

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 975 514**

51 Int. Cl.:

F23G 5/50 (2006.01)

F23N 5/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2020** **E 21201665 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.02.2024** **EP 3964752**

54 Título: **Método de funcionamiento de una instalación de combustión**

30 Prioridad:

14.02.2020 DE 102020000980

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.07.2024

73 Titular/es:

**MARTIN GMBH FÜR UMWELT- UND
ENERGIETECHNIK (100.0%)
Leopoldstrasse 246
80807 München, DE**

72 Inventor/es:

**JELL, SEBASTIAN JOSEF;
SCHÖNSTEINER, MAX JOSEF y
MARTIN, JOHANNES ULRICH**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 975 514 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

Método de funcionamiento de una instalación de combustión

- 5 La invención se refiere a un método de funcionamiento de una instalación de combustión. Cuando se opera una instalación de combustión, es importante que una cantidad de material definida de material pase cada vez por la instalación de combustión, desde la tolva de alimentación, pasando por la parrilla de combustión, hasta la descarga de escoria.
- 10 En la tolva de alimentación, un embudo de recepción se llena de material por lotes mediante una pinza. Este material es una sustancia que puede convertirse químicamente con un balance energético positivo y, en el contexto de esta solicitud, es preferentemente un residuo. Este material puede estar húmedo y ser pesado y deslizarse rápidamente en el embudo de recepción, puede quedarse en las paredes del embudo de recepción, bloquearse en el embudo de recepción o, por otras razones, no poder pasar continuamente a través del embudo de recepción a la región de la parrilla de combustión.
- 15 El material se enciende en la parrilla de combustión y arde con intensidad y liberación de calor variables, dependiendo de la composición de los residuos. Si se utilizan varias parrillas una al lado de la otra, también existe la posibilidad de que los residuos se quemen de forma diferente al desplazarse por los diferentes carriles de parrilla.
- 20 En muchos casos, las instalaciones de combustión, especialmente las instalaciones de incineración de residuos, se utilizan para la eliminación ecológica de residuos con la menor cantidad de emisiones posible y la generación de energía. Para ello, la liberación de calor debe ser lo más constante posible para lograr, por un lado, una combustión controlada y, por otro, una salida de vapor constante y lo menos modificada posible.
- 25 Los documentos JP H 11 37436 A y WO 2017-175483 A describen el uso de un sistema de aprendizaje en el analizador de imágenes para determinar el grosor del lecho de combustión y el documento JP 2002 267134 A describe un método genérico.
- 30 Por lo tanto, la invención se basa en el objetivo de mantener lo más constante posible la potencia de combustión generada como resultado, que generalmente se refleja en la producción de vapor.
- Este objetivo se resuelve mediante un método de funcionamiento de una instalación de combustión con las características de la reivindicación 1.
- 35 La canaleta es una superficie inclinada de la tolva de alimentación con respecto a la horizontal. La canaleta puede ser una superficie inferior o lateral de la tolva de alimentación, en donde el material alimentado en la tolva se desliza a lo largo de estas superficies para llegar a la instalación de combustión.
- 40 Si el material de la pared de la canaleta, que suele ser una superficie de hierro, está cubierto en una zona determinada y es estático o la carga cambia en función del movimiento del pistón de carga, se puede suponer que el material se desliza correctamente hacia la instalación de combustión. El movimiento del combustible en la canaleta en la dirección de la caldera está acoplado al movimiento del pistón de carga. Si este se mueve, el material se mueve. Si este no se mueve, el material no se mueve. Si no se da esta correlación y el material se mueve aunque el cargador no se mueva o el material no se mueve aunque el cargador se mueva, se produce un error que indica que el material no se desliza correctamente hacia la instalación de combustión. En el proceso, se puede observar una región vertical de la pared o una región de la canaleta. Preferentemente, se observa una región de la tolva que, como canaleta, tiene el menor ángulo posible con respecto a la horizontal, ya que de este modo es mayor la región detectada en caso de un deslizamiento posterior defectuoso.
- 45 Por lo tanto, se evalúa preferentemente la cobertura de un lado inferior de la tolva con material, mientras que los otros lados de la tolva suelen formar puntos de referencia adicionales.
- 50 En una realización preferida, se determina la posición de al menos un punto límite en la imagen en el que, por un lado, el material cubre la tolva y, por otro, la superficie de la tolva es visible. Es ventajoso si se determinan varios puntos límite y en este caso también es posible determinar la posición de una línea que conecta los puntos límite en la imagen.
- 55 También se pueden calcular puntos definidos en el lado de la tolva para determinar el llenado de la misma. En este caso, se determina la distancia entre al menos un punto límite y un punto definido en un lado de la tolva.
- 60 En otras palabras, es ventajoso determinar la línea visible entre la tolva y el material. Para aumentar la precisión del analizador de imágenes, la imagen de la superficie superior de la tolva puede dividirse en varias zonas. Esto permite determinar la cobertura en las zonas individuales con el analizador de imágenes. Esto puede utilizarse para determinar el flujo de material en cualquier punto de la tolva. Un comportamiento dinámico de la instalación de combustión puede

