

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 793 238**

(51) Int. Cl.:
C22C 21/00
(2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.09.2014 PCT/US2014/054588**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **12.03.2015 WO15035318**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.09.2014 E 14841435 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2020 EP 3041967**

(54) Título: **Productos de aleaciones de aluminio y métodos para producirlos**

(30) Prioridad:

06.09.2013 US 201361874828 P

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

13.11.2020

(73) Titular/es:

**ARCONIC TECHNOLOGIES LLC (100.0%)
201 Isabella Street
Pittsburgh, PA 15212, US**

(72) Inventor/es:

**UNAL, ALI;
WYATT-MAIR, GAVIN, F.;
TOMES, DAVID, A.;
ROUNS, THOMAS, N. y
KARABIN, LYNETTE, M.**

(74) Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 2 793 238 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

Productos de aleaciones de aluminio y métodos para producirlos

5 **Solicitudes relacionadas**

Esta solicitud reivindica el beneficio de la solicitud provisional de Estados Unidos núm. 61/874,828, titulada "ALUMINUM ALLOY PRODUCTS AND METHODS FOR PRODUCING SAME" presentada el 6 de septiembre de 2014.

10 **Campo técnico**

Los productos y métodos que se detallan en la presente descripción se refieren a aleaciones de aluminio.

15 **Antecedentes de la invención**

Se conocen aleaciones de aluminio y métodos para producir aleaciones de aluminio.

20 El documento núm. WO 2013/188668 se refiere a tiras de aleaciones de aluminio tratables por calor y se describen métodos para fabricarlas. Las tiras de aleaciones de aluminio tratables por calor se funden continuamente y se inactivan, con el rodamiento opcional que ocurre antes y/o después de la inactivación. Despues de la inactivación, la tira de aleación de aluminio tratable con calor no se trata por recocción ni por solución de calor.

25 El documento núm. US 5,411,605 se refiere a un material de acero magnético suave que comprende C, N (contenido total), Si, Mn, P, S y O (contenido total), cada uno en una cantidad controlada, y 0,8-3,5 % en peso de aluminio soluble, en donde el diámetro promedio de los granos de ferrita está por encima de un valor de límite inferior especificado que se determina en relación con el grosor o el diámetro del material de acero y la superficie del material de acero se cubre densamente con partículas de óxido de aluminio con un diámetro de 0,01 a 5 µm.

30 El documento núm. US 5,253,626 se refiere a un motor de combustión interna con un bloque de motor que contiene una pluralidad de orificios de cilindro y un pistón montado de manera deslizable en cada orificio. El bloque está compuesto de una aleación hipereutéctica de aluminio-silicio que contiene de 16 % a 30 % de silicio y tiene cristales de silicio primarios precipitados, mientras que el pistón se compone de una aleación de aluminio-cobre que contiene de 10 % a 15 % en peso de cobre.

35 **Resumen de la invención**

La presente invención se refiere a un producto como se define por la reivindicación independiente 1 y a un proceso para producir tal producto como se define por la reivindicación independiente 10, en donde los desarrollos adicionales del producto inventivo y del proceso inventivo se definen en las reivindicaciones dependientes, respectivamente.

40 En algunas modalidades, un contenido de oxígeno de la tira de aleación de aluminio es 0,1 por ciento en peso o menos. En algunas modalidades, el contenido de oxígeno de la tira de aleación de aluminio es 0,01 por ciento en peso o menos. En algunas modalidades, el diámetro equivalente particular es al menos 0,3 micrómetros. En algunas modalidades, el diámetro equivalente particular varía de 0,3 micrómetros a 0,5 micrómetros.

45 En algunas modalidades, el diámetro equivalente particular es 0,5 micrómetros y en donde la cantidad por unidad de área de las partículas pequeñas que tienen el diámetro equivalente particular es al menos 0,03 partículas por micrómetro cuadrado en la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio. En otras modalidades, el producto se selecciona del grupo que consiste en material de cuerpo de latas y material de terminado de latas.

50 **Breve descripción de los dibujos**

55 La presente invención se explicará adicionalmente con referencia a los dibujos adjuntos, en donde las estructuras similares se denominan por números similares a lo largo de varias vistas. Los dibujos que se muestran no están necesariamente a escala, en cambio, se coloca el énfasis generalmente después de ilustrar los principios de la presente invención. Además, algunas características pueden exagerarse para mostrar detalles de componentes particulares.

60 La Figura 1 es una fotomicrografía que muestra las características de algunas modalidades de la presente invención. La Figura 2 es una vista ampliada de las porciones de la Figura 1. La Figura 3 ilustra los perfiles del conteo de partículas por unidad de área de algunas modalidades de la presente invención.

65 La Figura 4 ilustra los perfiles de la fracción de volumen de algunas modalidades de la presente invención.

- La Figura 5 ilustra las resistencias elásticas a la tensión de algunas modalidades de la presente invención después de la exposición a varias temperaturas durante 100 horas.
- La Figura 6 ilustra las resistencias elásticas a la tensión de algunas modalidades de la presente invención después de la exposición a varias temperaturas durante 500 horas.
- 5 La Figura 7 ilustra las resistencias a la tensión final de algunas modalidades de la presente invención después de la exposición a varias temperaturas durante 500 horas.
- La Figura 8 ilustra las resistencias a la tensión a temperatura elevada de algunas modalidades de la presente invención después de la exposición a varias temperaturas durante 500 horas.
- 10 La Figura 9 ilustra una modalidad de un método para producir una tira de aleación de aluminio.
- La Figura 10 ilustra las características de un proceso de moldeado continuo.
- La Figura 11 ilustra las características de un proceso de moldeado continuo.
- La Figura 12 es una fotomicrografía que muestra las características de un lingote.
- La Figura 13 es una fotomicrografía que muestra las características de algunas modalidades de la presente invención.
- 15 La Figura 14 es una imagen binaria de la fotomicrografía de la Figura 12.
- La Figura 15 es una imagen binaria de la fotomicrografía de la Figura 13.
- La Figura 16 es la imagen binaria de la Figura 14 después de eliminar los píxeles que no son de partículas.
- 20 La Figura 17 es la imagen binaria de la Figura 15 después de eliminar los píxeles que no son de partículas.
- La Figura 18 ilustra un ejemplo no limitante de un soporte de empaquetar que se usa para la preparación de muestras.
- Las figuras constituyen una parte de esta especificación e incluyen modalidades ilustrativas de la presente invención e ilustran varios objetos y sus características. Además, las figuras no están necesariamente a escala, algunas de las características pueden estar exageradas para mostrar detalles de componentes particulares. Adicionalmente, cualquier medición, especificaciones y similares que se muestran en las figuras pretenden ser ilustrativos, y no restrictivos. Por lo tanto, los detalles funcionales y estructurales específicos descritos en la presente descripción no deben interpretarse como limitantes, sino simplemente como base representativa para enseñar a un experto en la técnica a emplear la presente invención de manera variada.
- 30 Descripción detallada
- La presente invención se explicará adicionalmente con referencia a los dibujos adjuntos, en donde las estructuras similares se denominan por números similares a lo largo de varias vistas. Los dibujos que se muestran no están necesariamente a escala, en cambio, se coloca el énfasis generalmente después de ilustrar los principios de la presente invención. Además, algunas características pueden exagerarse para mostrar detalles de componentes particulares.
- 35 Las figuras constituyen una parte de esta especificación e incluyen modalidades ilustrativas de la presente invención e ilustran varios objetos y sus características. Además, las figuras no están necesariamente a escala, algunas de las características pueden estar exageradas para mostrar detalles de componentes particulares. Adicionalmente, cualquier medición, especificaciones y similares que se muestran en las figuras pretenden ser ilustrativos, y no restrictivos. Por lo tanto, los detalles funcionales y estructurales específicos descritos en la presente descripción no deben interpretarse como limitantes, sino simplemente como base representativa para enseñar a un experto en la técnica a emplear la presente invención de manera variada.
- 40 Entre los beneficios y mejoras que se han descrito, otros objetivos y ventajas de esta invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción tomada en conjunto con las figuras adjuntas. En la presente descripción se describen modalidades detalladas de la presente invención; sin embargo, debe entenderse que las modalidades descritas son meramente ilustrativas de la invención que pueden incorporarse en varias formas. Además, cada uno de los ejemplos dados en relación con las diversas modalidades de la invención pretende ser ilustrativos, y no restrictivos.
- 45 A lo largo de la descripción y las reivindicaciones, los siguientes términos toman los significados que se asocian explícitamente en la presente descripción, a menos que el contexto lo indique claramente de otra forma. Las frases "en una modalidad" y "en algunas modalidades" como se usan en la presente descripción no necesariamente se refieren a la(s) misma(s) modalidad(es), aunque puede(n) hacerlo. Además, las frases "en otra modalidad" y "en algunas otras modalidades" como se usan en la presente descripción no necesariamente se refieren a una modalidad diferente, aunque pueden hacerlo.
- 50 55 60 65
- A lo largo de la descripción y las reivindicaciones, los siguientes términos toman los significados que se asocian explícitamente en la presente descripción, a menos que el contexto lo indique claramente de otra forma. El término "basado en" no es exclusivo y permite que se basen en factores adicionales no descritos, a menos que el contexto lo indique claramente de otra forma. Además, a lo largo de la descripción, el significado de "un", "una" y "el/la" incluyen las referencias en plural. El significado de "en" incluye "en" y "sobre".

El producto comprende una tira de aleación de aluminio, en donde la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio está sustancialmente libre de partículas grandes con un diámetro equivalente de al menos 20 micrómetros.

- 5 En una modalidad, el contenido de oxígeno de la tira de aleación de aluminio es 0,1 por ciento en peso o menos. En otra modalidad, el contenido de oxígeno de la tira de aleación de aluminio es 0,05 por ciento en peso o menos. Aún en otra modalidad, el contenido de oxígeno de la tira de aleación de aluminio es 0,01 por ciento en peso o menos. En una modalidad, un contenido de oxígeno de la tira de aleación de aluminio es 0,005 por ciento en peso o menos.
- 10 En algunas modalidades, el diámetro equivalente particular es al menos 0,3 micrómetros. En otras modalidades, el diámetro equivalente particular varía de 0,3 micrómetros a 0,5 micrómetros.
- 15 En una modalidad, el diámetro equivalente particular es 0,5 micrómetros y en donde la cantidad por unidad de área de las partículas pequeñas que tienen el diámetro equivalente particular es al menos 0,03 partículas por micrómetro cuadrado en la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio.
- 20 En algunas modalidades, el producto es material de cuerpo de lata. En otras modalidades, el producto es material de terminado de lata. Aún en otras modalidades, el producto se adapta para su uso en aplicaciones de temperatura elevada.
- 25 En otra modalidad, la tira de aleación de aluminio y el material de referencia se exponen a una temperatura de al menos 23,9 °C (75 °F) durante 100 horas, la primera resistencia elástica a la tensión de la tira de aleación de aluminio es al menos 5 % mayor que la segunda resistencia elástica a la tensión del material de referencia. En algunas modalidades, cuando la tira de aleación de aluminio y el material de referencia se exponen a una temperatura de al menos 23,9 °C (75 °F) durante 100 horas, la primera resistencia elástica a la tensión de la tira de aleación de aluminio es al menos 10 % mayor que la segunda resistencia elástica a la tensión del material de referencia.
- 30 En otras modalidades, cuando la tira de aleación de aluminio y el material de referencia se exponen a una temperatura de al menos 23,9 °C (75 °F) durante 100 horas, la primera resistencia elástica a la tensión de la tira de aleación de aluminio es al menos 15 % mayor que la segunda resistencia elástica a la tensión del material de referencia. Aún en otras modalidades, cuando la tira de aleación de aluminio y el material de referencia se exponen a una temperatura de al menos 23,9 °C (75 °F) durante 100 horas, la primera resistencia elástica a la tensión de la tira de aleación de aluminio es al menos 20 % mayor que la segunda resistencia elástica a la tensión del material de referencia. Se espera que la exposición de la tira de aleación de aluminio de algunas modalidades de la presente invención y la aleación de aluminio 2219 con un material de referencia de temple T87 a la temperatura de 23,9 °C (75 °F) durante 500 horas produzca resultados relativos similares a los detallados anteriormente para una exposición a 23,9 °C (75 °F) durante 100 horas. Por ejemplo, en una modalidad, la tira de aleación de aluminio y el material de referencia se exponen a una temperatura de al menos 23,9 °C (75 °F) durante 500 horas, la primera resistencia elástica a la tensión de la tira de aleación de aluminio es al menos 5 % mayor que la segunda resistencia elástica a la tensión del material de referencia.
- 35 En una modalidad, la resistencia elástica a la tensión a temperatura elevada de la tira de aleación de aluminio es al menos 137,9 Mpa (20 ksi) como se mide por ASTM E21 a la temperatura particular. En otra modalidad, la resistencia elástica a la tensión de la tira de aleación de aluminio es al menos 172,4 Mpa (25 ksi) como se mide por ASTM E21 a la temperatura particular. Aún en otra modalidad, la resistencia elástica a la tensión de la tira de aleación de aluminio es al menos 206,8 Mpa (30 ksi) como se mide por ASTM E21 a la temperatura particular.
- 40 En otras modalidades, el método comprende: enrollado en caliente, enrollado en frío, y/o recocido del producto moldeado suficientemente para formar una tira de aleación de aluminio; en donde una superficie cercana de la tira de aleación de aluminio incluye partículas pequeñas; en donde cada partícula pequeña tiene un diámetro equivalente particular; en donde el diámetro equivalente particular es menor que 3 micrómetros; y en donde una cantidad por unidad de área de las partículas pequeñas que tienen el diámetro equivalente particular es al menos 0,01 partículas por micrómetro cuadrado en la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio. En una modalidad, el método comprende (i) enrollar en caliente el producto moldeado para formar un primer producto enrollado; y (ii) enrollar en frío el primer producto enrollado para formar un segundo producto enrollado. En la modalidad, el método comprende: (iii) recocer el segundo producto enrollado para formar un producto recocido. En otra modalidad, el segundo producto enrollado se recoce a 454,4 °C (850 °F) durante 3 horas. Aún en otra modalidad, el segundo producto enrollado se recoció en lote a 454,4 °C (850 °F) durante 3 horas. En otra modalidad, el segundo producto enrollado se recoció en lote a 468,3 °C (875 °F) durante 4 horas.
- 45 Aún en otra modalidad, el método comprende: (iv) enrollar en frío el producto recocido para formar una tira de aleación de aluminio; en donde una superficie cercana de la tira de aleación de aluminio incluye partículas pequeñas; en donde cada partícula pequeña tiene un diámetro equivalente particular; en donde el diámetro equivalente particular es menor que 3 micrómetros; y en donde una cantidad por unidad de área de las partículas

- pequeñas que tienen el diámetro equivalente particular es al menos 0,01 partículas por micrómetro cuadrado en la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio.
- Como se usa en la presente descripción, "superficie cercana" significa desde la superficie del producto final – el producto después del moldeado, enrollado en caliente o en frío, y/o recocido en lote -- hasta una profundidad de 37 micrómetros por debajo de la superficie del producto final. En algunas modalidades, la superficie cercana está entre T y T/7.
- Como se usa en la presente descripción, "partículas grandes" significa partículas que tienen un diámetro equivalente de 3 micrómetros o más.
- Como se usa en la presente descripción, "partículas pequeñas" significa partículas que tienen un diámetro equivalente de más de 0,22 micrómetros y menos de 3 micrómetros. En algunas modalidades, las partículas pequeñas no incluyen dispersoides. En algunas modalidades, las partículas pequeñas incluyen dispersoides.
- Tal como se usa en la presente descripción, "sustancialmente libre de partículas grandes" significa sustancialmente libre de partículas de forma tal que al menos 90 % de la cantidad total de partículas tienen un diámetro equivalente de menos de 3 micras. En algunas modalidades, "sustancialmente libre de partículas grandes" significa sustancialmente libre de partículas de forma tal que al menos 91 % de la cantidad total de partículas tienen un diámetro equivalente de menos de 3 micras. En algunas modalidades, "sustancialmente libre de partículas grandes" significa sustancialmente libre de partículas de forma tal que al menos 93 % de la cantidad total de partículas tienen un diámetro equivalente de menos de 3 micras. En algunas modalidades, "sustancialmente libre de partículas grandes" significa sustancialmente libre de partículas de forma tal que al menos 95 % de la cantidad total de partículas tienen un diámetro equivalente de menos de 3 micras. En algunas modalidades, "sustancialmente libre de partículas grandes" significa sustancialmente libre de partículas de forma tal que al menos 97 % de la cantidad total de partículas tienen un diámetro equivalente de menos de 3 micras. En algunas modalidades, "sustancialmente libre de partículas grandes" significa sustancialmente libre de partículas de forma tal que al menos 98 % de la cantidad total de partículas tienen un diámetro equivalente de menos de 3 micras. En algunas modalidades, "sustancialmente libre de partículas grandes" significa sustancialmente libre de partículas de forma tal que al menos 99 % de la cantidad total de partículas tienen un diámetro equivalente de menos de 3 micras. En algunas modalidades, un producto que está sustancialmente libre de partículas grandes tiene un conteo de partículas por unidad de área v diámetro equivalente de partículas y fracción de volumen v. diámetro equivalente de partícula como se muestra en las Figuras 3 y 4, respectivamente.
- Como se usa en la presente descripción, "ahuecado" significa un proceso de estiramiento que se usa para convertir una tira en una lata sin reducir sustancialmente el grosor de la pared. El ahuecado se denomina comúnmente como "estiramiento".
- Como se usa en la presente descripción, "planchado" significa un proceso para adelgazar una pared lateral de un contenedor cilíndrico de metal tal como una lata para aumentar la altura de la pared lateral. En algunas modalidades, el planchado usa uno o más troqueles circulares de planchado colocados en la superficie exterior del contenedor cilíndrico de metal.
- En algunas modalidades, el troquel de planchado requiere limpieza cuando hay suficiente acumulación de óxidos, metal u otras partículas en la superficie interna del troquel que resulta en la estriación de una lata durante el planchado.
- Tal como se usa en la presente descripción, "conteo de partículas" significa la cantidad de partículas que se muestran en una fotomicrografía obtenida mediante el uso del **Procedimiento de fotomicrografía** detallado en la presente descripción y determinado de conformidad con el **Procedimiento de análisis de fotomicrografías** que se detalla en la presente descripción. En una modalidad, el conteo de partículas solo incluye partículas que tienen un diámetro equivalente mayor que 0,22 micrómetros.
- Tal como se usa en la presente descripción, "fracción de volumen" significa un porcentaje de volumen ocupado por una partícula o una pluralidad de partículas.
- Tal como se usa en la presente descripción, "área de partícula" significa el área de una partícula según se determina por el **Procedimiento de análisis de fotomicrografías** que se describe en la presente descripción.
- Como se usa en la presente descripción, "diámetro equivalente de partícula" significa $2 \times \sqrt{(\text{área de partícula}/\pi)}$ o el producto de 2 y la raíz cuadrada de (área de partículas dividida por pi).
- Como se usa en la presente descripción, "diámetro particular" significa un único diámetro.
- Como se usa en la presente descripción, "aleación hipereutéctica" significa una aleación que contiene más de las cantidades eutéticas de solutos. Para los propósitos de la presente solicitud de patente, una aleación es

