

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 718 395**

51 Int. Cl.:

**C22C 21/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.04.2015 PCT/US2015/027224**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.11.2015 WO15167916**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.04.2015 E 15786483 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2019 EP 3137642**

54 Título: **Aleaciones de fundición de aluminio 7xx mejoradas, y métodos para fabricar las mismas**

30 Prioridad:

**30.04.2014 US 201461986249 P**

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

**01.07.2019**

73 Titular/es:

**ALCOA USA CORP. (100.0%)  
201 Isabella Street  
Pittsburgh, PA 15212-5858, US**

72 Inventor/es:

**YAN, XINYAN;  
SIMIELLI, EIDER;  
LIN, JEN C.;  
ZHANG, WENPING y  
BRYANT, JAMES DANIEL**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 718 395 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**

Aleaciones de fundición de aluminio 7xx mejoradas, y métodos para fabricar las mismas

**5 ANTECEDENTES**

Las aleaciones de aluminio son útiles en una diversidad de aplicaciones. Sin embargo, la mejora de una propiedad de una aleación de aluminio sin degradar otra propiedad es difícil de conseguir. Por ejemplo, es difícil aumentar la resistencia de una aleación de fundición de aluminio sin afectar otras propiedades, tales como la colabilidad, el alargamiento o el agrietamiento por corrosión en tensión. Véase, por ejemplo, la Publicación de Solicitud de Patente de Estados Unidos N.º 2008/0066833.

**RESUMEN DE LA DIVULGACIÓN**

15 En términos generales, la presente solicitud de patente se refiere a aleaciones de fundición de aluminio 7xx mejoradas y métodos para producirlas. Las nuevas aleaciones de fundición de aluminio 7xx pueden lograr, por ejemplo, una combinación mejorada de al menos dos propiedades entre fuerza, resistencia a la corrosión, colabilidad y resistencia a la rotura por fatiga, entre otras propiedades.

20 Las nuevas aleaciones de fundición de aluminio 7xx comprenden, generalmente (y en algunos casos consisten esencialmente en, o consisten en), cinc (Zn), magnesio (Mg), cobre (Cu) y vanadio (V) como elementos de aleación primarios, y al menos un elemento secundario seleccionado del grupo que consiste en manganeso (Mn), cromo (Cr), zirconio (Zr), titanio (Ti) y boro (B), siendo el resto aluminio (Al), hierro (Fe), silicio (Si) y otros elementos, como se define a continuación. La composición de aleación es como se define en la reivindicación 1 de las reivindicaciones adjuntas.

Con respecto al cinc, las nuevas aleaciones de fundición de aluminio 7xx incluyen del 3,0 al 8,0% en peso de Zn. En una forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye no más del 7,5% en peso de Zn. En otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye no más del 7,0% en peso de Zn. Aún en otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye no más del 6,5% en peso de Zn. En otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye no más del 6,0% en peso de Zn. Aún en otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye no más del 5,5% en peso de Zn. En otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye no más del 5,0% en peso de Zn. En una forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye al menos el 3,25% en peso de Zn. En otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye al menos el 3,5% en peso de Zn. Aún en otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye al menos el 3,75% en peso de Zn. En otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye al menos el 4,0% en peso de Zn.

Las nuevas aleaciones de fundición de aluminio 7xx incluyen magnesio en el intervalo del 1,0 al 3,0% en peso de Mg. La cantidad de cinc es superior a la cantidad de magnesio. En una forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye no más del 2,75% en peso de Mg. En otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye no más del 2,5% en peso de Mg. Aún en otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye no más del 2,25% en peso de Mg. En otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye no más del 2,0% en peso de Mg. Aún en otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye no más del 1,8 % en peso de Mg. En una forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye al menos el 1,1 % en peso de Mg. En otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye al menos el 1,2 % en peso de Mg. Aún en otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye al menos el 1,3% en peso de Mg. En otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye al menos el 1,4 % en peso de Mg.

Las nuevas aleaciones de fundición de aluminio 7xx contienen cobre en el intervalo del 0,35 al 1,0% en peso de Cu. La cantidad de magnesio es superior a la cantidad de cobre. Como se muestra a continuación, el cobre puede facilitar, por ejemplo, una resistencia a la corrosión y/o fuerza mejoradas. En una forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye no más del 0,95% en peso de Cu. En otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye no más del 0,90% en peso de Cu. Aún en otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye no más del 0,85% en peso

de Cu. En otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye no más del 0,80% en peso de Cu. En una forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye al menos 0,40% en peso de Cu. En otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye al menos 0,45% en peso de Cu. Aún en otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye al menos 0,50% en peso de Cu. En otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye al menos 0,55% en peso de Cu. Aún en otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye al menos 0,60% en peso de Cu.

