

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 972 094**

51 Int. Cl.:

F27B 1/24 (2006.01)

F27D 17/00 (2006.01)

F27D 19/00 (2006.01)

F27D 99/00 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.02.2021 PCT/EP2021/053986**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.09.2021 WO21170479**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.02.2021 E 21712042 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.12.2023 EP 4111119**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para quemar y/o calcinar material en trozos**

30 Prioridad:

25.02.2020 DE 102020202410

25.02.2020 BE 202005122

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.06.2024

73 Titular/es:

MAERZ OFENBAU AG (50.0%)

Richard-Wagner-Str. 28

8002 Zürich, CH y

THYSSENKRUPP AG (50.0%)

72 Inventor/es:

PIRINGER, HANNES

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 972 094 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

Dispositivo y procedimiento para quemar y/o calcinar material en trozos

- 5 La invención se refiere a un dispositivo y a un procedimiento para quemar y/o calcinar material en trozos, en particular piedra caliza u otros carbonatos, con un horno que presenta al menos una zona de combustión y una zona de refrigeración.
- 10 Por el documento CH 378 217 A se conoce un horno de cuba para quemar continuamente materiales minerales con una zona de combustión y una zona de refrigeración, evacuándose los gases calientes de la zona de combustión y el aire refrigerante para el material a quemar a través de un espacio de aspiración formado en la zona de transición entre la zonas de combustión y de refrigeración.
- 15 El documento DE 27 22 719 A1 describe un horno GGR con dos cubas similares, que presentan respectivamente una zona de combustión y una zona de refrigeración, presentando cada cuba en la zona entre la zona de combustión y la zona de refrigeración un canal anular, que están unidos entre sí mediante un canal de desbordamiento.
- 20 Por el documento EP 2 230 223 A1 se conoce un procedimiento y un dispositivo para la producción de cal, en el que como gas de escape debe producirse dióxido de carbono lo más puro posible y susceptible de ser secuestrado. En este caso, el material se alimenta en primer lugar a una cámara de horno y se quema allí con combustible y un gas con un contenido de oxígeno superior al 90% en volumen. A continuación el producto calcinado se enfría en una zona de refrigeración con un gas refrigerante. Está prevista una disposición de esclusa entre el horno y la zona de refrigeración para separar las atmósferas de las dos cámaras de tratamiento. De esta manera puede garantizarse que no entre en el horno ningún gas refrigerante, que habitualmente se forma a partir del aire. En el horno, el combustible puede quemarse por lo tanto esencialmente con oxígeno puro, de modo que se forma un gas de escape muy rico en dióxido de carbono, que puede concentrarse aún más mediante recirculación.
- 25 La disposición de esclusa prevista entre el horno y la zona de refrigeración, por un lado, debe garantizar un cierre estanco al gas de las dos cámaras de proceso y, por otro lado, debe resistir el material quemado muy caliente. No obstante, las disposiciones de esclusa adecuadas para este objetivo son relativamente complejas y caras y requieren una altura de construcción grande.
- 30 Por el documento DE 10 2010 060 866 B3 se conoce un horno para cal que presenta una zona de combustión, que se asoma con su extremo inferior a la zona de refrigeración de la cuba. Con esta forma de construcción únicamente es posible un rendimiento máximo de 250 t/d. No obstante, en la industria de la cal se necesitan actualmente hornos de cuba para cal con un rendimiento de aproximadamente 400 a 600 t/d.
- 35 El documento DE 31 19 198 A1 describe un horno de cuba para quemar material que contiene carbonato con una cuba que presenta una entrada de material en la dirección de flujo del material, al menos una zona de combustión con al menos un conducto de combustible, una zona de refrigeración con una entrada de aire refrigerante para enfriar el material quemado, y una salida de material. El horno de cuba presenta un conducto de evacuación de gas de escape y un equipo de evacuación de gas refrigerante, extendiéndose el equipo de evacuación de gas refrigerante desde la zona de refrigeración hacia la zona de combustión y desde la zona de combustión hacia el exterior de la cuba, y conduciendo el gas refrigerante al exterior de la cuba y nuevamente mediante un inyector a la zona de combustión.
- 40 Por lo tanto, el objetivo de la presente invención es indicar un dispositivo que ahorre espacio y un procedimiento para quemar y/o calcinar material en trozos con una cuba de combustión y una cuba de refrigeración, de modo que las atmósferas en la cuba de combustión y en la cuba de refrigeración pueden ajustarse selectivamente, de forma sencilla y económica. Al mismo tiempo, en el horno para cal debe ser posible un alto rendimiento de material de al menos 400 t/d.
- 45 Este objetivo se consigue de acuerdo con la invención mediante un dispositivo con las características de la reivindicación de dispositivo 1 independiente y mediante un procedimiento con las características de la reivindicación de procedimiento 8 independiente. Variantes ventajosas resultan de las reivindicaciones dependientes.
- 50 Según un primer aspecto, un horno de cuba para quemar en particular material que contiene carbonato comprende una cuba que presenta una entrada de material en la dirección de flujo del material, al menos una zona de combustión para quemar el material con al menos un conducto de combustible para dejar entrar combustible en la zona de combustión, una zona de refrigeración con una entrada de aire refrigerante para enfriar el material quemado, y una salida de material para dejar salir el material del horno de cuba. El horno de cuba presenta un conducto de evacuación de gas de escape para dejar salir el gas de escape de la cuba. Además, el horno de cuba comprende un equipo de evacuación de gas refrigerante para dejar salir aire refrigerante de la cuba, que se extiende desde la zona de refrigeración a la zona de combustión y desde la zona de combustión al exterior de la cuba.
- 55 El material que ha de ser quemado es por ejemplo material granulado, en particular piedra caliza, con un tamaño de grano de 10 a 150 mm, preferentemente de 30 a 100 mm, en particular de 40 a 80 mm.
- 60
- 65

La entrada de gas está dispuesta en particular en el extremo superior de la cuba. Preferentemente, delante de la zona de combustión visto en la dirección de flujo del material está dispuesta una zona de precalentamiento para precalentar el material. La zona de precalentamiento está dispuesta preferentemente directamente a continuación de una entrada de material del material en el horno de cuba y sirve para precalentar el material a una temperatura de aproximadamente 600 °C a 800 °C. La zona de combustión está dispuesta preferentemente directamente a continuación de la zona de precalentamiento y sirve para quemar el material, calentándose el mismo preferentemente a una temperatura de aproximadamente 950 °C a 1800 °C. La zona de refrigeración está dispuesta preferentemente directamente a continuación de la zona de combustión y sirve para enfriar el material quemado a una temperatura de, por ejemplo, 100 °C. La salida de material está dispuesta, por ejemplo, en una tolva de salida dispuesta a continuación de la zona de refrigeración, presentando la salida de material, por ejemplo, un plato giratorio o una mesa de empuje para descargar el material de la zona de refrigeración a la tolva de salida.