- 5 hipereutéctica cuando alcanza una distribución del tamaño de partículas en una superficie cercana como se describe en la presente descripción y generalmente tiene un conteo de partículas por unidad de área en una superficie cercana de las partículas que tienen un diámetro particular equivalente de menos de 3 micrómetros de al menos 0,043 partículas/micrómetro cuadrado y/o una fracción de volumen en una superficie cercana de partículas que tienen un diámetro particular equivalente de menos de 3 micrómetros de al menos 0,65 %.
- 10 Como se usa en la presente descripción, una "tira" puede ser de cualquier grosor adecuado, y generalmente es de un calibre de lámina (0,152 mm a 6,325 mm (0,006 pulgadas a 0,249 pulgadas)) o un calibre de placa delgada (6,350 mm a 10,160 mm (0,250 pulgadas a 0,400 pulgadas)), es decir, tiene un grosor en el intervalo de 0,152 mm a 10,160 mm (0,006 pulgadas a 0,400 pulgadas). En una modalidad, la tira tiene un grosor de al menos 1,016 mm (0,040 pulgadas). En una modalidad, la tira tiene un grosor de no más de 8,128 mm (0,320 pulgadas). En una modalidad, la tira tiene un grosor de 0,178 mm a 0,457 mm (0,0070 a 0,018 pulgadas), tal como cuando se usa para aplicaciones de enlatado.
- 15 Como se usa en la presente descripción, "exponer" significa elevar, disminuir o mantener una temperatura de una muestra para hacerla coincidir con una temperatura objetivo. Por ejemplo, la exposición de una tira de aleación de aluminio a una temperatura de 23,9 °C (75 °F) significa mantener la temperatura de la tira de aleación de aluminio a 23,9 °C (75 °F). En otro ejemplo, exponer un material de referencia a una temperatura de 176,7 °C (350 °F) significa elevar la temperatura del material de referencia a 176,7 °C (350 °F). En otro ejemplo, la exposición de una tira de aleación de aluminio a una temperatura de 176,7 °C (350 °F) durante 100 horas significa elevar la temperatura de la muestra a una temperatura de 176,7 °C (350 °F) y mantener la temperatura durante 100 horas. Aún en otro ejemplo, la exposición de una tira de aleación de aluminio a una temperatura de 204,4 °C (400 °F) durante 500 horas significa elevar la temperatura de la muestra a una temperatura de 204,4 °C (400 °F) y mantener la temperatura durante 500 horas.
- 20 Como se usa en la presente descripción, "elongación", "resistencia elástica a la tensión" y "resistencia a la tensión final" se determinan a temperatura ambiente de conformidad con E8 de ASTM [2013] ("ASTM E8").
- 25 Como se usa en la presente descripción, "elongación a temperatura elevada", "resistencia elástica a la tensión a temperatura elevada" y "resistencia a la tensión final a temperatura elevada" se determinan a una temperatura particular por encima de la temperatura ambiente de conformidad con ASTM E21 [2009] ("ASTM E21").
- 30 Tal como se usa en la presente descripción, "contenido de oxígeno" significa el porcentaje en peso (%) en peso) de oxígeno determinado por un analizador de oxígeno-nitrógeno LECO. La técnica incorpora fusión de gases en un crisol de grafito bajo una corriente de gas inerte fluida de helio e incluye la medición de gases de combustión por absorción infrarroja y conductividad térmica. Después de la fusión de gases, el oxígeno del proceso se combina con carbono para formar CO₂.
- 35 Como se usa en la presente descripción, "aplicaciones a temperaturas elevadas" se refiere a cualquier aplicación llevada a cabo a una temperatura por encima de la temperatura ambiente. En una modalidad, la aplicación a temperatura elevada se lleva a cabo a una temperatura de al menos 23,9 °C (75 °F). En una modalidad, la aplicación a temperatura elevada se lleva a cabo a una temperatura de al menos 65,6 °C (150 °F). En una modalidad, la aplicación a temperatura elevada se lleva a cabo a una temperatura de al menos 176,7 °C (350 °F). En una modalidad, la aplicación a temperatura elevada se lleva a cabo a una temperatura de al menos 204,4 °C (400 °F). En una modalidad, la aplicación a temperatura elevada se lleva a cabo a una temperatura de al menos 232,2 °C (450 °F).
- 40 En algunas modalidades, la aplicación a temperatura elevada se lleva a cabo a una temperatura de 37,8 °C (100 °F) a 537,8 °C (1000 °F). En una modalidad, la aplicación a temperatura elevada se lleva a cabo a una temperatura de 65,6 °C (150 °F) a 537,8 °C (1000 °F). En una modalidad, la aplicación a temperatura elevada se lleva a cabo a una temperatura de 93,3 °C (200 °F) a 482,2 °C (900 °F). En una modalidad, la aplicación a temperatura elevada se lleva a cabo a una temperatura de 148,9 °C (300 °F) a 426,7 °C (800 °F). En una modalidad, la aplicación a temperatura elevada se lleva a cabo a una temperatura de 37,8 °C (100 °F) a 232,2 °C (450 °F). En una modalidad, la aplicación a temperatura elevada se lleva a cabo a una temperatura de 65,6 °C (150 °F) a 176,7 °C (350 °F).
- 45 Tal como se usa en la presente descripción, una "lata" es cualquier contenedor de metal, tal como una lata, botella, lata de aerosol, lata de alimento, taza o producto relacionado.
- 50 Como se usa en la presente descripción, "aplicaciones para hacer latas" significa cualquier aplicación relacionada con la producción de latas o productos relacionados. En algunas modalidades, las aplicaciones para hacer latas incluyen el uso de tiras de aleaciones de aluminio como un material de lámina de lata para producir cuerpos de latas y/o terminados de latas.
- 55 En una modalidad, la presente solicitud de patente se refiere generalmente a tiras de aleaciones de aluminio para su uso en aplicaciones para hacer latas y aplicaciones a temperaturas elevadas. En una modalidad, la presente solicitud de patente también se refiere a métodos para producir tiras de aleaciones de aluminio para su uso en

aplicaciones para hacer latas y aplicaciones a temperaturas elevadas. En algunas modalidades de la invención, las aleaciones de aluminio en formas no basadas en láminas, tales como discos de plomo u otro metal, se usan en aplicaciones para hacer latas, tales como la formación de una lata por medio de extrusión por impacto.

- 5 Tira de aleación de aluminio
- A. Composición
- 10 De conformidad con la invención, la aleación de aluminio es una de 3xxx (a base de manganeso), 5xxx (a base de magnesio), u 8xxx aleaciones de aluminio.
- De acuerdo con la invención, el Mn en la tira de aleación de aluminio varía entre 0,8 % en peso y 2,2 % en peso.
- 15 De acuerdo con la invención, el Fe en la tira de aleación de aluminio varía de 0,6 % en peso a 2,0 % en peso.
- 20 Como se usa en la presente descripción, el "% en peso de Fe y Mn" se refiere a la suma del % en peso de Fe y el % en peso de Mn. En una modalidad, la tira de aleación de aluminio tiene al menos 1,4 % en peso de Fe y Mn. En una modalidad, la tira de aleación de aluminio tiene al menos 1,5 % en peso de Fe y Mn. En una modalidad, la tira de aleación de aluminio tiene al menos 1,6 % en peso de Fe y Mn. En una modalidad, la tira de aleación de aluminio tiene al menos 1,7 % en peso de Fe y Mn. En otra modalidad, la tira de aleación de aluminio tiene al menos 1,8 % en peso de Fe y Mn. En una modalidad, la tira de aleación de aluminio tiene al menos 1,9 % en peso de Fe y Mn. Aún en otra modalidad, la tira de aleación de aluminio tiene al menos 2,0 % en peso de Fe y Mn. En una modalidad, la tira de aleación de aluminio tiene al menos 2,1 % en peso de Fe y Mn. En una modalidad, la tira de aleación de aluminio tiene al menos 2,2 % en peso de Fe y Mn. En una modalidad, la tira de aleación de aluminio tiene al menos 2,3 % en peso de Fe y Mn. En una modalidad, la tira de aleación de aluminio tiene al menos 2,4 % en peso de Fe y Mn. En una modalidad, la tira de aleación de aluminio tiene al menos 2,5 % en peso de Fe y Mn. En otra modalidad, la tira de aleación de aluminio tiene al menos 3,0 % en peso de Fe y Mn. Aún en otra modalidad, la tira de aleación de aluminio tiene al menos 3,5 % en peso de Fe y Mn. En otra modalidad, la tira de aleación de aluminio tiene al menos 4,0 % en peso de Fe y Mn.
- 30 De conformidad con la invención, la tira de aleación de aluminio incluye una cantidad suficiente de Mn y/o Fe para lograr una composición hipereutéctica. En algunas modalidades, al menos 0,8 % en peso de Mn, al menos 0,6 % en peso de Fe o al menos 0,8 % en peso de Mn y al menos 0,6 % en peso de Fe, se encuentran dentro de la tira de aleación de aluminio a un nivel como para lograr una composición hipereutéctica.
- 35 En algunas modalidades, la tira de aleación de aluminio puede contener elementos secundarios, elementos terciarios, y/u otros elementos. Como se usa en la presente descripción, "elementos secundarios" son Mg, Si, Cu, y/o Zn. Como se usa en la presente descripción, "elementos terciarios" es oxígeno. Como se usa en la presente descripción, "otros elementos" incluye cualquier elemento de la tabla periódica que no sea de los elementos identificados anteriormente, es decir, cualquier elemento diferente de aluminio (Al), Mn, Fe, Mg, Si, Cu, Zn y/o O. Los elementos secundarios y terciarios pueden estar presentes en las cantidades mostradas más abajo. La nueva aleación de aluminio puede incluir no más de 0,25 % en peso de cada uno de cualquier otro elemento, donde la cantidad total combinada de estos otros elementos no excede 0,50 % en peso en la nueva aleación de aluminio. En otra modalidad, cada uno de estos otros elementos, individualmente, no excede 0,15 % en peso en la aleación de aluminio, y la cantidad total combinada de estos otros elementos no excede 0,35 % en peso en la aleación de aluminio. En otra modalidad, cada uno de estos otros elementos, individualmente, no excede 0,10 % en peso en la aleación de aluminio, y la cantidad total combinada de estos otros elementos no excede 0,25 % en peso en la aleación de aluminio. En otra modalidad, cada uno de estos otros elementos, individualmente, no excede 0,05 % en peso en la aleación de aluminio, y la cantidad total combinada de estos otros elementos no excede 0,15 % en peso en la aleación de aluminio. En otra modalidad, cada uno de estos otros elementos, individualmente, no excede 0,03 % en peso en la aleación de aluminio, y la cantidad total combinada de estos otros elementos no excede 0,10 % en peso en la aleación de aluminio.
- 55 En una modalidad, la nueva aleación incluye hasta 3,0 % en peso de Mg. En una modalidad, la nueva aleación incluye 0,2 - 3,0 % en peso de Mg. En una modalidad, la nueva aleación de aluminio incluye al menos 0,40 % en peso de Mg. En una modalidad, la nueva aleación de aluminio incluye al menos 0,60 % en peso de Mg. En una modalidad, la nueva aleación de aluminio incluye no más de 2,0 % en peso de Mg. En una modalidad, la nueva aleación de aluminio incluye no más de 1,7 % en peso de Mg. En una modalidad, la nueva aleación de aluminio incluye no más de 1,5 % en peso de Mg. En otras modalidades, el magnesio se incluye en la aleación como una impureza, y en esas modalidades está presente en niveles de 0,19 % en peso de Mg o menos. En algunas modalidades, la tira de aleación de aluminio tiene 0 % en peso de Mg.
- 65 En una modalidad, la nueva aleación de aluminio incluye hasta 1,5 % en peso de Si. En una modalidad, la nueva aleación de aluminio incluye 0,1 - 1,5 % en peso de Si. En una modalidad, la nueva aleación de aluminio incluye al menos aproximadamente 0,20 % en peso de Si. En una modalidad, la nueva aleación de aluminio incluye al menos aproximadamente 0,30 % en peso de Si. En una modalidad, la nueva aleación de aluminio incluye al menos

- aproximadamente 0,40 % en peso de Si. En una modalidad, la nueva aleación de aluminio incluye no más de aproximadamente 1,0 % en peso de Si. En una modalidad, la nueva aleación de aluminio incluye no más de aproximadamente 0,8 % en peso de Si. En otras modalidades, el silicio se incluye en la aleación como una impureza, y en estas modalidades está presente en niveles de 0,09 % en peso de Si, o menos. En algunas 5 modalidades, la tira de aleación de aluminio tiene 0 % en peso de Si.
- En una modalidad, la nueva aleación de aluminio incluye hasta 1,0 % en peso de Cu. En una modalidad, la nueva aleación de aluminio incluye 0,1 - 1,0 % en peso de Cu. En una modalidad, la nueva aleación de aluminio incluye al 10 menos aproximadamente 0,15 % en peso de Cu. En una modalidad, la nueva aleación de aluminio incluye al menos aproximadamente 0,20 % en peso de Cu. En una modalidad, la nueva aleación de aluminio incluye al menos 15 aproximadamente 0,25 % en peso de Cu. En una modalidad, la nueva aleación de aluminio incluye al menos aproximadamente 0,30 % en peso de Cu. En otras modalidades, el cobre se incluye en la aleación como una impureza, y en esas modalidades está presente en niveles de 0,09 % en peso de Cu o menos. En algunas modalidades, la tira de aleación de aluminio tiene 0 % en peso de Cu.
- En una modalidad, lo nuevo incluye hasta 1,5 % en peso de Zn, tal como hasta 1,25 % en peso de Zn o hasta 1,0 % 20 en peso de Zn o hasta 0,50 % en peso de Zn. En una modalidad, la nueva aleación de aluminio incluye zinc, y en otras modalidades la nueva aleación de aluminio incluye al menos 0,10 % en peso de Zn. En una modalidad, la nueva aleación de aluminio incluye al menos 25 0,25 % en peso de Zn. En una modalidad, la nueva aleación de aluminio incluye al menos 0,35 % en peso de Zn. En otras modalidades, el zinc se incluye en la aleación como una impureza y en estas modalidades está presente en niveles de 0,09 % en peso de Zn, o menos. En algunas modalidades, la tira de aleación de aluminio tiene 0 % en peso de Zn.
- En algunas modalidades, la tira de aleación de aluminio tiene un contenido de oxígeno de 0,1 % en peso o menos. 30 En una modalidad, la tira de aleación de aluminio tiene un contenido de oxígeno de 0,09 % en peso o menos. En otra modalidad, la tira de aleación de aluminio tiene un contenido de oxígeno de 0,08 % en peso o menos. Aún en otra modalidad, la tira de aleación de aluminio tiene un contenido de oxígeno de 0,07 % en peso o menos. En otras 35 modalidades, la tira de aleación de aluminio tiene un contenido de oxígeno de 0,06 % en peso o menos. En algunas modalidades, la tira de aleación de aluminio tiene un contenido de oxígeno de 0,05 % en peso o menos. En una modalidad, la tira de aleación de aluminio tiene un contenido de oxígeno de 0,04 % en peso o menos. En otra modalidad, la tira de aleación de aluminio tiene un contenido de oxígeno de 0,03 % en peso o menos. En otras 40 modalidades, la tira de aleación de aluminio tiene un contenido de oxígeno de 0,02 % en peso o menos. En algunas modalidades, la tira de aleación de aluminio tiene un contenido de oxígeno de 0,01 % en peso o menos. En algunas modalidades, la tira de aleación de aluminio tiene un contenido de oxígeno de 0,005 % en peso o menos. En algunas 45 modalidades, la tira de aleación de aluminio tiene un contenido de oxígeno por debajo del límite de detección del analizador de oxígeno-nitrógeno LECO.
- De conformidad con la invención, la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio está sustancialmente libre 50 de partículas grandes con un diámetro equivalente de al menos 20 micrómetros. En algunas modalidades, la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio está sustancialmente libre de partículas grandes con un diámetro equivalente de al menos 15 micrómetros. En algunas modalidades, la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio está sustancialmente libre de partículas grandes con un diámetro equivalente de al menos 10 micrómetros. En algunas modalidades, la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio está sustancialmente 55 libre de partículas grandes con un diámetro equivalente de al menos 5 micrómetros. En algunas modalidades, la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio está sustancialmente libre de partículas grandes con un diámetro equivalente de al menos 4 micrómetros. En algunas modalidades, la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio está sustancialmente libre de partículas grandes con un diámetro equivalente de al menos 3 micrómetros.
- En algunas modalidades, la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio está sustancialmente libre de 60 partículas grandes que varían de 3 micrómetros a 20 micrómetros. En algunas modalidades, la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio está sustancialmente libre de partículas grandes que varían de 3 micrómetros a 10 micrómetros. En algunas modalidades, la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio está sustancialmente libre de partículas grandes que varían de 3 micrómetros a 5 micrómetros. En algunas modalidades, la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio está sustancialmente libre de partículas grandes que varían de 5 micrómetros a 50 micrómetros. En algunas modalidades, la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio está 65 sustancialmente libre de partículas grandes que varían de 10 micrómetros a 50 micrómetros. En algunas modalidades, la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio está sustancialmente libre de partículas grandes que varían de 20 micrómetros a 50 micrómetros. En algunas modalidades, la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio está sustancialmente libre de partículas grandes que varían de 30 micrómetros a 50 micrómetros. En algunas modalidades, la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio está sustancialmente libre de partículas grandes que varían de 40 micrómetros a 50 micrómetros.
- En algunas modalidades, cuando se ahueca y se plancha una tira que está sustancialmente libre de partículas 70 grandes, el troquel de planchado requiere limpieza después de aproximadamente 3000 latas. En algunas modalidades, cuando se ahueca y se plancha una tira que está sustancialmente libre de partículas grandes, el

45 En algunas modalidades, el diámetro equivalente particular es menor que 1 micrómetro y la fracción de volumen de las partículas pequeñas que tienen un diámetro equivalente particular es al menos 0,2 por ciento en la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio. En algunas modalidades, el diámetro equivalente particular es menor que 0,9 micrómetros y la fracción de volumen de las partículas pequeñas que tienen un diámetro equivalente particular es al menos 0,2 por ciento en la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio. En algunas modalidades, el diámetro equivalente particular es menor que 0,85 micrómetros y la fracción de volumen de las partículas pequeñas que tienen un diámetro equivalente particular es al menos 0,2 por ciento en la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio. En algunas modalidades, el diámetro equivalente particular es menor que 0,8 micrómetros y la fracción de volumen de las partículas pequeñas que tienen un diámetro equivalente particular es al menos 0,2 por ciento en la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio. En algunas modalidades, el diámetro equivalente particular es menor que 0,7 micrómetros y la fracción de volumen de las partículas pequeñas que tienen un diámetro equivalente particular es al menos 0,1 por ciento en la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio. En algunas modalidades, el diámetro equivalente particular es menor que 0,6 micrómetros y la fracción de volumen de las partículas pequeñas que tienen un diámetro equivalente particular es al menos 0,1 por ciento en la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio.

50

55

En algunas modalidades, el diámetro equivalente particular varía de 0,5 a 0,85 y la fracción de volumen de las partículas pequeñas que tienen el diámetro equivalente particular es al menos 0,2 por ciento en la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio. En algunas modalidades, el diámetro equivalente particular varía de 0,5 a 0,85 y la fracción de volumen de las partículas pequeñas que tienen el diámetro equivalente particular es al menos 0,4 por ciento en la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio. En algunas modalidades, el diámetro equivalente particular varía de 0,5 a 0,85 y la fracción de volumen de las partículas pequeñas que tienen el diámetro equivalente particular es al menos 0,65 por ciento en la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio.

- En algunas modalidades, el diámetro equivalente particular es menor que 0,85 y la fracción de volumen de las partículas pequeñas que tienen el diámetro equivalente particular es al menos 0,2 por ciento en la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio. En algunas modalidades, los intervalos de diámetro equivalentes particulares son menores que 0,85 y la fracción de volumen de las partículas pequeñas que tienen el diámetro equivalente particular es al menos 0,4 por ciento en la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio. En algunas modalidades, el diámetro equivalente particular es menor que 0,85 y la fracción de volumen de las partículas pequeñas que tienen el diámetro equivalente particular es al menos 0,8 por ciento en la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio.
- 5 En algunas modalidades, la tira de aleación de aluminio tiene el perfil del conteo de partículas por unidad de área que se muestra en la Figura 3. En algunas modalidades, la tira de aleación de aluminio tiene el perfil de fracción de volumen que se muestra en la Figura 4.

