

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 442 165**

51 Int. Cl.:

**B01J 8/38** (2006.01)

**F22B 31/00** (2006.01)

**F23C 10/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.11.2009 E 09771389 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2013 EP 2361148**

54 Título: **Caldera de lecho fluidizado circulante**

30 Prioridad:

**06.11.2008 FI 20086055**

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

**10.02.2014**

73 Titular/es:

**FOSTER WHEELER ENERGIA OY (100.0%)  
Metsänneidonkuja 8  
02130 Espoo, FI**

72 Inventor/es:

**KAUPPINEN, KARI y  
KINNUNEN, PERTTI**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

ES 2 442 165 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

Caldera de lecho fluidizado circulante.

5 La presente invención se refiere a una caldera de lecho fluidizado circulante según la parte introductoria de la reivindicación independiente. La presente invención se refiere, por lo tanto, a una caldera de lecho fluidizado  
 10 circulante, que comprende un horno destinado a la combustión de combustible carbonoso, por lo menos un canal de salida conectado a la parte superior del horno para eliminar gases de combustión y generar partículas sólidas en la combustión del combustible del horno, presentando cada canal de salida un separador de partículas conectado con  
 15 un canal de gas de combustión para transferir el gas de combustión sin partículas sólidas fuera de la caldera, y un conducto de retorno para transferir las partículas sólidas separadas a la parte inferior del horno, presentando dicho conducto de retorno una junta hermética a los gases, una cámara de intercambio de calor, un canal de subida y un conducto de desbordamiento, en el que las partículas sólidas que salen de la junta hermética a los gases se guían hacia la parte superior de la cámara de intercambio de calor y desde la parte inferior de la cámara de intercambio de calor a través del canal de subida hacia el horno o directamente desde la parte superior de la cámara de intercambio de calor a través del conducto de desbordamiento hacia el horno.

20 La caldera de lecho fluidizado circulante de la presente invención puede ser preferentemente una gran caldera de circulación natural o una caldera de paso único, por ejemplo, para la generación de energía o la producción de vapor industrial. A medida que aumenta el tamaño de la caldera, la relación entre el área de superficie de la pared y el volumen del horno se vuelve generalmente desventajosa, ya que puede provocar problemas, por ejemplo, en el control de la caldera, en la disposición de los diferentes dispositivos y conductos relacionados con el horno, así como en la alimentación y mezcla de materiales distintos. La presente invención se refiere en particular a solucionar los problemas relacionados con las grandes calderas de lecho fluidizado circulante.

25 La patente US n° 7.240.639 da a conocer una caldera de lecho fluidizado circulante, en la que las partículas sólidas calientes separadas mediante un separador de sólidos se guían desde la junta hermética a los gases del conducto de retorno hasta la parte superior de la cámara de intercambio de calor integrada con la parte inferior del horno y además tanto desde la parte inferior de la cámara de intercambio de calor hacia el horno a través de un conducto de subida como directamente desde la parte superior de la cámara de intercambio de calor hacia el horno mediante un conducto de desbordamiento independiente. La cámara de intercambio de calor es una cámara fluidizada, lo que significa que existen unos medios dispuestos en la parte inferior de la cámara, en particular boquillas y tuberías de entrada de gases fluidizantes, mediante los que se puede fluidizar el lecho de partículas sólidas que se está formando en la cámara.

35 La eficiencia de intercambio de calor de una cámara fluidizada de intercambio de calor se puede ajustar en cierta medida cambiando la velocidad fluidizante, es decir, la velocidad del flujo del gas fluidizante introducido a la cámara. Sin embargo, un canal de desbordamiento proporciona otro modo muy eficiente de ajuste de la eficiencia de intercambio de calor cambiando la proporción de partículas sólidas retiradas de la cámara de intercambio de calor como desbordamiento.

40 El problema de la disposición descrita en la patente US n° 7.240.639 es que los conductos de retorno para las partículas enfriadas y no enfriadas, así como los canales de alimentación de combustible independientes provocan que la disposición sea complicada y consuma espacio a causa de las paredes de la parte inferior del horno. Según una forma de realización preferida descrita en la patente US n° 7.240.639, existen dos canales de subida independientes conectados a la cámara de intercambio de calor, lo que mejora la distribución homogénea de las partículas sólidas enfriadas y, por lo tanto, permite una combustión eficiente de los combustibles con un nivel de emisiones bajo.

50 La patente de US n° 5.682.828 da a conocer la denominada junta dividida hermética a los gases que se forma en el conducto de retorno del separador de partículas, conectándose en la junta hermética a los gases el conducto de retorno vertical del separador de partículas con un extremo de un conducto horizontal fluidizado corto, conectándose el otro extremo del conducto a la parte inferior de un ramal ascendente. El ramal ascendente es un canal fluidizado, por lo menos sustancialmente vertical, en el que las partículas sólidas se transfieren desde la parte inferior del canal a la parte superior del mismo mediante un flujo suficientemente intenso gas fluidizante. Según la patente US n° 5.682.828 se conecta un conducto transversal con la parte superior del canal de subida, con un canal de bajada inclinado que se dirige desde ambos extremos del mismo directamente hacia el horno. El problema con la solución que se da a conocer en la patente es que las partículas sólidas a regresar pueden, por ejemplo, debido a la obstrucción parcial, desviarse para volver asimétricamente de tal modo que el flujo másico de una rama sea superior al de la otra rama.

65 La patente US n° 6.923.128 da a conocer una junta hermética a los gases dividida, que es similar a la de la patente US n° 5.682.828, con la diferencia que la tubería de conexión a la parte superior del canal de subida se dobla en su parte media y las ramas de la misma se dirigen hacia abajo inclinadas e inclinadas hacia el horno. Además, el extremo superior de la parte vertical que se conecta a las ramas está conectado a un conducto de entrada vertical para el combustible. Un problema común de las disposiciones de conducto de retorno integradas con las juntas

herméticas a los gases es que no se puede disponer una cámara de intercambio de calor que comprenda un conducto de desbordamiento en la conexión con la misma.

5 Un objetivo de la presente invención es proporcionar una caldera de lecho fluidizado circulante, en la que se minimicen los problemas descritos anteriormente de la técnica anterior.

10 Un objetivo especial de la presente invención es proporcionar una caldera de lecho fluidizado circulante compacta y eficiente, que presente una cámara de intercambiador térmico dispuesta en el conducto de retorno de un separador de partículas, cuya eficiencia de intercambio de calor se pueda ajustar y desde la que se distribuyan uniformemente las partículas sólidas en toda la zona del horno en todas las condiciones.

15 Para resolver los problemas mencionados anteriormente de la técnica anterior, se proporciona una caldera de lecho fluidizado, cuyos rasgos característicos se describen en la parte caracterizadora de la reivindicación independiente. De este modo, un rasgo característico de una caldera de lecho fluidizado circulante según la presente invención es que existe por lo menos una tubería de bajada dispuesta en conexión con el canal de subida, conectándose la tubería de bajada en su parte superior mediante una conexión de flujo con la parte superior del canal de subida y en su parte inferior mediante una conexión de flujo con la parte inferior del horno y el conducto de desbordamiento se encuentra en conexión de flujo directo con la parte superior de la tubería de bajada.

20 La tubería de bajada se refiere a una tubería o canal sustancialmente vertical o aproximadamente vertical, a través de cuya parte inferior circula directamente el material hacia la parte inferior del horno. La tubería de bajada se dimensiona preferentemente de tal modo que, en su funcionamiento normal, únicamente en el extremo de la tubería de bajada que se conecta con el horno existe una columna corta de material circulante y desde la mayor parte del canal el material cae rápidamente a través del mismo, por lo que el canal se encuentra sustancialmente vacío.

