



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 358 273**

51 Int. Cl.:  
**F23D 1/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06254290 .7**

96 Fecha de presentación : **16.08.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1892470**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.02.2008**

54 Título: **Procedimiento de reducción de emisiones de NO<sub>x</sub> en un quemador de carbón pulverizado.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**09.05.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**09.05.2011**

73 Titular/es: **THE BABCOCK & WILCOX COMPANY**  
**20 S. Van Buren Avenue**  
**Barberton, Ohio 44203-0351, US**  
**BABCOCK & WILCOX POWER GENERATION**  
**GROUP, Inc.**

72 Inventor/es: **Larue, Albert D.;**  
**Kahle, William J.;**  
**Sayre, Alan N.;**  
**Sarv, Hamid y**  
**Rowley, Daniel R.**

74 Agente: **Curell Aguilá, Marcelino**

ES 2 358 273 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

### CAMPO DE LA INVENCION

5 La presente invención se refiere generalmente a quemadores de combustible y, en particular, a un procedimiento de combustión nuevo y útil que logra bajas emisiones de NO<sub>x</sub> suministrando oxígeno directamente al centro de la llama del quemador, de manera que se crea una zona de combustión interna rica en combustible dentro de la llama del quemador y se acelera la combustión del combustible.

### ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10 El NO<sub>x</sub> es un subproducto producido durante la combustión de carbón y otros combustibles fósiles. Los problemas medioambientales referentes a los efectos del NO<sub>x</sub> han dado lugar a la promulgación de regulaciones sobre las emisiones de NO<sub>x</sub> que requieren reducciones marcadas de las emisiones de NO<sub>x</sub> a partir de centrales eléctricas y plantas industriales en varios países incluyendo Estados Unidos. Los procedimientos y aparatos comerciales actuales para reducir las emisiones de NO<sub>x</sub> han tenido éxito en la disminución de las emisiones de NO<sub>x</sub> desde los niveles emitidos en años anteriores; sin embargo, se necesitan avances adicionales, más allá de los procedimientos y aparatos conocidos en la actualidad, para mantener el cumplimiento de las regulaciones sobre las emisiones de NO<sub>x</sub> actuales.

15 Una variedad de quemadores de bajo nivel de NO<sub>x</sub> están comercialmente disponibles y se utilizan ampliamente para quemar carbón pulverizado (CP) y otros combustibles fósiles de manera que se reduce el NO<sub>x</sub> en comparación con quemadores convencionales. Ejemplos de quemadores de este tipo son los quemadores DRB-XCL<sup>®</sup> y DRB-4Z<sup>®</sup> de Babcock & Wilcox Company. Común a estos y a otros diseños de quemadores de bajo nivel de NO<sub>x</sub> es una boquilla de carbón axial rodeada por múltiples zonas de aire que suministran aire secundario (AS). Durante el funcionamiento, el CP suspendido en una corriente de aire primario (AP), 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 CP se consigue sometiendo a flujo turbulento al AS, provocando de este modo la recirculación de gases calientes a lo largo del chorro de combustible entrante.

25 Típicamente, se suministra una fracción del AS a una zona de aire muy próxima a la boquilla de carbón y se somete a flujo turbulento hasta un grado relativamente mayor que el AS suministrado a las otras zonas de aire para conseguir la ignición. Se introduce el AS restante desde el quemador a través de zonas de aire más exteriores en el quemador utilizando menos flujo turbulento, de modo que se mezcle lentamente en la llama del quemador, proporcionando de ese modo condiciones ricas en combustible en la raíz de la llama. Condiciones de este tipo promueven la generación de hidrocarburos que compiten por el oxígeno disponible y sirven para destruir el NO<sub>x</sub> y/o inhibir la oxidación de nitrógeno molecular y unido a combustible para dar NO<sub>x</sub>.

