

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 704 669**

51 Int. Cl.:

**B01J 8/24** (2006.01)

**F23C 10/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.08.2013 PCT/US2013/056724**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.04.2014 WO14062297**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.08.2013 E 13847595 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.10.2018 EP 2908936**

54 Título: **Válvula de control de sólidos en lecho con fiabilidad mejorada**

30 Prioridad:

**17.10.2012 US 201213653636**

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

**19.03.2019**

73 Titular/es:

**THE BABCOCK & WILCOX COMPANY (100.0%)  
20 S. Van Buren Avenue  
Barberton, OH 44203, US**

72 Inventor/es:

**MARYAMCHIK, MIKHAIL;  
KRAFT, DAVID, L;  
ALEXANDER, KIPLIN, C;  
FLYNN, THOMAS, J y  
HU, SHENGTENG**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 704 669 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Válvula de control de sólidos en lecho con fiabilidad mejorada

## 5 ANTECEDENTES

La presente invención se refiere en general al campo de los reactores y calderas de lecho fluidizado circulante (CFB) tal como aquellos usados en las instalaciones de generación de potencia eléctrica e instalaciones industriales. En particular se refiere a disposiciones de reactor CFB que contienen tanto un CFB como uno o más lechos fluidizados burbujeantes (BFB) que suministran materiales a una porción inferior del cerramiento de reactor CFB, y a válvulas no mecánicas para controlar sólidos que fluyen entre dichas regiones de lecho burbujeante lentas y regiones CFB altamente fluidizadas.

Los reactores y calderas pueden usar CFB y BFB juntos en diversas disposiciones. Por ejemplo, la patente de Estados Unidos 5.533.471 enseña la colocación de BFB lentos por debajo y al lado de la parte inferior de una cámara CFB de movimiento más rápido. En la patente de Estados Unidos 5.526.775, el BFB lento está por encima y al lado del CFB rápido. La patente de Estados Unidos 5.190.451 de Goldbach, ilustra una cámara CFB que tiene un intercambiador de calor sumergido dentro de un lecho fluidizado en el extremo inferior de la cámara. La patente de Estados Unidos 5.184.671 de Alliston *et al.* enseña un intercambiador de calor que tiene múltiples regiones de lecho fluidizado. La presente invención puede adaptarse para el uso con estas u otras disposiciones.

La presente invención también se refiere a válvulas para regular el movimiento de sólidos, incluyendo combustible sólido, entre BFB y CFB. Se refiere en particular a válvulas no mecánicas para controlar el flujo de sólidos granulares entre lechos fluidizados regulando la fluidización local en una abertura en una pared entre cerramientos. Como principio general, tales válvulas "se abren" aireando suficientemente el área inmediatamente alrededor de una abertura entre los cerramientos con lo que las partículas se "fluidizan" y fluyen a través de la abertura de manera similar a un líquido. Las válvulas "se cierran" deteniendo o ralentizando la fluidización alrededor de las mismas aberturas por lo que las partículas ya no se comportan y fluyen de manera similar a un líquido.

Un horno y un intercambiador de calor BFB controlable por separado ubicado dentro del horno CFB. La transferencia de calor en el intercambiador de calor BFB se controla controlando el índice de sólidos descargados desde la parte inferior del BFB en el horno CFB mayor. El control de descarga puede lograrse usando al menos una válvula no mecánica entre el CFB y el BFB. La válvula no mecánica puede operarse controlando el caudal de gas fluidizante en las proximidades de la válvula. Reducir o cerrar completamente el flujo de gas fluidizante a los medios de fluidización de control (normalmente tapones de burbuja) obstaculiza la fluidización local y, como resultado, ralentiza o detiene el movimiento de sólidos a través de la válvula no mecánica, permitiendo así el control de los sólidos descargados desde el BFB al CFB (véase por ejemplo la solicitud de patente publicada de Estados Unidos 2011/0073049 A1). El documento US 2011/0073049 A1 divulga una caldera de lecho fluidizado circulante de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. Sin embargo, el documento US 2011/0073049 A1 no enseña, al menos, colectores vinculados a uno o más medios de fluidización controlados independientemente, los colectores adaptándose para recoger sólidos en el evento de marcha atrás de sólidos en los medios fluidizantes de manera que los sólidos recogidos no obstruyan un suministro del medio de fluidización.

Un problema con la válvula no mecánica de la técnica anterior de Belin *et al.* es que el material de lecho sólido puede caer en el medio fluidizante (por ejemplo tapones de burbuja), particularmente cuando el flujo de gas fluidizante se cierra para limitar el flujo de fluidos a través de la válvula. El problema puede ser particularmente severo para medios fluidizantes inactivos que son adyacentes a los medios fluidizantes activos. Esto puede bloquear el flujo de gas fluidizante una vez que se vuelve a activar, y puede obstaculizar un uso adicional de la válvula no mecánica.

Otro problema de reducir el caudal de gas fluidizante en las proximidades de la válvula no mecánica es la aglomeración de material en el lecho. La desactivación del gas fluidizante reduce la mezcla de lecho local. Al continuar la combustión de sólidos de lecho, se puede incrementar la temperatura en el lecho local que puede conducir a una aglomeración de material sólido. La aglomeración también puede ocurrir en otro lugar en la caldera, con los aglomerados que se mueven finalmente hacia la válvula no mecánica junto con el flujo de otros sólidos en el sistema. Tales aglomerados, ya se formen o se acumulen en las proximidades de las válvulas, pueden eventualmente taponar la válvula y dificultar su funcionamiento.

Otro problema más con el funcionamiento de una caldera CFB que incluye un BFB es que la fluidización vigorosa del horno CFB puede interferir con la fluidización local en las proximidades de la válvula no mecánica. Esto puede interferir con el control de flujo de sólidos desde el BFB en el CFB a través de la válvula que depende, al menos en parte, del control de fluidización.

El documento US 5 376 181 A divulga un conjunto de boquilla que comprende un conducto de boquilla que tiene extremos de entrada y descarga proporcionados con un soporte tubular.

## BREVE DESCRIPCIÓN

- La presente invención proporciona un conjunto de válvula no mecánica mejorado que puede usarse con calderas de lecho fluidizado de la técnica anterior que incluyen pero no se limitan a una caldera CFB enseñada por la patente de Estados Unidos 6.532.,905 de Belin *et al.* que comprende un BFB vinculado a un CFB. Como se ha mencionado, las válvulas no mecánicas pueden usarse para controlar el flujo de sólidos granulares entre cerramientos regulando la fluidización local en una abertura en una pared entre los cerramientos. Normalmente, tales válvulas “se abren” inyectando gas fluidizante en el área inmediatamente alrededor de una abertura entre los dos cerramientos por lo que las partículas sólidas se “fluidizan”, es decir se comportan de manera similar a un líquido. Las partículas sólidas fluyen a través de la abertura en la pared cuando se fluidizan. Las válvulas “se cierran” deteniendo o ralentizando la inyección de gas, terminando por tanto la fluidización alrededor de las aberturas. Al estar la fluidización ausente, las partículas sólidas ya no se comportan o fluyen como un líquido, y así ya no fluyen a través de la abertura en la pared, o de lo contrario se mueven a través a una velocidad mucho menor.
- La presente invención elimina los problemas asociados con el cierre temporal de las válvulas no mecánicas reduciendo o deteniendo el flujo del medio de fluidización. El problema de la marcha atrás de material sólido en el medio fluidizante cuando el flujo de gas fluidizante se desactiva, y por tanto provoca su bloqueo, se soluciona proporcionando colectores. Estos colectores se colocan normalmente por debajo de los medios fluidizantes, por lo que la marcha atrás de sólidos en el medio fluidizante caerá en los colectores y se almacenará por debajo de un nivel donde estos pueden impedir el flujo de gas fluidizante. Los sólidos se retiran periódica o continuamente de los colectores para mantener su nivel suficientemente bajo. En una realización preferente, los colectores pueden vaciarse durante la operación de la caldera sin interrumpir el flujo del medio de fluidización, idealmente sin romper ningún sello que permitiría escapar al medio de fluidización.
- Unos medios de retirada también se proporcionan en la disposición de válvula para retirar aglomerados del flujo de sólido basándose por ejemplo en su mayor tamaño y mayor peso. Como resultado, la probabilidad de que los aglomerados grandes se peguen y bloqueen las válvulas se reduce. En una realización preferente, los medios de retirada se sellan contra una presión de horno, el índice de retirada de sólidos del sistema se controla y el material retirado se enfría.
- La presente invención también soluciona la interferencia entre la fluidización intensa del horno CFB y la válvula no mecánica controlada por fluidización entre el CFB y el BFB. Las paredes que se proyectan en el BFB y/o CFB desde la pared de cerramiento BFB forman canales o túneles, que bloquean el movimiento de sólidos laterales cerca de las aberturas de válvula. Estas paredes protegen la abertura entre el CFB y el BFB contra los efectos más extremos de la agitación de sólidos CFB, y así mejoran el control sobre la fluidización local y la función de las válvulas no mecánicas.
- En una realización preferente, existe poco o ningún flujo de sólidos a través de la válvula no mecánica, es decir la válvula está “cerrada”, cuando la fluidización local por medios fluidizantes controlados independientemente se desactiva. La invención enseña cómo diseñar pasos entre BFB y CFB que bloquean sustancialmente el flujo de partículas de una manera de una válvula en L. Todas las mejoras de la invención pueden aplicarse a un intervalo de válvulas no mecánicas que regulan el flujo de material granular entre diferentes compartimentos usando fluidización local, particularmente donde al menos uno de los compartimentos contiene un lecho fluidizado.
- Por consiguiente, un aspecto de la presente invención se refiere a una caldera de lecho fluidizado circulante que comprende: un cámara de reacción de caldera de lecho fluidizado circulante que comprende paredes laterales y una rejilla de distribución que define un suelo en un extremo inferior de la cámara de reacción de caldera de lecho fluidizado circulante; un lecho fluidizado burbujeante ubicado dentro de una porción inferior de la cámara de reacción de caldera de lecho fluidizado circulante y que se limita por paredes de cerramiento y por el suelo de la cámara de reacción de caldera de lecho fluidizado circulante; al menos un intercambiador de calor en lecho controlable, el intercambiador de calor en lecho que ocupa parte del suelo de la cámara de reacción de caldera de lecho fluidizado circulante y que está dentro de las paredes de cerramiento del lecho fluidizado burbujeante; al menos una válvula no mecánica diseñada para permitir el control de descarga de sólidos desde el lecho fluidizado burbujeante en la cámara de reacción de caldera de lecho fluidizado circulante, comprendiendo la válvula al menos una abertura en la pared de cerramiento del lecho fluidizado burbujeante, e incluyendo al menos un medio fluidizante controlado independientemente ubicado al menos en uno de corriente arriba y corriente abajo de la abertura; el al menos un medio fluidizante controlado independientemente que se conecta a medios de suministro de medio de fluidización correspondiente, el medio fluidizante controlado independientemente que se adapta para controlar un caudal de sólidos desde el lecho fluidizado burbujeante a la cámara de reacción de caldera de lecho fluidizado circulante, el medio fluidizante controlado independientemente que se controla por separado de la rejilla de distribución; el medio fluidizante controlado independientemente y el medio de suministro de medio de fluidización que son al menos uno de conectado a y que comprende colectores, los colectores adaptándose para recoger sólidos en el caso de marcha atrás de sólidos en el medio fluidizante de manera que los sólidos recogidos no obstruyen el suministro de medio de fluidización; válvulas para sellar al menos uno de los colectores, los medios fluidizantes, y el medio de suministro de medio de fluidización, para permitir la retirada de sólidos marcha atrás desde los colectores

