(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 279 548**

(51) Int. Cl.:
F23C 1/10 (2006.01)
F23C 1/12 (2006.01)
F23C 7/00 (2006.01)
F23D 1/00 (2006.01)
F23D 17/00 (2006.01)
F23K 3/02 (2006.01)
F23M 9/00 (2006.01)
F23C 9/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Número de solicitud europea: **97946236 .3**
(86) Fecha de presentación : **12.11.1997**
(87) Número de publicación de la solicitud: **1015814**
(87) Fecha de publicación de la solicitud: **05.07.2000**

(54) Título: **Quemador mejorado de carbón pulverizado.**

(30) Prioridad: **12.11.1996 US 747319**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.08.2007

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.08.2007

(73) Titular/es: **THE BABCOCK & WILCOX COMPANY**
P.O. Box 60035, 1450 Poydras Street
New Orleans, Louisiana 70160-0035, US

(72) Inventor/es: **Sivy, Jennifer, L.;**
Koslosky, John, V.;
Kaufman, Keith, C.;
Rodgers, Larry, W.;
LaRue, Albert, D. y
Sarv, Hamid

(74) Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

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).

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

DESCRIPCIÓN

Quemador mejorado de carbón pulverizado.

Antecedentes de la invención

1. **Campo técnico de la invención**

La presente invención se refiere en general a quemadores de combustible y, en particular, a un quemador mejorado de combustible de carbón pulverizado que limita la generación de óxidos de nitrógeno (NO_x).

2. **Descripción de la técnica relacionada**

Los óxidos de nitrógeno (NO_x) se forman en una llama como la llama de carbón pulverizado, cuando los compuestos que llevan nitrógeno se liberan del combustible durante la pirolisis. Estos compuestos se combinan con el oxígeno disponible para formar NO y NO_2, por ejemplo, como se ilustra en la Figura 1. La Figura 1 presenta mecanismos típicos de reacción del NO_x. Los NO_x pueden formarse igualmente cuando en una zona de la llama en la que se encuentran presentes nitrógeno y oxígeno, se mantienen temperaturas elevadas (superiores a los 1.480ºC o 2.700ºF). En estas condiciones el nitrógeno molecular se disocia y recombina con el oxígeno, formando NO_x térmico.

Se sabe que la reducción de emisiones de NO_x puede obtenerse de las llamas de carbón pulverizado "escalonando" o retrasando la mezcla de parte del aire de la combustión con un combustible, de manera que los volátiles de nitrógeno liberados se combinen formando nitrógeno molecular en vez de NO_x. En la atmósfera reductora producida por el escalonamiento, las moléculas de NO_x que se forman pueden reducirse más fácilmente de nuevo a nitrógeno molecular. Este proceso de escalonamiento puede completarse en el exterior del quemador retirándose parte del aire de la combustión del quemador e introduciéndolo en otro lugar del horno.

Están disponibles en el mercado quemadores que escalonan aerodinámicamente el aire, y que actúan siguiendo el principio de escalonamiento interno, en el que se produce una llama con bajo nivel de NO_x por control del aire de la combustión en el mismo quemador, en lugar de separar físicamente los lugares de adición de combustible y aire. El escalonamiento interno se realiza por distribución aerodinámica del aire de la combustión a través de múltiples zonas de aire. El escalonamiento interno mejora si se añade una velocidad de turbulencia al aire de la combustión y el uso de diversas configuraciones de los elementos del quemador para redirigir las corrientes de aire de la combustión. El combustible se quema fuera de la zona de combustión primaria cuando el aire de combustión redirigido se mezcla con la llama, corriente abajo del quemador. La empresa Babcock & Wilcox ha desarrollado, ensayado y fabricado una serie de quemadores de carbón pulverizado que reducen las emisiones de NO_x con el uso de múltiples zonas de aire. Un ejemplo se ilustra en la Figura 2, y se ofrece comercialmente con el nombre registrado de quemador DRB-XCL®. Se ha demostrado que este quemador escalonado aerodinámicamente tiene éxito en la reducción significativa de los niveles de NO_x de quemadores estándar de vórtice elevado, que mezclan rápidamente el combustible y el aire cerca de la salida del quemador. No obstante, las llamas más largas producidas por este diseño de quemador de bajo contenido de NO_x pueden mostrar una menor eficiencia de la combustión debido al aumento de las emisiones de monóxido de carbono (CO) y de altos niveles de carbón sin quemar. En general, se ha demostrado en pruebas anteriores que los niveles medidos de NO_x de salida y la eficiencia de la combustión están inversamente relacionados.

Haciendo referencia a la Figura 2, en ella se muestra un quemador de carbón DRB-XCL® similar al quemador descrito en la patente US nº 4.836.772, concedida a LaRue. El quemador (10) incluye un difusor cónico (12) y un deflector (34) situado dentro del conducto central del quemador (10), al que se suministra carbón pulverizado y aire a través de una entrada (14) de combustible y aire primario (aire de transporte). Entre las paredes interior y exterior (18), (20), respectivamente, se define una caja de viento (16). La caja de viento (16) contiene el conducto del quemador que va rodeado concéntricamente por paredes que contienen un conjunto exterior de aletas giratorias fijas (22) y aletas ajustables (24). Una placa separadora de aire (26), situada concéntricamente alrededor de la tobera del quemador, ayuda al aire secundario del canal suministrado en (28). El quemador (10) lleva un estabilizador de llama (30) y un registro deslizante (32) para controlar la cantidad de aire secundario (28).

La patente US nº 4.380.202, de LaRue *et al*, es igualmente relevante a un quemador que tiene un difusor cónico y algunos de los restantes elementos de la Figura 2. En las toberas de carbón se instalan normalmente unos rotores que reducen la longitud de la llama, a expensas de las emisiones. Los rotores y otros dispositivos similares, tales como los ciclonizadores (dispositivos para crear torbellinos en el aire) sólo cambian la configuración del flujo de la corriente de combustible. Estos planteamientos pueden mejorar la mezcla de combustible y aire, lo que hace que aumenten las emisiones de NO_x.

La patente US nº 4.479.442, de Itse *et al*, expone una tobera Venturi para carbón pulverizado, que incluye un separador de flujo divergente y válvulas múltiples de compuerta para crear torbellino.

Sigue existiendo la necesidad de un moderno quemador con baja emisión de NO_x que obtenga emisiones aún menores de NO_x al mismo tiempo que proporcione un mínimo de emisiones de combustibles no quemador y monóxido de carbono (CO) comparables. Este quemador debería proporcionar preferentemente una corriente combinada de carbón pulverizado y aire con corrientes adicionales de aire de combustión solo para controlar las características de combustión de la llama de carbón pulverizado. El diseño del quemador debería proporcionar una llama firme y estable que tuviese tanto escasas emisiones de contaminante como una elevada eficiencia de la combustión. Es preferible que este tipo de configuración de quemador permita que el quemador se instale en las calderas u hornos ya existentes.

