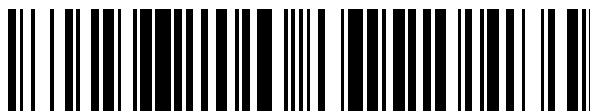


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 562 630**

51 Int. Cl.:

F22B 35/00 (2006.01)
F22B 37/10 (2006.01)
F23J 3/00 (2006.01)
F23L 15/04 (2006.01)
F23N 5/24 (2006.01)
F28F 27/00 (2006.01)
F28G 15/00 (2006.01)
G01M 3/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.01.2010 E 10151523 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.01.2016 EP 2423582**

54 Título: **Aparato de supervisión de tubos de transferencia de calor**

30 Prioridad:

28.04.2009 JP 2009108834

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

07.03.2016

73 Titular/es:

MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.
(100.0%)
3-1, Minatomirai 3-chome, Nishi-ku
Yokohama 220-8401, JP

72 Inventor/es:

KAGAWA, SEIJI;
MURAKAMI, MORITOSHI;
MIYAJI, TSUYOSHI;
OKAMOTO, TAKUYA y
KAMIYAMA, NAOYUKI

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 562 630 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

Aparato de supervisión de tubos de transferencia de calor

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un aparato de supervisión de tubos de transferencia de calor, para uso en un intercambiador de calor tal como un aparato de recuperación de calor, que supervisa el estado (por ejemplo, la formación de incrustaciones, la rotura) de un haz de tubos de transferencia de calor hecho de un tubo de aletas o

Antecedentes de la invención

Dicho aparato de supervisión de tubos de transferencia de calor se describe en el documento JP 1 114 613 A.

Como se ilustra en la figura 7, en una central térmica, el gas de combustión que se genera al quemar combustible en un horno 100 se convierte en gases de combustión sometiéndolo a intercambio de calor en una cantidad requerida. Los gases de combustión son descargados fuera del sistema a través de un precalentador de aire (intercambiador de calor) 103 después de que el óxido de nitrógeno contenido en los gases de combustión es reducido con un aparato de desnitrificación 102 dispuesto en un conducto de gases de combustión 101.

Mientras tanto, se toma aire de la atmósfera, es calentado por intercambio de calor con los gases de combustión en el precalentador de aire 103, y es suministrado al horno 100 como aire a utilizar en la combustión.

Por ejemplo, la Publicación de la Solicitud de Patente japonesa número H1-114613 describe una unidad de supervisión de diferencia de presión 104 que se usa para detectar la diferencia de presión entre la entrada y la salida del precalentador de aire 103 y visualiza la diferencia detectada. Consiguientemente, la unidad de supervisión de diferencia de presión AH 103 gestiona la operación realizada por el precalentador de aire 103.

La deposición de polvo en los tubos de transferencia de calor de una caldera en una caldera de recuperación de calor de escape (intercambiador de calor) dispuesta en un horno de acero es detectada automáticamente en una etapa precoz sin fallo. La adherencia de polvo concentrado se evita evitando que se rocíe agua de drenaje a los tubos de transferencia de calor de la caldera al inicio de una operación de eliminación de hollín, manteniendo por ello la fuerza de tiro constante en una chimenea de horno y análogos. Los deshollinadores se ponen en funcionamiento cuando una caída de presión de gases de combustión ΔP (diferencia de presión entre la entrada y la salida) en la caldera de recuperación de calor de escape medida con un medidor de diferencia de presión es igual o mayor que un valor establecido, para evitar con certeza la caída de la eficiencia de transferencia de calor y la eficiencia de recuperación de calor de escape al elemento de acero. Con respecto a dicha operación de eliminación de hollín, por ejemplo, la Publicación de la Solicitud de Patente japonesa número 10-274408 describe un método que, al inicio de la operación de eliminación de hollín, pulveriza vapor de los deshollinadores en una dirección en la que no se ha de rociar vapor hacia el tubo de transferencia de calor de la caldera durante un cierto período de tiempo para purgar el agua dentro de tubos y tuberías de deshollinador y luego rocía vapor hacia el tubo de transferencia de calor de la caldera.

En los métodos descritos en la Publicación de la Solicitud de Patente japonesa número H1-114613 y la Publicación de la Solicitud de Patente japonesa número 10-274408, la operación del intercambiador de calor es controlada detectando la diferencia de presión entre la entrada y la salida del intercambiador de calor. Esta disposición origina el problema de que, cuando el intercambiador de calor se forma montando una pluralidad de etapas de haces de tubos de transferencia de calor, durante la operación del intercambiador de calor no se puede determinar en qué haz de tubos de transferencia de calor del intercambiador de calor se ha producido un cierre o se ha depositado polvo.

Además, los métodos de detección de diferencia de presión descritos en la Publicación de la Solicitud de Patente japonesa número H1-114613 y la Publicación de la Solicitud de Patente japonesa número 10-274408 no se pueden distinguir los dos casos siguientes: se ha depositado y adherido polvo en una pluralidad de etapas de haces de tubos de transferencia de calor, o en un haz específico de tubos de transferencia de calor. Por lo tanto, se rocía uniformemente vapor o aire comprimido en todos los deshollinadores.

Esta configuración da lugar a la escasez de la cantidad de vapor o aire comprimido de deshollinadores que se pulveriza para el haz específico de tubos de transferencia de calor en el que se ha depositado una gran cantidad de polvo. Consiguientemente, se depositará más polvo en este haz de tubos de transferencia de calor.

El cierre de los haces de tubos de transferencia de calor tiene lugar cuando se ha depositado ceniza o se han formado incrustaciones. Las incrustaciones se pueden formar dependiendo de su composición y la temperatura de los haces de tubos de transferencia de calor, haciendo por ello difícil predecir en qué haz de tubos de transferencia de calor se forman incrustaciones.

Lista de referencias

Literatura de patentes

5 Literatura de patentes 1: Publicación de la Solicitud de Patente japonesa número H1-114613

Literatura de patentes 2: Publicación de la Solicitud de Patente japonesa número 10-274408

Resumen de la invención

10

Problema técnico

15 La presente invención se ha realizado con el fin de resolver los problemas descritos anteriormente. Un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato de supervisión de tubos de transferencia de calor que se usa para detectar una diferencia de presión de cada uno de los haces de tubos de transferencia de calor durante la operación del intercambiador de calor formado por una pluralidad de etapas de haces de tubos de transferencia de calor. El aparato de supervisión de tubos de transferencia de calor permite así la identificación del estado de incrustaciones que se han formado en cada uno de los haces de tubos de transferencia de calor.

20 Cuando se rocía más vapor o aire comprimido a un haz específico de tubos de transferencia de calor que a los otros haces de tubos de transferencia de calor, es altamente probable que el haz específico se rompa. Otro objeto de la presente invención es especificar un haz de tubos de transferencia de calor anormal durante la operación.

Solución del problema

25

Para lograr los objetos anteriores, se proponen los medios siguientes.

30 Según un aspecto de la presente invención, un aparato de supervisión de tubos de transferencia de calor para uso en un intercambiador de calor incluyendo haces de tubos de transferencia de calor polietápicos espaciados uno de otro en una dirección de flujo de los gases de combustión, el aparato de supervisión de tubos de transferencia de calor incluye una unidad de detección de presión diferencial que se usa para detectar la presión diferencial entre hacia arriba y hacia abajo para cada uno de los haces de tubos de transferencia de calor.