durante el funcionamiento del horno de lecho fluidizado circulante; la válvula no mecánica que comprende además al menos un medio de retirada de sólidos, adaptándose para la retirada de aglomerados, ubicándose al menos en uno de corriente arriba y corriente abajo de dicha al menos una abertura en la pared de cerramiento de lecho fluidizado burbujeante; el medio de retirada conectándose a al menos un enfriador de tornillo adaptado para sellarse contra una presión de horno, para controlar el índice de descarga de sólidos a través del medio de retirada, y para enfriar sólidos descargados y aglomerados; la pared de cerramiento de lecho fluidizado burbujeante que comprende una pluralidad de paredes de canal adyacentes a una o más aberturas en la pared de cerramiento de lecho fluidizado burbujeante, las paredes que se proyectan generalmente lejos de la pared de cerramiento en al menos uno del lecho fluidizado circulante y el lecho fluidizado burbujeante, las paredes de canal que se adaptan para reducir el movimiento lateral de sólidos en una o más direcciones perpendiculares a la dirección de descarga de sólidos desde el lecho fluidizado burbujeante al lecho fluidizado circulante.

Otro aspecto más de la presente invención se refiere a una caldera de lecho fluidizado circulante que comprende: una cámara de reacción de caldera de lecho fluidizado circulante que comprende paredes laterales y una rejilla de distribución para proporcionar gas fluidizante en la cámara de reacción de caldera de lecho fluidizado circulante; un lecho fluidizado burbujeante en un compartimento que incluye al menos una pared de cerramiento; al menos un intercambiador de calor en lecho controlable, el intercambiador de calor en lecho ubicado dentro del compartimento que comprende el lecho fluidizado burbujeante; al menos una válvula no mecánica adaptada para controlar descarga de sólidos desde el lecho fluidizado burbujeante en la cámara de reacción de caldera de lecho fluidizado circulante, la válvula que comprende al menos una abertura en la pared de cerramiento, e incluyendo al menos un medio fluidizante controlado independientemente ubicado al menos en uno de corriente arriba y corriente abajo de la abertura; el medio fluidizante controlado independientemente que se conecta a un medio de suministro de medio de fluidización, el medio fluidizante controlado independientemente que se adapta para controlar un caudal de sólidos desde el lecho fluidizado burbujeante a la cámara de reacción de caldera de lecho fluidizado circulante, el medio fluidizante controlado independientemente que se controla por separado de la rejilla de distribución; y colectores vinculados al uno o más medios fluidizantes controlados independientemente, los colectores que se adaptan para recoger sólidos en el caso de marcha atrás de sólidos en el medio fluidizante de manera que los sólidos recogidos no obstruyen un suministro de medio de fluidización.

Otro aspecto más de la presente invención se refiere a una disposición de válvula no mecánica para controlar selectivamente un flujo de sólidos en partículas entre dos compartimentos en el que al menos uno de dichos compartimentos comprende un lecho fluidizado, la disposición de válvula no mecánica que comprende: una pared de cerramiento que separa los dos compartimentos; una abertura en la pared de cerramiento que vincula los dos compartimentos; medios fluidizantes controlados independientemente ubicados al menos en uno de corriente arriba y corriente abajo de la abertura, los medios fluidizantes controlados independientemente conectados a un medio de suministro de medio de fluidización y adaptándose para controlar selectivamente el flujo de sólidos en partículas a través de la abertura; uno o más colectores conectados al medio fluidizante controlado independientemente, los colectores adaptados para recoger cualquier sólido que entra en el medio fluidizante de manera que los sólidos recogidos no obstruyen el suministro del medio de fluidización al medio fluidizante; y uno o más medios de retirada de sólidos controlados independientemente ubicados en al menos uno de corriente arriba y corriente abajo de la abertura, el medio de retirada que se adapta para retirar sólidos y aglomerados.

Estos y otros aspectos y/u objetos no limitantes de la divulgación se describen más en particular a continuación.

Las diversas características de novedad que caracterizan la invención se señalan con particularidad en las reivindicaciones adjuntas a y que forman una parte de esta divulgación. Para un mejor entendimiento de la invención, sus ventajas operativas y objetos específicos logrados por sus usos, la referencia se hace a los dibujos adjuntos y materia descriptiva en los que una realización preferente de la invención se ilustra.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

En los dibujos:

la figura 1 es una vista en alzado lateral parcial esquemática de una caldera CFB que comprende un horno CFB o cámara de reacción, un separador de partículas, un BFB que contiene un IBHX y una válvula no mecánica que separa el horno CFB del BFB;

la figura 2, tomada a lo largo de la vista en sección 2 - 2 de la figura 1, es una vista en planta en sección de la caldera CFB, el horno CFB, el BFB y el IBHX;

la figura 3 es una vista en sección lateral parcial ampliada de una válvula no mecánica de la invención que separa el BFB y el horno CFB;

la figura 4 es una vista en sección lateral parcial ampliada de una realización alternativa de la válvula no mecánica de la invención que separa el BFB y el horno CFB;

la figura 5A es una vista en perspectiva superior parcial de una pared de cerramiento entre el BFB y el CFB, la pared incluyendo válvulas no mecánicas y paredes de canal que sobresalen lejos de la pared de cerramiento, parte de la pared de cerramiento que se retira para una visibilidad mejorada;

la figura 5B es una vista ampliada de una porción de la pared de cerramiento de la figura 5A donde parte de la cobertura de pared se retira para mostrar tuberías dentro de la pared;

la figura 6 es una vista en perspectiva superior parcial de una disposición alternativa de aberturas en la pared de cerramiento entre el BFB y el CFB, y de paredes de canal que sobresalen lejos de la pared de cerramiento, parte de la pared retirada para visibilidad mejorada;

la figura 7 es una vista en perspectiva superior parcial de aberturas en otra pared de cerramiento entre el BFB y el CFB, y de paredes de canal conectadas por una superficie de puente superior que sobresale lejos de la pared de cerramiento, parte de la pared retirada para visibilidad mejorada; y

las figuras 8A y 8B son vistas en alzado lateral en sección de dos realizaciones de las disposiciones de válvulas no mecánicas que comprenden canales, los canales que tienen dimensiones adaptadas para cerrar el flujo de sólidos a su través en la ausencia de fluidización.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA

Un entendimiento más completo de los procesos y aparatos divulgados en este documento puede obtenerse por referencia a los dibujos adjuntos. Estas figuras son únicamente representaciones esquemáticas basadas en conveniencia y facilidad de demostración de la técnica existente y/o el desarrollo presente, y por tanto no pretenden indicar dimensiones y tamaños relativos de los conjuntos o componentes de los mismos.

