

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 668 966**

51 Int. Cl.:

F28D 17/02 (2006.01)

F28D 17/04 (2006.01)

C03B 5/237 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.01.2009 PCT/IB2009/000116**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.07.2009 WO09093134**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.01.2009 E 09703727 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.03.2018 EP 2255143**

54 Título: **Conjunto intercambiador de calor para precalentar aire comburente para un horno de vidrio**

30 Prioridad:

24.01.2008 IT TO20080052

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

23.05.2018

73 Titular/es:

**STARA GLASS S.P.A. (100.0%)
Piazza Rossetti, 3A/1
16129 Genova, IT**

72 Inventor/es:

**MOLA, ALESSANDRO;
SANTERO, AUGUSTO y
BRUNO, GIAMPAOLO**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 668 966 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

Conjunto intercambiador de calor para precalentar aire comburente para un horno de vidrio

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un conjunto intercambiador de calor para precalentar aire comburente para un horno de vidrio.

10 Antecedentes de la invención

15 Son conocidos los hornos de vidrio continuos que son alimentados con combustible gaseoso o fuel oil, operan a temperaturas de alrededor de 1500-1600°C y están equipados con intercambiadores de calor para precalentar el aire comburente por medio del calor contenido en los gases de combustión que salen de la cámara de combustión del horno.

20 Algunos hornos usan intercambiadores de calor recuperativos hechos de material metálico. El flujo de aire comburente es dirigido de forma continua directamente a la cámara de combustión del horno y se separa del flujo de gases de combustión por paredes de metal que intercambian calor entre los dos flujos. Los hornos asociados son conocidos como "Unit Melters". Dados los límites tecnológicos relativos la resistencia al calor del metal, solamente el precalentamiento de aire comburente a temperaturas inferiores a 800°C es posible con estos intercambiadores de calor.

25 Para superar este inconveniente, se usan intercambiadores de calor regenerativos hechos de un material refractario, que incluyen un par de cámaras regenerativas que tienen respectivas aberturas superiores que comunican con el horno. En consecuencia, los hornos asociados también se denominan "hornos de cámaras". Las cámaras, hechas de un material refractario, pueden estar situadas en la parte trasera, por lo que el horno asociado se conoce como horno de "llama longitudinal" o "de llama en U", o en el lado, por lo que el horno asociado se conoce como horno de "quemador lateral".

30 En un intercambiador de calor regenerativo, el flujo de aire comburente entra por una entrada de intercambiador de calor, pasa a través de una de las cámaras de regeneración y finalmente entra en la cámara de combustión del horno; los gases de combustión, en cambio, salen de la cámara de combustión del horno, pasan a través de la otra cámara de regeneración, donde ceden energía térmica, y salen por una salida de intercambiador de calor. Un sistema de válvulas está interpuesto entre las dos cámaras de regeneración, la entrada de aire y la salida de gases de combustión, y es controlado con el fin de intercambiar el flujo de aire comburente y el flujo de gases de combustión entre las dos cámaras de regeneración con ciclos que duran un tiempo establecido (típicamente alrededor de 20 minutos), de modo que la energía térmica acumulada en la cámara de regeneración donde fluyen los gases de combustión es transferida al aire comburente que fluye a su través durante el ciclo siguiente.

35 40 En este tipo de intercambiador de calor, el aire es precalentado a una temperatura de 1200-1300°C, mientras que los gases de combustión salen del intercambiador de calor siendo dirigidos a una chimenea a una temperatura de aproximadamente 450-600°C.

45 Además de maximizar la cantidad de calor recuperado para el aire comburente, hay que reducir la temperatura de los gases de combustión de salida a aproximadamente 200°C, con el fin de disminuir las pérdidas de energía térmica descargada al entorno por la chimenea y con el fin de filtrar los gases de combustión por medio de sistemas de filtro de manguito, que solamente operan correctamente a temperaturas inferiores a aproximadamente 250°C, antes de ser descargados al entorno. Sin embargo, los intercambiadores de calor de múltiples cámaras regenerativas conocidos no pueden alcanzar dichas temperaturas.

50 Además, los intercambiadores de calor de cámaras múltiples conocidos son de altura relativamente grande y requieren espacio ocupado significativo debajo del nivel del suelo en el que se construye el horno.