35 Ventajosamente, el aparato de supervisión de tubos de transferencia de calor incluye además una unidad de detección de medio de transferencia de calor que se coloca hacia abajo de cada uno de los haces de tubos de transferencia de calor y detecta el escape de un medio de transferencia de calor que fluye en los haces de tubos de transferencia de calor.

40 Ventajosamente, el aparato de supervisión de tubos de transferencia de calor incluye además una pantalla que visualiza la presión diferencial para cada uno de los haces de tubos de transferencia de calor detectada por la unidad de detección de presión diferencial y la presencia de escape del medio de transferencia de calor detectado por la unidad de detección de medio de transferencia de calor.

Efectos ventajosos de la invención

45

La presente invención según las reivindicaciones descritas en las Reivindicaciones adopta las respectivas unidades descritas anteriormente. Un haz de tubos de transferencia de calor anormal puede ser especificado detectando la diferencia de presión entre hacia arriba y hacia abajo para cada uno de los haces de tubos de transferencia de calor con la unidad de detección de presión diferencial.

50

Cuando, por ejemplo, un deshollinador quita incrustaciones, la unidad de detección de medio de transferencia de calor detecta el escape del medio de transferencia de calor, confirmando por ello si se han producido condiciones anormales, como rotura, en los haces de tubos de transferencia de calor.

Breve descripción de los dibujos

55

Figura 1: La figura 1 es una vista de una configuración esquemática de una central térmica que aplica un aparato de supervisión de tubos de transferencia de calor según una realización de la presente invención.

60

Figura 2: La figura 2 es una vista sencilla ampliada de un intercambiador de calor y un aparato deshollinador representado en la figura 1.

65

Figura 3: La figura 3 es una vista de una configuración esquemática del aparato de supervisión de tubos de transferencia de calor que usa detección de diferencia de presión del intercambiador de calor representado en la figura 1.

Figura 4: La figura 4 es una vista de una configuración esquemática de otro ejemplo del aparato de supervisión de tubos de transferencia de calor que usa detección de diferencia de presión del intercambiador de calor representado en la figura 1.

5 Figura 5: La figura 5 es una vista de una configuración esquemática del aparato de supervisión de tubos de transferencia de calor que usa detección de escape del intercambiador de calor representado en la figura 1.

Figura 6: La figura 6 es una vista de una visualización ejemplar de una pantalla representada en las figuras 3 y 4.

10 Figura 7: La figura 7 es un esquema de un aparato de supervisión de tubos de transferencia de calor usado en centrales térmicas convencionales.

Descripción de realizaciones

15 Esbozo de una central térmica

Con referencia en primer lugar a las figuras 1 y 2, se esbozará la configuración completa de una central térmica a la que se aplica un aparato de supervisión de tubos de transferencia de calor según una realización de la presente invención.

20 Dado que se usa carbón o aceite, por ejemplo, como combustible de una caldera 1, los gases de combustión que salen de la caldera 1 contienen óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO_x), polvo y otros contaminantes del aire.

25 Como se ilustra en la figura 1, los gases de combustión que salen de la caldera 1 son guiados a un aparato de desnitrificación 2 provisto de catalizadores.

En el aparato de desnitrificación 2, NO_x contenido en los gases de combustión es reducido a agua y nitrógeno y destoxificado con amoníaco (NH_3) inyectado como un agente reductor.

30 La temperatura de los gases de combustión a alta temperatura que salen del aparato de desnitrificación 2 es típicamente del rango de 120 a 150 grados Celsius.

35 Los gases de combustión a alta temperatura son guiados a unidades de recuperación de calor 3 (una primera unidad de recuperación de calor 3a y una segunda unidad de recuperación de calor 3b) donde el gas se somete a intercambio térmico con un medio de transferencia de calor (hecho de agua y un desoxidante (por ejemplo, hidracina)) para recuperar el calor del gas.

40 La temperatura de los gases de combustión que salen de las unidades de recuperación de calor 3a y 3b es típicamente del rango de 80 a 110 grados Celsius.

El medio de transferencia de calor calentado en las unidades de recuperación de calor 3a y 3b es distribuido a un aparato de recalentamiento 6, que se describirá más adelante, a través de un tubo de circulación de medio de transferencia de calor 8.

45 Entre las dos (la primera y la segunda) unidades de recuperación de calor 3a y 3b se ha dispuesto un aparato deshollinador 9 como se ilustra en la figura 2.

50 Los gases de combustión a baja temperatura que salen de la primera unidad de recuperación de calor 3a y la segunda unidad de recuperación de calor 3b se mezclan y guían a un precipitador eléctrico 4 donde se reduce el polvo contenido en los gases de combustión a baja temperatura.

Los gases de combustión de polvo reducido son guiados a continuación a un aparato de desulfuración 5 por un ventilador de aire (un ventilador ID) 10 movido por un motor.

55 En el aparato de desulfuración 5, SO_x contenido en los gases de combustión es absorbido y reducido con caliza, y, en consecuencia, se produce yeso como un subproducto.

60 La temperatura de los gases de combustión que salen del aparato de desulfuración 5 se baja típicamente a un rango de 45 a 55 grados Celsius.

Es difícil que estos gases de combustión descargados a la atmósfera sin ningún tratamiento se difundan en ella a causa de su baja temperatura, y pueden producir humo blanco u otros problemas.

65 Para resolver este problema, los gases de combustión son guiados al aparato de recalentamiento 6 donde el gas es calentado a una temperatura igual o superior a una cierta temperatura con el medio de transferencia de calor

suministrado desde las unidades de recuperación de calor 3a y 3b a través del tubo de circulación de medio de transferencia de calor 8. Posteriormente, el gas es descargado a través de una chimenea 7.

Aunque la configuración de la figura 1 es un ejemplo de la caldera 1, la presente invención no se limita a ella. También se puede aplicar a varios tipos de fuentes de gases de combustión, como motores de combustión interna, turbinas de gas, e incineradoras.

Como la central térmica, son aplicables centrales termoeléctricas y plantas de residuos y otras plantas de incineración.

Unidades de recuperación de calor

Las unidades de recuperación de calor 3a y 3b como intercambiadores de calor se describirán ahora con más detalle con referencia a la figura 2.

Como se ilustra en la figura 2, en un conducto de gases de combustión entre el aparato de desnitrificación 2 y el precipitador eléctrico 4, las dos unidades de recuperación de calor 3a y 3b, formada cada una a modo de un conducto que tiene una sección transversal cuadrangular, están dispuestas en paralelo una a otra.

Los gases de combustión que salen del aparato de desnitrificación 2 ilustrado en la figura 1 son desviados y guiados a la primera unidad de recuperación de calor 3a y la segunda unidad de recuperación de calor 3b.

La primera unidad de recuperación de calor 3a y la segunda unidad de recuperación de calor 3b incluyen haces de tubos de transferencia de calor de tres etapas (polietápicas) espaciados uno de otro, es decir, haces de tubos de transferencia de calor de alta temperatura 11a y 11b, haces de tubos de transferencia de calor de temperatura media 12a y 12b, y haces de tubos de transferencia de calor de temperatura baja 13a y 13b, respectivamente, en la dirección de flujo de los gases de combustión.

Cada uno de los haces de tubos de transferencia de calor 11a a 13b está formado por un tubo de aletas plegado en múltiples etapas a disponer en una pluralidad de filas.

Ambos extremos de cada tubo de aletas están acoplados a colectores fijados a las superficies de pared de la primera unidad de recuperación de calor 3a y la segunda unidad de recuperación de calor 3b.

Cada colector está acoplado al tubo de circulación de medio de transferencia de calor 8.

