



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 310 603**

51 Int. Cl.:
C22C 21/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02762423 .8**

96 Fecha de presentación : **31.07.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1419280**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.05.2004**

54 Título: **Producto de aleación de aluminio y magnesio.**

30 Prioridad: **13.08.2001 EP 01203069**
03.01.2002 EP 02075047
24.06.2002 EP 02077547

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.01.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.01.2009

73 Titular/es: **Aleris Aluminum Duffel BVBA**
A. Stocletlaan 87
2570 Duffel, BE
Aleris Aluminum Koblenz GmbH

72 Inventor/es: **Van der Hoeven, Job, Anthonius;**
Zuang, Linzhong;
Schepers, Bruno;
De Smet, Peter y
Baekelandt, Jean, Pierre, Jules

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 310 603 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).

ES 2 310 603 T3

DESCRIPCIÓN

Producto de aleación de aluminio y magnesio.

5 La invención se refiere a un producto de aleación de aluminio en forma de producto laminado o extrusión. En otro aspecto, la invención se refiere a una estructura soldada, que comprende tal producto de aleación.

10 Los productos de aleación de aluminio-magnesio son conocidos por utilizarse en forma de placas o láminas o extrusión en la construcción de estructuras soldadas o unidas tales como aplicaciones navales y de automoción, depósitos de almacenaje, recipientes a presión, recipientes para estructuras terrestres o marinas. Los productos forjados son productos que han sido sometidos a esfuerzo mecánico mediante procesos tales como laminado, extrusión o forjado. Los productos laminados pueden tener un calibre típicamente de hasta 200 mm aproximadamente.

15 Una aleación de aluminio conocida que tiene unas apropiadas conformabilidad y soldabilidad, es la aleación Aluminium Association (AA)5454. Aunque la conformabilidad y la soldabilidad de la aleación AA5454 son suficientes para muchas aplicaciones, la aleación no satisface los niveles deseados de resistencia superior. Hay una tendencia constante hacia la reducción de calibre, por lo que aumentar la resistencia es un requisito básico. Con un bastante bajo nivel de Mg en el margen de 2,4 a 3,0% en peso, el producto de aleación no es susceptible a la corrosión intergranular ("CIG").

20 La aleación de aluminio AA5083, la cual tiene un contenido en Mg en el margen de 4,0 a 4,9% en peso, y que tiene un nivel de resistencia más alto que AA5454, se sabe que es susceptible a la CIG. Esta susceptibilidad a la CIG es muy indeseable, porque un producto de aleación que tenga baja resistencia frente a la CIG no puede utilizarse siempre de manera fiable, en particular a temperaturas de servicio por encima de 65°C.

25 La aleación de aluminio AA5059, la cual tiene un contenido en Mg en el margen de 5,0-6,0% en peso, un contenido en Mn en el margen de 0,6-1,2% en peso, un contenido en Zn en el margen de 0,4-1,5% en peso y una adición obligatoria de Zr en el margen de 0,05-0,25%, tiene una resistencia mejorada a la CIG entre otras cosas, y proporciona una elevada resistencia a la ruptura y a la deformación también en el estado de soldadura.

30 El documento japonés JP-A-9-165639 describe una placa de aleación de aluminio para depósitos de combustible, con una composición que consta de, en peso: 2,2-6,0% de Mg, 0,03-0,15% de Cu, 0,03-0,50% de Mn, 0,03-0,35% de Cr, $\leq 0,30\%$ de Fe, $\leq 0,20\%$ de Si, y se completa el balance con Al y opcionalmente Zn.

35 A pesar de estas referencias, aún hay una gran necesidad de un producto de aleación de aluminio mejorado, que tenga un balance mejorado de resistencia a la ruptura y a la deformación, alta conformabilidad y una buena resistencia a la corrosión, en particular frente a la CIG.

