

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 440 272**

51 Int. Cl.:

C22C 1/02 (2006.01)

C22C 1/03 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2008** **E 08863653 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2013** **EP 2231887**

54 Título: **Fundente de modificación mejorado para aluminio fundido**

30 Prioridad:

24.12.2007 EP 07255047

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

28.01.2014

73 Titular/es:

**FOSECO INTERNATIONAL LIMITED (100.0%)
1 Midland Way Central Park
Barlborough Links Derbyshire S43 4XA, GB**

72 Inventor/es:

**KIENTZLER, PHILIPPE;
LÖBBERS, KERSTIN y
MICHARD, LAURENT**

74 Agente/Representante:

BALLESTER CAÑIZARES, Rosalía

ES 2 440 272 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

Fundente de modificación mejorado para aluminio fundido

5 **[0001]** La presente invención hace referencia a un fundente para usarse en el tratamiento de aluminio fundido y aleaciones de aluminio y más concretamente a un fundente de modificación para aumentar la concentración de sodio y/o estroncio en aluminio o aleaciones de aluminio.

10 **[0002]** Se sabe que la composición de la aleación y el proceso de fundición afectan a la microestructura de las fundiciones de aleaciones de aluminio. La microestructura también puede cambiarse con la adición de pequeñas cantidades de determinados elementos que mejoran la colabilidad, las propiedades mecánicas y la maquinabilidad. El hecho de cambiar la composición química para cambiar la microestructura se conoce como modificación y normalmente se consigue mediante la adición de sodio o estroncio, especialmente aleaciones de aluminio-silicio.

15 **[0003]** Los modificadores de sodio están muy extendidos pero tienen una tendencia a desvanecerse tras un periodo de tiempo, llevando la pérdida gradual de sodio a problemas de control de proceso inevitables. El sodio puede añadirse como sodio metálico (normalmente envasado al vacío en latas de aluminio) o mediante un proceso de electrolisis como se describe en EP0688881A1 o mediante la adición de sales sódicas. El estroncio es menos reactivo que el sodio y se añade normalmente en forma de aleaciones madre (Sr-Al) y tiene la ventaja añadida de que no se desvanece dejándolo en reposo.

20 **[0004]** Originalmente, los agentes de tratamiento de metales (fundentes) basados en mezclas de sales inorgánicas se suministraban tradicionalmente en forma de polvo, sin embargo, los fundentes granulados se han vuelto cada vez más populares debido a sus importantes ventajas técnicas y medioambientales.

25 **[0005]** En el caso de los modificadores de sodio, se sabe que el carbonato de sodio puede añadirse a la fundición en la temperatura de funcionamiento (alrededor de los 750 °C). El sodio se libera en la fundición pero el rendimiento de reacción es muy bajo. Los rendimientos pueden mejorarse mezclando carbonato de sodio con componentes adicionales. Por ejemplo, DE19720361 describe una mezcla de tratamiento para aleaciones de silicio y aluminio que comprenden 30-80 % en peso de carbonato de sodio, 30-80 % en peso de carbonato de potasio y/o cloruro de sodio, 15-30 % en peso, 15-30 % en peso de polvo de aluminio o magnesio y 1-10 % en peso de nitratos y/o cloratos de metales alcalinos.

30 **[0006]** El fluoruro de sodio libera sodio cuando reacciona con aluminio fundido y se utiliza bastante como fundente de modificación. Sin embargo, existen crecientes problemas medioambientales con respecto al uso de fluoruros y, por lo tanto, se están haciendo esfuerzos para reducir, o incluso eliminar, su uso.

35 **[0007]** En el caso de la adición de estroncio, normalmente se usa una aleación madre de aluminio-estroncio para aumentar el contenido de estroncio de aluminio y sus aleaciones. Se ha presentado un pequeño número de fundentes que contienen sales inorgánicas de estroncio para aluminio. EP0030071 describe la adición de peróxido de estroncio envuelto en papel de aluminio para producir una aleación madre de aluminio modificada por estroncio, mientras que SU1044652 describe un modificador que comprende 10-15 % en peso de fluoruro de sodio, 25-30 % en peso de criolita de sodio y 15-25 % en peso de cloruro de estroncio con cloruro de sodio la parte restante. El modificador se prepara mezclando los componentes y secando la mezcla a continuación. En otro ejemplo, SU0986948 describe un fundente refinado que contiene 30-40 % en peso de cloruro de sodio, 10-15 % en peso de criolita de sodio y 10-20 % en peso de nitrato de estroncio con cloruro de potasio la parte restante. US3466170 describe un proceso para la modificación de aleaciones de silicio-aluminio añadiendo estroncio y/o bario a la fundición. El estroncio y/o bario puede añadirse en forma metálica o en forma de mezclas de sales.

45 **[0008]** DE 19720361 revela un método para la mejora/refinado de sodio de aleaciones de AlSi eutécticas, casi eutécticas e hipoeutécticas mediante el tratamiento de sus fundiciones con mezclas metalotérmicas que contienen sales sódicas y polvos metálicos así como agentes de oxidación con el papel de iniciadores de la reacción. La composición de la mezcla no contiene flúor. Las fundiciones de aleaciones de AlSi se presentan con mezclas de tratamiento que contienen (en porcentaje en masa): 30-80 % de carbonato de sodio, 30-80 % de carbonato de potasio y/o cloruro de sodio, 15-30 % de polvo de aluminio y/o magnesio; 1-10 % de nitratos y/o clorato de metales alcalinos. WO99/60180 revela una adición de sodio a la fundición de material como cinc y especialmente aluminio y su aleación en un recipiente. Cuando se desee utilizar carbonato de sodio, es preferible mezclarlo con una proporción de cloruro de sodio para reducir la temperatura de fusión del carbonato de sodio puro de 858 °C a aproximadamente 635 °C para la mezcla. De forma similar, cuando se quiera utilizar hidróxido de sodio, es preferible mezclarlo con una proporción de carbonato de sodio para reducir la temperatura de fusión del hidróxido de sodio puro de 322 °C a aproximadamente 285 °C para la mezcla. En un modo de realización de la invención, el hidróxido de sodio sólido se funde en un recipiente distinto y la sal fundida de este recipiente se suministra a la sección de electrolisis con el fin de mantener ahí el nivel de sal fundida a un nivel razonablemente

constante.

[0009] Es objetivo de la presente invención proporcionar un fundente mejorado para la modificación de aluminio mediante la adición de sodio o estroncio.

5 **[0010]** Según un primer aspecto de la presente invención, se presenta una composición para liberar sodio en aluminio fundido o una aleación con base de aluminio, donde la composición se forma fundiendo una mezcla que comprende al menos dos sales, teniendo al menos una de las sales sodio como catión, teniendo al menos una de las sales carbonato como anión y teniendo al menos una de las sales un haluro como anión.

10 **[0011]** Por "fundido" se entenderá que la composición se prepara fundiendo juntos los componentes de las mezclas. Tras la fundición, se deja que la mezcla se solidifique, normalmente vaciándola en un enfriador de cinta con el fin de producir láminas o tabletas de material fundido. A continuación, esto se puede moler para producir un fundente en polvo o para procesarse de forma adicional con el fin de proporcionar un fundente granular.

[0012] El método preferido es añadir el fundente tanto como polvo como en forma granular.