determinarse si se toman varias imágenes a intervalos y se determina el nivel de llenado en la tolva a partir del cambio en las imágenes mediante el analizador de imágenes. Esto también permite determinar la velocidad a la que el material fluye hacia la instalación de combustión a partir del cambio en las imágenes. De este modo, la velocidad proporciona una forma de determinar la cantidad de material que fluye hacia la parrilla.

5 Además, el cambio de posición y, por lo tanto, el movimiento de componentes o superficies individuales dentro de la tolva pueden rastrearse utilizando métodos de formación de imágenes. Es necesario tomar varias imágenes a intervalos. Estas imágenes pueden grabarse como imágenes individuales o como una película. Dentro de la tolva, se seleccionan componentes o superficies significativas en función de la alimentación de material y se detecta su movimiento (hasta cubrir los componentes seleccionados). La selección está automatizada y puede realizarse basándose en estructuras y objetos enseñados mediante inteligencia artificial, basándose en formas, colores o contornos significativos del material dentro de la tolva o basándose en áreas aleatorias o definidas dentro de la tolva. Este método, al igual que el método de detección de puntos individuales en la transición entre la tolva y el material, permite determinar el flujo de material dentro de la tolva. El método puede utilizarse de forma individual o complementaria para detectar puntos individuales en la transición entre la tolva y el material.

20 Un fallo detectado en la región de la tolva de alimentación a menudo conduce directamente a fallos durante la combustión en la parrilla. Por lo tanto, se propone además que se desencadene una acción cuando se produzca una cobertura predeterminada o un cambio predeterminado en la cobertura de la tolva y, en particular, de la canaleta con material o un determinado flujo de material en función del movimiento del cargador. Esta acción puede ser una intervención temprana en la regulación de la instalación. Por ejemplo, se puede iniciar una ronda de limpieza y, en caso de un flujo de residuos incontrolado, se puede conseguir un ajuste mediante el control del aire y/o la velocidad de la parrilla. También es posible intervenir en la velocidad y/o la posición del cargador para optimizar la combustión en caso de flujo incontrolado de residuos. Además, es posible la asistencia (señal al operador de la grúa) o la intervención directa en la alimentación de material de la tolva por parte de la grúa en función del nivel de llenado detectado en la tolva.

30 El uso de un analizador de imágenes permite determinar la transición del material al fondo en la dirección de flujo del material al final de la imagen como la posición de al menos un punto y preferentemente en la línea. De forma alternativa o adicional a la cobertura de la canaleta, la altura de una línea que puede determinarse por la transición del material a la tolva puede analizarse de esta manera cuando la cámara está estacionaria en la imagen determinada. Para ello, se pueden determinar puntos individuales o una línea continua, que también puede promediarse.

35 Esto permite comparar el punto o la línea con un valor límite y desencadenar una acción si se supera este valor límite. Esta acción corresponde a las acciones mencionadas anteriormente.

Sin embargo, también se ha descubierto que un analizador de imágenes puede utilizarse para influir en la instalación de combustión no sólo en la tolva de alimentación, sino también al final de la parrilla de combustión.

40 Se conocen los sistemas de combustión con una parrilla en cuyo extremo se dispone una cámara. El extremo de la parrilla es la región donde se acumula la escoria en la parrilla. Una cámara colocada allí, que se orienta desde la región de escoria hacia el lecho del combustible, muestra cómo arde el material en el lecho de combustión. El brillo muestra la intensidad de incineración y la ubicación del brillo muestra dónde se quema especialmente bien el material de la parrilla.

