



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 365 861**

51 Int. Cl.:

F28G 1/12 (2006.01)

F28F 13/12 (2006.01)

F28D 7/16 (2006.01)

F28D 17/00 (2006.01)

C03B 5/237 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06709474 .8**

96 Fecha de presentación : **03.02.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1846721**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.10.2007**

54 Título: **Horno para la fusión de vidrio.**

30 Prioridad: **10.02.2005 FR 05 50397**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.10.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.10.2011

73 Titular/es: **SAINT-GOBAIN ADFORS**
130 avenue des Follaz
73000 Chambéry, FR

72 Inventor/es: **Van Hees, Christian**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 365 861 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

Horno para la fusión de vidrio

- 5 El invento se refiere a un horno para la fusión de vidrio o material mineral similar, tal como se ha descrito en el documento FR 2.790.545. En un horno de vidrio, la composición de materiales vitrificables es llevada al estado fundido a una temperatura del orden de 1200 a 1300° C por medio de energía térmica aportada en particular por quemadores de gas. Los gases de combustión se escapan del horno a una temperatura del orden de 1000 a 1200° C, arrastrando con ellos una cierta cantidad de materiales gaseosos que provienen de componentes volátiles de la composición vitrificable, tales como el boro.
- 10 La zona de salida de los gases del horno está generalmente equipada con una torre de refrigeración destinada por una parte a recuperar una parte del calor de los gases de combustión, a fin de reutilizarla para volver a calentar el aire primario de combustión, y por otra parte a condensar los materiales volátiles a fin de separarlos con vistas a la descarga del gas enfriado a la atmósfera.
- 15 La torre de refrigeración comprende generalmente una primera etapa en la que el fluido frío es aire atmosférico, que deja el intercambiador a una temperatura del orden de 600° C y puede ser reciclado al nivel de los quemadores como aire de combustión, etapa de la que los gases de combustión tratados salen a una temperatura del orden de 700° C, y una segunda etapa en la que el fluido frío es agua pulverizada directamente en los gases de combustión tratados que entrañan la solidificación en polvo de las sustancias condensables. La mezcla de gas enfriado, de vapor de agua y de polvo es a continuación sometida a una separación por un electrofiltro que atrapa los polvos y descarga un gas a una temperatura de aproximadamente 400° C.
- 20 Esta descarga a la atmósfera representa una pérdida de energía no despreciable que puede cifrarse en varios megavatios.hora de funcionamiento de una instalación industrial de producción de vidrio.
- 25 Sin embargo, la presencia de los materiales condensables que representan varios gramos de material por metro cúbico de gas caliente impide tratar este gas en un intercambiador de calor clásico pues este resultaría atascado muy rápidamente por los polvos condensados. No sería capaz de funcionar más que según ciclos breves entrecortados por ciclos de limpieza que plantean dificultades técnicas reales intrínsecas y que son además susceptibles de perturbar la producción de vidrio.
- 30 Fuera de ello, la descarga a la atmósfera de material condensable está en vías de prohibición por las legislaciones medioambientales. Resulta por tanto necesario que los humos sean desprovistos de material condensable durante su descarga.
- 35 El propósito del invento ha sido resolver este problema de descontaminación de los humos y proporcionar un dispositivo capaz de extraer el calor de estos gases calientes de manera duradera y todo ello a lo largo de la producción de dichos gases sin perturbar la producción.
- 40 A este respecto, el invento tiene por objeto un horno para la fusión de vidrio o material mineral similar, que comprende una zona de salida de gases calientes que contiene polvos y/o sustancias condensables y equipado de una unidad de refrigeración de dicho gas, comprendiendo la unidad de refrigeración al menos un dispositivo para la extracción de calor a partir de gas, en particular de combustión, que contiene polvos y/o sustancias condensables para la recuperación de los condensados, y que comprende al menos un intercambiador de calor que incluye un recinto que tiene una simetría de revolución rodeado por una envolvente de refrigeración, incluyendo el dispositivo un orificio que permite el paso de una mezcla óptima del agente de tratamiento de superficie de la superficie interna del recinto, estando provisto dicho recinto por otra parte de al menos un tornillo de paso helicoidal dispuesto en un tubo de manera coaxial.
- 45 Gracias a esta circulación rotativa de la corriente de gas, los polvos y/o sustancias son proyectados hacia las paredes frías del recinto de tratamiento y se condensan sobre estas paredes frías y se adhieren a ellas, la acumulación de sólidos debe ser destruida como consecuencia de la abrasión consecutiva al paso del agente de tratamiento de superficie en el seno del recinto.
- 50 El fluido que circula en la envolvente de refrigeración puede ser de cualquier tipo corrientemente empleado, en particular aceite o agua.
- Según otras características ventajosas el dispositivo tiene una forma sensiblemente cilíndrica, cónica, truncó cónicas o resultante de la asociación de al menos un cilindro y de al menos un cono o tronco de cono.
- De preferencia, el dispositivo está dispuesto horizontalmente.
- Las dimensiones del dispositivo y el número de recintos que está incorporado en el seno del dispositivo están adaptados al volumen de gas a tratar en función de la instalación que produce los gases.

