

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 684 614**

51 Int. Cl.:

C22C 21/08 (2006.01)

C22F 1/047 (2006.01)

C22F 1/05 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.04.2016** **E 16165977 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.06.2018** **EP 3159422**

54 Título: **Aleación para el moldeo a presión**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.10.2018

73 Titular/es:

RHEINFELDEN ALLOYS GMBH & CO. KG
(100.0%)
Friedrichstrasse 80
79618 Rheinfelden, DE

72 Inventor/es:

WIESNER, STUART

74 Agente/Representante:

SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro

ES 2 684 614 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 para el moldeo a presión

5 Campo técnico

La invención se refiere a una aleación para el moldeo a presión basada en aluminio, magnesio y silicio, en particular para el uso en piezas estructurales ligeras de vehículos.

10 Estado de la técnica

En representación de aleaciones para el moldeo a presión basadas en aluminio, magnesio y silicio conocidas por el estado de la técnica se indican dos aleaciones desarrolladas por la solicitante, una dada a conocer en el documento EP 0853133 B1 y la otra en el documento DE 10352932 B4.

15 En el documento DE 10352932 B4 está descrita una aleación de aluminio térmicamente estable hasta 400°C, que además del uso de elementos de aleación conocidos, prevé la adición de escandio. Se probaron una serie de otros elementos, como por ejemplo titanio y circonio, para aumentar en combinación con escandio aún más la resistencia al calor de la aleación.

20 La aleación dada a conocer en el documento EP 0853133 B1 es una aleación de aluminio, magnesio, silicio, que es comparable con la aleación de referencia indicada en los ejemplos de realización. La solicitante produce esta aleación desde hace muchos años y la usa en la industria del automóvil.

25 En el caso de las aleaciones binarias de AlMg, el eutéctico Mg_2Al_3 está situado en aprox. el 35 % de Mg. En el caso de la aleación de acuerdo con la invención al igual que en la aleación de acuerdo con el documento EP 0853133B1, se presenta por el contrario un eutéctico de Mg_2Si que representa aprox. el 50 % de la estructura de metal fundido. Por lo tanto, difiere radicalmente de las aleaciones binarias de AlMg.

30 Otra composición de la aleación, que ha de asignarse al estado de la técnica de la aleación de acuerdo con la invención es hidronalio. Se trata de una aleación basada en aluminio y magnesio, que se usa entre otras cosas para culatas.

Descripción de la invención

35 Partiendo de las experiencias de la solicitante con la aleación dada a conocer en el documento EP 0853133 B1, el objetivo era aumentar las propiedades de resistencia de esta aleación, a ser posible sin empeorar los coeficientes de dilatación.

40 Otro objetivo es desarrollar una aleación de aluminio para el moldeo a presión altamente resistente con las propiedades anteriormente indicadas, pudiendo contener la base de aluminio de la aleación un parte de al menos un 50 % de metal secundario (material reciclado).

45 Con la aleación de acuerdo con la invención se tienen en cuenta los requisitos cada vez más estrictos respecto a una construcción ligera en la industria del automóvil. La aplicación de un material con una mayor resistencia permite al constructor realizar estructuras de paredes más finas y por lo tanto más ligeras. De este modo puede realizarse otro paso hacia un consumo reducido de combustible en el automóvil.

50 La aleación de acuerdo con la invención puede usarse en principio de forma versátil, aunque está destinada a un uso en piezas estructurales en la construcción de automóviles. Con la misma pueden fabricarse piezas estructurales relevantes en colisiones, eligiéndose para ello más bien una variante exenta de Cu y Zn, completamente sin tratamiento térmico o con un tratamiento térmico T5.

55 Otro campo de aplicación comprende estructuras que portan baterías en el campo del automóvil eléctrico. En esta aplicación se buscan materiales altamente resistentes para ahorrar peso. La aptitud para el remachado tiene menor importancia en este campo de aplicación, puesto que los componentes pueden desmontarse, por lo que se unen mediante tornillos. En comparación con piezas relevantes en colisiones, tampoco tiene gran importancia la deformabilidad del material. En este campo de aplicación se usa por lo tanto una variante de la aleación con cobre (Cu) o cinc (Zn), que puede usarse ya en el estado de fundición o en el estado tras un tratamiento térmico.

