

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 748 138**

51 Int. Cl.:

F23G 5/24	(2006.01)
F23G 5/00	(2006.01)
F27B 17/00	(2006.01)
F23G 5/027	(2006.01)
F27B 1/00	(2006.01)
F27B 1/10	(2006.01)
F27B 1/16	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.07.2013 PCT/JP2013/070334**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **03.07.2014 WO14103417**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.07.2013 E 13830075 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2019 EP 2940386**

54 Título: **Horno de fusión para material de desecho**

30 Prioridad:

25.12.2012 JP 2012281343

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.03.2020

73 Titular/es:

**NIPPON STEEL ENGINEERING CO., LTD. (50.0%)
Osaki Center Building 1-5-1 Osaki Shinagawa-ku
Tokyo 141-8604 , JP y
NIPPON STEEL ENVIRONMENTAL PLANT
SOLUTIONS CORPORATION (50.0%)**

72 Inventor/es:

**KAJIYAMA HIROHISA;
TODAKA MITSUMASA;
MANAKO KAZUTAKA;
NODA KOHICHI y
HIRAKURA SHOH**

74 Agente/Representante:

MILTENYI , Peter

ES 2 748 138 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

Horno de fusión para material de desecho

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un horno de fusión para material de desecho que seca, descompone térmicamente, y funde desechos.

10 **Técnica anterior**

Un ejemplo de los procedimientos para procesar desechos, tales como desechos generales e industriales, es uno que funde los desechos en un horno industrial utilizando un material combustible a base de carbono, tal como coque, como fuente de calor de fusión. El procesamiento de los desechos mediante fusión puede reducir el volumen de desechos y también reciclar cenizas quemadas y desechos no combustibles, que hasta ahora se han desechado finalmente como vertederos, en escoria y metales.

Es conocido un procedimiento para fundir desechos que consiste en quemar los desechos y después fundir las cenizas quemadas y materiales no combustibles resultantes por calentamiento. La atención se ha centrado recientemente en un horno de gasificación y fusión que puede quemar y gasificar materias combustibles en desechos y derretir cenizas en los desechos en un horno. El horno de gasificación y fusión quema y gasifica las materias combustibles en los desechos por el calor de la combustión de un material combustible a base de carbono y las expulsa y derrite las cenizas y las materias no combustibles que quedan en el horno por calentamiento. Es decir, el horno de gasificación y fusión descompone térmicamente los desechos y funde las cenizas y las materias no combustibles por calentamiento.

Como horno de gasificación y fusión, son conocidos hornos de fusión de tipo eje (véase, por ejemplo, las Literaturas de Patente 1 a 3). Cada uno de los hornos de fusión descritos en las Publicaciones de Patente 1 a 3 comprende una parte de eje cilíndrico (parte cilíndrica recta), una parte de cono truncado invertido (parte cónica) y una parte inferior del horno. La parte inferior del horno está provista de una tobera inferior. En el horno se inserta un gas (gas de soporte de la combustión) para quemar el material combustible a base de carbono a través de la tobera inferior. Esto quema el material combustible a base de carbono, lo que produce un gas de alta temperatura en el horno, que asciende. Entre el gas en el horno y los desechos se produce un intercambio de calor, favoreciendo así el secado y la descomposición térmica de los desechos. Las cenizas y las materias no combustibles se acumulan en el lado de la parte inferior del horno a lo largo de la cara interior de la parte cónica, para fundirse por el calor de la combustión del material combustible a base de carbono. La masa fundida queda retenida en la parte inferior del horno y se saca de allí.

En cada uno de los hornos de fusión descritos en las Literaturas de Patente 1 y 2, la parte de cono truncado invertido está provista, además, de una tobera superior. El aire entra en el horno a través de la tobera superior. Esto favorece el secado y la descomposición térmica de los desechos. La Literatura de Patente 4 describe un horno de fusión de desechos para secar, descomponer térmicamente y fundir desechos, comprendiendo el horno una parte principal cilíndrica que se extiende verticalmente de manera que forma un espacio para contener los desechos. y guiar los desechos de arriba hacia abajo; una parte de depósito de fusión, unida a una parte final inferior de la parte principal a lo largo de un eje central de la parte principal, para retener la masa fundida generada a partir de los desechos; y una parte de inducción de gas, unida a una parte final superior de la parte principal a lo largo del eje central de la parte principal, para recoger un gas generado de los desechos y guiar el gas recogido hasta un puerto de escape; en el que una parte de abertura para la introducción de los desechos y material combustible a base de carbono en el horno de fusión de desechos está constituida en una parte superior de la parte de inducción de gas; en el que la parte del depósito de fusión tiene una parte inferior para formar un lecho del material combustible a base de carbono; en el que la parte principal tiene una parte cónica que tiene una sección transversal interior que disminuye gradualmente hasta el lado inferior; en el que una cara interior de la parte cónica forma un ángulo de inclinación máximo de 80° con un plano horizontal.

