

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 576 008**

51 Int. Cl.:

F23D 1/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.08.2006** **E 09170949 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.03.2016** **EP 2138765**

54 Título: **Método de combustión**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
04.07.2016

73 Titular/es:

THE BABCOCK & WILCOX COMPANY (100.0%)
20 S. VAN BUREN AVENUE
BARBERTON, OH 44203-0351, US

72 Inventor/es:

LARUE, ALBERT D.;
KAHLE, WILLIAM J.;
SAYRE, ALAN N.;
HAMID, SARV y
ROWLEY, DANIEL R.

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 576 008 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

Método de combustión

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere, por lo general, a un método de combustión que consigue bajas emisiones de NOx mediante el suministro de oxígeno directamente al centro de la llama del quemador en un modo que crea una zona de combustión interna rica en combustible dentro de la llama del quemador y acelera la combustión del combustible.

10

Antecedentes de la invención

El NOx es un subproducto producido durante la combustión de carbón y otros combustibles fósiles. Las preocupaciones ambientales con respecto a los efectos del NOx han dado origen al decreto de regulaciones de emisiones de NOx que requieren drásticas reducciones de emisiones de NOx en plantas industriales y centrales eléctricas de servicio público en diversos países, incluyendo Estados Unidos. Los métodos y aparatos comerciales actuales para la reducción de emisiones de NOx han tenido éxito en la reducción de emisiones de NOx con respecto a los niveles emitidos en años anteriores; sin embargo, nuevos avances, más allá de los métodos y aparatos conocidos en la actualidad, son necesarios para mantener el cumplimiento con las regulaciones de emisiones de NOx actuales.

Una variedad de quemadores de bajo NOx están disponibles en el mercado y se utilizan ampliamente para encender el carbón pulverizado (PC) y otros combustibles fósiles en una manera de reducir NOx en comparación con los quemadores convencionales. Ejemplos de tales quemadores son los quemadores DRB-XCL® y DRB-4Z® de Babcock & Wilcox Company. Común a estos y a otros diseños de quemadores de bajo NOx es una boquilla de carbón axial rodeada de múltiples zonas de aire que suministran aire secundario (SA). Durante la operación, el PC en suspensión en una corriente de aire primaria (PA), se inyecta en el horno a través de una boquilla de carbón axial, como un chorro axial, con poca o ninguna desviación radial. La ignición del PC se realiza agitando el SA, causando con ello la recirculación de los gases calientes a lo largo del chorro de combustible entrante.

Normalmente, una fracción del SA se suministra a una zona de aire en las proximidades de la boquilla de carbón y se somete a turbulencia en una medida relativamente mayor que el SA suministrado a las otras zonas de aire para realizar la ignición. El SA restante en el quemador se introduce a través de zonas de aire más hacia el exterior en el quemador utilizando menos turbulencia, de manera que se mezcla lentamente en la llama del quemador, proporcionando de este modo condiciones ricas en combustible en la raíz de la llama. Tales condiciones promueven la generación de hidrocarburos que compiten por el oxígeno disponible y sirven para el destruir NOx y/o inhibir la oxidación del nitrógeno molecular y ligado al combustible en NOx.

Las emisiones de NOx pueden además reducirse mediante la combustión gradual, en la que el quemador está provisto de menos de oxígeno estequiométrico para la combustión completa. Un entorno rico en combustible resulta en la llama del quemador. El entorno rico en combustible inhibe la formación de NOx forzando los precursores de NOx para competir con el combustible sin quemar en un entorno pobre de oxígeno. La combustión se realiza después de forma gradual proporcionando un exceso de oxígeno a la caldera en un punto por encima del quemador en el que el exceso de combustible combustiona a una temperatura inferior, evitando de este modo la producción de NOx térmico a medida que se produce la combustión a una temperatura inferior lejos de la llama del quemador. La graduación sirve también para disminuir las concentraciones de oxígeno durante el proceso de combustión, lo que inhibe la oxidación del nitrógeno ligado al combustible (NOx del combustible).

El oxígeno para la combustión gradual se proporciona normalmente en forma de aire a través de los puertos de graduación de aire, comúnmente denominados puertos de inyección de aire auxiliar superior (OFA), en un sistema que utiliza quemadores de bajo NOx. La Patente de Estados Unidos n.º 5.697.306 de LaRue, y la Patente de Estados Unidos n.º 5.199.355 de LaRue divulgan quemadores de bajo NOx que se pueden combinar con los métodos de combustión gradual de aire para reducir aún más las emisiones de NOx.

