

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 707 738**

51 Int. Cl.:

C03B 5/235 (2006.01)

C03B 5/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.12.2015 PCT/US2015/065997**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.06.2016 WO16106035**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2015 E 15820766 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.11.2018 EP 3237342**

54 Título: **Quemadores en ángulo ascendente en hornos de vidrio**

30 Prioridad:

23.12.2014 US 201462095999 P

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

04.04.2019

73 Titular/es:

**PRAXAIR TECHNOLOGY INC. (100.0%)
39 Old Ridgebury Road
Danbury, CT 06810, US**

72 Inventor/es:

**IYOHA, OSEMWENGIE, UYI;
KOBAYASHI, HISASHI y
EVENSON, EUAN, J.**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 707 738 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

Quemadores en ángulo ascendente en hornos de vidrio

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a la producción de vidrio y, más particularmente, a mejoras en la estructura y el funcionamiento de los hornos de fusión de vidrio.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En los hornos de fusión de vidrio con los cuales es útil la presente invención, el combustible se combustiona dentro de una caja para generar calor de combustión que funde los materiales de fabricación de vidrio que están presentes en el horno de fusión de vidrio. Tales hornos de fusión de vidrio pueden experimentar cualquiera de los varios
15 inconvenientes operativos. Uno de tales inconvenientes es la formación de óxidos de nitrógeno por la combustión dentro del horno de fusión de vidrio. Otro inconveniente es el posible deterioro de la superficie interior del techo (la "corona") sobre el horno, que se cree que es causado por la interacción de la superficie interior de la corona con sustancias volátiles que emanan de los materiales de fabricación de vidrio fundido. La presente invención proporciona una estructura de horno y un modo de operación únicos que permiten la reducción o la evitación de
20 estos inconvenientes.

La patente estadounidense núm. 6,253,578 describe una estructura de horno que reduce el riesgo de daño a la corona de un horno. Esta estructura, si bien es útil, es potencialmente demasiado limitada en su aplicabilidad a las operaciones de fabricación de vidrio de la vida real.
25

La patente estadounidense núm. 8,256,245 describe un horno de fusión de vidrio en el que se dirige un quemador hacia los materiales de fabricación de vidrio. La presente invención difiere de esta descripción y se cree que proporciona ventajas operativas superiores.

30 El documento WO2009092950 A2 describe un horno de tanque de fusión de vidrio para el cual se puede ajustar el ángulo de las llamas. Las llamas se dirigen preferiblemente hacia abajo hacia el vidrio en un ángulo de 0-30° con respecto a la horizontal.

El documento US6203314 B1 también enseña tal horno, por lo que el ángulo del quemador se puede ajustar
35 preferentemente a +/- 20°.

BREVE RESUMEN DE LA INVENCION

Un aspecto de la presente invención es un horno que comprende:
40

(A) una pared posterior y una pared frontal enfrentadas, y dos paredes laterales enfrentadas, las cuatro paredes que definen una caja, una corona sobre la caja y en contacto con las cuatro paredes, al menos una abertura a través de la cual el material de fabricación de vidrio puede alimentarse hacia dentro de la caja para fusionarse, al menos una
45 abertura en la pared frontal a través de la cual el vidrio derretido puede salir de la caja, y una capa de vidrio derretido dentro de la caja y en contacto con los interiores de las cuatro paredes, en donde la distancia desde la superficie superior del vidrio fundido hasta la unión de las paredes laterales y la corona es de 1.0668 a 1.6764 m (3.5 a 5.5 pies); y

(B) al menos un quemador, situado en una abertura en una pared lateral que se encuentra entre el 35% y el 65% de la distancia desde la superficie superior del vidrio derretido hasta la parte superior de la pared lateral, en donde el quemador está orientado para ser capaz de producir una llama que se extiende hacia dentro de la caja en dirección a la corona que se extiende a lo largo de una línea que forma un ángulo de hasta 15 grados con respecto a un plano horizontal que pasa a través del quemador.
50