El conducto de combustible comprende preferentemente una pluralidad de lanzas de quemador que se extienden pasando por la pared de la cuba hasta la zona de combustión y que, en particular, están configuradas de forma tubular y sirven para conducir el combustible a la zona de combustión.

El conducto de evacuación de gas de escape está dispuesto preferentemente en la zona superior de la cuba, en particular en la zona de precalentamiento o en la zona superior de la zona de combustión.

El horno de cuba presenta preferentemente un conducto de oxidante para conducir oxidante a la zona de combustión. El oxidante es, por ejemplo, oxígeno puro, aire, aire enriquecido con oxígeno o un gas con un porcentaje de oxígeno de al menos el 90 %. El conducto de oxidante presenta, por ejemplo, una lanza de oxidante que se extiende hasta la zona de combustión del horno de cuba y presenta una salida para dejar salir oxidante en la zona de combustión. Preferentemente, la lanza de oxidante está fijada en la lanza del quemador o directamente por debajo de la lanza del quemador. También es concebible que la lanza de oxidante pase por la lanza del quemador. Preferentemente, la lanza del quemador está realizada de tal manera que por la lanza del quemador fluye oxidante junto con el aire de combustión y el combustible.

La entrada del equipo de evacuación de gas refrigerante para dejar entrar aire refrigerante en el equipo de evacuación de gas refrigerante está dispuesta preferentemente completamente en el interior de la zona de refrigeración. En particular, la entrada está dispuesta por debajo de los conductos de combustible, en particular de las aberturas de las lanzas de quemador hacia la zona de combustión. El equipo de evacuación de gas refrigerante está dispuesto preferentemente al menos parcialmente por debajo del conducto de evacuación de gas de escape. La salida del equipo de evacuación de gas refrigerante para hacer salir el gas a un conducto de evacuación de gas refrigerante dispuesto en el exterior de la cuba está dispuesta preferentemente en el interior de la zona de combustión o de la zona de precalentamiento.

Gracias a la configuración y disposición especiales del equipo de evacuación de aire refrigerante es posible influir fácilmente en la evacuación del gas refrigerante. La atmósfera en la zona de combustión está separada de la atmósfera en la zona de refrigeración esencialmente solo por el material que se encuentra en la parte más baja de la zona de combustión. El gas refrigerante introducido en la zona de combustión bajo sobrepresión toma generalmente el camino de menor resistencia. La cantidad de gas a evacuar puede controlarse muy fácilmente mediante el elemento regulador, que está dispuesto, por ejemplo, en el conducto de evacuación de gas refrigerante y que se regula como chapaleta o válvula, de modo que se evacúa, por ejemplo, todo el gas refrigerante a través del equipo de evacuación de gas refrigerante y no llega a la zona de combustión a través del lecho de material. Naturalmente, mediante una posición adecuada del elemento regulador también es posible evacuar únicamente una cantidad parcial del gas refrigerante a través del equipo de evacuación de gas refrigerante y conducir el resto a la zona de refrigeración. Finalmente, en principio también es concebible abrir el elemento regulador hasta tal punto que una parte del gas de escape se evacúa de la zona de combustión a través del lecho de material a la zona de refrigeración y desde allí a través del equipo de evacuación de gas refrigerante.

Según una primera forma de realización, el equipo de evacuación de gas refrigerante se extiende de forma central por la zona de combustión. Esto permite una quema uniforme del material presente en la zona de combustión, sin que el equipo de evacuación de gas refrigerante influya negativamente en el proceso de combustión. El equipo de evacuación de gas refrigerante se extiende preferentemente a lo largo de toda la longitud de la zona de combustión. El equipo de evacuación de gas refrigerante es, por ejemplo, un tubo o una cuba con una sección transversal en particular circular o angular.

Según otra forma de realización, la zona de combustión está configurada al menos parcialmente de forma anular y está dispuesta concéntricamente con respecto al equipo de evacuación de gas refrigerante. La anchura del anillo circular mide, por ejemplo, aproximadamente 0,5 m a 2 m, preferentemente 1 m. La zona de combustión está configurada, por ejemplo, total o parcialmente como un cilindro hueco, estando formado el interior del cilindro hueco por el equipo de evacuación de gas refrigerante. Preferentemente, el equipo de evacuación de gas refrigerante está cerrado, de modo que durante el funcionamiento del horno de cuba el equipo de evacuación de gas refrigerante forma un espacio libre de material.

