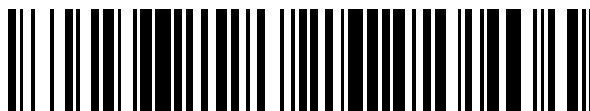


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 775 005**

51 Int. Cl.:

C03B 5/225 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.05.2015 PCT/US2015/032549**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.12.2015 WO15187415**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.05.2015 E 15728984 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2020 EP 3152169**

54 Título: **Procedimiento y aparato para refinar vidrio fundido**

30 Prioridad:

06.06.2014 US 201414298422

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

23.07.2020

73 Titular/es:

**OWENS-BROCKWAY GLASS CONTAINER INC.
(100.0%)**

**One Michael Owens Way
Perrysburg, OH 43551, US**

72 Inventor/es:

**GULLINKALA, TILAK;
SUNDARARAJAN, DESIKAN;
CLARK, TERENCE, J. y
MASTEK, WITOLD**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 775 005 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

Procedimiento y aparato para refinar vidrio fundido

La presente divulgación se refiere a un procedimiento según la reivindicación 13 y a un aparato según la reivindicación 1 para refinar vidrio.

5 Antecedentes y sumario de la divulgación

10 El vidrio a base de sílice, tal como vidrio de sílice, arena y sosa es frecuente en la fabricación de recipientes de vidrio y otros artículos. El vidrio fundido utilizado para realizar tales artículos está preparado, de manera convencional, fundiendo diversos materiales que forman vidrio en un horno o tanque a temperatura elevada. Durante este procedimiento, se producen gases (por ejemplo, SO₂, CO₂, H₂O, etc.) que pueden evolucionar y formar burbujas de gas o "semillas" dentro del vidrio fundido. El procedimiento de retirar burbujas de gas y/o gases disueltos del vidrio fundido se denomina "refinado" o "desgasificación".

15 El documento US 2.936.549 da a conocer un aparato para hacer vidrio que incluye un tanque de fusión, un tanque de trabajo o de recepción separado del tanque de fusión y medios para transportar el vidrio fundido en forma de una lámina de vidrio fundido desde un tanque hasta otro tanque de modo que el gas puede escaparse fácilmente del vidrio fundido durante su movimiento entre los tanques.

20 El documento 3.320.045 da a conocer un horno para la fabricación de cuarzo fundido que incluye un horno de tratamiento previo en comunicación con un horno de fusión en el que está contenida una fusión de cristales de cuarzo. La materia prima de cuarzo utilizada para formar la fusión se calienta en el horno de tratamiento previo a una temperatura más baja que la temperatura de fusión de la materia prima para retirar los gases disueltos de ahí. Después de eso, el cuarzo desgasificado se introduce en el horno de fusión y se distribuye sobre una superficie de la fusión.

El documento US 2009/0249834 da a conocer un método de retirada de inclusiones gaseosas de un líquido viscoso, en el que el líquido viscoso se hace pasar a través de una capa de partículas de filtro de modo que las inclusiones gaseosas se combinan o se unen dentro de la capa de partículas de filtro y forman inclusiones gaseosas mayores que suben hasta una superficie superior del líquido viscoso y se escapan de ahí.

25 Un objeto general de la divulgación, según un aspecto de la divulgación, es proporcionar un aparato para refinar vidrio fundido que fomenta la rápida liberación de burbujas de gas de ahí y de ese modo reduce el tiempo necesario para refinar el vidrio fundido, o el "tiempo de refinamiento".

La presente divulgación materializa un número de aspectos que pueden ser implementados por separado desde o en combinación entre ellos.

30 Un aparato para refinar vidrio fundido, según un aspecto de la divulgación, incluye: una carcasa y una guía colocada dentro de la carcasa. La carcasa tiene un eje longitudinal orientado verticalmente, un eje transversal perpendicular al eje longitudinal, una entrada en un extremo superior para recibir vidrio fundido y una salida en un extremo inferior para descargar vidrio fundido de ahí. La guía tiene una superficie de flujo sobre la que el vidrio fundido puede fluir entre la entrada y la salida de la carcasa. La superficie de flujo de la guía tiene un área superficial que es mayor que un área de sección transversal de la carcasa y, cuando se introduce un volumen de vidrio fundido en la carcasa, el volumen del vidrio fundido se distribuye sobre la superficie de flujo de la guía de modo que el área superficial del volumen del vidrio fundido aumenta y el grosor del volumen del vidrio fundido desciende.

35 Según otro aspecto de la divulgación, se proporciona un aparato para refinar vidrio fundido que incluye: una carcasa que tiene un eje longitudinal orientado verticalmente y un eje transversal perpendicular al eje longitudinal, una entrada en un extremo superior de la carcasa para recibir vidrio fundido, una salida en un extremo inferior de la carcasa para descargar vidrio fundido de la carcasa y una guía que se extiende, al menos parcialmente, a través de la carcasa. La guía dirige el vidrio fundido en una dirección generalmente aguas abajo a través de la carcasa y en una dirección paralela u oblicua en relación con el eje transversal de la carcasa de modo que el vidrio fundido que fluye desde el extremo superior hasta el extremo inferior de la carcasa se mueve en relación con el eje longitudinal de la carcasa. En algunas realizaciones, el vidrio fundido se dirige a través de la carcasa de modo que el vidrio fundido cruza en repetidas ocasiones el eje longitudinal de la carcasa. De acuerdo con la invención, el vidrio fundido es dirigido por la guía, de modo que el vidrio fundido pasa en repetidas ocasiones desde un lado del eje longitudinal de la carcasa hasta el otro, sin cruzar físicamente el eje longitudinal. Por ejemplo, el vidrio fundido puede ser dirigido de modo que el vidrio fundido gira en repetidas ocasiones alrededor del eje longitudinal de la carcasa. En otra realización, la guía puede incluir una serie de guías que dirigen el vidrio fundido a través de la carcasa de modo que el vidrio fundido cae en cascada sobre las guías sucesivamente.

50 Según aún otro aspecto de la divulgación, se proporciona un procedimiento para refinar vidrio fundido según la reivindicación 13.