55 Además, los intercambiadores de calor de cámaras múltiples necesitan el denominado "lavado" entre cada uno de los ciclos antes descritos, es decir, hay que esperar a que el aire del nuevo ciclo expulse los gases de combustión del ciclo previo de la cámara de regeneración introduciéndolos al horno.

60 Obviamente, la llama en la cámara de combustión del horno sale durante todo el "lavado". Dado el tamaño de las cámaras, en las plantas conocidas, la llama sale en aproximadamente 30-40 segundos, que es un tiempo relativamente largo.

65 US3764259 describe un aparato incluyendo un intercambiador de calor regenerativo conectado en serie con un intercambiador de calor recuperativo entre el horno y un dispositivo de purificación de gases. US4528012 corresponde al preámbulo de la reivindicación 1 y describe un aparato similar, en el que el intercambiador de calor recuperativo es una parte de un ciclo Brayton, compuesto de un compresor que está acoplado mecánicamente por

un eje a una turbina. El eje de la turbina también mueve un generador para generar potencia eléctrica. Una porción del aire que sale de la turbina se derrama. Este aire derramado es limpio y puede ser usado para calentamiento del espacio.

5 **Descripción de la invención**

El objeto de la presente invención es realizar un conjunto intercambiador de calor para precalentar aire comburente para un horno de vidrio que supera los inconvenientes antes indicados de manera simple y económica.

10 Según la presente invención, se realiza un conjunto intercambiador de calor para precalentar aire comburente para un horno de vidrio, como el definido en la reivindicación 1.

Breve descripción de los dibujos

15 La invención se describirá ahora con referencia a los dibujos anexos, que ilustran una realización no limitativa, donde:

La figura 1 es una vista esquemática en planta de una realización preferida del conjunto intercambiador de calor para precalentar aire comburente para un horno de vidrio según la presente invención.

20 La figura 2 es una vista en sección, con partes quitadas para claridad, a lo largo de la línea II-II de la figura 1.

La figura 3 es un diagrama de una variante del conjunto intercambiador de calor de la figura 1.

25 Y la figura 4 es similar a la figura 1 y representa un detalle de otra variante del conjunto intercambiador de calor de la figura 1.

Mejor modo de realizar la invención

30 En la figura 1, el número de referencia 1 indica un conjunto intercambiador de calor asociado con un horno de vidrio 2 (parcialmente representado), que es alimentado usando gas combustible o fuel oil de manera conocida y no descrita en detalle.

35 El conjunto 1 calienta un flujo de aire 3, que entra a través de una entrada 4 a una temperatura ambiente de aproximadamente 25°C. El calor para calentar el flujo de aire 3 es suministrado por un flujo de gases de combustión 5 que salen del depósito de fusión (no representado) del horno de vidrio 2.

El conjunto 1 incluye un intercambiador de calor regenerativo 10, que, a su vez, incluye:

40 - dos cámaras de regeneración 11, hechas de un material refractario, que tienen respectivas aberturas superiores 12 que están mutuamente separadas y que comunican con el depósito de fusión del horno de vidrio 2 mediante respectivas subidas de quemador de un material refractario, de las que solamente se representa una que se indica con el número de referencia 13 en la figura 1,

45 - una salida 14, que está conectada a la parte inferior de las cámaras 11 mediante respectivos conductos separados 15 y comunica selectivamente con las cámaras 11 para descargar el flujo de gases de combustión 5,

50 - una entrada 16, que está conectada a ambos conductos 15 mediante respectivos tubos separados 17 y comunica selectivamente con las cámaras 11 para transportar flujo de aire comburente 18, y

- un conjunto de válvulas de intercambio 19a y 19b (representadas esquemáticamente), que están colocadas respectivamente en los tubos 17 y en los conductos 15 (en una posición intermedia entre la salida 14 y la salida de los tubos 17 a los conductos 15).

55 Las válvulas 19a y 19b son controladas automáticamente por una unidad de orden y control 20 (representada esquemáticamente), según una estrategia conocida y no descrita en detalle, para ser conmutadas conjuntamente de manera sincronizada para intercambiar el flujo de aire comburente 18 y el flujo de gases de combustión 5 entre las cámaras 11 con ciclos de longitud establecida (veinte minutos, por ejemplo).