45 De acuerdo con la invención, se propone ahora combinar esta cámara con un analizador de imágenes que determine una línea de combustión y, opcionalmente, el grosor del lecho de combustión y/o el movimiento de componentes o superficies individuales. Con una cámara fija, la imagen muestra el lecho de combustión y los elementos estáticos dentro de la cámara de combustión. La distancia entre el elemento estático y el lecho de combustión es directamente proporcional a la altura del lecho de combustión. Si el lecho de combustión está demasiado alto, esto indica que se está alimentando demasiado material o que el movimiento de agitación es demasiado lento, provocando que el material se mueva con demasiada lentitud. Un lecho de combustión especialmente bajo, que puede deducirse de una línea baja en la imagen, indica una alimentación de material que no alimenta suficiente material y/o una que es demasiado intensiva y mueve el material con demasiada rapidez.

55 De acuerdo con la invención, se propone ahora combinar esta cámara con un analizador de imágenes que determine la línea de combustión. Con una cámara estacionaria, la imagen muestra la transición entre material ardiendo y quemado como una línea de combustión. En la práctica, este contraste forma una línea que está más cerca del borde superior de la imagen tomada con la cámara o más cerca del borde inferior de esta imagen. Por tanto, la altura de la línea es directamente proporcional a la posición del fuego. Un fuego demasiado largo en la dirección de la extensión longitudinal de la parrilla indica que se está introduciendo demasiado material o que éste es difícil de quemar. Un fuego particularmente corto, que se deduce de la imagen, indica una alimentación de material insuficiente. Además, el cambio de la línea de combustión permite llegar a conclusiones sobre el efecto de encendido de la parrilla y el control de aire primario y permite ajustar estos parámetros para mejorar la combustión. La línea de combustión también permite igualar la cantidad de combustible entre los diferentes carriles de parrilla.

Además, el movimiento de componentes o fracciones individuales dentro del lecho de combustión puede seguirse utilizando técnicas de imagen. Las fracciones son superficies reconocibles por su estructura o que han sido seleccionadas como tales. Es necesario tomar varias imágenes a intervalos. Dentro del lecho de combustión, se seleccionan componentes o fracciones significativas en función de la alimentación de material y se detecta su movimiento hasta cubrir los componentes seleccionados. La selección está automatizada y puede realizarse basándose en estructuras y objetos enseñados mediante inteligencia artificial, basándose en formas, colores o contornos significativos del material dentro de la tolva o basándose en áreas aleatorias o definidas dentro de la tolva. Este método permite determinar el flujo de material dentro del lecho de combustión. El método puede utilizarse individualmente o junto con la detección de la altura del lecho de combustión y la longitud del fuego.

De este modo, un analizador de imágenes en el extremo de la parrilla también permite llegar a conclusiones sobre el aparato de alimentación.

Por lo tanto, es posible, con un analizador de imágenes bien ajustado y preferentemente también con un sistema de aprendizaje, como una red neuronal, reconocer un lecho de combustión demasiado fino o demasiado grueso y un fuego demasiado largo o demasiado corto, es decir, una posición incorrecta de la línea de combustión.

Esta información puede compararse con un valor objetivo de modo que pueda desencadenarse una acción en función de la posición de incineración y/o del grosor del lecho de combustión y/o del movimiento de los componentes o superficies individuales. Esta acción puede a su vez, como se ha indicado anteriormente, ser un efecto sobre la extracción en la parrilla o las condiciones del gas. Por lo tanto, se propone además que se active automáticamente un controlador o regulador de la instalación de combustión en función de la posición de incineración en la parrilla, en particular en la dirección longitudinal de la parrilla, y/o del grosor del lecho de combustión. Por lo tanto, se propone controlar o regular la velocidad de la parrilla en función de la posición de incineración y/o del grosor del lecho de combustión. Resulta especialmente ventajoso si se controla o regula la velocidad de la parrilla de zonas de parrilla individuales o de carriles de parrilla adyacentes.

De forma alternativa o adicional, el caudal de aire de la instalación de combustión también puede controlarse o regularse en función del grosor del lecho de combustión y/o de la posición de incineración. En particular, el aire primario de la instalación de combustión se controla o regula en función de la posición de incineración y/o del grosor del lecho de combustión.