El documento JP 6064110 A da a conocer un quemador en el que se proporcionan vías para el aire secundario concéntricamente alrededor de una zona primaria a través de la cual se hacen pasar el aire y el combustible. También se proporciona un paso para los gases de escape que rodea concéntricamente la zona primaria, proporcionando un gas de escape para reducir la formación de NO_x.

Sumario de la invención

Un aspecto de la invención proporciona un quemador con bajas emisiones y bajas pérdidas de combustible no quemado, comprendiendo el quemador:

unos medios para definir una tobera de combustible para el paso de un combustible primario con aire primario para combustión en una zona primaria, teniendo la tobera de combustible un eje así como un extremo de salida;

unos medios para definir una zona anular de transición que rodea concéntricamente dichos medios de definición de la tobera de combustible, estando construidos dichos medios de definición de la zona de transición a fin de proporcionar aire para la mezcla en la proximidad del quemador y para la estabilidad de la llama; y

unos medios para definir una zona interior de aire secundario y una zona exterior de aire secundario, encontrándose dicha zona interior de aire secundario en una posición que rodea los medios de definición de la zona de transición, y encontrándose la zona exterior de aire secundario en una posición que rodea concéntricamente la zona interior de aire secundario, estando situadas las paredes respectivas entre dichas zonas interior y exterior de aire secundario y entre la zona de transición y la zona interior de aire secundario, presentando cada una de las zonas interior y exterior de aire secundario un extremo de salida respectivo y por lo menos una aleta de rotación del flujo respectiva próxima al extremo de salida con lo cual, en uso, el aire se desvía localmente alejándolo de la llama próxima al extremo de salida de la tobera de combustible, sin dejar de permitir la mezcla aguas bajo;

en el que la zona anular de transición separa la zona primaria y las zonas de aire secundario, e incluyendo además unos medios para ajustar el aire secundario de combustión, encontrándose dichos medios de ajuste adyacentes a las zonas de aire secundario para controlar el flujo a las mismas de aire, caracterizado porque los medios de ajuste (56) están dispuestos de manera que la zona anular de transición desvíe el aire de combustión secundario a dicha zona exterior de aire secundario.

Otro aspecto de la invención proporciona un procedimiento para reducir las emisiones de NO_x y disminuir las pérdidas de combustible no quemado durante la combustión en un quemador, comprendiendo dicho procedimiento: alimentar combustible y aire primario a través de un cuello del quemador, pasando por una zona primaria, proporcionar una corriente interior de aire secundario a través de dicho cuello del quemador por medio de una zona interior de aire secundario que rodea concéntricamente dicha zona primaria; suministrar una corriente exterior de aire secundario a través de dicho cuello del quemador por medio de una zona exterior de aire secundario que rodea concéntricamente dicha zona interior de aire secundario; introducir una corriente de aire en la zona de transición a través del citado cuello del quemador, por medio de una zona de transición situada concéntricamente entre la zona primaria y la zona interior de aire secundario, desviando de ese modo las corrientes interior y exterior de aire secundario para producir una llama que tiene una zona de desvolatilización con bajo contenido de oxígeno cerca de dicho cuello del quemador; e impartir un torbellino a las corrientes interiores y exteriores de aire secundario en las zonas interiores y exteriores de aire secundario a fin de desviar localmente el aire alejándolo de la llama cerca del citado cuello del quemador, sin dejar de permitir su mezcla corriente abajo, y ajustar el aire secundario de combustión adyacente a las citadas zonas de aire secundario, de manera que la zona de transición desvíe el aire de combustión hacia dicha zona exterior de aire secundario.

Una forma de realización preferida de la invención proporciona un quemador que puede conseguir bajas emisiones de NO_x sin dejar de mantener una elevada eficiencia de la combustión. Tal como aquí se utiliza, la elevada eficiencia de la combustión hace referencia a la disminución de los niveles de carbón no quemado y del monóxido de carbono que salen del horno. La forma de realización preferida supera los anteriores límites de reducción de NO_x combinando eficazmente la distribución aerodinámica del aire de combustión para limitar la generación de NO_x con características únicas del quemador que proporcionan una llama estable y una aceptable eficiencia de la combustión. Estas características se unen para producir un quemador eficiente y con bajas emisiones de NO_x tal como aquí se describe. La forma de realización preferida separa las corrientes primaria y secundaria próximas al quemador, al tiempo que emplea una serie de velocidades del aire secundario, a fin de promover niveles mayores de turbulencia y mejorar la mezcla corriente abajo. Los conos de distribución del aire, combinados con la zona de transición, permiten la desviación del aire secundario sin disipar el torbellino impartido al aire secundario por las válvulas de compuerta. Esto mejora además la estabilidad de la llama y la mezcla corriente abajo. El aire secundario se separa física y aerodinámicamente de la zona del núcleo de combustible cerca del quemador por la zona de transición, impidiéndose así el arrastre directo de combustible. El uso de un torbellino secundario y conos de distribución del aire desvía localmente el aire del núcleo de la llama al mismo tiempo que permite su mezcla corriente abajo.

En consecuencia, la forma de realización preferida de la presente invención podría proporcionar un quemador avanzado con bajas emisiones de NO_x que desvía el aire de combustión de la zona de combustión primaria, próximo a la salida del quemador, reduciendo la estequiometría durante la desvolatilización del carbón, disminuyendo de ese modo la formación inicial de NO_x.

La forma de realización preferida podría proporcionar un quemador avanzado con bajas emisiones de NO_x que facilite una llama estable tanto con bajas emisiones de contaminante como con elevada eficiencia de la combustión.

La forma de realización preferida proporciona un quemador que es de simple diseño, fuerte construcción y de fabricación económica.

Para entender mejor la invención, incluidas sus ventajas en funcionamiento, se hace referencia a los dibujos adjuntos y a la descripción en los que se ilustra la forma de realización preferida de la invención.

Breve descripción de los dibujos

En los dibujos:

la Figura 1 es un gráfico que ilustra los mecanismos de reacción del NO_x;

la Figura 2 es una vista esquemática y en sección de un quemador DRB-XCL® conocido al que podría aplicarse la presente invención;

la Figura 3 es una vista esquemática en sección de una forma de realización de la presente invención;

la Figura 4 es una vista esquemática en sección de un quemador que incorpora la presente invención,

mostrando las características de la llama del quemador; y

la Figura 5 es una vista esquemática en sección de una realización alternativa de la presente invención.

