

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 703 557**

51 Int. Cl.:

C22C 21/00 (2006.01)

C22F 1/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.09.2015 PCT/US2015/049321**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.03.2016 WO16040562**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.09.2015 E 15771820 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.11.2018 EP 3191611**

54 Título: **Aleaciones para productos de aluminio altamente conformados y métodos para fabricarlos**

30 Prioridad:
12.09.2014 US 201462049445 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.03.2019

73 Titular/es:
**NOVELIS INC. (100.0%)
3560 Lenox Road, Suite 2000
Atlanta, GA 30326, US**

72 Inventor/es:
**GO, JOHNSON;
KANG, DAEHOON y
HAMERTON, RICHARD**

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 703 557 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 para productos de aluminio altamente conformados y métodos para fabricarlos

Campo de la invención

5 La presente invención proporciona una nueva aleación. En una realización, la aleación es una aleación de aluminio altamente conformable. La invención se refiere además al uso de la aleación para producir productos de aluminio altamente conformables, que incluyen botellas y latas.

Antecedentes

10 Se desean aleaciones conformables para su uso en la fabricación de latas y botellas altamente conformables. El documento US 3 318 733, por ejemplo, se refiere a un método para fabricar artículos en forma de copa a partir de una lámina de metal de aleación de aluminio en la que su aspecto ondulado u orejado característico se reduce o elimina sustancialmente.

15 Para botellas conformables, el proceso de fabricación generalmente implica primero producir un cilindro utilizando un proceso de estirado y de planchado de paredes (DWI, por sus siglas en inglés). Luego, al cilindro resultante se le da forma de botella utilizando, por ejemplo, una secuencia de etapas de estrechamiento de cuerpo completo, moldeado por soplado u otro conformado mecánico, o una combinación de estos procesos. Las demandas de cualquier aleación utilizada en tal proceso o combinación de procesos son complejas. Por lo tanto, hay una necesidad de aleaciones capaces de mantener altos niveles de deformación durante el conformado mecánico y/o el moldeado por soplado para el proceso de conformado de botellas y que funcionan bien en el proceso DWI utilizado para hacer la preforma cilíndrica de partida. Además, se necesitan métodos para hacer preformas a partir de la aleación a altas velocidades y niveles de capacidad de funcionamiento, como el demostrado por la actual aleación de cuerpo de latas AA3104. AA3104 contiene una fracción alta en volumen de partículas intermetálicas gruesas formadas durante la fundición y modificadas durante la homogeneización y laminación. Estas partículas juegan un papel importante en la limpieza de la matriz durante el proceso DWI, ayudando a eliminar cualquier acumulación de óxido de aluminio o de aluminio en las matrices, lo que mejora tanto la apariencia de la superficie del metal como la capacidad de funcionamiento de la lámina.

20

25

Los otros requisitos de la aleación son que debe ser posible producir una botella que cumpla los objetivos de rendimiento mecánico (por ejemplo, resistencia de la columna, rigidez y una presión mínima de inversión en la cúpula inferior en el producto final conformado) con un peso menor que la actual generación de botellas de aluminio. La única forma de lograr un menor peso sin una modificación significativa del diseño es reducir el grosor de la pared de la botella. Esto hace que cumplir con el requisito de rendimiento mecánico sea aún más desafiante.

30

Un último requisito es la capacidad de formar las botellas a alta velocidad. Para lograr un alto rendimiento (por ejemplo, 500-600 botellas por minuto) en la producción comercial, el conformado de la botella debe completarse en un tiempo muy corto. Por lo tanto, los materiales se deformarán empleando una velocidad de deformación muy alta. Aunque en general no se sabe que las aleaciones de aluminio sean sensibles a la velocidad de deformación a temperatura ambiente, la conformabilidad a alta temperatura disminuye significativamente al aumentar la velocidad de deformación, en particular para las aleaciones que contienen Mg. Como saben los expertos en la técnica, el aumento de la elongación en el punto de la fractura asociada con el aumento de la temperatura de formación en un régimen de baja velocidad de deformación disminuye progresivamente a medida que aumenta la velocidad de deformación.

35

Compendio

40 En el presente documento se proporcionan aleaciones novedosas que muestran una conformabilidad con alta velocidad de deformación a temperaturas elevadas. Las aleaciones se pueden utilizar para producir productos de aluminio altamente conformados, incluyendo botellas y latas. La aleación de aluminio descrita en el presente documento incluye aproximadamente 0,25 - 0,35% Si, 0,40 - 0,60% Fe, 0 - 0,40% Cu, 1,10 - 1,50% Mn, 0 - 0,76% Mg, 0,001 - 0,05% Cr, 0 - 0,3% Zn, hasta un 0,15% de impurezas, siendo el resto Al (todo en porcentaje en peso (% en peso)). En algunas realizaciones, la aleación de aluminio comprende aproximadamente 0,25 - 0,35% Si, 0,40 - 0,50% Fe, 0,08 - 0,22% Cu, 1,10 - 1,30% Mn, 0 - 0,5% Mg, 0,001 - 0,03% Cr, 0,07 - 0,13% Zn, hasta un 0,15% de impurezas, siendo el resto Al (todo en porcentaje en peso (% en peso)). En algunas realizaciones, la aleación de aluminio comprende aproximadamente 0,25 - 0,30% Si, 0,40 - 0,45% Fe, 0,10 - 0,20% Cu, 1,15 - 1,25% Mn, 0 - 0,25% Mg, 0,003 - 0,02% Cr, 0,07 - 0,10% Zn, hasta un 0,15% de impurezas, siendo el resto Al (todo en porcentaje en peso (% en peso)). Opcionalmente, la aleación incluye Mg en una cantidad de 0,10 % en peso o menos. La aleación puede incluir dispersoides que contienen Mn, que pueden tener cada uno un diámetro de 1 μ m o menos. La aleación se puede producir mediante fundición continua en frío, homogeneización, laminación en caliente y laminación en frío. En algunas realizaciones, la etapa de homogeneización es un proceso de homogeneización en dos etapas. Opcionalmente, el método puede incluir una etapa de recocido por lotes. También se proporcionan en este documento productos (por ejemplo, botellas y latas) que comprenden la aleación de aluminio como se describe en el presente documento.