La parte en la que reina la corriente de gas rotativa sensiblemente helicoidal es de preferencia suficientemente larga para que la corriente siga al menos dos vueltas de hélice, al menos 4, en particular al menos 5.

Los medios para crear una corriente de gas rotatoria comprenden al menos un tornillo de paso de helicoidal dispuesto en un tubo de manera coaxial.

5 En un modo de realización ventajoso, los medios para crear una corriente de gas rotatoria comprenden por una parte, medios de conducción del gas caliente tangencialmente al dispositivo de tratamiento, y por otra parte, tornillos de paso de helicoidal. El movimiento giratorio helicoidal se obtiene fácilmente sobre la longitud deseada seleccionando la velocidad de entrada de los gases y el paso de la hélice que puede eventualmente no ser constante en toda la longitud del tornillo.

10 El tratamiento de superficie de la cara interna de cada uno de los recintos, o más precisamente la limpieza puede igualmente ser realizado de manera continua en el curso del funcionamiento del dispositivo, gracias a medios de conducción de un agente de tratamiento de superficie de naturaleza sólida a la corriente de gas giratoria.

Como los polvos, el agente de tratamiento de superficie es proyectado contra la pared fría del recinto bajo el efecto de la fuerza centrífuga, la energía cinética de las partículas sólidas de la gente de tratamiento es entonces suficiente para realizar una abrasión del depósito de polvos que se ha adherido a la pared fría.

15 En función de la naturaleza de los materiales constitutivos del dispositivo y de los depósitos, el material de tratamiento superficial puede ser elegido de manera que realice una abrasión del depósito aglomerado sobre las paredes del recinto.

De una manera ventajosa el agente de tratamiento de superficie es elegido de entre los constituyentes de la composición de material vitrificable que es inicialmente utilizada en el horno, de manera que permita su reciclado en esta composición.

20 El dispositivo comprende pues medios de aporte y de recogida del agente de tratamiento de superficie, respectivamente aguas arriba y aguas abajo de la parte del dispositivo donde reina la corriente de gas rotativa para la recuperación de los polvos o sólidos condensados y/o un reciclaje del agente. La salida de los gases puede hacerse de cualquier manera conocida, en particular tangencialmente al eje del recinto en particular para un recinto cilíndrico, o de manera axial.

25 El dispositivo de tratamiento y su envolvente de refrigeración están constituidos por una envolvente externa que delimita un volumen interno limitado por tabiques transversales, atravesados por una pluralidad de tubos que forman los recintos de intercambio, recibiendo cada uno de estos recintos un tornillo de paso helicoidal.

Por una parte esto constituye una doble pared resistente a presiones interiores muy elevadas. Por otra parte la yuxtaposición de los tubos de sección circular ofrece una superficie de intercambio superior a la ofrecida por una superficie plana.

30 Puede suceder que parte de los polvos sean demasiado finos para quedar pegados a la pared interior del recinto de tratamiento. El horno puede entonces comprender además medios para encaminar el gas enfriado en la unidad de refrigeración hacia un filtro que atrapa los polvos y descarga el gas filtrado a la atmósfera.

35 Gracias al dispositivo según el invento, que permite la recuperación de los polvos y sustancias condensables arrastrados con los gases de combustión, el rendimiento de un procedimiento, en particular de fusión, puede ser mejorado al reintroducir los polvos y sustancias recuperados por el intercambiador, a la carga de material a tratar en el horno o directamente al horno.