Descripción de la forma realización preferida

Haciendo referencia a los dibujos, en los que los mismos números designan características iguales o similares en las diversas ilustraciones, y en primer lugar a la Figura 3, en ella se presenta una vista esquemática y en sección del quemador representado en general (40) según la presente invención. El quemador (40), al que se denomina también quemador DRB-4Z^{MR} comprende una serie de zonas creadas por paredes concéntricamente circundantes en el conducto del quemador que suministra un combustible, como por ejemplo carbón pulverizado, con una corriente limitada de aire de transporte (aire primario), y aire adicional de combustión (aire secundario) proporcionado por la caja de viento del quemador (16). La zona central (42) del quemador (40) es una zona primaria de sección transversal circular, o tobera de combustible, que suministra el aire primario y el carbón pulverizado a través de un orificio de admisión o entrada (44) a partir de una fuente de suministro (no representada). Rodeando la zona central o primaria (42) se encuentra una pared concéntrica anular (45) que forma la zona de transición primaria-secundaria (46), construida bien sea para introducir el aire secundario de combustión o para desviar el aire secundario a las zonas exteriores de aire restantes. La zona de transición (46) actúa como elemento intermedio entre las corrientes primaria y secundaria a fin de proporcionar un mejor control de la mezcla y estabilidad en la proximidad del quemador. La zona transición (46) está configurada para introducir aire con o sin torbellino, o para reforzar los niveles de turbulencia a fin de mejorar el control de la combustión. Las restantes zonas anulares del quemador (40) consisten en la zona interior de aire secundario (48) y la zona exterior de aire secundario (50), formadas por paredes concéntricamente circundantes, que proporcionan la mayor parte del aire de combustión. Estructuralmente, el diseño del quemador (40) según la presente invención se basa en gran parte en el del quemador DRB-XCL® ilustrado en la Figura 2. No obstante, el diseño del quemador según la presente invención incluye unos medios anulares concéntricos (46) que rodean el conducto central (42) del quemador, que proporciona el carbón pulverizado y el aire primario. Además, el diseño del quemador (40) se ha modificado a fin de proporcionar aire secundario a una velocidad algo superior a la del quemador DRB-XCL®. La velocidad del quemador se elige a fin de proporcionar las características deseadas de mezcla en el campo cercano y el campo alejado, sin introducir una importante caída de presión y una indeseable sensibilidad en el control del quemador. El quemador (40) está diseñado para proporcionar aire secundario en una serie de velocidades que dependen del combustible y de la aplicación del quemador. La gama de velocidades se elige a fin de permitir la generación de un impulso radial y tangencial suficiente para crear una separación radial entre las corrientes primaria e interior secundaria. El quemador (40) está diseñado preferentemente de manera que suministre aire secundario a velocidades aproximadamente iguales a entre 1,0 y 1,5 veces la velocidad de la corriente de aire primario/combustible. En una forma de realización probada, la velocidad nominal del aire secundario fue de aproximadamente 28 metros por segundo (5.500 pies por minuto (fpm)), pero la aplicación comercial podría variar desde unos 23 a unos 38 metros por segundo (4.500-7.500 fpm).

Los medios anulares concéntricos de transición (46) se forman a fin de que tengan una superficie comprendida entre 0,5 y 1,5 veces la superficie de la tobera (42) de combustible que se considera aquí que tiene un diámetro característico de la unidad, según el tipo de combustible y su cantidad.

En una forma de realización ensayada, el quemador DRB-4Z^{TM} tenía un área de la zona de transición nominalmente igual en superficie a la tobera de combustible. No obstante, se considera que pueden ocurrir variaciones en esta relación en los quemadores comerciales, según características específicas del diseño, tales como el caudal de aire primario, las temperaturas del aire primario y secundario, y las tasas de ignición del quemador.

Una característica importante de la zona de transición de esta invención es que proporciona un mejor control de la mezcla de aire secundario con el combustible en la base de la llama. Esta característica permite que una parte del aire de la combustión se introduzca en la llama a partir de este anillo.

El quemador (40) proporciona una mejor flexibilidad en la distribución de aire secundario en el cuello (52) del quemador. Unas aberturas ranuradas en la superficie superior de la pared concéntrica que define la zona de transición permiten que el aire secundario entre en esta región. El porcentaje de flujo de aire secundario que llega a la zona de transición se controla por medio de un manguito deslizante (54) alrededor del exterior de la zona de transición, en la parte posterior del quemador (40). En las situaciones en que el aire secundario se dirija a través de la zona de transición (46), dentro de la zona de transición (46) podrían colocarse conjuntos de aletas giratorias (no ilustrados) a fin de introducir un torbellino. Otro comportamiento favorable del aire en la salida de la zona de transición podría conseguirse con el uso de placas segmentadas de blanqueo (no ilustradas) que crean regiones intercaladas de alta y baja mezcla en la zona de transición primario-secundario. En la zona de transición podrían fácilmente introducirse otros dispositivos adicionales de control del aire a fin de regular aún mejor la distribución y mezcla del aire de combustión.

De manera similar a lo que ocurre en el quemador DRB-XCL®, el torbellino se imparte al aire secundario que pasa a través de las zonas de aire secundario interior (48) y exterior (50). La turbulencia se produce utilizándose una serie de aletas móviles (24) en la zona (48) del aire interior, y aletas tanto fijas (22) como móviles (24) en la zona (50) de aire exterior. Esta configuración de aletas proporciona un completo control de la turbulencia y la distribución del aire de combustión alrededor del quemador (40) para obtener las características deseadas de mezcla. Las aletas móviles (24) de cada zona (48), (50), podrían colocarse en la posición totalmente cerrada (0º con relación a un eje más o menos normal a la vista en sección) o en la posición totalmente abierta (90º), o en cualquier ángulo intermedio, a fin de optimizar el rendimiento de la combustión. En la posición totalmente abierta, las aletas móviles no imparten ninguna turbulencia. El uso de las zonas de aire secundario, en combinación con la zona de transición, elimina igualmente la necesidad de acoplar dispositivos de estabilización de

la llama, que interferirían en la distribución del torbellino secundario.

La distribución de aire en las zonas secundarios interior y exterior (48), (50) puede controlarse con el uso de aletas móviles en cada zona. Además, la separación o distribución del aire secundario de combustión se puede ajustar igualmente con diferentes realizaciones de un disco deslizante (56) ilustrado en la Figura 3. El disco deslizante (56) está construido para bloquear el flujo de aire a la zona secundaria interior (48), y puede ajustarse de forma automática o manual para cambiar la distribución de aire entre las zonas de aire secundario interior y exterior. Como alternativa, se puede aumentar el tamaño del disco deslizante (56) a fin de permitir la regulación de aire a las zonas de aire secundario interior y exterior (48), (50), y el disco deslizante de mayor tamaño se puede controlar manual o automáticamente a fin de equilibrar el flujo de aire entre los quemadores, si se trata de un dispositivo de quemadores múltiples. A fin de permitir una amplia gama de controles tanto de la división del aire como de la turbulencia a la salida del quemador (52), se usan combinaciones de ajustes del disco deslizante (56) y de las aletas interiores y exteriores (22), (24).