15 **[0013]** El punto de fusión de la composición se elige según el uso previsto. La gama de temperaturas de trabajo (tratamiento y vaciado) para aleaciones de aluminio varía entre 700 y 800 °C dependiendo de las composiciones de las aleaciones y para algunas aplicaciones puede ser más alta (p.ej., para pistones, la temperatura de trabajo de la aleación de aluminio será del orden de 820 °C). En determinados modos de realización, el punto de fusión de las composiciones es menor de 800 °C, menor de 750 °C o menor de 700 °C.

20 **[0014]** En determinados modos de realización, puede ser útil tener una composición con un contenido bajo de fluoruro. Es preferible que el contenido de fluoruro de la composición no sea mayor de un 20 % en peso, más preferiblemente que no sea mayor de un 10 % en peso, incluso más preferiblemente que no sea mayor de un 3 % en peso y más preferiblemente que no sea mayor del 1 % en peso. La composición puede estar libre de fluoruro.

[0015] Preferiblemente, la al menos una sal que tiene sodio como catión se elige de entre uno o más de haluro de sodio, carbonato de sodio (Na_2CO_3) y nitrato de sodio (NaNO_3).

25 **[0016]** Preferiblemente, la al menos una sal que tiene carbonato como anión se elige de entre carbonatos del grupo I, más preferiblemente carbonato de litio (Li_2CO_3), carbonato de sodio (Na_2CO_3) o carbonato de potasio (K_2CO_3) o de entre carbonatos del grupo II.

[0017] El ión haluro puede ser un ión fluoruro, un ión cloruro, un ión bromuro o un ión yoduro. El ión haluro es preferiblemente un ión cloruro.

30 **[0018]** Preferiblemente, la al menos una sal que tiene un haluro como anión se elige de entre haluros del grupo I, más preferiblemente haluro de sodio o haluro de potasio. La composición puede estar libre de litio.

35 **[0019]** Cuando la al menos una sal que tiene un haluro como anión es una sal de fluoruro, la sal de fluoruro se elige preferiblemente de fluoruro de sodio (NaF), fluoruro de estroncio (SrF_2) o un compuesto complejo en forma de X_mMF_n donde X es un elemento del tercer o cuarto periodo de la tabla periódica, preferiblemente un metal del grupo I o del grupo II y M es un elemento del tercer o cuarto grupo de la tabla periódica, preferiblemente aluminio, titanio o circonio. Dichos compuestos complejos incluyen fluoruro de aluminio y potasio (KAlF_4), fluoruro de aluminio y sodio (NaAlF_4), fluorotitanato de potasio (K_2TlF_6) y fluorocirconato de potasio (K_2ZrF_6).

40 **[0020]** La composición se funde preferiblemente a partir de una mezcla que comprende dos sales (una mezcla binaria), tres sales (una mezcla ternaria) o cuatro sales (una mezcla cuaternaria). Se entiende fácilmente que el sodio (o al menos parte de este) y uno de los aniones necesarios pueden proporcionarse en una única sal.

[0021] En una serie de modos de realización, el fundente comprende de 5 a 40 % en peso de sodio, de 10 a 35 % en peso de sodio, de 12 a 32 % en peso de sodio, de 15 a 30 % en peso de sodio, de 20 a 28 % en peso de sodio o de 22 a 26 % en peso de sodio.

45 **[0022]** En otra serie de modos de realización, el fundente comprende de 5 a 40 % en peso de potasio, de 8 a 30 % en peso de potasio, de 12 a 26 % en peso de potasio, de 17 a 23 % en peso de potasio o de 19 a 21 % en peso de potasio.

[0023] En otra serie adicional de modos de realización, el fundente comprende de 5 a 55 % en peso de carbonato, de 10 a 50 % en peso de carbonato, de 20 a 45 % en peso de carbonato o de 35 a 45 % en peso de carbonato.

[0024] En otra serie más de modos de realización, el fundente comprende de 1 a 35 % en peso de cloruro, de 2 a 25 % en peso de cloruro, de 3 a 20 % en peso de cloruro, de 4 a 15 % en peso de cloruro o de 4 a 10 % en peso de cloruro.

5 **[0025]** Se entiende que una vez que la mezcla de sales se ha fundido, la naturaleza de las sales iniciales puede ser indeterminable. Por lo tanto, por ejemplo, una composición formada al fundir un mol de cloruro de sodio (NaCl) y medio mol de carbonato de potasio (K_2CO_3) será equivalente a una composición formada al fundir un mol de cloruro de potasio (KCl) y medio mol de carbonato de sodio (Na_2CO_3).

10 **[0026]** Entre las aleaciones con base de aluminio adecuadas se incluyen aleaciones bajas en silicio (4-6 % Si), p. ej., aleación LM4 (Al- Si5Cu3) según normativa británica (BS); aleación con contenido medio de silicio (7,5-9,5 % Si), p. ej., aleación LM25 (Al- Si7Mg) según normativa británica (BS); aleaciones eutécticas (10-13 % Si), p. ej., aleación LM6 (Al- Si12) según normativa británica (BS); aleaciones hipereutécticas (> 16 % Si), p. ej., aleación LM30 (Al- Si17Cu4Mg) según normativa británica (BS) y aleaciones de magnesio y aluminio, p. ej., aleación LM5 (Al- Mg5Si; Al- Mg6) según normativa británica (BS).

15 **[0027]** De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se presenta una composición para liberar estroncio en aluminio fundido o aleaciones con base de aluminio, donde la composición se forma fundiendo una mezcla que comprende al menos dos sales, teniendo al menos una de las sales estroncio como catión, teniendo al menos una de las sales carbonato como anión y teniendo al menos una de las sales un haluro como anión.

20 **[0028]** El punto de fusión de la composición se elige según el uso previsto. La gama de temperaturas de trabajo (tratamiento y vaciado) para aleaciones de aluminio varía entre 700 y 800 °C dependiendo de la composición de la aleación y para algunas aplicaciones puede ser más alta (p.ej., para pistones, la temperatura de trabajo de la aleación de aluminio será del orden de 820 °C). En determinados modos de realización, el punto de fusión de la composición es menor de 800 °C, menor de 750 °C o menor de 700 °C.

25 **[0029]** En determinados modos de realización, puede ser útil tener una composición con un contenido bajo de fluoruro. Es preferible que el contenido de fluoruro de la composición no sea mayor de un 20 % en peso, más preferiblemente que no sea mayor de un 10 % en peso, incluso más preferiblemente que no sea mayor de un 3 % en peso y más preferiblemente que no sea mayor del 1 % en peso. La composición puede estar libre de fluoruro.

[0030] Preferiblemente, la al menos una sal que tiene estroncio como catión se elige de entre uno o más de haluro de estroncio, carbonato de estroncio ($SrCO_3$) y nitrato de estroncio ($Sr(NO_3)_2$).

30 **[0031]** Preferiblemente, la al menos una sal que tiene carbonato como anión se elige de entre carbonatos del grupo I, más preferiblemente carbonato de litio (Li_2CO_3), carbonato de sodio (Na_2CO_3) o carbonato de potasio (K_2CO_3) o de entre carbonatos del grupo II, más preferiblemente carbonato de estroncio ($SrCO_3$).

[0032] El ión haluro puede ser un ión fluoruro, un ión cloruro, un ión bromuro o un ión yoduro. El ión haluro es preferiblemente un ión cloruro.

