

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 697 425**

(51) Int. Cl.:

C03B 18/22

(2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.11.2015 E 15306869 (7)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2018 EP 3173385**

(54) Título: **Procedimiento de producción de vidrio flotante, e instalación**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.01.2019

(73) Titular/es:

**L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR
L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES
GEORGES CLAUDE (100.0%)
75, Quai d'Orsay
75007 Paris, FR**

(72) Inventor/es:

**BANDYO, SHASHWAT y
JARRY, LUC**

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 697 425 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 de producción de vidrio flotante, e instalación

La presente invención se refiere a un procedimiento de producción de vidrio flotante y a una instalación de producción de vidrio flotante.

- 5 En el procedimiento de producción de vidrio flotante, abreviadamente 'procedimiento flotante', una corriente continua de vidrio fundido procedente de un horno de fusión de vidrio es vertida sobre la superficie de un baño de estaño fundido, dentro de una cámara a la que se hace referencia como 'baño de flotación'. El vidrio fundido se esparce por encima de la superficie del material fundido de estaño y forma una banda de vidrio que flota sobre el baño de estaño. La banda de vidrio es movida a lo largo del baño de estaño por unos rodillos transportadores situados opuestamente a la entrada de vidrio fundido.

10 Inicialmente, esto es, en las proximidades de la entrada del vidrio fundido, el vidrio se mantiene a una temperatura lo suficientemente elevada para que el vidrio sea esparcido y repartido uniformemente por encima del baño de estaño. Más aguas abajo, la banda es enfriada progresivamente hasta que su viscosidad es lo bastante elevada para que la banda sea levantada del baño de estaño por los rodillos transportadores sin que resulte dañada.

- 15 Un primer aspecto crucial del procedimiento flotante es, por tanto, un perfil de temperaturas de la banda de vidrio estrechamente controlado dentro de la cámara de flotación.

El control de la temperatura dentro del baño de flotación se consigue por medio de elementos de calentamiento eléctrico situados dentro del baño de flotación o cerca del techo de este, opcionalmente en combinación con elementos de enfriamiento próximos a la banda de vidrio, en el extremo de aguas abajo del baño de flotación. Un baño de flotación típico puede estar equipado con cientos de electrodos de calentamiento que calientan diferentes zonas del baño de flotación. Un control de temperatura apropiado ahorra energía y reduce la cantidad de desechos de vidrio, por lo que se incrementa la productividad de la cámara de flotación.

Un segundo aspecto crucial es la necesidad de evitar la oxidación del estaño fundido. Esto se consigue manteniendo una atmósfera reductora a todo lo largo y ancho del baño de flotación.

- 25 Una buena práctica requiere una renovación del gas al menos de 3 a 5 veces por hora, siendo la renovación del gas el número de veces en cada hora que la atmósfera reductora del interior del baño de flotación es completamente reemplazada.

30 Un tanque de flotación típico consume aproximadamente entre 1.200 y 1.500 Nm³/h de nitrógeno de elevada pureza y entre 70 y 100 Nm³/h de hidrógeno de elevada pureza, a fin de proporcionar una atmósfera reductora de nitrógeno / hidrógeno para el baño de estaño.

Una función adicional de la atmósfera reductora es cubrir a modo de capa la entrada de vidrio y la salida del tanque de flotación para impedir la infiltración de aire que contiene oxígeno.

35 Convencionalmente, un gas correspondiente a la atmósfera reductora es inyectado en la parte superior del baño de flotación a temperatura próxima a la ambiental, y es calentado por los elementos de calentamiento eléctrico antes de entrar en contacto con la banda de vidrio y con el estaño fundido. El gas es, tras ello, evacuado de la cámara de flotación y venteadó a la atmósfera.

40 A fin de reducir el consumo de gas de la cámara de flotación, se han propuesto sistemas de reciclado para la atmósfera reductora, en virtud de los cuales el gas evacuado es sometido a enfriamiento, filtrado, extracción del H₂S, extracción del O₂, extracción del H₂O y, opcionalmente, otras etapas de purificación. El gas enfriado y purificado es entonces completado con gas fresco, por ejemplo, nitrógeno e hidrógeno frescos, antes de volver a inyectarse en la cámara de flotación de la forma previamente descrita.

45 El documento US 2.911.759 A divulga un procedimiento de gas flotante que utiliza estaño fundido, según fue inicialmente desarrollado por Pilkington en los años 50. En este documento, el foco está en el procedimiento de gas flotante en sí mismo, puesto que se tiene por cierto que una persona experta conoce la fusión de vidrio, tal como en un horno regenerativo Siemens, comúnmente conocido. En el espacio situado por encima del estaño fundido, se mantiene una atmósfera reductora, la cual puede consistir, por ejemplo, en 'gas de hulla ordinario' (= una mezcla de, principalmente, H₂, CO, H₂O, N₂, CO₂). Este gas es precalentado utilizando la energía de un conducto de 'productos de combustión calientes', por lo que estos productos de combustión calientes no son tomados de los gases de escape del horno, sino que la propia cámara de flotación incluye quemadores para precalentar la atmósfera reductora.

50 Con o sin un sistema de recirculación para la atmósfera reductora, una parte significativa del consumo de energía eléctrica del baño de flotación se utiliza para calentar el gas del interior del baño de flotación antes de que entre en contacto con la banda de vidrio y con el baño de estaño.

En un propósito de la presente invención proporcionar un procedimiento de flotación con una eficiencia energética mejorada.

De acuerdo con la presente invención, esto se consigue por medio de un procedimiento de producción de vidrio en el que se produce vidrio fundido dentro de un horno de fusión calentado por la combustión de un combustible con un oxidante.

El oxidante puede ser aire, pero es, preferiblemente, un oxidante rico en oxígeno, esto es, un oxidante que tiene un contenido de oxígeno que es mayor que el 21% en volumen y hasta el 100% en volumen. El contenido de oxígeno del oxidante rico en oxígeno es, ventajosamente, al menos el 50% en volumen, más ventajosamente, al menos el 80% en volumen y, preferiblemente, al menos el 90% en volumen, y, más preferiblemente, al menos el 97% en volumen. Se hace referencia al combustible y al oxidante, en lo que sigue de esta memoria, en su conjunto, como los 'reactivos de combustión'.

La combustión del combustible en el interior del horno de fusión genera calor y gases de combustión o humos. Los humos son evacuados desde el horno de fusión a una temperatura de al menos 900°C y de hasta 1.550°C.

Desde el horno de fusión, el vidrio fundido es vertido de forma continua dentro de la cámara de flotación, esto es, al seno del baño de flotación.

El vidrio fundido forma una banda de vidrio que flota sobre un baño de estaño fundido, dentro de la cámara de flotación. Esta banda de vidrio es, tras ello, evacuada de forma continua de la cámara de flotación por medio de unos rodillos transportadores.

Durante dicho procedimiento, una composición de gas, a la que se hace referencia también como 'composición de gas reductor' y que consiste, para al menos el 99,9% en volumen y hasta el 100% en volumen, en un gas inerte y un gas reductor, se introduce dentro de la cámara de flotación con el fin de mantener una atmósfera reductora por encima del baño de estaño y de la banda de vidrio.

Esta composición de gas es evacuada de forma continua o intermitentemente de la cámara de flotación y reemplazada por nueva composición de gas reductor. De esta manera, la composición de la atmósfera reductora del interior de la cámara de flotación puede mantenerse efectiva y sustancialmente constante.