Un detector de presión P1 usado para detectar la presión estática de gases de combustión está dispuesto hacia arriba de los haces de tubos de transferencia de calor de alta temperatura 11a y 11b encima (en los techos o encima de las paredes laterales) de la primera unidad de recuperación de calor 3a y la segunda unidad de recuperación de calor 3b, respectivamente.

Igualmente, un segundo detector de presión P2 está dispuesto entre los haces de tubos de transferencia de calor de alta temperatura 11a y 11b y los haces de tubos de transferencia de calor de temperatura media 12a y 12b encima de las unidades de recuperación de calor 3a y 3b, respectivamente.

Además, un tercer detector de presión P3 está dispuesto entre los haces de tubos de transferencia de calor de temperatura media 12a y 12b y los haces de tubos de transferencia de calor de temperatura baja 13a y 13b encima de las unidades de recuperación de calor 3a y 3b, respectivamente.

Un cuarto detector de presión P4 está dispuesto hacia abajo de los haces de tubos de transferencia de calor de temperatura baja 13a y 13b encima de las unidades de recuperación de calor 3a y 3b, respectivamente.

Además, un medidor de flujo de gas F usado para detectar la cantidad de gases de combustión está dispuesto hacia arriba de los haces de tubos de transferencia de calor de alta temperatura 11a y 11b encima de las unidades de recuperación de calor 3a y 3b, respectivamente.

El medidor de flujo de gas F no se limita a este ejemplo, y en cambio se puede disponer hacia abajo de los haces de tubos de transferencia de calor de temperatura baja 13a y 13b.

Aparato deshollinador

Entre las dos unidades de recuperación de calor 3a y 3b se ha colocado el aparato deshollinador 9 que incluye seis deshollinadores 14a, 14b, 15a, 15b, 16a y 16b.

Cada uno de los deshollinadores 14a, 14b, 15a, 15b, 16a, y 16b está formado por una unidad deshollinadora que tiene una pluralidad de salidas de líquido limpiador (por ejemplo, cuatro salidas de líquido limpiador) como se ilustra

en las figuras 3 y 4.

De los seis deshollinadores, un primer conjunto de tres deshollinadores 14a, 15a, y 16a es movido para la operación de eliminación de hollín por un aparato de accionamiento (no representado) de modo que penetren en una pared lateral de la unidad de recuperación de calor 3a, entre en la unidad de recuperación de calor 3a, y quite ceniza, incrustaciones o análogos depositados en el haz de tubos de transferencia de calor de alta temperatura 11a, el haz de tubos de transferencia de calor de temperatura media 12a, y el haz de tubos de transferencia de calor de temperatura baja 13a, que están hacia abajo de los respectivos deshollinadores.

Igualmente, un segundo conjunto de tres deshollinadores 14b, 15b, y 16b es movido para la operación de eliminación de hollín por un aparato de accionamiento (no representado) de manera que penetren en una pared lateral de la unidad de recuperación de calor 3b, entren en la unidad de recuperación de calor 3b, y quiten ceniza, incrustaciones o análogos depositados en el haz de tubos de transferencia de calor de alta temperatura 11b, el haz de tubos de transferencia de calor de temperatura media 12b, y el haz de tubos de transferencia de calor de temperatura baja 13b, que están hacia abajo de los respectivos deshollinadores.

El haz de tubos de transferencia de calor de alta temperatura 11a, el haz de tubos de transferencia de calor de temperatura media 12a, y el haz de tubos de transferencia de calor de temperatura baja 13a de la primera unidad de recuperación de calor 3a están dispuestos desalineados en la dirección de flujo de los gases de combustión con el haz de tubos de transferencia de calor de alta temperatura 11b, el haz de tubos de transferencia de calor de temperatura media 12b, y el haz de tubos de transferencia de calor de temperatura baja 13b de la segunda unidad de recuperación de calor 3b. Los primeros deshollinadores 14a, 15a, y 16 y los segundos deshollinadores 14b, 15b, y 16b están dispuestos de forma alterna.

Aparato de supervisión de tubos de transferencia de calor

Ahora se describirá una consola de supervisión 20 con referencia a la figura 3.

La descripción siguiente versa sobre la consola de supervisión 20 para la primera unidad de recuperación de calor 3a.

La consola de supervisión 20 para la segunda unidad de recuperación de calor 3b tiene una calculadora, una memoria y análogos similares a los descritos más adelante.

La consola de supervisión 20 tiene forma de un ordenador.

La calculadora, una memoria y análogos descritos más adelante tienen forma de un programa de ordenador, un bloque de secuencia, o una memoria para ejecutar funciones respectivas.

Estos ejemplos no son limitativos, y pueden ser sustituidos por circuitos eléctricos o electrónicos individuales.

El ordenador puede ser un ordenador pequeño autónomo o un ordenador central que controle y supervise la central térmica.

Supervisión de la presión diferencial

Como se ilustra en la figura 3, los detectores de presión P1 a P4 se usan para medir presiones (Pt1 a Pt4) en las posiciones predeterminadas indicadas anteriormente en la primera unidad de recuperación de calor 3a.

Las presiones medidas Pt1 a Pt4 son enviadas a una calculadora de presión diferencial 21 incluida en la consola de supervisión 20.

La calculadora de presión diferencial 21 calcula una presión diferencial $\Delta Pt1$ antes y después del haz de tubos de transferencia de calor de alta temperatura 11a, una presión diferencial $\Delta Pt2$ antes y después del haz de tubos de transferencia de calor de temperatura media 12a, y una presión diferencial $\Delta Pt3$ antes y después del haz de tubos de transferencia de calor de temperatura baja 13a usando las fórmulas siguientes:

$$\Delta Pt1 = Pt1 - Pt2;$$

$$\Delta Pt2 = Pt2 - Pt3;$$

y

$$\Delta P_{t3} = P_{t3} - P_{t4}.$$

5 Las presiones diferenciales ΔP_{t1} , ΔP_{t2} , y ΔP_{t3} así calculadas son enviadas a un corrector 22 incluido en la consola de supervisión 20.

En el ejemplo ilustrado en la figura 3, una unidad de detección de presión diferencial incluye los detectores de presión P1 a P4 y la calculadora de presión diferencial 21.

10 Alternativamente, un detector de presión diferencial DP1 que sirve como una unidad de detección de presión diferencial usada para detectar la presión diferencial entre hacia arriba y hacia abajo de los haces de tubos de transferencia de calor de alta temperatura 11, un detector de presión diferencial DP2 que sirve como una unidad de detección de presión diferencial usada para detectar la presión diferencial entre hacia arriba y hacia abajo de los haces de tubos de transferencia de calor de temperatura media 12, y un detector de presión diferencial DP3 que
15 sirve como una unidad de detección de presión diferencial usada para detectar la presión diferencial entre hacia arriba y hacia abajo de los haces de tubos de transferencia de calor de temperatura baja 13 se pueden disponer como se ilustra en la figura 4, por lo que los detectores de presión diferencial DP1 a DP3 miden directamente las presiones diferenciales ΔP_{t1} , ΔP_{t2} , y ΔP_{t3} , respectivamente.

20 En este caso, las presiones diferenciales ΔP_{t1} , ΔP_{t2} , y ΔP_{t3} así medidas son enviadas directamente al corrector 22.

Además, se puede facilitar un detector de presión diferencial DP0 usado para detectar la presión diferencial entre hacia arriba de los haces de tubos de transferencia de calor de alta temperatura 11 y hacia abajo de los haces de tubos de transferencia de calor de temperatura baja 13.

25 El medidor de flujo de gas F se usa para medir la cantidad de gas que fluye en la primera unidad de recuperación de calor 3a.

