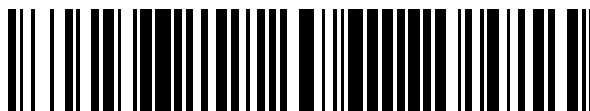


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 730 887**

51 Int. Cl.:

F23C 6/04 (2006.01)

F23C 9/08 (2006.01)

F23D 14/22 (2006.01)

F23D 14/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.09.2014 PCT/IB2014/064339**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.03.2015 WO15036914**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.09.2014 E 14786310 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2019 EP 3044509**

54 Título: **Procedimiento de combustión y quemador industrial**

30 Prioridad:

11.09.2013 IT MI20131507

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

13.11.2019

73 Titular/es:

**ATZENI, CHRISTIAN (100.0%)
Via Rubaldo Merello, 70/11
16141 Genova, IT**

72 Inventor/es:

ATZENI, CHRISTIAN

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 730 887 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de combustión y quemador industrial

- 5 Es el objetivo de la presente invención un procedimiento de combustión y un quemador de combustible industrial para llevar a cabo el procedimiento, particularmente un quemador de combustible con recirculación de los humos de combustión.
- 10 Los quemadores industriales de combustible se utilizan en el campo metalúrgico, por ejemplo, en las cámaras de combustión, en los depuradores de humos, en los hornos de forja, los hornos de tratamiento térmico, los hornos de calentamiento y fusión, en un ciclo continuo o discontinuo, para el procesamiento de materiales metálicos ferrosos y no ferrosos.
- 15 A principios de la década de 1980, se desarrollaron quemadores de combustión compactos, que realizan un precalentamiento muy alto del aire de combustión y que, en consecuencia, funcionan a temperaturas muy altas, típicamente a 1350 °C, por ejemplo, para las líneas de tratamiento térmico en la extrusión continua de acero y para hornos de fundición de aluminio.
- 20 A pesar de la excelente eficiencia energética de la combustión con recuperación de energía mediante el precalentamiento del agente de combustión o el combustible, la formación de óxidos de nitrógeno contaminantes (NOx) durante una combustión a alta temperatura es incompatible con las normas de protección del medio ambiente y la salud e impide su uso a gran escala.
- 25 Con el fin de reducir la formación de óxidos de nitrógeno, se ha intentado, en general, disminuir la temperatura del denominado núcleo de la llama, que al menos parcialmente borra el aumento de la eficiencia energética alcanzado al precalentar el combustible o los agentes oxidantes.
- 30 Los documentos US-A-5092761 y EP 1 20 188 B1 divulgan procedimientos para la reducción de óxidos de nitrógeno mediante una recirculación parcial de los humos de combustión, extraídos directamente de la cámara de combustión de un quemador y vueltos a suministrar a un flujo de combustible.
- 35 La mezcla de humos de combustión con el fluido combustible implica una dilución y dispersión del propio combustible y de la llama y, en consecuencia, una disminución de la temperatura de combustión, conocida como el efecto de combustión "sin llama".
- 40 Estos procedimientos conocidos han demostrado ser efectivos para reducir los niveles de NOx, pero no disminuyen el consumo de combustible y conducen a problemas de implementación práctica. Los humos de combustión que se extraen directamente de la cámara de combustión resultan estar demasiado calientes para ser aspirados y suministrados al flujo de combustible por medio de un ventilador o una bomba. La sustracción de humos calientes de la cámara de combustión antes de que hayan completado el intercambio de calor con el ambiente *per se* reduce la eficiencia energética del quemador. Una aspiración de los humos por el efecto Venturi, al utilizar el flujo de combustible como fluido motor, como se describe en el documento EP1203188B1, puede hacer recircular solo un volumen muy reducido de humos, ya que la proporción entre el gas combustible y el aire del agente oxidante es generalmente del orden de 1:10 o incluso inferior. El documento FR2629900 describe un procedimiento de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. El documento US4954076 describe un procedimiento en el que el efecto Venturi se usa para aspirar humos de la cámara de combustión y premezclarlos con un agente oxidante.
- 45 Por lo tanto, el objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento de combustión y un quemador industrial para las aplicaciones mencionadas anteriormente, que tengan características tales como para obviar los inconvenientes mencionados con referencia a la técnica anterior.
- 50 Un objetivo particular de la invención es proporcionar un procedimiento de combustión y un quemador industrial, particularmente para las aplicaciones mencionadas anteriormente, que tienen una eficiencia energética mejorada y características tales como para reducir la formación de NOx.
- 55 Estos y otros objetivos se consiguen mediante un procedimiento de combustión industrial según la reivindicación 1 y mediante un quemador de combustión industrial según la reivindicación 9 o 10.
- 60 Las reivindicaciones dependientes definen modos de realización ventajosos de la invención.
- Con el fin de comprender mejor la invención y apreciar sus ventajas, a continuación se describirán algunos modos de realización de la misma, con referencia a las figuras adjuntas, en las que:
- 65
- la figura 1 es una vista parcial esquematizada, en sección, de un quemador industrial.

- La figura 2 ilustra los flujos de agente oxidante, combustible y humos de combustión, así como la formación de una llama en el quemador de la figura 1.
- La figura 3 es una vista parcial esquematizada, en sección, de un quemador industrial según un modo de realización de la invención;
- 5 • las figuras 4 y 5 son vistas esquematizadas de un quemador industrial.

Con referencia a las figuras, un quemador industrial 1 comprende una cámara de combustión 2, un conducto de combustible 3 en conexión fluida con la cámara de combustión 2, un conducto de agente oxidante 4 en conexión fluida con la cámara de combustión 2 y un conducto de descarga 5 en conexión fluida con la cámara de combustión 2. El quemador industrial 1 comprende, además, medios (por ejemplo, un ventilador o una bomba 6) para transportar un flujo de combustible 7 a través del conducto de combustible 3 a la cámara de combustión 2, medios (por ejemplo, un ventilador 8 o una bomba) para transportar un flujo de agente oxidante 9 (por ejemplo, aire, aire mezclado con oxígeno o solo oxígeno) a través del conducto del agente oxidante 4 hacia la cámara de combustión 2, así como medios de ignición 10 para la ignición, donde en la cámara de combustión 2 no existen las condiciones para la autoignición, una reacción de combustión del combustible 7 con el agente oxidante 9 dentro de la cámara de combustión 2, de modo que la combustión genera gases/humos de combustión calientes 11 que, posiblemente después de haber dado al menos parte del calor, se eliminan de la cámara de combustión 2 a través del conducto de descarga 5 mencionado anteriormente.

