

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 507 865**

51 Int. Cl.:

**C22C 21/04** (2006.01)

**C22F 1/043** (2006.01)

**C22C 1/02** (2006.01)

**C22C 1/03** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.12.2010** **E 10382360 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.07.2014** **EP 2471967**

54 Título: **Método para obtener propiedades mecánicas mejoradas en moldeos de aluminio reciclado libres de fases beta con forma de plaqueta**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**15.10.2014**

73 Titular/es:

**CASA MARISTAS AZTERLAN (50.0%)**  
**C/ Aliendalde, 6**  
**48200 Durango (Bizkaia), ES y**  
**BEFESA ALUMINIO, S.L. (50.0%)**

72 Inventor/es:

**FERNÁNDEZ CALVO, ANA ISABEL;**  
**NIKLAS, ANDREA;**  
**ALFARO ABREU, IGNACIO y**  
**ANZA ORTIZ DE APODACA, IÑIGO**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 507 865 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Método para obtener propiedades mecánicas mejoradas en moldeos de aluminio reciclado libres de fases beta con forma de plaqueta

5

**Campo de la invención**

La presente invención se refiere a aleaciones de aluminio, más particularmente, se refiere a moldeos de aleación de aluminio apropiados como componentes por ejemplo en vehículos, máquinas y aplicaciones eléctricas, que requieren una elevada resistencia y valores elevados de estiramiento entre otras propiedades. La presente invención también se refiere a un proceso para su preparación a partir de aleaciones de aluminio reciclado con el fin de obtener un moldeo de aluminio reciclado libre de fases beta con forma de plaqueta.

10

**Antecedentes de la invención**

15

Las aleaciones de aluminio se usan ampliamente en diversas aplicaciones por ejemplo como componentes en aplicaciones de automoción, aeroespaciales, máquinas industriales y aplicaciones eléctricas, etc., debido a sus excelentes propiedades mecánicas así como también otras propiedades tecnológicas tales como resistencia a la corrosión y menor tendencia a la fisuración en caliente.

20

Para la fabricación de aleaciones de aluminio existen básicamente dos métodos diferentes que difieren en las materias primas: la producción primaria (aleación primaria) que es de minerales ricos en aluminio (bauxita) y el reciclaje de aluminio (aleación secundaria) cuya materia prima es escoria y otros residuos ricos en aluminio.

25

La producción de la aleación primaria consiste básicamente en reducir el óxido presente en la bauxita mejorando la pureza de aluminio por medio de electrolisis. El inconveniente más importante de este método es la elevada cantidad de energía (de 14 a 15 Kwh/kg) que se necesita para producir aluminio, mientras en el método de reciclaje de aluminio los costes son de aproximadamente 0,5-0,75 Kwh/kg, que es más bajo de un 5 % de la producción primaria.

30

Actualmente, las aleaciones de AlSiMg son unas de las aleaciones de moldeo de aluminio más comunes para piezas de alta seguridad, tales como componentes de automoción o aeroespaciales, que requieren elevadas propiedades mecánicas. Esta aleación presenta también elevada ductilidad debido al bajo contenido de impurezas y a la adición de elementos tales como Ti o Sr que refinan y modifican la micro-estructura, respectivamente. Las aleaciones de AlSiMg se usan ampliamente para moldeos producidos en moldes de cubierta y permanentes de arena.

35

El elevado contenido de impurezas, especialmente el elevado contenido de hierro, en las aleaciones secundarias (aluminio reciclado) se considera una desventaja principal. El contenido de hierro aumenta en el aluminio reciclado después de cada fusión posterior; su eliminación o reducción es técnicamente muy compleja y bastante cara, no siendo económicamente viable.

40

La microestructura de las aleaciones de AlSiMg presenta dendritas de alfa aluminio y Al-Si eutéctico y otras fases inter-metálicas entre las cuales se pueden destacar las ricas en hierro. El hierro se conoce bien por ser la impureza más común y perjudicial en las aleaciones de aluminio en cuanto a propiedades mecánicas, favoreciendo la aparición de fases ricas en hierro inter-metálicas frágiles durante la solidificación. La fase beta con forma de plaqueta ( $Al_5FeSi$ ) es la más perjudicial, ya que se sabe que la ductilidad y la tenacidad disminuyen de forma significativa. Por tanto, recientemente se ha desarrollado un interés creciente por el desarrollo de métodos para producir aleaciones de aluminio reciclado mejoradas en las cuales la formación de la fase beta se reduce y, de este modo, se mejoran las propiedades mecánicas.

45

Entre los diferentes métodos mencionados anteriormente, la neutralización química es la técnica más usada hasta el momento. La estrategia está basada en la inhibición de la morfología de las plaquetas favoreciendo la precipitación de la fase de tipo  $Al_{15}Fe_3Si_2$  con la adición de un elemento de neutralización (Mn, Cr, Co y Be) y en algunos casos controlando la condición de cristalización.

50

Otros métodos están basados en la selección de materias primas con bajo contenido de hierro o en la dilución con aluminio primario puro. Otros métodos se refieren a la fusión por estufado y la sedimentación de las fases inter-metálicas ricas en hierro por medio del denominado lodo. No obstante, todos estos métodos tienen como resultado pérdidas considerables de aluminio (de aproximadamente un 10 %) y, por tanto, son inaceptables.

55

La patente WO 97/13882 divulga un método para producir aleaciones de AlSi que contienen hierro, en particular aleaciones de Al-Si-Mn-Fe. Las propiedades mecánicas de las aleaciones de Al anteriormente mencionadas con contenidos de hierro entre un 0,4 y un 2,0 % en peso se pueden mejorar por medio del control de la morfología de los precipitados inter-metálicos que contienen hierro. Se ha descubierto que es preciso evitar la precipitación de la fase beta con forma de plaqueta ( $\beta-Al_5FeSi$ ) por medio de una precipitación primaria de la fase de tipo  $Al_9Fe_2Si$  hexagonal que, a su vez, es menos nociva. El método comprende controlar además la condición de la cristalización

60

65

por medio de la adición de uno o más elementos tales como Ti, Zr, Sr, Na y Ba.