45

50

55

Además, en el presente documento se proporcionan métodos para producir una lámina de metal. Los métodos incluyen las etapas de fundición continua en frío de una aleación de aluminio como se describe en el presente documento para formar un lingote, homogeneizar el lingote para formar un lingote que contiene una pluralidad de dispersoides que contienen Mn, laminación en caliente del lingote que contiene de la pluralidad de dispersoides que contienen Mn para producir una lámina de metal, y laminación en frío la lámina de metal. Opcionalmente, la pluralidad de dispersoides que contienen Mn comprende dispersoides que contienen Mn que tienen un diámetro de 1 μm o menos. En algunas realizaciones, la etapa de homogeneización es un proceso de homogeneización en dos etapas. El proceso de homogeneización en dos etapas puede incluir calentar el lingote a una temperatura pico del metal de al menos 600 $^{\circ}\text{C}$, permitiendo que el lingote permanezca a la temperatura pico del metal durante cuatro horas o más, enfriar el lingote a una temperatura de 550 $^{\circ}\text{C}$ o más baja, y dejar que el lingote final repose hasta 20 horas. Opcionalmente, el método puede incluir una etapa de recocido por lotes. Los productos (por ejemplo, botellas o latas) obtenidos de acuerdo con los métodos también se proporcionan en el presente documento.

Otros objetos y ventajas de la invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de las realizaciones de la invención.

Breve descripción de las figuras

La Figura 1A es una fotografía que muestra la estructura de grano recristalizado de muestras de dispersoides que contienen Mn que se homogeneizaron utilizando el ciclo convencional a baja temperatura a aproximadamente 540 $^{\circ}\text{C}$.

La Figura 1B es una fotografía que muestra la estructura de grano recristalizado de muestras de dispersoides que contienen Mn que se homogeneizaron a 600 $^{\circ}\text{C}$ durante 8 horas.

La Figura 2A es un gráfico que muestra la elongación total por tracción, a una velocidad de deformación de 0,58 s^{-1} , para las aleaciones prototipo descritas en el presente documento y para aleaciones de comparación. En la Figura 2A, "3104" representa la aleación de comparación AA3104 y "LC", "H2", "0,2Mg" y "0,5Mg" representan las aleaciones prototipo.

La Figura 2B es un gráfico que muestra la elongación total por tracción, a una velocidad de deformación de 0,058 s^{-1} , para las aleaciones prototipo descritas en el presente documento y para aleaciones de comparación. En la Figura 2B, "3104" representa la aleación de comparación AA3104 y "LC", "H2", "0,2Mg" y "0,5Mg" representan las aleaciones prototipo.

Descripción detallada

En la fabricación comercial de latas y botellas de aluminio, los procesos de conformado de los materiales deben llevarse a cabo a una alta velocidad para lograr el rendimiento requerido para hacer que el proceso sea económicamente viable. Además, la aplicación de una temperatura elevada durante el conformado puede requerirse para conformar recipientes con formas más complicadas y diámetros más grandes y expandidos, según lo deseen los propietarios de marcas y los consumidores. Por lo tanto, es imperativo que los materiales utilizados para tal aplicación sean capaces de lograr una alta conformabilidad cuando se deforman a altas velocidades de deformación y a temperaturas elevadas.

Durante el conformado en caliente, dos procesos microestructurales importantes ocurren al mismo tiempo: la recuperación y el endurecimiento. Sin embargo, los dos procesos imponen efectos opuestos en la densidad de dislocación total de los materiales. Si bien el proceso de recuperación reduce la densidad de dislocación en la matriz al reorganizar la configuración de dislocación, el endurecimiento aumenta la densidad de dislocación al generar nuevas dislocaciones. Cuando las velocidades de los dos procesos alcanzan la misma magnitud, la elongación de los materiales mejora considerablemente.

Definiciones y Descripciones:

Los términos "invención", "la invención", "esta invención" y "la presente invención" utilizados en el presente documento pretenden referirse en términos generales a todos los temas de esta solicitud de patente y a las reivindicaciones siguientes. Debe entenderse que las declaraciones que contienen estos términos no limitan el tema descrito en el presente documento o limitan el significado o el alcance de las reivindicaciones de patente a continuación.

En esta descripción, se hace referencia a las aleaciones identificadas por números AA y otras designaciones relacionadas, como "serie". Para conocer el sistema de designación de números más comúnmente usado para nombrar e identificar el aluminio y sus aleaciones, véase "International Aleación Designations and Chemical Composition Limits for Wrought Aluminum and Wrought Aluminum Aleaciones" o "Registration Record of Aluminum Association Aleación Designations and Chemical Compositions Limits for Aluminum Aleaciones in the Form of Castings and Ingot" ambos publicados por La Asociación del Aluminio.

Como se utiliza en el presente documento, el significado de "un", y "el" incluye referencias en singular y plural, a menos que el contexto indique claramente lo contrario.

En las siguientes realizaciones, las aleaciones de aluminio se describen en términos de su composición elemental en porcentaje en peso (% en peso). En cada aleación, el resto es aluminio, con un porcentaje en peso máximo de 0,15% para la suma de todas las impurezas.

Composición de la aleación

- 5 En el presente documento se describe una nueva aleación de aluminio que presenta una buena conformabilidad a alta velocidad de deformación a temperaturas elevadas (por ejemplo, a temperaturas de hasta 250 °C). Como se usa en el presente documento, "alta velocidad de deformación" se refiere a una velocidad de deformación de al menos 0,5 s⁻¹. Por ejemplo, una alta velocidad de deformación puede ser de al menos 0,5 s⁻¹, al menos 0,6 s⁻¹, al menos 0,7 s⁻¹, al menos 0,8 s⁻¹, o al menos 0,9 s⁻¹.
- 10 Las composiciones de aleación descritas en el presente documento son composiciones de aleación que contienen aluminio. Las composiciones de aleación exhiben una buena conformabilidad a alta velocidad de deformación a temperaturas elevadas. La conformabilidad a alta velocidad de deformación se logra debido a las composiciones elementales de las aleaciones. Específicamente, una aleación como se describe en el presente documento puede tener la siguiente composición elemental como se proporciona en la Tabla 1. Los componentes de la composición se proporcionan en términos de porcentaje en peso (% en peso) basado en el peso total de la aleación.
- 15

Tabla 1

Elemento	Porcentaje en peso (% en peso)
Si	0,25 - 0,35
Fe	0,40 – 0,60
Cu	0 – 0,40
Mn	1,10 - 1,50
Mg	0 – 0,76
Cr	0,001 – 0,05
Zn	0 – 0,3
Ti	0 - 0,10
Otros	0 - 0,03 (cada uno) 0 - 0,15 (total)
Al	Resto

- 20 En algunas realizaciones, la aleación como se describe en el presente documento puede tener la siguiente composición elemental como se proporciona en la Tabla 2. Los componentes de la composición se proporcionan en términos de porcentaje en peso (% en peso) basado en el peso total de la aleación.

