

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 870 139**

51 Int. Cl.:

**C22C 21/00** (2006.01)

**B21C 23/00** (2006.01)

**B22D 7/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.04.2017 PCT/CA2017/050435**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.11.2017 WO17185173**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.04.2017 E 17788454 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.10.2020 EP 3449026**

54 Título: **Aleación resistente a la corrosión para productos extruidos y soldados con soldadura fuerte**

30 Prioridad:

**29.04.2016 US 201662329272 P**

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

**26.10.2021**

73 Titular/es:

**RIO TINTO ALCAN INTERNATIONAL LIMITED  
(100.0%)  
400-1190, avenue des Canadiens de Montréal  
Montréal, Québec H3B 0E3, CA**

72 Inventor/es:

**PARSON, NICHOLAS C. y  
GUAY, RAYNALD**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 870 139 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Aleación resistente a la corrosión para productos extruidos y soldados con soldadura fuerte

### CAMPO TECNOLÓGICO

5 La presente divulgación se refiere a aleaciones de aluminio para fabricar productos de aluminio extruidos y soldados con soldadura fuerte que tienen una resistencia mejorada a la corrosión mientras mantienen sus propiedades de tracción, sus propiedades de extrusión y soldabilidad, así como exhiben un tamaño de grano apropiado para promover una buena conformabilidad.

### ANTECEDENTES

10 La aleación de aluminio AA3003 se usa ampliamente para fabricar productos extruidos, opcionalmente estirados y soldados con soldadura fuerte. Sin embargo, las aplicaciones de la aleación de aluminio AA3003 están limitadas debido a su deficiente resistencia a la corrosión. Es importante destacar que AA3003 tiene una resistencia a la corrosión insuficiente para cumplir con los requisitos cada vez más estrictos de las industrias del automóvil y de aire acondicionado.

15 Sería muy deseable contar con una aleación de aluminio para fabricar productos de aluminio extruidos y soldados con soldadura fuerte que tengan, en comparación con los productos de aluminio extruidos y soldados con soldadura fuerte hechos de la aleación de aluminio AA3003, una resistencia a la corrosión mejorada mientras se mantienen (o mejoran) las propiedades de tracción y un tamaño de grano posterior a la soldadura fuerte aceptable. El documento EP 1 349 965 describe una aleación de soldadura fuerte basada en la serie 3000 utilizada para la fabricación de tubos en intercambiadores de calor.

### 20 BREVE RESUMEN

Las aleaciones de aluminio de la presente divulgación son para fabricar productos extruidos y soldados con soldadura fuerte con resistencia a la corrosión mejorada (proporcionada por una adición deliberada de Zn y opcionalmente un bajo contenido de Cu) mientras mantienen propiedades de tracción (proporcionadas por una adición deliberada de Mn y Mg) y tamaño de grano aceptable (después de la soldadura fuerte) (proporcionado por una adición deliberada de Fe y opcionalmente un bajo contenido de Si). La presente divulgación también proporciona la aleación de aluminio en forma de lingotes de extrusión, productos extruidos y soldados con soldadura fuerte obtenido de la aleación de aluminio, así como procesos para obtener productos de aluminio extruidos y soldados con soldadura fuerte a partir de la aleación de aluminio.

La invención se proporciona en las reivindicaciones.

### 30 DESCRIPCIÓN DETALLADA

De acuerdo con la presente divulgación, se proporcionan aleaciones de aluminio para fabricar productos de aluminio extruidos y soldados con soldadura fuerte (que se pueden estirar opcionalmente). Las aleaciones de aluminio de la presente divulgación limitan la corrosión, conservan las propiedades de tracción y proporcionan un tamaño de grano apropiado en los productos de aluminio que las comprenden. Las aleaciones de aluminio comprenden Zn para mejorar la resistencia a la corrosión en los productos de aluminio extruidos y soldados con soldadura fuerte resultantes. Las aleaciones de aluminio comprenden preferiblemente entre al menos aproximadamente 0,10 Zn y no más de aproximadamente 0,20 Zn para conseguir un aumento en la resistencia a la corrosión en los productos de aluminio extruidos y soldados con soldadura fuerte resultantes. Opcionalmente, las aleaciones de aluminio comprenden un bajo contenido de Cu para promover la resistencia a la corrosión en los productos de aluminio extruidos y soldados con soldadura fuerte resultantes. Las aleaciones de aluminio comprenden una combinación de Mn y Mg para mantener o mejorar las propiedades de tracción (y especialmente la resistencia máxima a la tracción) del producto de aluminio extruido y soldado con soldadura fuerte resultante. Las aleaciones de aluminio preferiblemente comprenden al menos aproximadamente 0,9 Mn y como mucho aproximadamente 1,2 Mn para conseguir el mantenimiento o el aumento de las propiedades de tracción en los productos de aluminio extruidos y soldados con soldadura fuerte resultantes. Las aleaciones de aluminio preferiblemente comprenden al menos aproximadamente 0,03 Mg y no más de aproximadamente 0,10 Mg para conseguir el mantenimiento o el aumento de las propiedades de tracción en los productos extruidos y soldados con soldadura fuerte resultantes. Las aleaciones de aluminio comprenden preferiblemente un porcentaje en peso combinado de Mg y Mn igual a o mayor que aproximadamente 0,99. La aleación de aluminio también comprende Fe para lograr el mantenimiento o la disminución del tamaño de grano en los productos de aluminio extruidos y soldados con soldadura fuerte resultantes. Las aleaciones de aluminio comprenden preferiblemente al menos aproximadamente 0,15 Fe y no más de aproximadamente 0,30 Fe para conseguir el mantenimiento o la disminución del tamaño de grano en los productos de aluminio extruidos y soldados con soldadura fuerte resultantes. Opcionalmente, las aleaciones de aluminio comprenden un bajo contenido de Si para promover un tamaño de grano apropiado en los productos de aluminio extruidos y soldados con soldadura fuerte resultantes. La presente divulgación también proporciona la aleación de aluminio en forma de lingotes o palanquillas, productos de aluminio extruidos y soldados con soldadura