30 Las emisiones de NO<sub>x</sub> pueden reducirse adicionalmente mediante combustión por etapas, en la que se proporciona al quemador menos oxígeno que la cantidad estequiométrica para lograr la combustión completa. Resulta un entorno rico en combustible en la llama del quemador. El entorno rico en combustible inhibe la formación de NO<sub>x</sub> forzando que los precursores de NO<sub>x</sub> compitan con el combustible no quemado en un entorno pobre en oxígeno. A continuación, la combustión se realiza por etapas proporcionando oxígeno en exceso a la caldera en un punto por encima del quemador en el que el combustible en exceso se quema a una temperatura inferior, impidiendo de este modo la producción de NO<sub>x</sub> térmico ya que la combustión se produce a una temperatura inferior lejos de la llama del quemador. El funcionamiento por etapas también sirve para disminuir las concentraciones de oxígeno durante el proceso de combustión, lo cual inhibe la oxidación del nitrógeno unido a combustible (NO<sub>x</sub> de combustible).

40 El oxígeno para la combustión por etapas normalmente se proporciona en forma de aire mediante orificios de aire de funcionamiento por etapas, denominados comúnmente orificios de aire sobre llama (OFA), en un sistema que utiliza quemadores de bajo nivel de NO<sub>x</sub>. La patente US n° 5.697.306 concedida a LaRue y la patente US n° 5.199.355 concedida a LaRue, dan a conocer quemadores de bajo nivel de NO<sub>x</sub> que pueden combinarse con métodos de combustión por etapas de aire para reducir adicionalmente las emisiones de NO<sub>x</sub>.

45 A diferencia de los quemadores convencionales, los quemadores de bajo nivel de NO<sub>x</sub> tienden a formar llamas largas y producen niveles superiores de combustibles no quemados. Las llamas largas no siempre son deseables puesto que pueden ser incompatibles con la profundidad o altura del horno, y pueden alterar el funcionamiento de la caldera provocando impacto de llama, formación de escorias y/o corrosión de los tubos de la caldera.

50 Las llamas largas resultan de un suministro de aire insuficiente al chorro de combustible a medida que avanza al interior del horno. El AS de las zonas de aire externas de quemadores de bajo nivel de NO<sub>x</sub> no penetra eficazmente en el chorro de combustible aguas abajo, de manera que persiste combustible no quemado debido a una falta de suministro de aire a lo largo del eje de la llama. Son indeseables altos niveles de combustible no quemado tanto en hornos con OFA como sin los mismos. Los combustibles no quemados en forma de carbón no quemado y CO reducen la eficacia de la caldera y añaden gastos de funcionamiento, mientras que el carbón pulverizado no quemado, en virtud de su abrasividad, puede provocar daño erosivo no deseado al propio horno.

55 El mezclado incompleto de aire/combustible delante de un sistema OFA puede provocar cantidades excesivas de combustible no quemado que persisten hasta los orificios OFA. Cuando se intentan quemar grandes cantidades de combustible no quemado con aire en la zona OFA, la formación de NO<sub>x</sub> puede aumentar, minimizando o negando de

ese modo el beneficio de la combustión por etapas con OFA. Además, resulta cada vez más difícil quemar completamente estos combustibles en y más allá de los orificios OFA, de manera que se sumen a la ineficacia y las dificultades de funcionamiento.

5 El documento DE 102 01 588 describe un quemador para la combustión de combustible particulado, en particular carbón con altos niveles de material inerte.

El documento EP 1 306 614 describe un quemador de combustible sólido que puede funcionar en una combustión estable en condiciones de funcionamiento de alta y baja carga utilizando lignito.

### **SUMARIO DE LA INVENCION**

Los aspectos de la invención se exponen en las reivindicaciones.

10 La presente invención resuelve los problemas anteriormente mencionados asociados con la combustión retrasada producida por quemadores de bajo nivel de NO<sub>x</sub> típicos e introduce un nuevo procedimiento de combustión de combustibles fósiles para reducir adicionalmente las emisiones de NO<sub>x</sub> en calderas comerciales y de uso general.