B. Propiedades

- 10 En algunas modalidades, cuando la tira de aleación de aluminio y un material de referencia se exponen a una temperatura ambiente de 23,9 °C (75 °F), las propiedades de la tira de aleación de aluminio y del material de referencia son constantes durante las diferentes duraciones de exposición. En estas modalidades, las propiedades de la tira de aleación de aluminio y del material de referencia expuesto a una temperatura ambiente de 23,9 °C (75 °F) durante 1 hora son sustancialmente iguales que las propiedades de la tira de aleación de aluminio y el material de referencia expuesto a una temperatura ambiente de 23,9 °C (75 °F) durante 500 horas o más. En algunas modalidades, cuando la tira de aleación de aluminio y un material de referencia se exponen a una temperatura de al menos 23,9 °C (75 °F) durante 100 horas, una primera resistencia elástica a la tensión de la tira de aleación de aluminio es mayor que una segunda resistencia elástica a la tensión del material de referencia. En algunas modalidades, el material de referencia es una aleación de aluminio 2219 de temple T87. En una modalidad, cuando la tira de aleación de aluminio y el material de referencia se exponen a una temperatura de al menos 23,9 °C (75 °F) durante 100 horas, la primera resistencia elástica a la tensión de la tira de aleación de aluminio es al menos 5 % mayor que la segunda resistencia elástica a la tensión del material de referencia. En una modalidad, cuando la tira de aleación de aluminio y el material de referencia se exponen a una temperatura de al menos 23,9 °C (75 °F) durante 100 horas, la primera resistencia elástica a la tensión de la tira de aleación de aluminio es al menos 10 % mayor que la segunda resistencia elástica a la tensión del material de referencia. En otra modalidad, cuando la tira de aleación de aluminio y el material de referencia se exponen a una temperatura de al menos 23,9 °C (75 °F) durante 100 horas, la primera resistencia elástica a la tensión de la tira de aleación de aluminio es al menos 15 % mayor que la segunda resistencia elástica a la tensión del material de referencia. En otra modalidad, cuando la tira de aleación de aluminio y el material de referencia se exponen a una temperatura de al menos 23,9 °C (75 °F) durante 100 horas, la primera resistencia elástica a la tensión de la tira de aleación de aluminio es al menos 20 % mayor que la segunda resistencia elástica a la tensión del material de referencia. En otra modalidad, cuando la tira de aleación de aluminio y el material de referencia se exponen a una temperatura de al menos 23,9 °C (75 °F) durante 100 horas, la primera resistencia elástica a la tensión de la tira de aleación de aluminio es al menos 25 % mayor que la segunda resistencia elástica a la tensión del material de referencia. Se espera que la exposición de la tira de aleación de aluminio de algunas modalidades de la presente invención y la aleación de aluminio 2219 con un material de referencia de temple T87 a la temperatura de 23,9 °C (75 °F) durante 500 horas produzca resultados relativos similares a los detallados anteriormente para una exposición a 23,9 °C (75 °F) durante 100 horas. Por ejemplo, en una modalidad, la tira de aleación de aluminio y el material de referencia se exponen a una temperatura de al menos 23,9 °C (75 °F) durante 500 horas, la primera resistencia elástica a la tensión de la tira de aleación de aluminio es al menos 5 % mayor que la segunda resistencia elástica a la tensión del material de referencia.
- 15 En algunas modalidades, cuando la tira de aleación de aluminio y un material de referencia se exponen a una temperatura de 176,7 °C (350 °F) durante 100 horas, una primera resistencia elástica a la tensión de la tira de aleación de aluminio es mayor que una segunda resistencia a la tensión del material de referencia. En algunas modalidades, cuando la tira de aleación de aluminio y un material de referencia se exponen a una temperatura de 204,4 °C (400 °F) durante 100 horas, una primera resistencia elástica a la tensión de la tira de aleación de aluminio es mayor que una segunda resistencia a la tensión del material de referencia. En algunas modalidades, cuando la tira de aleación de aluminio y un material de referencia se exponen a una temperatura de 232,2 °C (450 °F) durante 100 horas, una primera resistencia elástica a la tensión de la tira de aleación de aluminio es mayor que una segunda resistencia a la tensión del material de referencia. Se espera que la exposición de la tira de aleación de aluminio de algunas modalidades de la presente invención y la aleación de aluminio 2219 con un material de referencia de temple T87 a 176,7 °C (350 °F), 204,4 °C (400 °F), o 232,2 °C (450 °F) durante 500 horas producirá resultados relativos similares a los detallados anteriormente para la exposición a 176,7 °C (350 °F), 204,4 °C (400 °F) o 232,2 °C (450 °F) durante 100 horas. Por ejemplo, en una modalidad, la tira de aleación de aluminio y el material de referencia se exponen a una temperatura de 176,7 °C (350 °F), 204,4 °C (400 °F), o 232,2 °C (450 °F) durante 500 horas, la primera resistencia elástica a la tensión de la tira de aleación de aluminio es mayor que la segunda resistencia elástica a la tensión del material de referencia.
- 20 En algunas modalidades, cuando la tira de aleación de aluminio se expone a una temperatura de al menos 23,9 °C (75 °F) durante 500 horas, una resistencia elástica a la tensión de la tira de aleación de aluminio es de al menos 241,3 Mpa (35 ksi) según lo medido por ASTM E8. En algunas modalidades, cuando la tira de aleación de aluminio
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65

elástica a la tensión a temperatura elevada de la tira de aleación de aluminio es de al menos 103,4 Mpa (15 ksi) según se mide por ASTM E21 a 232,2 °C (450 °F).

En algunas modalidades, la tira de aleación de aluminio incluye las propiedades mostradas en las Figuras 5 a 8.

Método para producir tira de aleación de aluminio

Una modalidad de un método para producir una nueva tira de aleación de aluminio se ilustra en la Figura 9. En la modalidad ilustrada, se selecciona una composición de aleación de aluminio (100) que tiene la composición descrita en la presente descripción. Luego, la aleación de aluminio se moldea continuamente (200), después de lo cual se enrolla en caliente (310), se enrolla en frío (320), se recoce en lote (330) y se enrolla en frío (340) para formar una tira de aleación de aluminio. Después de la etapa de enrollado en frío (340), la tira de aleación de aluminio puede someterse al procesamiento adicional (400) para formar un producto configurado para aplicaciones de hacer latas. En una modalidad, el producto puede incluir un cuerpo o terminado de lata. En una modalidad, el procesamiento (400) puede incluir un ahuecado (410) y/o planchado (420) para formar un cuerpo de lata.

A. Moldeado continuo

La etapa de moldeado continuo (200) (denominada además como "moldeado" o "la etapa de moldeado") puede realizarse mediante cualquier aparato de moldeo continuo capaz de producir productos moldeados continuamente que se solidifican a altas velocidades de solidificación. Las altas tasas de solidificación facilitan la retención de elementos de aleación en solución sólida. La solución sólida formada a alta temperatura puede retenerse en un estado sobresaturado al enfriar con suficiente rapidez para restringir la precipitación de los átomos de solutos como partículas gruesas e incoherentes. En una modalidad, la tasa de solidificación es tal que la aleación lleva a cabo una separación de los brazos dendríticos secundarios de 10 micrómetros, o menos (en promedio). En una modalidad, la separación secundaria de los brazos dendríticos no es mayor que 7 micrómetros. En otra modalidad, la separación secundaria de los brazos dendríticos no es mayor que 5 micrómetros. Aún en otra modalidad, la separación secundaria de los brazos dendríticos no es mayor que 3 micrómetros. Un ejemplo de un aparato de moldeo continuo capaz de lograr las tasas de solidificación descritas anteriormente es el aparato descrito en las patentes de Estados Unidos núms. 5,496,423 y 6,672,368. En estos aparatos, el producto moldeado típicamente sale de los rodillos del moldeado aproximadamente a 593,3 °C (1100 °F). Puede ser conveniente disminuir la temperatura del producto moldeado a aproximadamente 537,8 °C (1000 °F) dentro de aproximadamente 20,3 a 25,4 cm (8 a 10 pulgadas) de la línea de agarre de los rodillos para lograr las velocidades de solidificación descritas anteriormente. En una modalidad, la línea de agarre de los rodillos puede ser un punto de espacio mínimo entre los rodillos.

En una modalidad, la aleación se moldea continuamente mediante el uso del proceso descrito en las patentes de Estados Unidos núms. 5,496,423 y 6,672,368.

En otras modalidades, para moldear continuamente, y como se ilustra en las Figuras 10-11, una aleación de aluminio fundido M puede almacenarse en una tolva H (o artesa) y suministrarse a través de una punta de alimentación T, en una dirección B, a un par de rodillos R₁ y R₂, que tiene respectivas superficies del rodillo D₁ y D₂, que se rotan en las direcciones respectivas A₁ y A₂, para producir un producto moldeado sólido S. En una modalidad, las aberturas G₁ y G₂ pueden mantenerse entre la punta de alimentación T y los rodillos respectivos R₁ y R₂ lo más pequeño posible para evitar que el metal fundido se escape y para minimizar la exposición del metal fundido a la atmósfera, mientras se mantiene una separación entre la punta de alimentación T y los rodillos R₁ y R₂. Una dimensión adecuada de las separaciones G₁ y G₂ puede ser 0,01 pulgada (0,254 mm). Un plano L a través de la línea central de los rodillos R₁ y R₂ pasa a través de una región de espacio mínimo entre los rodillos R₁ y R₂ referido como la línea de agarré N del rodillo.

50 En una modalidad, durante la etapa de moldeado (200), el metal M fundido entra en contacto directamente con los rodillos enfriados R₁ y R₂ en las regiones 2 y 4, respectivamente. Tras el contacto con los rodillos R₁ y R₂, el metal M comienza a enfriarse y solidificarse. El metal en enfriamiento produce una cubierta superior 6 de metal solidificado adyacente al rodillo R₁ y una cubierta inferior 8 de metal solidificado adyacente al rodillo R₂. El grosor de las cubiertas 6 y 8 aumenta a medida que el metal M avanza hacia la línea de agarre N. Las dendritas grandes 10 de metal solidificado (no se muestra a escala) pueden producirse en las interfaces entre cada una de las cubiertas superior e inferior 6 y 8 y el metal fundido M. Las dendritas grandes 10 pueden romperse y arrastrarse hacia una porción central 12 del flujo móvil más lento del metal fundido M y pueden transportarse en la dirección de las flechas C₁ y C₂. La acción de arrastre del flujo puede provocar que las dendritas 10 grandes se rompan adicionalmente en dendritas más pequeñas 14 (no se muestran a escala). En la porción central 12 aguas arriba de la línea de agarre N referida como una región 16, el metal M es semisólido y puede incluir un componente sólido (las dendritas pequeñas solidificadas 14) y un componente de metal fundido. El metal M en la región 16 puede tener una consistencia pastosa debido en parte a la dispersión de las pequeñas dendritas 14 en la misma. En la localización de la línea de agarre N, parte del metal fundido puede apretarse hacia atrás en una dirección opuesta a las flechas C₁ y C₂. La rotación hacia delante de los rodillos R₁ y R₂ en la línea de agarre N avanza sustancialmente solo en la porción sólida del metal (las cubiertas superior e inferior 6 y 8 y las dendritas pequeñas 14 en la porción central 12) mientras que se fuerza el metal fundido en la porción central 12 aguas arriba de la línea de agarre N, de modo que el metal

puede estar completamente sólido mientras deja la línea de agarre N. Así, y en una modalidad, el frente libre de metal puede formarse en la línea de agarre N. Aguas abajo de la línea de agarre N, la porción central 12 puede ser una porción central sólida, 18 que contiene las dendritas pequeñas 14 intercaladas entre la cubierta superior 6 y la cubierta inferior 8. En la porción central, 18, las dendritas pequeñas 14 pueden tener de 20 micras a 50 micras en 5 tamaño y tienen generalmente una forma globular. Las tres porciones, de las cubiertas superior e inferior 6 y 8 y la porción central solidificada 18, constituyen un único producto moldeado sólido (S en la Figura 10 y elemento 20 en la Figura 11). Por lo tanto, el producto moldeado de aleación de aluminio 20 puede incluir una primera porción de una aleación de aluminio y una segunda porción de la aleación de aluminio (correspondiente a las cubiertas 6 y 8) con una porción intermedia (la porción central solidificada 18) entre ellas. La porción sólida central 18 puede constituir de 10 20 por ciento a 30 por ciento del grosor total del producto moldeado 20.

Los rodillos R₁ y R₂ pueden servir como disipadores de calor para el calor del metal fundido M. En una modalidad, el calor puede transferirse desde el metal fundido M a los rodillos R₁ y R₂ de una manera uniforme para asegurar la uniformidad en la superficie del producto moldeado 20. Las superficies D₁ y D₂ de los respectivos rodillos R₁ y R₂ 15 pueden fabricarse de acero o cobre y pueden texturizarse y pueden incluir irregularidades superficiales (no se muestran) que pueden entrar en contacto con el metal fundido M. Las irregularidades superficiales pueden servir para aumentar la transferencia de calor desde las superficies D₁ y D₂ y, al imponer un grado controlado de no uniformidad en las superficies D₁ y D₂, resultan en una transferencia de calor uniforme a través de las superficies D₁ y D₂. Las irregularidades superficiales pueden tener forma de ranuras, hoyuelos, nudos u otras estructuras y pueden 20 separarse en un patrón regular de 20 a 120 irregularidades superficiales por 25,4 mm (por pulgada), o aproximadamente 60 irregularidades por 25,4 mm (por pulgada). Las irregularidades superficiales pueden tener una altura que varía de 5 micras a 50 micras, o alternativamente aproximadamente 30 micras. Los rodillos R₁ y R₂ pueden recubrirse con un material para mejorar la separación del producto moldeado desde los rodillos R₁ y R₂ tal como cromo o níquel. 25

El control, el mantenimiento y la selección de la velocidad apropiada de los rodillos R₁ y R₂ pueden afectar la capacidad de moldear los productos continuamente. La velocidad del rodillo determina la velocidad a la que el metal fundido M avanza hacia la línea de agarre N. Si la velocidad es demasiado lenta, las dendritas grandes 10 no experimentarán fuerzas suficientes para quedar arrastradas en la porción central 12 y se romperán en las dendritas 30 pequeñas 14. En una modalidad, la velocidad del rodillo puede seleccionarse de manera que una congelación frontal, o punto de solidificación completa, del metal fundido M puede formarse en la línea de agarre N. En consecuencia, este aparato de moldeo puede adecuarse para el funcionamiento a altas velocidades tales como las que se encuentran en el intervalo de 7,6 a 152,4 metros por minuto (de 25 a 500 pies por minuto); alternativamente de 12,2 a 152,4 metros por minuto (de 40 a 500 pies por minuto); alternativamente de 12,2 a 121,9 metros por 35 minuto (de 40 a 400 pies por minuto); alternativamente de 30,5 a 121,9 metros por minuto (de 100 a 400 pies por minuto); alternativamente de 45,7 a 91,4 metros por minuto (de 150 a 300 pies por minuto); y alternativamente de 27,4 a 35,1 metros por minuto (de 90 a 115 pies por minuto). La tasa lineal por unidad de área que el aluminio fundido se suministra a los rodillos R₁ y R₂ puede ser menor que la velocidad de los rodillos R₁ y R₂ o 40 aproximadamente un cuarto de la velocidad del rodillo.

El moldeo continuo de aleaciones de aluminio de conformidad con la presente descripción puede lograrse al seleccionar inicialmente la dimensión deseada de la línea de agarre N correspondiente al calibre deseado del producto moldeado S. La velocidad de los rodillos R₁ y R₂ puede aumentar hasta una velocidad de producción deseada o hasta una velocidad que es menor que la velocidad que provoca que la fuerza de separación del rodillo 45 aumente a un nivel que indica que el enrollado está ocurriendo entre los rodillos R₁ y R₂. El moldeo a las velocidades contempladas por la presente invención (es decir 7,6 a 121,9 metros por minuto (25 a 400 pies por minuto)) solidifica el producto moldeado de aleación de aluminio aproximadamente 1000 veces más rápido que la aleación de aluminio que se moldeó como un lingote y mejora las propiedades del producto moldeado sobre 50 aleaciones de aluminio moldeadas como un lingote. La velocidad a la que se enfriá el metal fundido puede seleccionarse para lograr la solidificación rápida de las regiones externas del metal. De hecho, el enfriamiento de las regiones exteriores del metal puede ocurrir a una velocidad de al menos 1000 grados centígrados por segundo.

La tira moldeada continua puede ser de cualquier grosor adecuado, y generalmente es de un calibre de lámina (0,152 mm a 6,325 mm (0,006 pulgadas a 0,249 pulgadas)) o un calibre de placa delgada (6,350 mm a 10,160 mm (0,250 pulgadas a 0,400 pulgadas)), es decir, tiene un grosor en el intervalo de 0,152 mm a 10,160 mm (0,006 pulgadas a 0,400 pulgadas). En una modalidad, la tira tiene un grosor de al menos 1,016 mm (0,040 pulgadas). En una modalidad, la tira tiene un grosor de no más de 8,128 mm (0,320 pulgadas). En una modalidad, la tira tiene un grosor de 0,1778 mm a 0,4572 mm (0,0070 a 0,018 pulgadas), tal como cuando se usa para latas o aplicaciones a 55 temperatura elevada.

En una modalidad, el moldeo continuo se realiza a una velocidad suficiente para resultar en un producto moldeado que tiene un diámetro equivalente de al menos 20 micrómetros. En una modalidad, el moldeo continuo se realiza a una velocidad suficiente para resultar en un producto moldeado que tiene una superficie cercana que está sustancialmente libre de partículas grandes que tienen un diámetro equivalente de al menos 10 micrómetros. En una 60 modalidad, el moldeo continuo se realiza a una velocidad suficiente para resultar en un producto moldeado que tiene

una superficie cercana que está sustancialmente libre de partículas grandes que tienen un diámetro equivalente de al menos 3 micrómetros.

En algunas modalidades, la etapa de moldeado continuo (200) incluye suministrar (210) la aleación de aluminio hipereutéctico a un par de rodillos a una velocidad, donde los rodillos se configuran para formar una línea de agarre y en donde la velocidad varía de 15,24 a 91,44 metros por minuto (50 a 300 pies por minuto), la aleación de aluminio hipereutéctico se solidifica (220) para producir porciones exteriores sólidas adyacentes a cada rodillo y una porción central semisólida entre las porciones exteriores sólidas; y solidificar (230) la porción central dentro de la línea de agarre para formar un producto moldeado.

En algunas modalidades, la velocidad del moldeado se selecciona para resultar en un conteo de partículas por unidad de área y/o fracción de volumen como se describe en la presente descripción. En algunas modalidades, la velocidad del moldeado se selecciona para resultar en un conteo de partículas por unidad de área y/o fracción de volumen como se muestra en las Figuras 3 y 4, respectivamente.

B. Enrollado y/o recocido en lotes

En algunas modalidades, el producto moldeado se enrolla en caliente, se enrolla en frío, y/o se recoce en lote lo suficiente para formar una tira de aleación de aluminio como se describe en la presente descripción.

Una vez que el producto moldeado continuamente se retira del aparato de moldeado, es decir, después de la etapa de moldeado continuo (200), el producto moldeado continuamente puede enrollarse en caliente (310), tal como hasta el calibre final o hasta un calibre intermedio. La etapa de enrollado en caliente (310), puede reducir el grosor del producto moldeado desde 1-2 % hasta 90 %, o más. Con respecto a esto, el producto moldeado de aleación de aluminio puede salir del aparato de moldeo a una temperatura por debajo de la temperatura de solidificación de la aleación, que depende de la aleación, y generalmente está en el intervalo de 482,2 °C a 621,1 °C (900 °F a 1150 °F).

En esta modalidad, después de la etapa de enrollado en caliente (310), el producto enrollado en caliente puede enrollarse en frío (320), tal como hasta el calibre final o un calibre intermedio. La etapa de enrollado en frío (320) puede reducir el grosor del producto enrollado en caliente desde 1-2% hasta 90%, o más.

En esta modalidad, después de la etapa de enrollado en frío (320), el producto enrollado en frío puede recocerse (330). En algunas modalidades, el producto enrollado en frío puede recocerse en lote. En algunas modalidades, la etapa de recocido en lote puede llevarse a cabo a cualquier temperatura y duración adecuadas para resultar en un producto capaz de usarse para aplicaciones de hacer latas y/o aplicaciones a temperatura elevada. En una modalidad, el recocido y/o recocido en lote se lleva a cabo a una temperatura en el intervalo de 260 °C (500 °F) a 648,9 °C (1200 °F) durante 1 a 10 horas. Como se usa en la presente descripción, la "temperatura" del recocido o recocido en lote corresponde a la temperatura de remojo metálico. En una modalidad, el recocido y/o recocido en lote se lleva a cabo a una temperatura en el intervalo de 315,6 °C (600 °F) a 593,3 °C (1100 °F) durante 1 a 5 horas. En una modalidad, el recocido y/o recocido en lote se lleva a cabo a una temperatura en el intervalo de 371,1 °C (700 °F) a 537,8 °C (1000 °F) durante 2 a 4 horas. En una modalidad, el recocido y/o recocido en lote se lleva a cabo a una temperatura de 454,4 °C (850 °F) durante 3 horas. En una modalidad, el recocido y/o recocido en lote se lleva a cabo a una temperatura de 468,3 °C (875 °F) durante 4 horas.