A pesar de la variedad de métodos en el estado de la técnica, existe todavía la necesidad de proporcionar un método para obtener moldeos de aluminio reciclado, con propiedades mecánicas próximas a las obtenidas en las aleaciones primarias, pero a costes de producción mucho menores. El método está basado en la obtención de moldeos de fases beta con forma de plaqueta por medio del uso de aluminio reciclado con elevado contenido de hierro.

### Breve descripción de las figuras

Figura 1. Tabla que muestra la composición química de aleaciones de AlSi7Mg con adiciones de Mn, Cr y V a lingotes reciclados (Composición de Base).

Figura 2: Moldeo de ensayo de tracción usado para evaluar las propiedades mecánicas.

Figura 3: Vista general de aleación de AlSi7Mg secundaria con adiciones de Mn, Cr y V, correctamente desgasificada, que no presenta porosidad.

Figura 4: Micro-fotografías ópticas que muestran las fases inter-metálicas ricas en hierro: a) fase de  $\beta$ -Al<sub>5</sub>FeSi con forma de plaqueta en una aleación de AlSi7Mg secundaria sin adiciones de Mn, Cr o V, b) fases- $\alpha$  con forma globular en la aleación de AlSi7Mg secundaria con adiciones de Mn, Cr y V.

Figura 5: Imágenes electrónicas de retro-dispersión y espectro EDX de tres aleaciones de AlSi7Mg secundarias diferentes que muestran diferentes precipitados intermetálicos ricos en hierro ( $\beta$ -Al<sub>5</sub>FeSi,  $\alpha$ -Al<sub>15</sub>(Fe, Mn, Cr, V)<sub>3</sub>Si<sub>2</sub>) dependiendo del elemento de formación de aleación añadido (Mn, Cr, V); a) sin elementos de aleación; b) con adiciones de Mn y Cr y c) con adiciones de Mn, Cr y V.

### Descripción de la invención

La presente invención que se proporciona en las reivindicaciones se refiere a una aleación de aluminio que contiene hierro, en lo sucesivo denominada aleación de la invención, que está libre de fase beta con forma de plaqueta primaria de tipo Al<sub>5</sub>FeSi en la estructura solidificada que presenta las siguientes composiciones (cantidades expresadas en porcentaje en peso, % en peso con respecto al peso total de la aleación):

Si	6,00 - 9,50
Fe	0,15 - 0,60
Mn	0,04 - 0,60
Mg	0,20 - 0,70
Cr	0,01 - 0,60
Ti	0,05 - 0,30
Sr y/o Na	0,001 - 0,25
V	0,00 - 0,60
Cu	0,01 - 0,25
Ni	0,01 - 0,1
Zn	0,01 - 0,1

siendo el equilibrio Al e impurezas inevitables.

La aleación de aluminio que contiene hierro de la invención presenta una composición que se caracteriza por que la cantidad de Mn más Cr en porcentaje en peso es igual o mayor que un 50 % de la cantidad de Fe.

La aleación de aluminio que contiene hierro de la invención presenta una composición que se caracteriza por que la cantidad de Mn más Cr más V en porcentaje en peso es igual o mayor que un 50 % de la cantidad de Fe.

En una realización particular adicional, la aleación de aluminio que contiene hierro de la invención presenta un contenido de Fe de 0,15 - 0,40 % en porcentaje en peso y una cantidad de Mn más Cr más V comprendido entre 0,15 - 0,40 % en peso.

En un aspecto preferido, la presente invención se refiere a un proceso para la preparación de la aleación de aluminio de la invención que comprende las etapas siguientes:

- a) fundir un lingote de AlSi7Mg secundario a partir de aluminio reciclado.
- b) añadir los elementos de formación de aleación:

- (i) Mn + Cr o
- (ii) Mn + Cr + V

en cantidades apropiadas

- c) añadir un refinador de grano y un agente de modificación de silicio eutéctico.
- d) someter la aleación fundida obtenida en la etapa c) a un proceso de desgasificación.
- e) introducir la aleación fundida desgasificada en un molde.
- f) colar la solidificación en el interior del molde.
- g) colar la extracción a partir del molde.

Durante el proceso de fusión de los lingotes secundarios, debido a la humedad de ambos lingotes y el propio ambiente, y también debido a la afinidad de aluminio por oxígeno, se forman  $Al_2O_3$  y  $H_2$ . La alúmina obtenida de esta forma se convierte en parte de la escoria y el hidrógeno libre se disuelve en la masa fundida. La presencia de hidrógeno genera poros en los moldeos solidificados que reducen la ductilidad y la resistencia. Por tanto, el proceso de la invención comprende el proceso de desgasificación de acuerdo con los métodos ya conocidos tales como el tratamiento de la aleación fundida con nitrógeno seco o argón seco hasta que el contenido de hidrógeno disuelto en la masa fundida sea suficientemente bajo.

El proceso comprende la adición de elementos de formación de aleación como elementos puros o como aleaciones maestras. La presente invención se basa en la adición de elementos de formación de aleación: Mn+Cr o Mn+Cr+V, a la composición de base de un lingote de AlSi7Mg secundario de segunda fusión (o aluminio reciclado).

El proceso comprende la adición del refinador de grano y agentes de modificación eutéctica por medio de adiciones de aleaciones maestras. Los agentes modificadores Na o Sr son los más comunes y se añaden para lograr la modificación de la estructura de Al-Si eutéctica, que precipita durante la solidificación, mostrando una morfología redondeada en lugar de estructura de aguja, típica cuando no se añade dicho agente de modificación. Se sabe bien que la presencia de dichas estructuras de aguja reduce las propiedades mecánicas (ductilidad, resistencia) de las aleaciones, favoreciendo la aparición de fisuras. En el caso de los agentes de refinado, se usan aleaciones maestras de TiB para obtener una micro-estructura que muestra un tamaño de grano fino y, de este modo, mejorar las propiedades mecánicas finales y también reducir la tendencia de la porosidad.