Pueden añadirse unos conos (58) de distribución del aire al extremo de las paredes concéntricas que forman la tobera de combustible, a la pared concéntrica que forma el diámetro exterior de la zona de transición o al manguito que separa las zonas de aire secundario interior y exterior, o a una combinación de estos lugares. Esta opción permite un control adicional de la dirección del aire y de su distribución cuando sale del cuello (52) del quemador. Los conos (58) actúan para proporcionar un control adicional a fin de regular la distribución del aire de combustión cuando sale del cuello (52) del quemador. A la configuración del quemador (40) aquí descrita se pueden incorporar fácilmente otras modificaciones de sus elementos, y permitir un control adicional del rendimiento, si es necesario.

A continuación, haciendo referencia a la Figura 4, el diseño del quemador (40) según la presente invención produce una llama de carbón pulverizado con bajo contenido de NO_x por medio de un desvío eficaz de la mayor parte del aire de combustión de la zona de combustión primaria cercana a la llama, a fin de controlar la estequiometría local durante la desvolatilización del carbón, y reducir así la formación inicial de NO_x. En la Figura 4, A es la zona de desvolatilización escasa en oxígeno de la llama. La zona B es aquella en la que existe recirculación de productos. C es una zona de reducción del NO_x. D representa la lámina de llama a temperatura elevada. E es la zona en donde existe la mezcla controlada del aire secundario de combustión. F es la zona de quemado. Las zonas de recirculación limitada entre las corrientes primaria y secundaria actúan para transportar el NO_x producido devolviéndolo a la zona A de pirólisis pobre en oxígeno para reducción a nitrógeno molecular. Las zonas de recirculación B actúan igualmente para proporcionar una mejor estabilidad y mezcla local cerca de la llama del quemador, mejorando así la eficiencia global de la combustión. Las características de la llama que se ilustra en la Figura 4 son un buen ejemplo de las ventajas globales del diseño según la presente invención, en cuanto a su mejora en las emisiones y en el rendimiento de la combustión, si se compara con los diseños existentes de quemadores con bajas emisiones de NO_x.

Las ventajas individuales del diseño según la presente invención pueden agruparse en varias áreas clave. La primera área corresponde a un mejor rendimiento en cuanto a emisiones de NO_x. El quemador (40) según la presente invención está diseñado con varias características aerodinámicas nuevas, incluida su capacidad para actuar a velocidades de aire secundario iguales o incluso mayores, comparado con el quemador DRB-XCL®. La zona de transición primario-secundario y el nuevo diseño de los elementos para distribución del aire son elementos clave para limitar la formación de NO_x y mejorar la distribución de NO_x cerca del quemador. Estas características del quemador fomentan la separación de las corrientes primaria y secundaria próximas al quemador, provocando la liberación volátil del combustible en un entorno pobre en oxígeno, que limita la producción NO_x. Dado que, en esta región, se necesitan niveles mínimos de oxidante para mantener la estabilidad de la ignición, es imposible eliminar en ella la formación de NO_x. No obstante, la aerodinámica del quemador crea igualmente áreas locales de recirculación B entre las corrientes primaria y secundaria, que actúan devolviendo el NO_x a la región pobre en oxígeno cercana a la base de la llama para su reducción.

En pruebas completadas con el quemador en ambas escalas de 1,5 mW (5 MBtu por hora) y 30 mW (100 MBtu/h), se demostró que el quemador reducía las emisiones de NO_x de un 15 a un 50% sobre la base de porcentaje en peso respecto a los valores óptimos de la línea base obtenidos para el quemador DRB-XCL® para tres diferentes carbones bituminosos orientales muy volátiles que fueron probados. Las emisiones de NO_x alcanzadas con el quemador DRB-4Z™ mientras se quemaban estos carbones, fueron menos sensibles a las variaciones de las propiedades del combustible que en el caso del quemador DRB-XCL®. Algunas pruebas anteriores en instalaciones de ensayos de combustión han demostrado una firme relación inversa entre las emisiones de NO_x y la eficiencia de la combustión. Las eficiencias más elevadas de la combustión se producen a través de una mezcla rápida y a fondo del aire de combustión y del combustible, lo que da como resultado llamas cortas a temperatura elevada. Los quemadores con bajas emisiones de NO_x disminuyen las emisiones de NO_X a través de la creación de llamas más largas y a menor temperatura, que producen también eficiencias menores de la combustión, como consecuencia del retraso en la mezcla.

La presente invención soluciona esta dificultad utilizando velocidades mayores del aire secundario, al tiempo que se separan las corrientes primaria y secundaria próximas al quemador. El aumento de las velocidades del aire secundario fomenta niveles mayores de turbulencia y torbellino, con lo que mejora la mezcla corriente abajo. El aire secundario está separado física y aerodinámicamente de la zona del núcleo de combustible A, en la proximidad del quemador. La zona de transición (46) separa físicamente las corrientes de aire, impidiendo su arrastre directo, mientras que el uso de conos secundarios de formación de torbellino y distribución del aire desvía localmente el aire de la base de la llama, al mismo tiempo que sigue permitiendo la mezcla corriente abajo. Algunos ensayos recientes han demostrado que el quemador (40) ofrece emisiones menores de NO_x sin sacrificar la eficien-

