |
|    |          | "                              | 0,8  | 0,25 | Aucun                   | 450                    | 466                  | 2,7   |             |     |
| 35 |          | "                              | 0,8  | "    | 1h à 300°C              | 252                    | 287                  | 15    |             |     |
|    |          | "                              | 0,8  | "    | 1h à 500°C              | 165                    | 230                  | 23    |             |     |
| 40 |          | Ni : 5<br>Mg : 3               | 0,8  | 0,25 | Aucun                   | 492                    | 520                  | 2     | - 10        | 2,1 |
|    |          | "                              | "    | "    | 1h à 300°C<br>à 0,50 mm | 328                    | 390                  | 12    | - 6         | 2,2 |
| 45 | AlSiCu   | Si : 6<br>Cu : 0,5             | 0,8  | 0,25 | Aucun                   | 330                    | 360                  | 3     |             |     |

50

55 **Revendications**

1.-Feuille en alliage d'aluminium, d'épaisseur comprise entre 0,1 et 3mm, apte à la déformation, obtenue par élaboration du dit alliage à partir d'aluminium électrolytique de première ou deuxième fusion puis, coulée

sur une surface métallique refroidie défilant avec une vitesse supérieure à 0,1 m/s caractérisée en ce qu'elle contient au moins un élément d'addition appartenant au groupe constitué par le fer à une teneur pondérale comprise entre 0,9 et 3%, le nickel entre 0,05 et 8% le manganèse entre 1,6 et 3% et le silicium entre 0,9 et 14%, les dits éléments étant présents à l'état simple ou combiné pour former entre eux ou avec l'aluminium au moins partiellement un composé intermétallique et apparaissant sous forme de particules eutectiques dont les dimensions sont comprises entre 0,05 et 2 micromètres et sont dispersées de façon homogène dans toute l'épaisseur de la feuille.

2.-Feuille selon la revendication 1, caractérisée en ce que le composé intermétallique appartient au groupe constitué par l' $\text{Al}_3\text{Fe}$ , l' $\text{Al}_6\text{Mn}$ , l' $\text{Al}_3\text{Ni}$ , les  $\text{AlFeSi}$ , les  $\text{AlMnSi}$ , l' $\text{Al}_6(\text{Fe}, \text{Mn})$ , l' $\text{Al}_9(\text{Fe}, \text{Ni})$ , les  $\text{Al}(\text{Fe}, \text{Mn})\text{Si}$ .

3.-Feuille selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'alliage contient du magnésium sous forme de l'intermétallique  $\text{Mg}_2\text{Si}$ .

4.-Feuille selon la revendication 1, caractérisée en ce que, la présence simultanée de fer et de silicium est limitée à une teneur pondérale maximale telle que  $\text{Fe} + 0,24 \text{ Si} < 4,2\%$ .

5.-Feuille selon la revendication 1, caractérisée en ce que, la présence simultanée de fer et de manganèse est limitée à une teneur pondérale maximale telle que  $\text{Fe} + 1,33 \text{ Mn} < 4\%$ .

6.-Feuille selon la revendication 1, caractérisée en ce que la teneur pondérale en fer est supérieure à 1,5%.

7.-Feuille selon la revendication 1, caractérisée en ce que la teneur pondérale en nickel est supérieure à 2,5%.

8.-Feuille selon la revendication 1, caractérisée en ce que la teneur pondérale en manganèse est supérieure à 2%.

9.-Feuille selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle contient au moins un élément appartenant au groupe constitué par le chrome, le titane, le zirconium présent à des teneurs maximales respectives de 0,5%, 0,2% et 0,15% et au moins partiellement sous la forme de dispersoïdes de dimensions comprises entre 0,005 et 0,5 micromètres

10.-Feuille selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle contient au moins un élément appartenant au groupe constitué par le magnésium et le cuivre présent à des teneurs maximales respectives de 5% et 6% et au moins partiellement sous la forme de solution solide.