60 Las válvulas 19b en los conductos 15 incluyen respectivas puertas o mamparos móviles que, cuando están en la posición cerrada, están en contacto con los gases de combustión en un lado y con el aire calentado en el otro, y, por lo tanto, tienden a asumir una temperatura intermedia entre la de los gases de combustión y la del aire calentado. Dado que esta temperatura intermedia sería demasiado alta para el material metálico de los mamparos, son refrigeradas internamente por aire, por ejemplo, aire exterior introducido a temperatura ambiente.

65

Según una variante representada esquemáticamente en la figura 4, cada válvula 19b es sustituida por un par de válvulas. Las válvulas 44 y 45 de cada par incluyen respectivos mamparos o puertas, que se pueden mover conjuntamente entre las posiciones abierta y cerrada y miran uno a otro definiendo un intervalo de aire 46 cuando están en la posición cerrada. Las válvulas 44 están más próximas a las cámaras 11 y se han previsto para asegurar el sellado. En cambio, las puertas de las válvulas 45 definen respectivos blindajes en contacto con los gases de combustión cuando están en la posición cerrada. El intervalo de aire 46 define un "amortiguamiento" que tiende a mantener la válvula 44 a una temperatura relativamente baja y así proteger el sellado de la válvula 44 en la posición cerrada. Preferiblemente, el intervalo de aire 46 recibe aire refrigerante (por ejemplo, aire tomado del entorno externo) debido al efecto de la depresión naturalmente presente en el intervalo de aire 46 cuando las válvulas 44 y 45 están cerradas. En particular, esta depresión es de aproximadamente 120-160 Pa. De esta forma, la puerta de la válvula 45 se enfría en el lado opuesto al expuesto al contacto con los gases de combustión, con el fin de proteger el material metálico de la válvula 45 contra el sobrecalentamiento.

Todavía con referencia a la figura 1, las cámaras 11 alojan respectivas hojas de elementos acumuladores de calor 22, de tipo conocido y no descrito en detalle, que acumulan energía térmica durante el ciclo en el que la cámara correspondiente 11 es atravesada por el flujo de gases de combustión 5, y liberan la energía térmica acumulada al flujo de aire comburente 18 que pasa a través de esta cámara 11 en la dirección opuesta durante el ciclo sucesivo antes de entrar en el depósito de fusión.

El conjunto 1 también incluye un intercambiador de calor recuperativo 25 hecho de material metálico, que opera de forma continua, es decir, sin conmutación de flujo entre gases de combustión y aire, y colocado en serie, hacia arriba del intercambiador de calor 10 cuando se considera la dirección del flujo de aire comburente 18.

El intercambiador de calor incluye dos pasos 26 y 27. El paso 27 recibe el flujo de gases de combustión 5 de una entrada 30 sustancialmente coincidente con la salida 14 y transporta el flujo de gases de combustión 5 a una salida 31 que comunica con una chimenea (no representada), preferiblemente con un sistema de filtración (no representado) interpuesto entremedio, para descargar los gases de combustión al entorno. El paso 26 recibe el flujo de aire 3 de la entrada 4 y transporta el flujo de aire 3 a una salida 28 que comunica con la entrada 16 mediante un tubo 29. Dos secciones verticales del paso 26 se definen por respectivos intervalos de aire, que están dispuestos coaxialmente alrededor de los respectivos tubos verticales del paso 27, con el fin de hacer que el aire y los gases de combustión circulen en contraflujo e intercambien energía térmica entre los gases de combustión y el aire a través de las paredes de metal que separan los pasos 26 y 27.

Preferiblemente, el tubo 29 tiene una bifurcación definida por un tubo 35, gracias a la que es posible purgar el aire calentado 36 del flujo de aire 3. El aire calentado 36 es "limpio", es decir, es transportado en conductos separados de los de los gases de combustión y puede ser usado para varios fines.

Por ejemplo, el aire calentado 36 podría ser usado para el calentamiento de edificios del distrito.

Además, como se representa esquemáticamente en la variante de la figura 3, el aire calentado 36 podría ser usado para precalentar el combustible, tal como gas natural, por ejemplo, en un intercambiador de calor 36a antes de alimentarlo al horno de vidrio 2, y/o para precalentar el material que hay que fundir en el horno 2 para hacer vidrio en un intercambiador de calor 36b, (este material consta de materias primas o una mezcla de materias primas y desechos de vidrio a reciclar). En la técnica conocida, los gases de combustión producidos por el horno 2 se usan para estos tipos de precalentamiento: en cambio, usando el aire calentado 36, los medios especiales que son indispensables para que los gases de combustión sellen y mantengan los conductos de los intercambiadores de calor 36a y 36b en depresión no son necesarios y, al mismo tiempo, se evita que estos conductos se ensucien.