Los polvos y sustancias condensables son recuperados por abrasión utilizando un agente de tratamiento de superficie. La utilización de un constituyente de la composición que vuelve a entrar en la carga vitrificable, en particular arena como agente de tratamiento de superficie es particularmente ventajosa en el caso de un horno de vidrio pues puede ser reciclada con los polvos como materia prima de la carga vitrificable.

40 El dispositivo de intercambio de calor puede estar dimensionado de manera que extraiga una cantidad de calor suficiente para producir vapor de agua. Para hacer esto, se puede utilizar directamente agua como fluido de refrigeración en la envolvente del dispositivo según el invento. Se elige entonces una forma y una constitución de los recintos y de la envolvente apta para resistir los esfuerzos impuestos por la presión de vapor en la envolvente.

Otras características y ventajas del invento aparecerán con la lectura de la descripción de los dibujos adjuntos en los que:

45 La fig. 1 representa esquemáticamente un horno de vidrio según el invento,

La fig. 2 representa una vista en perspectiva del dispositivo.

Se precisa en primer lugar que, con propósitos de claridad, los elementos representados en las figuras no están necesariamente reproducidos a escala, habiendo podido ser aumentadas o disminuidas ciertas dimensiones, y que ciertos detalles de construcción no esenciales para la comprensión del invento han podido ser omitidos.

La instalación visible en la fig. 1 comprende esencialmente un horno de vidrio 1, alimentado con mezcla vitrificable por medios usuales apropiados 2, y en el que la energía de fusión es aportada por quemadores de gas 3.

5 El vidrio producido en el horno es extraído por medios no representados con vistas a ser transformado en productos que pueden ser muy diversos, en particular productos a base de lana o de fibras de vidrio, tales como mantas, velas, y otros, en que el vidrio puede ser adicionado con diversos materiales orgánicos o minerales. En una extremidad del horno, los gases de combustión, que están cargados en particular de compuestos gaseosos provenientes de elementos volátiles de la composición de vidrio, son dirigidos hacia una unidad de refrigeración 4 en la que van a pasar de una temperatura de aproximadamente 1000° C a una temperatura de aproximadamente 200° C.

Esta unidad incluye un primer intercambiador de calor 5 que utiliza el aire atmosférico 6 como fluido frío.

10 Este intercambiador está dimensionado de tal manera que el calor extraído por el aire 6 lleva la temperatura de este último a un valor del orden de 600° C, lo que permite ventajosamente utilizarlo como comburente caliente reintroducido 7 en los quemadores 3.

15 La temperatura de los gases de combustión a la salida del primer intercambiador es del orden de 700° C. A esta temperatura, las sustancias condensables provenientes de elementos volátiles de la composición de vidrio están aún en estado gaseoso, y el intercambiador 5 no ha sido expuesto a ningún material sólido.

La unidad 4 incluye un segundo intercambiador 8 en serie con el primer intercambiador 5, destinado a extraer una fracción suplementaria de calor de los gases enfriados a 700 ° C reduciendo la temperatura de los gases por debajo del punto de solidificación de los materiales volátiles condensables.

20 El intercambiador de calor 8 (visible en detalle en la fig. 2) está constituido por un dispositivo que tiene esencialmente la forma de un cuerpo cilíndrico alargado en el que están dispuestos los medios intercambiadores de calor. Incluye una alimentación de gas 9 tangencial con relación al eje del cuerpo tubular, y una salida de gases 10 axial dispuesta por el lado opuesto a la alimentación.

Está dimensionado de manera que los gases tratados que salen del dispositivo sean enfriados a una temperatura del orden 200° C.

25 Los gases son además al menos parcialmente desprovistos de polvos, siendo recogidos los polvos en un colector 11. Los gases que salen del dispositivo pueden ser a continuación tratados antes de su descarga a la atmósfera, por medio de un filtro 12 que puede ser de cualquier tipo conocido, ventajosamente un simple filtro de velo filtrante, o un electrofiltro tal como los generalmente empleados para tratar el gas caliente a la salida de un horno de refrigeración con pulverización de agua.

30 La estructura del dispositivo es visible en la vista en perspectiva de la fig. 2.

La parte cilíndrica del recinto 13 del dispositivo está constituida por una envolvente formada por un tubo exterior y por una pluralidad de tubos interiores 14 que delimita el recinto de tratamiento, tubos 14 entre los que circula una corriente de fluido de refrigeración 15 tal como agua introducido por un conducto y descargada.