En esta modalidad, después de la etapa de recocido en lote (310), el producto recocido en lote puede enrollarse en frío (340), hasta un calibre final o calibre intermedio, para formar una tira de aleación de aluminio como se describe en la presente descripción. La etapa de enrollado en frío (340) puede reducir el grosor del producto recocido en lote desde 1-2 % hasta 90 %, o más.

C. Procesamiento para formar productos para aplicaciones para hacer latas

En una modalidad, después de la etapa de enrollado en frío (340), la tira de aleación de aluminio puede someterse al procesamiento adicional (400) para formar un producto configurado para aplicaciones para hacer latas. En una modalidad, el producto puede incluir un cuerpo de lata o un terminado de lata. En una modalidad, el procesamiento (400) puede incluir un ahuecado (410) y/o planchado (420) para formar un cuerpo de lata. En una modalidad, el ahuecado incluye un proceso de estiramiento que se usa para formar un producto cilíndrico o de forma similar. Aún en otra modalidad, el producto en forma de copa puede someterse a una etapa de planchado (420). En algunas modalidades, el planchado (420) puede llevarse a cabo mediante el uso de uno o más troqueles colocados en el exterior del producto en forma de copa para adelgazar la pared y aumentar la altura del producto en forma de copa. En algunas modalidades, la etapa de planchado (420) da como resultado un cuerpo de lata.

En algunas modalidades, las etapas de procesamiento incluyen una etapa o una combinación de las siguientes: estiramiento, estiramiento y planchado, estiramiento inverso, estiramiento y estiramiento, estiramiento profundo, costura de 3 piezas, rizado, rebordeado, roscado, y costura. En algunas modalidades, las etapas de procesamiento incluyen dar forma a la lata. La conformación incluye estrechar y/o expandir el diámetro de la lata mediante el uso de

cualquier método de conformación adecuado. El estrechamiento puede realizarse mediante cualquier método conocido en la técnica, que incluye pero no se limita a estrechamiento de troquel y conformación por rotación. Los estrechamientos o la conformación por rotación pueden realizarse de cualquier manera conocida en la técnica, que incluye lo que se describe las patentes de Estados Unidos núms. 4,512,172; 4,563,887; 4,774,839; 5,355,710 y

- 5 7,726,165. Expandir la lata puede lograrse mediante cualquier método conocido en la técnica, que incluye, pero sin limitarse, a insertar la superficie de trabajo de un troquel de expansión en un extremo abierto del contenedor. La expansión mediante el uso de un troquel de expansión puede realizarse de cualquier manera conocida en la técnica, que incluye lo que se describe en las patentes de Estados Unidos núms. 7,934,410 y 7,954,354. En algunas modalidades, puede usarse cualquier método apropiado para formar la lata que acepte un cierre, que incluye: formar un reborde, rizarse, enroscarse, formar un pulmón, acoplar un elemento exterior y un dobladillo, o combinaciones de estos.

D. Procedimiento de fotomicrografía

- 15 Las fotomicrografías se obtienen mediante el uso de un Microscopio Electrónico de Barrido de FEI Ferion Sirion Field Emission Gun (de aquí en adelante "SEM").

- 20 • Primero se prepara una sección transversal metalográfica en la dirección del enrollado de la muestra mediante el uso de cualquier método metalográfico estándar. Un ejemplo de un método metalográfico estándar se describe en el **Procedimiento de preparación de la prueba del soporte de empaquetar**.

- El SEM se configura entonces para recoger los electrones retrodispersados para capturas de imagen digital de 8 bits de niveles de grises a un aumento de 2500X con una resolución de 1296x968 píxeles en un arreglo cuadrado con una velocidad de barrido de 66,4 milisegundos por línea.

- 25 • El voltaje de aceleración en el SEM se ajusta a 10 Kv, la lente del condensador se ajusta a un tamaño del punto de 3, y la distancia de trabajo se ajusta a 3 milímetros.

- El campo visual del SEM se ajusta luego para ver la superficie cercana de la muestra. En una modalidad, la parte superior del campo visual está en la superficie de la muestra (T) y la parte inferior del campo visual está a aproximadamente 37 micrómetros por debajo de la superficie de la muestra (T/7).

- 30 • El contraste del SEM se ajusta entonces a 99,0 y el brillo del SEM se ajusta a 76,5.
- El SEM se usa entonces para obtener una fotomicrografía y determinar el nivel promedio de gris de la matriz de aluminio con una desviación estándar que se muestra en la fotomicrografía.

Ejemplo de fotomicrografía

- 35 En un ejemplo, el SEM se usa para obtener una fotomicrografía con un nivel promedio de gris de la matriz de aluminio de aproximadamente 45 con una desviación estándar de aproximadamente 10. Ejemplos no limitantes de fotomicrografías obtenidas mediante el uso de **Procedimiento de fotomicrografía** se muestran en la Figura 12 (lingote) y la Figura 13 (producto moldeado de conformidad con los métodos descritos en la presente descripción).

40 E. Procedimiento de análisis de fotomicrografías

La(s) fotomicrografía(s) obtenida(s) mediante el uso del **Procedimiento de fotomicrografía** luego se analizan mediante el uso del software Carl Zeiss KS400 y el procedimiento que se detalla a continuación.

- 45 • Se selecciona un umbral de nivel de gris de un píxel potencial de partícula como la suma del nivel de gris promedio de la matriz de aluminio de la fotomicrografía y 5 veces la desviación estándar del nivel de gris promedio de la matriz de aluminio de la fotomicrografía.

- Se genera entonces una imagen binaria que tiene dos niveles de gris -- 0-negro y 255-blanco -- a partir de la fotomicrografía.

- 50 • Los grupos de menos de 25 píxeles contiguos se eliminan entonces de la imagen binaria. La imagen resultante después de la eliminación de los grupos de menos de 25 píxeles contiguos es una "imagen binaria de partículas." Los "píxeles de partículas", como se usa en la presente descripción, son píxeles contiguos en grupos de al menos 25 en cualquiera de las 8 direcciones posibles sobre un arreglo cuadrado de una imagen binaria. Los grupos de menos de los 25 píxeles contiguos no se asocian con partículas (es decir, no son píxeles de partículas) y por lo tanto se eliminan de la imagen binaria durante esta etapa. A la ampliación 2500X, un píxel tiene un tamaño de 0,0395257 micrómetros en la dirección x y 0,038759 micrómetros en la dirección y correspondiente a un área de píxel individual de aproximadamente 0,001532 micrómetros cuadrados. Por lo tanto, ya que se definen "píxeles de partículas" como grupos de al menos 25 píxeles contiguos, el área mínima de una partícula es 0,0383 micrómetros cuadrados, lo que corresponde a un diámetro equivalente mínimo de 0,22 micrómetros.

- 55 • La fracción de área/fracción de volumen de las partículas se calcula entonces en base a la imagen binaria de partículas. Como se usa en la presente descripción, las fracciones del área y las fracciones de volumen de las partículas son iguales. Ver Ervin E. Underwood, Quantitative Stereology 27 (Addison-Wesley Pub. Co. 1970). La fracción de área/fracción de volumen se calcula como la cantidad de píxeles en la imagen binaria de partículas a una escala de grises de 255 dividida por el número de píxeles en un marco (1,296 X 968 o 1,254,528) multiplicado por

- 60 100 o (cantidad de píxeles a una escala de grises de 255) / (número de píxeles en un marco o 1,254,528) X 100.

- 65 • La fracción de área/fracción de volumen de las partículas se calcula entonces en base a la imagen binaria de partículas. Como se usa en la presente descripción, las fracciones del área y las fracciones de volumen de las partículas son iguales. Ver Ervin E. Underwood, Quantitative Stereology 27 (Addison-Wesley Pub. Co. 1970). La fracción de área/fracción de volumen se calcula como la cantidad de píxeles en la imagen binaria de partículas a una escala de grises de 255 dividida por el número de píxeles en un marco (1,296 X 968 o 1,254,528) multiplicado por 100 o (cantidad de píxeles a una escala de grises de 255) / (número de píxeles en un marco o 1,254,528) X 100.

- El conteo de partículas se calcula entonces en base a la imagen binaria de partículas. Primero, cada partícula individual en la imagen binaria de partículas se identifica en base a los píxeles en una escala de grises de 255 que son contiguos en cualquiera de las 8 direcciones sobre un arreglo cuadrado. Luego, el conteo de partículas se calcula en base al número de partículas individuales identificadas en la imagen binaria de partículas.
- 5 • El área de cada una de las partículas se calcula luego en base a la imagen binaria de partículas. El área de cada partícula se calcula mediante la suma del número de píxeles de partículas contiguas multiplicada por el área de cada píxel o aproximadamente 0,001532 micrómetros cuadrados a un aumento de 2500X. Las partículas individuales que entran en contacto con el lado de la imagen binaria de partículas se excluyen de manera que se miden solamente las partículas completas. Cada área de partícula se incluye entonces en un "contenedor" que corresponde a un intervalo específico de área de partícula.
- 10 • Este proceso se repite luego para las cuarenta fotomicrografías recogidas en la superficie cercana.
- 15 • El conteo de partículas por unidad de área se calcula entonces como (el conteo de partículas) dividido por [(el número de píxeles en un marco (1,296 X 968 o 1,254,528) X el área de cada píxel (0,001532 micrómetros cuadrados a un aumento de 2500X) X el número de fotomicrografías analizadas (40), lo que es igual a aproximadamente 76,600 micrómetros cuadrados)].

Ejemplo de análisis de fotomicrografías

20 En un ejemplo, el umbral de nivel de gris de un píxel de partícula potencial es 95 – es decir, la suma del nivel de gris de la matriz de aluminio de 45 y 5 veces la desviación estándar de 10 (50).

25 Ejemplos no limitantes de las imágenes binarias generadas como se detalla en el **Procedimiento de análisis de fotomicrografías** que se describe en la presente descripción se muestran en las Figuras 14 y 15. La Figura 14 muestra una imagen binaria generada a partir de la fotomicrografía del lingote que se muestra en la Figura 12. La Figura 15 muestra una imagen binaria de la fotomicrografía del producto moldeado de conformidad con los métodos descritos en la presente descripción que se muestra en la Figura 13.

30 Ejemplos no limitantes de las imágenes binarias de partículas después de la eliminación de los píxeles sin partículas como se detalla en el **Procedimiento de análisis de fotomicrografías** que se describe en la presente descripción se muestran en las Figuras 16 y 17. La Figura 16 se generó mediante la eliminación de los píxeles no partículas de la imagen binaria del lingote que se muestra en la Figura 12. La Figura 17 se generó mediante la eliminación de los píxeles no partículas de la imagen binaria del producto moldeado de conformidad con los métodos descritos en la presente descripción, que se muestra en la Figura 13.

35 F. Procedimiento de preparación de la prueba del soporte de empaquetar

40 Lo siguiente es un ejemplo no limitante de un procedimiento para preparar una muestra para el **Procedimiento de fotomicrografía**. Los soportes de empaquetar se usan para ensamblar varias muestras juntas de una manera que evita que las muestras se deformen durante el montaje y permite la conductividad, si es necesario. Para mantener la rigidez durante el montaje, se usan aglutinantes y tornillos para agrupar las muestras. Los separadores se usan para separar las muestras individuales. El material AA3104 (típicamente de aproximadamente 9,65 mm (0,38 pulgadas) de grosor) puede usarse como aglutinante, las láminas de alta pureza como separadores y tornillos y nueces de acero no magnético. Las muestras y los separadores se intercalan entre cuatro aglutinantes (dos en la parte delantera, dos en la parte trasera) y se sostienen por tornillos.

45 Para mantener la identificación de la muestra, se usa el cabezal del tornillo para identificar la primera muestra. El orden a partir de la parte frontal del soporte es: dos aglutinantes, dos separadores, muestra 1, separador, muestra 2, separador, ... muestra n, separador, dos aglutinantes; donde n es el número total de muestras. La Figura 18 muestra un ejemplo no limitante de un soporte de empaquetar detallado anteriormente.

50 Para crear un soporte de empaquetar como se detalla en la Figura 18, empaque las muestras y los aglutinantes como se muestra en la Figura 18 y coloque el paquete en un tornillo de banco o equivalente. Se usan dos tornillos para unir las muestras como se muestra en la Figura 18. Perfore dos orificios del tamaño y colocación acertada (depende del tamaño de los tornillos/huecas) en el paquete. Alise los agujeros antes de apretar las tuercas. Corte la parte posterior de los tornillos de modo que estén alineados con las tuercas. Alise cualquier superficie rugosa. Recorte el paquete hasta el tamaño adecuado para el montaje. Además, rectifique y afile las esquinas/bordes antes de montar.

60 El paquete puede montarse entonces mediante cualquier método adecuado. Por ejemplo, el paquete puede montarse con polvos claros de Lucite y/o con polvos conductores en una prensa de montaje apropiada que aplica calor y presión para consolidar los polvos. Las prensas de montaje pueden preprogramarse para la presión, y los ciclos de calentamiento y enfriamiento. Para las muestras delicadas o finas, los programas automáticos pueden desacoplarse para permitir la reducción manual de las presiones. Alternativamente, para las muestras delicadas, o cuando se desea una retención mejorada del borde de la muestra, pueden usarse compuestos epoxi de dos partes para montar las muestras. Las muestras pueden entonces marcarse con un identificador apropiado.

Las muestras montadas pueden entonces montarse en un carrusel de rectificación/pulido, que asegura que todas las cavidades en el carrusel se llenen con muestras o muestras falsas, y metalográficamente se rectifiquen y se pulan de conformidad con ASTM E3 (2011). La rectificación y el pulido se llevan a cabo mediante el uso de un Struers Abropol-2, un Buehler Ecomet/Automet 300, o un dispositivo equivalente. La rectificación típicamente comienza con papel de lija 240, seguido por papeles de lija más finos de grados 320, 400, y 600. El tiempo de rectificación en cada etapa es típicamente de aproximadamente 30 segundos. La presión se aplica típicamente en el intervalo de 15 Newtons a 30 Newtons por muestra. El extremo inferior del intervalo de presión es más adecuado para la preparación de muestras de aleaciones de aluminio. Después de cada etapa de rectificación, la muestra se limpia bajo agua fría, el agua se elimina mediante el uso de aire presurizado, y la muestra se examina visualmente. Si se observa cualquier evidencia de corte del espécimen o la etapa de rectificación previa, la etapa se repite hasta que se logra un acabado aceptable.

Después, la muestra se pule nuevamente mediante el uso de Struers Abropol-2, Buehler Ecomet/Automet 300, o equivalente. Las etapas de pulido se llevan a cabo típicamente durante aproximadamente 2 minutos cada una, con presión en el intervalo de 20 Newtons a 25 Newtons por muestra, y se detallan a continuación:

- (i) Paño Mol con diamante pulverizado de 3 micras con Lubricante-DP rojo
- (ii) Paño de seda con diamante pulverizado de 3 micras con extensor de diamante Microid
- (iii) Paño Mol con pulverizado de 1 micra con Lubricante-DP rojo
- (iv) Paño de seda con diamante pulverizado de 1 micra con extensor de diamante Microid
- (v) La etapa final se diluye en OPS hasta una mezcla 50:50 con agua desionizada, se usa en un paño Technotron durante 30 segundos.

Entre cada etapa, las muestras se limpian mediante el uso de torunda con una bola de lana de algodón sumergida en una mezcla de jabón líquido y agua, se enjuaga limpio bajo agua corriente fría, y luego se elimina el agua mediante el uso de aire presurizado.

Después de la etapa final de pulido, la(s) muestra(s) puede(n) usarse en la **Procedimiento de fotomicrografía** detallado anteriormente.

30 Ejemplos no limitantes

Las aleaciones de aluminio que tienen la composición en la Tabla 1, a continuación, y procesadas de acuerdo con los métodos descritos en la presente descripción se usan en los Ejemplos no limitantes 1 y 2.

35 Tabla 1 - Composición de aleaciones de aluminio usadas en los Ejemplos 1 y 2 (% en peso)

Muestra	Si	Fe	Cu	Mn	Mg
12	0,29	0,74	0,64	1,12	0,85
13	0,3	0,72	0,19	1,1	1,58
14	0,67	0,68	0,2	1,1	0,77
16	0,66	0,68	0,59	1,03	1,53
240	0,23	1,73	0,49	1,23	1,39
241	0,25	1,15	0,23	1,77	1,39
242	0,27	0,59	0,35	2,12	1,45
243	0,26	1,01	0,34	1,21	1,39
265	0,26	0,6	0,2	0,94	1,41
266	0,24	0,75	0,2	1,08	1,36
267	0,25	1,46	0,21	0,86	1,41
268	0,25	1,99	0,21	0,94	1,37
269	0,49	1,95	0,21	0,93	1,4
270	0,24	1,44	0,21	1,97	1,36
271	0,35	1,96	0,2	0,92	1,38
Lingote*	0,22	0,53	0,18	0,91	1,18
2219-T87*	0,2 (máx)	0,3 (máx)	5,8-6,8	0,2-0,4	0,02 (máx)

5 *: El lingote y 2219-T87 son materiales de referencia y se procesaron como se detalla en cada ejemplo. 2219-T87 también incluye 0,02 % en peso a 0,10 % en peso de titanio, 0,05 % en peso a 0,15 % en peso de vanadio, 0,10 % en peso a 0,25 % en peso de zirconio, 0,10 % en peso (máx) de zinc, y no más de 0,05 % en peso de cualquier otro elemento, donde el total de los otros elementos no excede 0,15 % en peso en la aleación de aluminio.

10 Las aleaciones de aluminio contenían no más de 0,10 % en peso de Zn, no más que 0,05 % en peso de oxígeno, y no más que 0,05 % en peso de cualquier otro elemento, donde el total de los otros elementos no excede 0,15 % en peso en la aleación de aluminio.

A. Ejemplo 1

15 Las aleaciones de aluminio del Ejemplo 1 incluyen las muestras 12, 13, 14, 16, 240, 241, 242, 243 y Lingote. Las muestras 12, 13, 14, 16, 240, 241, 242 y 243 se calentaron primero en un horno a una temperatura que varía de 723,9 °C a 779,4 °C (1335 °F a 1435 °F). El metal fundido se moldeó a aproximadamente 2,667 mm (0,105 pulgadas) a una velocidad de 27,4 a 35,1 metros por minuto (90 a 115 pies por minuto) mediante el uso del proceso descrito en la presente descripción. Luego el producto moldeado se enrolló en caliente a 1,778 mm (0,070 pulgadas). Luego el producto enrollado caliente se enrolló en frío a 0,508 mm (0,020 pulgadas) y se sometió a un recocido en lote a 454,4 °C (850 °F) durante 3 horas. Luego el producto recocido en lote se enrolló en frío hasta un calibre final de 0,274 mm (0,0108 pulgadas).

20 La muestra Lingote se recoció completamente a 454,4 °C (850 °F) durante 3 horas a 2,413 mm (0,095 pulgadas) y luego se enrolló en frío a 0,274 mm (0,0108 pulgadas).

25 Las fotomicrografías se generaron a partir de las muestras 12, 13, 14, 16, 240, 241, 242, 243 y Lingote mediante el uso del Procedimiento de fotomicrografía y se analizó mediante el uso del Procedimiento de análisis de fotomicrografías detallado anteriormente. Todas las micrografías se tomaron con la misma ampliación.

30 Las fotomicrografías de las muestras del Ejemplo 1 se muestran en la Figura 1. La Figura 2 muestra una vista ampliada de las fotomicrografías de la muestra 243 y la muestra Lingote. Como se muestra en las Figuras 1 y 2, las áreas de partículas de las muestras 12, 13, 14, 16, 240, 241, 242, y 243 son más pequeñas que las áreas de partículas de la muestra de Lingote. Además, las partículas por unidad de área en las muestras 12, 13, 14, 16, 240, 241, 242, y 243 son más grandes que las partículas por unidad de área en la muestra de Lingote. Además, la fracción de volumen de las partículas en las muestras 12, 13, 14, 16, 240, 241, 242, y 243 es mayor que la fracción de volumen de las partículas en la muestra de Lingote.