25 El conducto de desbordamiento se refiere a un canal corto de abertura o a otra conexión directa desde la parte superior de la cámara de intercambio de calor hasta la parte superior de la tubería de bajada. El conducto de desbordamiento se dispone para unirse con la parte superior de la cámara de intercambio de calor de tal modo que cuando la superficie del lecho fluidizado del intercambiador térmico es suficientemente baja, las partículas sólidas que regresan desde el separador de partículas no pasan a través del conducto de desbordamiento hacia la tubería de bajada, sino que descienden a través del canal de intercambio de calor, a través de una abertura o conducto de la parte inferior de la cámara de intercambio de calor hasta la parte inferior del canal de subida y continúan a través de la parte superior del canal de subida hasta la tubería de bajada. De este modo, las partículas sólidas deben desplazarse en la proximidad de las superficies de intercambio de calor de la cámara de intercambio de calor, con lo que se enfrían cuando la se libera calor hacia el medio de intercambio de calor que circula en las superficies de intercambio de calor. Del mismo modo, cuando la superficie del lecho fluidizado mantenida en la cámara de intercambio de calor es suficientemente elevada, una parte de las partículas sólidas que regresan desde el separador de partículas pasa directamente desde la parte superior de la cámara de intercambio de calor a través del conducto de desbordamiento a la tubería de bajada sin enfriarse en las superficies de intercambio de calor de la cámara de intercambio de calor.

45 En algunos casos, se puede disponer únicamente de una tubería de bajada conectada al canal de subida, pero según una forma de realización más preferida de la presente invención, existen dos tuberías de bajada en el mismo nivel que se conectan a un canal de subida, conectándose directamente las partes superiores de ambas mediante un conducto de desbordamiento con la parte superior de la cámara de intercambio de calor. Las dos tuberías de bajada se disponen preferentemente en lados distintos del canal de subida de tal modo que el canal de subida y las partes superiores de las tuberías de bajada se encuentran sucesivamente en la dirección de la pared más próxima al horno. En algunos casos puede resultar ventajoso conectar más de dos tubos de bajada a un canal de subida, con lo que, preferentemente, un conducto de desbordamiento se conecta a la parte superior de cada tubería de bajada. Según una forma de realización preferida, el canal de subida se conecta con dos tuberías de bajada, de las que una se conecta con un conducto de desbordamiento, pero no la otra.

55 En algunas formas de realización preferidas de la presente invención, se puede conectar una cámara de intercambio de calor con dos o más canales de subida, conectándose posiblemente cada uno de los mismos con uno o más canales de subida. Según una forma de realización más preferida, la cámara de intercambio de calor se conecta con dos canales de subida, conectándose cada canal a una tubería de bajada. De este modo, los canales de subida se disponen preferentemente a los lados opuestos de la cámara de intercambio de calor de tal modo que la parte lateral del horno de la cámara de intercambio de calor, los canales de subida y las partes superiores de las tuberías de bajada conectados a los mismos se disponen adyacentes paralelos a la pared del horno más próxima. Al aumentar la cantidad de tuberías de bajada, se puede alcanzar una distribución muy homogénea de las partículas que han regresado el horno.

60 La disposición según la presente invención, en la que un canal de subida se conecta con dos tuberías de bajada difiere de las disposiciones que se dan a conocer en las patentes US n° 5.682.828 y US n° 6.923.128 sobre todo en que la circulación de partículas sólidas que regresan desde el separador de partículas no se divide en el canal de subida del cierre de gas, sino en el canal de subida de la cámara de intercambio de calor dispuesto corriente abajo

de la junta hermética a los gases y, por lo tanto, se pueden conectar los conductos de desbordamiento a las tuberías de bajada y las tuberías de bajada pueden actuar en situaciones distintas, ya sea como canales de descarga de material enfriado en las superficies de intercambio de calor o como canales de desbordamiento de material sin enfriar.

5 Debido a que las partículas sólidas enfriadas y sin enfriar en la disposición según la presente invención regresan al horno a lo largo de la misma tubería de bajada, la disposición es sencilla y permite ahorrar área superficial en las paredes de la parte inferior del horno. Cuando se utilizan diversas tuberías de bajada, se pueden distribuir homogéneamente en la zona de los hornos tanto las partículas enfriadas como las no enfriadas en la disposición según la presente invención.

15 Cuando se ajusta la eficiencia de intercambio de calor de las cámaras de intercambio de calor, se pueden utilizar preferentemente unas velocidades de fluidización mediante las que una parte de las partículas sólidas que proceden del separador de partículas se desvían en las superficies de intercambio de calor a través de la cámara de intercambio de calor y otra parte de las partículas sólidas se retiran directamente desde la parte superior de la cámara de intercambio de calor a través de los conductos de desbordamiento hasta las tuberías de bajada. De este modo, las tuberías de bajada actúan simultáneamente como canales de descarga del material enfriado y como canales de desbordamiento para el material sin enfriar.

20 La combinación de dos flujos de material en la tubería de bajada, tal como se realiza en el procedimiento de ajuste descrito anteriormente, se realiza preferentemente sin que los flujos se perturben entre sí, cuando la dirección de ambos flujos de material en el punto de conexión de los flujos es descendente. De este modo, el conducto de desbordamiento es preferentemente un canal de bajada corto. Además, el punto del canal de subida y las tuberías de bajadas de conexión deben encontrarse preferentemente, en cierta medida, en un nivel inferior al de los puntos de conexión de los conductos de desbordamiento y las tuberías de bajadas. Se facilita asimismo la conexión de los flujos de material ya que las partículas caen rápidamente hacia abajo desde la parte superior de las tuberías de bajada hacia la parte inferior de las mismas y, en las condiciones normales de funcionamiento, las tuberías de bajada se encuentran aproximadamente vacías en el punto de conexión de los flujos de material.

30 Otro significado de los conductos de desbordamiento según la presente invención es que ofrecen asimismo una ruta de salida hacia la parte inferior del horno para el aire fluidizante de la cámara de intercambio de calor, por lo que no se necesita disponer una salida especial hacia el horno, o puede ser más pequeña que una convencional, o no es necesario ajustar las condiciones de presión del conducto de retorno de tal modo que el aire fluidizante sale a través de la junta hermética a los gases hacia el separador de partículas. Puesto que existe una contrapresión que prevalece en la parte inferior del horno, cuyo nivel depende de las condiciones de combustión del horno, el aire fluidizante sale a través de las tuberías de bajada hacia el horno, por supuesto, únicamente cuando el nivel de la presión tras la junta hermética a los gases en el conducto de retorno ha alcanzado un nivel suficiente.

40 Otra ventaja resultante de la característica de que, por ejemplo, cuando se utilizan dos tuberías de bajada, se ha dispuesto un conducto de desbordamiento en la parte superior de ambas tuberías de bajada, es que los gases fluidizantes que salen a través de los conductos de desbordamiento se guían hacia ambas tuberías de bajada y, de este modo, ayudan en cierta medida en el direccionamiento de las partículas sólidas que regresan desde el separador de partículas uniformemente hacia ambas tuberías de bajada. Una distribución uniforme del flujo de partículas hacia las tuberías de bajada y a lo largo de las mismas hacia toda la zona del horno de un modo tan homogéneo como sea posible, facilita la combustión eficiente del combustible y permite minimizar la generación de emisiones en la combustión.