40 Es un objeto de la presente invención proporcionar una placa, lámina o extrusión de aleación Al-Mg con conformabilidad mejorada comparada con aquéllas de la aleación AA5083 estándar en el mismo temple. Es otro objeto de la presente invención proporcionar placas, láminas o extrusiones de aleación que puedan ofrecer una resistencia a la CIG al menos igual o mejor que aquéllas de AA5083, en combinación con una elongación A50 de 24% o más. Es otro objeto de la presente invención proporcionar un método de elaboración de tales productos de aleación.

45 Conforme a un aspecto de la invención se proporciona una aleación de aluminio-magnesio en forma de producto laminado o extrusión como se define en la reivindicación 1.

50 Mediante la invención se puede proporcionar un producto de aleación en forma de producto laminado, placa o lámina, o extrusión, que tiene una conformabilidad más alta que AA5083 cuando se utiliza el mismo o similar material de temple.

55 Sorprendentemente, el producto de aleación conforme a la invención tiene buena resistencia frente a la corrosión, en particular frente a la CIG. Antes se pensaba que la resistencia frente a la CIG se reducía normalmente cuando el contenido en Mg excedía de aproximadamente 3,0% en peso, pero la resistencia frente a la CIG del producto de aleación conforme a la invención es alta comparada con los productos de aleación de las series AA5000 más convencionales con un contenido en Mg de más de 4% en peso. Se ha encontrado que el producto de aleación conforme a la invención tiene una pérdida de peso de menos de 25 mg/cm² cuando se prueba después de sensitivación a una temperatura de 100°C durante 100 horas de acuerdo con ASTM G67, y tiene una pérdida de peso de menos de 15 mg/cm² cuando se prueba después de sensitivación a una temperatura de 85°C durante 100 horas de acuerdo con ASTM G67, lo que trae como consecuencia que el producto de aleación se pueda utilizar a una temperatura de servicio de 65°C o más sin ningún problema, por ejemplo típicamente a una temperatura de servicio de 80 a 100°C.

65 Se cree que el balance mejorado de propiedades que se consiguen con la invención, particularmente la resistencia superior y la buena conformabilidad en combinación con la resistencia a la corrosión mejorada, en particular frente a la CIG, resulta de la combinación equilibrada de los elementos de aleación Mg, Mn, Zn y Cu en los márgenes dados. Particularmente, se cree que los contenidos en Cu y Zn en los márgenes conforme a la invención con esos niveles relativamente altos de Mg optimizan la resistencia frente a la corrosión, en particular la resistencia frente a la CIG y a

ES 2 310 603 T3

la corrosión por exfoliación, mientras que los contenidos en Mg y Mn en los márgenes dados optimizan la resistencia a la ruptura y a la deformación y la conformabilidad del producto de aleación.

5 El magnesio es el elemento primordial para la resistencia a la ruptura y a la deformación en el producto de aleación. Niveles de Mg por encima de 4,8% proporcionan la resistencia requerida. La cantidad de Mg no debería exceder de 5,6% en peso, a fin de asegurar un aceptable comportamiento en corrosión y una aceptable facilidad de operación, por ejemplo por el medio de laminación, del producto de aleación a tales altos niveles de Mg. El contenido en Mg en el producto de aleación es más de 4,8% en peso, mediante lo que se proporciona al producto de aleación un mejor balance optimizado de resistencia a la tensión, resistencia a la conformación, conformabilidad según se mide por su elongación (A50) y de su resistencia a la corrosión.

15 El manganeso también es un elemento aditivo esencial. En combinación con Mg, el Mn proporciona la resistencia y la conformabilidad en el producto de aleación además de en las soldaduras del producto de aleación. Un margen preferido para el contenido en Mn es 0,1 a 0,2% en peso, y de ese modo proporciona un balance para proporcionar un control de tamaño de grano suficiente y una buena conformabilidad y en particular para lograr una elongación A50 de 24% o más en el producto final.

