

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 978 919**

51 Int. Cl.:

**C03B 5/225** (2006.01)

**C03B 5/187** (2006.01)

**C03B 5/18** (2006.01)

**C03B 5/20** (2006.01)

**C03B 5/26** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.02.2014 PCT/US2014/017104**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.09.2014 WO14133842**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.02.2014 E 14707308 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2024 EP 2961699**

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

30 Prioridad:

**01.03.2013 US 201313782638**

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

**23.09.2024**

73 Titular/es:

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

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

72 Inventor/es:

**HOWSE, TERENCE K.G. y  
WANG, ZHONGMING**

74 Agente/Representante:

**DEL VALLE VALIENTE, Sonia**

**ES 2 978 919 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

Proceso y aparato para refinar vidrio fundido

- 5 La presente descripción se refiere a un proceso y a un aparato para refinar vidrio fundido y, en particular, a un proceso y a un aparato para eliminar continuamente las inclusiones gaseosas de una corriente fluida de vidrio fundido.

**Antecedentes y resumen de la descripción**

- 10 El vidrio a base de sílice, tal como el vidrio de sosa-cal-sílice, es frecuente en la fabricación de recipientes de vidrio y otros artículos. El vidrio fundido usado para fabricar tales artículos se prepara convencionalmente fundiendo diversos materiales formadores de vidrio en un horno o tanque a temperatura elevada. El vidrio fundido resultante normalmente contiene inclusiones gaseosas, por ejemplo, "ampollas", "burbujas" o "semillas", que deben eliminarse. El proceso de eliminar las inclusiones gaseosas del vidrio fundido se denomina "refinación" y, convencionalmente, implica el calentamiento continuo del vidrio fundido a altas temperaturas y durante largos periodos de tiempo para permitir que las inclusiones gaseosas suban gradualmente a la superficie del vidrio fundido y escapen. Este proceso es indeseablemente lento y requiere un aporte de alta energía para mantener el vidrio fundido a una temperatura adecuadamente alta.

- 20 El documento US 2002/062664 A1 proporciona un método y un método para refinar un vidrio que se derrite con un vacío generado por encima de la superficie de un flujo de vidrio. El refinación puede mejorarse porque el flujo de vidrio se conduce hacia arriba de forma secuencial a través de varias cámaras de vacío, y la presión en las cámaras de vacío sucesivas se reduce cada vez más en relación con la presión atmosférica. El documento JP S6237678 A también se refiere a una instalación de refinación continua para fundir y refinar una masa fundida que contiene vidrio, acero, cobre y similares a presión reducida. El horno de fusión está diseñado para mantener la parte de fusión y refinación del horno de fusión a alta temperatura durante mucho tiempo a fin de eliminar el contenido de gas contenido en el vidrio. El documento JP S57149839 A describe un aparato para alimentar vidrio fundido altamente desespumado y refinación a una sección de hilatura mediante la disposición de una sección de fusión, una sección de desespumación y una sección de hilatura en una línea con una pared divisoria en el medio. La sección antiespumante está formada por gargantas y vertederos descendentes.

- 35 El documento US 2936549 A proporciona otro aparato para su uso en la fabricación de vidrio, que incluye medios de conversión para convertir materiales formadores de vidrio en vidrio fundido que contiene gas, medios de recepción para recibir vidrio fundido sustancialmente exento de gas y medios de transporte conectados operativamente con los medios de conversión y con los medios de recepción. Los medios de transporte incluyen una superficie de soporte adaptada para soportar una película de vidrio fundido que fluye desde los medios de conversión hasta los medios de recepción, por lo que el gas puede escapar fácilmente de la película de vidrio fundido que fluye para producir un vidrio libre de gas.

- 40 El documento AT 379793 B se refiere a otro aparato y método para la producción continua de vidrio para la producción de productos de vidrio mediante la introducción de vidrio roto o frita y de sustancias de refinación en un horno de fusión, la fusión de los materiales de partida y la posterior implementación de la fusión en bruto y la fusión fina.

- 45 Además, el documento EP 2 272 806 A1 se refiere a un equipo antiespumante al vacío, a un equipo para producir un producto de vidrio y a un método para producir un producto de vidrio. En donde un recipiente de vacío para desespumar incluye una porción ancha para probar una trayectoria de flujo de vidrio fundido, y allí la proporción de la trayectoria de flujo fundido varía a lo largo de la trayectoria de flujo fundido, incluyendo una sección de trayectoria de flujo más ancha en una porción media de la trayectoria de flujo.

- 50 El objetivo general de la presente descripción es proporcionar un proceso y un aparato para refinar continuamente vidrio fundido, que puedan aumentar la velocidad a la que se eliminan las inclusiones gaseosas del vidrio fundido y, por tanto, aumentar la eficiencia del proceso de refinación.

- 55 Un proceso para refinar vidrio fundido, según la invención, incluye: a) introducir una corriente de vidrio fundido en un entorno controlado; (b) distribuir la corriente de vidrio fundido sobre una superficie de flujo que tiene una longitud que se extiende en la dirección de flujo de la corriente de vidrio fundido y una anchura que se extiende transversalmente a la dirección de flujo de la corriente de vidrio fundido, en donde la anchura de la superficie de flujo se extiende a lo largo de la superficie de flujo desde su borde delantero hasta su borde posterior, en donde la superficie de flujo puede o no expandirse en anchura a lo largo de toda su longitud, de modo que un área superficial de la corriente la cantidad de vidrio fundido aumenta a medida que la corriente de vidrio fundido se distribuye sobre la superficie de flujo; (c) recoger la corriente de vidrio fundido de un extremo situado aguas abajo de la superficie de flujo para formar un cuerpo de vidrio fundido que tenga una superficie libre expuesta al entorno controlado; y (d) retirar una corriente de vidrio fundido refinado del entorno controlado en una ubicación por debajo de la superficie libre del cuerpo de vidrio fundido, en donde la superficie de flujo se inclina en una dirección generalmente descendente.