15 Un aspecto de la presente invención puede considerarse un procedimiento de reducción de emisiones de NO<sub>x</sub> en un quemador de chorro de aire central que comprende proporcionar un quemador de cuatro zonas, en el que la zona más interna es una zona axial rodeada de manera concéntrica por una primera zona anular, que a su vez está rodeada de manera concéntrica por una segunda zona anular, que a su vez está rodeada de manera concéntrica por una tercera zona anular, proporcionar a la zona axial un primer gas que comprende oxígeno, proporcionar a la primera zona anular un gas portador que comprende un carbón pulverizado, proporcionar a la segunda zona anular un segundo gas que comprende oxígeno, proporcionar a la tercera zona anular un tercer gas que comprende oxígeno, proporcionar al quemador el gas portador a una velocidad superior a aproximadamente 15 m/s (3.000 pies/min.), proporcionar al quemador el primer gas a una velocidad superior al gas portador, proporcionar al quemador el segundo gas, proporcionar al quemador el tercer gas a una velocidad superior al gas portador, 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, utilizar el gradiente de velocidad entre las cuatro zonas anulares para crear una zona de recirculación dentro de una llama del quemador, suprimir la formación de NO<sub>x</sub> y acelerar la combustión mediante la recirculación del carbón no quemado y el oxígeno en la llama del quemador, estando el procedimiento caracterizado porque el segundo gas se proporciona a una velocidad inferior al gas portador.

20 Las diversas características de novedad que caracterizan a la presente invención se señalan con particularidad en las reivindicaciones adjuntas a y que forman parte de esta descripción. Para un mejor entendimiento de la invención, sus ventajas de funcionamiento y beneficios específicos conseguidos mediante sus utilizaciones, se hace referencia a los dibujos adjuntos y al objeto descriptivo en los que se ilustran las formas de realización preferidas de la invención.

### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

La figura 1 es una vista en sección esquemática de un quemador;

35 la figura 2 es una vista esquemática de un quemador en el que las flechas identifican las trayectorias de flujo de aire y carbón;

la figura 3 es una vista desde fuera de un conjunto de quemador que identifica la ubicación de un conducto 9 de alimentación; y

la figura 4 es una vista en sección transversal esquemática de un quemador que identifica las zonas concéntricas.

### **DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA**

40 Haciendo referencia a los dibujos; generalmente cuando números similares designan características funcionalmente similares o iguales, en todas las distintas vistas y en primer lugar en la figura 1, se muestra una vista en sección esquemática de un quemador.

45 La tubería axial 6, que define una zona axial 25 en la misma, está rodeada de manera concéntrica por una primera tubería anular 3 en la que la zona entre las dos tuberías define una primera zona anular 11. El conducto alimentador 9 está interpuesto de manera radial entre una parte de la primera tubería anular 3 y la tubería axial 6 de manera que la tubería axial 6 y la caja de viento 51 están en comunicación fluídica con los extremos opuestos del conducto alimentador 9.

50 Haciendo referencia ahora a la figura 3, se proporciona una vista superior del conducto alimentador 9 interpuesto de manera radial entre por lo menos una parte de la primera tubería anular 3 y la tubería axial 6 (no representada en la figura 3), de manera que la tubería axial 6 y la caja de viento 51 están en comunicación fluídica con los extremos opuestos del conducto alimentador 9.

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

Un pulverizador (no representado) muele el carbón que se transporta con el aire primario a través de una conducción conectada a un codo 2 de quemador. Un encendedor (no representado) puede colocarse sobre el eje del quemador, penetrando en el codo 2, el tapón 5, y extendiéndose a través de la tubería axial 6.

El carbón pulverizado y el aire primario (AP/CP) 1 pasa a través del codo 2 de quemador. El carbón pulverizado generalmente se desplaza a lo largo del radio externo del codo 2 y se concentra en una corriente a lo largo del radio externo en la salida del codo. El carbón pulverizado entra en la primera zona anular 11 y encuentra un deflector 4 que redirige la corriente de carbón al interior del tapón 5 y dispersa el carbón. La tubería axial 6 está unida al lado aguas abajo del tapón 5. La primera tubería anular 3 se expande en la sección 3A para formar una sección de diámetro más grande 3B. El carbón dispersado se desplaza a lo largo de la primera zona anular 11 en la que las barras y los cheurones 7 proporcionan una distribución más uniforme del carbón pulverizado antes de salir de la primera zona anular 11 como un chorro de combustible. Las piezas en forma de cuña 9A y 9B (figura 3) proporcionan una trayectoria de flujo más contorneada para el AP/CP 1 a medida que viaja por el conducto alimentador 9.

Puede utilizarse un dispositivo de acondicionamiento del flujo 30 para dispersar el carbón para aumentar la tasa en la que interacciona con el aire secundario. El dispositivo de acondicionamiento del flujo 30 puede estar constituido por álabes de flujo turbulento y/o uno o más cuerpos achatados para obstruir el flujo localmente e inducir turbulencia.

