

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 986 379**

51 Int. Cl.:

F23C 1/00 (2006.01)

F23C 9/06 (2006.01)

F23C 9/00 (2006.01)

F23D 11/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.06.2018 PCT/US2018/037328**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.12.2018 WO18231979**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.06.2018 E 18816538 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2024 EP 3638950**

54 Título: **Cabezal de quemador de combustión con recirculación de vórtice**

30 Prioridad:

14.06.2017 US 201715622270

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.11.2024

73 Titular/es:

**WEBSTER COMBUSTION TECHNOLOGY LLC
(100.0%)
619 Industrial Road
Winfield, KS 67156, US**

72 Inventor/es:

**BEARD, JUSTIN J.;
CORBETT, EDWARD;
SONDERVAN, JOACHIM P. y
VANDERPOOL, JOSEPH B.**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 986 379 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

Cabezal de quemador de combustión con recirculación de vórtice

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere generalmente a un cabezal de quemador de combustión y, más específicamente, a un cabezal de quemador de combustión con recirculación de vórtice que genera bajas concentraciones de emisiones de monóxido de carbono y óxido de nitrógeno.

10

Antecedentes

Un problema común asociado con la quema de combustibles fósiles es la generación y emisión de monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno (NO_x). En las calderas de gas y petróleo, el combustible y el aire se mezclan en un quemador y se proporciona un dispositivo de encendido para encender la mezcla en una cámara de combustión. El calor se genera dentro de la cámara de combustión y se transfiere mediante un intercambiador de calor. Los gases de combustión se liberan desde una chimenea del intercambiador de calor y pueden recircularse en el proceso de combustión para reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno. Este proceso se conoce como recirculación de gases de combustión (FGR). La recirculación de gases de combustión (FGR) reduce la temperatura de la llama y, por lo tanto, reduce la cantidad de emisiones de NO_x térmico. La recirculación de gases de combustión (FGR) también juega un papel en la minimización de los niveles de monóxido de carbono (CO)

15

20

25

También se utilizan otros procesos, como la premezcla de oxidante y combustible con bajo contenido de combustible, la preparación del aire y la preparación del combustible para reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno. La preparación del combustible implica quemar una pequeña cantidad de una corriente de combustible primaria como fuente de ignición para una corriente de combustible secundaria. La preparación del combustible reduce la temperatura en la cámara principal, reduciendo así la cantidad de emisiones de óxido de nitrógeno térmico.

30

35

La normativa actual exige niveles de NO_x de un solo dígito, por ejemplo, sub-9 partes por millón (ppm) y sub-5 ppm. Lamentablemente, medida que los niveles de NO_x disminuyen, la estabilidad de la llama también disminuye. La ubicación y la fijación de la llama son importantes a la hora de abordar la estabilidad de la llama. Por ejemplo, es deseable ubicar la llama lo más cerca posible del quemador para maximizar el área efectiva de la caldera. Además, es deseable que la llama se mueva lo menos posible mientras se modula para lograr el máximo rendimiento. Mientras que otros han intentado reducir la cantidad de emisiones dañinas de CO y NO_x en los quemadores de combustión, se necesitan mejoras para reducir aún más la cantidad de monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno generados y emitidos, manteniendo al mismo tiempo la estabilidad de la llama.

40

45

El documento US 2006/147854 A1 describe un cabezal de quemador que tiene al menos dos y preferiblemente cuatro aberturas en una placa de aberturas, con paletas guía inclinadas uniformemente para el suministro de aire entrante en la dirección de un eje a una cámara de combustión en forma de chorros de aire entrante que se cruzan entre sí en la cámara. El documento EP 0789189 A2 describe un quemador que tiene un combustible líquido o gaseoso, que es especialmente aceite, y que es alimentado por una boquilla que está rodeada por una abertura concéntrica. Este último suministra aire a la región de salida de la boquilla. El documento DE 4301779 A1 describe un quemador de aceite o gas que tiene una placa plana o cónica montada entre una cámara de mezcla y boquillas de combustible. El documento DE 2809933 A1 describe un quemador para combustibles líquidos o gaseosos que tiene un tubo coaxial con el conducto de aire.

Resumen de la invención

50

55

La presente invención está dirigida a un cabezal de combustión inventivo para operar un quemador de combustión de tal manera que se emiten concentraciones reducidas de monóxido de carbono y óxido de nitrógeno y se mantiene la estabilidad de la llama. El cabezal de combustión incluye una placa difusora con una pluralidad de aletas para proporcionar un vórtice y un giro uniforme. El cabezal de combustión también incluye un anillo fijado a una superficie exterior del difusor para ayudar a estabilizar el vórtice. El sistema también puede incluir recirculación de gases de combustión.

60

Una ventaja de una realización del cabezal de combustión para un quemador es que la llama se estabiliza entre la punta del quemador y la pared de una caldera. En una realización del cabezal de combustión, la llama está anclada a la parte delantera del quemador. Otra ventaja de una realización del cabezal de combustión es que la base de la llama está en la cámara de combustión.

El quemador de combustión con recirculación de vórtice descrito en este documento puede estar hecho de cualquier material adecuado, incluyendo cerámica, polímeros, metales ferrosos y no ferrosos y sus aleaciones y compuestos.

65

En general, en un aspecto, se proporciona un cabezal de combustión con recirculación de vórtice para un quemador según la reivindicación 1.

Según una realización, la pluralidad de aletas están espaciadas equitativamente circunferencialmente.

5 Según una realización, el elemento de extensión está dispuesto en un extremo descendente del cabezal de retención de llama.