65

Una cámara de refinación para refinar vidrio fundido, según un aspecto de la descripción, incluye: una entrada para recibir una corriente de vidrio fundido; una sección de distribución para distribuir la corriente de vidrio fundido sobre una superficie de flujo; una sección de depósito para recoger la corriente de vidrio fundido de la sección de distribución para formar un cuerpo de vidrio fundido; y una salida situada por debajo de una superficie libre del cuerpo de vidrio fundido para descargar una corriente de vidrio fundido refinado desde la cámara de refinación, y en la que la superficie de flujo se inclina en una dirección generalmente descendente. La cámara de refinación puede incluir además un sistema de evacuación para crear un entorno de presión inferior a la atmosférica dentro de la cámara de refinación.

### Breve descripción de los dibujos

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 donde:

La figura 1 es una ilustración esquemática de una vista en sección lateral de un horno de vidrio según una realización ejemplar de la presente descripción, e incluye una cámara de fusión, una cámara de refinación y una cámara de homogeneización;

la figura 2 es una ilustración esquemática de una vista en sección lateral de una cámara de refinación según una realización ejemplar de la presente descripción, e incluye una entrada, una salida, una sección de distribución y una sección de depósito;

la figura 3 es una vista superior seccional de la cámara de refinación de la figura 2;

la figura 4A es una ilustración esquemática de una vista superior de una parte de una cámara de refinación según una realización de la presente descripción; y

la figura 4B es una ilustración esquemática de una vista desde arriba de una parte de una cámara de refinación de acuerdo con otra realización de la presente descripción.

### Descripción detallada de realizaciones preferidas

El proceso y el aparato para refinar vidrio fundido descritos en el presente documento pueden usarse para refinar diversas composiciones de vidrio a base de sílice, que incluyen, por ejemplo, vidrio de sosa-cal-sílice. Según algunas realizaciones de la presente descripción, se suministra una corriente de vidrio fundido sin refinar que tiene una cantidad indeseable de inclusiones gaseosas a un aparato para refinar vidrio fundido, y se descarga del aparato una corriente de vidrio fundido refinado que tiene una cantidad reducida de inclusiones gaseosas. El proceso y el aparato de la presente descripción pueden incorporarse en varios procesos de fabricación de vidrio y diversos diseños de hornos de vidrio, que incluyen, pero ciertamente no se limitan a, los ejemplos de procesos de fabricación de vidrio y diseños de hornos de vidrio que se muestran en los dibujos y se describen a continuación.

La figura 1 ilustra un horno de vidrio 10 para la fusión y refinación de manera continua, y la homogeneización de una composición de vidrio a base de sílice de acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la presente descripción. El horno de vidrio 10 incluye una cámara de fusión 12, una cámara de refinación 14 aguas abajo de la cámara de fusión 12 y una cámara de homogeneización 16 aguas abajo de la cámara de refinación 14. Los materiales formadores de vidrio se suministran a la cámara de fusión 12, donde se calientan, por ejemplo, a una temperatura en el intervalo de aproximadamente 1300 grados centígrados a aproximadamente 1500 grados centígrados, para producir un primer cuerpo de vidrio fundido 18 que tiene una primera superficie libre 20 expuesta a un entorno de presión atmosférica, por ejemplo, un entorno a presión atmosférica ambiente. Tras la fusión inicial de los materiales formadores de vidrio, el vidrio fundido contendrá una cantidad indeseable de inclusiones gaseosas, por lo que estará "sin refinar". Para eliminar o al menos reducir la cantidad de inclusiones gaseosas que contiene, se extrae preferentemente una corriente de vidrio fundido sin refinar de la cámara de fusión 12 y se transporta a la cámara de refinación 14.

La fusión de los materiales formadores de vidrio en la cámara de fusión 12 se puede realizar de manera discontinua o continua, y se puede lograr usando cualquier técnica de calentamiento adecuada. En la realización mostrada en la figura 1, los materiales de formación de vidrio se suministran continuamente a la cámara de fusión 12 desde una tolva 22 a través de un cargador de lotes 24. Los materiales formadores de vidrio pueden fundirse entonces en la cámara de fusión 12 usando electricidad y/o mediante la combustión de combustibles fósiles. Si se usa calentamiento eléctrico, la cámara de fusión 12 puede incluir una pluralidad de electrodos, que suministran calor directa o indirectamente a los materiales formadores de vidrio para producir el primer cuerpo de vidrio fundido 18. Si se usa calentamiento por combustión, la cámara de fusión 12 puede incluir uno o más quemadores alimentados con aire y/o oxígeno, que pueden colocarse en el techo o en los laterales de la cámara de fusión 12, o pueden sumergirse dentro del propio vidrio fundido.

El vidrio fundido sin refinar puede suministrarse a la cámara de refinación 14 de la presente descripción por cualquier medio adecuado. En la realización mostrada en la figura 1, el vidrio fundido se suministra a la cámara de refinación 14 desde la cámara de fusión 12 por medio de un pasaje 26 que tiene una entrada 28 y una salida 30. En esta realización,

se establece un diferencial de presión a través del pasadizo 26 de tal forma que una corriente continua de vidrio fundido puede fluir desde la cámara de fusión 12, a través del pasadizo 26, y hacia la cámara de refinación 14 sin necesidad de utilizar una bomba u otro dispositivo mecánico. El diferencial de presión a través del pasaje 26 se establece, al menos parcialmente, posicionando la entrada 28 del pasaje 26 por debajo de la primera superficie libre 20 del primer cuerpo de vidrio fundido 18. En esta disposición, la presión en la entrada 28 del pasillo 26 está directamente relacionada con la cabeza hidrostática o altura del vidrio fundido por encima de la entrada 28. En otras realizaciones adecuadas, el vidrio fundido puede extraerse de la cámara de fusión 12 y suministrarse a la cámara de refinación 14 mediante una bomba o un sifón. Un calentador 32 puede estar situado cerca o alrededor de una parte del pasillo 26 para calentar la corriente de vidrio fundido a medida que fluye de la cámara de fusión 12 a la cámara de refinación 14. Por ejemplo, puede aplicarse calor a la corriente de vidrio fundido para mantener o elevar la temperatura del vidrio fundido de modo que presente una viscosidad adecuada para su transporte a través del pasaje 26. La corriente de vidrio fundido puede calentarse adecuadamente hasta una temperatura en el intervalo de aproximadamente 1450 grados centígrados a aproximadamente 1600 grados centígrados a medida que fluye desde la cámara de fusión 12 a la cámara de refinación 14.