El flujo de aire calentado 36 purgado es controlado por una válvula 37 (representada esquemáticamente) colocada en el tubo 35 y controlada por la unidad de control 20 según parámetros almacenados y señales proporcionadas por sensores (no representados), de tal manera que el flujo de aire comburente restante 18 que entra en el intercambiador de calor 10 tiene el caudal teórico necesario para obtener un nivel dado de potencia térmica y/o una temperatura dada y/o una relación estequiométrica dada para el combustible dentro del depósito de fusión.

Gracias a la realización recién descrita y con los elementos acumuladores de calor y las paredes de intercambio térmico de los intercambiadores de calor 10 y 25 diseñados de manera adecuada, los gases de combustión tienen una temperatura de aproximadamente 1500°C en la abertura 12 a través de la que los gases de combustión salen del depósito de fusión, una temperatura de aproximadamente 1050°C en la salida 14 (es decir, en la entrada 30) y aproximadamente 200°C en la salida 31, mientras que el aire tiene una temperatura de aproximadamente 750°C en la salida 28 (es decir, en la entrada 16) y aproximadamente 1250°C en la abertura 12 a través de la que el aire entra en el depósito de fusión.

La figura 3 representa una variante en la que las partes componentes solamente se ilustran esquemáticamente y, donde es posible, se indican con los mismos números de referencia que los usados en las figuras 1 y 2. Esta variante difiere básicamente de la realización de las figuras 1 y 2 en que el intercambiador de calor 25 se ha sustituido por un intercambiador de calor recuperativo hecho de material metálico incluyendo dos etapas 38 y 39

(representadas esquemáticamente) colocadas en serie una con respecto a otra, y en que el conjunto 1 incluye una bifurcación 40, además de la bifurcación 35, para purgar aire calentado de un conducto 41 (representado esquemáticamente) que transporta el flujo de aire 3 desde la etapa 38 a la etapa 39. De esta forma, es posible purgar el aire caliente y "limpio" (es decir, no afectado o ensuciado por ninguna mezcla con gases de combustión) procedente de ambas bifurcaciones 35 y 40 a diferentes temperaturas, por ejemplo, para usos que requieren aire calentado a diferentes temperaturas.

Preferiblemente, la etapa 38 se define por un intercambiador de calor de contraflujo, de un tipo similar o diferente del intercambiador de calor 25 representado en las figuras 1 y 2.

Diseñando oportunamente las paredes de intercambio térmico de las etapas 38 y 39, los gases de combustión tienen una temperatura de aproximadamente 440°C entre las etapas 38 y 39, mientras que, en el conducto 41 y en la bifurcación 40, el aire tiene una temperatura de aproximadamente 130°C.

Como se representa esquemáticamente en la figura 3, para reducir la contaminación de gases de combustión debida a óxidos de nitrógeno, se podría efectuar una reducción de estos óxidos usando una técnica conocida por el acrónimo SNCR (reducción no catalítica selectiva), inyectando un flujo de amoníaco, o un flujo de solución de urea a 35-40% en la salida 14 a través de un canal 42. Cuando se inyectan estas sustancias a los gases de combustión hacia abajo del intercambiador de calor 10, el material refractario del intercambiador de calor 10 no padece daño.

Por lo anterior, es evidente cómo el conjunto 1 permite lograr la temperatura máxima posible para el aire comburente 18 que entra en el horno 2 y obtiene gases de combustión de salida a una temperatura de aproximadamente 200°C. Así, por una parte, se reducen las pérdidas de energía y, por lo tanto, el consumo de energía con respecto a los intercambiadores de calor que tienen gases de combustión de salida con temperaturas más altas, mientras que, por la otra, es posible filtrar los gases de combustión de salida usando sistemas de filtración de manguito. Estas ventajas se logran reduciendo el tamaño de las cámaras 11 del intercambiador de calor regenerativo conectado directamente al horno de vidrio 2 e insertando un intercambiador de calor recuperativo situado hacia arriba 25. En otros términos, parte del intercambio térmico regenerativo usado en la técnica conocida es sustituido por un tipo de intercambio térmico recuperativo usando material metálico, que es más simple, menos caro y de funcionamiento más flexible en respuesta a cambios en las condiciones operativas. Debido al material metálico con que se construye, el intercambiador de calor 25 trabaja con aire que llega a una temperatura máxima de 750-800°C, de modo que no se ponen en peligro las características de construcción del material metálico del que se hace el intercambiador de calor 25.