10 Según una realización, se incluye al menos un orificio tangencial asegurado dentro de una de la pluralidad de aberturas, estando configurado el al menos un orificio tangencial para redirigir una porción de la corriente de combustible primaria lejos del anillo.

Según una realización, cada una de la pluralidad de aletas incluye un primer extremo y un segundo extremo donde el primer extremo está libre y el segundo extremo está adyacente al anillo.

15 Según una realización, el segundo extremo se apoya en el anillo.

Según una realización, cada una de la pluralidad de aletas está dispuesta en un ángulo con respecto a un eje vertical del cabezal de combustión donde el ángulo está entre 5 y 50 grados.

20 Según una realización, cada una de la pluralidad de aletas está dispuesta en un ángulo con respecto a un eje vertical del cabezal de combustión donde el ángulo está entre 20 y 40 grados.

Según una realización, cada una de la pluralidad de aletas está dispuesta en un ángulo con respecto a un eje vertical del cabezal de combustión donde el ángulo es de aproximadamente 30 grados.

25 De acuerdo con una realización, se incluyen y aseguran una pluralidad de orificios tangenciales dentro de la pluralidad de aberturas, incluyendo cada orificio tangencial un cuerpo hueco y una cabeza que tiene una abertura donde el cuerpo hueco y la abertura están conectados de manera que el combustible puede pasar a través de ellos y donde la abertura está dispuesta aproximadamente a 90 grados con respecto al cuerpo hueco.

30 Estos y otros aspectos de la invención serán evidentes a partir de las realizaciones que se describen a continuación.

Breve descripción de las figuras

35 Lo anterior será evidente a partir de la siguiente descripción más particular de realizaciones ilustrativas, como se ilustra en los dibujos adjuntos en los que caracteres de referencia similares se refieren a las mismas partes en todas las diferentes vistas. Los dibujos no están necesariamente a escala, sino que se hace hincapié en ilustrar las realizaciones de la presente invención.

40 La figura 1 es una vista en perspectiva de un cabezal de combustión con recirculación de vórtice para un quemador, según una realización ilustrativa de la presente invención.

La figura 2 es una vista en elevación del extremo derecho del cabezal de combustión con recirculación de vórtice de la figura 1, según una realización ilustrativa de la presente invención.

45 La figura 3 es una vista en elevación del extremo izquierdo del cabezal de combustión con recirculación de vórtice de la figura 1, según una realización ilustrativa de la presente invención.

50 La figura 4 es una vista en sección transversal del cabezal de combustión con recirculación de vórtice de la figura 1, tomada generalmente a lo largo de la línea AA en la figura 2, según una realización ilustrativa de la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones

A continuación sigue una descripción de realizaciones ilustrativas.

55 Haciendo referencia ahora a los dibujos, en los que los mismos números de referencia se refieren a partes iguales en todos ellos, se muestra un cabezal 100 de combustión con recirculación de vórtice para un quemador que genera bajas concentraciones de emisiones de monóxido de carbono y óxido de nitrógeno mientras que proporciona simultáneamente una estabilidad de llama mejorada. Si bien las figuras ilustran un cabezal de combustión con recirculación de vórtice que incluye entradas de combustible primarias y secundarias que están dispuestas en una
60 orientación ascendente, se debe apreciar que, en funcionamiento, el cabezal de combustión con recirculación de vórtice está dispuesto de manera que las entradas de combustible primarias y secundarias estén dispuestas en una orientación hacia abajo o en cualquier orientación.

65 En la figura 1 se muestra una vista en perspectiva de un cabezal 100 de combustión con recirculación de vórtice para un quemador, según una realización. La figura 2 es una vista en elevación del extremo derecho del cabezal de combustión con recirculación de vórtice de la figura 1. La figura 3 es una vista en elevación del extremo izquierdo del

5 cabezal de combustión con recirculación de vórtice de la figura 1. La figura 4 es una vista en sección transversal del
cabezal de combustión con recirculación de vórtice de la figura 1, tomada generalmente a lo largo de la línea AA en la
figura 2. Lo siguiente debe verse basándose en las figuras 1-4. El cabezal 100 de combustión con recirculación de
vórtice generalmente incluye una brida 102 de entrada configurada para conectarse con un ventilador o soplador de
aire de combustión con pernos a través de las aberturas dentro de la brida de entrada, un alojamiento 104, una brida
106 de montaje configurada para conectarse con una cámara de combustión, un cabezal 108 de retención de llama y
entradas de combustible primarias y secundarias 110, 112. Se debe tener en cuenta que la ubicación de la brida 106
de montaje se puede modificar según diferentes configuraciones del quemador/cámara de combustión. Por ejemplo,
10 en una realización, la brida de montaje se puede disponer más abajo de la posición mostrada en las figuras. Se puede
usar cualquier posición adecuada.

15 La brida 102 de entrada, que está dispuesta en un extremo ascendente del alojamiento 104, está conectada a un
ventilador o soplador de aire de combustión y el oxidante se suministra al alojamiento 104 a través del ventilador de
aire de combustión.

20 Una corriente de combustible primario se suministra al quemador en una entrada 110 primaria y a través del tubo 114
de combustible a través del orificio pasante del alojamiento 104, a través del colector 115 y hacia una zona de
combustión primaria donde se mezcla con el oxidante para producir una llama primaria.

25 Una corriente de combustible secundaria se suministra al quemador en la entrada 112 secundaria, a través del orificio
pasante del alojamiento 104, a través del colector 116 y hacia una pluralidad de inyectores 118 de combustible
dispuestos circunferencialmente. Los inyectores de combustible están dispuestos alrededor de una superficie 128
externa del alojamiento 104 dentro de una cámara de distribución que incluye aire. La corriente de combustible
secundaria se mezcla con aire para proporcionar un flujo secundario de aire y gas.