El quemador 1 comprende, además, uno o más primeros conductos de recirculación 12 que ponen en comunicación fluida un punto de extracción 13 de la cámara de combustión 2 (figura 4) o del conducto de descarga 5 corriente abajo de la cámara de combustión 2 (figura 5) con un punto de reentrada 14 del conducto de agente oxidante 4 aguas arriba de la cámara de combustión 2, en el cual, en el punto de reentrada 14, el conducto de agente oxidante 4 está configurado como un tubo Venturi, de modo que el flujo de agente oxidante 9 actúa como el fluido impulsor, generando una recirculación de un primer flujo parcial 15 de gas de combustión extraído de la cámara de combustión 2 o del conducto de descarga 5 y aspirado a través del primer conducto o conductos de recirculación 12 hacia el conducto del agente oxidante 4, donde el primer flujo parcial 15 de gases/humos de combustión se mezcla con el flujo de agente oxidante 9.

De acuerdo con un modo de realización (figura 1), el quemador 1 puede comprender un cuerpo de mezcla e inyección 16 que define:

- una cámara interior 18;
- al menos una abertura de entrada de humos 17 en comunicación con la cámara interior 18 y a la que está conectada un tubo del primer conducto de recirculación 12,
- al menos una abertura de entrada del agente oxidante 19 en comunicación con la cámara interior 18 y a la que está conectada un tubo del conducto 4 del agente oxidante,
- al menos una abertura de salida de agente oxidante 21 en comunicación con la cámara interior 18 para producir una mezcla de humos de combustión y agente oxidante, así como
- 40 • un conducto de paso de combustible 22, al que está conectado un tubo del conducto de combustible 3, y que forma una abertura de salida de combustible 23 para la salida del combustible 7.

La al menos una abertura de entrada de agente oxidante 19 se puede formar en un colector tubular 20 que sobresale en la cámara interior 18 y que tiene una sección transversal de flujo estrecha para acelerar el flujo de agente oxidante 9 en la salida del colector 20 y generar el efecto Venturi que es necesario para aspirar el primer flujo parcial 15 de gases/humos de combustión en el flujo de agente oxidante 9. La parte del cuerpo de mezcla e inyección 16 que forma las aberturas de salida del agente oxidante 21 y del combustible 23 se abre directamente a la cámara de combustión 2 y puede estar fabricada de un material de aislamiento refractario y/o térmico o, de forma alternativa, de acero inoxidable, para resistir altas tensiones térmicas.

La propia cámara de combustión 2 puede formar una superficie 26 anular de difusión troncocónica, por ejemplo, convergente o divergente, alrededor de las aberturas de salida del agente oxidante 21 y del combustible 23 del cuerpo de mezcla e inyección 16.

La figura 2 ilustra el funcionamiento del quemador 1 de acuerdo con un modo de realización. El flujo de agente oxidante, que pasa a través de los colectores 20, se acelera y aspira el primer flujo parcial 15 de gases/humos de combustión a través de la abertura de entrada de humos 17 en la cámara interior 18, donde se mezcla con el flujo de agente oxidante en una zona de mezcla 24 aguas abajo de los colectores 20. La mezcla de agente oxidante-humos/gases luego pasa a través de una zona difusora 25, que puede tener un perfil troncocónico, de la abertura de salida del agente oxidante 21 desde la cual llega a la cámara de combustión 2.

El flujo de combustible 7, ya sea sólido, líquido o gaseoso, llega a la cámara de combustión 2 a través del conducto de paso de combustible 22 y la abertura de salida de combustible 23 y, en el área definida por la superficie de difusión cónica 26, el combustible se mezcla con la mezcla de agentes oxidantes/humos, dando lugar a la combustión.

La abertura de salida del combustible puede comprender un dispensador de extremo centrífugo 27 con una forma tal que induzca una aceleración centrífuga y promueva aún más la mezcla del combustible con la mezcla de agente oxidante/humos en la zona (14).

De acuerdo con la invención (figura 3), el quemador comprende un segundo conducto de recirculación 28, que se extiende, por ejemplo, externamente a lo largo del conducto de paso de combustible 22, desde un punto de extracción de combustible 30 adyacente a la abertura de salida de combustible 23 hasta el punto de reentrada 14 (a la salida del agente oxidante desde los colectores 20) para extraer un segundo flujo parcial de combustible 29 de la cámara de combustión 2 en el punto de extracción de combustible 30 y volver a introducir el segundo flujo parcial 29 en el punto de reentrada 14 en el conducto del agente oxidante, utilizando el flujo de agente oxidante 9 como fluido impulsor para aspirar también el segundo flujo parcial 29 de combustible. Esto permite estabilizar y controlar la forma de la llama en virtud de un efecto de "llama piloto" y llevar a cabo la combustión en dos etapas.

En la práctica, el segundo conducto de recirculación 28 permite aprovechar la zona de baja presión creada por el movimiento del agente oxidante para aspirar pequeñas cantidades de combustible, por ejemplo, hasta un máximo del 30 % del caudal total del combustible. El combustible aspirado se mezcla con el agente oxidante y los humos, dando lugar a una combustión parcial a baja temperatura, que se completa al combinarse con el combustible restante cuando el agente oxidante sale de la abertura de salida del agente oxidante 21.

El quemador 1 descrito en el presente documento por medio de un ejemplo de modo de realización a modo de ejemplo se puede usar y además adaptar y configurar para llevar a cabo un procedimiento para quemar un combustible, que en general comprende:

- transportar un flujo de combustible 7 a través del conducto de combustible 3 a la cámara de combustión 2;
- transportar un flujo de agente oxidante 9 a través del conducto de agente oxidante 4 a la cámara de combustión 2;
- iniciar una reacción de combustión del combustible 7 con el agente oxidante 8 dentro de la cámara de combustión 2, generando dicha combustión gases/humos de combustión 11;
- eliminar los gases/humos de combustión 11 de la cámara de combustión 2 a través del conducto de descarga 5,
- extraer un primer flujo parcial 15 de gases/humos de combustión 11 de la cámara de combustión 2 y suministrar el primer flujo parcial 15 de gases/humos de combustión al conducto de agente oxidante 4 en un punto de reentrada 14 aguas arriba de la cámara de combustión 2, para mezclar el primer flujo parcial 15 de gases/humos de combustión con el flujo del agente oxidante 9,
- configurar el conducto de agente oxidante 4 en el punto de reentrada 14 como un tubo de Venturi, y usar el flujo de agente oxidante como el fluido impulsor para aspirar el primer flujo parcial 15 de gases/humos de combustión.

De acuerdo con un modo de realización, el flujo de agente oxidante 9 es transportado por un transportador de fluido de agente oxidante, por ejemplo, aire, 8, particularmente un ventilador o bomba, que está dispuesto en el conducto de agente oxidante 4, y el primer flujo parcial 15 de los gases/humos de combustión se suministra al conducto del agente oxidante 4 aguas abajo del transportador 8.

