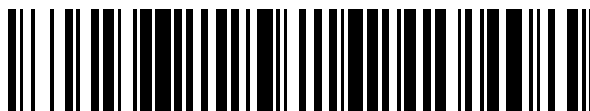


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 797 023**

51 Int. Cl.:

C22C 21/00 (2006.01)

C22C 21/08 (2006.01)

C22F 1/04 (2006.01)

C22F 1/047 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.12.2015** **PCT/US2015/066638**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.06.2016** **WO16100800**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.12.2015** **E 15828603 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2020** **EP 3234208**

54 Título: **Aleación de aluminio adecuada para la producción a alta velocidad de botella de aluminio y proceso de fabricación de la misma**

30 Prioridad:

19.12.2014 US 201462094358 P

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

01.12.2020

73 Titular/es:

**NOVELIS INC. (100.0%)
3560 Lenox Road, Suite 2000
Atlanta, GA 30326, US**

72 Inventor/es:

**GO, JOHNSON;
WEN, WEI;
KANG, DAEHOON y
KADILAK, JEFFREY JOHN**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 797 023 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 de aluminio adecuada para la producción a alta velocidad de botella de aluminio y proceso de fabricación de la misma

Campo de la invención

La invención se refiere a un método para producir productos de aluminio altamente conformados, tales como botellas o latas, usando la aleación de aluminio. En un aspecto, la invención se refiere además a un nuevo producto de aleación de aluminio hecho mediante un método según la invención.

Antecedentes

Muchos métodos modernos de fabricación de latas o botellas de aluminio requieren aleaciones de aluminio altamente conformables. Para botellas conformadas, el proceso de fabricación generalmente implica producir primero un cilindro utilizando un proceso de estiramiento y planchado de pared (DWI). El cilindro resultante se forma después en forma de botella usando, por ejemplo, una secuencia de etapas de formación de cuello de cuerpo completo, moldeado por soplado, u otra forma mecánica, o una combinación de estos procesos. Las demandas de cualquier aleación utilizada en dicho proceso o combinación de procesos son complejas.

Existe la necesidad de aleaciones que puedan soportar altos niveles de deformación durante la conformación mecánica o moldeado por soplado para el proceso de conformación de botellas y que funcionen bien en el proceso DWI utilizado para hacer la preforma cilíndrica de inicio.

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

Un requisito final es la capacidad de formar las botellas a alta velocidad. Para lograr una alta producción (por ejemplo, 1000 botellas por minuto) en la producción comercial, la conformación de la botella debe completarse en muy poco tiempo. Por tanto, se necesitan métodos para hacer preformas de la aleación a altas velocidades y niveles de capacidad de ejecución, tales como el demostrado por la actual aleación de cuerpo de lata AA3104. AA3104 contiene una fracción de alto volumen de partículas intermetálicas gruesas formadas durante colada y modificadas durante homogeneización y laminado. Estas partículas juegan un papel importante en la limpieza de troqueles durante el proceso DWI, ayudando a retirar cualquier acumulación de aluminio u óxido de aluminio en los troqueles, que mejora tanto el aspecto de superficie metálica como también la capacidad de funcionamiento de la lámina.

El documento EP 1 870 481 A1 describe una lámina de aleación de aluminio para latas de botella que pueden tener propiedades mejoradas a alta temperatura sin afectar su capacidad de formación.

El documento WO 2014/184450 A1 describe una lámina de aleación de aluminio para botellas metálicas o recipientes de aerosol.

El documento JP H11 181558 A se refiere a la producción de lámina de aleación de aluminio para cuerpo de lata de presión baja y positiva.

Yu, T.M. et al., Materials characterization, Elsevier, Vol. 30, Número 4, junio de 1993, páginas 251-259, describen el efecto del trabajo en frío y la práctica de recocido en la formación de orejas en la lámina de aleación 3104 Al.

El documento US 2008/0041501 A1 describe un método para producir paneles o pantallas térmicas de aluminio para automóviles, tales como aleaciones de aluminio fundido derivadas de chatarra utilizando una rueda continua para fundir la aleación en una plancha.

Liu, W:C. et al, Material Science and Engineering: A; Vol. 528, Número 16-17, 15 de junio de 2011, páginas 5405-5410, describen la evolución de microestructuras en aleación de aluminio AA3104 severamente deformada por compresión restringida múltiple.

Al cumplir con todos los requisitos establecidos anteriormente, las diferentes realizaciones de las aleaciones y los métodos de la presente invención tienen la siguiente composición y propiedades químicas específicas (todos los elementos se expresan en porcentaje en peso (% en peso)).

Sumario

En este documento se proporcionan aleaciones novedosas que muestran una alta formabilidad a alta deformación a

temperaturas elevadas. Las aleaciones pueden usarse para producir productos de aluminio altamente conformados, incluyendo botellas y latas.

En una realización, la aleación de aluminio descrita en este documento comprende 0,15-0,50 % de Si, 0,35-0,65 % de Fe, 0,05-0,30 % de Cu, 0,60-1,10 % de Mn, 0,80-1,30 % de Mg, 0,000-0,0080 % de Cr, 0,000-0,500 % de Zn, 0,000-0,080 % de Ti, hasta 0,15 % de impurezas, siendo el resto Al (todo en porcentaje en peso (% en peso)).

También se proporcionan en este documento productos (por ejemplo, botellas y latas) que comprenden una aleación de aluminio como se describe en este documento.

Además se proporcionan en este documento métodos para producir las aleaciones de aluminio descritas. En una realización, los métodos incluyen colada por enfriamiento directo (DC) de una aleación de aluminio como se describe en este documento para formar un producto metálico, homogeneizar el producto metálico, laminar en caliente el producto metálico para producir una lámina de metal, laminar en frío de la lámina de metal (por ejemplo, con un rechazo de grosor de 60 % a 90 %), recocido recristalización de la lámina laminada, laminar en frío la lámina recocida, y recocido estabilización de la lámina laminada. También se proporcionan productos (por ejemplo, botellas o latas) obtenidos según los métodos en este 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 1 es una micrografía de microscopía electrónica de transmisión de barrido (STEM) de una aleación de aluminio según una realización de la invención que muestra una subestructura con un espaciado de límites geoméricamente necesarios (GNB) mayor de 300 nm.