Gracias a la reducción del tamaño de las cámaras 11, el intercambiador de calor 25 puede colocarse por encima del nivel del suelo 50 (figura 2) en el que se instala el horno 2, eliminando virtualmente el espacio ocupado por las cámaras 11 debajo del nivel del suelo 50. Siempre gracias a la reducción del tamaño de las cámaras 11, también se reducen los tiempos necesarios para el denominado "lavado" de las cámaras 11, durante el que se apaga la llama de la cámara de combustión del horno. Como se ha mencionado anteriormente, estos tiempos transcurren durante el intercambio de los flujos entre las cámaras 11 y están vinculados a la necesidad de "lavar" los gases de combustión de las cámaras 11 por el paso de aire antes de que las cámaras 11 tengan que operar regularmente en el ciclo siguiente. Por ejemplo, reduciendo a la mitad el volumen de las cámaras con respecto a los intercambiadores de calor regenerativos de técnica conocida, los tiempos de "lavado" y apagado de la llama también se dividen por la mitad, sin limitar el intercambio térmico del conjunto 1, puesto que está el intercambiador de calor recuperativo 25.

Como se ha explicado anteriormente, el aire 36 purgado de la bifurcación 35 es excesivo con respecto al caudal teórico necesario para obtener un nivel dado de potencia térmica y/o una temperatura dada y/o una relación estequiométrica dada en la cámara de combustión del horno. Este exceso de aire quita una mayor cantidad de calor a lo largo del intercambiador de calor 25 con respecto al caudal teórico, y así protege el metal de las paredes de intercambio térmico contra las temperaturas excesivas y permite dimensionar el intercambiador de calor 25 para calentar el flujo de aire 3 a una temperatura más alta con respecto a la que se podría alcanzar con el caudal teórico de aire. Al mismo tiempo, la bifurcación 35, posiblemente con la bifurcación 40, permiten obtener un flujo de aire caliente y "limpio" de manera simple y eficiente y lograr siempre el correcto nivel de potencia térmica requerido del horno 2.

Por último, por lo anterior es evidente que se puede hacer modificaciones y variantes en el conjunto 1 descrito sin apartarse del alcance de protección de la presente invención, definido en las reivindicaciones anexas.

En particular, el intercambiador de calor recuperativo hecho de material metálico podría tener características de construcción diferentes de las mostradas a modo de ejemplo. Además, los tubos 17 podrían ir directamente a las cámaras 11 en paralelo con los conductos 15 (como en la figura 4).