Según el proceso para la preparación de la aleación de aluminio de la invención, las fases beta con forma de plaqueta ( $Al_5FeSi$ ), tan perjudiciales para las propiedades mecánicas, desaparecen y se sustituyen por fases alfa con forma globular ( $Al_8Fe_2Si$ ), obteniéndose una mejora sustancial de las propiedades mecánicas (resistencia a la tracción, carga de deformación remanente y estiramiento). Las propiedades de las aleaciones recicladas según el proceso de la invención muestran las propiedades mecánicas comparables a las obtenidas en las aleaciones primarias.

En la etapa e), se cuela la aleación fundida desgasificada en el interior de un molde permanente y de arena. Tras el llenado del molde, la aleación colada solidifica y se obtiene un moldeo de aluminio.

Es necesario que las aleaciones de aluminio usadas en los moldeos de alta responsabilidad cumplan las propiedades mecánicas y tecnológicas. Por este motivo, generalmente estas piezas se someten a un tratamiento térmico T6. Otro aspecto de la presente invención se refiere a un proceso para preparar un moldeo de aleación de aluminio que comprende someter el moldeo solidificado que se ha descrito anteriormente a un tratamiento térmico T6. Un tratamiento T6 comprende una primera etapa de tratamiento térmico en disolución, calentando los moldeos a una temperatura entre 500 y 600 °C durante 2 a 6 horas, seguido de inactivación. La segunda etapa consiste en un envejecimiento artificial a una temperatura entre 150 a 180 °C durante 2 a 8 horas.

En otro aspecto, la invención se refiere a un moldeo de aleación de aluminio que se puede obtener por medio del proceso definido anteriormente, que presenta una resistencia a la tracción entre 250-300 MPa, un límite aparente de fluencia entre 190-230 MPa y valores de estiramiento entre 4,5-9 %.

El moldeo de aleación de aluminio de la invención se puede usar como componente para componentes de transporte tales como ruedas, piezas de la suspensión, piezas de los frenos y componentes de la industria energética.

Otro aspecto de la invención se refiere a un componente fabricado a partir de moldeos de aleación de aluminio reciclado tales como pivotes de dirección, cilindros maestros y calibradores de frenos.

Según la invención, se cuelean muestras de ensayo de tracción en moldes de arena y moldes permanentes a partir de la aleación de aluminio de la invención con adiciones de Mn, Cr y V. Se determinaron las propiedades con muestras de ensayo de tracción según la norma (UNE UNE-EN\_1706) (véase la Figura 2). Las aleaciones de aluminio presentan una resistencia a la tracción de al menos 250 MPa, un límite aparente de fluencia de al menos 190 MPa y un estiramiento de al menos un 4,5 %. Las piezas de ensayo según la invención se sometieron a análisis micro-estructural. Los inventores han descubierto que la adición de cantidades controladas de Mn, Cr y V según la invención elimina las fases beta con forma de plaqueta ( $Al_5FeSi$ ).

Por otra parte, no se han observado interacciones entre las adiciones de Mn, Cr y V y los elementos de modificación de estructura, tales como Ti, B, Na y Sr. No se han observado diferencias en el refinado de grano y en la modificación eutéctica de Al-Si, con o sin adiciones de Mn, Cr, V. No se ha observado ninguna interferencia de los elementos Mn, Cr y V con el método de desgasificación convencional.

5 Según el alcance de la invención, además de las adiciones de Mn, Cr y V, se pueden añadir otros elementos para otros fines, sin que ello afecte a las características de modificación de las fases de hierro debido a la presencia de estos elementos.

10 Lo siguiente es ilustrativo de la presente invención. No obstante, la presente invención no se limita a las siguientes realizaciones precisas descritas en la presente memoria, sino que engloba todas las modificaciones equivalentes dentro del alcance de las reivindicaciones que se muestran a continuación.

### 15 Ejemplos

#### 20 Ejemplo 1. Proceso para la preparación de aleaciones de aluminio y moldeos

Se han producido aleaciones de aluminio por medio del uso de lingotes de AlSi7Mg secundarios, obtenidos a partir de escoria de aluminio reciclada, chatarra y otros residuos metálicos ricos en aluminio. La tabla siguiente muestra las composiciones químicas de los lingotes de aluminio usados en los ejemplos, con contenidos de hierro entre un 0,28 y un 0,34 % en peso. Se muestran tres lingotes reciclados (ref. I, II y III) en los ensayos experimentales (Composición de Base), siendo el resto Al:

Lingote de aleación de AlSi7Mg secundaria	Composición Química (% en peso)										
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Ti	Sr	V
Ref. I	7,11	0,34	0,06	0,09	0,27	0,017	0,01	0,07	0,07	0,005	< 0,01
Ref. II	6,94	0,28	0,04	0,04	0,28	0,004	0,00	0,04	0,14	< 0,003	< 0,01
Ref. III	6,92	0,28	0,04	0,04	0,25	< 0,01	0,01	0,04	0,16	< 0,003	< 0,01
	Aluminio en equilibrio										

25 Se fundieron los lingotes reciclados en un horno eléctrico (capacidad de 50 kg de aluminio fundido) a 710-750 °C. Posteriormente, se sometió a aleación la masa fundida y se trató el líquido según el siguiente esquema pre-determinado:

30 1. Se añadió Ti a la masa fundida (únicamente a la masa fundida de Ref I) en forma de aleaciones maestras de TiB (5 % de Ti - 1 % de B) con el fin de ajustar el contenido de Ti entre un 0,15-0,20 % en peso.