Tabla 2

Elemento	Porcentaje en peso (% en peso)
Si	0,25 - 0,35
Fe	0,40 – 0,50
Cu	0,08 - 0,22
Mn	1,10 - 1,30
Mg	0 - 0,50
Cr	0,001 – 0,03
Zn	0,07 – 0,13
Ti	0 – 0,10
Otros	0 - 0,03 (cada uno) 0 - 0,15 (total)
Al	Resto

En algunas realizaciones, la aleación como se describe en el presente documento puede tener la siguiente composición elemental como se proporciona en la Tabla 3. Los componentes de la composición se proporcionan en términos de porcentaje en peso (% en peso) basado en el peso total de la aleación.

Tabla 3

Elemento	Porcentaje en peso (% en peso)
Si	0,25 – 0,30
Fe	0,40 – 0,45
Cu	0,10 – 0,20
Mn	1,15 – 1,25
Mg	0 - 0,25
Cr	0,003 – 0,02
Zn	0,07 – 0,10
Ti	0 – 0,10
Otros	0 – 0,03 (cada uno) 0 - 0,15 (total)
Al	Resto

5

En algunas realizaciones, la aleación descrita en el presente documento incluye silicio (Si) en una cantidad de 0,25% a 0,35% (por ejemplo, de 0,25% a 0,30% o de 0,27% a 0,30%) basado en el peso total de la aleación. Por ejemplo, la aleación puede incluir 0,25%, 0,26%, 0,27%, 0,28%, 0,29%, 0,30%, 0,31%, 0,32%, 0,33%, 0,34% o 0,35% de Si. Todo expresado en porcentaje en peso.

10 En algunas realizaciones, la aleación descrita en el presente documento también incluye hierro (Fe) en una cantidad de 0,40% a 0,60% (por ejemplo, de 0,40% a 0,5% o de 0,40% a 0,45%) en base al peso total de la aleación. Por ejemplo, la aleación puede incluir 0,40%, 0,41%, 0,42%, 0,43%, 0,44%, 0,45%, 0,46%, 0,47%, 0,48%, 0,49%, 0,50%, 0,51%, 0,52%, 0,53%, 0,54%, 0,55%, 0,56%, 0,57%, 0,58%, 0,59% o 0,60% de Fe. Todo expresado en porcentaje en peso.

15 En algunas realizaciones, la aleación descrita incluye cobre (Cu) en una cantidad de hasta 0,40% (por ejemplo, de 0,08% a 0,22% o de 0,10% a 0,20%) en base al peso total de la aleación. Por ejemplo, la aleación puede incluir 0,01%, 0,02%, 0,03%, 0,04%, 0,05%, 0,06%, 0,07%, 0,08%, 0,09%, 0,10%, 0,11%, 0,12%, 0,13%, 0,14%, 0,15%, 0,16%, 0,17%, 0,18%, 0,19%, 0,20%, 0,21%, 0,22%, 0,23%, 0,24%, 0,25%, 0,26%, 0,27%, 0,28%, 0,29%, 0,30%, 0,31%, 0,32%, 0,33%, 0,34%, 0,35%, 0,36%, 0,37%, 0,38%, 0,39% o 0,40% de Cu. En algunas realizaciones, el Cu no está presente en la aleación (es decir, 0%). Todo expresado en porcentaje en peso.

20 En algunas realizaciones, la aleación descrita en el presente documento puede incluir manganeso (Mn) en una cantidad de 1,10% a 1,50% (por ejemplo, de 1,10% a 1,30% o de 1,15% a 1,25%) en base al peso total de la aleación. Por ejemplo, la aleación puede incluir 1,10%, 1,11%, 1,12%, 1,13%, 1,14%, 1,15%, 1,16%, 1,17%, 1,18%, 1,19%, 1,20%, 1,21%, 1,22%, 1,23%, 1,24%, 1,25%, 1,26%, 1,27%, 1,28%, 1,29%, 1,30%, 1,31%, 1,32%, 1,33%, 1,34%, 1,35%, 1,36%, 1,37%, 1,38%, 1,39%, 1,40%, 1,41%, 1,42%, 1,43%, 1,44%, 1,45%, 1,46%, 1,47%, 1,48%, 1,49%, o 1,50% de Mn. Todo expresado en porcentaje en peso. La inclusión de Mn en las aleaciones aquí descritas en una cantidad de 1,10% a 1,50% se denomina "alto contenido en Mn". Como se describe más adelante y se demuestra en los Ejemplos, el alto contenido en Mn da como resultado la precipitación deseada de los dispersoides finos que contienen Mn durante el ciclo de homogeneización.

