

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 981 077**

51 Int. Cl.:

C03B 5/225

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.10.2020** **PCT/US2020/057471**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.05.2021** **WO21086823**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.10.2020** **E 20815975 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2024** **EP 4051645**

54 Título: **Afinado de vidrio usando un objetivo y metal fundido**

30 Prioridad:

30.10.2019 US 201916668136

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

07.10.2024

73 Titular/es:

OWENS-BROCKWAY GLASS CONTAINER INC.
(100.0%)

One Michael Owens Way
Perrysburg, OH 43551, US

72 Inventor/es:

GOCHBERG, LAWRENCE y
TOWNSEND, CASEY

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 981 077 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

Afinado de vidrio usando un objetivo y metal fundido

- 5 La presente descripción se refiere a la fabricación de recipientes de vidrio y, más particularmente, al refinado de vidrio fundido.

Antecedentes

- 10 La fusión por combustión sumergida ("SCM") se basa en mejorar la transferencia de calor mezclando combustibles y oxidantes de combustión con materia prima de vidrio y quemando los combustibles y oxidantes directamente dentro y debajo de la superficie del material de vidrio que se va a fundir. El contacto entre la materia prima de vidrio y los combustibles y oxidantes de combustión genera un baño burbujeante de vidrio fundido con altas tasas de transferencia de masa y calor. Durante este procedimiento, se pueden producir gases, que pueden desprenderse para formar burbujas de gas dentro del vidrio fundido. El procedimiento de eliminación de las burbujas de gas a partir del vidrio fundido se puede denominar afinado o refinado. El refinado puede ocurrir dentro o fuera de un horno o tanque, como en las cámaras de refinado aguas abajo.

- 20 El documento GB1389881 describe un método para refinar vidrio fundido introduciendo vidrio fundido sin refinar en un extremo de un recipiente giratorio, descargando el vidrio fundido desde el otro extremo del recipiente giratorio y depositando el vidrio fundido descargado sobre una superficie fija.

Breve resumen de la descripción

- 25 La presente descripción abarca una serie de aspectos que pueden implementarse por separado o en combinación entre sí.

- 30 Un aparato para afinar vidrio fundido de acuerdo con un aspecto de la descripción incluye un objetivo que tiene un extremo lateralmente exterior, donde una corriente de metal fundido fluye desde una abertura en el objetivo y sobre el objetivo, y se separa del objetivo en una ubicación de separación de metal fundido que está hacia el interior del extremo; y un receptáculo de metal fundido dispuesto debajo del objetivo y configurado para recibir la corriente de metal fundido, en donde una corriente de vidrio fundido fluye hacia abajo hacia el objetivo y sobre la corriente de metal fundido, y en donde la corriente de vidrio fundido se separa de la corriente de metal fundido en una ubicación de separación de vidrio fundido que está lateralmente hacia el exterior de la ubicación de separación de metal fundido y fluye hacia un receptáculo de vidrio fundido.

- 40 Un método para afinar vidrio fundido de acuerdo con un aspecto de la descripción incluye hacer fluir una corriente de metal fundido hacia abajo sobre un objetivo que tiene un extremo lateralmente exterior, en donde la corriente de metal fundido se separa del objetivo en una ubicación de separación de metal fundido que está hacia el interior del extremo; recibir la corriente de metal fundido en un receptáculo de metal fundido por debajo del objetivo; hacer fluir una corriente de vidrio fundido hacia abajo hacia el objetivo y sobre la corriente de metal fundido que fluye sobre el objetivo, en donde la corriente de vidrio fundido se separa de la corriente de metal fundido en una ubicación de separación de vidrio fundido que está lateralmente hacia el exterior de la ubicación de separación de metal fundido; y recibir la corriente de vidrio fundido en un receptáculo de vidrio fundido por debajo del objetivo. En algunos casos, el método puede incluir la recirculación de la corriente de metal fundido desde el receptáculo de metal fundido hasta el objetivo.

Breve descripción de los dibujos

- 50 La descripción, junto con los objetos, características, ventajas y aspectos adicionales de la misma, se comprenderá mejor a partir de la siguiente descripción, las reivindicaciones adjuntas y los dibujos adjuntos, en los que:

- 55 La figura 1 es una vista esquemática en sección transversal que ilustra un sistema y un aparato para afinar vidrio fundido que incluye una corriente de vidrio fundido que fluye sobre una corriente de metal fundido y un objetivo esférico, de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente descripción.

- La figura 2 es una vista esquemática en sección transversal que ilustra el aparato de la figura 1 que tiene un objetivo poliédrico, de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente descripción.

- 60 La figura 3 es una representación gráfica del tiempo de ascenso de la burbuja en función del radio de la burbuja y el grosor de la capa de vidrio, de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente descripción.

- La figura 4 es un diagrama de flujo que muestra varias etapas de una realización ilustrativa de un método para afinar vidrio usando el sistema y el aparato de las figuras 1 y 2, que incluye la corriente de vidrio fundido que fluye sobre la corriente de metal fundido y el objetivo.

65

Descripción detallada

Un objetivo general de la presente descripción, según al menos un aspecto de la descripción, es refinar el vidrio fundido eliminando las burbujas de gas del vidrio fundido formadas durante un procedimiento de fusión, por ejemplo, en un fundidor por combustión sumergida, usando un objetivo para crear una capa delgada de vidrio fundido que fluye sobre una capa de metal fundido sobre el objetivo.