Puede colocarse otro dispositivo de acondicionamiento del flujo 13 en el extremo de la tubería axial 6 para proporcionar un flujo más uniforme al aire secundario a medida que sale de la zona axial 25 hacia el cuello 8 del quemador y hacia el horno (no representado) en forma de un chorro de aire central. El dispositivo de acondicionamiento del flujo 13 pueden ser álabes, placas perforadas u otros dispositivos utilizados comúnmente para proporcionar un flujo más uniforme. En algunos casos, el dispositivo de acondicionamiento del flujo 13 puede proporcionar flujo turbulento al aire del núcleo para acelerar adicionalmente la ignición del carbón y reducir las emisiones.

Un aspecto que se refiere al procedimiento de funcionamiento 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 del cuello 8 y entra en el horno. El chorro de aire central presentará una velocidad que excede la del chorro de combustible de modo que se crea un gradiente de velocidad dentro de la llama que promueve la ignición del combustible desde el interior utilizando el oxígeno del chorro de aire central.

Se producen condiciones de funcionamiento óptimas cuando el AP/CP sale de la primera zona anular a una velocidad comprendida 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.). Se producen adicionalmente condiciones de funcionamiento óptimas cuando el aire secundario sale de la zona axial 25 a una velocidad de 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 58 m/s (7.500 pies/min.).

El regulador de tiro 15 controla la entrada de aire secundario adicional al conjunto de quemador. Cuando está en posición abierta, el regulador de tiro 15 permite que el aire secundario fluya al interior de una segunda zona anular 16 que rodea de manera concéntrica a la primera zona anular 11, definiéndose la segunda zona anular 16 como la zona entre la tubería 38 y el cilindro 19. El regulador de tiro 15 permite además que el aire secundario fluya al interior de la tercera zona anular 17 que rodea de manera concéntrica a la segunda zona anular 16, definiéndose la tercera zona anular 16 como la zona entre el cilindro 19 y la pared de la zona del quemador exterior 38. El regulador de tiro 15 puede colocarse para reducir preferentemente el aire secundario a una zona con respecto a la otra, o para suministrar menores cantidades de aire secundario a ambas zonas. Un encendedor (no representado) puede estar situado opcionalmente en la zona anular 17, si no a través de la tubería 6.

Las condiciones de funcionamiento óptimas para utilizar las tres zonas anulares para proporcionar aire secundario para la combustión se producen cuando se proporciona entre aproximadamente el 20 por ciento y aproximadamente el 40 por ciento del oxígeno total proporcionado al quemador mediante el aire secundario 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 del 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 del 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 del flujo de aire 18 mide el flujo de aire secundario a través de la segunda zona anular 16 y la tercera zona anular 17. Se producen condiciones de funcionamiento óptimas cuando el aire secundario sale de la segunda zona anular 16 a una velocidad de entre aproximadamente 15 m/s (3.000 pies/min.) y

5 aproximadamente 23 m/s (4.500 pies/min.), más preferentemente entre aproximadamente 16 m/s (3100 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 de entre aproximadamente 28 m/s (5.500 pies/min.) y aproximadamente 38 m/s (7.500 pies/min.), más preferentemente la velocidad está comprendida entre aproximadamente 29 m/s (5.700 pies/min.) y aproximadamente 34 m/s (6.700 pies/min.).

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

15 Los álabes ajustables 21 están situados en la segunda zona anular 16 para proporcionar aire secundario con flujo turbulento antes de salir de la segunda zona anular 16. Otros dispositivos de distribución de aire tales como placas perforadas y rampas también pueden instalarse en el extremo de la segunda zona anular 16. Los álabes fijos 22A y los álabes ajustables 228 confieren flujo turbulento al aire secundario que pasa a través de la tercera zona anular 17. A medida que el aire con flujo turbulento deja la tercera zona anular 17, el álabe 23, que puede estar colocado alternativamente en el medio de la salida de la zona de aire, desvía parte del aire lejos de la zona de combustión primaria.

20 Haciendo referencia a continuación a la figura 2, se proporciona una representación gráfica, en la que las flechas identifican las trayectorias de flujo del aire secundario y AP/CP 1.

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

En otra forma de realización alternativa, puede utilizarse como combustible un combustible de hidrocarburo distinto de carbón pulverizado.