fuerte hechos a partir de la aleación de aluminio, así como procesos para obtener productos de aluminio extruidos y soldados con soldadura fuerte a partir de la aleación de aluminio.

#### *Aleaciones y lingotes de aluminio*

5 La presente divulgación proporciona una aleación de aluminio (que opcionalmente puede estar en forma de lingote) capaz de limitar la corrosión (filiforme, picaduras y/o corrosión general) en un producto de aluminio que la comprende. En una realización, la aleación de aluminio es capaz de limitar la corrosión por picaduras en un producto de aluminio que la comprende, cuando se compara con otro producto de aluminio que comprende otra aleación de aluminio (AA3003 por ejemplo). En el contexto de la presente divulgación, la expresión "limitar la corrosión" se refiere a la capacidad de reducir o retrasar el progreso de la corrosión en un producto elaborado a partir de la aleación de aluminio de la presente divulgación en comparación con un producto correspondiente elaborado a partir de una aleación de aluminio diferente (AA3003 por ejemplo).

15 Las aleaciones de aluminio de la presente divulgación comprenden zinc (Zn) como una adición deliberada para reducir o retrasar el inicio de la corrosión (*p. ej.*, corrosión por picaduras) en una aleación de aluminio que la comprende. Si el Zn está presente en un porcentaje en peso por debajo de aproximadamente 0,10, el producto de aluminio que comprende la aleación no presenta una reducción sustancial de la corrosión por picaduras (*p. ej.*, véanse las aleaciones B, D, E y G en el Ejemplo I). Por otro lado, si el Zn está presente en un porcentaje en peso superior a aproximadamente 0,20, el producto de aluminio que comprende la aleación presentará un aumento o un inicio más temprano de la corrosión general. Como tal, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación comprenden al menos aproximadamente 0,10, 0,11, 0,12, 0,13, 0,14, 0,15, 0,16, 0,17, 0,18 o 0,19 y/o como máximo aproximadamente 0,20, 0,19, 0,18, 0,17, 0,16, 0,15, 0,14, 0,13, 0,12 o 0,11 de Zn (en porcentaje en peso). En una realización, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación comprenden al menos aproximadamente 0,10, 0,11, 0,12, 0,13, 0,14, 0,15, 0,16, 0,17, 0,18 o 0,19 y como mucho aproximadamente 0,20, 0,19, 0,18, 0,17, 0,16, 0,15, 0,14, 0,13, 0,12 o 0,11 de Zn (en porcentaje en peso). Aún en otra realización, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación comprenden entre aproximadamente 0,10 y aproximadamente 0,20 Zn (en porcentaje en peso).  
25 Aún en otra realización, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación comprenden al menos aproximadamente 0,12, 0,13, 0,14, 0,15, 0,16, 0,17, 0,18 o 0,19 y/o como mucho aproximadamente 0,20, 0,19, 0,18, 0,17, 0,16, 0,15, 0,14 o 0,13 de Zn (en porcentaje en peso). Aún en otra realización, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación comprenden al menos aproximadamente 0,12, 0,13, 0,14, 0,15, 0,16, 0,17, 0,18 o 0,19 y como mucho aproximadamente 0,20, 0,19, 0,18, 0,17, 0,16, 0,15, 0,14 o 0,13 de Zn (en porcentaje en peso).  
30 Aún en otra realización, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación comprenden entre aproximadamente 0,12 y aproximadamente 0,16 de Zn (en porcentaje en peso).