11.-Feuille selon les revendications 1, 9 et 10, caractérisée en ce que l'alliage appartient au groupe constitué par les  $\text{AlSiCu}$ ,  $\text{Al}(\text{FeSi})\text{Cu}$  et  $\text{AlNiMg}$  auxquels on a ajouté du titane ou du chrome ou du zirconium.

12.-Feuille selon les revendications 1, 9 et 10, caractérisée en ce que l'alliage appartient au groupe constitué par les  $\text{Al}(\text{Fe}, \text{Mn})\text{Mg}$  auxquels on a ajouté du titane ou du chrome ou du zirconium ou du cuivre.

13.-Feuille selon les revendications 1, et 10 caractérisée en ce que l'alliage est auto trempant et appartient au groupe constitué par les  $\text{AlSi}(\text{Fe}, \text{Mn})\text{Mg}$  et les  $\text{AlMgSi}$  avec ajout de manganèse ou de cuivre ou de chrome ou de zirconium.

14.-Procédé de fabrication d'une feuille selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on:

- élabore l'alliage à partir d'aluminium électrolytique de première ou deuxième fusion auquel sont ajoutés les éléments d'addition,
- porte le dit alliage à une température suffisante pour le fondre complètement,
- coule l'alliage fondu sur la surface d'un cylindre refroidi tournant avec une vitesse linéaire supérieure à 0,1 m/s. de manière à obtenir une bande d'épaisseur comprise entre 0,1 et 3 mm.

15.-Procédé selon la revendication 14, caractérisé en ce l'on refroidit la bande à la température ambiante et la lamine à froid jusqu'à obtenir une feuille de l'épaisseur désirée.

16.-Procédé selon les revendications 14 et 15, caractérisé en ce que l'on soumet la feuille obtenue à un chauffage dans une gamme de température comprise entre 250°C et 500°C pendant 1 à 2 heures.

17.-Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que l'on soumet la bande à des recuits intermédiaires entre deux passes de laminage.

