

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 569 664**

51 Int. Cl.:

**C22C 21/06** (2006.01)

**C22F 1/047** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.08.2012** **E 12182038 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.03.2016** **EP 2703508**

54 Título: **Aleación de aluminio resistente a la corrosión intercrystalina**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**12.05.2016**

73 Titular/es:

**HYDRO ALUMINIUM ROLLED PRODUCTS GMBH  
(100.0%)  
Aluminiumstrasse 1  
41515 Grevenbroich, DE**

72 Inventor/es:

**DR. ENGLER, OLAF;  
DR. BRINKMAN, HENK-JAN;  
DR. HENTSCHEL, THOMAS y  
BRÜNGER, EIKE**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 569 664 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 resistente a la corrosión intercrystalina

- 5 La invención se refiere a una aleación de aluminio, al uso de una banda o chapa de aleación de aluminio así como a un procedimiento para la fabricación de una banda o chapa de aleación de aluminio.

10 Las aleaciones de aluminio-magnesio (AlMg) del tipo 5xxx se usan en forma de chapas o placas o bandas para la construcción de estructuras soldadas o ensambladas, en la construcción naval, automotriz y aeronáutica. Destacan por una resistencia mecánica especialmente elevada, aumentando las resistencias mecánicas de las aleaciones de AlMg con el contenido de magnesio creciente. Representantes típicos de aleaciones de aluminio del tipo 5xxx son, por ejemplo, las aleaciones de aluminio del tipo AA 5049, AA 5454 o AA 5918. En las aleaciones, se trata de aleaciones de aluminio AlMg<sub>2</sub>Mn (5049), AlMg<sub>3</sub>Mn (5454) o AlMg<sub>3,5</sub>Mn (5918). La necesidad constante de reducción de peso adicional precisa aleaciones de aluminio con mayores resistencias mecánicas y, con ello, con correspondientemente mayores contenidos de magnesio (Mg) para poner a disposición las resistencias mecánicas deseadas. Resulta problemático en aleaciones de aluminio AlMgMn con contenidos de Mg de más del 2,4 % en peso que estas tiendan a la corrosión intercrystalina cuando están expuestas a temperaturas elevadas durante tiempos más prolongados. Se ha comprobado que en aleaciones de aluminio AlMgMn con más del 2,4 % en peso de magnesio, a temperaturas de 70 a 200 °C, se precipitan fases  $\beta$ -Al<sub>5</sub>Mg<sub>3</sub> a lo largo de los límites de grano. Cuando los límites de grano están continuamente ocupados por partículas  $\beta$ , la disolución de estas fases  $\beta$  puede dar como resultado, en presencia de un medio corrosivo, un ataque corrosivo a lo largo de los límites de grano. Como resultado, esto lleva a que aleaciones de aluminio con mayores contenidos de Mg o bien no son utilizables en áreas cargadas térmicamente o bien por el desarrollo de calor deben presentar contenidos de Mg disminuidos, de manera que se minimiza la precipitación de partículas  $\beta$ -Al<sub>5</sub>Mg<sub>3</sub>, y no aparece una ocupación de límites de grano continua con partículas  $\beta$ -Al<sub>5</sub>Mg<sub>3</sub>. Para esta problemática ya hay propuestas de solución en el estado de la técnica. Por ejemplo, el escrito de publicación alemán DE 102 31 437 A1 propone, por una composición de aleación de aluminio específica, reducir considerablemente la susceptibilidad en comparación a la corrosión intercrystalina incluso después de una sensibilización por calor. Para esto, propone la siguiente composición de aleación de aluminio:

3,1 % < Mg < 4,5 %,

0,4% < Mn < 0,85 %,

0,4 % < Zn < 0,8 %,

0,06 % < Cu < 0,35 %,

Cr < 0,25 %,

Fe < 0,35 %,

Si < 0,2 %,

Zr < 0,25 %,

Ti < 0,3 %,

- 30 impurezas respectivamente del  $\leq 0,05$  % y en total como máximo el 0,15 %, el resto Al.