25 En otra forma de realización alternativa, puede colocarse una conducción central dentro de la zona axial 25, de manera que la tubería axial 6 rodea de manera concéntrica a la conducción central. En una forma de realización de este tipo, la conducción central puede alojar un encendedor, un atomizador de aceite o gas alternativo, o una lanza para la introducción de oxígeno concentrado o combustible de hidrocarburo adicional al interior del núcleo de llama o bien de manera axial o bien mediante dispersión radial.

30 En otra forma de realización alternativa, puede colocarse una pluralidad de conducciones centrales dentro de la zona axial 25, de manera que la tubería axial 6 rodea de manera concéntrica a cada una de la pluralidad de conducciones. En una forma de realización de este tipo, la pluralidad de conducciones centrales puede proporcionar oxígeno concentrado en más de una corriente, o por lo menos una de las conducciones puede proporcionar carbón adicional u otro combustible de hidrocarburo para la combustión.

35 En otra forma de realización, los múltiples conductos alimentadores y/o conducciones o ventiladores de refuerzo pueden utilizarse para proporcionar aire secundario adicional u oxígeno a la zona axial 25.

En otra forma de realización, se utiliza la combustión por etapas con los métodos de reducción de  $\text{NO}_x$  de la presente invención para reducir adicionalmente las emisiones de  $\text{NO}_x$ .

40 Todavía en otra forma de realización, puede concebirse un sistema de conductos de aire alternativo, en el que el aire secundario se canaliza a través de la pared externa 51B de la caja de viento 51 y se alimenta al interior de la zona axial 25 a través del radio externo de un codo de quemador ampliado o en otra parte para formar una zona axial 25 en conexión de fluido con la caja de viento 51.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de reducción de emisiones de NOx en un quemador de carbón pulverizado que comprende las etapas siguientes:
- 5 proporcionar un quemador de cuatro zonas, en el que la zona más interna es una zona axial (25) rodeada de manera concéntrica por una primera zona anular (11), que, a su vez está rodeada de manera concéntrica por una segunda zona anular (16), que, a su vez, está rodeada de manera concéntrica por una tercera zona anular (17);
- proporcionar a la zona axial un primer gas que comprende oxígeno;
- proporcionar a la primera zona anular un gas portador que comprende un carbón pulverizado;
- proporcionar a la segunda zona anular un segundo gas que comprende oxígeno;
- proporcionar a la tercera zona anular un tercer gas que comprende oxígeno;
- 10 proporcionar al quemador el gas portador a una velocidad superior a aproximadamente 15 m/s (3.000 pies/min.);
- proporcionar al quemador el primer gas a una velocidad superior al gas portador;
- proporcionar al quemador el segundo gas;
- proporcionar al quemador el tercer gas a una velocidad superior al gas portador;
- 15 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;
- utilizar el gradiente de velocidad entre las cuatro zonas anulares para crear una zona de recirculación dentro de una llama del quemador; y
- 20 suprimir la formación de NOx y acelerar la combustión mediante la recirculación del carbón no quemado y el oxígeno en la llama del quemador; estando el procedimiento caracterizado porque el segundo gas se proporciona a una velocidad inferior al gas portador.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además someter a flujo turbulento al segundo gas antes de alcanzar la llama del quemador.
- 25 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, que comprende además someter a flujo turbulento al gas portador antes de la combustión.
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende además someter a flujo turbulento al tercer gas antes de la combustión.
- 30 5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además someter a flujo turbulento al primer gas antes de la combustión.
6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el primer gas comprende más del 21 por ciento de oxígeno.
7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el segundo gas comprende más del 21 por ciento de oxígeno.
- 35 8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el tercer gas comprende más del 21 por ciento de oxígeno.