50 La cámara de intercambio de calor, el canal de subida y las partes superiores de las tuberías de bajada forman preferentemente un elemento integral, es decir, la cámara de intercambio de calor, el canal de subida y las partes superiores de las tuberías de bajada se realizan unidos entre sí de tal modo que las partes adyacentes presentan unas paredes divisorias por lo menos sustancialmente comunes. Según una forma de realización más preferida, existen dos tuberías de bajada conectadas a un canal de subida y se encuentran unidas firmemente entre sí de tal modo que el canal de subida y las tuberías de bajada dispuestas en ambos lados de las mismas forman una estructura integrada, que es paralela a la pared más próxima del horno.

55 La cámara de intercambio de calor, el canal de subida y las tuberías de bajada se pueden realizar completa o parcialmente sin enfriar, es decir, estructurados en placas, y a partir de la estructura de revestimiento refractaria interior. Sin embargo, la cámara de intercambio de calor, el canal de subida y por lo menos las partes superiores de las tuberías de bajada se realizan preferentemente por lo menos sustancialmente como una construcción de tubos de agua, que se conecta al ciclo de agua o de vapor de la caldera. El separador de partículas y la junta hermética a los gases son asimismo preferentemente construcciones de tubos de agua y se realizan como una construcción de tubos de agua integrada con la cámara de intercambio de calor, el canal de subida y por lo menos las partes superiores de las tuberías de bajada.

65 Según una forma de realización preferida de la presente invención, por lo menos una tubería de bajada se conecta a una entrada destinada al combustible. Preferentemente, todas las entradas destinadas al combustible que se

requieren en las paredes del horno que comprenden separadores de partículas se conectan a las tuberías de bajada que se conectan a los conductos de retorno de los separadores de partículas y no se necesitan aberturas de entrada separadas destinadas al combustible. De este modo se obtiene una mayor área en las paredes, ya que disminuye el número total de aberturas de entrada requeridas en dichas paredes. Ventajosamente, se puede disponer un número tan elevado de tuberías de bajada con entrada destinada al combustible que se alcanza una distribución suficientemente homogénea del combustible en el horno.

La distribución y la mezcla de combustible en el horno se ven facilitadas asimismo por la introducción del combustible en el horno mezclado en un flujo de partículas sólidas ya relativamente grande. El combustible asimismo se seca y se vuelve más caliente al mismo tiempo que se mezcla con el flujo de partículas sólidas calientes, lo que acelera la ignición del combustible y su combustión en el horno.

La tubería de bajada comprende preferentemente una parte no vertical destinada a introducir el combustible, que se conecta a una entrada sustancialmente vertical destinada al combustible. Según una forma de realización preferida, existen dos tuberías de bajada conectadas al canal de subida de la cámara de intercambio de calor, comprendiendo ambas una parte no vertical conectada con una entrada vertical destinada al combustible. Dicha parte no vertical se puede encontrar en la parte superior de la tubería de bajada, en particular en el punto más alto de la tubería de bajada, por lo que la entrada de combustible se conecta preferentemente a la cubierta del extremo frontal de la tubería de bajada.

Según otra forma de realización preferida, la entrada destinada al combustible se conecta a la parte central de la tubería de bajada, es decir, a una parte de la tubería de bajada, que se dispone por lo menos en cierta medida por debajo del punto más alto de la tubería de bajada sustancialmente aproximadamente vertical, cuya parte presenta una pendiente menos pronunciada que su entorno, es decir, a una parte menos vertical. La ventaja de la disposición es que el combustible se introduce en una parte de la tubería de bajada, en la que caen las partículas sólidas que regresan desde el separador de partículas a una velocidad relativamente elevada hacia el horno, con lo que el riesgo de que se forme una obstrucción en el punto de conexión de la entrada de combustible es muy pequeño.

La entrada destinada al combustible conectada a la tubería de bajada es preferentemente por lo menos sustancialmente vertical o una tubería de caída aproximadamente vertical. Dicha tubería de caída comprende generalmente un ventilador, mediante el que se garantiza el flujo del combustible en la tubería de caída. Según la presente invención, el gas fluidizante sale de la cámara de intercambio de calor hacia el horno por lo menos parcialmente a través de las tuberías de bajada, por lo que dicho gas fluidizante garantiza asimismo el flujo del combustible hacia el horno.

La presente invención se describirá a continuación más detalladamente haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que

la figura 1 representa esquemáticamente una caldera de lecho fluidizado circulante según una forma de realización preferida de la presente invención;

la figura 2 representa esquemáticamente una sección transversal vertical de una disposición preferida de un canal de subida y unas tuberías de bajada conectadas al mismo;

la figura 3 representa esquemáticamente una sección transversal vertical de una segunda disposición preferida de un canal de subida y unas tuberías de bajada conectadas al mismo;

la figura 4 representa esquemáticamente una sección transversal vertical de una disposición preferida de una cámara de intercambio de calor, un canal de subida y unas tuberías de bajada conectadas al mismo;

la figura 5 representa esquemáticamente una sección transversal vertical de una segunda disposición preferida de una cámara de intercambio de calor, unos canales de subida y unas tuberías de bajada conectadas a los mismos;

la figura 6 representa esquemáticamente una sección transversal horizontal de unas disposiciones preferidas adicionales de una cámara de intercambio de calor, unos canales de subida y unas tuberías de bajada conectadas a los mismos.

La figura 1 representa una caldera de lecho fluidizado circulante según una forma de realización preferida de la presente invención, que presenta un horno 12, un canal de salida 14 destinado al gas de combustión y partículas sólidas arrastradas con el mismo, un separador de partículas 16, un canal de gas de combustión 18 destinado a transferir el gas de combustión limpio hacia el exterior de la caldera y un conducto de retorno 20, a lo largo del que por lo menos una parte de las partículas separadas en el separador de partículas regresan a la parte inferior del horno. Se disponen en el conducto de retorno una junta hermética a los gases 22 destinada a impedir que el gas circule desde el horno a través del conducto de retorno 20 hasta el separador de partículas 16 y una cámara de intercambio de calor fluidizado 24.

El horno 12 se conecta con dispositivos convencionales, tales como una denominada caja de inversión y unas boquillas de fluidificación, para introducir el gas de la combustión primaria 26 que actúa como gas fluidizante hasta la parte inferior del horno y unos medios para introducir el gas de la combustión secundaria 28 hasta un nivel en cierta medida superior. El gas fluidizante y los gases de combustión son generalmente aire, pero pueden comprender asimismo gases de la combustión y/u oxígeno o una mezcla de los mismos. Las paredes del horno pueden comprender asimismo unos conductos convencionales 30 destinados a introducir combustible, material del lecho y material de enlace con el azufre en el horno 12. Las paredes 32 del horno se realizan generalmente como construcciones de tubos de agua, de tal manera que las paredes de tubos de agua de la parte inferior del horno están recubiertas interiormente con material refractario.

Por lo general existen distintos intercambiadores térmicos en el canal de gas de combustión 18, tales como sobrecalentadores, recalentadores, un recuperador y un precalentador de aire de combustión. El canal de gas de combustión puede comprender asimismo distintos dispositivos de limpieza del gas de combustión, por ejemplo, separadores de polvo así como dispositivos destinados a eliminar óxidos de nitrógeno y dióxido de azufre. Puesto que dichos dispositivos no son importantes para la presente invención, no se representan en la figura 1.

El horno 12 de una caldera grande de lecho fluidizado circulante presenta generalmente una sección transversal horizontal rectangular, presentando dos lados largos y dos lados cortos. En una caldera grande de lecho fluidizado circulante, normalmente existen dos, tres o cuatro separadores de partículas, dispuestos adyacentes en un lado largo del horno, o cuatro, seis u ocho separadores de partículas, dispuestos adyacentes a ambos lados largos del horno. De este modo, aunque la figura 1 representa, a título de ejemplo, únicamente un separador de partículas 16, debe comprenderse que se pueden disponer más separadores de partículas y que pueden disponerse en ambos lados del horno.