20 El zinc es un importante elemento de aleación para lograr una suficiente resistencia a la corrosión en combinación con una buena conformabilidad del producto de aleación. Se requiere al menos una adición de 0,40% en peso de Zn a fin de lograr una suficiente resistencia frente a la CIG. Se ha encontrado que para esta aleación, para un contenido en Zn por encima de 0,75% en peso, la elongación uniforme se reduce considerablemente y de ese modo afecta desfavorablemente a la conformabilidad del producto de aleación, por ejemplo afecta desfavorablemente a la plegabilidad reversible. Preferiblemente, la cantidad de Zn no excede de 0,6% en peso, a fin de optimizar el balance de las características deseadas del producto de aleación y para optimizar además la elongación uniforme. El margen más preferido para la adición de Zn es el margen de 0,4 a 0,6% en peso.

30 Sorprendentemente, se ha encontrado que en un estrecho margen el cobre aumenta la resistencia frente a la CIG, incluso aunque el contenido en Mg sea relativamente alto. Normalmente en la técnica, se evita una adición deliberada de Cu en aleaciones de este tipo, ya que se piensa que perjudica a la resistencia frente a la corrosión. Cuando el Cu se presenta por encima de 0,06% en peso en combinación con el zinc, se ha encontrado un efecto positivo sobre la resistencia frente a la CIG. Sin embargo, el Cu debería mantenerse por debajo de 0,35% en peso a fin de evitar un efecto desfavorable sobre la resistencia frente a la corrosión, en particular sobre la resistencia frente a la corrosión por picaduras. En una realización, el límite inferior de Cu es más de 0,075% en peso, y más preferiblemente más de 0,10% en peso. Con esto se asegura mejor una buena resistencia frente a la CIG. Preferiblemente, la cantidad de Cu no excede de 0,24% en peso. Con esto se logra mejor el balance de las características deseadas. Más preferiblemente, la cantidad de Cu no excede de 0,18% en peso, a fin de conservar la resistencia frente a la corrosión también en una zona de soldadura. Es más preferido si el Cu no excede de 0,15% en peso, para asegurar mejor una buena resistencia frente a la corrosión en una zona de soldadura. También, se optimiza la resistencia general frente a la CIG en el producto de aleación.

40 El Fe no es un elemento de aleación esencial, y tiende a formar por ejemplo compuestos Al-Fe-Mn durante la fundición, limitando, por consiguiente, los efectos beneficiosos del Mn. Por lo tanto, el Fe no debe estar presente en una cantidad de 0,35% en peso o más. Para las propiedades mecánicas del producto, en particular para mejorar la conformabilidad del producto de aleación, la cantidad de Fe se mantiene preferiblemente por debajo de 0,2% en peso.

45 El Si no es un elemento de aleación esencial. También se combina con Fe para formar partículas de fase Al-Fe-Si gruesas, las cuales pueden afectar a la vida a fatiga y a la tenacidad de fractura de, por ejemplo, las uniones soldadas del producto de aleación. Por esta razón, el nivel de Si se mantiene hasta un máximo de 0,25% en peso. Preferiblemente, la cantidad de Si se mantiene hasta un máximo de 0,2% en peso y más preferiblemente de 0,12% en peso, y lo más preferiblemente en un máximo de 0,1% en peso a fin de asegurar mejor las características de conformabilidad favorables del producto de aleación.

55 El zirconio no es esencial para lograr el comportamiento mejorado en corrosión en el producto de aleación conforme a la invención, pero puede tener un efecto para lograr una estructura más refinada de grano fino en la zona de fusión de las uniones soldadas. Se deben evitar niveles de Zr de 0,15% o más, y deberían ser menores de 0,12% en peso, ya que éste tiende a dar como resultado partículas primarias con forma de aguja muy gruesas con disminución en la facilidad de fabricación del producto de aleación y en la conformabilidad del producto de aleación. El Zr puede ocasionar la formación de primarias gruesas indeseables, en particular junto con Ti. En una realización preferida, la cantidad de Zr, por consiguiente, no excede de 0,05% en peso. Además, puede ser favorable excluir el Zr del material fuente de desechos por razones de reciclaje específicas. En este extremo, es más preferido limitar la presencia de Zr a menos de 0,02% en peso.