Haciendo referencia ahora a las figuras 1 y 2, la cámara de refinación 14 del horno de vidrio 10 es una cámara cerrada en la que el vidrio fundido se refina distribuyéndolo sobre una superficie que tiene un área superficial creciente y exponiéndolo a un entorno controlado para eliminar rápidamente las inclusiones gaseosas del vidrio fundido.

El término “entorno controlado”, tal como se utiliza en el presente documento, se refiere a un entorno en el que la temperatura, la presión, la humedad y/o la composición pueden estar controladas. Según realizaciones de la presente descripción, la presión dentro de la cámara de refinación 14 puede controlarse para producir un ambiente subatmosférico dentro de la cámara de refinación 14. El término “subatmosférico”, tal como se usa en el presente documento, significa un entorno que tiene una presión inferior a la presión atmosférica ambiental, por ejemplo, menos de aproximadamente 760 Torr. En una realización específica, la presión dentro de la cámara de refinación 14 puede controlarse para producir un entorno subatmosférico que tenga una presión en el rango de aproximadamente 10 Torr a aproximadamente 760 Torr, ya que este rango de presión puede ayudar a aumentar la velocidad a la que las inclusiones gaseosas se eliminan del vidrio fundido dentro de la cámara de refinación 14. La presión dentro de la cámara de refinación 14 puede controlarse incorporando un sistema de evacuación en el diseño de la cámara de refinación 14, que puede incluir una bomba de vacío y un conducto de evacuación 34. La temperatura dentro de la cámara de refinación 14 también puede controlarse para ayudar a aumentar la velocidad a la que se eliminan las inclusiones gaseosas del vidrio fundido. El control de temperatura dentro de la cámara de refinación 14 se puede lograr incorporando uno o más quemadores alimentados con aire y/o con oxígeno en el diseño de la cámara de refinación 14.

La cámara de refinación ilustrada en las figuras 1 y 2 incluye una entrada 36 ubicada en una porción superior de la cámara de refinación 14 para recibir una corriente de vidrio fundido sin refinar, y una salida 38 ubicada en una porción inferior de la cámara de refinación 14 para descargar una corriente de vidrio fundido refinado de la misma. El vidrio fundido se mantiene preferiblemente dentro de la cámara de refinación 14 durante un tiempo suficiente para reducir el número de inclusiones gaseosas en el vidrio fundido, de manera que el vidrio fundido sea adecuado para su uso en las operaciones de formación posteriores. El tiempo de residencia, o el tiempo que un volumen de vidrio fundido permanece dentro de la cámara de refinación 14, se controla controlando la velocidad a la que el vidrio fundido entra y sale de la cámara de refinación 14. En un ejemplo, la velocidad a la que el vidrio fundido entra y sale de la cámara de refinación 14 se controla ajustando la presión dentro de la cámara de refinación 14. En esta realización, la velocidad a la que el vidrio fundido entra en la cámara de refinación 14 puede ser sustancialmente la misma que la velocidad a la que el vidrio fundido sale de la cámara de refinación 14. En otra realización, las válvulas de control de flujo pueden colocarse en la entrada 36 y/o la salida 38 de la cámara de refinación 14 para controlar independientemente la velocidad a la que el vidrio fundido entra y sale de la cámara de refinación 14. En cualquier realización, la velocidad a la que el vidrio fundido entra y sale de la cámara de refinación 14 puede controlarse de manera que sea la misma o diferente de la velocidad a la que los materiales formadores de vidrio se suministran a la cámara de fusión 12.

Tal como se muestra mejor en las figuras 2 y 3, la cámara de refinación 14 incluye dos secciones, una sección de distribución 40 y una sección de depósito 42, que juntas definen una trayectoria para que una corriente de vidrio fundido fluya desde la entrada 36 hasta la salida 38 de la cámara de refinación 14. En primer lugar, la corriente de vidrio fundido fluye a través de la sección de distribución 40, donde se distribuye sobre un área de superficie mayor. A continuación, el vidrio fundido entra en la sección de depósito 42, donde se recoge y se mantiene durante un tiempo adecuado antes de descargarse de la cámara de refinación 14.

La sección de distribución 40 tiene un extremo aguas arriba 44, un extremo aguas abajo 46 y una superficie de flujo 48 sobre la cual la corriente de vidrio fundido puede fluir desde la entrada 36 de la cámara de refinación 14 a la sección de depósito 42. La superficie de flujo 48 de la sección de distribución 40 puede estar definida, al menos parcialmente, por paredes 50, que se desvían una de la otra con respecto a la dirección de flujo de la corriente de vidrio fundido. La sección de distribución 40 también puede incluir uno o más calentadores para ayudar a mantener o aumentar la temperatura de la corriente de vidrio fundido a medida que fluye sobre la superficie de flujo 48 y hacia la sección de depósito 42. En la realización mostrada en las figuras 1 y 2, una pluralidad de calentadores 52 se colocan por debajo de la superficie de flujo 48, que suministran calor a la corriente de vidrio fundido desde abajo. La corriente de vidrio

fundido puede calentarse adecuadamente a una temperatura en el intervalo de aproximadamente 1300 grados centígrados a aproximadamente 1600 grados centígrados a medida que fluye sobre la superficie de flujo 48.

5 La superficie de flujo 48 se extiende desde el extremo aguas arriba 44 hasta el extremo aguas abajo 46 de la sección de distribución 40, e incluye un borde delantero 54 y un borde posterior 56. La superficie de flujo 48 se inclina en una dirección generalmente descendente y también aumenta su área superficial a medida que se extiende desde su borde delantero 54 hasta su borde posterior 56. La superficie de flujo 48 está configurada de esta manera de tal manera que, cuando la corriente de vidrio fundido fluye sobre la superficie de flujo 48, se distribuye en un área de superficie mayor, lo que disminuye el grosor de la corriente al tiempo que aumenta el área de superficie de la corriente que está expuesta al entorno controlado dentro de la cámara de refinación 14. Tal como se usa en el presente documento, el "grosor" de la corriente de vidrio fundido se refiere a la altura de la corriente de vidrio fundido por encima de la superficie de flujo 48. El grosor de la corriente de vidrio fundido que fluye sobre la superficie de flujo 48 puede controlarse, por ejemplo, ajustando la velocidad a la que el vidrio fundido entra en la cámara de refinación 14, el ángulo de inclinación de la superficie de flujo 48 y la velocidad a la que aumenta el área superficial de la superficie de flujo 48. Un grosor adecuado para la corriente de vidrio fundido que fluye sobre la superficie de flujo 48 está en el intervalo de aproximadamente 2 cm a aproximadamente 30 cm.