Breve descripción de los dibujos

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

La figura 1 es una ilustración esquemática de una vista en sección lateral de un aparato para refinar vidrio fundido, según una realización de la divulgación;

5 la figura 2 es una ilustración esquemática de una vista en sección lateral de una parte de un aparato para refinar vidrio fundido, según otra realización de la divulgación;

la figura 3 es una ilustración esquemática de una vista en sección lateral de un aparato para refinar vidrio fundido, según aún otra realización de la divulgación;

10 la figura 4 es una ilustración esquemática de una vista en sección superior de un aparato para refinar vidrio fundido, según una cuarta realización de la divulgación;

la figura 5 es una vista en sección lateral de una parte del aparato ilustrado en la figura 4;

la figura 6 es una ilustración esquemática de una vista en sección superior de un aparato para refinar vidrio fundido, según una quinta realización de la divulgación;

la figura 7 es una vista en sección lateral de una parte del aparato ilustrado en la figura 6;

15 la figura 8 es una ilustración esquemática de una vista en sección lateral de una parte de un aparato para refinar vidrio fundido, según una sexta realización de la divulgación;

la figura 9 es una ilustración esquemática de una vista en sección lateral de un aparato para refinar vidrio fundido, según una séptima realización de la divulgación;

20 la figura 10 es una ilustración esquemática de una vista en sección lateral de una parte de un aparato para refinar vidrio fundido, según una octava realización de la divulgación;

la figura 11 es una vista en sección superior a escala ampliada del aparato de la figura 10;

la figura 12 es una vista fragmentaria a escala ampliada del aparato de la figura 10;

la figura 13 es una ilustración esquemática de una vista en sección superior de un aparato para refinar vidrio fundido, según una novena realización de la divulgación;

25 la figura 14 es una vista fragmentaria a escala ampliada del aparato de la figura 13;

la figura 15 es una ilustración esquemática de una vista en sección lateral de una parte de un aparato para refinar vidrio fundido, según una décima realización de la divulgación;

la figura 16 es una ilustración esquemática de una vista en sección lateral de un aparato para refinar vidrio fundido, según una undécima realización de la divulgación; y

30 la figura 17 es una ilustración esquemática de una vista en perspectiva de una parte de un aparato para refinar vidrio fundido, según una duodécima realización de la divulgación.

Descripción detallada

La figura 1 ilustra un aparato 10 según una realización de la presente divulgación para refinar vidrio fundido. El aparato 10 incluye una carcasa 12 que define un compartimento 14 interior y tiene un eje L longitudinal orientado verticalmente y un eje T transversal perpendicular al eje L longitudinal. El vidrio fundido no refinado se recibe en un extremo superior de la carcasa 12 y el vidrio fundido refinado se descarga desde un extremo inferior de la carcasa 12. La carcasa 12 incluye una entrada 16 a través de la que puede recibirse una corriente de vidrio fundido no refinado, una salida 18 a través de la que puede descargarse una corriente de vidrio fundido refinado y una pared 20 lateral que se extiende entre la entrada 16 y la salida 18 de la carcasa 12. En la realización ilustrada en la figura 1, la pared 20 lateral de la carcasa 12 es cilíndrica y la carcasa 12 tiene una sección transversal que tiene forma circular. En otras realizaciones, sin embargo, la sección transversal de la carcasa 12 puede tener diferentes formas. Por ejemplo, en otras realizaciones, la carcasa 12 puede tener una forma transversal poligonal o elíptica.

La carcasa 12 puede tener una longitud longitudinal medida a lo largo del eje L longitudinal del mismo y una anchura medida a lo largo del eje T transversal. La longitud de la carcasa 12 puede ser sustancialmente la misma que la anchura de la carcasa 12, o la carcasa 12 puede tener una longitud más grande que su anchura. En algunas realizaciones específicas, la longitud de la carcasa 12 puede estar en el intervalo de 1-5 metros y la anchura de la carcasa 12 puede estar en el intervalo de 1-5 metros. El tiempo de permanencia de un volumen de vidrio fundido que fluye a través de una carcasa 12 que tiene tales dimensiones puede estar en el intervalo de 1-12 horas, y una carcasa 12 de este tipo puede producir de aproximadamente 50 toneladas a aproximadamente 300 toneladas de vidrio fundido refinado al día.

El vidrio fundido se recibe en la entrada 16 de la carcasa 12 y se hace fluir sobre una o más guías 22 que tienen superficies 24 de flujo sobre las que el vidrio fundido puede fluir entre el extremo superior y el extremo inferior de la carcasa 12. En particular, las guías 22 dirigen el vidrio fundido en una dirección generalmente aguas abajo a través de la carcasa 12 mientras dirigen también el vidrio fundido en una dirección oblicua o paralela en relación con el eje T transversal de la carcasa 12. Además, las guías 22 dirigen el vidrio fundido de modo que el vidrio fundido se mueve en relación con el eje L longitudinal de la carcasa 12. Por ejemplo, el vidrio fundido puede atravesar, pasar y/o moverse por encima de, a lo largo de, a través de, en torno a, alrededor de, sobre o de un lado para otro en repetidas ocasiones con respecto al eje L longitudinal de la carcasa 12 a medida que el vidrio fundido fluye desde la entrada 16 hasta la salida 18 de la carcasa 12. En algunas realizaciones, esto puede significar que el vidrio fundido cruza el eje L longitudinal de la carcasa 12 a medida que fluye a través de la carcasa 12. Según la invención, el vidrio fundido pasa desde un lado del eje L longitudinal a otro sin cruzar físicamente el eje L longitudinal. Por ejemplo, el vidrio fundido puede moverse de un lado para otro dentro de la carcasa 12 a medida que fluye sobre las guías 22, o el vidrio fundido puede girar sobre el eje L longitudinal de la carcasa 12 a medida que fluye desde la entrada 16 a la salida 18 de la carcasa 12. Las guías 22 pueden tener una variedad de formas diferentes, incluyendo, por ejemplo, placas, bandejas, peldaños, repisas, deflectores y/o varillas, por nombrar algunos.

Cuando se introduce un volumen de vidrio fundido en la carcasa 12, el volumen del vidrio fundido se distribuye sobre las superficies 24 de flujo de las guías 22 de modo que el área superficial del volumen de vidrio fundido aumenta y el grosor del volumen de vidrio fundido disminuye. Por ejemplo, un volumen de vidrio fundido recibido en la entrada 16 de la carcasa 12 puede tener un área superficial en el intervalo de 0,01 metros cuadrados a cinco metros cuadrados y un grosor en el intervalo de 0,5 cm a 100 cm. Sin embargo, después de que el volumen del vidrio fundido se ha distribuido sobre las superficies 24 de flujo de las guías 22, el volumen de vidrio fundido puede tener un área superficial en el intervalo de 0,5 metros cuadrados a 20 metros cuadrados y un grosor en el intervalo de 0,5 cm a 35 cm, que representa un aumento de 1 a 2000 veces en área superficial y un descenso de 1 a 100 veces en grosor. Tal como se utiliza en el presente documento, el "grosor" del vidrio fundido se refiere a la altura o nivel del vidrio fundido sobre la una o más superficies 24 de flujo de la una o más guías 22. La reducción del grosor del volumen del vidrio fundido permite que las burbujas de gas que están disueltas o atrapadas dentro del vidrio fundido asciendan a una superficie libre del mismo y escapen del vidrio fundido en un periodo de tiempo relativamente corto. En consecuencia, la velocidad a la que el vidrio fundido fluye a través de la carcasa 12 se controla de modo que el compartimento 14 nunca está completamente lleno de o anegado con vidrio fundido. Más específicamente, la velocidad a la que el vidrio fundido fluye a través de la carcasa 12 se controla de modo que el vidrio fundido que fluye sobre las superficies 24 de flujo de las guías 22 tiene una superficie libre.