La figura 2 es una micrografía STEM de una aleación de aluminio según una realización de la invención que muestra una subestructura que contiene GNB con un espaciado promedio de GNB mayor de 2,5 µm.

La figura 3 es una micrografía STEM de una aleación de aluminio según una realización de la invención que muestra una subestructura que contiene GNB con un espaciado promedio de GNB mayor de 8 µm.

La figura 4 es una micrografía STEM de una aleación de aluminio según una realización de la invención que muestra una subestructura libre de GNB.

Descripción detallada de la invención

Definiciones y descripciones

Los términos "invención", "la invención", "esta invención" y "la presente invención" usados en este documento pretenden referirse ampliamente a toda la materia objeto de esta solicitud de patente y las reivindicaciones posteriores. Debe entenderse que las declaraciones que contienen estos términos no limitan el tema descrito en este documento ni limitan el significado o el alcance de las reivindicaciones de patente a continuación.

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

En esta solicitud se hace referencia al revenido o condición de la aleación. Para comprender las descripciones de revenido de aleación más comúnmente utilizadas, consulte "American National Standards (ANSI) H35 on Alloy and Temper Designation Systems".

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

Sistemas de aleación de aluminio

En un aspecto, la invención se refiere a un nuevo sistema de aleación de aluminio para aplicaciones de botella de aluminio. Las composiciones de aleación exhiben buena formabilidad a alta tasa de deformación a temperaturas elevadas. La formabilidad a alta tasa de deformación se logra debido a las composiciones elementales de las aleaciones.

En un aspecto, la invención proporciona aleaciones altamente formables para uso en la fabricación de latas y botellas altamente conformadas. En un aspecto, la invención proporciona procesos químicos y de fabricación optimizados para la producción a alta velocidad de botellas de aluminio.

En una realización, la aleación de aluminio comprende:

- 5 0,15-0,50 % en peso de Si,
 0,35-0,65 % en peso de Fe,
 0,05-0,30 % en peso de Cu,
 0,60-1,10 % en peso de Mn,
 0,80-1,30 % en peso de Mg,
 0,000-0,080 % en peso de Cr,
 10 0,000-0,500 % en peso de Zn,
 0,000-0,080 % en peso de Ti, y

hasta 0,15 % en peso de impurezas, siendo el resto Al.

15 En otra realización, la aleación de aluminio comprende:

- 0,20-0,40 % en peso de Si,
 0,40-0,60 % en peso de Fe,
 0,08-0,20 % en peso de Cu,
 20 0,70-1,00 % en peso de Mn,
 0,85-1,22 % en peso de Mg,
 0,000-0,070 % en peso de Cr,
 0,000-0,400 % en peso de Zn,
 0,000-0,070 % en peso de Ti,

25 hasta 0,15 % en peso de impurezas, siendo el resto Al.

En otra realización más, la aleación de aluminio comprende:

- 30 0,22-0,38 % en peso de Si,
 0,42-0,58 % en peso de Fe,
 0,10-0,18 % en peso de Cu,
 0,75-0,98 % en peso de Mn,
 0,90-1,15 % en peso de Mg,
 35 0,000-0,060 % en peso de Cr,
 0,000-0,300 % en peso de Zn,
 0,000-0,060 % en peso de Ti,

hasta 0,15 % en peso de impurezas, siendo el resto Al.

40 En otra realización más, la aleación de aluminio comprende:

- 0,27-0,33 % en peso de Si,
 0,46-0,54 % en peso de Fe,
 45 0,11-0,15 % en peso de Cu,
 0,80-0,94 % en peso de Mn,
 0,93-1,07 % en peso de Mg,
 0,000-0,050 % en peso de Cr,
 0,000-0,250 % en peso de Zn,
 50 0,000-0,050 % en peso de Ti,

hasta 0,15 % en peso de impurezas, siendo el resto Al.

En otra realización más, la aleación de aluminio comprende:

- 55 0,25-0,35 % en peso de Si,
 0,44-0,56 % en peso de Fe,
 0,09-0,16 % en peso de Cu,
 0,78-0,94 % en peso de Mn,
 60 0,90-1,10 % en peso de Mg,
 0,000-0,050 % en peso de Cr,
 0,000-0,250 % en peso de Zn,
 0,000-0,050 % en peso de Ti,

65 hasta 0,15 % en peso de impurezas, siendo el resto Al.

En otra realización, la aleación de aluminio comprende:

5	0,27-0,33 % en peso de Si, 0,46-0,54 % en peso de Fe, 0,11-0,15 % en peso de Cu, 0,80-0,94 % en peso de Mn, 0,93-1,07 % en peso de Mg, 0,000-0,050 % en peso de Cr, 0,000-0,250 % en peso de Zn,
10	0,000-0,050 % en peso de Ti,

15 hasta 0,15 % en peso de impurezas, siendo el resto Al. En un aspecto, la aleación de aluminio comprende 0,296 % en peso de Si, 0,492 % en peso de Fe, 0,129 % en peso de Cu, 0,872 % en peso de Mn, 0,985 % en peso de Mg, 0,026 % en peso de Cr, 0,125 % en peso de Zn, 0,010 % en peso de Ti, hasta 0,15 % en peso de impurezas, siendo el resto Al.

En ciertos aspectos, la aleación desvelada incluye silicio (Si) en una cantidad de 0,15 % a 0,50 % (por ejemplo, de 0,20 % a 0,40 %, de 0,22 % a 0,38 %, de 0,25 % a 0,35 %, o de 0,27 % a 0,33 %, basado en el peso total de la aleación. Por ejemplo, las aleaciones pueden incluir 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 %, 0,40 %, 0,41 %, 0,42 %, 0,43 %, 0,44 %, 0,45 %, 0,46 %, 0,47 %, 0,48 %, 0,49 % o 0,50 % de Si. Todo expresado en % en peso.