La fusión por combustión sumergida ("SCM") puede ser un método eficiente para fundir vidrio. La SCM se basa en mejorar la transferencia de calor mezclando combustibles y oxidantes de combustión con materia prima de vidrio y quemando los combustibles y oxidantes directamente dentro y debajo de la superficie del material de vidrio que se va a fundir. El contacto entre la materia prima de vidrio y los combustibles y oxidantes de combustión genera un baño burbujeante de vidrio fundido junto con altas tasas de transferencia de masa y calor. Sin embargo, el baño burbujeante de vidrio fundido produce una gran cantidad de burbujas de gas en el vidrio fundido. Estas burbujas se eliminan normalmente del vidrio fundido antes de que el vidrio fundido pueda convertirse en un producto comercial (por ejemplo, un recipiente de vidrio) en un procedimiento denominado afinado o refinado.

Un método para eliminar las burbujas de gas del vidrio fundido es el afinado térmico de canal refractario. Sin embargo, este tipo de afinado puede tardar demasiado tiempo para que las burbujas suban a la superficie del vidrio fundido, se derritan y se rompan. Además, el refinado térmico de canal refractario puede requerir una estructura refractaria costosa que, durante un funcionamiento prolongado, puede desgastarse fácilmente, requiere un alto mantenimiento y carece de flexibilidad. Además, el canal de afinado térmico ocupa una gran superficie y valioso espacio de fabricación. Otros equipos usados en el procedimiento de afinado térmico también pueden resultar corroídos por el vidrio fundido.

En consecuencia, la presente descripción se refiere a un aparato y a un método que refinan vidrio fundido mediante la eliminación de burbujas de gas formadas durante el procedimiento de fusión usando una capa de vidrio fundido delgado que fluye sobre una capa de metal fundido que fluye sobre un objetivo. Las burbujas de gas pueden escapar fácilmente de la delgada capa de vidrio fundido, y se reduce/elimina la corrosión de partes del sistema debido al límite de metal fundido entre el objetivo y la capa de vidrio fundido corrosiva. Al usar el sistema, el aparato y el método descritos en el presente documento, la eficiencia de afinar burbujas de gas a partir de la corriente de vidrio fundido aumenta debido a la capa delgada de vidrio y al tiempo de residencia, y se elimina/evita la erosión ya que la corriente de vidrio fundido cae e impacta contra la capa de metal fundido en lugar del objetivo.

Las figuras 1-2 ilustran un sistema 10 y un aparato 12 según realizaciones ilustrativas de la presente descripción. Los números similares entre las realizaciones designan generalmente elementos similares o correspondientes en todas las diversas vistas de las figuras de los dibujos.

Como se ilustra en las figuras 1 y 2, el sistema 10 puede incluir el aparato 12 configurado para refinar vidrio fundido. El aparato 12 puede incluir además un objetivo 14 que tiene un extremo exterior lateral 16, donde una corriente de metal fundido 20 puede fluir fuera y sobre el objetivo 14 desde una abertura 18 en el objetivo 14. En algunos casos, el objetivo 14 puede no incluir una abertura, y la corriente de metal fundido 20 puede fluir sobre el objetivo 14 desde otra fuente, por ejemplo, una boquilla dispuesta por encima del objetivo 14. El objetivo 14 puede servir para distribuir la corriente de vidrio fundido 28 en una capa delgada y para aumentar el tiempo de ascenso de burbujas al afinar la corriente de vidrio fundido 28.

La figura 3 ilustra una representación gráfica de ejemplos de tiempos de ascenso de burbujas para tres grosores de capa de vidrio diferentes cuando se usa el aparato 12. En la figura 3, la temperatura del vidrio es de 1500 °C, la viscosidad del vidrio η es de 7,94 Pa-s, la densidad del aire ρ es de 0,2 kg/m³ y la densidad del vidrio ρ es de 2300 kg/m³. El tiempo de ascenso de burbujas (s) en segundos se muestran dependiendo del radio de la burbuja (μ m) y del grosor de la capa de vidrio (h) (por ejemplo, h = 500 μ m, h = 100 μ m y h = 2000 μ m). Como se muestra, cuando el radio de la burbuja está entre aproximadamente 100 μ m y aproximadamente 200 μ m, el tiempo de ascenso para los tres grosores de capa de vidrio es de aproximadamente 60 segundos o menos, que es menos tiempo que usando métodos convencionales. Se apreciará que el aparato 12 puede hacerse funcionar en una variedad de condiciones de procedimiento, que incluyen diferentes temperaturas, vacíos, grosores de capa de vidrio, etc.

El objetivo 14 puede formarse, por ejemplo, a partir de un material refractario y/o un metal con un alto punto de fusión (por ejemplo, tungsteno, tantalio, platino, niobio, molibdeno, renio y similares). El objetivo 14 también puede formarse a partir de un material que es resistente a la corrosión provocada por la corriente de metal fundido 20 y/o el vidrio fundido. El objetivo 14 puede incluir varias formas en 3D, por ejemplo, una esfera, una caja rectangular y/o cualquier poliedro. Además, el objetivo 14 puede incluir una superficie cóncava, convexa y/o plana. La abertura 18 puede estar dispuesta de manera que una corriente de metal fundido 20 puede fluir desde el objetivo 14 y sobre el extremo lateralmente exterior 16 del objetivo 14. En el ejemplo ilustrado en la figura 1, el objetivo 14 puede incluir una esfera con la abertura 18 ubicada en la parte superior (por ejemplo, dispuesta más cerca de un fundidor de vidrio 34) de la esfera. En el ejemplo ilustrado en la figura 2, el objetivo 14' puede incluir una caja cuadrada con la abertura 18 en la parte superior (por ejemplo, una esquina de la caja dispuesta más cerca de un fundidor de vidrio 34) de la caja cuadrada. Se apreciará que el objetivo 14 puede incluir otras formas y configuraciones, por ejemplo, un óvalo, una caja rectangular, paredes, un poste y/o cualquier configuración con un borde en donde la tensión superficial del metal fundido permite que el metal fundido se adhiera a la superficie del objetivo 14 alrededor del borde. Se contempla que

la abertura 18 puede disponerse en otras ubicaciones en el objetivo 14 y que el objetivo 14 puede incluir cualquier superficie o estructura lisa dispuesta en la trayectoria de una corriente de vidrio fundido 28.