De acuerdo con la presente invención, un componente de gas, correspondiente a al menos parte de la composición de gas, es precalentado por medio de intercambio de calor con los humos evacuados desde la cámara de fusión, antes de que dicho componente de gas precalentado sea introducido en la cámara de flotación como parte de la composición de gas, por lo que dicha parte puede ser el 100% de la composición de gas, esto es, la propia composición de gas.

De acuerdo con una realización preferida de la invención, el componente de gas es precalentado por un intercambio de calor indirecto con los humos evacuados desde el horno de fusión.

En el presente contexto, la expresión 'intercambio de calor indirecto' entre un primer y un segundo fluidos se refiere a un procedimiento en virtud del cual el primer fluido, que es un fluido relativamente caliente, se utiliza para calentar un fluido de transferencia de calor intermedio por medio de intercambio de calor o transferencia de calor a través de una primera pared que separa los dos fluidos. Tras ello, el fluido de transferencia de calor así calentado se utiliza para calentar el segundo fluido por medio de intercambio de calor o transferencia de calor a través de una segunda pared que separa el fluido de transferencia de calor y el segundo fluido.

La expresión 'intercambio de calor directo' entre un primer y un segundo fluidos se refiere a un procedimiento en virtud del cual el primer fluido, que es un fluido relativamente caliente, se utiliza para calentar el segundo fluido por transferencia de calor a través de una pared que separa el primer fluido y el segundo fluido.

De esta forma, en el intercambio de calor indirecto anteriormente descrito, el primer fluido calienta el fluido de transferencia de calor intermedio por intercambio de calor directo, y el fluido de transferencia de calor, calentado, calienta el segundo fluido por intercambio de calor directo.

De acuerdo con un ejemplo del procedimiento de producción de vidrio en virtud del cual el componente de gas es precalentado por intercambio de calor indirecto con los humos, los humos evacuados desde el horno de fusión se introducen en un evaporador, en particular, un evaporador de recuperación de calor, a fin de generar vapor. Este vapor generado es, tras ello, utilizado como fluido de transferencia de calor calentado, a fin de precalentar el componente de gas por intercambio de calor directo con el vapor.

De acuerdo con una realización alternativa, los humos evacuados desde el horno de fusión se utilizan para calentar un fluido de transferencia de calor intermedio gaseoso, al que se hace referencia como 'gas intermedio', por intercambio de calor directo con los humos, y el gas intermedio calentado así obtenido se utiliza para precalentar el componente de gas por intercambio de calor directo con el gas intermedio calentado. En ese caso, el gas intermedio calentado es utilizado también, preferiblemente, para precalentar al menos uno de los reactivos de combustión por

intercambio de calor directo.

En otras palabras, el gas intermedio calentado es, entonces, utilizado también para calentar parte o la totalidad del combustible y/o del oxidante por intercambio de calor directo, aguas arriba del horno de fusión, preferiblemente al menos (parte de) el oxidante y, más preferiblemente, tanto (al menos parte de) el oxidante como (al menos parte de) el combustible.

5 El precalentamiento del componente de gas y del al menos un reactivo de combustión puede ser llevado a cabo en paralelo o en serie, dependiendo, en particular, de la temperatura a la que dichos fluidos hayan de ser precalentados.

10 El gas intermedio puede, ventajosamente, ser aire, que se encuentra libremente disponible y es generalmente seguro a la hora de su uso. Pueden también utilizarse otros gases intermedios.

Tras la etapa o etapas de precalentamiento, el gas intermedio puede ser liberado al seno de la atmósfera, en particular, cuando el gas intermedio es aire.

15 Cuando se utiliza aire como oxidante en el horno de fusión de vidrio, y como gas intermedio, al menos parte y, opcionalmente, la totalidad del gas intermedio calentado (esto es, aire calentado) puede ser utilizado como oxidante en el horno de fusión de vidrio tras haber sido utilizado para precalentar el componente de vidrio (como se ha descrito anteriormente) y, opcionalmente, después de haber sido también utilizado para precalentar (al menos parte de) el combustible (como se ha descrito también anteriormente).

20 El gas intermedio puede también circular en un circuito cerrado. En ese caso, tras la etapa o etapas de precalentamiento, el gas intermedio es de nuevo calentado por intercambio de calor directo con los humos evacuados desde el horno. Esta realización es particularmente deseable cuando el gas intermedio es un gas distinto del aire, pero también es de utilidad cuando el gas intermedio es aire.

25 La composición de gas puede circular, de la misma manera, en un circuito cerrado. En ese caso, la composición de gas evacuada desde la cámara de flotación es enfriada, purificada y, en caso necesario, completada con composición de gas adicional, en particular con gas reductor adicional y/o gas inerte adicional, antes de ser introducida en la cámara de flotación de la manera descrita anteriormente.

En el presente contexto, 'gas inerte' se refiere a un gas que no reacciona con el estaño fundido o con el vidrio de la cámara de flotación. El gas inerte puede ser, en particular, nitrógeno, argón o helio, o una mezcla de al menos dos de dichos gases. El nitrógeno es generalmente el preferido como gas inerte para uso en la presente invención.

30 El gas reductor puede ser etano, metano, hidrógeno, amoniaco o monóxido de carbono, o una mezcla de al menos dos de dichos gases. El hidrógeno es generalmente el preferido como gas reductor para uso en la presente invención.

En consecuencia, la composición de gas reductor preferida consiste en al menos el 99,9% en volumen y hasta el 100% en volumen de nitrógeno e hidrógeno.

35 En particular, cuando los humos evacuados desde el horno de fusión no están cuantiosamente cargados de polvo y/o sustancias susceptibles de condensarse durante la etapa de precalentamiento, el componente de gas puede también ser precalentado por intercambio de calor directo con los humos evacuados desde el horno de fusión.

40 En ese caso, los humos evacuados desde el horno de fusión pueden también ser utilizados para precalentar (parte de) al menos uno de los reactivos de combustión. Se prefiere que (parte o la totalidad de) el oxidante sea precalentada por medio de los humos evacuados, más preferiblemente, (parte o la totalidad de) el oxidante y (parte o la totalidad de) el combustible. Este precalentamiento de al menos uno de los reactivos de combustión es, en este caso, preferiblemente, conseguido por intercambio de calor directo entre los humos evacuados y el (los) reactivo(s) de combustión.

45 De acuerdo con una realización alternativa, el componente de gas es precalentado por intercambio de calor directo con los humos evacuados desde el horno de fusión, tras lo cual el componente de gas precalentado es utilizado para precalentar (la totalidad o parte de) al menos uno de los reactivos de combustión (esto es, el oxidante, el combustible, o el oxidante y el combustible) por intercambio de calor directo entre el al menos un reactivo de combustión y el componente de gas precalentado.

50 Seguidamente al precalentamiento del al menos un reactivo de combustión, el componente de gas precalentado es introducido en la cámara de flotación según se ha descrito anteriormente, y el al menos un reactivo de combustión precalentado es aportado al horno de fusión para la combustión dentro de este.

De acuerdo con una realización, un flujo de componente de gas circula en un circuito cerrado que no incluye la cámara de flotación.

En ese caso, dicho flujo de componente de gas puede ser calentado por intercambio de calor directo con los humos

evacuados desde el horno de fusión. El flujo de componente de gas así calentado es entonces utilizado para precalentar (parte o la totalidad de) al menos uno de los reactivos de combustión (esto es, parte o la totalidad del oxidante, del combustible o tanto del oxidante como del combustible).