El escrito de publicación estadounidense US 2007/187009 muestra compuestos de aleación de aluminio y correspondientes mediciones de pérdida de masas según ASTM G67. Para las muestras medidas C, D, E, F y J (después de 100 h a 100 °C), se demuestra una pérdida de masa entre 6-22 mg/cm<sup>2</sup>.

35 No obstante, se ha mostrado que los resultados respecto a la susceptibilidad a la corrosión intercrystalina, que se mide y evalúa según la norma ASTM G67, son mejorables. Aparte de esto, la aleación de aluminio permite un contenido de hasta el 0,25 % en peso de circonio, que se considera crítico respecto al reciclaje de la aleación de aluminio. Por la solicitud de patente internacional WO 99/42627 es conocida, aparte de esto, una aleación de aluminio que contiene circonio, que logró muy buenos resultados en el ensayo ASTM G67 pero, por el contenido de circonio necesariamente presente, es problemática en el empleo.

45 A partir de esto, la presente invención se basa en el objetivo de proporcionar una aleación de aluminio que presente solo una tendencia escasa a la corrosión intercrystalina, es decir, ponga a disposición en el ensayo ASTM G67 un valor de pérdida de masas < 15 mg/cm<sup>2</sup>, simultáneamente elevadas resistencias mecánicas y una buena conformabilidad y contenga componentes de aleación estándar, de manera que esté simplificado el reciclaje de la

aleación de aluminio. Aparte de esto, debería proponerse un uso de la aleación de aluminio así como un procedimiento para la fabricación de productos a partir de la aleación de aluminio.

De acuerdo con una primera enseñanza de la presente invención, el objetivo anteriormente señalado para una aleación de aluminio se consigue por que esta comprende componentes de aleación, que presentan la siguiente composición en % en peso:

$$2,91 \% \leq \text{Mg} \leq 4,5 \%,$$

$$0,5\% \leq \text{Mn} \leq 0,8 \%,$$

$$0,05 \% \leq \text{Cu} \leq 0,30 \%,$$

$$0,05 \% \leq \text{Cr} \leq 0,30 \%,$$

$$0,05 \% \leq \text{Zn} \leq 0,9 \%,$$

$$\text{Fe} \leq 0,40 \%,$$

$$\text{Si} \leq 0,25 \%,$$

$$\text{Ti} \leq 0,20 \%,$$

el resto Al e impurezas individualmente menos del 0,05 %, en total como máximo del 0,15 %, y aplicándose para los componentes de aleación Zn, Cr, Cu y Mn:

$$(2,3^* \% \text{ de Zn} + 1,25^* \% \text{ de Cr} + 0,65^* \% \text{ de Cu} + 0,05^* \% \text{ de Mn}) + 2,4 > \% \text{ de Mg}.$$

"% de Zn", "% de Cr", "% de Cu", "% de Mn" y "% de Mg" corresponden a los contenidos de los componentes de aleación respectivamente en porcentaje en peso. La composición de acuerdo con la invención se basa en el reconocimiento de que los componentes de aleación Zn, Cr, Cu y Mn en contenidos de magnesio de al menos el 2,91 % en peso suprime la precipitación de partículas  $\beta\text{-Al}_5\text{Mg}_3$  al favorecer la presencia de estos elementos de aleación la formación de fases  $\tau$ . Estas fases  $\tau$  del tipo AlCuMgZn suprimen en gran medida la formación de fases  $\beta$ , de manera que incluso en mayores contenidos de Mg solo existe una tendencia muy baja a la formación de fases  $\beta$  o partículas  $\beta\text{-Al}_5\text{Mg}_3$  en los límites de grano. Aparte de esto, también pueden formarse en presencia de los elementos de aleación Cr y Mn fases  $\epsilon$  del tipo Al-CrMgMn, que suprimen asimismo la formación de fases  $\beta$ . Como resultado, la correspondiente aleación de aluminio no es tan susceptible a la corrosión intercrystalina. Adicionalmente, se ha descubierto que la eficiencia de compensación de los componentes de aleación individuales Zn, Cr, Cu y Mn es de diferentes niveles. El componente de aleación zinc puede servir, por ejemplo, para la compensación de las cantidades de magnesio de 2,3 veces por encima del 2,91 % en peso, de manera que la aleación de aluminio resultante solo muestra una tendencia muy baja a la corrosión intercrystalina. La eficiencia para la supresión de la corrosión intercrystalina o de la precipitación de fases  $\beta$  desciende en los componentes de aleación cromo, cobre y manganeso. Como resultado, pueden ponerse a disposición, en todo caso, aleaciones de aluminio que presentan contenidos de magnesio relativamente elevados y muestran en este aspecto mayores resistencias mecánicas, sin que estas tiendan a la corrosión intercrystalina tras la exposición a temperaturas. Se alcanzan mayores mecánicas resistencias con resistencia a la corrosión comparable con un contenido de Mg de al menos el 3,0 % en peso.