Es especialmente ventajoso si la caldera dispone de carriles de parrilla individuales que se analizan con un analizador de imágenes, de modo que la carga de los carriles de parrilla individuales de la instalación de combustión pueda controlarse o regularse en función del grosor del lecho de combustión y/o de la posición de incineración. Por ejemplo, se puede ajustar la longitud de la carrera o un desplazamiento del cero del cargador.

Es especialmente ventajoso si los carriles de parrilla individuales tienen varios accionamientos, de modo que la intensidad del movimiento de agitación de las zonas de parrilla individuales pueda controlarse o regularse en función del grosor del lecho de combustión y/o de la posición de incineración. Por ejemplo, se puede ajustar la velocidad de agitación.

Un acoplamiento de ambos sistemas de cámaras ópticas es ventajoso. Esto significa que las intervenciones desencadenadas pueden comprobarse mediante la cámara situada encima de la tolva utilizando la cámara situada al final del lecho de combustión. Las intervenciones desencadenadas pueden ser optimizadas mediante lazos de control o redes neuronales.

También se propone un método de funcionamiento de una instalación de combustión con al menos una parrilla, que tiene varias zonas de parrilla y/o varios carriles de parrilla, y varias unidades de alimentación de combustible, independientemente de las etapas del método mencionados anteriormente, en el que la temperatura por zona de parrilla y/o por carril de parrilla se mide con el fin de establecer una liberación de calor uniforme en la parrilla y las unidades de alimentación de combustible se controlan en función de la temperatura medida.

Es especialmente ventajoso si se utiliza al menos un dispositivo de medición de la temperatura por zona de parrilla y/o por carril de parrilla. La temperatura puede medirse paralelamente a los segmentos de parrilla o en el primer paso de radiación. Para garantizar que la precisión de la medición de la temperatura no se vea afectada por las turbulencias, se sugiere que el cambio de temperatura se registre cerca de la caldera y, como muy tarde, a un nivel del paso de radiación en el que los gases de combustión entren después de 1 a 15 segundos.

En los dibujos se muestran las realizaciones ventajosas y se describen con más detalle a continuación.

Se muestra:

Figura 1

esquema de un sistema de combustión en parrilla con un análisis de la tolva A, un análisis del horno B y un análisis de las temperaturas en el carril de parrilla C,

- Figura 2 una sección a través de la región de una tolva de alimentación de una instalación de combustión,
 Figura 3 una vista superior de la tolva mostrada en la Figura 2,
 5 Figura 4 una vista ampliada de la Figura,
 Figura 5 una imagen con una cámara dispuesta en B en la Figura 1,
 Figura 6 una instalación de combustión con dos pases de radiación y
 10 Figura 7 vista en perspectiva de la instalación de combustión mostrada en la Figura 6.

15 La instalación de combustión 1 representada en la Figura 1 es un sistema de combustión en parrilla con una parrilla 2, debajo de la cual está dispuesto un suministro de aire primario 3. El material 4 quemado en la parrilla 2 se transporta a través de la parrilla 3 a una descarga de escorias 5. Los gases de combustión 6 producidos por la combustión del material 4 en la parrilla 2 pasan a un primer paso 7 y de ahí a otros pasos 8 y 9 para calentar agua, que se utiliza como vapor para un sistema de generación de energía (no mostrado).

20 Durante el funcionamiento de la instalación de combustión 1, los residuos como el material 4 pasan de la tolva 10 a través de un canal de alimentación 11 a la parrilla 2 y de ahí a la descarga de escorias 5. Una cámara 12 se utiliza para captar la superficie superior 13 de la tolva y mostrarla como una imagen 14.

25 Otra cámara 34 situada en el extremo 15 de la parrilla 2 está orientada hacia el material 4 que se encuentra sobre la parrilla 2 y la llama 16 que se produce cuando se quema el material 4. En medio, una tercera cámara 17 puede utilizarse para observar desde arriba la llama 16 generada en la parrilla 2.

30 La Figura 2 muestra cómo el material 4 puede ser arrojado a la tolva de alimentación 10 mediante una pinza 20 y a continuación se desplaza por una canaleta 21 hacia el canal 4 y de ahí a la parrilla de combustión 2.

La cámara 12 está conectada a un analizador de imágenes 22, que determina la cobertura de la tolva 10 y, en particular, de la canaleta 21 con el material 4.