La cantidad de gas así medida es enviada como una cantidad de estado de operación Ft al corrector 22.

30 Con la configuración que incluye el ventilador de aire 10, la potencia consumida por el motor que mueve el ventilador de aire 10 se puede poner como la cantidad de estado de operación Ft.

35 Alternativamente, el ángulo de paso de un ventilador incluido en el ventilador de aire se puede poner como la cantidad de estado de operación Ft.

Una presión diferencial entre la entrada y la salida del ventilador de aire 10 se puede poner como la cantidad de estado de operación Ft.

40 En este caso, la cantidad de estado de operación Ft es enviada al corrector 22 desde una placa de control, por ejemplo, del motor que mueve el ventilador de aire 10.

Una cantidad de estado de operación de régimen Fo se pone con anterioridad con el corrector 22.

45 Si la cantidad de gas se pone como la cantidad de estado de operación Ft, la cantidad de gas en la operación de régimen se pone como la cantidad de estado de operación de régimen Fo.

Si el consumo de potencia se pone como la cantidad de estado de operación Ft, la potencia consumida por el motor en la operación de régimen se pone como la cantidad de estado de operación de régimen Fo.

50 Si el ángulo de paso se pone como la cantidad de estado de operación Ft, el ángulo de paso en la operación de régimen se pone como la cantidad de estado de operación de régimen Fo.

55 Si la presión diferencial entre la entrada y la salida del ventilador de aire 10 se pone como la cantidad de estado de operación Ft, la presión diferencial entre la entrada y la salida en la operación de régimen se pone como la cantidad de estado de operación de régimen Fo.

La cantidad de estado de operación de régimen Fo se puede obtener a partir de un controlador de datos 23, que se describirá más adelante.

60 Alternativamente, una prueba de carga a 100% se puede realizar en una operación de ensayo o un arranque operativo de la central térmica, y los datos medidos en la prueba pueden ser usados como la cantidad de estado de operación de régimen Fo.

El corrector 22 calcula las presiones diferenciales corregidas $\Delta Pt1x$, $\Delta Pt2x$, y $\Delta Pt3x$ con el flujo supuesto de la cantidad de gases de combustión de régimen en base a las presiones diferenciales $\Delta Pt1$, $\Delta Pt2$, y $\Delta Pt3$, la cantidad de estado de operación Ft , y la cantidad de estado de operación de régimen Fo usando las fórmulas siguientes:

$$\Delta Pt1x = \Delta Pt1 \times \alpha;$$

$$\Delta Pt2x = \Delta Pt2 \times \alpha;$$

y

$$\Delta Pt3x = \Delta Pt3 \times \alpha.$$

Un coeficiente de conversión α para la operación de régimen significa un coeficiente de conversión α para convertir las presiones diferenciales $\Delta Pt1$, $\Delta Pt2$, y $\Delta Pt3$ medidas en base a la cantidad de estado de operación Ft a las presiones correspondientes con la cantidad de régimen de gas suministrado.

Si la cantidad de gas se pone como la cantidad de estado de operación Ft , el coeficiente de conversión α se mide con: $\alpha = (Fo/Ft)^2$.

Específicamente, con los haces de tubos de transferencia de calor de alta temperatura 11 en los que se han depositado incrustaciones o análogos en cierta medida, si la cantidad de gas durante la medición de la presión diferencial $\Delta Pt1$ se pone como la cantidad de estado de operación Ft , el coeficiente de conversión α se usa para la multiplicación con el fin de obtener la presión diferencial cuando la cantidad de régimen de gas es suministrada a los haces de tubos de transferencia de calor de alta temperatura 11.

Las presiones diferenciales $\Delta Pt1$, $\Delta Pt2$ y $\Delta Pt3$, las presiones diferenciales corregidas $\Delta Pt1x$, $\Delta Pt2x$ y $\Delta Pt3x$, y la cantidad de estado de operación Ft son enviadas al controlador de datos 23 incluido en la consola de supervisión 20.

Supervisión de escape

La unidad de recuperación de calor 3a también incluye un aparato de detección de escape ilustrado en la figura 5.

Con referencia a la figura 5, se han dispuesto chapas deflectoras (chapas de recuperación de efluente) 30 en la superficie interior de la chapa inferior de la unidad de recuperación de calor 3a hacia arriba del haz de tubos de transferencia de calor de alta temperatura 11a, hacia arriba del haz de tubos de transferencia de calor de temperatura media 12a, y hacia arriba y hacia abajo del haz de tubos de transferencia de calor de temperatura baja 13a.

Cada una de las chapas deflectoras (chapas de recuperación de efluente) 30 tiene sustancialmente forma de L y su centro está colocado hacia abajo de manera que en ellas converja efluente fácilmente.

Se ha dispuesto un tubo de recuperación de efluente 31 hacia arriba del centro de cada deflector 30, recuperando por ello el medio de transferencia de calor que ha escapado del haz de tubos de transferencia de calor 11a, el haz de tubos de transferencia de calor de temperatura media 12a, y el haz de tubos de transferencia de calor de temperatura baja 13a.

El punto medio de cada tubo de recuperación de efluente 31 tiene una válvula de parada 32.

El extremo situado hacia abajo de cada tubo de recuperación de efluente 31 está acoplado a un depósito de efluente 33 (tanque de efluente).

La parte inferior de cada depósito de efluente 33 está acoplada a un tubo de extracción de efluente (tubo de muestreo) 34 para extraer efluente a un analizador de componentes de efluente 36.

Cada tubo de extracción de efluente 34 tiene una válvula de control remoto 35 interpuesta en él.

El analizador de componentes de efluente 36 opera para abrir o cerrar las válvulas de control remoto 35 secuencialmente en una base periódica o en base a señales de petición de medición enviadas desde la consola de supervisión 20, y detecta alguno de: a través de qué punto (qué tubo de recuperación de efluente 31) se mezcla un desoxidante (por ejemplo, hidracina), y la concentración del desoxidante (por ejemplo, hidracina), o ambos.

Los resultados (es decir, alguno de: la presencia de un desoxidante (por ejemplo, hidracina) detectada para cada tubo de recuperación de efluente 31, y la concentración del desoxidante (por ejemplo, hidracina), o ambos) son enviados al controlador de datos 23 incluido en la consola de supervisión 20.

- 5 Se puede facilitar un analizador de componentes de efluente 36 para cada tubo de extracción de efluente 34.

Control de datos

- 10 El controlador de datos 23 recibe varios tipos de datos del corrector 22, como se ha descrito anteriormente, es decir, las presiones diferenciales $\Delta Pt1$, $\Delta Pt2$ y $\Delta Pt3$, las presiones diferenciales corregidas $\Delta Pt1x$, $\Delta Pt2x$, y $\Delta Pt3x$, y la cantidad de estado de operación Ft.

- 15 El controlador de datos 23 también recibe, como se ha descrito anteriormente, alguno de: la presencia de un desoxidante (por ejemplo, hidracina) detectada para cada tubo de recuperación de efluente 31, y la concentración de hidracina, o ambos, del analizador de componentes de efluente 36.

- 20 Además, el controlador de datos 23 recibe datos de evento IVTt que indican el estado de medición de los varios tipos de datos (por ejemplo, datos medidos en un arranque operativo, poco antes de la operación de eliminación de hollín, o poco después de la operación de eliminación de hollín; o datos medidos a usar como datos de referencia) de un aparato de entrada (no representado) según sea preciso.