El área superficial de flujo general de las guías 22 es relativamente grande en comparación con el área transversal de la carcasa 12, que permite que el vidrio fundido fluya a través de la carcasa 12 para distribuirse sobre un área superficial relativamente grande en un espacio que tiene un volumen relativamente pequeño. Por ejemplo, la carcasa 12 puede tener un área de sección transversal de entre 0,5 m² y 20 m² y el área superficial de flujo general de las guías 22 puede ser de entre 50 m² y 500 m².

El aparato 10 ilustrado en la figura 1 incluye una serie de guías 22 que están separadas entre sí a lo largo del eje L longitudinal de la carcasa 12. Las guías 22 se extienden, al menos parcialmente a través de la carcasa 12. Esto es, las guías 22 se extienden desde un lado de la carcasa 12 a través del eje L longitudinal de la carcasa 12, pero las guías 22 no se extienden totalmente a lo largo de la carcasa 12. Las guías 22 ilustradas en la figura 1 se extienden en una dirección aguas abajo en un ángulo oblicuo en relación con el eje T transversal de la carcasa 12. Sin embargo, en otras realizaciones, algunas o todas las guías 22 pueden extenderse en una dirección sustancialmente paralela al eje T transversal de la carcasa 12. En algunas realizaciones, las guías 22 pueden extenderse en un ángulo aguas abajo en el intervalo de cero grados a 30 grados desde el eje T transversal de la carcasa 12 y pueden estar separadas entre sí a distancias en el intervalo de 3-25 pulgadas. En algunas realizaciones específicas, las guías 22 pueden extenderse en un ángulo aguas abajo en el intervalo de 2-3 grados desde el eje T transversal del compartimento 14.

En la realización ilustrada en la figura 1, las guías 22 están dispuestas de manera alternativa en lados opuestos de la carcasa 12, de modo que las guías 22 se superponen entre sí a lo largo del eje L longitudinal de la carcasa 12. Como tal, cuando se recibe el vidrio fundido en un extremo 26 superior de una de las guías 22, el vidrio fundido fluye a través de la guía 22 hacia el extremo 28 aguas abajo de la guía 22, y después cae desde un borde 30 libre de la guía 22 en el extremo 26 aguas arriba de la siguiente guía 22 inferior. Además, a medida que el vidrio fundido fluye desde una guía 22 a la siguiente, el vidrio fundido se desvía en repetidas ocasiones en direcciones transversales opuestas de modo que el vidrio fundido cae en cascada desde una guía 22 a otra y hace una trayectoria en zigzag a través de la carcasa 12.

Un sistema 32 de evacuación y bomba de vacío puede estar en comunicación de fluidos con el aparato 10 para crear un ambiente de presión subatmosférica dentro de la carcasa 12. El descenso de la presión atmosférica dentro de la carcasa 12 puede ayudar a aumentar la velocidad a la que las burbujas de gas se retiran del vidrio fundido a medida que fluye sobre las guías 22 y a través de la carcasa 12. Adicionalmente, el sistema 32 de evacuación y bomba de vacío puede ayudar a mantener un ambiente de baja presión adecuado dentro de la carcasa 12 trasvasando continuamente gases que se liberan del vidrio fundido a medida que fluye a través de la carcasa 12. Puede proporcionarse un puerto 34 de vacío en la carcasa 12 para retirar o evacuar gases de ahí.

Durante el funcionamiento, el vidrio fundido puede recibirse en la entrada 16 de la carcasa 12 y puede pasar a través de varias fases o áreas a medida que fluye hacia la salida 18 de la carcasa 12, estando caracterizada cada área por diferentes procedimientos variables. Por ejemplo, pueden variarse de manera intencional la temperatura y la presión en diferentes ubicaciones dentro de la carcasa 12 para crear diferentes áreas de temperatura y presión dentro de la carcasa 12. Como otro ejemplo, los ángulos de inclinación y la separación entre las guías 22 puede ser diferente en un área de la carcasa 12 en comparación con otra, y estas áreas diferentes pueden definir diferentes áreas dentro de la carcasa 12.

Las figuras 2-17 ilustran realizaciones adicionales de aparatos para refinar vidrio fundido. Estas realizaciones son similares en varios aspectos a la realización ilustrada en la figura 1, y los números similares entre las realizaciones designan, generalmente, elementos correspondientes o similares en la totalidad de las diversas vistas de las figuras de dibujo. En consecuencia, las descripciones de las realizaciones se incorporan una dentro de la otra y, generalmente, puede no repetirse en el presente documento la descripción del contenido común a las realizaciones.

Haciendo ahora referencia a la figura 2, alguna o todas las guías 22 pueden tener extensiones 36 situadas en sus extremos 28 aguas abajo que pueden ayudar a guiar el vidrio fundido desde una guía 22 hasta la siguiente guía 22 inferior dentro de la carcasa 12. Adicionalmente, las extensiones 36 pueden ayudar a aumentar la laminaridad del flujo de vidrio fundido, por ejemplo, evitando que las burbujas se incorporen al vidrio fundido a medida que fluye desde una guía 22 hasta otra. Las extensiones 36 pueden extenderse desde los extremos 28 aguas abajo de las guías 22 en una dirección paralela al eje L longitudinal de la carcasa 12 o las extensiones 36 pueden estar inclinadas ligeramente hacia el interior o hacia el exterior desde los extremos 28 aguas abajo de las guías 22.

Haciendo ahora referencia a la figura 3, algunas o todas las guías 22 pueden incluir barreras 38 a lo largo de sus superficies 24 de flujo, lo que puede ayudar a mantener un nivel generalmente uniforme de vidrio fundido sobre las superficies 24 de flujo de las guías 22. Las guías 22 también pueden incluir calentadores 40 para proporcionar calor al vidrio fundido a medida que fluye sobre las guías. Los calentadores 40 pueden incluir cualquier fuente de calor adecuada, y pueden estar incorporados en, montados bajo o llevados de otra manera por las guías 22. En la realización ilustrada en la figura 3, los calentadores 40 están colocados por debajo de las superficies 24 de flujo de las guías 22. Los calentadores 40 pueden ayudar a ajustar y/o controlar la temperatura del vidrio fundido a medida que fluye a través de la carcasa 12, por ejemplo, de modo que el vidrio fundido muestra una temperatura adecuada para el refinado. Adicionalmente, los calentadores 40 pueden ayudar a controlar la velocidad a la que se enfría el vidrio fundido a medida que fluye a través de la carcasa 12 de modo que el vidrio fundido muestra una temperatura adecuada para su uso en operaciones de formación posterior en el momento en el que alcanza la salida 18 de la carcasa 12.