55 **Lista de citas**

Literatura de patentes

Literatura de patentes 1: Solicitud de patente japonesa puesta a disposición del público nº H08-94036

Literatura de patentes 2: Solicitud de patente japonesa puesta a disposición del público nº 2011-89672

Literatura de patentes 3: Solicitud de patente japonesa puesta a disposición del público nº 2002-130632

Literatura de patentes 4: JP 2011 012901 A

60

Descripción de la invención

Problema técnico

Sin embargo, en cada uno de los hornos de gasificación y fusión mencionados anteriormente, la velocidad de descenso de la carga del desecho no es uniforme en el horno, sino que tiende a ser menor cerca de la pared del horno que en la parte central del horno. En los hornos descritos en las publicaciones de patentes 1 a 3, la velocidad de descenso de la carga es baja cerca de la cara interior de la parte del cono truncado invertido, en particular, por lo que es probable que los desechos se detengan. En particular, es probable que los desechos queden atrapados en el límite entre la cara interior de la parte del eje y la cara interior de la parte del cono truncado invertido y se detengan allí. Cuando se produce tal estancamiento, el gas en el horno puede no extenderse completamente sobre una parte determinada, lo que reduce la eficiencia en el intercambio de calor entre los desechos y el gas en el horno.

La descomposición térmica también puede producirse localmente en la parte donde se detiene el desecho, produciéndose, de este modo, un espacio. En los hornos de fusión descritos en las publicaciones de patente 1 y 2, es probable que la descomposición térmica local se produzca, en particular, cerca de la parte superior de la tobera, ya que el aire se introduce en la parte cónica truncada invertida a través de la parte superior. Cuando el espacio producido por la descomposición térmica local forma una trayectoria de flujo para el gas en el horno, el gas de entrada puede pasar a través de la trayectoria de flujo y tiende a no extenderse sobre otras partes que no sean el espacio (este fenómeno se denominará más adelante "explosión de gas"). Esto puede reducir todavía más la eficiencia en el intercambio de calor entre los desechos y el gas en el horno.

Los desechos de descomposición térmica producidos cuando se forma el espacio pueden fundirse y adherirse a la cara interior del horno. Cuando se produce dicha adhesión, es más probable que los desechos se detengan. Esto puede reducir todavía más la eficiencia en el intercambio de calor entre los desechos y el gas en el horno.

Cuando la eficiencia en el intercambio de calor entre los desechos y el gas en el horno disminuye, el material combustible a base de carbono se consume en mayor cantidad para compensar esto. Dado que el material combustible a base de carbono deriva de combustibles fósiles en general, el aumento del consumo de material combustible a base de carbono es indeseable desde el punto de vista de la protección ambiental. Por lo tanto, un objetivo de la presente invención es un horno de fusión de desechos que pueda reducir el consumo de materiales combustibles a base de carbono.

Solución al problema

El problema anterior se soluciona mediante un horno de fusión para material de desecho de acuerdo con las características de la reivindicación independiente de la presente invención.

Quemar un material combustible a base de carbono en una parte inferior de este horno de fusión de desechos produce un gas de alta temperatura en el horno, que asciende. Los desechos descienden contra el flujo ascendente del gas en el horno. En este proceso, se produce un intercambio de calor entre el gas en el horno y los desechos, favoreciendo así el secado y la descomposición térmica de los desechos. Los gases producidos por la descomposición térmica de los desechos se concentran en la parte de inducción de gas y se descargan desde allí. Las cenizas y las materias no combustibles que permanecen en el horno se acumulan en el lado de la parte inferior del horno a lo largo de la cara interior de la parte cónica y se funden por el calor de combustión del material combustible a base de carbono. La masa fundida queda retenida en la parte del depósito de fusión y se saca de la misma.

Aquí, la parte cónica ocupa la mayor altura en todas las partes que constituyen la parte principal. Por lo tanto, la cara interior de la parte cónica forma un ángulo de inclinación con el plano horizontal mayor que en el caso en el que la parte de barril recta no cónica ocupa la mayor altura. Esto permite que los desechos que se encuentran cerca de la cara interior de la parte cónica sean guiados suavemente hacia abajo. Además, incluso cuando la parte cónica está unida al lado inferior de la parte cilíndrica recta, la cara interior de la parte cónica se inclina moderadamente respecto a la cara interior de la parte cilíndrica recta, por lo que los desechos tienden a no detenerse en la parte superior final de la parte cónica. Si la parte cónica ocupa la mayor altura, la parte final superior de la parte cónica se encuentra en el lado superior de la parte principal. El desecho reduce su volumen al secarse y descomponerse térmicamente a medida que desciende a través de la parte principal. La reducción de volumen también se realiza en la parte superior de la parte principal. Cuando la parte extrema superior de la parte cónica se encuentra situada en el lado superior de la parte principal, el área de la sección transversal de la parte principal se hace más pequeña desde el lado superior hacia la parte inferior, de acuerdo con la reducción de volumen que también se desarrolla en el lado superior de la parte principal. Esto impide que se formen espacios y se evita que se produzcan explosiones de gas. Esto permite mejorar la eficiencia del intercambio de calor entre los desechos y el gas en el horno por encima del caso en que la parte de barril recto ocupa la mayor altura. Por lo tanto, el consumo de materiales combustibles a base de carbono puede reducirse.