65 El titanio se utiliza a menudo como un refinador de grano durante la solidificación tanto de lingotes fundidos como de uniones soldadas, producidos utilizando el producto de aleación de la invención. Este efecto se obtiene con un contenido en Ti de menos de 0,3% en peso, y preferiblemente de menos de 0,15% en peso. El Ti se puede reemplazar en todo o en parte por V en el mismo margen de composición para lograr un efecto similar.

ES 2 310 603 T3

El cromo es un elemento de aleación opcional, que puede mejorar además la resistencia a la corrosión y la resistencia a la ruptura y a la deformación del producto de aleación. Sin embargo, el Cr limita la solubilidad del Mn y, si estuviera presente, también la del Zr. Por lo tanto, para evitar la formación de primarias gruesas indeseables, el nivel de Cr no debe ser más de 0,25% en peso. Preferiblemente, el Cr está presente en un margen de 0,06 a 0,2% en peso, y es más preferido el margen de 0,11 a 0,2% en peso.

El balance se completa con Al e impurezas inevitables. Típicamente cada elemento de impureza se presenta en un máximo de 0,05% y el total de impurezas es como máximo 0,15%.

La aleación de aluminio en forma de producto laminado se puede proporcionar en un amplio margen de calibres, por ejemplo de hasta 200 mm, pero un calibre preferido para el producto de aleación conforme a la invención está en el margen de 0,5 a 5 mm.

El producto de aleación conforme a la invención se puede entregar en diversas condiciones de temple. Sin embargo, para el conjunto de aplicaciones para las que el producto de aleación es perfectamente apropiado, preferiblemente debería ser un temple similar a un temple de trabajado suave, también conocido en la técnica como un temple-“O”, o, en el caso de láminas finas, un temple-“H” de endurecimiento por deformación, tal como por ejemplo H111.

La invención se refiere además a una estructura soldada que comprende al menos una sección del producto conforme a una de las realizaciones descritas arriba. El producto de aleación conforme a una o más realizaciones de la invención es apropiado de forma preeminente para aplicarse en una estructura de soldadura debido a su excelente soldabilidad y a su elevada resistencia a la ruptura y a la deformación en una zona de soldadura en combinación con su comportamiento mejorado en corrosión.

La invención se refiere además a un recipiente a presión, en particular a un recipiente a presión con soldadura, que comprende una carcasa que comprende el producto de aleación aluminio-magnesio laminado como se describe arriba. Debido a la mayor resistencia a la ruptura y a la deformación, a tal recipiente a presión se le puede reducir el calibre para tener un peso menor. Además, se pueden mejorar las propiedades de corrosión. El recipiente a presión, por ejemplo un sistema de frenos, conforme a este aspecto de la invención se puede utilizar a una temperatura de servicio más alta, en particular por encima de 65°C.

El producto de aleación conforme a la invención se puede emplear también con mucho éxito para aplicaciones de automoción, como, en particular, para planchas de carrocería, y para partes estructurales tales como sistemas de suspensión y ruedas.

En otro aspecto, la invención se refiere a un método para producir un producto de aleación de aluminio que comprende las etapas de proceso secuenciales:

(i). suministro de un producto de aleación intermedio que tenga una composición conforme a lo mencionado arriba y a lo expuesto en las reivindicaciones;

(ii). trabajo en frío del producto de aleación intermedio hasta un calibre final para obtener un producto forjado intermedio;

(iii). recocido del producto forjado intermedio mediante calentamiento del producto a una velocidad de calentamiento en el margen de 2 a 200°C/s, manteniendo el producto a una temperatura de remojo en el margen de 480 a 570°C durante una duración de hasta 100 s, seguido de una refrigeración a una velocidad de refrigeración en el margen de 10 a 500°C/s hasta por debajo de una temperatura de 150°C.

Mediante este método se logra que la influencia positiva del Cu sobre la resistencia frente a la CIG se aproveche completamente. Aunque el producto de aleación tenga buenas propiedades cuando se apliquen otros esquemas de recocido, se cree que la influencia positiva del Cu sobre las propiedades de corrosión se mejora en particular mediante el esquema de recocido de la etapa de proceso (iii).