35 **[0033]** Preferiblemente, la al menos una sal que tiene un haluro como anión se elige de entre haluros del grupo I, más preferiblemente haluro de sodio o haluro de potasio o de entre haluros del grupo II, más preferiblemente haluro de estroncio ($SrCl_2$).

40 **[0034]** Cuando la al menos una sal que tiene un haluro como anión es una sal de fluoruro, la sal de fluoruro se elige preferiblemente de fluoruro de sodio (NaF), fluoruro de estroncio (SrF_2) o un compuesto complejo en forma de X_mMF_n donde X es un elemento del tercer o cuarto periodo de la tabla periódica, preferiblemente un metal del grupo I o del grupo II y M es un elemento del tercer o cuarto grupo de la tabla periódica, preferiblemente aluminio, titanio o circonio. Dichos compuestos complejos incluyen fluoruro de aluminio y potasio ($KAlF_4$), fluoruro de aluminio y sodio ($NaAlF_4$), fluorotitanato de potasio (K_2TiF_6) y fluorocirconato de potasio (K_2ZrF_6).

45 **[0035]** La composición se funde preferiblemente a partir de una mezcla que comprende dos sales (una mezcla binaria), tres sales (una mezcla ternaria) o cuatro sales (una mezcla cuaternaria). Se entiende fácilmente que el estroncio (o al menos parte de este) y uno de los aniones necesarios pueden proporcionarse en una única sal.

[0036] Una composición fundida preferida comprende estroncio, carbonato, potasio y cloruro.

50 **[0037]** En una serie de modos de realización, la composición fundida comprende de 5 a 50 % en peso de estroncio, de 10 a 40 % en peso de estroncio, de 12 a 30 % en peso de estroncio, de 15 a 25 % en peso de estroncio o de 17 a 21 % en peso de estroncio.

[0038] En otra serie de modos de realización, el fundente comprende de 5 a 45 % en peso de potasio, de 15 a

ES 2 440 272 T3

40 % en peso de potasio, de 25 a 37 % en peso de potasio o de 30 a 35 % en peso.

[0039] En otra serie adicional de modos de realización, el fundente comprende de 5 a 55 % en peso de carbonato, de 10 a 50 % en peso de carbonato, de 20 a 45 % en peso de carbonato, de 25 a 40 % en peso de carbonato o de 30 a 35 % en peso de carbonato.

5 **[0040]** En otra serie más de modos de realización, el fundente comprende de 1 a 30 % en peso de cloruro, de 2 a 25 % en peso de cloruro, de 3 a 20 % en peso de cloruro, de 4 a 15 % en peso de cloruro o de 5 a 10 % en peso de cloruro.

10 **[0041]** Se entiende que una vez que la mezcla de sales se ha fundido, la naturaleza de las sales iniciales puede ser indeterminable. Por lo tanto, por ejemplo, una composición formada al fundir un mol de cloruro de estroncio (SrCl_2) y un mol de carbonato de potasio (K_2CO_3) será equivalente a una composición formada al fundir dos moles de cloruro de potasio (KCl) y un mol de carbonato de estroncio (SrCO_3).

15 **[0042]** Entre las aleaciones con base de aluminio adecuadas se incluyen aleaciones bajas en silicio (4-6 % Si), p. ej., aleación LM4 (Al- Si5Cu3) según normativa británica (BS); aleación con contenido medio de silicio (7,5-9,5 % Si), p. ej., aleación LM25 (Al- Si7Mg) según normativa británica (BS); aleaciones eutécticas (10-13 % Si), p. ej., aleación LM6 (Al- Si12) según normativa británica (BS); aleaciones hipereutécticas (> 16 % Si), p. ej., aleación LM30 (Al- Si17Cu4Mg) según normativa británica (BS) y aleaciones de magnesio y aluminio, p. ej., aleación LM5 (Al- Mg5Si; Al- Mg6) según normativa británica (BS).

20 **[0043]** De acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención, se presenta una composición para liberar tanto sodio como estroncio en aluminio fundido o una aleación con base de aluminio, donde la composición se forma fundiendo una mezcla que comprende al menos dos sales, teniendo al menos una de las sales sodio como catión, teniendo al menos una de las sales estroncio como catión, teniendo al menos una de las sales carbonato como anión y teniendo al menos una de las sales un haluro como anión.

25 **[0044]** El punto de fusión de la composición se elige según el uso previsto. La gama de temperaturas de trabajo (tratamiento y vaciado) para aleaciones de aluminio varía entre 700 y 800 °C dependiendo de la composición de la aleación y para algunas aplicaciones puede ser más alta (p.ej., para pistones, la temperatura de trabajo de la aleación de aluminio será del orden de 820 °C). En determinados modos de realización, el punto de fusión de la composición es menor de 800 °C, menor de 750 °C o menor de 700 °C.

30 **[0045]** En determinados modos de realización, puede ser útil tener una composición con un contenido bajo de fluoruro. Es preferible que el contenido de fluoruro de la composición no sea mayor de un 20 % en peso, más preferiblemente que no sea mayor de un 10 % en peso, incluso más preferiblemente que no sea mayor de un 3 % en peso y más preferiblemente que no sea mayor del 1 % en peso. La composición puede estar libre de fluoruro.

[0046] Preferiblemente, la al menos una sal que tiene sodio como catión se elige de entre uno o más de haluro de sodio, carbonato de sodio (Na_2CO_3) y nitrato de sodio (NaNO_3).

35 **[0047]** Preferiblemente, la al menos una sal que tiene estroncio como catión se elige de entre uno o más de haluro de estroncio, carbonato de estroncio (SrCO_3) y nitrato de estroncio ($\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$).

[0048] Preferiblemente, la al menos una sal que tiene carbonato como anión se elige de entre carbonatos del grupo I, más preferiblemente carbonato de litio (Li_2CO_3), carbonato de sodio (Na_2CO_3) o carbonato de potasio (K_2CO_3) o de entre carbonatos del grupo II, más preferiblemente carbonato de estroncio (SrCO_3).

40 **[0049]** El ión haluro puede ser un ión fluoruro, un ión cloruro, un ión bromuro o un ión yoduro. El ión haluro es preferiblemente un ión cloruro.

[0050] Preferiblemente, la al menos una sal que tiene un haluro como anión se elige de entre haluros del grupo I, más preferiblemente haluro de sodio o haluro de potasio o de entre haluros del grupo II, más preferiblemente haluro de estroncio.

45 **[0051]** Cuando la al menos una sal que tiene un haluro como anión es una sal de fluoruro, la sal de fluoruro se elige preferiblemente de fluoruro de sodio (NaF), fluoruro de estroncio (SrF_2) o un compuesto complejo en forma de X_mMF_n donde X es un elemento del tercer o cuarto periodo de la tabla periódica, preferiblemente un metal del grupo I o del grupo II y M es un elemento del tercer o cuarto grupo de la tabla periódica, preferiblemente aluminio, titanio o circonio. Dichos compuestos complejos incluyen fluoruro de aluminio y potasio (KAlF_4), fluoruro de aluminio y sodio (NaAlF_4), fluorotitanato de potasio (K_2TiF_6) y fluorocirconato de potasio (K_2ZrF_6).

[0052] La composición se funde preferiblemente a partir de una mezcla que comprende dos sales (una mezcla

binaria), tres sales (una mezcla ternaria) o cuatro sales (una mezcla cuaternaria). Se entiende fácilmente que el sodio (o al menos parte de este) y uno de los aniones necesarios pueden proporcionarse en una única sal y que el estroncio (o al menos parte de este) y uno de los aniones necesarios pueden proporcionarse en una única sal.