En este caso, el hecho de que el volumen interior de la parte principal sea menor que en el caso en que la parte recta del barril ocupa la mayor altura no afecta negativamente a la eficiencia en el procesamiento de los desechos.

Esto se debe a que la eficiencia del intercambio de calor entre los desechos y el gas en el horno mejora tal como se ha mencionado anteriormente, de modo que el volumen de los desechos se ve reducido de manera eficiente.

5 La cara interior de la parte cónica forma un ángulo de inclinación que supera 75°, pero menos de 90°, con el plano horizontal. Esto evita de manera más segura que los desechos se estanquen. Por lo tanto, la eficiencia del intercambio de calor entre los desechos y el gas en el horno puede mejorarse aún más.

10 La parte principal puede tener una región de secado para secar los desechos y una región de descomposición térmica, situada debajo de la región de secado, para descomponer térmicamente los desechos mientras que, en la parte cónica, puede situarse un límite entre las regiones de secado y de descomposición térmica. En este caso, la parte final superior de la parte cónica se encuentra en la región de secado. La reducción de volumen de los desechos mencionada anteriormente también se produce dentro de la región de secado. Cuando la parte final superior de la parte cónica se encuentra situada en la región de secado, el área de la sección transversal de la parte principal se vuelve menor desde el interior de la región de secado hacia abajo, de acuerdo con la reducción de volumen que también procede dentro de la región de secado. Esto puede impedir de manera más segura que se produzcan espacios.

20 La parte de depósito de fusión puede estar provista de una tobera inferior para introducir un gas enriquecido con oxígeno en el horno, la parte cónica puede estar provista de una tobera superior para introducir aire en el horno, y en la región de secado del horno puede disponerse por lo menos una tobera superior. En este caso, la introducción del gas enriquecido con oxígeno en el horno a través de la tobera inferior puede mantener la combustión del material combustible a base de carbono. Suministrar el aire al horno también desde la parte superior de la tobera puede favorecer el secado y la descomposición térmica de los desechos. Aquí, en la región de secado se dispone por lo menos una tobera superior. Esto favorece todavía más el secado de los desechos en la región de secado. Dado que
25 la parte final superior de la parte cónica se encuentra situada en la región de secado tal como se ha mencionado anteriormente, los desechos en la región de secado descienden a lo largo de la parte cónica. El desecho reduce aún más su volumen a medida que se favorece su secado, por lo que se facilita más el descenso de la carga a lo largo de la parte cónica. El desecho que ha reducido su volumen, al favorecerse su secado, se acumula en el centro por la parte cónica, por lo que se impide la formación de espacios. Por lo tanto, el hecho de que la parte final superior de la parte cónica se encuentre situada en la región de secado coopera con el hecho de que la región de secado esté provista de la tobera superior, lo que permite favorecer el secado de los desechos a la vez que se impide que se formen espacios.

35 La tobera superior en la región de secado puede estar situada más cerca de una parte final inferior de la región de secado entre la parte final inferior de la región de secado y la parte final superior de la parte cónica. Esto puede impedir de manera más segura que se produzcan espacios.

Efectos ventajosos de la invención

40 El horno de fusión de desechos de acuerdo con la presente invención puede reducir el consumo de materiales combustibles a base de carbono.

Breve descripción de los dibujos

45 La figura 1 es una vista esquemática de un sistema de procesamiento de desechos que utiliza el horno de fusión de desechos de acuerdo con la presente invención;

La figura 2 es una vista en sección vertical que ilustra el horno de fusión de desechos en la figura 1;

La figura 3 es un diagrama que ilustra esquemáticamente las regiones de secado, descomposición térmica y fusión en el horno de fusión de desechos;

50 La figura 4 es un conjunto de diagramas que ilustran ejemplos y un ejemplo comparativo;

La figura 5 es una gráfica que ilustra cambios diarios en la presión diferencial en el horno;

La figura 6 es un gráfico que ilustra cambios diarios en la temperatura del gas en la parte superior del horno;

La figura 7 es un conjunto de gráficas que ilustran cambios en la temperatura del gas del horno central con el tiempo;

55 La figura 8 es una gráfica que ilustra resultados de medición de la cantidad de desechos procesados, relación de coque, presión diferencial en el horno, y temperatura del gas en la parte superior del horno;

La figura 9 es un conjunto de diagramas que ilustran distribuciones de caudal de gas en el horno y presión diferencial en el horno en la dirección de la altura del horno;

60 La figura 10 es una gráfica que representa resultados de medición de la temperatura de intercambio de calor en el horno y la relación de coque;

La figura 11 es una gráfica que muestra resultados de medición de la capacidad de secado de humedad por volumen y la relación de coque;

La figura 12 es una gráfica que muestra resultados de medición de la eficiencia de transferencia de calor y caudal de gas en el horno; y

La figura 13 es una gráfica que representa resultados de medición del tiempo en que se produce estallido del gas y relación de coque.