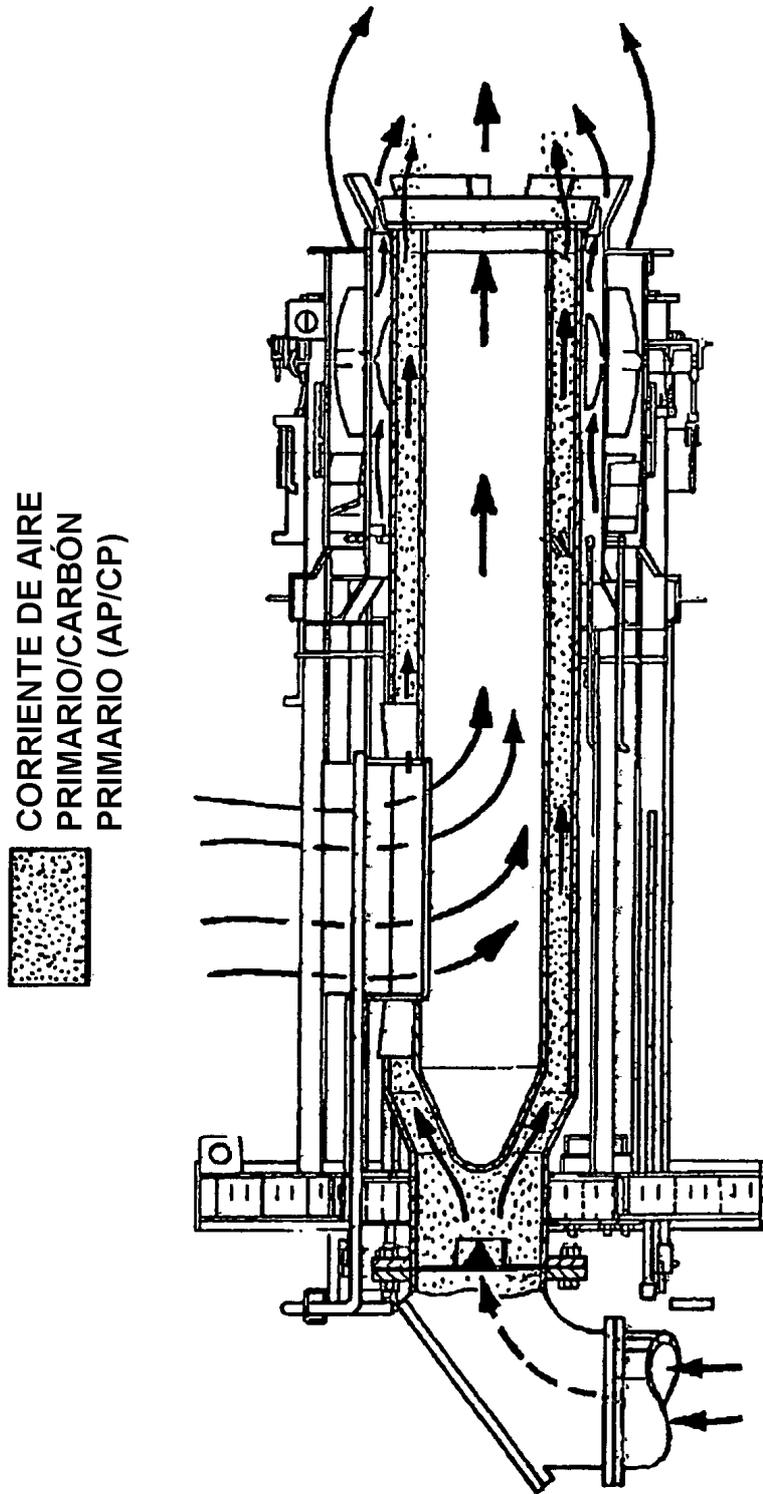


FIG. 2

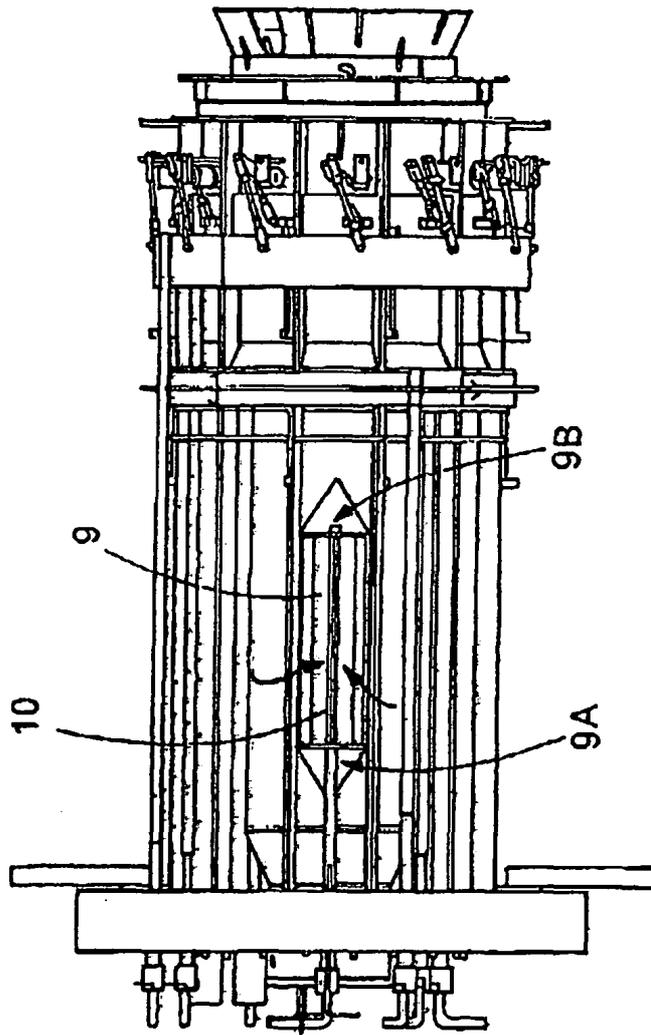