Aunque los términos específicos se usan en la siguiente descripción por el bien de la claridad, estos términos pretenden referirse solo a la estructura particular de las realizaciones seleccionadas para ilustración en los dibujos, y no pretenden definir o limitar el alcance de la divulgación. En los dibujos y la siguiente descripción a continuación, debe entenderse que las designaciones numéricas similares se refieren a componentes de similar función.

El modificador "aproximadamente" usado en conexión con una cantidad es inclusivo del valor mencionado y tiene el significado dictado por el contexto (por ejemplo, incluye al menos el grado de error asociado con la medición de la cantidad particular). Cuando se usa con un valor específico, debería también considerarse como que divulga ese valor. Por ejemplo, el término "aproximadamente 2" también divulga el valor "2" y el intervalo "desde aproximadamente 2 a aproximadamente 4" también divulga el intervalo "desde 2 a 4".

Como se conoce por los expertos en la materia, las superficies de transferencia de calor que transportan mezclas de agua y vapor se denominan normalmente superficies de caldera evaporativa; las superficies de transferencia de calor que transportan vapor a su través se denominan normalmente superficies de supercalentamiento (o recalentamiento, dependiendo de la configuración de turbina de vapor asociada). Independientemente del tipo de superficie de calentamiento, los tamaños de los tubos, su material, el diámetro, espesor de pared, número y disposición se basan en la temperatura y presión para el servicio, de acuerdo con códigos de diseño de caldera aplicables, tal como el American Society of Mechanical Engineers (ASME) Boiler and Pressure Vessel Code, sección I y otros códigos equivalentes como se requiere por la ley.

En la extensión en que las explicaciones de cierta terminología o principios del intercambiador de calor, caldera y/o generador de vapor en su técnica pueden ser necesarias para entender la presente divulgación, y para un análisis más completo de las calderas CFB, o del diseño de utilidad moderno y calderas industriales, el lector puede consultar el documento *Steam/its generation and use*, edición 41, Kitto y Stultz, Eds., Copyright © 2005, The Babcock & Wilcox Company, Barberton, Ohio, Estados Unidos, Lib. of Congress n.º 92-74123, cuyo texto se incorpora por la presente por referencia como totalmente expuesto en este documento.

La presente invención soluciona varios problemas encontrados con las válvulas controladas de medio de fluidización no mecánicas de la técnica anterior. En una realización particularmente preferente descrita en este caso para demostrar la invención, una válvula no mecánica mejorada se usa con una caldera CFB que comprende tanto una cámara de reacción CFB como un BFB con IBHX ubicado dentro de la cámara de reacción.

En referencia ahora a los dibujos, donde los números de referencia similares designan los mismos o similares elementos a través de los dibujos, las figuras 1 y 2 muestran un sistema de caldera CFB preferentemente que comprende una cámara de reacción CFB u horno 1 e implementa la presente invención. El horno incluye paredes 2, y un intercambiador de calor en lecho 3 (IBHX) sumergido en un BFB 4 ubicado dentro de la cámara de reacción 1. La superficie de calentamiento del IBHX 3, que absorbe calor desde el BFB 4, puede ser un supercalentador, un recalentador, un economizador o combinaciones de superficies de calentamiento similares que se conocen para los expertos en la materia. La superficie de calentamiento IBHX se compone normalmente de tubos o tuberías 31 que transfieren un medio de transferencia de calor a su través, tal como agua, una mezcla de dos fases de agua y vapor o vapor.

El CFB puede componerse de sólidos compuestos de combustible 5, la ceniza del combustible 5, sorbente 6 y en algunos casos material inerte externo 7 suministrado a través de al menos una de las paredes 2 del horno. Muchos otros componentes sólidos posibles se conocen para los expertos en la materia. El CFB se fluidiza por inyección del aire primario 8 y/u otros gases. El aire fluidizante se suministra preferentemente a través de una rejilla de distribución 9 que puede comprender una parte del suelo del horno, y que comprende normalmente tapones de burbuja.

Algunos sólidos 15 se atrapan hacia arriba por los gases que resultan desde la combustión del combustible y finalmente llegan a un separador de partículas 16 cerca de la salida del horno. Aunque algunos de los sólidos 17 pasan por el separador, la masa de los sólidos 18 se captura y se recicla de vuelta al horno. Parte de los sólidos capturados 18, junto con otros sólidos 19 que caen fuera de la corriente de sólidos ascendente 15 accionados por gravedad entrará en el BFB 4.

El BFB 4 se fluidiza por el medio de fluidización 25 suministrado a través de la rejilla de distribución 26, que puede comprender parte del suelo del horno. Esto será generalmente una rejilla separada de la rejilla de distribución 9, que fluidiza el CFB. Como se conoce por los expertos en la materia, el diseño más común de rejilla de distribución sería una disposición de tapones de burbuja suministrados desde una fuente correspondiente de medio de fluidización. Un tapón de burbuja se compone de un tapón de burbuja apropiado y una tubería de suministro, normalmente llamada vástago, que interconecta el medio de fluidización con el lecho fluidizado. El gas fluidizante se transporta hacia arriba a lo largo del vástago en el tapón de burbuja, desde el que se distribuye al lecho fluidizado mediante la pluralidad de orificios de salida. Unos chorros de gas fluidizante que salen de los orificios de salida penetran en el CFB o BFB fluidizando sólidos en partículas en el área alrededor de cada tapón de burbuja.

Unos medios para retirar sólidos desde el CFB y BFB (27 y 28, correspondientemente) se proporcionan preferentemente en las áreas pertinentes del suelo.

El BFB 4 se separa del CFB por una pared de cerramiento 30 que comprende una o más válvulas no mecánicas 40. El índice de sólidos reciclados 35 de vuelta al CFB a través de una o más válvulas no mecánicas 40 se controla por el control de una o más corrientes del medio de fluidización 45 y 46. Las corrientes del medio de fluidización se proporcionan preferentemente a través de uno o más medios fluidizantes controlados independientemente 86, 87, 94, 95, que se ubican corriente arriba (hacia el BFB) y/o corriente abajo (hacia el CFB) de las aberturas 85 en la pared de cerramiento 30 (figuras 3-4).

El flujo de gas en las proximidades de la válvula no mecánica promueve la descarga de sólidos desde la parte inferior del BFB 4 al CFB 1. El control independiente de estos caudales, por ejemplo activándolos y desactivándolos en ciclos alternos, permite el alisamiento del índice de descarga de sólidos. Los patrones de control particulares del medio de fluidización (frecuencia de ciclos, longitud de ciclos, etc.) dependen de propiedades del material de lecho y los requisitos de operación de caldera deberían establecerse durante el servicio de la caldera.

Las corrientes de gas fluidizante 45, 46 se controlan preferentemente independientemente de la rejilla de distribución CFB 9 y la rejilla de distribución BFB 26, y pueden controlarse independientemente entre sí, pero más preferentemente se regulan de acuerdo entre sí en el funcionamiento. Como se usa en las reivindicaciones, el término "medio fluidizante controlado independientemente" siempre se refiere a un medio fluidizante que es capaz de controlarse independientemente de las rejillas de distribución 9, 26, y preferentemente pero no necesariamente independiente de otros medios fluidizantes controlados independientemente en la misma fila o en diferentes filas. En una realización preferente, los medios fluidizantes controlados independientemente se proporcionan desde una a seis filas en cada uno o ambos lados de la pared de cerramiento 30, comprendiendo cada fila una pluralidad de tapones de burbuja. En una realización más preferente los medios fluidizantes en cada fila se controlan juntos como una fila, pero cada fila puede controlarse por separado de cualquier otra fila y por separado de la rejilla de distribución 9, 26. Normalmente, cada fila será paralela a una pared de cerramiento 30, teniendo la pared una o varias aberturas 85. Así, el control de fluidización de cada fila puede afectar a más de una válvula 40 si la fila está cerca de más de una abertura 85. Las realizaciones donde cada válvula se controla por separado, y donde los medios fluidizantes no se controlan como una fila, también son posibles sin embargo.

Los expertos en la materia apreciarán que las válvulas no mecánicas 40 pueden incluir aberturas de pared 85, medios fluidizantes controlados independientemente 86, 87, 94, 95, medios de retirada de sólidos 60 y otros componentes en una gran variedad de configuraciones. La figura 5A muestra una realización similar al ejemplo de la figura 3. En las figuras 3 y 5A existen medios de retirada de sólidos 60, 61 inmediatamente a ambos lados de cada abertura 85. Fuera de cada medio de retirada de sólidos 60, 61 está una única fila de medios fluidizantes controlados independientemente 86, 87. Los tapones de burbuja más allá de la única fila de medios fluidizantes controlados independientemente conforman las rejillas de distribución 26 y 9 de BFB y CFB correspondientemente. La figura 6 muestra una realización similar al ejemplo de la figura 4. Cada lado de la pared de cerramiento 30 tiene una única fila de medios fluidizantes controlados independientemente 94, 95, seguidos por un medio de retirada de sólidos 60, 61, seguido por una o más filas de medios fluidizantes controlados independientemente 86, 87 en el ejemplo de la figura 4, y dos o más filas en el ejemplo de la figura 6. La figura 7 muestra otra alternativa donde no todos los medios fluidizantes controlados independientemente se proporcionan en filas completas. Dos tapones de burbuja de medios fluidizantes controlados independientemente se proporcionan inmediatamente a cada lado de cada abertura 85, aunque las filas más cercanas a las aberturas no son continuas entre las aberturas 85 de las válvulas 40.