35 Los resultados del análisis de fotomicrografías de las muestras 12, 13, 14, 16, 240, 241, 242, 243 y Lingote se muestran en las siguientes tablas:

40 Tabla 2 – Análisis de fotomicrografía de la muestra 12

Muestra	Contenedor	Conteo de Partículas	Conteo de Partículas por Unidad de Área (Conteo de Partículas/Micrómetros Cuadrados)	Fracción de Volumen (%)	Área Promedio (Micrómetros)*	Diámetro Equivalente (Micrómetros)
12	1	6	7,83E-05	0,014	1,733	1,485
12	2	50	6,53E-04	0,080	1,235	1,254
12	3	227	2,96E-03	0,225	0,762	0,985
12	4	603	7,87E-03	0,380	0,485	0,785
12	5	1285	1,68E-02	0,519	0,310	0,629
12	6	2053	2,68E-02	0,530	0,199	0,503
12	7	2828	3,69E-02	0,464	0,126	0,401
12	8	3097	4,04E-02	0,323	0,080	0,320
12	9	3238	4,23E-02	0,213	0,051	0,254

45 *: El área promedio es igual a la suma de las áreas medidas de las partículas en el contenedor dividido por el número de partículas en el contenedor.

50 Tabla 3 – Análisis de fotomicrografía de la muestra 13

Muestra	Contenedor	Conteo de Partículas	Conteo de Partículas por Unidad de Área (Conteo de Partículas/Micrómetros Cuadrados)	Fracción de Volumen (%)	Área Promedio (Micrómetros)*	Diámetro Equivalente (Micrómetros)

	13	1	1	1,31E-05	0,004	2,967	1,944
	13	2	19	2,48E-04	0,046	1,843	1,532
5	13	3	101	1,32E-03	0,161	1,227	1,250
	13	4	344	4,49E-03	0,341	0,762	0,985
	13	5	785	1,02E-02	0,497	0,487	0,787
10	13	6	1316	1,72E-02	0,536	0,313	0,631
	13	7	1755	2,29E-02	0,454	0,199	0,503
	13	8	2105	2,75E-02	0,346	0,127	0,401
15	13	9	2135	2,79E-02	0,224	0,081	0,320
	13	10	1964	2,56E-02	0,130	0,051	0,254

*: El área promedio es igual a la suma de las áreas medidas de las partículas en el contenedor dividido por el número de partículas en el contenedor.

20 Tabla 4 – Análisis de fotomicrografía de la muestra 14

Muestra	Contenedor	Conteo de Partículas	Conteo de Partículas por Unidad de Área (Conteo de Partículas/Micrómetros Cuadrados)	Fracción de Volumen (%)	Área Promedio (Micrómetros)*	Diámetro Equivalente (Micrómetros)	
	14	1	1	1,31E-05	0,004	3,020	1,961
	14	2	8	1,04E-04	0,019	1,819	1,522
25	14	3	56	7,31E-04	0,085	1,171	1,221
	14	4	251	3,28E-03	0,251	0,768	0,989
	14	5	683	8,92E-03	0,434	0,488	0,788
30	14	6	1428	1,86E-02	0,576	0,310	0,629
	14	7	2325	3,04E-02	0,603	0,199	0,504
	14	8	2911	3,80E-02	0,482	0,127	0,403
35	14	9	2929	3,82E-02	0,308	0,081	0,321
	14	10	2764	3,61E-02	0,183	0,051	0,255

*: El área promedio es igual a la suma de las áreas medidas de las partículas en el contenedor dividido por el número de partículas en el contenedor.

45 Tabla 5 – Análisis de fotomicrografía de la muestra 16

Muestra	Contenedor	Conteo de Partículas	Conteo de Partículas por Unidad de Área (Conteo de Partículas/Micrómetros Cuadrados)	Fracción de Volumen (%)	Área Promedio (Micrómetros)*	Diámetro Equivalente (Micrómetros)	
	16	1	4	5,22E-05	0,014	2,661	1,841
	16	2	31	4,05E-04	0,074	1,829	1,526
50	16	3	155	2,02E-03	0,246	1,222	1,247
	16	4	450	5,87E-03	0,453	0,775	0,993
	16	5	982	1,28E-02	0,632	0,495	0,794
55	16	6	1484	1,94E-02	0,605	0,314	0,632
	16	7	1613	2,11E-02	0,422	0,201	0,506
	16	8	1749	2,28E-02	0,288	0,127	0,402
60	16	9	1540	2,01E-02	0,162	0,081	0,321
	16	10	1360	1,78E-02	0,090	0,051	0,255

*: El área promedio es igual a la suma de las áreas medidas de las partículas en el contenedor dividido por el número de partículas en el contenedor.

5 Tabla 6 – Análisis de fotomicrografía de la muestra 240

Muestra	Contene dor	Conteo de Partículas	Conteo de Partículas por Unidad de Área (Conteo de Partículas/Micrómetros Cuadrados)	Fracción de Volumen (%)	Área Promedio (Micrómetros)*	Diámetro Equivalent e (Micrómetr os)
240	1	1	1,31E-05	0,006	4,265	2,330
240	2	12	1,57E-04	0,047	3,037	1,967
240	3	97	1,27E-03	0,238	1,886	1,550
240	4	340	4,44E-03	0,534	1,208	1,240
240	5	875	1,14E-02	0,895	0,786	1,000
240	6	1622	2,12E-02	1,048	0,497	0,795
240	7	2378	3,10E-02	0,973	0,314	0,633
240	8	3305	4,31E-02	0,855	0,199	0,503
240	9	3685	4,81E-02	0,609	0,127	0,402
240	10	3893	5,08E-02	0,408	0,081	0,320
240	11	3968	5,18E-02	0,260	0,050	0,253

*: El área promedio es igual a la suma de las áreas medidas de las partículas en el contenedor dividido por el número de partículas en el contenedor.

30 Tabla 7 – Análisis de fotomicrografía de la muestra 241

Muestra	Contene dor	Conteo de Partículas	Conteo de Partículas por Unidad de Área (Conteo de Partículas/Micrómetros Cuadrados)	Fracción de Volumen (%)	Área Promedio (Micrómetros)*	Diámetro Equivalent e (Micrómetr os)
241	1	2	2,61E-05	0,012	4,762	2,462
241	2	16	2,09E-04	0,064	3,086	1,982
241	3	48	6,27E-04	0,118	1,890	1,551
241	4	196	2,56E-03	0,304	1,192	1,232
241	5	601	7,85E-03	0,602	0,770	0,990
241	6	1402	1,83E-02	0,897	0,492	0,792
241	7	2369	3,09E-02	0,967	0,314	0,632
241	8	3214	4,20E-02	0,837	0,200	0,505
241	9	3591	4,69E-02	0,594	0,127	0,402
241	10	3613	4,72E-02	0,378	0,081	0,320
241	11	3561	4,65E-02	0,234	0,050	0,253

*: El área promedio es igual a la suma de las áreas medidas de las partículas en el contenedor dividido por el número de partículas en el contenedor.

60 Tabla 8 – Análisis de fotomicrografía de la muestra 242

Muestra	Contene dor	Conteo de Partículas	Conteo de Partículas por Unidad de Área (Conteo de Partículas/Micrómetros Cuadrados)	Fracción de Volumen (%)	Área Promedio (Micrómetros)*	Diámetro Equivalent e (Micrómetr os)
242	1	11	1,44E-04	0,043	3,005	1,956

	242	2	42	5,48E-04	0,103	1,892	1,552
	242	3	173	2,26E-03	0,273	1,214	1,243
5	242	4	564	7,36E-03	0,570	0,777	0,995
	242	5	1216	1,59E-02	0,780	0,493	0,793
	242	6	1944	2,54E-02	0,790	0,312	0,631
10	242	7	2613	3,41E-02	0,676	0,199	0,503
	242	8	2912	3,80E-02	0,480	0,127	0,402
	242	9	3004	3,92E-02	0,314	0,080	0,320
15	242	10	3184	4,16E-02	0,209	0,050	0,253

*: El área promedio es igual a la suma de las áreas medidas de las partículas en el contenedor dividido por el número de partículas en el contenedor.

Tabla 9 – Análisis de fotomicrografía de la muestra 243

Muestra	Contenedor	Conteo de Partículas	Conteo de Partículas por Unidad de Área (Conteo de Partículas/Micrómetros Cuadrados)	Fracción de Volumen (%)	Área Promedio (Micrómetros)*	Diámetro Equivalente (Micrómetros)
243	1	2	2,61E-05	0,009	3,270	2,040
243	2	14	1,83E-04	0,035	1,897	1,554
243	3	88	1,15E-03	0,137	1,199	1,235
243	4	417	5,44E-03	0,414	0,762	0,985
243	5	1157	1,51E-02	0,737	0,490	0,790
243	6	1895	2,47E-02	0,775	0,314	0,633
243	7	2534	3,31E-02	0,658	0,200	0,504
243	8	2908	3,80E-02	0,480	0,127	0,402
243	9	3306	4,32E-02	0,345	0,080	0,320
243	10	3596	4,69E-02	0,234	0,050	0,252

*: El área promedio es igual a la suma de las áreas medidas de las partículas en el contenedor dividido por el número de partículas en el contenedor.

Tabla 10 – Análisis de fotomicrografía de la muestra de Lingote

Muestra	Contenedor	Conteo de Partículas	Conteo de Partículas por Unidad de Área (Conteo de Partículas/Micrómetros Cuadrados)	Fracción de Volumen (%)	Área Promedio (Micrómetros)*	Diámetro Equivalente (Micrómetros)
Lingote	1	1	1,31E-05	0,036	27,824	5,952
Lingote	2	2	2,61E-05	0,051	19,507	4,984
Lingote	3	4	5,22E-05	0,062	11,962	3,903
Lingote	4	26	3,39E-04	0,269	7,955	3,183
Lingote	5	55	7,18E-04	0,344	4,811	2,475
Lingote	6	121	1,58E-03	0,501	3,186	2,014
Lingote	7	169	2,21E-03	0,434	1,973	1,585
Lingote	8	190	2,48E-03	0,313	1,266	1,269
Lingote	9	180	2,35E-03	0,188	0,802	1,010
Lingote	10	160	2,09E-03	0,105	0,505	0,802
Lingote	11	122	1,59E-03	0,051	0,324	0,642

Lingote	12	122	1,59E-03	0,032	0,201	0,505
Lingote	13	149	1,95E-03	0,025	0,128	0,403
Lingote	14	225	2,94E-03	0,024	0,080	0,320
Lingote	15	462	6,03E-03	0,029	0,049	0,249

*: El área promedio es igual a la suma de las áreas medidas de las partículas en el contenedor dividido por el número de partículas en el contenedor.

Una representación gráfica de los datos incluidos en las Tablas 2-10 se muestra en las Figuras 3 y 4. Específicamente, la Figura 3 muestra el conteo de partículas por unidad de área v. diámetro equivalente de partículas y la Figura 4 muestra la fracción del volumen v. diámetro equivalente de partículas para cada una de las muestras 12, 13, 14, 16, 240, 241, 242, 243 y Lingote.

B. Ejemplo 2

Las aleaciones de aluminio del Ejemplo 2 incluyen las muestras 240, 241, 242, 243, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, y 2219-T87. Cada muestra se calentó, se moldeó, se enrolló en caliente, se enrolló en frío, se recoció en lote, y se enrolló en frío como se detalla en el Ejemplo 1. Las muestras se calentaron luego a temperaturas de 176,7 °C (350 °F), 204,4 °C (400 °F), y 232,2 °C (450 °F) durante 100 horas ("exposición de 100 horas") a cada temperatura.

Las muestras 240, 241, 242 y 243 también se calentaron hasta temperaturas de 176,7 °C (350 °F), 204,4 °C (400 °F), y 232,2 °C (450 °F) durante 500 horas ("500 horas de exposición") a cada temperatura. Todas las muestras se expusieron, además, a una temperatura ambiente de 23,9 °C (75 °F). La elongación, la resistencia elástica a la tensión y la resistencia a la tensión final de cada muestra se determinaron luego a temperatura ambiente de conformidad con ASTM E8. Además, la elongación a temperatura elevada, la resistencia elástica a la tensión y la resistencia a la tensión final de cada una de las muestras calentadas durante 500 horas se determinaron, además, a la temperatura de calentamiento (es decir, 176,7 °C (350 °F), 204,4 °C (400 °F), o 232,2 °C (450 °F)) de conformidad con ASTM E21.

Los resultados de las pruebas de las muestras 240, 241, 242, 243, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, y 2219-T87 se muestran en las tablas siguientes. Las tablas muestran, además, una comparación de las resistencias a la tensión de las muestras 240, 241, 242, 243, 265, 266, 267, 268, 269, 270, y 271 y la resistencia elástica a la tensión de la muestra de referencia 2219-T87.

Tabla 11 – Resultados de la prueba de tensión a temperatura ambiente después de las exposiciones de 100 horas (ASTM E8)

Muestra	Temperatura de Exposición (grados F)	Resistencia Elástica a la Tensión (TYS), ksi	Resistencia a la Tensión Final (UTS), ksi	% de Elongación	TYS, ksi (2219-T87)	% de Aumento de 2219-T87
240	75	58,7	62,65	5,5	49,5	15,7
240	350	52,8	57,3	3,5	44,4	15,9
240	400	46,15	51,05	3,25	37,9	17,9
240	450	41,75	46,15	3,5	34,25	18,0
241	75	56,55	60,7	5	49,5	12,5
241	350	53,35	56,95	3,75	44,4	16,8
241	400	46,35	50,8	3,75	37,9	18,2
241	450	43,95	49,1	4,5	34,25	22,1
242	75	54,8	60,1	6,75	49,5	9,7
242	350	51,75	55,85	4,75	44,4	14,2
242	400	46,85	51,65	4,5	37,9	19,1
242	450	44,15	49,75	4,5	34,25	22,4
243	75	53,2	57,5	7	49,5	7,0
243	350	48,35	52,1	4,75	44,4	8,2
243	400	44,25	48,8	4,5	37,9	14,4
243	450	39,35	44,05	4,75	34,25	13,0
265	75	50,45	54,6	6,75	49,5	1,9
265	350	47,9	50,95	5	44,4	7,3

ES 2 793 238 T3

	265	400	41,5	45,05	4,5	37,9	8,7
5	265	450	36,95	41,1	4,75	34,25	7,3
	266	75	50,4	54,6	5,5	49,5	1,8
	266	350	47,3	50,6	5	44,4	6,1
	266	400	42,25	46,1	4,5	37,9	10,3
	266	450	37,95	42,35	4,5	34,25	9,7
10	Tabla 11 - Resultados de la prueba de tensión a temperatura ambiente después de exposiciones de 100 horas (ASTM E8) (Continuación)						

Tabla 11 - Resultados de la prueba de tensión a temperatura ambiente después de exposiciones de 100 horas (ASTM E8) (Continuación)

Muestra	Temp. de Exposición (grados F)	TYS, ksi	UTS, ksi	% de Elongación	TYS, ksi (2219-T87)	% de Aumento de 2219-T87	
20	267	75	51,8	55,8	6	49,5	4,4
	267	350	48,4	52,1	4,5	44,4	8,3
	267	400	43,3	47,4	4	37,9	12,5
	267	450	38,65	43	4,75	34,25	11,4
	268	75	59,55	63,55	5	49,5	16,9
30	268	350	53,25	57,4	4	44,4	16,6
	268	400	46,05	50,45	3,25	37,9	17,7
	268	450	39,75	44,5	5,75	34,25	13,8
	269	75	59,05	62,45	4,5	49,5	16,2
	269	350	53,4	56,95	3,5	44,4	16,9
40	269	400	46,25	50,2	3,25	37,9	18,1
	269	450	38,5	42,35	4,25	34,25	11,0
	270	75	62,1	66	4,5	49,5	20,3
	270	350	57,9	62	3	44,4	23,3
	270	400	49,6	54,8	2,75	37,9	23,6
50	270	450	45	50,35	4	34,25	23,9
	271	75	59,8	63,45	5	49,5	17,2
	271	350	52,9	56,65	3	44,4	16,1
	271	400	46,2	50,4	3,5	37,9	18,0
	271	450	40	44,45	5,25	34,25	14,4
55	2219-T87	75	49,5	64,85	13,25	No disponible	No disponible
	2219-T87	350	44,4	60,6	7,75	No disponible	No disponible
	2219-T87	400	37,9	55,2	8,25	No disponible	No disponible
	2219-T87	450	34,25	52,35	9,5	No disponible	No disponible

Tabla 12 – Resultados de la prueba a temperatura ambiente después de exposiciones de 500 horas (ASTM E8)

Muestra	Temp. de Exposición (grados F)	TYS, ksi	UTS, ksi	% de Elongación
240	75	58,7	62,65	5,5
240	350	49,2	54	3,25
240	400	43,15	48,1	4,25

5	240	450	39,05	44,4	6,25
10	241	75	56,55	60,7	5
15	241	350	49,9	54,15	3,5
20	241	400	44,45	49,55	4,5
	241	450	41	46,75	5,25
	242	75	54,8	60,1	6,75
	242	350	48,7	53,1	4,5
	242	400	45,05	50,25	4,25
	242	450	41,65	48,4	5,5
	243	75	53,2	57,5	7
	243	350	46,5	50,35	4
	243	400	40,95	45,6	4,75
	243	450	36,8	41,8	5

Tabla 13 – Resultados de la prueba de tensión a temperatura elevada después de exposiciones de 500 horas (ASTM E21)

Muestra	Temperatura de la Prueba (grados F)	TYS, ksi	UTS, ksi	% de Elongación
240	75*	58,7	62,65	5,5
240	350	35,2	43,1	17,5
240	400	19,95	30,9	31
240	450	13,15	22,05	43
241	75*	56,55	60,7	5
241	350	37,65	45,45	11
241	400	23,7	32,9	25,5
241	450	15	24,2	33
242	75*	54,8	60,1	6,75
242	350	41,25	45,45	12
242	400	24,8	32,65	21,5
242	450	18,75	27,6	33
243	75*	53,2	57,5	7
243	350	37,4	42,9	12
243	400	25,1	32,9	23
243	450	15,2	23,8	34,5

* Las propiedades de las muestras expuestas a una temperatura ambiente de 75 grados F se midieron mediante el uso de ASTM E8.

Una representación gráfica de los datos incluidos en las Tablas 11, 12, y 13 se muestra en la Figura 5-8. Específicamente, la Figura 5 muestra la resistencia elástica a la tensión para las muestras 240, 241, 242, 243, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, y 2219-T87 después de 100 horas de exposición a las diversas temperaturas de prueba. Las Figuras 6 y 7 muestran la resistencia a la tensión y la resistencia a la tensión final, respectivamente, de las muestras 240, 241, 242, y 243 después de una exposición de 500 horas a las diversas temperaturas de prueba. La Figura 8 muestra la resistencia a la tensión a temperatura elevada de las muestras 240, 241, 242, y 243 después de una exposición de 500 horas a las diversas temperaturas de prueba.

Aunque se han descrito varias de modalidades de la presente invención, se entiende que estas modalidades son ilustrativas solamente, y no restrictivas, y que muchas modificaciones pueden resultar evidentes para los expertos en

la técnica. Aún más, las diversas etapas pueden llevarse a cabo en cualquier orden deseado (y puede añadirse cualquier etapa que se desee y/o puede eliminarse cualquier etapa que se desee).