55 Otro aspecto de la presente invención es un procedimiento de fusión de vidrio que comprende:

(A) proporcionar material de fabricación de vidrio en un horno que comprende una pared posterior y una pared frontal enfrentadas, y dos paredes laterales enfrentadas, las cuatro paredes que definen una caja, una corona sobre la caja y en contacto con las cuatro paredes, al menos una abertura a través de la cual el material de fabricación de
60 vidrio puede alimentarse hacia dentro de la caja para fusionarse, al menos una abertura en la pared frontal a través

de la cual el vidrio derretido puede salir de la caja, y una capa de vidrio derretido dentro de la caja y en contacto con los interiores de las cuatro paredes, en donde la distancia desde la superficie superior del vidrio fundido hasta la unión de las paredes laterales y la corona es de 1.0668 a 1.6764 m (3.5 a 5.5 pies); y

- 5 (B) combustionar combustible y oxidante gaseoso en un quemador situado en una abertura en una pared lateral que se encuentra entre el 35% y el 65% de la distancia desde la superficie superior del vidrio derretido hasta la parte superior de la pared lateral, y que está orientado para producir una llama que se extiende hacia dentro de la caja en dirección a la corona que se extiende a lo largo de una línea que forma un ángulo de hasta 15 grados con respecto a un plano horizontal que pasa a través del quemador, y donde las partes visibles de la llama no entran en contacto
10 con la pared lateral opuesta, no entra en contacto con el vidrio derretido y no entra en contacto con la corona.

Breve descripción de los dibujos

- La figura 1 es una vista esquemática en perspectiva de un horno de fusión de vidrio con el que se puede poner en
15 práctica la presente invención.

La figura 2 es una vista desde arriba del horno de la figura 1.

- La figura 3 es una vista en sección transversal del horno de la figura 1, tomada a lo largo de un plano vertical a
20 través de un quemador 11.

La figura 4A es una vista en perspectiva de un quemador útil en la presente invención.

- La figura 4B es una vista desde arriba del quemador de la figura 4A.
25

La Figura 4C es una vista frontal en planta de otro quemador útil en la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

- 30 Con referencia a las figuras 1, 2 y 3, el horno 1 es un horno de fusión de vidrio o cualquier otro horno en el que una carga se expone a temperaturas muy altas proporcionadas por la combustión dentro del horno. Los ejemplos de otros hornos con los que se puede poner en práctica la presente invención incluyen incineradores, y hornos para fundir no ferrosos, como cobre o aluminio, y hornos para calentar o recalentar objetos de hierro y acero, tales como barras, varillas y lingotes.
35

- En un horno de fusión de vidrio, los ingredientes para la fabricación de vidrio como la ceniza de sosa, el salitre, el sílice, el silicato de sodio y / o las piezas de vidrio roto ("vidrio molido") se alimentan hacia dentro del horno a través del puerto de alimentación 31 (Figura 2), donde se derriten juntos para formar un baño 6 de vidrio derretido. El horno 1 incluye las paredes laterales 2A y 2B, la pared terminal 3 y la pared frontal 4 que incluye una abertura 9 a través de la cual el vidrio derretido que está presente en el interior del horno 1 puede fluir afuera del horno 1. La corona 5, que se muestra en la figura 3, se apoya en las paredes laterales 2A y 2B, la pared terminal 3 y la pared frontal 4. La parte superior de la pared lateral 2A y 2B se considera el lugar donde el interior del horno se aleja de la pendiente 21 (generalmente vertical) de las paredes laterales a la orientación de la superficie interior de la corona 23 que puede ser curva (como se muestra en la figura 3) o planar, como horizontal o en ángulo con respecto a la vertical. La corona 5 no se muestra en las figuras 1 y 2, para facilitar la visualización del interior del horno 1.
40
45

- El horno 1 puede estar provisto de un quemador 11, pero preferentemente está provisto de una pluralidad de quemadores 11, en las paredes laterales 2A y 2B. Las figuras 1 y 2 ilustran una de las muchas formas de realización posibles de una disposición de este tipo, con quemadores en paredes laterales opuestas que se proporcionan en una disposición escalonada para que los quemadores no estén directamente enfrentados.
50

Cada quemador 11 se alimenta con oxidante gaseoso 15 y combustible 16. Los oxidantes y combustibles adecuados se describen más adelante en este documento.