cia de la combustión. En ensayos con tres carbones bituminosos orientales, el quemador según la presente invención mostró niveles de salida efectivamente equivalentes de monóxido de carbono para dos de los carbones, y una menor pérdida a la ignición (LOI), a ajustes optimizados de uno de los carbones, al tiempo que se reducían simultáneamente las emisiones de NO_x, en comparación con el quemador DRB-XCL®. La pérdida a la ignición es una medida de la ineficiencia de la combustión. Cuando es necesario, se pueden incorporar al diseño del quemador dispositivos de mezcla en la tobera del carbón para mejorar aún más el comportamiento de la combustión. Un ejemplo de este dispositivo de mezcla es un rotor (60) colocado dentro de la zona primaria (42) como se ilustra en la Figura 5. El diseño del quemador según la presente invención incorpora una serie de características que proporcionan un mejor control respecto a los quemadores existentes. La zona de transición (46) proporciona una región de acoplamiento de la llama perfectamente definida que permite estabilizar la llama y no interfiere en la distribución del aire secundario interior ni en la turbulencia. La zona de transición (46) puede también configurarse de manera que se introduzca una cantidad limitada de aire secundario, modificándose eficazmente la proporción local entre aire primario/carbón (PA/PC). Esto se utiliza para mitigar la temperatura del quemador, insuflar aire directo adicional en la base de la llama y regular mejor la zona próxima a la mezcla del quemador. El aire introducido a través de la zona de transición (46) puede controlarse con uno o varios componentes accesorios para hacer girar, de forma radialmente directa, o para añadir turbulencia al aire. La distribución de aire a través de las zonas secundarias (48), (50) del quemador (40) pueden controlarse bien sea por medio de aletas móviles (24) o por medio del disco deslizante (56), o por ambos a la vez. El quemador (40) de la presente invención ofrece estabilidad gracias al uso de una combinación de conceptos de estabilización mecánica y aerodinámica a fin de producir la llama estable de carbón pulverizado. La zona de transición primario-secundario (46) actúa como región de anclaje de la llama, que permite un mejor acoplamiento de la llama. La zona de transición, combinada con la corriente de aire secundario produce una zona de recirculación de escaso valor entre las corrientes primaria y secundaria, lo que fomenta asimismo la obtención de una llama estable. El diseño del aire secundario proporciona turbulencia al aire de la combustión a fin de estabilizar aerodinámicamente la llama y controlar la mezcla de la misma. Esta característica, junto con la gama de control que proporciona el diseño tal como aquí se describe, dan la capacidad de asegurar la estabilidad de la llama en una amplia gama de condiciones de carga y combustión. Por último, el quemador según la presente invención ofrece simplicidad por el hecho de que este diseño no exige el uso de dispositivos montados para estabilización de la llama que podrían sufrir unos fuertes ciclos térmicos y corrosión. El diseño del quemador de la presente invención está concebido para su uso en calderas tanto nuevas como existentes. El quemador podría configurarse igualmente para utilizar una combinación de combustibles fósiles, introduciéndose cambios menores en los dispositivos existentes. Por ejemplo, el carbón pulverizado podría alimentarse a través de la zona primaria, mientras que, a través de la zona de transición, se inyecta una pequeña cantidad de gas natural. En esta configuración, el gas natural constituiría de un 5 a un 15% de la aportación térmica del quemador. Además, el quemador DRB-4Z™ de la presente invención no exige modificaciones en el lado del aire primario/combustible ni requiere una gran finura en el carbón.

Aunque la descripción concreta ha hecho referencia a carbón pulverizado, es también perfectamente apropiado para la combustión de fuel oil o gas natural. Un atomizador situado en el conducto central (42) puede permitir la combustión de fuel oil de la manera preferente aquí descrita. Como variante, un gran mechero situado en el conducto central (42), o múltiples mecheros menores en la zona de transición (46) pueden permitir la combustión del gas de la manera preferente aquí descrita.

Aunque se han ilustrado y descrito con detalle las formas de realización específicas de la invención con el fin de presentar un ejemplo de la aplicación de los principios de la misma, deberá entenderse que la invención podría materializarse de cualquier otra manera, sin apartarse por ello de dichos principios.

REIVINDICACIONES

1. Quemador con bajas emisiones y pocas pérdidas de combustible sin quemar, comprendiendo el quemador:

unos medios para definir una tobera de combustible para el paso de un combustible primario con el aire primario para la combustión en una zona primaria (42), teniendo la tobera de combustible un eje así como un extremo de salida;

unos medios (45) para definir una zona anular de transición (46) que rodea concéntricamente dichos medios de definición de la tobera de combustible, estando constituidos dichos medios de definición de la zona de transición (45) a fin de proporcionar aire para la mezcla próxima al quemador y para la estabilidad de la llama; y

unos medios para definir una zona interior de aire secundario (48) y una zona exterior de aire secundario (50), rodeando concéntricamente dicha zona interior de aire secundario (48) dichos medios (45) de definición de la zona de transición, y rodeando concéntricamente la zona exterior (50) de aire secundario dicha zona interior de aire secundario (48), colocándose unas paredes (45) respectivas entre dichas zonas interior y exterior de aire secundario (48, 50) y entre dicha zona de transición (46) y dicha zona interior de aire secundario (48), presentando cada una de dichas zonas interior y exterior de aire secundario (48, 50) un extremo de salida respectivo y por lo menos una respectiva aleta (24) de rotación del flujo, en la proximidad del extremo de salida, con lo cual, cuando se utiliza, el aire se desvía localmente de la llama próxima al extremo de salida de la tobera de combustible, al mismo tiempo que permite su mezcla corriente abajo;

en el que la zona anular de transición (46) separa la zona primaria (42) y las zonas de aire secundario (48, 50), y comprende además unos medios (56) para ajustar el aire secundario de combustión, encontrándose dichos medios de ajuste (56) adyacentes a dichas zonas (48, 50) de aire secundario para controlar el flujo de aire a las mismas, y **caracterizado** porque dichos medios de ajuste (56) están dispuestos de manera que la zona anular de transición (46) desvíe el aire secundario de combustión a dicha zona exterior (50) de aire secundario.

2. Quemador según la reivindicación 1, que comprende asimismo unos medios para impartir un movimiento de torbellino al aire introducido a través de dicha zona de transición (46), a fin de aumentar los niveles de turbulencia y mejorar el control de la combustión.

3. Quemador según la reivindicación 1 ó 2, en el que dicha zona de transición (46) desvía el aire al extremo de salida de dichas zonas interior y exterior de aire secundario (48, 50).

4. Quemador según la reivindicación 1, 2 ó 3, que comprende asimismo unos medios ajustables (24) para impartir un movimiento de torbellino, colocados en dicha zona secundaria interior (48).

5. Quemador según la reivindicación 4, que comprende asimismo unos medios fijos y ajustables (22, 24) para impartir un movimiento de torbellino, estando colocados en dicha zona exterior de aire secundario (48).

6. Quemador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende asimismo unos medios para distribución del aire (58), que permiten controlar la dirección del aire y fijados a un extremo de salida de dichos medios de definición de la zona de transición (45).

7. Quemador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de ajuste (56) comprenden un disco deslizante (56).

8. Quemador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos medios de definición de la zona de transición (45) comprenden un manguito deslizante (54) alrededor del exterior de los mismos, para controlar el flujo de aire secundario a través de dicha zona de transición (46).

9. Quemador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende asimismo un dispositivo de mezcla (12) colocado dentro de dichos medios de tobera de combustible para mejorar la mezcla durante la combustión.

10. Quemador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende asimismo por lo menos una aleta de rotación del flujo en dicha zona de transición (46).

11. Quemador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende asimismo unos conos (58) que se extienden hacia el exterior, en los extremos de salida de dichas zonas interior y exterior de aire secundario (48, 50), y una salida de dichos medios de definición de la zona de transición (45).

12. Quemador según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, que comprende asimismo un atomizador en la tobera de combustible para permitir la combustión de fuel oil.

13. Quemador según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, que comprende asimismo un mechero en la tobera de combustible para permitir la combustión de gas natural.

14. Quemador según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, que comprende asimismo por lo menos dos mecheros en la zona de transición (46) para permitir la combustión de gas natural.