Tal como se ilustra en las figuras 4 y 5, el aparato 10 puede incluir también quemadores 42 que pueden calentar el vidrio fundido a medida que fluye a través de la carcasa 12. Los quemadores 42 pueden estar colocados en diversas ubicaciones dentro de la carcasa 12, y pueden estar colocados de modo que los quemadores 42 se extienden desde la pared 20 lateral de la carcasa 12 en el compartimento. Los calentadores 40, los quemadores 42, o ambos pueden formar parte de un sistema de calefacción que proporciona una cantidad controlada de calor al vidrio fundido que fluye a través de la carcasa 12.

Tal como se ilustra en las figuras 6 y 7, el aparato 10 también puede incluir un sistema 44 de ventilación para ventilar aire y/u otros gases fuera de la carcasa 12. El sistema 44 de ventilación puede incluir un conducto 46 con aberturas 48 a través del cual el aire y/u otros gases pueden salir de la carcasa 12. El conducto 46 puede extenderse a lo largo de la pared 20 lateral de la carcasa 12. El sistema 32 de evacuación y bomba de vacío, el sistema 44 de ventilación, el sistema de calefacción, o una combinación de los mismos puede formar parte de un sistema de gestión general que controla la temperatura y/o la presión en diversas ubicaciones dentro de la carcasa 12.

Haciendo referencia a las figuras 8, el aparato 10 también puede incluir uno o más vibradores 50 para añadir energía de vibración, por ejemplo, energía sónica, al vidrio fundido a medida que fluye sobre las guías 22. Añadir energía de vibración al vidrio fundido puede fomentar cavitaciones, que pueden hacer que las burbujas de gas que están disueltas o atrapadas dentro del vidrio fundido choquen, se rompan y/o se unan de modo que las burbujas de aire pueden subir a una superficie libre del vidrio fundido y escapar de la misma en un periodo de tiempo relativamente corto. Añadir energía de vibración al vidrio fundido puede lograrse añadiendo energía de vibración a una o más de las guías 22, por ejemplo, acoplando los vibradores 50 a las guías 22. Por ejemplo, los vibradores 50 pueden ser transportados por las guías 22, montados en o bajo las guías 22 y/o incorporados en las guías 22. En la realización ilustrada en la figura 8, los vibradores 50 están colocados a lo largo de la pared 20 lateral de la carcasa 12 y están acoplados a los extremos 26 aguas arriba de las guías 22. Los vibradores 50 adecuados para impartir energía de vibración al vidrio fundido que fluye a través de la carcasa 12 pueden incluir accionadores, generadores de onda acústica o bocinas sónicas, también conocidas como bocinas acústicas.

Tal como se ilustra en la figura 9, los vibradores 50' pueden estar acoplados a las guías 22 a lo largo del eje L longitudinal de la carcasa 12. En esta realización, un elemento 25 de entrada se extiende a través de la carcasa 12 a lo largo del eje L longitudinal de la carcasa 12. El elemento 25 de entrada puede estar acoplado a los vibradores 50' de modo que permite que los vibradores 50' sean accionados por el elemento 52 de entrada. Por ejemplo, los vibradores 50' pueden estar configurados para impartir energía de vibración a las guías 22 tras recibir energía de vibración o una señal del elemento 52 de entrada. El elemento 52 de entrada puede incluir un tubo, o cualquier otro dispositivo

adecuado que puede utilizarse para activar los vibradores 50' o impartir de otra manera energía de vibración a los vibradores 50' y/o las guías 22.

5 Haciendo ahora referencia a las figuras 10-12, pueden colocarse varios vibradores 50" separados en relación con uno al otro a lo largo de las superficies 24 de flujo de las guías 22. En esta disposición, el vidrio fundido puede fluir a través de una de las guías 22, desde el extremo 26 aguas abajo al extremo 28 aguas abajo del mismo, y puede caer desde el borde 30 libre de la guía 22 sobre el extremo 22 aguas arriba de la siguiente guía 22 más baja. Si varios vibradores 50" están colocados a lo largo de la superficie 24 de flujo de la guía 22, el vidrio fundido puede fluir sobre los vibradores 50" a medida que fluye a través de la guía 22. La intensidad y frecuencia de energía de los vibradores 50" puede ajustarse en respuesta al grosor y/o la viscosidad del vidrio fundido que fluye sobre las guías 22. Por ejemplo, pueden transmitirse vibraciones de intensidad y frecuencia más altas a las guías 22 si se necesita compensar más espesos o más flujos de vidrio fundido, y viceversa.

15 Las figuras 13 y 14 ilustran un aparato 110 para refinar vidrio fundido, según otra realización de la divulgación. El aparato 110 incluye una carcasa 112 que define un compartimento 114 interior y guías 122 que se extienden por completo a través de la carcasa 112. Las guías 122 tienen superficies 124 de flujo sobre las que puede fluir el vidrio fundido. Las guías 122 pueden incluir ranuras 154 entre sus extremos 126, 128 aguas arriba y aguas abajo de modo que el vidrio fundido puede fluir desde una guía 122 hasta por las ranuras 154. En tal caso, cuando se recibe el vidrio fundido en un extremo 126 superior de una de las guías 122, el vidrio fundido puede fluir a través de la guía 122 hacia el extremo 128 aguas abajo de la guía 122, y después puede caer a través de la ranura 154 en la guía 122 en el extremo 126 aguas arriba de la siguiente guía 122 inferior. Estos tipos de guías 122 también pueden permitir espuma en la superficie del vidrio fundido para recoger en los extremos 128 aguas abajo de las guías 122 de modo que la espuma se descrema y se separa del vidrio fundido a medida que fluye a través de la carcasa 112.

25 La figura 15 ilustra una parte de un aparato 210 para refinar vidrio fundido, según otra realización de la divulgación. El aparato 210 incluye una carcasa 212 que define un compartimento 214 interior y alterna guías 222A, 222B primera y segunda. Las guías 222A, 222B primera y segunda tienen superficies 224A, 224B de flujo primera y segunda sobre las que puede fluir el vidrio fundido. Las guías 222A, 222B primera y segunda proporcionan diferentes tipos de pasillos a través de los que puede fluir el vidrio fundido. Por ejemplo, la guía 222A primera puede incluir un pasillo 256 central y la guía 222B segunda puede estar definida por uno o más pasillos 258 periféricos. En esta disposición, el vidrio fundido puede fluir a través del pasillo 256 central de la guía 222A primera, sobre la superficie 224B de flujo de la guía 222B segunda y luego sobre uno o más bordes 230B libres de la guía 222B segunda a la siguiente guía 222A más baja. Las guías 222A, 222B primera y segunda pueden ser estructuras unitarias o segmentadas, que pueden estar o no unidas a la pared 220 lateral de la carcasa 12. En algunas realizaciones, la guía 222A primera puede tener forma de anillo y la guía 222B segunda puede tener forma de disco, siendo tales las dimensiones relativas de las guías 222A, 222B primera y segunda que la guía 222B segunda y el pasillo 256 central de la guía 222A primera están en relación de superposición cuando se ve junto al eje L longitudinal del compartimento 214.