25 El alto contenido en Mn tiene un doble efecto en las propiedades de los materiales. Primero, un alto contenido en Mn da como resultado una aleación de alta resistencia. El Mn es un elemento de endurecimiento por precipitación o disolución sólida en aluminio. Un mayor contenido en Mn en la disolución sólida da como resultado una mayor resistencia de la aleación final. Segundo, un alto contenido en Mn da como resultado una aleación con altas propiedades de conformabilidad. Específicamente, los átomos de Mn se combinan con los átomos de Al y Fe para formar dispersoides (es decir, dispersoides que contienen Mn) durante el ciclo de homogeneización. Sin estar limitados por la teoría, estos dispersoides finos y distribuidos homogéneamente fijan los límites de grano durante la recristalización, lo que permite el refinamiento del tamaño de grano y la formación de una microestructura más uniforme. Durante la recristalización, los límites de grano son atraídos por estos dispersoides finos que contienen Mn porque cuando un límite de grano se cruza con una partícula, se elimina de manera efectiva una región del límite igual al área de intersección. A su vez, se logra una reducción en la energía libre del sistema en general. Además de refinar el tamaño del grano, los dispersoides finos que contienen Mn mejoran la resistencia del material al fallo del límite del

grano al reducir la separación de la banda de deslizamiento de dislocación. Los dispersoides finos que contienen Mn también reducen la tendencia a formar bandas de cizalla intensas durante la deformación. Como consecuencia de estos efectos positivos de los dispersoides que contienen Mn, se mejora la conformabilidad general de los materiales.

5 El magnesio (Mg) se puede incluir en las aleaciones descritas en el presente documento para alcanzar un requisito de resistencia deseado. Sin embargo, en las aleaciones descritas en el presente documento, la elongación total de los materiales se mejora significativamente controlando el contenido en Mg hasta un límite aceptable. Opcionalmente, la aleación descrita en el presente documento puede incluir Mg en una cantidad de hasta el 0,76% (por ejemplo, hasta el 0,5% o hasta el 0,25%). En algunas realizaciones, la aleación puede incluir 0,01%, 0,02%, 0,03%, 0,04%, 0,05%,
10 0,06%, 0,07%, 0,08%, 0,09%, 0,1%, 0,11%, 0,12%, 0,13%, 0,14%, 0,15%, 0,16%, 0,17%, 0,18%, 0,19%, 0,2%, 0,21%, 0,22%, 0,23%, 0,24%, 0,25%, 0,26%, 0,27%, 0,28%, 0,29%, 0,3%, 0,31%, 0,32%, 0,33%, 0,34%, 0,35%, 0,36%, 0,37%, 0,38%, 0,39%, 0,4%, 0,41%, 0,42%, 0,43%, 0,44%, 0,45%, 0,46%, 0,47%, 0,48%, 0,49%, 0,5%, 0,51%, 0,52%, 0,53%, 0,54%, 0,55%, 0,56%, 0,57%, 0,58%, 0,59%, 0,6%, 0,61%, 0,62%, 0,63%, 0,64%, 0,65%, 0,66%, 0,67%, 0,68%, 0,69%, 0,7%, 0,71%, 0,72%, 0,73%, 0,74%, 0,75% o 0,76% de Mg. En algunas realizaciones, la aleación descrita en el presente documento puede incluir menos de 0,76% de Mg. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el
15 Mg está presente en una cantidad de 0,5% de Mg o menos. En algunas realizaciones, el Mg está presente en una cantidad de 0,25% o menos, 0,20% o menos, 0,15% o menos, 0,10% o menos, 0,05% o menos o 0,01% o menos. En algunas realizaciones, el Mg no está presente en la aleación (es decir, 0%). Todo expresado en porcentaje en peso.

20 La inclusión de Mg en las aleaciones descritas en el presente documento en una cantidad de hasta el 0,50% (por ejemplo, hasta el 0,25%) se denomina "bajo contenido en Mg". Como se describe más adelante y como se demuestra en los Ejemplos, el bajo contenido en Mg da como resultado la conformabilidad deseada con alta velocidad de deformación a temperaturas elevadas (por ejemplo, a temperaturas de hasta 250 °C) y una elongación mejorado de los materiales.

25 En algunas realizaciones, la aleación descrita aquí incluye cromo (Cr) en una cantidad de 0,001% a 0,05% (por ejemplo, de 0,001% a 0,03% o de 0,003% a 0,02%) en base al peso total de la aleación. Por ejemplo, la aleación puede incluir 0,001, 0,002%, 0,003%, 0,004%, 0,005%, 0,006%, 0,007%, 0,008%, 0,009%, 0,01%, 0,011%, 0,012%, 0,013%, 0,014%, 0,015%, 0,016%, 0,017%, 0,018%, 0,019%, 0,02%, 0,021%, 0,022%, 0,023%, 0,024%, 0,025%, 0,026%, 0,027%, 0,028%, 0,029%, 0,03%, 0,031%, 0,032%, 0,033%, 0,034%, 0,035%, 0,036%, 0,037%, 0,038%, 0,039%, 0,04%, 0,041%, 0,042%, 0,043%, 0,044%, 0,045%, 0,046%, 0,047%, 0,048%, 0,049%, o 0,05% de Cr. Todo expresado en porcentaje en peso.

30 En algunas realizaciones, la aleación descrita aquí incluye zinc (Zn) en una cantidad de hasta 0,30% (por ejemplo, de 0,07% a 0,30%, de 0,05% a 0,13%, o de 0,07% a 0,10%) basado en el peso total de la aleación. Por ejemplo, la aleación puede incluir 0,01%, 0,02%, 0,03%, 0,04%, 0,05%, 0,06%, 0,07%, 0,08%, 0,09%, 0,10%, 0,11%, 0,12%, 0,13%, 0,14%, 0,15%, 0,16%, 0,17%, 0,18%, 0,19%, 0,2%, 0,21%, 0,22%, 0,23%, 0,24%, 0,25%, 0,26%, 0,27%, 0,28%, 0,29% o 0,3% de Zn. En algunas realizaciones, el Zn no está presente en la aleación (es decir, 0%). Todo expresado en porcentaje en peso.
35

En algunas realizaciones, la aleación descrita aquí incluye titanio (Ti) en una cantidad de hasta 0,10% (por ejemplo, de 0% a 0,10%, de 0,01% a 0,09%, o de 0,03% a 0,07%) basado en el peso total de la aleación. Por ejemplo, la aleación puede incluir 0,01%, 0,02%, 0,03%, 0,04%, 0,05%, 0,06%, 0,07%, 0,08%, 0,09% o 0,10% de Ti. En algunas realizaciones, el Ti no está presente en la aleación (es decir, 0%). Todo expresado en porcentaje en peso.