Las nuevas aleaciones de fundición de aluminio 7xx incluyen del 0,06 al 0,30 % en peso de V.

10 Como se muestra a continuación, el vanadio puede facilitar, por ejemplo, una resistencia a la corrosión mejorada. En una forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye no más del 0,25 % en peso de V. En otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye no más del 0,20 % en peso de V. En aún otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye no más del 0,18 % en peso de V. En otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye no más del 0,16 % en peso de V. En aún otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye no más del 0,15 % en peso de V. En otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye no más del 0,14 % en peso de V. En aún otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye no más del 0,13 % en peso de V. En otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye no más del 0,12 % en peso de V. En aún otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye no más del 0,11 % en peso de V. En otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye al menos el 0,07 % en peso de V. En aún otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye al menos el 0,08 % en peso de V. En otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye al menos el 0,09 % en peso de V. No debe usarse más de 0,15% en peso de V cuando las propiedades de fatiga son importantes.

Las nuevas aleaciones de fundición de aluminio 7xx incluyen del 0,01 al 1,0 % en peso (en total) de uno o más elementos secundarios, en las que los elementos secundarios se seleccionan del grupo que consiste en manganeso, zirconio, cromo, titanio, boro y combinaciones de los mismos. Dichos elementos secundarios pueden ayudar, al menos parcialmente, por ejemplo, a lograr el tamaño y la estructura de grano apropiados. En una forma de forma de realización, las nuevas aleaciones de fundición de aluminio 7xx incluyen del 0,10 al 0,80 % en peso (en total) de los elementos secundarios. En otra forma de forma de realización, las nuevas aleaciones de fundición de aluminio 7xx incluyen del 0,15 al 0,60 % en peso (en total) de los elementos secundarios. En otra forma de forma de realización, las nuevas aleaciones de fundición de aluminio 7xx incluyen del 0,15 al 0,45 % en peso (en total) de los elementos secundarios. El uno o más elementos secundarios pueden incluirse en la aleación de fundición de aluminio 7xx, y en cualquier combinación que facilite el tamaño y la estructura de grano apropiados, siempre que la cantidad total de los elementos secundarios esté dentro del alcance de los intervalos proporcionados anteriormente. En una forma de forma de realización, los elementos secundarios incluyen al menos zirconio. En otra forma de forma de realización, los elementos secundarios incluyen al menos zirconio y titanio. Aún en otra forma de forma de realización, los elementos secundarios incluyen al menos zirconio, titanio y boro. Aún en otra forma de forma de realización, los elementos secundarios incluyen al menos zirconio, manganeso, titanio y boro. En algunas de estas formas de realización, la aleación de fundición de aluminio 7xx está sustancialmente libre de cromo, como se define a continuación. En otra forma de forma de realización, los elementos secundarios incluyen zirconio, manganeso, titanio, cromo y boro. En otras formas de realización, la aleación de fundición de aluminio 7xx incluye al menos cromo, pero está sustancialmente libre de uno o más de manganeso, circonio, titanio y boro, como se define a continuación.

En formas de realización donde está presente manganeso, las nuevas aleaciones de fundición de aluminio 7xx incluyen, generalmente, del 0,01 al 0,50% en peso de Mn. En una forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye del 0,01 al 0,25 % en peso de Mn. En otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye del 0,01 al 0,15 % en peso de Mn. En aún otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye del 0,01 al 0,10 % en peso de Mn. En otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye del 0,01 al 0,09 % en peso de Mn. En aún otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye del 0,01 al 0,08 % en peso de Mn. En aún otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye del 0,01 al 0,07 % en peso de Mn. En algunas formas de realización, las nuevas aleaciones de fundición de aluminio 7xx están sustancialmente libres de manganeso y, en estas formas de realización, contienen menos del 0,01 % en peso de Mn.