REIVINDICACIONES

1. Un producto que comprende:
 - 5 - una tira de aleación de aluminio; en donde la tira de aleación de aluminio es una aleación de aluminio 3xxx, 5xxx o 8xxx; en donde la tira de aleación de aluminio incluye:
 - (i) de 0,8 a 2,2 % en peso de Mn;
 - (ii) de 0,6 a 2,0 % en peso de Fe;
 - 10 (iii) en donde el manganeso y el hierro están contenidos dentro de la tira de aleación de aluminio en una cantidad suficiente para lograr una composición hipereutéctica; en donde una superficie cercana de la tira de aleación de aluminio incluye partículas, en donde al menos 90 % de las partículas son partículas pequeñas; en donde cada partícula pequeña tiene un diámetro equivalente particular; en donde el diámetro equivalente particular de las partículas pequeñas es menor que 3 micrómetros;
 - 15 en donde una cantidad por unidad de área de las partículas pequeñas que tienen diámetro equivalente particular es al menos 0,01 partículas por micrómetro cuadrado en la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio;
 - 20 en donde la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio es desde una superficie de la tira de aleación de aluminio hasta 37 micrómetros por debajo de la superficie de la tira de aleación de aluminio; y en donde la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio está libre de partículas grandes que tienen un diámetro equivalente de al menos 20 µm.
2. El producto de conformidad con la reivindicación 1,
- 25 en donde al menos el 98 % de las partículas de la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio son partículas pequeñas.
3. El producto de conformidad con la reivindicación 1 o 2,
- 30 en donde un contenido de oxígeno de la tira de aleación de aluminio es 0,1 por ciento en peso o menos, y preferentemente 0,01 por ciento en peso o menos.
4. El producto de conformidad con una de las reivindicaciones 1 a 3,
- 35 en donde el diámetro equivalente particular de las partículas pequeñas es al menos 0,3 micrómetros, y en donde el diámetro equivalente particular de las partículas pequeñas varía preferentemente de 0,3 micrómetros a 0,5 micrómetros.
5. El producto de conformidad con una de las reivindicaciones 1 a 4,
- 40 en donde el diámetro equivalente particular de las partículas pequeñas es 0,5 micrómetros y en donde la cantidad por unidad de área de las partículas pequeñas que tienen el diámetro equivalente particular es al menos 0,03 partículas por micrómetro cuadrado en la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio.
6. El producto de conformidad con una de las reivindicaciones 1 a 5,
- 45 en donde el producto se selecciona del grupo que consiste en material de cuerpo de lata y material de terminado de lata.
7. El producto de conformidad con una de las reivindicaciones 1 a 5,
- 50 en donde el diámetro equivalente particular de las partículas pequeñas es menor que 1 micrómetro; y en donde una fracción de volumen de las partículas pequeñas que tienen el diámetro equivalente particular es al menos 0,2 por ciento en la superficie cercana de la tira de aleación de aluminio.
8. El producto de conformidad con la reivindicación 7,
- 55 en donde la fracción de volumen de las partículas pequeñas que tienen el diámetro equivalente particular es al menos 0,65 por ciento; y/o en donde el diámetro equivalente particular varía de 0,5 micrómetros a 0,85 micrómetros.
9. El producto de conformidad con la reivindicación 1, en donde la tira de aleación de aluminio comprende hasta 3,0 % en peso de Mg, hasta 1,5 % en peso de Si, hasta 1,0 % en peso de Cu y hasta 1,5 % en peso de Zn.
- 60 10. Un proceso para producir el producto de conformidad con la reivindicación 1, el proceso comprende: moldeado continuo de la aleación de aluminio a una velocidad de 27,4 a 35,1 metros por minuto (90 a 115 pies por minuto);
- 65 enrollado inicial de la aleación de aluminio moldeado en un producto de calibre intermedio, en donde el enrollado inicial comprende una o más operaciones de enrollado, y en donde el enrollado inicial comprende enrollado en caliente y/o frío; opcionalmente recocido del producto de calibre intermedio; y

enrollado final del producto de calibre intermedio hasta un producto de calibre final para lograr la tira de aleación de aluminio, en donde el producto de calibre final tiene un grosor de 1,778 a 4,572 mm (0,0070 a 0,018 pulgadas), en donde el enrollado final es enrollado en frío.

- 5 11. El proceso de conformidad con la reivindicación 10, en donde el producto se produce mediante un proceso que comprende:
después del enrollado final, y sin recocido adicional, formar el producto de calibre final en un cuerpo o terminado de lata.
- 10 12. El proceso de conformidad con la reivindicación 11,
en donde la formación del producto de calibre final en un cuerpo o terminado de lata comprende el ahuecado y planchado del producto de calibre final mediante troquel de planchado,
en donde una frecuencia particular de limpieza del troquel asociada con el ahuecado y planchado de una tira de aleación de aluminio que está libre de partículas grandes es al menos un 10 % menor que una frecuencia de limpieza particular asociada con el ahuecado y planchado de una tira de aleación de aluminio que no está libre de partículas grandes.
- 15

FIGURA 1

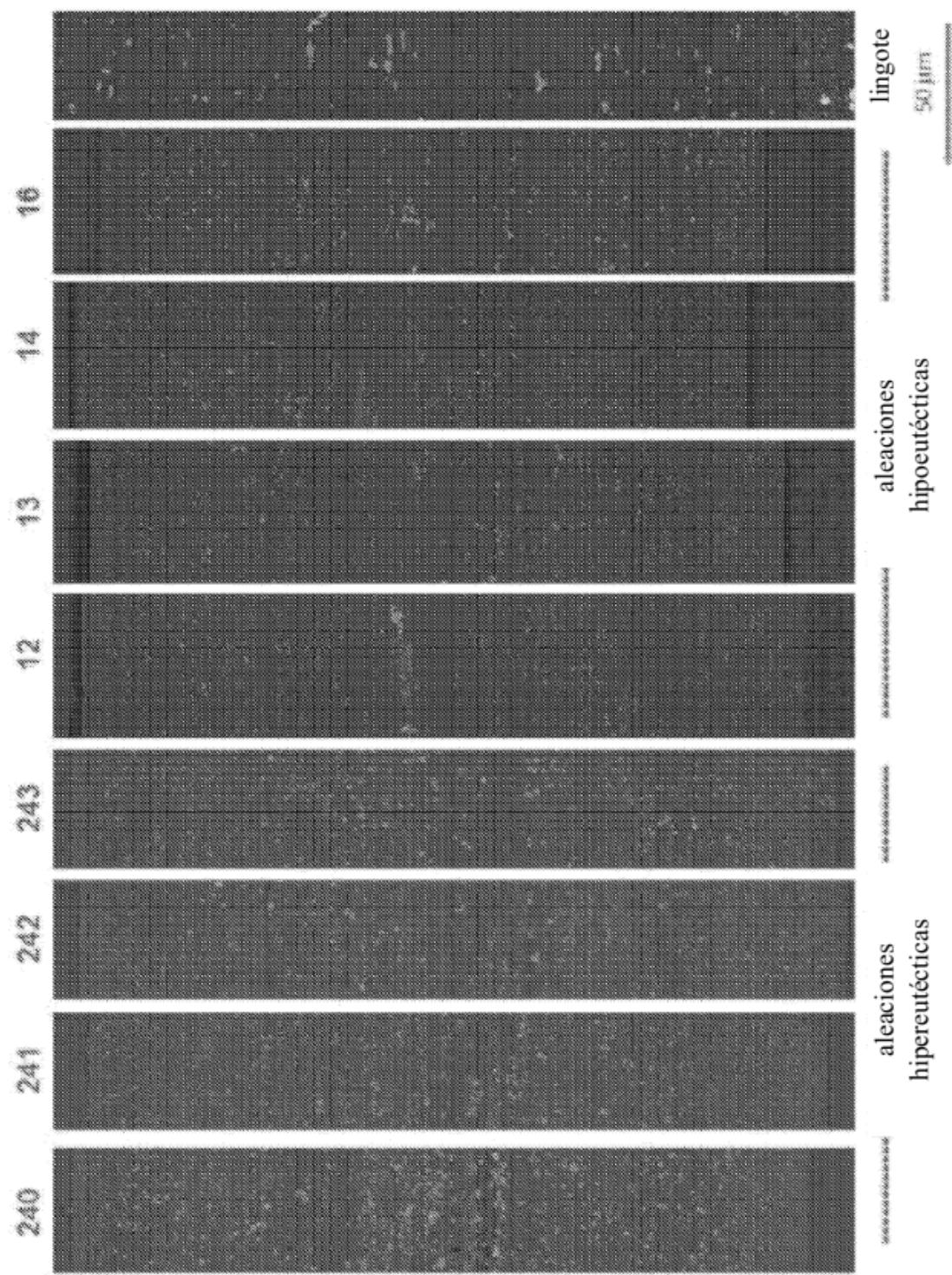
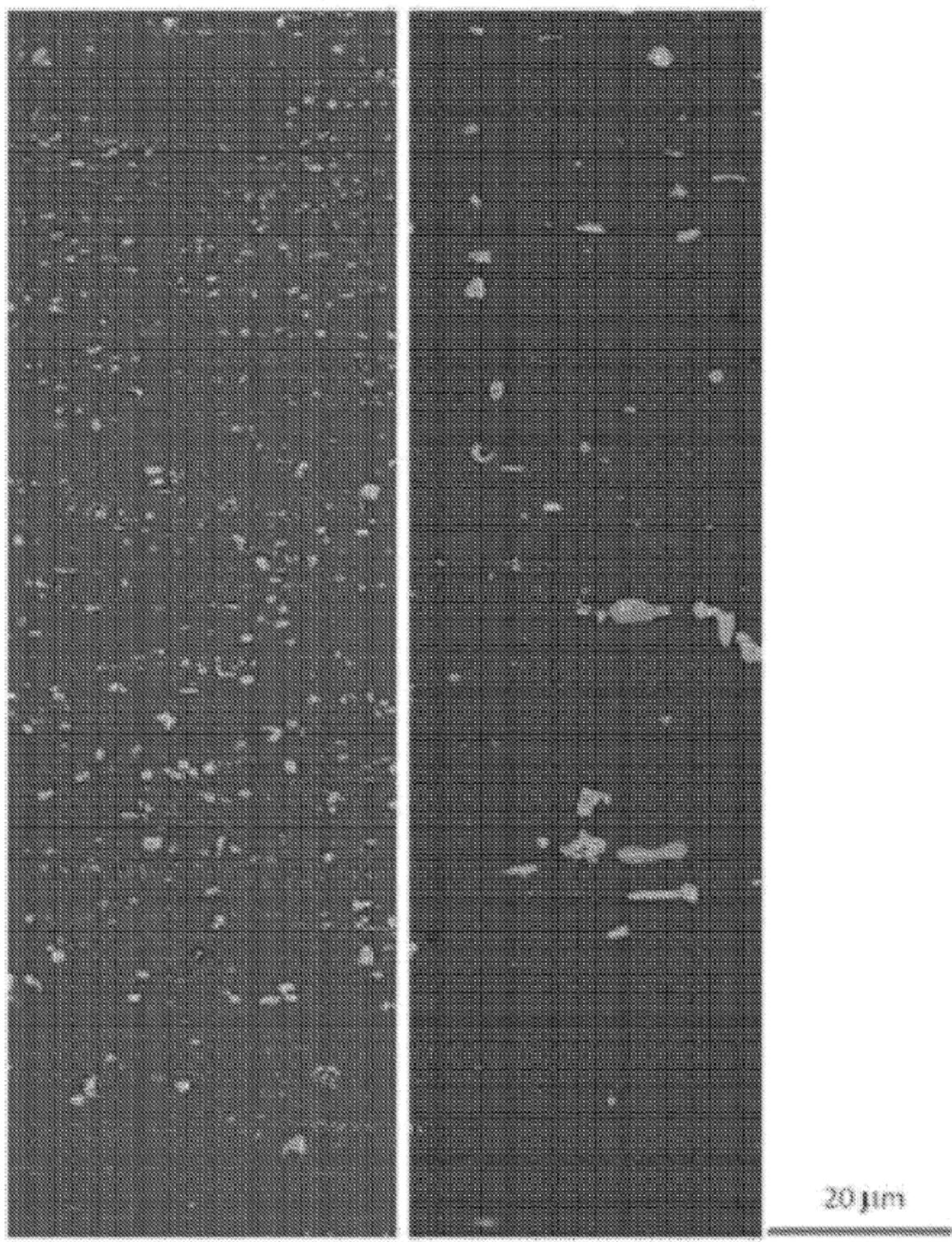


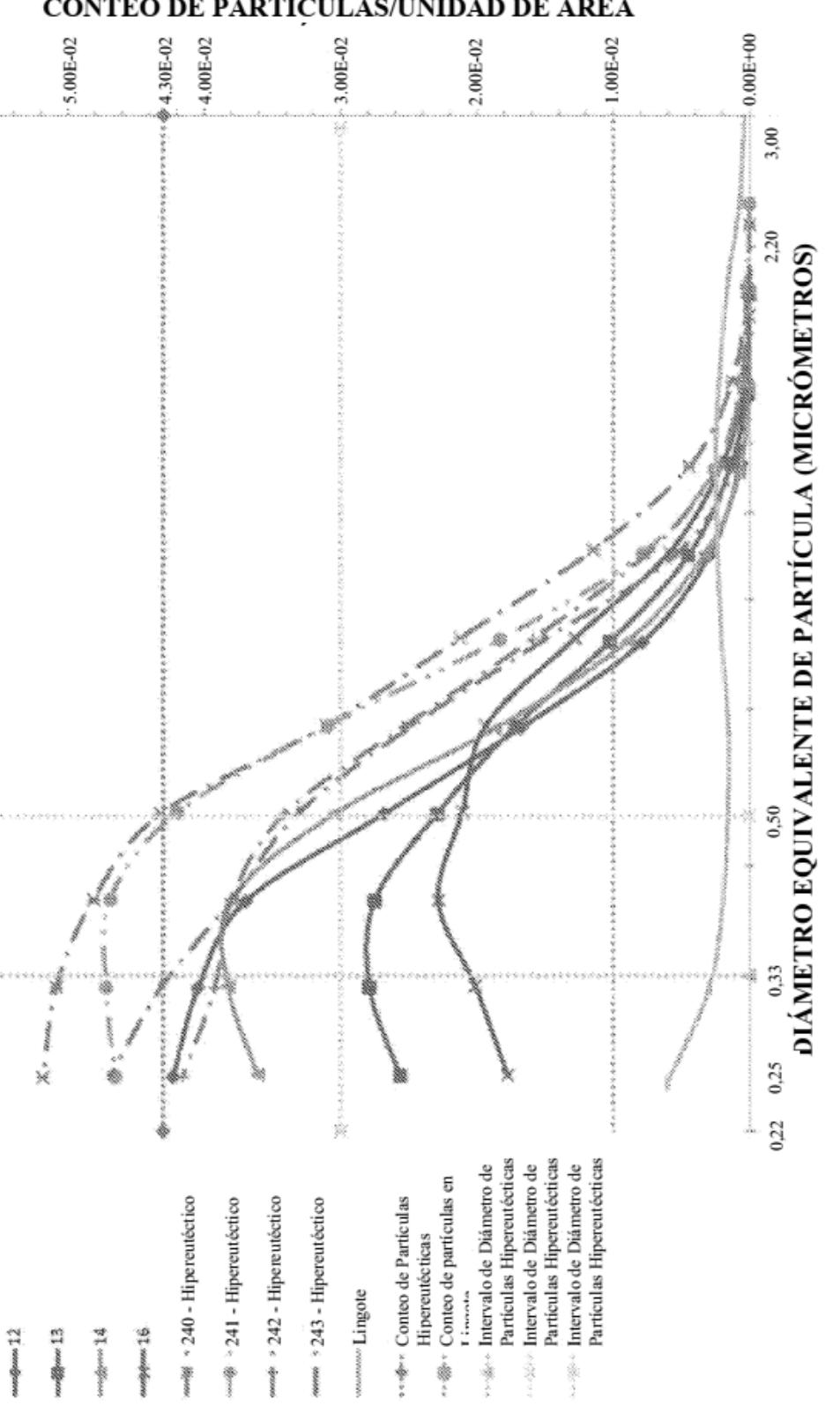
FIGURA 2



HIPERREUTÉCTICO - 243

LINGOTE

FIGURA 3
Diámetro de Partícula v. Conteo de Partículas/Unidad de Área en la superficie cercana