2. Posteriormente, se añadieron Mn, Cr y V por medio del uso de aleaciones maestras. Se añadieron las cantidades específicas de los elementos de formación de aleaciones usando las aleaciones maestras:

- 35 o Por medio del uso de Mn-90 % en peso (Al-10 % en peso).  
 o Por medio del uso de Cr-80 % en peso (Al-20 % en peso).  
 o Por medio del uso de V-10 % en peso (Al-90 % en peso).

40 3. Finalmente, se añadió una aleación maestra de Sr-10 % a la masa fundida para ajustar el contenido de Sr entre un 0,005-0,025 % de Sr; y se añadió Mg con el fin de ajustar su contenido entre un 0,25 - 0,70 % de Mg de acuerdo con la Norma UNE-EN 1706 (AlSi7Mg).

Se mantuvo la masa fundida durante 10 minutos entre adiciones consecutivas para la homogeneización química.

45 Con el fin de determinar la composición de las aleaciones que se habían producido, se moldearon medallas y se analizaron posteriormente por medio de espectrometría de emisión por electro-erosión.

50 Una vez que se habían sometido a ensayo las aleaciones de aluminio para que tuvieran la composición química correcta (véase la Tabla de la Figura 1), se sometió la masa fundida a desgasificación por medio del uso de N<sub>2</sub> durante aproximadamente 20 minutos. Se comprobó la eficacia de desgasificación (la presencia de hidrógeno en aluminio) por medio de Ensayo de Presión Reducida o de Straube-Pfeiffer, en el que se tomaron muestras para la evaluación de densidad de aleación tras la desgasificación. En todos los casos, se obtuvo una densidad mínima de 2,65 g/cm<sup>3</sup> en las muestras solidificadas a vacío.

55 Posteriormente, la siguiente etapa fue como se muestra a continuación. Se vertió el líquido metálico en el interior de moldes de arena unidos por vía química, a temperaturas entre 710 y 740 °C, con el fin de obtener muestras de

ensayo de tracción (Norma UNE-EN-ISO 6892-1).

Se sometieron las muestras de ensayo de tracción (Figura 2) a un tratamiento térmico T6 en un horno de laboratorio con un control de temperatura de  $\pm 2$  °C. Las secuencias de este proceso térmico fueron las siguientes:

1. Tratamiento térmico en disolución durante 7,5 horas a 540 °C,
  2. Tras el tratamiento térmico en disolución, se inactivaron las muestras en agua a temperatura ambiente,
  3. Tras la inactivación; la etapa final es el envejecimiento artificial de las muestras durante 5,5 horas a 155 °C.
- Se examinaron las micro-estructuras de las aleaciones moldeadas usando microscopía óptica y de barrido de electrones: se evaluaron tamaño de grano, tasa de modificación, fases ricas en hierro y porosidad en el moldeo por tracción, véase el ejemplo de la Figura 3.

La Figura 4 muestra diferentes morfologías de fases de hierro observadas en aleaciones de aluminio recicladas por medio del uso de microscopía óptica. Se sabe que el hierro es la impureza más común y al mismo tiempo la más perjudicial en las aleaciones de aluminio, ya que provoca que las fases inter-metálicas duras, ricas en hierro y frágiles precipiten durante la solidificación. La fase más perjudicial de la micro-estructura es la fase-beta de tipo  $Al_5FeSi$  debido a su forma de plaqueta, véase la Figura 4a). Esta figura muestra una fase de  $\beta-Al_5FeSi$  típica con una estructura de cristal monoclinico y morfología de tipo placa. Dichas plaquetas pueden tener una extensión de varios milímetros y aparecen como agujas en las secciones micrográficas. Con el fin de evitar la morfología de plaqueta, se usa neutralización química (adiciones de MnCrV o MnCr) según la presente invención, que se ha demostrado que inhibe esta morfología beta que favorece la precipitación de  $\alpha-Al_{15}(Fe, Mn, Cr, V)_3Si_2$  con morfología globular/de escritura china, como se muestra en la Figura 4.b), que contiene cantidades sustanciales de elementos de formación de aleación (Mn, Cr, V).

Las aleaciones de aluminio con adiciones de Mn, Cr y V no presentan interacciones con aleaciones maestras de TiB (agente de refinado de granos) y adiciones de Sr (modificación de fases eutécticas de Si), obteniéndose buenos niveles de refinado de grano, modificación de Si y desgasificación de hidrógeno.

### 30 **Ejemplo 2. Efectos de las diferentes cantidades de elementos de formación de aleaciones (Mn, Cr, V)**

Quando se mantiene constante el contenido del resto de los elementos químicos, es posible estudiar el efecto de Mn, Cr y V, variando el contenido de estos últimos. Se prepararon varias composiciones químicas según la presente invención, véase la Tabla de la Figura 1.

Con el fin de determinar la eficacia de la modificación de fases-beta, se llevaron a cabo análisis metalográficos en todas las muestras de ensayo de tracción. Se usaron microscopía óptica y microscopía de barrido electrónico, SEM. El procedimiento de preparación consistió en el seccionamiento, molienda y pulido de las muestras de ensayo.

La Figura 5 muestra micro-fotografías que corresponden a aleaciones de aluminio: a) sin adiciones de formación de aleación (Mn, Cr, V) y b) con adiciones de Mn + Cr y c) con adición de Mn, Cr y V. A partir de los resultados, se puede observar que en b) y c) no se encontraron fases con forma de plaqueta (fases beta) cuando se llevaron a cabo las adiciones anteriormente mencionadas en las condiciones previamente descritas en oposición a a) en la que se pudieron observar claramente estas fases con forma de plaqueta (véase las flechas que apuntan hacia las mismas). Por tanto, con los resultados obtenidos, es posible concluir que la morfología de fase beta (forma de plaqueta) se ve modificada con adiciones de Mn más Cr o Mn más Cr más V, obteniéndose fases con morfología globular/de escritura china menos nocivas para las propiedades mecánicas.

