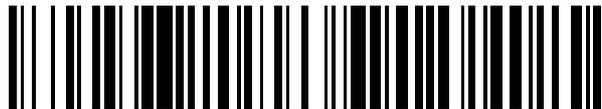


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 537 781**

51 Int. Cl.:

C22C 21/08 (2006.01)

C22F 1/047 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.09.2009 E 09011984 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2015 EP 2175042**

54 Título: **Perfil extruido de aluminio estable frente a la corrosión y procedimiento para la fabricación de un componente de estructura**

30 Prioridad:

22.09.2008 DE 102008048374

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

12.06.2015

73 Titular/es:

TRIMET ALUMINIUM SE (50.0%)

Aluminiumallee 1

45356 Essen, DE y

MARTINREA HONSEL GERMANY GMBH (50.0%)

72 Inventor/es:

KOCH, HUBERT, DR.;

EHRKE, JANA, DIPL.-ING.;

ROSEFORT, MARCEL, DR.;

BRAMHOFF, DIETER, DR.;

GERS, HORST;

SCHNAPP, DIRK y

KÖHLER, THOMAS, DIPL.-ING.

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 537 781 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

Perfil extruido de aluminio estable frente a la corrosión y procedimiento para la fabricación de un componente de estructura

La invención se refiere a un perfil extruido de aluminio estable frente a la corrosión de una aleación de AlSiMg, preferentemente un perfil hueco de múltiples cámaras y a un procedimiento para la fabricación de un perfil extruido.

Estado de la técnica:

La resistencia en aleaciones de forja de aluminio del tipo AlMgSi (aleaciones 6xxx) se ajusta esencialmente mediante la solidificación de la aleación (D. Altenpohl: "Aluminium von innen betrachtet", Aluminium-Verlag). A este respecto, los átomos extraños o depósitos actúan como imperfecciones en la red de la estructura de Al. En el caso del tipo de aleación AlMgSi, el compuesto intermetálico es Mg₂Si que actúa de manera que aumenta la resistencia.

Muchas de las aleaciones de forja de Al-Mg-Si establecidas actualmente en Europa se orientan por tanto en la fase de equilibrio de Mg₂Si, sin embargo tienen adicionalmente un exceso de Si. El Si disponible libremente provoca mediante la formación de cristal mixto un aumento adicional de la resistencia. Éste es más eficaz con un exceso de Si que con un exceso de Mg de la misma magnitud (F. Ostermann: "Anwendungstechnologie Aluminium", Springer-Verlag).

Un exceso de Si aumenta sin embargo la sensibilidad al enfriado brusco de la aleación. Además, estas aleaciones tienden a la formación de depósitos intergranulares que influyen negativamente en la ductilidad (F. Ostermann: "Anwendungstechnologie Aluminium", Springer-Verlag). La proporción de Si/Mg tiene además una influencia sobre el comportamiento de deformación (J. Roysted *et al.*: "AlMgSi-alloys with improved Crush Properties", Extrusion Technologie 2008, Orlando). Con proporción de Si/Mg creciente de hasta 1,1 se mejora también el comportamiento de deformación. Las adiciones de Cu como elemento de aleación elevan igualmente la resistencia, sin embargo a costa de la ductilidad (J. Roysted *et al.*: "AlMgSi-alloys with improved Crush Properties", Extrusion Technologie 2008, Orlando).

El documento CA 2 266 193 da a conocer una aleación de aluminio que puede extruirse que está compuesta del 0,60-0,84 % de magnesio, del 0,45 % al 0,58 % de silicio, del 0,15 % al 0,40 % de cobre, del 0,04 % al 0,35 % de cromo o del 0,20 % al 0,80 % de manganeso y menos del 0,25 % de hierro, donde $Si \geq (Mg/1,73 + (Mn + Cr + Fe)/3 + 0,04)$. El contenido en magnesio se redujo hasta la dimensión mínima posible.

M. J. Couper *et al.* sometieron a estudio en "Effect of Homogenisation Temperature and Time on Billet Microstructure and Extruded Properties of Alloy 6061" los efectos de distintos procedimientos de homogeneización en la aleación de aluminio 6061. En el contexto de estos estudios se sometieron a estudio entre otras cosas la dureza y la microestructura.

N.C. Parson *et al.* sometieron a estudio en "The Effect of Heat Treatment on the Microstructure and Properties of 6000 Series Alloy Extrusion Ingots" las modificaciones microestructurales de aleaciones de aluminio de la serie 6000 con distintos parámetros de homogeneización.