En un modo de realización, el procedimiento proporciona transportar el flujo de agente oxidante 9 sin combustible en el punto de reentrada 14 del conducto de agente oxidante 4, para premezclar el primer flujo parcial 15 de gases/humos de combustión solo con el agente oxidante.

En otro modo de realización, el procedimiento proporciona utilizar, como fluido impulsor para aspirar y hacer recircular el primer flujo parcial 15 de los gases/humos de combustión, más del 80 % del volumen total, preferentemente sustancialmente todo el volumen total, del agente oxidante suministrado a la cámara de combustión 2.

Como ya se mencionó anteriormente, es ventajoso extraer de la cámara de combustión 2, en un punto de extracción de combustible 30 adyacente a una abertura de salida 23 del conducto de combustible 3, un segundo flujo parcial de combustible 29, y volver a introducir el segundo flujo parcial 29 en el punto de reentrada 14 en el conducto del agente oxidante 4, utilizando el flujo de agente oxidante 9 como el fluido impulsor para aspirar también el segundo flujo parcial 29 de combustible.

De acuerdo con un modo de realización (figura 4), el procedimiento puede comprender la etapa de extraer el primer flujo parcial 15 de gases/humos de combustión directamente de la cámara de combustión 2 (por lo tanto, aún aguas arriba del conducto de humos 11) y volver a introducir el primer flujo parcial 15 en el punto de reentrada 14 en el conducto de agente oxidante 4, utilizando el flujo de agente oxidante 9 como fluido impulsor para aspirar el primer flujo parcial 15 de gases/humos de combustión. Con este fin, el primer conducto de

recirculación 12 puede extenderse desde la cámara de combustión 2 (aguas arriba del conducto de humos 11) hasta el punto de reentrada 14 del conducto de agente oxidante 4.

5 De acuerdo con el modo de realización ilustrado en la figura 5, el primer flujo parcial 15 de gases/humos de combustión se extrae del conducto de descarga 5 en un punto de extracción 13 aguas abajo de la cámara de combustión 2.

10 Ventajosamente, el flujo de agente oxidante tiene, en el tubo de Venturi (cuando sale de los colectores 20) una velocidad que oscila entre 100 m/s y 270 m/s. A modo de ejemplo, utilizando un agente oxidante bombeado por un ventilador, la velocidad del agente oxidante de flujo en el tubo de Venturi (cuando sale de los colectores 20) oscila entre 70 y 270 m/s.

15 Bajo las condiciones de caudal habituales, a modo de ejemplo, la mezcla de agente oxidante-gases/humos de combustión sale por la abertura de salida del agente oxidante 21 (y luego vuelve a introducirse a la cámara de combustión 2) a una velocidad que oscila entre 30 m/s y 150 m/s. Sin embargo, estos valores pueden variar sensiblemente según el modo de realización constructivo real.

20 En un modo de realización ventajoso, el conducto de agente oxidante 4 se configura y suministra para crear, en el punto de reentrada 14, una zona de baja presión que oscila de 0 a 200 mmH₂O, preferentemente de 0 a 90 mmH₂O.

El caudal de los humos de combustión recirculados puede variar, durante la ejecución del procedimiento, desde 0 hasta más del 100 % del volumen de los humos producidos por la combustión.

25 Para evitar dudas, el volumen de los gases/humos de combustión producidos por la combustión no incluye también el volumen de los humos ya recirculados antes a la cámara de combustión. Por lo tanto, una parte de los humos que están presentes dentro de la cámara de combustión siempre se elimina definitivamente del proceso.

30 De acuerdo con un modo de realización, basándose en la carga térmica requerida, por lo tanto, en función del caudal del agente oxidante 9 en el conducto del agente oxidante 4, la proporción (V_{fumi}/V_{comb}) entre el caudal de los humos de combustión recirculados y el caudal del agente oxidante 9 puede variar o ajustarse desde 0:1 hasta más allá de 1:1.

35 De acuerdo con otro modo de realización, el procedimiento comprende la etapa de hacer recircular el primer flujo parcial 15 de gases/humos de combustión sin interponer filtros, para hacer recircular y volver a quemar también el polvo y las partículas sólidas que están contenidas en los humos de combustión. Esto permite reducir también las emisiones de partículas.

40 De acuerdo con otro modo de realización, el procedimiento contempla ajustar la forma de la llama dentro de la cámara de combustión 2, ajustando la inclinación mutua de los ejes 36 de las aberturas de salida de combustible 23 y el eje de la abertura de salida de agente oxidante 21.

45 De acuerdo con otro modo de realización, el primer flujo parcial 15 de gases/humos de combustión tiene una temperatura superior a 750 °C, preferentemente superior a 1250 °C, y una mezcla del primer flujo parcial 15 de gases/humos de combustión con el agente oxidante 9 aumenta la temperatura del agente oxidante 9 hasta más allá de 600 °C, preferentemente más allá de 1000 °C.

50 De acuerdo con un modo de realización, el flujo de combustible 7 puede comprender un combustible sólido, por ejemplo, en forma de polvo, transportado por un fluido portador, por ejemplo, un combustible gaseoso o líquido. En tal caso, una porción final del conducto de combustible, que se abre hacia la cámara de combustión 2, puede formar un distribuidor 27 con una forma tal que crea una aceleración centrífuga del flujo de combustible que promueve su reparto y mezcla con el agente oxidante y con los humos recirculados dentro de la cámara de combustión 2.

55 De acuerdo con un modo de realización, el procedimiento puede comprender la etapa de transportar al conducto del agente oxidante 4 todo el agente oxidante necesario para el proceso (frío o caliente, como, por ejemplo, aire atmosférico, o mezclas de los mismos), extraído del ambiente o de un conducto de mezcla pasivo, sin la ayuda de medios de bombeo mecánicos (por ejemplo, ventiladores, bombas o compresores), conectando un extremo de salida del conducto del agente oxidante 4 al conducto 3 de combustible en un punto de aspiración del agente oxidante aguas arriba de la cámara de combustión 2, y configurando el conducto de combustible 3 en el punto de aspiración del agente oxidante como un tubo de Venturi, para utilizar (preferentemente solo) el flujo de combustible (por ejemplo, gas metano, gas GPL, gas para horno de coque, combustibles líquidos o mezclas de los mismos) como el fluido impulsor para la aspiración y, por lo tanto, transportar el flujo de agente oxidante 9.