En algunas realizaciones, la aleación de aluminio de la presente divulgación puede comprender opcionalmente cobre (Cu) que normalmente se encuentra como impureza. En el contexto de la presente divulgación, el Cu, a niveles reducidos, puede participar en la reducción o el retraso del inicio de la corrosión (*p. ej.*, corrosión por picaduras) en un producto de aluminio que lo comprende. En la aleación de aluminio de la presente divulgación, el Cu puede estar presente en un porcentaje en peso máximo de aproximadamente 0,03. Como tal, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación pueden incluir hasta aproximadamente 0,03, 0,02 o 0,01 Cu (en porcentaje en peso). En una realización, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación pueden comprender hasta aproximadamente 0,01 Cu (en porcentaje en peso).

40 Los productos de aluminio fabricados a partir de las aleaciones de aluminio de la presente divulgación exhiben un tamaño de grano aceptable (*p. ej.*, medio o fino). En un producto de aluminio, el tamaño de grano se puede determinar cualitativamente (*p. ej.*, grueso, medio o fino) o cuantitativamente (*p. ej.*, midiendo el tamaño de grano trabajado en frío y posterior a la soldadura fuerte (CWPB)). En algunas realizaciones, un producto de aluminio extruido y soldado con soldadura fuerte que tiene un tamaño de grano aceptable tendrá un valor de CWPB igual a o menor que 150  $\mu$ , 140  $\mu$ , 130  $\mu$ , 120  $\mu$ , 110  $\mu$  o 100  $\mu$ . En otra realización más, el producto de aluminio extruido y soldado con soldadura fuerte tiene un valor CWPB igual a o menor que 100  $\mu$ . Para ajustar el tamaño de grano en el producto de aluminio resultante, se hace una adición deliberada de Fe a la aleación de aluminio. Si está presente Fe, en la aleación de aluminio, a un porcentaje en peso por debajo de aproximadamente 0,15, el producto de aluminio que comprende la aleación de aluminio no presenta un tamaño de grano aceptable (*p. ej.*, véanse las aleaciones F y G en el Ejemplo I). Por otro lado, si Fe está presente, en la aleación de aluminio, en un porcentaje en peso superior a aproximadamente 0,30, el producto de aluminio que comprende la aleación de aluminio exhibirá un aumento o un inicio más temprano de corrosión por picaduras (*p. ej.*, ver la aleación B en los Ejemplos I y II). Como tales, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación comprenden al menos aproximadamente 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 y/o como mucho aproximadamente 0,30, 0,29, 0,28, 0,27, 0,26, 0,25, 0,24, 0,23, 0,22, 0,21, 0,20, 0,19, 0,18, 0,17 o 0,16 de Fe (en porcentaje en peso).  
55 En una realización, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación comprenden al menos aproximadamente 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 y como mucho aproximadamente 0,30, 0,29, 0,28, 0,27, 0,26, 0,25, 0,24, 0,23, 0,22, 0,21, 0,20, 0,19, 0,18, 0,17 o 0,16 de Fe (en porcentaje en peso). En aún otra realización, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación comprenden entre aproximadamente 0,15 y aproximadamente 0,30 Fe (en porcentaje en peso). En aún otra realización, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación comprenden al menos aproximadamente 0,15, 0,16, 0,17, 0,18, 0,19 o 0,20 de Fe (en porcentaje en peso). En aún otra realización, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación comprenden al

menos aproximadamente 0,20 Fe (en porcentaje en peso). En aún otra realización, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación comprenden como mucho aproximadamente 0,30, 0,29, 0,28, 0,27, 0,26, 0,25, 0,24, 0,23, 0,22 o 0,21 de Fe (en porcentaje en peso). En una realización adicional, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación comprenden entre aproximadamente 0,20 y aproximadamente 0,24 Fe. En aún otra realización, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación comprenden como mucho aproximadamente 0,25 de Fe (en porcentaje en peso).