5

Descripción de realizaciones

A continuación, se explicarán en detalle unas realizaciones preferidas de la presente invención con referencia a los dibujos. En los dibujos, se hará referencia a los mismos constituyentes o aquellos que tienen las mismas funciones con los mismos signos mientras se omiten sus descripciones superpuestas.

10

Tal como se ilustra en la figura 1, un sistema de procesamiento de desechos 1 es un sistema para procesar desechos generales e industriales y comprende un horno de fusión de desechos 2, una fosa de granulación 5, una cámara de combustión 6, un calentador 61, una torre de refrigeración 62, un filtro de bolsa 63, una torre de reacción catalítica 64, y una chimenea 65. En una atmósfera reductora, el horno de fusión de desechos 2 se descompone térmicamente y gasifica materias combustibles en los desechos y funde las cenizas y las materias no combustibles. Tal como se explicará más adelante, los gases generados a partir de los desechos se descargan desde la parte superior del horno de fusión de desechos 2, mientras que los fundidos generados a partir de los desechos se descargan de la parte inferior del horno de fusión de desechos 2.

15

20

La fosa de granulación 5 granula, enfría, y recoge la masa fundida descargada del horno de fusión de desechos 2. La fosa de granulación 5 comprende una carcasa para retener agua de refrigeración y un transportador rascador (no representado) para extraer los productos enfriados granulados y enfriados dentro de la carcasa. La cámara de combustión 6 y el calentador 61 están conectados a la parte superior del horno de fusión de desechos 2 a través de un conducto de escape, para recoger la energía térmica de los gases de escape del horno de fusión de desechos 2. La torre de refrigeración 62, el filtro de bolsa 63, y la torre de reacción catalítica 64 están conectados al lado curso abajo del calentador 61, para desintoxicar los gases de escape. La chimenea 65 descarga los gases de escape desintoxicados.

25

El horno de fusión de desechos 2 está formado por un material refractario y similares, ejemplos de los cuales incluyen ladrillos, SiC, y alúmina. El horno de fusión de desechos 2 comprende una parte principal cilíndrica 20 que se extiende verticalmente centrada en un eje vertical CL1, una parte de inducción de gas 21 unida al lado superior de la parte principal 20, y una parte de depósito de fusión 22 unida al lado inferior de la parte principal 20. La parte principal 20 forma un espacio para contener los desechos y los guía de arriba a abajo. La parte de inducción de gas 21 recoge los gases generados a partir de los desechos dentro de la parte principal 20 y guía los gases recogidos hacia el conducto de escape. La parte del depósito de fusión 22 retiene la fusión generada a partir de los desechos dentro de la parte principal 20.

30

35

La parte principal 20 está constituida por una parte cilíndrica recta 23 que tiene un área de sección transversal interior fija y una parte cónica 24, unida al lado inferior de la parte cilíndrica recta 23, que presenta un área de sección transversal interior que disminuye gradualmente hacia abajo. La parte cilíndrica recta 23 tiene una cara interior cilíndrica 23a, mientras que la parte cónica 24 tiene una cara interior 24a de cono truncado invertido. El diámetro interior de la parte final superior de la parte cónica 24 es igual al de la parte cilíndrica recta 23.

40

La altura H2 de la parte cónica 24 es mayor que la altura H3 de la parte cilíndrica recta 23 (véase la figura 3). Es decir, la parte cónica 24 ocupa la mayor altura en todas las partes que constituyen la parte principal 20. Por lo tanto, la cara interior 24a de la parte cónica 24 forma un ángulo de inclinación θ con un plano horizontal mayor que en el caso en el que la parte de barril recta 23 ocupa la mayor altura. El ángulo de inclinación θ es mayor que 75° pero menor que 90° . Más preferiblemente, es por lo menos 80° pero menos de 90° .

45

50

El diámetro interior y la altura de la parte principal 20 se determinan de acuerdo con los volúmenes necesarios para una región de secado 70 y una región de descomposición térmica 71 que se explicarán más adelante, por ejemplo. El volumen necesario para la región de secado 70 es un volumen en el que puede secarse la cantidad total de humedad contenida en los desechos depositados en el horno de fusión de desechos 2 por hora (es decir, cantidad de humedad de entrada), suponiendo que la cantidad de humedad que se seca por hora es de entre 50 y 150 $\text{kg/m}^3\cdot\text{h}$, por ejemplo. El volumen necesario para la región de descomposición térmica 71 es un volumen en el cual puede gasificarse la cantidad de carbono contenido en el desecho y el coque que se deposita en el horno de fusión de desechos 2 por hora, suponiendo que la cantidad de gasificación por hora sea de entre 50 y 150 $\text{kg/m}^3\cdot\text{h}$, por ejemplo.