Para poder producir económicamente la aleación de aluminio de acuerdo con la invención y, aparte de esto, no tener que contar con ningún efecto negativo con respecto a la conformabilidad así como ninguna modificación o solo modificaciones muy escasas de las propiedades físicas de la aleación de aluminio, por ejemplo, en la fundición y laminado, resulta ventajoso de acuerdo con una primera configuración de la aleación de aluminio de acuerdo con la invención que para los componentes de aleación Zn, Cr, Cu y Mn se aplique lo siguiente:

$$(2,3^* \% \text{ de Zn} + 1,25^* \% \text{ de Cr} + 0,65^* \% \text{ de Cu} + 0,05^* \% \text{ de Mn}) + 1,4 < \% \text{ de Mg}.$$

Con esto, se indica para una configuración de la presente invención un límite superior de la adición de los componentes de aleación Zn, Cr, Cu y Mn para lograr una fabricación lo más económica posible de la aleación de aluminio. Adiciones por encima de este límite superior no muestran ningún efecto positivo adicional sobre la resistencia frente a la corrosión intercrystalina. Además, también pueden excluirse efectos secundarios no deseados por elevados contenidos de los componentes de aleación en esta configuración de la aleación de aluminio de acuerdo con la invención.

Preferentemente, de acuerdo con otra forma de realización de la aleación de aluminio de acuerdo con la invención, el componente de aleación Cu presenta el siguiente contenido en % en peso:

$$0,05 \% \leq \text{Cu} \leq 0,20 \%,$$

5

para perfeccionar la aleación de aluminio para que sea en general más resistente a la corrosión.

De acuerdo con una configuración posterior de la aleación de aluminio de acuerdo con la invención, la conformabilidad puede maximizarse por que el componente de aleación Cr presenta el siguiente contenido en % en peso:

10

$$0,05 \% \leq \text{Cr} \leq 0,20 \%.$$

De acuerdo con otra configuración de la aleación de aluminio de acuerdo con la invención, se pone a disposición una aleación de aluminio resistente a la corrosión intercrystalina más optimizada en cuanto a la adición de componentes de aleación por que los componentes de aleación Mg y Zn presentan contenidos en % en peso:

15

$$2,91 \% \leq \text{Mg} \leq 3,6 \%$$

20

$$0,05 \% \leq \text{Zn} \leq 0,75 \%.$$

La disminución del límite superior del porcentaje de magnesio posibilita otra disminución de la concentración de zinc máxima, de manera que puede ponerse a disposición una aleación de aluminio de coste optimizado con resistencia muy elevada frente a la corrosión intercrystalina. Preferentemente, el contenido de Mg de esta configuración asciende del 3,0 % en peso al 3,6 % en peso, especialmente del 3,4 % en peso al 3,6 % en peso.