- 5 El equipo de evacuación de gas refrigerante está conectado con un elemento regulador para regular la cantidad de gas que fluye a través del equipo de evacuación de gas refrigerante. El elemento regulador es, por ejemplo, una válvula o una chapaleta. Esto permite una evacuación selectiva de una cantidad determinada de aire refrigerante de escape a través del equipo de evacuación de gas refrigerante, pudiendo evacuarse, por ejemplo, el aire refrigerante por completo o parcialmente de la zona de refrigeración. En caso de una evacuación parcial del aire refrigerante de la zona de refrigeración a través del equipo de evacuación de gas refrigerante, la parte restante del aire refrigerante fluye hacia la zona de combustión y se evacúa a través del conducto de evacuación de gas de escape de la cuba.
- 10 Según otra forma de realización, el elemento regulador está conectado con un sensor que está configurado y diseñado para determinar la diferencia de presión entre la zona de combustión y el equipo de evacuación de aire refrigerante. El horno de cuba presenta preferentemente otro sensor para determinar el contenido de oxígeno y/o el contenido de CO₂ en el conducto de evacuación de gas de escape y/o en el conducto de evacuación de gas refrigerante.
- 15 Según otra forma de realización, el elemento regulador está conectado a través de un equipo de control con el sensor para determinar la diferencia de presión y/o el contenido de oxígeno y/o el contenido de CO₂. El equipo de control está configurado de tal manera que controla el elemento regulador en función de la diferencia de presión determinada o deseada, del contenido de oxígeno y/o del contenido de CO₂. Preferentemente, el elemento regulador puede moverse desde una posición abierta, en la que el conducto de evacuación de gas refrigerante queda estrechado apenas o nada por el elemento regulador, a una posición cerrada, en la que no puede fluir ningún gas por el conducto de evacuación de gas refrigerante. Preferentemente, el equipo de control controla el movimiento del elemento regulador de forma continua entre la posición cerrada y la posición abierta. Preferentemente, los sensores están conectados con el dispositivo de control de tal manera que la diferencia de presión determinada, el contenido de oxígeno y el contenido de CO₂ se transmiten al equipo de control.
- 20
- 25 Según otra forma de realización, el equipo de evacuación de gas refrigerante está conectado con un conducto de evacuación de aire refrigerante para conducir el aire refrigerante de escape evacuado de la cuba y presentando el conducto de evacuación de aire refrigerante en la dirección de flujo del aire refrigerante de escape un intercambiador de calor, un filtro para desempolvar el aire refrigerante de escape y/o el elemento regulador. El intercambiador de calor funciona preferentemente con el aire de escape del conducto de evacuación de gas de escape. Además, se conduce por ejemplo un gas refrigerante, como aire, en el conducto de evacuación del aire refrigerante. También es concebible no conducir el aire refrigerante de escape a través de un intercambiador de calor, sino usarlo, por ejemplo, para generar corriente, secar material molido o para fines de calefacción.
- 30
- 35 Según otra forma de realización, el conducto de combustible está conectado con una pluralidad de lanzas de quemador que se extienden hasta la zona de combustión, estando dispuestas las lanzas de quemador a al menos dos niveles de altura diferentes en el interior de la zona de combustión. Las lanzas de quemador están fijadas preferentemente en la pared interior de la zona de combustión y están dispuestas a una distancia uniforme entre sí. En particular, las lanzas de quemador están dispuestas en la zona final inferior de la zona de combustión.
- 40
- 45 La invención también comprende un procedimiento para quemar en particular material que contiene carbonato en un horno de cuba con una cuba, fluyendo el material a través de una entrada de material hacia al menos una zona de combustión para quemar el material y una zona de refrigeración para enfriar el material quemado hacia una salida de material. Se deja entrar el aire refrigerante en la zona de refrigeración y el gas de escape se hace salir de la cuba a través de un conducto de evacuación de gas de escape. El aire refrigerante se deja salir de la cuba mediante un equipo de evacuación de aire refrigerante que se extiende desde la zona de refrigeración hacia la zona de combustión y desde la zona de combustión hacia el exterior de la cuba.
- 50 Las ventajas y explicaciones anteriormente descritas con referencia al horno de cuba también se aplican correspondiendo al procedimiento al procedimiento para quemar material en un horno de cuba.
- La cantidad de gas que se evacua a través del equipo de evacuación de gas refrigerante se ajusta mediante un elemento regulador conectado con el equipo de evacuación de gas refrigerante.
- 55 Según otra forma de realización se determina la diferencia de presión entre el equipo de evacuación de aire refrigerante y la zona de combustión y la cantidad de gas que se evacúa a través del equipo de evacuación de gas refrigerante se regula en función de la diferencia de presión determinada o deseada.
- 60 Según otra forma de realización se determina el contenido de oxígeno y/o el contenido de CO₂ del gas evacuado a través del equipo de evacuación de gas refrigerante y/o del gas de escape evacuado a través del conducto de evacuación de gas de escape y la cantidad de gas que se evacúa a través del equipo de evacuación de gas refrigerante se regula en función del contenido de oxígeno y/o el contenido de CO₂ determinado o deseado.
- 65 Para producir cal quemada semidura y dura con reactividad reducida, la posición del elemento regulador se ajusta por ejemplo de tal manera que no llegue ningún gas de escape desde la zona de combustión al equipo de evacuación de aire refrigerante, en particular a la zona de refrigeración. Preferentemente se hace salir de la cuba todo el gas de

escape que se genera en el interior de la zona de combustión desde el conducto de evacuación de gas de escape. El elemento regulador se ajusta preferentemente de tal manera que no llegue ni el gas de escape de la zona de combustión a la zona de refrigeración ni el aire refrigerante de la zona de refrigeración a la zona de combustión.

5 Para producir cal quemada blanda con reactividad elevada, la posición del elemento regulador se ajusta preferentemente de tal manera que una parte del gas de escape de la zona de combustión fluya a la zona de refrigeración y se haga salir de la cuba preferentemente a través del equipo de evacuación de aire refrigerante. Preferentemente, en esta posición del elemento regulador no llega aire refrigerante desde la zona de refrigeración a la zona de combustión.

10 Preferentemente, en el equipo de control se ajusta una diferencia de presión, un contenido de oxígeno y/o un contenido de CO₂ determinados, estando configurado el equipo de control de tal manera que controla el elemento regulador de modo que se alcance la diferencia de presión, el contenido de oxígeno y/o el contenido de CO₂ deseados. Si la presión en el interior del equipo de evacuación de aire refrigerante es demasiado alta, se cierra el elemento regulador para conseguir una reducción de la presión.

Descripción de los dibujos

20 La invención se explica a continuación con la ayuda de varios ejemplos de realización haciendo referencia a las figuras adjuntas.

La figura 1 muestra una representación esquemática de un dispositivo para quemar y/o calcinar material en trozos, en particular piedra caliza, según un ejemplo de realización.

25 La figura 2 muestra una representación esquemática de un dispositivo para quemar y/o calcinar material en trozos, en particular piedra caliza, según otro ejemplo de realización.

30 La figura 1 muestra un horno de cuba 10 para quemar material granulado, comprendiendo el horno de cuba 10 una cuba 12 que se extiende preferentemente en la dirección vertical y que presenta, por ejemplo, una sección transversal esencialmente constante. La cuba 12 presenta, por ejemplo, una sección transversal redonda, en particular circular, o angular, en particular cuadrada. La cuba 12 está envuelta por una pared de cuba, que está configurada, por ejemplo, de acero con una pared interior dispuesta a continuación, de mampostería, resistente al fuego. La cuba 12 presenta en su extremo superior una entrada de material 22, que está configurada, por ejemplo, como abertura superior de la cuba 12 y que se extiende preferentemente a lo largo de toda o parte de la sección transversal de la cuba 12. La entrada de material 22 sirve para dejar entrar material a quemar en el horno de cuba 10.