65 De acuerdo con un modo de realización (las figuras 6, 7), para aumentar la estabilidad del quemador 1 en las etapas iniciales, el al menos un colector 20 puede desplazarse (por ejemplo, trasladarse) entre una posición de

5 cierre (figura 6, posición delantera), en la que la sección de apertura del punto de reentrada 14 está cerrada o es muy estrecha, y una posición de apertura (figura 7, posición retraída), en la que la sección de apertura del punto de reentrada 14 está en su máximo. De esta manera, cuando la sección 14 está cerrada (figura 6) en la zona de mezcla 14 aguas abajo de los colectores 20, existe solo el flujo de aire del agente oxidante 9, lo que permite iniciar la combustión y alcanzar rápidamente una llama estable. Cuando la llama se estabiliza, los colectores 20 pueden desplazarse desde la posición de cierre a la posición de apertura, abriendo así la sección de paso 14 para aspirar los humos 11, que se mezclarán con el agente oxidante 9 (figura 7).

10 La invención tiene una serie de ventajas. Permite la aspiración, a través de un sistema del tipo Venturi suministrado por un fluido presurizado, altas cantidades de uno o más fluidos pasivos que son necesarios para el proceso tecnológico. En virtud de la aspiración a través del efecto Venturi, se evita la necesidad de tener bombas mecánicas, sopladores o ventiladores en ciertos puntos a lo largo de las líneas de suministro de fluido. Esto permite la entrada de fluidos fríos o calientes, corrosivos, agentes oxidantes, combustibles, inertes o mezclas de los mismos.

15 En virtud del uso del flujo de agente oxidante y su alto caudal, es posible aspirar y hacer recircular grandes cantidades de humos y gases de combustión, sin la ayuda de otros medios de transporte.

20 Al mezclar los humos de combustión con el flujo de agente oxidante, el oxígeno se diluye mucho y la llama ya no puede formar un núcleo de llama caliente real, sino que se difunde de manera más uniforme hacia la cámara de combustión (efecto de "combustión sin llama"); por lo tanto, se mantiene más frío. De esta manera, también en presencia de aire oxidante muy caliente, las emisiones de NOx siguen siendo muy bajas. En virtud de la extracción de humos de combustión que ya están agotados térmicamente aguas abajo de la cámara de combustión y, posiblemente, aguas arriba de un intercambiador de calor asociado con el conducto de descarga, es posible volver a introducir también en el quemador la energía térmica residual, que de lo contrario se disiparía en el medio ambiente.

Por lo tanto, es posible conciliar y satisfacer las siguientes necesidades:

- 30
- una alta eficiencia energética;
 - una reducción de las sustancias contaminantes, en particular los óxidos de nitrógeno, los gases no quemados y las partículas,

35 debido a las bajas temperaturas de combustión, y debido a la recirculación y la recombustión de los humos de combustión que contienen posibles residuos de combustible y sustancias que no se han quemado completamente.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para quemar combustible en un quemador industrial (1) que tiene una cámara de combustión (2), un conducto de combustible (3) en conexión fluida con la cámara de combustión (2), un conducto de agente oxidante (4) en conexión fluida con la cámara de combustión (2) y un conducto de descarga (5) en conexión fluida con la cámara de combustión (2),

comprendiendo dicho procedimiento:

- transportar un flujo de combustible (7) a través del conducto de combustible (3) a la cámara de combustión (2);
- transportar un flujo de agente oxidante (9) a través del conducto de agente oxidante (4) a la cámara de combustión (2);
- encender una reacción de combustión del combustible (7) con el agente oxidante (9) dentro de la cámara de combustión (2), generando dicha combustión gases/humos de combustión (11);
- eliminar los gases/humos de combustión (11) de la cámara de combustión (2) a través del conducto de descarga (5),
- utilizar uno o más primeros conductos de recirculación (12) para extraer un primer flujo parcial (15) de gases/humos de combustión (11) de la cámara de combustión (2) y suministrar el primer flujo parcial (15) de gases/humos de combustión al conducto del agente oxidante (4) en un punto de reentrada (14) aguas arriba de la cámara de combustión (2), para mezclar el primer flujo parcial (15) de gases/humos de combustión con el flujo de agente oxidante (9),
- configurar el conducto de agente oxidante (4) en el punto de reentrada (14) como un tubo de Venturi, y usar el flujo de agente oxidante como fluido impulsor para aspirar el primer flujo parcial (15) de gases/humos de combustión,

en el que el quemador (1) comprende un cuerpo de mezcla e inyección (16) que define:

- una cámara interior (18);
- al menos una abertura de entrada de humos (17) en comunicación con la cámara interior (18) y a la que está conectada un tubo del primer conducto de recirculación (12),
- al menos una abertura de entrada de agente oxidante (19) en comunicación con la cámara interior (18) y a la que está conectada un tubo del conducto de agente oxidante (4),
- al menos una abertura de salida del agente oxidante (21) en comunicación con la cámara interior (18) para producir una mezcla de agente oxidante-humos de combustión,
- un conducto de paso de combustible (22), al que está conectado un tubo del conducto de combustible (3), y que forma una abertura de salida de combustible (23) para la salida del combustible (7),

en el que dicha al menos una abertura de entrada de agente oxidante (19) está formada en un colector tubular (20) que sobresale en la cámara interior (18) y que tiene una sección transversal de flujo estrecha para acelerar el flujo de agente oxidante (9) en la salida del colector (20) y generar el efecto Venturi para aspirar el primer flujo parcial (15) de gases/humos de combustión en el flujo de agente oxidante (9),

de modo que el flujo de agente oxidante, que pasa a través de los colectores (20), se acelera y aspira el primer flujo parcial (15) de gases/humos de combustión a través de la abertura de entrada de humos (17) en la cámara interior (18), donde se mezcla con el flujo de agente oxidante en una zona de mezcla (24) aguas abajo de los colectores (20), y la mezcla de agente oxidante-humos/gases luego pasa a través de una zona difusora (25) de la abertura de salida del agente oxidante (21) desde la que llega a la cámara de combustión (2), **caracterizado por** extraer de la cámara de combustión (2), en un punto de extracción de combustible (30) adyacente a una abertura de salida (23) del conducto de combustible (3), un segundo flujo parcial (29) de combustible, y volver a introducir el segundo flujo parcial (29) en el punto de reentrada (14) en el conducto del agente oxidante (4) utilizando el flujo de agente oxidante (9) como el fluido impulsor para aspirar también el segundo flujo parcial (29) de combustible.

2. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende:

- transportar el flujo de agente oxidante (9) por un transportador mecánico (8), particularmente un ventilador o bomba, que está dispuesto en el conducto de agente oxidante (4) y el primer flujo parcial (15) de gases/humos de combustión se suministra al conducto del agente oxidante (4) aguas abajo del transportador mecánico (8).
- 5
3. El procedimiento según la reivindicación 1 o 2, que comprende la etapa de transportar el flujo de agente oxidante (9) sin combustible en el punto de reentrada (14) del conducto de agente oxidante (4), para premezclar el primer flujo parcial (15) de gases/humos de combustión con solo el agente oxidante.
- 10
4. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que, como fluido impulsor para aspirar y hacer recircular el primer flujo parcial (15) de gases/humos de combustión, se utiliza más del 80% del volumen total, preferentemente sustancialmente todo el volumen total, del agente oxidante suministrado a la cámara de combustión (2).
- 15
5. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende:
- extraer dicho primer flujo parcial (15) de gases/humos de combustión (11) directamente desde la cámara de combustión (2) aguas arriba del conducto de descarga de humos.
- 20
6. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende:
- extraer el primer flujo parcial (15) de gases/humos de combustión del conducto de descarga (5) en un punto de extracción (13) aguas abajo de la cámara de combustión (2).
- 25
7. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende las etapas de:
- conectar un extremo de salida del conducto de agente oxidante (4) al conducto de combustible (3) en un punto de aspiración de agente oxidante aguas arriba de la cámara de combustión (2), y
 - configurar el conducto de combustible (3) en el punto de aspiración del agente oxidante como un tubo Venturi, para utilizar el flujo de combustible como el fluido impulsor para aspirar el flujo de agente oxidante (9).
- 30
8. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende las etapas de:
- en una etapa inicial de encendido y arranque de la combustión, cerrar la sección de paso en el punto de reentrada (14) para impedir que se mezclen el primer flujo parcial (15) de gases/humos de combustión y el flujo de agente oxidante (9),
 - en una etapa de combustión después de la etapa inicial, abrir la sección de paso en el punto de reentrada (14) para mezclar el primer flujo parcial (15) de gases/humos de combustión con el flujo de agente oxidante (9).
- 35
- 40
9. Un quemador industrial (1) que tiene una cámara de combustión (2), un conducto de combustible (3) en conexión fluida con la cámara de combustión (2), un conducto de agente oxidante (4) en conexión fluida con la cámara de combustión (2), así como:
- medios (6) para transportar un flujo de combustible (7) a través del conducto de combustible (3) a la cámara de combustión (2),
 - medios (8) para transportar un flujo de agente oxidante (9) a través del conducto de agente oxidante (4) a la cámara de combustión (2),
 - un conducto de descarga (5) en conexión fluida con la cámara de combustión (2) para eliminar los gases/humos de combustión (11) de la cámara de combustión (2),
- 45
- 50
- 55
- al menos un primer conducto de recirculación (12) que pone en comunicación fluida un punto de extracción (13) del conducto de descarga (5) aguas abajo de la cámara de combustión (2) con un punto de reentrada (14) del conducto del agente oxidante (4) aguas arriba de la cámara de combustión (2), en el que, en el punto de reentrada (14), el conducto del agente oxidante (4) está configurado como un tubo de Venturi, de modo que el flujo del agente oxidante (9) actúa como fluido impulsor que genera una recirculación de un primer flujo parcial (15) de gases/humos de combustión desde la cámara de combustión (2) hacia el conducto del agente oxidante (4), donde dicho primer flujo parcial (15) se mezcla con el flujo del agente oxidante (9),
- 60
- 65
- en el que el quemador (1) comprende un cuerpo de mezcla e inyección (16) que define:

- una cámara interior (18);
 - al menos una abertura de entrada de humos (17) en comunicación con la cámara interior (18) y a la que está conectada un tubo del primer conducto de recirculación (12),
 - al menos una abertura de entrada de agente oxidante (19) en comunicación con la cámara interior (18) y a la que está conectada un tubo del conducto de agente oxidante (4),
 - al menos una abertura de salida del agente oxidante (21) en comunicación con la cámara interior (18) para producir una mezcla de agente oxidante-humos de combustión,
 - un conducto de paso de combustible (22), al que está conectado un tubo del conducto de combustible (3), y que forma una abertura de salida de combustible (23) para la salida del combustible (7),
- en el que dicha al menos una abertura de entrada de agente oxidante (19) está formada en un colector tubular (20) que sobresale en la cámara interior (18) y que tiene una sección transversal de flujo estrecha para acelerar el flujo de agente oxidante (9) en la salida del colector (20) y generar el efecto Venturi para aspirar el primer flujo parcial (15) de gases/humos de combustión en el flujo de agente oxidante (9),
- de modo que el flujo de agente oxidante, que pasa a través de los colectores (20), se acelera y aspira el primer flujo parcial (15) de gases/humos de combustión a través de la abertura de entrada de humos (17) en la cámara interior (18), donde se mezcla con el flujo de agente oxidante en una zona de mezcla (24) aguas abajo de los colectores (20), y la mezcla de agente oxidante-humos/gases luego pasa a través de una zona difusora (25) de la abertura de salida del agente oxidante (21) desde la que llega a la cámara de combustión (2), **caracterizado por** extraer de la cámara de combustión (2), en un punto de extracción de combustible (30) adyacente a una abertura de salida (23) del conducto de combustible (3), un segundo flujo parcial (29) de combustible, y volver a introducir el segundo flujo parcial (29) en el punto de reentrada (14) en el conducto del agente oxidante (4) usando el flujo de agente oxidante (9) como el fluido impulsor para aspirar también el segundo flujo parcial (29) de combustible.
- 10.** Un quemador industrial (1) que tiene una cámara de combustión (2), un conducto de combustible (3) en conexión fluida con la cámara de combustión (2), un conducto de agente oxidante (4) en conexión fluida con la cámara de combustión (2), así como:
- medios (6) para transportar un flujo de combustible (7) a través del conducto de combustible (3) a la cámara de combustión (2),
 - medios (8) para transportar un flujo de agente oxidante (9) a través del conducto de agente oxidante (4) a la cámara de combustión (2),
 - un conducto de descarga (5) en conexión fluida con la cámara de combustión (2) para eliminar los gases/humos de combustión (11) de la cámara de combustión (2), al menos un primer conducto de recirculación (12) que pone en comunicación fluida un punto de extracción (13) de la cámara de combustión (2) aguas arriba del conducto de descarga (5) con un punto de reentrada (14) del conducto de agente oxidante (4) aguas arriba de la cámara de combustión (2), en el que, en el punto de reentrada (14), el conducto de agente oxidante (4) está configurado como un tubo de Venturi, de modo que el flujo de agente oxidante (9) actúa como el fluido impulsor que genera una recirculación de un primer flujo parcial (15) de gases/humos de combustión desde la cámara de combustión (2) al conducto del agente oxidante (4), donde dicho primer flujo parcial (15) se mezcla con el flujo del agente oxidante (9),
- en el que el quemador (1) comprende un cuerpo de mezcla e inyección (16) que define:
- una cámara interior (18);
 - al menos una abertura de entrada de humos (17) en comunicación con la cámara interior (18) y a la que está conectada un tubo del primer conducto de recirculación (12),
 - al menos una abertura de entrada de agente oxidante (19) en comunicación con la cámara interior (18) y a la que está conectada un tubo del conducto de agente oxidante (4),
 - al menos una abertura de salida del agente oxidante (21) en comunicación con la cámara interior (18) para producir una mezcla de agente oxidante-humos de combustión,
 - un conducto de paso de combustible (22), al que está conectado un tubo del conducto de combustible (3), y que forma una abertura de salida de combustible (23) para la salida del combustible (7),