60 De acuerdo con la invención, los objetivos mencionados se consiguen mediante una aleación para el moldeo a presión basada en aluminio-magnesio-silicio, formada por:

Magnesio (Mg)	5,0-7,0 % en peso
Silicio (Si)	1,5-4,0 % en peso
Hierro (Fe)	0,03-0,5 % en peso

Manganeso (Mn)	0,3-0,8% en peso
Circonio (Zr)	0,01-0,4 % en peso
Molibdeno (Mo)	0,01-0,4 % en peso
Vanadio (V)	0,01-0,03 % en peso
Berilio (Be)	0,001-0,005 % en peso
Titanio (Ti)	0-0,15 % en peso
Estroncio (Sr)	0-0,1 % en peso
Fósforo (P)	0-250 ppm
Cobre (Cu)	hasta 0-4 % en peso
Cinc (Zn)	hasta 0-10% en peso

En las reivindicaciones subordinadas se indican formas de realización preferibles de la aleación de acuerdo con la invención.

- 5 En una forma de realización, la aleación de acuerdo con la invención contiene entre el 0,05 y el 0,20 % en peso de molibdeno.

En otra forma de realización, la aleación de acuerdo con la invención contiene entre el 0,05 y el 0,20 % en peso de circonio.

- 10 En otra forma de realización, la aleación de acuerdo con la invención contiene entre el 2,0 y el 3,0 % en peso de silicio.

- 15 En otra forma de realización, la aleación de acuerdo con la invención contiene entre el 5,5 y el 6,5 % en peso de magnesio.

En otra forma de realización, la aleación de acuerdo con la invención contiene entre el 0 y el 0,08 % en peso de titanio.

- 20 En otra forma de realización, la aleación de acuerdo con la invención contiene entre el 0,05 y el 0,2 % en peso de hierro.

En otra forma de realización, la aleación de acuerdo con la invención contiene entre el 0 y el 0,2 % en peso de cobre.

- 25 En otra forma de realización, la aleación de acuerdo con la invención contiene entre el 0 y el 0,5 % en peso de cinc.

En otra forma de realización, la aleación de acuerdo con la invención contiene entre el 0 y el 0,01 % en peso de estroncio.

- 30 Preferentemente se fabrican a partir de la aleación de acuerdo con la invención piezas estructurales mediante moldeo a presión.

- 35 En primer lugar, se variaron los contenidos de Mg y Si, para encontrar una relación de MgSi adecuada para los requisitos más estrictos. Un aumento de Mg conlleva un aumento de la resistencia, debiendo contarse a partir de un 6,5 % con una reducción considerable del alargamiento de rotura. El aumento adicional de Si conduce a un aumento de la parte eutéctica de la aleación, que no permite apreciar ventajas técnicas. A partir de una relación Mg:Si de 2:1 se produce una pérdida significativa en el alargamiento de rotura.

- 40 Es conocido que la solubilidad de Mg_2Si se reduce a medida que aumenta el contenido de Mg. Además, en caso de una solidificación lenta se producen partículas gruesas de Mg_2Si , que influyen negativamente en las propiedades mecánicas. Estas relaciones pudieron confirmarse en los presentes estudios.

- 45 Además, es conocido que, si bien cambia la parte de fase eutéctica hasta un contenido de silicio de 2,5 %, pero no la temperatura de solidificación. Esta relación se aprovecha en la aleación de acuerdo con la invención.

- 50 Es conocido que Mg_2Si que se deposita en los límites intergranulares conduce a un empeoramiento del comportamiento de corrosión. Puesto que la aleación de acuerdo con la invención se usa en el moldeo a presión, se produce una solidificación rápida, lo que reduce en un grado correspondientemente alto la segregación de los límites intergranulares, por lo que se compensa este efecto poco favorable.

Partiendo de una relación optimizada de MgSi se añadieron una serie de elementos adicionales, entre ellos, Cu, Zn, Mo, Zr, V y Ti.