La aleación de aluminio como se describe en el presente documento se puede suministrar en la etapa de proceso (i) como un lingote o una lámina para la fabricación de un producto forjado apropiado mediante técnicas de fundición comúnmente empleadas en la técnica para productos fundidos, por ejemplo, fundición-DC, fundición-EMC, fundición-EMS. Las láminas que resultan de la fundición continua, por ejemplo fundiciones de cintas o fundiciones de laminadores, también se pueden utilizar.

A fin de obtener un producto intermedio apropiado para el trabajo en frío, preferiblemente por medio de laminado en frío, el producto de aleación intermedio suministrado puede ser trabajado en caliente por medio de laminado en caliente o de laminado en caliente en combinación con una o más etapas de forjado.

El esquema de recocido de la etapa de proceso (iii) se puede aplicar en una instalación de recocido en continuo. Las velocidades de calentamiento requeridas se pueden lograr, por ejemplo, mediante calentamiento homogéneo por medio de calentamiento inductivo. Esto además da propiedades mecánicas mejoradas en las placas o láminas.

ES 2 310 603 T3

Se han obtenido resultados especialmente favorables en una realización del método en donde la temperatura de remojo está en el margen de entre 520 y 550°C.

Se encuentra que el balance de características del producto de aleación producido mediante el método se optimiza mejor en la realización en la que el producto se mantiene a la temperatura de remojo durante una duración de hasta 40 s.

En una realización del método, la velocidad de calentamiento es al menos 50°C/s, y preferiblemente al menos 80°C/s. Con esto, se ha encontrado que el balance entre las propiedades mecánicas y la resistencia frente a la CIG es más favorable. Éste es especialmente el caso cuando la velocidad de enfriamiento después del remojo es al menos 100°C/s.

Se explicará ahora la invención con relación a experimentos de laboratorio.

Se fundieron diversas láminas que tenían las composiciones químicas que se muestran en la siguiente Tabla 1, completando el balance con aluminio. La lámina A corresponde a una aleación AA5083 estándar, y las láminas B y C son conforme a la invención.

TABLA 1

Composiciones (en % en peso) de las láminas de fundición (se completa balance con Al e impurezas)

Lámina	Inv.	Mg	Mn	Zn	Cu	Cr	Fe	Si	Zr	Ti
A	No	4,5	0,50	0,03	0,005	0,10	0,31	0,16	0,001	0,015
B	Sí	5,23	0,17	0,51	0,12	0,16	0,23	0,10	<0,01	0,02
C	Sí	5,23	0,17	0,51	0,12	0,16	0,23	0,10	<0,01	0,02
D	No	5,36	0,50	0,50	0,12	0,15	0,20	0,11	<0,01	0,02

El proceso de las láminas A y B comprendía un recocido de homogenización durante 10 horas a una temperatura de 510°C, un laminado en caliente por el cual la temperatura de salida era aproximadamente 330°C, seguido de un laminado en frío con reducción de frío de 60% y por último un recocido suave en recocido discontinuo a una temperatura de 330°C durante 1 hora. El proceso de las láminas C y D fue idéntico a los de A y B, a excepción del recocido suave final, el cual fue un recocido continuo durante 10 s a 530°C. Los calibres finales fueron 3 mm, y las láminas se entregaron en temple-H111.

A estos productos se les realizó ensayo de tracción conforme a EN 10002, y los resultados para las direcciones paralela (||) y perpendicular (⊥) se dan en la Tabla 2.