El documento JP 11181539 da a conocer una aleación de Al-Mg-Si-Cu que está libre de una estructura recristalizada en la capa de superficie. La aleación de aluminio se compone del 0,8-1,2 % en peso de Mg, del 0,4 % al 0,8 % en peso de Si, del 0,15 % al 0,4 % en peso de Cu, Al y otras sustancias.

El documento JP 2000282162 da a conocer aleaciones de Al de la serie 6000 con alta protección de corrosión también en un campo agresivo de iones Cl. La aleación contiene del 0,4 % al 1,2 % en peso de Mg, del 0,3 % al 1,4 % en peso de Si, Al, y el tamaño de partícula promedio en la capa de superficie es $\leq 300 \mu\text{m}$. El objetivo de la presente invención era generar un perfil extruido, con el que se obtuvieran al menos las propiedades de deformación y corrosión conocidas hasta ahora, sin embargo con propiedades de resistencia más altas y concretamente $R_p 0,2 > 280 \text{ MPa}$, $R_m \geq 300 \text{ MPa}$ y $A \geq 10 \%$.

El objetivo se soluciona de acuerdo con la invención mediante un perfil extruido de la aleación de aluminio:

Si	0,30 - 0,60 %
Mg	0,8-1,2 %
Mn	0,05-0,10 %
Fe	0,1-0,3 %
Cu	0,1-0,3 %
Ti	0,01 - 0,12 %

El resto aluminio puro con impurezas habituales, al que puede añadirse opcionalmente un contenido en Cr del 0,01-0,12 %.

El perfil extruido de acuerdo con la invención presenta además una estructura con fases intermetálicas introducidas mediante moldeo del tipo α -AlFeSi, β -AlFeSi, $Al_{15}FeMn_3Si_2$, Mg_2Si , θ -AlCu, estando moldeadas las partículas de las fases intermetálicas de manera globular y presentando un diámetro $\leq 1 \mu m$.

5 Preferentemente, el contenido en H_2 de la masa fundida asciende a $\leq 0,15$ ccm/100 g de Al. El contenido en H_2 de la masa fundida se ajusta de manera habitual mediante cloración, mediante tratamiento de lavado con nitrógeno o argón.

10 La aleación se caracteriza por un exceso de Mg, encontrándose la proporción en peso preferente de magnesio con respecto a silicio en la composición de aleación en el intervalo de 1 a 2 con un contenido en la aleación de Si del 0,30 - 0,60 %.

15 Los estudios más recientes muestran que con una proporción de Mg/Si de casi 1 pueden conseguirse buenos resultados de resistencia, destacándose especialmente un aumento de la productividad de estas aleaciones por ejemplo mediante velocidad de prensado más altas, presión de apriete más baja y mejor calidad de superficie (Comalco Aluminium Ltd.: "6xxx series aluminium alloys", documento EP 1 840 234 A1).

20 Sin embargo pueden mejorarse esencialmente las propiedades de deformación y la ductilidad, cuando los contenidos en Mn, Fe, Cu así como eventualmente Ti y Cr se reducen claramente (véase la reivindicación 1).

25 Se observó que adiciones de Mn y Cr durante la homogeneización forman dispersoides que pueden impedir una recristalización de la estructura. Estos dispersoides reducen las tensiones locales en la estructura y elevan a este respecto la ductilidad. El contenido óptimo para Mn se encuentra a este respecto entre el 0,05 % y el 0,10 % y en caso de Cr entre el 0,01 % y el 0,12 %.

El titanio eleva también la ductilidad, encontrándose el contenido entre el 0,01 - 0,12 %.

30 La aleación se cuele en el procedimiento de colada continua y a continuación se homogeneiza en el intervalo de temperatura entre 450 y 600 °C en 1-10 h. El perfil extruido se somete a un tratamiento térmico inmediato en el intervalo de temperatura de 160-250 °C durante 20-1800 min.

A continuación se explica en más detalle la invención por medio de varios ejemplos de realización.