En formas de realización donde está presente zirconio, las nuevas aleaciones de fundición de aluminio 7xx generalmente incluyen del 0,05 al 0,25 % en peso de Zr. En una forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye del 0,05 al 0,20 % en peso de Zr. En otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye del 0,07 al 0,18 % en peso de Zr. En algunas formas de realización, las nuevas aleaciones de fundición de aluminio 7xx están sustancialmente libres de zirconio, y, en estas formas de realización, contienen menos del 0,05 % en peso de Zr, tal como menos del 0,03 % en peso de Zr, o menos del 0,01 % en peso de Zr.

En formas de realización donde está presente cromo, las nuevas aleaciones de fundición de aluminio 7xx generalmente incluyen del 0,05 al 0,40 % en peso de Cr. En una forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye del 0,10 al 0,35 % en peso de Cr. En otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye del 0,15 al 0,25 % en peso de Cr. En algunas formas de realización, las nuevas aleaciones de fundición de aluminio 7xx están sustancialmente libres de cromo, y, en estas formas de realización, contienen menos del 0,05 % en peso de Cr, tal como menos del 0,03 % en peso de Cr, o menos del 0,01 % en peso de Cr.

En formas de realización donde está presente titanio, las nuevas aleaciones de fundición de aluminio 7xx generalmente incluyen del 0,01 al 0,25 % en peso de Ti. En una forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye del 0,01 al 0,15 % en peso de Ti. En otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye del 0,01 al 0,10 % en peso de Ti. En aún otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye del 0,01 al 0,08 % en peso de Ti. En otra forma de forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye del 0,02 al 0,07 % en peso de Ti. En algunas formas de realización, las nuevas aleaciones de fundición de aluminio 7xx están sustancialmente libres de titanio, y, en estas formas de realización, contienen menos del 0,01 % en peso de Ti, tal como menos del 0,005 % en peso de Ti, o menos del 0,001 % en peso de Ti.

En formas de realización donde está presente boro, las nuevas aleaciones de fundición de aluminio 7xx generalmente incluyen del 0,001 al 0,050 % en peso de B. En una forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye del 0,005 al 0,040 % en peso de B. En otra forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye del 0,010 al 0,030 % en peso de B. En algunas formas de realización, las nuevas aleaciones de fundición de aluminio 7xx están sustancialmente libres de boro, y, en estas formas de realización, contienen menos del 0,001 en peso % de Ti, tal como menos del 0,0005 % en peso de B, o menos del 0,0001 % en peso de B.

Las nuevas aleaciones de fundición 7xx pueden incluir hierro, hasta el 0,50% en peso de Fe, a veces como una impureza. En una forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye no más del 0,35 % en peso de Fe. En otra forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye no más del 0,25 % en peso de Fe. En aún otra forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye no más del 0,15 % en peso de Fe. En otra forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye no más del 0,10 % en peso de Fe. En una forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye al menos el 0,01 % en peso de Fe.

Las nuevas aleaciones de fundición 7xx pueden incluir silicio, hasta el 0,25 % en peso de Si, algunas veces como una impureza. En una forma de realización, una nueva aleación de fundición 7xx incluye no más del 0,20 % en peso de Si. En otra forma de realización, una nueva aleación de fundición 7xx incluye no más del 0,15 % en peso de Si. En aún otra forma de realización, una nueva aleación de fundición 7xx incluye no más del 0,10 % en peso de Si. En otra forma de realización, una nueva aleación de fundición 7xx incluye no más del 0,05 % en peso de Si. En una forma de realización, una nueva aleación de fundición de aluminio 7xx incluye al menos el 0,01 % en peso de Si.

La nueva aleación de fundición de aluminio 7xx está sustancialmente libre de otros elementos. Como se usa en el presente documento, "otros elementos" significa cualquier otro elemento de la tabla periódica que no sea cinc, magnesio, cobre, vanadio, manganeso, zirconio, cromo, titanio, boro, hierro y silicio enumerados anteriormente, como se ha descrito anteriormente. En el contexto de este párrafo, la frase "sustancialmente libre" significa que las nuevas aleaciones de fundición de aluminio 7xx contienen no más del 0,05% en peso de cualquier elemento de los demás elementos, con la cantidad total combinada de estos otros elementos no superior al 0,15% en peso en las nuevas aleaciones de fundición de aluminio 7xx. En otra forma de realización, cada uno de estos otros elementos, individualmente, no supera el 0,03% en peso en las nuevas aleaciones de fundición de aluminio 7xx, y la cantidad total combinada de estos otros elementos no supera el 0,10% en peso en las nuevas aleaciones de fundición de aluminio.