Los medios fluidizantes controlados independientemente 86, 87, 94, 95 son normalmente tapones de burbuja, pero otras realizaciones son posibles. Los medios fluidizantes controlados independientemente pueden comprender el

mismo tipo de tapones de burbuja como se encuentra en las rejillas de distribución 9, 26 o pueden adoptar diferentes formas.

La pared de cerramiento 30 se conforma preferentemente de tubos o tuberías 50 que se enfrían por agua o vapor. Los tubos se protegen normalmente contra la erosión y la corrosión por una capa protectora, normalmente formada por un refractario sujeto por broches soldados a los tubos. Los tubos pueden ser horizontales como se muestra en la figura 5B, verticales o en otras disposiciones. Las figuras 3 y 4 muestran vistas en sección de las tuberías 50 dentro de una pared de cerramiento 30. La figura 2 muestra un tubo de ejemplo 50 dentro de una pared de cerramiento 30 desde arriba. Los tubos pueden extenderse opcionalmente en paredes de canal 100 y superficies de puente 105 cuando están presentes.

En una realización preferente, el aire secundario 70 u otro gas se suministra a través de boquillas 75. Las boquillas 75 se ubican normalmente en las paredes opuestas 2 del horno CFB algo por encima del suelo del horno.

La figura 3 muestra un despiece del área alrededor y que incluye una realización preferente de la válvula no mecánica 40. La válvula comprende una abertura 85 en la pared de cerramiento 30, y medios fluidizantes controlados independientemente 86 y 87, ubicados corriente arriba y corriente abajo de la válvula 85 respectivamente. Estos medios fluidizantes pueden implementarse como un número de tapones de burbuja conectados a fuentes correspondientes 47 y 48 del medio de fluidización 45 y 46 respectivamente. Cada medio fluidizante es decir, 86 u 87, puede componerse de varios grupos de tapones de burbuja, cada grupo que se suministra con un medio de fluidización desde su propia fuente correspondiente 47 o 48 con el caudal que se controla para cada grupo independientemente. Tal grupo puede disponerse como una fila de tapones de burbuja paralelos a la pared de cerramiento 30 que contiene la abertura 85. Es posible que solo un medio (ya sea corriente arriba o corriente abajo de la abertura 85) se emplee, y el otro no esté presente en algunos diseños. Es posible tener múltiples aberturas 85 con medios fluidizantes separados o compartidos 86, 87 por lo que todas las aberturas 85 pueden ser controlables solo como grupo, o cada abertura 85 puede ser controlable por separado.

Tal como conoce el experto en la materia, la realización más común de una rejilla de distribución, tal como 9 para el CFB o 26 para el BFB, sería una disposición de tapones de burbuja suministrados desde una fuente correspondiente de medio de fluidización, es decir 8 para el CFB y 25 para el BFB. Para evitar la erosión de los tapones de burbuja (u otro medio fluidizante) en las proximidades de la abertura 85 por el flujo de sólidos a través de la abertura, las partes superiores de los tapones de burbuja no deberían ser más altas que la parte inferior de la abertura.

La válvula no mecánica 40 se equipa preferentemente con medios de retirada de sólidos 60 y 61. Los medios de retirada 60 y 61 se adaptan para permitir el paso para retirar aglomerados que pueden formarse en o transportarse a las proximidades de la abertura, y retirar selectivamente aglomerados desde los otros sólidos basándose por ejemplo en su mayor tamaño y peso. Los medios de retirada de sólidos 60 y 61 se ubican preferentemente tanto corriente arriba como corriente abajo de la abertura 85, pero sus posiciones y cantidad pueden variar. Por ejemplo, los medios de retirada de sólidos pueden solo proporcionarse en un lado de cada abertura de pared, y puede haber o no medios fluidizantes entre los medios de retirada y la abertura de pared más cercana. Preferentemente, los medios de retirada de sólidos 60 y 61 se controlan por separado. Preferentemente, los medios de retirada 60 y 61 se sellan contra la presión de horno, y para controlar descarga de sólidos. Esto puede lograrse usando enfriadores de tornillo 88 y 89 que también se adaptan para enfriar sólidos descargados, o por otros medios conocidos para los expertos en la materia.

Los medios fluidizantes controlados independientemente 86, 87, 94, 95 se conectan preferentemente a colectores 92 y 93 correspondientes. El medio de fluidización 45 y 46 se suministra preferentemente a las partes superiores de los colectores 92 y 93, respectivamente, desde donde se distribuye a medios fluidizantes correspondientes. Si ocurre la marcha atrás, tal como cuando el medio de fluidización se desactiva, cualquier sólido que cae en el medio fluidizante 86 y 87 debería terminar en los colectores 92 y 93. El nivel de sólidos acumulados en los colectores 92 y 93 debería mantenerse bajo la elevación del suministro del medio de fluidización 45 y 46 por lo que los sólidos en marcha atrás no afectan al funcionamiento de los medios fluidizantes 86 y 87.

Como alternativa, los medios 92 y 93 para recoger sólidos en marcha atrás pueden separarse más de la trayectoria del medio de fluidización 45, 46 a los medios fluidizantes correspondientes. Por ejemplo, la figura 4 muestra una realización donde el medio de fluidización 45 y 46 se proporciona en el punto medio de tubos que conducen hacia arriba al medio fluidizante 94 y 95 respectivamente y hacia abajo a áreas donde los sólidos pueden recogerse bastante lejos de la trayectoria del medio de fluidización. Los expertos en la materia serán capaces de concebir diversos medios para recoger o atrapar sólidos en marcha atrás sin bloquear el medio de fluidización usando este concepto. Las realizaciones donde el medio de fluidización no pasa a través de los colectores 92 y 93 pueden ser aconsejables en algunas aplicaciones.

En realizaciones preferentes los colectores 92, 93 pueden vaciarse mientras el horno funciona, y sin desactivar la presión del medio de fluidización 45, 46 a ningún medio fluidizante. El sellado de los colectores 92 y 93 mientras se retiran los sólidos en marcha atrás puede realizarse por válvulas rotativas 96 y 97 o por otros medios conocidos para los expertos en la materia. Por ejemplo, una válvula rotativa podría usarse para retirar sólidos en marcha atrás desde una parte inferior de un colector, mientras el colector permanece presurizado, sin abrir una trayectoria directa para el

escape del medio de fluidización. Como alternativa, los propios colectores podrían sellarse temporalmente desde la presión del medio de fluidización durante el vaciado. Es preferente si las corrientes de medio de fluidización 45 y 46 pueden mantenerse mientras los colectores 92 y 93 se vacían para evitar la marcha atrás de sólidos adicionales durante el vaciado, y permitir una operación ininterrumpida del sistema de caldera.

Los medios fluidizantes controlados independientemente 86, 87, 94, 95 pueden ubicarse en uno o ambos lados del medio de retirada de sólidos 60 y 61. Esta última disposición se ejemplifica en la figura 4. Puede haber más de un medio fluidizante o múltiples filas de medios fluidizantes a cada lado de la abertura 85. Por ejemplo, la figura 6 muestra una realización que tiene tres filas de medios fluidizantes controlados independientemente 86, 87, 94, 95 a cada lado de cada abertura 85. El medio fluidizante y medio de retirada pueden usarse eficazmente en una variedad de disposiciones, y la invención no se limita a las realizaciones ilustrativas mostradas en las figuras 3 a 7.

Cada medio fluidizante 86 y 87 o cada parte de medio fluidizante (tal como cuando un medio fluidizante comprende múltiples tapones de burbuja), puede suministrarse con medio de fluidización 45 y 46 bien individualmente o mediante fuentes compartidas del medio de fluidización 47 y 48 compartidas con otras unidades. De manera similar, los medios de recogida de sólidos 92 y 93 pueden o no compartirse.

Las disposiciones donde diferentes medios de fluidización pueden suministrarse selectivamente a cada medio fluidizante, tal como aire normal o aire con oxígeno reducido, pueden usarse.

Los solicitantes han encontrado que la turbulencia considerable de los CFB puede interferir con la fluidización en las proximidades de válvulas no mecánicas adyacentes. Esto puede afectar a la capacidad de tales válvulas no mecánicas de regular el índice de descarga de sólidos, por ejemplo desde un BFB a un horno CFB.