REIVINDICACIONES

1. Conjunto intercambiador de calor (1) para precalentar aire comburente para un horno de vidrio (2), incluyendo el conjunto:
- 5 - un intercambiador de calor regenerativo (10), incluyendo:
- a) dos cámaras de regeneración (11) en un material refractario, que tienen elementos acumuladores de calor y que comunican, en el uso, con una cámara de combustión de dicho horno de vidrio (2);
- 10 b) una entrada de aire (16) para flujo de aire comburente (18);
- c) una salida de gases de combustión (14) para flujo de gases de combustión (5); y
- 15 d) medios de válvula de intercambio (19a, 19b), que están interpuestos entre dichas cámaras de regeneración (11) y dicha entrada de aire y salida de gases de combustión (16, 14) y que pueden ser controlados para intercambiar el flujo de aire comburente (18) y el flujo de gases de combustión (5) entre dichas cámaras de regeneración (11) con ciclos de longitud establecida;
- 20 - un intercambiador de calor recuperativo (25) incluyendo un paso de gas (27) y un paso de aire (26) separados por paredes metálicas de intercambio térmico; comunicando dicho paso de gas (27) en un extremo con dicha salida de gases de combustión (14) para transportar dicho flujo de gases de combustión al extremo opuesto hacia una chimenea; comunicando dicho paso de aire (26) con dicha entrada de aire (16) para enviar el aire calentado por dichas paredes de metal a dicho intercambiador de calor regenerativo (10);
- 25 - al menos un punto de purga de aire calentado (35, 40) colocado hacia arriba de dicha entrada de aire (16);
- caracterizado porque** la salida de dicho paso de aire (26) está conectada a dicha entrada de aire (16) mediante un tubo (29), y porque dicho punto de purga de aire calentado (35, 40) se define como una bifurcación (35) de dicho tubo (29) o como una bifurcación (40) a lo largo de dicho paso de aire (26) entre dos etapas (38, 39), que están dispuestas en serie y constituyen parte de dicho intercambiador de calor recuperativo (25).
- 30
2. Conjunto según la reivindicación 1, **caracterizado porque** incluye un primer medio de intercambio de calor (36a) para precalentar un material a fundir en el horno de vidrio (2) por medio de aire calentado procedente de dicho punto de purga.
- 35
3. Conjunto según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** incluye un segundo medio de intercambio de calor (36b) para precalentar un combustible a alimentar al horno de vidrio (2) por medio de aire calentado procedente de dicho punto de purga.
- 40
4. Conjunto según alguna de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** dichos medios de válvula de intercambio (19a, 19b) incluyen dos válvulas (19b), móviles entre respectivas posiciones abierta y cerrada, colocadas en respectivos conductos (15) para los gases de combustión y enfriadas por aire al menos cuando están en la posición cerrada.
- 45
5. Conjunto según alguna de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** dichos medios de válvula de intercambio incluyen dos pares de válvulas asociadas con dos conductos para gases de combustión, siendo móviles las válvulas (44, 45) de cada par entre una posición abierta y otra cerrada y definiendo un intervalo de aire (46) entre ellas cuando están en la posición cerrada.
- 50
6. Conjunto según la reivindicación 5, **caracterizado porque** dicho intervalo de aire (46) es enfriado por aire.
7. Conjunto según alguna de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** incluye un canal (42) en dicha salida de gases de combustión (14) para inyectar urea o amoníaco para reducir el óxido de nitrógeno de los gases de combustión.
- 55