5 **[0053]** Se entiende que una vez que la mezcla de sales se ha fundido, la naturaleza de las sales iniciales puede ser indeterminable.

[0054] Un fundente fundido preferido comprende estroncio, carbonato, potasio y cloruro.

[0055] En una serie de modos de realización, la composición fundida comprende de 1 a 40 % en peso de estroncio, de 5 a 30 % en peso de estroncio, de 10 a 30 % en peso de estroncio o de 14 a 20 % en peso de estroncio.

10 **[0056]** En una serie de modos de realización, el fundente comprende de 1 a 40 % en peso de sodio, de 2 a 30 % en peso de sodio, de 3 a 20 % en peso de sodio o de 5 a 10 % en peso de sodio.

[0057] En otra serie de modos de realización, el fundente comprende de 5 a 45 % en peso de potasio, de 15 a 40 % en peso de potasio, de 25 a 37 % en peso de potasio o de 30 a 35 % en peso.

15 **[0058]** En otra serie adicional de modos de realización, el fundente comprende de 5 a 55 % en peso de carbonato, de 10 a 50 % en peso de carbonato, de 20 a 45 % en peso de carbonato, de 25 a 40 % en peso de carbonato o de 30 a 45 % en peso de carbonato.

[0059] En otra serie más de modos de realización, el fundente comprende de 1 a 30 % en peso de cloruro, de 2 a 25 % en peso de cloruro, de 3 a 20 % en peso de cloruro, de 5 a 15 % en peso de cloruro o de 7 a 12 % en peso de cloruro.

20 **[0060]** Entre las aleaciones con base de aluminio adecuadas se incluyen aleaciones bajas en silicio (4-6 % Si), p. ej., aleación LM4 (Al- Si5Cu3) según normativa británica (BS); aleación con contenido medio de silicio (7,5-9,5 % Si), p. ej., aleación LM25 (Al- Si7Mg) según normativa británica (BS); aleaciones eutécticas (10-13 % Si), p. ej., aleación LM6 (Al- Si12) según normativa británica (BS); aleaciones hipereutécticas (> 16 % Si), p. ej., aleación LM30 (Al- Si17Cu4Mg) según normativa británica (BS) y aleaciones de magnesio y aluminio, p. ej.,
25 aleación LM5 (Al- Mg5Si; Al- Mg6) según normativa británica (BS).

[0061] En un cuarto aspecto de la presente invención, se presenta un método para liberar sodio y/o estroncio en aluminio fundido o aleaciones con base de aluminio, que consiste en añadir la composición de cualquiera del primer, segundo o tercer aspecto al aluminio fundido o a una aleación con base de aluminio.

30 **[0060]** Entre las aleaciones con base de aluminio adecuadas se incluyen aleaciones bajas en silicio (4-6 % Si), p. ej., aleación LM4 (Al- Si5Cu3) según normativa británica (BS); aleación con contenido medio de silicio (7,5-9,5 % Si), p. ej., aleación LM25 (Al- Si7Mg) según normativa británica (BS); aleaciones eutécticas (10-13 % Si), p. ej., aleación LM6 (Al- Si12) según normativa británica (BS); aleaciones hipereutécticas (>16 % Si), p. ej., aleación LM30 (Al- Si17Cu4Mg) según normativa británica (BS) y aleaciones de magnesio y aluminio, p. ej., aleación LM5 (Al- Mg5Si; Al- Mg6) según normativa británica (BS).

35 **[0063]** A continuación, se describirán los modos de realización de la invención únicamente a modo de ejemplo.

METODOLOGÍA

40 **[0064]** Las composiciones fundidas (fundentes) se prepararon fundiendo juntas mezclas de los componentes en las proporciones relevantes, vaciando el material fundido en lingotes y moliéndolos en partículas de un tamaño máximo de 5 mm. Después se añadieron las partículas a una aleación de aluminio que tiene un 7 % de silicio y 0,3 % de magnesio con una temperatura de entre 700 y 800 °C. El contenido de sodio y/o estroncio de la aleación se midió usando la espectrometría de emisión por chispa antes de la adición y un tiempo fijo tras dicha adición usando el equipo SPECTROMAX (Spectro). Este método utiliza un espectrógrafo por emisión óptica que mide de forma simultánea con un área de chispa purgada con argón para un análisis cuantitativo de muestras metálicas. Las muestras se toman de la fundición y se vierten en un troquel. Tras la solidificación, se toma la
45 muestra del troquel y la cara frontal de la muestra se manufactura en un torno y finalmente se pica. La muestra manufacturada se coloca en un soporte de muestras del dispositivo espectrógrafo y se analiza de forma automática para los elementos principales de la aleación. Este análisis se repite 3 veces y se toma el valor medio como la medida final.

50 **[0065]** La liberación de sodio y/o estroncio se muestra como partes por millón en la fundición (ppm) y como valor de eficacia. La eficacia del sodio/estroncio es el % en masa de sodio/estroncio medido en la fundición comparado con la masa del sodio/estroncio que se mediría si se quedara todo el sodio/estroncio añadido a la fundición (en

forma de fundente). El rendimiento del fundente (datos no mostrados) es una medida útil que se usa a veces en la industria. Se trata de la cantidad de sodio/estroncio liberado en el metal (ppm), dividido por el peso del fundente en relación con el peso del metal expresado como porcentaje. El rendimiento del fundente se expresa en ppm/%. Todos los porcentajes son en peso.

5 **[0066]** Los ensayos se llevaron a cabo en fundiciones de 3 kg, 100 kg o 350 kg.

[0067] Para los pequeños ensayos con una fundición de 3 kg, se añadió el fundente a la aleación de aluminio fundido cuando se estaba mezclando de forma mecánica en un pequeño crisol. Las muestras se tomaron inmediatamente antes del tratamiento y 1 minuto después.

10 **[0068]** Para los ensayos más grandes (fundiciones de 100 kg y 350 kg), se añadió el material mediante una estación de tratamiento de metal (*Metal Treatment Station*) vendida por Foseco bajo el nombre comercial MTS 1500. Usando un rotor con un diámetro de 140 mm (vendido bajo el nombre comercial de Foseco "FDR") con una velocidad de rotación de 310 rpm, se tomó una muestra ("inicial") para determinar la concentración de sodio y/o estroncio en la fundición antes del tratamiento. A continuación, se aumentó la velocidad de rotación a 560 rpm para formar un vórtice en la fundición. Después se añadió el fundente y se siguió mezclando durante un corto periodo (ya sea 1 o 2 minutos) con el fin de asegurar una completa dispersión en toda la fundición y se tomó una segunda muestra (muestra de tratamiento "1 minuto" o "2 minutos"). Para algunos ensayos, se tomaron muestras adicionales para mezclar más a fondo con el fin de evaluar la velocidad de modificación por los fundentes y/o el desvanecimiento de la fundición modificada. Para estas muestras, se siguió mezclando con la velocidad del rotor a 310 rpm y se desgasificó la fundición de aluminio usando nitrógeno seco con un caudal de flujo de 10 litros por minuto. A continuación, se tomó una tercera muestra ("muestra 5 minutos") tras la mezcla adicional (4 o 3 minutos).