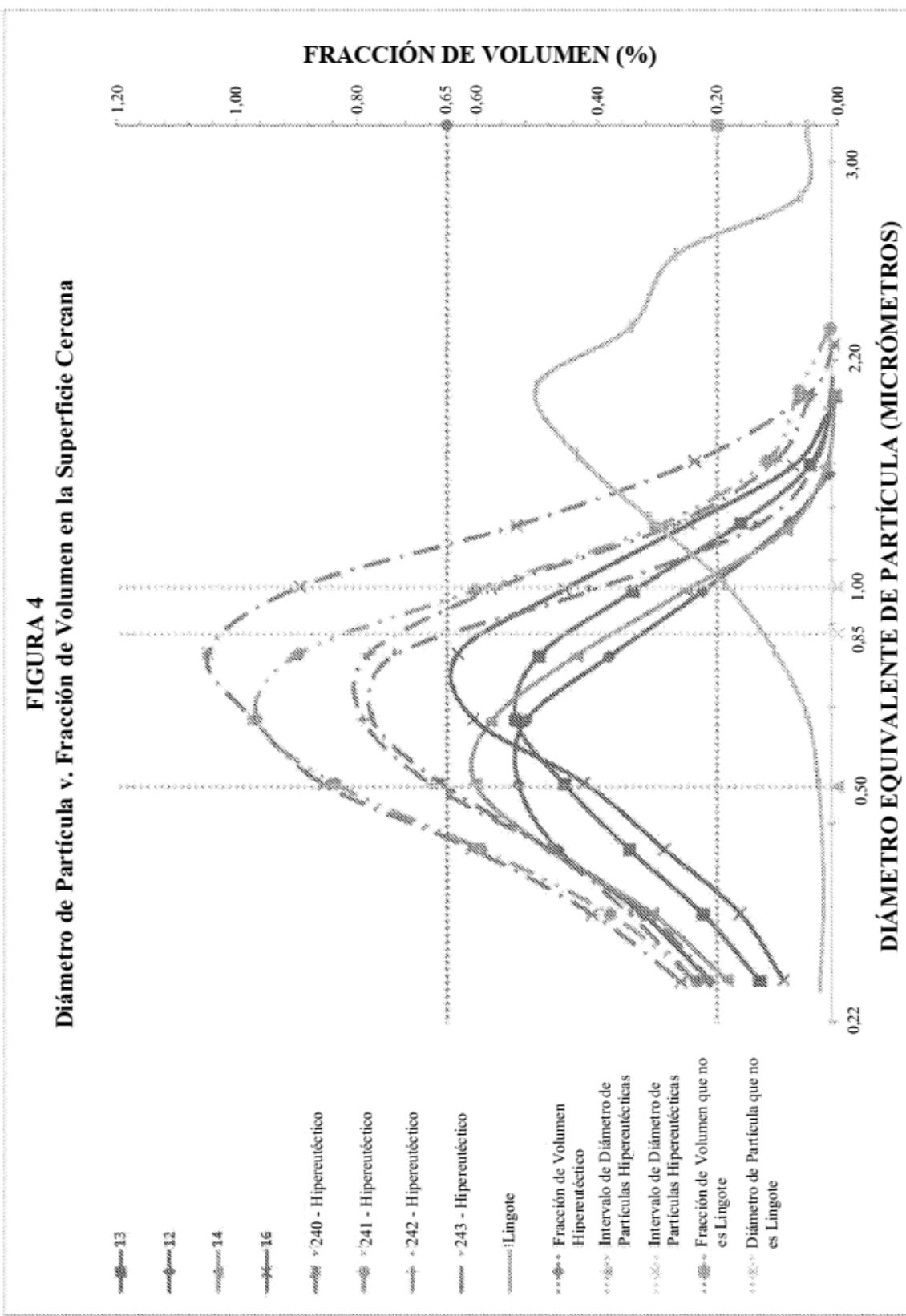
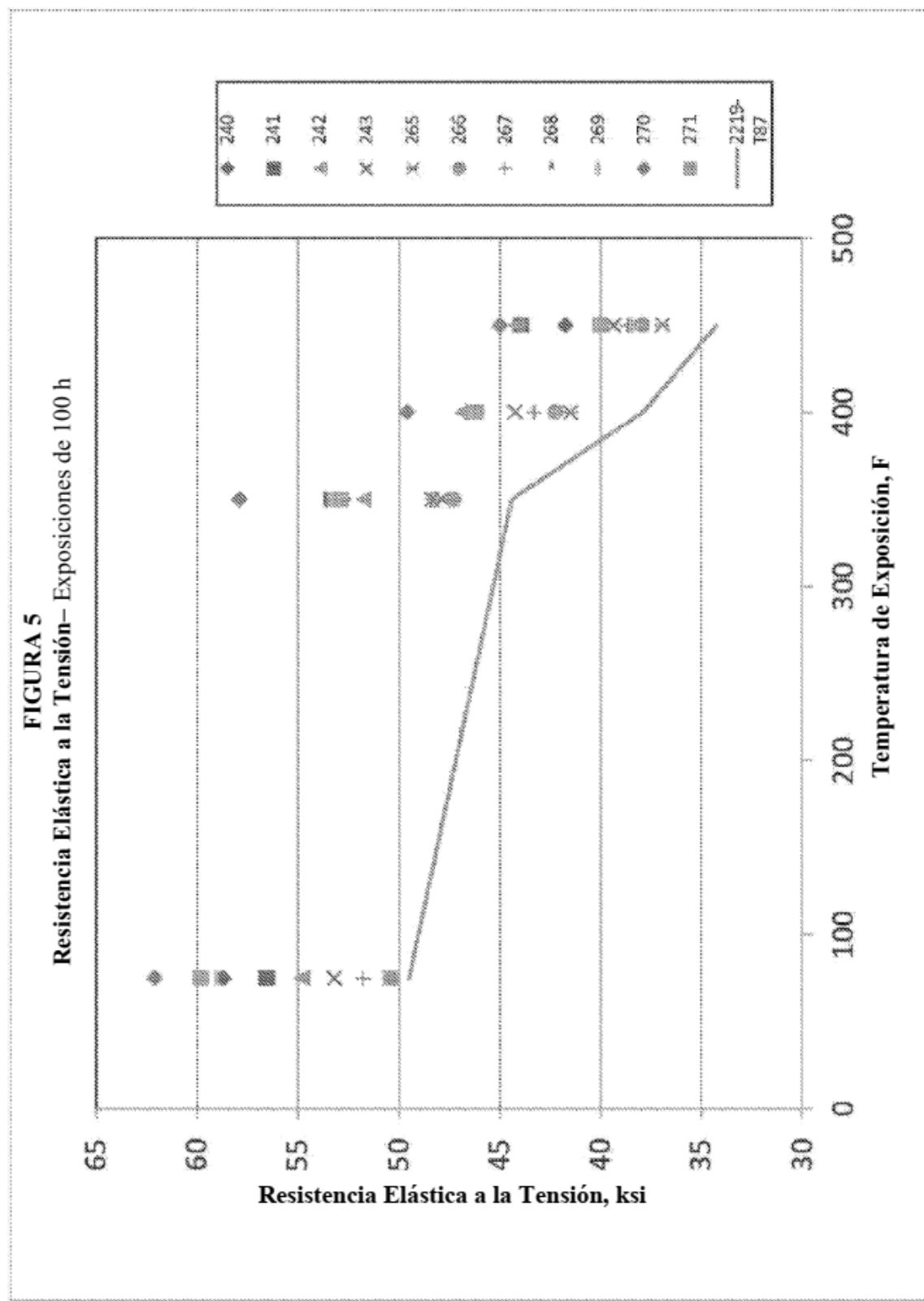
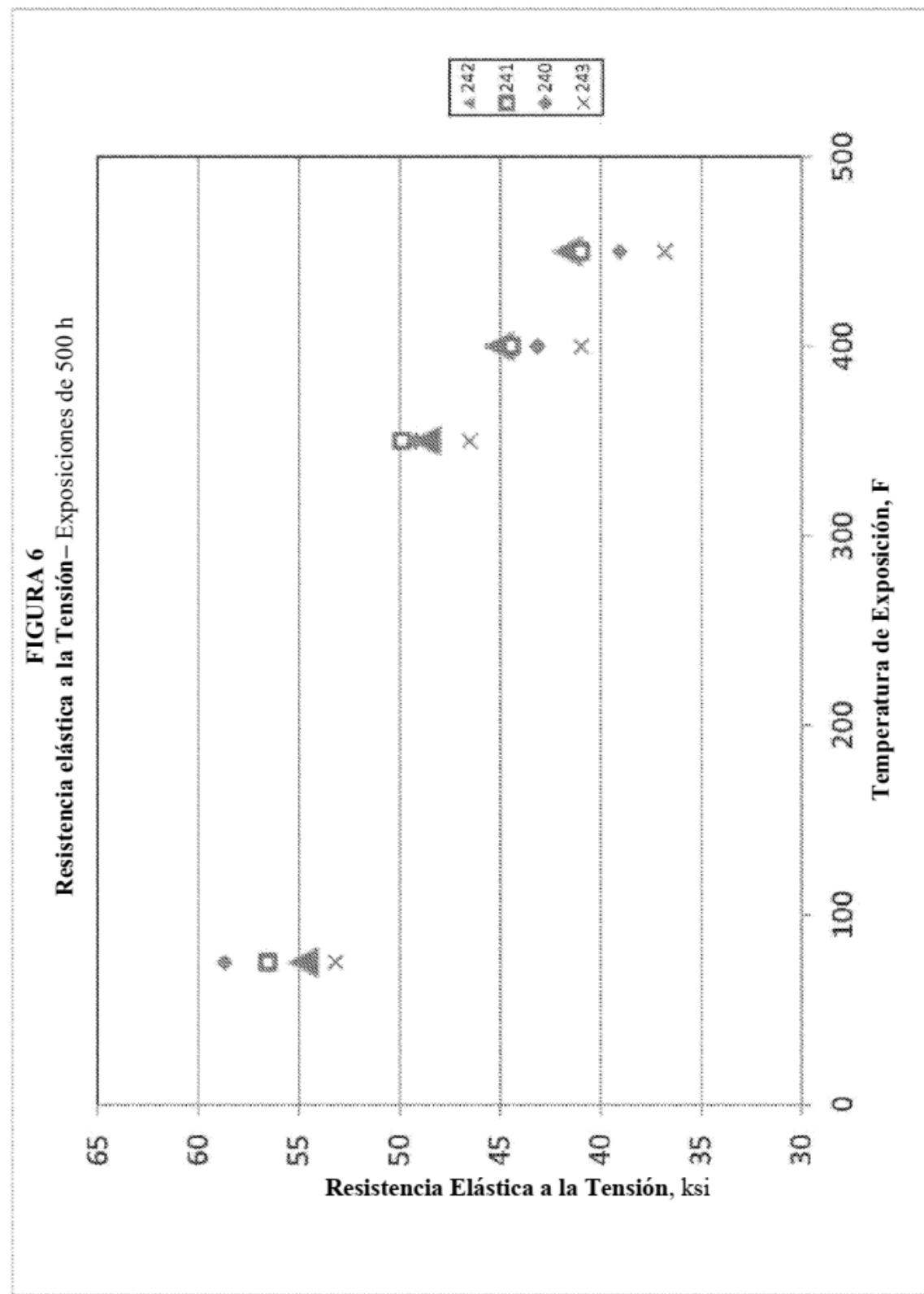
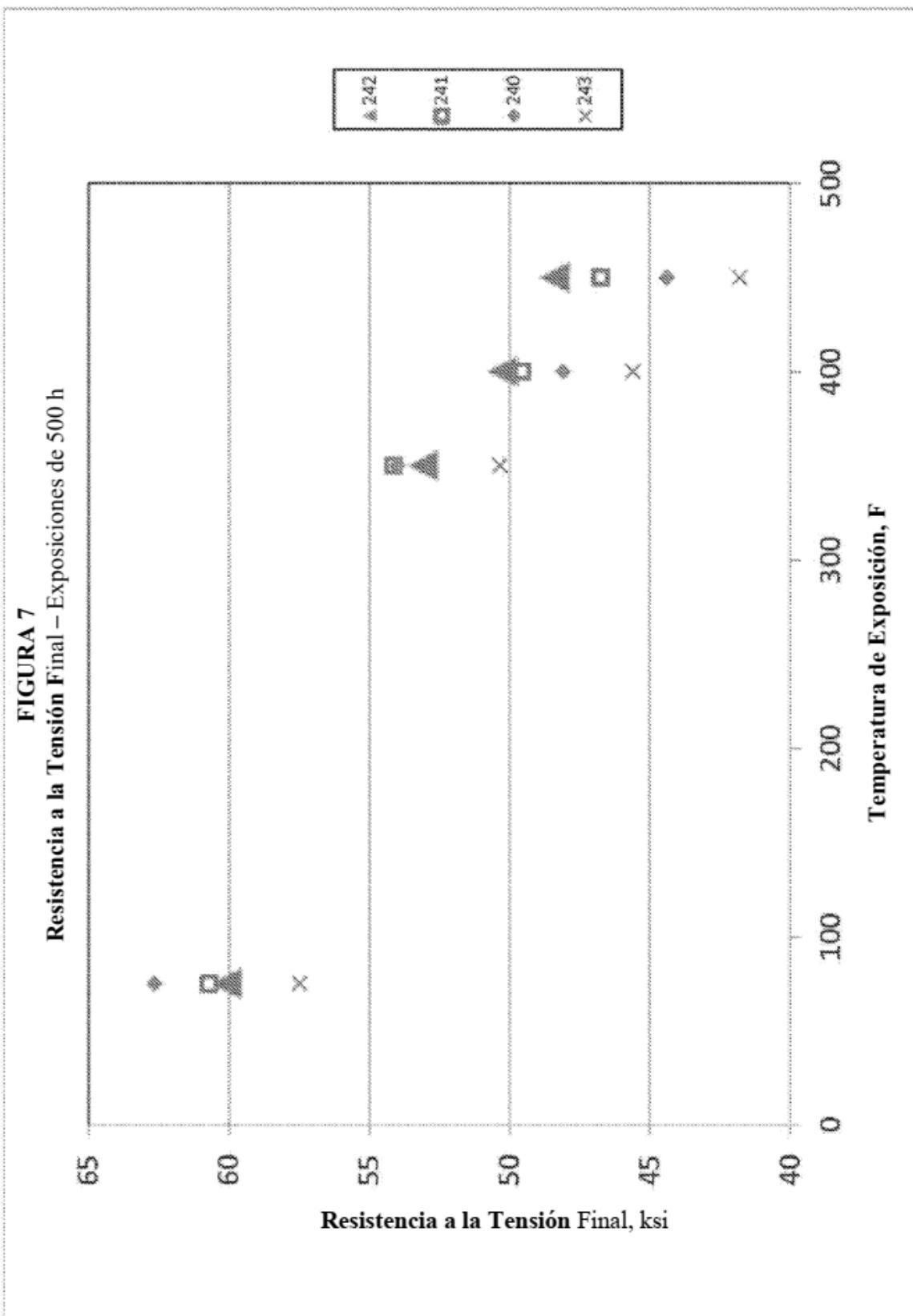