En realizaciones, el objetivo 14 puede incluir un calentador (no mostrado) para proporcionar calor a el extremo lateralmente exterior 16. Además, el objetivo 14 puede incluir tuberías y/o una bomba 35 para hacer fluir la corriente de metal fundido 20 a través de la abertura 18. Las tuberías/bomba 35 pueden incluir, por ejemplo y sin limitación, una bomba de engranajes que comprende materiales (por ejemplo, cerámica, grafito, tungsteno y similares) que pueden resistir una temperatura alta y/o un entorno de alta corrosión. Además, la bomba 35 puede estar dispuesta en varias ubicaciones. Por ejemplo, la bomba 35 puede estar ubicada dentro del objetivo 14, donde un tubo de alimentación se sumerge en el metal fundido en un receptáculo de metal fundido 24 directamente por debajo del objetivo 14, donde la bomba 35 puede bombear el metal fundido desde el tubo de alimentación directamente a la abertura 18 y/o a través de un tubo de salida a la abertura 18. En otro ejemplo, la bomba 35 puede estar dispuesta dentro y/o por debajo del receptáculo de metal fundido 24, donde la bomba 35 puede bombear el metal fundido a través de un tubo de salida y el objetivo 14 hasta la abertura 18. En otro ejemplo, la bomba 35 puede estar ubicada fuera del recinto 36 y puede usar un tubo de alimentación y/o un tubo de salida para bombear el metal fundido. La bomba 35 puede estar dispuesta y puede funcionar en una variedad de otras ubicaciones.

A medida que la corriente de metal fundido 20 fluye desde la abertura 18 en el objetivo 14, puede fluir suavemente desde la abertura 18 y sobre la superficie del objetivo 14, de manera que el flujo de la corriente de metal fundido 20 es laminar. La corriente de metal fundido 20 sobre el objetivo puede fluir como una película delgada de líquido que sigue la superficie del objetivo 14 y llega a una ubicación de separación de metal fundido 22. La ubicación de separación de metal fundido 22 puede estar dispuesta hacia el interior del extremo lateralmente exterior 16 y/o próxima a un fondo (por ejemplo, distal desde la abertura 18, distal desde el fundidor de vidrio 34 y similares) del objetivo 14. En la ubicación de separación de metal fundido 22, la corriente de metal fundido 20 puede separarse y caer hacia abajo desde el objetivo 14.

El aparato 12 puede incluir un receptáculo de metal fundido 24 dispuesto por debajo del objetivo 14. A medida que la corriente de metal fundido 20 se separa y cae del objetivo 14, el receptáculo de metal fundido 24 funciona para recibir y recoger la corriente de metal fundido que cae 20 en una piscina 26 de metal fundido. El receptáculo de metal fundido 24 puede formarse a partir de un material que tiene un alto punto de fusión y puede ser resistente a la corrosión, por ejemplo, tungsteno, tantalio, platino, niobio, molibdeno, renio y similares. En las realizaciones ilustradas en las figuras 1 y 2, el receptáculo de metal fundido 24 se muestra como una bandeja. Sin embargo, el receptáculo de metal fundido 24 puede incluir otras formas y configuraciones que están configuradas para recibir y/o contener la corriente de metal fundido 20 que cae del objetivo 14.

En algunos casos, el receptáculo de metal fundido 24 puede incluir medios para recircular la corriente de metal fundido 20. Por ejemplo, el receptáculo de metal fundido 24 puede incluir una bomba y/o tuberías (no mostradas) para mover y recircular la corriente de metal fundido 20 hacia el objetivo 14. En este ejemplo, la bomba puede bombear la corriente de vidrio fundido 28 a través de tuberías hasta el objetivo 14 y/o hasta la abertura 18. Además, el receptáculo de metal fundido 24 puede incluir un calentador (no mostrado) para calentar y/o mantener la temperatura de la corriente de metal fundido 20.

El sistema 10 puede incluir un fundidor de vidrio 34 para proporcionar una corriente de vidrio fundido 28. El fundidor de vidrio 34 puede fundir materia prima de vidrio y puede proporcionar la corriente de vidrio fundido 28 al aparato 12 y al objetivo 14. El aparato 12 puede estar acoplado y/o dispuesto cerca del fundidor de vidrio 34. El fundidor de vidrio 34 puede incluir, por ejemplo, un fundidor de combustión sumergida. Durante la fusión del vidrio, los fundidores de combustión sumergida queman combustible y oxidantes directamente hacia y debajo de la superficie del material de vidrio que se va a fundir, lo que genera una gran cantidad de burbujas de gas en el vidrio fundido. Se apreciará que el fundidor de vidrio 34 puede incluir una variedad de tipos de fundidores de vidrio distintos o además de un fundidor de combustión sumergida. Además, el fundidor de vidrio 34 puede incluir un antecrisol (no mostrado), una boquilla (no mostrada) para dispensar la corriente de vidrio fundido 28, un orificio (no mostrado) configurado para controlar el flujo de la corriente de vidrio fundido 28, y/u otros dispositivos para proporcionar la corriente de vidrio fundido 28. El fundidor de vidrio 34 y el objetivo 14 pueden estar alineados con el eje de refinado en línea vertical A.