1. ADICIÓN DE SODIO

Ejemplo 1

25 **[0069]** Na_2CO_3 and KCl forman una mezcla eutéctica binaria formada por 52 % de Na_2CO_3 y 48 % de KCl que tiene un punto de fusión de 588 °C. Se fundió una mezcla formada por 52% de Na_2CO_3 y 48 % de KCl, a continuación se vació y se molió en partículas con un tamaño menor de 5 mm. Se añadieron tres tandas de composición fundida obtenida de esta forma a una aleación de aluminio de 100 kg. El contenido de Na de la aleación se midió 1 minuto después del tratamiento como se muestra en la tabla 1 a continuación.

Ejemplo comparativo 1

30 **[0070]** Se añadieron 1000 g de una mezcla formada por 52 % de Na_2CO_3 y 48 % de KCl a 100 kg de una aleación de aluminio de la misma composición que en el ejemplo 1 sin fundición previa. El contenido de Na de la aleación se midió como se muestra en la tabla 1 a continuación.

Tabla 1

	Peso de aleación (kg)	Cantidad de fundente añadido (kg)	Contenido inicial Na (ppm)	Contenido final Na (ppm)	Eficacia Na (%)
Ej. 1a	100	0,750	0	40	2,4
Ej. 1b	100	0,715	0	60	3,7
Ej. 1c	100	1,000	0	30	1,3
Ej. Comp. 1	100	1,000	0	10	0,4

35 **[0071]** Como puede verse a partir de la tabla anterior, se consiguió un aumento mayor en el contenido de Na cuando la mezcla de Na_2CO_3 y KCl se fundió para formar una composición fundida antes de añadirse a la aleación de aluminio (Ej. 1) que cuando se añadió una mezcla de Na_2CO_3 y KCl sin fundir previamente, es decir, como mezcla granulada de polvos secos mezclados (Ej. Comp. 1).

Ejemplo 2

40 **[0072]** Se preparó una composición fundida (fundente) a partir de una mezcla de 36 % de Na_2CO_3 , 34 % de KCl y 30 % MgCO_3 . Se fundió Na_2CO_3 y KCl de forma conjunta y a continuación se añadió MgCO_3 . Después, se vació y se molió la mezcla fundida tal y como se ha descrito previamente. Se añadieron tres tandas de 6 g cada una de fundente fundido a aleación de aluminio de 3 kg. El contenido de sodio se muestra en la tabla 2 a continuación.

Ejemplo comparativo 2

[0073] Se preparó una mezcla granulada formada por 36 % de Na₂CO₃, 34 % de KCl y 30 % MgCO₃. Se añadieron tres tandas de 6 g cada una a una aleación de aluminio de 3 kg sin fundir previamente. El contenido de sodio se muestra en la tabla a continuación.

5

Tabla 2

	Contenido inicial Na (ppm)	Contenido final Na (ppm)	Eficacia Na (%)
Ej. 2a	0	30	9,6
Ej. 2b	0	30	9,6
Ej. 2c	0	20	6,4
Ej. Comp. 2a	0	0	0
Ej. Comp. 2b	0	0	0
Ej. Comp. 2c	0	0	0

[0074] Cada uno de los ejemplos desde 2a a 2c liberan sodio en la fundición mientras que ninguno de los ejemplos comparativos liberan sodio. Esto indica que fundir previamente los componentes es beneficioso para la liberación de sodio.

Ejemplo 3

10

[0075] Se prepararon partículas de un fundente fundido con un punto de fusión de 600 °C a partir de la mezcla mostrada en la tabla a continuación. Se añadieron 30 g de fundente fundido a los 3 kg de aleación de aluminio que hicieron que el contenido de Na de la aleación aumentara de 0 ppm a 80 ppm como se muestra en la tabla posterior.

Tabla 3

	Materiales iniciales	Contenido inicial Na (ppm)	Contenido final Na (ppm)	Eficacia Na (%)
Ej. 3	24,7% Na ₂ CO ₃ + 34,5% NaCl + 40,8% K ₂ CO ₃	0	80	3,3

15

[0076] El fundente fundido del Ej. 3 es bastante equivalente al fundente fundido del Ej. 1 a pesar de prepararse a partir de materiales iniciales diferentes. Los flujos fundidos del Ej. 1 y del Ej. 3 liberan sodio en la fundición con un nivel considerablemente mayor que el equivalente sin fundir.

Ejemplos 4 a 8 – fundentes fundidos preparados a partir de mezclas ternarias formadas por Na₂CO₃ y KCl

20

[0077] Se prepararon las composiciones fundidas (fundentes) a partir de mezclas ternarias descritas a continuación y se añadieron a una aleación de aluminio con las cantidades indicadas. Se midió el contenido de sodio 1 minuto (1'), 2 minutos (2') o 5 minutos (5') después de la adición de la composición fundida (fundente) a la aleación.

Tabla 4

	Mezcla inicial	Temperatura preparación fundente (°C)	Peso de aleación (kg)	Cantidad de fundente fundido añadido (kg)	Contenido inicial Na (ppm)	Contenido final Na (ppm)	Eficacia Na (%)
Ej. 4	47% Na ₂ CO ₃ + 43% KCl + 10% NaNO ₃	650	100	1,000	0	50 (1') 40 (5')	2,2 (1') 1,7 (5')
Ej. 5	37% Na ₂ CO ₃ + 35% KCl + 28% NaCl	650	100	1,000	0	60 (1') 20 (5')	2,2 (1') 0,7 (5')
Ej. 6a	49,4%	650	100	1,000	0	90 (2')	4,2 (2')

	Na ₂ CO ₃ + 45,6% KCl + 5% KAIF ₄					80 (5')	3,8 (5')
Ej. 6b	Igual que Ej. 6a	650	100	0,500	0	50 (1') 50 (5')	4,7 (1') 4,7 (5')
Ej. 7	63,6% Na ₂ CO ₃ + 31,4% KCl + 5% KAIF ₄	700	350	0,800	18	119 (1')	16 (1')
Ej. 8	71,4% Na ₂ CO ₃ + 23,6% KCl + 5% KAIF ₄	700	350	0,800	22	141 (1')	16,8 (1')

[0078] Puede verse que todos los fundentes liberaron sodio en la aleación de aluminio. Los Ej. 6a, 6b, 7 y 8 hacen referencia a los fundentes fundidos preparados a partir de 5 % de KAIF₄ y diferentes ratios de Na₂CO₃ y KCl.

5 [0079] El Ej. 6a y el Ej. 6b hacen referencia al mismo fundente fundido compuesto por 49,4 % de Na₂CO₃, 45,6 % de KCl y 5 % de KAIF₄. Se añadió 1,0 kg a 100 kg de aleación para el Ej. 6a y se añadió 0,5 kg a los 100 kg de aleación para el Ej. 6b. Puede verse que el Ej. 6a tuvo como resultado un mayor aumento absoluto en el contenido de sodio (aproximadamente el doble) comparado con el Ej. 6b como se esperaba, siendo la eficacia similar en ambos casos. Los Ej. 4, 5 y 6a muestran cierto grado de desvanecimiento (pérdida de sodio) acelerado por la mezcla prolongada de la fundición modificada.

10 **Ejemplos 9 a 11 - fundentes fundidos preparados a partir de mezclas binarias y ternarias formadas por Na₂CO₃ y NaCl.**

[0080] Se prepararon fundentes fundidos a partir de mezclas binarias y ternarias descritas a continuación y se añadieron a una aleación de aluminio con las cantidades indicadas. Se midió el contenido de sodio 1 minuto (1'), 2 minutos (2') o 5 minutos (5') después de la adición de la composición fundida a la aleación.