5 Además de ello, una parte del flujo calentado de componente de gas es extraída del circuito cerrado, aguas arriba o aguas abajo del precalentamiento del al menos un reactivo de combustión, o, alternativamente, entre el calentamiento de ambos reactivos de combustión. La parte extraída del flujo calentado de componente de gas es introducida en la cámara de flotación como parte de la composición de gas, de la manera anteriormente descrita.

10 El componente de gas que es precalentado de acuerdo con la presente invención puede ser el gas inerte, en particular, nitrógeno. Alternativamente, el componente de gas y la composición de gas introducida en la cámara de flotación pueden tener una composición química idéntica o sustancialmente idéntica.

De acuerdo con una realización, la composición de gas que se evaca de la cámara de flotación es liberada al seno de la atmósfera, preferiblemente a continuación de la supresión de al menos algunos contaminantes presentes en ella.

15 De acuerdo con una realización adicional, el componente de gas que es precalentado comprende o consiste en una composición de gas que ha sido previamente evacuada de la cámara de flotación.

En ese caso, al menos parte de la composición de gas reductor que es evacuada de la cámara de flotación es reciclada y precalentada antes de ser reintroducida en la cámara de flotación.

20 En ese caso, es generalmente contemplable la práctica de purificar la parte reciclada de la composición de gas evacuada, antes de ser reintroducida en la cámara de flotación. Como tal, una purificación de la composición de gas evacuada requiere habitualmente que la composición de gas sea enfriada, de tal manera que la purificación de la composición de gas evacuada tiene lugar, ventajosamente, antes de que la parte reciclada de la composición de gas sea precalentada de acuerdo con la invención y reintroducida en la cámara de flotación.

25 Cuando el componente de gas comprende, o consiste en, composición de gas que ha sido previamente evacuada de la cámara de flotación, esta es completada con gas reductor fresco, tal como hidrógeno, y/o gas inerte fresco, tal como nitrógeno, antes o después de ser precalentado, y después de ser reintroducido en la cámara de flotación. De esta manera, puede garantizarse que la composición de gas introducida en la cámara de flotación tiene la composición de gas reductor requerida, y que se dispone de la suficiente composición de gas para garantizar la renovación requerida de gas en la cámara de flotación.

30 El procedimiento de acuerdo con la presente invención utiliza, de esta forma, el calor presente en los humos evacuados desde el horno de fusión de aguas arriba, para precalentar un componente de gas de la composición de gas reductor, antes de que la composición de gas se introduzca en la cámara de flotación con el fin de generar una atmósfera reductora regularmente renovada en el interior de la cámara de flotación. Prealentando de este modo un componente de gas de la composición de gas, se facilita el esencial control de la temperatura de la cámara de flotación, y la cantidad de energía adicional, en particular, de electricidad, requerida para el control de la temperatura dentro de la cámara de flotación, por lo común por medio de elementos de calentamiento situados en el techo del baño de flotación o cerca de este, se ve significativamente reducida, con lo que se mejora la eficiencia energética global del procedimiento de producción de vidrio.

35 De acuerdo con una realización optimizada, el procedimiento de la invención incluye la etapa de detectar la temperatura con la que la composición de gas es introducida en la cámara de flotación, y la etapa de ajustar el calor suministrado por dichos elementos de calentamiento en función de la temperatura detectada, con lo que se asegura que se mantiene el perfil de temperaturas deseado dentro de la cámara de flotación, con el mínimo consumo de energía por parte de dichos elementos de calentamiento.

40 La presente invención también se refiere a una instalación de producción de vidrio adecuada para utilizarse en el procedimiento de la invención.

45 Dicha instalación comprende un horno de fusión de vidrio equipado con uno o más quemadores. El horno de fusión tiene una salida de vidrio fundido y una salida de humos.

La instalación también comprende una cámara de flotación, aguas abajo con respecto a la salida de vidrio fundido del horno de fusión.

50 La cámara de flotación tiene una cuba destinada a contener un baño de estaño fundido. La cámara de flotación tiene un techo por encima de la cuba, una entrada de vidrio fundido, así como rodillos transportadores para evacuar una banda de vidrio desde la cámara de flotación, a través de una salida de vidrio.

La cámara de flotación comprende, de manera adicional, una o más entradas de gas para introducir una composición de gas reductor en la cámara de flotación, así como una salida de gas para evacuar la composición de gas reductor desde la cámara de flotación. Las una o más entradas de gas están situadas en el techo de la cámara

de flotación o en posición adyacente a este.

La cámara de flotación está también, habitualmente, equipada con al menos un, y, generalmente, más de un, elemento de calentamiento, en el tejado de la cámara de flotación o cerca de este, y puede comprender uno o más elementos de enfriamiento por encima de la cuba, cerca de la salida de vidrio.

5 La instalación de producción de vidrio también incluye una unidad de recuperación de calor, aguas abajo de la salida de humos del horno de fusión.

La unidad de recuperación de calor se ha configurado para recuperar calor de los humos evacuados del horno de fusión, a través de su salida de humos.

10 De acuerdo con la presente invención, la unidad de recuperación de calor está conectada a una fuente de un componente de gas, seleccionado de entre:

- gas inerte,
- una composición de gas que consiste en al menos el 99,9% en volumen (esto es, entre el 99,9% y el 100% en volumen) de gas inerte y gas reductor.

15 Como se ha mencionado anteriormente, el gas inerte es, preferiblemente, nitrógeno y el gas reductor es, preferiblemente, hidrógeno. La composición de gas preferida consiste en al menos el 99,9% en volumen de nitrógeno e hidrógeno.

La unidad de recuperación de gas está configurada, adicionalmente, para precalentar el componente de gas por intercambio de calor directo o indirecto con los humos evacuados desde el horno de fusión a través de la salida de humos.

20 La unidad de recuperación de calor presenta una salida de componente de gas. Esta salida de componente de gas está en comunicación de fluido con al menos una salida de gas de la cámara de flotación y, preferiblemente, con todas las salidas de gas de la cámara de flotación. Por medio de esta comunicación de fluido, el componente de gas calentado en la unidad de recuperación de calor puede ser introducido en la cámara de flotación.

25 En el presente contexto, dos elementos de encuentran en 'comunicación de fluido' o 'conectados de forma fluida' cuando dichos dos elementos están conectados, por ejemplo, por medio de un canal o conducto, de tal modo que se permita a un fluido fluir desde uno de los elementos hasta, o al interior de, el otro de los dos elementos.

De acuerdo con una realización de la instalación, la salida de gas de la cámara de flotación está en comunicación de fluido con una pila o columna para ventear gas evacuado desde la cámara de flotación a través de su salida de gas, al seno de la atmósfera.

30 La unidad de recuperación de calor puede también comprender un circuito de circulación cerrado que conecta en comunicación de fluido la salida de gas de la cámara de flotación a las una o más entradas de gas de la cámara de flotación, con lo que se permite reducir la composición de gas que es evacuada de la cámara de flotación para ser reciclada de vuelta a la cámara de flotación. Como ya se ha descrito anteriormente, esto requiere generalmente el enfriamiento y la purificación del gas reductor evacuado, de tal modo que dicho circuito de circulación cerrado

35 comprende, generalmente, al menos una unidad de enfriamiento y al menos una unidad de purificación. Debido a las reacciones químicas de la composición de gas reductor, y, más concretamente, del gas reductor de la cámara de flotación, y a la pérdida de composición de gas reductor durante la purificación, es, generalmente, necesario completar la composición de gas reductor reciclada antes de que sea reintroducida en la cámara de flotación. Para ello, el circuito de circulación cerrado se encuentra en comunicación de fluido con al menos una fuente de gas inerte y una fuente de gas reductor.