55

60

La parte de depósito de fusión 22 tiene una parte de pared lateral cilíndrica 22a centrada en el eje CL1 y una parte inferior 22b que cierra la parte final inferior de la parte de pared lateral 22a. La parte final superior de la parte de pared lateral 22a está conectada a la parte final inferior de la parte cónica 24. El diámetro interior de la parte de

pared lateral 22a es igual al de la parte final inferior de la parte cónica 24. En la parte final inferior de la parte de pared lateral 22a hay formado un orificio de colada 27 para descargar la masa fundida retenida en la parte de parte de depósito de fusión 22. El orificio de colada 27 está provisto de un mecanismo de apertura y cierre (no representado) a través del cual la masa fundida se descarga intermitentemente. En el exterior del orificio de colada 27 hay dispuesto un canal de fusión 28 que se extiende oblicuamente hacia abajo desde la parte de pared lateral 22a. El canal de fusión 28 envía la masa fundida a la fosa de granulación 5.

La parte de inducción de gas 21 presenta una forma cilíndrica centrada en el eje CL1. La parte final inferior de la parte de inducción de gas 21 está conectada a la parte final superior de la parte de barril recta 23 de la parte principal 20. El diámetro interior de la parte final inferior de la parte de inducción de gas 21 es igual que el de la parte de barril recta 23. La parte media vertical de la parte de inducción de gas 21 sobresale radialmente. Por lo tanto, la parte de inducción de gas 21 tiene una cara interior 21a que sobresale radialmente en comparación con la cara interior 23a de la parte cilíndrica recta 23. La parte final superior de la parte de inducción de gas 21 es más estrecha que la parte final inferior y constituye una abertura de la parte 2a del horno de fundición de desechos 2.

En la parte de abertura 2a hay insertado cilindro interior 25. El cilindro interior 25 presenta una forma cilíndrica centrada en el eje CL1 e introduce el desecho y un material combustible a base de carbono en el horno de fusión de desechos 2. La parte final inferior del cilindro interior 25 está situada más alta que la de la parte de inducción de gas 21. La parte superior de la parte de inducción de gas 21 está provista de un puerto de escape 26. El puerto de escape 26 descarga gases generados a partir de los desechos dentro de la parte principal 20. El puerto de escape 26 está conectado a la cámara de combustión 6 a través del conducto de escape.

La parte del depósito de fusión 22 está provista de unas toberas inferiores 40 para suministrar aire enriquecido con oxígeno (en lo sucesivo denominado "gas enriquecido con oxígeno") en el horno. El enriquecimiento de oxígeno está destinado a mejorar la concentración de oxígeno. Las toberas inferiores 40 están dispuestas en una pluralidad de ubicaciones alineadas circunferencialmente de la parte de pared lateral 22a. En un ejemplo preferido de su disposición, las toberas inferiores 40 están dispuestas en ocho ubicaciones que están alineadas circunferencialmente a intervalos de 45°. La parte final anterior de cada tobera inferior 40 puede proyectarse o no hacia la parte del depósito de fusión 22.

La parte cónica 24 está provista de unas toberas superiores 30, 31, 32, 33 para suministrar aire al horno. Las toberas superiores 30, 31, 32, 33 están alineadas desde arriba hacia abajo. El número de etapas de las toberas superiores que están alineadas verticalmente no se limita a 4, sino que puede ser menor o mayor que 4. Cada uno de los respectivos grupos de toberas superiores 30, 31, 32, 33 están dispuestos en una pluralidad de ubicaciones que se encuentran de alineación circunferencial de la parte cónica 24. En un ejemplo preferido de su disposición, cada conjunto de las toberas superiores 30, 31, 32, 33 está dispuesto en cuatro ubicaciones que están alineadas circunferencialmente a intervalos de 90°. La parte final anterior de cada una de las toberas superiores 30, 31, 32, 33 puede o no proyectarse hacia la parte cónica 24.

Un soplador 42 está conectado a las toberas superiores 30, 31, 32, 33 y las toberas inferiores 40. Los conductos de flujo desde el soplador 42 hacia los conjuntos de toberas superiores 30, 31, 32, 33 y toberas inferiores 40 están provistos de unas válvulas reguladoras de flujo 30a, 31a, 32a, 33a, 40a, respectivamente. Un generador de oxígeno 41 para enriquecer el aire con oxígeno está conectado también a la trayectoria de flujo desde la válvula de regulación de flujo 40a hacia las toberas inferiores 40.

