



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 191 418**

51 Int. Cl.:
C22C 21/06 (2006.01)
B23K 35/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA

T5

- 86 Número de solicitud europea: **99907554 .2**
86 Fecha de presentación : **18.02.1999**
87 Número de publicación de la solicitud: **1078109**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **28.02.2001**

54 Título: **Aleación de aluminio-magnesio de alta resistencia y conformable para aplicación en estructuras soldadas.**

30 Prioridad: **20.02.1998 EP 98200560**

45 Fecha de publicación de la mención y de la traducción de patente europea: **01.09.2003**

45 Fecha de la publicación de la mención de la patente europea modificada BOPI: **01.05.2007**

45 Fecha de publicación de la traducción de patente europea modificada: **01.05.2007**

73 Titular/es: **Corus Aluminium Walzprodukte GmbH
Carl-Spaeter-Strasse 10
56070 Koblenz, DE
Corus Aluminium N.V.**

72 Inventor/es: **Haszler, Alfred, Johann, Peter;
Sampath, Desikan;
Baekelandt, Jean Pierre Jules y
Van der Hoeven, Job Anthonius**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 191 418 T5

ES 2 191 418 T5

DESCRIPCIÓN

Aleación de aluminio-magnesio de alta resistencia y conformable para aplicación en estructuras soldadas.

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a una aleación de aluminio-magnesio con un contenido en Mg de hasta 4,5% en peso, en forma de productos y extrusiones laminados, que son particularmente apropiados para usarlos en forma de láminas, chapas o extrusiones en la construcción de estructuras soldadas o unidas como cisternas de almacenamiento, tanques a presión y contenedores para transporte terrestre y marítimo. Los productos laminados pueden tener un grosor en el intervalo de unos cuantos mm, p. ej., hasta 200 mm. Las extrusiones de la aleación de esta invención pueden usarse por ejemplo en tubos para estructuras marítimas soldadas, y el alambre de relleno para soldar puede fabricarse con la aleación de esta invención.

15 Descripción de la técnica relacionada

Las aleaciones de aluminio-magnesio con niveles de Mg en el intervalo de 2,0 a 5,0% en peso se usan mucho en construcciones soldadas como cisternas de almacenamiento, tanques a presión y contenedores para el transporte terrestre y marítimo. Una aleación estándar de este tipo es la aleación AA5083 que tiene una composición nominal, en % en peso:

25	Mg	4,0 - 4,9
	Mn	≤ 0,50
	Cr	0,05 - 0,25
	Ti	≤ 0,15
	Fe	≤ 0,4
30	Si	≤ 0,40
	Zn	≤ 0,25
	Cu	≤ 0,1
	otros	(cada uno) ≤ 0,05 (total) ≤ 0,15
35	resto	Al

En particular, la aleación AA5083 en el temple suave se usa en la construcción de camiones cisterna, camiones basculantes, etc. La razón principal de la versatilidad de la aleación AA5083 es que proporciona buenas combinaciones de alta resistencia (tanto a temperatura ambiente como a temperaturas criogénicas), peso ligero, resistencia a la corrosión, aptitud para la conformación por deformación y soldabilidad. Sin embargo, el uso de esta aleación se limita a aplicaciones que necesiten temperaturas de trabajo por debajo de 80°C. En caso de que la aplicación deseada de la aleación requiera exposición a temperaturas superiores a 80°C, comparando con la estándar AA5083, se eligen aleaciones de aluminio con niveles más bajos de Mg como la AA5454. La aleación estándar AA5454 tiene la composición nominal, en % en peso:

50	Mg	2,4 - 3,0
	Mn	0,5 - 1,0
	Cr	0,05 - 0,20
	Ti	≤ 0,20
	Fe	≤ 0,40
55	Si	≤ 0,25
	Zn	≤ 0,25
	Cu	≤ 0,1
	otros	(cada uno) ≤ 0,05 (total) ≤ 0,15
60	resto	Al

Desafortunadamente, la resistencia alcanzable antes y después de soldar es menor que la de la aleación AA5083.

Se mencionan a continuación algunas otras descripciones de aleaciones de Al-Mg encontradas en bibliografía de la técnica anterior.