La corriente de vidrio fundido 28 puede fluir desde el fundidor de vidrio 34 y hacia abajo hacia el objetivo 14 y sobre la corriente de metal fundido 20. La corriente de vidrio fundido 28 forma una capa delgada a medida que fluye sobre la corriente de metal fundido 20. Las burbujas de gas en la corriente de vidrio fundido 28 pueden liberarse de manera más eficiente debido a la delgada capa de vidrio. El área de superficie adicional creada por el objetivo 14 también puede proporcionar una trayectoria de flujo más larga para la corriente de vidrio fundido 28, aumentando así el tiempo de residencia de la corriente de vidrio fundido 28 y el tiempo para que las burbujas de gas escapen de la corriente de vidrio fundido 28. Además, la corriente de metal fundido 20 protege el objetivo 14 de la corriente de vidrio fundido 28 corrosiva, reduciendo así la corrosión y conservando la integridad del objetivo 14. A medida que la corriente de vidrio fundido 28 fluye sobre la corriente de metal fundido 20, no hay mezcla porque la corriente de vidrio fundido 28 y la corriente de metal fundido 20 son inmiscibles. Además, dado que la corriente de vidrio fundido 28 sólo está en breve contacto con la corriente de metal fundido 20, no hay tiempo suficiente para una difusión significativa de la corriente de metal fundido 20 en la corriente de vidrio fundido 28.

El afinado de la corriente de vidrio fundido 28 se puede realizar a una variedad de temperaturas de vidrio fundido y metal fundido. Por ejemplo, la viscosidad, la densidad y la tensión superficial del vidrio fundido son de aproximadamente 2,3 Pa-s, 2300 kg/m³ y 0,3 N/m, respectivamente, a 1500 °C. Un ejemplo de metal fundido que puede usarse en el presente documento puede incluir acero fundido, cuya viscosidad, densidad y tensión superficial son de aproximadamente 0,6 Pa-s, 7010 kg/m³ y 1,7 N/m, respectivamente, a 1500 °C. Otro ejemplo de metal fundido que puede usarse en el presente documento puede incluir estaño fundido, cuya viscosidad, densidad y tensión superficial son de aproximadamente 0,7 Pa-s, 6280 kg/m³ y 0,47 N/m, respectivamente, a 1200 °C. En estas circunstancias, la corriente de metal fundido 20 puede ser delgada, lisa y laminar cuando la velocidad de flujo se controla de modo que el número de Reynolds está por debajo de la transición turbulenta. La corriente de vidrio fundido 28 también puede ser delgada, lisa y laminar cuando se controla la velocidad de flujo. Debido a que la corriente de vidrio fundido 28 es una capa delgada y laminar, las burbujas de gas pueden escapar eficazmente de la corriente de vidrio fundido 28 dando como resultado un vidrio fundido afinado. Cuando está por debajo de 1500 °C, el afinado se puede realizar cuando la corriente de metal fundido 20 y/o la corriente de vidrio fundido 28 usan una corriente de metal fundido 20 que se funde por debajo de la temperatura de afinado (por ejemplo, la temperatura de la corriente de vidrio fundido 28).

La corriente de metal fundido 20 sirve como una capa límite entre la corriente de vidrio fundido 28 y el objetivo 14 y crea una condición de cizallamiento nulo en lugar de una condición límite de antideslizamiento (velocidad nula). Por lo tanto, no hay otro mecanismo que no sea la gravedad para mantener la corriente de vidrio fundido 28 en contacto con la corriente de metal fundido 20, y la corriente de vidrio fundido 28 se separa de la corriente de metal fundido 20 en una ubicación de separación de vidrio fundido 30 y cae verticalmente en un receptáculo de vidrio fundido 32. A medida que la corriente de vidrio fundido 28 alcanza el vidrio fundido en el receptáculo de vidrio fundido 32, puede afinarse sustancialmente. El receptáculo de vidrio fundido 32 puede incluir cualquier recipiente y/o dispositivo configurado para contener y/o recibir la corriente de vidrio fundido 28 que cae del objetivo 14. Además, el receptáculo 32 de vidrio fundido puede estar ubicado por debajo, pero configurado de manera más ancha que el receptáculo de metal fundido 24. El receptáculo de vidrio fundido 32 puede estar formado por materiales que son resistentes al alto calor y a la corrosión de la corriente de vidrio fundido 28 (por ejemplo, platino, material refractario y similares). Además, el receptáculo de vidrio fundido 32 puede incluir una salida para que el vidrio refinado fluya hacia procedimientos posteriores.

La ubicación de separación de vidrio fundido 30 puede estar dispuesta hacia el exterior de la ubicación de separación de metal fundido 22 y en una ubicación que está a 90° de la vertical sobre el objetivo 14. En otras palabras, la ubicación de separación de vidrio fundido 30 puede estar dispuesta en un punto en el objetivo 14 más alejado del eje A. La figura 1 ilustra la ubicación de separación de vidrio fundido 30 en un borde de la esfera que está a 90° de la vertical sobre el objetivo 14. La figura 2 ilustra la ubicación de separación de vidrio fundido 30 en una esquina del objetivo de caja cuadrada 14. Como se muestra en los ejemplos de las figuras 1 y 2, el objetivo 14 puede estar configurado de modo que la corriente de vidrio fundido 28 se separa de la corriente de metal fundido 20 antes de que la corriente de metal fundido 20 se separe del objetivo 14. Por lo tanto, la corriente de vidrio fundido 28 se puede separar de manera eficiente de la corriente de metal fundido 20.