En una forma de realización, la nueva aleación de fundición de aluminio 7xx se funde en una pieza fundida con forma 7xx. A este respecto, la etapa de fundición puede ser fundición a baja presión, molde permanente por gravedad, molde semipermanente, prensado, fundición, fundición en molde con arena y fundición por centrifugación/rotación. Después de la fundición, la aleación de fundición 7xx puede templarse, tal como por tratamiento térmico de solución y, después, la inactivación, y, después, el envejecimiento natural o artificial. Los temples adecuados incluyen los temples T4, T5, T6 y T7, por ejemplo.

La pieza fundida con forma 7xx puede usarse en cualquier aplicación adecuada, tal como en una cualquiera de una aplicación automotriz, aeroespacial, industrial o de transporte comercial, entre otros. En una forma de realización, la pieza fundida con forma 7xx es una pieza automotriz (por ejemplo, una pieza de carrocería en blanco (BIW); una pieza de la suspensión). En una forma de realización, la pieza fundida con forma 7xx se incluye en un automóvil. En una forma de realización, la pieza fundida con forma 7xx es una pieza aeroespacial. En una forma de realización, la pieza fundida con forma 7xx se incluye en un vehículo aeroespacial. En una forma de realización, la pieza fundida con forma 7xx es una pieza industrial. En una forma de realización, la pieza fundida con forma 7xx es una pieza de transporte comercial. En una forma de realización, la pieza fundida con forma 7xx se incluye en un vehículo de transporte comercial.

Aunque las nuevas aleaciones 7xx se han descrito como aleaciones de fundición con forma, se anticipa que las composiciones de aleación descritas en el presente documento pueden ser útiles también en la producción de productos forjados. Por ejemplo, las aleaciones descritas en el presente documento pueden fundirse (por ejemplo, como lingote o barra), después, homogeneizarse y, después, trabajarse en caliente hasta una forma intermedia o final (por ejemplo, trabajo en frío después del trabajo en caliente cuando el trabajo en caliente produce una forma intermedia). En una forma de realización, el trabajo en caliente es el forjado. En una forma de realización, el forjado produce un producto conformado, tal como un producto de rueda. En otra forma de realización, el trabajo en caliente es la laminación o la extrusión. Después del trabajo en caliente (y cualquier trabajo en frío opcional), la nueva aleación puede templarse, tal como por tratamiento térmico de solución y, después, el enfriamiento y, después, el envejecimiento natural o artificial. Los temples adecuados incluyen los temples T4, T5, T6 y T7, por ejemplo. En una forma de realización, las nuevas composiciones de aleación descritas en el presente documento se procesan en un producto de rueda forjado por los procesos descritos en la Publicación de Solicitud de Patente de Estados Unidos 2006/0000094 de propiedad común.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA

### 35 Ejemplo 1

Varias aleaciones de fundición de aluminio 7xx que tienen las composiciones mostradas en la Tabla 1, a continuación, se fundieron por solidificación direccional. Las dimensiones de las aleaciones direccionalmente solidificadas eran aproximadamente 25,4 mm (1 pulgada) de espesor, 102 mm (4 pulgadas) de ancho, y 254 mm (10 pulgadas) de largo.

Tabla 1 - Composición de las aleaciones del Ejemplo 1 (en % en peso)

Aleación	Composición real, % en peso									
	Zn	Mg	Cu	Fe	Si	Mn	Ti	V	Zr	B
A1	4,21	1,55	0,65	0,08	0,05	0,05	0,07	0,009	0,09	0,02
A2	4,20	1,56	0,65	0,08	0,05	0,05	0,07	0,057	0,09	0,02
A3	4,35	1,62	0,63	0,08	0,05	0,05	0,06	0,103	0,09	0,02
A4	4,33	1,63	0,63	0,08	0,05	0,05	0,07	0,151	0,09	0,02

Las aleaciones A2-A4 son aleaciones de la invención.

Después de la fundición, las aleaciones se calentaron en solución mediante calentamiento de temperatura ambiente a aproximadamente 515,6 °C (960 °F), en aproximadamente 2 horas, se mantuvieron a aproximadamente 515,6 °C (960 °F) durante 6 horas y, después, se inactivaron en agua hirviendo. Después, las aleaciones se envejecieron naturalmente durante aproximadamente 12-24 horas y, después, se envejecieron artificialmente mediante calentamiento a aproximadamente 204 °C (400 °F) en aproximadamente 50 minutos, con mantenimiento a aproximadamente 204 °C (400 °F) durante aproximadamente 10 minutos, enfriamiento a 182 °C (360 °F) en aproximadamente 15 minutos, mantenimiento a 182 °C (360 °F) durante aproximadamente 4 horas y, después,

enfriamiento con aire a temperatura ambiente.

La resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión (SCC) de las aleaciones fue entonces según la norma ASTM G103-97 (2011), la "Práctica estándar para evaluar la resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión de las aleaciones de Al-Zn-Mg-Cu de la serie 7XXX de bajo contenido en cobre en la ebullición de una solución de cloruro de sodio al 6%". Se usó nivel de tensión de 240 MPa para todos los especímenes evaluados. Se usaron cinco especímenes de SCC replicadas para cada aleación. Los resultados de SCC se muestran en la Tabla 2, a continuación.

10 **Tabla 2 - Resultados de la prueba de sal en ebullición de SCC de las aleaciones del Ejemplo 1**

Aleación	Días hasta el fallo				
	10	OK 14	2,91	OK 14	5,9
A2	7,23	OK 14	OK 14	OK 14	OK 14
A3	OK 14	OK 14	OK 14	OK 14	OK 14
A4	OK 14	OK 14	OK 14	OK 14	OK 14

"OK 14" = pasaron 14 días de prueba sin ningún fallo.

La adición de vanadio mejora el rendimiento de SCC de las aleaciones de Al-Zn-Mg-Cu. Dos especímenes de aleación A1 fallaron en el transcurso de una semana en las pruebas de sal en ebullición, mientras que los especímenes de aleaciones que contenían vanadio pasaron pruebas de sal en ebullición de 1 semana sin ningún fallo. Un contenido de vanadio mayor conduce a un mejor rendimiento de SCC. Dos especímenes de SCC de aleación A2 (0,057% en peso de V) fallaron entre un periodo de una a dos semanas, mientras que los especímenes de A3 (0,103% en peso de V) y A4 (0,151% en peso de V) pasaron dos semanas sin ningún fallo.

20 Las propiedades mecánicas de las aleaciones se probaron también según la norma ASMT B557 y E8, cuyos resultados se muestran en la Tabla 3, a continuación. La adición de vanadio no tuvo un impacto material en el límite elástico o resistencia a la tracción, pero sí redujo ligeramente el alargamiento.

25 **Tabla 3 - Propiedades mecánicas de las aleaciones del Ejemplo 1**

Aleación	Límite elástico, MPa	Resistencia a la tracción, MPa	Alargamiento, %
A1	320,8	376,0	11,0
A2	305,9	365,4	10,3
A3	323,4	376,9	9,0
A4	321,3	375,0	9,0

## Ejemplo 2

30 Varias aleaciones de fundición de aluminio 7xx que tienen las composiciones mostradas en la Tabla 4, a continuación, se prepararon según el Ejemplo 1. El SCC y las propiedades mecánicas se midieron nuevamente usando las mismas pruebas y condiciones de ASTM usadas en el Ejemplo 1, cuyos resultados se muestran en las Tablas 5-6, a continuación.

**Tabla 4 - Composición de las aleaciones del Ejemplo 2 (en % en peso)**

Aleación	Composición real, % en peso									
	Zn	Mg	Cu	Fe	Si	Mn	Ti	V	Zr	B
B1	4,39	1,61	-	0,10	0,05	0,05	0,07	0,11	0,093	0,02
B2	4,38	1,61	0,25	0,10	0,05	0,05	0,07	0,11	0,093	0,02
B3	4,38	1,62	0,48	0,10	0,05	0,05	0,07	0,10	0,091	0,02
B4	4,39	1,61	0,78	0,10	0,05	0,05	0,07	0,11	0,091	0,02

35

40

Las aleaciones B3 y B4 son aleaciones de la invención.

Tabla 5 - Resultados de la prueba de sal en ebullición de SCC para las aleaciones del Ejemplo 2

Aleación	Días hasta el fallo				
B1	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
B2	0,08	0,75	3,74	0,75	0,92
B3	OK7	OK7	OK7	OK7	OK7
B4	OK7	OK7	OK7	5,77	OK7

5 "OK 7" = pasaron 7 días de prueba sin ningún fallo.