Las aleaciones de aluminio de la presente divulgación pueden incluir opcionalmente silicio (Si) normalmente como impureza. El Si reduce la solubilidad del Mn y puede promover la formación de partículas dispersoides finas que pueden inhibir la recristalización durante la extrusión y la soldadura fuerte y, en última instancia, dar como resultado un tamaño de grano grueso que es perjudicial para la conformabilidad y la resistencia a la corrosión. En el contexto de la presente divulgación, se proporciona Si con un contenido suficientemente bajo para promover un tamaño de grano adecuado en el producto de aluminio extruido y soldado con soldadura fuerte resultante que comprende la aleación de aluminio. Las aleaciones de aluminio de la presente divulgación comprenden así un máximo de (*p. ej.*, hasta) aproximadamente 0,15 Si (en porcentaje en peso). En una realización, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación comprenden un máximo de (*p. ej.*, hasta) aproximadamente 0,14, 0,13, 0,12, 0,11, 0,10, 0,09, 0,08, 0,07, 0,06 o 0,05 Si (en porcentaje en peso). Por ejemplo, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación pueden comprender al menos aproximadamente 0,05, 0,06, 0,07, 0,08, 0,09, 0,10, 0,11, 0,12, 0,13 o 0,14 y/o como mucho aproximadamente 0,15, 0,14, 0,13, 0,12, 0,11, 0,10, 0,09, 0,08, 0,07 o 0,06 Si (en porcentaje en peso). En una realización adicional, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación pueden comprender al menos aproximadamente 0,05, 0,06, 0,07, 0,08, 0,09, 0,10, 0,11, 0,12, 0,13 o 0,14 y como mucho aproximadamente 0,15, 0,14, 0,13, 0,12, 0,11, 0,10, 0,09, 0,08, 0,07 o 0,06 Si (en porcentaje en peso). En aún otra realización, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación comprenden entre aproximadamente 0,05 y aproximadamente 0,15 Si (en porcentaje en peso). En aún otra realización, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación comprenden un máximo de (*p. ej.* hasta) aproximadamente 0,14, 0,13, 0,12, 0,11 o 0,10 Si (en porcentaje en peso). En aún otra realización, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación comprenden un máximo de (*p. ej.*, hasta) aproximadamente 0,12 Si (en porcentaje en peso). En aún otra realización, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación comprenden un máximo de (*p. ej.*, hasta) aproximadamente 0,10 Si (en porcentaje en peso).

Debido a que los productos de aluminio fabricados a partir de las aleaciones de aluminio están destinados a ser soldados con soldadura fuerte y utilizados en aplicaciones estructurales, es necesario que algunos de los elementos de aleación de las aleaciones de aluminio de la presente divulgación promuevan propiedades de tracción adecuadas y también permitan la soldadura fuerte de los productos resultantes (*p. ej.*, en el presente documento denominado soldabilidad). En consecuencia, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación comprenden tanto magnesio (Mg) como manganeso (Mn) como adiciones deliberadas a las aleaciones de aluminio de la presente divulgación para proporcionar propiedades de tracción y soldabilidad adecuadas. Como se conoce en la técnica, las "propiedades de tracción" se refieren a la propiedad de alargamiento, así como a la "resistencia" de un producto de aluminio. La "resistencia" se puede medir como su resistencia máxima a la tracción y/o límite elástico. En el contexto de la presente divulgación, la resistencia de un producto de aluminio se determina en un producto de aluminio que ha sido extruido y soldado con soldadura fuerte o al menos sometido a una soldadura fuerte simulada (y opcionalmente estirado). En una realización, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación proporcionan, en un producto de aluminio extruido y soldado con soldadura fuerte (o estimulado por soldadura fuerte) que comprende las mismas, una resistencia máxima a la tracción (UTS) de al menos aproximadamente 105 MPa o al menos aproximadamente 100 MPa. Para lograr tal resistencia, es importante que la aleación de aluminio comprenda tanto Mg como Mn. Sin pretender imponer ninguna teoría, se cree que la presencia de Mg mejora la soldabilidad al reaccionar con el fundente de soldadura fuerte y reducir la fluidez del metal de aportación de modo que se reducen los defectos causados por la acumulación de metal de aportación por gravedad o acción capilar. La presencia de niveles elevados de Mg (*p. ej.*, mayores que aproximadamente 0,10) o Mn (*p. ej.*, mayores que aproximadamente 1,2) se cree que aumenta la fluencia a temperatura elevada, aumenta la presión de extrusión y disminuye la capacidad de extrusión y puede reducir excesivamente la actividad del flujo durante la soldadura fuerte de forma que no se puedan obtener uniones exitosas.

Las aleaciones de aluminio de la presente divulgación comprenden al menos aproximadamente 0,03, 0,04, 0,05, 0,06, 0,07, 0,08 o 0,09 y/o como mucho aproximadamente 0,10, 0,09, 0,08, 0,07, 0,06, 0,05 o 0,04 Mg (en porcentaje en peso). En una realización, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación comprenden al menos aproximadamente 0,03, 0,04, 0,05, 0,06, 0,07, 0,08 o 0,09 y como mucho aproximadamente 0,10, 0,09, 0,08, 0,07, 0,06, 0,05 o 0,04 Mg (en porcentaje en peso). Incluso en otra realización, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación comprenden entre aproximadamente 0,03 y aproximadamente 0,10 de Mg (en porcentaje en peso). En una realización, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación comprenden al menos aproximadamente 0,06, 0,07, 0,08 o 0,09 y/o como mucho aproximadamente 0,10, 0,09, 0,08 o 0,07 de Mg (en porcentaje en peso). En una realización, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación comprenden al menos aproximadamente 0,06, 0,07, 0,08 o 0,09 y como mucho aproximadamente 0,10, 0,09, 0,08 o 0,07 de Mg (en porcentaje en peso). Aún en otra realización, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación comprenden entre aproximadamente 0,06 y aproximadamente 0,10 de Mg (en porcentaje en peso).