Los solicitantes han descubierto que la capacidad de control del índice de descarga de sólidos puede mejorar creando canales paralelos a la dirección de la descarga de sólidos. Tales canales permiten el movimiento de sólidos no obstruido a través de la abertura, pero suprime el movimiento del lecho en otras direcciones. Estos canales pueden formarse por ejemplo por paredes 100 en los lados de la abertura 85. Cada pared sobresale lejos de la pared de cerramiento 30 en al menos uno del CFB y/o BFB, preferentemente por una distancia de al menos la mitad de la anchura de la abertura. Las paredes de canal suprimen el movimiento de material de lecho lateral en direcciones perpendiculares a las de la descarga de sólidos desde el BFB al CFB. Véanse las figuras 5A, 6 y 7 para ejemplos no limitantes de las disposiciones de pared 100 y colocaciones relativas a las aberturas 85. Las partes superiores de las paredes 100 sobre las aberturas también pueden abarcarse por una superficie 105 para limitar el movimiento vertical del material del lecho cerca de la abertura 85. Una superficie de puente 105 puede reducir el movimiento de material de lecho vertical que también es perpendicular a la dirección de la descarga de sólidos desde el BFB al horno CFB. Las superficies de puente 105 sobresalen en al menos uno del CFB y el BFB, preferentemente sobresaliendo al menos en la medida en que sobresalen las paredes 100 (figura 7). Este aspecto de la invención, usando paredes 100 paralelas a la dirección de flujo de sólidos para limitar el movimiento perpendicular, también puede aplicarse a una variedad de interfaces que comprenden sólidos fluidizados en uno o ambos lados.

De manera similar a otras partes de la pared de cerramiento 30, las paredes 100 y superficies de puente 105 pueden comprender tubos 50 enfriados por agua o vapor, y se cubren preferentemente con una sustancia refractaria, ladrillo refractario u otra similar.

El tamaño, forma y longitud de la abertura 85 puede jugar un papel al controlar el flujo de sólidos granulares desde el lado del BFB de la pared de cerramiento 30 al lado del horno CFB 1. En una realización preferente, los sólidos no fluirán sustancialmente desde el lado del BFB a través de la abertura 85 al lado del CFB de la pared de cerramiento 30 a menos que los sólidos estén de alguna manera fluidizados. Preferentemente, un flujo uniforme a través de la abertura 85 puede restaurarse usando medios fluidizantes 86, 87, 94, 95.

El área dentro de la pared de cerramiento 30 que puede ser un BFB bajo condiciones de fluidización, en combinación con una abertura 85 dimensionada adecuadamente, pueden funcionar juntos como una válvula en L para regular el flujo de sólidos granulares a través de la abertura. Como conocen los expertos en la materia, las válvulas en L permiten un control fiable del índice de flujo de sólidos, incluyendo un cierre de flujo completo.

La geometría de válvula en L requerida para el control de caudal depende de las propiedades de los sólidos, en particular el ángulo de reposo de sólidos. Aunque el material de lecho más común producido en la combustión CFB tiene un ángulo de reposo en el intervalo de 35 a 40°, en casos atípicos el ángulo de reposo puede caer en el intervalo de 30 a 45°. Dado un ángulo de reposo en el intervalo de 35 a 40°, la relación mínima de profundidad respecto a altura (relación horizontal : vertical) del canal 85 requerido para cierre de flujo de sólidos es de aproximadamente 1,4-1,2 para los casos más comunes. La relación puede ser tan alta como 1,7 o tan baja como 1,0 en casos inusuales. Véanse las figuras 8A y 8B. El ángulo de reposo de los sólidos, tal como las cenizas de combustible, que una caldera CFB determinada se diseña para acomodar puede usarse para calcular las dimensiones deseables de un canal 85 dependiendo de, por ejemplo, si es aconsejable o no que los sólidos fluyan a través de la abertura 85 en la ausencia de fluidización.

Las paredes 100 y las superficies de puente 105 analizados antes pueden opcionalmente diseñarse para funcionar como una parte de una válvula en L además de regular el movimiento de fluidización lateral.

5 Además de las realizaciones que usan paredes 100, 105 descritas antes, los canales pueden formarse de otras maneras, por ejemplo usando el espesor de la pared de cerramiento 30 formando la abertura 85 con la tubería 110, y otros medios que serán aparentes para el experto en la materia. Los ejemplos se ilustran en la figura 8. Los componentes de los canales, como las paredes 100, superficies de puente 105 o tuberías 110, pueden realizarse de diversos materiales capaces de soportar condiciones de un horno CFB: cerámica, ladrillo refractario, tubos cubiertos con sustancia refractaria, etc. y una combinación de los mismos, por ejemplo tubos cubiertos por sustancias refractarias y partes cerámicas.

15 La descarga de sólidos a través de una o más válvulas no mecánicas 40 puede detenerse deteniendo la fluidización por los medios fluidizantes controlados independientemente 86, 87, 94, 95 pertinentes. Esto sin embargo puede provocar aglomeración de sólidos en el lecho estancado temporalmente en las proximidades de la válvula de cierre. Esto es particularmente cierto cuando la combustión continuada provoca un incremento de temperatura localizada. Ya que la formación de aglomerados es normalmente un proceso lento, puede evitarse por fluidización periódica del lecho estancado. Tal fluidización puede ser breve en relación con la duración del periodo inactivo para minimizar su efecto en el índice de descarga general, pero de duración suficiente para interrumpir y evitar aglomerados incipientes. Por ejemplo, las áreas adyacentes a las aberturas de pared u otras regiones pueden fluidizarse por periodos cortos separados por periodos más largos de no fluidización.

25 Como se analizó, las reducciones locales en fluidización pueden tener como resultado un aumento de calor local debido a la combustión continuada, conduciendo a la formación de aglomerados. Es decir, es a veces aconsejable reducir el índice de liberación de calor local en áreas del lecho donde la mezcla (al menos temporalmente) puede reducirse, tal como la proximidad de la abertura 85, para disminuir las oportunidades de formación de aglomerados allí. Una reducción del índice de liberación de calor alrededor de la abertura 85 puede lograrse usando un medio de fluidización 45 y 46 con contenido de oxígeno reducido, por ejemplo gas de escape. Dependiendo de la conformación del combustible, la ceniza y otros sólidos, la reducción del contenido de oxígeno en el medio de fluidización hasta el 15 % puede ser suficiente para evitar la aglomeración. En otros casos, su contenido de oxígeno debería reducirse al 12 %, o incluso tan bajo como el 9 % o el 6 % para lograr un enfriamiento adecuado. Un medio de oxígeno bajo puede usarse en combinación con una técnica de fluidización intermitente para evitar los aglomerados.

35 Se entenderá por los expertos en la materia que unas válvulas no mecánicas mejoradas de la presente invención, que comprenden medios de retirada de aglomerados 60 y 61, medios de recogida de sólidos en marcha atrás 92 y 93 conectados con los medios fluidizantes 86, 87, 94, 95, paredes de canal perpendiculares 100 y 105, aberturas de válvula con relaciones específicas de profundidad respecto a altura, y/u otras mejoras divulgadas, pueden usarse en una variedad de calderas y otros dispositivos que comprenden lechos fluidizados conocidos en la técnica. Los ejemplos no limitantes se describen en las patentes identificadas en la sección de Antecedentes anterior, así como en textos tal como *Steam/its generation and use*, edición 41, Kitto y Stultz, Eds., Copyright © 2005, The Babcock & Wilcox Company, Barberton, Ohio, Estados Unidos, páginas 17-1 - 17-15. Lib. of Congress n.º 92- 74123.

45 La presente divulgación se ha descrito en referencia a realizaciones ejemplares. Obviamente, unas modificaciones y alteraciones se les ocurrirán a otros tras leer y entender la descripción detallada anterior. Se pretende que la presente descripción se interprete como incluyendo todas esas modificaciones y alteraciones en cuanto que entran dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

50 Aunque las realizaciones específicas de la presente invención se han mostrado y descrito en detalle para ilustrar la aplicación y principios de la invención, se entenderá que no se pretende que la presente invención se limite a ello y que la invención puede incorporarse de otra manera sin apartarse de la invención como se define por las siguientes reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Una caldera de lecho fluidizado circulante que comprende:

5 una cámara de reacción de caldera de lecho fluidizado circulante (1) que comprende paredes laterales y una  
 rejilla de distribución (9) para proporcionar gas fluidizante en la cámara de reacción de caldera de lecho  
 fluidizado circulante;  
 un lecho fluidizado burbujeante en un compartimento que incluye al menos una pared de cerramiento (30);  
 al menos un intercambiador de calor en lecho controlable (3), el intercambiador de calor en lecho que se ubica  
 10 dentro del compartimento que comprende el lecho fluidizado burbujeante;  
 al menos una válvula no mecánica (40) adaptada para controlar descarga de sólidos desde el lecho fluidizado  
 burbujeante a la cámara de reacción de caldera de lecho fluidizado circulante, comprendiendo la válvula al  
 menos una abertura en la pared de cerramiento, e incluyendo al menos un medio fluidizante controlado  
 15 independientemente ubicado al menos en uno de corriente arriba y corriente abajo de la abertura; y  
 el al menos un medio fluidizante controlado independientemente (86, 87, 94, 95) conectándose a un medio de  
 suministro de medios de fluidización, el medio fluidizante controlado independientemente adaptado para controlar  
 un caudal de sólidos desde el lecho fluidizado burbujeante a la cámara de reacción de caldera de lecho fluidizado  
 circulante, el medio fluidizante controlado independientemente que se controla por separado de la rejilla de  
 20 distribución;  
 caracterizado por  
 colectores (92, 93) vinculados al uno o más medios fluidizantes controlados independientemente, los colectores  
 adaptándose para recoger sólidos en el caso de marcha atrás de los sólidos en el medio fluidizante de manera  
 que los sólidos recogidos no obstruyen un suministro del medio de fluidización.