25 En ciertos aspectos, la aleación también incluye hierro (Fe) en una cantidad de 0,35 % a 0,65 % (por ejemplo, 0,40 % a 0,60 %, de 0,42 % a 0,58 %, de 0,44 % a 0,56 %, o de 0,46 % a 0,54 %) basado en el peso total de la aleación. Por ejemplo, las aleaciones pueden incluir 0,35 %, 0,36 %, 0,37 %, 0,38 %, 0,39 %, 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 %, 0,60 %, 0,61 %, 0,62 %, 0,63 %, 0,64 %, o 0,65 % de Fe. Todo expresado en % en peso.

30 En ciertos aspectos, la aleación desvelada incluye cobre (Cu) en una cantidad de 0,05 % a 0,30 % (por ejemplo, de 0,08 % a 0,20 %, de 0,10 % a 0,18 %, de 0,09 % a 0,16 %, de 0,10 % a 0,16 %, de 0,109 % a 0,16 %, o de 0,11 % a 0,15 %) basado en el peso total de la aleación. Por ejemplo, las aleaciones pueden incluir 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 %, o 0,30 % de Cu. Todo expresado en % en peso.

En determinadas realizaciones, la aleación desvelada incluye manganeso (Mn) en una cantidad de 0,60 % a 1,10 % (por ejemplo, 0,70 % a 1,00 %, de 0,75 % a 0,98 %, de 0,78 % a 0,94 %, de 0,78 % a 0,96 %, o de 0,80 % a 0,94 %,) basado en el peso total de la aleación. Por ejemplo, La aleación puede incluir 0,60 %, 0,61 %, 0,62 %, 0,63 %, 0,64 %, 0,65 %, 0,66 %, 0,67 %, 0,68 %, 0,69 %, 0,70 %, 0,71 %, 0,72 %, 0,73 %, 0,74 %, 0,75 %, 0,76 %, 0,77 %, 0,78 %, 0,79 %, 0,80 %, 0,81 %, 0,82 %, 0,83 %, 0,84 %, 0,85 %, 0,86 %, 0,87 %, 0,88 %, 0,89 %, 0,90 %, 0,91 %, 0,92 %, 0,93 %, 0,94 %, 0,95 %, 0,96 %, 0,97 %, 0,98 %, 0,99 %, 1,00 %, 1,01 %, 1,02 %, 1,03 %, 1,04 %, 1,05 %, 1,06 %, 1,07 %, 1,08 %, 1,09 %, o 1,10 % Mn. Todo expresado en % en peso.

En algunas realizaciones, la aleación desvelada incluye magnesio (Mg) en una cantidad de 0,80 % a 1,30 % (por ejemplo, de 0,85 % a 1,22 %, de 0,90 % a 1,15 %, de 0,90 % a 1,10 %, o de 0,93 % a 1,07 %) basado en el peso total de la aleación. Por ejemplo, La aleación puede incluir 0,80 %, 0,81 %, 0,82 %, 0,83 %, 0,84 %, 0,85 %, 0,86 %, 0,87 %, 0,88 %, 0,89 %, 0,90 %, 0,91 %, 0,92 %, 0,93 %, 0,94 %, 0,95 %, 0,96 %, 0,97 %, 0,98 %, 0,99 %, 1,00 %, 1,01 %, 1,02 %, 1,03 %, 1,04 %, 1,05 %, 1,06 %, 1,07 %, 1,08 %, 1,09 %, 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 % o 1.30 de Mg. Todo expresado en % en peso.

En ciertos aspectos, la aleación incluye cromo (Cr) en una cantidad de hasta 0,80 % (por ejemplo, de 0 % a 0,05 %, 0 % a 0,06 %, de 0 % a 0,07 %, de 0 % a 0,08 %, de 0,03 a 0,06 %, de 0,005 % a 0,05 %, o de 0,001 % a 0,06 %) basado en el 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 %, 0,010 %, 0,011 %, 0,012 %, 0,013 %, 0,014 %, 0,015 %, 0,016 %, 0,017 %, 0,018 %, 0,019 %, 0,020 %, 0,021 %, 0,022 %, 0,023 %, 0,024 %, 0,025 %, 0,026 %, 0,027 %, 0,028 %, 0,029 %, 0,030 %, 0,031 %, 0,032 %, 0,033 %, 0,034 %, 0,035 %, 0,036 %, 0,037 %, 0,038 %, 0,039 %, 0,040 %, 0,05 %, 0,051 %, 0,052 %, 0,053 %, 0,054 %, 0,055 %, 0,056 %, 0,057 %, 0,058 %, 0,059 %, 0,060 %, 0,065 %, 0,070 %, 0,075 %, 0,08 % de Cr. En ciertos aspectos, Cr no está presente en la aleación (es decir, 0 %). Todo expresado en % en peso.

En ciertos aspectos, la aleación desvelado en este documento incluye cinc (Zn) en una cantidad de hasta 0,5 % (por ejemplo, de 0 % a 0,25 %, de 0 % a 0,2 %, de 0 % a 0,30 %, de 0 % a 0,40 %, de 0,01 % a 0,35 %, o de 0,01 % a 0,25 %) basado en el 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 %, 0,02 %, 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 %, 0,40 %, 0,41 %, 0,42 %, 0,43 %, 0,44 %, 0,45 %, 0,46 %, 0,47 %, 0,48 %, 0,49 % o 0,50 % de Zn. En determinados casos, Zn no está presente en la aleación (es decir, 0 %). Todo expresado en % en peso.