Las aleaciones de aluminio de la presente divulgación comprenden al menos aproximadamente 0,9, 1,0 o 1,1 y/o como mucho aproximadamente 1,2, 1,1 o 1,0 de Mn (en porcentaje en peso). En una realización, las aleaciones de

- aluminio de la presente divulgación comprenden al menos aproximadamente 0,9, 1,0 o 1,1 y como mucho aproximadamente 1,2, 1,1 o 1,0 de Mn (en porcentaje en peso). Aún en otra realización, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación comprenden entre aproximadamente 0,9 y aproximadamente 1,2 de Mn (en porcentaje en peso). En una realización, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación comprenden al menos aproximadamente 0,9, 1,0 o 1,1 y/o como mucho aproximadamente 1,2, 1,1 o 1,0 de Mn (en porcentaje en peso). En una realización, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación comprenden al menos aproximadamente 0,9, 1,0 o 1,1 y como mucho aproximadamente 1,2, 1,1 o 1,0 de Mn (en porcentaje en peso). Aún en otra realización, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación comprenden entre aproximadamente 0,9 y aproximadamente 1,1 de Mn (en porcentaje en peso).
- 5 En las aleaciones de aluminio de la presente divulgación, el porcentaje en peso combinado tanto de Mg como de Mn (*p. ej.*, "Mg + Mn") es superior a aproximadamente 0,92, tal como, por ejemplo, igual o superior a aproximadamente 0,99. En algunas realizaciones, el porcentaje en peso combinado de Mg y Mn está asociado con una resistencia máxima a la tracción de al menos aproximadamente 100 MPa y, en algunas realizaciones adicionales, a una resistencia máxima a la tracción de al menos aproximadamente 105 MPa en productos de aluminio extruidos y soldados con soldadura fuerte de tales aleaciones de aluminio. Por ejemplo, el porcentaje en peso combinado de Mg y de Mn puede ser al menos aproximadamente 0,92, 0,93, 0,94, 0,95, 0,96, 0,97, 0,98, 0,99, 1,00, 1,01, 1,02 o 1,03. En otra realización más, el porcentaje en peso combinado de Mg y Mn puede ser igual o superior a aproximadamente 1,0. En una realización, el porcentaje en peso combinado de Mg y Mn puede ser al menos aproximadamente 1,03.
- 10 Las aleaciones de aluminio de la presente divulgación pueden incluir opcionalmente titanio (Ti) como una adición deliberada. En el contexto de la presente divulgación, el Ti puede actuar como un afinador de grano. En una realización, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación pueden comprender como mucho 0,04, 0,03, 0,02 o 0,01 Ti (en porcentaje en peso). En aún otra realización las aleaciones de aluminio de la presente divulgación pueden comprender un máximo de 0,04 Ti (en porcentaje en peso). En aún otra realización, las aleaciones de aluminio de la presente divulgación pueden comprender un máximo de 0,03 Ti (en porcentaje en peso). En algunas realizaciones, se puede usar Ti en combinación con boro (B) cuando se usa un afinador de grano. Por ejemplo, Al-5 % en peso de Ti-1 % en peso de B es un material afinador de grano comúnmente usado añadido al aluminio y puede usarse como material afinador de grano en las aleaciones de aluminio de la presente divulgación.
- 15 El resto de las aleaciones de aluminio de la presente divulgación es aluminio e impurezas inevitables. Tal impureza incluye, pero no se limita a, níquel (Ni). En una realización, cada impureza está presente, en porcentaje en peso, a un máximo de aproximadamente 0,05 y las impurezas inevitables totales están presentes, en porcentaje en peso, a un máximo de menos de aproximadamente 0,15. En otra realización, cuando el Ni está presente como una impureza, su porcentaje en peso en la aleación de aluminio es igual o menor que 0,01.
- 20 La presente divulgación también proporciona lingotes de extrusión que comprenden las aleaciones de aluminio descritas en el presente documento. Preferiblemente, los lingotes están destinados a utilizarse en un proceso de extrusión para fabricar productos de aluminio extruidos y soldados con soldadura fuerte.
- 25
- 30
- 35