35 La cuba 12 presenta en una zona superior al lado de la carga de material 22 para el suministro de material en trozos, en particular piedra caliza, un conducto de evacuación de gas de escape 24 para evacuar el gas de escape del horno. El material a quemar se transporta de arriba a abajo a través de la cuba 12 debido a la fuerza de gravedad, presentando la cuba 12 visto en la dirección de transporte del material una zona de combustión 26 para quemar el material y una zona de refrigeración 28 para enfriar el material quemado. Preferentemente, la cuba 12 presenta delante de la zona de combustión 26 visto en la dirección de transporte una zona de precalentamiento, que se extiende desde la entrada de material 22 hasta la zona de combustión 26 y sirve para precalentar el material antes de la quema. En una zona inferior de la zona de combustión 26 están dispuestos conductos de combustible 14, 16 para introducir combustible y conductos de suministro de oxidante 18, 20 para introducir un oxidante en la zona de combustión 26 de la cuba 12. Los conductos de combustible están representados esquemáticamente mediante flechas, representando las mismas respectivamente por ejemplo una pluralidad de conductos de combustible. Los conductos de suministro de oxidante 18, 20 están conectados, por ejemplo, respectivamente con los dos o solo con un conducto de combustible 14, 16, de modo que el oxidante fluye junto con el combustible a la zona de combustión 26. Los conductos de suministro de oxidante 18, 20 están conectados, por ejemplo, respectivamente con un ventilador, preferentemente un compresor, de modo que el oxidante se solicita mediante los conductos de suministro de oxidante 18, 20 en dirección a los conductos de combustible 14, 16. Cada conducto de suministro de oxidante 18, 20 está configurado, por ejemplo, como un conducto anular, que se extiende respectivamente alrededor de la circunferencia de la pared de la cuba. Los conductos anulares están dispuestos a modo de ejemplo por encima de los conductos de combustible 14, 16 y están conectados respectivamente con una pluralidad de lanzas de quemador de los conductos de combustible 14, 16. Al menos uno de los conductos de suministro de oxidante 18, 20 sirve para conducir aire, aire enriquecido con oxígeno u oxígeno puro, sirviendo otro de los conductos de suministro de oxidante 18, 20 para conducir los gases de escape de la cuba a la zona de combustión 26. Al menos uno de los conductos de suministro de oxidante 18, 20 está conectado con el conducto de evacuación de gas de escape 24, de modo que el gas de escape de la cuba se conduce a la zona de combustión 26.

60 El oxidante es, por ejemplo, aire, oxígeno puro, aire de escape del horno de cuba o un gas con un porcentaje de oxígeno de aproximadamente el 90%. Los conductos de combustible 14, 16 comprenden, por ejemplo, una pluralidad de lanzas de quemador que se extienden a través de la pared de la cuba hasta la zona de combustión 26.

65 Las lanzas de quemador de los conductos de combustible 14, 16 están dispuestas, por ejemplo, en dos niveles,

presentando las lanzas de quemador del nivel superior opcionalmente una primera profundidad de inserción en la zona de combustión 26 y las lanzas de quemador del nivel inferior una segunda profundidad de inserción en la zona de combustión 26. Mediante los conductos de combustible 14, 16 se carga preferentemente en la zona de combustión 26 combustible gaseoso, en polvo o líquido junto con el oxidante del conducto de suministro de oxidante 18, 20.

5 En el extremo inferior de la cuba 12 está dispuesta una salida de material 30 para descargar el material quemado. Visto en la dirección de transporte del material, a continuación de la zona de refrigeración 28 está dispuesta una tolva de salida 32, que desemboca en la salida de material 30 para dejar salir el material del horno de cuba 10. En el tolva de salida 32 está dispuesto, por ejemplo, un dispositivo de descarga 34, que sirve para dejar salir material de la zona de refrigeración 28 del horno de cuba 10 a la tolva de salida 32. El dispositivo de descarga 34 es, por ejemplo, un plato giratorio o una mesa de empuje. Por debajo de la salida de material 30 se encuentra, por ejemplo, una chapaleta de descarga de material que cierra de forma estanca o, en caso necesario, una esclusa de material que cierra de forma estanca. El material fluye esencialmente debido a la fuerza de gravedad por el horno de cuba 10 y se somete a un tratamiento térmico en contracorriente o parcialmente en corriente paralela. La altura de la cuba 12 es determinada preferentemente por los tiempos de permanencia del material a quemar que se determinarán según el procedimiento en relación con el ajuste de la velocidad de transporte mediante el dispositivo de descarga 34. Estos tiempos de permanencia se distribuyen entre la zona de precalentamiento superior, dispuesta a continuación de la entrada de material 22, la zona de combustión 26 dispuesta a continuación hacia abajo y la zona de refrigeración 28, que se extiende hasta el dispositivo de descarga 34. El material se precalienta preferentemente en la zona de precalentamiento a una temperatura de hasta aproximadamente 800 °C, presentando la zona de combustión 26 por ejemplo una temperatura de 800 °C a 1800 °C y volviendo a enfriarse en la zona de refrigeración 28 el material hasta aproximadamente 100 °C.

25 El horno de cuba 10 presenta una o más entradas de aire 36 para introducir aire en el horno de cuba 10. En el horno de cuba 10 de la figura 1 está dispuesta, por ejemplo, una entrada de aire 36, que introduce aire en la tolva de salida 32. Preferentemente, el aire se insufla a la tolva de salida 32 con una presión de hasta 500 mbar. El aire se denomina en lo sucesivo aire secundario o aire refrigerante. El aire secundario fluye a través del horno de cuba 10, en particular la cuba 12, de abajo hacia arriba en la dirección vertical y en contracorriente al material y sale de la cuba 12 a través del conducto de evacuación de gas de escape 24 y/o a través del equipo de evacuación de aire refrigerante 38 y el conducto de evacuación de aire refrigerante 54.