15

Tabla 5

	Mezcla inicial	Temperatura preparación fundente (°C)	Peso de aleación (kg)	Cantidad de fundente fundido añadido (kg)	Contenido inicial Na (ppm)	Contenido final Na (ppm)	Eficacia Na (%)
Ej. 9	57 % Na ₂ CO ₃ + 43% NaCl	700	100	1,000	0	90 (1') 20 (5')	2,2 (1') 0,5 (5')
Ej. 10a	54,1 % Na ₂ CO ₃ + 40,9% NaCl + 5% KAIF ₄	780	100	1,000	0	80 (2') 70 (5')	2,0 (2') 1,8 (5')
Ej. 10b	Igual que Ej. 10a	780	350	0,715	23	87 (1')	7,9 (1')
Ej. 11	68,4% Na ₂ CO ₃ + 26,6% NaCl + 5% KAIF ₄	Aprox. 725	350	0,800	30	125 (1')	10,4 (1')

[0081] Todas las composiciones fundidas (fundentes) liberaron sodio tras añadirse a la aleación. Esto indica que una composición fundida (fundente) preparada a partir de una mezcla compuesta por Na_2CO_3 y NaCl y otra sal de forma opcional tal como KCl o KAIF_4 sería útil para la adición de sodio. El Ej. 9 y 10b demuestran además la característica del desvanecimiento del sodio en mezcla prolongada de la fundición.

5 **Ejemplos 12 a 17 – fundentes fundidos preparados a partir de mezclas cuaternarias compuestas por Na_2CO_3 .**

[0082] Se prepararon fundentes fundidos a partir de las mezclas cuaternarias descritas a continuación y se añadieron a una aleación de aluminio con las cantidades indicadas. Se midió el contenido de sodio 1 minuto (1'), 2 minutos (2') o 5 minutos (5') después de la adición de la composición fundida a la aleación.

10

Tabla 6

	Mezcla inicial	Temperatura preparación fundente (°C)	Peso de aleación (kg)	Cantidad de fundente fundido añadido (kg)	Contenido inicial Na (ppm)	Contenido final Na (ppm)	Eficacia Na (%)
Ej. 12	33% Na_2CO_3 + 32% KCl + 25% NaCl + 10% NaNO_3	780	100	1,000	0	90 (2') 40 (5')	3,4 (2') 1,5 (5')
Ej. 13	35,2% Na_2CO_3 + 33,2% KCl + 26,6% NaCl + 5% NaNO_3	780	350	0,400	15	31 (1')	5,2 (1')
Ej. 14	35,2% Na_2CO_3 + 33,2% KCl + 26,6% NaCl + 5% KAIF_4	780	350	0,800	17	123 (1')	18,1(1')
Ej. 15	56,0 % Na_2CO_3 + 19,7% KCl + 19,3% K_2CO_3 + 5% KAIF_4	700	350	0,800	17	160 (1')	25,8 (1')
Ej. 16	59,8% Na_2CO_3 + 10,4% KCl + 24,8% K_2CO_3 + 5% KAIF_4	725	350	0,800	37	316 (1')	47,1 (1')
Ej. 17	59,0% Na_2CO_3 + 18,0% KCl + 18,0% NaCl + 5% KAIF_4	700	350	0,800	33	144 (1')	14,9 (1')

[0083] Todos los fundentes liberan una cantidad importante de sodio en la fundición, siendo los Ej. 15 y 16 los más eficaces.

Ejemplo 18

5 [0084] Se preparó un fundente fundido a partir de 53,0 % de Na₂CO₃, 18,7 % de KCl, 18,3 % de K₂CO₃, 5 % de KAlF₄ y 5 % de NaNO₃ y se añadieron a una aleación de aluminio con las cantidades indicadas.

Tabla 7

	Temperatura preparación fundente (°C)	Peso de aleación (kg)	Cantidad de fundente fundido añadido (kg)	Contenido inicial Na (ppm)	Contenido final Na (ppm)	Eficacia Na (%)
Ej. 18	725	350	0,800	27	174 (1')	26,5 (1')

Ejemplo 19 – composición fundida preparada a partir de Na₂CO₃ y Na₂CO₃

10 [0085] Se preparó una composición fundida a partir de la mezcla mostrada a continuación. Se añadieron 400 g de la composición fundida a 100 kg de aleación de aluminio y se midió el contenido de sodio 2 y 5 minutos después de la adición.

Tabla 8

	Temperatura preparación fundente (°C)	Peso de aleación (kg)	Cantidad de fundente fundido añadido (kg)	Contenido inicial Na (ppm)	Contenido final Na (ppm)	Eficacia Na (%)	Temperatura preparación fundente (°C)
Ej. 19	65,2% Na ₂ CO ₃ + 29,8% K ₂ CO ₃ + 5% KAlF ₄	750	100	0,400	0	71 (2')	6,3 (2')
						80 (5')	7,1 (5')

[0086] Se observó que quedaba una pequeña cantidad de residuo de escoria similar a la suspensión en el crisol de metal fundido tras el tratamiento.

Ejemplos 20 y 21 – fundentes fundidos preparados a partir de Na₂CO₃ y un bromuro del grupo I.

15 [0087]

Tabla 9

	Mezcla inicial	Temperatura preparación fundente (°C)	Peso de aleación (kg)	Cantidad de fundente fundido añadido (kg)	Contenido inicial Na (ppm)	Contenido final Na (ppm)	Eficacia Na (%)
Ej. 20	57% Na ₂ CO ₃ + 43% NaBr	750	3	0,030	0	150 (1')	4,4 (1')
Ej. 21	52% Na ₂ CO ₃ + 48% KBr	750	3	0,030	0	50 (1')	2,2 (1')

Ejemplos 22 y 23 - fundentes fundidos preparados a partir de Na₂CO₃ y un yoduro del grupo I.

[0088]

Tabla 10

	Mezcla inicial	Temperatura preparación fundente (°C)	Peso de aleación (kg)	Cantidad de fundente fundido añadido (kg)	Contenido inicial Na (ppm)	Contenido final Na (ppm)	Eficacia Na (%)
Ej. 22	57% Na ₂ CO ₃ + 43% NaI	800	3	0,030	0	70 (1')	23 (1')
Ej. 23	52 % Na ₂ CO ₃ + 48% KI	800	3	0,030	0	150 (1')	6,7 (1')

2. ADICIÓN DE ESTRONCIO

Ejemplos 24 a 29 – fundentes fundidos preparados a partir de SrCO₃, KCl, K₂CO₃ y K₂TiF₆

- 5 [0089] Se prepararon composiciones fundidas a partir de las mezclas descritas a continuación y se añadieron a una aleación de aluminio con las cantidades indicadas. Se midió el contenido de estroncio 1 minuto (1'), 2 minutos (2') o 5 minutos (5') después de la adición de la composición fundida a la aleación.