30 El cabezal 108 de retención de llama está fijado en un extremo descendente del alojamiento 104, que está opuesto al
extremo ascendente del alojamiento donde está dispuesta la brida 102 de entrada. El cabezal 108 de retención de
llama incluye una placa difusora 109 que incluye una pluralidad de aletas 120, una pluralidad de aberturas 122, una
pluralidad de aberturas 123 para pernos de montaje para pernos y un anillo 124. La placa difusora 109 está dispuesta
a lo largo de un eje vertical del cabezal de combustión. En una realización, la pluralidad de aberturas 122 están
dispuestas en el exterior radialmente con respecto a las aberturas de los pernos 123 de montaje, el anillo 124 y la
pluralidad de aletas 120. La pluralidad de aletas 120 están dispuestas en el interior radialmente con respecto al anillo
124 y las aberturas 122 y 123. En otras palabras, las aberturas 122 y 123, la pluralidad de aletas 120 y el anillo 124
están dispuestos concéntricamente.

35 Según una realización, cada aleta de la pluralidad de aletas 120 está dispuesta en un ángulo con respecto al eje
vertical del cabezal de combustión donde el ángulo está entre 5 y 50 grados. Según una realización, cada aleta de la
pluralidad de aletas 120 está dispuesta en un ángulo con respecto al eje vertical donde el ángulo está entre 20 y 60
grados. Según una realización, cada aleta de la pluralidad de aletas 120 está dispuesta en un ángulo con respecto al
eje vertical donde el ángulo es de aproximadamente 30 grados. Según una realización, cada aleta de la pluralidad de
40 aletas 120 tiene forma sustancialmente rectangular. Sin embargo, se puede utilizar cualquier configuración y/o forma
adecuada. Según una realización, la pluralidad de aletas 120 están espaciadas de modo uniforme
circunferencialmente. Aunque hay ocho aletas mostradas en la realización representada en las figuras, debe tenerse
en cuenta que se pueden utilizar aletas adicionales o menos en su lugar. Por ejemplo, en una realización ilustrativa,
45 hay cuatro aletas espaciadas equitativamente circunferencialmente. Según una realización, cada aleta de la pluralidad
de aletas 120 incluye un primer extremo y un segundo extremo donde el primer extremo está libre y el segundo extremo
está adyacente al anillo 124. Cada aleta se puede fijar y apoyar en el anillo 124 para aumentar la estabilidad. El término
“libre” pretende significar que no está conectado a otra estructura física. Según una realización, la pluralidad de aletas
120 se puede producir dentro de la placa difusora de acero 109 formando aberturas mediante corte por láser, corte
50 por plasma o cualquier otro método adecuado. Una vez formadas las aberturas, las hojas se pueden fijar de forma fija
en la parte superior de las aberturas mediante soldadura, por ejemplo, o cualquier otro método adecuado.

55 Según una realización, se proporciona una fuente de ignición 130 radialmente hacia afuera del anillo 124 y la pluralidad
de aletas 120. Según una realización, las entradas de combustible primarias y secundarias 110, 112 están dispuestas
aproximadamente a 180 grados circunferencialmente desde la fuente de ignición 130. En una realización ilustrativa,
el orificio para el tubo escáner 132 está dispuesto aproximadamente a 90 grados de la fuente de ignición 130. En otra
realización ilustrativa, el tubo escáner 132 está dispuesto a menos de 90 grados circunferencialmente de la fuente de
ignición 130. En otra realización ilustrativa, el tubo escáner 132 está dispuesto entre 90 y 180 grados
60 circunferencialmente desde la fuente de ignición 130 (en sentido horario o antihorario).

65 Según una realización, el orificio 132 para un tubo escáner de llama está dispuesto dentro del cabezal 108 de retención
de llama. En una realización, el tubo del escáner de llama está dispuesto dentro del orificio 132 radialmente hacia
adentro del anillo 124 y la pluralidad de aberturas 122 y próximo a la pluralidad de aletas 120. En una realización, el
orificio y el tubo del escáner 132 están dispuestos entre dos aletas adyacentes de la pluralidad de aletas 120. El
escáner en sí no está colocado dentro del alojamiento, ya que los gases FGR calientes lo destruirían. En su lugar, el
escáner está dispuesto dentro de un tubo de escáner UV (no mostrado) que se extiende desde la parte posterior del

alojamiento (no mostrada) a través del difusor 109 en el orificio 132 para fijar el ángulo del escáner y asegurarse de que el escáner esté posicionado apropiadamente. Se debe tener en cuenta que el tubo se puede fijar en la parte posterior del alojamiento en cualquier ubicación adecuada. Por ejemplo, en una realización, un escáner UV está dispuesto dentro del tubo a menos de 180 grados circunferencialmente de las entradas de combustible primaria y secundaria 110, 112 (en dirección contraria a las agujas del reloj como se muestra en la figura 2). Se debe tener en cuenta que el orificio y el tubo escáner 132 también pueden estar dispuestos a menos de 180 grados circunferencialmente de las entradas de combustible 110, 112 en el sentido de las agujas del reloj. En una realización ilustrativa, el orificio y el tubo escáner 132 están dispuestos a menos de 90 grados circunferencialmente de las entradas de combustible 110, 112, ya sea en sentido horario o antihorario.