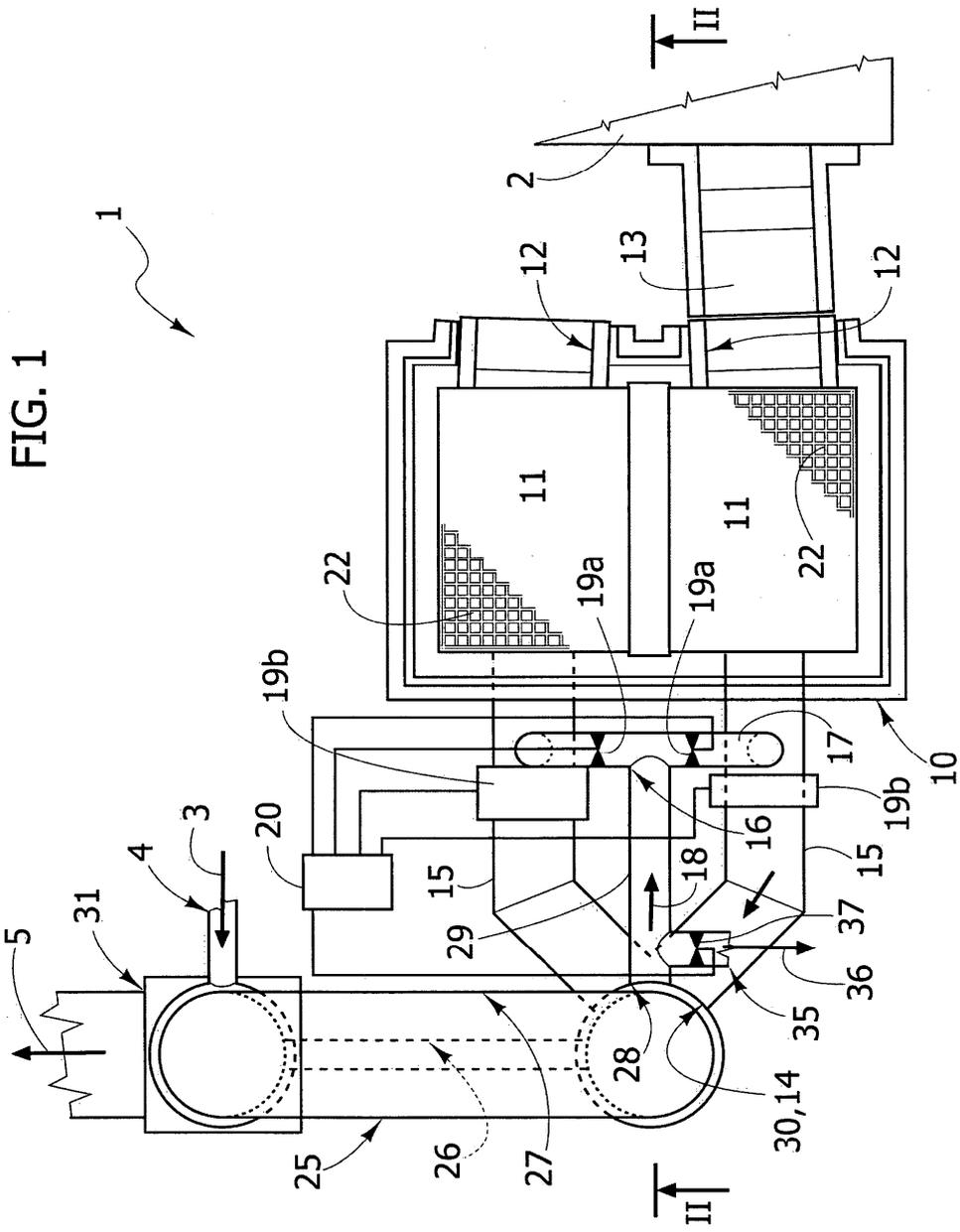


FIG. 2

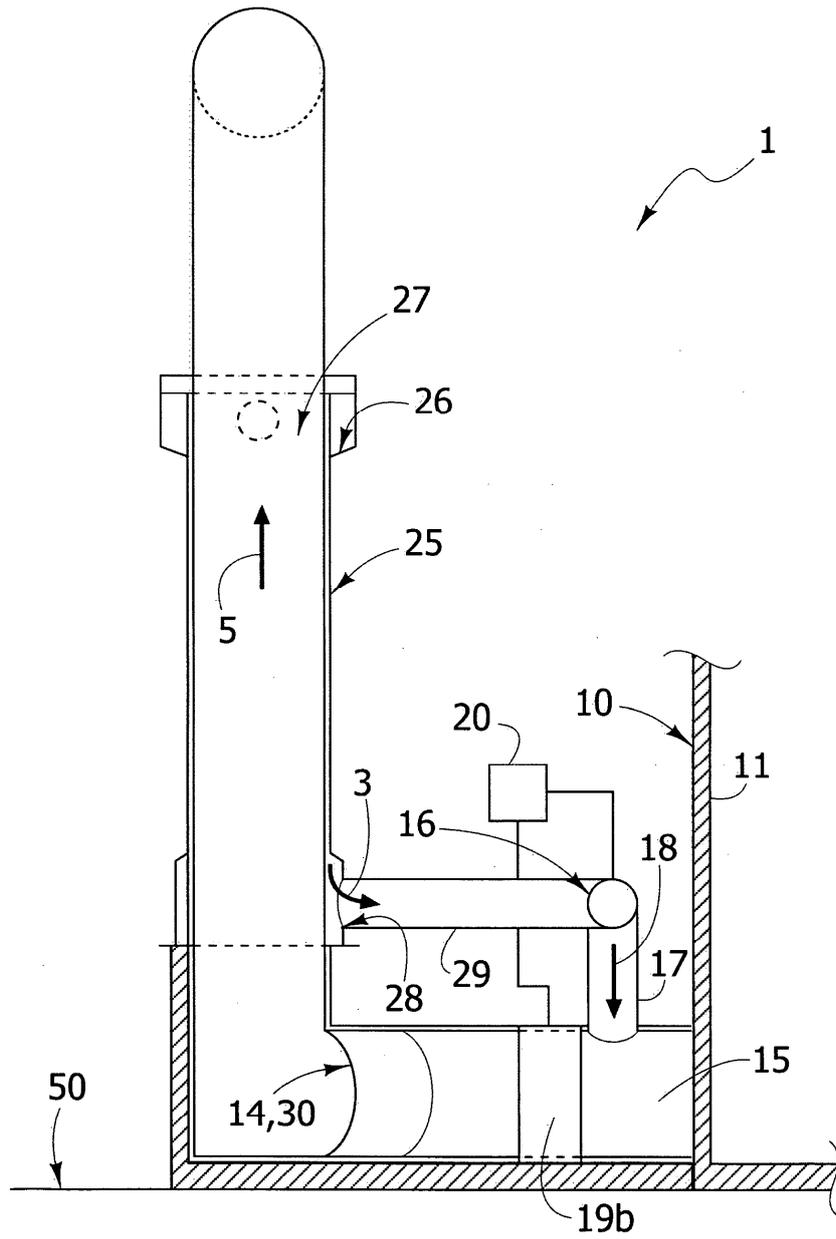