25 2. La caldera de lecho fluidizado circulante de la reivindicación 1, en la que la válvula no mecánica comprende  
 además:

30 uno o más medios de retirada de sólidos (60, 61), los medios de retirada de sólidos adaptándose para  
 proporcionar un paso para retirada de aglomerados, y ubicándose en al menos uno de corriente arriba y corriente  
 abajo de dicha al menos una abertura en la pared de cerramiento de lecho fluidizado burbujeante.

35 3. La caldera de lecho fluidizado circulante de la reivindicación 2, en la que el lecho fluidizado burbujeante se ubica  
 dentro de una porción inferior de la cámara de reacción de caldera de lecho fluidizado circulante, en el que el lecho  
 fluidizado burbujeante se limita por paredes de cerramiento y por el suelo de la cámara de reacción de caldera de  
 lecho fluidizado circulante; y  
 en el que el intercambiador de calor en lecho ocupa parte del suelo de cámara de reacción de caldera de lecho  
 fluidizado circulante y está dentro de las paredes de cerramiento del lecho fluidizado burbujeante.

40 4. La caldera de lecho fluidizado circulante de la reivindicación 2, en la que los medios de retirada se sellan contra  
 una presión de horno; y opcionalmente en la que la caldera de lecho fluidizado circulante comprende además:

uno o más enfriadores de tornillo (88, 89), cada uno conectado al uno o más medios de retirada de sólidos y  
 adaptándose para enfriar sólidos descargados y para sellarse contra la presión del horno.

45 5. La caldera de lecho fluidizado circulante de la reivindicación 1, que comprende además uno seleccionado del  
 grupo que comprende:

50 medios para sellar al menos uno de los colectores, los medios fluidizantes, y las fuentes de suministro de medio  
 de fluidización, para permitir la retirada de sólidos en marcha atrás desde los colectores durante la operación de  
 la caldera de lecho fluidizado circulante; y una o más válvulas rotativas (96, 97) cada una conectada a al menos  
 un colector para la retirada de sólidos en marcha atrás desde los colectores durante el funcionamiento del horno  
 de caldera de lecho fluidizado circulante.

55 6. La caldera de lecho fluidizado circulante de la reivindicación 1, que comprende además:

una pluralidad de paredes de canal que se proyecta generalmente lejos de la pared de cerramiento en al menos  
 uno del lecho fluidizado circulante y el lecho fluidizado burbujeante, las paredes de canal que se adaptan para  
 reducir el movimiento lateral de sólidos en una o más direcciones perpendiculares a la dirección de descarga de  
 60 sólidos desde el lecho fluidizado burbujeante.

7. La caldera de lecho fluidizado circulante de la reivindicación 6, en la que al menos una abertura se complementa  
 por una pared de canal a cada lado de la abertura y en la que dichas paredes sobresalen ambas en al menos uno  
 del lecho fluidizado burbujeante y el lecho fluidizado circulante por una distancia de al menos una mitad de la  
 anchura de la abertura; y opcionalmente en la que la caldera de lecho fluidizado circulante comprende además una o  
 65 más superficies de puente que vinculan las partes superiores de una pluralidad de paredes de canal, las superficies

de puente que se adaptan para reducir el movimiento vertical del material de lecho cerca de al menos una abertura en la pared de cerramiento.

- 5 8. La caldera de lecho fluidizado circulante de la reivindicación 2, que comprende además:  
medios fluidizantes controlados independientemente ubicados al menos en uno de corriente arriba y corriente abajo de cada medio de retirada de sólidos.
- 10 9. La caldera de lecho fluidizado circulante de la reivindicación 1, en la que la pared de cerramiento comprende al menos dos válvulas no mecánicas, cada válvula adaptada para controlar independientemente descarga de sólidos desde el lecho fluidizado burbujeante en la cámara de reacción de caldera de lecho fluidizado circulante, y en la que cada válvula comprende al menos un medio fluidizante controlado independientemente ubicado en al menos uno de corriente arriba y corriente abajo de su respectiva abertura.
- 15 10. La caldera de lecho fluidizado circulante de la reivindicación 9, teniendo la caldera una condición parcialmente abierta en la que al menos una válvula no mecánica está en estado cerrado mientras al menos otra válvula no mecánica está en estado abierto;  
en el que dicho estado parcialmente abierto se caracteriza por al menos un medio fluidizante controlado independientemente de la válvula no mecánica cerrada que está en estado no fluidizante; y  
20 en el que dicho estado parcialmente abierto se caracteriza por al menos un medio fluidizante controlado independientemente de la válvula no mecánica abierta que está en estado fluidizante.
- 25 11. La caldera de lecho fluidizado circulante de la reivindicación 1, en la que al menos una abertura comprende un canal con una relación de profundidad con altura seleccionada del grupo que comprende: no menos de 1,0 y no menos de 1,4.
- 30 12. La caldera de lecho fluidizado circulante de la reivindicación 1, en la que cada medio fluidizante controlado independientemente se conecta a una fuente de medio de fluidización por una trayectoria que pasa a través de un colector, el medio de fluidización que se suministra a través del colector a una elevación sobre un nivel máximo de sólidos en marcha atrás recogidos por el colector.
- 35 13. La caldera de lecho fluidizado circulante de la reivindicación 1, que comprende al menos una fuente de medio de fluidización adaptada para proporcionar un medio de fluidización que tiene un contenido en oxígeno reducido a al menos un medio fluidizante controlado independientemente.
- 40 14. La caldera de lecho fluidizado circulante de la reivindicación 13, en la que la al menos una fuente de medio de fluidización se adapta para proporcionar un medio de fluidización con un contenido en oxígeno que no supera un porcentaje por volumen, el porcentaje seleccionado del grupo que comprende: 15 %, 12 %, 9 % y 6 %.
- 45 15. Un método para evitar aglomeración de sólidos en la caldera de lecho fluidizado circulante de la reivindicación 1 cuando una o más válvulas no mecánicas están en estado cerrado, el estado cerrado caracterizándose por los medios fluidizantes controlados independientemente de las válvulas cerradas que no emiten medio de fluidización, el método que comprende emitir periódicamente un medio de fluidización desde al menos un medio fluidizante controlado independientemente para cada válvula para no menos de un porcentaje de una extensión cuando dichas válvulas están en el estado cerrado, el porcentaje seleccionado del grupo que comprende: 10 %, 5 % y 2 %.