La pendiente de la superficie de flujo 48 puede o no ser uniforme a lo largo de toda su longitud. Por ejemplo, la pendiente de la superficie de flujo 48 puede ajustarse para adaptarse a varios caudales, grosores y viscosidades del vidrio fundido, así como a varios diseños y formas de la propia superficie de flujo. Según la invención, la superficie de flujo 48 se inclina en una dirección generalmente hacia abajo, de modo que la gravedad ayuda a acelerar la corriente de vidrio fundido que desciende por la superficie de flujo 48 y hacia la sección de depósito 42. Por ejemplo, la superficie de flujo 48 puede tener una pendiente que forme un ángulo de más de 0 grados con la horizontal. En particular, la superficie de flujo 48 puede tener una pendiente que forme un ángulo de hasta 90 grados con la horizontal.

Tal como se muestra en la figura 3, el área superficial de la superficie de flujo 48 aumenta aumentando o expandiendo la anchura de la superficie de flujo 48 a medida que se extiende desde su borde delantero 54 hasta su borde trasero 56. Sin embargo, la superficie de flujo 48 puede o no expandirse en anchura a lo largo de toda su longitud. Por ejemplo, tal como se muestra en las figuras 4A y 4B, la superficie de flujo 48 puede tener una sección de ancho en expansión 58 y una sección de ancho constante 60. La superficie de flujo 48 también puede incluir uno o más desviadores de flujo 62 colocados dentro de la trayectoria de la corriente de vidrio fundido para ayudar a distribuir la corriente de vidrio fundido sobre la superficie de flujo 48.

La sección de depósito 42 de la cámara de refinación 14 está ubicada aguas abajo de la sección de distribución 40 y está configurada para recibir una corriente continua de vidrio fundido desde el extremo aguas abajo 46 de la sección de distribución 40. El vidrio fundido se recibe en un extremo abierto 64 de la sección de depósito 42 y se recoge en un extremo sumergido 66 de la sección de depósito 42 para formar un segundo cuerpo de vidrio fundido 68 que tiene una segunda superficie libre 70 expuesta al entorno controlado dentro de la cámara de refinación 14. Por consiguiente, el extremo abierto 64 de la sección de depósito 42 está situado por encima de la segunda superficie libre 70, y el extremo sumergido 66 de la sección de depósito 42 está situado por debajo de la segunda superficie libre 70 del segundo cuerpo de vidrio fundido 68. El borde posterior 56 de la superficie de flujo 48 se puede colocar por encima o por debajo de la segunda superficie libre 70 del segundo cuerpo de vidrio fundido 68, dependiendo del nivel o la altura del segundo cuerpo de vidrio fundido 68 dentro de la sección de depósito 42. Un agitador 72 u otro dispositivo adecuado puede estar ubicado opcionalmente dentro de la sección de depósito 42 para ayudar a mezclar o agitar el segundo cuerpo de vidrio fundido 68. El vidrio fundido contenido dentro de la sección de depósito 42 contiene una cantidad reducida de inclusiones gaseosas y, por tanto, es adecuado para su uso en una variedad de procesos posteriores de fabricación de vidrio.

Una corriente de vidrio fundido refinado se retira preferiblemente de la sección de depósito 42 de la cámara de refinación 14 en una ubicación por debajo de la segunda superficie libre 70 del segundo cuerpo de vidrio fundido 68. Por ejemplo, una corriente de vidrio fundido refinado puede extraerse de la cámara de refinación 14 a través de una abertura en el extremo sumergido 66 de la sección de depósito 42. La corriente de vidrio fundido refinado puede retirarse de la sección de depósito 42 por cualquier medio adecuado, por ejemplo, mediante la creación de un diferencial de presión y/o mediante una bomba mecánica.

En la realización mostrada en la figura 1, la cámara de refinación 14 está conectada de manera fluida a la cámara de homogeneización 16 a través de un pasaje sumergido 74 que tiene una entrada 76 y una salida 78. Un tercer cuerpo de vidrio fundido 80 se mantiene dentro de la cámara de homogeneización 16 y tiene una tercera superficie libre 82 expuesta a un entorno de presión atmosférica, por ejemplo, un entorno a presión atmosférica ambiente. La entrada 76 del pasaje sumergido 74 está situada por debajo de la segunda superficie libre 70 del segundo cuerpo de vidrio fundido 68, y la salida 78 del pasaje sumergido 74 está situada por debajo de la tercera superficie libre 82 del tercer cuerpo de vidrio fundido 80. En esta realización, se establece un diferencial de presión a través del pasaje sumergido 74 de tal manera que una corriente continua de vidrio fundido refinado fluye desde la sección de depósito 42, a través del pasaje sumergido 74, y hacia la cámara de homogeneización 16 sin necesidad de utilizar una bomba u otro dispositivo mecánico. Para que la corriente de vidrio fundido refinado fluya hacia la cámara de homogeneización 16, la altura hidrostática del segundo cuerpo de vidrio fundido 68 por encima de la entrada 76 del pasaje sumergido 74 se controla

5 de manera que la presión en la entrada 76 del pasaje sumergido 74 sea mayor que la presión resultante en la salida 78 del pasaje sumergido 74. El pasaje sumergido 74 también actúa como una "trampa", en el sentido de que el vidrio fundido dentro del pasaje sumergido 74 crea una barrera entre la cámara de refinado 14 y la cámara de homogeneización 16, lo que impide que el aire y/u otros gases entren en la cámara de refinado 14 a través de la salida 38 e interfieran potencialmente con el ambiente controlado en la cámara de refinado 14.