35 La figura 16 ilustra un aparato 310 para refinar vidrio fundido, según aún otra realización de la divulgación. El aparato 310 incluye una carcasa 312 que define un compartimento 314 interior que tiene un eje L longitudinal orientado verticalmente y un eje T transversal perpendicular al eje L longitudinal. El vidrio fundido no refinado se recibe en un extremo superior del compartimento 314 y el vidrio fundido refinado se descarga desde un extremo inferior del compartimento 314. La carcasa 312 incluye una entrada 316 a través de la que puede recibirse una corriente de vidrio fundido no refinado, una salida 318 a través de la que puede descargarse una corriente de vidrio fundido refinado y una pared 320 lateral que se extiende entre la entrada 316 y la salida 318 de la carcasa 312. En esta realización, el vidrio fundido se recibe en la entrada 316 de la carcasa 312 y se distribuye sobre una guía 322 helicoidal.

45 La guía 322 helicoidal proporciona una superficie 324 de flujo sobre la que el vidrio fundido puede fluir entre el extremo superior y el extremo inferior del compartimento 314. El vidrio fundido es dirigido a través del compartimento 314 por la guía 322 de modo que fluye en una dirección generalmente aguas abajo a través del compartimento 314 y en una dirección oblicua en relación con el eje T transversal de la carcasa 12. Más específicamente, el vidrio fundido es dirigido por la guía 322 helicoidal de modo que gira alrededor del eje L longitudinal del compartimento 314 en la forma de una espiral. La guía 322 helicoidal puede ser llevada por un eje 360 central que puede extenderse a lo largo del eje L longitudinal del compartimento 314.

50 El aparato 310 también puede incluir un sistema 332 de evacuación y bomba de vacío con un puerto 334 de vacío para crear un ambiente de presión subatmosférica dentro de la cámara 314. Pueden colocarse uno o más calentadores y/o vibradores dentro del compartimento 314 para proporcionar calor o energía de vibración al vidrio fundido a medida que fluye sobre la guía 322 helicoidal. También pueden colocarse una o más barreras a lo largo de la superficie 324 de flujo de la guía 322 helicoidal para ayudar a mantener un nivel deseado de vidrio fundido sobre la guía 322 helicoidal y/o para ayudar a dirigir el flujo de vidrio fundido sobre la guía 322.

60 En la realización ilustrada en la figura 16, se introduce una corriente continua de vidrio fundido en el aparato 310 permitiendo que una cantidad controlada de vidrio fundido fluya continuamente desde un cuerpo de vidrio fundido mantenido dentro de un horno 362 de fusión de vidrio en el compartimento 314. El cuerpo de fibra de vidrio puede tener una superficie libre situada sobre el extremo aguas arriba del compartimento 314 de modo que el vidrio fundido puede fluir desde el horno 362 al compartimento 314. Un dispositivo 364 de control de flujo puede colocarse en la trayectoria

de flujo del vidrio fundido, aguas arriba de la entrada 316, para regular la cantidad de vidrio fundido que entra en el compartimento 314. El dispositivo 364 de control de flujo puede ayudar también a disipar o reducir la cantidad de espuma en la superficie del vidrio fundido que entra en el compartimento 314.

5 La figura 17 ilustra un aparato 410 para refinar vidrio fundido, según otra realización de la divulgación. El aparato 410 incluye una carcasa 412 que define un compartimento 414 interior que tiene un eje L longitudinal orientado verticalmente y un eje T transversal perpendicular al eje L longitudinal. El vidrio fundido no refinado se recibe en un extremo superior del compartimento 414 y se distribuye sobre una serie sucesiva de guías 422 que se extienden hacia fuera radialmente desde un eje 460 central. En esta realización, la dirección de flujo del vidrio fundido cambia a medida que fluye desde una guía 422 hasta otra. En otras realizaciones, sin embargo, algunas o todas las guías 422 pueden estar dispuestas de modo que el vidrio fundido cae en cascada desde una guía 422 hasta otra mientras que una trayectoria generalmente recta fluye a través del compartimento 414.

