

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 582 527**

51 Int. Cl.:

C22C 21/02 (2006.01)

C22C 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.10.2013** **E 13382421 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.04.2016** **EP 2865772**

54 Título: **Aleación de aluminio para fundición**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.09.2016

73 Titular/es:

BEFESA ALUMINIO, S.L. (100.0%)
Carretera Luchana Asúa nº 13
48950 Erandio, Bizkaia, ES

72 Inventor/es:

SÁENZ DE TEJADA PICORNELL, FRANCISCO;
ANZA ORTIZ DE APODACA, ÍÑIGO;
VICARIO GÓMEZ, IBAN;
GARCÍA ALONSO, JOSÉ CARLOS y
MARÍA PLAZA, LUIS

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 582 527 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

Aleación de aluminio para fundición

Campo de la invención

- 5 El campo de la invención se refiere a aleaciones de aluminio para fundición. Específicamente, la presente invención se refiere a una aleación de aluminio secundaria útil para producir piezas inyectadas a alta presión, componentes que tienen que cumplir requisitos mecánicos importantes en condiciones de fundición en bruto.

Antecedentes de la invención

- 10 La inyección de aluminio a alta presión se ha limitado tradicionalmente en el transporte a aplicaciones de baja responsabilidad, mientras que los componentes estructurales se han fabricado con otros procedimientos de producción de piezas fundidas de aluminio, por ejemplo por moldeo a baja presión (LPDC) o por moldeo por gravedad (GC) y en algunos casos han sido sustituidas por piezas de acero fundidas.

- 15 No obstante, el procedimiento de fundición inyectada a alta presión (HPDC) se ha expandido espectacularmente a nuevas aplicaciones en los últimos veinte años, debido a su bajo coste para series medias o largas, a la elevada reproducibilidad y a la fiabilidad de los componentes obtenidos. En la expansión del proceso de la fundición inyectada (HPDC), además del desarrollo tecnológico del proceso de HPDC (moldeo al vacío, mejora de los materiales para los moldes, control térmico, etc.), se han desarrollado nuevas aleaciones con nuevas propiedades metalúrgicas y microestructurales, que presentan una elevada fluidez para permitir el llenado del molde de forma correcta, una baja tendencia al pegado en el molde, una fácil soldabilidad, una elevada maquinabilidad y por encima de todo alargamiento y propiedades mecánicas elevadas.

- 20 En el estado del arte se observa que existen aleaciones de primera fusión con una proporción Fe/Mn de en torno a ½ que disminuyen la tendencia al pegado de la aleación al molde y que a su vez reducen todo lo posible el efecto negativo de los compuestos intermetálicos de tipo Al_5FeSi sobre los valores de alargamiento. Una aleación de primera fusión implica principalmente un contenido en hierro inferior a 0,15% en peso, un contenido en cobre inferior a 0,03% en peso y un contenido en cinc inferior al 0,1% en peso, pudiéndose obtener estos contenidos únicamente si el aluminio se produce directamente mediante procesos electrolíticos a partir de alúmina en bruto. Todo el aluminio refinado producido a partir de chatarras, escorias y virutas procedentes de operaciones posteriores a la propia fundición está limitado a aplicaciones mecánicas de baja responsabilidad, lo que es una gran limitación para la sostenibilidad de la industria y del sector de reciclaje del aluminio. Por último, el componente fundido producido en aluminio primario se puede tratar térmicamente con el fin de conseguir propiedades mecánicas similares a las producidas en procedimientos de fabricación alternativos como el LPDC o el CG.

- 35 Por desgracia, el tratamiento térmico, que es útil principalmente para la familia de las aleaciones de aluminio $AlSiMg$ y $AlCuTi$ implica un incremento de los costes y una instalación adicional de tratamiento térmico, además del horno de mantenimiento y la máquina de inyección ya existentes. Es bastante probable que la fabricación de piezas fundidas complejas se vea dificultada por la aparición de deformaciones y tensiones en las zonas con paredes finas. También se pueden formar ampollas sobre la superficie de las piezas si el molde no ha llenado correctamente el molde o no se ha usado el sistema de vacío de un modo adecuado, lo que requiere de técnicos expertos.

- 40 Más recientemente se han desarrollado otras aleaciones de la familia de $AlMg$ con el fin de eliminar los tratamientos térmicos, pero siempre con una característica común, es decir manteniendo porcentajes muy bajos de elementos que actúan como impurezas, tales como el hierro, cobre y cinc, entre otros, que solo se puede conseguir con las aleaciones primarias.