25

En otra configuración, la aleación de aluminio de acuerdo con la invención puede optimizarse más respecto a su resistencia mecánica por que el contenido del componente de aluminio Mg asciende al menos al 3,6 % en peso y como máximo al 4,5 % en peso. Los contenidos de magnesio elevados causan un considerable aumento de las resistencias mecánicas de la aleación de aluminio con simultáneamente buena conformabilidad. Por la composición específica de la aleación de aluminio de acuerdo con la invención, esta aleación de aluminio también muestra, a pesar de los elevados contenidos de Mg, solo escasas pérdidas de masa de < 15 mg/cm<sup>2</sup> y, por lo tanto, según la norma ASTM G67, está libre de corrosión intercrystalina. Preferentemente, el contenido de Mg está limitado como máximo al 4,0 % en peso para mejorar el comportamiento de corrosión.

30

35

Como ya se ha expuesto anteriormente, las aleaciones de aluminio de acuerdo con la invención destacan por que, junto a una muy buena resistencia mecánica y conformabilidad, también presentan una muy buena resistencia frente a la corrosión intercrystalina. En este sentido, el objetivo anteriormente expuesto se resuelve de acuerdo con otra enseñanza de la invención por el uso de una banda o chapa de aleación de aluminio de una aleación de aluminio de acuerdo con la invención para la fabricación de componentes de chasis y estructurales en la construcción automotriz, aeronáutica o naval.

40

Componentes de chasis y estructurales de vehículos, automóviles o aviones están expuestos frecuentemente a fuentes de calor, por ejemplo, gases de escape del motor de combustión interna u otras fuentes de calor, de manera que aleaciones de aluminio que tienden a la corrosión intercrystalina tras un tratamiento térmico no pueden utilizarse en este caso de manera habitual. Sin embargo, el uso de una banda o chapa de aleación de aluminio de acuerdo con la invención para la fabricación de componentes de chasis y estructurales también posibilita, por la muy buena resistencia frente a la corrosión intercrystalina, el empleo de aleaciones de aluminio-magnesio de mayor resistencia mecánica con contenidos de magnesio de al menos el 2,91 % en peso en estos ámbitos de aplicación. Las bandas o chapas de aluminio de mayor resistencia mecánica posibilitan la reducción de espesores de pared por la mayor resistencia mecánica. En este sentido, contribuyen a la reducción de peso adicional de vehículos, barcos o incluso aviones.

45

50

Preferentemente, una banda o chapa de aleación de aluminio que consta de la aleación de aluminio de acuerdo con la invención se usa para la fabricación de una pieza de chasis y estructural que está dispuesta en el área del motor, de la instalación de gases de escape u otras fuentes de calor de un automóvil. Un ejemplo típico de esto es un brazo de resorte o de suspensión de un automóvil. Áreas de este componente, especialmente cuando están dispuestos cerca del motor, están expuestas permanentemente a una entrada de calor elevada. Precisamente en la construcción de automóviles, pero también en la construcción de trenes, aviones y barcos, por el uso de bandas y chapas a partir de la aleación de aluminio de acuerdo con la invención se abren nuevas áreas de aplicación que están caracterizadas por una entrada de calor elevada.

55

60

Resulta especialmente ventajoso el uso de una banda o chapa de aleación de aluminio que consta de la aleación de aluminio de acuerdo con la invención, en este caso, si los componentes de chasis o estructurales presentan al menos un cordón de soldadura. Cordones de soldadura son generalmente áreas en las que está realizada una entrada de calor en el metal. Esta entrada de calor puede dar como resultado una corrosión intercrystalina siempre y

65

cuando la aleación de aluminio tienda a esto. Por el contrario, en las aleaciones de aluminio de acuerdo con la invención, se suprime en su mayor parte la precipitación de fases  $\beta$  responsable de la corrosión intercrystalina, de manera que el componente puede soldarse sin más y, a pesar de todo, no tiende a la corrosión intercrystalina.

5 Finalmente, el uso de una banda o chapa de aleación de aluminio de la aleación de aluminio de acuerdo con la invención es especialmente ventajoso si el grosor de pared de la banda o chapa de aleación de aluminio asciende de 0,5 mm a 8 mm, opcionalmente de 1,5 a 5 mm. Estos grosores de pared son muy adecuados para poder poner a disposición la resistencia mecánica necesaria para una pieza de chasis o estructural.