35 La Figura 3, y en particular la ampliación de esta mostrada en la Figura 4, muestra regiones 23 en las que la canaleta 21 está cubierta con material 4, y una región 24 y una región 43 en las que puede verse la parte superior de la canaleta 21, ya que no está cubierta con material 4 en esta región 24.

40 Las barras 25, 26 y 27 forman puntos límite en la Figura 4, en los que el material 4 cubre la tolva 10 por un lado y la superficie superior de la tolva 10 es visible por el otro.

45 En el lado 28 de la tolva 10, los puntos definidos 29, 30 y 31 se indican como barras verticales. Esto permite determinar el punto de intersección entre las barras horizontales 25, 26 y 27 y las barras verticales 29, 30 y 31 para llegar a conclusiones sobre el llenado de la tolva 10.

En la imagen 14 de la Figura 3, la línea 33 muestra la transición entre el material 4 y el fondo 33. La altura de esta línea 33 en la Figura 4 y las desviaciones de una línea recta proporcionan información sobre el material en la tolva 10.

50 La Figura 5 muestra una imagen 35 tomada con una cámara 14 en la dirección del flujo del material 4 en el extremo de la parrilla 2. A partir de esta imagen 35, un analizador de imágenes 36 determina el grosor del lecho de combustión 37 como la distancia entre una línea 38 y una línea 41. La línea 38 es el resultado del contraste entre la región clara 39 de las llamas 16 y la región oscura 40 de la escoria. La altura de la línea 41 de la Figura 35 puede determinarse mediante pruebas y también se obtiene para una instalación que todavía no tiene ningún material 4 en la parrilla 2.

55 Los dispositivos de análisis de imágenes 22 y 36 están conectados al controlador 41 de la instalación de combustión 1, de modo que si se supera un valor límite, se puede actuar sobre el controlador 41 de la instalación de combustión para controlar o regular la velocidad de la parrilla y/o el suministro de aire de la instalación de combustión 1 en función del valor límite determinado en la tolva 10 y/o el grosor del lecho de combustión 37.

60 La Figura 6 muestra una parrilla de combustión 2 y, sobre ella, el primer paso de gases de combustión 7 y, adyacente a éste, el segundo paso de gases de combustión 8. Un dispositivo de medición de la temperatura 49 está dispuesto paralelamente a la parrilla 2 o midiendo horizontalmente. Esto crea un nivel 52 de medición de la temperatura por encima del nivel de aire secundario 54. La Figura 7 muestra un arreglo a modo de ejemplo de los dispositivos de medición de la temperatura para una instalación con 3 carriles de parrilla 46, 47 y 48. A cada carril de parrilla se le asigna un dispositivo de medición de la temperatura 49, 50 y 51.

65

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método de funcionamiento de una instalación de combustión (1) que tiene una parrilla (2) en cuyo extremo (15) está dispuesta una cámara (14), en donde se determina una línea de combustión (38) mediante un analizador de imágenes (36) y, opcionalmente, se determina el grosor del lecho de combustión (37) y/o el movimiento de componentes individuales o superficies, **caracterizado por que** se detecta un lecho de combustión sobrecargado mediante una forma característica de la línea de combustión (38).
- 10 2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** se desencadena una acción en función del grosor del lecho de combustión (37) y/o de la línea de combustión (38) y/o del movimiento de los componentes o superficies individuales.
- 15 3. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** se actúa automáticamente sobre un controlador (41) o un regulador de la instalación de combustión (1) en función del grosor del lecho de combustión (37) y/o de la línea de combustión (38) y/o del movimiento de los componentes o superficies individuales.
- 20 4. Método de acuerdo con cualquier reivindicación de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** la velocidad de la parrilla se controla o regula en función del grosor del lecho de combustión (37) y/o de la línea de combustión (38) y/o del movimiento de los componentes o superficies individuales.
- 25 5. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** el suministro de aire (3) de la instalación de combustión (1) se controla o regula en función el grosor del lecho de combustión (37) y/o de la línea de combustión (38) y/o del movimiento de los componentes o superficies individuales.
- 30 6. Método de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado por que** el aire primario (3) de la instalación de combustión (1) se controla o regula en función del grosor del lecho de combustión (37) y/o de la línea de combustión (38) y/o del movimiento de los componentes o superficies individuales.
- 35 7. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** la carga de los carriles de parrilla (46, 47, 48) individuales de la instalación de combustión (1) se controla o regula en función del grosor del lecho de combustión (37) y/o de la línea de combustión (38) y/o del movimiento de los componentes o superficies individuales.
- 40 8. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la parrilla (2) tiene varias zonas de parrilla y/o varios carriles de parrilla (46, 47, 48), y varias unidades de alimentación de combustible (45), **caracterizado por que** la temperatura por zona de parrilla y/o por carril de parrilla (46, 47, 48) se mide para establecer una liberación de calor uniforme en la parrilla (2) y las unidades de suministro de combustible (45) se controlan en función de la temperatura medida.
- 45 9. Método de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado por que** se utiliza al menos un dispositivo de medición de la temperatura (49, 50, 51) para cada zona de parrilla y/o cada carril de parrilla (46, 47, 48).
10. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 o 9, **caracterizado por que** la medición de la temperatura tiene lugar paralelamente a la parrilla (2).
11. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, **caracterizado por que** la medición de la temperatura tiene lugar en el primer paso de radiación (7).