FIGURA 5
Resistencia Elástica a la Tensión– Exposiciones de 100 h







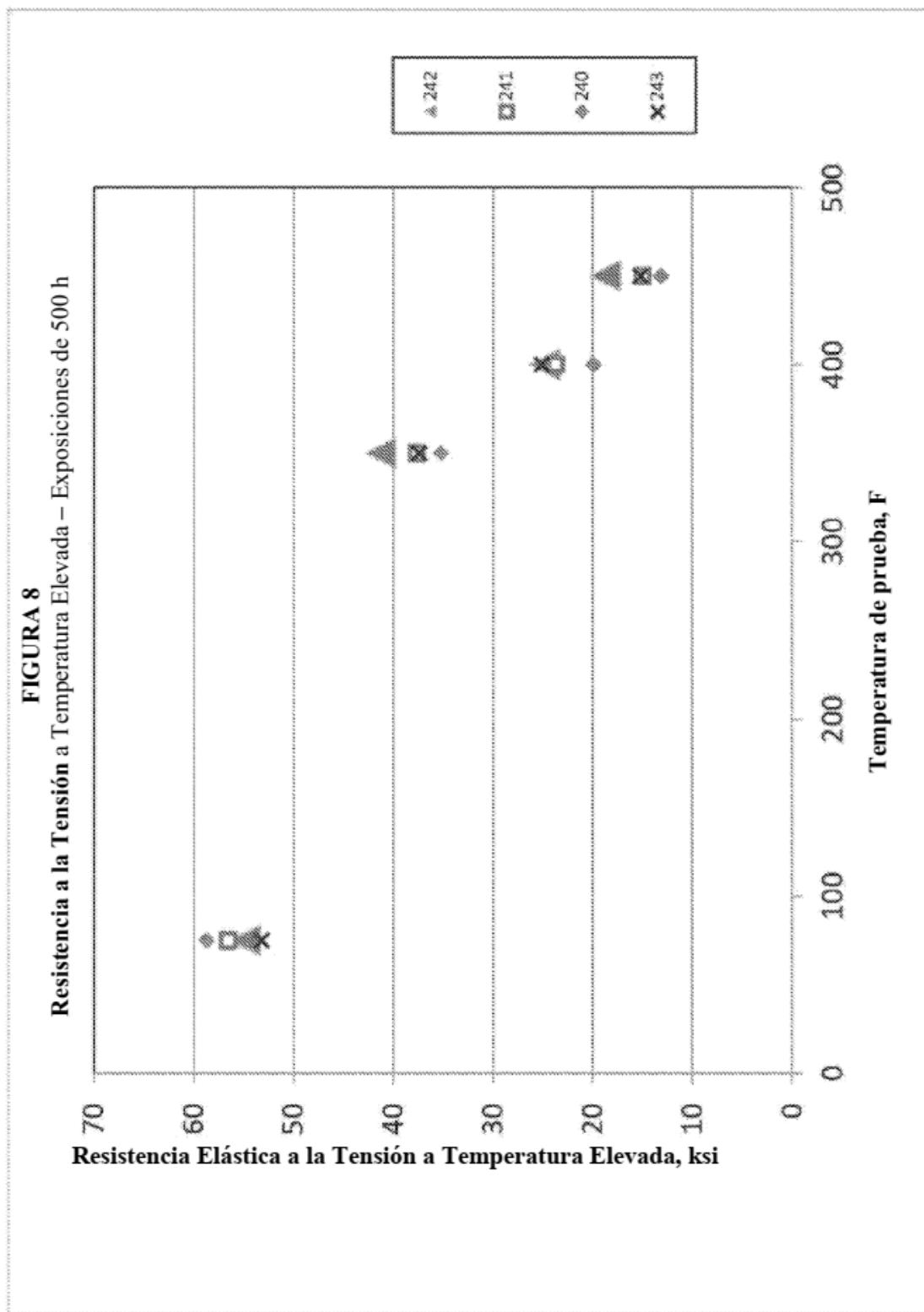


FIGURA 9

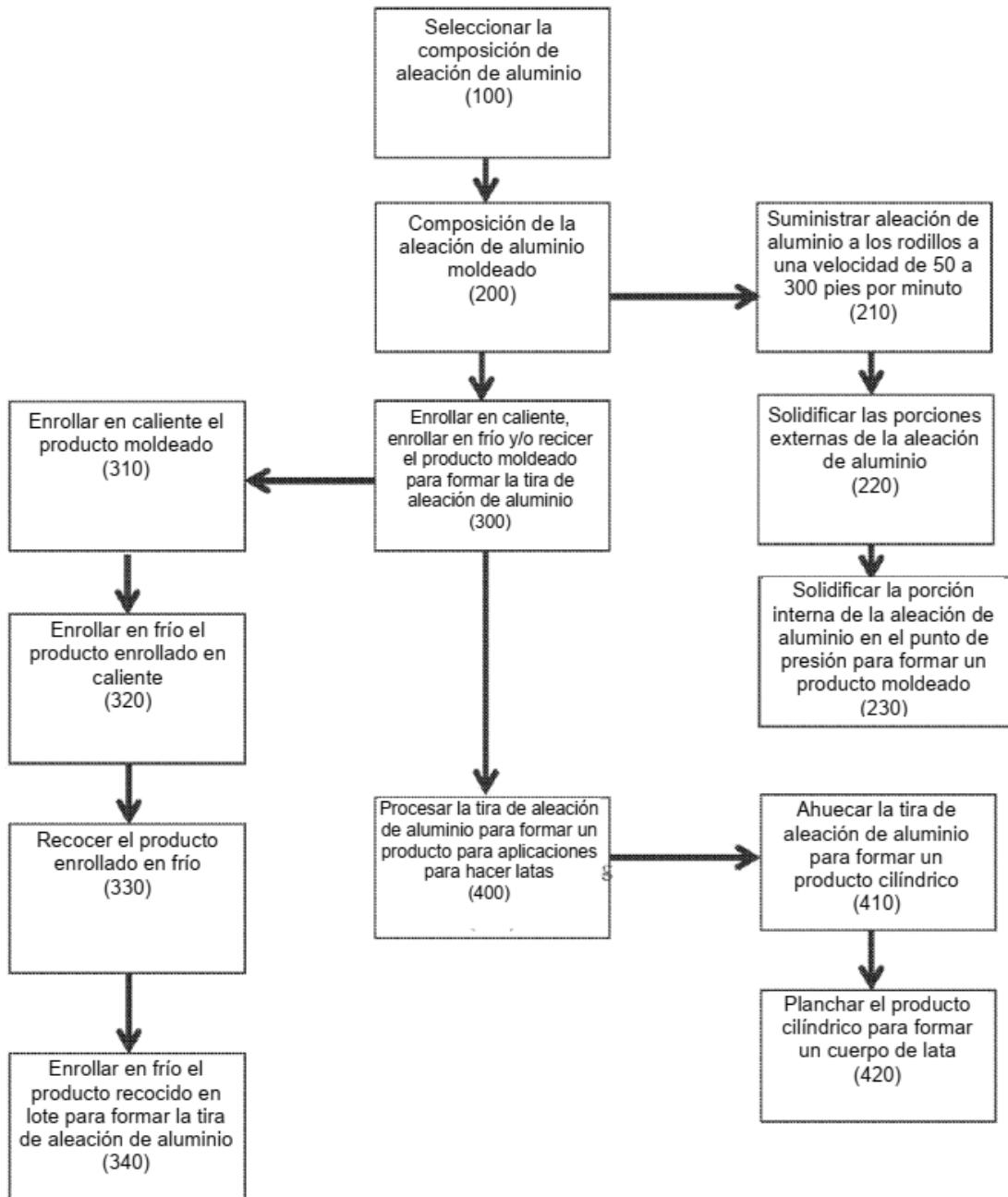


FIGURA 10

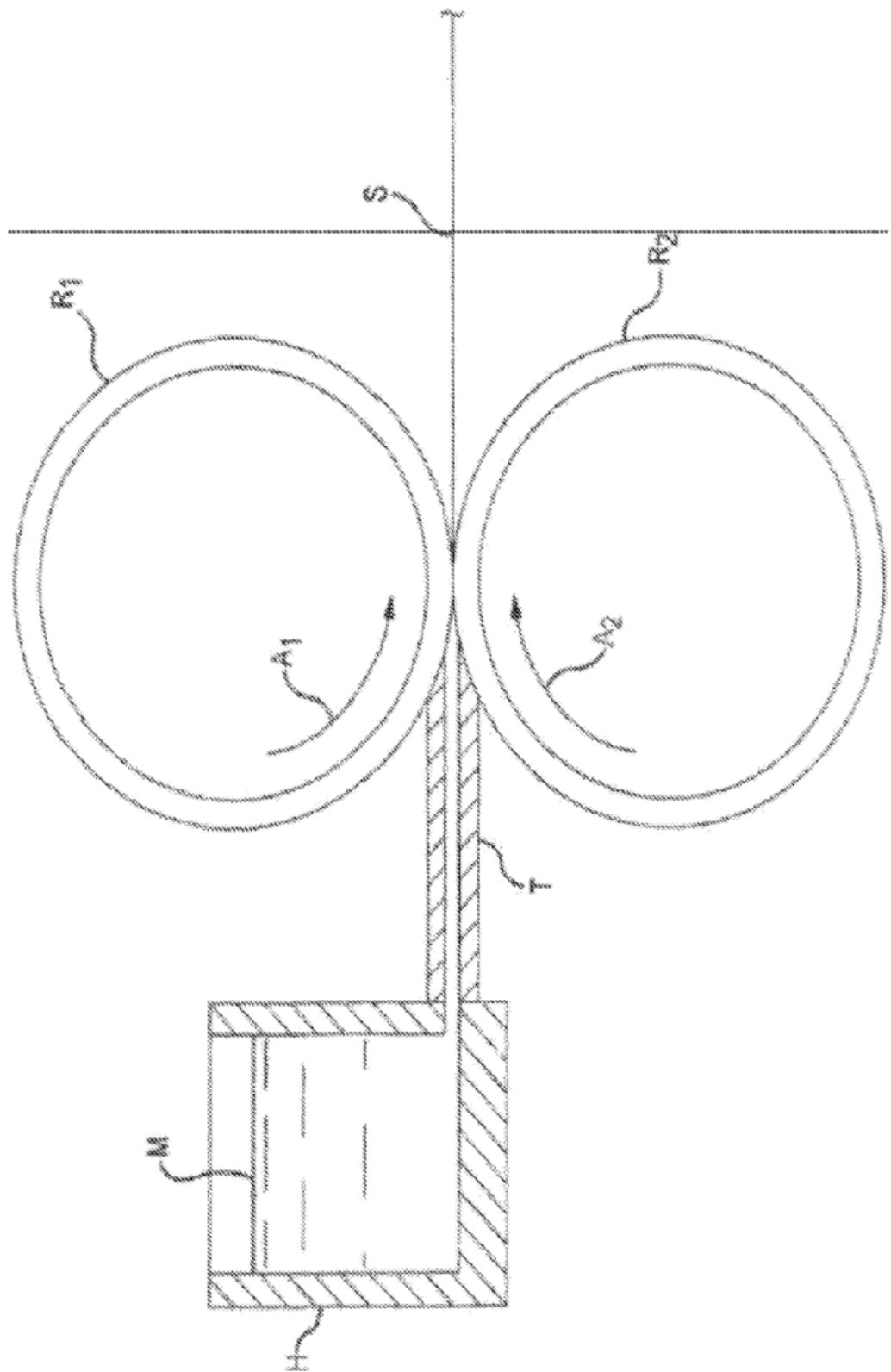


FIGURA 11

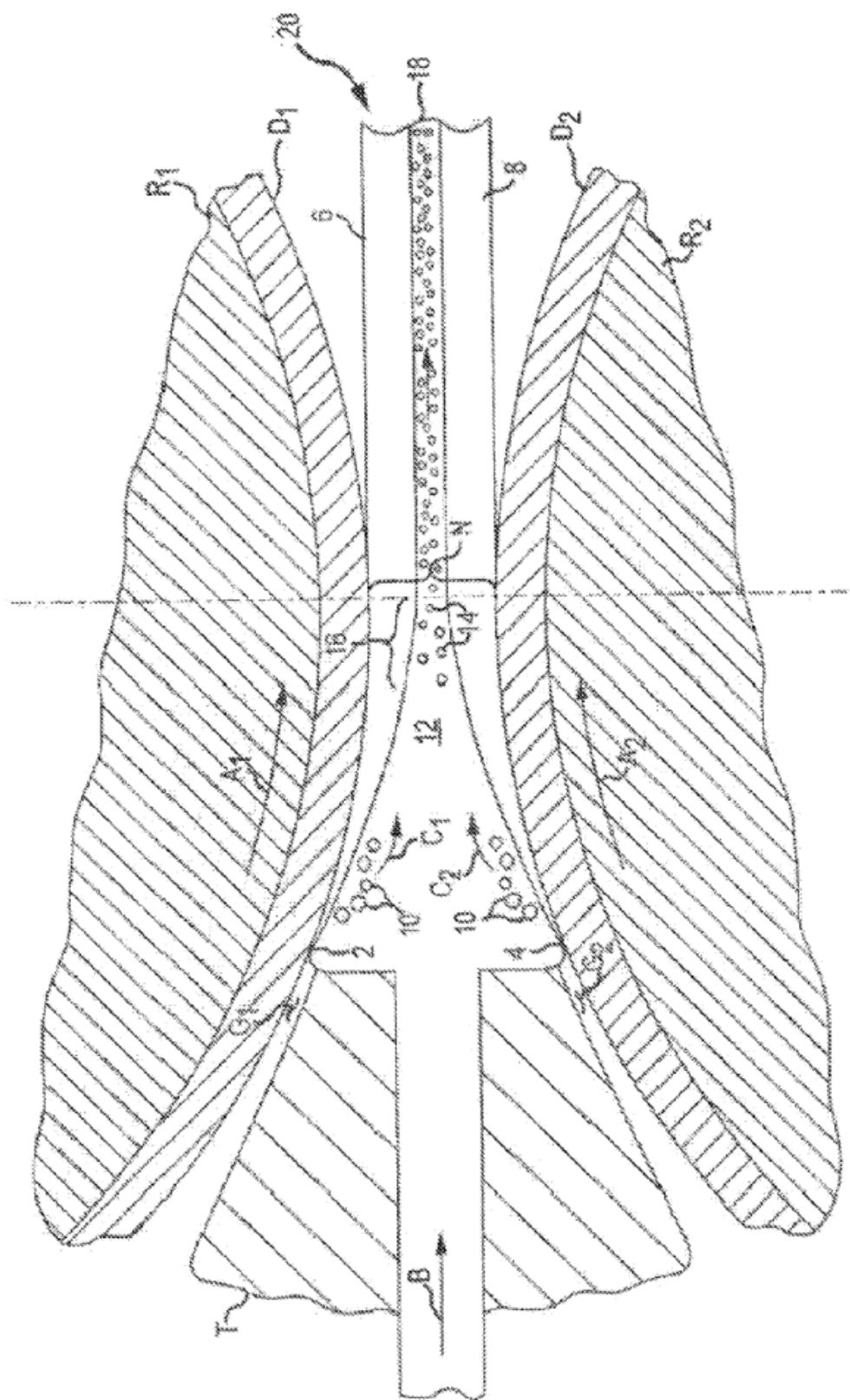


FIGURA 12

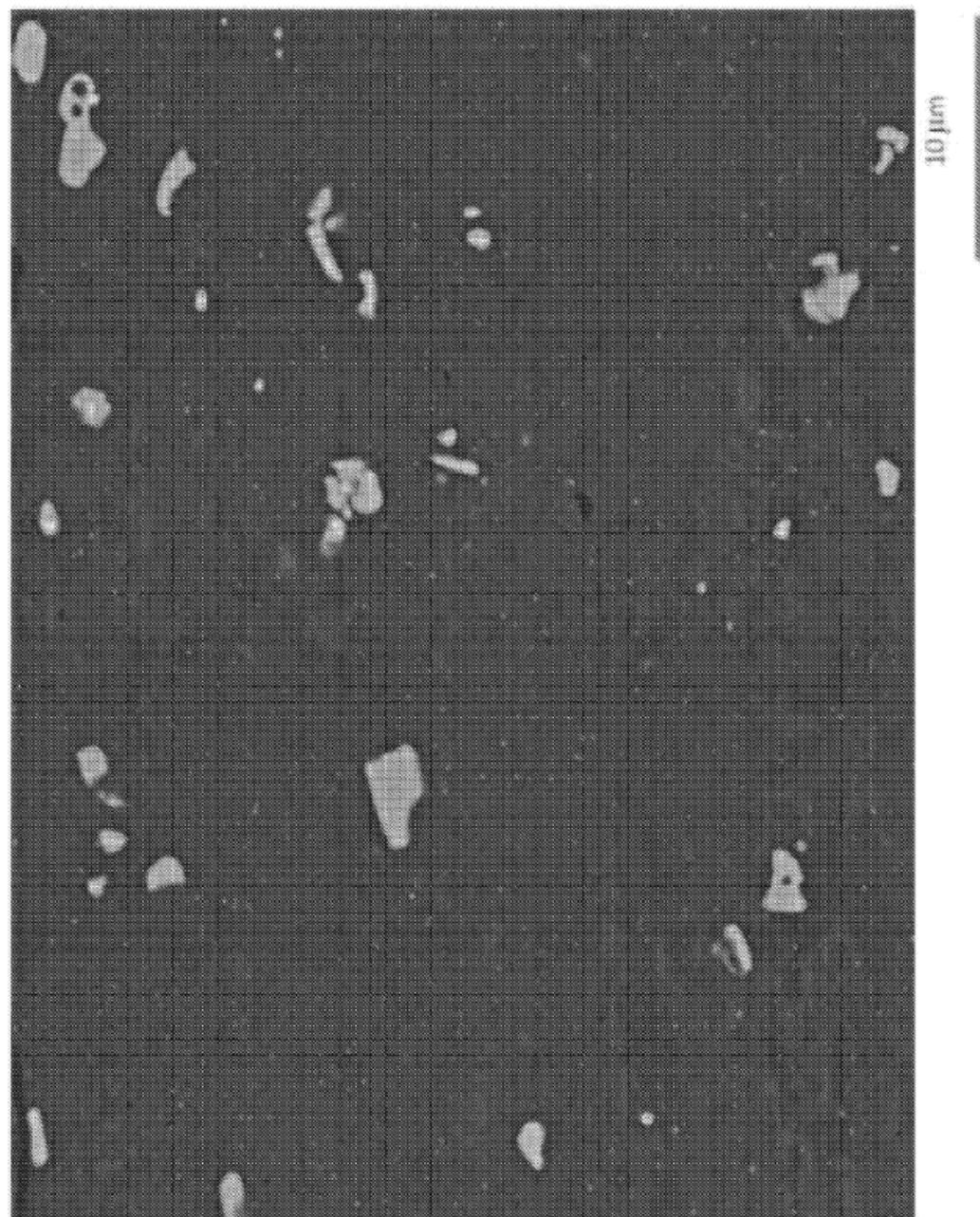


FIGURA 13

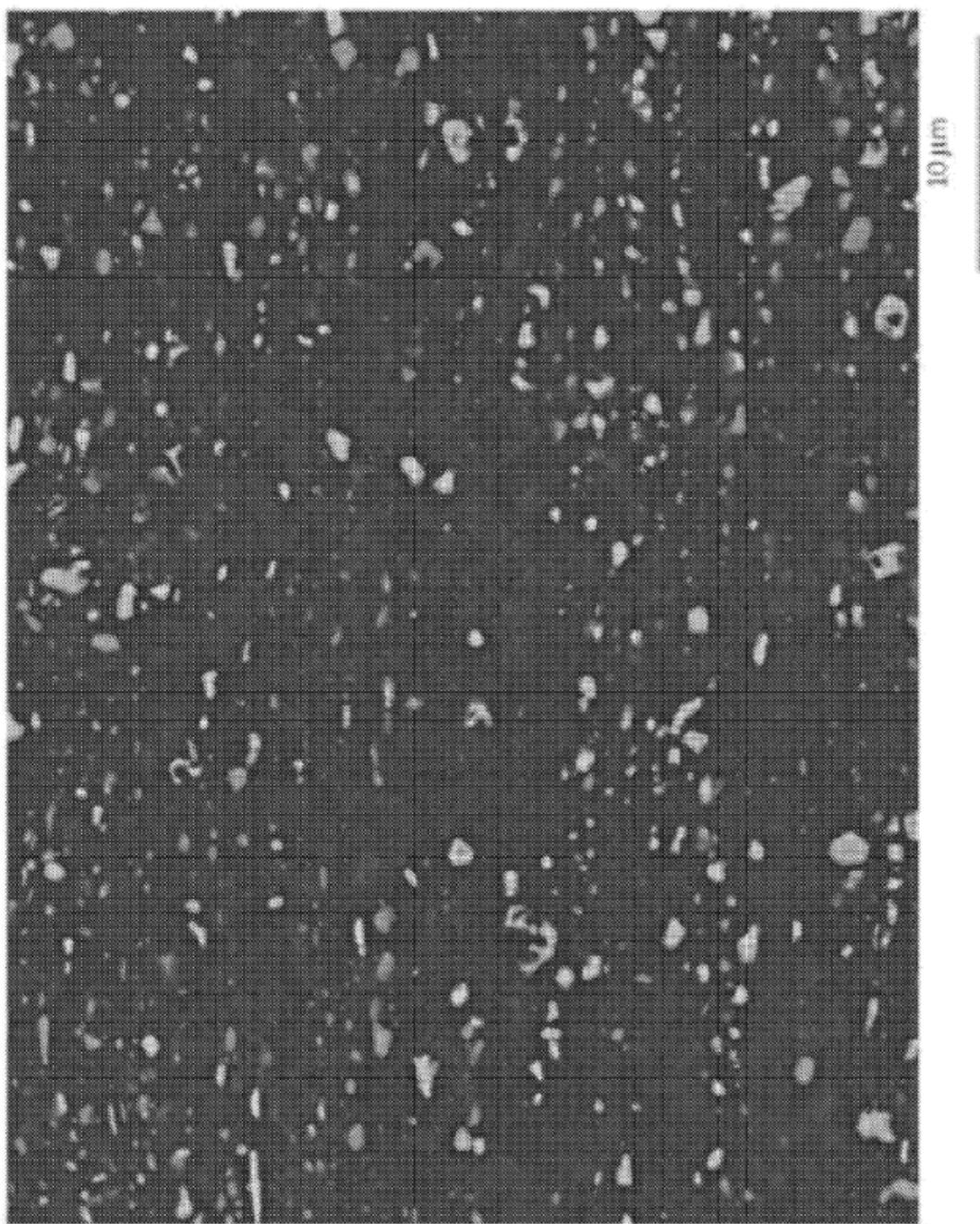


FIGURA 14



FIGURA 15

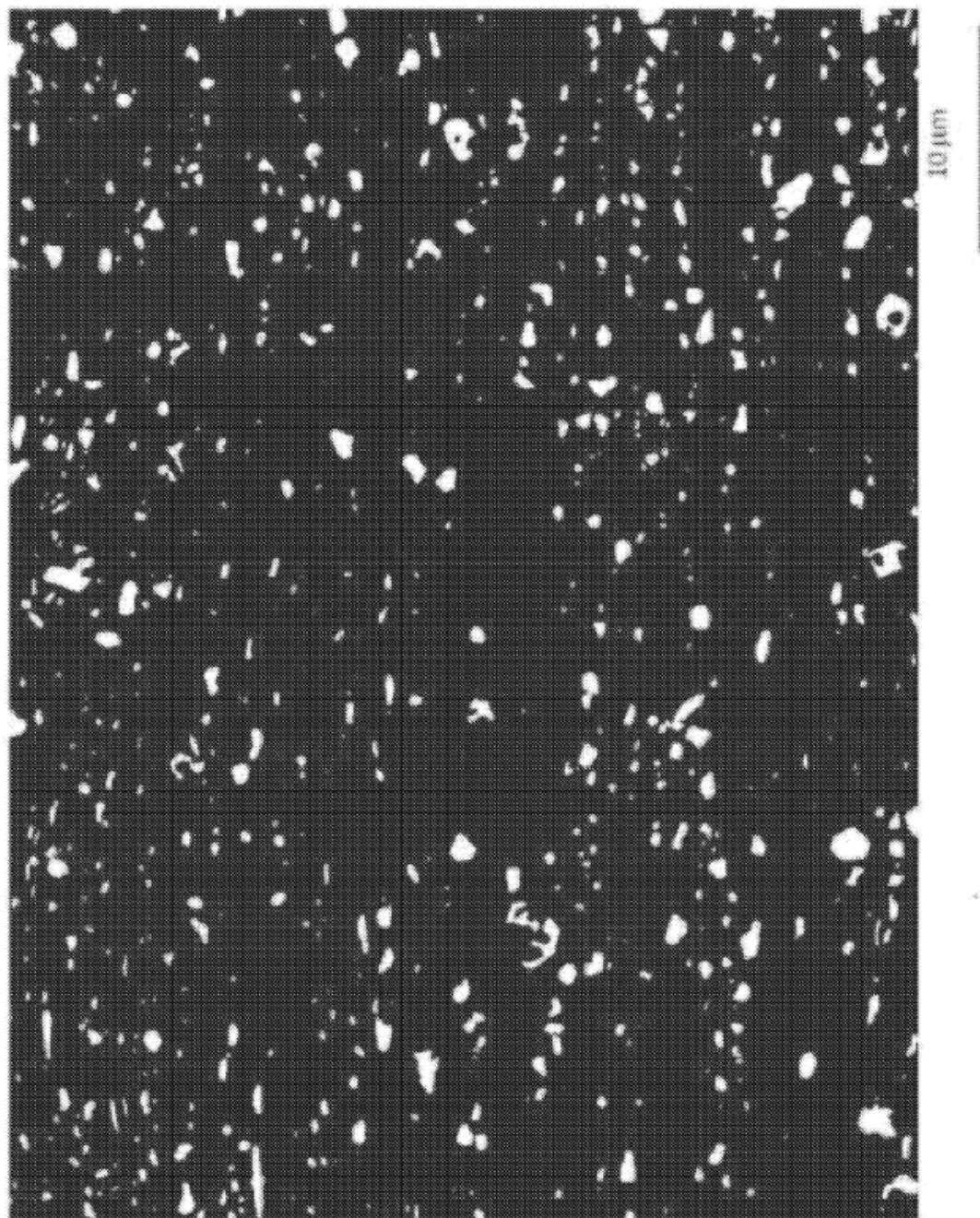


FIGURA 16



FIGURA 17

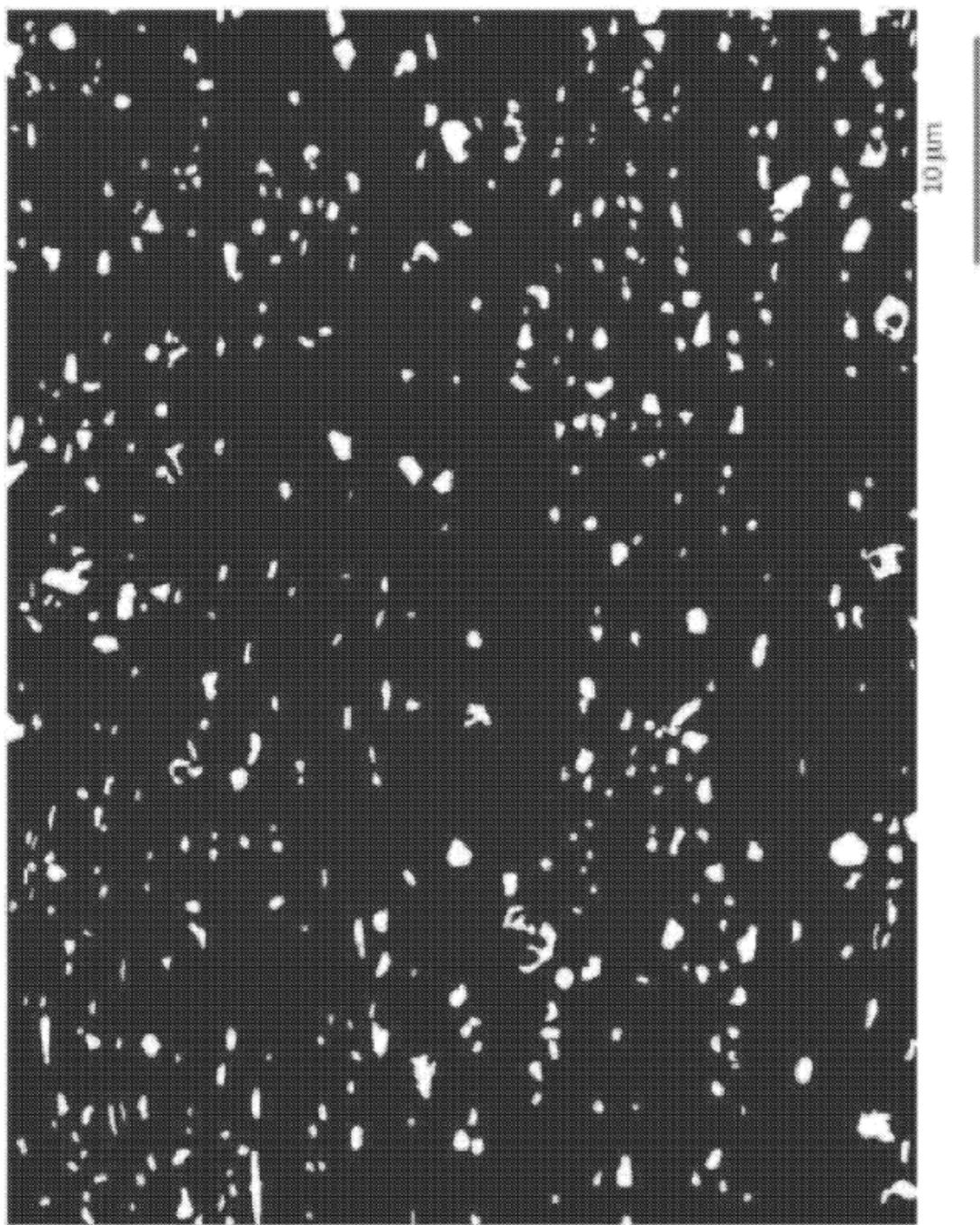


FIGURA 18