A diferencia de los quemadores convencionales, los quemadores de bajo NOx tienden a formar largas llamas y producir niveles más altos de combustibles sin quemar. Las llamas largas no siempre son deseables, ya que pueden ser incompatibles con la profundidad o la altura del horno, y pueden perjudicar la operación de la caldera al causar la incidencia de llama, formación de escoria, y/o corrosión del tubo de caldera.

Las llamas largas son el resultado de un suministro de aire insuficiente para el chorro de combustible a medida que se hace avanzar en el horno. El SA de las zonas de aire exteriores de los quemadores de bajo NOx no penetra de manera efectiva en el chorro de combustible aguas abajo, de tal manera que el combustible sin quemar persiste debido a la falta de suministro de aire a lo largo del eje de la llama. Los altos niveles de combustible sin quemar no son deseables en ninguno de hornos con y sin OFA. Los combustibles sin quemar en forma de carbón y CO sin quemar reducen la eficiencia de la caldera y suman gastos de operación, mientras que el carbón pulverizado sin quemar, por la naturaleza de su abrasividad, puede causar daños erosivos indeseados en el propio horno.

La mezcla aire/combustible incompleta anterior de un sistema OFA puede hacer que una cantidad excesiva de combustible sin quemar persista hasta los puertos OFA. Cuando grandes cantidades de combustible sin quemar tratan de quemarse con el aire a la zona de OFA, la formación de NOx puede aumentar, minimizando de esta manera la negación del beneficio de la combustión gradual con OFA. Además, se hace cada vez más difícil quemar completamente estos combustibles en y más allá de los puertos OFA, de tal manera que se añaden ineficiencia y dificultades operativas.

El documento EP 1306614 A1 divulga un quemador de combustible dolido y un método de combustión que utiliza un quemador de combustible sólido. El mismo divulga un método de combustión de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

El documento US 5.231.937 divulga un quemador de carbón pulverizado, una caldera de carbón pulverizado y el método de quemar carbón pulverizado.

Sumario de la invención

La presente invención resuelve los problemas antes mencionados asociados a la combustión retardada producida por los quemadores de bajo NOx normales e introduce un nuevo método de combustión de combustibles fósiles para reducir aún más las emisiones de NOx en calderas comerciales y de servicio público.

La presente invención se considera un método de reducción de emisiones de NOx en un quemador de chorro de aire central que comprende, proporcionar un quemador que tiene una zona axial rodeada concéntricamente por una primera zona anular, proporcionar la zona axial con un primer gas que comprende oxígeno, en el que el primer gas sale de la zona axial a una velocidad entre aproximadamente 25 m/s (5.000 pies/min) y aproximadamente 51 m/s (10.000 pies/min), proporcionar la primera zona anular con un gas portador que comprende un carbón pulverizado, en el que el gas portador sale de la zona axial a una velocidad entre aproximadamente 15 m/s (3.000 pies/min) y aproximadamente 25 m/s (5.000 pies/min).

Las diversas características de novedad que caracterizan la presente invención se señalan con particularidad en las reivindicaciones anexas y que forman una parte de esta divulgación. Para una mejor comprensión de la invención, de sus ventajas operativas y beneficios específicos alcanzados con sus usos, se hace referencia a los dibujos adjuntos y a la materia descriptiva en la que se ilustran las realizaciones preferidas de la invención.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista en sección esquemática del conjunto de quemador.

La Figura 2 es una vista esquemática de un conjunto de quemador en el que las flechas identifican las trayectorias de flujo de aire y carbón;

La Figura 3 es una vista exterior de un conjunto de quemador que indica la localización de un conducto alimentador 9; y

La Figura 4 es una vista en sección transversal esquemática de un conjunto de quemador que identifica las zonas concéntricas.

Descripción de las realizaciones preferidas

Haciendo referencia a los dibujos, generalmente donde los mismos números designan características iguales o funcionalmente iguales en las diversas vistas y primero a la Figura 1, se muestra una vista en sección esquemática de un quemador. La tubería axial 6, que define una zona axial 25 en su interior, se rodea concéntricamente por una primera tubería anular 3 en la que el área entre las dos tuberías define una primera zona anular 11. Radialmente interpuesto entre una porción de la primera tubería anular 3 y la tubería axial 6 hay un conducto alimentador 9 de tal manera que la tubería axial 6 y caja de viento 51 están en comunicación fluida con los extremos opuestos del conducto alimentador 9.