5 En ciertos aspectos, la aleación incluye titanio (Ti) en una cantidad de hasta 0,08 % (por ejemplo, de 0 % a 0,05 %, 0 % a 0,06 %, de 0 % a 0,07 %, de 0,03 a 0,06 %, de 0,005 % a 0,05 %, o de 0,001 % a 0,06 %) basado en el 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 %, 10 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 %, 0,05 %, 0,051 %, 0,052 %, 0,053 %, 0,054 %, 0,055 %, 0,056 %, 0,057 %, 0,058 %, 0,059 %, 0,06 %, 0,065 %, 0,07 %, 0,075 % o 0,08 % de Ti. En ciertos aspectos, Ti no está presente en la aleación (es decir, 0 %). Todo expresado en % en peso.

15 Opcionalmente, las composiciones de aleación pueden incluir además otros elementos menores, a veces denominados impurezas, en cantidades de 0,15 % o inferior, 0,14 % o inferior, 0,13 % o inferior, 0,12 % o inferior, 0,11 % o inferior, 0,10 % o inferior, 0,09 % o inferior, 0,08 % o inferior, 0,07 % o inferior, 0,06 % o inferior, 0,05 % o inferior, 0,04 % o inferior, 0,03 % o inferior, 0,02 % o inferior, o 0,01 % o inferior. Estas impurezas pueden incluir, pero sin limitación, V, Ga, Ni, Sc, Zr, Ca, Hf, Sr, o sus combinaciones. En ciertos aspectos, la composición de 20 aleación comprende solo impurezas inevitables. En ciertos aspectos, el porcentaje restante de la aleación es aluminio. Todo expresado en % en peso.

Propiedades de la aleación

25 En determinadas realizaciones, las aleaciones de aluminio de la presente invención muestran una o más de las siguientes propiedades: formación de orejas muy baja (nivel medio máximo de formación de orejas de 3 %); alto contenido reciclado (por ejemplo, al menos 60 %, 65 %, 70 %, 75 %, 80 %, 82 % u 85 %); límite elástico 25-36 ksi; excelente rendimiento de limpieza de troquel que permite la aplicación de presión de trazado de troquel muy baja; 30 excelente formabilidad que permite una amplia progresión de modelado del cuello sin fractura; excelente superficie terminada en las botellas finales sin marcas visibles; excelente adherencia de revestimiento; alta resistencia para satisfacer la carga axial típica (> 300 lbs) y la presión de inversión de cúpula (> 90 psi); la tasa de restos general del proceso de fabricación de botellas puede ser tan baja como menos de 1 %.

En determinadas realizaciones, la subestructura de la bobina de aleación de aluminio hecha mediante este método 35 tiene una subestructura sin límites geométricos necesarios (GNB). En determinadas realizaciones, la subestructura tiene una subestructura que contiene GNB con un espaciado promedio de GNB mayor de 10 micrómetros. En determinadas realizaciones, la bobina de aleación de aluminio de la subestructura hecha mediante este método tiene una subestructura que contiene GNB con un espaciado promedio de GNB mayor de 300 nm (por ejemplo, FIG. 1), un espaciado promedio de GNB mayor que 2,5 μ m (FIG. 2), un espaciado promedio de GNB mayor que 8 μ m (por 40 ejemplo, FIG. 3), o una subestructura sin GNB (por ejemplo, FIG. 4).

En determinadas realizaciones, la lámina de aleación tiene muy baja formación de orejas. En determinadas realizaciones, el equilibrio de formación de orejas desde el borde, lados y centro (respecto al ancho de la bobina) es 45 menos de 1,5 % (por ejemplo, menos de 1,25 %, menos de 1 %). En determinadas realizaciones, la formación de orejas media es menos de 4 %. Por ejemplo, la formación de orejas media es menos de 3,75 %, menos de 3,5 %, menos de 3,25 %, menos de 3 %, menos de 2,75 %, o menos de 2,5 %.

En determinadas realizaciones, la lámina de aleación tiene un alto contenido reciclado.

50 Métodos para fabricar la aleación

La composición de aleación desvelada es un producto de un método desvelado. Sin pretender limitar la invención, las propiedades de la aleación de aluminio están determinadas en parte por la formación de microestructuras durante la preparación de la aleación. En ciertos aspectos, el método de preparación para una composición de 55 aleación puede influir o incluso determinar si la aleación tendrá propiedades adecuadas para una aplicación deseada.

En un aspecto, la invención expone un método para fabricar una aleación de aluminio descrita en este documento. Típicamente, las existencias de cuerpos de lata se proporcionan al cliente en revenido H19. Para la aplicación de 60 botellas de aluminio, el revenido H19 típico no funciona bien ya que las aleaciones H19 son demasiado frágiles. En un aspecto, para cumplir con los requisitos de alta formabilidad para la conformación de botellas de aluminio, una aleación inventiva debe procesarse de manera diferente, por colada por enfriamiento directa (DC), homogeneización, laminado en caliente, laminado en frío, recocido de recristalización, laminado en frío, y recocido de estabilización.

65 En una realización, el método de fabricación de una aleación de aluminio como se describe en este documento comprende las etapas secuenciales de:

colada DC;
Homogeneización;
Laminado en caliente;
5 Laminado en frío (60-90 % de reducción de grosor);
Recocido de recristalización (290-500 °C/0,5-4 h);
Laminado en frío (reducción de 15-30 %);
Recocido de estabilización (100-300 °C/0,5-4 h).

10 En otra realización, el método de fabricación de la aleación de aluminio como se describe en este documento comprende las etapas secuenciales de:

colada DC;
Homogeneización;
15 Laminado en caliente;
Laminado en frío (60-90 % de reducción de grosor);
Recocido de recristalización (300-450 °C/1-2 h);
Laminado en frío (reducción de 15-30 %); y,
20 Recocido de estabilización (120-250 °C/1-2 h).

En otra realización, el método para fabricar una aleación de aluminio como se describe en este documento comprende colar por enfriamiento directo un lingote de aluminio; homogeneizar el lingote; laminar en caliente el lingote homogeneizado para formar un producto laminado en caliente; laminar en frío el producto laminado en caliente en una primera etapa de laminado en frío para producir un primer producto laminado en frío, en donde la primera etapa de laminado en frío produce una reducción de grosor de 60-90 %. El método comprende además laminar en frío el primer producto laminado en frío en una segunda etapa de laminado en frío para producir un segundo producto laminado en frío, en donde la segunda etapa de laminado en frío produce una reducción de grosor de 15-30 %.