En la figura 2, hay veinte aberturas 122 dispuestas radialmente hacia afuera de ocho aberturas de pernos de montaje 123. Sin embargo, se pueden utilizar aberturas adicionales o menos y/o aberturas para pernos. En una realización ilustrativa, las aberturas 122 están rellenas de orificios tangenciales 125. En una realización ilustrativa que incluye orificios tangenciales 125, se puede utilizar un cuarto, la mitad o tres cuartos de los orificios tangenciales (o cualquier otro número adecuado de orificios tangenciales). En una realización ilustrativa, cada orificio tangencial 125 está dispuesto para proporcionar gas a la zona piloto y encender el quemador. Cada orificio tangencial 125 incluye un cuerpo hueco y una cabeza que incluye una abertura. Alrededor del exterior del cuerpo hueco de cada orificio tangencial hay una rosca externa que se utiliza para asegurarlo dentro de una abertura 122. En una realización ilustrativa, la cabeza es hexagonal; Sin embargo, se puede utilizar cualquier forma adecuada. En funcionamiento, la corriente de combustible primaria pasa a través de cada orificio tangencial pasando primero por el cuerpo hueco y luego pasando por la abertura en la cabeza. Utilizando una cabeza hexagonal como ejemplo, la abertura en la cabeza está dispuesta para extenderse desde el centro del cuerpo hueco a través de uno de los seis lados de la cabeza. De esta manera, la abertura en la cabeza dirige la corriente de combustible primario radialmente hacia afuera, alejándose del anillo 124. En una realización ilustrativa, la abertura en la cabeza está dispuesta aproximadamente a 90 grados con respecto al cuerpo hueco. En la figura 1, se muestra un ejemplo de abertura 127 en la cabeza hexagonal. La abertura 127 en la cabeza es mucho más pequeña que el cuerpo hueco, de modo que el flujo de combustible primario se dirige de manera controlada. Por ejemplo, el orificio tangencial 125 puede tener 1,468 cm (0,578") de largo incluyendo un cuerpo hueco que tiene un diámetro de 0,516 cm (0,203") y una abertura de la cabeza que tiene un diámetro de 0,157 cm (0,062") donde la cabeza tiene 0,953 cm (0,375") de ancho. A diferencia de las aberturas convencionales que dirigen el gas en forma recta, los orificios tangenciales aquí descritos dirigen el gas radialmente, manteniendo el gas dentro de la zona primaria, iniciando así el encendido. Se puede realizar un orificio tangencial 125 perforando el centro de un perno para formar el cuerpo hueco y perforando un orificio lateral de conexión en la cabeza. En una realización alternativa, puede haber aberturas adicionales en lados adicionales de la cabeza o aberturas adicionales en el mismo lado de la cabeza.

Según una realización, el cabezal 108 de retención de llama incluye un elemento 126 de extensión fijado a la superficie exterior 128 del cabezal 108 de retención de llama. El elemento 126 de extensión está dispuesto en un extremo descendente del cabezal 108 de retención de llama. En una realización ilustrativa, el elemento 126 de extensión es un anillo cilíndrico de material redondo de 0,635 cm (1/4"). En una realización ilustrativa, el elemento 126 de extensión es un anillo cilíndrico de material redondo de 0,953 cm (3/8"). Sin embargo, se pueden utilizar otras formas y tamaños alternativos adecuados. Por ejemplo, puede utilizarse iontoforesis inversa. En una realización ilustrativa, se proporciona un anillo rectangular de 0,953 cm (3/8") de alto y 1,27 cm (1/2") de largo. En otra realización ilustrativa, se proporciona un anillo rectangular de 0,635 cm (1/4") de alto y 0,953 cm (3/8") de largo.

Durante el funcionamiento, la placa difusora 109 crea una rotación de mezcla en el aire de combustión que fluye a través de ella y se genera una recirculación descendente de la nariz del quemador debido al aire primario en el centro (mostrado en la figura 4 con la flecha A). También se genera recirculación dentro de la cámara de combustión adyacente a una pared base de la cámara de combustión debido al flujo de aire y gas secundario introducido fuera de la superficie exterior 128 del cabezal 108 de retención de llama. Dicha recirculación se ubica ascendentemente de la nariz del quemador y radialmente fuera del quemador (mostrado en la figura 4 con las flechas B y C). El flujo de aire secundario y gas recirculado se enciende mediante la llama primaria. La placa difusora 109 del cabezal 108 de retención de llama proporciona ventajosamente un vórtice y un giro uniforme. El elemento 126 de extensión, que está fijado a la superficie exterior 128 del cabezal 108 de retención de llama, estabiliza ventajosamente el vórtice. A diferencia de permanecer retenida en la zona primaria del quemador, la llama durante el funcionamiento se estabiliza radialmente hacia afuera de la punta del quemador. En una realización ilustrativa, la llama durante el funcionamiento se estabiliza entre la punta del quemador y una pared de una cámara de combustión de una caldera. Durante el funcionamiento, se produce una llama que tiene el límite de llama mostrado en la figura 4 que comienza en el exterior del cabezal 108 de retención de llama y se extiende hacia afuera en dirección a las paredes de una cámara de combustión.

Según una realización, un quemador que incluye el cabezal de combustión con recirculación de vórtice descrito en este documento incluye un intercambiador de calor acoplado a la cámara de combustión. Un sistema de recirculación de gases de combustión se puede acoplar a una pila de calor del intercambiador de calor y configurar para recircular los gases de combustión nuevamente hacia una caja de viento del quemador. Los gases de combustión recirculados reducen el NO_x Emisiones al diluir la mezcla de combustible y aire y suprimir el mecanismo de NO_x térmico. El gas de combustión recirculado también reduce la concentración de oxígeno en la zona de llama primaria, reduciendo así la

formación de NO. Para controlar el flujo de aire de combustión hacia el alojamiento 104, se puede disponer un regulador cerca de la caja de viento del quemador.