- 55 El titanio y el circonio son conocidos como inhibidores del crecimiento del grano. En conjunto, la interacción de dichos elementos representa una base importante para la aleación de acuerdo con la invención.

En caso de una adición de los elementos Zn y Cu pueden alcanzarse límites de alargamiento permanente elevados de más de 400 MPa, en particular tras un tratamiento térmico, aunque con coeficientes de dilatación relativamente reducidos situados entre el 4 y el 5 %.

- 5 Se pudo constatar que el efecto de aumento de la resistencia en comparación con la aleación de comparación del documento EP 0 853 133 B1 se consigue en particular por las fases de un alto punto de fusión, que están formadas por los elementos Mo y Zr en relación con V y Ti. Por un lado, debe evitarse que estas fases se segregan de la masa fundida, ni al preparar la aleación ni en el proceso de colada. Por otro lado, deben solidificarse en primer lugar en la colada, para conseguir de este modo una estructura fina y por consiguiente buenas propiedades del material. El contenido de titanio ha de mantenerse preferentemente entre el 0-0,8 % en peso.

La aleación de acuerdo con la invención se ha desarrollado en primer lugar para el moldeo a presión y para las condiciones típicas de solidificación que se presentan en el mismo. El volumen y las características de las fases de alto punto de fusión dependen siempre de las condiciones de solidificación. En el moldeo a presión, la solidificación comienza por regla general ya en la cámara de colada, sigue durante el llenado del molde y en muchos casos no termina en las zonas de paredes gruesas hasta después de haberse retirado la pieza.

Para aumentar aún más la resistencia de la aleación de acuerdo con la invención, sin grandes pérdidas de los coeficientes de dilatación, está previsto un tratamiento térmico T5.

Si se añaden a la aleación de acuerdo con la invención adicionalmente Cu y Zn, está previsto un tratamiento térmico T6 o T7. Aquí se pudo detectar en comparación con la aleación de referencia del documento EP 0 853 133 B1 un claro aumento de la resistencia y del límite de alargamiento permanente, reduciéndose, no obstante, claramente el alargamiento de rotura.

Una forma de realización de la aleación de acuerdo con la invención prevé la adición de aluminio secundario en forma de material reciclado. La parte de aluminio secundario debe ser preferentemente del 50 % de la aleación de aluminio base necesaria para la preparación de la aleación. Por material reciclado han de entenderse, por ejemplo: ruedas, perfiles extruidos, chapas y virutas de aleaciones de aluminio. Con la composición de acuerdo con la invención de la aleación es posible cumplir con un contenido de hierro de hasta un 0,20 % en peso los requisitos para piezas estructurales relevantes para colisiones. Un contenido superior al 0,20 % en peso de hierro permite el uso en el campo de piezas estructurales relevantes en cuanto a la resistencia.

El contenido de hierro ligeramente mayor se tiene en cuenta mediante una reducción del contenido de manganeso. De este modo puede contrarrestarse el peligro de la formación de lodos en el horno de conservación del calor de la máquina de colada.

La tendencia a la adherencia de la aleación en el molde se reduce a pesar de ello, puesto que aquí actúa de forma positiva tanto el hierro como el manganeso, sobrecompensándose la reducción de Mn por el contenido de Fe. Además, gracias a la relación de Mn/Fe se evita la formación de llamadas fases beta, es decir, precipitaciones de AlMnFeSi en forma de placas, que reducen sustancialmente la ductilidad del material. Las precipitaciones de este tipo se conocen en el microscopio como llamadas agujas de hierro.

Un ensayo de niebla salina alternante (ISO 9227) y un ensayo de corrosión intercrystalina (ASTM G110-92) sirvieron para comprobar la tendencia a la corrosión. La composición de la aleación de acuerdo con la invención se elige de tal modo que en caso de la variante con poco Cu y Zn puede detectarse una resistencia muy buena a la corrosión.

En ensayos de remachado por estampación, la aleación de acuerdo con la invención pudo remacharse sin fisuras a pesar de su alta solidez.