Cuando se utiliza una caldera de lecho fluidizado circulante 10, las partículas sólidas que presentan una temperatura elevada que se separan mediante un separador de partículas 16, se transfieren desde una junta hermética a los gases 22 hasta la superficie superior del lecho fluidizado de la cámara de intercambio de calor 24. Existe un canal de subida 34 unido con la cámara de intercambio de calor, que presenta una abertura inferior 36 en la parte inferior de la misma, pudiendo transferirse a través de dicha abertura las partículas sólidas de la parte inferior de la cámara de intercambio de calor hacia el canal de subida. En la parte superior del canal de subida 34, existe una abertura superior 38, a través de la que se puede transferir mediante el flujo de gas fluidizante alimentado a través de los medios fluidizantes 40 del canal de subida las partículas sólidas hacia la parte superior de una tubería de bajada 42 dispuesta unida con el canal de subida. Tal como se puede observar en las secciones transversales verticales del canal de subida 34 y las tuberías de bajada 42 de las figuras 2 y 3, las tuberías de bajada 42 se pueden disponer preferentemente en ambos lados del canal de subida 34. Las partículas sólidas se guían preferentemente desde la parte inferior de la tubería de bajada 42 directamente hacia la parte inferior del horno 12.

Se dispone un conducto de desbordamiento 44 entre la parte superior de la cámara de intercambio de calor 24 y la parte superior de cada tubería de bajada 42, a través del que puede salir el gas fluidizante de la cámara de intercambio de calor 24 hacia tuberías de bajada y a través de las mismas hacia el horno. El conducto de desbordamiento 44 se encuentra conectado preferentemente con la tubería de bajada 42 en un nivel que es en cierta medida superior a la abertura superior 38 del canal de subida 34. El gas fluidizante que sale desde el conducto de desbordamiento 44 ayuda a mantener abiertas las tuberías de bajada 42. Al mismo tiempo, el gas fluidizante de la cámara de intercambio de calor que sale a través de cada tubería de bajada facilita una distribución homogénea del material sólido hacia las tuberías de bajada individuales y asimismo hacia la zona de todo el horno 12.

La cámara de intercambio de calor 24 presenta unas superficies de intercambio de calor 46, por ejemplo, unas superficies de recalentamiento de la caldera, mediante las que se puede transferir calor desde las partículas sólidas calientes separadas por el separador de partículas hasta el medio de intercambio de calor, por ejemplo, vapor a recalentar. La eficiencia de intercambio de calor se puede ajustar en cierta medida cambiando la velocidad de fluidización de la cámara de intercambio de calor, es decir, la velocidad de flujo del gas fluidizante que se introduce a través de los medios de fluidización 48 para que circule a través de la cámara de intercambio de calor. Un procedimiento adicional de ajuste de la eficiencia de intercambio de calor comprende ajustar la velocidad de fluidización del canal de subida 34 de tal modo que únicamente una parte de las partículas sólidas separadas por el separador de partículas 16 sale de la cámara de intercambio de calor a través del canal de subida. De este modo, la superficie del lecho fluidizado de la cámara de intercambio de calor 24 se eleva en la parte superior de la cámara hasta el nivel de los conductos de desbordamiento 44 y las partículas sólidas empiezan a salir asimismo a través de conductos de desbordamiento. Tal como se puede observar en las figuras 2 y 3, los conductos de desbordamiento 44 guían las partículas sólidas separadas directamente hacia la parte superior de las tuberías de bajada 42.

Cuando la velocidad de fluidización del canal de subida es suficiente, todas las partículas sólidas calientes separadas salen de la parte inferior de la cámara de intercambio de calor 24 a través del canal de subida 34. De este modo, una cantidad tan grande de partículas calientes como resulta posible pasa asimismo en la proximidad de las superficies de intercambio de calor 46 y la eficiencia de intercambio de calor de la cámara de intercambio de calor es máxima. El otro extremo está destinado a fluidificar el material del canal de subida 34 con una eficiencia tan baja que

5 todas todo el material sale a través de conductos de desbordamiento 44, con lo que la eficiencia de intercambio de calor de la cámara de intercambio de calor 24 se encuentra en su mínimo. Una tercera alternativa comprende utilizar una velocidad de fluidización tal que en el canal de subida 34 una parte del material sale a través del canal de subida 34 y otra parte a través de los conductos de desbordamiento 44. De este modo la eficiencia de intercambio de calor se puede ajustar de un modo continuo y con precisión.

10 Una entrada para el combustible 50, preferentemente una tubería de caída vertical o parcialmente inclinada, se conecta a la cubierta de las tuberías de bajada 42 de la figura 2. La tubería de caída se conecta preferentemente a una entrada de aire 52, a través del que se puede introducir aire u otro gas para favorecer la circulación de combustible en dirección descendente. Cuando el combustible entra en la tubería de bajada 42, se mezcla con el flujo de las partículas sólidas a regresar. El flujo de partículas sólidas que está más caliente que el combustible, se seca y precalienta el combustible de tal modo que una vez ha entrado en el horno 12, se inflama y se quema rápidamente. Al mismo tiempo, el gas que sale de los conductos de desbordamiento 44 intensifica el flujo del combustible hacia el horno.

15 La figura 3 representa otra disposición que difiere de la ilustrada en la figura 2 al presentar las entradas destinadas al combustible 50 conectadas a una parte 54 que se dispone hacia la parte central de las tuberías de bajada 42, es decir, hacia un nivel por lo menos algo inferior su punto más elevado, que presenta una pendiente menos pronunciada que las partes circundantes. La ventaja de dicha disposición es que el flujo de material sólido que regresa desde la cámara de intercambio de calor y cae a lo largo de la tubería de bajada ha alcanzado ya en la entrada destinada al combustible una velocidad relativamente elevada, por lo que extraerá eficientemente el combustible que cae desde la entrada 50 con el mismo.

20 La figura 4 representa una vista en sección transversal horizontal esquemática de una disposición de una cámara de intercambio de calor 24 de una caldera de lecho fluidizado circulante, un canal de subida 34 conectado a la misma y unas tuberías de bajada 42 conectadas al canal de subida según la presente invención, que corresponden a la disposición de la figura 3. Tal como se puede observar en la figura 4, el canal de subida 34 y las tuberías de bajada 42 se disponen sucesivamente en paralelo a la pared lateral 32' más próxima al horno 12. Por lo tanto, la cámara de intercambio de calor 24, el canal de subida 34 y las tuberías de bajada 42 constituyen una entidad compacta, que se puede conectar ventajosamente con el sistema de transferencia de combustible y se puede disponer, cuando sea necesario, muy próxima al horno.

25 En la disposición según la figura 4, las partes no verticales 54 de la parte central de las tuberías de bajada 42 se dirigen a lo largo de la pared lateral 32' del horno 12 y los transportadores de distribución 56 que transfieren el combustible hacia las entradas destinadas al combustible o hacia tuberías pendulares, tales como dosificadores, dirigen el combustible desde un transportador común 58, por ejemplo, un transportador con listones, hasta preferentemente más allá de la cámara de intercambio de calor 24, perpendicularmente a la pared lateral 32' del horno. De este modo, la cinta transportadora común 58 que transporta el combustible hacia un cierto número de transportadores de distribución 56 se puede disponer preferentemente detrás de la(s) cámara(s) de intercambio de calor tal como se observa desde el horno. Por lo tanto, en la disposición según la presente invención, no resulta necesario disponer transportadores de combustible entre la(s) cámara(s) de intercambio de calor 24 y el horno.