En algunas realizaciones, el aparato 12 puede incluir un recinto 36 que rodea la corriente de vidrio fundido 28, el objetivo 14, el receptáculo de metal fundido 24 y/o el receptáculo de vidrio fundido 32. El recinto 36 puede proporcionar un espacio cerrado para afinar la corriente de vidrio fundido 28 y puede servir para proporcionar aislamiento al aparato 12 para mantener la alta temperatura de la corriente de vidrio fundido 28, la corriente de metal fundido 20 y/u otros componentes del aparato 12 y, a su vez, mantener la baja viscosidad y facilitar el afinado eficiente de la corriente de vidrio fundido 28. El recinto 36 puede incluir paredes altamente reflectantes configuradas para minimizar la cantidad de calor perdido del sistema 10 y del aparato 12. En algunos casos, el aparato 12 y/o el recinto 36 pueden incluir al menos un blindaje frente a radiación térmica 38, también para aislar el aparato 12 de la pérdida de calor y/o reflejar el calor irradiado de vuelta al aparato 12. Se apreciará que el sistema 10 y el aparato 12 pueden usar otros medios para retener calor.

La figura 4 ilustra un ejemplo de un método 100 para afinar vidrio fundido usando el objetivo 14 y la corriente de metal fundido 20 que fluye sobre el objetivo 14. Con fines de ilustración y claridad, el método 100 se describirá en el contexto del sistema 10 y el aparato 12 descritos anteriormente e ilustrados en las figuras 1 y 2. Sin embargo, se apreciará que no se pretende limitar la aplicación de la presente metodología únicamente a dicha disposición, sino que el método 100 puede encontrar aplicación con cualquiera de varias disposiciones (es decir, las etapas del método 100 pueden realizarse mediante componentes del sistema 10 distintos de los descritos a continuación, o disposiciones del sistema 10 distintas de las descritas anteriormente).

En una realización, el método 100 comprende una etapa 102 de hacer fluir una corriente de metal fundido 20 hacia abajo sobre el objetivo 14 que tiene un extremo lateralmente externo 16. En una implementación, hacer fluir la corriente de metal fundido 20 puede incluir el uso de al menos una bomba (no mostrada) para hacer fluir la corriente de metal fundido 20 desde el interior del objetivo 14 y a través de la abertura 18 en el extremo lateralmente exterior 16. En un caso, una bomba puede estar dispuesta dentro del objetivo 14 para hacer fluir la corriente de metal fundido 20. En otro caso, una bomba puede estar dispuesta fuera del objetivo 14, por ejemplo, cerca de y/o como parte del receptáculo

de metal fundido 24, y puede bombear la corriente de metal fundido 20 al interior y/o a través del objetivo 14. En aún otro caso, la corriente de metal fundido 20 puede bombearse hasta una ubicación fuera y sobre el objetivo 14. En este caso, la corriente de metal fundido 20 se puede dispensar sobre y por encima del objetivo 14 de modo que la corriente de metal fundido 20 incide directamente y fluye sobre la superficie del objetivo 14 para crear la capa límite para la corriente de vidrio fundido 28. Además, hacer fluir la corriente de metal fundido 20 puede incluir ajustar la velocidad de flujo de la corriente de metal fundido 20 para que sea laminar, de modo que la corriente de metal fundido 20 fluye de manera suave sobre la superficie exterior del objetivo 14 y se separe del objetivo en una ubicación de separación de metal fundido 22.

El método 100 comprende una etapa 104 de recibir la corriente de metal fundido 20 en un receptáculo de metal fundido 24 dispuesto por debajo del objetivo 14. La recepción de la corriente de metal fundido 20 puede incluir colocar el receptáculo de metal fundido 24 por debajo del objetivo 14 y de la ubicación de separación de metal fundido 22. La ubicación de separación de metal fundido 22 puede estar ubicada hacia el interior del extremo lateralmente externo 16 y/o próxima al eje de refinado en línea vertical A.

El método 100 incluye una etapa 106 de hacer fluir la corriente de vidrio fundido 28 hacia abajo hacia el objetivo 14 y sobre la corriente de metal fundido 20 que fluye sobre el objetivo 14. Hacer fluir la corriente de vidrio fundido 28 puede incluir fundir un lote de materia prima de vidrio en el fundidor de vidrio 34 mezclando combustibles y oxidantes de combustión con la materia prima de vidrio y quemando los combustibles y oxidantes directamente dentro y debajo de la superficie del material de vidrio que se va a fundir. Además, hacer fluir la corriente de vidrio fundido 28 puede incluir el uso de un antecrisol, una boquilla y/o un orificio para dispensar la corriente de vidrio fundido 28 desde el fundidor de vidrio 34 en alineación con el eje de refinado en línea vertical A en una dirección hacia abajo hacia el objetivo 14. A medida que la corriente de vidrio fundido 28 fluye hacia e incide sobre el objetivo 14, la corriente de vidrio fundido 28 puede fluir sobre la corriente de metal fundido 20 que fluye sobre la superficie del objetivo 14.