ES 2 191 418 T5

El documento EP-A-0799900 describe un material de aluminio y magnesio de alta resistencia para grandes construcciones soldadas con la siguiente composición, en % en peso:

5	Mg	4,5 - 7, y preferentemente 5,2 - 5,6
	Mn	0,4 - 1,2
	Zn	0,4 - 5
	Zr	0,3 máx.
10	Cr	0,3 máx.
	Ti	0,2 máx.
	Fe	0,5 máx.
	Si	0,5 máx.
15	Cu	0,4 máx.

resto Al e impurezas inevitables.

20 El objetivo es proporcionar material en chapas con resistencia considerablemente mejorada tanto en temple suaves como en los endurecidos por medios mecánicos cuando se compara con aquella de la aleación estándar AA5083.

25 El documento JP-A-01 062433 describe una aleación de aluminio capaz de una extrusión gruesa de paredes finas que contiene una cantidad más baja de Mg. La composición es, en % en peso:

	Mg	1,0 - 3,0
30	Mn	0,2 - 0,8
	Zr	0,05 - 0,25

35 y que contiene uno o más, elegidos entre:

	Cr	0,05 - 0,25
	Zn	0,3 - 1,0
40	Ti	0,005 - 0,1
	resto	Al.

45 La aleación de aluminio descrita tiene características de extrusión mejoradas comparadas con AA5083.

El documento GB-A-2000806 propone un metal de relleno para aleaciones AlZnMg para soldar. Este documento describe varias composiciones de aleaciones, por ejemplo, en % en peso:

50	Zn	1,0 - 4,0
	Mg	2,0 - 5,0
	Cu	0,2 - 0,5
	Mn	0,3 - 0,5
55	Ti	0,05 - 0,2
	Cr	0,05 - 0,4
	Zr	0,05 - 0,2
	Si	0,3 máx.
60	Fe	0,4 máx.
	resto	Al

65 El metal de relleno descrito incluye una adición de cobre que se afirma suprime la corrosión en frontera de la soldadura.

ES 2 191 418 T5

El documento FR-A-2370105 describe un método para la fabricación de chapa de aluminio que tiene contenidos más altos de Zn y más bajos de Mn, con buenas propiedades mecánicas y una buena resistencia a la corrosión. La chapa de aluminio tiene la siguiente composición química, en % en peso:

5		
	Mg	3,5 - 5,0
	Zn	1,5 - 3,0
	Mn	0,4 máx.
10	Zr	0,3 máx.
	Cu	0,3 máx.
	Cr	0,15 máx.
	Si	0,35 máx.
15	Fe	0,4 máx.

resto aluminio e impurezas.

20 El documento DE-A-2652960 describe un método para la producción de chapa de aluminio que tiene un contenido más alto de Zn, con buenas propiedades mecánicas y una buena resistencia a la corrosión. La chapa de aluminio tiene la siguiente composición química, en % en peso:

25		
	Mg	3,5 - 5,0
	Zn	1,5 - 3,0
	Mn	0,6 máx., preferentemente 0,4 máx. y aún mejor 0,05 máx.
	Zr	0,3 máx.
30	Cu	0,3 máx.
	Cr	0,35 máx., preferentemente 0,04 máx.
	Si	0,35 máx.
	Fe	0,4 máx.

35 resto aluminio e impurezas.

40 El documento JP-A-61 006244 describe una aleación de aluminio de alta resistencia que tiene un contenido muy alto de Zn y contenidos de Mn más bajos, y un método para su fabricación. La aleación de aluminio tiene la siguiente composición química, en % en peso:

45		
	Mg	3,5 - 5,0
	Zn	2,1 - 3,5
	Cu	0,05 - 0,6

50 0,5 - 0,6 opcionalmente, uno o más de:

	Mn	0,05 - 0,4
	Cr	0,05 - 0,25
	Zr	0,05 - 0,25
55	V	0,05 - 0,25

resto aluminio e impurezas.