30 En realizaciones que tienen dos etapas de laminado en frío, el método comprende además recocido de cristalización del primer producto laminado en frío, en donde el recocido de recristalización es a una temperatura de metal de 290-500 °C durante 0,5-4 h. En ciertas realizaciones, el recocido de recristalización es a una temperatura de metal de 300-450 °C. En ciertas realizaciones, el recocido de recristalización es durante 1-2 horas.

35 En realizaciones que tienen dos etapas de laminado en frío, el método comprende además recocido de estabilización del segundo producto laminado en frío si se utilizan dos etapas de laminado en frío, en donde el recocido de estabilización es a una temperatura de metal de 100-300 °C durante 0,5-4 h. En ciertas realizaciones, el recocido de estabilización es a una temperatura de metal de 120-250 °C. En ciertas realizaciones, el recocido de estabilización es durante 1-2 horas.

40 En ciertas otras realizaciones, el método para fabricar una aleación de aluminio como se describe en este documento comprende colar por enfriamiento directo un lingote de aluminio; homogeneizar el lingote; laminar en caliente el lingote para formar un producto laminado en caliente; laminar en frío el producto laminado en caliente en una primera etapa de laminado en frío, en donde el laminado en frío produce una reducción de 60-90 % de grosor del producto laminado en caliente; recocido de recristalización del producto laminado en frío, en donde el recocido de recristalización es a una temperatura de metal de 290-500 °C durante 0,5-4 horas; laminar en frío el producto recocido en una segunda etapa de laminado en frío para producir un segundo producto laminado en frío, en donde la segunda etapa de laminado en frío produce una reducción de grosor de 15-30 % en el producto recocido; y recocido de estabilización del producto laminado en frío, en donde el recocido de estabilización es a una temperatura de metal de 100-300 °C durante 0,5-4 h. En ciertas realizaciones, el recocido de recristalización es a una temperatura de metal de 300 a 450 °C. En ciertas realizaciones, el recocido de recristalización es durante 1-2 horas. En ciertas realizaciones, el recocido de estabilización es a una temperatura de metal de 120-250 °C. En ciertas realizaciones, el recocido de estabilización es durante 1-2 horas.

55 El revenido final de las aleaciones podría ser H2x (sin interrecocido) o H3x o H1x (con interrecocido). La combinación de reducción de laminado ofrece una capacidad de formación de orejas optimizada y un excelente rendimiento en la carrocería. El ciclo de recocido de estabilización se diseñó para inducir características específicas de templabilidad de trabajo y formabilidad en las aleaciones, lo que permite una amplia formación del cuello sin fracturas.

Colada

Las aleaciones desveladas en este documento pueden colarse en lingotes utilizando un proceso por enfriamiento directo (DC). El proceso de colada DC se realiza según los estándares comúnmente utilizados en la industria del aluminio, como conoce un experto en la materia. Opcionalmente, El proceso de colada puede incluir un proceso de colada continua. La colada continua puede incluir, pero sin limitación, coladoras de doble rodillo, coladoras de doble

correa, y coladoras de bloque. En algunas realizaciones, para lograr la microestructura deseada, propiedades mecánicas y propiedades físicas de los productos, las aleaciones no se procesan utilizando métodos de colada continua.

- 5 El lingote colado puede someterse a otras etapas de procesamiento para formar una lámina de metal. En algunas realizaciones, las etapas de procesamiento adicionales incluyen someter un lingote de metal a un ciclo de homogeneización, un paso de laminado en caliente, un paso de laminado en frío, un paso de recocido de recristalización, un segundo paso de laminado en frío, y un paso de recocido de estabilización.

10 *Homogeneización*

El paso de homogeneización puede implicar una homogeneización de un paso o una homogeneización de dos pasos. En algunas realizaciones de la etapa de homogeneización, se realiza una homogeneización en una etapa en la que un lingote preparado a partir de las composiciones de aleación descritas en este documento se calienta para alcanzar una temperatura máxima de metal (PMT). El lingote se deja en remojo (es decir, se mantiene a la temperatura indicada) durante un período de tiempo durante la primera etapa.

- 15 En algunas realizaciones de la etapa de homogeneización, se realiza una homogeneización en dos etapas donde se calienta un lingote preparado a partir de una composición de aleación descrita en el presente documento para alcanzar una primera temperatura y luego se deja en remojo durante un período de tiempo en la segunda etapa, el lingote puede enfriarse a una temperatura inferior a la temperatura utilizada en la primera etapa y luego se deja en remojo durante un período de tiempo durante la segunda etapa.

25 *Laminado en caliente*

Después de la homogeneización, puede realizarse un proceso de laminado en caliente. En algunas realizaciones, los lingotes pueden laminarse en caliente a un grosor de 5 mm o menos. Por ejemplo, los lingotes pueden laminarse en caliente a un grosor de 4 mm o menos, grosor de 3 mm o menos, grosor de 2 mm o menos, o grosor de 1 mm o menos.

- 30 En algunas realizaciones, para obtener un equilibrio apropiado de textura en los materiales finales, la velocidad y temperatura de laminado en caliente pueden controlarse de modo que se logre la recristalización completa de los materiales laminados en caliente durante el bobinado a la salida del molino en tándem.

35 *Laminado en frío*

En algunas realizaciones, los productos laminados en caliente pueden laminarse en frío hasta un grosor final. En algunas realizaciones, una primera etapa de laminado en frío produce una reducción del grosor de 60-90 % (por ejemplo, 50-80 %, 60-70 %, 50-90 %, o 60-80 %). Por ejemplo, la primera etapa de laminado en frío produce una reducción del grosor de 65 %, 70 %, 75 %, 80 %, 85 % o 90 %. En algunas realizaciones, una segunda etapa de laminado en frío produce una reducción adicional en el grosor de 15-30 % (por ejemplo, de 20-25 %, 15-25 %, 15-20 %, 20-30 %, o 25-30 %). Por ejemplo, la segunda etapa de laminado en frío produce una reducción adicional en el grosor de 15 %, 20 %, 25 % o 30 %.