40 Cuando la unidad de recuperación de calor comprende un tal circuito de circulación cerrado, la unidad de recuperación de calor está, normalmente, configurada para calentar la composición de gas reductor reciclada en dicho circuito situado aguas abajo con respecto a la unidad de enfriamiento y purificación.

45 En ese caso, el componente de gas calentado por la unidad de recuperación de calor es la composición de gas reductor, reciclada y purificada, y la cámara de flotación actúa como fuente de dicho componente de gas.

En ausencia de tal circuito de circulación cerrado, el componente de gas que se ha de calentar en la unidad de recuperación de calor es, por lo común:

- gas inerte procedente de una fuente de gas inerte, antes de que el gas inerte sea mezclado con gas reductor para formar la composición de gas reductor, o

50 - la propia composición de gas reductor, antes de ser introducida en la cámara de flotación.

La unidad de recuperación de calor de la instalación de acuerdo con la invención puede haberse configurado para

calentar el componente de gas por intercambio de calor indirecto con los humos en dicha unidad, que comprende:

- un evaporador de recuperación de calor, para generar vapor por intercambio de calor con los humos evacuados desde el horno de fusión a través de la salida de humos; y, aguas abajo de dicho evaporador de recuperación de calor,
- 5 - un intercambiador de calor, destinado a calentar el componente de gas por intercambio de calor directo con el vapor generado en el evaporador de recuperación de calor.

En lugar de un evaporador de recuperación de calor, puede utilizarse una unidad de recuperación de calor para calentar el componente de gas por intercambio de calor indirecto con los humos, la cual comprende:

- 10 - un intercambiador de calor primario, para calentar un gas intermedio por intercambio de calor directo con los humos evacuados desde el horno de fusión a través de su salida de humos, y
- un intercambiador de calor secundario, para calentar el componente de gas por intercambio de calor directo con el gas intermedio calentado en el intercambiador de calor primario.

15 En el presente contexto, la expresión ‘intercambiador de calor’ se refiere a un dispositivo en el cual dos fluidos circulan por circuitos diferentes que están separados uno de otro por al menos una pared, la pared de intercambio de calor, que está en contacto con ambos fluidos y a través de la cual el calor puede ser transferido desde el más caliente de los dos fluidos hacia el más frío de los dos fluidos.

Los intercambiadores de calor primario y secundario pueden ser dos dispositivos de intercambio de calor diferentes, o bien pueden formar parte de un único dispositivo de intercambio de calor.

20 El intercambiador de calor primario y el intercambiador de calor secundario pueden estar integrados en un circuito de circulación cerrado del gas intermedio. Por medio de dicho circuito de circulación cerrado, el gas intermedio calentado en el intercambiador de calor primario es transportado al intercambiador de calor secundario como fuente de calor para calentar el componente de gas. Tras ello, el circuito de circulación cerrado transporta el gas intermedio, ahora enfriado, de vuelta al intercambiador de calor primario.

25 Alternativamente, el gas intermedio puede ser transportado en un circuito abierto y no ser devuelto al intercambiador de calor primario, una vez que ha sido utilizado para calentar el componente de gas en el intercambiador de calor secundario.

De acuerdo con una realización específica, la unidad de recuperación de calor comprende un intercambiador de calor adicional, además de los intercambiadores de calor primario y secundario. Dicho intercambiador de calor adicional está conectado en comunicación de fluido a una fuente de un reactivo de combustión, que es:

- 30 - un oxidante, o
- un combustible.

Además, el intercambiador de calor adicional está también conectado en comunicación de fluido con al menos un quemador del horno de fusión, para el suministro del reactivo de combustión, calentado en el intercambiador de calor adicional, a dicho al menos un quemador.

35 El oxidante es, preferiblemente, un oxidante rico en oxígeno, como se ha definido anteriormente.

El intercambiador de calor secundario y el intercambiador de calor adicional pueden estar colocados en serie o en paralelo el uno con respecto al otro, en relación con el flujo del gas intermedio que ha sido calentado en el intercambiador de calor primario. Cuando los intercambiadores de calor secundario y adicional se colocan en serie, el intercambiador de calor secundario puede estar aguas arriba o aguas abajo del intercambiador de calor adicional.

40 El intercambiador de calor adicional puede comprender un intercambiador de calor para precalentar combustible por intercambio de calor directo con el gas intermedio, y un intercambiador de calor para precalentar el oxidante por intercambio de calor directo con dicho gas intermedio.

45 Cada uno de dichos intercambiadores de calor puede estar colocado en paralelo o en serie (aguas arriba o aguas abajo) con el intercambiador de calor secundario, como se ha descrito anteriormente con respecto al intercambiador de calor adicional, en sí. Los intercambiadores de calor primario, secundario y adicional pueden estar, todos ellos, integrados en un circuito de circulación cerrado del gas intermedio, tal como se ha descrito anteriormente.

50 De acuerdo con una realización alternativa, la unidad de recuperación de calor puede comprender un primer intercambiador de calor, configurado para calentar el componente de gas por intercambio de calor directo con los humos evacuados desde el horno de fusión a través de su salida de humos. Como ya se ha mencionado anteriormente, esta realización es particularmente útil cuando dichos humos no están cuantiosamente cargados con polvo y/o contaminantes que puedan condensarse en el primer intercambiador de calor.

En ese caso, también, la instalación puede comprender un intercambiador de calor adicional como se ha descrito anteriormente en el contexto de la realización con calentamiento de componente de gas indirecto. Opcionalmente, el intercambiador de calor adicional comprende un intercambiador de calor con combustible y un intercambiador de calor con oxidante.

- 5 En algunos casos, el intercambiador de calor adicional puede haberse configurado para precalentar combustible y/u oxidante por medio de intercambio de calor directo con los humos evacuados desde el horno de fusión.

De acuerdo con una realización preferida, el intercambiador de calor adicional se ha configurado para calentar combustible y/o oxidante por medio de intercambio de calor directo con el componente de gas calentado en el primer intercambiador de calor.

- 10 En ese caso, la unidad de recuperación de calor puede comprender un circuito cerrado de circulación de gas para hacer circular un flujo del componente de gas, por ejemplo, un flujo de gas inerte o un flujo de un gas con la misma composición química que la composición de gas reductor introducida en la cámara de flotación, entre el primer intercambiador de calor, donde el componente de gas es calentado, y el intercambiador de calor adicional, donde el componente de gas calentado se utiliza para precalentar combustible y/u oxidante. Tal circuito cerrado de circulación de gas presenta, de manera adicional, una abertura de purga y una abertura de alimentación.

La abertura de purga está en comunicación de fluido con al menos una entrada de gas de la cámara de flotación.

La abertura de purga está, de esta forma, configurada para extraer una parte del componente de gas calentado en el primer intercambiador de calor, y para introducir la misma en la cámara de flotación como la parte menor de la posición de gas.