60 El documento JP-A-61 099654 describe una aleación de aluminio que tiene un contenido más bajo de Mg, para un conector que tiene una resistencia mejorada a la corrosión, resistencia y cobresoldabilidad de la junta de una extrusión de agujero de perno. La aleación de aluminio consta de, en % en peso:

65

ES 2 191 418 T5

	Mg	1,0 - 3,0
	Zn	1,0 - 3,0
	Mn	0,5 - 1,5
5	Cr	0,3 máx.
	Zr	0,3 máx.

resto aluminio e impurezas.

10 Sumario de la invención

Un objetivo de la presente invención es proporcionar un producto laminado o extrusión de aleación aluminio-magnesio con resistencia considerablemente mejorada antes y en estado de soldadura y que tenga una aptitud para la conformación por deformación al menos equivalente a la aleación estándar AA5454.

Según la invención se proporciona una aleación de aluminio-magnesio en forma de un producto laminado o una extrusión, que tiene la siguiente composición en porcentaje en peso:

20	Mg	> 3,0 - 4,5
	Mn	0,4 - 1,2
	Zn	0,4 - 1,7
	Zr	0,05 - 0,25
25	Cr	0,3 máx.
	Ti	0,2 máx.
	V	0,2 máx.
	Li	0,5 máx.
30	Sc	0,5 máx.
	Fe	0,5 máx.
	Si	0,5 máx.
	Cu	0,15 máx.
35	Ag	0,4 máx.

resto aluminio e impurezas inevitables, y las condiciones mostradas en la reivindicación 1.

De acuerdo con la invención se puede proporcionar una chapa de aleación o extrusión con mayor resistencia que la AA5454 y, en particular, las juntas soldadas de la presente aleación pueden tener resistencia más alta que las soldaduras de la estándar AA5454. También se han encontrado aleaciones de la presente invención con aumentadas resistencia mecánica a largo plazo y resistencia a la corrosión por exfoliación a temperaturas por encima de 80°C, que es la temperatura máxima de uso para la aleación AA5083. Los productos laminados de la aleación de acuerdo con la invención tienen una aptitud para la conformación por deformación al menos equivalente a las de la aleación estándar AA5454.

La invención también consiste en una estructura soldada o unida que tiene al menos una chapa soldada o extrusión de la aleación, expuesta antes. Preferentemente, la resistencia de seguridad de la soldadura es al menos 110 MPa, y más preferiblemente 120 MPa, y lo más preferible al menos 125 MPa.

La invención también consiste en el uso de la aleación de la invención como alambre de relleno de soldadura, y se proporciona preferentemente en forma de alambre estirado. El alambre puede fabricarse, por ejemplo, mediante la extrusión de la aleación a través de una matriz de múltiples agujeros. La barra extruida puede estirarse entonces en alambre mediante múltiples etapas de estiramiento. El alambre también puede producirse mediante continuas coladas de la aleación en forma de, por ejemplo, barra redonda. Las barras pueden enrollarse directamente, o después de una etapa de laminado, y entonces pueden estirarse posteriormente para producir el alambre de relleno de soldadura.

Se cree que las propiedades mejoradas disponibles con la invención, en particular los niveles más altos de resistencia en templados suaves endurecidos por medios mecánicos y en templados envejecidos, resultan de niveles de Mg, Mn, Zr en los intervalos indicados.

Además se cree que los niveles de Fe y Mn en el intervalo proporcionado contribuyen a la buena aptitud de la aleación para su conformación por deformación, en particular se obtienen buenos resultados cuando la relación Fe/Mn está en el intervalo 0,6 a 1,0.

ES 2 191 418 T5

Además, seleccionando el Mg y el Zn a niveles apropiados en el intervalo proporcionado se contribuye a la resistencia de la soldaduras, permitiendo un efecto natural de envejecimiento en la zona afectada por el calor en las soldaduras. En particular, se obtienen buenos resultados de resistencia más alta después de soldar cuando la relación Mg/Zn está en el intervalo 2 a 8.