- 55 Con referencia a la figura 3, el quemador 11 (que como se indica puede ser el único quemador presente o es preferiblemente uno de los muchos otros quemadores 11 en una o preferiblemente ambas paredes laterales del horno) situado en la pared lateral 2A de modo que la distancia desde la superficie superior 8 del vidrio derretido 6 a la abertura 39 en la pared lateral es del 35% al 65% de la distancia total desde la superficie superior del vidrio derretido 8 a la parte superior de la pared lateral 2A en la que se encuentra la abertura 39.
60

El quemador o los quemadores 11 de acuerdo con la presente invención se instalan de manera que el quemador produzca una llama que se extiende desde el quemador, en o a través de una abertura 39 en la pared lateral, hacia arriba en dirección a la corona 5, a lo largo de una línea A-A que forma un ángulo G de hasta 15 grados (preferentemente mayor que cero grados) con respecto a un plano horizontal H-H que pasa a través del quemador.

5 Se considera que la línea A-A es la línea imaginaria que es equidistante (igualmente espaciada) de los bordes más externos de la llama y que se extiende en la dirección desde la salida del quemador hacia dentro del horno. Por ejemplo, cuando el quemador forma una llama ancha y plana, la línea A-A se considera la línea imaginaria que se encuentra en el plano de la llama y es equidistante de los bordes exteriores de la llama en el plano; y donde el quemador forma una llama cónica, la línea A-A se considera la línea imaginaria que es el eje de rotación de esa
10 forma cónica. Se considera que la línea A-A se encuentra con el quemador en una abertura del quemador del cual emergen el combustible y el oxígeno y se queman.

La línea A-A a lo largo de la cual la llama se extiende desde el quemador se encuentra preferentemente en un plano vertical perpendicular a la pared lateral desde la cual la llama se extiende hacia dentro del horno. Es decir, en un
15 horno en el que las cuatro paredes forman un rectángulo, la llama se extiende preferentemente "en línea recta" hacia el interior del horno en dirección a la pared lateral opuesta. Sin embargo, este plano vertical puede formar un ángulo de hasta 30 grados con respecto a la pared lateral desde la cual se extiende la llama.

En funcionamiento, cada quemador 11 combustiona el oxidante gaseoso 15 y el combustible 16, dentro del interior
20 del horno 1. El oxidante gaseoso 15 se alimenta hacia dentro de cada quemador 11. El oxidante 15 es cualquier gas o mezcla gaseosa que contenga oxígeno. Un oxidante adecuado 15 es aire, que tiene un contenido de oxígeno de 20.9 vol. %. Preferentemente, el oxidante gaseoso 15 tiene un contenido de oxígeno de al menos 21 vol. %, más preferentemente mayor que 50 vol., aún más preferentemente mayor que 85 vol. %.

25 El oxidante 15 que tiene el contenido de oxígeno deseado puede proporcionarse de cualquiera de varias maneras. Puede obtenerse de una fuente comercial separada ya con el contenido de oxígeno deseado. Se puede obtener combinando aire y una corriente de mayor contenido cuyo contenido de oxígeno es mayor que el contenido final de oxígeno deseado para el oxidante 15; en este caso, la corriente de mayor contenido puede obtenerse de una fuente comercial separada, o puede producirse mediante una unidad comercial de separación de aire in situ que produce
30 una corriente de producto que tiene un contenido de oxígeno mayor que el contenido de oxígeno total deseado del oxidante 15.

Los combustibles adecuados 16 incluyen cualquier hidrocarburo gaseoso o líquido, como aceite o un hidrocarburo o una mezcla de hidrocarburos que sean líquidos en condiciones estándar (es decir, a 25C y 1 atmósfera de presión).
35 Los combustibles preferidos son hidrocarburos que son gaseosos en condiciones estándar, como gas natural, metano, propano y similares.