en el que dicha al menos una abertura de entrada de agente oxidante (19) está formada en un colector tubular (20) que sobresale en la cámara interior (18) y que tiene una sección transversal de flujo estrecha para acelerar el flujo de agente oxidante (9) en la salida del colector (20) y generar el efecto Venturi para aspirar el primer flujo parcial (15) de gases/humos de combustión en el flujo de agente oxidante (9),

5

de modo que el flujo de agente oxidante, que pasa a través de los colectores (20), se acelera y aspira el primer flujo parcial (15) de gases/humos de combustión a través de la abertura de entrada de humos (17) en la cámara interior (18), donde se mezcla con el flujo de agente oxidante en una zona de mezcla (24) aguas abajo de los colectores (20), y la mezcla de agente oxidante-humos/gases luego pasa a través de una zona difusora (25) de la abertura de salida del agente oxidante (21) desde la que llega a la cámara de combustión (2), **caracterizado por** extraer de la cámara de combustión (2), en un punto de extracción de combustible (30) adyacente a una abertura de salida (23) del conducto de combustible (3), un segundo flujo parcial (29) de combustible, y volver a introducir el segundo flujo parcial (29) en el punto de reentrada (14) en el conducto del agente oxidante (4) usando el flujo de agente oxidante (9) como el fluido impulsor para aspirar también el segundo flujo parcial (29) de combustible.