15. Procedimiento para reducir las emisiones de NO_x y disminuir las pérdidas de combustible no quemado durante la combustión en un quemador, que comprende:

alimentar combustible y aire primario a través de un cuello (52) del quemador a través de una zona primaria (42);

suministrar una corriente interior de aire secundario a través de dicho cuello (52) del quemador a través de una zona interior de aire secundario (48), que rodea concéntricamente dicha zona primaria (42);

suministrar una corriente exterior de aire secundario a través de dicho cuello (52) del quemador a través de una zona exterior de aire secundario (50), que rodea concéntricamente dicha zona interior de aire secundario (48);

introducir una corriente de aire de la zona de transición a través de dicho cuello (52) del quemador, a través de una zona de transición (46), situada concéntricamente entre dicha zona primaria (42) y dicha zona interior de aire secundario (48), desviando de este modo las corrientes interior y exterior de aire secundario para producir una llama que tiene una zona de desvolatilización pobre en oxígeno en la proximidad de dicho cuello (52) del quemador; e

impartir un movimiento de torbellino a las corrientes interior y exterior de aire secundario de di-

chas zonas interior y exterior de aire secundario (48, 50) para desviar localmente el aire de la llama próxima a dicho cuello (52) del quemador, al mismo tiempo que permite su mezcla corriente abajo, y ajustar el aire secundario de combustión adyacente a dichas zonas secundarias de aire (48, 50), de manera que la zona de transición (46) desvíe el aire secundario de combustión hacia dicha zona exterior de aire secundario (50).

16. Procedimiento según la reivindicación 15, que comprende asimismo la etapa de proporcionar una mezcla local para mejorar la eficiencia de la combustión con aletas fijas y ajustables (22, 24) colocadas dentro del quemador.

FIG.1

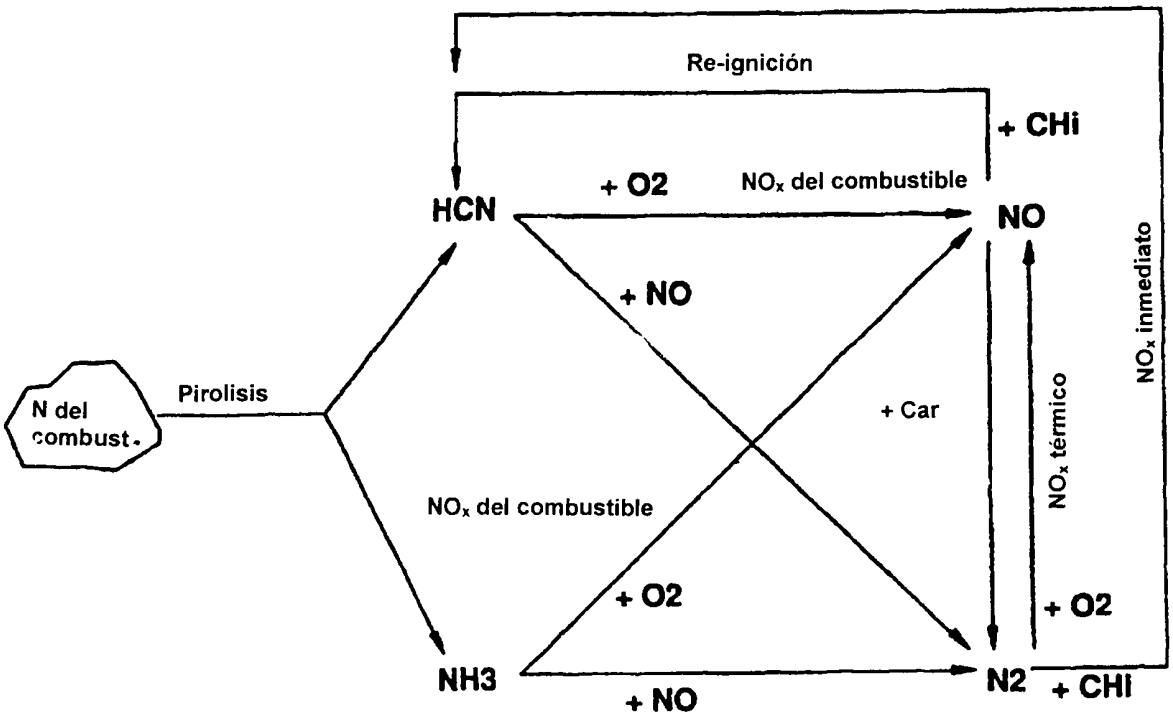

Re-ignición
+ CHi
+ O2
NOx del combustible
HCN
NO
+ NO
N del combust.
Pirolisis
+ Car
NOx térmico
NOx inmediato
NOx del combustible
+ O2
+ O2
NH3
N2
+ CHi
+ NO