Tabla 6 - Propiedades mecánicas de las aleaciones del Ejemplo 2

Aleación	Límite elástico, MPa	Resistencia a la tracción, MPa	Alargamiento, %
B1	268,5	323,0	12,0
B2	284,5	338,8	10,3
B3	301,5	353,8	8,7
B4	323,0	367,2	6,7

10 Como se muestra en la Tabla 5, el cobre tuvo un impacto significativo en el rendimiento de SCC. Todos los especímenes de la aleación sin cobre (B1) fallaron en menos de 2 horas (0,08 días). Todos los especímenes de la aleación con el 0,48% en peso de Cu (B3) pasaron 7 días de prueba a un nivel de tensión de 240 MPa. Como se muestra en la Tabla 6, el aumento de cobre aumenta generalmente la resistencia, pero disminuye el alargamiento.

**REIVINDICACIONES**

1. Una aleación de fundición de aluminio que consiste en:
  - 5 (a) del 3,0 al 8,0 % en peso de Zn;
  - (b) del 1,0 al 3,0 % en peso de Mg;  
en la que el % en peso de Zn excede el % en peso de Mg;
  - (c) del 0,35 al 1,0 % en peso de Cu;  
en la que el % en peso de Mg excede el % en peso de Cu;
  - 10 (d) del 0,06 al 0,30 % en peso de V;
  - (e) del 0,01 al 1,0 % en peso de al menos un elemento secundario, en la que el al menos un elemento secundario se selecciona del grupo que consiste en Mn, Cr, Zr, Ti, B, y combinaciones de los mismos;  
en la que, cuando está presente, la aleación de fundición de aluminio incluye no más del 0,50 % en peso de Mn como elemento secundario;
  - 15 en la que, cuando está presente, la aleación de fundición de aluminio incluye no más del 0,40 % en peso de Cr como elemento secundario;
  - en la que, cuando está presente, la aleación de fundición de aluminio incluye no más del 0,25 % en peso de Zr como elemento secundario;
  - 20 en la que, cuando está presente, la aleación de fundición de aluminio incluye no más del 0,25 % en peso de Ti como elemento secundario;
  - en la que, cuando está presente, la aleación de fundición de aluminio incluye no más del 0,05 % en peso de B como elemento secundario;
  - (f) hasta el 0,50 % en peso de Fe
  - (g) hasta el 0,25 % en peso de Si; y
  - 25 (h) siendo el resto aluminio y otros elementos, en la que la aleación de fundición de aluminio no incluye más del 0,05 % en peso de cada uno de los demás elementos, y en la que la aleación de fundición de aluminio no incluye más del 0,15 % en peso en total de los demás elementos.
2. La aleación de fundición de aluminio de la reivindicación 1, en la que la aleación incluye el 3,5 - 7,0 %  
30 en peso de Zn.
3. La aleación de fundición de aluminio de la reivindicación 1, en la que la aleación incluye el 4,0 - 6,0 %  
en peso de Zn.
- 35 4. La aleación de fundición de aluminio de la reivindicación 1, en la que la aleación incluye el 4,0 - 5,0 %  
en peso de Zn.
5. La aleación de fundición de aluminio de la reivindicación 1, en la que la aleación incluye el 1,2 - 2,5 %  
en peso de Mg.
- 40 6. La aleación de fundición de aluminio de la reivindicación 1, en la que la aleación incluye el 1,4 - 2,0 %  
en peso de Mg.
7. La aleación de fundición de aluminio de la reivindicación 1, en la que la aleación incluye el 1,4 - 1,8 %  
45 en peso de Mg.
8. La aleación de fundición de aluminio de la reivindicación 1, en la que la aleación incluye el 0,40 - 0,95  
% en peso de Cu.
- 50 9. La aleación de fundición de aluminio de la reivindicación 1, en la que la aleación incluye al menos el  
0,50 - 0,90 % en peso de Cu.
10. La aleación de fundición de aluminio de la reivindicación 1, en la que la aleación incluye el 0,60 - 0,80  
% en peso de Cu.
- 55 11. La aleación de fundición de aluminio de la reivindicación 1, en la que la aleación incluye el 0,01 - 0,15  
% en peso de Fe y el 0,01 - 0,10 % en peso de Si.
12. La aleación de fundición de aluminio de la reivindicación 1, en la que la aleación incluye el 0,05 - 0,20

% en peso de Zr y del 0,01 al 0,15 % en peso de Mn.

13. La aleación de fundición de aluminio de la reivindicación 12, en la que la aleación incluye el 0,10 - 0,35 % en peso de Cr.

5

14. La aleación de fundición de aluminio de la reivindicación 13, en la que la aleación incluye el 0,01 - 0,10 % en peso de Ti.

15. La aleación de fundición de aluminio de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la aleación incluye el 0,06 - 0,15 % en peso de V.

10