40 Opcionalmente, las composiciones de aleación descritas en el presente documento pueden incluir además otros elementos menores, a veces denominados impurezas, en cantidades de 0,03% o menos, de 0,02% o menos, o de 0,01% o menos, cada una. Estas impurezas pueden incluir, pero no están limitadas a, V, Zr, Ni, Sn, Ga, Ca, o combinaciones de las mismas. Por consiguiente, V, Zr, Ni, Sn, Ga o Ca pueden estar presentes en aleaciones en cantidades de 0,03% o menos, 0,02% o menos, o 0,01% o menos. En general, los niveles de impureza están por debajo de 0,03% para V y por debajo de 0,01% para Zr. En algunas realizaciones, la suma de todas las impurezas no supera el 0,15% (por ejemplo, 0,10%). Todo expresado en porcentaje peso. El porcentaje restante de la aleación es aluminio.
45

Métodos de fabricación

50 Las aleaciones descritas en el presente documento se pueden fundir en lingotes usando un proceso de enfriamiento continuo (DC, por sus siglas en inglés). El proceso de fundición DC se realiza de acuerdo con los estándares comúnmente utilizados en la industria del aluminio como es conocido por un experto en la técnica. En algunas realizaciones, para lograr la microestructura deseada, las propiedades mecánicas (por ejemplo, alta conformabilidad) y las propiedades físicas de los productos, las aleaciones no se procesan utilizando métodos de fundición continua. El lingote fundido puede luego ser sometido a etapas de procesamiento adicionales para formar una lámina de metal. En algunas realizaciones, las etapas de procesamiento incluyen someter el lingote de metal a un ciclo de homogeneización de dos etapas, una etapa de laminación en caliente, una etapa de recocido y una etapa de laminación en frío.
55

La homogeneización se lleva a cabo en dos etapas para precipitar los dispersoides que contienen Mn. En la primera etapa, un lingote preparado a partir de las composiciones de aleación descritas en el presente documento se calienta para alcanzar una temperatura pico del metal de al menos 575 °C (por ejemplo, al menos 600 °C, al menos 625 °C, al menos 650 °C, o al menos 675 °C). El lingote se deja impregnar térmicamente (es decir, se mantiene a la temperatura indicada) por un período de tiempo durante la primera etapa. En algunas realizaciones, el lingote se deja impregnar térmicamente hasta 10 horas (por ejemplo, por un período de 30 minutos a 10 horas, inclusive). Por ejemplo, el lingote puede impregnarse térmicamente a la temperatura de al menos 575 °C durante 30 minutos, 1 hora, 2 horas, 3 horas, 4 horas, 5 horas, 6 horas, 7 horas, 8 horas, 9 horas o 10 horas.

En la segunda etapa, el lingote se puede enfriar a una temperatura más baja que la temperatura utilizada en la primera etapa. En algunas realizaciones, el lingote puede enfriarse a una temperatura de 550 °C o inferior. Por ejemplo, el lingote puede enfriarse a una temperatura de 400 °C a 550 °C o de 450 °C a 500 °C. Después el lingote puede impregnarse térmicamente por un período de tiempo durante la segunda etapa. En algunas realizaciones, el lingote se deja remojar hasta 20 horas (por ejemplo, 1 hora o menos, 2 horas o menos, 3 horas o menos, 4 horas o menos, 5 horas o menos, 6 horas o menos, 7 horas, o menos, 8 horas o menos, 9 horas o menos, 10 horas o menos, 11 horas o menos, 12 horas o menos, 13 horas o menos, 14 horas o menos, 15 horas o menos, 16 horas o menos, 17 horas o menos, 18 horas o menos, 19 horas o menos, o 20 horas o menos).

El ciclo de homogeneización de dos etapas da como resultado la precipitación de dispersoides que contienen Mn. Opcionalmente, los dispersoides que contienen Mn tienen un diámetro de 1 µm o menos. Por ejemplo, el diámetro de los dispersoides que contienen Mn puede ser 1 µm o menos, 0,9 µm o menos, 0,8 µm o menos, 0,7 µm o menos, 0,6 µm o menos, 0,5 µm o menos, 0,4 µm o menos, 0,3 µm o menos, 0,2 µm o menos, o 0,1 µm o menos. Opcionalmente, los dispersoides que contienen Mn se dispersan homogéneamente por toda la matriz de aluminio. Los dispersoides que contienen Mn precipitados de acuerdo con el tamaño y la distribución descritos en el presente documento, pueden controlar el tamaño del grano durante las etapas posteriores, así como durante el recocido de recristalización.

Después del ciclo de homogeneización de dos etapas, se puede realizar una etapa de laminación en caliente. En algunas realizaciones, los lingotes pueden laminarse en caliente hasta un calibre de 5 mm de espesor o menos. Por ejemplo, los lingotes se pueden laminar en caliente a un espesor de 4 mm o menos, de 3 mm de espesor o menos, de 2 mm de espesor o menos, o de 1 mm de espesor o menos. Para obtener un equilibrio apropiado de textura en los materiales finales, la velocidad y la temperatura de laminación en caliente se pueden controlar de tal manera que la recristalización total (es decir, el autorrecocido) de los materiales laminados en caliente se logre durante el bobinado a la salida del molino tándem. Para que se produzca el autorrecocido, la temperatura de salida se controla a al menos 300 °C. Alternativamente, el recocido por lotes de las bobinas laminadas en caliente se puede llevar a cabo a una temperatura de 350 °C a 450 °C por un período de tiempo. Por ejemplo, el recocido por lotes se puede realizar durante un tiempo de impregnación térmica de hasta 1 hora. En este proceso, la velocidad y la temperatura de laminación en caliente se controlan durante el bobinado a la salida del molino en tándem. En algunas realizaciones, no se produce el autorrecocido. En algunas realizaciones, las bobinas laminadas en caliente se pueden laminar después en frío hasta un espesor final de 0,1 mm a 1,0 mm (por ejemplo, de 0,2 mm a 0,9 mm o de 0,3 mm a 0,8 mm). En algunas realizaciones, la etapa de laminación en frío se puede llevar a cabo utilizando el número mínimo de pasadas de laminación en frío. Por ejemplo, la etapa de laminación en frío puede llevarse a cabo utilizando dos pases de laminación en frío para lograr el calibre final deseado. En algunas realizaciones, una etapa de tratamiento térmico no se realiza ni antes ni después del proceso de laminación en frío.