A continuación haciendo referencia a la Figura 3, se proporciona una vista superior del conducto alimentador 9 radialmente interpuesto entre al menos una porción de la primera tubería anular 3 y la tubería axial 6 (no mostrada en la Figura 3), de tal manera que la tubería axial 6 y caja de viento 51 están en comunicación fluida con los extremos opuestos del conducto alimentador 9.

Con referencia de nuevo a la Figura 1, el aire secundario se suministra por ventiladores de tiro forzado (no mostrados), precalentado en calentadores de aire (no mostrados) y bajo presión, en la caja de viento 51. El conducto alimentador 9 proporciona, a su vez, aire secundario de la caja de viento 51 a la tubería axial 6, a una tasa controlada por regulador de tiro 10. Un dispositivo de medición de flujo de aire 12 cuantifica el aire secundario que fluye a través del conducto alimentador 9.

Un pulverizador (no mostrado) muele el carbón que se transporta con el aire primario a través de un conducto conectado a un codo 2 del quemador. Se puede situar un encendedor (no mostrado) en el eje del quemador, penetrando en el codo 2, en el tapón fusible 5, y extendiéndose a través de la tubería axial 6.

5 El carbón pulverizado y el aire primario (PA/PC) 1 pasan a través del codo 2 del quemador. El carbón pulverizado viaja generalmente a lo largo del radio exterior del codo 2 y se concentra en una corriente a lo largo del radio exterior a la salida del codo. El carbón pulverizado entra por primera zona anular 11 y se encuentra con un deflector 4, que redirige el flujo de carbón en el tapón fusible 5 y dispersa el carbón. La tubería axial 6 se fija al lado de aguas abajo del tapón fusible 5. La primera tubería anular 3 se expande en la sección 3A para formar una sección 3B de mayor diámetro. El carbón dispersado viaja a lo largo primera zona anular 11, en la que barras y cheurones 7 proporcionan una distribución más uniforme del carbón pulverizado antes de salir de la primera zona anular 11 como un chorro de combustible. Piezas en forma de cuña 9A y 9B (Figura 3) proporcionan una trayectoria de flujo de más contorneada para el PA/PC 1 a medida que viaja más allá del conducto alimentador 9.

15 Un dispositivo de acondicionamiento de flujo 30 se puede utilizar para dispersar el carbón para aumentar la velocidad a la que interactúa con el aire secundario. El dispositivo de acondicionamiento de flujo 30 puede consistir en palas de turbulencia y/o uno o más cuerpos emisores para obstruir localmente el flujo e inducir turbulencia.

Otro dispositivo de acondicionamiento de flujo 13 se puede situar en el extremo de la tubería axial 6 para proporcionar un flujo más uniforme de aire secundario a medida que sale zona axial 25 dentro de la garganta 8 del quemador, y hacia fuera en el horno (no mostrado) en la forma de un chorro de aire central. El dispositivo de acondicionamiento de flujo 13 pueden ser palas, placas perforadas, u otros dispositivos comúnmente utilizados para proporcionar un flujo más uniforme. En algunos casos, el dispositivo de acondicionamiento de flujo 13 puede proporcionar turbulencia al núcleo de aire para acelerar aún más la ignición del carbón y reducir las emisiones.

25 Un aspecto relativo al método de operación de la presente invención es la creación de un chorro de aire central dentro de la corriente de chorro de combustible a medida que sale de la garganta 8 y entra en el horno. Preferentemente, el chorro de aire central tendrá una velocidad superior a la del chorro de combustible a fin de crear un gradiente de velocidad dentro de la llama que promueve la ignición del combustible desde el interior hacia fuera utilizando el oxígeno del chorro de aire central.

Las condiciones operativas óptimas se producen cuando el PA/PC sale de la primera zona anular a una velocidad de entre aproximadamente 15 m/s (3.000 pies/min) y aproximadamente 25 m/s (5.000 pies/min), y más preferentemente entre aproximadamente 18 m/s (3.500 pies/min) y aproximadamente 23 m/s (4.500 pies/min). Las condiciones operativas óptimas se producen aún más cuando el aire secundario sale de la zona axial 25 a una velocidad entre aproximadamente 25 m/s (5.000 pies/min) y 51 m/s (10.000 pies/min) y, más preferentemente, entre aproximadamente 28 m/s (5.500 pies/min) y 38 m/s (7.500 pies/min).