*Productos de aluminio y proceso para obtenerlos*

- La presente divulgación proporciona además un producto de aluminio que comprende la aleación de aluminio descrita en el presente documento. El producto de aluminio tiene resistencia a la corrosión mejorada, especialmente corrosión por picaduras, que otro producto de aluminio obtenido de una aleación de aluminio que tiene menos de aproximadamente 0,10 o más de aproximadamente 0,20 Zn. El producto de aluminio también presenta un tamaño de grano aceptable para aplicaciones posteriores. El producto de aluminio también presenta una propiedad de tracción mejorada, especialmente una resistencia a la tracción máxima aumentada y soldabilidad adecuada cuando se compara con otro producto de aluminio obtenido de una aleación de aluminio que tiene menos de aproximadamente 0,9 o más de aproximadamente 1,2 Mn, que tiene menos de aproximadamente 0,03 o más de aproximadamente 0,10 Mg o que tiene un contenido combinado de Mg y Mn igual a o menor que aproximadamente 0,99. El producto de aluminio también presente mayor capacidad de extrusión cuando se compara con otro producto de aluminio obtenido de una aleación de aluminio que tiene más de aproximadamente 1,2 Mn y/o 0,10 Mg.
- 40 El producto de aluminio es un producto de aluminio extruido y soldado con soldadura fuerte que opcionalmente se puede estirar. Los productos de aluminio de la presente divulgación tienen una resistencia máxima a la tracción mínima, medida después de la extrusión y soldadura fuerte, de al menos aproximadamente 105 MPa. El producto de aluminio puede ser un tubo, como, por ejemplo, un tubo intercambiador de calor. En algunas realizaciones, el producto de aluminio se puede usar en aplicaciones de calibre grueso, como, por ejemplo, como colectores o tubos conectores. Como se indicó anteriormente, en algunas realizaciones, los productos de aluminio extruidos y soldados con soldadura fuerte de la presente divulgación pueden tener un tamaño de grano (medido como CWPB) igual o menor que aproximadamente 150  $\mu$  (*p. ej.*, 100  $\mu$  por ejemplo) y/o resistencia a la tracción máxima de al menos 100 MPa (*p. ej.*, 105 MPa, por ejemplo).
- 45
- 50
- 55

La presente divulgación también proporciona un proceso para fabricar los productos de aluminio descritos en este documento. En primer lugar, la aleación de aluminio descrita en el presente documento (que se puede proporcionar

como un lingote de extrusión) se homogeneiza para proporcionar una aleación de aluminio homogeneizada. Para proporcionar una aleación de aluminio homogeneizada, la aleación de aluminio se calienta primero (por ejemplo, a una temperatura entre 580 °C y 620 °C durante un período de al menos 1 hora (h), 2 h, 3 h, 4 h, 5 h, 6 h, 7 h, 8 h o más) y luego se enfría (por ejemplo, a una velocidad de 400 °C/h o menos). En una realización, la aleación de aluminio se calienta primero a una temperatura entre aproximadamente 560 °C y 600 °C durante un período de 2 h a 6 h y luego se enfría a una velocidad igual o menor que 400 °C/h. En segundo lugar, una vez que se proporciona la aleación de aluminio homogeneizada, se somete a extrusión para proporcionar un producto extruido. Antes de ser soldado con soldadura fuerte, el producto de aluminio se puede trabajar opcionalmente (por ejemplo, laminado o estirado) en un producto de aluminio trabajado (por ejemplo, un producto de aluminio laminado o un producto de aluminio estirado). Una vez que se ha elaborado el producto de aluminio extruido o el producto de aluminio trabajado, se somete a una etapa de soldadura fuerte para proporcionar un producto de aluminio extruido y soldado. Opcionalmente, el proceso puede incluir proporcionar la aleación de aluminio descrita en el presente documento antes de la homogeneización.

La presente invención se comprenderá más fácilmente mediante la referencia a los siguientes ejemplos que se proporcionan para ilustrar la invención y no para limitar su alcance.

#### EJEMPLO I - MODULACIÓN EN RESISTENCIA A LA CORROSIÓN Y TAMAÑO DE GRANO

El ejemplo se diseñó para desarrollar una aleación de aluminio para aplicaciones no estiradas, así como para determinar su aplicabilidad para productos estirados en frío y soldados con soldadura fuerte de calibre grueso.

Las composiciones de aleación enumeradas en la Tabla 1 fueron coladas en frío directo (DC) como palanquillas de 101 mm de diámetro. Estos se cortaron en palanquillas y se homogeneizaron en una de dos prácticas de homogeneización: (i) 4 horas/620 °C seguido de enfriamiento a 300 °C/hora; o (ii) 4 horas/580 °C seguido de enfriamiento a 300 °C/hora. Estas palanquillas se extruyeron en una tira de 3 x 42 mm usando una temperatura de palanquilla de 480 °C y una velocidad de pistón de 18 mm/s. La tira después se laminó en frío a un espesor de 1,2 mm, correspondiente a una reducción en frío de 60%. Al material se le dio un ciclo de soldadura fuerte simulada de 2,5 min/600 °C. Se utilizó un troquel de cara plana para la extrusión para evitar la contaminación entre las variantes de aleación, que de otro modo podría influir en los ensayos de propiedades posteriores. Después de la soldadura fuerte, se midió el tamaño de grano longitudinal junto con las propiedades de tracción y el potencial de corrosión (ASTM G69). Los cupones producidos a partir de palanquillas homogeneizadas a 580 °C también se expusieron en el ensayo SWAAT (ASTM G85A3) durante 20 días, y se midieron las profundidades medias de los agujeros para los seis agujeros más profundos por cupón de acuerdo con ASTM G46. La aleación de control B se homogeneizó a 620 °C, para el ensayo de corrosión, ya que esta es una práctica comercial típica para esta aleación. Los tamaños de grano se midieron mediante el método de intersección lineal y se refieren a la longitud del grano en la dirección de extrusión o estirado (p. ej., tamaño de grano después de la soldadura fuerte trabajado en frío o CWPB). El potencial de corrosión electroquímica (conocido como Ecorr) se midió de acuerdo con ASTM G69. Los resultados se sintetizan en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición elemental y características de las diferentes aleaciones ensayadas en este Ejemplo. CWPB: tamaño de grano después de la soldadura fuerte y trabajado en frío; UTS: máxima resistencia a la tracción.