Tal como se ilustra en la figura 2, el horno de fusión de desechos 2 está provisto de unos termómetros T1 a T5 para medir las temperaturas en el horno. El termómetro T1 está dispuesto en la parte superior de la parte de introducción de gas 21. El termómetro T5 está incrustado en el material refractario que constituye la parte inferior 22b de la parte del depósito de fusión 22. Los termómetros T2, T3, T4 están alineados desde arriba hacia abajo entre los termómetros T1, T5. El horno de fusión de desechos 2 también está provisto de una pluralidad de manómetros para medir presiones en el horno. El manómetro de presión P1 está dispuesto en la parte superior de la parte de inducción de gas 21. Los manómetros de presión P2, P3, P4 están dispuestos en la parte superior, media e inferior de la parte cónica 24, respectivamente.

Se explicarán ahora en detalle las operaciones del horno de fusión de desechos 2. En primer lugar, antes de colocar los desechos, en el horno 2 se introduce un material combustible a base de carbono, a través del cilindro interior 25. Un ejemplo del material combustible a base de carbono es el coque. El coque puede ser reemplazado total o parcialmente por carburos de biomasa tal como madera. El coque acumulado en la parte inferior 22b en el horno de fusión de desechos 2 se enciende mediante un quemador (no representado) o similar. Esto forma un llamado lecho de coque 81 sobre la parte inferior del horno.

A continuación, se introduce una mezcla de coque y desechos en el horno de fusión de desechos 2 a través del cilindro interior 25 y llena la parte principal 20. El tipo de desecho no está limitado en particular, sino que puede ser

cualquiera de los desechos generales e industriales. Éste puede procesar polvo de trituradora (ASR), desechos de excavación, cenizas quemadas, y similares por separado o bien en mezclas con o sin desechos combustibles. También pueden colocarse desechos destilados en seco. Puede añadirse a los desechos calizas y similares como regulador de alcalinidad además del coque.

5 En este estado, el gas enriquecido con oxígeno se suministra al horno a través de las toberas inferiores 40. En un ejemplo preferido para establecer la presión de explosión del gas enriquecido con oxígeno, ésta se establece dentro del rango de entre 5 y 25 kPa. Los gases combustibles, tales como LNG pueden mezclarse con el gas enriquecido con oxígeno que se suministra al horno a través de las toberas inferiores 40. Se suministra aire al horno a través de las toberas superiores 30, 31, 32, 33. En un ejemplo preferido para establecer la presión del chorro de aire, ésta se establece dentro del rango de entre 5 y 25 kPa.

15 En el lado de la parte inferior 22b del horno de fusión de desechos 2, el gas enriquecido con oxígeno que se suministra desde las toberas inferiores 40 mantiene el coque quemando, produciéndose un gas de alta temperatura en el horno, que asciende. El aire que se suministra desde las toberas superiores 30, 31, 32, 33 quema parcialmente los desechos en la parte cónica 24, produciéndose así un gas en el horno de alta temperatura, que asciende. Los desechos son guiados a la parte principal 20 y descienden contra flujos ascendentes de los gases en el horno. En este proceso, se produce un intercambio de calor entre los desechos y los gases en el horno, favoreciendo así el secado y la descomposición térmica de los desechos. Los gases producidos por la descomposición térmica del concentrado de desechos en la parte de inducción de gas 21 son guiados hacia arriba para descargarse a través del puerto de escape 26. Los gases descargados se envían a la cámara de combustión 6 a través del conducto de escape.

25 Los desechos de descomposición térmica (carburos), junto con las cenizas y las materias no combustibles, se acumulan en el lado de la parte inferior 22b del horno de fusión de desechos 2 a lo largo de la cara interior 24a de la parte cónica 2, formando así una capa de partículas de carburo (la denominada capa de carbón) 82 en el lecho de coque 81. La capa de carbón 82 funciona como capa de resistencia a la ventilación y regula los flujos de gas enriquecido con oxígeno que se suministra desde las toberas inferiores 40. Esto evita la explosión local del aire enriquecido con oxígeno que se suministra desde las toberas inferiores 40.

30 El producto combustible destilado en seco (carbono fijo) en el residuo de descomposición térmica se quema con coque. El gas de combustión del coque y el producto combustible destilado en seco alcanza la temperatura más alta en una región cercana al extremo superior del lecho de coque 81. Las cenizas y materias no combustibles se funden en esta región. La masa fundida entra en la parte del depósito de fusión 22 a través de los intersticios del lecho de coque, para retenerla. De este modo, la masa fundida retenida se extrae intermitentemente del orificio 27. La masa fundida extraída del orificio 27 se granula y se enfría en la fosa de granulación 5, para recogerse como escoria y metales. Posteriormente, el horno se rellena con la mezcla de coque y desechos, y el proceso de fusión de desechos continúa.