10 El vidrio fundido en la cámara de homogeneización 16 se mezcla a fondo para homogeneizar química y térmicamente el vidrio y para enfriar el vidrio a una temperatura adecuada para las operaciones de formación posteriores (por ejemplo, menos de aproximadamente 1200 grados centígrados para las operaciones de formación de recipientes de vidrio).

15 Por tanto, se ha descrito un proceso y un aparato para refinar continuamente una composición de vidrio a base de sílice que satisface completamente todos los objetos y objetivos establecidos anteriormente. La descripción se ha presentado en conjunción con realizaciones preferidas en la actualidad, y se han discutido alternativas y modificaciones. Otras alternativas y modificaciones se sugerirán fácilmente a las personas de habilidad ordinaria en el arte en vista de la descripción anterior.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para refinar vidrio fundido que incluye:
  - 5 (a) introducir una corriente de vidrio fundido en un entorno controlado;
  - (b) distribuir la corriente de vidrio fundido sobre una superficie de flujo (48) que tiene una longitud que se extiende en la dirección de flujo de la corriente de vidrio fundido y una anchura que se extiende transversalmente a la dirección de flujo de la corriente de vidrio fundido, en donde la anchura de la superficie de flujo se extiende a lo largo de la superficie de flujo desde su borde delantero hasta su borde posterior, en donde la superficie de flujo puede o no expandirse en anchura a lo largo de toda su longitud, de modo que un área superficial de la corriente la cantidad de vidrio fundido aumenta a medida que la corriente de vidrio fundido se distribuye sobre la superficie de flujo;
  - 10 (c) recoger la corriente de vidrio fundido de un extremo situado aguas abajo (56) de la superficie de flujo para formar un cuerpo de vidrio fundido (68) que tenga una superficie libre (70) expuesta al entorno controlado; y después
  - 15 (d) retirar una corriente de vidrio fundido refinado del entorno controlado en una ubicación por debajo de la superficie libre del cuerpo de vidrio fundido,

en donde la superficie de flujo (48) se inclina en una dirección generalmente hacia abajo.
- 20 2. El proceso según la reivindicación 1, en donde la etapa (a) incluye introducir la corriente de vidrio fundido en el entorno controlado en una ubicación por encima de la superficie libre del cuerpo de vidrio fundido y en el que la etapa (b) incluye hacer fluir la corriente de vidrio fundido por la superficie de flujo.
- 25 3. El proceso según la reivindicación 1, en donde la etapa (a) incluye introducir la corriente de vidrio fundido en un entorno subatmosférico, y en donde el tiempo de residencia de un volumen de vidrio fundido en el entorno subatmosférico se controla controlando la presión dentro del entorno subatmosférico.
- 30 4. El proceso según la reivindicación 1, en donde la corriente de vidrio fundido tiene un grosor, y la etapa (b) incluye reducir el grosor de la corriente de vidrio fundido.
5. El proceso según la reivindicación 1, en donde la superficie de flujo tiene un borde posterior (54) ubicado por encima o por debajo de la superficie libre del cuerpo de vidrio fundido, y la etapa (c) incluye recoger la corriente de vidrio fundido del borde posterior de la superficie de flujo.
- 35 6. El proceso según en la reivindicación 1, en donde la etapa (c) incluye recibir la corriente de vidrio fundido en un extremo abierto (64) de una sección de depósito (42) y recoger la corriente de vidrio fundido dentro de la sección de depósito.
- 40 7. El proceso según la reivindicación 1, en donde la etapa (c) incluye recoger la corriente de vidrio fundido dentro de una sección de depósito (42) por encima de un extremo sumergido (66) de la sección de depósito, y la etapa (d) incluye retirar la corriente de vidrio fundido refinado del entorno controlado a través de una abertura en el extremo sumergido de la sección de depósito.
- 45 8. El proceso según la reivindicación 1, en donde la eliminación de la corriente de vidrio fundido refinado del entorno controlado en la etapa (d) se lleva a cabo sin el uso de una bomba mecánica.
9. El proceso según la reivindicación 1, en donde la etapa (b) incluye calentar la corriente de vidrio fundido a medida que se distribuye sobre la superficie de flujo.
- 50 10. El proceso según la reivindicación 1, en donde la etapa (a) incluye suministrar la corriente de vidrio fundido a una cámara de refinación cerrada (14).
- 55 11. El proceso según la reivindicación 10, que incluye:
  - fundir materiales formadores de vidrio en una cámara de fusión (12) para formar un primer cuerpo de vidrio fundido (18) que tiene una primera superficie libre (20) expuesta a un entorno de presión atmosférica;
  - 60 hacer fluir una corriente de vidrio fundido desde la cámara de fusión a la cámara de refinación a través de un conducto (26) que tiene una entrada (28) y una salida (30) colocadas por debajo de la primera superficie libre del primer cuerpo de vidrio fundido en la cámara de fusión y por encima de la superficie libre del cuerpo de vidrio fundido dentro de la cámara de refinación; y
  - calentar la corriente de vidrio fundido a medida que fluye a través del conducto.
- 65 12. El proceso según la reivindicación 1, que incluye:

después de la etapa (d), hacer fluir la corriente de vidrio fundido refinado desde la cámara cerrada hacia una cámara de homogeneización (16) a través de un pasaje sumergido (74) que tiene una entrada (76) y una salida (78) colocadas debajo de la superficie libre del cuerpo de vidrio fundido dentro de la cámara cerrada y debajo de una tercera superficie libre (82) de un tercer cuerpo de vidrio fundido (80) mantenido dentro de la cámara de homogeneización.