- 20 La abertura de purga del circuito de circulación de gas se encuentra en comunicación de fluido con una fuente del componente de gas y está, por tanto, configurada para reemplazar la parte extraída del componente de gas con un nuevo componente de gas procedente de dicha fuente.

La cámara de flotación de la instalación de producción de gas comprende, por lo común, unos elementos de calentamiento situados en su techo o en posición adyacente a este, así como una unidad de control para controlar el calor generado por cada uno de dichos elementos de calentamiento.

- 25 De acuerdo con una realización preferida de la instalación, también comprende uno o más detectores de temperatura para detectar la temperatura de la composición de gas que es introducida en la cámara de flotación a través de las una o más entradas de gas. En ese caso, la unidad de control se ha configurado, ventajosamente, para controlar el calor generado por cada uno de los elementos de calentamiento en función de la(s) temperatura(s) detectada(s) de la composición de gas introducida en la cámara de flotación y, en particular, en función de la(s) temperatura(a) detectada(s) de la composición de gas inyectada a través de las una o más entradas de gas situadas más cerca del elemento de calentamiento respectivo.

La presente invención y sus ventajas se ilustran en los siguientes ejemplos, haciéndose referencia a las Figuras 1 a 3, en las cuales:

- 35 - la Figura 1 es una representación esquemática de una primera realización de la invención;
 - la Figura 2 es una representación esquemática de una segunda realización de la presente invención; y
 - la Figura 3 es una representación esquemática en corte transversal de una cámara de flotación adecuada para uso en la presente invención.

En los siguientes ejemplos, el gas inerte es nitrógeno y el gas reductor es hidrógeno.

- 40 Como se ilustra en las Figuras 1 y 2, un material 1 de formación de vidrio, sólido, al que se hace referencia a menudo como 'lote', es introducido en un horno de fusión 2.

En el horno de fusión 2, el material 1 de formación de vidrio es calentado y fundido.

- 45 El vidrio fundido 3 así obtenido es introducido en una cámara de flotación 4, situada aguas abajo del horno de fusión 2. Como se ha ilustrado en la Figura 3, dentro de la cámara de flotación 4, el vidrio fundido 3 se reparte a todo lo largo y ancho de la superficie de un baño 41 de estaño fundido. El vidrio fundido 3 se enfriá entonces progresivamente a medida que se desplaza a través de la cámara flotante 4, hasta que se forma una banda de vidrio 5 que puede ser evacuada de la cámara flotante 4 por medio de unos rodillos transportadores 42.

- 50 Como también se ilustra en la Figura 3, se introduce una composición de gas 100 en una o más aberturas 43 existentes en el techo 44 de la cámara de flotación 4 (habiéndose representado cuatro de tales aberturas 43 en la Figura 3), al objeto de mantener una atmósfera reductora por encima del baño de estaño y de la banda de vidrio. La(s) abertura(s) de salida a través de la(s) cual(es) es evacuada regularmente la composición de gas desde la cámara de flotación 4 no se ha(n) representado.

Además de ello, la cámara de flotación 4 también comprende un cierto número de elementos de calentamiento 45, tales como calentadores eléctricos, que se utilizan para mantener el perfil de temperaturas deseado dentro de la cámara de flotación 4, con el propósito de obtener el perfil de temperaturas deseado del vidrio 5 a medida que este se desplaza a través de la cámara 4. El número de elementos de calentamiento 45 puede extenderse hasta los centenares. En algunos casos, la cámara de flotación 4 puede también contener unos elementos de enfriamiento (no mostrados) cerca de la salida de vidrio de la cámara 4 y en las proximidades de la banda de vidrio, a fin de controlar adicionalmente la temperatura de la banda de vidrio 5 conforme esta abandona la cámara 4.

El horno de fusión 2 es calentado por medio de al menos un quemador 21 (en las Figuras 1 y 2 tan solo se ha representado un único quemador 21).

10 Los uno o más quemadores 21 inyectan combustible 23 y oxidante de combustión 24 en el horno de fusión 2, en el que el combustible se quema con el oxidante de combustión con el fin de generar calor para la fusión del material 1 de formación de vidrio. En las realizaciones ilustradas, el oxidante de combustión es 'oxígeno industrial' con una pureza de aproximadamente el 92% en volumen.

15 Otros elementos de calentamiento (no mostrados) tales como electrodos de bucle eléctrico, pueden también estar presentes en el horno de fusión 2.

La combustión del combustible 23 genera humos 25 que abandonan el horno de fusión a una temperatura de aproximadamente 1.450°C.

20 En la realización que se ilustra en la Figura 1, dichos humos calientes 25 se introducen en dicho intercambiador de calor 60, donde los humos calientes 25 se utilizan para precalentar de forma directa un componente de gas 101, que corresponde a la fracción de nitrógeno de la composición de gas 100 que es inyectada dentro de la cámara de flotación 4. Seguidamente al intercambio de calor entre los humos calientes 25 y el componente de gas 101, los humos 26 son evacuados del intercambiador de calor 60 y, preferiblemente, sometidos a un procedimiento de eliminación de contaminantes, antes de ser liberados al seno de la atmósfera.

25 En la realización ilustrada en la Figura 1, el componente de gas 102, que ha sido calentado en el intercambiador de calor 60, es, en primer lugar, introducido en el intercambiador de calor 80, en el que el oxidante de combustión 23 es precalentado por intercambio de calor directo con el componente de gas calentado 102. El oxidante de combustión 27, así precalentado, es entonces aportado al (a los) quemador(es) 21 del horno 2. Desde el intercambiador de calor 80, el componente de gas precalentado 103 es enviado al intercambiador de calor 90, en el que el combustible 24 es precalentado por intercambio de calor directo con el componente de gas calentado 103. El combustible así precalentado 28 es igualmente suministrado al (a los) quemador(es) 21.

30 El componente de gas (nitrógeno) calentado 104 que abandona el intercambiador de calor 90 es, entonces, mezclado con hidrógeno 105 (y, opcionalmente, con otros gases presentes en la composición de gas) con el fin de obtener una composición de gas 100 que es introducida en la cámara de flotación 4 como se ha descrito anteriormente.

35 Utilizando la energía residual presente en los humos del horno de fusión 2, la composición de gas 100 puede ser inyectada en la cámara de flotación 4 a una temperatura sustancialmente más alta, por ejemplo, de 400°C, con lo que se reduce la necesidad de calor adicional de la cámara de flotación 4 y el consumo de energía de los elementos de calentamiento 45.

40 Si bien se prefiere incorporar el precalentamiento del oxidante de combustión 23 y del combustible 24 en el procedimiento de la invención, el procedimiento puede también llevarse a cabo sin tal precalentamiento, esto es, sin los intercambiadores de calor 80 y 90 (en este caso, la temperatura a la que la composición de gas es inyectada en la cámara de flotación 4 puede ser más alta, por ejemplo, de aproximadamente 650°C).

En la realización que se ilustra en la Figura 2, la composición de gas 100 circula en un circuito cerrado. Tal circuito cerrado reduce el consumo de nitrógeno e hidrógeno de la cámara de flotación.

45 Además de ello, puede ser necesario el reciclado de la composición de gas por razones medioambientales o económicas, por ejemplo, cuando el gas inerte es, o contiene, argón o helio, o cuando el gas reductor es, o contiene, monóxido de carbono o amoniaco.