Los métodos descritos en el presente documento se pueden usar para preparar latas y botellas altamente conformadas. Las láminas laminadas en frío descritas anteriormente se pueden someter a una serie de procesos convencionales de fabricación de latas y botellas para producir preformas. Las preformas pueden entonces recocerse para formar preformas recocidas. Opcionalmente, las preformas se preparan a partir de aleaciones de aluminio utilizando un proceso de estirado y planchado de paredes (DWI) y las latas y botellas se fabrican de acuerdo con otros procesos de conformado conocidos por los expertos en la técnica.

Los siguientes ejemplos servirán para ilustrar adicionalmente la presente invención sin que, al mismo tiempo, sin embargo constituyan alguna limitación de la misma. Por el contrario, debe entenderse claramente que se puede recurrir a varias realizaciones, modificaciones y equivalentes de los mismos que, después de leer la descripción del presente documento, pueden sugerirse a los expertos en la técnica sin apartarse del espíritu de la invención.

Ejemplos

Ejemplo 1

Las aleaciones se prepararon de acuerdo con la presente invención y se homogeneizaron utilizando el ciclo de homogeneización de dos etapas descrito en el presente documento o el ciclo convencional a baja temperatura (es decir, a aproximadamente 540 °C). Se estableció una estructura de grano recristalizado en cada muestra usando un proceso de recocido de recristalización. La estructura de grano recristalizado de la muestra homogeneizada de acuerdo con el ciclo de homogeneización de dos etapas descrito anteriormente se muestra en la Figura 1b. El tamaño de grano recristalizado de la muestra homogeneizada utilizando el ciclo convencional a baja temperatura (es decir, a aproximadamente 540 °C) se muestra en la Figura 1a. En comparación, el tamaño de grano es significativamente más

fino usando el ciclo de homogeneización de acuerdo con la presente invención (es decir, de acuerdo con el ciclo de homogeneización de dos etapas). De este modo, los dispersoides que contenían Mn controlaron el tamaño de grano en la muestra durante el recocido de recristalización posterior. El tamaño de grano más fino retrasó la tendencia del material a formar una piel de naranja después del estirado y el planchado de la pared (DWI) y durante los procesos de expansión posteriores, como el moldeado por soplado. La formación de piel de naranja es un defecto superficial indeseable conocido por los expertos en la técnica.

Ejemplo 2

Se prepararon u obtuvieron cinco aleaciones, incluidas Aleación H2, Aleación LC, Aleación 0,2Mg, y Aleación 0,5Mg, para ensayos de elongación por tracción (véase Tabla 4). La aleación AA3104 es la aleación usada convencionalmente para el cuerpo de las latas, tal como las de cuerpo de las latas disponibles comercialmente en Novelis, Inc. (Atlanta, GA). Aleación H2, Aleación LC, Aleación 0,2Mg, y Aleación 0,5Mg son aleaciones prototipo preparadas para los ensayos de tracción. Aleación H2, Aleación LC, Aleación 0,2Mg, y Aleación 0,5Mg se prepararon usando un ciclo de homogeneización de dos etapas como se describe en el presente documento. Específicamente, los lingotes que tienen la composición de aleación mostrada a continuación en la Tabla 4 se calentaron a 615 °C y se impregnaron térmicamente durante 4 horas. Los lingotes se enfriaron luego a 480 °C y se impregnaron térmicamente a esa temperatura durante 14 horas para dar como resultado dispersoides que contienen Mn. Luego, los lingotes se laminaron en caliente hasta un calibre de 2 mm de espesor, seguido de un ciclo de recocido por lotes a 415 °C durante 1 hora. La laminación en frío se llevó a cabo utilizando dos pases de laminación en frío hasta un espesor final de aproximadamente 0,45 mm (reducción total del espesor en un 78,8%). Las composiciones elementales de las aleaciones ensayadas se muestran en la Tabla 4, con el resto de aluminio. Las composiciones elementales se proporcionan en porcentajes en peso.

Tabla 4

Aleación	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti
AA3104	0,30	0,50	0,17	0,86	1,13	0,003	0,14	0,011
H2	0,27	0,42	0,14	1,21	0,01	0,02	0,08	0,011
LC	0,29	0,42	0,10	1,10	0,01	0,02	0,09	0,01
0,2Mg	0,27	0,41	0,19	1,10	0,20	0,01	0,07	0,009
0,5Mg	0,30	0,47	0,20	1,22	0,48	0,02	0,10	0,04

Los datos de elongación por tracción se obtuvieron para cada aleación de la Tabla 4. Los ensayos de tracción a alta temperatura se llevaron a cabo en una máquina de tracción Instron (Norwood, MA) equipada con un horno de calentamiento. Se compararon los datos de elongación por tracción obtenidos de las tres aleaciones prototipo y AA3104, como se muestra en las Figuras 2a y 2b. Los datos obtenidos de la aleación 3104 de cuerpo de lata convencional se incluyeron como una comparación de referencia. Todas las aleaciones estaban en sus condiciones de temperado-O antes del ensayo de tracción. Las figuras 2a y 2b muestran los datos de elongación de los ensayos que utilizan velocidades de deformación de 0,58 s⁻¹ y 0,058 s⁻¹, respectivamente.

La aleación AA3104, que contiene aproximadamente 1,13% en peso de Mg mostró una pobre conformabilidad cuando se deformó a la mayor velocidad de deformación tanto a temperatura ambiente como a 200 °C, en comparación con las tres aleaciones prototipo. A la mayor velocidad de deformación de 0,58 s⁻¹, las elongaciones de Aleación LC y Aleación H2, cada uno de los cuales contiene 0,01% en peso de Mg, se incrementaron al aumentar la temperatura desde la temperatura ambiente hasta 200 °C. Véase Figura 2a. Sin embargo, no se observaron aumentos en la elongación en las tres aleaciones que contenían mayores cantidades de Mg (es decir, Aleación AA3104, Aleación 0,2Mg, y Aleación 0,5Mg).