Tabla 11

	Mezcla inicial	Temperatura preparación fundente (°C)	Peso de aleación (kg)	Cantidad de fundente fundido añadido (kg)	Contenido inicial Sr (ppm)	Contenido final Sr (ppm)	Eficacia Sr (%)
Ej. 24a	32,5% SrCO ₃ + 22,9% KCl + 42,1 % K ₂ CO ₃ + 2,5% K ₂ TiF ₆	800	3	0,060	0	30 (1')	0,8 (1')
Ej. 24b	Igual que Ej. 24a	800	100	0,400	0	5 (2') 6 (5')	6 (1') 0,7 (1')
Ej. 25a	27,9% SrCO ₃ + 10,2% KCl + 59,4% K ₂ CO ₃ + 2,5% K ₂ TiF ₆	790	3	0,060	0	8 (1')	0,2 (1')
Ej. 25b	Igual que Ej. 25a	790	100	0,400	0	0 (2') 1 (5')	0,0 (1') 0,2 (1')
Ej. 26a	43,3% SrCO ₃ + 13,5% KCl + 40,7% K ₂ CO ₃ + 2,5% K ₂ TiF ₆	820	3	0,060	0	10 (1')	0,2 (1')

Ej. 26b	Igual que Ej. 26a	820	100	0,400	0	6 (2') 5 (5')	0,6 (2') 0,5 (5')
Ej. 27a	30,4% SrCO ₃ + 15,0% KCl + 52,1% K ₂ CO ₃ + 2,5% K ₂ TiF ₆	800	3	0,060	0	11 (1')	0,3 (1')
Ej. 27b	Igual que Ej. 27a	800	3	0,060	0	5 (1')	1,4 (1')
Ej. 27c	Igual que Ej. 27a	800	100	0,400	0	2 (2') 2 (5')	0,3 (2') 0,3 (5')
Ej. 28a	30,4% SrCO ₃ + 10,0% KCl + 57,1% K ₂ CO ₃ + 2,5% K ₂ TiF ₆	800	3	0,060	0	6 (1')	0,2 (1')
Ej. 28b	Igual que Ej. 28a	800	100	0,200	0	2 (2') 2 (5')	0,6 (2') 0,6 (5')
Ej. 29	30,4% SrCO ₃ + 20,0% KCl + 47,1% K ₂ CO ₃ + 2,5% K ₂ TiF ₆ "	800	3	0,060	0	9 (1')	0,3 (1')

Ejemplos 30 y 31 – fundentes fundidos preparados a partir de SrCO₃, KCl, K₂CO₃, SrCl₂ y K₂TiF₆

[0090] Se prepararon fundentes fundidos a partir de las mezclas descritas a continuación y se añadieron a una aleación de aluminio con las cantidades indicadas. Se midió el contenido de estroncio 1 minuto (1'), 2 minutos (2') o 5 minutos (5') después de la adición de la composición fundida a la aleación.

5

Tabla 12

	Mezcla inicial	Temperatura preparación fundente (°C)	Peso de aleación (kg)	Cantidad de fundente fundido añadido (kg)	Contenido inicial Sr (ppm)	Contenido final Sr (ppm)	Eficacia Sr (%)
Ej. 30a	2,2% SrCO ₃ + 8,3 % KCl + 13,1 % SrCl ₂ + 53,4% K ₂ CO ₃ + 5% K ₂ TiF ₆	800	3	0,060	0	10 (1')	0,3 (1')
Ej. 30b	Igual que Ej. 30a	800	3	0,060	0	31 (1')	0,8 (1')

Ej. 30c	Igual que Ej. 30a	800	100	0,400	0	5 (2') 5 (5')	0,7 (2') 0,7 (5')
Ej. 31a	20,2% SrCO ₃ + 10,8 % KCl + 13,1% SrCl ₂ + 53,4 % K ₂ CO ₃ + 2,5% K ₂ TiF ₆	800	3	0,060	0	39-90 (1')	1,0-2.3
Ej. 31b	Igual que Ej. 31a	800	100	0,400	0	5 (2') 6 (5')	0,7 (2') 0,8 (5')

Ejemplo 32 – fundentes fundidos preparados a partir de SrCO₃, KCl, K₂CO₃, SrCl₂ y KAIF₄

[0091] Se prepararon fundentes fundidos a partir de una mezcla formada por un 20,2 % de SrCO₃, 8,3 % de KCl, 13,1 % de SrCl₂, 53,4 % de K₂CO₃ y 5 % de KAIF₄ y se añadieron a una aleación de aluminio con las cantidades indicadas a continuación. Se midió el contenido de estroncio 1 minuto (1'), 2 minutos (2') o 5 minutos (5') después de la adición de la composición fundida a la aleación.

5

Tabla 13

	Temperatura preparación fundente (°C)	Peso de aleación (kg)	Cantidad de fundente fundido añadido (kg)	Contenido inicial Sr (ppm)	Contenido final Sr (ppm)	Eficacia Sr (%)
Ej. 32a	800	3	0,030	0	10 (1')	0,5 (1')
Ej. 32b	800	3	0,060	0	40 (1')	1,1 (1')
Ej. 32c	800	3	0,060	0	90 (1')	2,4 (1')
Ej. 32d	800	3	0,060	0	40 (1')	1,1 (1')
Ej. 32e	800	3	0,060	0	40 (1')	1,1 (1')
Ej. 32f	800	100	0,400	0	5 (2') 5 (5')	0,7 (2') 0,7 (5')

[0092] Los Ej. 32a, 32b y 32f se prepararon fundiendo todos los componentes de forma conjunta y se observó que KAIF₄ burbujeaba enérgicamente al fundirse con una alta temperatura de preparación necesaria para fundir la mezcla. Los Ej. 32c, 32d y 32e se prepararon fundiendo primero SrCl₂, KCl y K₂CO₃ y añadiendo después SrCO₃ y KAIF₄ de forma conjunta (Ej. 32c), añadiendo SrCO₃ seguido de KAIF₄ (Ej. 32d) o añadiendo KAIF₄ seguido de SrCO₃ (Ej. 32e). Se observó además que la composición tendía a ser higroscópica, independientemente del método de preparación.

10

Ejemplo 33 – composición fundida (fundente) preparada a partir de SrCO₃, LiCl, LuCO₃, Na₂CO₃ y KAIF₄

[0093] Se preparó un fundente fundido a partir de una mezcla formada por un 61,8 % de SrCO₃, 1,8 % de LiCl, 9,3 % de Li₂CO₃, 22,1 % de Na₂CO₃ y 5 % de KAIF₄. Se añadieron 30 g del fundente a los 3 kg de aleación de aluminio y se midió el contenido de estroncio 1 minuto después de la adición.

15

Tabla 14

	Temperatura preparación fundente (°C)	Peso de aleación (kg)	Cantidad de fundente fundido añadido (kg)	Contenido inicial Sr (ppm)	Contenido final Sr (ppm)	Eficacia Sr (%)
Ej. 33	800	3	0,030	0	10 (1')	0,3 (1')

Ejemplo 34 – composición fundida (fundente) preparada a partir de SrCO₃, CaCl₂, K₂CO₃ y K₂TiF₆

[0094] Se preparó un fundente fundido a partir de una mezcla formada por un 30,4 % de SrCO₃, 15,0 % de CaCl₂, 52,1 % de K₂CO₃ y 2,5 % de K₂TiF₆. Se añadieron 60 g del fundente a los 3 kg de aleación de aluminio y se midió el contenido de estroncio 1 minuto después de la adición.