Seguidamente a la evacuación controlada de la composición de gas desde la cámara 4, se evaca la composición de gas 110. En tal circuito cerrado, la composición de gas evacuada es, por lo común, enfriada en una unidad de enfriamiento 111.

50 Tras ello, se elimina la humedad (H_2O) 112 de la composición de gas en la unidad de secado 113. Además de ello, otros contaminantes 114, tales como H_2S , son eliminados en una o más unidades de purificación 115.

La composición de gas secada y purificada 115 es, entonces, completada con nitrógeno 116 e hidrógeno 117 adicionales (en caso necesario) y, opcionalmente, también con otros componentes deseados de la composición de

gas.

En la realización que se ilustra en la Figura 2, la mezcla de gases 118 es entonces calentada por intercambio de calor indirecto con los humos calientes 25 procedentes del horno de fusión 2.

En el intercambio de calor 60, un fluido intermedio tal como aire, nitrógeno, CO₂, etc., es calentado por intercambio de calor directo con los humos calientes. El fluido intermedio así calentado 201 es entonces introducido en el intercambiador de calor 70, donde la mezcla de gases 118 es calentada por intercambio de calor directo con el fluido intermedio calentado 201. La mezcla de gases calentada es, tras ello, introducida en la cámara de flotación 4 como la composición de gas 100.

El fluido intermedio puede fluir en un circuito abierto, en particular cuando el fluido intermedio es aire. En la realización ilustrada, sin embargo, el fluido intermedio fluye de vuelta al intercambiador de calor 60 en un circuito cerrado. Es también posible combinar el calentamiento de la composición de gas con el precalentamiento del combustible y/o del oxidante. En la realización ilustrada, el fluido intermedio calentado que abandona el intercambiador de calor 70 es introducido en el intercambiador de calor 80, en el que el oxidante de combustión 23 es precalentado por intercambio de calor directo con el fluido intermedio 202, y, tras ello, en el intercambiador de calor 90 para precalentar el combustible 24 por intercambio de calor directo con el fluido intermedio calentado 203. Por último, el fluido intermedio es enviado de vuelta al intercambiador de calor 60 para ser calentado por intercambio de calor directo con los humos calientes 25.

Como se ha mencionado anteriormente, el precalentamiento del oxidante 23 y del combustible 24 no es necesario, aunque es preferible.

20 Se apreciará que es posible contemplar variantes.

Por ejemplo, en la realización que se muestra en la Figura 1, puede invertirse el orden de los intercambiadores de calor 80 y 90, o bien los intercambiadores de calor 80 y 90 pueden disponerse en paralelo con respecto al flujo del componente de gas calentado 102.

De la misma manera, en la realización de la Figura 2, puede utilizarse un orden diferente para la sucesión de los intercambiadores de calor 70, 80 y 90. La práctica de completar la composición de gas secada y purificada 115 puede también tener lugar aguas abajo del intercambiador de calor 70.

Cuando el fluido intermedio 200 es nitrógeno, esto es, el gas inerte de la composición de gas, el nitrógeno calentado 201, 202 procedente del circuito cerrado puede ser utilizado como nitrógeno de completitud 116 para la composición de gas, tras lo cual se añade nitrógeno adicional (no calentado) 118 al circuito cerrado (mostrado como una línea discontinua y una flecha en la Figura 2).

Como se ilustra adicionalmente en la Figura 3, puede utilizarse una unidad de control 300 para regular el funcionamiento de los elementos de calentamiento 45 (y, opcionalmente, también de cualesquier elementos de enfriamiento que estén presentes) existentes en la cámara de flotación 4. Esta unidad de control regula el funcionamiento de los elementos de calentamiento (y de enfriamiento) 45 con el fin de mantener el deseado perfil de temperaturas de la cámara de flotación 4 y del vidrio 3, 5.

En general, la unidad de control se ha programado de una manera específicamente adaptada al tipo de vidrio, al espesor de la banda y a cualquier revestimiento u otro proceso de tratamiento de vidrio que tenga lugar en la cámara de flotación 2.

La unidad de control puede también ser conectada a detectores de temperatura situados dentro de la cámara de flotación, de manera que el funcionamiento de los elementos de calentamiento (y de enfriamiento) 45 pueda ser ajustado en función de la(s) temperatura(s) real(es) detectada(s) en la cámara de flotación.

Cuando, de acuerdo con la presente invención, un componente de gas, correspondiente a al menos parte de la composición de gas, ha sido precalentado por intercambio de calor directo o indirecto con los humos 25 evacuados desde el horno de fusión 2, de tal manera que la composición de gas 100 se introduce en la cámara de flotación 4 a una temperatura más elevada, es deseable determinar la temperatura a la que dicha composición de gas 100 es aportada a la cámara de flotación 2, por ejemplo, por medio del detector de temperatura 301 que está conectado a la unidad de control 300. De esta manera, la unidad de control puede ajustar el funcionamiento de los elementos de calentamiento 45 en función de la temperatura con la que la composición de gas 100 es introducida en la cámara de flotación 4. Esta realización también permite tener en cuenta cualesquier cambios en la temperatura a la que se calienta la composición de gas, por ejemplo, debido a variaciones en el funcionamiento del horno de fusión 2 y a los cambios correspondientes en la temperatura y/o en el volumen de los humos evacuados desde el horno 2.

REIVINDICACIONES

1.- Un procedimiento de producción de vidrio en virtud del cual:

- se produce vidrio fundido (3) en un horno de fusión (2) calentado por combustión de un combustible (24) con un oxidante (23), de tal manera que dicha combustión genera calor y humos, de modo que dichos humos (25) son evacuados desde el horno de fusión (2) a una temperatura de entre 900°C y 1.550°C, preferiblemente de al menos 1.000°C,
- el vidrio fundido (3) es vertido de forma continua dentro de una cámara de flotación (4) con el fin de formar una banda de vidrio (5) que flota sobre un baño de estaño fundido (41) situado dentro de la cámara de flotación (4), tras lo cual dicha banda de vidrio (5) es evacuada de forma continua de la cámara de flotación (4) por unos rodillos transportadores (42),
- una composición de gas (100), que consiste en entre el 99,9% en volumen y el 100% en volumen de un gas inerte, preferiblemente nitrógeno, y un gas reductor, preferiblemente hidrógeno, se introduce en la cámara de flotación (4) con el fin de mantener una atmósfera reductora por encima del baño de estaño (41) y de la banda de vidrio (5), de tal manera que dicha composición de gas es continua o intermitentemente evacuada desde la cámara de flotación (4) y reemplazada por nueva mezcla de composición de gas,

caracterizado por que:

- un componente de gas, correspondiente a al menos parte de la composición de gas (100), es precalentado por intercambio de calor con los humos (25) evacuados desde el horno de fusión (2), antes de ser introducido en la cámara de flotación (4) como parte de la composición de gas (100).

20 2.- Un procedimiento de producción de vidrio de acuerdo con la reivindicación 1, por el cual el componente de gas es precalentado por intercambio de calor indirecto con los humos (25) evacuados desde el horno de fusión (2).

25 3.- Un procedimiento de producción de vidrio de acuerdo con la reivindicación 1, por el que un gas intermedio (200) es calentado por intercambio de calor directo con los humos (25) evacuados desde el horno de fusión (2), y por el cual el gas intermedio calentado (201) así obtenido es utilizado para precalentar dicho componente de gas por intercambio de calor directo con el gas intermedio calentado (201), y, preferiblemente, también para precalentar al menos un reactivo de combustión seleccionado de entre el oxidante (24) y el combustible (23) por intercambio de calor directo con el gas intermedio calentado (202, 203).