### 50 **Ejemplo 3. Evaluación de las Propiedades Mecánicas**

Con el fin de caracterizar las propiedades mecánicas de las aleaciones de moldeos de aluminio según la invención, se sometieron a ensayo las muestras de ensayo de tracción a temperatura ambiente según el método establecido en la Norma UNE-EN-ISO 6892-1. Se llevaron a cabo ensayos de tracción usando un máquina de ensayo Instron Universal para obtener un límite aparente de fluencia ( $R_{0,2}$ , MPa), tensión de rotura ( $R_m$ , MPa) y porcentaje de estiramiento (%). A partir de los ensayos de tracción, se han logrado los siguientes valores de límite aparente de fluencia, tensión de rotura y estiramiento:

- Límite aparente de fluencia,  $R_{0,2} = 200$  MPa
- Tensión de rotura,  $R_m = 274$  MPa.
- Estiramiento = 8,5 %

**REIVINDICACIONES**

5 1. Un proceso para la preparación de una aleación de aluminio que contiene hierro, libre de fase beta con forma de plaqueta primaria de tipo  $Al_5FeSi$  en la estructura solidificada que presenta la siguiente composición (cantidades expresadas en % en peso con respecto al peso total de la aleación):

Si	6,00 - 9,50
Fe	0,15 - 0,60
Mn	0,04 - 0,60
Mg	0,20 - 0,70
Cr	0,01 - 0,60
Ti	0,05 - 0,30
Sr y/o Na	0,001 - 0,25
V	0,00 - 0,60
Cu	0,01 - 0,25
Ni	0,01 - 0,1
Zn	0,01 - 0,1

10 siendo el equilibrio Al e impurezas inevitables, en el que la aleación de aluminio que contiene hierro presenta una composición **que se caracteriza por que** la cantidad total de Mn y Cr, en porcentaje en peso (% en peso), es igual o mayor de un 50 % de la cantidad de Fe, o en el que la aleación de aluminio que contiene hierro presenta una composición **que se caracteriza por que** la cantidad total de Mn, Cr y V, en porcentaje en peso (% en peso), es igual o mayor de un 50 % de la cantidad de Fe, que comprende la adición de cualquiera de Mn y Cr, o Mn y Cr y V, a la composición de base de un lingote de  $AlSi7Mg$  secundario de segunda fusión.

15 2. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la aleación de aluminio que contiene hierro presenta una composición **que se caracteriza por que** el contenido de Fe es de un 0,15 - 0,40 % en peso y la cantidad de Mn, Cr y V, juntos, está comprendida entre un 0,15 - 0,40 % en peso.

20 3. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los elementos de formación de la aleación se añaden como elementos puros o en forma de aleaciones maestras.

25 4. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que además comprende las siguientes etapas:

- c) añadir un refinador de grano y un agente de modificación de silicio eutéctico
- d) someter la aleación fundida obtenida en la etapa c) a un proceso de desgasificación
- e) introducir la aleación fundida desgasificada en un molde
- f) colar la solidificación en el interior del molde
- 30 g) colar la extracción a partir del molde.

5. Un proceso para preparar un moldeo de aleación de aluminio que comprende someter un moldeo solidificado, tal y como se obtiene de acuerdo con el proceso de la reivindicación 4, a un tratamiento térmico T6.

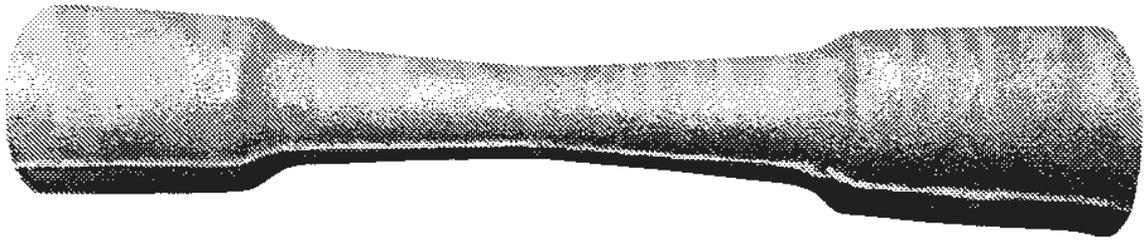
35 6. Un moldeo de aleación de aluminio que presenta la composición que se ha definido en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 y que presenta una resistencia a la tracción de entre 250-300 MPa, un límite aparente de fluencia de entre 190-230 MPa y valores de estiramiento entre el 4,5-9 %, que se puede obtener por medio del proceso de la reivindicación 5.

40 7. Uso del moldeo de aleación de aluminio de la reivindicación 6, como componente para componentes de transporte seleccionados entre ruedas, piezas de la suspensión y piezas de los frenos.