Tabla 15

	Temperatura preparación fundente (°C)	Peso de aleación (kg)	Cantidad de fundente fundido añadido (kg)	Contenido inicial Sr (ppm)	Contenido final Sr (ppm)	Eficacia Sr (%)
Ej. 34	800	3	0,060	0	9 (1')	0,3 (1')

5 **3. ADICIÓN COMBINADA DE SODIO Y ESTRONCIO**

Ejemplos 35, 36 y 37 – fundentes fundidos preparados a partir de de SrCO₃, NaCl, K₂CO₃ y K₂TiF₆

[0095] Se prepararon fundentes fundidos a partir de las mezclas descritas a continuación y se añadieron a la aleación de aluminio con las cantidades indicadas.

Tabla 16

		Peso de aleación (kg)	Cantidad de fundente fundido añadido (kg)	Temperatura preparación fundente (°C)	Contenido inicial (ppm)		Contenido final (ppm)		Eficacia (%)	
					Na	Sr	Na	Sr	Na	Sr
Ej. 35	24,6% SrCO ₃ + 19,5% NaCl +53,4% K ₂ CO ₃ +2,5% K ₂ TiF ₆	3	0,030	620-740	0	0	24	13	1,6	0,5
Ej. 36	26,9% SrCO ₃ +17,2% NaCl +53,4% K ₂ CO ₃ +2,5% K ₂ TiF ₆	3	0,030	620-740	0	0	22	7	1,67	0,2
Ej. 37a	30,4% SrCO ₃ +15,0% NaCl +52,1% K ₂ CO ₃ +2,5% K ₂ TiF ₆	3	0,030	800	0	0	23	19	1,9	0,5

Ej. 37b	Igual que Ej. 37a	100	0,400	800	0	0	14,0 (5')	2 (2') 4 (5')	11,9 (5')	0,3 (2') 0,6 (5')
---------	-------------------	-----	-------	-----	---	---	--------------	------------------------	--------------	----------------------------

[0096] Los ejemplos 35 y 36 se prepararon fundiendo primero NaCl, K_2TiF_6 y dos tercios de la cantidad de K_2CO_3 de forma conjunta a 620 °C. Después, se aumentó la temperatura a 740 °C y se añadió $SrCO_3$ junto con la parte restante (un tercio) de K_2CO_3 . Todos los fundentes liberaron tanto Na como Sr en la fundición.

Ejemplos 38 y 39 – fundentes fundidos preparados a partir de $SrCO_3$, Na_2CO_3 , NaF y KF.

- 5 **[0097]** Fundentes fundidos preparados a partir de mezclas descritas a continuación y se añadieron a una aleación de aluminio con las cantidades indicadas.

Tabla 17

		Peso de aleación (kg)	Cantidad de fundente fundido añadido (kg)	Contenido inicial (ppm)		Contenido final (ppm)		Eficacia (%)	
				Na	Sr	Na	Sr	Na	Sr
Ej. 38	56,8% $SrCO_3$ +0,6% NaF +12,2% Na_2CO_3 +30,4% KF	3	0,060	0	3	5	19	0,5	0,3
Ej. 39	67,1 % $SrCO_3$ +5,1 % NaF +4,0% Na_2CO_3 +23,8% KF	3	0,060	0	1	22	23	2,5	0,3

Ejemplos 40, 41, 42 y 43 – flujos fundentes preparados a partir de mezclas cuaternarias formadas por Na_2CO_3 , $SrCO_3$, y K_2CO_3

- 10 **[0098]** Se prepararon fundentes fundidos a partir de las mezclas descritas a continuación y se añadieron a la aleación de aluminio con las cantidades indicadas.

Tabla 18

		Peso de aleación (kg)	Cantidad fundente fundido añadido (kg)	Temperatura preparación fundente (°C)	Contenido inicial (ppm)		Contenido final (ppm)		Eficacia (%)	
					Na	Sr	Na	Sr	Na	Sr
Ej. 40	44,8% $SrCO_3$ +26,2% K_2CO_3 +20,1% Na_2CO_3 +8,9% NaCl	100	0,400	800	0	5	88(2') 67(5')	23(2') 26(5')	18,1(2') 13,8(5')	2,2(2') 2,5(5')

ES 2 440 272 T3

Ej. 41	49,3 % SrO ₃ +18,0% K ₂ CO ₃ +21,6% Na ₂ C O ₃ + 11,1% KCl	100	0,400	800	0	4	52(2') 43(5')	16(2') 18(5')	13,9(2') 11,5(5')	1,4(2') 1,5(5')
Ej. 42	5,8% SrCO ₃ +43,2% K ₂ CO ₃ + 16,6% Na ₂ C O ₃ +34,4% SrF ₂	3	0,060	750-800	0	2	7	24	0,5	0,4
Ej. 43	46,2% SrCO ₃ +5,4% K ₂ CO ₃ + 16,6% Na ₂ C O ₃ +31,8% KF	3	0,060	800	0	2	10	27	0,7	0,5

Reivindicaciones

- 5 1. Una composición sólida para liberar sodio o estroncio o ambos en aluminio fundido o una aleación con base de aluminio, donde la composición se forma fundiendo una mezcla que comprende al menos dos sales, teniendo al menos una de las sales sodio como catión y/o teniendo al menos una de las sales estroncio como catión, teniendo al menos una de las sales carbonato como anión y teniendo al menos una de las sales un haluro como anión.
2. Composición de acuerdo con la reivindicación 1, que tiene un punto de fusión que es menor de 800 °C.
- 10 3. Composición de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en la que la al menos una sal que tiene sodio como catión se elige de entre uno o más de haluro de sodio, carbonato de sodio (Na_2CO_3) y nitrato de sodio (NaNO_3).
4. Composición de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en la que la al menos una sal que tiene estroncio como catión se elige de entre uno o más de haluro de estroncio, carbonato de estroncio (SrCO_3) y nitrato de estroncio ($\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$).
- 15 5. Composición de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en la que la al menos una sal que tiene carbonato como anión se elige de entre carbonatos del grupo I o carbonatos del grupo II.
6. Composición de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en la que la al menos una sal que tiene carbonato como anión se elige de entre uno o más de carbonato de sodio, carbonato de potasio y carbonato de estroncio.
- 20 7. Composición de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en la que la al menos una sal que tiene un haluro como anión se elige de entre haluros del grupo I.
8. Composición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 6, en la que la al menos una sal que tiene un haluro como anión se elige de entre haluro de sodio, haluro de potasio y haluro de estroncio.
9. Composición de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en la que la al menos una sal que tiene un haluro como anión es una sal de cloruro.
- 25 10. Composición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 6, 8 o 9, en la que la al menos una sal que tiene un haluro como anión se elige de entre cloruro de sodio, cloruro de potasio y cloruro de estroncio.
- 30 11. Composición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 6, en la que la al menos una sal que tiene un haluro como anión se elige de entre fluoruro de sodio (NaF), fluoruro de potasio (KF), fluoruro de estroncio (SrF_2), fluoruro de aluminio y potasio (KAlF_4), fluoruro de aluminio y sodio (NaAlF_4), fluorotitanato de potasio (K_2TiF_6) y fluorocirconato de potasio (K_2ZrF_6).
12. Composición de acuerdo con la reivindicación 11, en la que la al menos una sal que tiene un haluro como anión se elige de entre fluoruro de sodio (NaF), fluoruro de potasio (KF) y fluoruro de estroncio (SrF_2).
13. Composición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 10 que está libre de fluoruro.
- 35 14. Un método para liberar sodio y/o estroncio en aluminio fundido o una aleación con base de aluminio, que consiste en añadir la composición de cualquier reivindicación anterior a aluminio fundido o a una aleación con base de aluminio.