5 Los productos laminados de la aleación de la invención pueden fabricarse por precalentamiento, laminado en caliente, opcionalmente laminado en frío con o sin recocido intermedio, y recocido/envejecimiento final del lingote de aleación Al-Mg de la composición seleccionada. Las condiciones son preferentemente tales que la temperatura para el precalentamiento está en el intervalo 300 a 530°C. La homogeneización opcional previa al laminado en caliente está en el intervalo de 350 a 580°C durante un tiempo no superior a 24 horas. Se aplica un laminado en frío opcional del 20 a 90% a la chapa laminada en caliente con o sin recocido intermedio. El recocido final y envejecimiento y el recocido intermedio son preferentemente a temperaturas en el intervalo de 80 a 550°C, y el periodo de normalización a la temperatura de recocido en el intervalo de 2 min. a 10 horas. Se aplica también un enfriamiento rápido con agua o aire de las chapas tras el recocido intermedio y/o final. El recocido debe realizarse después de la etapa de laminado 15 en caliente, y la chapa final puede estirarse un máximo del 10%.

Se describen a continuación las razones de las limitaciones de los elementos de la aleación y las condiciones de procesado de la aleación de aluminio según la presente invención.

20 Todos los porcentajes de la composición son en peso.

Mg: es el elemento primario de refuerzo en la aleación. Niveles de Mg por debajo del 3,0% no proporcionan la resistencia exigida en la soldadura, y cuando la adición supera el 5,0% es difícil la fabricación de la aleación. El nivel de Mg preferido está en el intervalo de > 3,0 a 4,5%, más preferiblemente en el intervalo de 3,5 a 4,5%, y lo más 25 preferible en el intervalo de 3,7% a 4,5%.

Mn: el Mn es un aditivo esencial. En combinación con Mg, Mn proporciona resistencia tanto al producto laminado como en las juntas soldadas de la aleación. Los niveles de Mn por debajo de 0,4% no pueden proporcionar la suficiente resistencia a las juntas soldadas de la aleación. Por encima de 1,2% la colada se hace más difícil. El intervalo preferido para el Mn es 0,4 a 0,75%, y más preferiblemente de 0,5 a 0,75%, lo cual representa un compromiso entre resistencia y facilidad de fabricación. 30

Los niveles de Fe y Mn han de ser seleccionados de forma que la relación Fe/Mn se encuentre en el intervalo 0,3 a 1,0, lo cual permite la formación de dispersoides que contienen Fe y Mn más globulares en el material de la presente invención gracias a los cuales se logra una buena aptitud para la conformación por deformación. Se prefiere mejor una 35 relación Fe/Mn en el intervalo de 0,3 a 0,7.

Zn: el Zn es un aditivo importante para la resistencia a la corrosión de la aleación. Por debajo de 0,4%, la adición de Zn no proporciona tanta resistencia a la corrosión intergranular como la de AA5454. A niveles de Zn superiores a 0,9%, la resistencia a la corrosión disminuye debido al efecto de la alteración no uniforme a largo plazo de la precipitación que contiene Mg. Por esta razón el nivel de Zn máximo es 0,9%. Los niveles de Zn tienen que elegirse de manera que la relación Mg/Zn esté en el intervalo de 2 a 8 que es necesario para conseguir un envejecimiento natural suficiente en la zona afectada por el calor de una soldadura y además equilibrar la microestructura para la resistencia 40 óptima a la corrosión.

Zr: el Zr es importante para lograr una estructura refinada de grano fino en la zona de fusión de juntas soldadas usando la aleación de la invención. Los niveles de Zr por encima de 0,25% tienden a dar como resultado partículas elementales en forma de agujas muy bastas que disminuyen la facilidad de fabricación de las aleaciones y la aptitud para la conformación por deformación de los productos laminados o extrusiones de la aleación, y por lo tanto el nivel de Zr no debe ser mayor de 0,25%. El nivel mínimo de Zr es 0,05% y, para proporcionar un refinado de grano suficiente se emplea un intervalo preferido de Zr de 0,10 a 0,20%. 45

Cr: el Cr mejora la resistencia a la corrosión de la aleación. Sin embargo, el Cr limita la solubilidad de Mn y Zr. Por lo tanto, para evitar la formación de gránulos gruesos de elementos fundamentales, el nivel de Cr no debe ser mayor de 0,3%. Un intervalo preferido para el Cr es hasta 0,15%. 50