En algunos casos, hacer fluir la corriente de vidrio fundido 28 puede incluir controlar la temperatura, la velocidad de flujo, la viscosidad y/o el tamaño de corriente deseados de la corriente de vidrio fundido 28. Por ejemplo, hacer fluir la corriente de vidrio fundido 28 puede incluir ajustar la velocidad de flujo de la corriente de vidrio fundido 28 para que sea laminar con una viscosidad baja a medida que fluye sobre la corriente de metal fundido 20 y el objetivo 14. Proporcionar una viscosidad baja y una velocidad de flujo laminar puede facilitar que una capa delgada de vidrio fundido fluya sobre la corriente de metal fundido 20, fomentando así la migración y liberación eficientes de las burbujas de gas a partir de la corriente de vidrio fundido 28. Hacer fluir la corriente de vidrio fundido 28 también puede incluir hacer que la corriente de vidrio fundido 28 fluya hacia la ubicación de separación de vidrio fundido 30 ubicada lateralmente hacia el exterior de la ubicación de separación de metal fundido 22 y se separe de la corriente de metal fundido 20. Esto garantiza que la separación de la corriente de vidrio fundido 28 a partir de la corriente de metal fundido 20 se produce antes de la separación de la corriente de metal fundido 20 a partir del objetivo 14 y garantiza que ambas corrientes pueden recogerse por separado.

El método 100 puede incluir una etapa 108 de recibir la corriente de vidrio fundido 28 en un receptáculo de vidrio fundido 32 dispuesto por debajo del objetivo 14. La recepción de la corriente de vidrio fundido 28 puede incluir colocar el receptáculo de vidrio fundido 32 por debajo del objetivo 14, el receptáculo de metal fundido 24 y la ubicación de separación de vidrio fundido 30. Como se describió anteriormente, la ubicación de separación de vidrio fundido 30 puede estar ubicada en los bordes del objetivo 14 (por ejemplo, 90° en vertical desde el objetivo 14), y el receptáculo de vidrio fundido 32 puede recibir y contener la corriente de vidrio fundido 28. En algunos casos, recibir la corriente de vidrio fundido 28 puede hacer fluir el vidrio fundido recibido desde el aparato 12 hasta una etapa de procedimiento posterior.

En algunos casos, el método 100 puede incluir una etapa 110 de recircular la corriente de metal fundido 20 desde el receptáculo de metal fundido 24 hasta el objetivo 14. En esta etapa, el metal fundido en el receptáculo de metal fundido 24, que puede haberse recibido previamente y recogido a partir de la corriente de metal fundido 20 que cae del objetivo 14, puede fluir y/o bombearse desde el receptáculo de metal fundido 24 de nuevo hasta la abertura 18 y/o el objetivo 14. Por ejemplo, una bomba ubicada cerca de y/o como parte del receptáculo de metal fundido 24 puede bombear el metal fundido en el receptáculo de metal fundido 24 al objetivo 14 y a través de la abertura 18 para recircular la corriente de metal fundido 20. La corriente de metal fundido 20 puede fluir entonces sobre el objetivo 14 y volver al receptáculo de metal fundido 24 formando una corriente de metal fundido recirculada 24.

Por lo tanto, se ha descrito un aparato de refinado de vidrio que usa un objetivo y una corriente de metal fundido que fluye sobre el objetivo que satisface completamente uno o más de los objetos y objetivos establecidos anteriormente. La descripción se ha presentado junto con varias realizaciones ilustrativas, y se han expuesto modificaciones y variaciones adicionales.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (12) para afinar vidrio fundido, que comprende:
 - 5 un objetivo (14) que tiene un extremo lateralmente exterior (16), donde una corriente de metal fundido (20) fluye desde una abertura (18) en el objetivo (14) y sobre el objetivo (14), y se separa del objetivo (14) en una ubicación de separación de metal fundido (22) que está hacia el interior del extremo (16); y
 - 10 un receptáculo de metal fundido (24) dispuesto por debajo del objetivo (14) y configurado para recibir la corriente de metal fundido (20), en donde una corriente de vidrio fundido (28) fluye hacia abajo hacia el objetivo (14) y sobre la corriente de metal fundido (20), y en donde la corriente de vidrio fundido (28) se separa de la corriente de metal fundido (20) en una ubicación de separación de vidrio fundido (30) que está lateralmente hacia el exterior de la ubicación de separación de metal fundido (22) y fluye hacia un receptáculo de vidrio fundido (32).
2. El aparato según la reivindicación 1, en donde el objetivo es esférico.
3. El aparato según la reivindicación 1, en donde el objetivo está compuesto por un material refractario.
- 20 4. El aparato según la reivindicación 1, en donde el objetivo está compuesto por tungsteno, tántalo, platino o algún otro metal de alto punto de fusión.
5. El aparato según la reivindicación 1, en donde el flujo de corriente de metal fundido es laminar.
- 25 6. El aparato según la reivindicación 1, en donde la corriente de metal fundido comprende al menos uno de acero, una aleación de acero o estaño.
7. El aparato según la reivindicación 1, en donde el flujo de corriente de vidrio fundido es laminar.
- 30 8. El aparato según la reivindicación 1, que comprende:
 - 35 un fundidor de vidrio (34) para proporcionar una corriente de vidrio fundido (28); y un recinto (36) para encerrar el aparato (12).
9. El aparato según la reivindicación 8, en donde el recinto incluye al menos una pared reflectante configurada para retener el calor dentro del recinto.
- 40 10. El aparato según la reivindicación 8, que comprende, además:
 - 45 al menos un blindaje frente a radiación térmica (38) configurado para retener calor dentro del recinto.
11. Un método para afinar vidrio fundido, que comprende las etapas de:
 - 50 hacer fluir una corriente de metal fundido (20) hacia abajo sobre un objetivo (14) que tiene un extremo lateralmente exterior (16), en donde la corriente de metal fundido (20) se separa del objetivo (14) en una ubicación de separación de metal fundido (22) que está hacia el interior del extremo (16);
 - 55 recibir la corriente de metal fundido (20) en un receptáculo de metal fundido (24) por debajo del objetivo (14);
 - hacer fluir una corriente de vidrio fundido (28) hacia abajo hacia el objetivo (14) y sobre la corriente de metal fundido (20) que fluye sobre el objetivo (14), en donde la corriente de vidrio fundido (28) se separa de la corriente de metal fundido (20) en una ubicación de separación de vidrio fundido (30) que está lateralmente hacia el exterior de la ubicación de separación de metal fundido (22); y
 - 60 recibir la corriente de vidrio fundido (28) en un receptáculo de vidrio fundido (32) por debajo del objetivo (14).
12. El método según la reivindicación 11, en donde el objetivo es esférico.
- 60 13. El método según la reivindicación 11, en donde el objetivo está compuesto por tungsteno, tántalo, platino o algún otro metal de alto punto de fusión.
14. El método según la reivindicación 11, en donde el flujo de corriente de metal fundido es laminar.
- 65 15. El método según la reivindicación 11, en donde el flujo de corriente de vidrio fundido es laminar.