4.- Un procedimiento de producción de vidrio de acuerdo con la reivindicación 2 o la reivindicación 3, por el cual el gas intermedio circula en un circuito cerrado.

30 5.- Un procedimiento de producción de vidrio de acuerdo con la reivindicación 1, por el cual el componente de gas (101) es precalentado por intercambio de calor directo con los humos (25) evacuados desde el horno de fusión (2).

35 6.- Un procedimiento de producción de vidrio de acuerdo con la reivindicación 5, por el cual, tras haber sido precalentado por intercambio de calor directo con los humos (25) evacuados desde el horno de fusión (2) y antes de ser introducido en la cámara de flotación (4), el componente de gas precalentado (102) se utiliza para precalentar al menos un reactivo de combustión seleccionado de entre el oxidante (24) y el combustible (23), por intercambio de calor directo.

7.- Un procedimiento de producción de vidrio de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, por el cual el componente de gas consiste esencialmente en gas inerte, preferiblemente de nitrógeno.

40 8.- Un procedimiento de producción de vidrio de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, por el que la cámara de flotación (4) tiene un techo (44) situado por encima del baño de estaño fundido (41), y por el cual los elementos de calentamiento (45) son instalados en el techo (44) o adyacentemente a este, de tal manera que el procedimiento comprende, adicionalmente, las etapas de:

- determinar la temperatura con la que la composición de gas (100) es introducida en la cámara de flotación (4), y
- regular el calor generado por los elementos de calentamiento (45) como una función de la temperatura determinada.

45 9.- Una instalación de producción de vidrio, que comprende:

- un horno (2) de fusión de vidrio, equipado con uno o más quemadores para calentar el horno (2), de tal manera que dicho horno (2) comprende una salida de humos y una salida de vidrio fundido;
- una cámara de flotación (4), situada aguas abajo de la salida de vidrio fundido del horno (2), de tal modo que dicha cámara de flotación (4) comprende una cuba para contener un baño de estaño fundido (41), un

5 techo (44) situado por encima de la cuba, una entrada de vidrio fundido, unos rodillos transportadores (42) para evacuar una banda de vidrio (5) de la cámara de flotación (4) a través de una salida de vidrio, una o más entradas de gas (43), destinadas a introducir una composición de gas reductor (100) en la cámara de flotación (4), de tal manera que dichas una o más entradas de gas (43) están situadas en, o adyacentes a, el techo (44), y una salida de gas para evacuar dicha composición de gas reductor desde la cámara de flotación (4),

- una unidad de recuperación de calor (60, 70, 80, 90), situada aguas abajo de la salida de humos del horno de fusión (2) y configurada para recuperar calor de los humos evacuados desde el horno de fusión (2) a través de dicha salida de humos,

10 caracterizada por que:

- la unidad de recuperación de calor (60, 70, 80, 90) está conectada a una fuente de un componente de gas (101, 118) seleccionado de entre un gas inerte (101), preferiblemente nitrógeno, y una composición de gas (118) consistente en entre el 99% en volumen y el 100% en volumen de un gas inerte, preferiblemente nitrógeno, y un gas reductor, preferiblemente hidrógeno, de tal manera que dicha unidad de recuperación de calor está configurada para calentar dicho componente de gas (101, 118) por intercambio de calor directo o indirecto con los humos (25) evacuados desde el horno de fusión (2) a través de la salida de humos,
- por lo que la unidad de recuperación de calor (60, 70, 80, 90) presenta una salida de componente de gas, de tal manera que la salida de componente de gas está en comunicación de fluido con al menos una entrada de gas (43) de la cámara de flotación (4) con el fin de introducir componente de gas calentado (100) procedente de la unidad de recuperación de calor, en la cámara de flotación (4).

10.- Una instalación de producción de vidrio de acuerdo con la reivindicación 9, en la cual la unidad de recuperación de calor (60, 70, 80, 90) comprende:

- un intercambiador de calor primario (60) para calentar un gas intermedio (200) por intercambio de calor directo del gas intermedio (200) con los humos (25) evacuados desde el horno de fusión (2) a través de la salida de humos, y
- un intercambiador de calor secundario (70) para calentar el componente de gas (118) por intercambio de calor directo con el gas intermedio (118) calentado en el intercambiador de calor primario (60).

30 11.- Una instalación de producción de vidrio de acuerdo con la reivindicación 10, en la que el intercambiador de calor primario (60) y el intercambiador de calor secundario (70) están integrados en un circuito de circulación cerrado de gas intermedio (200, 201, 202, 203).

35 12.- Una instalación de producción de vidrio de acuerdo con la reivindicación 10 o la reivindicación 11, en el cual la unidad de recuperación de calor (60, 70, 80, 90) comprende un intercambiador de calor adicional (80, 90) para precalentar un reactivo de combustión (23, 24) por intercambio de calor directo con el gas intermedio calentado (202, 203) procedente del intercambiador de calor primario (60), de tal manera que dicho intercambiador de calor adicional (80, 90) está conectado en comunicación de fluido

- a una fuente de reactivo de combustión seleccionado de entre combustible (23) y oxidante (24), y
- a al menos un quemador del horno de fusión (2), a fin de suministrar el reactivo de combustión (27, 28), calentado, a dicho al menos un quemador.

40 13.- Una instalación de producción de vidrio de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en la que la unidad de recuperación de calor (60, 70, 80, 90) comprende un primer intercambiador de calor (60) para calentar el componente de gas (101) por intercambio de calor directo con los humos (25) evacuados desde el horno de fusión (2) a través de la salida de humos.

45 14.- Una instalación de producción de vidrio de acuerdo con la reivindicación 13, que comprende un intercambiador de calor adicional (80, 90) para precalentar un reactivo de combustión (23, 24) por intercambio de calor directo con el componente de gas calentado (102, 103) procedente del primer intercambiador de calor (60), estando dicho intercambiador de calor adicional (80, 90) conectado en comunicación de fluido

- a una fuente de reactivo de combustión seleccionado de entre combustible (23) y oxidante (24), y
- a al menos un quemador del horno (2), a fin de suministrar el reactivo de combustión (27, 28), calentado, a dicho al menos un quemador.

50 15.- Una instalación de producción de vidrio de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, de tal manera que la instalación comprende, adicionalmente:

- al menos un elemento de calentamiento (45), montado en, o adyacente a, el techo (44), dentro de la cámara de flotación (4),
 - un detector de temperatura (300), configurado para determinar la temperatura de la composición de gas reductor (100) en al menos una salida de gas (43) de la cámara de flotación (4), y
- 5 - una unidad de control (300), configurada para regular la generación de calor por el al menos un elemento de calentamiento (45),

de tal modo que la unidad de control (100) está conectada al detector de temperatura (300) y está programada para regular el calor generado por el al menos un elemento de calentamiento (45) como una función de la temperatura determinada por el detector de calor (300).