Aleación	Cu	Fe	Mn	Mg	Ni	Si	Ti	Zn	Homo.	CWPB	UTS	Profundidad de agujero 20 días	E <sub>corr</sub>
									Temp (°C)	μ	MPa	μ	mV
A*	0,003	0,11	0,98	<,001	0,008	0,09	0,02	0,021	580	121	89	480	-720
									620	98	100		-725
B <sup>1</sup> *	0,09	0,56	1,05	0,01	0,007	0,25	0,016	0,005	580	84	105		-725
									620	47	113	675	<b>-726</b>
C*	0,004	0,22	0,53	0,13	0,006	0,13	0,019	0,21	580	54	97	524	-752
									620	64	97		-752
D*	0,001	0,1	0,63	0,004	0,006	0,09	0,02	0,003	580	109	84	529	-741
									620	105	84		-742
E*	0,001	0,3	0,61	0,002	0,006	0,09	0,016	0,003	580	53	93	608	-736
									620	47	97		-735
F*	0,001	0,11	0,83	<,001	0,007	0,16	0,15	0,17	580	212	94	346	-730
									620	160	95		-731
G*	0,002	0,11	0,79	<,001	0,006	0,23	0,12	0,004	580	329	102	576	-726
									620	195	90		-731

<sup>1</sup> Esta aleación corresponde a AA3003, es una aleación comercial estándar que se utiliza actualmente para aplicaciones de tubos intercambiadores de calor de calibre grueso y representa el control en el presente ejemplo.

5 \*: ejemplos útiles para comprender la invención.

10 Como se muestra en la tabla 1, la aleación B presentó las picaduras más profundas y todas las demás aleaciones ensayadas dieron alguna mejora en comparación. La aleación E proporcionó la mejora más modesta en la resistencia a la corrosión por picaduras. Además, aunque la aleación F, con adiciones deliberadas de Zn y Ti, dio la mejor resistencia a la corrosión, proporcionó un tamaño de grano después de la soldadura fuerte superior a 150 μ, lo cual no es aceptable. La aleación G también proporcionó un objetivo de tamaño de grano después de la soldadura fuerte de más de 150 μ. Las aleaciones A, C, D y E tampoco proporcionan una aleación de aluminio que tenga una resistencia máxima a la tracción superior a 100 MPa.

15 La aleación D exhibió una resistencia inadecuada (p. ej., por debajo de 105 MPa) y, aunque tenía un tamaño de grano menor que el objetivo de 150 μ, exhibió un grano significativamente más grueso que la aleación B. La adición de Fe en la aleación E (en comparación con la aleación D) mejoró el tamaño de grano, pero también fue perjudicial para la resistencia a la corrosión.

La aleación C cumplió con el tamaño de grano requerido, pero no proporcionó una mejora suficiente en la resistencia a la corrosión o una resistencia adecuada.

#### EJEMPLO II - OPTIMIZACIÓN EN RESISTENCIA A LA CORROSIÓN Y TAMAÑO DE GRANO

20 El objetivo de este ejemplo fue identificar una composición de aleación con una resistencia a la corrosión superior a AA3003 sin pérdida significativa de resistencia o conformabilidad posterior a la soldadura fuerte (que está principalmente controlada por el tamaño de grano posterior a la soldadura fuerte).

25 Las aleaciones en la Tabla 2 se fundieron con DC como lingotes de extrusión de 101 mm de diámetro. Se siguieron los mismos protocolos de ensayo, como en el Ejemplo I, con la excepción de que se realizaron ensayos de corrosión para ciclos de homogeneización a baja y alta temperatura. Los resultados del ensayo se resumen en la tabla 2.

Tabla 2. Composición elemental y características de las diferentes aleaciones ensayadas en este Ejemplo. CWPB: tamaño de grano después de la soldadura fuerte y trabajado en frío; UTS: máxima resistencia a la tracción.