TABLA 2

Resistencia a la tracción ("UTS"), Resistencia de prueba al 0,2% ("PS"), Elongación ("A50")

Aleación	Dirección del ensayo	UTS [MPa]	PS [MPa]	A50 [%]
A (AA5083)		299	149	19
	⊥	293	147	21
B		311	146	22
	⊥	310	147	24
C		317	153	25
	⊥	314	152	26
D		332	166	23
	⊥	332	163	23

ES 2 310 603 T3

Se considera que la elongación A50 es una medida de la conformabilidad. Los resultados de la tabla 2 indican que la conformabilidad de las aleaciones B y C está mejorada comparada con las aleaciones A (AA5083) o D. A este efecto contribuyen las inferiores cantidades de Mn en las aleaciones B y C.

5 Los productos de aleación se han sometido a un ensayo de pérdida de peso conforme a ASTM G67 después de sensitivación a 100°C durante una duración de 100 horas en condición de temple-H111. Los resultados se muestran en la Tabla 3.

10 TABLA 3

Pérdida de peso (en mg/cm²) después de sensitivación

	A	B	C	D
100h a 100°C	36	17	13	20

15

20

Esto indica que la resistencia a la corrosión de los productos B y C es mucho mejor que la de la aleación AA5083 estándar (A). El producto C está por debajo de 15 mg/cm², lo cual es, conforme a ASTM-G67, el límite superior para una calidad de producto que no es susceptible a la CIG, y el producto B ya está cerca de este límite.

25

La resistencia frente a la CIG del producto C en las condiciones de sensitivación empleadas actualmente muestra una mejora sobre la de B, aparentemente la resistencia a la corrosión del producto se mejora al utilizar el recocido continuo. Se espera que bajo condiciones de sensitivación más severas la diferencia sea más claramente visible.

30

Los productos de aleación B y C se soldaron sin ningún problema utilizando soldadura TIG bajo condiciones estándar.

35

En una serie adicional de ensayos, se probó la influencia del Cu sobre la resistencia a la corrosión. Se fundieron algunas láminas adicionales que tenían las composiciones químicas que se muestran en la siguiente Tabla 4, completando el balance con aluminio.

40

TABLA 4

Composiciones (en % en peso) de las láminas de fundición adicionales

Lámina	Inv.	Mg	Mn	Zn	Cu	Cr	Fe	Si	Zr	Ti
E	No	5,58	0,16	0,51	0,02	0,15	0,21	0,11	<0,01	0,02
F	Sí	5,49	0,16	0,51	0,09	0,16	0,20	0,11	<0,01	0,02
G	Sí	5,41	0,16	0,50	0,21	0,16	0,20	0,11	<0,01	0,02
H	Sí	5,42	0,15	0,50	0,30	0,15	0,20	0,11	<0,01	0,02
J	No	5,51	0,17	0,51	0,41	0,16	0,20	0,11	<0,01	0,02

45

50

55

60 Los productos de aleación se han sometido a un ensayo de pérdida de peso conforme a ASTM G67 después de sensitivación a 100°C durante una duración de 100 horas en condición de temple H111. Los productos de aleación también se han sometido a un ensayo ASSET conforme a ASTM G66 después de soldadura, seguido por sensitivación a 100°C durante una duración de 100 horas. La soldadura fue una soldadura TIG utilizando AA5183 como alambre de relleno. Los resultados se muestran en la Tabla 5. Los resultados ASSET corresponden a la Zona Afectada por el Calor (ZAC), porque aquí se encuentra el ataque más severo.

65

ES 2 310 603 T3

TABLA 5

Pérdida de peso (en mg/cm²) y resultado ASSET después de sensitivación

Aleación	%Cu	PP [mg/cm ²]	Resultado ASSET en ZAC
E	0,02	37	N
F	0,09	21	PA
C	0,12	13	PA
G	0,21	13	PB
H	0,30	11	PB
J	0,41	12	PC

Conforme a ASTM G67 el límite superior para una calidad de producto que no es susceptible a la CIG es 15 mg/cm². En ASTM G66 se da el margen para clasificar los resultados, pero no se especifican límites como aceptables o inaceptables. Sin embargo, para una persona especializada en la técnica, está claro que la corrosión por picadura de A es todavía aceptable, mientras que la corrosión por picadura de C es inaceptable. La corrosión por picadura de B es todavía aceptable para la mayoría de las aplicaciones.