El cabezal del quemador de combustión con recirculación de vórtice que incluye FGR se probó en un modelo 4S-350, una caldera escocesa con respaldo de agua de cuatro pasos disponible en Burnham Commercial ubicada en Lancaster, PA. El quemador específico incluía un difusor plano 109 con ocho ranuras dobladas 30 grados con respecto al eje vertical. El difusor ranurado plano 109 incluía un anillo difusor de calibre 12 de 18,098 cm (7,125"). Las ranuras estaban cubiertas con aletas de 7,62 cm (3") x 1,905 cm (¾") 120 para desviar el aire y evitar que se moviera en dirección hacia adelante. El anillo difusor exterior tenía una altura de 2,54 cm (1"). Los tubos de gas secundarios no incluían orificios. La parte frontal del quemador (primario) incluía nueve orificios n.º 51 x 1 y diez espacios en blanco. Se instalaron ocho pernos en la zona primaria. No se instalaron arandelas detrás del difusor, sino que se utilizó una junta. Se laminó una varilla 126 de 0,635 cm (¼") cortada a 95,885 cm (37,75") de longitud y se soldó en la punta de la zona primaria para empujar la llama hacia afuera.

Utilizando la configuración anterior a fuego bajo, se observa una raya desde la zona primaria hacia la zona secundaria, lo que indica que las zonas primaria y secundaria completas están en contacto. De esta manera, en este ejemplo de realización se fija la llama. El límite de la llama se extiende radialmente hacia afuera (en un ángulo en la dirección descendente) hacia la pared de la cámara de combustión desde el elemento 126 de extensión. Además, la llama no se mueve durante el funcionamiento de esta realización ilustrativa. La siguiente tabla incluye resultados de pruebas de la configuración anterior. Como se muestra en la tabla siguiente, en el punto 7 la cantidad de emisiones de NO_x es 0,0 ppm O₂:

	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7
Fuerza	4,9	5,4				8,7	10,17
Caja de viento O ₂ [%]						17,0	19,5
O ₂ [%]	3,3	3,5	3,3	3,0	4,0	4,1	7,8
CO [ppm corregidas]	0	0	0	0	0	0	0
NO _x [corrección de ppm]	4,8	4,1	4,0	3,3	1,8	1,8	0,0

En otra prueba de ejemplo con una caldera de la antigua Kewanee Boiler Company (modelo LM888), se utilizaron los siguientes parámetros de ejemplo. En el punto 1 la tasa total en kW es $9,75868635 \times 10^8$ (en MBTU/h es 3.329.802) donde los siguientes actuadores están dispuestos en las siguientes posiciones: la posición de la mariposa de combustible secundaria está a 22,2 grados, la posición de la mariposa de aire está a 12,9 grados, la posición de la mariposa de combustible primario está a 6 grados y la posición de la mariposa FGR está a 9,5 grados. También en el punto 1, se utilizan las siguientes presiones de operación: la presión del gas primario en el cabezal es de 30,988 cm (12,2 pulgadas) de columna de agua (IWC), la presión del gas secundario en el cabezal es de 0,7 IWC, la presión del alojamiento del soplador es de 1,7 IWC, la presión de la cámara de la caldera es de 0,06 IWC y la presión de entrada del ventilador es de -16,8 IWC. El porcentaje de O₂ del alojamiento del soplador es de 17,3 y la temperatura del alojamiento del soplador es de 53,3 grados C (128 grados F). En esta misma realización ilustrativa en el punto 1, la temperatura del aire ambiente es de 18,89 grados C (66 grados F) y la temperatura de la chimenea es de 170,56 grados C (339 grados F). Con estos parámetros en el punto 1, la cantidad de emisiones de O₂ es 3,7, la cantidad de emisiones de CO es de 8 ppm corregidas al 3 % de O₂, la cantidad de emisiones de NO_x es 3,5 ppm corregidas al 3 % de O₂, y la cantidad de emisiones de CO₂ es del 9,6 %.

En una realización ilustrativa que utiliza la caldera Kewanee LM888, cuando el porcentaje de O₂ en la caja de viento está en el rango de 15-16 %, las emisiones de NO_x están en el rango de 4,8-5 ppm corregidas al 3 % de O₂. En la misma realización ilustrativa, cuando el porcentaje de O₂ en la caja de viento se eleva (en el rango de 17-20 %), las emisiones de NO_x disminuyen a niveles en el rango de 2-3 ppm corregidos al 3 % de O₂.

Si bien se han descrito e ilustrado aquí varias realizaciones inventivas, aquellos con conocimientos ordinarios en la materia imaginarán fácilmente una variedad de otros medios y/o estructuras para realizar la función y/u obtener los resultados y/o una o más de las ventajas descritas aquí, y cada una de dichas variaciones y/o modificaciones se considera dentro del alcance de las realizaciones inventivas descritas en la presente descripción. De manera más general, los expertos en la materia apreciarán fácilmente que todos los parámetros, dimensiones, materiales y configuraciones descritos en este documento tienen la intención de ser ejemplares y que los parámetros, dimensiones, materiales y/o configuraciones reales dependerán de la aplicación o aplicaciones específicas para las cuales se utilizan las enseñanzas inventivas. Los expertos en la técnica reconocerán, o podrán determinar utilizando únicamente experimentación de rutina, muchos equivalentes a las realizaciones inventivas específicas descritas en este documento. Por lo tanto, debe entenderse que las realizaciones anteriores se presentan solo a modo de ejemplo y que, dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas, las realizaciones inventivas pueden practicarse de forma diferente a la específicamente descrita y reivindicada.