El oxidante 15, o el combustible 16, o ambos, pueden alimentarse a cada quemador 11 desde su fuente a través de líneas de alimentación separadas para cada quemador. Alternativamente, el oxidante 15, o el combustible 16, o
40 ambos, pueden alimentarse a múltiples quemadores 11 a través de un colector que es alimentado por una línea de alimentación desde su fuente.

El oxidante y el combustible se alimentan al quemador o quemadores 11 y se combustionan. Las velocidades y la relación estequiométrica se proporcionan como se describe en este documento para lograr los beneficios de la
45 presente invención.

El oxidante y el combustible deben alimentarse a cada quemador 11 a velocidades tales que cuando el oxidante y el combustible se queman en el quemador, ninguna parte de la llama visible que resulta de la combustión debe entrar en contacto con la pared lateral del horno 1 opuesta a la pared lateral en el que se encuentra el quemador. Esto
50 ayuda a proteger la pared lateral opuesta del deterioro excesivo.

Además, el oxidante y el combustible deben alimentarse al quemador 11 a velocidades tales que ninguna parte de la llama visible que se forma por la combustión del oxidante y el combustible haga contacto con la superficie 8 del vidrio derretido 6. La llama visible se representa en la figura 3 como llama 41.
55

Además, las velocidades a las que se alimenta el oxidante y el combustible al quemador 11 deben ser tales que ninguna parte de la llama visible que se forma por la combustión del oxidante y el combustible entre en contacto con la superficie interior de la corona 5.

60 Estas condiciones se satisfacen proporcionando adecuadamente las velocidades respectivas del oxidante y el

combustible. Ejemplos típicos de velocidades adecuadas en las tuberías centrales del suministro de gas del quemador son una velocidad de oxidante en el rango de 21.336 a 106.68 m/s (70 a 350 (pies/s)) y una velocidad de combustible de 21.336 a 60.96 m/s (70 a 200 (pies/s)).

5 La llama producida en el quemador 11 de acuerdo con esta invención se caracteriza porque el flujo de calor por radiación desde la superficie superior de la llama (visto como 81 en la figura 3), en dirección a la corona 5, a cualquier distancia dada de la superficie superior de la llama. La llama es menor que el flujo de calor por radiación desde la superficie inferior de la llama (visto como 82 en la figura 3), en dirección al vidrio derretido 6, a la misma distancia dada de la superficie inferior de la llama.

10

Esta condición se puede lograr llevando a cabo la combustión en condiciones que promuevan la formación de una capa 83 en o cerca de la superficie superior de la llama, en la cual la cantidad total de combustible no combustionado, combustible parcialmente combustionado y subproductos de la combustión parcial de la llama, es mayor que la cantidad del mismo en las regiones de la llama debajo de esa capa. Este combustible no
15 combustionado, combustible parcialmente combustionado y subproductos de la combustión parcial, también pueden denominarse "hollín". Esta condición se puede lograr empleando "combustión por etapas", es decir, combustión en la que el combustible se alimenta hacia dentro del horno adyacente a donde solo se alimenta una porción de la cantidad total de oxígeno necesaria para la combustión completa del combustible hacia dentro del horno, y la cantidad restante de oxígeno necesario para la combustión completa del combustible se alimenta hacia dentro del
20 horno desde una distancia mayor desde donde se alimenta el combustible.

La formación de la capa deseada 83 puede promoverse mediante la combustión con quemadores que alimentan combustible y oxidante a diferentes alturas sobre el vidrio derretido 6, en donde el combustible (y, preferentemente, solo una porción del oxidante para la combustión completa de ese combustible) se alimenta a una elevación por
25 encima de donde se alimenta el equilibrio estequiométrico del oxidante. En las figuras 4A, 4B y 4C se muestran ejemplos de quemadores adecuados para funcionar de esta manera. El quemador de las figuras 4A y 4B es del tipo descrito en la patente estadounidense núm. 6,132,204 y a menudo se lo denomina quemador de llama ancha porque la llama que produce típicamente es ancha y relativamente plana.