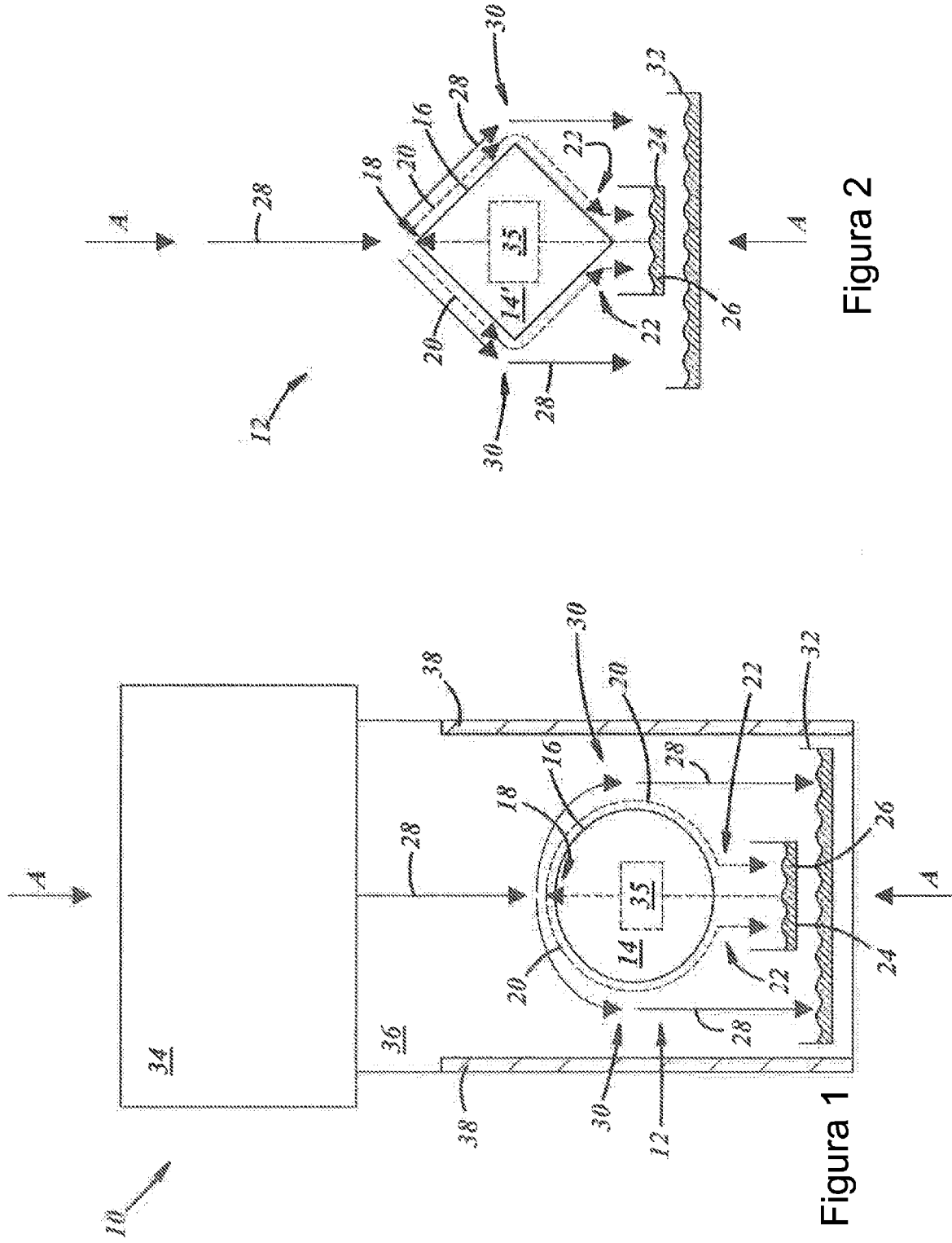


Figura 2

Figura 1

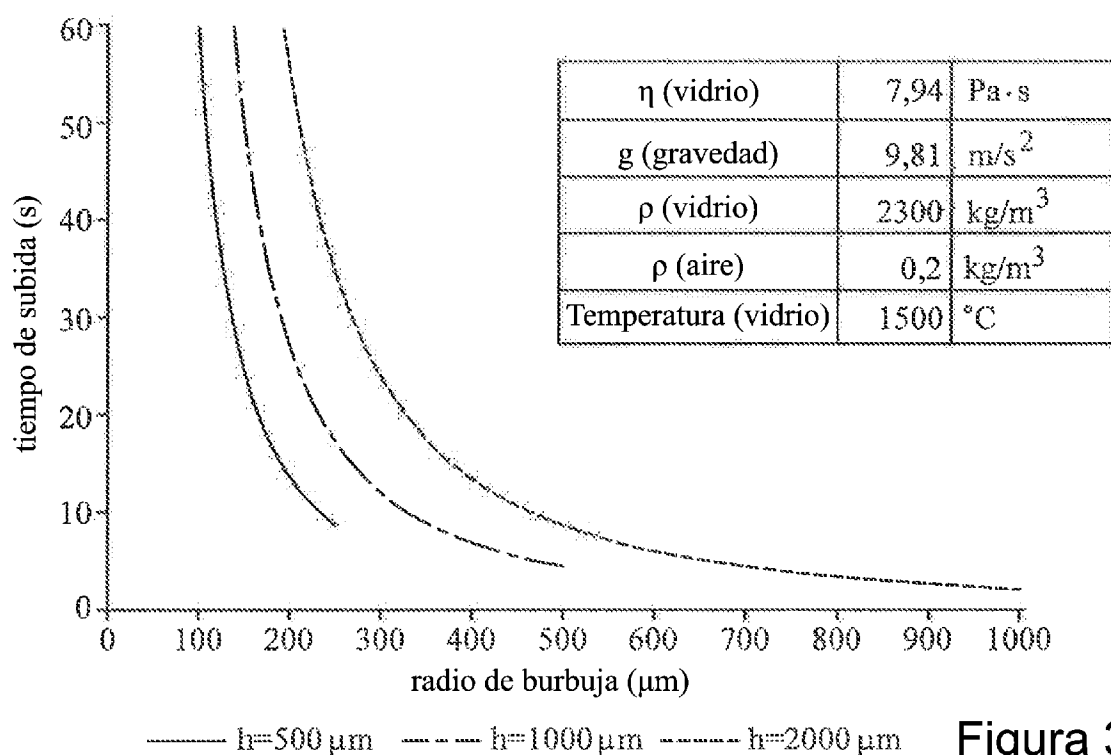