- 45 DE19524564 describe una aleación aluminio-silicio para fundición de cabezas de cilindros que comprende (en % en peso): 5-11 Si; 0,8-menos de 2 Cu; 0,1-1,3 Mg; 0,1-0,8 Mn; máx. 0,8 Fe; máx. 1,3 Zn; máx. 2 Ni; máx. 0,5 Pb; máx. 0,3 Sn; máx. 0,25 Ti; máx. 0,8 Zr; máx. 0,8 Co; máx. 0,8 Cr; máx. 0,8 Mo; máx. 0,8 W; y máx. 0,8 Ag. La aleación contiene preferiblemente 8-11 Si; 0,8-menos de 2 Cu; 0,1-0,6 Mg; 0,1-0,5 Mn; máx. 0,8 Fe; máx. 1,2 Zn; máx. 0,3 Ni; máx. 0,2 Pb; máx. 0,1 Sn; máx. 0,2 Ti; y máx. 0,05 otros elementos individualmente máx. 0,15 en total.

- 50 El problema a resolver es el desarrollo de una nueva aleación de calidad secundaria producida para HPDC que se pueda usar en estado bruto de fundición y que presente los siguientes valores de alargamiento y propiedades mecánicas: Alargamiento (A) igual o superior al 4%, límite elástico ((Rp0.2) igual o superior a 120MPa y carga de rotura (Rm) igual o superior a 200 MPa. Dichos valores de alargamiento y propiedades mecánicas son necesarios para los componentes de seguridad que están diseñados para soportar impactos por colisión (alta absorción de energía, es decir una gran deformación) y/o cargas de flexión estática grandes (resistencia elevada). Las aleaciones de la invención también mantienen otras propiedades de procesado como la fluidez de la aleación, baja tendencia al pegado en el molde, fácil soldeo o elevada maquinabilidad, entre otros.

Descripción de la invención

Una realización preferida de la presente invención es una aleación de aluminio para fundición, en que dicha aleación consiste en:

- 7-9% en peso de silicio,
 - 5 0,6-1% en peso de hierro,
 - 0,7-1,5% en peso de cobre,
 - 0,05-0,5% en peso de manganeso,
 - 0,1-3% en peso de cinc,
 - 0,05-0,5% en peso de magnesio,
 - 10 0,01-0,15% en peso de titanio,
 - 0,01-0,1% en peso de cromo,
 - 0,01-0,1% en peso de níquel,
 - 0,01-0,1% en peso de plomo, y
 - 0,01-0,1% en peso de estaño,
 - 15 en adelante la aleación de aluminio para fundición de la invención.
- El contenido en silicio se ha restringido a un intervalo estrecho entre 7-9% en peso para reducir todo lo posible la fracción eutéctica, que ayuda a maximizar el alargamiento, pero mantiene la fluidez en unos valores mínimos que permiten un adecuado llenado del molde.
- 20 El contenido en cobre se ha restringido a un mínimo del 0,7% en peso para garantizar un valor adecuado del límite elástico y de carga de rotura.
- El contenido en hierro se ha limitado a 0,6-1% en peso para garantizar una baja tendencia al pegado de la pieza en el molde y una baja concentración en el volumen de los intermetálicos de tipo Al_5FeSi , que, al mismo tiempo, se minimizan con el contenido en manganeso.
- 25 El contenido en manganeso ayuda a transformar los compuestos intermetálicos alfa- Al_5FeSi , reduciendo en todo lo posible el efecto negativo de dichos compuestos intermetálicos. No se ha encontrado que valores de manganeso superiores al 0,3% en peso sean útiles en términos de un aumento de la transformación de los compuestos intermetálicos Al_5FeSi .
- 30 El contenido en magnesio ayuda a aumentar el límite elástico, pero siempre con un porcentaje mínimo de cobre y hierro para evitar afectar al alargamiento. Para pequeños incrementos de los porcentajes de magnesio si se dispone de suficiente silicio se pueden llegar producir compuestos intermetálicos de Mg_2Si .
- El contenido en cinc ayuda a conseguir valores de resistencia mayores con bajos contenidos de magnesio, aprovechando su elevado índice de solubilidad en el aluminio, lo que significa que incluso para contenidos por encima del 2% en peso de cinc, se pueden alcanzar límites de deformación mayores sin afectar a los valores del alargamiento, ya que no aparece discontinuidad de la matriz.
- 35 Una realización adicional de la invención es la aleación de aluminio para fundición de la invención, en que dicha aleación comprende 7-8% en peso de silicio.
- Una realización adicional de la invención es la aleación de aluminio para fundición de la invención, en que dicha aleación comprende 0,6-0,9% en peso de hierro.
- 40 Una realización adicional de la invención es la aleación de aluminio para fundición de la invención, en que dicha aleación comprende 0,7-1,3% en peso de cobre.