10

15

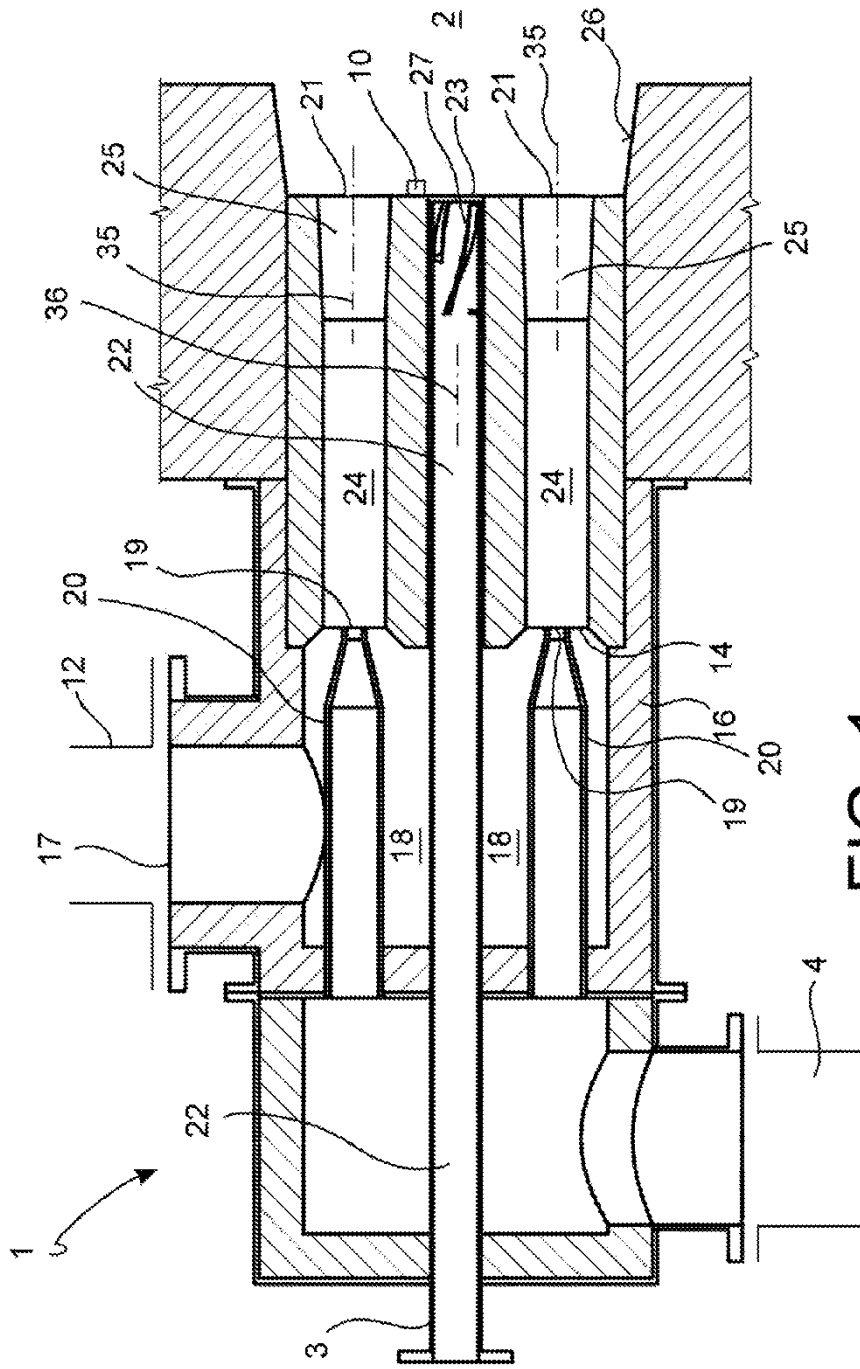
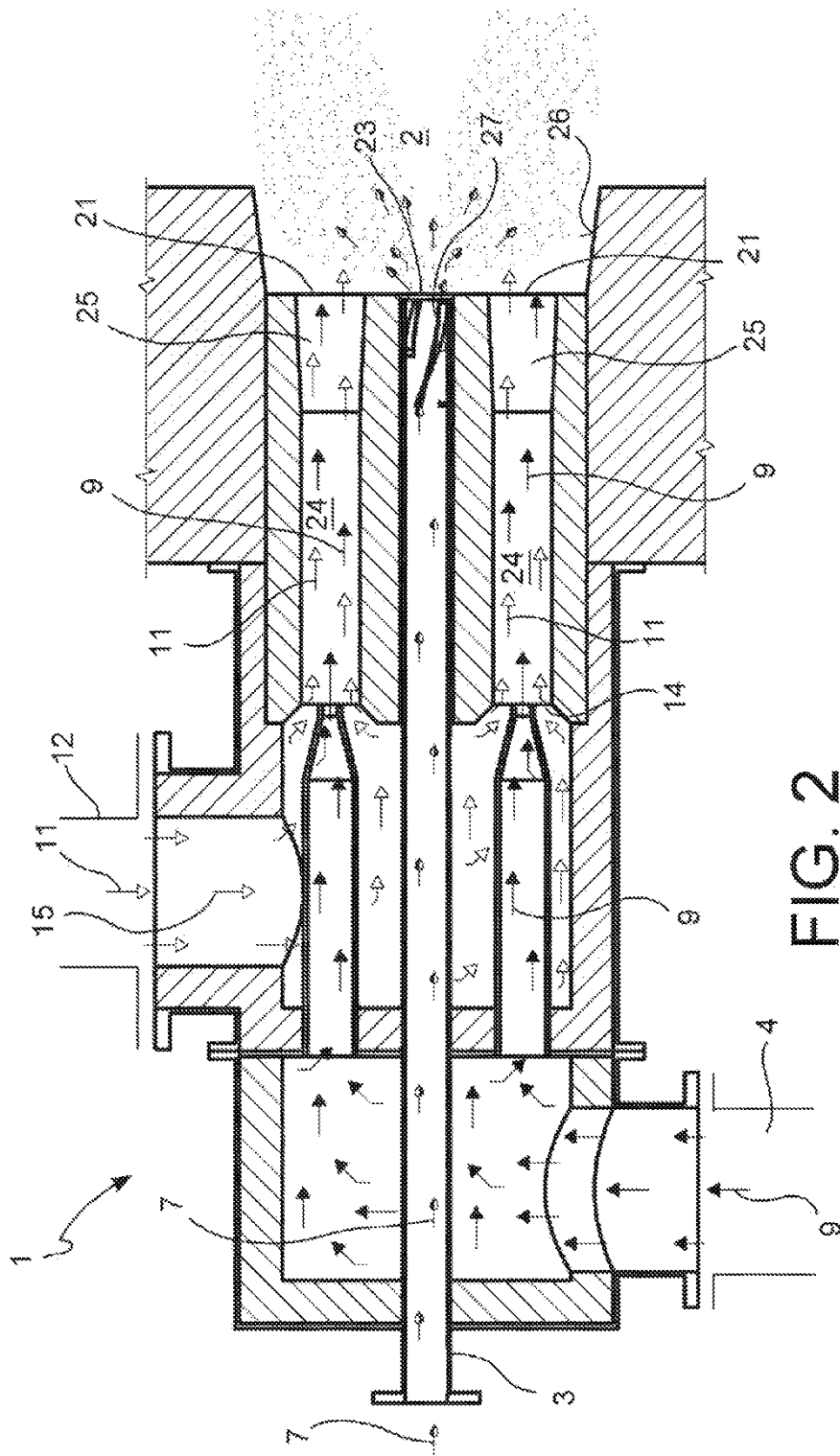
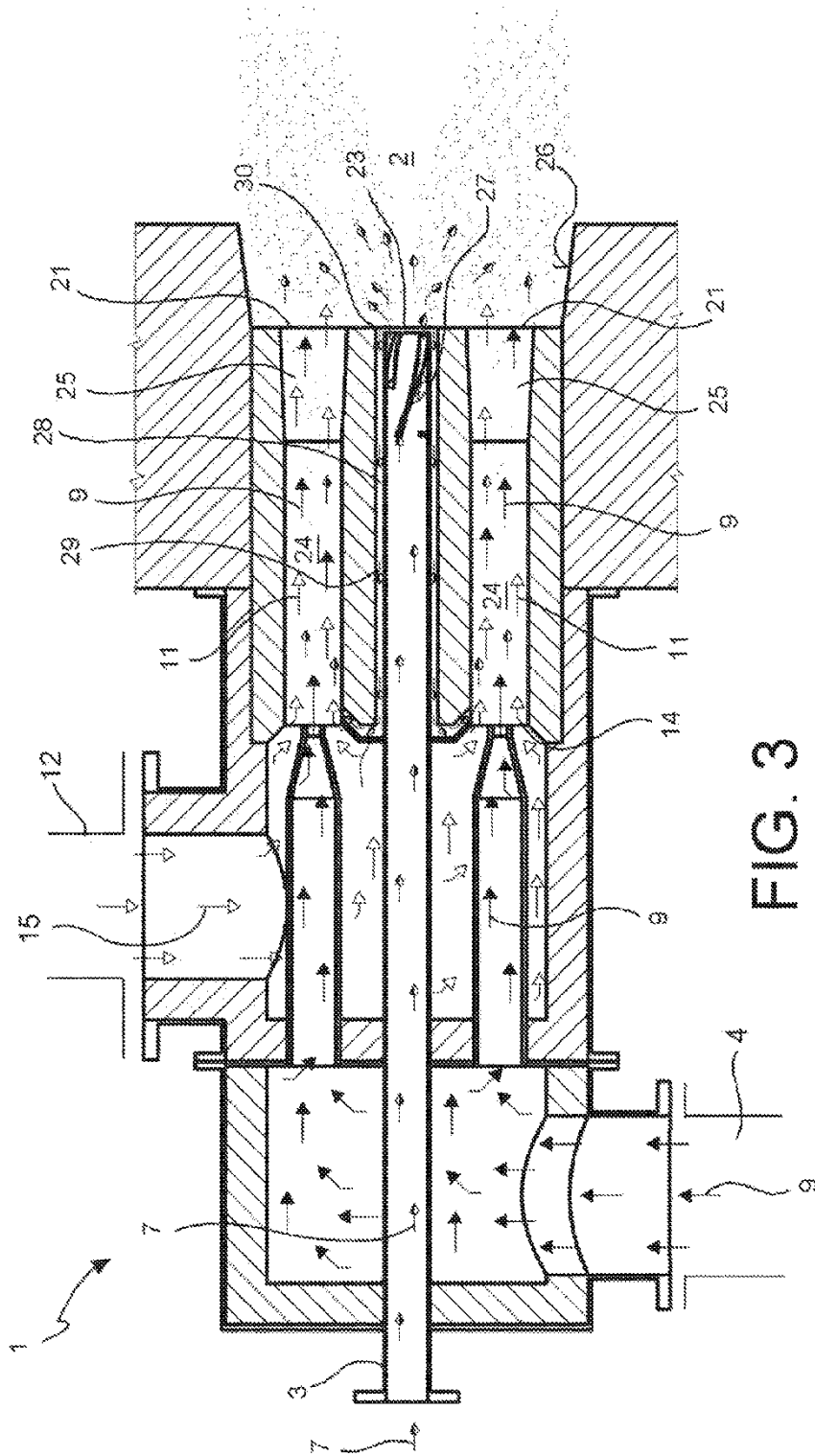