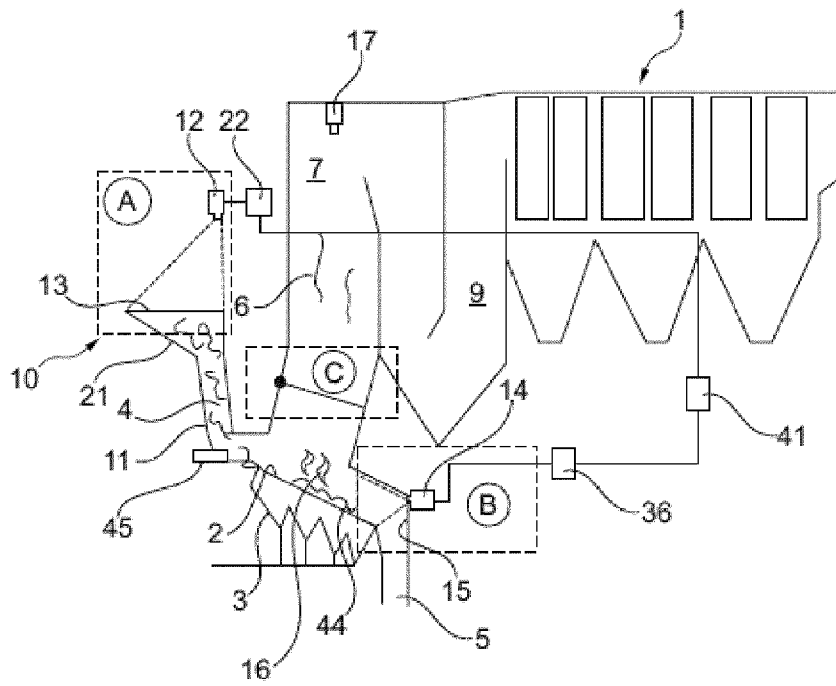


Figura 1

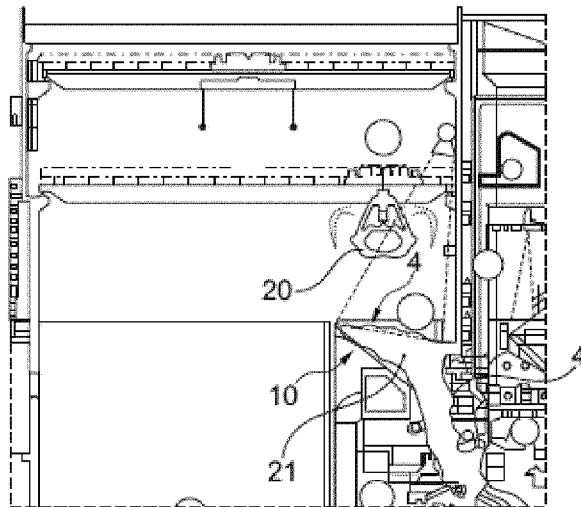


Figura 2

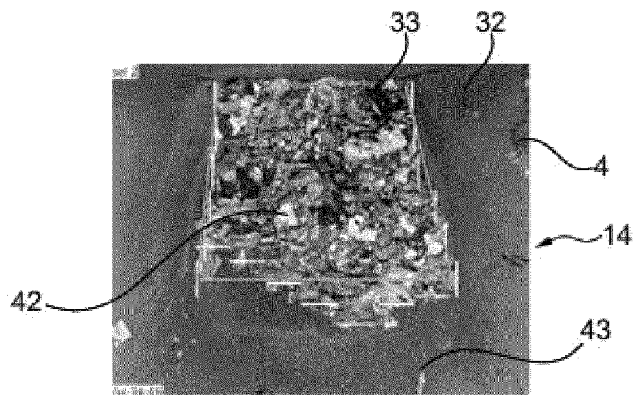


Figura 3

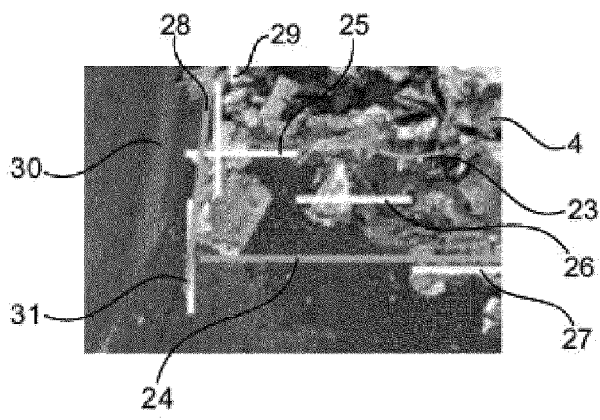