30 En la figura 4A: el quemador 11 toma la forma de un quemador 61 que incluye un rango superior 62 de los orificios 64, 66 y 68, y un rango inferior 63 de los orificios 65, 67 y 69. El orificio 64 se encuentra al final de un pasaje a través del cual se alimenta uno u otro de oxidante o combustible, preferentemente oxidante. El orificio 64b se encuentra al final de un pasaje a través del cual se alimenta el otro de oxidante o combustible, preferentemente combustible. El orificio 64b está dentro del orificio 64 y preferentemente está situado concéntricamente en el orificio 64, formando el
35 espacio anular 64c.

De manera similar, el orificio 66 se encuentra al final de un pasaje a través del cual se alimenta uno u otro de oxidante o combustible, preferentemente oxidante. El orificio 66b se encuentra al final de un pasaje a través del cual se alimenta el otro de oxidante o combustible, preferentemente combustible. El orificio 66b está dentro del orificio 66
40 y preferentemente está situado concéntricamente en el orificio 66, formando el espacio anular 66c. El orificio 68 se encuentra al final de un pasaje a través del cual se alimenta uno u otro de oxidante o combustible, preferentemente oxidante. El orificio 68b se encuentra al final de un pasaje a través del cual se alimenta el otro de oxidante o combustible, preferentemente combustible. El orificio 68b está dentro del orificio 68 y preferentemente está situado concéntricamente en el orificio 68, formando el espacio anular 68c.

45

Preferentemente, como se muestra mejor en la figura 4B, los orificios 64 y 68 están orientados de manera que sus respectivos ejes 64a y 68a forman cada uno ángulos divergentes con respecto al eje 66a del orificio 66. Los orificios 65 y 69 están orientados de manera similar, de modo que sus ejes respectivos (no visibles en la vista superior de la figura 4B) forman ángulos divergentes con respecto al eje del orificio 67.

50

En el funcionamiento preferido del quemador de las figuras 4A y 4B de acuerdo con esta invención, el combustible se alimenta a través de los orificios 64b, 66b y 68b hacia dentro del horno 1, y el oxidante se alimenta a través de los espacios anulares 64c, 66c y 68c, hacia dentro del horno 1. El oxidante se alimenta a través de los orificios 65, 67 y 69 hacia dentro del horno 1, y el combustible y el oxidante se combustionan entre sí.

55

La capa deseada 83 de acuerdo con la presente invención se realiza preferentemente alimentando el combustible a través de los orificios 64b, 66b y 68b, y el oxidante a través de los orificios 64, 66 y 68, de modo que las cantidades de oxígeno alimentado estén en un exceso molar de combustible sobre el oxígeno. Preferentemente, la cantidad total de oxígeno alimentado a través de los orificios 64, 66 y 68 debe ser inferior al 30% de la cantidad total de
60 oxígeno necesaria para la combustión completa del combustible que se alimenta. La cantidad adicional de oxígeno

que se necesita para completar la combustión del combustible se encuentra en el oxidante que se alimenta a través de los orificios 65, 67 y 69. El material no combustionado en la capa 83 se quema en el horno con este oxígeno adicional.

- 5 En la Figura 4C, el quemador 11 toma la forma del quemador 71, que incluye el orificio superior 72 y el orificio inferior 73. En el funcionamiento preferido del quemador de la figura 4C de acuerdo con esta invención, el combustible se alimenta hacia y a través del orificio 72 hacia dentro del horno 1, y el oxidante se alimenta hacia y a través de los orificios 72 y 73 hacia dentro del horno 1, y el combustible y el oxidante se combustionan entre sí. El combustible alimentado a través del orificio 72 está en un exceso estequiométrico con respecto al oxígeno que está en el oxidante que se alimenta a través del orificio 72, y el balance estequiométrico de oxígeno se alimenta a través de otros orificios en el horno.