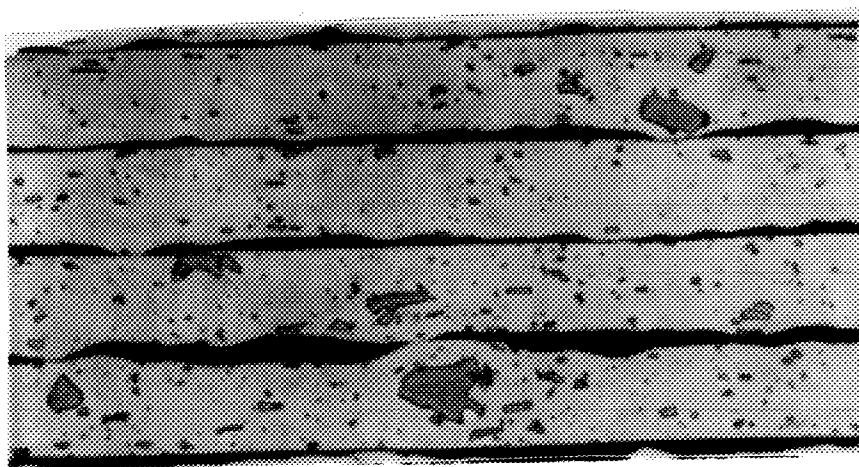


FIG.1

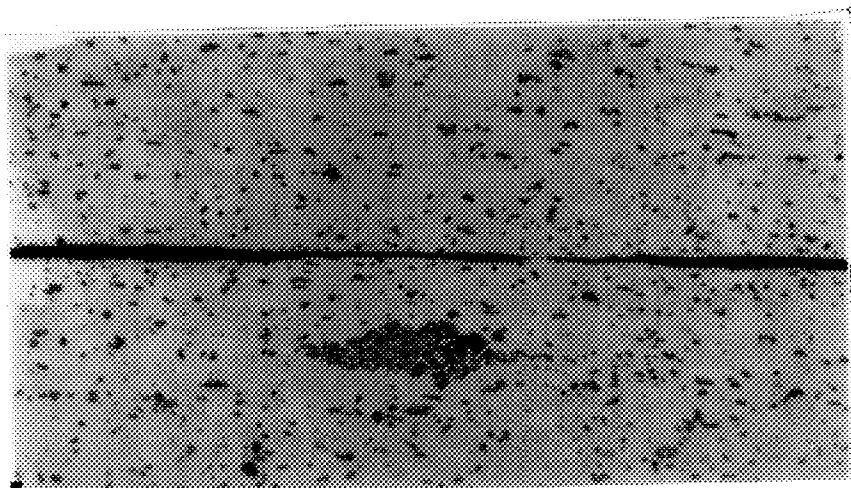


FIG. 2

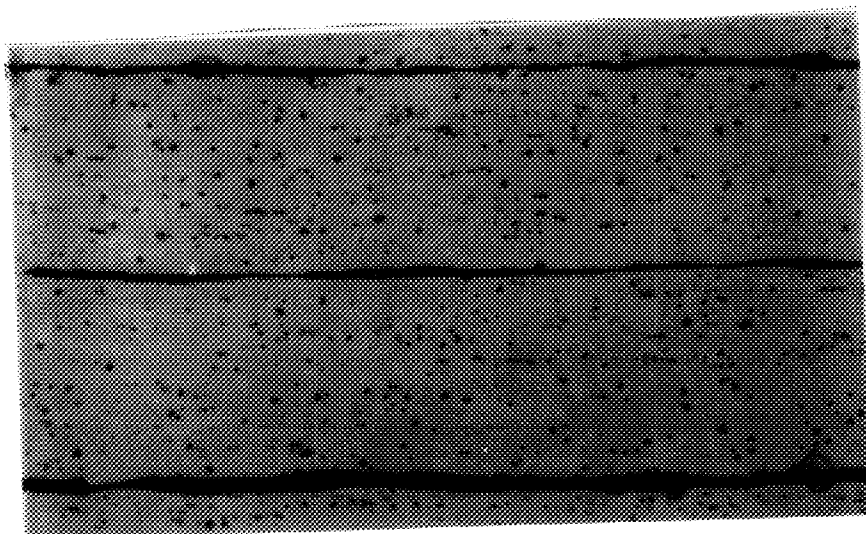


FIG.3



Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 93 42 0133

| 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.5)       |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | EP-A-0 470 913 (PECHINEY RHENALU)                                               | 1, 4, 5                                           | B22D11/06                                  |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | * exemple 1 *                                                                   | 14-16                                             | C22C1/02                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | ---                                                                             |                                                   |                                            |
| D,Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | FR-A-2 291 285 (ALCAN RESEARCH AND DEVELOPMENT LIMITED)                         | 14-16                                             |                                            |
| D,A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | * page 4, ligne 15 - ligne 30 *                                                 | 1-6, 11-13                                        |                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | * page 11, ligne 21 - ligne 28; revendications 1,2 *                            |                                                   |                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | ---                                                                             |                                                   |                                            |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | FR-A-2 138 031 (ALCAN RESEARCH AND DEVELOPMENT LIMITED)                         | 1, 14                                             |                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | * revendication 1; figure 1 *                                                   |                                                   |                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | ---                                                                             |                                                   |                                            |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | WO-A-8 704 377 (FEDERAL-MOGUL CORPORATION)                                      |                                                   |                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | -----                                                                           |                                                   |                                            |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                 |                                                   | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5) |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                 |                                                   | B22D<br>C22C                               |
| Lieu de la recherche<br>LA HAYE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                 | Date d'achèvement de la recherche<br>30 JUIN 1993 | Examineur<br>GREGG N.R.                    |
| <p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul<br/> Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br/> A : arrière-plan technologique<br/> O : divulgation non-écrite<br/> P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention<br/> E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br/> D : cité dans la demande<br/> L : cité pour d'autres raisons<br/> .....<br/> &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p> |                                                                                 |                                                   |                                            |

EPO FORM 1503 01.82 (P0402)