35 La cuba 12 presenta además un equipo de evacuación de aire refrigerante 38 para evacuar al menos una parte del aire refrigerante de la cuba 12. El equipo de evacuación de aire refrigerante 38 se extiende, a modo de ejemplo, de forma central por la zona de combustión 26 de la cuba 12. La zona de combustión 26 de la cuba 12 está configurada preferentemente, al menos parcialmente o por completo, como espacio anular, que está dispuesto concéntricamente con respecto al equipo de evacuación de aire refrigerante 38. Opcionalmente, el equipo de evacuación de aire refrigerante 38 se extiende desde la zona de refrigeración 28 o el límite entre la zona de combustión 26 y la zona de refrigeración 28 por la zona de combustión 26, por ejemplo hasta la zona de precalentamiento y a través de la pared de la cuba al exterior de la cuba 12. El equipo de evacuación de aire refrigerante 38 está conectado con un conducto de evacuación de aire refrigerante 54 para conducir el aire refrigerante evacuado de la cuba 12 a través del equipo de evacuación de aire refrigerante 38.

45 El equipo de evacuación de aire refrigerante 38 presenta preferentemente una sección transversal circular y está cerrado hacia arriba, de modo que no entra material a quemar en el equipo de evacuación de aire refrigerante 38. La zona de combustión 26 presenta en particular una sección transversal anular, midiendo la anchura del anillo circular aproximadamente 0,5 a 2 m, preferentemente aproximadamente 1 m.

50 Durante el funcionamiento se forma una columna de material en la zona de combustión 26 de la cuba 12 con el material alimentado mediante la carga de material 22, desplazándose el material hacia abajo debido a la fuerza de gravedad y siendo descargado en la zona de la zona de refrigeración 28 a través de la salida de material 30 como producto calcinado, por ejemplo cal viva. El material llena a este respecto la zona de combustión 26 a lo largo de toda la sección transversal, preferentemente anular, y la zona de refrigeración 28. Preferentemente, el equipo de evacuación de aire refrigerante 38 está libre de material.

55 El gas refrigerante fluye a través del lecho de material y llega al equipo de evacuación de aire refrigerante 38. El equipo de evacuación de aire refrigerante 38 está conectado mediante el conducto de evacuación de aire refrigerante 54 con un elemento regulador 40, por ejemplo en forma de chapaleta, para regular la cantidad de aire que fluye a través del conducto de evacuación de aire refrigerante 54.

60 El conducto de evacuación de gas de escape 24 para evacuar el gas de escape de la zona de combustión 26 está conectado preferentemente con un filtro 42 para desempolvar el gas de escape y opcionalmente con un equipo de refrigeración 46 para enfriar el gas de escape caliente. El gas de escape de la zona de combustión 26 se evacúa de la cuba 12 al menos parcialmente o por completo a través del conducto de evacuación de gas de escape 24. El gas de escape evacuado de la cuba 12 a través del conducto de evacuación de gas de escape 24 se desempolva en el filtro 42 y se evacúa a continuación como gas de escape desempolvado 44 para su posterior procesamiento. Opcionalmente, detrás del filtro 42 puede tener lugar una refrigeración, en particular una refrigeración por agua, en un

equipo de refrigeración 46. El gas de escape 44 evacuado delante o detrás del equipo de refrigeración 46 presenta un alto porcentaje de CO₂ y puede someterse, por ejemplo, a un secuestro y/o a su posterior aprovechamiento industrial, como por ejemplo para la producción de sosa o carbonato de calcio precipitado.

5 Una parte del gas de escape evacuado del conducto de evacuación de gas de escape 24 se introduce, por ejemplo, en la zona 26 de combustión, por ejemplo para ajustar la temperatura de combustión, y se usa como oxidante. Por lo tanto, el conducto de evacuación de gas de escape 24 está conectado opcionalmente con uno de los conductos de suministro de oxidante 18, 20, de modo que el gas de escape fluye hacia el conducto de suministro de oxidante. A modo de ejemplo, una parte del gas de escape enfriado mediante el equipo de refrigeración 46 se alimenta a la zona
10 de combustión 26, junto al oxidante o por separado del mismo. Entre el equipo de refrigeración 46 y el conducto de suministro de oxidante 18, 20 está dispuesto, por ejemplo, un intercambiador de calor 48. La parte recirculada del gas de escape se precalienta, por ejemplo, a 500°, por ejemplo en el intercambiador de calor 48 accionado por ejemplo por el aire refrigerante evacuado. Para que la transmisión de calor en el intercambiador de calor 48 no se vea reducida por incrustaciones, puede ser conveniente enfriar previamente el gas refrigerante evacuado, que tiene por ejemplo una temperatura de 900 °C, previamente a una temperatura por debajo de 700 °C, preferentemente por debajo de 600 °C, pudiendo tener lugar el enfriamiento por ejemplo mediante mezcla con aire o en el equipo de refrigeración 46. Preferentemente está previsto un ventilador 50 o un compresor para acelerar el gas de escape recirculado en la dirección del conducto de suministro de oxidante 18, 20.

20 El conducto de evacuación de aire refrigerante 54 está conectado en particular con el intercambiador de calor 48 y a continuación opcionalmente con un filtro 52, de modo que el aire refrigerante evacuado a través del equipo de evacuación de aire refrigerante 38 se enfría y se despolva. Para enfriar aún más el aire refrigerante evacuado, opcionalmente se mezcla un refrigerante, como aire, a través del conducto de suministro de aire mezclado 58 con el aire refrigerante evacuado, preferentemente antes de entrar en el intercambiador de calor 48. El filtro 52 está dispuesto preferentemente delante del elemento regulador 40 visto en la dirección de flujo del aire refrigerante evacuado. Por lo tanto, en el conducto de evacuación de gas refrigerante 54 están dispuestos uno tras otro el intercambiador de calor 48, el filtro 52 y el elemento regulador 40. También es concebible no conducir el aire refrigerante de escape a través de un intercambiador de calor, sino usarlo, por ejemplo, para generar corriente, secar material molido o para fines de calefacción.

30 El elemento regulador 40 también está conectado con un equipo de control no representado en la figura 1, que está conectado con uno o más sensores 56. El horno de cuba 10 presenta al menos un sensor 56, que está configurado y diseñado para medir la diferencia de presión entre la zona de combustión 26 y el equipo de evacuación de aire refrigerante 38. Además, en el conducto de evacuación de aire refrigerante 54 y/o en el conducto de evacuación de gas de escape 24 pueden estar dispuestos sensores para medir el contenido de oxígeno y/o el contenido de CO₂.