- La combustión de esta manera da como resultado una capa 83 que protege a la corona de cierta transferencia de calor por radiación de la llama 81, mientras que las porciones inferiores de la llama (es decir, además de la corona 5) proporcionan una deseable transferencia de calor por radiación sin impedimentos al vidrio derretido 6. Esto, y el ángulo ascendente de la llama que conduce a una velocidad reducida de la atmósfera del horno en la superficie de vidrio derretido, a su vez protege la corona de daños por calor excesivo, y protege a la corona del impacto de especies en la atmósfera del horno (como al haber evolucionado desde el vidrio derretido) que podría reaccionar con la superficie interior de la corona y acelerar el deterioro no deseado de esa superficie.

- 20 La operación de acuerdo con esta invención también proporciona las ventajas de que se reduce la generación de óxidos de nitrógeno y de partículas contaminantes en los gases de combustión.

REIVINDICACIONES

1. Un horno que comprende:

5 (A) una pared posterior y una pared frontal enfrentadas, y dos paredes laterales enfrentadas, las cuatro paredes que definen una caja, una corona sobre la caja y en contacto con las cuatro paredes, al menos una abertura a través de la cual el material de fabricación de vidrio puede alimentarse hacia dentro de la caja para derretirse, al menos una
10 abertura en la pared frontal a través de la cual el vidrio derretido puede salir de la caja, y una capa de vidrio derretido dentro de la caja y en contacto con los interiores de las cuatro paredes, en donde la distancia desde la superficie superior del vidrio fundido hasta la unión de las paredes laterales y la corona es de 1.0668 a 1.6764 m (3.5 a 5.5 pies); y

(B) al menos un quemador, situado en una abertura en una pared lateral que se encuentra entre el 35% y el 65% de la distancia desde la superficie superior del vidrio derretido hasta la parte superior de la pared lateral, en donde el
15 quemador está orientado para ser capaz de producir una llama que se extiende dentro de la caja en dirección a la corona que se extiende a lo largo de una línea que forma un ángulo de hasta 15 grados con respecto a un plano horizontal que pasa a través del quemador.

2. Un método de fusión de vidrio que comprende:

20

(A) proporcionar material de fabricación de vidrio en un horno que comprende una pared posterior y una pared frontal enfrentadas, y dos paredes laterales enfrentadas, las cuatro paredes que definen una caja, una corona sobre la caja y en contacto con las cuatro paredes, al menos una abertura a través de la cual el material de fabricación de vidrio puede alimentarse hacia dentro de la caja para fusionarse, al menos una abertura en la pared frontal a través
25 de la cual el vidrio derretido puede salir de la caja, y una capa de vidrio derretido dentro de la caja y en contacto con los interiores de las cuatro paredes, en donde la distancia desde la superficie superior del vidrio fundido hasta la unión de las paredes laterales y la corona es de 1.0668 a 1.6764 m (3.5 a 5.5 pies);

y

30

(B) combustionar combustible y oxidante gaseoso en un quemador situado en una abertura en una pared lateral que se encuentra entre el 35% y el 65% de la distancia desde la superficie superior del vidrio derretido hasta la parte superior de la pared lateral, y que está orientado para producir una llama que se extiende hacia dentro de la caja en dirección a la corona que se extiende a lo largo de una línea que forma un ángulo de hasta 15 grados con respecto a
35 un plano horizontal que pasa a través del quemador, y donde las partes visibles de la llama no entran en contacto con la pared lateral opuesta, no entra en contacto con el vidrio derretido y no entra en contacto con la corona.