FIG. 3

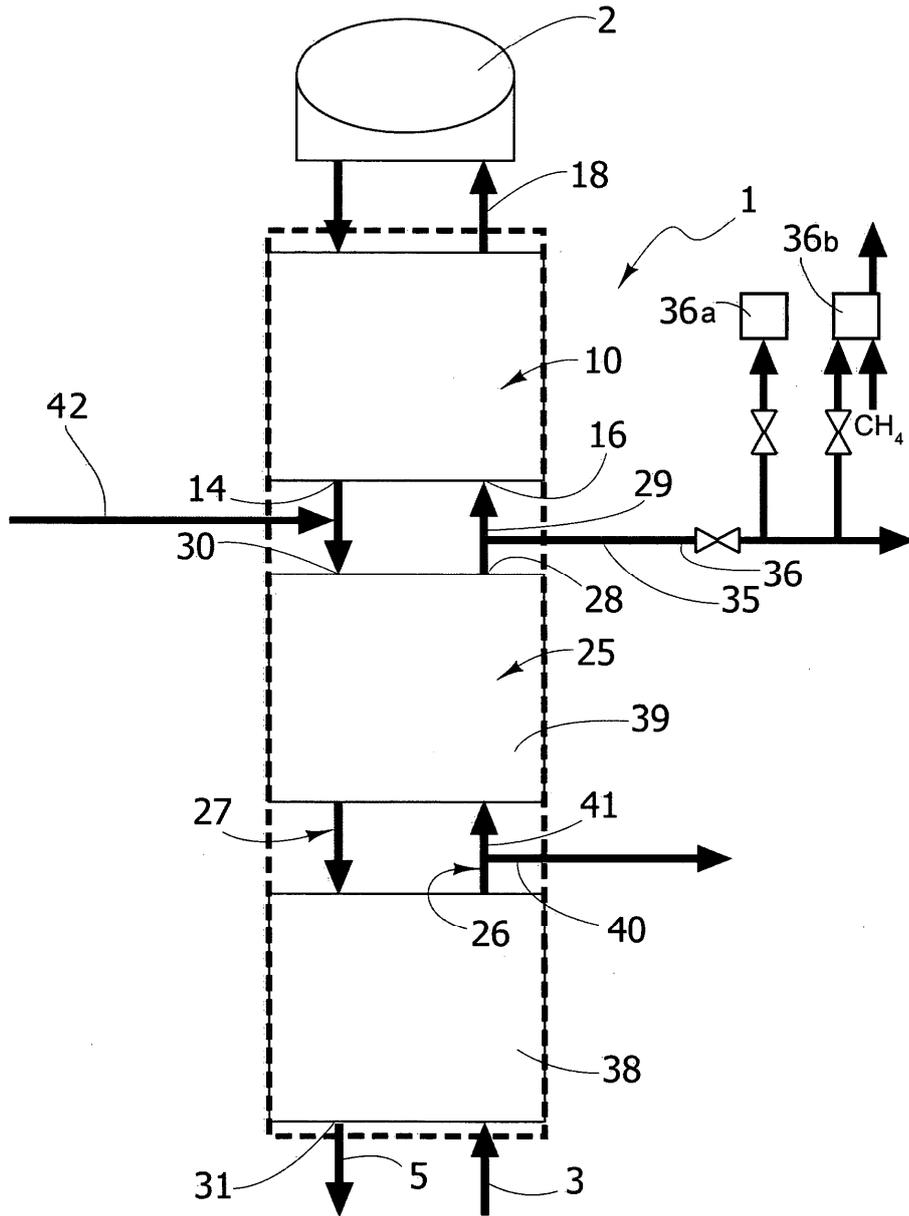


FIG. 4