Los resultados indican que la resistencia frente a la CIG aumenta con el aumento en el contenido de Cu, pero al mismo tiempo la resistencia frente a las picaduras disminuye. Para un nivel de Cu de 0,30% en peso o inferior, la resistencia frente a las picaduras es aceptable o mejor que aceptable. Se cree que la pérdida de peso se mide por debajo de 15 mg/cm² cuando el nivel de Cu está por encima de aproximadamente 0,11% en peso.

Se concluye, basándose en estos resultados, que la ventana operacional más amplia se encuentra para niveles de Cu entre 0,06 y 0,35% en peso. Preferiblemente la cantidad de Cu no excede de 0,18% en peso a fin de conservar la resistencia a la corrosión en una zona de soldadura.

ES 2 310 603 T3

REIVINDICACIONES

5 1. Aleación de aluminio-magnesio en forma de producto laminado o extrusión, que tiene la composición (en porcentaje en peso):

Mg 4,8-5,6

Mn 0,05-0,4

10 Zn 0,4-0,75

Cu 0,06-0,35

15 Cr 0,25 máx.

Fe 0,35 máx., y preferiblemente 0,2 máx.

Si 0,25 máx.

20 Zr 0,12 máx.

Ti 0,3 máx., y preferiblemente 0,15 máx.

25 impurezas (cada una) máx. 0,05, (total) máx. 0,15, el balance se completa con aluminio,

y que tiene una pérdida de peso de menos de 25 mg/cm² cuando se prueba después de sensitivación a una temperatura de 100°C durante 100 horas conforme a ASTM G67.

30 2. Producto conforme a la reivindicación 1, en donde la cantidad de Zr no excede de 0,05% en peso, y preferiblemente no excede de 0,02% en peso.

35 3. Producto conforme a la reivindicación 1 ó 2, en donde la cantidad de Cu está en el margen de 0,075 a 0,24% en peso, preferiblemente en el margen de 0,10 a 0,18% en peso, y más preferiblemente en el margen de 0,10 a 0,15% en peso.

4. Producto conforme a cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 3, en donde la cantidad de Mn está en el margen de 0,1 a 0,2% en peso.

40 5. Producto conforme a cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 4, en donde la cantidad de Zn está en el margen de 0,4 a 0,6% en peso.

6. Producto conforme a cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 5, en donde la cantidad de Cr está en el margen de 0,06 a 0,2% en peso y preferiblemente en el margen de 0,11 a 0,2% en peso.

45 7. Producto conforme a cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 6, en donde la cantidad de Si es máx. 0,2% en peso, preferiblemente máx. 0,12% en peso y más preferiblemente máx. 0,10% en peso.

50 8. Producto conforme a cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 7, en donde el producto es un producto laminado que tiene un calibre en el margen de 0,5 a 5 mm.

9. Producto conforme a cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 8, en donde el producto se suministra en una condición de temple-O o temple-H.

55 10. Método para producir un producto de aleación aluminio-magnesio forjado que comprende las etapas subsiguientes de:

(i). suministro de un producto de aleación intermedio que tenga una composición conforme a la composición mencionada en cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 7;

60 (ii). trabajo en frío del producto de aleación intermedio hasta un calibre final para obtener un producto forjado intermedio;

65 (iii). recocido del producto forjado intermedio mediante calentamiento del producto a una velocidad de calentamiento en el margen de 2 a 200°C/s, manteniendo el producto a una temperatura de remojo en el margen de 480 a 570°C durante una duración de hasta 100 s, seguido de una refrigeración a una velocidad de refrigeración en el margen de 10 a 500°C/s hasta por debajo de una temperatura de 150°C.

ES 2 310 603 T3

11. Método conforme a la reivindicación 10, en donde la temperatura de remojo está en el margen de entre 520 y 550°C.

5 12. Método conforme a la reivindicación 10 ó 11, en donde el producto se mantiene a la temperatura de remojo durante una duración de hasta 40 s.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65