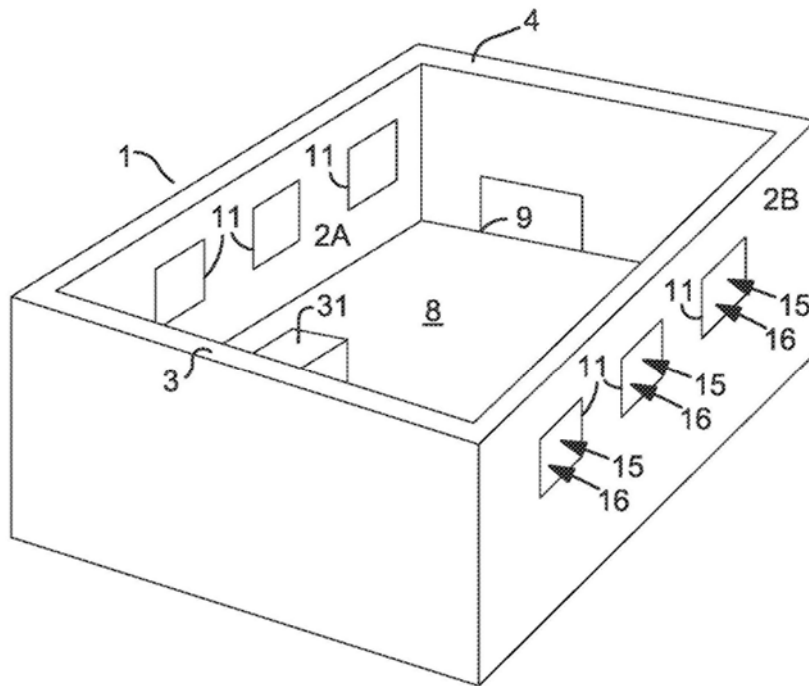


FIG. 1

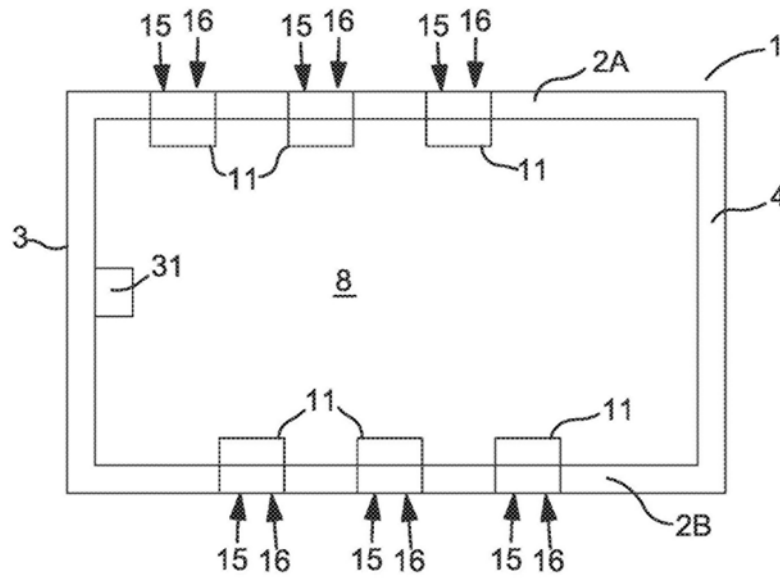


FIG. 2

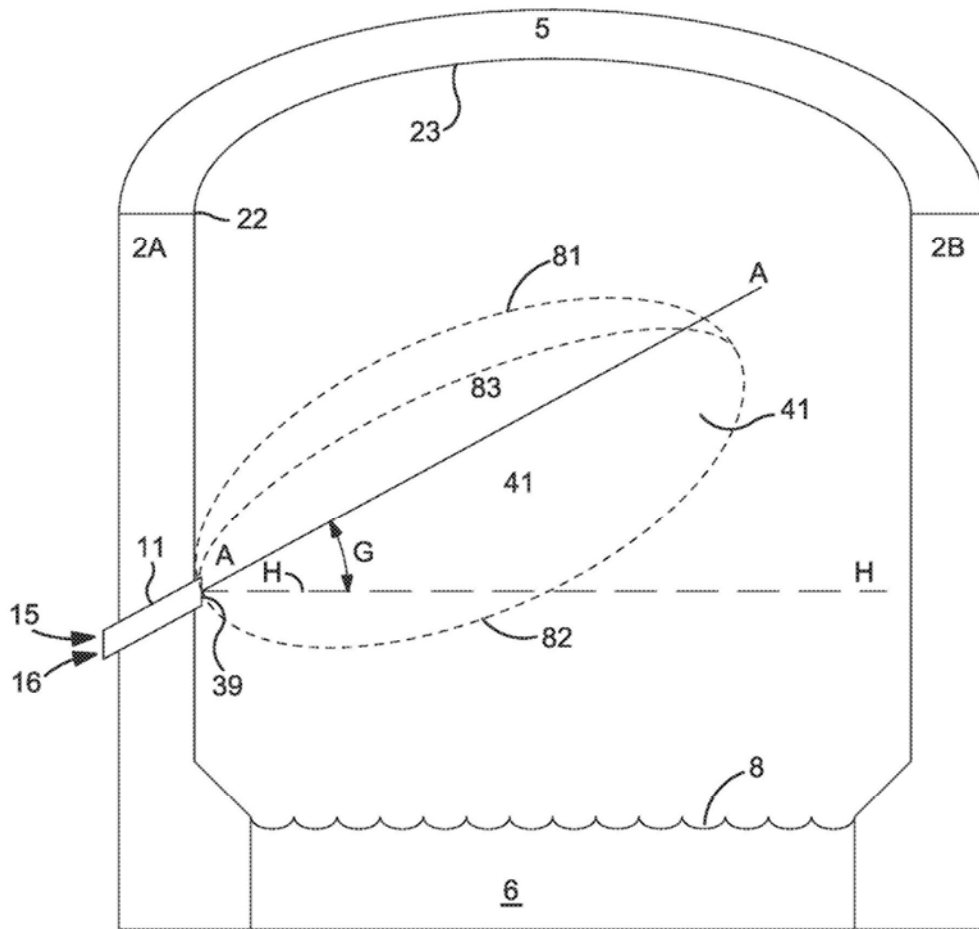


FIG. 3