La comparación de Aleación H2 con Aleación 0,2Mg y Aleación 0,5Mg muestra que la adición de 0,2 % en peso y 0,5% en peso de Mg retrasó el aumento de la conformabilidad asociada con el aumento de la temperatura de formación (véase Figura 2a). Las cuatro aleaciones prototipo, es decir, Aleación LC, Aleación H2, Aleación 0,2Mg y Aleación 0,5Mg tendieron a mostrar una mayor elongación total que las aleaciones AA3104 a velocidades de deformación tanto altas como bajas. La adición de Mg redujo significativamente la conformabilidad a alta temperatura de las aleaciones cuando la operación de conformación se llevó a cabo a una mayor velocidad de deformación, lo que es un efecto inesperado que resulta de la adición de Mg.

Ejemplo 3

Para ilustrar la conformabilidad superior de alta velocidad de deformación de las aleaciones de H2 y LC a temperaturas elevadas, se realizaron experimentos de conformado por soplado utilizando Aleación H2, Aleación LC y Aleación 0,2Mg del Ejemplo 2 anterior. Las láminas laminadas en frío se sometieron a una serie de procesos convencionales de fabricación de latas, utilizando ventosas y formadores del cuerpo del envase, para producir preformas. Las

5 preformas se sometieron entonces a una operación de recocido. Las preformas recocidas se ensayaron en un aparato de conformado por soplado para evaluar la conformabilidad con alta velocidad de deformación de los materiales a temperaturas elevadas. Los experimentos de conformado por soplado se realizaron a 250 °C. La velocidad de deformación a la que se sometieron los materiales durante el proceso de conformación fue de aproximadamente 80 s⁻¹. Los resultados se resumen en la Tabla 5 y se proporcionan en términos del porcentaje máximo de expansión, que es la relación entre el diámetro original de las preformas y el diámetro final de los recipientes después del conformado con soplado.

Tabla 5

Aleaciones	Máxima relación de expansión porcentual
LC	40%
H2	40%
0,2Mg	30%

10 La conformabilidad superior de las aleaciones de LC y H2 (con bajos contenidos de Mg) se observa comparando los resultados mostrados en la Tabla 5. Específicamente, ambas aleaciones lograron una expansión del 40% sin fallo prematuro. En contraste, la relación de expansión máxima de las aleaciones de 0,2Mg fue solo del 30%.

REIVINDICACIONES

1. Una aleación de aluminio que comprende aproximadamente 0,25 - 0,35% en peso de Si, 0,40 - 0,60% en peso de Fe, 0 - 0,40 % en peso de Cu, 1,10 - 1,50% en peso de Mn, 0 - 0,76% en peso de Mg, 0,001 - 0,05 % en peso de Cr, 0 - 0,3% en peso de Zn, hasta 0,15 % en peso de impurezas, siendo el resto Al.
- 5 2. La aleación de aluminio según la reivindicación 1, que comprende aproximadamente 0,25 - 0,35% en peso de Si, 0,40 - 0,50 % en peso de Fe, 0,08 - 0,22 % en peso de Cu, 1,10 - 1,30% en peso de Mn, 0 - 0,5% en peso de Mg, 0,001 - 0,03 % en peso de Cr, 0,07 - 0,13 % en peso de Zn, hasta 0,15 % en peso de impurezas, siendo el resto Al.
- 10 3. La aleación de aluminio según la reivindicación 1 o 2, que comprende aproximadamente 0,25 - 0,30% en peso de Si, 0,40 - 0,45 % en peso de Fe, 0,10 - 0,20 % en peso de Cu, 1,15 - 1,25 % en peso de Mn, 0 - 0,25 % en peso de Mg, 0,003 - 0,02% en peso de Cr, 0,07 - 0,10% en peso de Zn, hasta 0,15% en peso de impurezas, siendo el resto Al.
4. La aleación de aluminio según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la aleación incluye Mg en una cantidad de 0,10% en peso o menos.
- 15 5. La aleación de aluminio según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la aleación incluye dispersoides que contienen Mn y en particular en donde cada uno de los dispersoides que contienen Mn tienen un diámetro de 1 μm o menos.
6. La aleación de aluminio según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que se obtiene por fundición continua en frío.
7. La aleación de aluminio según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 que se obtiene por homogeneización, laminación en caliente y laminación en frío o que se obtiene mediante un ciclo de homogeneización de dos etapas.
- 20 8. Una botella que comprende la aleación de aluminio según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.
9. Una lata que comprende la aleación de aluminio según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.
10. Un método para producir una lámina de metal, que comprende:
 - fundir en continuo y en frío una aleación de aluminio para formar un lingote, en donde la aleación de aluminio comprende aproximadamente 0,25 - 0,35 % en peso de Si, 0,40 - 0,60 % en peso de Fe, 0 - 0,40 % en peso de Cu, 1,10 - 1,50 % en peso de Mn, 0 - 0,76 % en peso de Mg, 0,001 - 0,05 % en peso de Cr, 0 - 0,3% en peso de Zn, hasta 0,15 % en peso de impurezas, siendo el resto Al;
 - homogeneizar el lingote para formar un lingote que contiene una pluralidad de dispersoides que contienen Mn;
 - 30 laminar en caliente el lingote que contiene la pluralidad de dispersoides que contienen Mn para producir una lámina de metal; y
 - laminar en frío la lámina de metal.
11. El método según la reivindicación 10, en donde la etapa de homogeneización es un ciclo de homogeneización de dos etapas y en particular en donde el ciclo de homogeneización de dos etapas comprende:
 - calentar el lingote a una temperatura pico del metal de al menos 600 °C;
 - 35 permitir que el lingote permanezca a la temperatura pico del metal durante cuatro horas o más;
 - enfriar el lingote a una temperatura de 550 °C o inferior; y
 - permitir que el lingote repose hasta 20 horas.
12. El método según cualquiera de las reivindicaciones 10 u 11, en donde la pluralidad de dispersoides que contienen Mn comprende dispersoides que contienen Mn que tienen un diámetro de 1 μm o menos.
- 40 13. El método según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en donde la aleación de aluminio comprende aproximadamente 0,25 - 0,35% en peso de Si, 0,40 - 0,50 % en peso de Fe, 0,08 - 0,22 % en peso de Cu, 1,10 - 1,30 % en peso de Mn, 0 - 0,5% en peso de Mg, 0,001 - 0,03 % en peso de Cr, 0,07 - 0,13% en peso de Zn, hasta 0,15 % en peso de impurezas, siendo el resto Al o en donde la aleación de aluminio comprende aproximadamente 0,25 - 0,30 % en peso de Si, 0,40 - 0,45 % en peso de Fe, 0,10 - 0,20 % en peso de Cu, 1,15 - 1,25% en peso de Mn, 0 - 0,25 % en peso de Mg, 0,003 - 0,02% en peso de Cr, 0,07 - 0,10 % en peso de Zn, hasta 0,15 % en peso de impurezas, siendo el resto Al.
- 45