35 Los tubos son mantenidos en posición en el interior de la envolvente con ayuda de una pluralidad de costados 16, 17 (dos son visibles en la fig. 2), estando estos costados 16, 17 sensiblemente posicionados de modo radial con relación al eje principal del recinto.

Cada uno de los tubos 14 incorpora un dispositivo que permite aumentar la turbulencia de la circulación gaseosa en el seno del tubo para asegurar un mejor coeficiente de intercambio térmico al nivel de la superficie de intercambio con el fluido de refrigeración.

40 Se trata de tornillos 18 de paso helicoidal, eventualmente de paso de hélice no constante sobre la totalidad de su longitud.

Por otra parte, habida cuenta de la importancia de los gradientes de temperatura presentes entre aguas arriba y aguas abajo del tornillo 18, el tornillo 18 está realizado en su parte de aguas arriba de acero inoxidable (gradiente importante), y en su parte de aguas abajo, de acero, siendo definido el sentido aguas arriba/aguas abajo por el sentido de circulación de los gases que provienen del primer intercambiador 5.

45 Los gases a tratar son encaminados por un conducto que comunica con la entrada tangencial 9 dispuesta sobre uno de los lados de la parte cilíndrica, en la proximidad del costado 16. Los gases introducidos tangencialmente en la periferia de cada tubo ceban un movimiento rotativo en el interior de cada tubo.

50 En una variante no representada en las figuras, se prevé que cada tubo y su tornillo son alimentados por su propio conducto de conducción del gas a tratar, disponiendo cada tubo por otra parte de su propio dispositivo que permite inyectar un agente de tratamiento de superficie que permite eliminar los polvos condensados sobre las paredes frías de

cada uno de los tubos.

Este movimiento rotativo es impuesto por la localización de la entrada tangencial en la periferia de cada tubo y por la presencia de las hélices o tornillos 18 en el interior de los tubos 14, esta configuración asegura la instauración de una corriente de gas rotacional sensiblemente en toda la parte cilíndrica.

- 5 Esta geometría permite asegurar una repartición o una mezcla óptimas de la gente de tratamiento en el seno de cada tubo.

- 10 El dispositivo puede funcionar a presión o a aspiración, instalando un ventilador respectivamente aguas arriba del dispositivo, por ejemplo en el conducto, para empujar los gases a través del dispositivo, o aguas debajo de la salida para aspirar los gases tratados hacia el exterior. La velocidad de los gases en el dispositivo es ventajosamente elevada, en particular del orden de 10 a 40 m/s a la entrada del gas caliente, correspondiente a aproximadamente 10 a 30 m/s a la salida del gas enfriado.

- 15 En funcionamiento, los gases cargados de sustancias condensables, tales como el boro (que se condensa a partir de una temperatura inferior a 600° C, preferiblemente comprendida entre 600 y 200° C), siguen el recorrido impuesto por los gases en el interior de los tubos 14 y discurren a lo largo de la pared enfriada por el agua de refrigeración. Haciendo esto, la temperatura del gas disminuye, las sustancias condensables se solidifican en polvos que se adhieren a la pared fría cuando llegan a contacto con esta última, en particular bajo el efecto de la fuerza centrífuga, y vienen a constituir un depósito sobre al menos una parte de la longitud de los tubos.

Este depósito puede ser perjudicial en la medida en que, al engrosarse aísla térmicamente la pared y hace bajar el rendimiento del intercambio de calor, y donde a cierto plazo, sería susceptible de perjudicar el paso de los gases.

- 20 La forma del dispositivo permite sin embargo una limpieza muy simple de la pared, gracias a los medios siguientes.

El dispositivo comprende un depósito o reserva 19 (visible en la fig. 1) de un agente de tratamiento de superficie, en particular un material en partículas abrasivo tal como arena, capaz de entrega del material en la corriente de gas a tratar, por inyección en el conducto o bien directamente en el recinto. La distribución del material abrasivo puede ser mandada por una válvula o por cualquier órgano de distribución similar 20.

- 25 Cuando se desea eliminar el depósito formado sobre la pared, basta entregar con los gases a tratar un caudal de material abrasivo que puede ser muy pequeño.

Las partículas de material son arrastradas en la corriente de gas rotativa y proyectadas por la fuerza centrífuga contra las paredes de tal manera que arranquen el depósito y decapen la superficie de la pared interna de los tubos.