- 25 Los datos de evento IVTt que sirven como datos de referencia son adoptados preferiblemente a partir de datos medidos en una prueba de carga a 100% realizada en una operación de ensayo o un arranque operativo de la central térmica.

- Además, datos de año, mes y hora (tiempo de medición t) que indican cuándo se realizó la medición, se obtienen de un reloj incorporado en el ordenador.

- 30 El controlador de datos 23 envía grupos de datos formado cada uno por el tiempo de medición t, los datos de evento IVTt, las presiones diferenciales $\Delta Pt1$, $\Delta Pt2$, y $\Delta Pt3$, las presiones diferenciales corregidas $\Delta Pt1x$, $\Delta Pt2x$, y $\Delta Pt3x$, la cantidad de estado de operación Ft, la cantidad de estado de operación de régimen Fo, y alguno de: la presencia de hidracina detectada en cada tubo de recuperación de efluente 31, y la concentración de hidracina, o ambos, a una memoria 24 incluida en la consola de supervisión 20.

- 35 La memoria 24 guarda en orden cronológico los grupos de datos así enviados.

Pantalla

- 40 Con referencia a continuación a la figura 6, a ahora se describirá un ejemplo de pantalla.

- Una pantalla 25 lee datos necesarios de la memoria 24, convierte los datos a datos de imagen por un método conocido, y visualiza los datos resultantes.

- 45 En el ejemplo de visualización de imágenes ilustrado en la figura 6, se visualiza una pluralidad de imágenes a modo de solapamiento mediante un método conocido.

- 50 Una imagen de presentación de texto La1 en la parte superior izquierda de la pantalla 25 indica la cantidad de estado de operación Ft y la cantidad de estado de operación de régimen Fo conjuntamente con nombres y unidades correspondientes.

- Si se adopta la cantidad de gas como la cantidad de estado de operación Ft, la pantalla indica "Cantidad de gases de combustión: 1000 m³/h; cantidad de gas de régimen: 1200 km³/h", por ejemplo.

- 55 Las imágenes de presentación de texto La2, La3, y La4 colocadas encima de gráficos de barras descrito más adelante indican la presencia de un desoxidante (por ejemplo, hidracina) detectado.

- Por ejemplo, la pantalla indica "Concentración de hidracina escapada: 0 mmg", "Concentración de hidracina escapada: 5 mmg" o "Sin escape de hidracina", "Escape de hidracina".

- 60 En la pantalla 25, al menos una imagen de presentación de línea (dos imágenes Lb1 y Lb2 en el ejemplo ilustrado en la figura 6) también se visualiza a través de la pantalla horizontalmente.

- En el ejemplo ilustrado en la figura 6, la imagen de presentación de línea Lb1 representa una línea de referencia (o por defecto).

- 65 La imagen de presentación de línea Lb2 representa una línea de tolerancia de caídas de presión para cada haz, y

se visualiza en un rango de Lb1 multiplicado por 1,2 a 1,4, por ejemplo.

En la pantalla 25 también se visualizan nueve imágenes de visualización de presión diferencial medida Lc11, Lc12, Lc13, Lc21, Lc22, Lc23, Lc31, Lc32, y Lc33 representadas por barras que se extienden hacia arriba y alineadas horizontalmente.

En este ejemplo de visualización, la imagen de visualización de presión diferencial medida Lc11 indica la presión diferencial corregida $\Delta Pt1x$ poco antes de la última operación de eliminación de hollín, la imagen de visualización de presión diferencial medida Lc12 indica la presión diferencial corregida $\Delta Pt1x$ poco después de la última operación de eliminación de hollín, y la imagen de visualización de presión diferencial medida Lc13 indica la presión diferencial corregida actual $\Delta Pt1x$.

Las imágenes de visualización de presión diferencial medida Lc11, Lc12, y Lc13 son gráficos de barras con la presión diferencial $\Delta Pt1$ incluida en el grupo de datos almacenado como los "datos de referencia" en los datos de evento IVTt que sirven como la referencia (o el defecto).

Este ejemplo indica que las incrustaciones o la ceniza se han formado o depositado incrementalmente a medida que pasa el tiempo en los haces de tubos de transferencia de calor de alta temperatura 11 a pesar de la operación de eliminación de hollín.

Las imágenes de visualización de presión diferencial medida Lc21, Lc22, y Lc23 representan un ejemplo de visualización en un intervalo predeterminado de tiempo (por ejemplo, cada tres meses).

Específicamente, la imagen de visualización de presión diferencial medida Lc21 indica la presión diferencial corregida $\Delta Pt2x$ obtenida hace seis meses, la imagen de visualización de presión diferencial medida Lc22 indica la presión diferencial corregida $\Delta Pt2x$ obtenida hace tres meses, y la imagen de visualización de presión diferencial medida Lc23 indica la presión diferencial corregida actual $\Delta Pt2x$.

Este ejemplo indica que las incrustaciones o la ceniza se han formado o depositado incrementalmente con el paso del tiempo en el haz de tubos de transferencia de calor de temperatura media 12a.

Las imágenes de visualización de presión diferencial medida Lc31, Lc32, y Lc33 representan un ejemplo de visualización en un intervalo predeterminado de tiempo (por ejemplo, cada tres meses) de forma análoga a las imágenes de visualización de presión diferencial medida Lc21, Lc22, y Lc23.

Específicamente, la imagen de visualización de presión diferencial medida Lc31 indica la presión diferencial corregida $\Delta Pt3x$ obtenida hace seis meses, la imagen de visualización de presión diferencial medida Lc22 indica la presión diferencial corregida $\Delta Pt3x$ obtenida hace tres meses, y la imagen de visualización de presión diferencial medida Lc33 indica la presión diferencial corregida actual $\Delta Pt3x$.

Este ejemplo indica que no se han formado o depositado incrustaciones o ceniza en los haces de tubos de transferencia de calor de temperatura baja 13.

Otros ejemplos

Aunque se han descrito anteriormente algunas realizaciones según la presente invención, se deberá apreciar que la presente invención no se limita a estas realizaciones, y se puede hacer varias modificaciones dentro del alcance de la presente invención.

Por ejemplo, el ejemplo ilustrado en la figura 3 puede ser modificado de la siguiente manera: el controlador de datos 23 envía grupos de datos formado cada uno por el tiempo de medición t, los datos de evento IVTt, las presiones medidas Pt1 a Pt4 medidas por los detectores de presión P1 a P4, respectivamente, la cantidad de estado de operación Ft, la cantidad de estado de operación de régimen Fo, y alguno de: la presencia de hidracina detectada para cada tubo de recuperación de efluente 31, y la concentración de hidracina, o ambos, a la una memoria 24; la memoria 24 guarda los grupos de datos; y en el proceso de visualización la calculadora de presión diferencial 21 calcula las presiones diferenciales $\Delta Pt1$, $\Delta Pt2$, y $\Delta Pt3$ o el corrector 22 calcula las presiones diferenciales corregidas $\Delta Pt1x$, $\Delta Pt2x$ y $\Delta Pt3x$, o se realizan ambos cálculos, con respecto a los grupos de datos necesarios solamente.

El ejemplo de visualización de la pantalla 25 se ofrece a modo de ejemplo. Alternativamente, se puede visualizar doce líneas (para un año), intervalo de un mes, de la presión diferencial corregida $\Delta Pt1x$ en la pantalla 25 solamente para los haces de tubos de transferencia de calor de alta temperatura 11 para indicar el estado de incrustaciones formadas en ellos, por ejemplo.

La presión diferencial $\Delta Pt1$ antes de ser corregida puede ser visualizada.