10 De acuerdo con otra enseñanza de la presente invención, ahora debería indicarse un procedimiento de fabricación económico para una banda o chapa de aleación de aluminio que conste de la aleación de aluminio de acuerdo con la invención. Este procedimiento comprende las siguientes etapas:

- fundición de un lingote de laminación,
- 15 - homogeneización del lingote de laminación de 500 a 550 °C durante al menos 2 horas,
- laminado en caliente del lingote de laminación para formar una banda laminada en caliente a temperaturas de laminado en caliente de 280 °C a 500 °C,
- laminado en frío de la banda laminada en caliente con o sin recocido intermedio hasta el grosor final y
- 20 - recocido blando de la banda laminada en frío de 300 a 400 °C en un horno discontinuo.

En contra de las experiencias previas, en la aleación de aluminio de acuerdo con la invención no se requiere ninguna etapa de tratamiento térmico específica, por ejemplo, una etapa de recocido de disolución al final del proceso de fabricación, sino que la aleación de aluminio puede producirse de manera muy económica con equipamiento convencional, por ejemplo, hornos discontinuos. También es concebible prever, en lugar de la fundición de un lingote de laminación, una fundición directa de la banda que, en este caso, se lamina en caliente y/o en frío a continuación.

La invención se explicará ahora con más detalle mediante ejemplos de realización.

Tabla 1

Aleación	ST5049	ST5454	ST5918	V1	V2	V3	V4
	conv.	conv.	conv.	inv.	inv.	inv.	inv.
Componentes de la aleación							
Mg	2,05	2,90	3,45	2,91	3,42	3,75	3,77
Mn	0,95	0,80	0,55	0,56	0,6	0,66	0,66
Si	0,15	0,15	0,15	0,13	0,12	0,12	0,12
Fe	0,4	0,30	0,30	0,24	0,24	0,24	0,25
Cu	0,06	0,03	0,02	0,15	0,2	0,25	0,13
Cr	0,01	0,07	0,16	0,065	0,11	0,16	0,16
Ti	0,01	0,01	0,01	0,013	0,014	0,014	0,016
Zn	0	0,00	0,00	0,4	0,5	0,6	0,61
compensación mínima		2,9	3,45	2,91	3,42	3,75	3,77
compensación de Mg		2,547	2,6405	3,5155	3,8475	4,1755	4,1205

30 Al principio, la Tabla 1 muestra los análisis químicos de las aleaciones estándar ST 5049, ST 5454 y ST 5918 así como las aleaciones de aluminio de acuerdo con la invención V1, V2, V3 y V4. Adicionalmente, en la Tabla 1 está indicado el valor para la cantidad compensada de magnesio por los componentes de aleación, que se denomina "compensación de Mg" y se calculó por la siguiente fórmula:

35  $(2,3\% \text{ de Zn} + 1,25\% \text{ de Cr} + 0,65\% \text{ de Cu} + 0,05\% \text{ de Mn}) + 2,4.$

Como compensación mínima está indicado el valor del contenido de Mg "compensado", que debe compensarse al menos por los constituyentes de aleación Zn, Cr, Cu y Mn. El valor indicado en la Tabla 1 corresponde, por eso, al contenido de Mg de las respectivas aleaciones de aluminio.

40 Puesto que el valor de compensación de Mg únicamente es relevante para aleaciones de aluminio con contenidos de magnesio de al menos el 2,91 % en peso, este valor no está registrado para la aleación estándar ST 5049. Las

aleaciones estándar restantes ST 5454 así como ST 5918 presentan un valor de compensación de Mg que se encuentra por debajo del contenido de magnesio de la aleación. Como se conoce, estas aleaciones tienden a la corrosión intercrystalina en condiciones determinadas. La razón se ve en que el contenido de Mg de estas aleaciones de aluminio no está compensado lo suficiente. Se comporta de otro modo en las aleaciones de aluminio V1, V2, V3 y V4 de acuerdo con la invención, cuyo valor de compensación de Mg se encuentra considerablemente por encima del contenido de Mg de la respectiva aleación de aluminio en % en peso:

Tabla 2

Magnitud medida		R <sub>p0,2</sub>	R <sub>m</sub>	A <sub>g</sub>	A <sub>50mm</sub>
Aleación		MPa	MPa	%	%
ST5049	conv.	99	215	16,4	21,9
ST5454	conv.	118	246	17,4	21,8
ST5918	conv.	129	264	18,1	19,8
V1	inv.	115	246	16,2	20,7
V2	inv.	125	271	18,5	21,3
V3	inv.	132	288	15,8	20,6
V4	inv.	133	289	18,7	22,0

A partir de las siete aleaciones de aluminio, se fundieron lingotes de laminación y los lingotes de laminación se homogeneizaron a temperaturas de 500 a 550 °C durante al menos dos horas. Los lingotes de laminación producidos de esta manera se laminaron en caliente para formar una banda laminada en caliente a temperaturas de laminado en caliente de 280 °C a 500 °C y a continuación se laminaron en frío hasta el grosor final, teniendo lugar un recocido intermedio y teniendo lugar el último recocido blando de la banda laminada en frío a temperaturas de entre 300 y 400 °C en un horno discontinuo. El grosor de banda ascendió a 1,5 mm.

A partir de las bandas producidas, se retiraron chapas y se determinaron sus valores característicos mecánicos en el ensayo de materiales según la norma DIN EN 10002-1 perpendicularmente a la dirección de laminación. Los valores de medición están representados en la Tabla 2. Muestran que el ejemplo de realización V1 de acuerdo con la invención, por ejemplo, cuenta con una resistencia a la extensión y límite elástico considerablemente mayores que la aleación estándar ST 5049. Los valores de alargamiento A<sub>g</sub> para el alargamiento uniforme y A<sub>50mm</sub> de las bandas de aleación de acuerdo con la invención y las aleaciones estándar no se diferencia de manera significativa, de manera que se entiende que las aleaciones de aluminio de acuerdo con la invención presentan una conformabilidad idéntica a las aleaciones estándar.

La variante de aleación V2 pone a disposición, en comparación con la aleación estándar ST 5454, asimismo una mayor resistencia a la extensión y un mayor límite elástico. Para el alargamiento uniforme A<sub>g</sub> así como el alargamiento A<sub>50mm</sub> se producen también para la variante V2 de acuerdo con la invención valores casi idénticos a la aleación estándar ST 5454. Lo mismo es válido también para las variantes V3 y V4, que muestran, en comparación con la variante de aleación de aluminio ST 5918 convencional, valores de resistencia a la extensión y límites elásticos mejorados. Como resultado, las aleaciones de aluminio de acuerdo con la invención tienen muy buenos valores característicos mecánicos y pueden procesarse de manera idéntica a las aleaciones estándar comparables.

Los ejemplos de realización de acuerdo con la invención así como los ejemplos de realización convencionales se sometieron ahora a un ensayo de corrosión de acuerdo con la norma ASTM G67, con el cual, por la medición de la pérdida de masa, puede medirse la susceptibilidad de una aleación de aluminio a la corrosión intercrystalina. En este ensayo, se cortan tiras de ensayo que tienen 50 mm de largo y 60 mm de ancho de la chapa o banda y se almacenan, con o sin pretratamiento térmico, en ácido nítrico concentrado a 30 °C durante 24 horas. El ácido nítrico elimina preferentemente fases β de los límites de grano y causa con ello, en la medición de peso posterior, una pérdida de masa considerable, siempre y cuando estén presentes fases β precipitadas en la muestra a lo largo de los límites de grano.

Para determinar la susceptibilidad frente a corrosión intercrystalina también en áreas de aplicación cargadas térmicamente, las muestras se sometieron, antes de una medición de pérdida de masa según la norma ASTM G67, a un pretratamiento en forma de un almacenamiento a temperaturas elevadas. Para esto, las muestras se almacenaron durante 17, 100 y 500 horas a 130 °C y se sometieron a continuación al ensayo de pérdida de masa. Sin embargo, aparte de esto, también se llevó a cabo un almacenamiento durante 100 horas a 100 °C para alcanzar la comparabilidad de las aleaciones de aluminio de acuerdo con la invención con aquellas aleaciones de aluminio conocidas por el estado de la técnica.