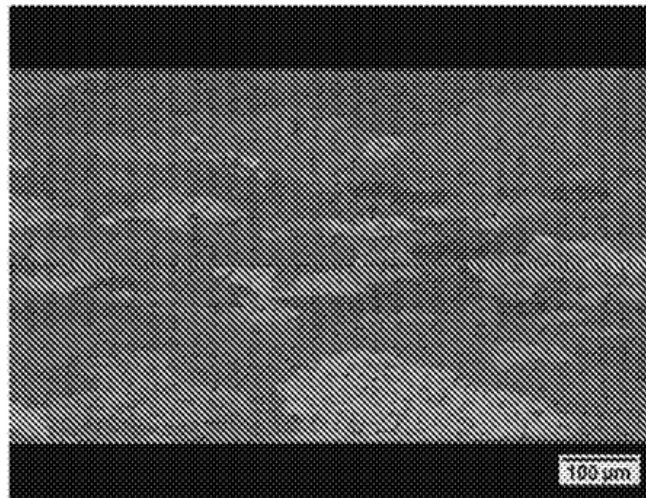


Figura 1a

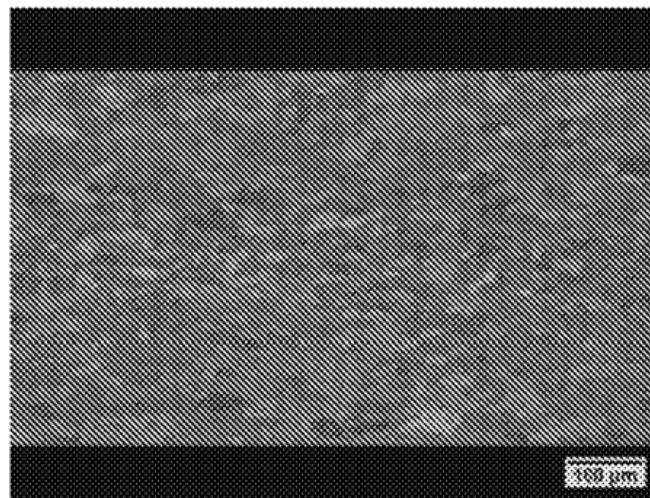


Figura 1b

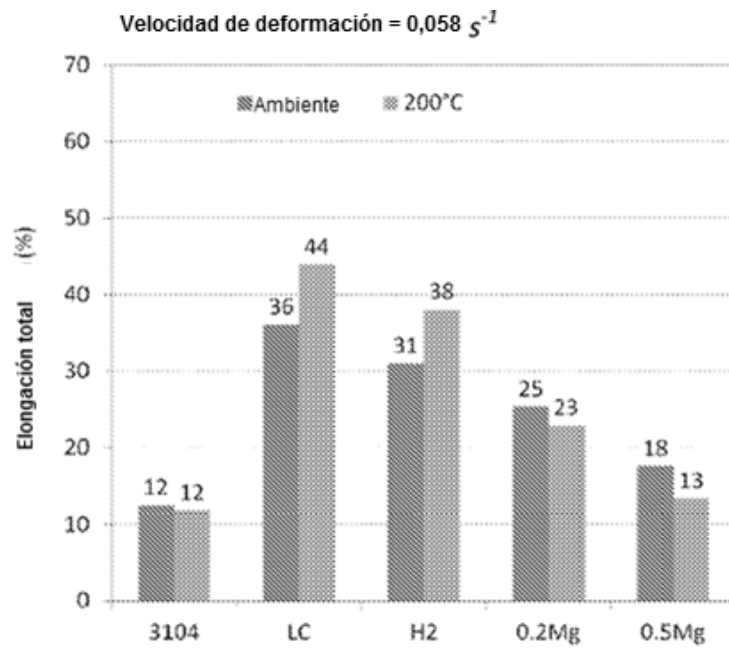


Figura 2a

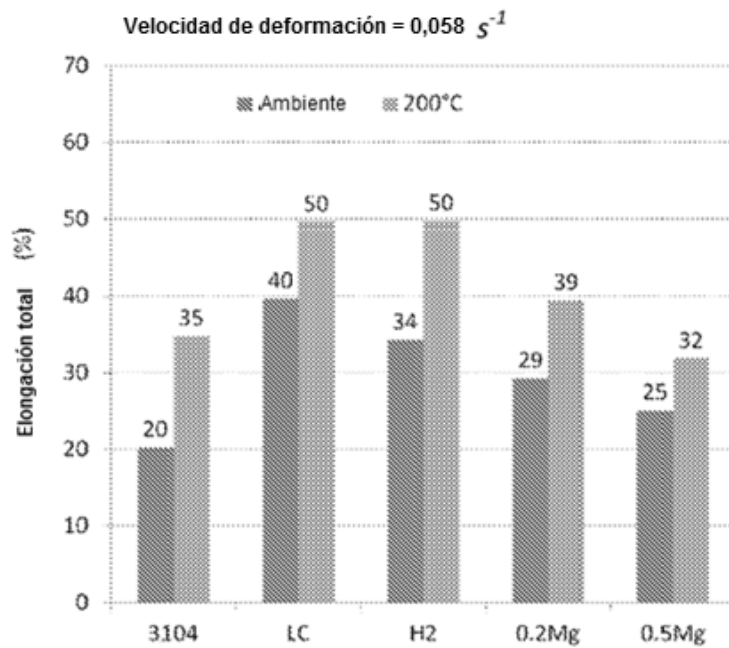


Figura 2b