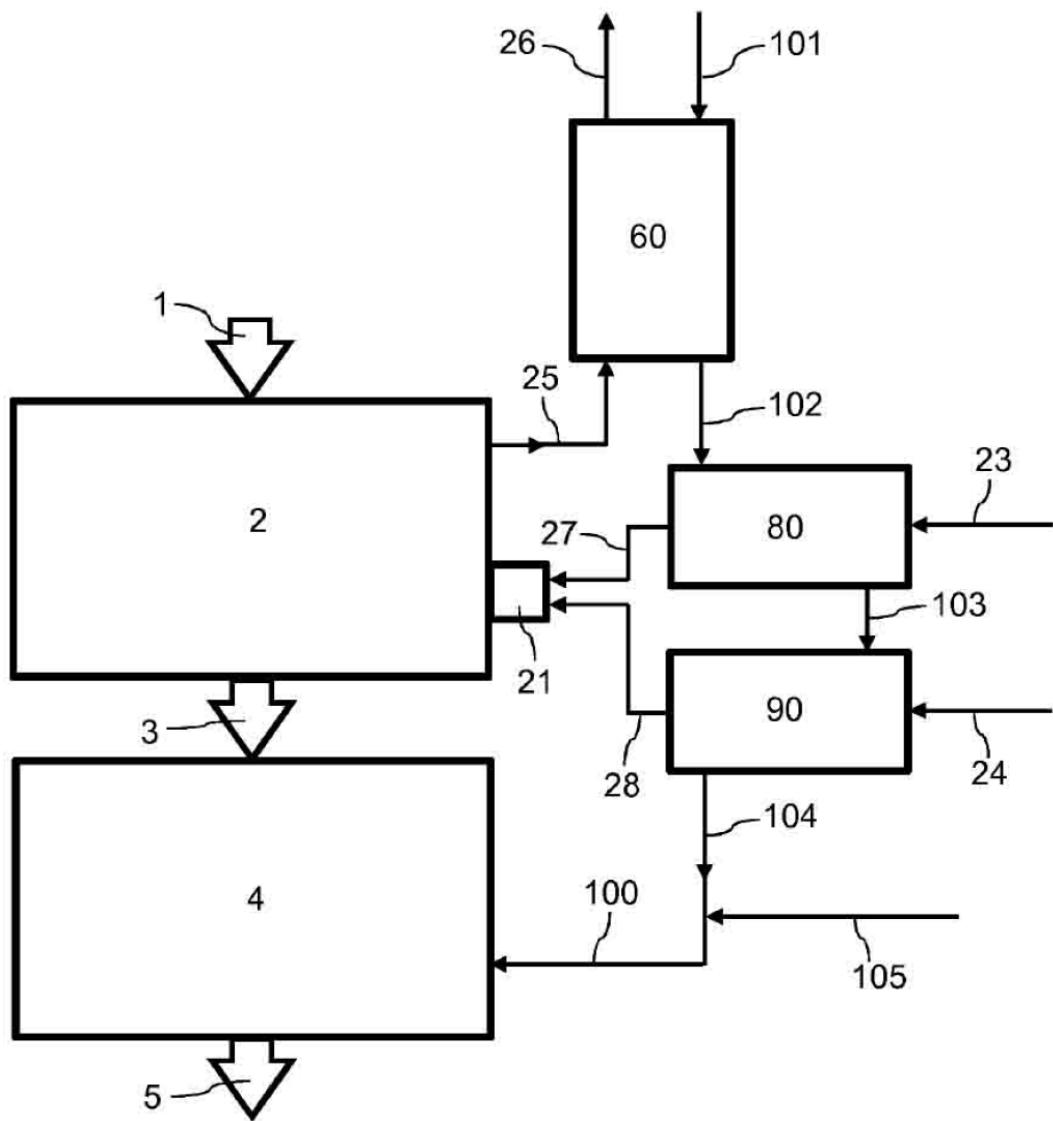


Figura 1

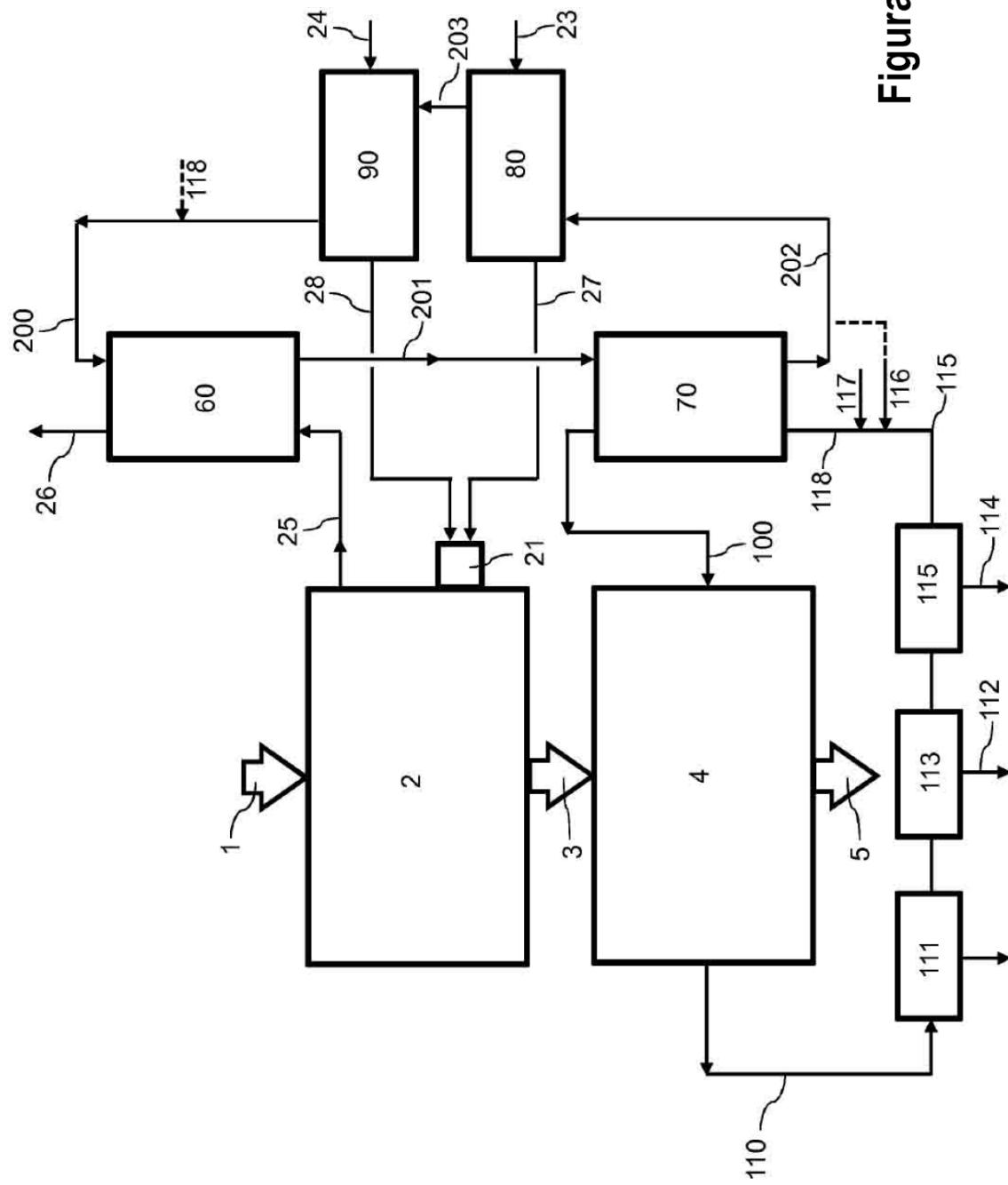


Figura 2

Figura 3