Los valores medidos proporcionan información sobre qué cantidad del gas refrigerante suministrado a la zona de refrigeración 28 a través de las entradas de aire refrigerante 36 se evacúa a través del equipo de evacuación de gas refrigerante 38. La cantidad puede ajustarse a este respecto mediante el elemento regulador 40. El gas refrigerante siempre tomará el camino de menor resistencia. Así, en una determinada posición del elemento regulador 40, puede conseguirse por ejemplo que la evacuación del gas refrigerante se ajuste de tal modo que el gas refrigerante no fluya hacia la zona de combustión 26 ni el gas de escape de la zona de combustión 26 fluya hacia la zona de refrigeración 28. En esta situación, en el sensor 56 se ajustaría una diferencia de presión cero o cercana a cero. No obstante, también puede realizarse una comprobación correspondiente, por ejemplo, mediante el contenido de oxígeno y/o el contenido de CO₂ del gas refrigerante evacuado o del gas de escape. Si el elemento regulador 40 se ajustara en el sentido de una mayor apertura, una parte del gas de escape se desviaría gradualmente de la zona de combustión 26 a la zona de refrigeración 28 y desde allí a través del equipo de evacuación de gas refrigerante 38. Correspondientemente, en caso de un mayor cierre del elemento regulador 40, una parte del aire refrigerante fluiría hacia la zona de combustión 26, de modo que solo tiene lugar una evacuación parcial del gas refrigerante a través del
50 equipo de evacuación de gas refrigerante 38.

Por lo tanto, el elemento regulador 40 formado por una chapaleta de cierre permite influir de forma muy sencilla, eficiente y económica en la evacuación del gas refrigerante. A pesar de ello, si se desea, las dos atmósferas en la zona de combustión 26 y en la zona de refrigeración 28 pueden separarse entre sí, sin que sea necesaria una
55 disposición de esclusa compleja.

La posición del elemento regulador 40 depende en primer lugar de la aplicación deseada, en particular de la composición deseada del gas de escape o de la naturaleza del material quemado. Para producir cal quemada semidura y dura con reactividad reducida, la posición del elemento regulador se ajusta por ejemplo de tal manera que no llegue ningún gas de escape desde la zona de combustión 26 al equipo de evacuación de aire refrigerante 38, en particular a la zona de refrigeración 28. Preferentemente se hace salir de la cuba 12 todo el gas de escape que se genera en el interior de la zona de combustión desde el conducto de evacuación de gas de escape 24. El elemento regulador 40 se ajusta preferentemente de tal manera que no llegue ni el gas de escape de la zona de combustión 26 a la zona de refrigeración 28 ni el aire refrigerante de la zona de refrigeración 28 a la zona de combustión 26.

65 Para producir cal quemada blanda con reactividad elevada, la posición del elemento regulador se ajusta de tal manera

que una parte del gas de escape de la zona de combustión 26 fluya a la zona de refrigeración 28 y se haga salir de la cuba 12 preferentemente a través del equipo de evacuación de aire refrigerante 38. Preferentemente, en esta posición del elemento regulador 40 no llega aire refrigerante desde la zona de refrigeración 28 a la zona de combustión 26.

5 Si se desea obtener, por ejemplo, un gas de escape con un alto porcentaje de CO₂, por ejemplo, del 90 % en volumen con respecto a un gas de escape seco, debe garantizarse mediante el elemento regulador 40 que no llegue ningún gas refrigerante a la zona de combustión 26. Además, se elegirá preferentemente un oxidante con un contenido de oxígeno muy elevado, de al menos el 90%, preferentemente más del 90 % en volumen. El gas de escape que se obtiene a este respecto, en particular es adecuado para un secuestro posterior.

10 En el marco de la invención también es concebible que con el horno de cuba 10 anteriormente descrito o el procedimiento correspondiente se use para producir un gas de escape que se necesita en la industria de la sosa. Para ello, el gas de escape debería tener un contenido de CO₂ entre aproximadamente el 40 y el 42 % y un contenido de oxígeno inferior al 2 %. Para obtener un gas de escape de este tipo, el elemento regulador debe ajustarse de tal modo que únicamente una cantidad parcial del gas refrigerante se evacúa a través del conducto de evacuación del gas refrigerante, mientras que la otra parte llega a la cuba de combustión.

15 Otra posibilidad de aplicación es la producción de carbonato de calcio precipitado. Gracias a la construcción especial del dispositivo, que funciona bajo sobrepresión, con un equipo de evacuación de aire refrigerante lleno de gas y sin material en la zona de refrigeración y combustión 26, 28, en combinación con el elemento regulador, resulta un horno de cuba 10 para quemar y/o calcinar material en trozos, que se caracteriza por una posibilidad especialmente sencilla y económica de influir en la composición del gas de escape o de las atmósferas en la zona de combustión 26 y en la zona de refrigeración 28.

25 La figura 2 muestra otra realización del horno de cuba 10, correspondiendo la estructura en gran medida a la de la figura 1 y estando provista de las mismas referencias. A diferencia de la figura 1, la figura 2 no presenta en el conducto de evacuación de aire refrigerante 54 ningún intercambiador de calor, ni un filtro ni una conexión con un conducto de suministro de aire mezclado 58. El conducto de evacuación de aire refrigerante 38 presenta el elemento regulador 40, de modo que el aire refrigerante evacuado a través del conducto de evacuación de aire refrigerante 38 se dirige al elemento regulador 40.

30 A diferencia de la figura 1, el conducto de evacuación de gas de escape 24 no presenta ningún intercambiador de calor para precalentar el gas de escape recirculado para su introducción en la zona de combustión 26. Por lo tanto, en el ejemplo de realización de la figura 2 se prescinde ventajosamente de un precalentamiento del gas de escape antes de entrar en la zona de combustión 26. Esto es ventajoso, por ejemplo, si en la zona de combustión 26 se desea una temperatura de combustión lo más baja posible, por ejemplo para producir cal con una reactividad elevada. En este caso, el aire refrigerante calentado se evacúa a través del equipo de evacuación de aire refrigerante 38 al conducto de evacuación de aire refrigerante 54. El aire refrigerante evacuado se usa, por ejemplo, para procesos posteriores, como por ejemplo para generar corriente, secar material molido o para fines de calefacción.