Tabla 3

Almacenamiento	Aleación						
	ST5049	ST5454	ST5918	V1	V2	V3	V4
Sin	1,1	1,1	1,3	1,3	1,6	2,0	1,8
17 h a 130 °C	1,0	1,4	2,3	1,4	1,8	2,4	1,9
100 h a 130 °C	1,0	5,6	11,3	1,5	2,4	3,5	2,9
500 h a 130 °C	1,1	16,2	30,9	1,9	6,7	8,3	8,9
100 h a 100 °C	1,0	2,1	5,2	1,4	2,1	2,6	2,1

5 En la Tabla 3 están representadas las respectivas condiciones experimentales del almacenamiento y la pérdida de masa medida después de un ensayo de acuerdo con la norma ASTM G67 en mg/cm<sup>2</sup>. De acuerdo con la norma ASTM G67, aleaciones de aluminio resistentes frente a la corrosión intercrystalina alcanzan de 1 a 15 mg/cm<sup>2</sup> de pérdida de masa, mientras que las no resistentes presentan de 25 a 75 mg/cm<sup>2</sup> de pérdida de masa.

10 Se puede reconocer claramente que la aleación estándar ST 5049, que presenta un contenido de magnesio relativamente escaso del 2,05 % en peso, posee la mayor resistencia frente a la corrosión intercrystalina. Incluso en almacenamientos de 500 horas a 130 °C, esta aleación de aluminio no modifica su comportamiento de corrosión en el ensayo. Pero, por el contrario, posee también los menores valores de resistencia mecánicos.

15 Por el contrario, la aleación estándar ST 5454 y la aleación estándar ST 5918 se comportan de otro modo. La ST 5454 tiene en 500 horas de presensibilización a 130 °C una pérdida de masa de 16,2 mg/cm<sup>2</sup>. La pérdida de masa de la ST 5918 muestra, en el almacenamiento de las muestras durante 100 horas o durante 500 horas a 130 °C, asimismo una subida muy considerable de la pérdida de masa después de un almacenamiento en ácido nítrico concentrado como máximo de 30,9 mg/cm<sup>2</sup>. Si se compara a esto las aleaciones de aluminio de acuerdo con la invención en el almacenamiento durante 500 horas a 130 °C, estas son considerablemente más estables frente a la corrosión intercrystalina a pesar de contenidos de magnesio semejantemente elevados.

20 La pérdida de masa máxima de la aleación de aluminio V4 de acuerdo con la invención ascendió a 8,9 mg/cm<sup>2</sup> en 500 horas a 130 °C y, con ello, más bajo que la aleación estándar ST 5918 alrededor de más del factor tres. De acuerdo con la norma ASTM G67, se considera estable frente a la corrosión intercrystalina, pues su pérdida de masa es menor que 15 mg/cm<sup>2</sup>. A pesar de mayores contenidos de magnesio y mayores valores de resistencia mecánica en comparación con las respectivas aleaciones estándar ST5454 o ST5918, las aleaciones de aluminio de acuerdo  
25 con la invención destacan por una excelente resistencia frente a la corrosión intercrystalina.

30 Especialmente, las comparaciones con los resultados conocidos por el estado de la técnica para aleaciones de aluminio con alto contenido de magnesio muestran que, en el área de aleación de aluminio seleccionada, puede alcanzarse un considerable aumento de la resistencia de las aleaciones de aluminio frente a la corrosión intercrystalina, sin tener que contar con problemas respecto al reciclaje o elevados costes de fabricación.

35 Finalmente, también pudo mostrarse que también puede aprovecharse el uso de hornos discontinuos muy económicos para llevar a cabo recocidos blandos para poner a disposición aleaciones de aluminio y productos de aleación con alto contenido de magnesio y resistentes frente a la corrosión intercrystalina. Hasta el momento, se había partido de la base de que era necesario un recocido de disolución en una línea de proceso continua para alcanzar una resistencia frente a la corrosión intercrystalina.