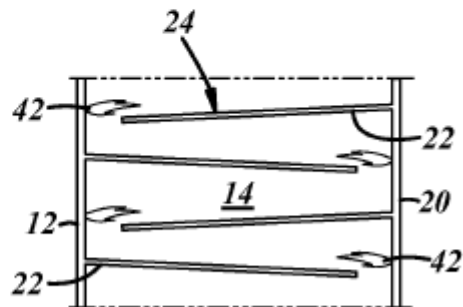
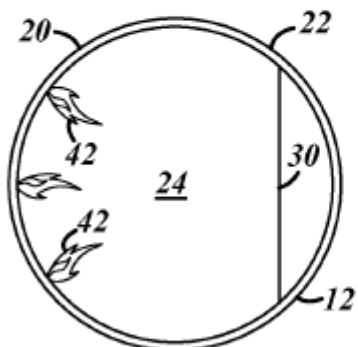
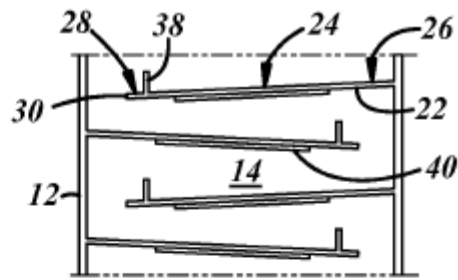
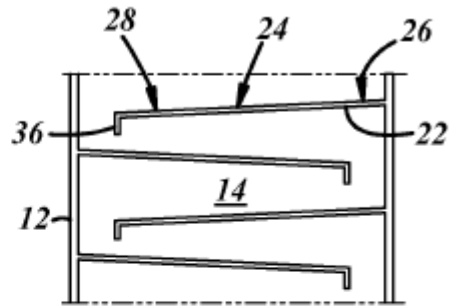
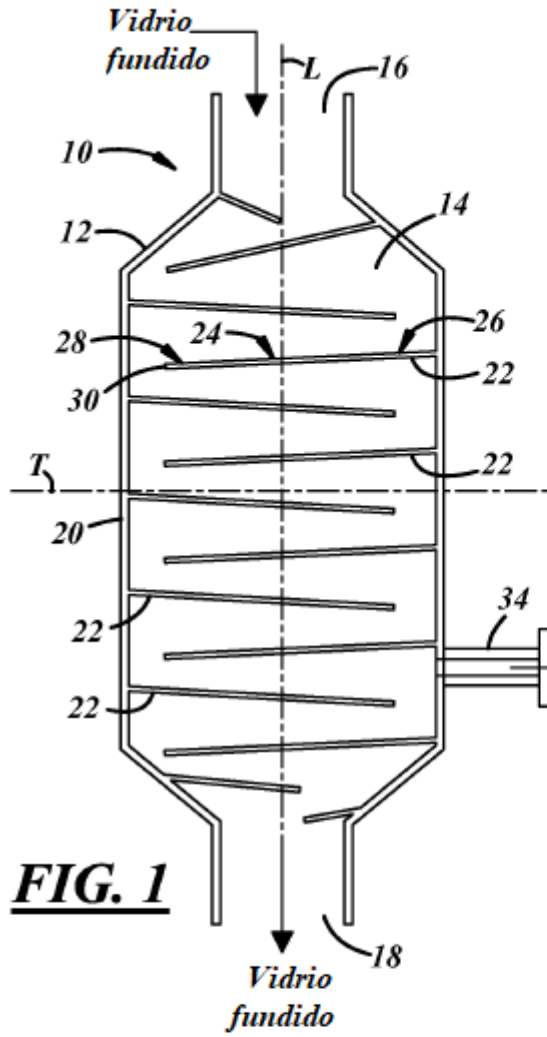
10 El procedimiento y aparato para refinar vidrio fundido dado a conocer en el presente documento puede utilizarse para refinar diversas composiciones de vidrio a base de sílice así como composiciones precursoras de vidrio, y pueden estar retroadaptados o incorporados en diversos procedimientos de fabricación de vidrio y diversos diseños de horno de vidrio incluyendo, pero indudablemente sin limitarse a, los procedimientos de fabricación de vidrio ilustrativo y diseños de horno de vidrio mostrados en los dibujos y descritos en el presente documento. Por ejemplo, el procedimiento y aparato dado a conocer en el presente documento puede utilizarse para refinar vidrio fundido que ha sido fundido en un fundidor de inducción a vacío, un fundidor de combustión sumergido o cualquier otro horno de fusión adecuado.

15 Por tanto, se ha dado a conocer un procedimiento y un aparato para refinar una corriente de vidrio fundido que satisface por completo uno o más de los objetos y fines expuestos previamente. La divulgación se ha presentado juntamente con varias realizaciones ilustrativas y se han discutido modificaciones y variaciones adicionales.

REIVINDICACIONES

1. Aparato (10, 110, 210, 310, 410) para refinar vidrio fundido que incluye:
- una carcasa (12, 112, 212, 312, 412) que define un compartimento (14, 114, 214, 314, 414) interno y que tiene un eje (L) longitudinal orientado verticalmente y un eje (T) transversal perpendicular a dicho eje longitudinal;
- 5 una entrada (16, 316) en un extremo superior de dicha carcasa para recibir vidrio fundido de un horno de fusión de vidrio colocado aguas arriba de dicha carcasa;
- una salida (18, 318) en un extremo inferior de dicha carcasa para descargar vidrio fundido desde dicha carcasa; y
- una guía (22, 122, 222A, 222B, 322, 422) para dirigir el vidrio fundido en una dirección aguas abajo a través de dicho compartimento interior de dicha carcasa, extendiéndose dicha guía al menos parcialmente a través de dicho
- 10 compartimento interno en una dirección oblicua o paralela en relación con dicho eje transversal de dicha carcasa,
- en el que dicha guía está construida y dispuesta de modo que el vidrio fluido que fluye a través de dicho compartimento interior de dicha carcasa (i) cruza repetidamente dicho eje longitudinal de dicha carcasa, o (ii) pasa repetidamente desde un lado de dicho eje longitudinal de dicha carcasa al otro, sin cruzar dicho eje longitudinal, o (iii) se mueve repetidamente hacia y hacia fuera de dicho eje longitudinal de dicha carcasa.
- 15 2. Aparato expuesto en la reivindicación 1 en el que dicha guía incluye una serie de guías (22, 122, 222a, 222B, 422) que dirigen el vidrio fundido a través de dicha carcasa de modo que el vidrio fundido cae en cascada sobre dichas guías en sucesión.
3. Aparato expuesto en la reivindicación 1 en el que dicha guía tiene una superficie de flujo (24, 124, 224A, 224B, 324) sobre la que puede fluir el vidrio fundido entre dicha entrada y dicha salida de dicha carcasa, teniendo dicha superficie de flujo un área superficial que es más grande que un área en sección transversal de dicho compartimento interno de
- 20 dicha carcasa, en el que cuando se introduce un volumen de vidrio fundido en dicha carcasa, el volumen del vidrio fundido se distribuye sobre dicha superficie de flujo de dicha guía de modo que el área superficial del volumen del vidrio fundido aumenta y el grosor del volumen del vidrio fundido desciende.
4. Aparato expuesto en la reivindicación 3 en el que dicha superficie (324) de flujo de dicha guía (322) se extiende continuamente desde dicho extremo superior hasta dicho extremo inferior de dicha carcasa, y/o en el que dicha superficie (324) de flujo de dicha guía (322) sigue una trayectoria helicoidal entre dicho extremo superior y dicho extremo inferior de dicha carcasa.
- 25 5. Aparato expuesto en la reivindicación 1 en el que dicha guía incluye una serie de guías (22, 122, 222A, 222B, 422) que se extienden cada una al menos parcialmente a través de dicho compartimento interno de dicha carcasa en una dirección oblicua o paralela en relación con dicho eje transversal de dicha carcasa, y en el que dicha serie de guías tiene superficies de flujo que están separadas entre sí a lo largo de dicho eje longitudinal de dicha carcasa.
- 30 6. Aparato expuesto en la reivindicación 5 en el que dicha serie de guías (22, 122) están dispuestas alternativamente en lados opuestos de dicha carcasa de modo que dichas superficies (24, 124) de flujo de dichas guías se superponen entre sí a lo largo de dicho eje longitudinal de dicha carcasa.
- 35 7. Aparato expuesto en la reivindicación 1 en el que
- dicha guía incluye una barrera (38) a lo largo de dicha superficie de flujo para mantener un nivel sustancialmente uniforme de vidrio fundido en ella, y/o
 - una superficie de flujo de dicha guía (322, 422) que se extiende hacia fuera radialmente desde dicho eje longitudinal de dicha carcasa, y/o una superficie de flujo de dicha guía (22, 122, 222A) que se extiende hacia el interior radialmente
- 40 desde una pared lateral de dicha carcasa, y/o
- un cuerpo de vidrio fundido está mantenido dentro de dicho horno de fusión de vidrio que tiene una superficie libre situada sobre dicho extremo superior de dicha carcasa.
8. Aparato expuesto en la reivindicación 1 que incluye:
- un sistema (32, 332) de evacuación y bomba de vacío acoplado a dicho compartimento interior de dicha carcasa para
- 45 crear un ambiente de presión subatmosférica dentro de dicho alojamiento interior de dicha carcasa, y/o
- calentadores (40) que suministran calor a dicho compartimento de dicha carcasa; y
- vibradores (50) que añaden energía de vibración a dicha guía.
9. Aparato expuesto en la reivindicación 1 en el que dicha carcasa tiene una longitud medida a lo largo de dicho eje longitudinal y una anchura medida a lo largo de dicho eje transversal, y en el que dicha longitud de dicha carcasa es
- 50 sustancialmente la misma que dicha anchura.