Ti: el Ti es importante como refinador de grano durante la solidificación tanto de lingotes como de juntas soldadas producidas con la aleación de esta invención. Sin embargo, el Ti en combinación con Zr forma indeseables gránulos gruesos de elementos fundamentales. Para evitar esto, los niveles de Ti no deben ser mayores de 0,2% y el intervalo preferido para el Ti es no más de 0,1%. Un nivel mínimo adecuado para el Ti es 0,05%. El Ti puede ser sustituido en parte o por completo por V en el mismo intervalo de composición. 55

Li: el Li puede incluirse opcionalmente en la aleación hasta un máximo de 0,5%, preferentemente al menos 0,05%. El Li añadido forma compuestos intermetálicos con Mg o fomenta la precipitación de compuestos intermetálicos que contiene Mg en los gránulos. De cualquier forma, la adición de Li ayudará a mejorar la resistencia a la corrosión. 60

ES 2 191 418 T5

Sc: el Sc puede incluirse opcionalmente en la aleación hasta un máximo de 0,5%, preferentemente al menos 0,05%, para mejorar la resistencia mecánica y la resistencia intergranular a la corrosión mediante la formación de Al_3Sc o precipitados que contengan Mg y Sc.

5 Fe: el Fe forma compuestos de Al-Fe-Mn durante la colada, limitando de ese modo los efectos beneficiosos debidos al Mn. Los niveles de Fe por encima de 0,5% causan la formación de partículas gruesas de elementos fundamentales que disminuyen la resistencia a la fatiga de las juntas soldadas de la aleación de la invención. El intervalo preferido para el Fe es 0,15 a 0,35%, más preferiblemente 0,20 a 0,30%.

10 Si: el Si también se combina con el Fe para formar una fase de partículas gruesas Al-Fe-Si que puede afectar a la resistencia a la fatiga de las juntas soldadas de la aleación. Para evitar la pérdida en el elemento primario de refuerzo Mg debida a la formación de Mg_2Si , el nivel de Si no debe ser mayor de 0,5%. El intervalo preferido para el Si es 0,07% a 0,25%, más preferiblemente 0,10 a 0,20%.

15 Cu: el Cu no debe ser mayor de 0,15%. Niveles de Cu superiores a 0,15% dan lugar a un deterioro inaceptable en la resistencia a la corrosión por picadura de los productos laminados de la aleación de esta invención. El nivel preferido para el Cu no supera el 0,1%.

20 Ag: la Ag puede incluirse opcionalmente en la aleación hasta un máximo de 0,4%, preferentemente al menos 0,05%, para mejorar más la resistencia mecánica a la corrosión.

El resto es aluminio e impurezas inevitables. Típicamente cada elemento impureza está presente en 0,05% como máximo y el total de las impurezas es 0,15% máximo.

25 Ahora se describirán los métodos de fabricación del producto de la invención.

El precalentamiento previo al laminado en caliente se realiza a una temperatura en el intervalo de 300 a 530°C. El tratamiento opcional de homogeneización previo al precalentamiento se realiza normalmente a una temperatura en el intervalo de 350 a 580°C, en una o varias etapas. En cualquier caso, la homogeneización disminuye la segregación de los elementos de la aleación en el material como colada. En varias etapas, pueden precipitarse intencionadamente Zr, Cr y Mn para controlar las microestructuras del material de salida del tren de laminado en caliente. Si el tratamiento se realiza por debajo de 350°C, el efecto resultante de la homogeneización es inadecuado. Si la temperatura está por encima de 580°C, puede que se produzca una fusión eutéctica que dé como resultado en una indeseable formación de poro. El tiempo preferido del tratamiento de homogeneización está entre 1 y 24 horas.

35 Utilizando un proceso de laminado en caliente estrictamente controlado, es posible eliminar etapas de laminado en frío y/o recocido en la ruta del proceso para obtener las chapas.

40 De un 20 a un 90% de la reducción del laminado en frío puede aplicarse a chapa o lámina laminada en caliente antes del recocido final. Las reducciones de laminado en frío tal como al 90% pueden necesitar un tratamiento de recocido intermedio para evitar el agrietamiento durante el laminado. El recocido final o el envejecimiento pueden realizarse en ciclos que comprenden una o varias etapas en cualquiera de los casos, durante el calentamiento y/o mantenimiento y/o enfriamiento desde la temperatura de recocido.