- 30 El material abrasivo y el depósito arrancado de la superficie son arrastrados por la corriente gaseosa hacia aguas abajo del dispositivo y son recogidos por cualquier dispositivo apropiado.

Cuando el material abrasivos utilizado es arena, la instalación puede comprender medios para encaminar los sólidos separados desde el colector hasta los medios de alimentación del horno de mezcla vitrificable, ya que tanto la arena como el material del depósito entran en la composición de esta mezcla.

- 35 Un tiempo de tratamiento muy corto basta para desembarazar la superficie del depósito y alcanzar de nuevo un rendimiento de intercambio térmico óptimo, sin interrumpir la circulación de los gases y por tanto sin perturbar el procedimiento aguas arriba del dispositivo. A título indicativo, en las condiciones de intercambio térmico indicadas precedentemente (temperatura de los gases calientes y fríos, velocidad de los gases), el intercambiador de calor puede funcionar de manera satisfactoria durante 8 horas seguidas, después de lo cual un ciclo de limpieza de 10 minutos utilizando 3 litros de arena permite decapar completamente las superficies.

- 40 Un filtro 12 puede ser instalado sobre el conducto de salida de gas para una separación completa de la arena y eventualmente de polvos, antes de que los gases alcancen el filtro.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un horno para la fusión de vidrio o material mineral similar, que comprende una zona de salida de gas de combustión que contiene polvos y/o sustancias condensables y equipado con una unidad (4) de refrigeración de dicho gas, comprendiendo la unidad (4) de refrigeración al menos un dispositivo para la extracción de calor a partir de dicho gas, de combustión, que contiene polvos y/o sustancias condensables para la recuperación de los condensados, comprendiendo el dispositivo al menos un intercambiador de calor (4) que incluye un recinto (13) que tiene una simetría de revolución rodeado por una envolvente de refrigeración, incluyendo el intercambiador de calor un orificio (9) que permite el paso de una mezcla óptima del agente de tratamiento de superficie de la superficie interna del recinto, estando provisto dicho recinto (13) por otra parte de al menos un tornillo de paso helicoidal dispuesto en un tubo (14) de manera coaxial, comprendiendo el dispositivo medios de aporte y de recogida del agente de tratamiento de superficie, respectivamente aguas arriba y aguas abajo de la parte del dispositivo donde reina la corriente de gas rotativa caracterizado porque el recinto (13) del dispositivo tiene una parte cilíndrica constituida por la envolvente de refrigeración, formada por un tubo exterior, y por una pluralidad de tubos interiores (14) que delimitan el recinto de tratamiento, tubos (14) entre los cuales circula una corriente de fluido de refrigeración (15) tal como agua introducida por un conducto y descargada, estando provisto cada tubo interior (14) de un tornillo de paso helicoidal.
- 2.- Un horno según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende medios para encaminar el gas enfriado en la unidad de refrigeración hacia un filtro (12) que descarga el gas filtrado a la atmósfera.
- 3.- Un horno según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque comprende medios para reintroducir los sólidos recogidos en el material a tratar en el horno o directamente en el horno.
- 4.- Un horno según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el dispositivo tiene una forma sensiblemente cilíndrica, cónica, troncocónica o resultante de la asociación de al menos un cilindro y al menos un cono o tronco de cono.
- 5.- Un horno según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el tratamiento de superficie de la cara interna de cada uno de los tubos (14) es realizado de modo continuo en el curso del funcionamiento del dispositivo, gracias a medios de conducción de un agente de tratamiento de superficie de naturaleza sólida en la corriente de gas rotativa.
- 6.- Un horno según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el material de tratamiento de superficie es elegido de manera que realice una abrasión del depósito aglomerado sobre las paredes del tubo (14).
- 7.- Un horno según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el agente de tratamiento de superficie es elegido entre los constituyentes de la composición de material vitrificable que es inicialmente utilizado en el horno, de manera que permita su reciclado en esta composición.
- 8.- Un horno según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el dispositivo incluye una alimentación de gas tangencial con relación al eje de dicho recinto (13) que permite el paso de una mezcla óptima de un agente de tratamiento de superficie de la superficie interna de dicho recinto, y una salida de gas (10) axial dispuesta por el lado opuesto a la alimentación.
- 9.- Un horno según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el paso del tornillo helicoidal (18) es variable.
- 10.- Un horno según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el tornillo helicoidal (18) está realizado en dos partes, respectivamente de material diferente, en particular de acero inoxidable y de acero.
- 11.- Un horno según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el dispositivo está dispuesto horizontalmente.
- 12.- Un procedimiento de utilización de un horno según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que los gases que entran en la unidad de refrigeración (4) son gases de combustión que están cargados de compuestos gaseosos que provienen de elementos volátiles de la composición del vidrio, la temperatura de los gases de combustión es del orden de 700° C a su entrada en el intercambiador (8), temperatura a la cual las sustancias condensables que provienen de elementos volátiles de la composición del vidrio están aún en el estado gaseoso, estando dimensionado el intercambiador (8) de manera que los gases tratados que salen del dispositivo sean enfriados a una temperatura del orden de 200° C.
- 13.- Un procedimiento según la reivindicación 12, en el que los gases son enfriados desde una temperatura de aproximadamente 1000° C a una temperatura de aproximadamente 700° C en un primer intercambiador (5) unido en serie con dicho intercambiador.