FIG.2 TÉCNICA ANTERIOR

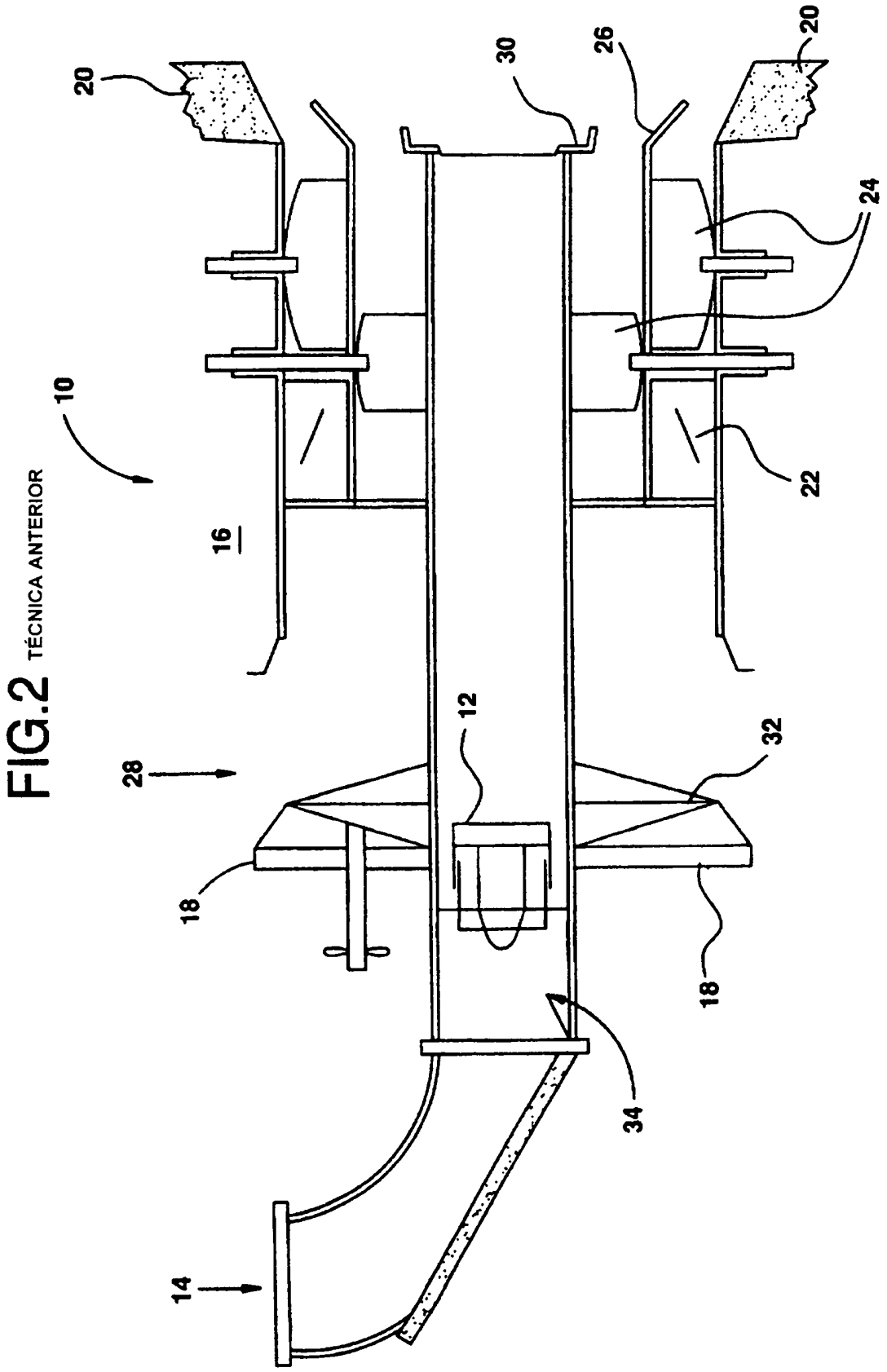
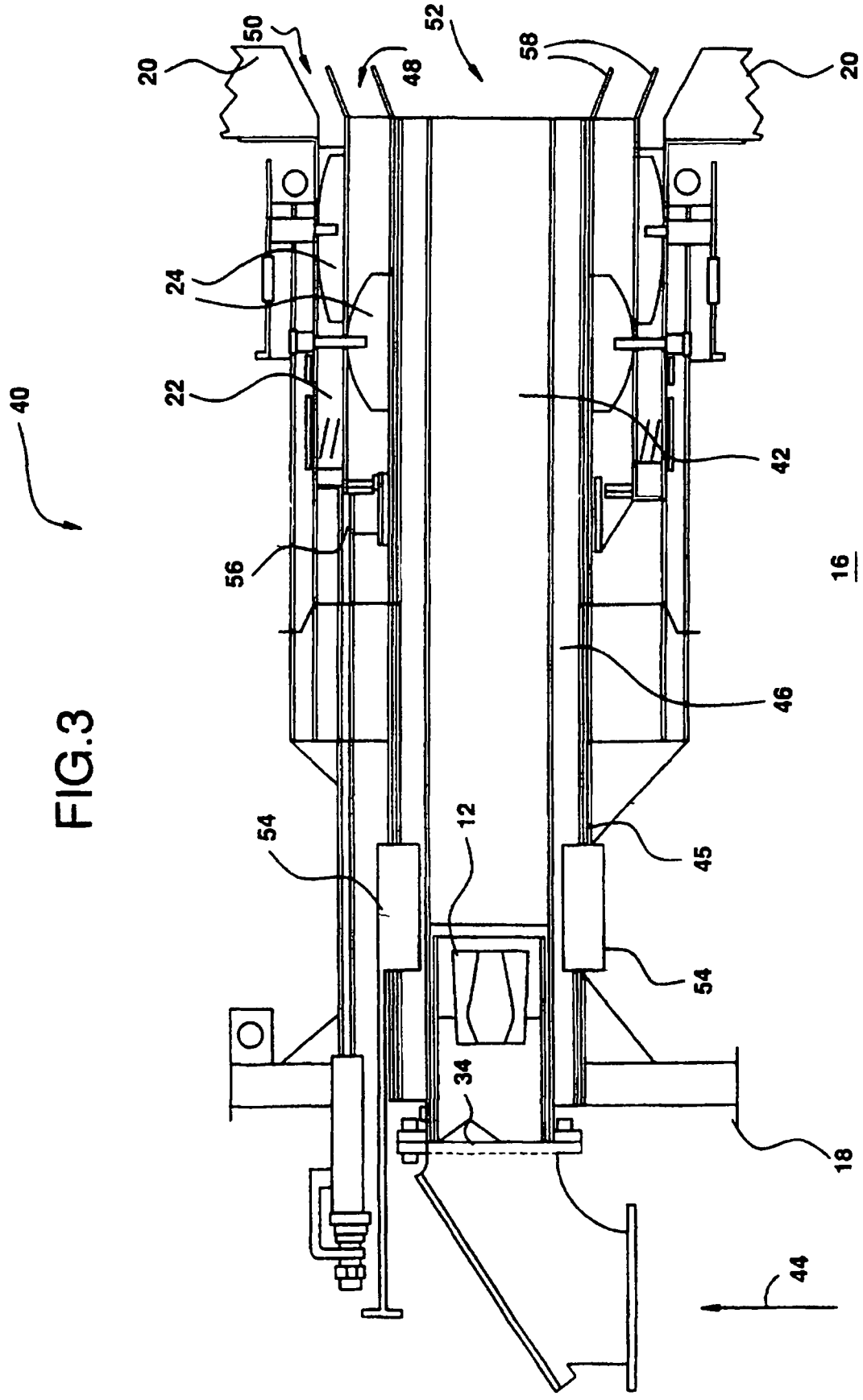