Tipo de aleación	Cu	Fe	Mn	Mg	Ni	Si	Ti	Zn	Homo.	Estructura de grano extruido	CWPB	UTS	profundidad de agujero 20-días	E <sub>corr</sub>
									Temp °C		μ	MPa	μ	mV
H*	0,002	0,20	0,77	0,03	0,005	0,09	0,016	0,11	580	fino	49	102	308	-734
									620	fino	63	99	302	-725
I*	0,002	0,21	1,00	0,03	0,005	0,09	0,02	0,12	580	media	48	106	319	-725
									620	fino	68	108	285	-725
J*	0,002	0,20	0,98	0,01	0,006	0,22	0,019	0,13	580	grueso	75	100	358	-750
									620	fino	53	106	326	-759
K*	0,002	0,20	0,98	0,02	0,007	0,08	0,015	0,22	580	media	49	103	317	-734
									620	fino	52	106	317	-738
L*	0,002	0,24	0,97	0,09	0,006	0,08	0,014	0,15	580	media	43	111	360	-727
									620	fino	51	109	301	-736
M*	0,08	0,24	0,98	0,01	0,006	0,09	0,015	0,14	580	media	59	112	294	-714
									620	fino	54	110	371	-723
B1*	0,09	0,56	1,05	0,01	0,007	0,25	0,016	0,005	580	media	84	105		-725
									620	fino	47	113	526	-726

<sup>1</sup> Esta aleación corresponde a AA3003, es una aleación comercial estándar que se utiliza actualmente para aplicaciones de tubos intercambiadores de calor de calibre grueso y representa el control en el presente ejemplo.

5 \*: ejemplos útiles para comprender la invención.

La aleación H no fue capaz de satisfacer el objetivo de resistencia de 105 MPa. La aleación J dio grano grueso en la condición extruida, cuando se homogeneizó a temperatura baja, lo que pudo limitar su capacidad de estiramiento. La aleación K dio resistencia en el límite cuando se homogeneizó a 580°C.

**REIVINDICACIONES**

1. Una aleación de aluminio para fabricar un producto de aluminio extruido y soldado con soldadura fuerte, comprendiendo la aleación de aluminio, en porcentaje en peso:
  - hasta 0,15 de Si;
  - 5        entre 0,15 y 0,30 de Fe;
  - entre 0,9 y 1,2 Mn;
  - entre 0,03 y 0,10 Mg;
  - entre 0,10 y 0,20 Zn;
  - hasta 0,03 Cu;
  - 10        hasta 0,04 Ti; y
  - el resto son aluminio e impurezas inevitables.
  - en donde (Mg + Mn) es igual o mayor que 0,99.
2. La aleación de aluminio de la reivindicación 1, que comprende hasta 0,12 Si.
3. La aleación de aluminio de la reivindicación 1 o 2, que comprende al menos 0,20 Fe.
- 15    4. La aleación de aluminio de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende 0,9 y 1,1 Mn.
5. La aleación de aluminio de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende entre 0,06 y 0,10 Mg.
6. La aleación de aluminio de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende entre 0,12 a 0,16 Zn.
7. La aleación de aluminio de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende hasta 0,01 Cu.
8. La aleación de aluminio de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende hasta 0,03 Ti.
- 20    9. La aleación de aluminio de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en la que (Mg + Mn) es igual a o mayor que 1,0.
10. Un lingote de extrusión que comprende la aleación de aluminio de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 para fabricar un producto de aluminio extruido y soldado con soldadura fuerte.
- 25    11. Un producto de aluminio extruido y soldado con soldadura fuerte que comprende la aleación de aluminio de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.
12. Un proceso para fabricar un producto de aluminio extruido y soldado con soldadura fuerte, comprendiendo el proceso:
  - (a) homogeneizar la aleación de aluminio de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 en una aleación de aluminio homogeneizada;
  - 30        (b) extruir la aleación de aluminio homogeneizada en un producto de aluminio extruido;
  - (c) opcionalmente transformar el producto de aluminio extruido en un producto de aluminio trabajado; y
  - (d) soldar con soldadura fuerte el producto de aluminio extruido o el producto de aluminio trabajado en el producto de aluminio extruido y soldado con soldadura fuerte.
- 35    13. El proceso de la reivindicación 12, que comprende además proporcionar la aleación de aluminio de la etapa (a) como un lingote de extrusión.
14. El proceso de la reivindicación 12 o 13, que comprende además realizar la homogeneización de la etapa (a) a una temperatura entre 580 °C y 620 °C.
15. El proceso de la reivindicación 14, en donde la etapa (b) comprende además una etapa de enfriamiento a 400 °C/h o menos.
- 40    16. El proceso de una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 15, en donde la etapa (d) comprende además estirar el producto de aluminio extruido y el producto de aluminio trabajado es un producto de aluminio estirado.

17. Un producto de aluminio extruido y soldado con soldadura fuerte fabricado mediante el proceso de cualquiera de las reivindicaciones 12 a 16.