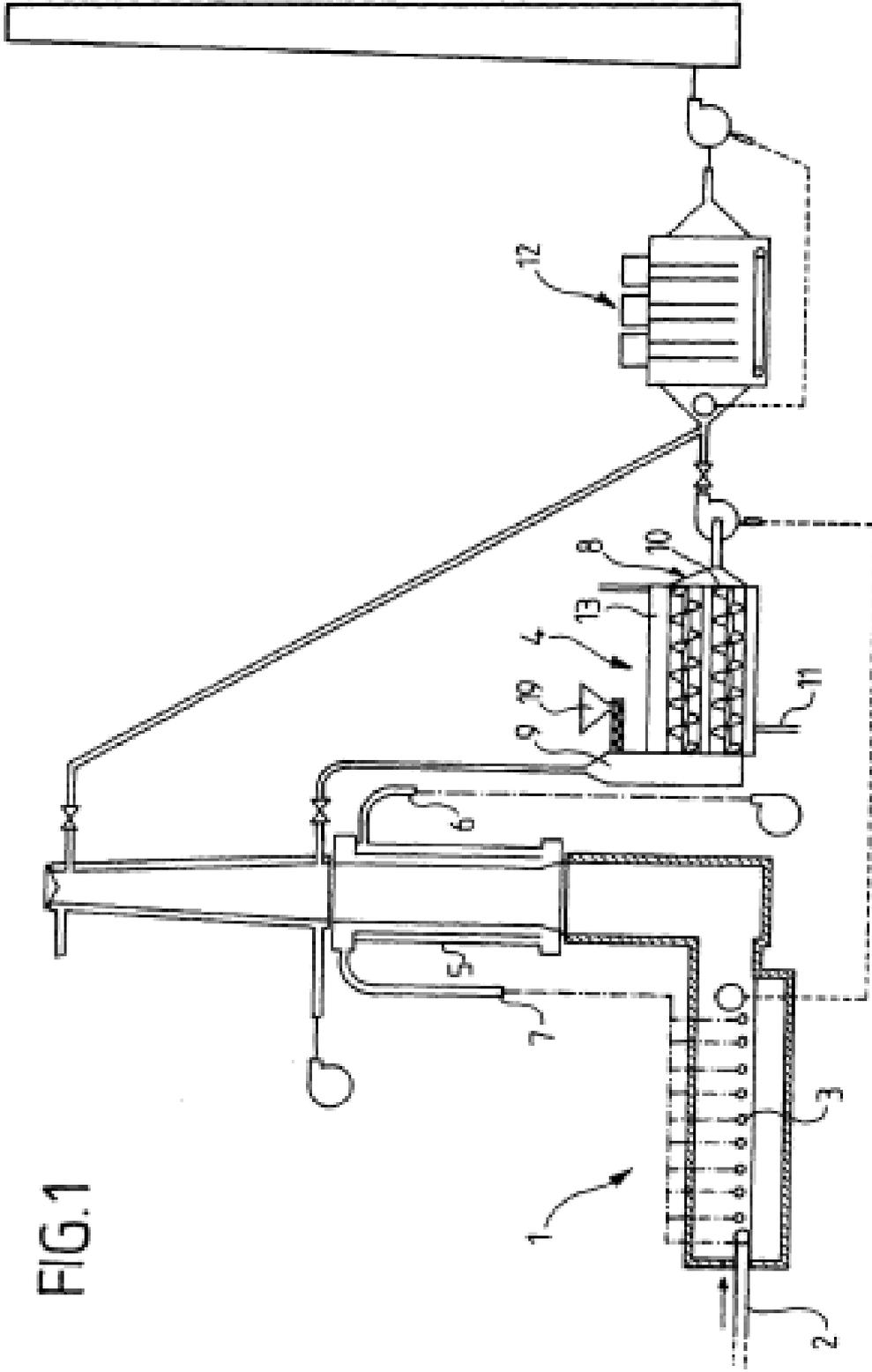


FIG.1