30 El horno de la caldera de lecho fluidizado circulante según la presente invención, los separadores de partículas y las cámaras de intercambio de calor conectadas al mismo, y los dispositivos y canales entre los mismos son normalmente todas las estructuras colgadas de la estructura de soporte sólido de la caldera. En particular con grandes calderas, se puede realizar un ahorro considerable manteniendo la estructura de soporte lo más pequeña posible. Por lo tanto, una disposición compacta de la cámara de intercambio de calor y los canales conectados a la misma según la presente invención en la proximidad del horno supone un ahorro significativo en los costes totales de construcción de toda la planta de energía.

35 La figura 5 representa una vista en sección transversal horizontal esquemática de una segunda disposición de una cámara de intercambio de calor 24, un canal de subida 34 conectado a la misma y unas tuberías de bajada 42 conectadas al canal de subida en una caldera de lecho fluidizado circulante 10 según la presente invención. La disposición de la figura 5 difiere de la de la figura 4 en que existen dos canales de subida 34 conectados a la cámara de intercambio de calor 24, uno a cada lado de la cámara de intercambio de calor 24. Las tuberías de bajada 42 conectadas a los canales de subida son adyacentes a los canales de subida paralelos a la pared lateral más próxima 32' del horno 12. Por lo tanto, en la disposición ilustrada en la figura 5, la cámara de intercambio de calor 24, los canales de subida 34 y las partes superiores de las tuberías de bajada 42 se disponen sucesivamente paralelos a la pared lateral más próxima 32' del horno 12.

40 Las entradas destinadas al combustible de la disposición representada en la figura 5 se conectan a la cubierta de las tuberías de bajada 42, de un modo similar al de la disposición de la figura 2. Sin embargo, se puede modificar asimismo dicha disposición de los canales de subida y tuberías de bajada de tal modo que las entradas destinadas al combustible se conecten a un punto con una pendiente menos pronunciada de la parte central de las tuberías de bajada, tal como en la figura 4. La disposición de la figura 5 resulta especialmente ventajosa, ya que la cámara de intercambio de calor 24, los canales de subida 34 y las tuberías de bajada 42 no forman una entidad particularmente

compacta en una dirección perpendicular a la pared más próxima 32' del horno, pudiéndose disponer, si es necesario, particularmente próximos al horno 12. La desventaja de la que adolece la disposición es que, puesto las tuberías de bajada 42 se encuentran separadas de la cámara de intercambio de calor 24, los conductos de desbordamiento que se dirigen desde la parte superior de la cámara de intercambio de calor 24 hacia la parte superior de las tuberías de bajada 42 no pueden ser simples aberturas, sino que deben ser canales cortos independientes 44'.

La figura 6 representa otro modo de disponer una cámara de intercambio de calor 24, dos canales de subida 34 y tuberías de bajada 42 conectadas a la misma. En la disposición según la figura 6, los canales de subida 34 y las tuberías de bajada 42 se disponen conectados con las paredes de la cámara de intercambio de calor 24 perpendiculares a la pared lateral más próxima 32' del horno. Por lo tanto, la distancia entre la cámara de intercambio de calor 24 y el horno 12 se puede mantener corta y el conducto de desbordamiento 44 es una simple abertura en la pared entre la cámara de intercambio de calor 24 y la tubería de bajada 42. La figura representa asimismo dos modos distintos de disposición de la entrada destinada al combustible 50 en la parte 54 con una pendiente menos pronunciada circundante a la tubería de bajada 42. La parte superior de la figura 6 representa una disposición en la que la parte con una pendiente menos pronunciada 54 de la tubería de bajada 42 se dirige paralela a la pared lateral 32' del horno 12, por lo que se puede reducir la distancia de la cámara de intercambio de calor 24 desde el horno 12. Correspondientemente, la parte inferior de la figura 6 describe una disposición, en la que la parte con una pendiente menos pronunciada 54 se dirige hacia el horno 12, con lo que la estructura es en cierta medida más simple y más estrecha en la dirección de la pared lateral 32' del horno.

La presente invención se ha descrito anteriormente en relación con unos ejemplos de disposiciones, pero la presente invención comprende asimismo diversas combinaciones o modificaciones de las formas de realización que se dan a conocer. En particular el número y la forma geométrica de los canales de subida y las tuberías de bajada pueden variar con respecto a lo que representado en las figuras 1 a 6. Por lo tanto, es evidente que los ejemplos de formas de realización que se dan a conocer en la presente memoria no pretenden limitar el alcance de la presente invención, sino que diversas otras formas de realización se encuentran asimismo comprendidas en la presente invención, encontrándose dichas formas de realización limitadas únicamente por las reivindicaciones adjuntas y las definiciones comprendidas en las mismas.



## REIVINDICACIONES

1. Caldera de lecho fluidizado circulante (10), que comprende un horno (12) destinado a la combustión de combustible carbonoso y por lo menos un canal de salida (14) conectado a la parte superior del horno para eliminar gases de combustión y partículas sólidas generadas en la combustión del combustible a partir del horno, estando cada canal de salida provisto de un separador de partículas (16) fijado a un canal de gas de combustión (18) para transferir el gas de combustión limpio de partículas sólidas fuera de la caldera, y un conducto de retorno (20) para transferir las partículas sólidas separadas a la parte inferior del horno, estando dicho conducto de retorno (20) provisto de una junta hermética a los gases (22), una cámara de intercambio de calor (24), un canal de subida (34) y un conducto de desbordamiento (44), en el que las partículas sólidas que salen de la junta hermética a los gases son guiadas hacia la parte superior de la cámara de intercambio de calor (24) y desde la parte inferior de la cámara de intercambio de calor a través del canal de subida (34) hacia el horno o directamente desde la parte superior de la cámara de intercambio de calor a través del conducto de desbordamiento (44) hacia el horno,
- 15 caracterizada porque por lo menos una tubería de bajada (42) está dispuesta en conexión con el canal de subida (34), estando la tubería de bajada conectada en su parte superior mediante una conexión de flujo con la parte superior del canal de subida (34) y en su parte inferior, mediante una conexión de flujo con la parte inferior del horno (12) y el conducto de desbordamiento (44) se encuentra en conexión de flujo directo con la parte superior de la tubería de bajada.
- 20 2. Caldera de lecho fluidizado circulante según la reivindicación 1, caracterizada porque una tubería de bajada (42) está dispuesta en dos lados separados del canal de subida (34), estando dichas tuberías de bajada provistas de un conducto de desbordamiento (44), de tal modo que el canal de subida y las partes superiores de las tuberías de bajada se encuentren sucesivamente en la dirección de la pared más próxima (32') del horno (12).
- 25 3. Caldera de lecho fluidizado circulante según la reivindicación 1, caracterizada porque dos lados opuestos de la cámara de intercambio de calor (24) están provistos de un canal de subida (34), estando dichos canales de subida conectados con una tubería de bajada (42) y estando dichas tuberías de bajada conectadas con un conducto de desbordamiento (44'), de tal modo que la cámara de intercambio de calor, los canales de subida y las partes superiores de las tuberías de bajada se encuentren sucesivamente en la dirección de la pared más próxima (32') del horno (12).
- 30 4. Caldera de lecho fluidizado circulante según la reivindicación 1, caracterizada porque un canal de subida (34) y una tubería de bajada (42) están dispuestos en conexión con dos paredes laterales de la cámara de intercambio de calor (24), siendo dichas paredes laterales perpendiculares a la pared más próxima (32') del horno y estando dichas paredes laterales provistas de un conducto de desbordamiento (44).
- 35 5. Caldera de lecho fluidizado circulante según la reivindicación 1, caracterizada porque la cámara de intercambio de calor (24), el/los canal(es) de subida (34), las partes superiores de las tuberías de bajada (42) y los conductos de desbordamiento (44) constituyen un elemento integral.
- 40 6. Caldera de lecho fluidizado circulante según la reivindicación 5, caracterizada porque la cámara de intercambio de calor (24), el/los canal(es) de subida (34), las partes superiores de las tuberías de bajada (42) y los conductos de desbordamiento (44) están principalmente realizados a modo de construcciones de tubos de agua.
- 45 7. Caldera de lecho fluidizado circulante según la reivindicación 1, caracterizada porque el conducto de desbordamiento (44) está conectado con la tubería de bajada (42) a un nivel superior al canal de subida (34).
- 50 8. Caldera de lecho fluidizado circulante según la reivindicación 1, caracterizada porque el conducto de desbordamiento (42) está provisto de una entrada destinada al combustible (50).
9. Caldera de lecho fluidizado circulante según la reivindicación 8, caracterizada porque la entrada destinada al combustible (50) está conectada con una parte no vertical (54) de la tubería de bajada (42).
- 55 10. Caldera de lecho fluidizado circulante según la reivindicación 9, caracterizada porque la parte no vertical (54) forma una cubierta de la tubería de bajada.
11. Caldera de lecho fluidizado circulante según la reivindicación 9, caracterizada porque la parte no vertical (54) forma una parte inclinada debajo del punto más alto de la tubería de bajada.
- 60 12. Caldera de lecho fluidizado circulante según la reivindicación 8, caracterizada porque la entrada destinada al combustible (50) es una tubería de caída.
- 65 13. Caldera de lecho fluidizado circulante según la reivindicación 8, caracterizada porque la entrada destinada al combustible (50) está fijada a un transportador de distribución (56) que transfiere el combustible, siendo dicho transportador dirigido a lo largo de la cámara de intercambio de calor (24) directamente hacia el horno (12).