REIVINDICACIONES

1. Un cabezal (100) de combustión con recirculación de vórtice para un quemador, que comprende:
 - 5 un alojamiento (104) que tiene un orificio pasante, un extremo ascendente y un extremo descendente, dispuestos los extremos ascendente y descendente en lados opuestos del orificio pasante, estando configurado el alojamiento para recibir aire de combustión;
 - 10 una entrada (110) de combustible primario dispuesta adyacente al extremo ascendente del alojamiento configurada para introducir una corriente de combustible primario en el alojamiento;
 - una pluralidad de inyectores (118) de combustible dispuestos circunferencialmente alrededor de una superficie externa (128) del alojamiento (104) dentro de un plenum que incluye aire;
 - 15 una entrada (112) de combustible secundaria dispuesta descendentemente de la entrada de combustible primaria configurada para introducir una corriente de combustible secundaria en el alojamiento, la entrada (112) de combustible secundaria suministra combustible secundario a través de un colector (116) a la pluralidad de inyectores (118) de combustible, la corriente de combustible secundaria de la pluralidad de inyectores (118) de combustible se mezcla con aire para proporcionar un flujo de aire y gas secundario;
 - 20 un cabezal (108) de retención de llama que comprende una placa difusora fijada al extremo descendente del alojamiento, comprendiendo la placa difusora una pluralidad de aberturas (122), una pluralidad de aletas (120) y un anillo (124); y,
 - 25 un elemento (126) de extensión fijado a una superficie exterior del cabezal de retención de llama.
2. El cabezal (100) de combustión con recirculación de vórtice de la reivindicación 1, en donde la pluralidad de aletas (120) están espaciadas de modo uniforme circunferencialmente.
- 30 3. El cabezal (100) de combustión con recirculación de vórtice de la reivindicación 1, en donde el elemento (126) de extensión está dispuesto en un extremo descendente del cabezal (108) de retención de llama.
4. El cabezal (100) de combustión con recirculación de vórtice de la reivindicación 1, que comprende además al menos un orificio tangencial (125) fijado dentro de una de la pluralidad de aberturas (122), configurado el al menos un orificio tangencial para redirigir una parte de la corriente de combustible primaria lejos del anillo (124).
- 35 5. El cabezal (100) de combustión con recirculación de vórtice de la reivindicación 1, en donde cada una de la pluralidad de aletas (120) comprende un primer extremo y un segundo extremo, donde el primer extremo está libre y el segundo extremo está adyacente al anillo (124).
- 40 6. El cabezal (100) de combustión con recirculación de vórtice de la reivindicación 5, en donde el segundo extremo se apoya en el anillo (124).
- 45 7. El cabezal (100) de combustión con recirculación de vórtice de la reivindicación 1, en donde cada una de la pluralidad de aletas (120) está dispuesta en un ángulo con respecto a un eje vertical del cabezal de combustión donde el ángulo está entre 5 y 50 grados.
8. El cabezal (100) de combustión con recirculación de vórtice de la reivindicación 1, en donde cada una de la pluralidad de aletas (120) está dispuesta en un ángulo con respecto a un eje vertical del cabezal de combustión donde el ángulo está entre 20 y 40 grados.
- 50 9. El cabezal (100) de combustión con recirculación de vórtice de la reivindicación 1, en donde cada una de la pluralidad de aletas (120) está dispuesta en un ángulo con respecto a un eje vertical del cabezal de combustión donde el ángulo es de 30 grados.
- 55 10. El cabezal (100) de combustión con recirculación de vórtice de la reivindicación 1, que comprende además una pluralidad de orificios tangenciales (125) fijados dentro de la pluralidad de aberturas (122), comprendiendo cada orificio tangencial un cuerpo hueco y un cabezal que tiene una abertura donde el cuerpo hueco y la abertura están conectados de tal manera que el combustible puede pasar a través de ellos y donde la abertura está dispuesta a 90 grados con respecto al cuerpo hueco.
- 60

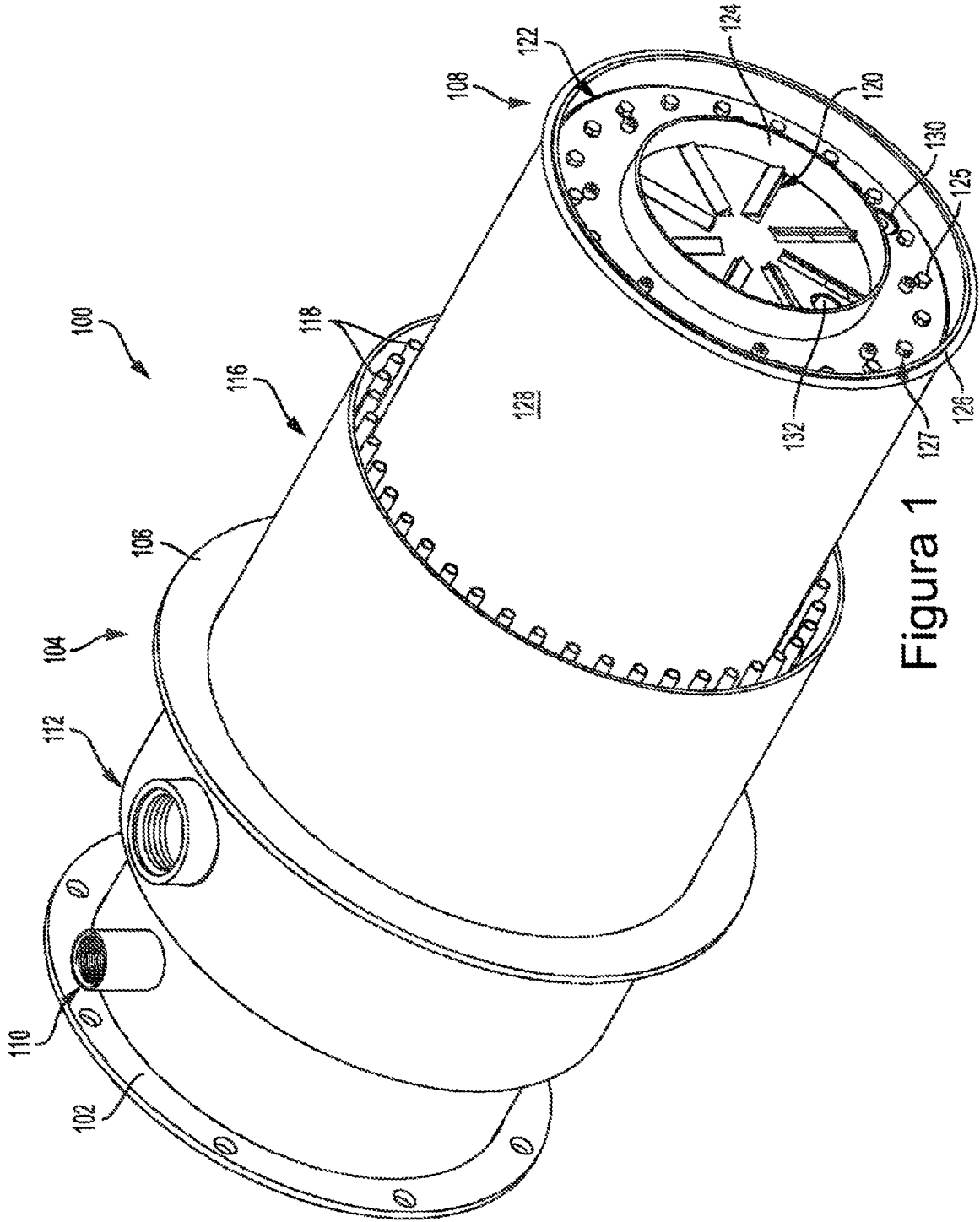


Figura 1

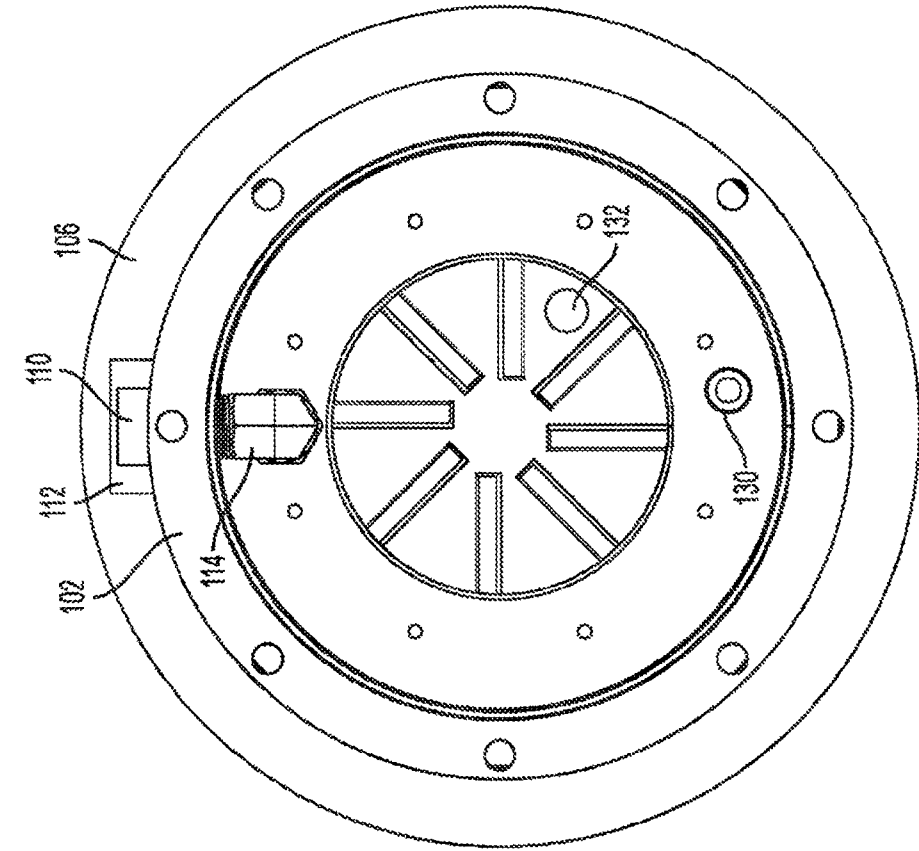


Figura 3

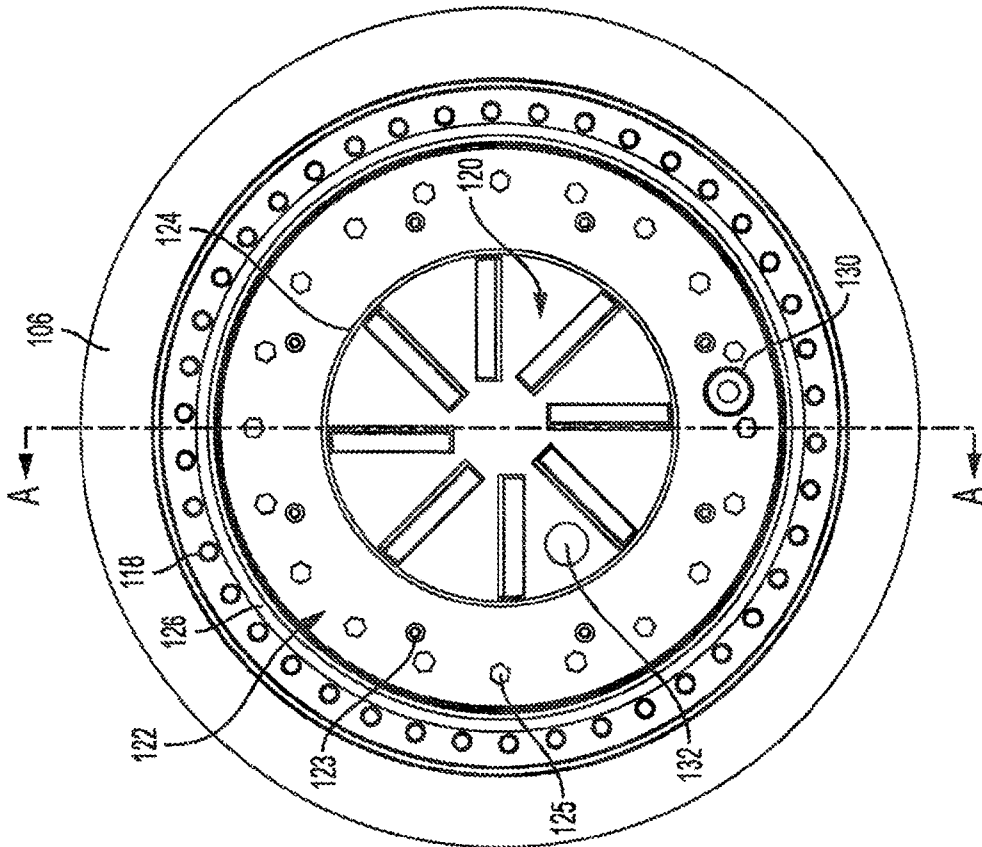


Figura 2

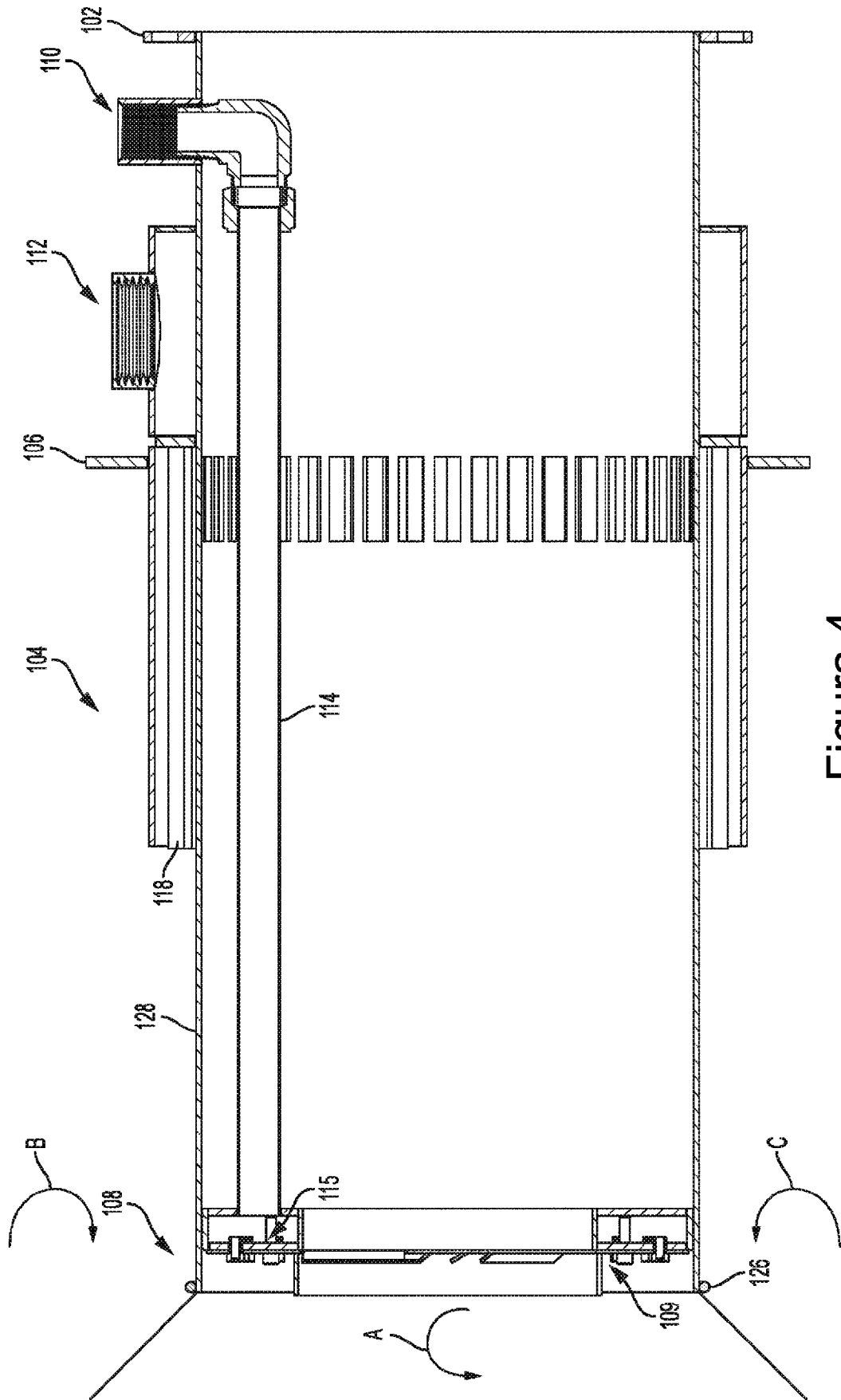


Figura 4