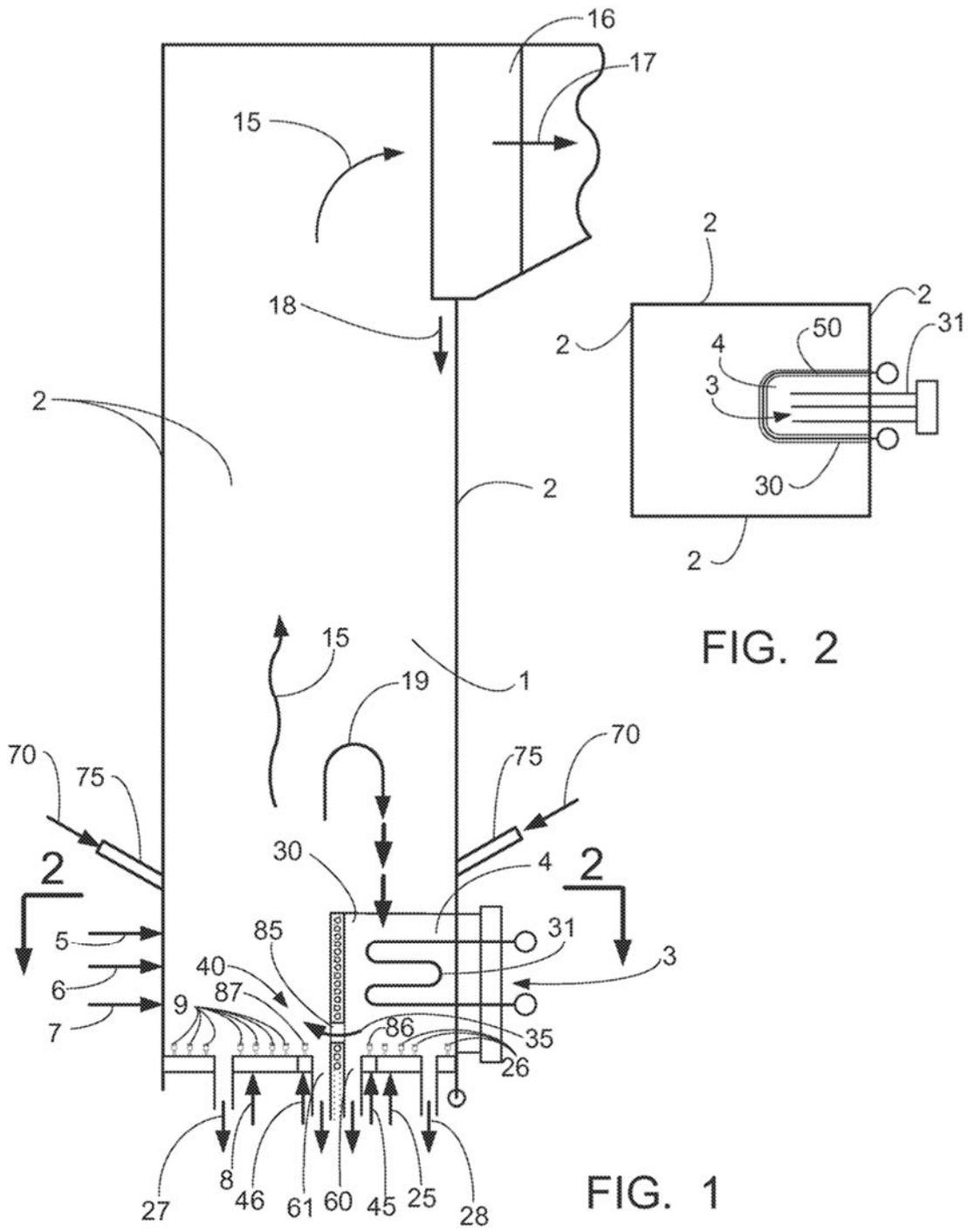


FIG. 2

FIG. 1

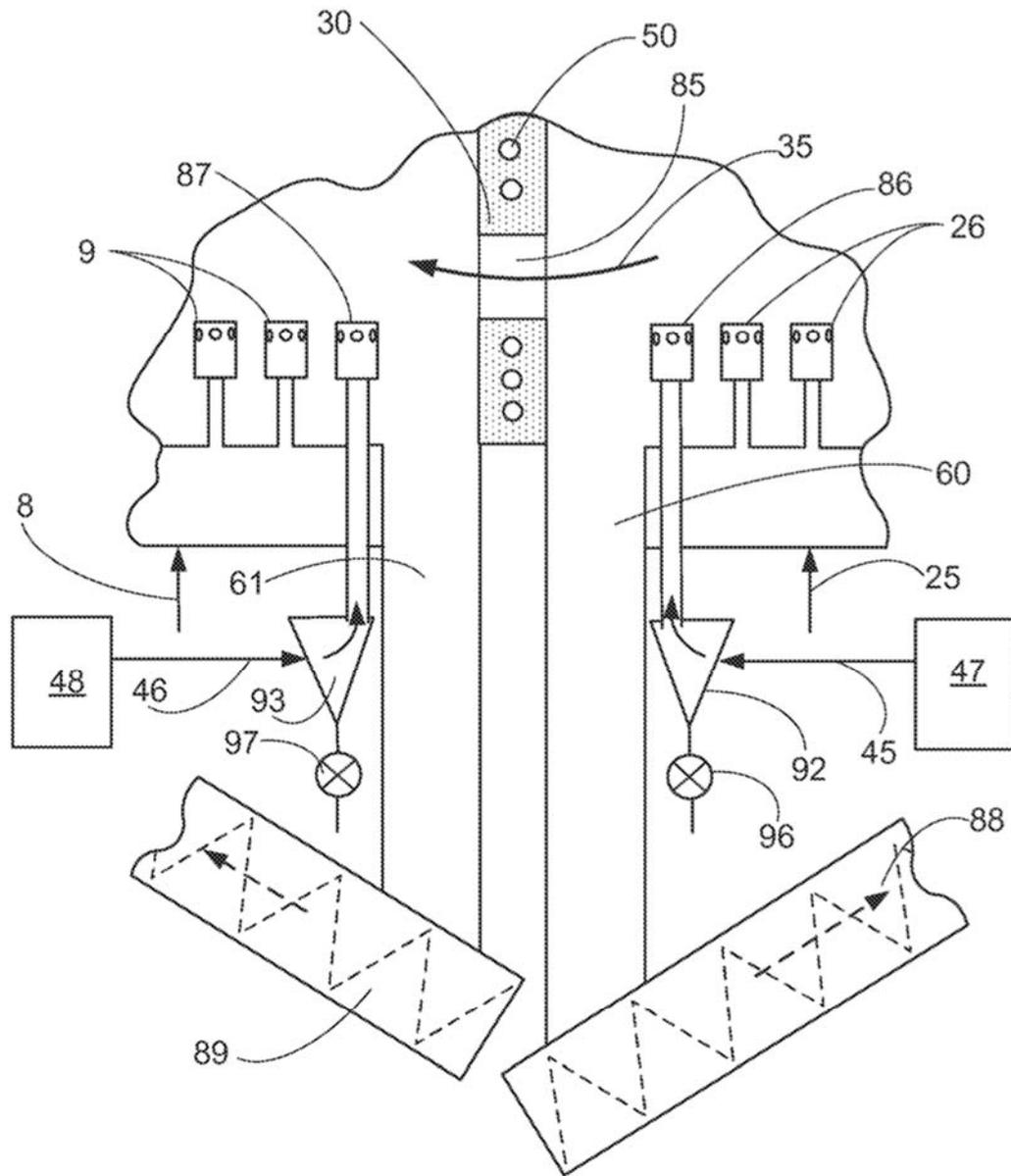


FIG. 3

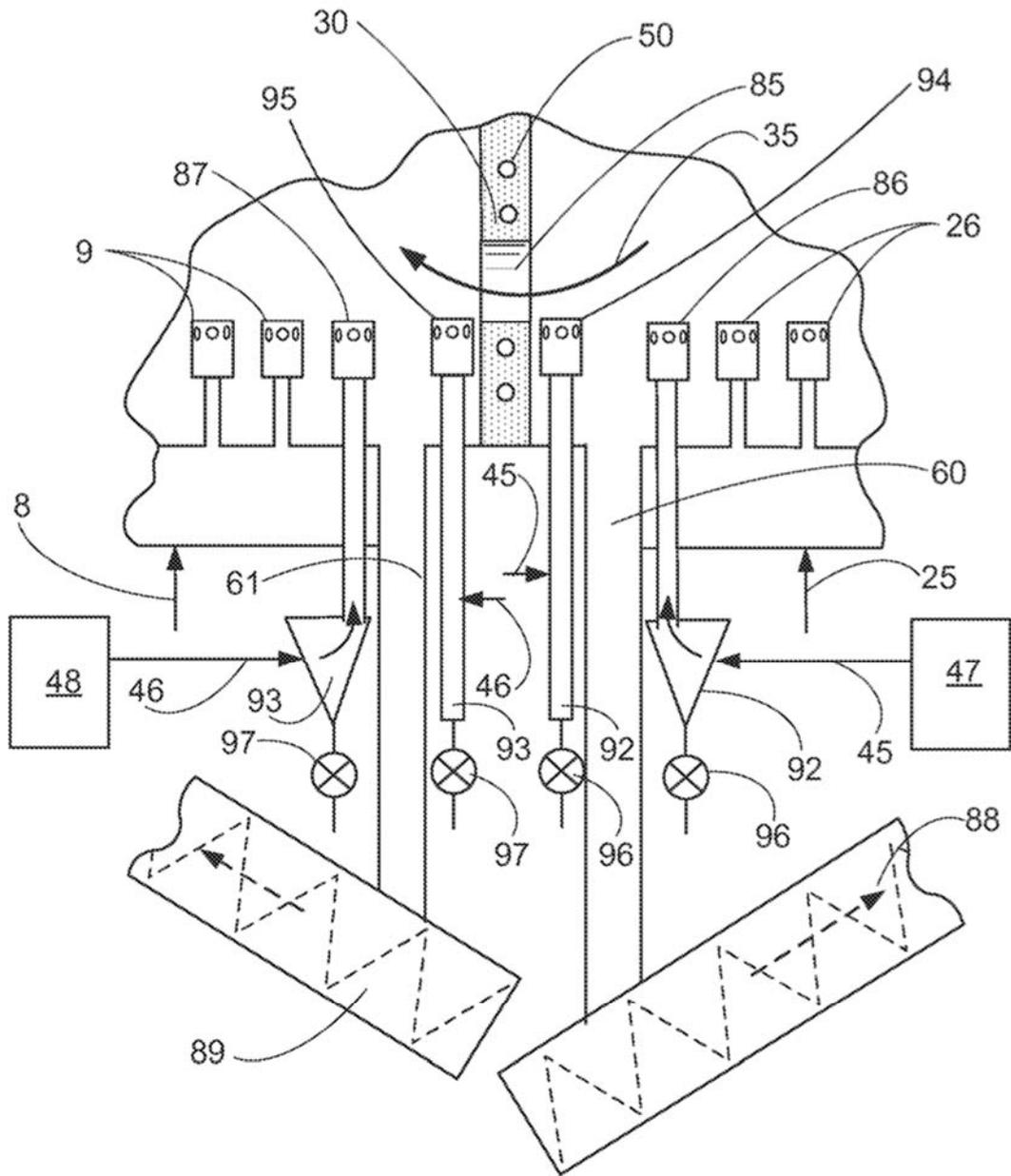


FIG. 4