- 5 10. Aparato expuesto en la reivindicación 1 en el que dicha guía incluye una guía superior primera que se extiende parcialmente a través de dicho compartimento interior de dicha carcasa y una guía inferior segunda que se extiende parcialmente a través de dicho compartimento interior de dicha carcasa, y en el que dicha guía superior primera y dicha guía inferior segunda están colocadas en lados opuestos de dicha carcasa de modo que el vidrio fundido puede fluir desde un extremo (26) aguas arriba hasta un extremo (28) aguas abajo de dicha guía superior primera, y puede caer desde un borde (30) libre de dicha guía superior primera en un extremo aguas arriba de dicha guía inferior segunda.
- 10 11. Aparato expuesto en la reivindicación 1 en el que dicha guía incluye una guía superior primera que se extiende completamente a través de dicho compartimento interior de dicha carcasa y una guía inferior segunda que se extiende completamente a través de dicho compartimento interior de dicha carcasa, y en el que dicha guía superior primera incluye una ranura (154) de modo que el vidrio fundido puede fluir desde un extremo aguas arriba hacia un extremo aguas abajo de la misma, y puede caer a través de dicha ranura en un extremo aguas arriba de dicha guía inferior segunda.
- 15 12. Aparato expuesto en la reivindicación 1 en el que dicha guía incluye una serie de guías (222A, 222B) primera y segunda alternas, extendiéndose dicha guía primera a lo largo de una pared (220) lateral de dicha carcasa y teniendo un pasillo (256) central a través del que puede fluir el vidrio fundido desde dicha guía primera en dicha guía segunda, y en el que una periferia de dicha guía segunda está separada de dicha pared lateral de dicha carcasa de modo que el vidrio fundido puede caer desde dicha periferia de dicha guía segunda en dicha guía primera.
- 20 13. Procedimiento para refinar vidrio fundido que incluye:
- (a) recibir vidrio fundido en un extremo superior de una carcasa (12, 112, 212, 312, 412) que tiene un eje (L) longitudinal orientado verticalmente y un eje (T) transversal perpendicular al eje longitudinal de la carcasa;
- (b) introducir el vidrio fundido en un compartimento (14, 114, 214, 314, 414) interior definido por dicha carcasa;
- 25 (c) hacer fluir el vidrio fundido sobre una guía (22, 122, 222A, 222B, 322, 422) que se extiende al menos parcialmente a través del compartimento interior de la carcasa de modo que el vidrio fundido fluye en una dirección aguas abajo a través de la carcasa y (i) cruza repetidamente el eje longitudinal de la carcasa, o (ii) pasa repetidamente desde un lado del eje longitudinal de la carcasa hasta otro, sin cruzar físicamente el eje longitudinal; y
- (d) descargar el vidrio fundido desde un extremo inferior de la carcasa.
- 30 14. Procedimiento expuesto en la reivindicación 13 en el que dicha etapa (c) incluye distribuir un volumen de vidrio fundido sobre una superficie de flujo de la guía de modo que la área superficial del volumen de vidrio fundido aumenta y el grosor del volumen del vidrio fundido desciende, y/o en el que dicha etapa (c) incluye hacer fluir el vidrio fundido sobre una serie de guías (22, 122, 222A, 222B, 322, 422) de modo que el vidrio fundido cae en cascada sobre las guías en sucesión, y/o en el que dicha etapa (c) incluye hacer fluir el vidrio fundido sobre una superficie (324) de flujo continua de modo que el vidrio fundido gira alrededor del eje longitudinal de la carcasa.
- 35 15. Procedimiento expuesto en la reivindicación 13 en el que dicha etapa (c) incluye:
- (i) hacer fluir el vidrio fundido sobre una guía superior primera en una dirección paralela u oblicua primera al eje transversal de la carcasa de modo que el vidrio fundido cruza el eje longitudinal de la carcasa; y después
- (ii) hacer fluir el vidrio fundido sobre una guía inferior segunda en una dirección opuesta segunda paralela u oblicua al eje transversal de la carcasa de modo que el vidrio fundido cruza el eje longitudinal de la carcasa.
- 40 16. Procedimiento expuesto en la reivindicación 15 en el que la guía superior primera incluye una superficie de flujo primera y la guía inferior segunda incluye una superficie de flujo segunda, y en el que dicha etapa (c) incluye:
- hacer fluir el vidrio fundido sobre la superficie de flujo primera de la guía superior primera; y después
- hacer fluir el vidrio fundido sobre la superficie de flujo segunda de la guía inferior segunda,
- 45 en el que las superficies de flujo primera y segunda de las guías primera y segunda están distanciadas entre sí a lo largo del eje longitudinal de la carcasa de modo que el vidrio fundido fluye desde un extremo aguas arriba hacia un extremo aguas abajo de la guía superior primera y después cae desde la guía superior primera en un extremo aguas arriba de la guía inferior segunda.