- 5
13. Una cámara de refinación (14) para refinar vidrio fundido que incluye:
- 10 una entrada (36) para recibir una corriente de vidrio fundido;  
una sección de distribución (40) para distribuir la corriente de vidrio fundido sobre una superficie de flujo (48), teniendo la superficie de flujo una longitud que se extiende en una dirección de flujo de la corriente de vidrio fundido y una anchura que se extiende transversalmente a la dirección de flujo de la corriente de vidrio fundido, donde la anchura de la superficie de flujo se extiende a lo largo de la superficie de flujo desde su borde delantero hasta su borde posterior, de manera que aumenta el área superficial de la corriente de vidrio fundido a medida que la corriente de vidrio fundido se distribuye sobre la superficie de flujo, donde la superficie de flujo puede o no puede expandirse en ancho en toda su longitud;
- 15 una sección de depósito (42) para recoger la corriente de vidrio fundido de la sección de distribución para formar un cuerpo de vidrio fundido (68);  
y una salida (38) situada por debajo de una superficie libre (70) del cuerpo de vidrio fundido para descargar una corriente de vidrio fundido refinado desde la cámara de refinación, en donde la superficie de flujo (48) se inclina en una dirección generalmente hacia abajo.
- 20
14. La cámara de refinación según la reivindicación 13, en donde la superficie de flujo tiene una sección de ancho en expansión (58) y una sección de ancho constante (60).
- 25
15. La cámara de refinación según la reivindicación 13, en donde la superficie de flujo está definida al menos parcialmente por paredes (50), que se desvían entre sí con respecto a la dirección del flujo de la corriente de vidrio fundido.
- 30
16. La cámara de refinación según la reivindicación 13, en donde la sección de distribución y la sección de depósito definen juntas una trayectoria para que la corriente de vidrio fundido fluya desde la entrada hasta la salida de la cámara de refinación, y en la que la superficie de flujo se extiende desde la entrada de la cámara de refinación hasta la sección de depósito.
- 35
17. La cámara de refinación según la reivindicación 13, que incluye:
- un sistema de evacuación que incluye una bomba de vacío y un conducto de evacuación (34) para producir un entorno subatmosférico dentro de la cámara de refinación; y
- 40 un dispositivo (72) para agitar o remover el cuerpo de vidrio fundido.
18. La cámara de refinación según la reivindicación 13, en donde la superficie de flujo se inclina en una dirección generalmente descendente y aumenta su área superficial desde su borde delantero (54) hasta su borde posterior (56).
- 45
19. La cámara de refinación según la reivindicación 13, en donde la sección de depósito incluye un extremo abierto (64) configurado para recibir la corriente de vidrio fundido de la sección de distribución y un extremo sumergido (66) configurado para recoger la corriente de vidrio fundido de la sección de distribución, el extremo sumergido de la sección de depósito incluye una abertura para descargar la corriente de vidrio fundido refinado de la sección de depósito.
- 50
20. Un aparato para fabricar vidrio que incluye la cámara de refinación según la reivindicación 13.
21. El aparato según la reivindicación 20, en donde la entrada de la cámara de refinación está configurada para recibir una corriente de vidrio fundido desde una cámara de fusión (12) y se coloca por debajo de una primera superficie libre (20) de un primer cuerpo de vidrio fundido (18) mantenido dentro de la cámara de fusión.
- 55
22. El aparato según la reivindicación 20, que incluye:
- 60 una cámara de homogeneización (16) situada aguas abajo de la cámara de refinación para homogeneizar un tercer cuerpo de vidrio fundido (80) que tiene una tercera superficie libre (82) expuesta a un entorno de presión atmosférica; y  
un pasaje sumergido (74) para suministrar vidrio fundido desde la cámara de refinación a la cámara de homogeneización, teniendo el pasaje sumergido una entrada (76) y una salida (78) situadas por debajo de la superficie libre del cuerpo de vidrio fundido dentro de la cámara de refinación y por debajo de la tercera superficie libre del tercer cuerpo de vidrio fundido dentro de la cámara de
- 65

homogeneización, de modo que el pasaje sumergido proporciona una trampa para evitar el flujo de gas el pasaje sumergido que conduce a la cámara de refinación.

23. Un horno de vidrio (10) para fabricar vidrio que incluye:

5 una cámara de fusión (12) para fundir materiales formadores de vidrio para producir un primer cuerpo de vidrio fundido (18) que tiene una primera superficie libre (20) expuesta a un entorno de presión atmosférica;

10 una cámara de refinación (14) que incluye una entrada (36) ubicada en una parte superior de la cámara de refinación (14) para recibir una corriente de vidrio fundido sin refinar, y una salida (38) ubicada en una parte inferior de la cámara de refinación (14) para descargar una corriente de vidrio fundido refinado de la misma,

15 y una cámara de homogeneización (16) aguas abajo de la cámara de refinación (14), en la que el vidrio fundido se suministra a la cámara de refinación (14) desde la cámara de fusión (12) por medio de un pasaje (26) que tiene una entrada (28) y una salida (30), dicha cámara de refinación (14) incluye, además

20 una sección de distribución (40) y una sección de depósito (42), que juntas definen una trayectoria para que una corriente de vidrio fundido fluya desde la entrada (36) hasta la salida (38) de la cámara de refinación (14), en donde dicha sección de distribución (40) tiene un extremo aguas arriba (44), un extremo aguas abajo (46) y una superficie de flujo (48) sobre la que la corriente de vidrio fundido puede fluir desde la entrada (36) de la cámara de refinación (14) hasta la sección de depósito (42), en donde la superficie de flujo (48) tiene una longitud que se extiende en la dirección de flujo de la corriente de vidrio fundido y una anchura que se extiende transversalmente a la dirección de flujo de la corriente de vidrio fundido, en donde la anchura de la superficie de flujo se extiende a lo largo de la longitud de la superficie de flujo (48) desde su borde delantero hasta su borde posterior, tal que el área superficial de la corriente de vidrio fundido aumenta a medida que la corriente de vidrio fundido se distribuye sobre la superficie de flujo,