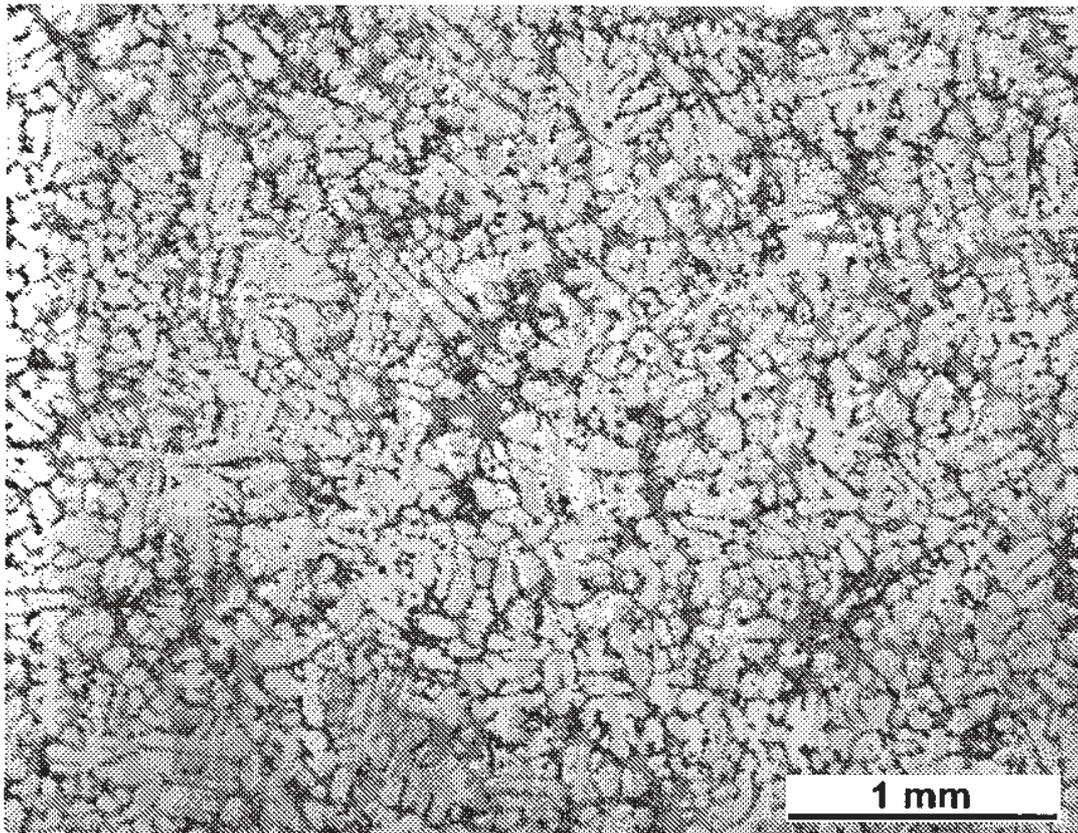
8. Un componente fabricado a partir del moldeo de aleación de aluminio de la reivindicación 6, seleccionado entre pivotes de dirección, cilindros maestros y calibrador de frenos.

Adición	Ref.	Composición Química (% en peso)											Referencia de lingote	Fases beta
		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ti	Ni	Zn	Sr	V		
<b>MnCrV</b>	Ref. 1	6,56	0,25	0,04	0,15	0,24	0,12	0,16	< 0,01	0,04	0,011	0,11	Ref. II	No
	Ref. 2	6,64	0,31	0,04	0,15	0,62	0,21	0,17	< 0,01	0,04	0,005	0,17	Ref. II	No
	Ref. 3	6,63	0,38	0,04	0,19	0,55	0,16	0,15	< 0,01	0,04	0,018	0,14	Ref. I + II	No
	Ref. 4	6,85	0,29	0,04	0,20	0,61	0,18	0,18	< 0,01	0,04	0,008	0,09	Ref. III	No
	Ref. 5	6,90	0,28	0,04	0,19	0,34	0,17	0,17	< 0,01	0,04	0,014	0,05	Ref. III	No
	Ref. 6	6,47	0,22	0,04	0,10	0,27	0,12	0,16	< 0,01	0,04	0,012	0,04	Ref. II	No
	Ref. 7	6,68	0,25	0,04	0,12	0,25	0,11	0,18	< 0,01	0,04	0,020	0,09	Ref. II	No
	Ref. 8	6,76	0,33	0,04	0,15	0,56	0,15	0,21	< 0,01	0,04	0,005	0,00	Ref. II	No
	Ref. 9	6,88	0,32	0,04	0,20	0,55	0,09	0,14	< 0,01	0,04	0,008	0,00	Ref. II	No
<b>MnCr</b>	Ref. 10	6,93	0,28	0,04	0,18	0,61	0,16	0,18	< 0,01	0,04	0,023	0,00	Ref. III	No