Muestran:

- 35 tabla 1: tratamiento térmico y propiedades tecnológicas en cuatro tipos de aleación según la invención y dos aleaciones comparativas
 tabla 2: composición de aleación de las aleaciones de acuerdo con la invención y de las aleaciones comparativas en % en peso
 40 figura 1: registro de estructura de un componente de estructura fabricado de acuerdo con la invención
 figura 2: registro de estructura de un componente de estructura según el estado de la técnica
 figura 3: sección transversal del perfil del componente de estructura sometido a estudio

45 Se fabricaron seis perfiles huecos distintos (número de ensayo I a VI) con las condiciones de homogeneización indicadas en la tabla 1 mediante extrusión y a continuación se trataron térmicamente.

Las propiedades tecnológicas se midieron en barras de muestra y se enumeraron en la tabla 1.

50 Los perfiles huecos de acuerdo con la invención (números de ensayo III, IV, V y VI) mostraron buenas propiedades de deformación y corrosión con resistencia elevada y valores de alargamiento aceptables.

55 Las propiedades especiales se basan en que durante el tratamiento térmico se introdujeron mediante moldeo las fases intermetálicas del tipo Mg_2Si , Al_3Fe , Al_2Cu , de modo que estaban presentes partículas moldeadas de manera globular de $\leq 1 \mu m$ en distribución homogénea. Esto muestra el registro de estructura de la figura 1 para un perfil hueco fabricado de acuerdo con la invención de la aleación V1 de acuerdo con la tabla 2.

En comparación con esto se fabricó un perfil hueco según el estado de la técnica, presentando la aleación B1 una cantidad deficiente de Mg. La composición exacta de los ejemplos de aleación puede deducirse de la tabla 2.

60 El perfil hueco fabricado según el estado de la técnica mediante tratamiento térmico hasta el estado T6 con cantidad deficiente de Mg según el número de ensayo I muestra un comportamiento de deformación claramente peor. El origen de esto se encuentra en las estructuras de en forma de agujas a en forma de placas de los compuestos intermetálicos, tal como puede distinguirse por el registro de estructura de la figura 2.

65 En resumen puede determinarse que únicamente mediante la combinación de las variantes de aleación de acuerdo con la invención V1 - V4 con las medidas de procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4 es posible la solución

del presente objetivo. Tal como muestra la evaluación de ensayo, se logra ajustar las resistencias a la tracción por encima de 300 MPa. Esto puede explicarse preferentemente mediante correspondientes contenidos en los elementos de aleación Si, Mg y Cu. Con contenidos en Si y Mg crecientes se empeora el comportamiento de deformación. Mediante la adición de Cu y el guiado de la temperatura durante el proceso de fabricación pudo conservarse un buen comportamiento de recalcado del material.

5

Tabla 1: Tratamiento térmico y propiedades tecnológicas

N.º de ensayo de perfil hueco	Aleación	HO	Tratamiento térmico ****	Rm* [MPa]	Rp0,2 [MPa]	A [%]	Comportamiento de recalado **	Comportamiento de corrosión ***
I	B1	****		260	220	11	10	en orden
II	C1	580 °C/3 h	190 °C/340 min	280	270	14	10	en orden
III	Aleación V1	580 °C/3 h	160 °C/1700 min	318	286	14	6	en orden
IV	Aleación V2	560 °C/10 h	160 °C/1700 min	322	290	16	6	en orden
V	Aleación V3	580 °C/3 h	240 °C/190 min	320	290	12	9	en orden
VI	Aleación V4	560 °C/10 h	240 °C/190 min	310	305	10	9	en orden

* Propiedades tecnológicas medidas en barras de muestra tomadas de perfiles huecos de múltiples cámaras de acuerdo con la figura 4.
 ** Valoración de 1 a 10 del comportamiento de recalado según J. Roysted *et. al.*: "AlMgSi-alloys with improved Crush Properties", Extrusion Technologie 2008, Orlando.
 1 : fuerte formación de grietas, caída de partes del perfil individuales
 10: ninguna grieta, ninguna piel de naranja
 *** ensayo de corrosión de manera análoga a la norma DIN 50 905 (instrucciones de ensayo según la empresa Honsel)
 **** tratado térmicamente hasta el estado T6

Tabla 2: composición de aleación en % en peso

	Si	Mg	Mn	Fe	Cu	Ti	Cr
B1	0,57	0,39	0,15	0,20	-	0,01	-
C1	0,48	0,47	0,03	0,19	0,20	0,013	-
aleación V1	0,41	0,86	0,07	0,22	0,16	0,016	0,015
aleación V2	0,48	0,81	0,06	0,27	0,22	0,015	-
aleación V3	0,51	0,85	0,09	0,12	0,18	0,014	-
aleación V4	0,45	0,84	0,07	0,21	0,24	0,06	-