40

Lista de referencias

10	Horno de cuba
12	Cuba
14	Conductos de combustible
16	Conductos de combustible
18	Conducto de suministro de oxidante
20	Conducto de suministro de oxidante
22	Entrada de material
24	Conducto de evacuación de gas de escape
26	Zona de combustión
28	Zona de refrigeración
30	Salida de material
32	Tolva de salida
34	Dispositivo de descarga
36	Entradas de aire refrigerante

38	Equipo de evacuación de aire refrigerante
40	Elemento regulador
42	Filtro
44	Gas de escape desempolvado
46	Equipo de refrigeración
48	Intercambiador de calor
50	Ventilador
52	Filtro
54	Conducto de evacuación de aire refrigerante
56	Sensor
58	Conducto de suministro de aire mezclado

REIVINDICACIONES

1. Horno de cuba (10) para quemar en particular material que contiene carbonato, con una cuba (12) que presenta en la dirección de flujo del material
- 5 una entrada de material (22),
al menos una zona de combustión (26) para quemar el material con al menos un conducto de combustible (14, 16) para dejar entrar combustible en la zona de combustión (26),
10 una zona de refrigeración (28) con una entrada de aire refrigerante (36) para enfriar el material quemado, y una salida de material (30) para dejar salir el material del horno de cuba (10), presentando el horno de cuba (10) un conducto de evacuación de gas de escape (24) para dejar salir el gas de escape de la cuba (12),
caracterizado por que
15 el horno de cuba (10) presenta un equipo de evacuación de gas refrigerante (38) para dejar salir aire refrigerante de la cuba (12), que se extiende desde la zona de refrigeración (28) a la zona de combustión (26) y desde la zona de combustión (26) al exterior de la cuba (12),
estando conectado el equipo de evacuación de gas refrigerante (38) con un elemento regulador (40) para regular la cantidad de gas que fluye a través del equipo de evacuación de gas refrigerante (38).
2. Horno de cuba (10) según la reivindicación 1, extendiéndose el equipo de evacuación de gas refrigerante (38) se extiende de forma central por la zona de combustión (26).
3. Horno de cuba (10) según una de las reivindicaciones anteriores, estando configurada la zona de combustión (26) al menos parcialmente de forma anular y estando dispuesta concéntricamente con respecto al equipo de evacuación de gas refrigerante (38).
- 25 4. Horno de cuba (10) según una de las reivindicaciones anteriores, estando conectado el elemento regulador (40) con un sensor (56) configurado y diseñado para determinar la diferencia de presión entre la zona de combustión (26) y el equipo de evacuación de aire refrigerante. (38).
- 30 5. Horno de cuba (10) según la reivindicación 4, estando conectado el elemento regulador (40) mediante un equipo de control con el sensor (56) y estando configurado el equipo de control de tal manera que controla el elemento regulador (40) en función de la diferencia de presión determinada.
- 35 6. Horno de cuba (10) según una de las reivindicaciones anteriores, estando conectado el equipo de evacuación de gas refrigerante (38) con un conducto de evacuación de aire refrigerante (54) para conducir el aire refrigerante de escape evacuado de la cuba (12) y presentando el conducto de evacuación de aire refrigerante (54) en la dirección de flujo del aire refrigerante de escape un intercambiador de calor (48), un filtro (52) para desempolvar el aire refrigerante de escape y/o el elemento regulador (40).
- 40 7. Horno de cuba (10) según una de las reivindicaciones anteriores, estando conectado el conducto de combustible (14, 16) con una pluralidad de lanzas de quemador que se extienden hasta la zona de combustión (26) y estando dispuestas las lanzas de quemador a al menos dos niveles de altura diferentes en el interior de la zona de combustión (26).
- 45 8. Procedimiento para quemar en particular material que contiene carbonato en un horno de cuba (10) con una cuba (12), fluyendo el material a través de una entrada de material (22) hacia al menos una zona de combustión (26) para quemar el material y una zona de refrigeración (28) para enfriar el material quemado hacia una salida de material (30),
dejándose entrar aire refrigerante en la zona de refrigeración (28) y
50 dejándose salir el gas de escape a través de un conducto de evacuación de gas de escape (24) de la cuba (12) y
caracterizado por que
el aire refrigerante se deja salir de la cuba (12) a través de un equipo de evacuación de aire refrigerante (38) que se extiende desde la zona de refrigeración (28) hacia la zona de combustión (26) y desde la zona de combustión (26) hacia el exterior de la cuba (12),
55 ajustándose la cantidad de gas que se evacúa a través del equipo de evacuación de gas refrigerante (38) mediante un elemento regulador (40) conectado con el equipo de evacuación de gas refrigerante (38).
9. Procedimiento según la reivindicación 8, determinándose la diferencia de presión entre el equipo de evacuación de aire refrigerante (38) y la zona de combustión (26) y regulándose la cantidad de gas que se evacúa a través del equipo de evacuación de gas refrigerante (38) en función de la diferencia de presión determinada o deseada.
- 60 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 o 9, determinándose el contenido de oxígeno y/o el contenido de CO2 del gas evacuado a través del equipo de evacuación de gas refrigerante (38) y/o del gas de escape evacuado a través del conducto de evacuación de gas de escape (24) y regulándose la cantidad de gas que se evacúa a través del equipo de evacuación de gas refrigerante (38) en función del contenido de oxígeno determinado y/o el contenido de CO2 determinado o deseado.
- 65