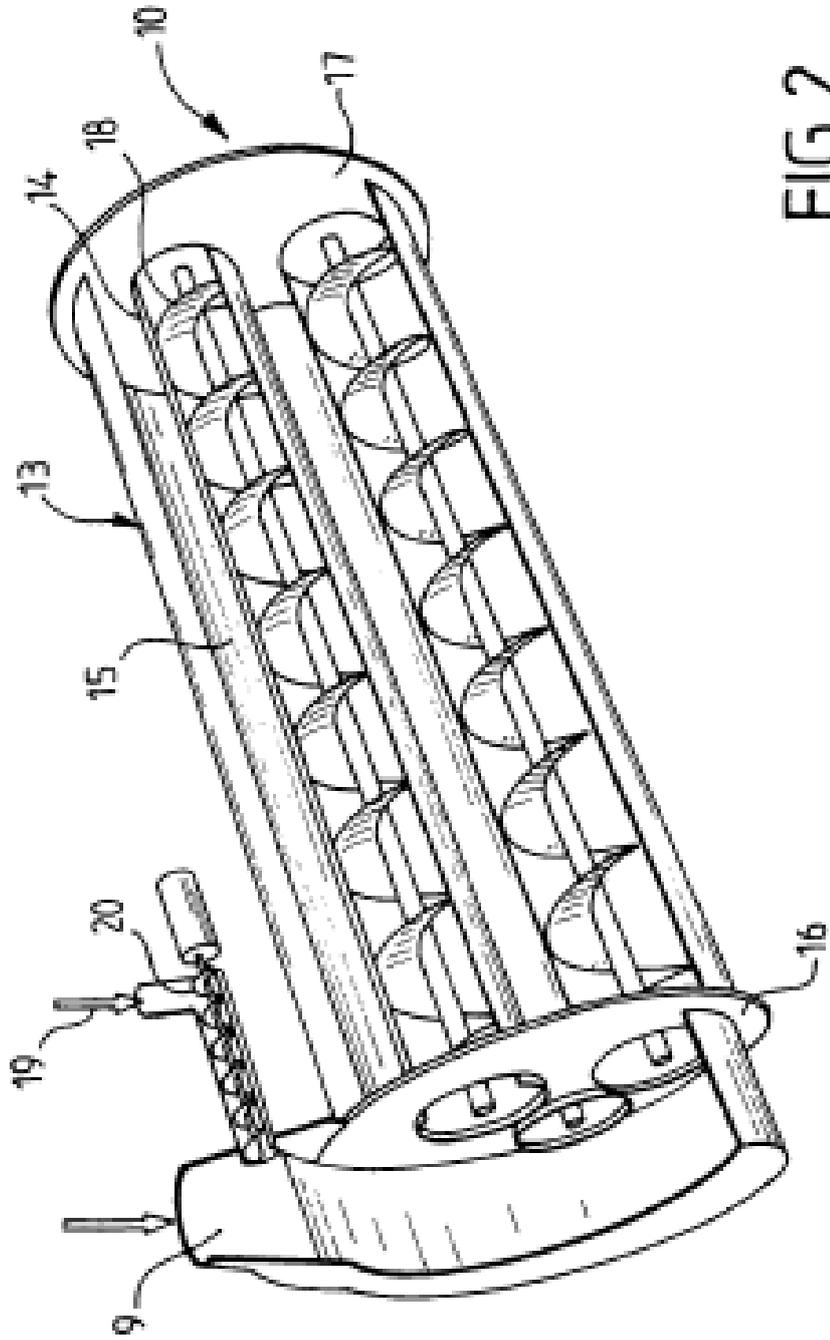


FIG. 2