Además, con varios tipos de imágenes de visualización preparados, se puede visualizar una imagen de presentación

de selección de imágenes Lm con la que se selecciona una imagen a visualizar en el borde derecho de la pantalla 25.

5 La memoria 24 puede almacenar todos los varios tipos de datos medidos, los datos calculados, y los datos corregidos como se ha descrito anteriormente, o almacenar, en cambio, los datos mínimos requeridos para visualización.

Lista de signos de referencia

- 10 1: caldera
- 2: aparato de desnitrificación
- 15 3, 3a, 3b: unidad de recuperación de calor
- 4: precipitador eléctrico
- 5: aparato de desulfuración
- 20 6: aparato de recalentamiento
- 7: chimenea
- 25 8: tubo de circulación de medio de transferencia de calor
- 9: aparato deshollinador
- 10: ventilador de aire
- 30 11a, 11b: haz de tubos de transferencia de calor de alta temperatura
- 12a, 12b: haz de tubos de transferencia de calor de temperatura media
- 35 13a, 13b: haz de tubos de transferencia de calor de temperatura baja
- 14a, 14b, 15a, 15b, 16a, 16b: deshollinador
- 20: consola de supervisión
- 40 21: calculadora de presión diferencial
- 22: corrector
- 23: controlador de datos
- 45 24: una memoria
- 25: pantalla
- 50 30: deflector
- 31: tubo de recuperación de efluente
- 32: válvula de parada
- 55 33: depósito de efluente
- 34: tubo de extracción de efluente
- 60 35: válvula de control remoto
- 36: analizador de componentes de efluente
- 65 P1 a P4: detector de presión
- DP0 a DP3: detector de presión diferencial

	F: medidor de flujo de gas
5	Ft: cantidad de estado de operación
	Fo: cantidad de estado de operación de régimen
	Pt1 a Pt4: presión medida
10	Δ Pt1 a Δ Pt3: presión diferencial
	Δ Pt1x a Δ Pt3x: presión diferencial corregida
15	IVTt: datos de evento
	α : coeficiente de conversión
	La1 a La4: imagen de presentación de texto
20	Lm: imagen de presentación de selección de imágenes
	Lc11 a Lc13: imagen de visualización de presión diferencial medida
	Lc21 a Lc23: imagen de visualización de presión diferencial medida
25	Lc31 a Lc33: imagen de visualización de presión diferencial medida

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un aparato de supervisión de tubos de transferencia de calor para uso en un intercambiador de calor incluyendo haces de tubos de transferencia de calor polietápicos (11a, 11b, 12a, 12b, 13a, 13b) espaciados uno de otro en una dirección de flujo de los gases de combustión, incluyendo el aparato de supervisión de tubos de transferencia de calor:
- 10 una unidad de detección de presión diferencial (P1, P2, P3, P4, 21) que se usa para detectar la presión diferencial entre hacia arriba y hacia abajo para cada uno de los haces de tubos de transferencia de calor (11a, 11b, 12a, 12b, 13a, 13b).
- 15 2. El aparato de supervisión de tubos de transferencia de calor según la reivindicación 1, incluyendo además una unidad de detección de medio de transferencia de calor que está colocada hacia abajo de cada uno de los haces de tubos de transferencia de calor (11a, 11b, 12a, 12b, 13a, 13b) y detecta el escape de un medio de transferencia de calor que fluye en los haces de tubos de transferencia de calor (11a, 11b, 12a, 12b, 13a, 13b).
- 20 3. El aparato de supervisión de tubos de transferencia de calor según la reivindicación 2, incluyendo además una pantalla (25) que visualiza la presión diferencial para cada uno de los haces de tubos de transferencia de calor (11a, 11b, 12a, 12b, 13a, 13b) detectada por la unidad de detección de presión diferencial (P1, P2, P3, P4, 21) y la presencia de escape del medio de transferencia de calor detectado por la unidad de detección de medio de transferencia de calor.