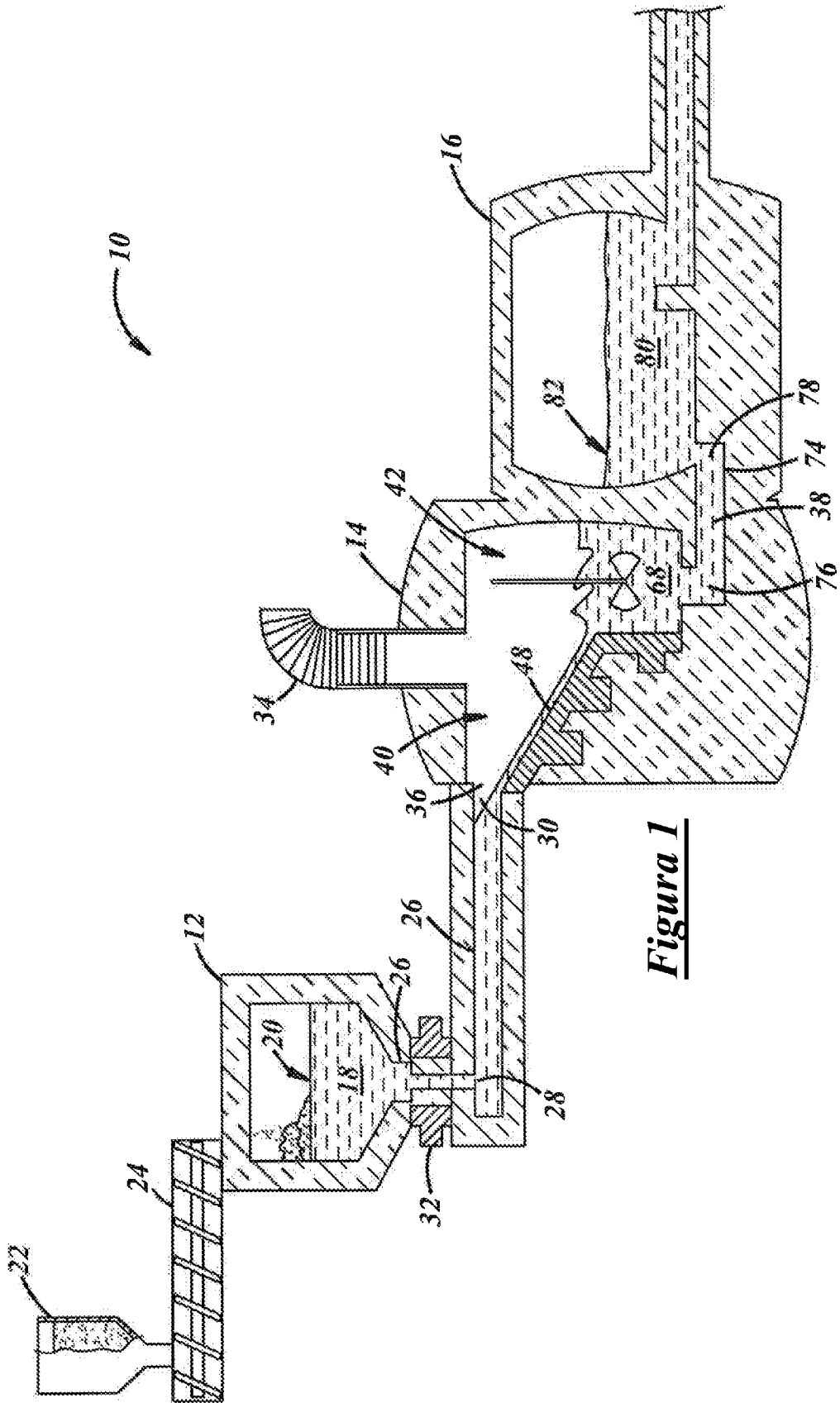
25 en donde dicha sección de depósito (42) está configurada para recibir un flujo continuo de vidrio fundido desde dicho extremo descendente (46) de la sección de distribución (40), en donde el vidrio fundido se recibe en un extremo abierto (64) de la sección de depósito (42) y se recoge en un extremo sumergido (66) de la sección de depósito (42) para formar un segundo cuerpo de vidrio fundido (68) que tiene una segunda superficie libre (70) expuesta a el entorno controlado dentro de la cámara de refinación (14),

30 dicha cámara de refinación (14) está conectada de manera fluida a dicha cámara de homogeneización (16) a través de un pasaje sumergido (74) que tiene una entrada (76) y una salida (78), en donde un tercer cuerpo de vidrio fundido (80) se mantiene dentro de la cámara de homogeneización (16) y tiene una tercera superficie libre (82) expuesta a un entorno de presión atmosférica, y

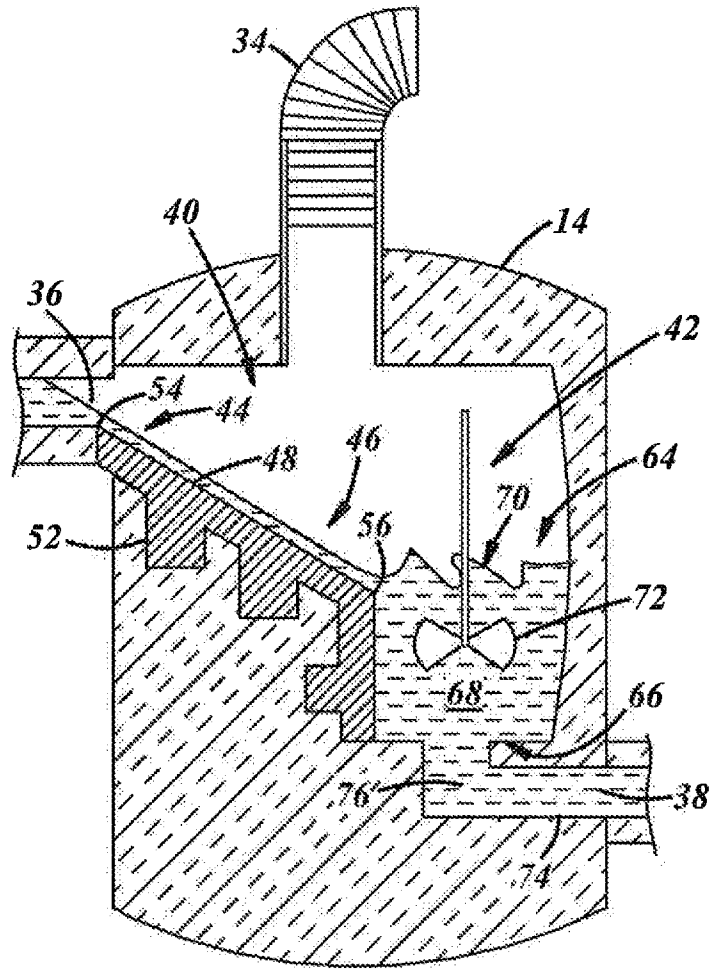
35 en el que el pasaje sumergido (74) actúa como una "trampa", ya que el vidrio fundido dentro del pasaje sumergido (74) crea una barrera entre la cámara de refinación (14) y la cámara de homogeneización (16), que evita que el aire y/u otros gases entren en la cámara de refinación (14) a través de la salida (38) e interferir potencialmente con el entorno controlado en la cámara de refinación (14),

40 en donde la superficie de flujo (48) se inclina en una dirección generalmente hacia abajo.