- 5 14. Caldera de lecho fluidizado circulante según la reivindicación 13, caracterizada porque el transportador de distribución (56) está en conexión con un transportador común (58) que transfiere el combustible, estando dicho transportador común dispuesto de manera alineada con la pared más próxima (32') del horno (12), detrás de la cámara de intercambio de calor (24) tal como se observa desde el horno.

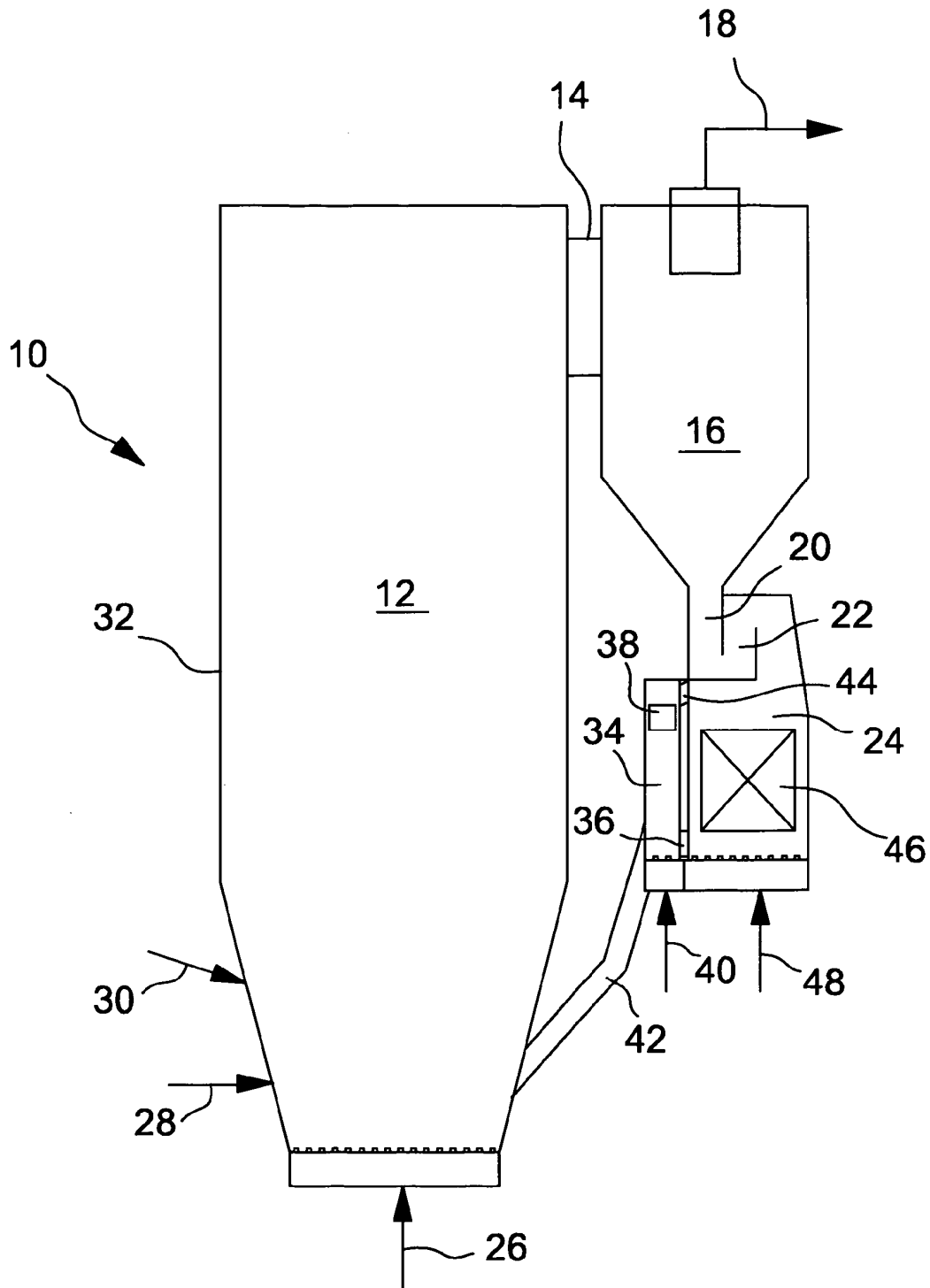


Fig. 1