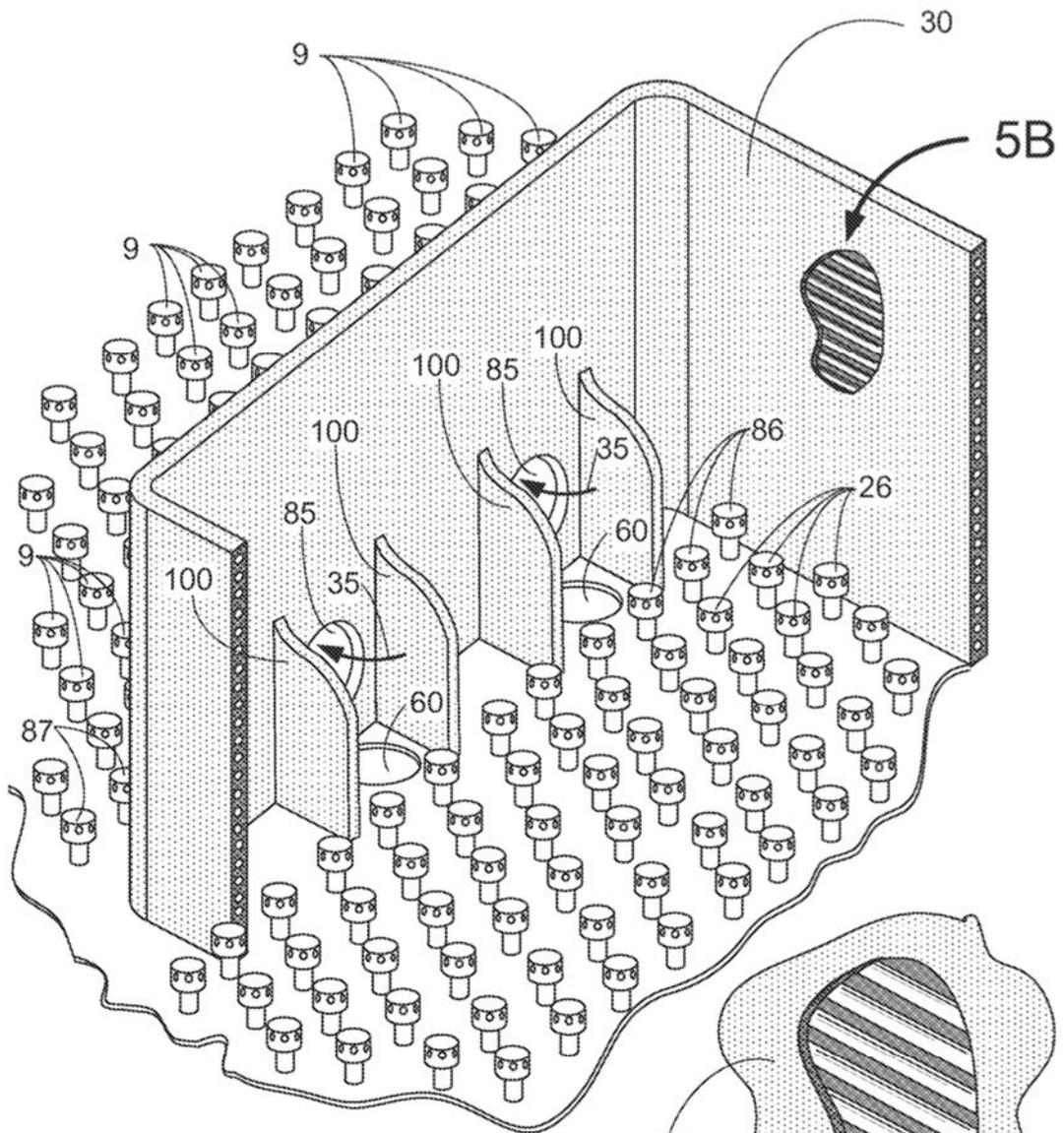


FIG. 5A

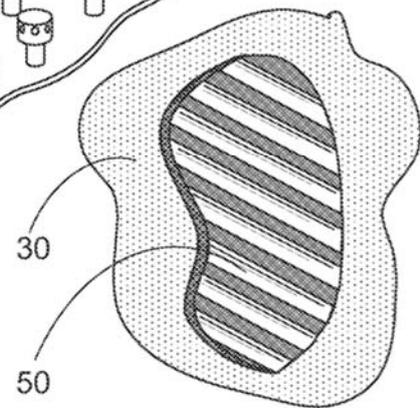


FIG. 5B

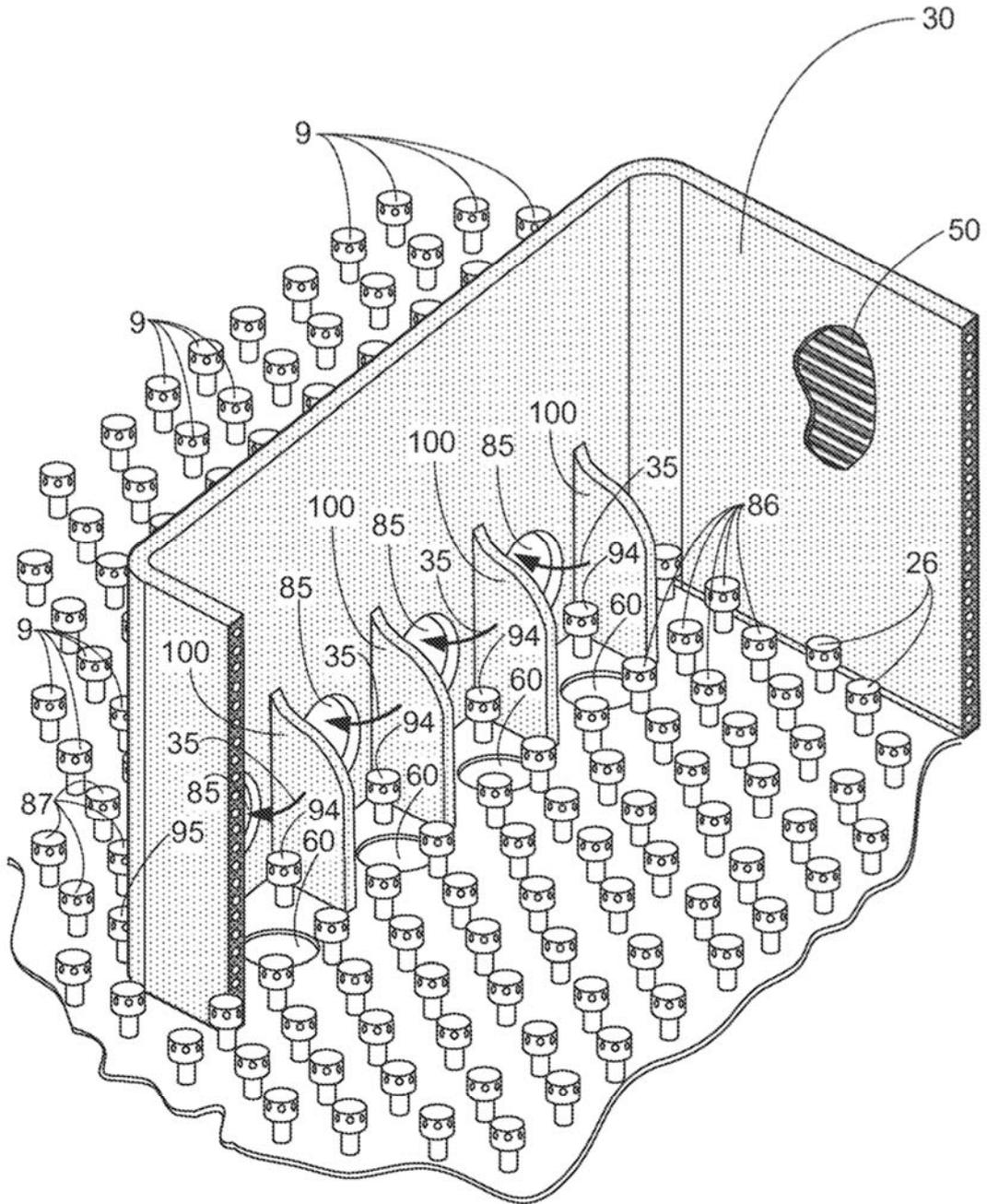


FIG. 6