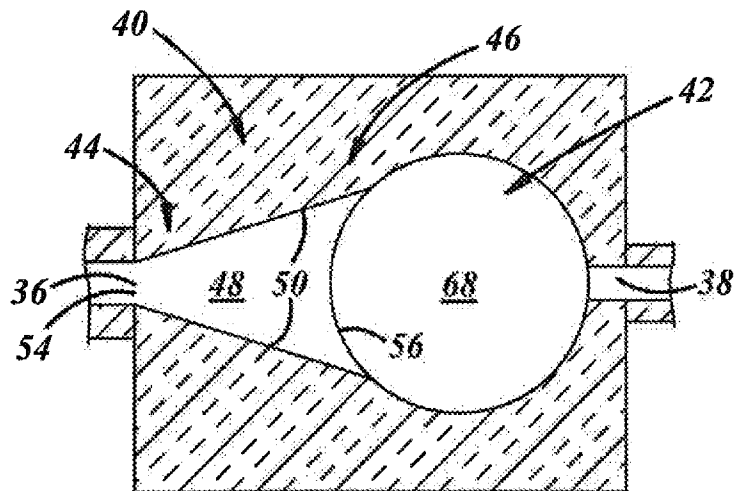
24. El horno de vidrio (10) según la reivindicación 23, en donde el primer cuerpo de vidrio fundido producido en la cámara de fusión tiene una temperatura en el intervalo de 1300 a 1500 grados centígrados, el vidrio fundido distribuido sobre la superficie de flujo tiene una temperatura en el intervalo de 1300 a 1600 grados centígrados y el tercer cuerpo de vidrio fundido de la cámara de homogeneización se enfría a una temperatura inferior a 1200 grados centígrados.



**Figure 1**



**Figura 2**



**Figura 3**

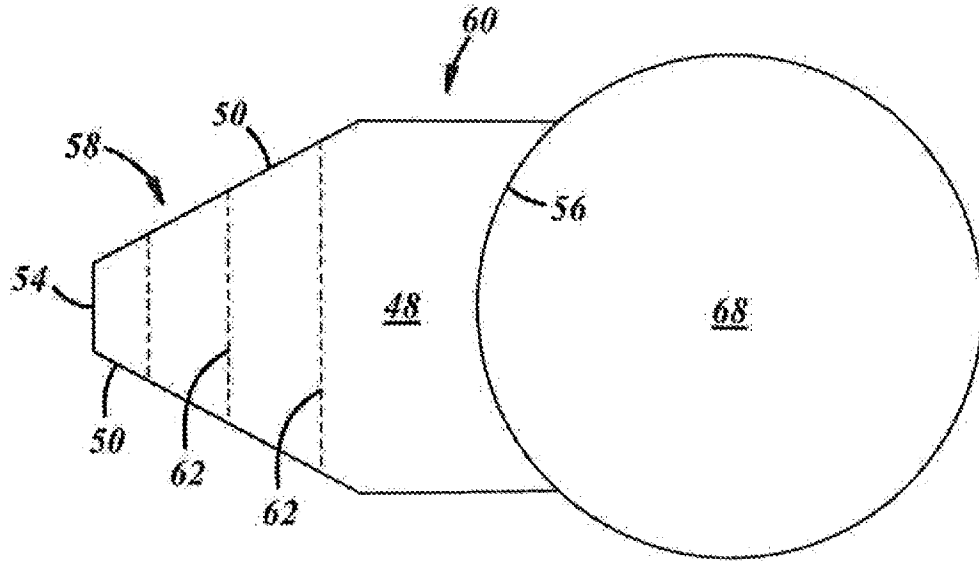


Figura 4A

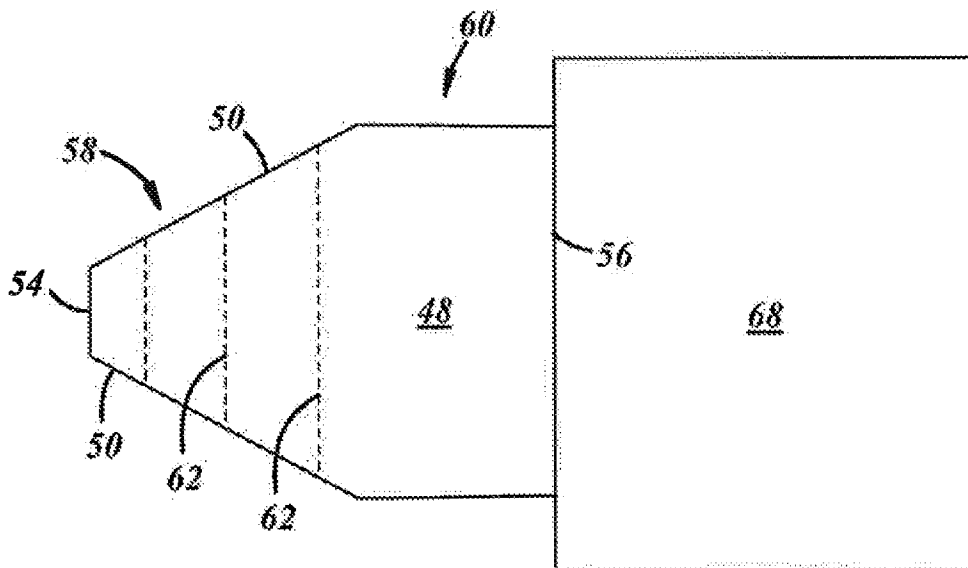


Figura 4B