REIVINDICACIONES

1. Aleación de aluminio que comprende componentes de aleación que presentan la siguiente composición en % en peso:

- 5
- 2,91 % ≤ Mg ≤ 4,5 %,
  - 0,5 % ≤ Mn ≤ 0,8 %,
  - 0,05 % ≤ Cu ≤ 0,30 %,
  - 0,05 % ≤ Cr ≤ 0,30 %,
  - 0,05 % ≤ Zn ≤ 0,9 %,
  - Fe ≤ 0,40 %,
  - Si ≤ 0,25 %,
  - Ti ≤ 0,20 %,

el resto Al e impurezas individualmente menos del 0,05 %, en total como máximo del 0,15 %, y cumpliéndose para los componentes de aleación Zn, Cr, Cu y Mn:

$$(2,3^* \% \text{ de Zn} + 1,25^* \% \text{ de Cr} + 0,65^* \% \text{ de Cu} + 0,05^* \% \text{ de Mn}) + 2,4 \geq \% \text{ de Mg.}$$

10

2. Aleación de aluminio según la reivindicación 1, **caracterizada por que** para los componentes de aleación Zn, Cr, Cu y Mn se cumple adicionalmente:

$$(2,3^* \% \text{ de Zn} + 1,25^* \% \text{ de Cr} + 0,65^* \% \text{ de Cu} + 0,05^* \% \text{ de Mn}) + 1,4 \leq \% \text{ de Mg.}$$

15

3. Aleación de aluminio según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizada por que** el componente de aleación Cu presenta el siguiente contenido en % en peso:

$$0,05 \leq \text{Cu} \leq 0,20 \text{ \%}.$$

20

4. Aleación de aluminio según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada por que** el componente de aleación Cr presenta el siguiente contenido en % en peso:

$$0,05 \% \leq \text{Cr} \leq 0,20 \text{ \%}.$$

25

5. Aleación de aluminio según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada por que** los componentes de aleación Mg y Zn presentan los siguientes contenidos en % en peso:

30

$$2,91 \% \leq \text{Mg} \leq 3,6 \text{ \%}$$

$$0,05 \% \leq \text{Zn} \leq 0,75 \text{ \%}.$$

35

6. Aleación de aluminio según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada por que** el contenido del componente de aleación Mg asciende al menos al 3,6 % en peso y como máximo al 4,5 % en peso.

40

7. Uso de una banda o una chapa de aleación de aluminio de una aleación de aluminio según una de las reivindicaciones 1 a 6 para la fabricación de componentes de chasis y estructurales en la construcción automotriz, aeronáutica o naval.

45

8. Uso según la reivindicación 7, **caracterizado por que** la banda o la chapa de aleación de aluminio se usa para la fabricación de una pieza de chasis o estructural que está dispuesta en el área del motor, de la instalación de gases de escape o de otras fuentes de calor de un automóvil.

9. Uso según las reivindicaciones 7 u 8, **caracterizado por que** los componentes de chasis y estructurales presentan al menos un cordón de soldadura.

50

10. Uso según una de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizado por que** el grosor de pared de la banda o de la chapa de aleación de aluminio asciende a de 0,5 mm a 8 mm, opcionalmente de 1,5 a 5 mm.



11. Procedimiento para la fabricación de una banda o una chapa de aleación de aluminio de una aleación de aluminio según una de las reivindicaciones 1 a 6 con las siguientes etapas:

- 5 - fundición de un lingote de laminación
- homogeneización del lingote de laminación a de 500 a 550 °C durante al menos 2 h
- laminado en caliente del lingote de laminación para formar una banda laminada en caliente a temperaturas de laminado en caliente de 280 °C a 500 °C,
- laminado en frío de la banda laminada en caliente con o sin recocido intermedio hasta el grosor final y
- recocido blando de la banda laminada en frío a de 300 a 400 °C en un horno discontinuo.