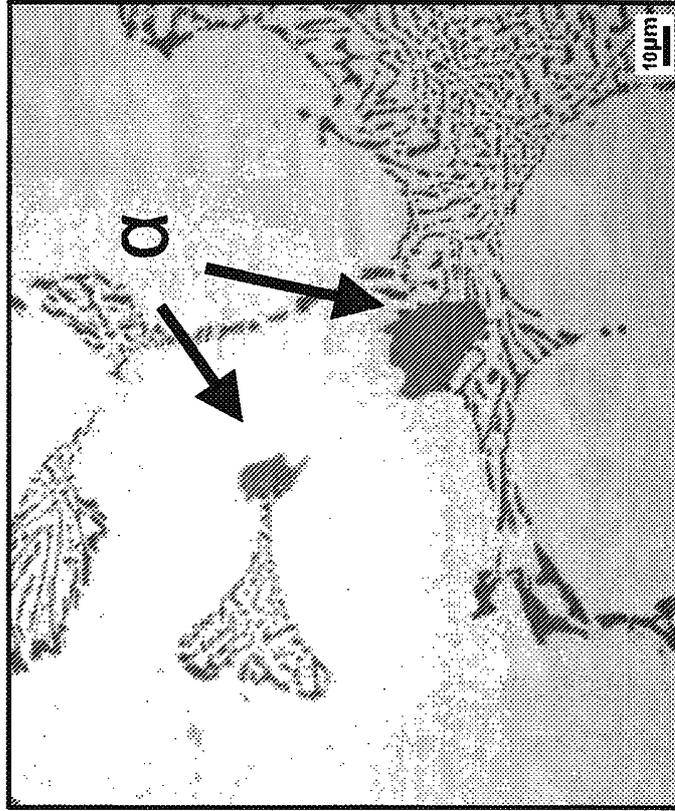
FIG. 1



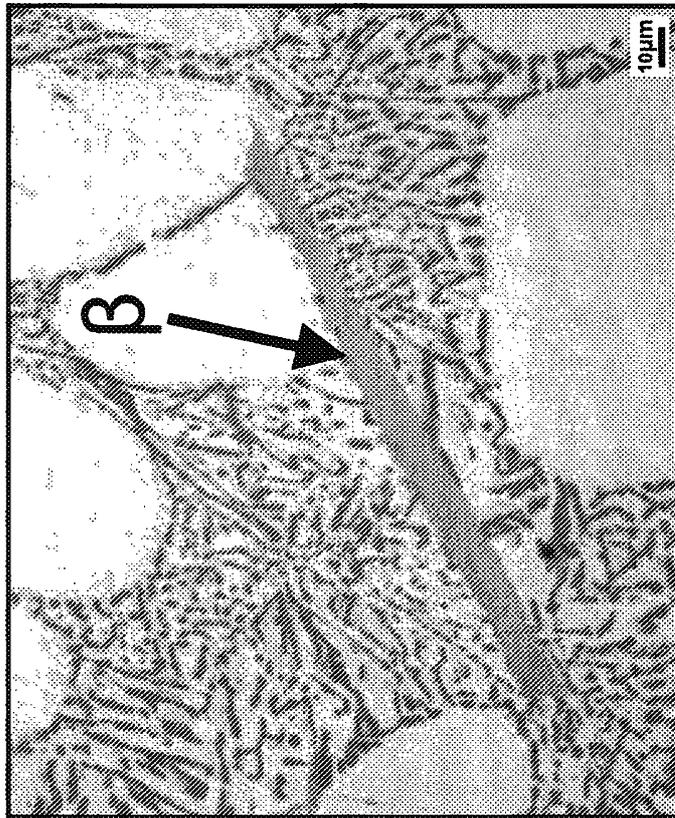
**FIG. 2**



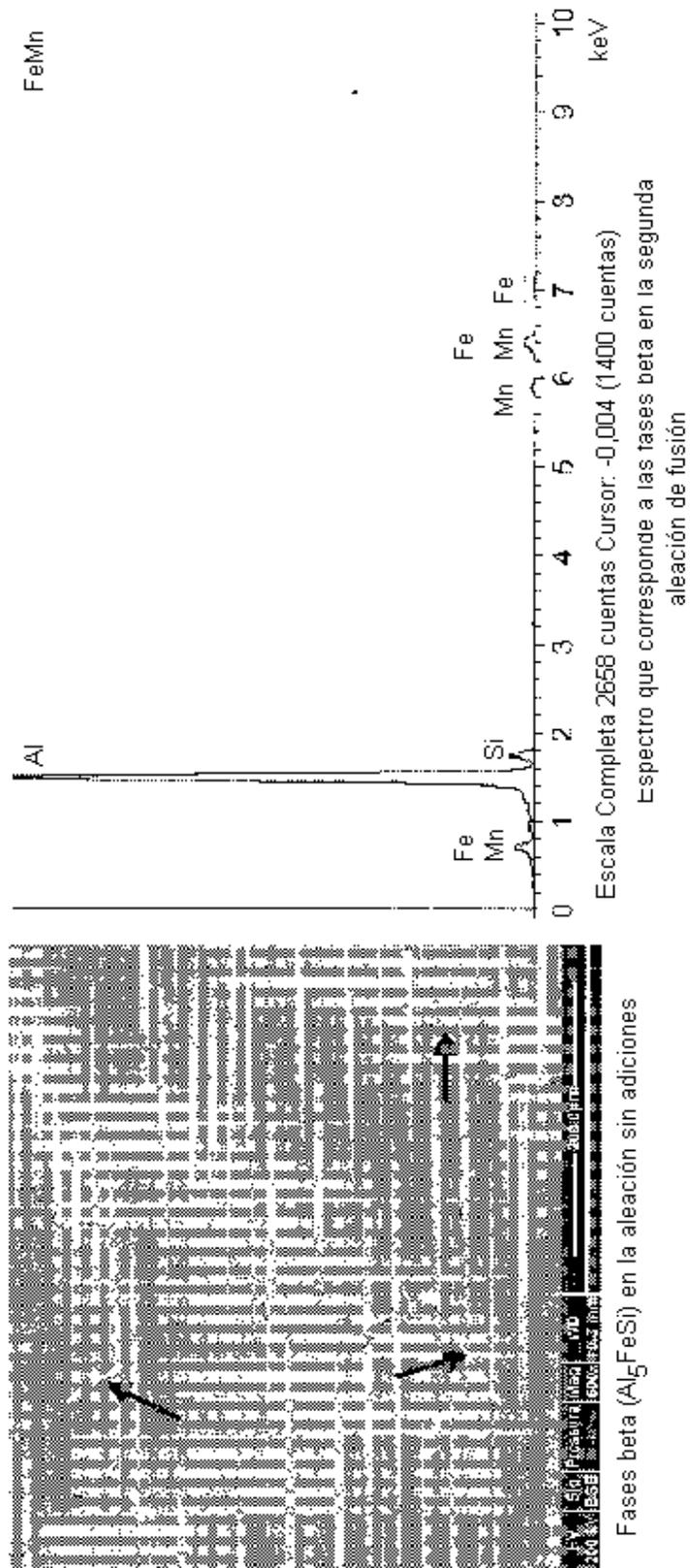