FIG. 3

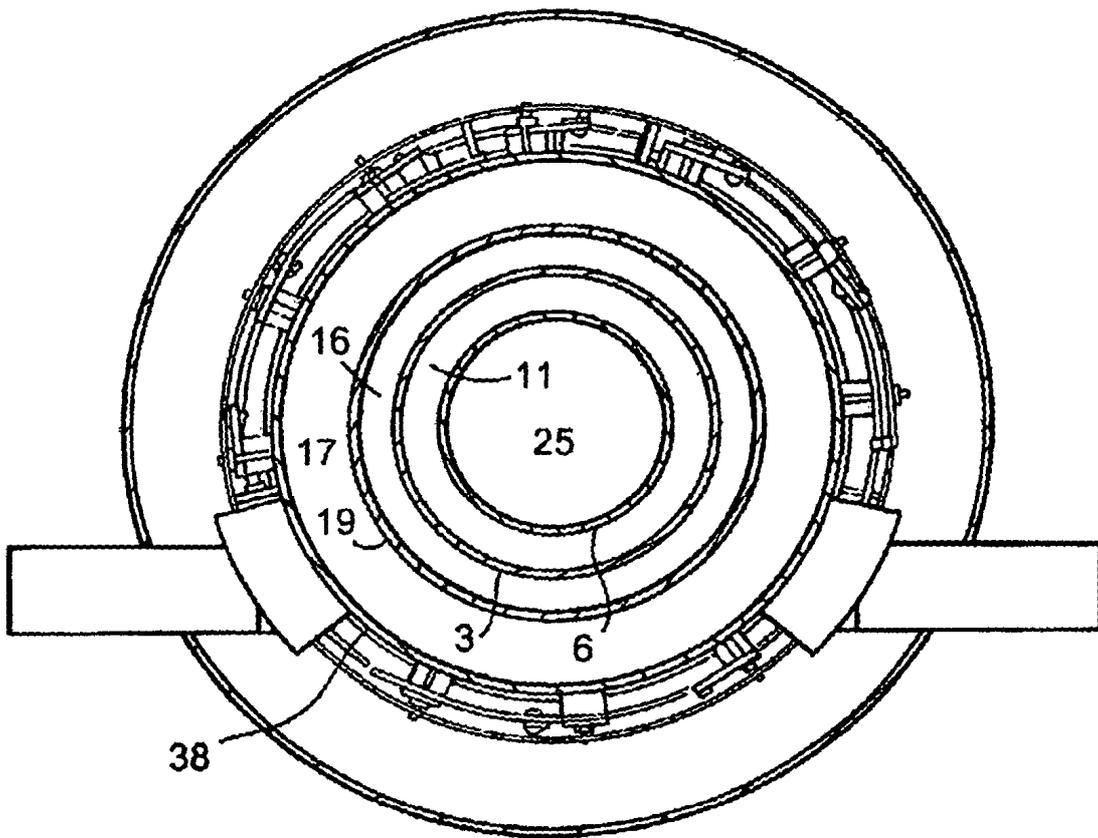


FIG. 4