Una realización adicional de la invención es la aleación de aluminio para fundición de la invención, en que dicha aleación comprende 1-1,5% en peso de cobre.

Una realización adicional de la invención es la aleación de aluminio para fundición de la invención, en que dicha aleación comprende 0,05-0,3% en peso de manganeso.

- 5 Una realización adicional de la invención es la aleación de aluminio para fundición de la invención, en que dicha aleación comprende 2-3% en peso de cinc.

Una realización adicional de la invención es la aleación de aluminio para fundición de la invención, en que dicha aleación comprende 0,05-0,1% en peso de magnesio.

Ejemplos de la invención

- 10 **Ejemplo 1.** Aleaciones de aluminio para fundición (preparación, composición y propiedades mecánicas)

Se han preparado composiciones de aluminio partiendo de una aleación estándar EN-AC 46500 en un horno de mantenimiento a 690 °C y, después, se ha vertido la aleación fundida en el contenedor de inyección, y se ha inyectado en la cavidad del molde de una máquina HPDC con una fuerza de cierre de 950 toneladas. No se ha empleado el vacío.

- 15 Se produjo una serie de 30 muestras para cada composición. Las muestras inyectadas se enfriaron con aire. Las dimensiones de las muestras y la posterior caracterización mecánica se fijaron y se llevaron a cabo siguiendo, respectivamente, las normas UNE-EN ISO 6892-1 B:2010.

Se analizaron varias composiciones, cuyo contenido se especifica en la Tabla 1. Los resultados obtenidos también se especifican en la Tabla 1.

- 20 Tabla 1

	Aleación 1	Aleación 2	Aleación 3	Aleación 4
Si (% en peso)	8,68	8,31	8,54	7,5
Fe (% en peso)	0,95	0,66	0,65	0,84
Cu (% en peso)	1,78	1,28	0,81	0,79
Mn (% en peso)	0,33	0,183	0,1	0,1
Mg (% en peso)	0,046	0,059	0,5	0,034
Zn (% en peso)	1,74	0,97	1,02	2,55
Ti (% en peso)	0,023	0,070	0,06	0,041
Cr (% en peso)	0,018	0,050	0,038	0,035
Ni (% en peso)	0,062	0,055	0,051	0,049
Pb (% en peso)	0,051	0,040	0,051	0,049
Sn (% en peso)	0,018	0,019	0,017	0,017
Rp0,2 (MPa)	150	125,4	171	125
Rm (MPa)	290	257,4	240,8	254
A (%)	4,5	5,85	4,2	6,1

El valor del alargamiento (A) más bajo obtenido fue de 4,2% (aleación 3), el valor del límite elástico más bajo (Rp0.2) obtenido fue de 125 MPa (aleación 4) y la carga de rotura (Rm) más baja fue 240,8 MPa (aleación 3). Todas las aleaciones del ejemplo tienen valores de alargamiento (A) superiores al 4%, valores del límite elástico (Rp0.2) superiores a 120 MPa y valores de carga de rotura (Rm) por encima de 200 MPa.

REIVINDICACIONES

1. Aleación de aluminio para fundición, caracterizada por que dicha aleación consiste en:
- 7-9% en peso de silicio,
- 0,6-1% en peso de hierro,
- 5 0,7-1,5% en peso de cobre,
- 0,05-0,5% en peso de manganeso,
- 0,1-3% en peso de cinc,
- 0,05-0,5% en peso de magnesio,
- 0,01-0,15% en peso de titanio,
- 10 0,01-0,1% en peso de cromo,
- 0,01-0,1% en peso de níquel,
- 0,01-0,1% en peso de plomo,
- 0,01-0,1% en peso de estaño
- y aluminio como el resto.
- 15 2. Aleación de aluminio para fundición según la reivindicación 1, caracterizada por que dicha aleación consiste en 7-8% en peso de silicio.
3. Aleación de aluminio para fundición según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, caracterizada por que dicha aleación consiste en 0,6-0,9% en peso de hierro.
- 20 4. Aleación de aluminio para fundición según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada por que dicha aleación consiste en 0,7-1,3% en peso de cobre.
5. Aleación de aluminio para fundición según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada por que dicha aleación consiste en 1-1,5% en peso de cobre.
6. Aleación de aluminio para fundición según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada por que dicha aleación consiste en 0.05-0,3% en peso de manganeso.
- 25 7. Aleación de aluminio para fundición según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada por que dicha aleación consiste en 2-3% en peso de cinc.
8. Aleación de aluminio para fundición según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada por que dicha aleación consiste en 0,05-0,1% en peso de magnesio.