40 Aquí, mientras continúa el proceso de fusión de desechos, la región de secado 70 se forma en la parte superior dentro del horno de fusión de desechos 2. La región de secado 70 realiza principalmente el secado y el precalentamiento de los desechos. La región de descomposición térmica 71 se forma debajo de la región de secado 70. La región de descomposición térmica 71 realiza principalmente la descomposición térmica y la gasificación de los componentes combustibles en los desechos secos. Bajo la región de descomposición térmica 71 se forma una región de fusión 72. La región de fusión 72 realiza principalmente la fusión de cenizas y materias no combustibles (véase la figura 3). Tal como se ha mencionado anteriormente, la parte final superior de la parte cónica 24 es más alta que en el caso en el que la parte de barril recta 23 ocupa la mayor altura, alcanzando así la región de secado 70, por lo que el límite entre la región de secado 70 y la región de descomposición térmica 71 se encuentra situado en la parte cónica 24.

50 Entre las toberas superiores 30, 31, 32, 33, las toberas superiores 30, dispuestas en la etapa más superior, se encuentran situadas en la región de secado 70. Las toberas superiores 30 están situadas más cerca de la parte final inferior de la región de secado 70 entre el extremo inferior parte de la región de secado 70 y la parte final superior de la parte cónica 24.

55 Entre las piezas de desecho en la región de secado 70 se forma un espacio mayor que en la región de descomposición térmica 71, por lo que los residuos en la región de secado 70 son más fáciles de mover que en la región de descomposición térmica 71. Por lo tanto, si la parte superior de las toberas 30 de la región de secado 70 produce una excesiva de explosión, puede favorecerse la formación de vías de escape para los gases en el horno. Por lo tanto, es preferible que la explosión de las toberas superiores 30 sea de 50 Nm³/h o menos por ubicación. No siempre es necesario que la región de secado 70 esté provista de las toberas superiores 30. Dos o más etapas de las toberas superiores de cuatro etapas 30, 31, 32, 33 pueden estar dispuestas dentro de la región de secado 70.

- Las partes en el horno que se encuentran en la región de secado 70, la región de descomposición térmica 71 y la región de fusión 72 pueden concebirse de acuerdo con las temperaturas del horno, por ejemplo. Por ejemplo, una parte que muestra una temperatura en el horno de entre 350 y 600° C es la región de secado, una parte que muestra una temperatura en el horno de entre 600 y 1200° C es la región de descomposición térmica, y una parte que muestra una temperatura en el horno de entre 1200 y 1800° C es la región de fusión. En esta realización, los termómetros T1 a T5 están dispuestos dentro del horno de fusión de desechos 2 desde su parte superior hacia la parte inferior. La extensión de la región de secado 70, la región de descomposición térmica 71, y la región de fusión 72 pueden tomarse aproximadamente de acuerdo con las temperaturas respectivas medidas por los termómetros.
- La posición del límite entre la región de secado 70 y la región de descomposición térmica 71 también puede tomarse de acuerdo con las presiones diferenciales en el horno. En la región de secado 70, los desechos reducen su volumen al perder la humedad al secarse. En la región de descomposición térmica, los desechos forman partículas de carburo al descomponerse térmicamente, con el fin de reducir aún más su volumen, espesándose así. Por lo tanto, existe una diferencia de aproximadamente de 0,5 kPa/m, por ejemplo, entre la presión diferencial en la región de secado y la de la región de descomposición térmica. Aquí, la presión diferencial es lo que aumenta la presión provocada por un descenso de 1 m. Por lo tanto, tomando una parte en la que la presión diferencial aumenta en aproximadamente 0,5 kPa/m en comparación con la de la región superior, puede determinarse aproximadamente el límite entre la región de secado 70 y la región de descomposición térmica 71. Las presiones diferenciales respectivas en las partes individuales dentro del horno pueden tomarse de manera aproximada mediante los manómetros P1 a P4 dispuestos dentro del horno. Por ejemplo, cuando la presión diferencial cerca del medidor de presión media P3 es más elevada que en la región superior en aproximadamente 0,5 kPa/m, la proximidad del medidor de presión media P3 se toma como el límite entre la región de secado 70 y la región de descomposición térmica 71.
- Es decir, la región de descomposición térmica 71 del desecho es una región situada más baja que la parte donde la presión diferencial ha aumentado completamente a 0,5 kPa/m o más dentro de la región de secado 70. Aquí, la presión diferencial se refiere a la presión diferencial en el momento en que el funcionamiento del horno es relativamente estable, mientras que excluye la presión diferencial en el momento en que se produce el estallido de gas y similares.
- En el horno de fusión de desechos 2 explicado anteriormente, la parte cónica 24 ocupa la mayor altura en todas las partes que constituyen la parte principal 20. Por lo tanto, la cara interior 24a de la parte cónica 24 forma un ángulo de inclinación con el plano horizontal mayor que en el caso en que la parte de barril recta no cónica 23 ocupa la mayor altura. Como consecuencia, los desechos en la proximidad de la cara interior 24a de la parte cónica 24 son guiados suavemente hacia abajo. Además, la cara interior 24a de la parte cónica 24 se inclina moderadamente respecto a la cara interior 23a de la parte cilíndrica recta 23, lo que dificulta que el desperdicio se detenga en la parte superior del extremo de la parte cónica 24. Si la parte cónica 24 ocupa la mayor altura, la parte final superior de la parte cónica 24 se encuentra en el lado superior de la parte principal 20. El desecho reduce su volumen al secarse y descomponerse térmicamente a medida que desciende a través de la parte principal 20. La reducción de volumen también se produce en el lado superior de la parte principal 20. Si la parte final superior de la parte cónica 24 se encuentra situada en el lado superior de la parte principal 20, el área de la sección transversal de la parte principal 20 se vuelve más pequeña desde el lado superior hacia el lado inferior, de acuerdo con la reducción de volumen que también se produce en el lado superior de la parte principal 20. Esto impide que se formen espacios y evita que se produzca el estallido del gas. Esto permite que la eficiencia en el intercambio de calor entre los desechos y los gases en el horno mejore más que en el caso en que la parte de barril recta 23 ocupa la mayor altura. Por lo tanto, el consumo de coque puede reducirse.
- En este caso, el hecho de que el volumen interior de la parte principal 20 sea menor que en el caso en el que la parte de barril recta 23 ocupa la mayor altura no afecta negativamente a la eficiencia en el procesamiento de los desechos. Esto se debe a que la eficiencia en el intercambio de calor entre los desechos y los gases en el horno se mejora, tal como se ha mencionado anteriormente, de modo que los desechos reducen su volumen de manera eficiente.
- La cara interior 24a de la parte cónica 24 forma un ángulo de inclinación mayor que 75°, pero menor que 90°, con el plano horizontal. Esto evita de una manera más segura que los desechos se estanquen. Por lo tanto, la eficiencia en el intercambio de calor entre los desechos y el gas en el horno puede mejorarse aún más.
- El límite entre la región de secado 70 y la región de descomposición térmica 71 está localizado en la parte cónica 24. Como consecuencia, la parte final superior de la parte cónica 24 se encuentra situada en la región de secado 70. La reducción de volumen de los desechos mencionada anteriormente también procede dentro de la región de secado 70. Cuando la parte final superior de la parte cónica 24 se encuentra situada en la región de secado 70, el área de la sección transversal de la parte principal 20 se hace más pequeña desde dentro de la región de secado 70 hasta el