45 *Recocido*

En algunas realizaciones, una etapa de recocido es un recocido de recristalización (por ejemplo, después del laminado en frío inicial). En una realización, el recocido de recristalización es a una temperatura de metal de 290-500 °C durante 0,5-4 h. En una realización, el recocido de recristalización es a una temperatura de metal de 300-450 °C. En una realización, la recristalización es durante aproximadamente 1-2 horas.

- 50 La etapa de recocido de recristalización puede incluir calentar la aleación desde la temperatura ambiente hasta una temperatura de 290 °C a aproximadamente 500 °C (por ejemplo, de 300 °C a 450 °C, de 325 °C a 425 °C, de 300 °C a 400 °C, de 400 °C a 500 °C, de 330 °C a 470 °C, de 375 °C a 450 °C, o de 450 °C a 500 °C).

55 En ciertos aspectos, una etapa de recocido es recocido de estabilización (por ejemplo, después del laminado en frío final). En una realización, el recocido de estabilización es a una temperatura de metal de 100-300 °C durante 0,5-4 horas. En una realización, el recocido de estabilización es a una temperatura de metal de 120-250 °C durante 1-2 horas.

- 60 La etapa de recocido de estabilización puede incluir calentar la aleación desde la temperatura ambiente hasta una temperatura de 100 °C a 300 °C (por ejemplo, de 120 °C a 250 °C, de 125 °C a 200 °C, de 200 °C a 300 °C, de 150 °C a 275 °C, de 225 °C a 300 °C, o de 100 °C a 175 °C).

65 *Métodos para preparar objetos metálicos altamente conformados*

5 Los métodos descritos en este documento pueden usarse para preparar objetos metálicos altamente conformados, tales como latas o botellas de aluminio. Las láminas laminadas en frío descritas anteriormente pueden someterse a una serie de procesos convencionales de fabricación de latas y botellas para producir preformas. Las preformas pueden recocerse para formar preformas recocidas. Opcionalmente, las preformas se preparan a partir de las aleaciones de aluminio usando un proceso de estirado y planchado de paredes (DWI) y las latas y botellas se fabrican según otros procesos de conformación conocidos por los expertos en la materia.

La botella de aluminio conformada de la presente invención puede usarse para bebidas que incluyen, pero sin limitación, refrescos, agua, cerveza, bebidas energéticas y otras bebidas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para fabricar un producto de aleación de aluminio que comprende:

- 5 colar por enfriamiento directo una aleación de aluminio que comprende:
 0,15-0,50 % en peso de Si,
 0,35-0,65 % en peso de Fe,
 0,05-0,30 % en peso de Cu,
 0,60-1,10 % en peso de Mn,
 10 0,80-1,30 % en peso de Mg,
 0,000-0,080 % en peso de Cr,
 0,000-0,500 % en peso de Zn,
 0,000-0,080 % en peso de Ti,
 hasta 0,15 % en peso de impurezas, siendo el resto Al, en un lingote;
 15 homogeneizar el lingote;
 laminar en caliente el lingote homogeneizado para formar un producto laminado en caliente;

laminar en frío el producto laminado en caliente en una primera etapa de laminado en frío para formar un primer
 producto laminado en frío, en donde la primera etapa de laminado en frío produce una reducción de grosor de 60-90
 20 %;
 antes de una segunda etapa de laminado en frío, recocido de recristalización del primer producto laminado en frío,
 en donde el recocido de recristalización es a una temperatura de metal de 290-500 °C durante 0,5-4 h,
 laminar en frío el primer producto laminado en frío en una segunda etapa de laminado en frío para formar un
 segundo producto laminado en frío, en donde el segundo laminado en frío produce una reducción de grosor de 15-30
 25 %, y
 recocido de estabilización del segundo producto de laminado en frío, en donde el recocido de estabilización es a una
 temperatura de metal de 100-300 °C durante 0,5-4 h.

2. El método de la reivindicación 1, en donde el recocido de estabilización es a una temperatura de metal de 120-
 30 250 °C durante 1-2 h.

3. El método de la reivindicación 1, en donde el recocido de recristalización es a una temperatura de metal de 300-
 450 °C durante 1-2 horas.

35 4. Un producto de aleación de aluminio fabricado mediante el método de cualquiera de las reivindicaciones 1-3.

5. El producto de aleación de aluminio según la reivindicación 4, que tiene una subestructura sin límites
 geoméricamente necesarios (GNB) o una subestructura con un espaciado promedio de GNB mayor de 8
 micrómetros.

40 6. El producto de aleación de aluminio según cualquiera de las reivindicaciones 4-5, que comprende:
 0,20-0,40 % en peso de Si,
 0,40-0,60 % en peso de Fe,
 0,08-0,20 % en peso de Cu,
 45 0,70-1,00 % en peso de Mn,
 0,85-1,22 % en peso de Mg,
 0,000-0,070 % en peso de Cr,
 0,000-0,400 % en peso de Zn,
 0,000-0,070 % en peso de Ti,
 50 hasta 0,15 % en peso de impurezas, siendo el resto Al.

7. El producto de aleación de aluminio según la reivindicación 6 que comprende:
 0,22-0,38 % en peso de Si,
 0,42-0,58 % en peso de Fe,
 55 0,10-0,18 % en peso de Cu,
 0,75-0,98 % en peso de Mn,
 0,90-1,15 % en peso de Mg,
 0,000-0,060 % en peso de Cr,
 0,000-0,300 % en peso de Zn,
 60 0,000-0,060 % en peso de Ti,
 hasta 0,15 % en peso de impurezas, siendo el resto Al.