Figura 3

100

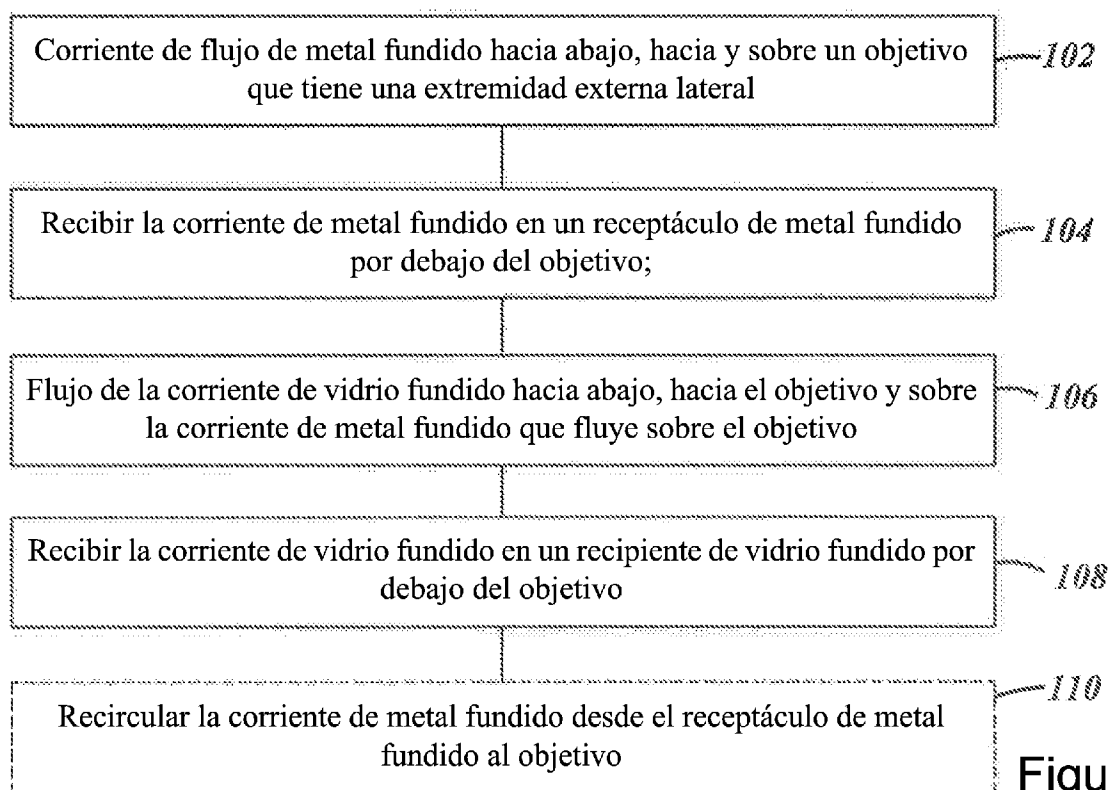


Figura 4