El regulador de tiro 15 controla la entrada de aire secundario adicional al conjunto de quemador. Cuando se encuentra en la posición abierta, el regulador de tiro 15 permite que el aire secundario fluya dentro de una segunda zona anular 16 que rodea concéntricamente la primera zona anular 11, en el que la segunda zona anular 16 se define como el área entre la tubería 3B y el cilindro 19. El regulador de tiro 15 permite además que el aire secundario fluya en tercera zona anular 17 que rodea concéntricamente la segunda zona anular 16, en el que la tercera zona anular 16 se define como el área entre el cilindro 19 y la pared exterior 38 de la zona del quemador. El regulador de tiro 15 se puede situar para estrangular preferentemente el aire secundario de una zona a otra, o para suministrar cantidades menores de aire secundario a ambas zonas. Un iniciador (no mostrado) se puede situar opcionalmente en la zona anular 17, si no a través de la tubería 6.

Las condiciones de funcionamiento óptimas para la utilización de las tres zonas anulares para proporcionar aire secundario para la combustión se producen cuando entre aproximadamente el 20 por ciento y aproximadamente el 40 por ciento de oxígeno total proporcionado al quemador mediante el aire secundario se proporciona a través de la zona axial 25, más preferentemente entre aproximadamente el 25 por ciento y el 35 por ciento. Aproximadamente del 10 por ciento a aproximadamente el 30 por ciento de oxígeno total proporcionado al quemador mediante el aire secundario se proporciona a través de la segunda zona anular 16, más preferentemente entre aproximadamente el 15 y aproximadamente el 25 por ciento. Aproximadamente del 40 por ciento a aproximadamente el 70 por ciento de oxígeno total proporcionado al quemador mediante el aire secundario se proporciona a través de la tercera zona de aire anular 17, más preferentemente entre aproximadamente el 50 por ciento y aproximadamente el 65 por ciento.

El dispositivo de medición de flujo de aire 18 mide el flujo de aire secundario a través de la segunda zona anular 16 y la tercera zona anular 17. Las condiciones de funcionamiento óptimas se producen cuando el aire secundario sale de la segunda zona anular 16 a una velocidad entre aproximadamente 15 m/s (3.000 pies/min) y aproximadamente 23 m/s (4.500 pies/min), más preferentemente entre aproximadamente 16 m/s (3.100 pies/min) y aproximadamente 20 m/s (3.900 pies/min). Además, cuando el aire secundario sale de la tercera zona anular 17 a una velocidad entre aproximadamente 28 m/s (5.500 pies/min) y aproximadamente 38 m/s (7.500 pies/min), más preferentemente la velocidad es entre aproximadamente 29 m/s (5.700 pies/min) y aproximadamente 34 m/s (6.700 pies/min).

Las condiciones de cizallamiento de aire óptimas se producen generalmente cuando el diámetro interior de la zona axial es entre aproximadamente 23 cm (9 pulgadas) y aproximadamente 51 cm (20 pulgadas), el diámetro interior de la primera zona anular está comprendido entre aproximadamente 38 cm (15 pulgadas) y aproximadamente 76cm (30 pulgadas), el diámetro interior de la segunda zona anular está comprendido entre aproximadamente 51 cm (20 pulgadas) y aproximadamente 102 cm (40 pulgadas), y cuando el diámetro interior de la tercera zona anular está comprendido entre aproximadamente 56 y aproximadamente 127 cm (entre aproximadamente 22 y aproximadamente 50 pulgadas).

Las palas ajustables 21 se sitúan en la segunda zona anular 16 para proporcionar aire secundario turbulento antes de salir de la segunda zona anular 16. Otros dispositivos de distribución de aire tales como placas y rampas perforadas se pueden instalar también al final de la segunda zona anular 16. Palas fijas 22A y palas ajustables 22B imparten turbulencia al aire secundario que se hace pasar a través de la zona anular 17. A medida que el aire turbulento sale de la tercera zona anular 17, la pala 23, que alternativamente se puede situar en el medio de la salida de la zona de aire, desvía parte del aire lejos de la zona de combustión primaria.

Con referencia ahora a la Figura 2, se proporciona una representación gráfica en la que las flechas identifican las trayectorias de flujo de aire secundario y PA/PC 1.

En una realización alternativa, un gas que comprende oxígeno en una concentración mayor que el aire se puede utilizar en lugar de todo o parte del aire secundario.

En otra realización alternativa, un combustible de hidrocarburo diferente del carbón pulverizado se puede utilizar como combustible.

En otra realización alternativa, un conducto central se puede colocar dentro de la zona axial 25 de tal manera que la tubería axial 6 rodea concéntricamente el conducto central. En una realización de este tipo, el conducto central puede alojar un iniciador, un atomizador de aceite o variante de gas, o una lanza para la introducción de oxígeno concentrado o combustible de hidrocarburo adicional en el núcleo de la llama, ya sea axialmente o por dispersión radial.