FIG.1

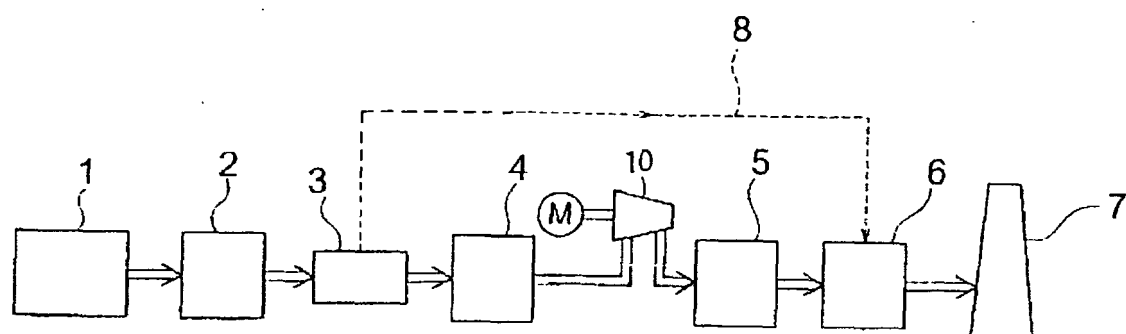


FIG.2

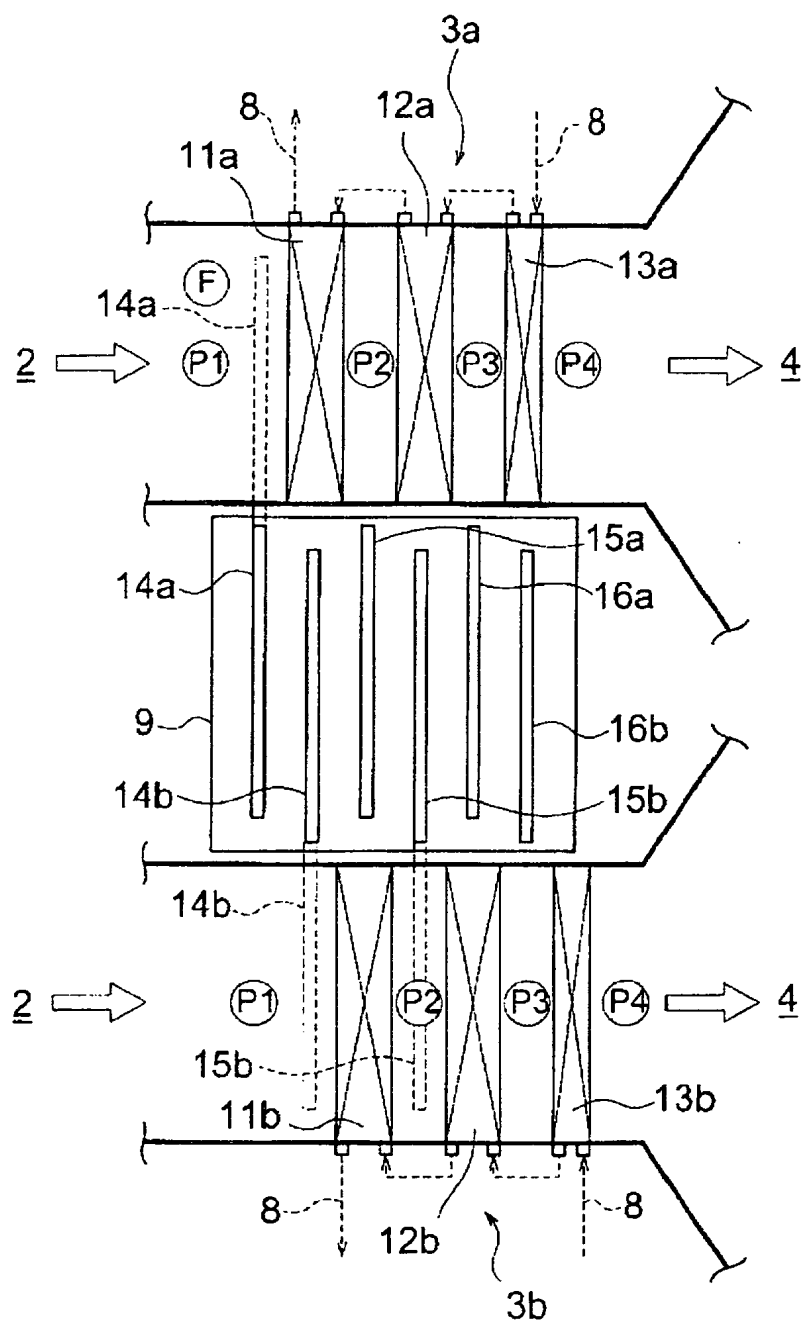


FIG.3

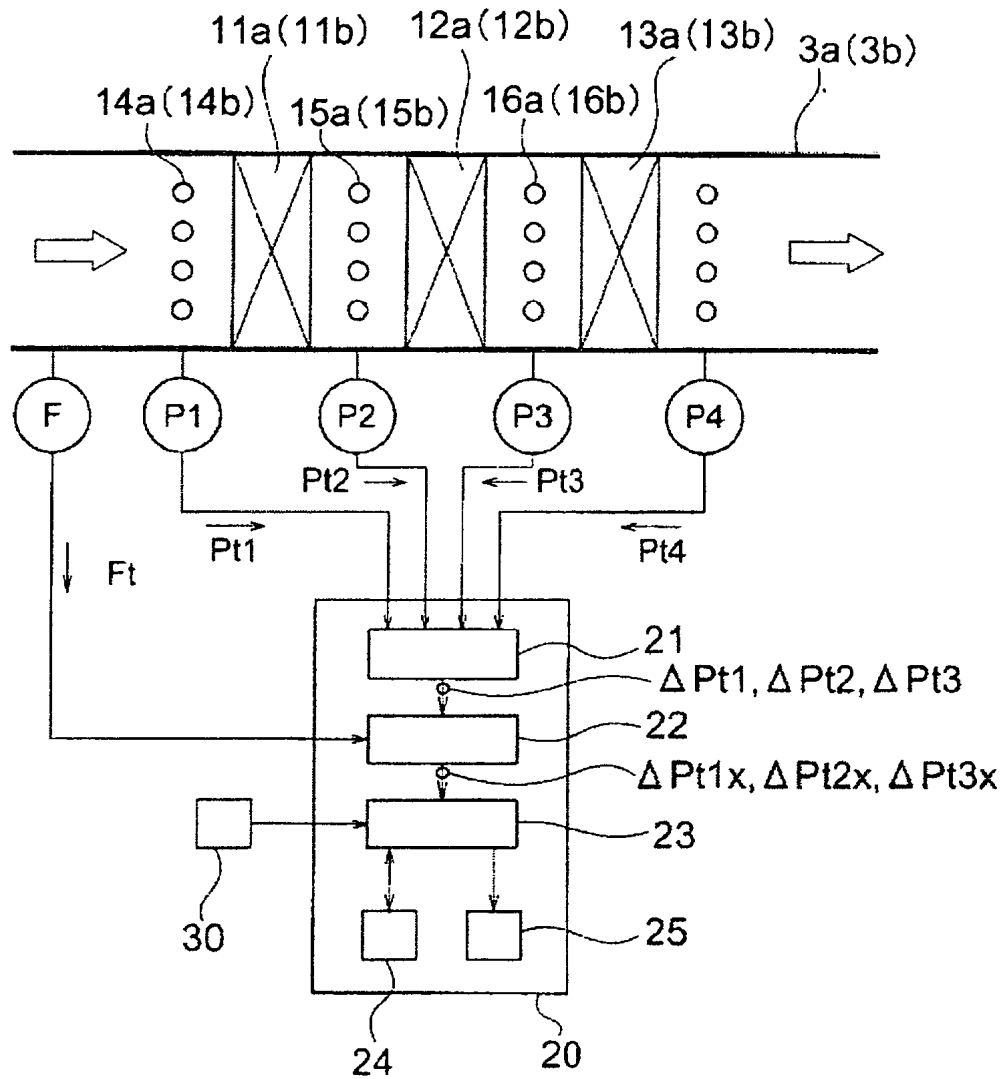