Ejemplo de comparación

A continuación, se comparan las composiciones de una aleación comparable como la del documento EP 0 853 133 B1 (aleación 1) y tres ejemplos de realización (aleaciones A, B, y C) de la aleación de acuerdo con la invención. Las indicaciones se refieren al % en peso. Con ayuda de estas tres aleaciones se midieron los valores característicos mecánicos (R_m , $R_{p0.2}$ y A_5) en placas de 3 mm moldeadas a presión. Está representado respectivamente el valor medio de 8 ensayos de tracción. Los resultados se determinaron en el estado de fundición (estado F), en el estado T5 (enfriamiento controlado con posterior envejecimiento artificial) y en el estado T6 (recocido de disolución con envejecimiento artificial completo).

	Mg	Si	Mn	Fe	Cu	Zn
Aleación 1	5,79	2,34	0,66	0,09	0,001	0,01
Aleación A	6,31	2,50	0,69	0,10	0,002	0,00
Aleación B	6,21	2,61	0,46	0,19	0,02	0,03
Aleación C	5,25	2,19	0,64	0,10	0,20	5,62

	Ti	V	Be	Zr	Mo	P
Aleación 1	0,083	0,028	0,0027	0,000	0,000	0,0002
Aleación A	0,006	0,013	0,0028	0,081	0,050	0,0002
Aleación B	0,004	0,015	0,0023	0,100	0,068	0,0002
Aleación C	0,150	0,022	0,0004	0,001	0,001	0,0004

Resultados obtenidos

5

Estado F

	Rm[N/mm²]	Rp_{0,2}[N/mm²]	A₅[%]
Aleación 1	315	179	11,5
Aleación A	355	213	10,7
Aleación B	342	209	9,2
Aleación C	375	265	4,9

Estado T5

	Rm[N/mm²]	Rp_{0,2}[N/mm²]	A₅[%]
Aleación 1	313	213	9,0
Aleación A	370	236	10,1
Aleación B	354	232	8,5
Aleación C	370	279	3,4

Estado T6

	Rm[N/mm²]	Rp_{0,2}[N/mm²]	A₅[%]
Aleación 1	292	186	9,0
Aleación C	429	363	4,4

10

REIVINDICACIONES

1. Aleación para el moldeo a presión basada en aluminio-magnesio-silicio, formada por:

Magnesio (Mg)	5,0-7,0 % en peso
Silicio (Si)	1,5-4,0 % en peso
Hierro (Fe)	0,03-0,5% en peso
Manganeso (Mn)	0,3-0,8% en peso
Circonio (Zr)	0,01-0,4 % en peso
Molibdeno (Mo)	0,01-0,4 % en peso
Vanadio (V)	0,01-0,03 % en peso
Berilio (Be)	0,001-0,005 % en peso
Titanio (Ti)	0-0,15 % en peso
Estroncio (Sr)	0-0,1 % en peso
Fósforo (P)	0-250 ppm
Cobre (Cu)	0-4 % en peso
Cinc (Zn)	0-10% en peso

- 5 y el resto aluminio e impurezas inevitables.
2. Aleación para el moldeo a presión de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por** entre el 0,05 y el 0,20 % en peso de molibdeno.
- 10 3. Aleación para el moldeo a presión de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por** entre el 0,05 y el 0,20 % en peso de circonio.
- 15 4. Aleación para el moldeo a presión de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por** entre el 2,0 y el 3,0 % en peso de silicio.
5. Aleación para el moldeo a presión de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por** entre el 5,5 y el 6,5 % en peso de magnesio.
- 20 6. Aleación para el moldeo a presión de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por** entre el 0 y el 0,08 % en peso de titanio.
7. Aleación para el moldeo a presión de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por** entre el 0,05 y el 0,2 % en peso de hierro.
- 25 8. Aleación para el moldeo a presión de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por** entre el 0 y el 0,2 % en peso de cobre.
9. Aleación para el moldeo a presión de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por** entre el 0 y el 0,5 % en peso de cinc.
- 30 10. Aleación para el moldeo a presión de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por** entre el 0 y el 0,01 % en peso de estroncio.
- 35 11. Pieza estructural fabricada con una aleación para el moldeo a presión de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 1 a 10.