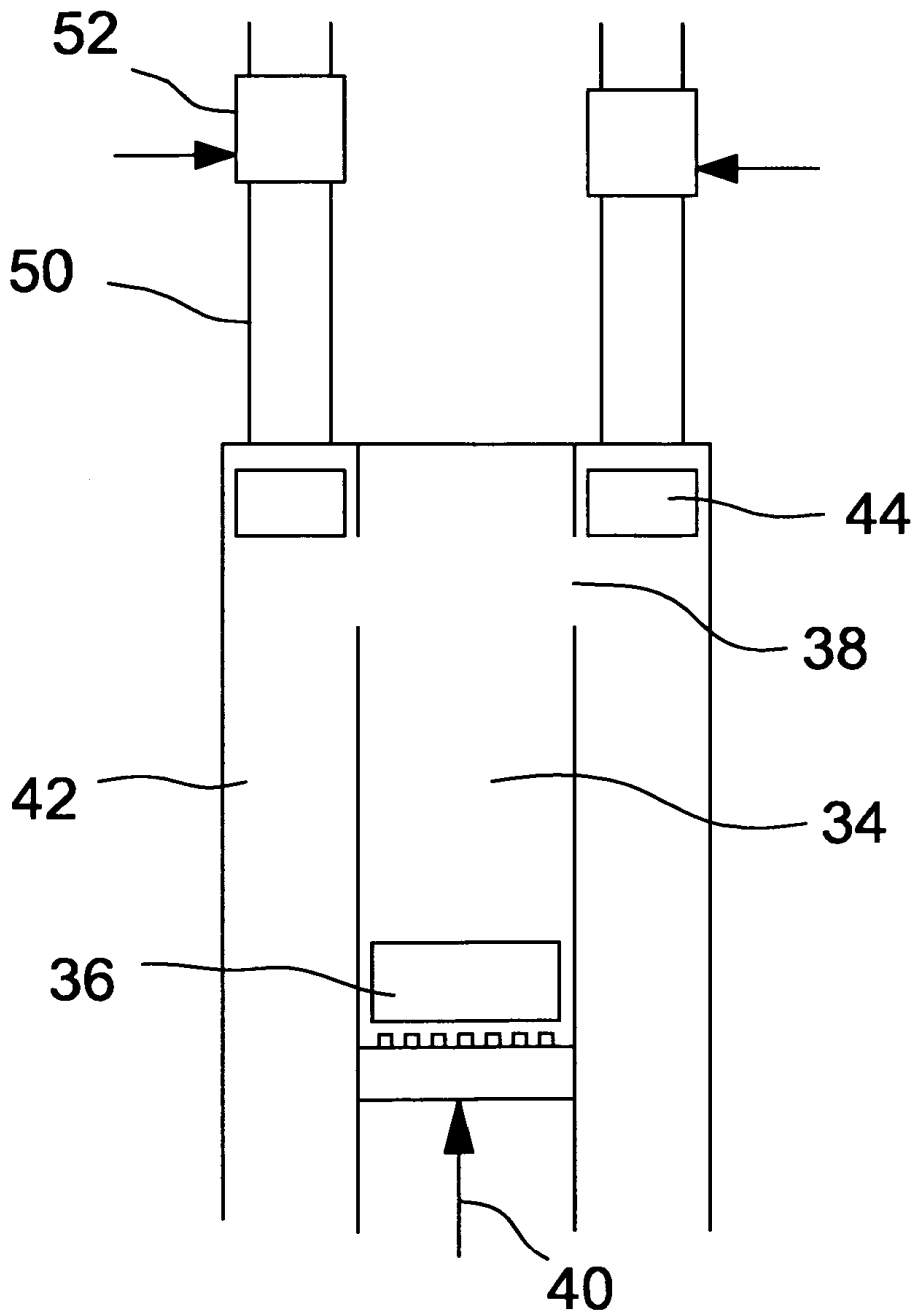


Fig. 2

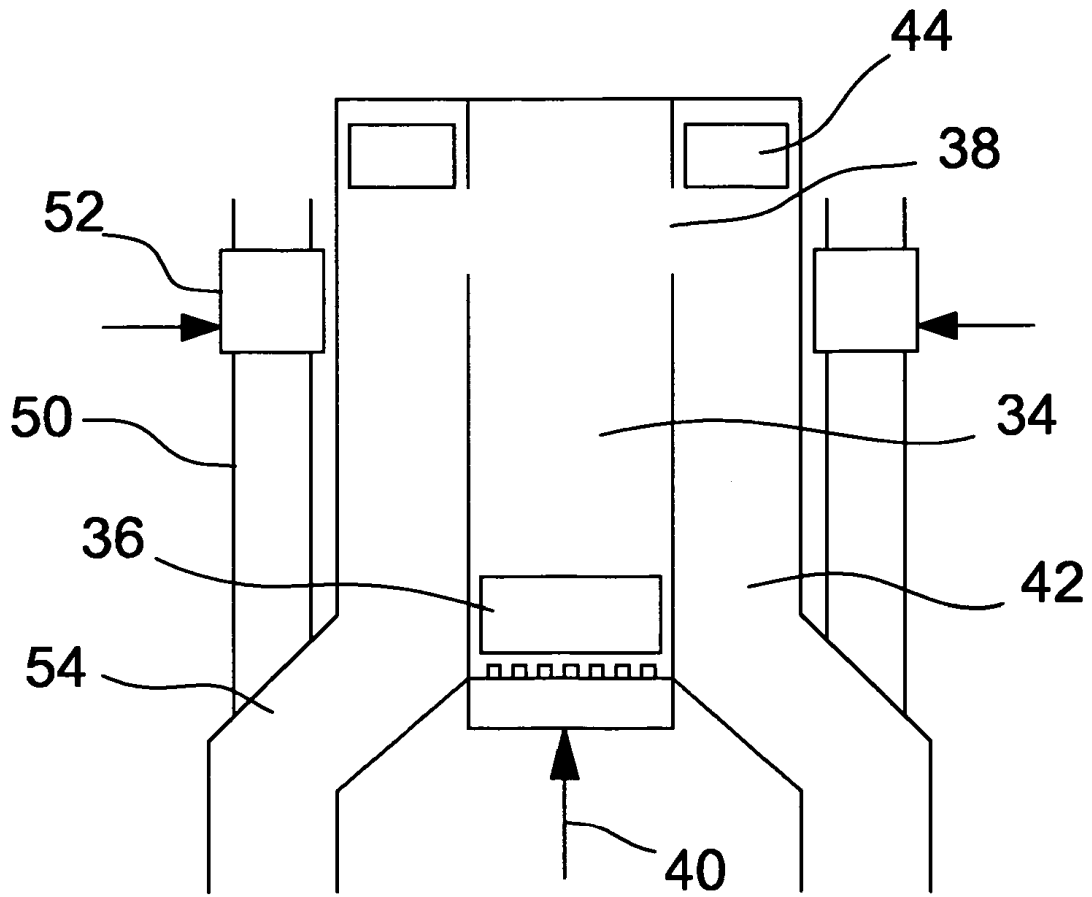


Fig.3

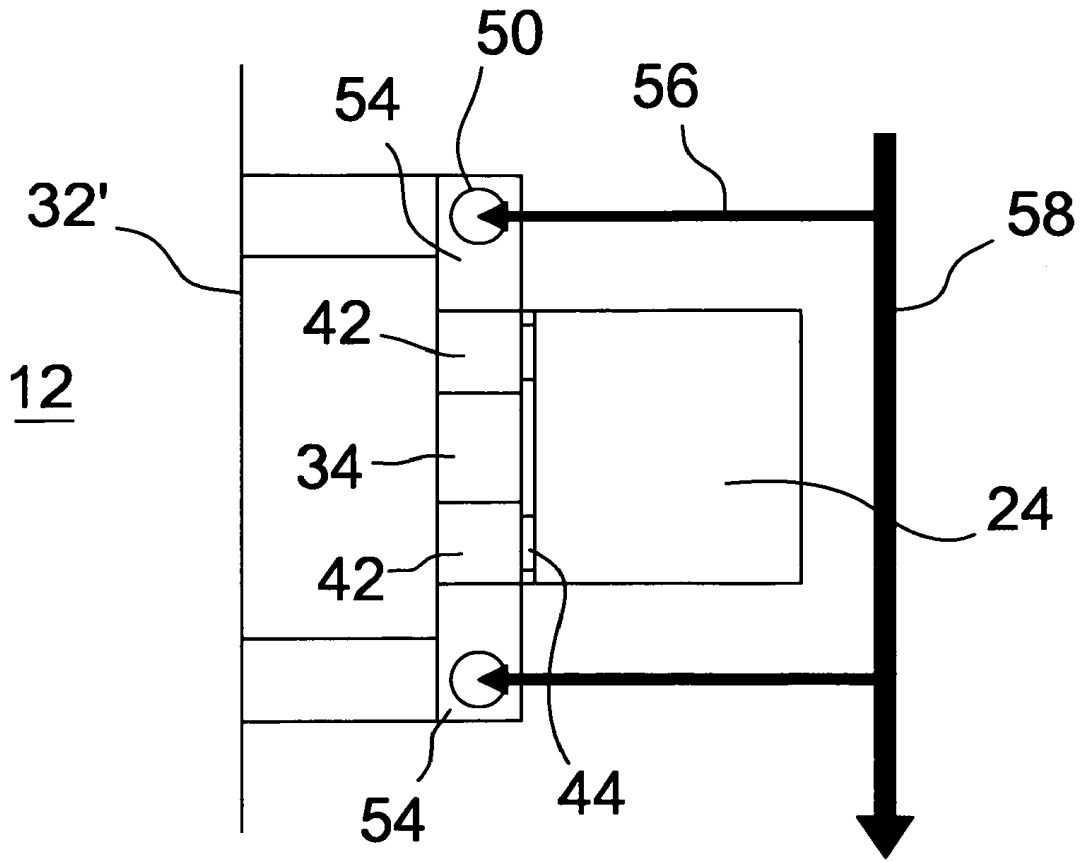
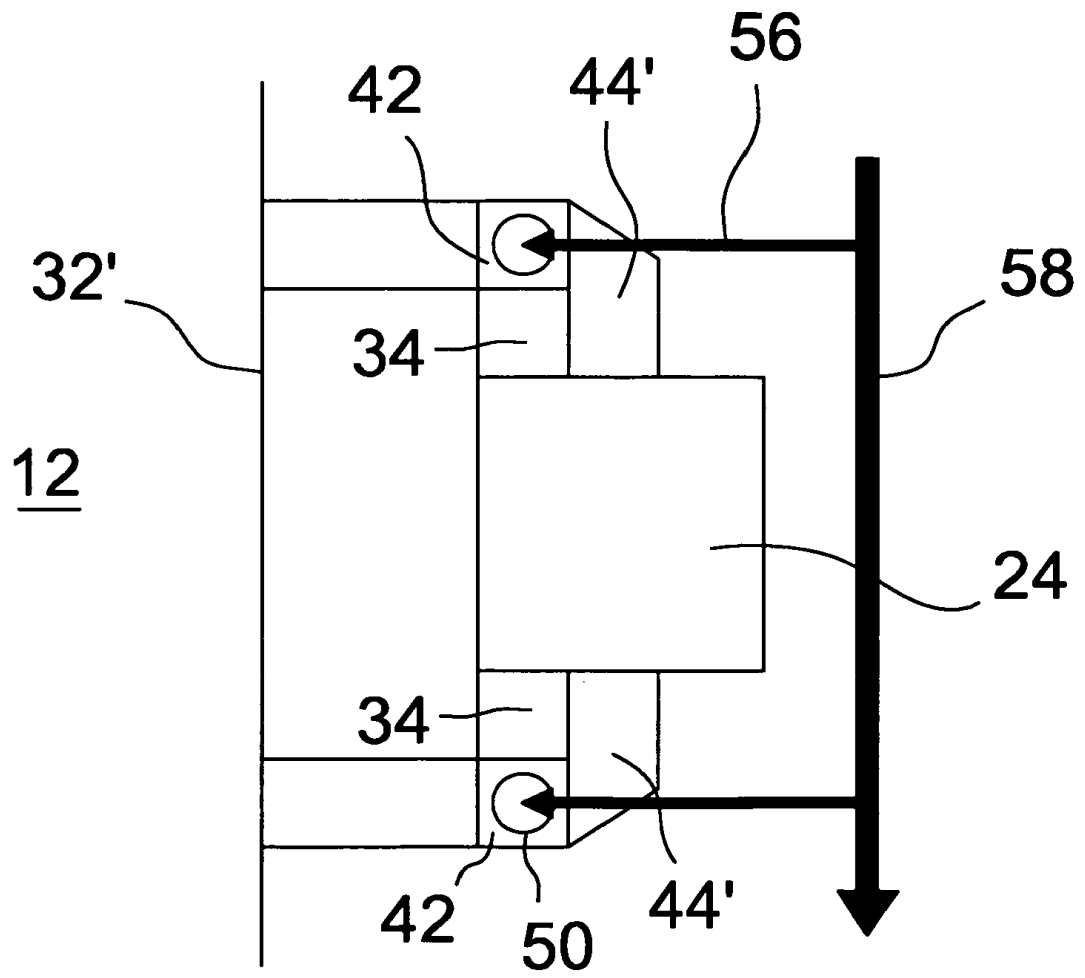


Fig.4



**Fig.5**

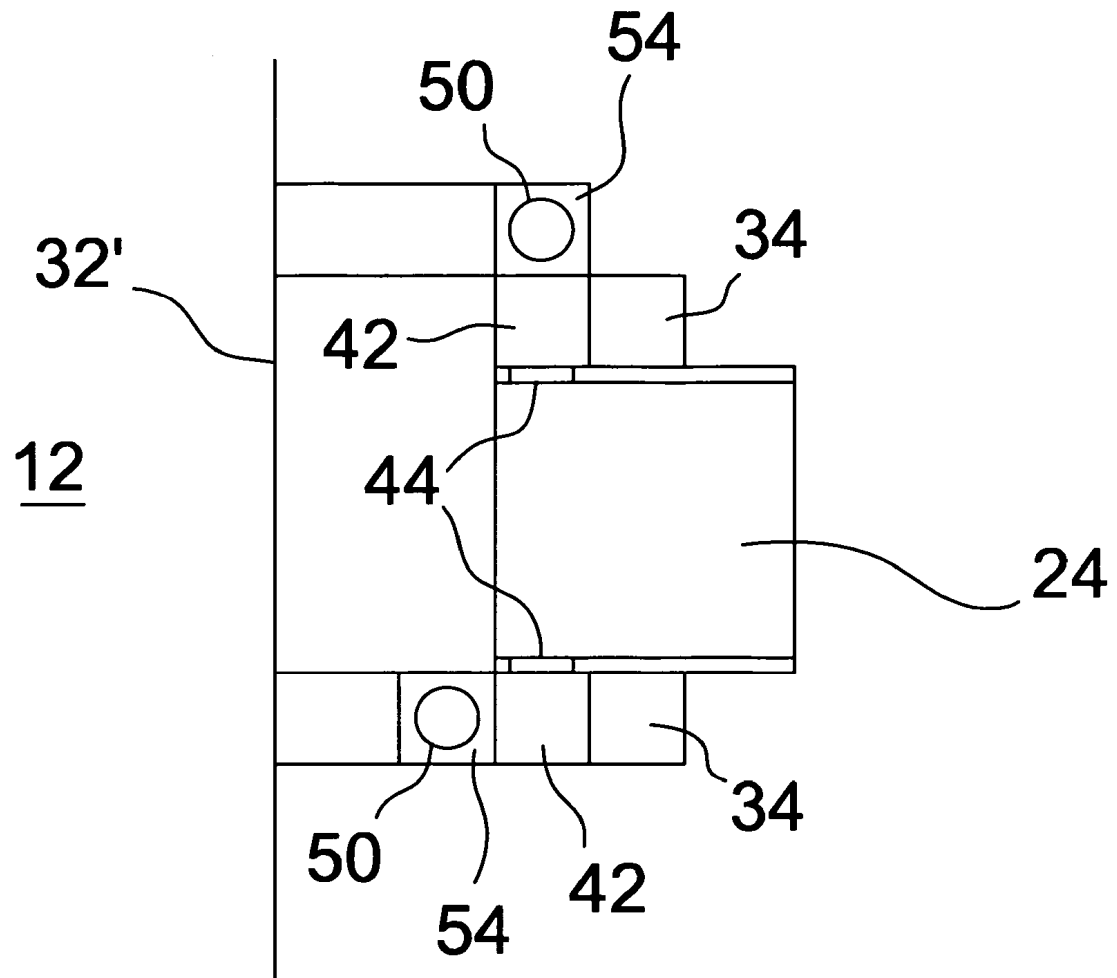


Fig.6