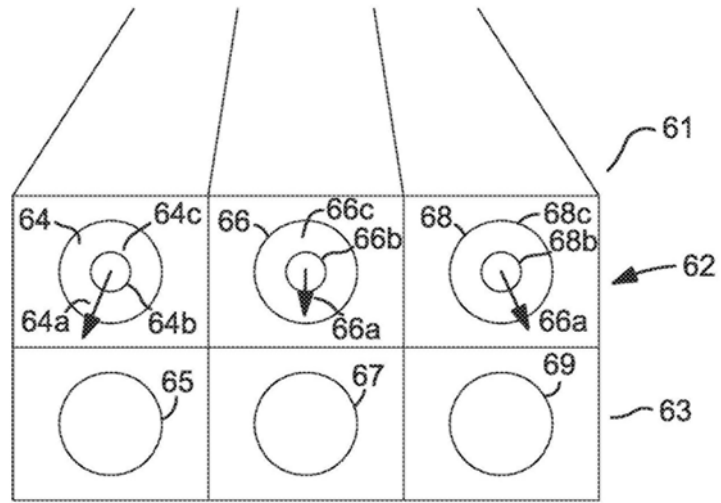


FIG. 4A

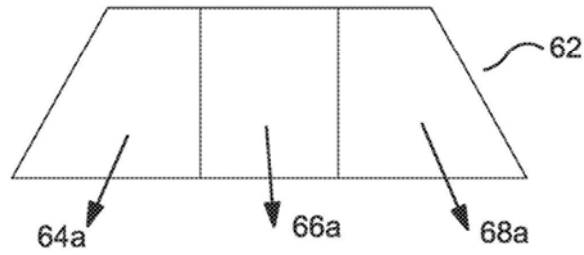


FIG. 4B

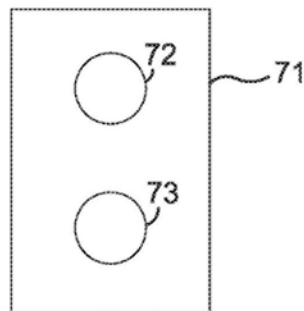


FIG. 4C