En otra realización alternativa una pluralidad de conductos centrales se puede colocar dentro de la zona axial 25 de tal manera que la tubería axial 6 rodea concéntricamente cada uno de la pluralidad de conductos. En una realización de este tipo, la pluralidad de conductos centrales puede proporcionar oxígeno concentrado en más de una corriente, o al menos uno de los conductos puede proporcionar carbón adicional u otro combustible de hidrocarburos para la combustión.

En otra realización, múltiples conductos de alimentación y/o ventiladores o conductos impulsores se pueden utilizar para proporcionar aire secundario u oxígeno adicional a la zona axial 25.

En otra realización, se utiliza la combustión gradual con el quemador y los métodos de reducción de NOx de la presente invención para reducir aún más las emisiones de NOx.

En otra realización adicional, se puede concebir un sistema de conducción de aire alternativo en el que el aire secundario se conduce a través de la pared exterior 51B de la caja de viento 51 y se alimenta en la zona axial 25 a través del radio exterior de un codo del quemador ampliado u otro lugar para formar una zona axial 25 en conexión fluida con la caja de viento 51.

Si bien las realizaciones específicas de la invención se han mostrado y descrito en detalle para ilustrar la aplicación de los principios de la invención, se entenderá que la invención se puede realizar de otra manera como se aprecia por un experto ordinario en la técnica sin apartarse del alcance de la presente invención como se establece en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para reducir las emisiones de NOx en un quemador de carbón pulverizado que comprende las etapas de:

5 proporcionar un quemador que tiene una zona axial (25) rodeada concéntricamente por una primera zona anular (11);
proporcionar la zona axial (25) con un primer gas que comprende oxígeno;
proporcionar la primera zona anular (11) con un gas portador que comprende un carbón pulverizado, en el que el
10 gas portador sale de la primera zona anular (11) a una velocidad entre aproximadamente 15 m/s (3.000 pies/min) y aproximadamente 25 m/s (5.000 pies/min).
caracterizado por que el primer gas sale de la zona axial a una velocidad entre aproximadamente 25 m/s (5.000 pies/min) y aproximadamente 51 m/s (10.000 pies/min).

15 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:
proporcionar un quemador con una segunda zona anular (16) que rodea concéntricamente la primera zona anular (11) y una tercera zona anular (17) que rodea concéntricamente la segunda zona anular (16);
proporcionar el quemador con un segundo gas que comprende oxígeno, en el que el segundo gas sale de la
20 segunda zona anular (16) a una velocidad entre aproximadamente 15 m/s (3.000 pies/min) y aproximadamente 23 m/s (4.500 pies/min) y
proporcionar el quemador con un tercer gas que comprende oxígeno, en el que el tercer gas sale de la tercera zona anular (17) a una velocidad entre aproximadamente 28 m/s (5.500 pies/min) y aproximadamente 38 m/s (7.500 pies/min).

25 3. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el primer gas sale de la zona axial (25) a una velocidad entre aproximadamente 28 m/s (5.500 pies/min) y 38 m/s (7.500 pies/min), y en el que el gas portador sale de la primera zona anular (11) a una velocidad entre aproximadamente 18 m/s (3.500 pies/min) y 23 m/s (4.500 pies/min).

30 4. El método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el segundo gas sale de la segunda zona anular (16) a una velocidad entre aproximadamente 16 m/s (3.100 pies/min) y aproximadamente 20 m/s (3.900 pies/min), y en el que el tercer gas sale de la tercera zona anular (17) a una velocidad entre aproximadamente 29 m/s (5.700 pies/min) y aproximadamente 34 m/s (6.700 pies/min).

35 5. El método de acuerdo con la reivindicación 3 o 4, que comprende además la etapa de proporcionar una llama del quemador con oxígeno en el que aproximadamente del 20 por ciento a aproximadamente el 40 por ciento del oxígeno total se proporciona por el primer gas a través de la zona axial (25), de aproximadamente el 10 por ciento a aproximadamente el 30 por ciento del oxígeno total se proporciona por el segundo gas a través de la segunda zona anular (16), y de aproximadamente el 40 por ciento a aproximadamente el 70 por ciento del oxígeno se proporciona por el tercer gas a través de la tercera zona anular (17).

40 6. El método de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende además la etapa de crear turbulencia en al menos uno del grupo que consiste en el primer gas, el segundo gas, el tercer gas, y el gas portador antes de alcanzar la llama del quemador.