FIG.4

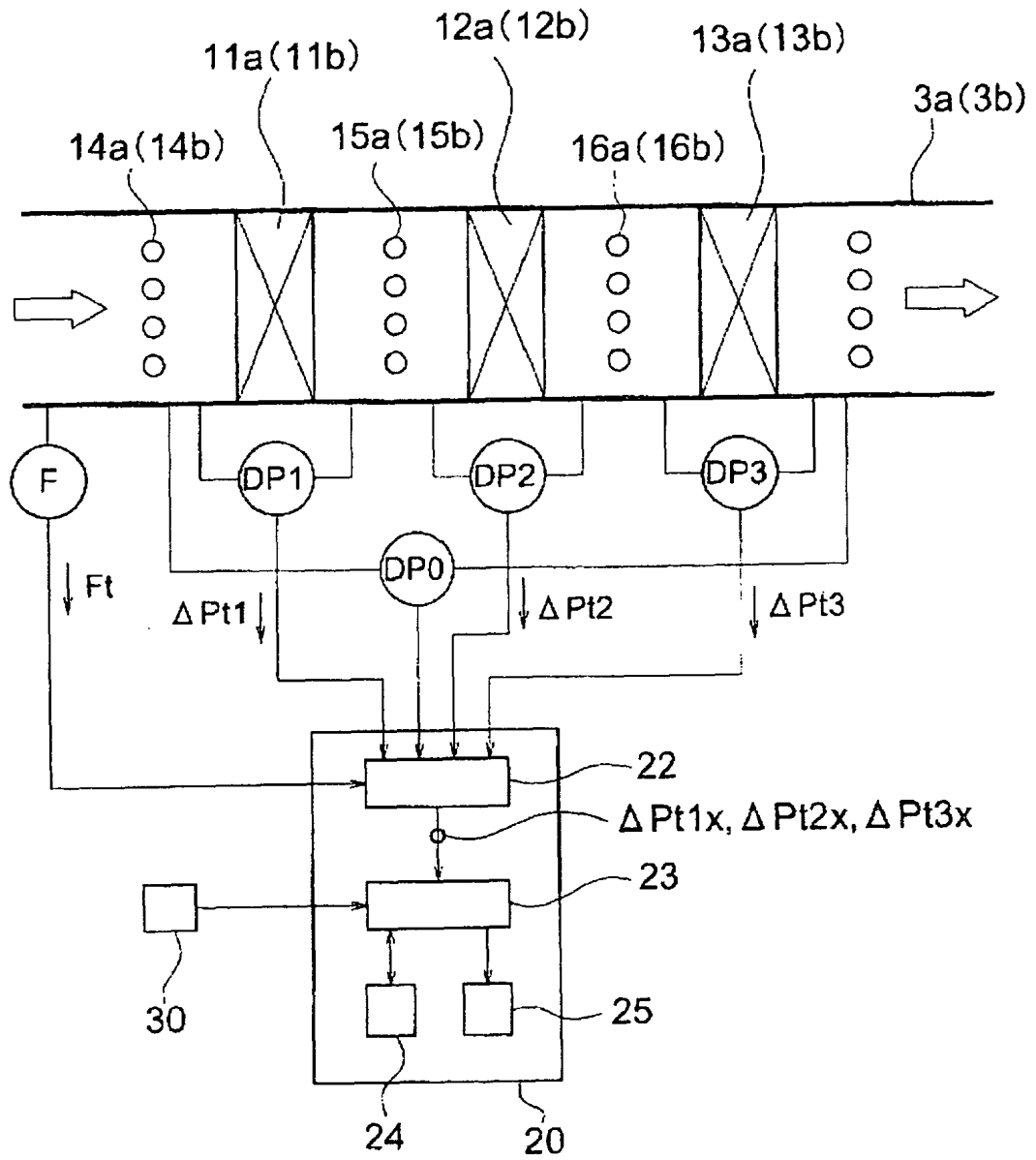


FIG.5

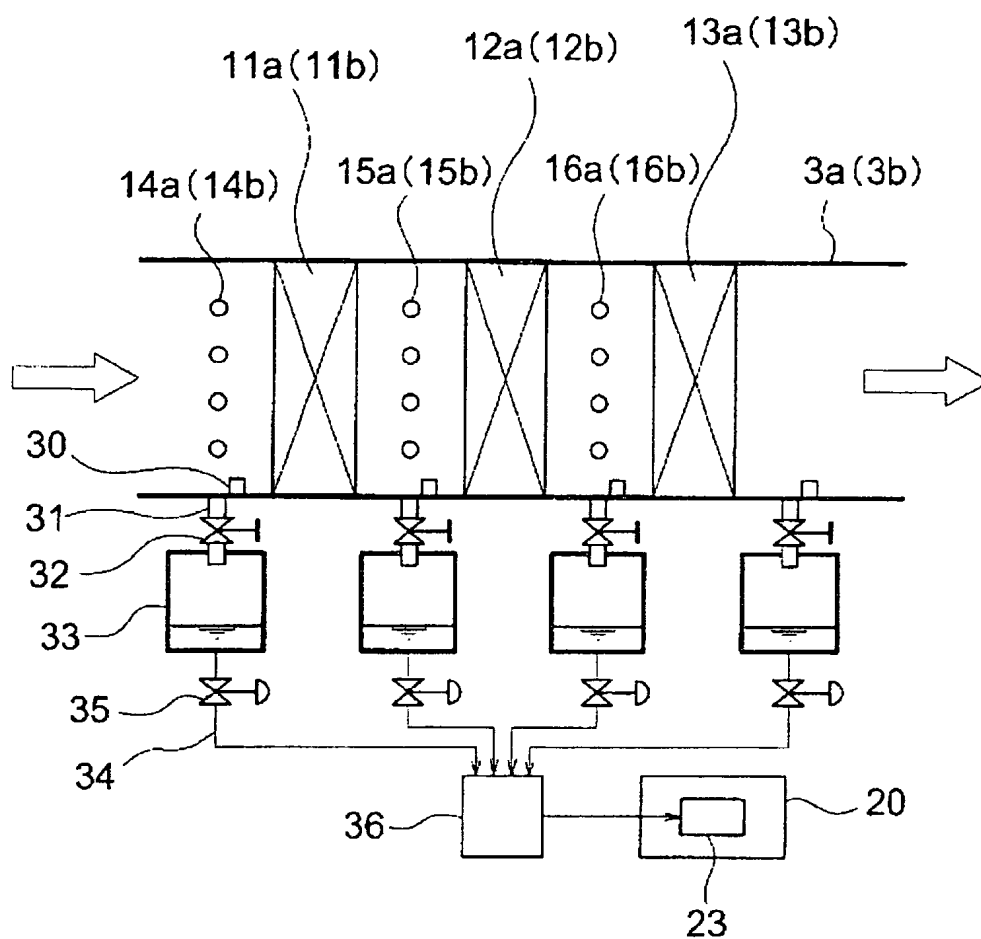


FIG.6

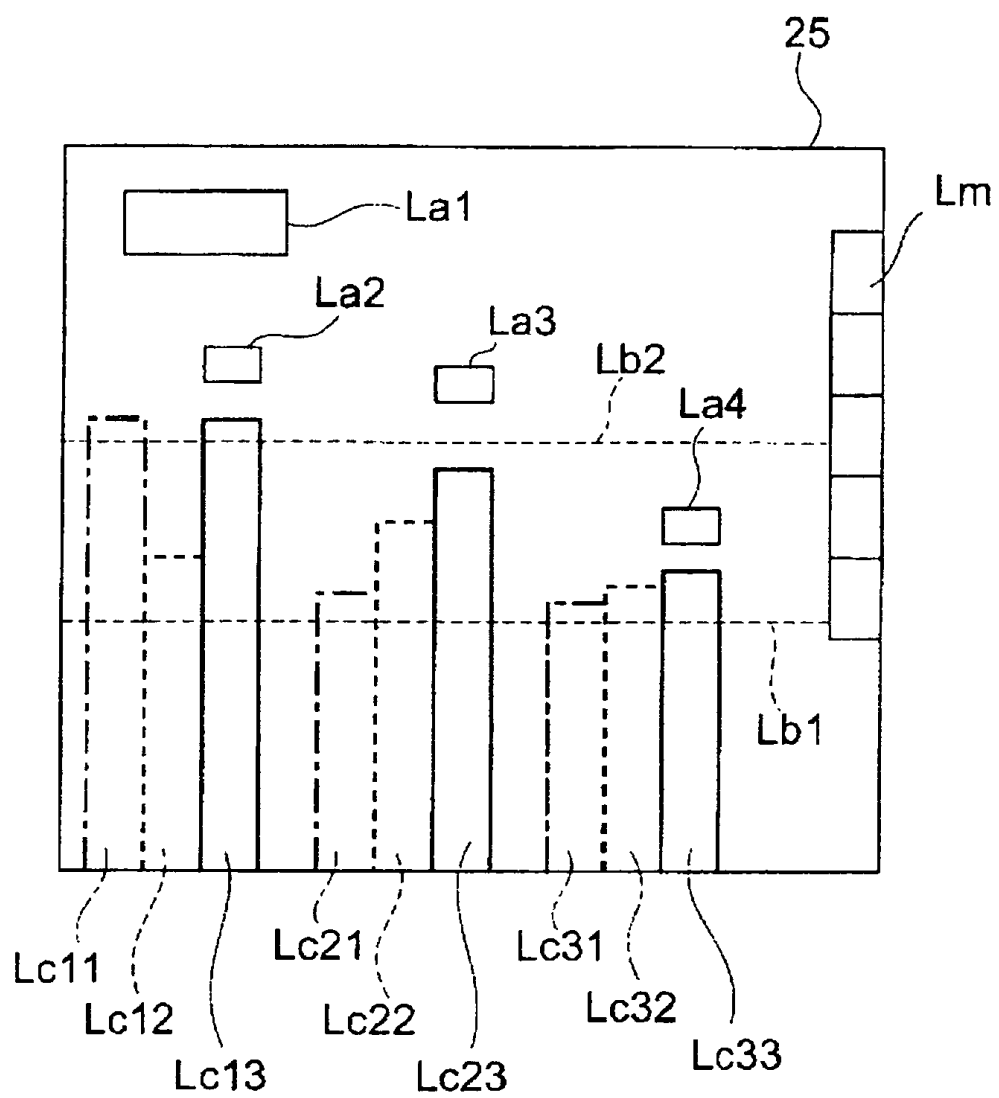


FIG.7