45 El periodo de calentamiento está preferentemente en el intervalo de 2 min. a 15 horas. La temperatura de recocido está en el intervalo de 80 a 550°C dependiendo del templado. Se prefiere una temperatura en el intervalo de 200 a 480°C para producir templados suaves. El periodo de homogeneización a la temperatura de recocido está preferentemente en el intervalo de 10 min. a 10 horas. Si se aplica, las condiciones del recocido intermedio pueden ser similares a las del recocido final. Además, los materiales que salen del horno de recocido pueden enfriarse con agua o con aire. 50 Las condiciones del recocido intermedio son similares a las del recocido final. Puede aplicarse a la chapa final un estiramiento o nivelado en el intervalo de 0,5 a 10%.

Ejemplo

55 En una prueba a escala de laboratorio se han fundido 7 aleaciones, ver Tabla 1. Las aleaciones 1 a 3 son ejemplos comparativos, de los cuales la aleación 1 está dentro de la gama de la AA5454 y la aleación 3 dentro de la gama de la AA5083. Las aleaciones 4 a 7 son todas ejemplos de la aleación de acuerdo con esta invención.

60 Los lingotes fundidos se han homogeneizado durante 14 horas a 510°C, y se han laminado entonces en caliente desde 80 mm hasta 3 mm. En ese momento se laminaron en frío desde 3 a 2 mm y se recocieron, y posteriormente se laminaron en frío hasta la medida final de 1,2 mm. Las láminas laminadas en frío se recocieron al final durante 1 h a 350°C, utilizando una velocidad de calentamiento y enfriamiento de 30°C/h.

65 Los materiales obtenidos se han ensayado a temperatura ambiente por sus propiedades mecánicas en ambas direcciones L y TL, ver Tabla 2. Se sabe que, dentro de los errores experimentales, los resultados del ensayo de tensión de muestras de temple-O son indicativos equivalentes a la resistencia en estado soldado. Adicionalmente, los materiales se han ensayado para determinar su comportamiento ante la corrosión. Para el ensayo de pérdida de peso de acuerdo con ASTM G67, se ha probado el material tanto sin sensibilizar como sensibilizado. Se ha usado ASTM G67 para

ES 2 191 418 T5

determinar la resistencia de las aleaciones a la corrosión intergranular. Se ha sensibilizado nuevo material durante 24 horas a 150°C. Los resultados se enumeran en Tabla 3. Se ha probado la resistencia a la corrosión por picadura y exfoliación en el estado soldado usando el ensayo ASSET de acuerdo con ASTM G66. Los resultados se enumeran en la Tabla 4, en la que PA y PB significan picado ligero y picado moderado, respectivamente.

De los resultados de la Tabla 2 se puede ver que la aleación de acuerdo con la invención tiene propiedades mecánicas superiores a aquellas de AA5454 y comparables a la aleación AA5083. Una comparación de valores de alargamiento uniforme de las aleaciones indica que la ductilidad de las aleaciones son aproximadamente las mismas sugiriendo que las aptitudes de las aleaciones de la invención para su conformación por deformación son equivalentes a AA5454. Además, de los resultados de las Tablas 3 y 4, se puede ver que la aleación de acuerdo con la invención y la aleación de referencia AA5454 tienen valores de pérdida de peso menores que 15 mg/cm², tanto antes como después de la sensibilización a 150°C durante 25 horas. Por lo tanto, de acuerdo con la especificación ASTM G67, estos materiales pueden considerarse como resistentes a la corrosión intergranular. Sin embargo, la aleación 3 (AA5083) tiene un valor de pérdida de peso de 22 mg/cm² en condiciones de sensibilización y por lo tanto es susceptible a la corrosión intergranular. Como las aleaciones de acuerdo con la invención tienen una mejor resistencia a la corrosión comparada con AA5083, pueden usarse en aplicaciones a temperaturas de trabajo mayores de 80°C y típicamente alrededor de 100°C.