45 7. El método de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende además las etapas de:
quemar el carbón pulverizado en la corriente de gas portador desde el interior de la corriente con el primer gas,
quemar el carbón pulverizado en la corriente de gas portador desde el exterior con el segundo gas y el tercer gas;
proporcionar un medio para la creación de una zona de recirculación dentro de la llama del quemador; y
50 suprimir la formación de NOx y acelerar la combustión mediante la recirculación del carbón sin quemar y el oxígeno en la llama del quemador.

8. El método de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende además la etapa de utilizar un medio de acondicionamiento de flujo (13, 30) para acondicionar el flujo de gas dentro de al menos uno del grupo que consiste en la zona axial (25), la primera zona anular (11), la segunda zona anular (16) y la tercera zona anular (17).

55

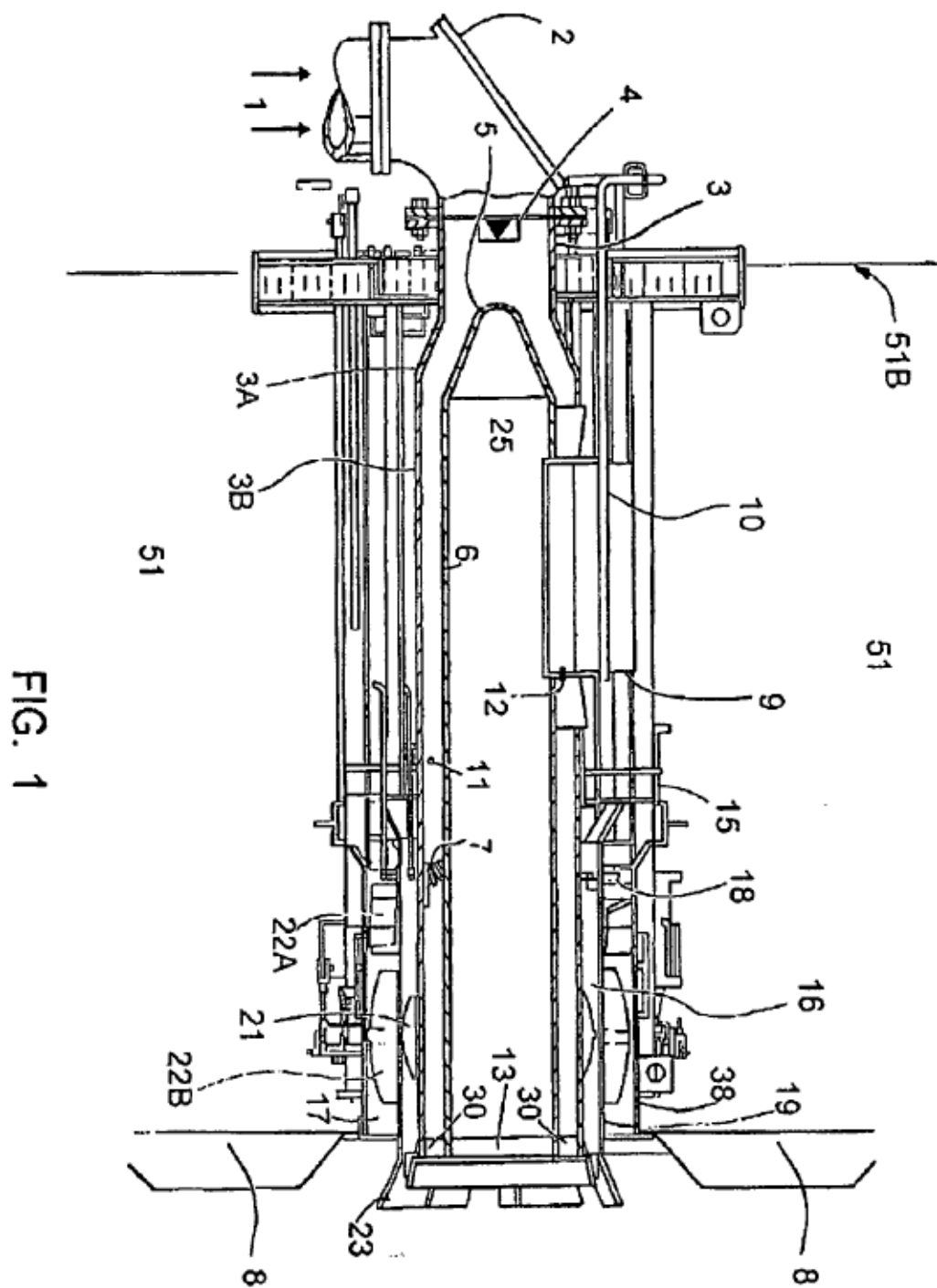
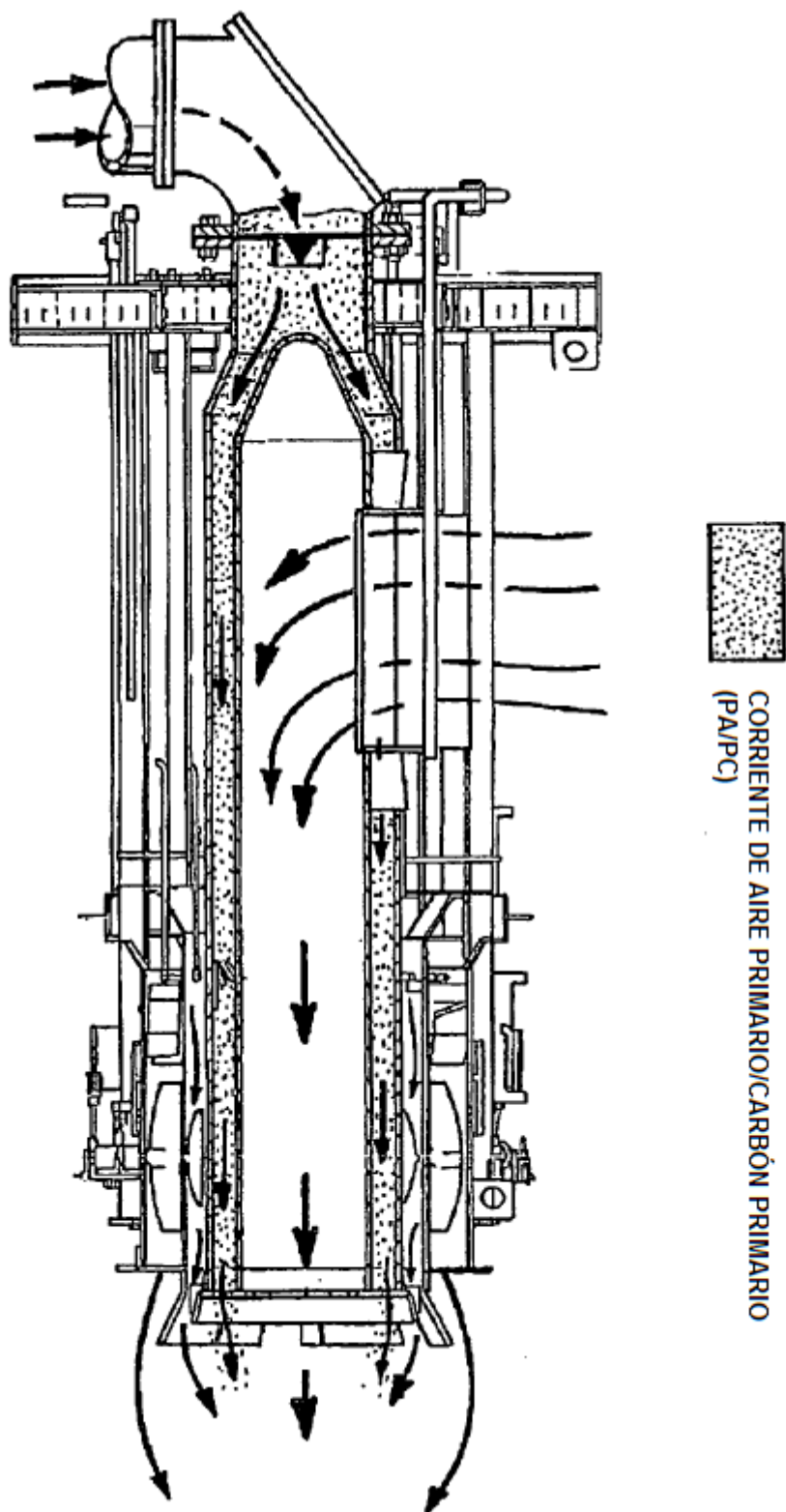