**FIG. 3**



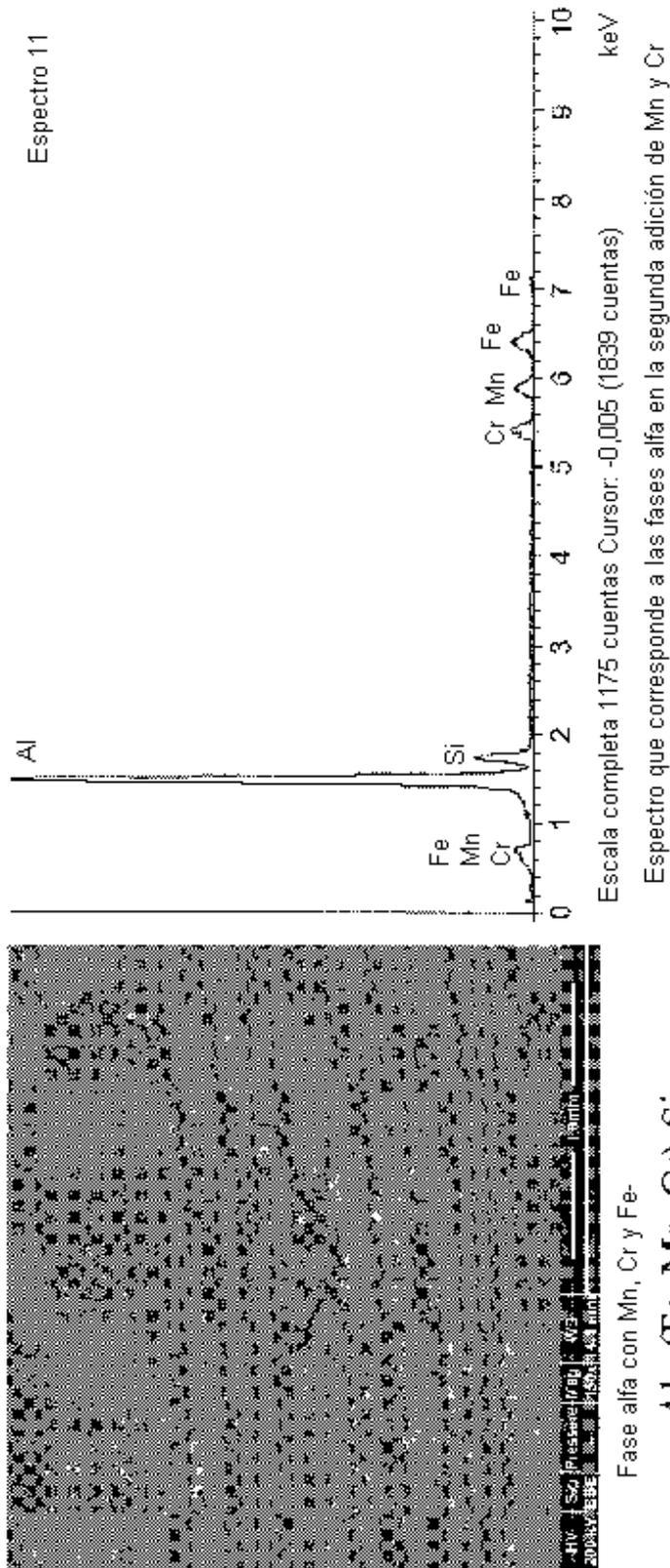
**FIG. 4b**



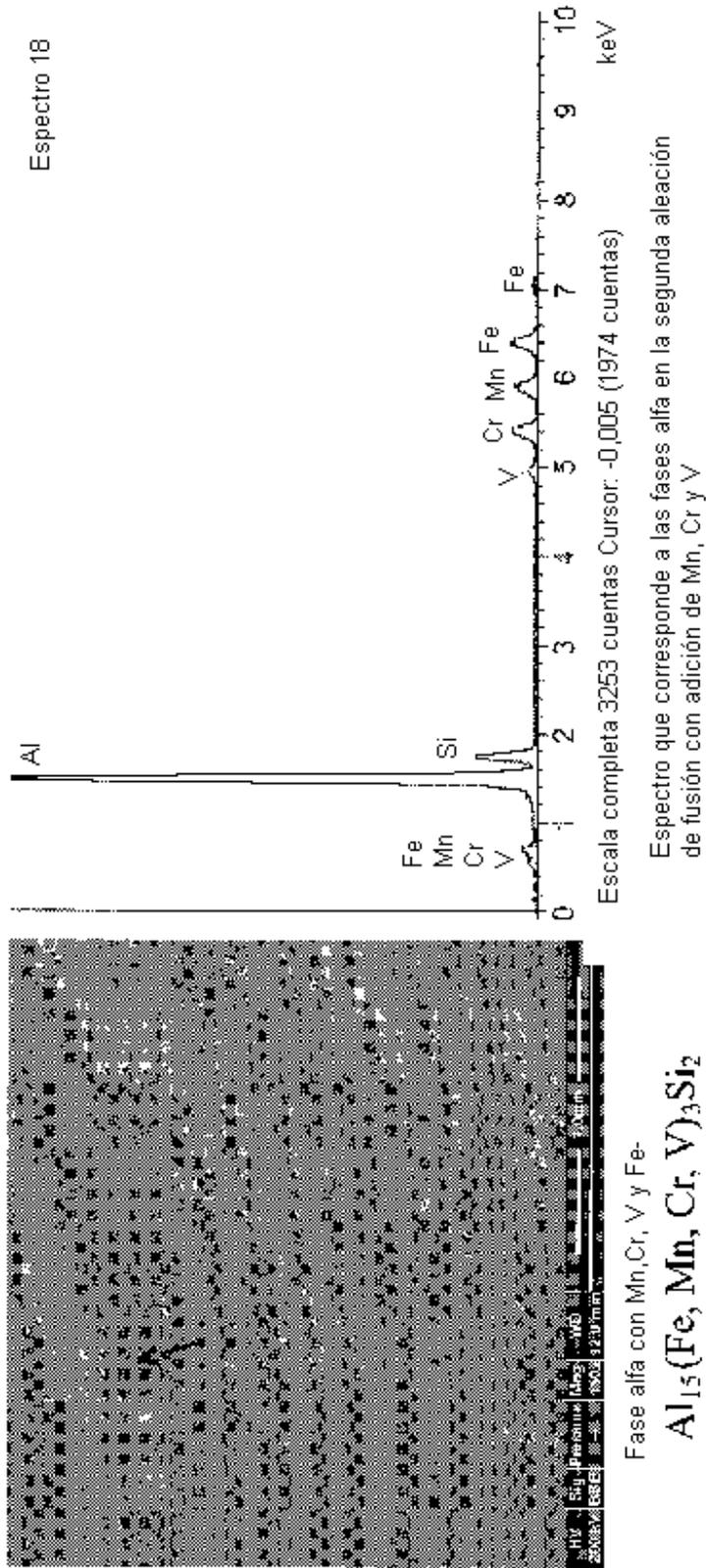
**FIG. 4a**



**FIG. 5a**



**FIG. 5b**



**FIG. 5c**