TABLA 1

Aleación	Inv.	Elementos de la aleación (en % peso)								
		Mg	Mn	Zn	Cu	Zr	Fe	Si	Cr	Ti
1	No	2,6	0,75	0,02	0,05	-	0,31	0,15	0,10	0,02
2	No	3,4	0,51	0,02	0,05	-	0,31	0,14	0,15	0,02
3	No	4,3	0,51	0,02	0,05	-	0,31	0,14	0,10	0,02
4	Sí	4,0	0,73	0,78	0,05	0,13	0,31	0,14	0,05	0,02
5	Sí	3,9	0,74	0,53	0,05	0,13	0,31	0,14	0,05	0,02
6	Sí	4,0	0,73	0,78	0,05	0,10	0,32	0,14	0,10	0,02
7	Sí	4,0	0,73	0,78	0,05	0,15	0,32	0,14	0,05	0,02

TABLA 2

Aleación	Dirección-L			Dirección -LT		
	0,2 PS [MPa]	UTS [MPa]	Ag [%]	0,2 PS [MPa]	UTS [MPa]	Ag [%]
1	98	237	17	98	228	14
2	121	264	16	114	255	17
3	136	293	17	131	285	18
4	127	290	17	123	281	14
5	139	292	19	131	284	21
6	131	294	19	129	288	15
7	138	294	16	140	294	14

ES 2 191 418 T5

TABLA 3

Aleación	Sin sensibilización	Sensibilizada 24h/150°C
	Pérdida de peso [mg/cm ²]	Pérdida de peso [mg/cm ²]
1	1	1
2	1	2,5
3	3	22
4	2	3
5	2	5,5
6	2	3
7	2	2,5

TABLA 4

Aleación	Resultados ensayo ASSET
1	PA/PB + burbujas
2	PA/PB + burbujas
3	PB + burbujas
4	PB
5	PB
6	PB
7	PB

ES 2 191 418 T5

REIVINDICACIONES

1. Aleación de aluminio-magnesio en forma de un producto laminado o una extrusión, que tiene la siguiente
5 composición en porcentaje en peso.

	Mg	> 3,0 - 4,5
	Mn	0,4 - 1,2
10	Zn	0,4 - 0,9
	Zr	0,05 - 0,25
	Cr	0,3 máx.
	Ti	0,2 máx.
15	V	0,2 máx.
	Li	0,5 máx.
	Sc	0,5 máx.
	Fe	0,5 máx.
20	Si	0,5 máx.
	Cu	0,15 máx.
	Ag	0,4 máx.

25 y con la condición de que la relación Fe/Mn esté en el intervalo 0,3 a 1,0 que la relación Mg/Zn esté en el intervalo
de 2 a 8

	otros	(cada uno) máx. 0,05
30		(total) máx. 0,15
	resto	aluminio.

35 2. Aleación de aluminio-magnesio conforme a la reivindicación 1, que tiene un templado seleccionado entre un
templado suave, un templado endurecido por medios mecánicos, un templado envejecido de forma natural y un tem-
plado envejecido de forma artificial.

3. Aleación de aluminio-magnesio conforme a una cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, en la que el contenido
de Mg está en el intervalo 3,5 a 4,5% en peso.

40 4. Aleación de aluminio-magnesio conforme a una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que el contenido
de Cu está en el intervalo 0,1% en peso como máximo.

45 5. Aleación de aluminio-magnesio conforme a una cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 4, en la que el contenido
de Mn está en el intervalo 0,4 a 0,75%.

6. Estructura soldada que comprende al menos una chapa o extrusión soldada hecha de aleación de aluminio-
magnesio conforme a una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

50 7. Estructura soldada conforme a la reivindicación 6, en la que la resistencia de seguridad de la soldadura de dicha
chapa o extrusión es al menos 110 MPa.

8. Estructura de junta que comprende al menos una chapa o extrusión hecha de aleación de aluminio-magnesio
conforme a una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

55 9. Uso de una aleación de aluminio-magnesio conforme a una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 a una
temperatura de trabajo mayor de 80°C.

60 10. Uso de una aleación de aluminio-magnesio conforme a una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 como
aleación de relleno de soldadura.

65