FIG. 1

FIG. 2



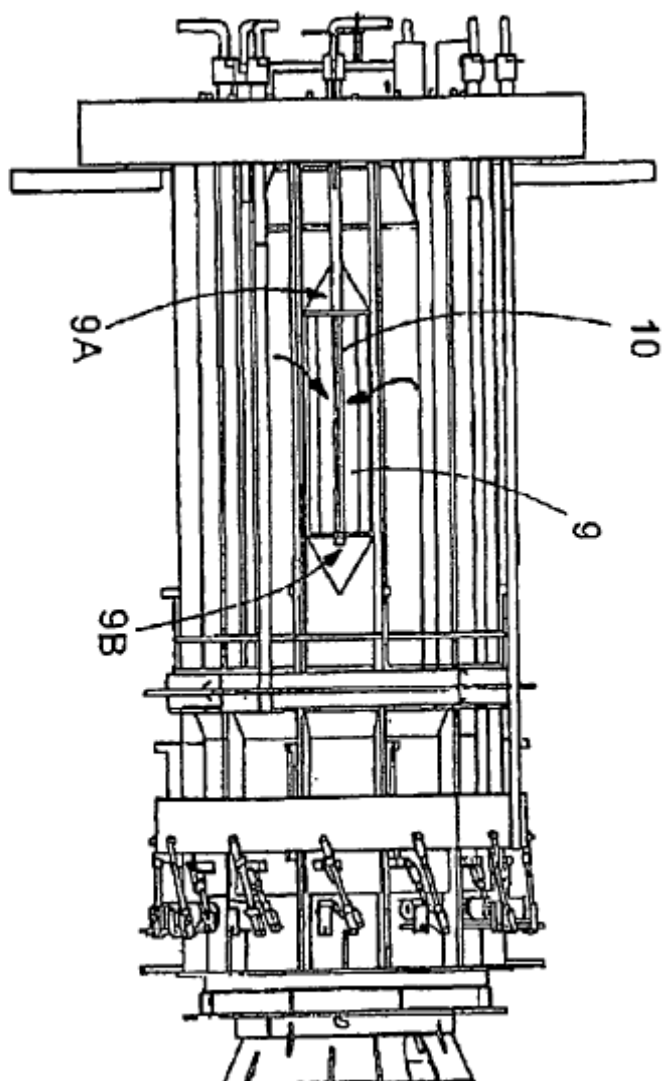


FIG. 3

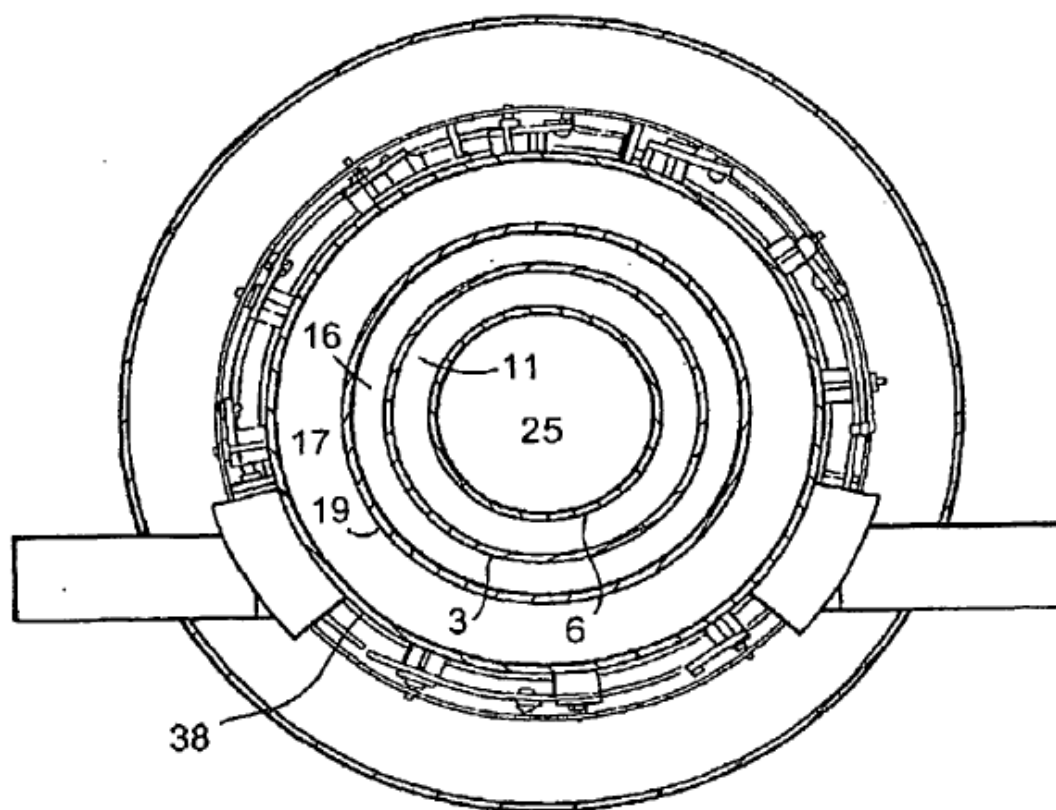


FIG. 4