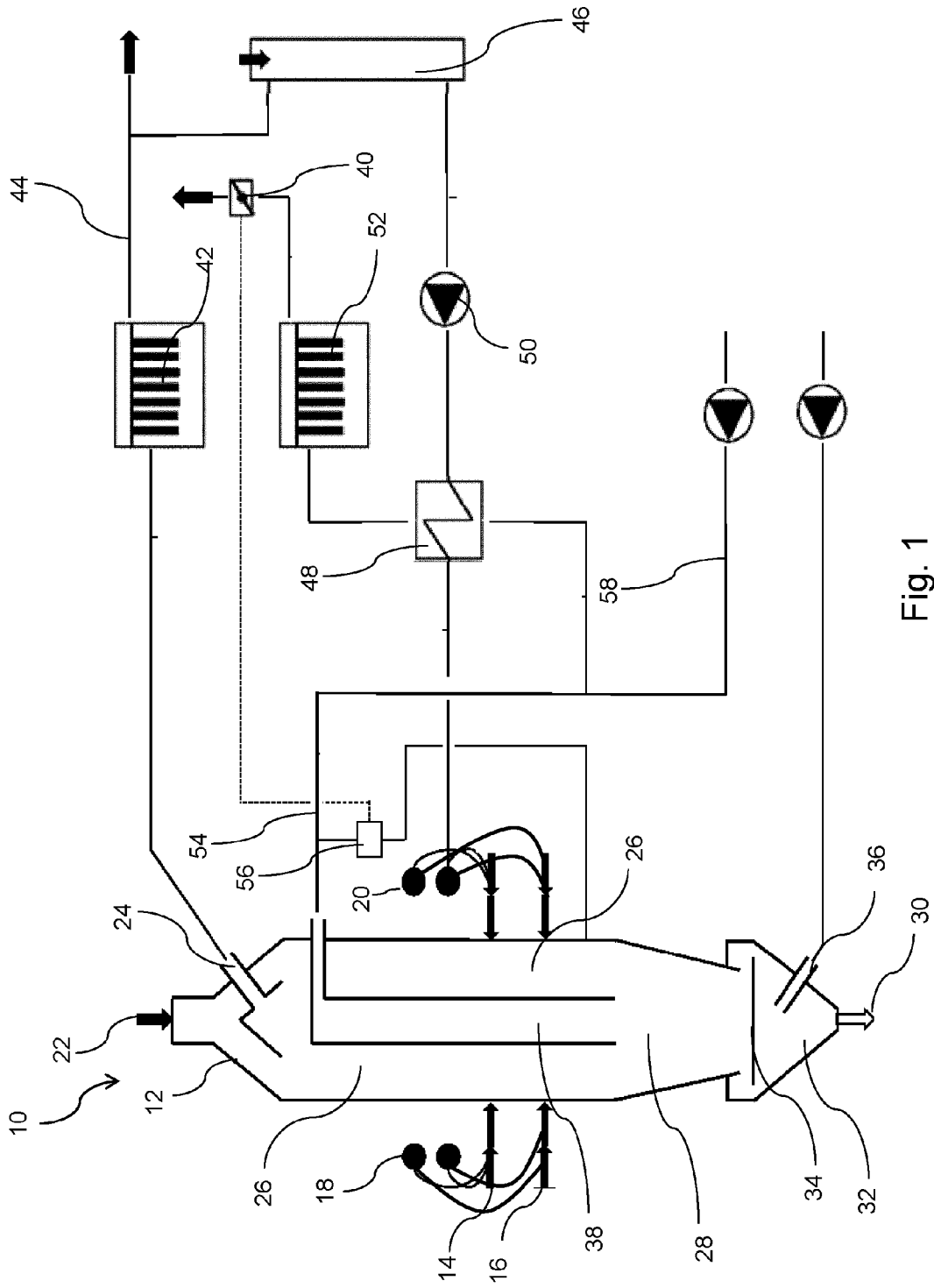


Fig. 1

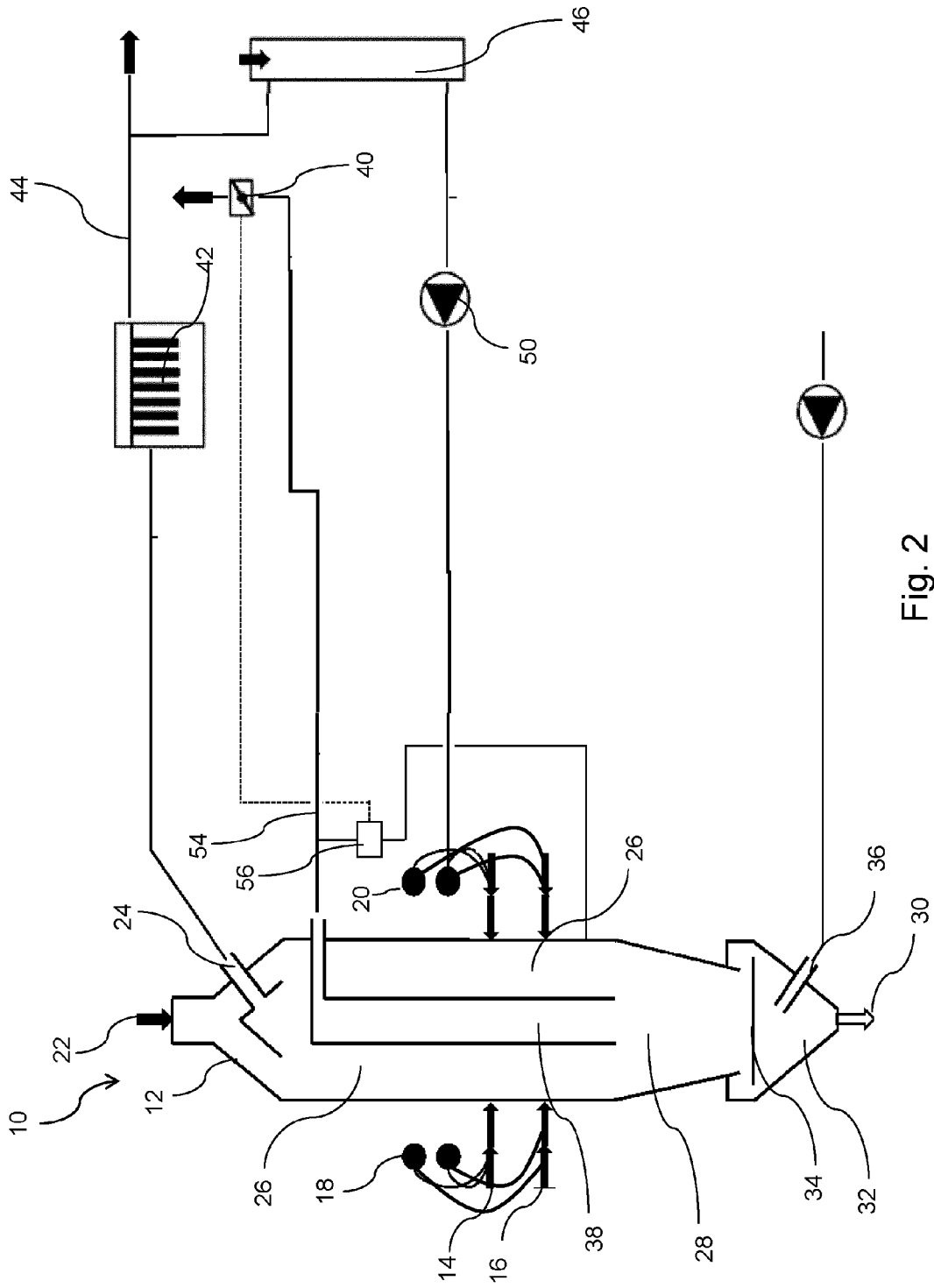


Fig. 2