Figura 4

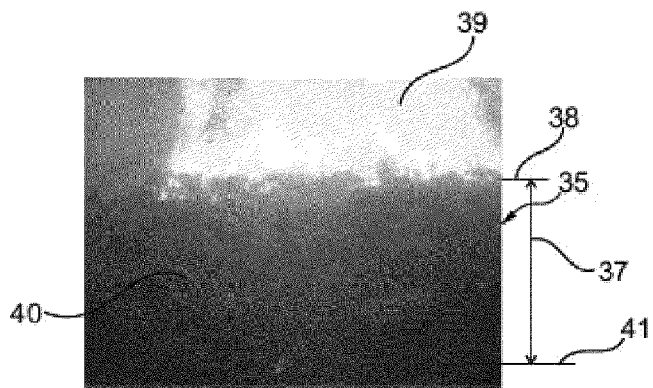


Figura 5

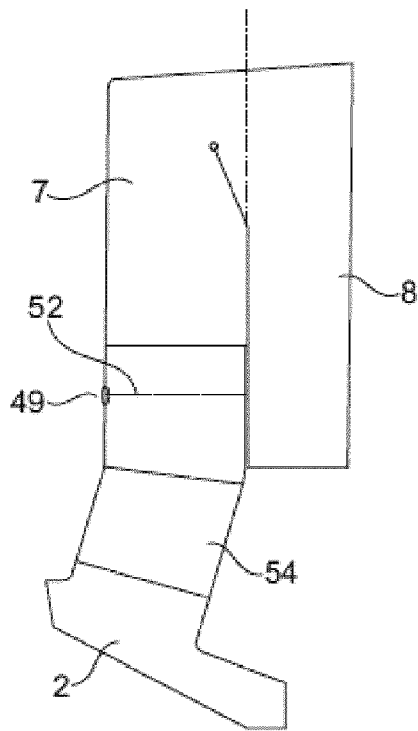


Figura 6

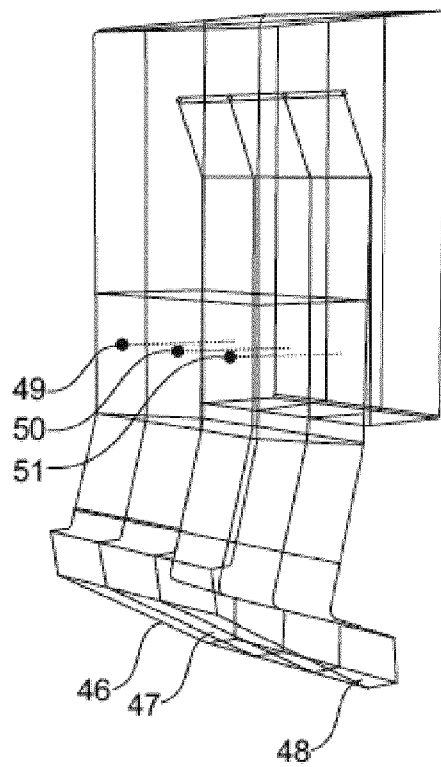


Figura 7