8. El producto de aleación de aluminio según la reivindicación 7 que comprende:
 0,27-0,33 % en peso de Si,
 65 0,46-0,54 % en peso de Fe,
 0,11-0,15 % en peso de Cu,

0,80-0,94 % en peso de Mn,
0,93-1,07 % en peso de Mg,
0,000-0,050 % en peso de Cr,
0,000-0,250 % en peso de Zn,
5 0,000-0,050 % en peso de Ti,
hasta 0,15 % en peso de impurezas, siendo el resto Al.

9. El producto de aleación de aluminio según la reivindicación 7 que comprende:
0,25-0,35 % en peso de Si,
10 0,44-0,56 % en peso de Fe,
0,09-0,160 % en peso de Cu,
0,78-0,94 % en peso de Mn,
0,90-1,1 % en peso de Mg,
0,000-0,050 % en peso de Cr,
15 0,000-0,250 % en peso de Zn,
0,000-0,050 % en peso de Ti,
hasta 0,15 % en peso de impurezas, siendo el resto Al.

10. El producto de aleación de aluminio según cualquiera de las reivindicaciones 4-9, que es una botella o lata.
20

11. El producto de aleación de aluminio según cualquiera de las reivindicaciones 4-10, que es una botella de aluminio conformada.

12. El producto de aleación de aluminio según cualquiera de las reivindicaciones 4-9, que es una lámina.

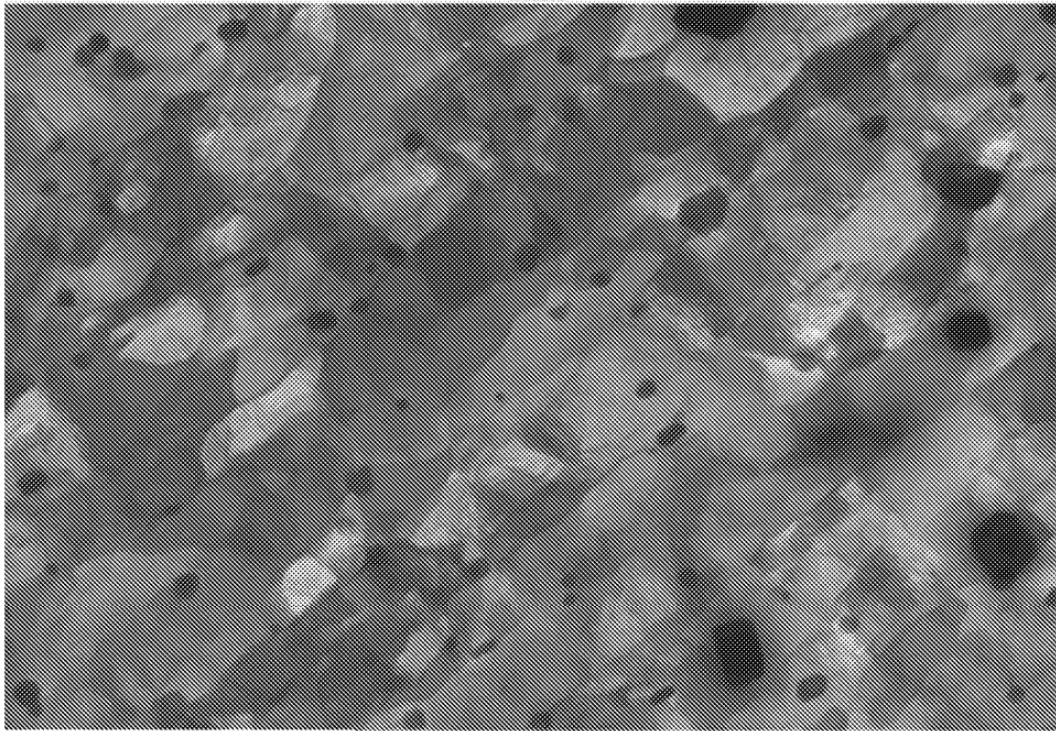


FIG. 1

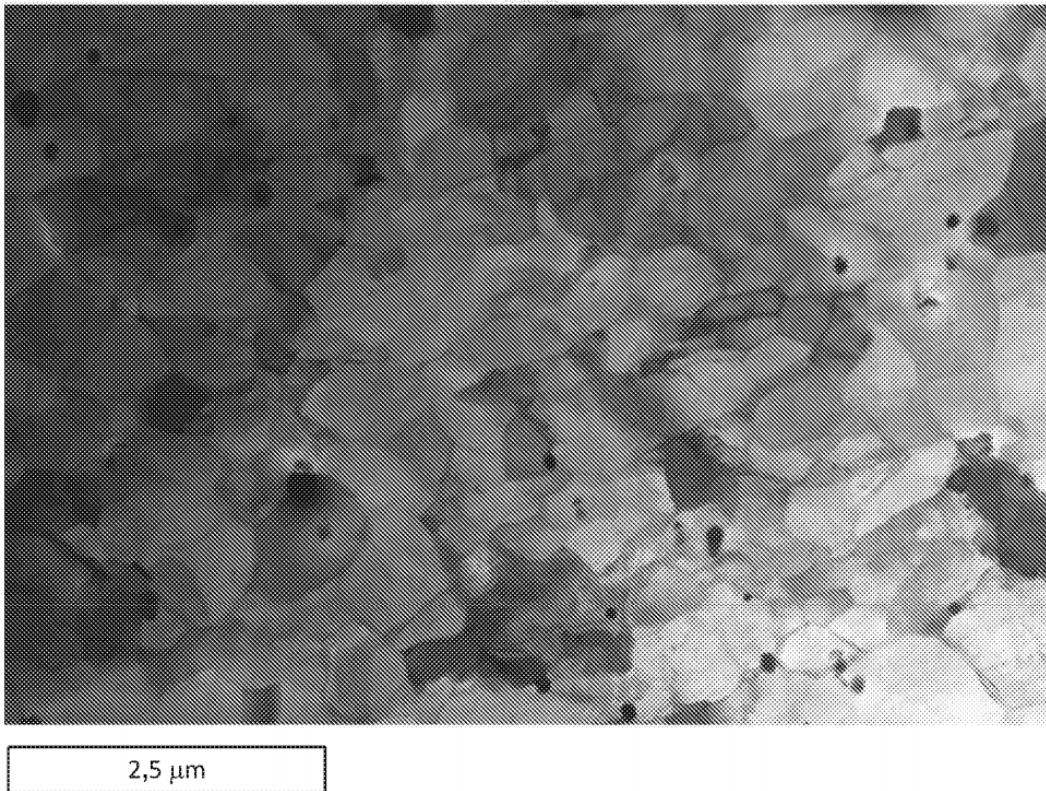


FIG. 2

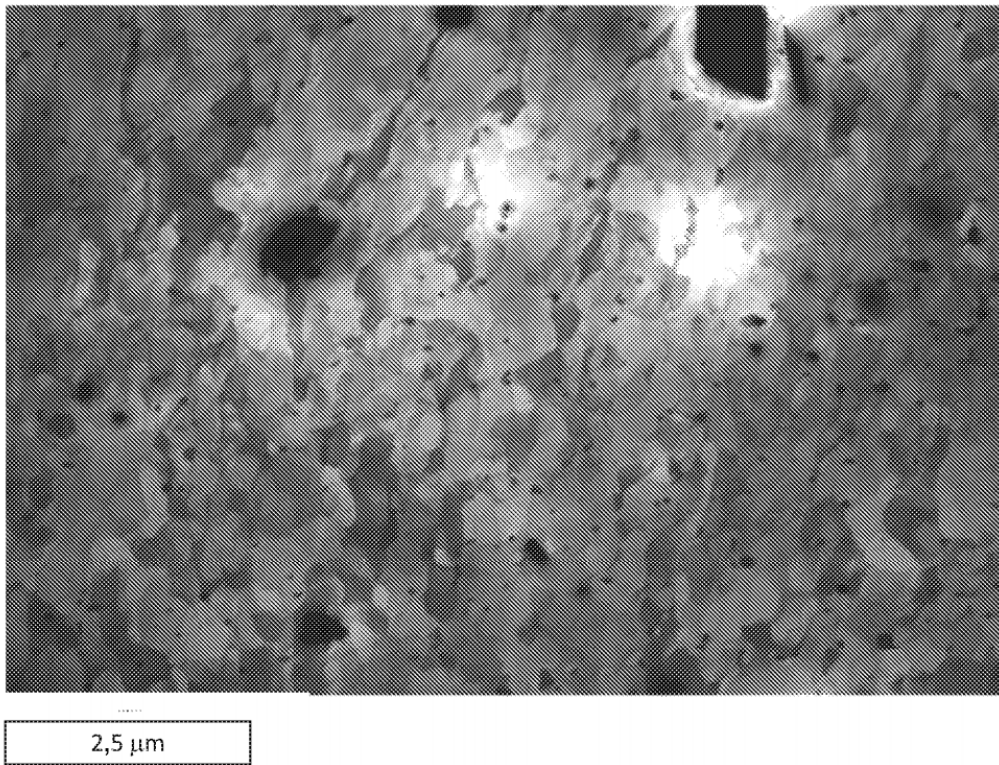


FIG. 3

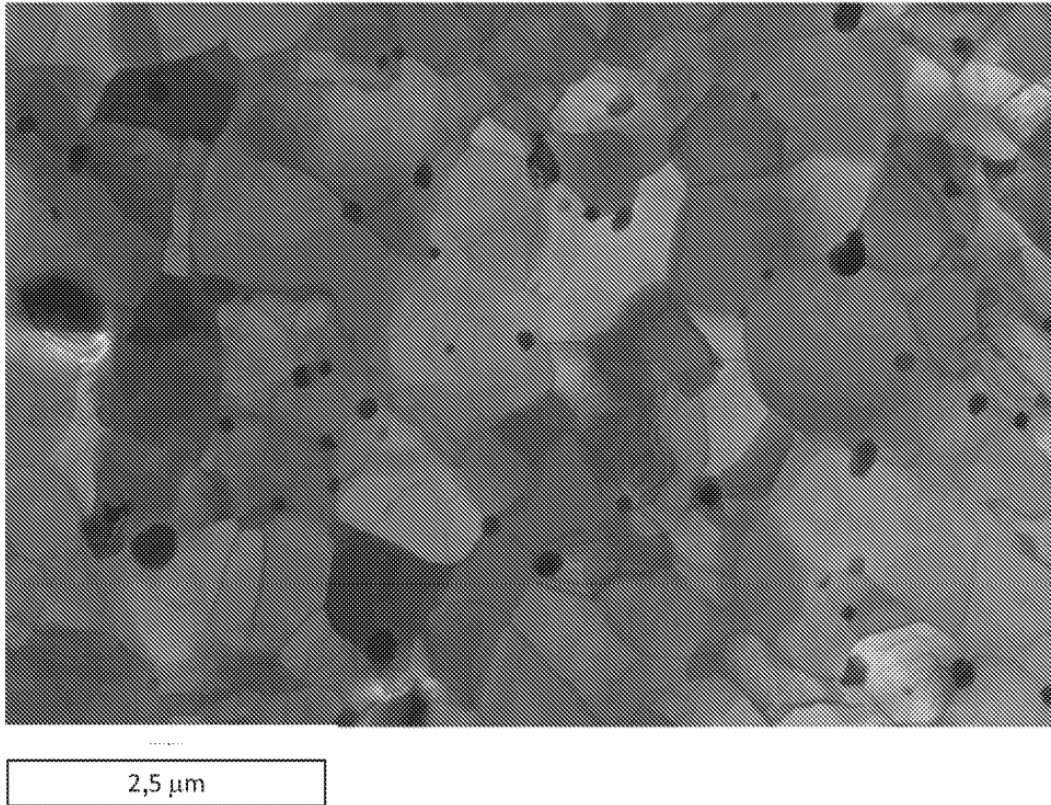


FIG. 4