FIG. 1





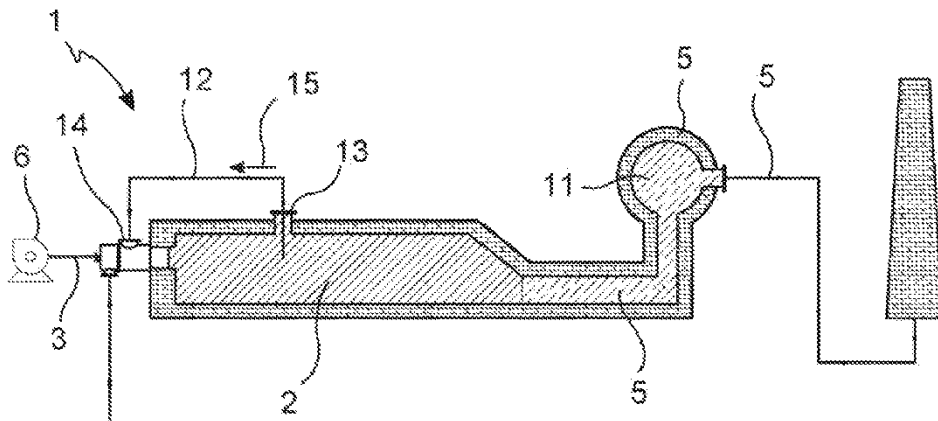


FIG. 4

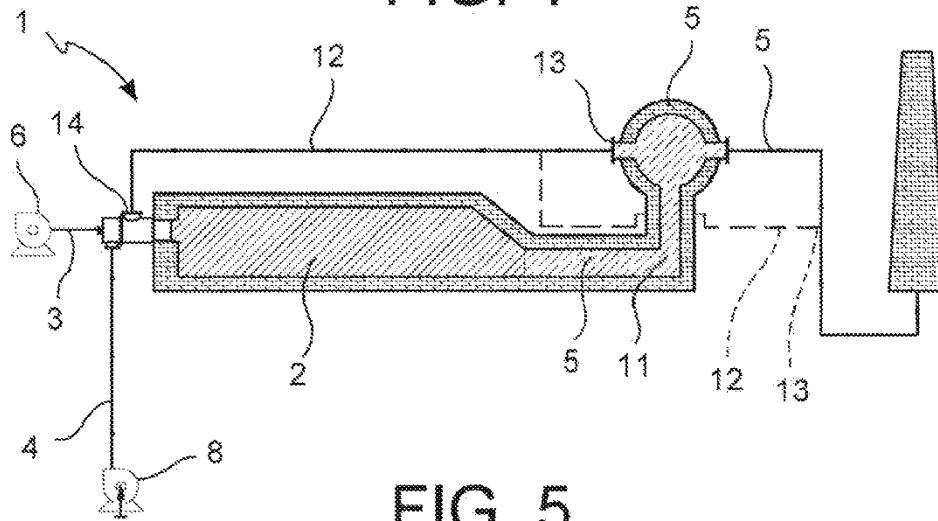


FIG. 5

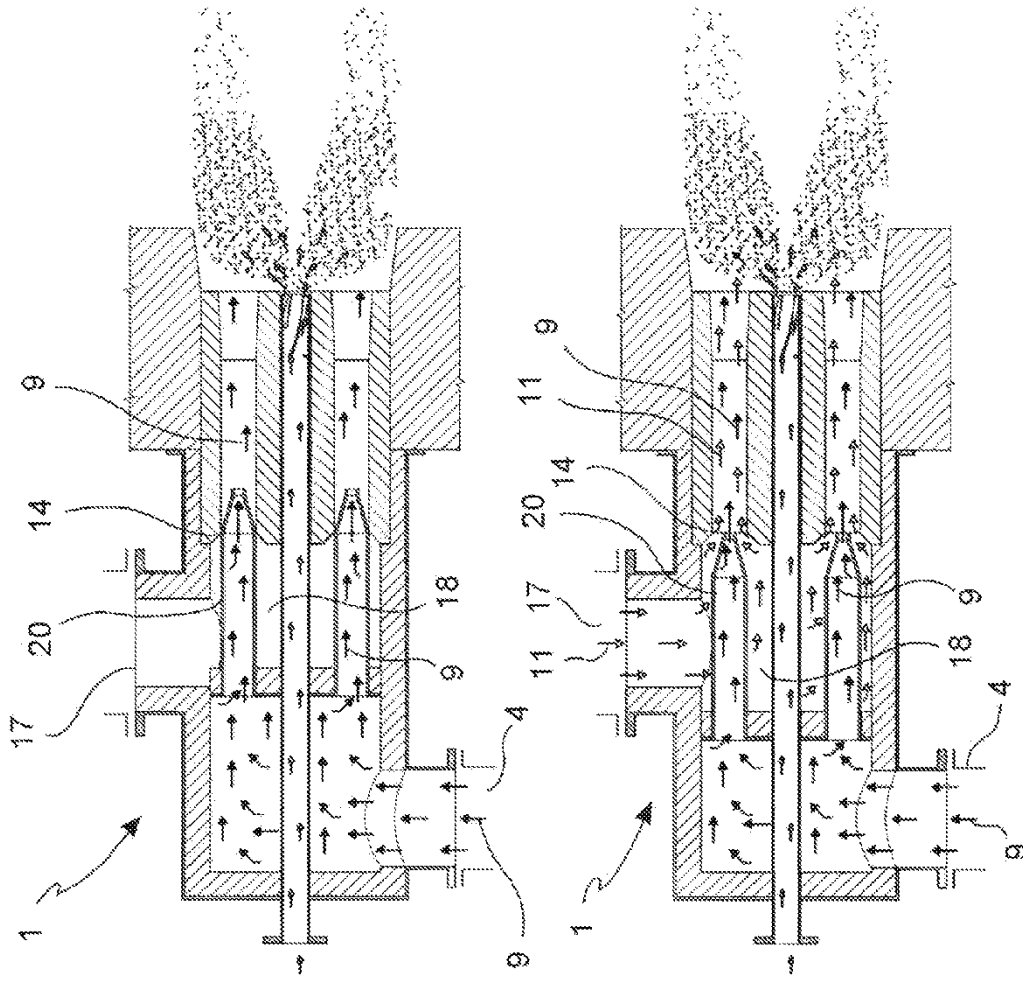


FIG. 6

FIG. 7