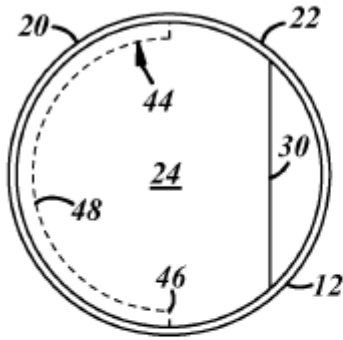


FIG. 6

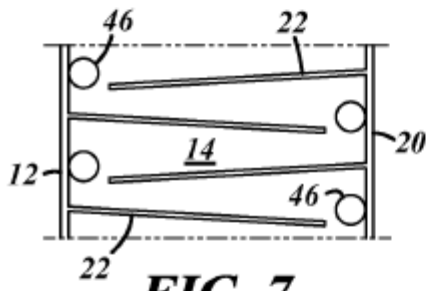


FIG. 7

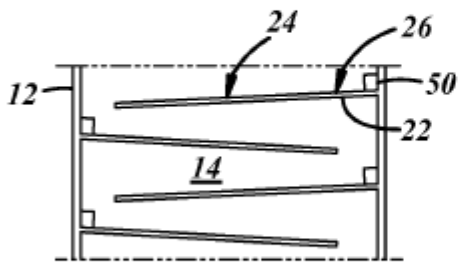


FIG. 8

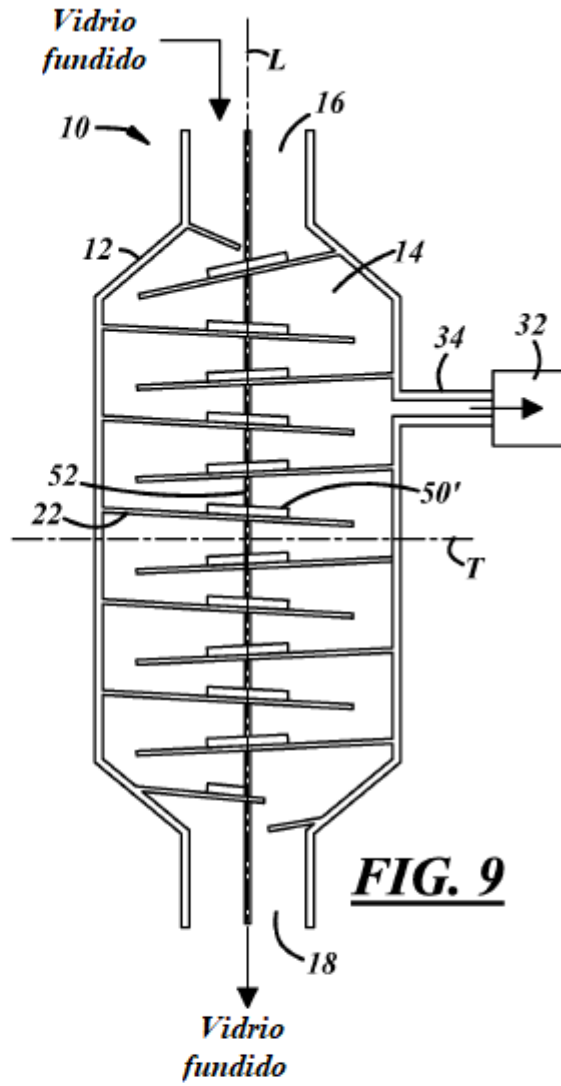


FIG. 9

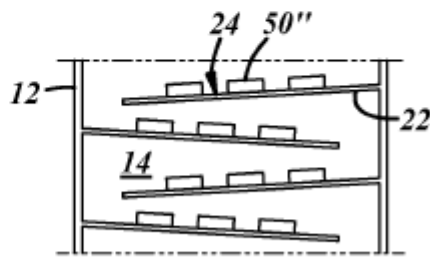


FIG. 10

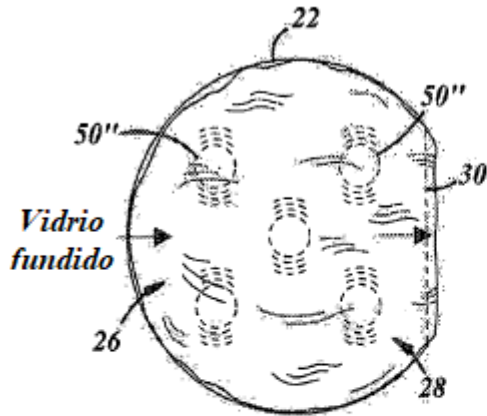


FIG. 11

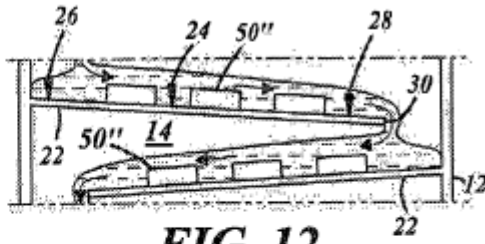


FIG. 12

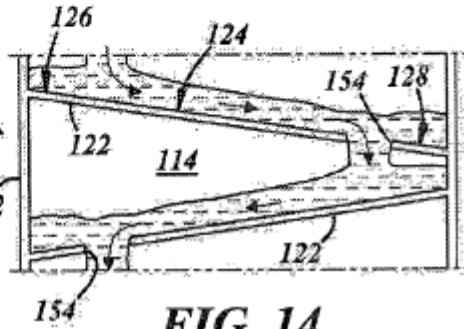


FIG. 14

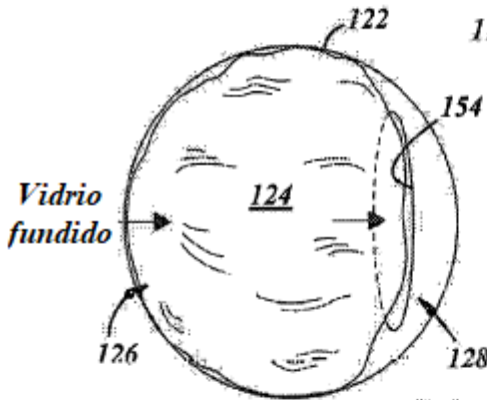


FIG. 13

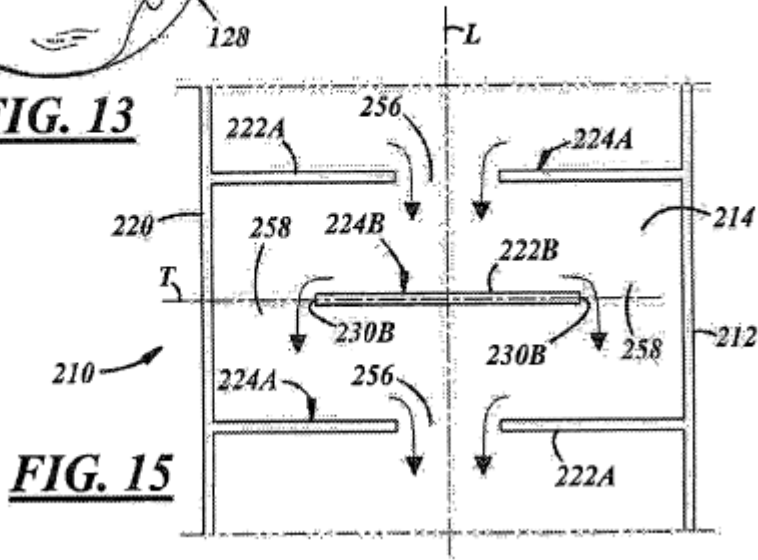


FIG. 15