5 De manera sorprendente mostraron los componentes estructurales fabricados según el procedimiento de acuerdo con la invención una mejora de la resistencia al choque en la probeta entallada. Esto se determinó en particular en las aleaciones de los números de ensayo V y VI, cuyos resultados en los ensayos de choque en la probeta entallada se encontraban en más del 10 % por encima de los valores comparativos de los ensayos III. y IV. y en más del 20 % por encima de los valores de los ensayos I. y II.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Perfil extruido estable frente a la corrosión de una aleación de AlSiMg, preferentemente perfil hueco de múltiples cámaras, caracterizado por la siguiente composición de aleación en % en peso
- 10 Si del 0,30 - 0,60 %
Mg del 0,8 - 1,2 %
Mn del 0,05 - 0,10 %
Fe del 0,1 - 0,3 %
Cu del 0,1 - 0,3 %
- así como
- 15 Ti del 0,01 - 0,12 % y opcionalmente
Cr del 0,01 - 0,12 %;
- 20 resto aluminio puro con las impurezas condicionadas por la preparación;
presentando el perfil extruido además una estructura con fases intermetálicas introducidas mediante moldeo del tipo alfa-AlFeSi, beta-AlFeSi, Al₁₅FeMn₃Si₂, Mg₂Si, theta-AlCu y estando moldeadas las partículas de las fases intermetálicas de manera globular y presentando un diámetro ≤ 1 μm.
2. Perfil extruido según la reivindicación 1, caracterizado por
- 25 Si del 0,40- 0,60 %
Mg del 0,82 - 0,90 %
Cu del 0,15 - 0,25 %.
3. Perfil extruido según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la proporción en peso de magnesio con respecto a silicio en la composición de aleación se encuentra en el intervalo de 1 a 2.
- 30 4. Procedimiento para la fabricación de un perfil extruido de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores mediante colada continua, homogeneización y un tratamiento térmico que sigue inmediatamente a la extrusión, caracterizado por que se genera una aleación de acuerdo con las reivindicaciones anteriores y se realiza la homogeneización entre 450 °C y 600 °C durante de 1 a 10 horas y entonces inmediatamente tras la extrusión se realiza un tratamiento térmico en el intervalo de 160 °C a 260 °C durante de 20 a 1800 minutos.
- 35 5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado por que el tratamiento térmico se realiza tras la extrusión a una temperatura de 180 °C a 250 °C durante de 100 a 1000 minutos.
- 40 6. Procedimiento según la reivindicación 4 o 5, caracterizado por que antes de la colada continua la masa fundida presenta un contenido en H₂ de < 0,15 ccm/100 g de Al.

Figura 1:

Registro de estructura, registrado ópticamente con DIC (*Differential Interference Contrast*, contraste de interferencia diferencial). Corte tomado de un perfil hueco (tipo N.º III) con exceso de Mg de acuerdo con la aleación V1, se distinguen los compuestos intermetálicos introducidos mediante moldeo de $< 1 \mu$, que debido a su morfología indican un buen comportamiento de deformación.

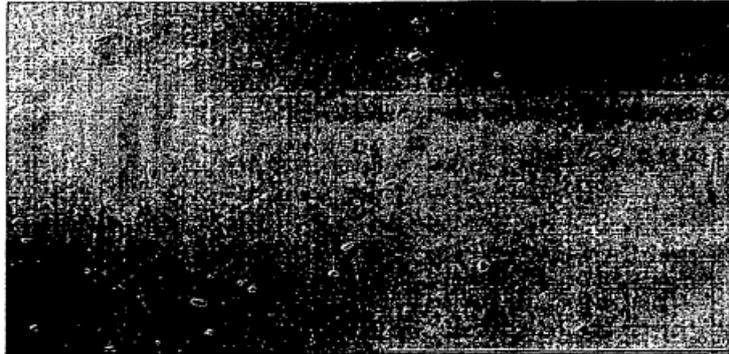


Figura 2:

Registro de estructura, registrado ópticamente con DIC (*Differential Interference Contrast*, contraste de interferencia diferencial). Corte tomado de un perfil hueco (tipo N.º I) con cantidad deficiente de Mg de acuerdo con B1, se distinguen los compuestos intermetálicos en forma de placas, que debido a su morfología desfavorable indican un mal comportamiento de deformación.



Figura 3:

