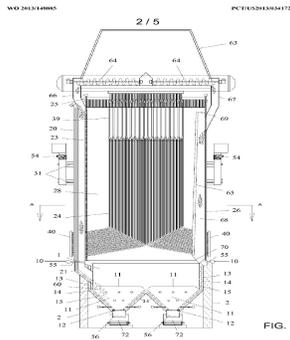


DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES

SOLICITUD FASE NACIONAL - PCT



1	Titulo de la Invención (200 caracteres o espacios máximos)		
MÉTODO Y APARATO PARA COCCIÓN MEJORADA DE BIOMASA Y OTROS COMBUSTIBLES SÓLIDOS PARA LA PRODUCCIÓN DE VAPOR Y GASIFICACIÓN			
2	Datos del Solicitante / Titular		
Nombre:	HIGGINS, DANIEL R.	Dirección Electrónica:	clientes@cavelier.com
Dirección:	14743 Sw Shoue Dr., Tiggard, Oregon 97224, Estados Unidos de America	Domicilio/País de constitución:	ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA - ALABAMA - MOBILE
Identificación:			
<input type="checkbox"/> CEDULA DE CIUDADANIA	<input type="checkbox"/> CEDULA DE EXTRANJERIA		
<input checked="" type="checkbox"/> EMPRESA EXTRANJERA	<input type="checkbox"/> NIT		
<input type="checkbox"/> PASAPORTE			

Número: 516861782374-

3

Solicitantes

	Apellidos - Nombres o Razón Social	Tipo	Identificación
1.	HIGGINS, DANIEL R.	EE	516861782374
2.	SULLIVAN, EUGENE	EE	516861782378

4 **Datos del Inventor**

Nombre:

Daniel R. HIGGINS

**Dirección
Electrónica:**

clientes@cavelier.com

Dirección:

14743 Sw Shoue Dr.,
Tiggard, Oregon
97224, Estados
Unidos de America

**Domicilio/País de
constitución:**

ESTADOS UNIDOS DE
AMÉRICA - ALABAMA -
MOBILE

Identificación:

CEDULA DE
CIUDADANIA

CEDULA DE
EXTRANJERIA

EMPRESA
EXTRANJERA

NIT

PASAPORTE

No Aplica

Número:

-

5

Inventor(es)

Apellidos - Nombres

Domicilio

1. HIGGINS Daniel R.

ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

2. SULLIVAN Eugene

ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

6

Datos Inventor(es)

País de Residencia

Departamento/Estado

Ciudad

Dirección

1.	ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA	ALABAMA	MOBILE	14743 Sw Shoue Dr., Tiggard, Oregon 97224, Estados Unidos de America
2.	ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA	ALABAMA	MOBILE	2616 Charleston Oaks Drive, W., Mobile, Alabama 36695, Estados Unidos de América
7 Datos del Representante Legal / Apoderado				
Nombre:		LUZ CLEMENCIA DE PAEZ	Dirección Electrónica:	cavelier@cavelier.com
Dirección:		Carrera 4 No. 72-35	Domicilio/País de constitución:	COLOMBIA - BOGOTA D.C. - BOGOTA D.C.
Identificación:				
<input checked="" type="checkbox"/> CEDULA DE CIUDADANIA <input type="checkbox"/> EMPRESA EXTRANJERA <input type="checkbox"/> PASAPORTE			<input type="checkbox"/> CEDULA DE EXTRANJERIA <input type="checkbox"/> NIT	
Número:		35456344-		
Presentación de Poder				
Año de Radicación				
Número de Radicación				
8 Datos Solicitud: PCT / WO				
Número Solicitud:		PCT/US2013/034172	Fecha Solicitud:	27/03/2013
Número Publicacion:		WO 2013/148885 A4	Fecha Publicacion:	03/10/2013
9 Declaraciones de prioridad			<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
1.	(33) País de origen ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA	Codigo del país US	(31) No. Solicitud 61/616,211	(32) Fecha 27/03/2012
10 Reivindicaciones				

Número reivindicaciones:	29	Pago Reivindicaciones:	Si
11 Reducción de tasas.			
<p><i>Declaro que carezco de medios económicos para presentar la solicitud de patente.</i></p> <p><input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO</p> <p>Nota: En caso de ser persona natural y carecer de medios económicos, y por lo tanto, aplique la reducción de tasas a que se refiere la resolución vigente en tarifas, debe firmar la presente solicitud bajo la gravedad de juramento.</p>			
<p><input type="checkbox"/> Micro, pequeñas y medianas empresas</p> <p><input type="checkbox"/> Universidades públicas o privadas</p> <p><input type="checkbox"/> Entidades sin ánimo de lucro</p> <p>Debe aportar los documentos que se indican en el numeral 17 de anexos</p>			
12 Documentos Anexos			
<p><input checked="" type="checkbox"/> Reivindicaciones</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Descripción</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Dibujos y/o Figuras</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Resumen</p> <p><input type="checkbox"/> Certificado Depósito Material Biológico</p> <p><input type="checkbox"/> Uso de Conocimiento tradicional</p> <p><input type="checkbox"/> Listado de secuencias</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Artes finales 12 x 12 cm</p> <p><input type="checkbox"/> Poderes, si fuere el caso</p> <p><input type="checkbox"/> Copia de la primera solicitud si se reivindica prioridad</p> <p><input type="checkbox"/> Traducción simple de la primera solicitud, si se reivindica prioridad</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Otros Anexos</p>			

REIVINDICACIONES ART. 19

1. El fondo de una caldera de combustible sólido está configurado como uno o más canales en la que la mayor parte de la cocción de combustible de dicha caldera cae en dicho canal o canales y se quema en los mismos, cada uno de dichos canal o canales comprenden una estructura de soporte exterior, una capa refractaria interior, y una capa aislante entre dicha estructura de soporte exterior y dicho revestimiento refractario interior, y en el que un nivel de combustible corresponde a la superficie superior de dicho combustible.
2. El fondo de la caldera de la reivindicación 1, en el que dicha estructura de soporte exterior comprende un sistema de conductos configurado para transportar el aire de combustión, oxígeno o gas de combustión de la caldera recirculada, o cualquier combinación de los mismos, a la cámara de combustión de dicha caldera.
3. El fondo de la caldera de la reivindicación 1, en el que las partes inferiores de cada uno de dichos canal o canales se truncan dando lugar a aberturas de aproximadamente horizontales en la parte inferior de cada uno de dichos canal o canales, y en el que un medio de tolva se extiende hacia abajo desde cada una de dichas aberturas y un fondo de rejilla móvil perforada reside por debajo de cada una de dichas aberturas de tal manera que cada uno de dichos fondos de rejilla móviles pueden abrirse periódicamente para descargar el contenido de cada uno de dichos canal o canales.
4. El fondo de la caldera de la reivindicación 3, en el que la combustión de aire, oxígeno o gas de combustión de caldera recirculada, o cualquier combinación de los mismos, se inyecta por debajo de cada uno de dichos fondos de rejilla móvil perforada y luego fluye hacia arriba a través de cada uno de dichos fondos de rejilla móvil perforada.
5. El fondo de la caldera de la reivindicación 4, en el que cada uno de dichos fondos de rejilla móvil perforada está sostenido por un eje giratorio, y cada uno de dichos fondos se abre mediante la rotación de cada uno de dichos ejes.
6. El fondo de la caldera de la reivindicación 5, en el que cada uno de dichos ejes es refrigerado por agua.
7. El fondo de la caldera de la reivindicación 1, en el que un gas que comprende la agitación de aire, oxígeno, gases de combustión de caldera

recirculada, o cualquier combinación de los mismos, se pueden inyectar a través de los puertos de agitación de aire situados dentro de uno o más lados de cada uno de dichos canal o canales en un manera suficiente para agitar y aflojar el combustible que reside en el mismo, y en el que el flujo y/o presión a través de cualquier puerto de agitación de gas puede ser ajustado independientemente de cualquier otro puerto de agitación de gas.

8. El fondo de la caldera de la reivindicación 7, que comprende además uno o más puertos de barrido de aire situados por encima de dichos puertos de agitación de aire, dichos puertos de barrido de aire están configurados para inyectar chorros de aire, oxígeno, gases de combustión de caldera recirculada, o cualquier combinación de los mismos, en un manera para barrer a través de la parte superior de dicho nivel de combustible, y en el que cualquier patrón de flujo de aire de barrido establecido puede invertirse periódicamente.

9. El fondo de la caldera de la reivindicación 1, en los que dichos canales están separados por una pared intermedia o paredes de construcción similares a dicho fondo de la caldera.

10. Una caldera de combustible sólido con una o más paredes internas de la sección del horno de la caldera, cada una de dichas paredes se compone de tubos de acero estrechamente espaciados en relación mutuamente paralela y alineados de tal manera que los ejes de los tubos son verticales en la mayor parte de su longitud, con dichos tubos que comprende uno o más circuitos de circulación de agua y/o de vapor dentro de la caldera, dicha caldera que tiene un fondo configurado como uno o más canales en los que la mayor parte de la cocción de combustible de dicha caldera cae en dicho canal o canales y se quema en el mismo, cada uno de dichos canal o canales comprende una estructura de soporte externa, una capa refractaria interior, y una capa aislante entre estructura de soporte exterior y dicho recubrimiento refractario interior, y en el que un nivel de combustible corresponde a la superficie superior de dicho combustible.

11. Una caldera de combustible sólido con una o más paredes internas de la sección de horno de la caldera, cada una de dichas paredes se componen de tubos de acero estrechamente espaciados en una relación mutuamente paralela y alineados de tal manera que las hachas de los tubos son verticales para la mayoría de su longitud, con dichos tubos que comprende uno o más circuitos de circulación de agua y/o de vapor dentro de la caldera y que tienen una estructura de soporte exterior forrada con aislamiento, y en el que dicho aislamiento se alinea

con un material refractario.

12. La caldera de la reivindicación 11, que comprende además un plenum de aire entre dicho aislamiento y dicha estructura de soporte.

13. La caldera de la reivindicación 10, que comprende además uno o más tolvas de combustible integral con una o más paredes exteriores de dicha caldera en que el combustible que fluye a través de dicho canal o canales se expone directamente al gas caliente de la caldera o a la radiación térmica a partir de una o más superficies de dichos canales de combustible que se calientan por dicha caldera de gas caliente para efectuar el secado parcial del combustible.

14. La caldera de la reivindicación 13, en el que uno o más de dichos canales de combustible se configuran con tres lados internos al horno.

15. La caldera de la reivindicación 10, que comprende además un paso frontal y un paso posterior, y en donde dicho paso posterior comprende un recalentador y puertos de combustión de aire configurados para completar la combustión de los gases volátiles y/o controlar la temperatura del vapor que sale de dicha recalentador.

16. La caldera de la reivindicación 10, en el que el oxígeno se utiliza para causar la combustión de una parte del combustible en el mismo, y en el que el calor liberado por dicha combustión provoca la gasificación del combustible restante.

17. La caldera de la reivindicación 16, que comprende además una o más paredes de tubos internos configuradas para enfriar rápidamente dicho combustible gasificado.

18. La caldera de la reivindicación 15, que comprende además quemadores de aceite o gas situados dentro de dichos pasos posteriores y configurados para controlar la temperatura del vapor que sale de dicha caldera.

19. Un caldera de combustible sólido con un contenedor de combustible situado en la parte superior y una multiplicidad de canales de combustible configurados para llevar al combustible a un horno de dicha caldera, en el que la mayor parte del área del fondo de dicho contenedor de combustible comprende tornillos de transporte configurados para alimentar combustible a una velocidad controlada desde dicho contenedor de combustible a cada uno de dicha multiplicidad de canales de combustible, en el que cada uno de dichos tornillos de transporte está

configurado para transportar combustible a una velocidad independiente-controlable al horno de dicha caldera.

20. Una caldera de combustible sólido, que comprende una multiplicidad de módulos, y en el que dicha caldera puede ser montada a partir de dichos módulos en el sitio en un lugar de funcionamiento deseado para dicha caldera.

21. La caldera de la reivindicación 20, en el que al menos un módulo incorpora cualquier combinación de al menos parte de la pared frontal, al menos parte de una pared lateral, al menos parte del techo, y al menos parte de dicha pared o paredes internas de dicha caldera.

22. La caldera de la reivindicación 20, en el que al menos un módulo incorpora cualquier combinación de al menos parte de la pared posterior o en la pared posterior de un paso frontal, al menos parte de una pared lateral, al menos parte del techo, y al menos parte de dicha pared o paredes internas de dicha caldera.

23. La caldera de la reivindicación 20, en el que al menos un módulo incorpora cualquier combinación de al menos parte de una pared posterior, al menos parte de una pared lateral, al menos parte del techo, y al menos parte de dichos recalentadores de dicha caldera.

24. Un método para operar una caldera de combustible sólido, que comprende las etapas de: carga de combustible en un contenedor de combustible situado en la parte superior de dicha caldera;

transportar dicho combustible desde el fondo de dicho contenedor de combustible a la entrada de un tornillo de transporte;

transferir el combustible desde la entrada de dicho tornillo de transporte a la salida de dicho tornillo de transporte por medio de un movimiento giratorio de dicho tornillo de transporte;

cargar dicho combustible en la parte superior de un canal de combustible de la salida de dicho transporte de tornillo en el extremo superior de un canal de combustible; y

soltar combustible a través de dicho canal a un horno de dicha caldera.

25. Un método como en la reivindicación 24, en el que la velocidad de transferencia de combustible desde dicha entrada a dicha salida de dicho tornillo de transporte está controlada por la velocidad de rotación de dicho tornillo.

26. Un método como en la reivindicación 25, en el que una multiplicidad de transportadores de tornillo, permite el control independiente de la velocidad de transferencia de combustible desde dicho contenedor de combustible a cada una de la multiplicidad de canales de combustible.

27. Un método de construcción de un horno para una caldera de combustible sólido, que comprende las etapas de:

configurar una estructura de soporte exterior para definir generalmente las dimensiones de uno o más Celdas en dicho horno;

recubrir dicha estructura de soporte con material aislante;

recubrir dicho material aislante con material refractario; y

configurar uno o más canales de combustible para transportar el combustible en cada una de dichas una o más Celdas en dicho horno.

28. Un método de construcción de una caldera de combustible sólido que comprende las etapas de: configurar un horno en una o más Celdas, cada una comprendiendo:

una estructura de soporte exterior;

una capa aislante que recubre dicha estructura de soporte; y

una capa refractaria que recubre dicha capa aislante;

posicionar un conjunto de paredes de la cámara por encima de dicho horno para la generación de vapor, en la que cada pared comprende generalmente un conjunto vertical de tubos de generación de vapor aproximadamente paralelos; y

localizar en la parte superior de dicha caldera un contenedor de combustible, que comprende un fondo que consistente en gran parte de un uno o más tornillos de transporte de combustible.

29. Un método de configuración de una caldera de combustible sólido que comprende una multiplicidad de módulos, en el que dicha caldera puede ser montada a partir de dichos módulos en el sitio en una ubicación de operación deseada para dicha caldera, en donde:

al menos un módulo incorpora cualquier combinación de al menos parte de la pared frontal, al menos parte de una pared lateral, al menos parte del techo, y al menos parte de dicha pared o paredes internas de dicha caldera;

al menos un módulo incorpora cualquier combinación de al menos parte de la pared posterior o la pared posterior de un paso frontal, al menos parte de una pared lateral, al menos parte del techo, y al menos parte de dicha pared o paredes internas de dicha caldera; y

en el que al menos un módulo incorpora cualquier combinación de al menos parte de una pared posterior, al menos parte de una pared lateral, al menos parte del techo, y al menos parte de dichos recalentadores de dicha caldera; y en el que un módulo incluye uno o más canales en los que la mayor parte de la cocción de combustible de dicha caldera cae en dicho canal o canales y se quema en los mismos, cada uno de dichos canal o canales comprende una estructura externa de soporte, una capa refractaria interior, y una capa aislante entre dicha estructura de soporte exterior y dicho revestimiento refractario interior, y en el que un nivel de combustible corresponde a la superficie superior de dicho combustible.

RESUMEN

Se describe una caldera de potencia de tambor simple sostenida del suelo que combina un revestimiento refractario y un fondo aislante de Celda V; un revestimiento refractario y cámara de combustión aislada; tolvas de combustible integrado configuradas para pre-secar combustibles sólidos húmedos; contenedor de combustible montado en la parte superior; paredes de la cámara interna; sistemas de aire de combustión configurables; y un paso posterior con puertos de postcombustión y recalentadores de flujo cruzado. La caldera se puede configurar en módulos pre-ensamblados para reducir al mínimo el tiempo de construcción de campo y el costo. Una forma de realización alternativa es adaptable como un gasificador.

5/5

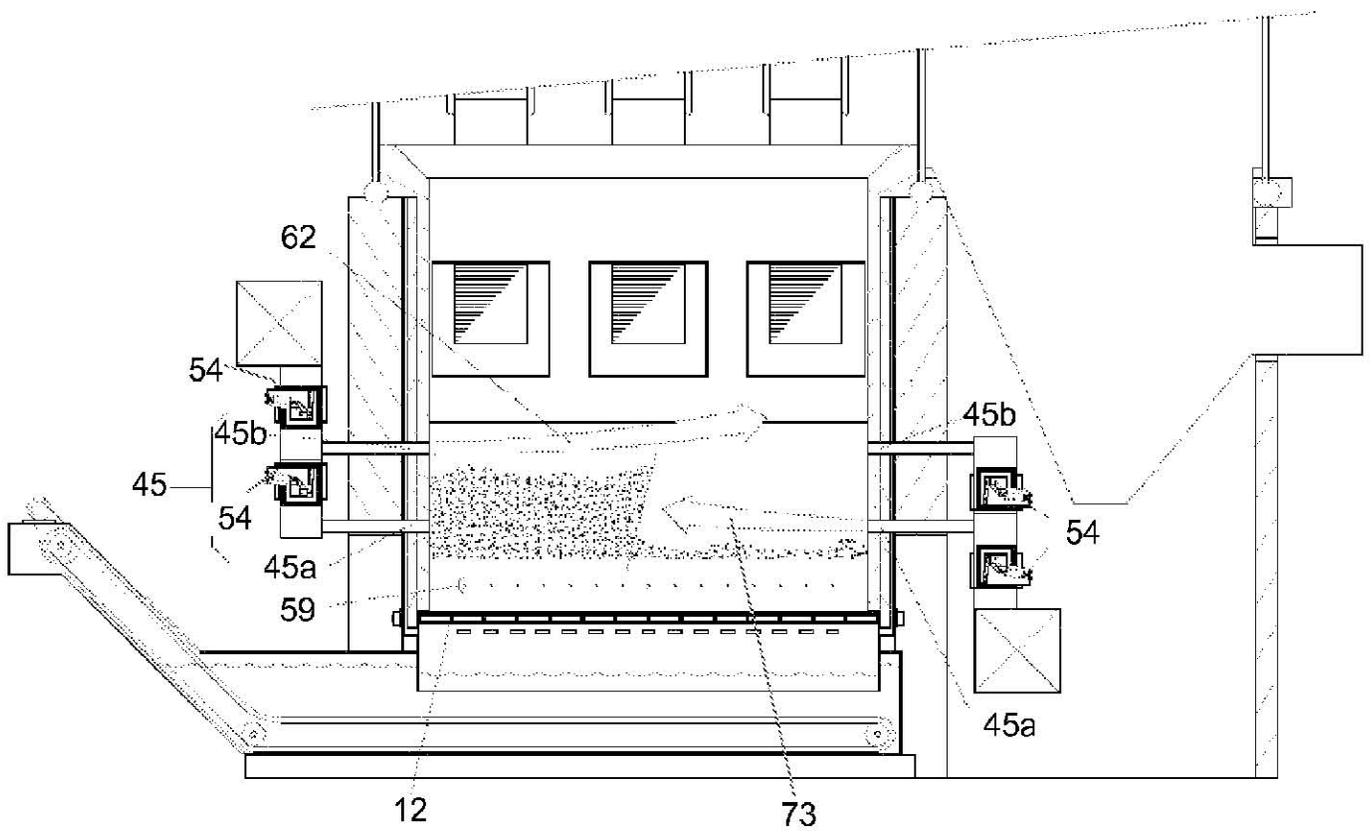


FIG. 5

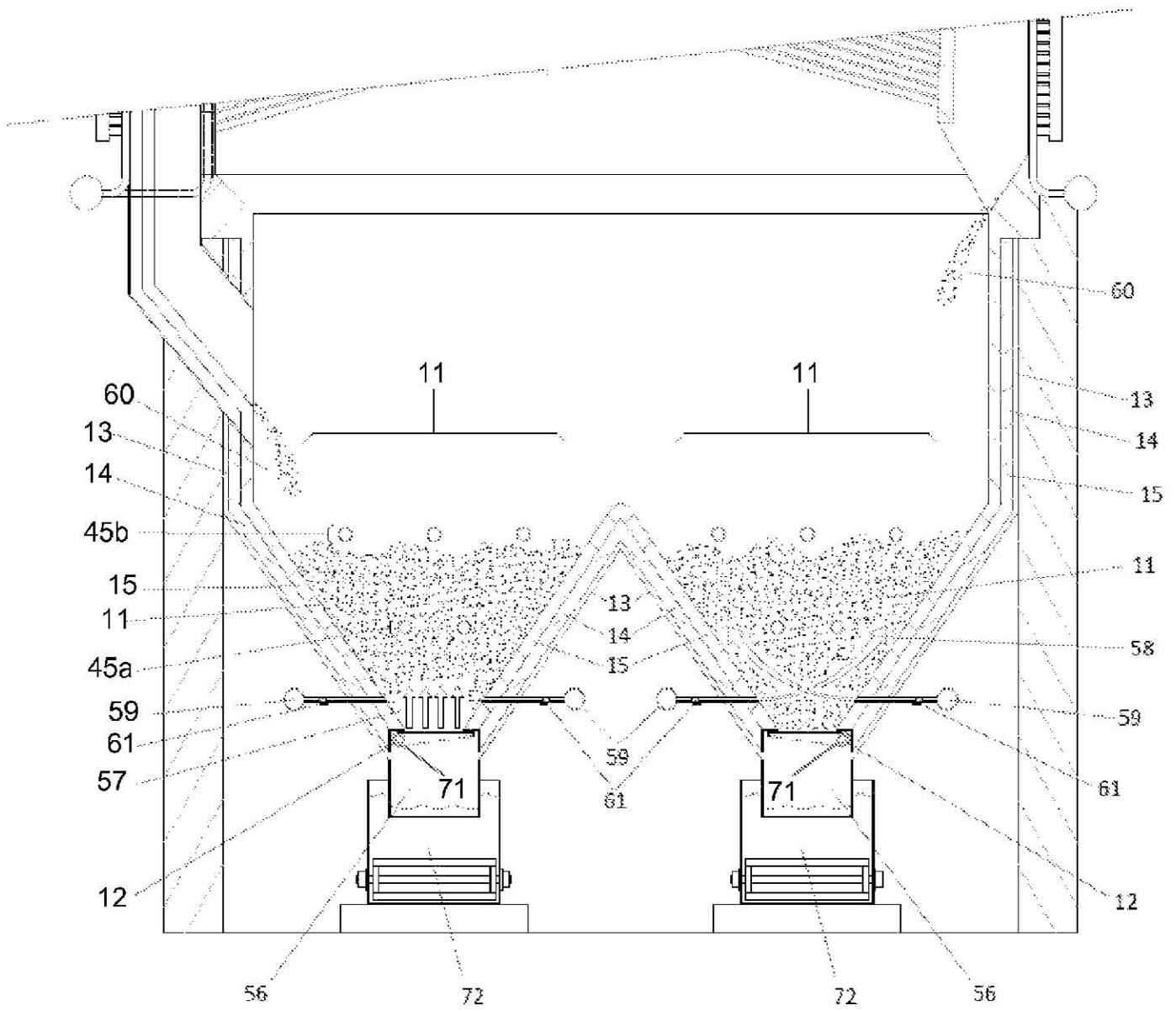


FIG. 4

3/5

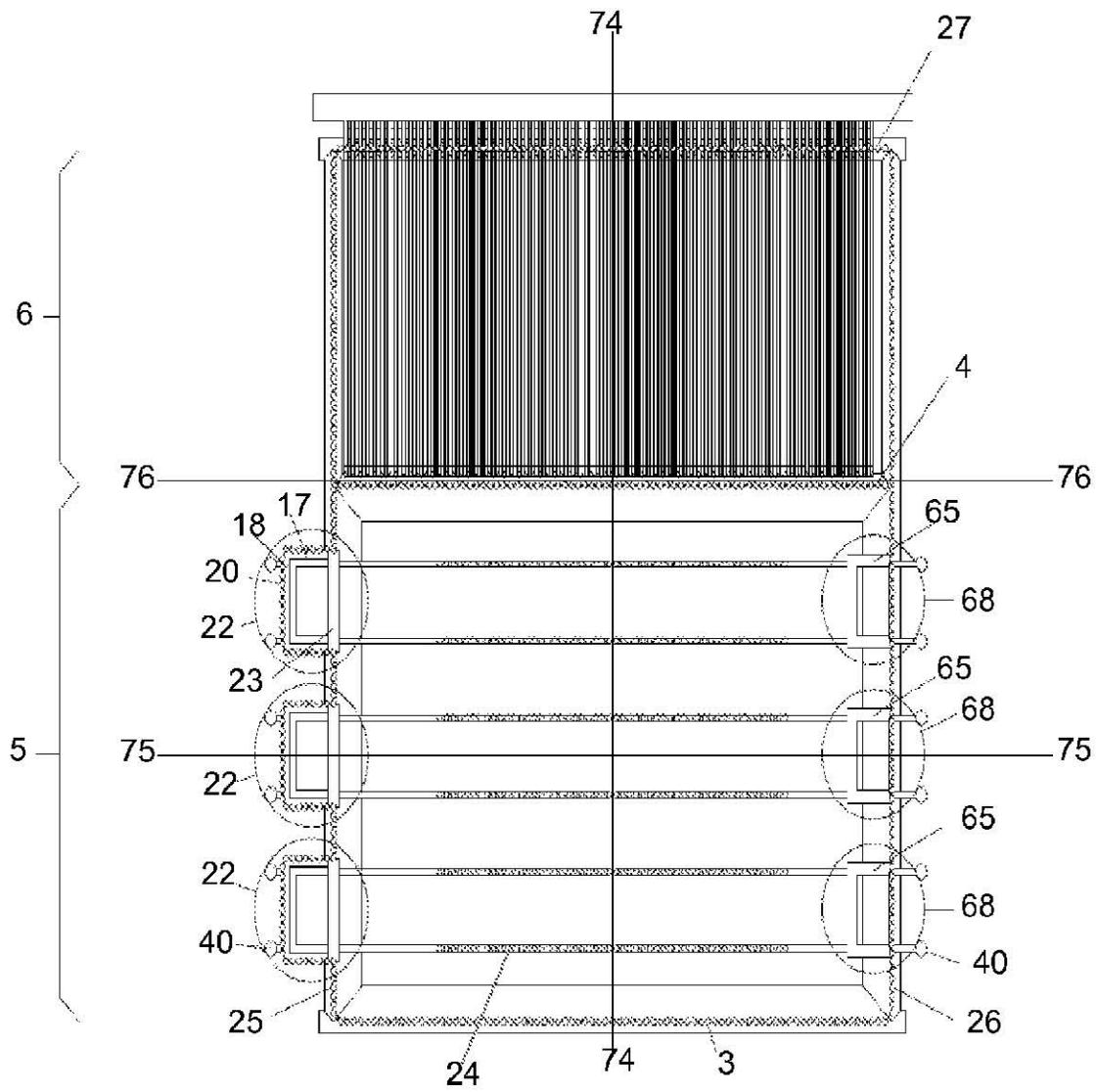


FIG. 3

2 / 5

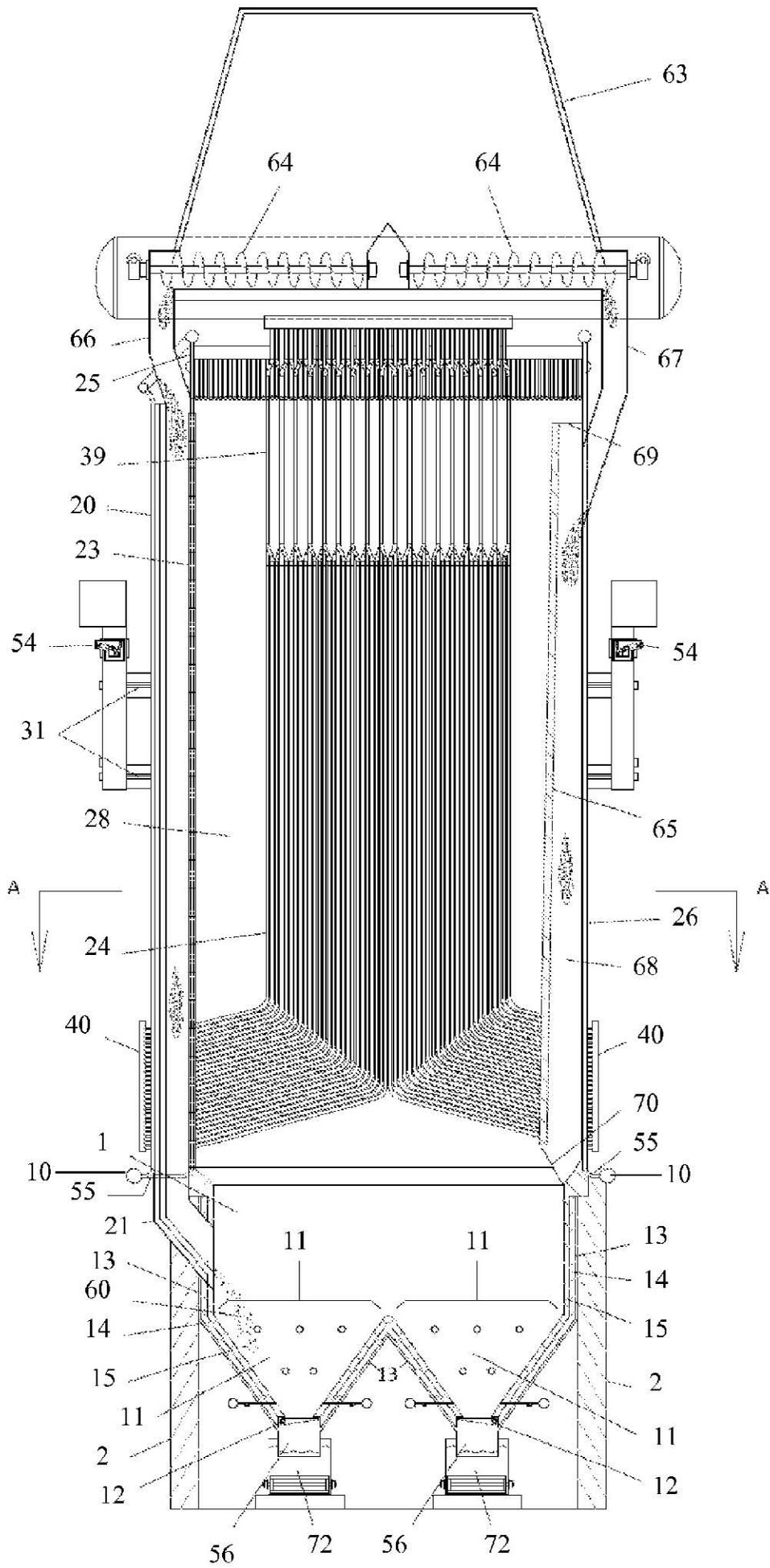


FIG. 2

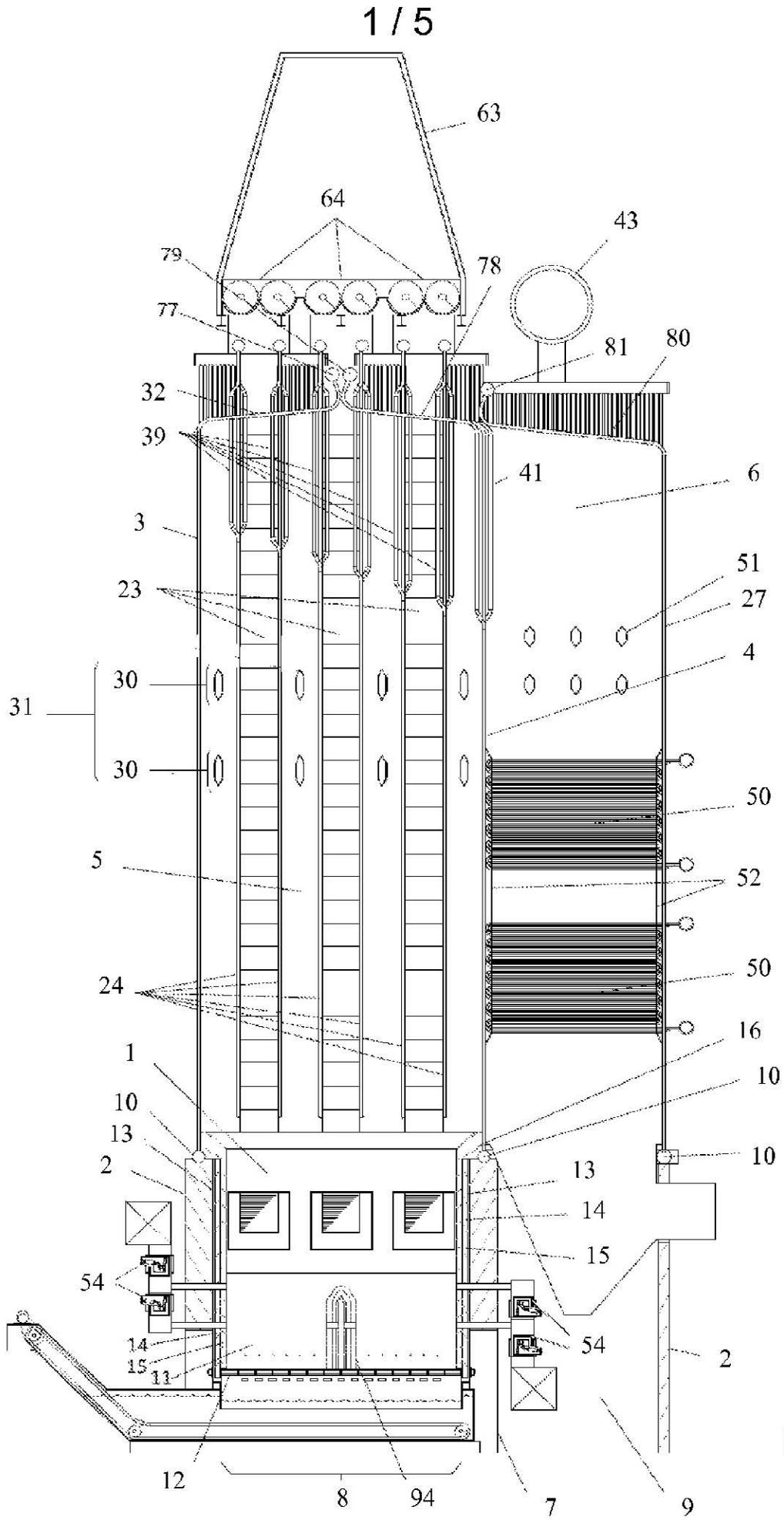


FIG. 1

MÉTODO Y APARATO PARA COCCIÓN MEJORADA DE BIOMASA Y OTROS COMBUSTIBLES SÓLIDOS PARA LA PRODUCCIÓN DE VAPOR Y GASIFICACIÓN

[1000] Esta solicitud reivindica la prioridad de la patente provisional de los EE.UU. No. 61/616211, presentada el 27 de marzo de 2012, que se incorpora aquí como referencia.

Antecedentes de la Invención:

[1001] Las calderas de potencia han sido utilizadas por las industrias y empresas de servicios públicos para producir vapor para las necesidades de producción de energía y de procesos. Estas calderas vienen en muchos tipos y tamaños, pero las formas de realización de la presente invención son una mejora en las calderas de tubos de agua de lecho combustible que van en la producción de vapor de 25 toneladas por hora a 300 toneladas por hora o más. El combustible puede consistir de corteza, aserrín, virutas de madera, recortes de biomasa, madera u otros pellets de biomasa, residuos urbanos, combustible derivado de neumáticos (TDF), carbón triturado, coque de aceite, lodos, desechos de línea de fibra, combustibles a base de paja, u otro combustible sólido, o una combinación de combustibles, y puede tener un contenido de humedad tan alto como 60%. Estas calderas se construyen generalmente de tubos de acero de pared pesados soldados de lado a lado en los paneles de pared que forman las paredes frontales, posteriores y laterales de la caldera. La parte inferior de esta caja forma la cámara de combustión de la caldera o como a veces se le denomina, el horno. Los tubos son generalmente de 2-1/2" a 3" de diámetro exterior con un espesor de pared de 0.18" a 0.25" y separados de 3" a 4" de centro a centro. Los espacios entre los tubos están rellenos con tiras de aproximadamente 14" de espesor por el ancho del espacio. Todo el panel es de sellado hermético de soldadura. Los extremos inferiores de los tubos de pared están soldados a los cabezales horizontales de

gran diámetro que alimentan de agua a las paredes. Las partes superiores de los tubos de pared también están conectados a los cabezales horizontales de gran diámetro que llevan el agua lejos de las paredes hacia el tambor de vapor, que se encuentra en la parte superior de la caldera. Los tubos de pared frontales se inclinan generalmente para formar el techo de la caldera y los tubos pueden terminar en un tubo colector o directamente al tambor de vapor. Del mismo modo, los tubos de pared posteriores son generalmente doblados para crear un "redondeado" o "arco" para direccionar los gases de combustión a través de la sección de convección de la caldera y luego terminar en un tambor de agua, tambor de vapor, o tubo colector en la parte superior de la caldera. La parte superior del redondeado se encuentra por lo general en la elevación del tambor de agua. La sección de convección consiste generalmente en un conjunto de recalentadores, situados en la parte superior de la caldera, que se calientan predominantemente por convección. Los conductos descendentes conectan al tambor de vapor o al tambor de agua en la parte superior de la caldera a los cabezales en la parte inferior de las paredes de tubo y alimentan agua desde el tambor hasta las paredes. La parte inferior de la caldera puede ser una rejilla móvil o rejilla vibratoria, rejilla basculante, rejilla inclinada, rejilla de paso, lecho fluidizado, o un fondo escalonado como se describe en la solicitud de patente de EE.UU. 12/557085. El combustible entra en la caldera a través de una tolva o tolvas penetrando una o más paredes de la caldera y puede ser transmitido a la caldera por un distribuidor de combustible, por ejemplo, como se describe en la solicitud de patente de EE.UU. 12/406035. El combustible cae al fondo o a la rejilla donde se mezcla con el aire y se quema. El calor liberado por la quema de combustible es absorbido por los tubos de pared y calienta el agua en las paredes, donde el agua se expande térmicamente y comienza a hervir. El agua caliente y el agua que se hierve son menos densas que el agua en los conductos

descendentes; por lo tanto, se crea una circulación natural en donde el agua más caliente sube en las paredes de tubo y el agua más fría desciende en los conductos descendentes. La circulación natural es una característica de seguridad inherente de estas calderas dado que la velocidad de circulación aumenta a medida que se quema más combustible y se libera más calor en la cámara de combustión.

[1002] se puede hervir algo del agua a medida que esta circula desde el tambor de vapor, hacia abajo a través de los descendentes, hacia arriba a través de las paredes, y de vuelta al tambor de vapor, pero la mayor parte de la ebullición se produce en el banco generador de vapor, a veces denominado banco de caldera. En las calderas antiguas de dos tambores, el banco generador es un conjunto de tubos que conectan la parte inferior del tambor de vapor a la parte superior de un tambor de agua, a veces denominado un tambor de lodos, que se encuentra directamente debajo del tambor de vapor hasta treinta metros más o menos. Generalmente hay cientos de tubos que conectan los dos tambores. El banco generador está dispuesto de manera que los gases calientes del horno de flujo a través de los tubos calientan el agua que circula en su interior. Aproximadamente la mitad de los tubos en el banco generador de una caldera de dos tambores son tubos de flujo hacia arriba y los restantes son tubos de flujo hacia abajo. El gas se enfría a medida que pasa a través del banco generador, por lo tanto, los primeros tubos que el gas contacta (los tubos delanteros como el flujo de gas a través de una caldera está generalmente de delante hacia atrás) son más calientes y se produce mayor ebullición en los tubos. El agua que se hierve es menos densa, por lo tanto el agua circula desde el colector de vapor hacia abajo a través de los tubos posteriores, al tambor de agua y luego hacia arriba a través de los tubos delanteros de vuelta al tambor de vapor. El tambor de vapor está generalmente medio lleno de agua con vapor saturado que se libera en la

superficie. El vapor pasa a través de un conjunto de separadores de humedad y luego a los recalentadores. En las calderas nuevas de un solo tambor no hay tambor de agua, en cambio, el banco generador es alimentado por descendentes externos (no calientes) desde el tambor de vapor, y el agua circula hacia abajo en los descendentes y de vuelta hacia arriba a través de todos los tubos de banco generador hasta el tambor de vapor. Las calderas de un solo tambor son menos caras de construir, porque los tambores, especialmente con cientos de penetraciones de tubos, son los componentes más caros. También tienen otras ventajas, que incluyen disposiciones más flexibles para ubicar el tambor de vapor.

[1003] Algunas calderas también tienen conjuntos de tubos situados justo en la salida del horno y dispuestos para cruzar la caldera en la parte superior de la cámara de combustión. Estos se denominan tubos de pantalla o pantallas, y con frecuencia se disponen como placas en la que varios tubos están en disposiciones paralelas estrechas, uno encima del otro, que se extienden desde la pared delantera o posterior de la caldera a través de la pared opuesta. Estas placas son generalmente separadas a 12"- 15" de lado a lado y ligeramente inclinadas hacia arriba al otro lado de la caldera, o pueden doblarse en parte a través de la caldera y levantarse verticalmente a través del techo. Los tubos de pantalla son alimentados mediante descendentes externos (no calientes) del tambor de vapor o tambor de agua en su extremo inferior, y descargados de vuelta al tambor de vapor en su extremo superior. El agua circula desde el tambor de vapor o el tambor de agua a través de las pantallas y de vuelta hacia arriba al tambor de vapor. Las pantallas se encuentran donde los gases son muy calientes y absorben el calor principalmente por radiación.

[1004] Después de que el vapor sale del tambor de vapor va a los recalentadores. Estos son conjuntos de tubos generalmente ubicados en la parte superior de la caldera, por encima de los tubos de pantalla y enfrente del banco generador. Los recalentadores aumentan la temperatura del vapor de la

temperatura de saturación en el tambor de vapor a la temperatura final deseada para el proceso o la planta de energía. Los tubos del recalentador se disponen generalmente como placas verticales con hasta una docena de tubos o más en una disposición paralela estrecha de adelante hacia atrás en cada placa. Hay muchas placas situadas a través del ancho de la caldera con una separación entre ellas de 6" - 15". Con frecuencia hay tres o más secciones del recalentador con tubos de conexión (sin calentar) externos y/o recalentadores entre las secciones. Los recalentadores o atemperadores controlan la temperatura final del vapor al rociarle agua, o por otros medios. Los tubos de recalentador comienzan en la parte superior de la caldera y caen verticalmente justo encima del redondeado, luego suben y bajan rápidamente varias veces antes de salir de nuevo a través del techo. El vapor pasa a través de los recalentadores sólo una vez, por lo tanto los recalentadores no son parte de los circuitos de circulación de la caldera.

[1005] Generalmente después de que los gases de combustión salen del banco generador fluyen a través de un economizador o un calentador de aire. Los economizadores son haces de tubos, ya sea en flujo cruzado o de flujo paralelo a la corriente de gas a través del cual pasa una vez el agua de alimentación y se calienta y después va al tambor de vapor. El flujo de agua de alimentación se controla para mantener el nivel de agua en el tambor de vapor. El agua de alimentación compensa el vapor que se produce y sale de la caldera. Al momento de entrar al tambor, el agua de alimentación se previene y se mezcla con una parte del agua que ya se encuentra dentro del tambor de vapor para fluir a los conductos descendentes o tubos descendentes. Esta zona de mezclado de agua de alimentación es más fría y tiene una mayor densidad, lo que proporciona la cabeza de accionamiento para la circulación natural en la caldera. El economizador puede estar situado inmediatamente después del banco generador integral (en relación con el flujo de gas) con la caldera, o puede estar situado con la corriente de un calentador de aire tubular o un colector de polvo.

[1006] Algunas de estas calderas son sostenidas desde abajo (sostenidas desde el suelo), pero la mayoría de las calderas, especialmente las más grandes, se suspende de la parte superior y se expanden hacia abajo mientras se calientan. Normalmente, una caldera "suspendida" puede requerir de una estructura muy fuerte y cara para sostenerla. Uno de los mayores problemas con el diseño actual de la caldera es el costo del levantamiento. Las calderas más pequeñas se suministran a menudo como una sola unidad o caldera de "embalaje", pero las calderas más grandes normalmente pueden ser erguidas en el campo. Esto toma a menudo mucho más tiempo y puede ser mucho más caro de lo previsto, lo que eleva el costo real de la caldera. Para abordar parcialmente este problema, algunas calderas han sido "moduladas" para acelerar la construcción y reducir el riesgo asociado con el montaje de la caldera en el campo. Las formas de realización del presente invento incorporan algunas características modulares específicas para minimizar el tiempo y el costo a la hora de erguir la caldera.

[1007] Las calderas descritas anteriormente han estado en uso durante muchos años y a pesar de que la tecnología ha evolucionado, siguen siendo muy caras y tienen limitaciones operativas significativas. Las calderas de rejilla y las calderas de lecho fluidizado son limitadas en las temperaturas que pueden tolerar en el horno inferior y de no ser así, sobrecalentarían el lecho de rejilla o arena. También hacen un trabajo pobre al mezclar el aire de combustión y los gases de pirólisis encima del lecho debido a que la disposición de flujo de aire está dictada por los requisitos para enfriar la rejilla o fluidificar el lecho de arena. Esto deja poca flexibilidad de configuración para mejorar la combustión en la caldera. Las rejillas mecánicas sufren de mala fiabilidad y las calderas de lecho fluidizado sufren de excesiva erosión de arena y aglomeración de arena. Estas deficiencias se abordan con la introducción de tecnologías de fondo escalonado y tecnologías de tolvas de secado de combustible como se describe en las solicitudes de patente de EE.UU. 12/557085 y 12/471081, respectivamente, y la solicitud provisional 61/522939. Los

aspectos de esas tecnologías se incorporan en formas de realización de la presente invención para mejorar la combustión de combustibles difíciles de quemar.

Resumen de la Invención

[1008] Un objetivo de la invención es proporcionar una caldera mejorada.

[1009] En algunas formas de realización, el combustible cae en uno o más canales en la parte inferior de la caldera, cada canal revestido con un material aislante y material refractario, de modo que la estructura actúa para reducir las variaciones de temperatura en el horno. En algunas formas de realización, un suministro de combustible situado en la parte superior de la caldera junto con un sistema de alimentación de combustible permiten un control rápido y preferiblemente independiente del suministro de combustible a diferentes partes del horno. En algunas formas de realización, la caldera se compone de módulos que pueden ser fácilmente transportados para su ensamble in situ. En algunas formas de realización, un conjunto de paredes de la cámara facilita de forma más eficiente la transferencia de calor desde los gases de combustión hasta el mejoramiento de generación de vapor.

[1010] Lo anterior ha esbozado más bien en términos generales las características y ventajas técnicas de la presente invención con el fin de que la descripción detallada de la invención, que sigue a continuación, pueda entenderse mejor. Las características y ventajas adicionales de la invención se describirán a continuación. Se debe apreciar por los expertos en la materia que la concepción y las formas de realización específicas descritas se pueden utilizar fácilmente como base para modificar o diseñar otras estructuras que lleven a cabo los mismos fines de la presente invención. También debe tenerse en cuenta por los expertos en la materia que, como se expone en las reivindicaciones adjunta, tales construcciones equivalentes no se apartan del espíritu y alcance de la invención.

Breve Descripción de los Dibujos:

[1011] Para una comprensión más completa de la presente invención, y ventajas de la misma, se hace ahora referencia a las siguientes descripciones tomadas en conjunción con los dibujos adjuntos, en los que:

[1012] La Figura 1 es una vista lateral en sección de una caldera de acuerdo con una o más formas de realización de la presente invención;

[1013] La Figura 2 es una vista frontal en sección de una caldera de acuerdo con una o más formas de realización de la presente invención;

[1014] La Figura 3 es una vista en planta, en sección cortada a través de la caldera a la sección A-A de la Figura 2 con la parte frontal de la caldera en la parte inferior;

[1015] La Figura 4 es una ampliación de la parte inferior de la caldera de la Figura 2 para ilustrar algunas de las características y el funcionamiento de la caldera; y

[1016] La Figura 5 es una ampliación de la parte inferior de la caldera de la Figura 1 para ilustrar algunas de las características y el funcionamiento de la caldera.

Descripción Detallada

[1017] Diversas formas de realización de la presente invención incluyen varias características nuevas que pueden reducir significativamente el costo de la caldera mientras que mejora aún más la capacidad de quemar combustibles difíciles.

[1018] A continuación se hace referencia de la descripción de los dibujos adjuntos. La Figura 1 es una vista lateral en sección de la caldera y la Figura 2 es una vista frontal en sección. La Figura 3 es una vista en planta, en sección cortada a través de la caldera a la sección A-A de la Figura 2 con la parte frontal de la caldera en la parte inferior. Las Figuras 4 y 5 son ampliaciones de la parte inferior

de la caldera a partir de las Figuras 2 y 1, respectivamente, para ilustrar algunas de las características y el funcionamiento de la caldera. Los números en este texto hacen referencia a los mismos números ilustrados en los dibujos. Haciendo referencia ahora a las Figuras 1 y 2, la cámara de combustión 1 está rodeada por una cimentación de hormigón armado 2 que se eleva de 15 a 20 pies o más por encima del suelo. Las paredes de cimentación 2 sostienen la pared de tubo frontal 3, la pared de tubo izquierda 25, la pared de tubo derecho 26, y la pared de tubo posterior 27 de la caldera y las paredes de cimentación intermedia 7 sostienen la pared de tubo intermedio 4 que separa el paso frontal 5 (el horno) del paso posterior 6. Por lo tanto, en una vista en planta la cimentación es un rectángulo con una pared intermedia 7 que va de lado a lado separando la cimentación en una cámara frontal 8 y en una cámara posterior 9. El hormigón tiene aberturas formadas según sea necesario para el acceso de personal, conductos, transportadores, puertos de combustión de aire, inyección de combustible, etc. Los cabezales inferiores 10 o las extremidades inferiores de las paredes de tubo 55 posan en la parte superior de la cimentación del hormigón y a su vez sostienen las paredes de tubo 3, 4, 25, 26, 27 y el resto de la parte superior de la estructura de acero de la caldera. La parte inferior de la caldera se compone de uno o más Celdas V 11 y una rejilla de cenizas 12 instalada en la cámara de cimentación frontal 8 y convenientemente sostenida por funciones incorporadas en la cimentación. Un conducto plenum de acero 13 alinea a las cuatro paredes del interior de la cámara de cimentación frontal 8 desde la parte superior de las paredes de cementación a la parte inferior de las Celdas V 11. Las Celdas V 11 son preferiblemente en forma de V, pero otras configuraciones están dentro del alcance de la invención. El conducto plenum 13 está compuesto de paredes de acero internas y externas paralelas a las paredes de cimentación y espaciados alrededor de 1-1/2" de separación, con las paredes exteriores en contacto con el

interior de las paredes de cimentación de hormigón que forman la cámara de combustión 1.

[1019] Al menos parte del aire de combustión y/o el gas de combustión recirculado alimentado a la caldera fluye a través del conducto plenum 13, por lo tanto el conducto plenum 13 actúa como una barrera térmica entre la cámara de combustión 1 y la cimentación 2 y la pared de cimentación intermedia 7, y también como un calentador de aire durante al menos parte del aire y/o gas de combustión recirculado que fluye a la caldera. Inmediatamente en el interior del conducto de cámara plenum 13 se encuentra una capa de aislamiento térmico 14, paralelo a y en contacto con la pared interior del conducto plenum 13. La capa aislante 14 se extiende alrededor del interior de las cuatro paredes del conducto plenum 13 y se extiende desde el parte inferior de las Celdas V 11 por encima de la parte superior de la cimentación de hormigón 2 y la pared de cimentación intermedia 7. La capa aislante 14 puede estar compuesta de un refractario de tipo aislante, papel cerámico, ladrillo de cerámica, refractario de vertido, azulejos refractarios prefabricados, o alguna combinación de estos u otros materiales adecuados. La capa aislante 14 puede ser de 4 pulgadas a 6 pulgadas de espesor. Inmediatamente en el interior de la capa aislante 14 es una capa operante refractario 15, paralela a y en contacto con la superficie interior de la capa aislante 14. La capa aislante 15 se extiende alrededor del interior de las cuatro paredes de la capa aislante 14 y se extiende desde el parte inferior de las Celdas V 11 por encima de la parte superior de la cimentación de hormigón 2 y la pared de cimentación intermedia 7. La capa operante 15 puede ser de hasta 6 pulgadas de espesor y el borde superior de las cuatro paredes de la capa operante 15 están conformadas para formar un bordillo de protección 16 que reposa contra las paredes de tubo de la caldera. La capa operante 15 está compuesta de un material refractario resistente a alta abrasión de con un límite de temperatura de

funcionamiento de hasta 3000 grados Fahrenheit. El refractario de la capa operante 15 también tiene una densidad, una conductividad térmica y una capacidad de calor relativamente alta. Si se emplean múltiples Celdas V, el conducto Plenum 13, la capa aislante 14, y la capa refractaria 15 se extienden entre las Celdas V.

[1020] Haciendo referencia a la Figura 4, el aire de combustión y/o gas de combustión que fluye a través del conducto plenum 13 fluye en tolvas de ceniza 56 luego hacia arriba a través de perforaciones en las rejillas de ceniza 12 y luego a través del combustible que reside en las Celdas V 11 como se muestra por medio de las flechas 57. La Figura 4 sólo muestra las flechas 57 en la parte izquierda de las celdas V para mayor claridad, pero todas las Celdas normalmente se ejecutan de esa manera. La presión de aire y/o de gas de combustión suficiente para forzar el aire/gas a través de la pila de combustible es igual a la densidad del combustible por la profundidad de la pila. Este flujo de gas puede representar hasta el 40% del requerimiento estequiométrico de aire para quemar el combustible. El aire y/o gas de combustión recirculado adicional se inyecta a través de los puertos de agitación de aire 59 ubicados de tres a doce pulgadas por encima de la rejilla con una separación horizontal de 3" a 24". Este aire/gas se inyecta a una presión relativamente alta, 10 - 30 psi para agitar y aflojar la pila de combustible. Esto ayudará a mover la arena y las rocas hasta la rejilla de cenizas y mantener el combustible más ligero y de carbono en la superficie. También ayuda a distribuir el combustible de delante hacia atrás y de lado a lado después de que cae desde los conductos de combustión en 60 y mezcla aire de combustión y/o gas de combustión recirculado con el combustible para mejorar el secado y la combustión del combustible. Los chorros de agitación de aire 58 se pueden encender o apagar según sea necesario para lograr un mejor grado preferido de agitación. Una serie de válvulas manuales o controladas automáticamente 61 controlan que los chorros de agitación de aire estén

encendidos o apagados.

[1021] Haciendo referencia a la Figura 5, los puertos de agitación de aire 59 están dispuestos por encima de la rejilla de ceniza en una fila horizontal de delante hacia atrás con una fila de puertos en ambos lados opuestos de la Celda V. La distancia de separación horizontal entre los puertos de agitación de aire es 6-18". Una configuración posible, es tener los puertos de agitación de aire encendidos y apagados en un patrón alternativo y opuesto de lado a lado de tal manera que los chorros de agitación de aire 58 de un lado a otro crucen patrones entrelazados como se muestra a mano derecha en la celda V en la Figura 5. Los chorros de agitación de aire 58 sólo se muestran a la derecha de la celda V para mayor claridad, pero todas las celdas se pueden ejecutar de manera similar. Parte del aire de combustión y/o gas de combustión recirculado que fluye a través del conducto plenum 13, o de otros conductos, se encamina a través de puertos de barrido de aire 45 y se inyectan en la cámara de combustión 1 a partir de dos paredes opuestas, (mostrados desde las paredes delanteras y posteriores). Los puertos de barrido de aire en general, están dispuestos con un nivel más bajo de puertos 45a 10 a 18 pulgadas por encima de la rejilla de ceniza 12 y un nivel superior de puertos 45b en la parte superior de la Celda V 11. Durante el funcionamiento normal los puertos de nivel inferior 45a están encendidos o se ejecutan a un flujo mínimo (para que la refrigeración evite el desgaste de la funda de metal que recubre la apertura del puerto). Esto permite que el combustible se acumule al nivel de los puertos de barrido de aire superiores 45b. Los chorros de barrido de aire 62 fluyen a través de la parte superior de la pila de combustible para nivelar el combustible y, de ser necesario, poder suministrar aire de combustión adicional (además de la rejilla de cenizas de aire 57 y la agitación de aire 58) para mantener la pila de combustible quemándose a una altura constante cerca de la parte superior de la Celda V 11. Generalmente sólo se encenderán los puertos de barrido de aire superiores 45b en una pared y los puertos

correspondientes en la pared opuesta se apagarán (o al menos se ejecutarán a un flujo mínimo para el enfriamiento). Esto permitirá una penetración máxima de los chorros de barrido de aire 62 y maximizar la efectividad de ese aire/gas. Periódicamente, los puertos de barrido de aire superiores 45b en paredes opuestas se moverán “adelante y atrás”, de tal manera que la pared que estaba disponible se apagará y vice-versa. Esto asegurará la formación uniforme de las pilas de combustión y la combustión uniforme a través de la parte superior de la pila de combustible. Los puertos de barrido de aire 45b se mueven adelante y atrás con tanta frecuencia como sea necesaria para mantener las condiciones constantes, aproximadamente cada 15 minutos. Los puertos de aire de sobre combustión 31, puertos de post combustión 51 y puertos de barrido de aire 45 pueden ser provistos de válvulas automatizadas 54 que se pueden programar para encenderse y apagarse a intervalos prescritos. Esto hará que los ajustes de los amortiguadores se muevan “adelante y atrás” y reviertan los patrones de circulación para evitar una inclinación a largo plazo en la formación de combustible u otros aspectos de la operación de la caldera.

[1022] También es necesario retirar periódicamente las cenizas, las rocas, la arena, y los contaminantes desde la parte inferior de la caldera. Para facilitar esto la abertura horizontal aproximadamente en la parte inferior de cada celda V 11 está equipada con una rejilla de ceniza 12 que pivota sobre el eje 71 para vaciar la ceniza, etc. en la transportadora de ceniza 72 que se encuentra abajo. La tolva de ceniza 56 se extiende por debajo de la superficie de la transportadora de llenado de agua 72 para formar un sello de presión entre la caldera y el entorno exterior. El eje 71 es refrigerado por agua y el agua se descarga desde el eje a través de una serie de agujeros en la transportadora de cenizas 72. Sin embargo, La rejilla de ceniza 12 no puede vaciarse a menos que el combustible en la Celda V 11, por encima de ella, se quemé dejando sólo cenizas y arena, etc. Cuando es el momento de deshacerse de la ceniza, el combustible fluye a la Celda V para

vaciarse y se detiene temporalmente, y el combustible fluye a una celda adyacente y se incrementa temporalmente para compensar parcialmente. El aire continúa fluyendo a través del combustible a través de chorros de aire 57 y/o 58 y/o sobre el combustible en los chorros 62 de modo que el combustible sigue quemándose agresivamente. El combustible que se encuentra por debajo de la superficie se ha secado a través de la acción de los chorros de aire/gas y del calor absorbido de la combustión del combustible de arriba y de la quema de combustible que se cicla hacia abajo en la pila de combustible por chorros de agitación 58, y se quemaran muy rápidamente cuando estén expuestos y se compensaran en gran medida para el flujo de combustible reducido. En este momento los puertos de barrido de aire inferiores 45a se enciende para asegurar que el combustible se quema por completo antes de que la rejilla de ceniza 12 se abra. Los otros chorros 57, 58, y 62 se ajustan según sea necesario para completar la combustión sin soplar la ceniza de nuevo hacia la caldera. Los chorros de barrido de aire inferiores 73 se pueden disponer para que se muevan adelante y atrás, para asegurar una combustión completa y de nivel de combustible remanente. Después de que la ceniza es vertida, la parrilla 12 vuelve a la posición cerrada y el flujo de combustible se reinicia a la Celda V. El calor residual en la capa refractaria 15 enciende el combustible a medida que fluye de nuevo en la Celda V. Para reducir al mínimo la perturbación causada por el corte de flujo de combustible a toda una Celda V, cada Celda V puede dividirse en mitades delanteras y posteriores por la pared de separación intermedia 94. La construcción de la pared de separación 94 es similar a la construcción de las Celdas V. En ese caso, cada mitad de la Celda V tiene una rejilla de ceniza 12 que opera de forma independiente, y los suministros de aire independientes en 57, 58, y 73.

[1023] Un primer objetivo de la construcción descrita alrededor del perímetro de la cámara de combustión 1 es el de promover y sostener temperaturas de combustión mucho más elevadas que las calderas actuales. La

capa refractaria operante 15 y la capa aislante 14 tienen límites de temperatura de operación de hasta 2800°F o más, en comparación con las calderas de lecho fluidizado burbujeantes que tienen un límite de funcionamiento de alrededor de 1600°F. El propósito de la capa aislante 14 es retener la mayor cantidad de calor de combustión como sea posible en la cámara de combustión, sin transmitir ese calor a las paredes de la caldera adyacentes, como en el caso de las calderas convencionales, o a las estructuras de soporte adyacentes de las formas de realización de la presente invención. Esto aumentará la temperatura en la cámara de combustión y permitirá el encendido de combustible húmedo. Esto también permite una reducción significativa en el área de planta de la caldera ya que el calor liberado se concentra en un área más pequeña. Esto a su vez reduce el tamaño total de la caldera y hace que la caldera sea mucho menos cara de fabricar y de erigir. Esto hace que las formas de realización de la presente invención tengan una ventaja económica significativa sobre otras calderas que generan cantidades similares de vapor con combustibles similares. La capa aislante 14 minimiza la transferencia de calor fuera de la cámara 1 y la capa refractaria operante 15 proporciona protección a la capa aislante 14. Mientras que la capa aislante 14 tiene una baja conductividad térmica, algo de calor todavía será transmitido a través de ella, por lo tanto el conducto plenum 13 es deseable para evitar el sobrecalentamiento de la cimentación de hormigón 2 y la pared de cimentación intermedia 7. Un segundo propósito de la construcción es actuar como un pozo de calor alrededor de la cámara de combustión. La capa operante 15 tiene una capacidad relativamente alta de calor; por lo tanto, mantendrá una gran cantidad de calor. Si la temperatura baja en la cámara de combustión 1 debido, por ejemplo, a una cantidad de combustible excesivamente húmedo, el calor contenido en la capa operante 15 será irradiada a la cámara de combustión 1 donde ayudará a secar y encender el combustible húmedo y estabilizar el proceso de combustión. La capa refractaria operante 15, en otras palabras, actúa como un

volante térmico.

[1024] Haciendo referencia de nuevo a las Figuras 1 y 2, el contenedor de combustible 63 está situado en la parte superior de, y sostenido por, la caldera. El contenedor tiene una parte inferior en directo, es decir, tiene tornillos transportadores 64 que llenan la mayor parte de la superficie del contenedor, lo que reduce considerablemente la posibilidad del taponamiento del contenedor de combustible. Muchas disposiciones son posibles, pero en la configuración mostrada, dos tornillos paralelos alimentan cada tolva de combustible. Los tornillos están divididos en pares izquierdos y derechos correspondientes a cada tolva de combustible con la velocidad de cada par ajustables de forma independiente. Por lo tanto, la velocidad de alimentación a cada tolva de combustible es ajustable de forma independiente. La ventaja de esta disposición es que puede reducir el número de transportadores utilizados para obtener combustible para la caldera y mejorar la respuesta de la caldera a los cambios de carga ya que no hay retraso en conseguir combustible para la caldera. Se muestran dos versiones de tolvas de combustible pero generalmente una o la otra versión se usarían. A la izquierda de la Figura 2 el combustible cae desde los tornillos transportadores 64 a través de la tolva de caída 66, y cae a través de la tolva de combustible 22 que consta de la tolva superior 20 y la tolva inferior 21 y luego cae en la caldera a 60. Las paredes exteriores de cada tolva de combustible superior 20 se componen de tubos de caldera que forman una tolva de tres lados, integral con la pared lateral de la caldera, con el interior de la tolva 20 abiertas al paso frontal 5 (el interior de la caldera). Las paredes exteriores de cada conducto inferior de combustible 21 están compuestas de hormigón armado y forman un canal de tres lados con el interior de las tolvas 21 abiertas al interior de la cámara de combustión 1. Los interiores de las tolvas 22 están revestidos con la capa aislante 17 y con la capa refractaria operante 18, como se muestra. En las figuras 1, 2 y 3, los azulejos refractarios 23 están apilados uno encima del otro a través de las aberturas entre

las tolvas de combustible superior 20 y el interior de la caldera 5, y a través de las aberturas entre las tolvas de combustible inferiores 21 y el interior de la cámara de combustión 1. Los azulejos refractarios 23 sirven para retener el combustible que cae a través de la tolva y también para irradiar el calor absorbido desde el paso frontal 5 y la cámara de combustión 1 hasta el combustible que cae. La pila de azulejos refractarios 23 termina debajo de la parte superior de la tolva de combustible superior 20 y por encima de la parte inferior de la tolva de combustible 21 dejando un paso para que los gases de combustión fluyan hacia la parte superior de la tolva de combustible superior 20 y afuera de la parte inferior de la tolva de combustible inferior 21. La abertura en la parte inferior de la tolva de combustible inferior 21 también permite el paso del combustible en la cámara de combustión 1. Alternativamente los azulejos refractarios 23 pueden ser sustituidos con el molde refractario. El gas de combustión caliente y/o calor radiante de los azulejos refractarios 23 produce un efecto de secado en el combustible que cae. Las tolvas de combustible descritas anteriormente se detallan más específicamente en las solicitudes de patente de EE.UU. 12/471081 y 61/522939. A la derecha de las figuras 2 y 3 una segunda versión de la tolva de combustible 68 incorpora paredes refractarias de tres lados 65 situados totalmente dentro de la caldera. La ventaja de este diseño es que minimiza el número de tubos de pared, es fácilmente adaptable a una caldera existente, y aumenta la superficie de transferencia de calor radiante, ya que tres lados de cada tolva de combustible 68 están expuestos al calor de combustión. El refractario que comprende paredes 65 puede ser prefabricado y pre cocido o puede verse en el lugar. En esta versión, los tornillos transportadores 64 descargan en la tolva de caída 67 lo que luego pasa a través de una abertura convenientemente formada en la pared del tubo. La tolva de caída 67 descarga en la tolva de combustible 68 lo que está abierto en la parte superior 69 y en la parte inferior 70. El combustible cae a través de la tolva, y la reducción de la temperatura (aumento de la densidad) inducirán un flujo de gas

de combustión caliente dentro de 69 y fuera de 70. El gas caliente aumentará aún más el secado del combustible en el conducto. La tolva 68 puede estar diseñada para aumentar en el área de la sección transversal a medida que el combustible desciende para minimizar el potencial para de taponamiento de la tolva.

[1025] Los muros exteriores de la caldera 3, 25, 26, 27 y la pared de la caldera intermedia 4 son sostenidas por paredes de cimentación 2 y la pared de cimentación intermedia 7 y puede elevarse verticalmente a una altura de hasta 80 pies o más por encima del suelo. Del interior al paso frontal 5 hay múltiples paredes de la cámara 24 construidas de tubos de acero similares a las paredes de la caldera con los tubos uno al lado del otro en una configuración paralela estrechamente espaciadas que forman paneles planos. Las paredes de la cámara 24 como se muestra en las Figuras 1, 2, y 3 son paralelas a la pared frontal de la caldera y están espaciadas más o menos uniformemente entre la pared frontal 3 y la pared intermedia 4. Las paredes de la cámara pueden ser, alternativamente, paralelas a las paredes laterales. Las extremidades inferiores de los tubos que forman las paredes de la cámara 24 pasan a través de las paredes laterales 25 y 26, con la mitad de los tubos que forman cada pared de la cámara que entran a través de la pared izquierda 25 y la otra mitad a través de la pared derecha 26. Los tubos que comprenden una mitad de cada pared de la cámara 24 pasan a través de las paredes laterales 25 o 26 horizontal mente o con un ángulo ligeramente hacia arriba a medida que se extienden hacia el medio del paso frontal 5. los tubos más o menos horizontales están dispuestos con un solo tubo inmediatamente por encima de otro de manera que todos los tubos que forman la mitad de uno pared de la cámara 24 puede pasar a través de la pared lateral 25 o 26 entre dos tubos de pared que han sido doblados para ese propósito. Cuando los dos conjuntos de tubos que forman cada mitad de las paredes de la cámara 24 se encuentran en el centro de la caldera, se giran hacia arriba y forman un único panel que continúa verticalmente y finalmente sale a través del techo de la

caldera. Las paredes de la cámara 24 son más estrechas que la anchura de la caldera de tal manera que las brechas 28 existen entre los bordes exteriores de las paredes de la cámara 24 y la pared lateral izquierda 25 y la pared lateral derecha 26. En algunos casos, Los puertos de aire de sobre combustión 31 se forman en las paredes laterales 25 y 26 para inyectar aire de combustión y/o gas de combustión recirculado entre las paredes de la cámara 24. La disposición de los puertos de aire de sobre combustión 31 es generalmente de uno a tres filas horizontales de puertos 30 con cada puerto en cada fila situada aproximadamente en el centro del espacio entre las paredes de la cámara 24. La separación vertical entre las filas de los puertos de aire 30 puede ser de 3 pies a 10 pies. Las brechas 28 permiten la circulación de los gases de combustión alrededor y entre las paredes de la cámara 24. Los puertos de aire de sobre combustión 31 están provistos de amortiguadores automatizados 54 que se pueden programar para encenderse y apagarse al unísono y en intervalos prescritos. Esto hará que las configuraciones de los amortiguadores se muevan "adelante y atrás" para evitar una inclinación a largo plazo en el flujo de gas, la transferencia de calor, los patrones de ensuciamiento de los tubos, la acumulación de cenizas u otros aspectos de la operación de la caldera. Las figuras 1 y 3 muestran seis paredes de la cámara 24 pero el número puede variar dependiendo del tamaño de la caldera y del área de la superficie que se pueda necesitar para los propósitos de transferencia de calor.

[1026] Las paredes de la cámara 24 se hacen tan altas como sea posible con las extremidades inferiores justo por encima de las paredes refractarias 15 de la cámara de combustión 1 y que se extienden a través del techo de la caldera 32. Los extremos inferiores de las paredes de la cámara 24 son alimentados por tubos descendentes (no se muestran) desde el tambor de vapor 43 que alimenta agua relativamente fría a los cabezales verticales 40 y que a su vez alimentan a los tubos individuales que forman las paredes de la cámara 24. En la parte superior

del paso frontal 5 algunos de los tubos que comprenden paredes de la cámara 24 se doblan fuera de la plano de las paredes de la cámara para formar, de delante hacia atrás, pasillos para que los gases de combustión pasen a través y salgan a la parte posterior del paso frontal 5.

Estos son pantallas de pared de la cámara 39. En este punto, los gases dejan de fluir arriba y/o alrededor de las paredes de la cámara y pasan a través de las pantallas de la pared de la cámara 39 para salir del paso frontal. Del mismo modo, algunos de los tubos en la parte superior de la pared intermedia 4 se doblan fuera del plano de la pared para formar la pantalla posterior 41. La ubicación vertical del grupo de los puertos de aire de sobre combustión 31 dentro del paso frontal 5 puede ser desde justo por encima de las Celdas V 11 hasta la parte superior de la caldera dependiendo de la aplicación. Por ejemplo, si la caldera está quemando un combustible ligero tal como los combustibles a base de bagazo y paja, los puertos de aire de sobre combustión 31 pueden estar situados preferentemente en una elevación más alta. Los combustibles ligeros tienden a crear un montón de cenizas volantes que puede que no quemem antes de salir del horno. Al ubicar los puertos de aire de sobre combustión 31 a una mayor elevación, las partículas de cenizas volantes tienen más oportunidad de quemarse antes de una mezcla turbulenta final con aire de combustión adicional para asegurar su combustión completa. Después de que las pantallas de pared de la cámara 39 y la parte posterior de la pantalla 41 pasan a través del techo de la caldera 32 los tubos se doblan de nuevo en el plano de la paredes de la cámara 24 y la pared intermedia 4, respectivamente, y luego terminan en los cabezales de recogimiento que son, a su vez, conectados de nuevo al tambor de vapor 43. A medida que el agua en las paredes de la cámara 24 se calienta, se expande y se vuelve menos densa y el agua fría más pesada que fluye hacia abajo desde el tambor de vapor 43 empuja el agua más caliente y el agua más ligera hacia arriba creando una circulación natural a través de las paredes de la cámara 24.

[1027] Las paredes de la cámara 24 están dispuestas en una manera similar a las pantallas en las calderas convencionales en el sentido en que se encuentran ubicadas en el paso frontal de la caldera y comprenden algunos de los circuitos de circulación de agua de la caldera. Las paredes de la cámara son nuevas, sin embargo, en el sentido de que se pueden extender mucho más abajo en la caldera, que pueden ser dispuestas paralelas a la pared frontal, que son simétricas en su disposición, y que están dispuestas de modo que puedan circular los gases de combustión alrededor de ellos. Las paredes de la cámara también están destinadas a tomar el lugar de banco generador en las calderas convencionales, por tanto, la ebullición se producirá en la parte superior de paredes de la cámara 24. La parte inferior de las paredes de la cámara 24 se llenan de agua y, por tanto, se mantendrán cerca de la temperatura de saturación del agua. Esto evita que las paredes de la cámara 24 se sobrecalienten en sus extremidades inferiores, donde los gases de combustión son más calientes. La alta temperatura diferencial entre los gases que salen de la cámara de combustión 1 y la superficie de la parte inferior de las paredes de la cámara 24 crean un alto flujo de calor desde los gases de combustión hasta el agua en los tubos de pared de la cámara. Esto rápidamente reducirá la temperatura de los gases de combustión a medida que circulan alrededor y se elevan pasando las paredes de la cámara 24 y evitará el sobrecalentamiento de los tubos de pared de la cámara, incluso cuando el agua está hirviendo en los extremos superiores de los tubos.

[1028] Después de fluir hacia arriba y alrededor de las paredes de la cámara 24 y a través de las pantallas de pared de la cámara 39, los gases de combustión pasan a través de la pantalla posterior 41 y entran al paso posterior 6, donde los gases se convierten y fluyen verticalmente hacia abajo sobre los recalentadores 50. En algunos casos, una serie de puertos de aire de postquemado 51 pueden estar situados debajo de la pantalla posterior 41 y por encima de los recalentadores de vapor 50 para inyectar una cantidad final de aire

de combustión para completar la combustión de cualquier syngas restante en la corriente de gas de combustión. Esto puede proporcionar un medio para controlar la temperatura del vapor en los recalentadores. La disposición de los puertos del postquemado 51 pueden estar en uno o más niveles con uno o más puertos en cada nivel con los puertos alineados para crear patrones de flujo de gas entrelazados o circulantes en función de la separación de los puertos o el ajuste de los amortiguadores de control. Los amortiguadores automáticos se pueden instalar y programar para controlar el patrón de flujo y periódicamente mover la disposición adelante y atrás tal como se describe más arriba para los puertos de barrido de aire 45 y los puertos de aire de sobre combustión 31. Uno o más quemadores de gas o aceite pueden ser instalados en este lugar para asegurar el encendido del gas de combustión enfriado o para controlar la temperatura final del vapor mediante el control de la temperatura del gas de combustión que entra a los recalentadores. La instalación y la disposición de los puertos de aire de sobre combustión 31 y los puertos de postquemador 51 dependen de muchos factores, incluyendo el tipo de combustible, los requisitos de emisiones, carga de la caldera, los procesos posteriores, etc. Por ejemplo, los puertos de aire de sobre combustión 31 se puede mover hacia arriba o hacia abajo en el paso frontal 5 para adaptarse a requisitos específicos, o puede omitirse por completo en favor de los puertos del postquemador 51, y viceversa.

[1029] Los recalentadores de tubo formador 50 funcionan horizontalmente de atrás hacia adelante a través del paso posterior 6, ya sea de adelante hacia atrás o de lado a lado. Pueden estar dispuestos en un patrón rectangular con un tubo por encima del otro, pero preferiblemente dispuestos en un patrón alternado en el que el gas de combustión tiene que fluir alrededor de todos los tubos. La última disposición es térmicamente más eficiente, pero puede ser más difícil de limpiar. Al ser térmicamente más eficiente, la disposición alternada requiere de menos tubos, reduciendo así el coste de la caldera. Otra característica de los

recalentadores 50 son las láminas tubulares internas 52 que canalizan los gases de combustión a través de sólo las secciones rectas de los tubos. Es común que las partículas en la corriente de gas de combustión preferentemente erosionen los tubos en las curvas, por lo tanto las láminas tubulares 52 protegen las curvas del tubo y evitan su erosión. Hay por lo menos cuatro ventajas significativas a la ubicación de los recalentadores 50 en el paso posterior 6. En primer lugar, como los recalentadores están situados con la corriente de paredes de la cámara 24, las pantallas de pared de la cámara 39, y la pantalla de la pared posterior 41, la temperatura del gas de combustión que entra en los recalentadores 50 será menor que si los recalentadores se encuentran en el paso frontal 5, como es práctica comúnmente. Esto ayudará a prevenir la corrosión de los tubos del recalentador por parte de los cloruros presentes en el gas de combustión si, por ejemplo, la caldera se usa para incinerar residuos municipales que contengan plástico. Una segunda ventaja es que el agua puede ser utilizada para limpiar los tubos del recalentador ya que no hay peligro de que el agua interfiera con el proceso de combustión. Esto permite un espaciado más ajustado de los tubos del recalentador que pueden compensar una menor temperatura de los gases de combustión y/o reducir el área de superficie total del recalentador. Una tercera ventaja es que la ubicación se presta para recalentar los gases de combustión (ya sea con aire de combustión adicional o quemadores auxiliares como se ha descrito anteriormente) para proporcionar control de la temperatura del vapor independiente de los requisitos de combustión en el paso frontal. Una cuarta ventaja es que la ubicación en el paso posterior se presta a la modularización de los recalentadores, como se describe a continuación. Los recalentadores en las calderas convencionales normalmente se colocan en la parte superior de la caldera, por encima del redondeado y dispuestos con el gas de combustión en flujo cruzado. Las placas de los recalentadores generalmente están espaciadas de 7-12" o más separados para minimizar el potencial de taponamiento entre las

placas.

Este amplio espaciamiento aumenta el área superficial del recalentador y el volumen (tamaño del horno) para encerrar los recalentadores.

[1030] Las formas de realización de la presente invención mejoran con respecto a tecnologías anteriores al reducir la cantidad de capital invertido y mejorar el funcionamiento de las calderas de potencia.

Las paredes de la cámara 24 y la pared intermedia 4 reemplazan a un banco generador típico, pero son ampliamente espaciadas, por lo tanto al igual que las paredes de la caldera 3, 25, 26, y 27, no son propensas a taponamiento. Las paredes de la cámara 24 y la pared intermedia 4 son llenas de agua; Por lo tanto, el metal está más protegido por mantenerse a una temperatura más baja que la de los recalentadores. Las paredes de la cámara están expuestas a ambos lados de la combustión de gases, y los gases de combustión calientes están en un contacto más íntimo con las paredes de la cámara 24 y la pared intermedia 4 que con las paredes exteriores 3, 25, 26, y 27, por lo tanto van a transferir mucho más calor que las paredes de la caldera exteriores. Esta velocidad de transferencia de calor colapsa la temperatura del gas rápidamente de modo que en el momento en el que el gas entra al paso posterior 6 las temperaturas de los gases son más bajas que en una caldera convencional. Esto hace que cualquier material acumulado sea más fácil de remover, y crea una oportunidad para controlar la temperatura del gas en el paso posterior 6 mediante la introducción de aire de combustión adicional a través de los puertos de aire 51. Las paredes de la cámara 24 también eliminan la ceniza y las partículas de los gases de combustión que fluye a través de la caldera. La cenizas y las partículas en suspensión tienden a pegarse a las superficies con las que entran en contacto, (hasta que se acumulan lo suficiente y son quitadas o sopladas eventualmente mediante un sopladores de hollín) de modo que los gases depositan una gran parte del material suspendido en las paredes de la cámara 24 antes de que los gases entren al paso posterior 6. Las

pantallas de pared de la cámara 39 y la pantalla de pared posterior 41 están ampliamente espaciadas y combinadas con la temperatura del gas más baja y menos partículas, será mucho más fácil de limpiar mediante sopladores de hollín situados de forma adyacente. Así que las paredes de la cámara son ventajosas en comparación con un banco generador porque colapsan la temperatura del gas, atrapan partículas que son más fáciles de limpiar, reduce el volumen de la caldera, mejorar las tasas de transferencia de calor y reducir el coste global de la caldera.

[1031] Los recalentadores 50 que se encuentran en el paso posterior 6 están en disposición de flujo transversal (como en una caldera convencional), pero por el hecho de que gran parte de las partículas han sido atrapadas por paredes de la cámara 24, los tubos pueden ser más espaciados, incluso en una disposición escalonada, mejorando así la eficiencia de transferencia de calor. Debido a la temperatura más baja del gas en el paso posterior 6, puede que se necesite un área mayor de superficie en los recalentadores de vapor 50, pero esto se compensa por la disposición más eficiente del tubo y la mejora de la limpieza de los recalentadores 50. Con los recalentadores 50 situados en el paso posterior, y con temperatura de gas más baja, los tubos se pueden limpiar más eficazmente con sopladores de hollín convencionales o incluso periódicamente con agua. Esto asegura superficies de los tubos mucho más limpias y permite una reducción en el área de superficie de los tubos, así como una reducción general en el tamaño de la caldera. Con menos partículas que lleguen a los recalentadores y menor temperatura del gas, se puede utilizar menos vapor para limpiar los recalentadores al utilizar sopladores de hollín convencionales, disminuyendo el coste de funcionamiento de la caldera. Además, los tubos que comprenden recalentadores 50 son todos de la misma longitud (en comparación con los colgantes cónicos en una caldera convencional) que permite la fabricación más económica. Las formas de realización de la presente invención también tienen la ventaja de estar sostenidas del suelo. Las calderas de potencia grandes convencionales están

suspendidas desde el techo con la expansión térmica más o menos centrada en el tambor de vapor. Como se describió anteriormente, las formas de realización de la presente invención pueden ser mucho más pequeñas que una caldera convencional, para la misma velocidad de carga y con la pared intermedia 4 la construcción es muy rígida. Por lo tanto la caldera puede sostener el peso del tambor de vapor 43 y puede moverse hacia arriba y hacia abajo con la expansión de la caldera. Esto elimina la necesidad de una construcción muy fuerte que rodee la caldera. Así que las formas de realización de la presente invención son menos caros de construir y operar y funcionan mejor que una caldera convencional de la misma velocidad de carga.

[1032] Finalmente, las formas de realización de la presente invención pueden incorporar una construcción modular para facilitar el erigimiento en el sitio. Haciendo referencia ahora a la Figura 3, si la caldera está dimensionada para producir 120 toneladas de vapor por hora, la anchura de la caldera (distancia desde la línea central de la pared lateral izquierda 25 a la pared lateral derecha 26) puede ser de aproximadamente 16 pies, la profundidad del paso frontal (distancia de la línea central de la pared frontal 3 a la pared intermedia 4) puede ser de aproximadamente 19 metros, y la profundidad del paso posterior (distancia central de la pared intermedia 4 hasta la pared posterior 27) puede ser de aproximadamente 10 pies.

Las formas de realización de la invención que son aproximadamente de este tamaño se pueden construir en seis secciones como se muestra en la división por líneas 74-74, 75-75, y 76-76. El paso frontal 5 puede dividirse en cuadrantes y el paso posterior 6 se puede dividir en mitades. Cada cuadrante de paso frontal 5 se puede fabricar como un módulo independiente que contiene la mitad de la pared lateral 25 ó 26, la mitad de la pared frontal 3 ó la pared intermedia 4, y una parte del techo de la caldera. Cada módulo cuadrante también puede contener la parte de las paredes de la cámara 24 que reside en ese cuadrante. Cada uno de estos

módulos pueden ser prefabricados con cabezales de entrada y de salida, tolvas de combustible, postes de conexión, aberturas de los puertos, conductos, puntos de conexión, puntos de elevación, soportes, etc. que podrían ser instalados en la fábrica. Cada módulo puede ser probado a presión en la fábrica resultando potencialmente en un menor número de malas soldaduras en el campo y, potencialmente, reducir el tiempo de prueba no destructiva en el campo. Los cabezales de entrada y de salida se pueden fabricar en dos mitades y pueden permanecer independientes después de que la caldera está erguida, para eliminar la necesidad de la soldadura de campo y tratar a calor esos tubos de gran diámetro. Haciendo referencia a la Figura 1, en cada uno de los módulos más frontales del pase frontal 5, los tubos que comprende la pared frontal 3 puede doblarse en la parte superior de la caldera para formar tubos de techo 32 que termina en el cabezal de descarga 77. El cabezal 77 puede dividirse en dos mitades independientes, cada mitad conectada a su respectivo módulo. Del mismo modo, los tubos que comprenden la pared intermedia 4 pueden doblarse sobre la parte superior para formar tubos de techo 78 que terminan en el cabezal de descarga 79, que también se dividen en dos mitades independientes. Cada mitad del paso posterior 6 se puede fabricar de manera similar como un módulo independiente que contiene la mitad de los recalentadores. Los tubos que forman la pared posterior 27 se pueden doblar en la parte superior para formar el techo de paso posterior 80 y terminar en el cabezal de descarga 81, también divididos en dos mitades independientes. Cada uno de estos módulos puede ser dimensionado para permitir el transporte mediante camión con un tamaño máximo de aproximadamente 12 pies por 10 pies por 60 pies. Los módulos de este tamaño y construcción pueden pesar hasta 75.000 libras, lo que está bien dentro de la capacidad de elevación de las grúas móviles comunes. Las Celdas V 11 y la cámara de combustión 1 también pueden ser prefabricadas tanto como sea posible, incluyendo aislantes y componentes refractarios donde sean prácticos. La

secuencia de montaje puede comenzar con la cimentación de hormigón que se vierte en el sitio. Los módulos de caldera se levantan, de uno en uno, en sus respectivas posiciones. A medida que los módulos se fijan en su lugar, se atornillan y/o soldan entre sí en lugares estratégicos para mantener los módulos en alineación. En particular, los postes de conexión (no mostrados), prefabricados con cada módulo, se atornillan entre sí para sostener los módulos juntos. Cuando cada módulo está en su lugar, y la alineación se confirma, cada módulo se sella con soldadura a los módulos adyacentes. Cuando todos los módulos de caldera están en su lugar, se pueden instalar la cámara de combustión y los módulos de Celda V. Cuando los módulos de caldera se sueldan entre sí, el tambor de vapor se puede levantar en su lugar. Las partes de presión se completan mediante la conexión de los cabezales de alimentación y descarga al tambor de vapor a través de tubos intermedios (no se muestran para mayor claridad). Por último, se pueden instalar todos los equipos auxiliares como el contenedor de combustible, tornillos de combustible, conductos, ventiladores, rejilla de ceniza, transportadores de ceniza, bombas, tuberías, plataformas, etc. Además, no es necesario levantar una gran construcción para sostener la caldera antes de que la construcción de la caldera inicie. El sostenido del fondo, el diseño modular de las formas de realización de la invención, acelerarán el proceso de levantamiento en el campo y reducen considerablemente las incertidumbres temporales y financieras comúnmente asociadas con esa fase de la construcción de la caldera.

[1033] Una forma de realización alternativa de la presente invención se usa como un gasificador. Como un gasificador, el combustible entra en la caldera de la misma manera como se describe en la primera forma de realización, pero se quema en condiciones sub-estequiométricas y sólo en la medida deseable para maximizar la producción de syngas. El revestimiento refractario 15 y el revestimiento aislante 14 absorben mucho calor de combustión en la cámara de combustión 1 acrecentando la gasificación de combustible de alta temperatura. Si

el gasificador funciona predominantemente como productor de syngas, se prefiere inyectar oxígeno puro para reducir al mínimo la dilución de syngas del nitrógeno. En ese caso, el oxígeno puede ser inyectado a través de los puertos de aire 59 para agitar las pilas de combustible e inyectar oxígeno directamente en el combustible. Sólo se inyecta suficiente oxígeno para producir los objetivos de producción de syngas concentrados. La rejilla de aire 57 y de barrido de aire 62 también se pueden adaptar para inyectar oxígeno, para mantener y controlar la temperatura en la cámara de combustión 1. Es importante reducir la temperatura del syngas antes de que sea quitado de la caldera de modo que pueda ser manipulado, limpiado y removido de gases ácidos (CO_2 , H_2S , COS). Las paredes de la cámara 24 serán muy eficaces en la reducción de la temperatura del gas antes de que salga de la caldera. Los puertos de aire de sobre combustión 31 pueden no ser necesarios y el syngas puede salir de la caldera con la corriente de la pantalla posterior 41. De la misma manera en que un gasificador, la caldera se puede configurar para producir vapor saturado a una tasa proporcional al calor liberado pero que no se utilizó en el proceso de gasificación. Si se desea la producción de vapor sobrecalentado, algunos de los syngas pueden fluir en el paso posterior 6 donde los puertos del quemador 51 pueden inyectar aire para quemar dichos gases para sobrecalentar el vapor. Alternativamente un combustible separado, como el gas natural, se puede quemar en la ubicación de los puertos de postcombustión 51 para sobrecalentar el vapor. Si no se desea la producción de vapor sobrecalentado, el paso posterior 6 y los recalentadores 50 pueden no ser necesarios.

[1034] De acuerdo con algunas formas de realización de la presente invención, el fondo de la caldera de combustible sólido puede estar configurado como uno o más canales en los que la mayor parte del combustible que la caldera quema cae en los canales y se quema allí, donde cada uno de los canales comprende una estructura externa de soporte, una capa refractaria interior, y una

capa aislante entre la estructura de soporte exterior y el revestimiento refractario interior, y en el que un nivel de combustible corresponde a la superficie superior del combustible.

[1035] En algunas formas de realización, la estructura de soporte exterior comprende un sistema de conductos configurado para transportar el aire de combustión, el oxígeno o gas de combustión de caldera recirculada, o cualquier combinación de los mismos, a la cámara de combustión de la caldera.

[1036] En algunas formas de realización, las partes inferiores de cada uno de los canales se truncan, lo que resulta en las aberturas aproximadamente horizontales en la parte inferior de cada uno de los canales, y en el que un medio de tolva se extiende hacia abajo desde cada una de las aberturas y un fondo de rejilla móvil perforada reside debajo de cada una de las aberturas de manera que cada uno de los fondos de rejilla móviles se puedan abrir periódicamente para descargar el contenido de cada uno de los canales.

[1037] En algunas formas de realización, el aire de combustión, el oxígeno o gas de combustión de caldera recirculada, o cualquier combinación de los mismos, se puede inyectar por debajo de cada uno de los fondos de parrilla móviles perforadas y luego fluir hacia arriba a través de cada uno de los fondos de parrilla móviles perforadas.

[1038] En algunas formas de realización, cada uno de los fondos de parrilla móviles perforadas está sostenido por un eje giratorio, y cada uno de los fondos se abre mediante la rotación de cada uno de los ejes.

[1039] En algunas formas de realización, cada uno de los ejes giratorios es refrigerado por agua.

[1040] En algunas formas de realización, un gas de agitación que comprende aire, oxígeno, gases de combustión de caldera recirculada, o cualquier combinación de los mismos, se puede inyectar a través de los puertos de aire de agitación situados dentro de uno o más lados de cada canal o canales, de una

manera suficiente para agitar y aflojar el combustible que reside en el mismo, y en el que el flujo y/o la presión a través de cualquier puerto de gas de agitación pueden ser ajustadas independientemente de cualquier otro puerto de agitación de gas.

[1041] En algunas formas de realización, uno o más puertos de barrido de aire pueden estar situados por encima de los puertos de agitación de aire, donde estos puertos de barrido de aire estarían configurados para inyectar chorros de aire, oxígeno, gases de combustión de caldera recirculada, o cualquier combinación de los mismos, en un manera para barrer a través de la parte superior del nivel de combustible, y en donde cualquier patrón de flujo de barrido de aire establecido puede invertirse periódicamente.

[1042] En algunas formas de realización, los canales en el fondo de la caldera pueden estar separados por una pared intermedia o paredes de construcción similar como la del fondo de la caldera.

[1043] De acuerdo con algunas formas de realización de la presente invención, una caldera de combustible sólido puede estar configurada con una o más paredes internas de la sección del horno de la caldera, donde cada una de las paredes podría comprender tubos de acero estrechamente espaciados en relación mutuamente paralela y alineados de tal manera que los ejes de los tubos son verticales en la mayor parte de su longitud, con los tubos que comprenden uno o más circuitos de circulación de agua y/o vapor dentro de la caldera.

[1044] En algunas formas de realización, la caldera puede estar configurada con una estructura de soporte exterior forrada con aislamiento, y en el que el aislamiento está forrado con un material refractario.

[1045] En algunas formas de realización, una cámara de aire puede estar situada entre el aislamiento y la estructura de soporte.

[1046] En algunas formas de realización, uno o más tolvas de combustible pueden estar configuradas de forma integral con una o más paredes exteriores de

la caldera en la que el combustible que fluye a través de la tolva o tolvas está directamente expuesto a la caldera de gas caliente o a la radiación térmica a partir de una o más superficies de las tolvas de combustible que se calientan por la caldera de gas caliente para efectuar el secado parcial del combustible.

[1047] En algunas formas de realización, uno o más de las tolvas de combustible se puede configurar con tres lados internos al horno.

[1048] En algunas formas de realización, la caldera puede estar configurada con un paso frontal y un paso posterior, en el que el paso posterior comprende un recalentador y puertos de combustión de aire configurados para completar la combustión de los gases volátiles y/o controlar la temperatura del vapor que sale de dicho recalentador.

[1049] En algunas formas de realización, el oxígeno se puede utilizar para causar la combustión de una parte del combustible, en el que el calor liberado por esta combustión puede provocar la gasificación del combustible restante.

[1050] En algunas formas de realización, la caldera puede estar construida con una o más paredes de tubo interno configurado para enfriar rápidamente dicho combustible gasificado.

[1051] En algunas formas de realización, la caldera puede comprender quemadores de aceite o gas situados dentro del paso posterior y configurado para controlar la temperatura del vapor que sale de la caldera.

[1052] De acuerdo con algunas formas de realización de la presente invención, una caldera de combustible sólido tiene un contenedor de combustible situado en la parte superior con una multiplicidad de tolvas de combustible configuradas para llevar el combustible a un horno de la caldera, en el que la mayor parte del área del fondo del contenedor de combustible comprende tornillos de transporte configurados para alimentar combustible a una velocidad controlada, del contenedor de combustible, a cada uno de la multiplicidad de tolvas de combustible, en el que cada uno de los tornillos de transporte está configurado

para transportar combustible a una velocidad de forma independiente -controlable en el horno de la caldera.

[1053] En algunas formas de realización, la caldera está configurada con una multiplicidad de módulos, y la caldera puede ensamblarse a partir de estos módulos en sitio en una ubicación de funcionamiento deseada para la caldera.

[1054] En algunas formas de realización, un módulo incorpora cualquier combinación de al menos parte de la pared frontal, al menos parte de una pared lateral, al menos parte del techo, y al menos parte de la pared o las paredes internas de la caldera.

[1055] En algunas formas de realización, un módulo incorpora cualquier combinación de al menos parte de la pared posterior o en la pared posterior de un paso frontal, al menos parte de una pared lateral, al menos parte del techo, y al menos parte o paredes de la pared interna de la caldera.

[1056] En algunas formas de realización, al menos un módulo incorpora cualquier combinación de al menos parte de una pared posterior, al menos parte de una pared lateral, al menos parte del techo, y al menos parte de los recalentadores de la caldera.

[1057] De acuerdo con algunas formas de realización de la presente invención, un método para operar la caldera de combustible sólido comprende las etapas de carga de combustible en un contenedor de combustible situado en la parte superior de la caldera; transportar el combustible desde la parte inferior del contenedor de combustible en la entrada de un tornillo de transporte; transferir combustible desde la entrada del tornillo de transporte a la salida del tornillo de transporte por medio de un movimiento rotativo del tornillo de transporte; cargar el combustible en la parte superior de la tolva de combustible a partir de la salida del transportador de tornillo en el extremo superior de la tolva de combustible; y soltar combustible por la tolva de combustible a un horno de la caldera.

[1058] En algunas formas de realización, la tasa de transferencia de

combustible desde la entrada hasta la salida del tornillo de transporte se controla por la velocidad de rotación del tornillo.

[1059] En algunas formas de realización, una multiplicidad de transportadores de tornillo permiten el control independiente de la velocidad de transferencia de combustible desde el contenedor de combustible a cada una de la multiplicidad de tolvas de combustible.

[1060] En algunas formas de realización, un proceso de construcción del horno para una caldera de combustible sólido, comprende las etapas de configurar una estructura de soporte exterior para definir generalmente las dimensiones de una o más Celdas en el horno; recubre la estructura de soporte con material aislante; recubre el material aislante con material refractario; y configurar uno o más tolvas de combustible para transportar el combustible en cada una de las o más Celdas en el horno.

[1061] De acuerdo con algunas formas de realización de la presente invención, un método de construcción de una caldera de combustible sólido que comprende las etapas de configuración de un horno en una o más Celdas, donde cada celda comprende una estructura de soporte exterior; una capa aislante que recubre la estructura de soporte; y una capa de material refractario que recubre la capa de aislante; el posicionamiento de un conjunto de paredes de la cámara por encima del horno para generación de vapor, en el que cada pared comprende generalmente un conjunto vertical de tubos de generación de vapor aproximadamente paralelos; y la localización en la parte superior de la caldera de un contenedor de combustible, que comprende un fondo que en gran parte consiste en un uno o más tornillos de transporte de combustible.

[1062] Una caldera tal como se describe en el presente documento tiene muchos aspectos que se creen son nuevos. El horno se puede subdividir en una o más Celdas V, cada una revestida con aislante y material refractario. El aislamiento permite que el material refractario retenga el calor, actuando como un

"volante de inercia térmica", suavizando de este modo las variaciones en la temperatura del horno que de otro modo podrían surgir debido a los cambios en el contenido de agua del combustible. Este material refractario también permite temperaturas más altas en la operación del horno, lo que permite el uso de combustibles húmedos y mayor eficiencia de la combustión de los combustibles. Un contenedor de combustible está posicionado por encima del montaje de la caldera con una parte inferior en vivo que comprende un número de tornillos de transporte que transfieren directamente el combustible de la tolva de combustible a una multiplicidad de tolvas de combustible, cada uno de los cuales, a su vez, transporta el combustible directamente al horno. Este mecanismo de suministro de combustible permite la variación rápida de la velocidad de alimentación de combustible por cada una de las tolvas para permitir ajustes rápidos en la velocidad de suministro de combustible a cada una de las Celdas V en el horno. Los diseños alternativos de las tolvas de combustible son posibles dentro del alcance de la invención. En algunos diseños de tolvas de combustible, tres paredes de cada tolva de combustible se calientan directamente por los gases de combustión calientes, y este calor puede entonces ser transferido a un combustible que cae antes de que alcance el horno. El banco generador de vapor convencional se sustituye por un conjunto de paredes de la cámara, cada una comprende un gran número de tubos de generación de vapor aproximadamente paralelas verticales que se extienden hacia abajo cerca de la parte superior del horno, y hacia arriba cerca de la parte superior de la caldera. Las ventajas de este diseño de pared de la cámara incluyen la transferencia de calor mejorada entre los gases de combustión y los tubos en la pared de la cámara, reducción de temperaturas que se salen del paso frontal de la caldera, mayor espaciamiento en las tuberías para reducir el potencial taponamiento de la caldera, y la capacidad de colocar las paredes de la cámara paralelas a la parte delantera de la caldera. La caldera se divide en pasos frontales y posteriores, con la tubería del recalentador

situada en el paso posterior y no directamente en el flujo vertical de los gases de combustión del horno. Esta configuración tiene la ventaja de que la temperatura del vapor sobrecalentado se puede controlar de forma independiente, los gases que pasan a través de los tubos del recalentador están a una temperatura inferior reduciendo así la corrosión, la limpieza del agua de los tubos del recalentador es posible ya que el agua no caerá en el horno, y los tubos del recalentador se pueden espaciar más cerca ya que la limpieza es más fácil. Otras ventajas del diseño del paso frontal/posterior son una mejor capacidad para controlar el proceso de gasificación, que incluye la introducción de oxígeno para reducir la contaminación de nitrógeno del syngas, y el uso de quemadores adicionales para regular la temperatura de los gases dentro del paso posterior independientemente de las temperaturas de los gases dentro del paso frontal. Las calderas de tubos de agua de lecho combustible que emplean un diseño de acuerdo con aspectos de la presente invención pueden ser más compactos que las calderas de combustible sólido convencionales, por tanto, se puede adoptar un enfoque de montaje sobre suelo, evitando la necesidad de técnicas de construcción resistentes requeridas para diseños de calderas colgantes. La presente invención facilita el uso de enfoques de diseño modular en el que la caldera se puede fabricar en secciones múltiples en una fábrica fuera de sitio, y posteriormente ser transportada en pedazos a la ubicación en la que la caldera será completamente ensamblada y operada. Potencialmente, esto permite un ahorro sustancial del costo y el tiempo para la instalación de la caldera en comparación con el enfoque del diseño y el montaje de las calderas convencionales.

[1063] Aunque las formas de realización de la presente invención y sus ventajas se describen en detalle, se debe entender que las formas de realización descritas son sólo ejemplos, y que diversos cambios, sustituciones y alteraciones pueden hacerse en la presente documento sin apartarse del espíritu y alcance de la invención como se definen por las reivindicaciones adjuntas. No se pretende

limitar el alcance de la presente solicitud a las formas de realización del proceso, maquinaria, fabricación, composición de materia, medios, métodos y pasos descritos en la especificación. Como un experto en la materia apreciará fácilmente a partir de la descripción, los procesos, máquinas, fabricación, composiciones de materia, medios, métodos, o pasos de la presente invención existentes actualmente o a ser desarrollados posteriormente para que se realicen sustancialmente las mismas funciones o se logren sustancialmente los mismos resultados, que pueden utilizarse según la presente invención, descritos en las formas de realización del presente documento.

[1064] Se reivindica lo siguiente:

REIVINDICACIONES

1. El fondo de una caldera de combustible sólido está configurado como uno o más canales en la que la mayor parte de la cocción de combustible de dicha caldera cae en dicho canal o canales y se quema en los mismos, cada uno de dichos canal o canales comprenden una estructura de soporte exterior, una capa refractaria interior, y una capa aislante entre dicha estructura de soporte exterior y dicho revestimiento refractario interior, y en el que un nivel de combustible corresponde a la superficie superior de dicho combustible.
2. El fondo de la caldera de la reivindicación 1, en el que dicha estructura de soporte exterior comprende un sistema de conductos configurado para transportar el aire de combustión, oxígeno o gas de combustión de la caldera recirculada, o cualquier combinación de los mismos, a la cámara de combustión de dicha caldera.
3. El fondo de la caldera de la reivindicación 1, en el que las partes inferiores de cada uno de dichos canal o canales se truncan dando lugar a aberturas de aproximadamente horizontales en la parte inferior de cada uno de dichos canal o canales, y en el que un medio de tolva se extiende hacia abajo desde cada una de dichas aberturas y un fondo de rejilla móvil perforada reside por debajo de cada una de dichas aberturas de tal manera que cada uno de dichos fondos de rejilla móviles pueden abrirse periódicamente para descargar el contenido de cada uno de dichos canal o canales.
4. El fondo de la caldera de la reivindicación 3, en el que la combustión de aire, oxígeno o gas de combustión de caldera recirculada, o cualquier combinación de los mismos, se inyecta por debajo de cada uno de dichos fondos de rejilla móvil perforada y luego fluye hacia arriba a través de cada uno de dichos fondos de rejilla móvil perforada.
5. El fondo de la caldera de la reivindicación 4, en el que cada uno de dichos fondos de rejilla móvil perforada está sostenido por un eje giratorio, y cada uno de dichos fondos se abre mediante la rotación de cada uno de dichos ejes.
6. El fondo de la caldera de la reivindicación 5, en el que cada uno de dichos ejes es refrigerado por agua.
7. El fondo de la caldera de la reivindicación 1, en el que un gas que comprende la agitación de aire, oxígeno, gases de combustión de caldera

recirculada, o cualquier combinación de los mismos, se pueden inyectar a través de los puertos de agitación de aire situados dentro de uno o más lados de cada uno de dichos canal o canales en un manera suficiente para agitar y aflojar el combustible que reside en el mismo, y en el que el flujo y/o presión a través de cualquier puerto de agitación de gas puede ser ajustada independientemente de cualquier otro puerto de agitación de gas.

8. El fondo de la caldera de la reivindicación 7, que comprende además uno o más puertos de barrido de aire situados por encima de dichos puertos de agitación de aire, dichos puertos de barrido de aire están configurados para inyectar chorros de aire, oxígeno, gases de combustión de caldera recirculada, o cualquier combinación de los mismos, en un manera para barrer a través de la parte superior de dicho nivel de combustible, y en el que cualquier patrón de flujo de aire de barrido establecido puede invertirse periódicamente.

9. El fondo de la caldera de la reivindicación 1, en los que dichos canales están separados por una pared intermedia o paredes de construcción similares a dicho fondo de la caldera.

10. Una caldera de combustible sólido con una o más paredes internas de la sección del horno de la caldera, cada una de dichas paredes se compone de tubos de acero estrechamente espaciados en relación mutuamente paralela y alineados de tal manera que los ejes de los tubos son verticales en la mayor parte de su longitud, con dichos tubos que comprende uno o más circuitos de circulación de agua y/o de vapor dentro de la caldera.

11. La caldera de la reivindicación 10, que comprende además una estructura de soporte exterior revestida con aislamiento, y en el que dicho aislamiento se alinea con un material refractario.

12. La caldera de la reivindicación 11, que comprende además una cámara de aire entre dicho aislamiento y dicha estructura de soporte.

13. La caldera de la reivindicación 10, que comprende además uno o más tolvas de combustible integral con una o más paredes exteriores de dicha caldera en que el combustible que fluye a través de dicho canal o canales se expone directamente al gas caliente de la caldera o a la radiación térmica a partir de una o más superficies de dichos canales de combustible que se calientan por dicha caldera de gas caliente para efectuar el secado parcial del combustible.

14. La caldera de la reivindicación 13, en el que uno o más de dichos canales de combustible se configuran con tres lados internos al horno.

15. La caldera de la reivindicación 10, que comprende además un paso frontal y un paso posterior, y en donde dicho paso posterior comprende un recalentador y puertos de combustión de aire configurados para completar la combustión de los gases volátiles y/o controlar la temperatura del vapor que sale de dicha recalentador.

16. La caldera de la reivindicación 10, en el que el oxígeno se utiliza para causar la combustión de una parte del combustible en el mismo, y en el que el calor liberado por dicha combustión provoca la gasificación del combustible restante.

17. La caldera de la reivindicación 16, que comprende además una o más paredes de tubos internos configuradas para enfriar rápidamente dicho combustible gasificado.

18. La caldera de la reivindicación 15, que comprende además quemadores de aceite o gas situados dentro de dichos pasos posteriores y configurados para controlar la temperatura del vapor que sale de dicha caldera.

19. Una caldera de combustible sólido con un contenedor de combustible situado en la parte superior y una multiplicidad de canales de combustible configurados para llevar al combustible a un horno de dicha caldera, en el que la mayor parte del área del fondo de dicho contenedor de combustible comprende tornillos de transporte configurados para alimentar combustible a una velocidad controlada desde dicho contenedor de combustible a cada uno de dicha multiplicidad de canales de combustible, en el que cada uno de dichos tornillos de transporte está configurado para transportar combustible a una velocidad independiente-controlable al horno de dicha caldera.

20. Una caldera de combustible sólido, que comprende una multiplicidad de módulos, y en el que dicha caldera puede ser montada a partir de dichos módulos en el sitio en un lugar de funcionamiento deseado para dicha caldera.

21. La caldera de la reivindicación 20, en el que al menos un módulo incorpora cualquier combinación de al menos parte de la pared frontal, al menos parte de una pared lateral, al menos parte del techo, y al menos parte de dicha pared o paredes internas de dicha caldera.

22. La caldera de la reivindicación 20, en el que al menos un módulo incorpora cualquier combinación de al menos parte de la pared posterior o en la pared posterior de un paso frontal, al menos parte de una pared lateral, al menos parte del techo, y al menos parte de dicha pared o paredes internas de dicha caldera.

23. La caldera de la reivindicación 20, en el que al menos un módulo incorpora cualquier combinación de al menos parte de una pared posterior, al menos parte de una pared lateral, al menos parte del techo, y al menos parte de dichos recalentadores de dicha caldera.

24. Un método para operar una caldera de combustible sólido, que comprende las etapas de: carga de combustible en un contenedor de combustible situado en la parte superior de dicha caldera;

transportar dicho combustible desde el fondo de dicho contenedor de combustible a la entrada de un tornillo de transporte;

transferir el combustible desde la entrada de dicho tornillo de transporte a la salida de dicho tornillo de transporte por medio de un movimiento giratorio de dicho tornillo de transporte;

cargar dicho combustible en la parte superior de un canal de combustible de la salida de dicho transporte de tornillo en el extremo superior de un canal de combustible; y

soltar combustible a través de dicho canal a un horno de dicha caldera.

25. Un método como en la reivindicación 24, en el que la velocidad de transferencia de combustible desde dicha entrada a dicha salida de dicho tornillo de transporte está controlada por la velocidad de rotación de dicho tornillo.

26. Un método como en la reivindicación 25, en el que una multiplicidad de transportadores de tornillo, permite el control independiente de la velocidad de transferencia de combustible desde dicho contenedor de combustible a cada una de la multiplicidad de canales de combustible.

27. Un método de construcción de un horno para una caldera de combustible sólido, que comprende las etapas de: configurar una estructura de soporte exterior para definir generalmente las dimensiones de uno o más

Celdas en dicho horno;

recubrir dicha estructura de soporte con material aislante; recubrir dicho material aislante con material refractario; y

configurar uno o más canales de combustible para transportar el combustible en cada una de dichas una o más Celdas en dicho horno.

28. Un método de construcción de una caldera de combustible sólido que comprende las etapas de: configurar un horno en una o más Celdas, cada una comprendiendo:

una estructura de soporte exterior;

una capa aislante que recubre dicha estructura de soporte; y una capa refractaria que recubre dicha capa aislante; posicionar un conjunto de paredes de la cámara por encima de dicho horno para la generación de vapor, en la que cada pared comprende generalmente un conjunto vertical de tubos de generación de vapor aproximadamente paralelos; y

localizar en la parte superior de dicha caldera un contenedor de combustible, que comprende un fondo que consistente en gran parte de un uno o más tornillos de transporte de combustible.

29. Un método de configuración de una caldera de combustible sólido que comprende una multiplicidad de módulos, en el que dicha caldera puede ser montada a partir de dichos módulos en el sitio en una ubicación de operación deseada para dicha caldera, en donde:

al menos un módulo incorpora cualquier combinación de al menos parte de la pared frontal, al menos parte de una pared lateral, al menos parte del techo, y al menos parte de dicha pared o paredes internas de dicha caldera;

al menos un módulo incorpora cualquier combinación de al menos parte de la pared posterior o la pared posterior de un paso frontal, al menos parte de una pared lateral, al menos parte del techo, y al menos parte de dicha pared o paredes internas de dicha caldera; y

en el que al menos un módulo incorpora cualquier combinación de al menos parte de una pared posterior, al menos parte de una pared lateral, al menos parte del techo, y al menos parte de dichos recalentadores de dicha caldera.