FIG.3



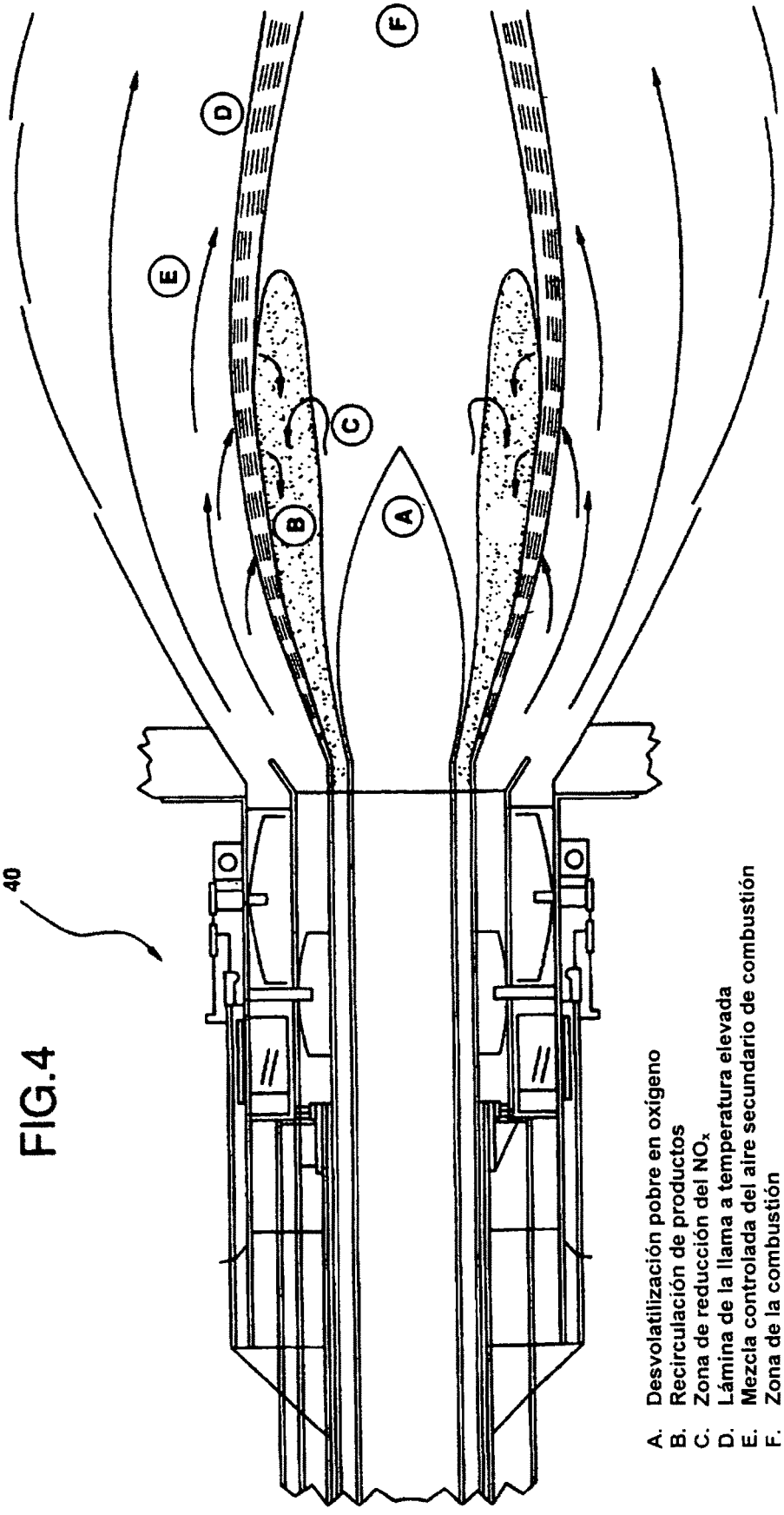


FIG.4

A. Desvolatilización pobre en oxígeno
B. Recirculación de productos
C. Zona de reducción del NO_x
D. Lámina de la llama a temperatura elevada
E. Mezcla controlada del aire secundario de combustión
F. Zona de la combustión

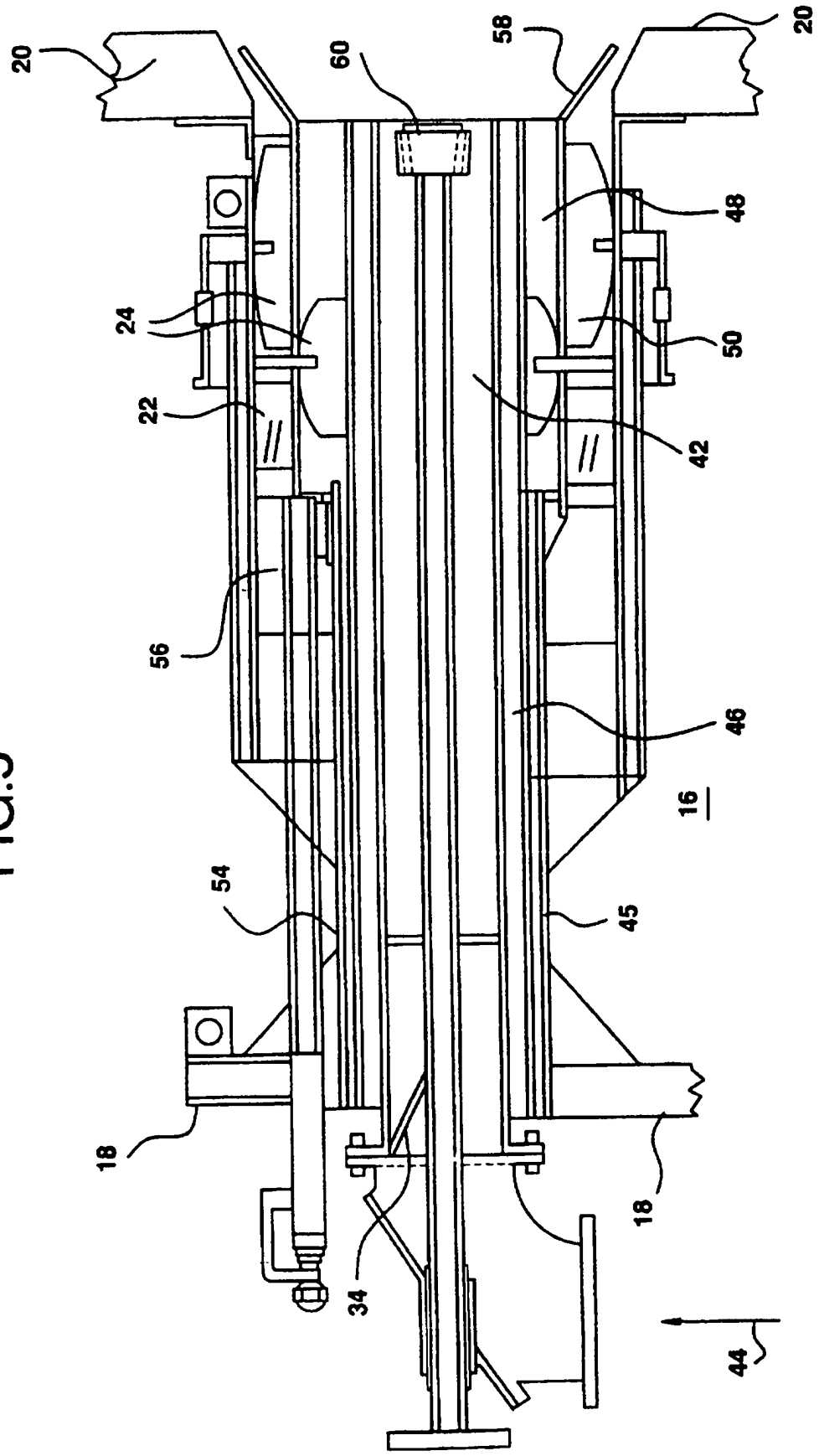



FIG.5