lado inferior de acuerdo con la reducción de volumen que también se produce dentro de la región de secado 70. Esto puede impedir de manera más segura que se produzcan espacios.

5 Las toberas superiores 30 están situadas en la región de secado 70. Esto favorece todavía más el secado de los desechos en la región de secado 70. Dado que la parte final superior de la parte cónica 24 está situada en la región de secado 70 tal como se ha mencionado anteriormente, la región de secado 70 desciende a lo largo de la parte cónica 24. Los desechos reducen aún más su volumen a medida que se favorece su secado, por lo que el descenso de la carga a lo largo de la parte cónica 24 es más suave. El desecho que ha reducido su volumen al favorecer su secado se acumula en el centro por la parte cónica 24, por lo que se impide la formación de espacios. Por lo tanto, el hecho de que la parte final superior de la parte cónica 24 se encuentre situada en la región de secado 70 coopera con el hecho de que la región de secado 70 esté provista de las toberas superiores 30, lo que permite favorecer el secado de los desechos mientras se impide la formación de espacios.

15 Las toberas superiores 30 están situadas más cerca de la parte final inferior de la región de secado 70 entre la parte final inferior de la región de secado 70 y la parte final superior de la parte cónica 24. Esto puede separar las toberas superiores 30 situadas en la región de secado 70 desde el límite entre la parte cilíndrica recta 23 y la parte cónica 24 y, de manera más segura, impide que se produzcan espacios.

20 Además, el horno de fusión de desechos 2 evita que los desechos de descomposición térmica se adhieran y, por lo tanto, puede reducirse drásticamente la carga de trabajo en el momento del mantenimiento del horno de fusión de desechos 2. Dado que los espacios están restringidos, el horno de fusión de desechos 2 puede funcionar de manera estable. Si se produce un espacio y después éste crece, la presión diferencial en el horno disminuirá. Si el espacio que crece se llena con un desplazamiento de carga, la presión diferencial en el horno aumenta drásticamente. Evitar que se produzcan espacios suprime dichas fluctuaciones en la presión diferencial en el horno, lo que permite que el horno de fundición de desechos funcione de manera estable.

25 En el horno de fusión de desechos 2, el diámetro interior de la región de descomposición térmica 71 es más pequeño que en el horno convencional en comparación con el caso en que la parte de barril recta 23 ocupa la mayor altura. En consecuencia, la capa de carbón puede aumentar su grosor garantizando, de este modo, una presión diferencial suficiente en el horno. Esto también contribuye a estabilizar el funcionamiento del horno de fusión de desechos 2.

30 Aunque anteriormente se ha explicado una realización preferida de la presente invención, la presente invención no está limitada necesariamente a la realización mencionada anteriormente, sino que puede modificarse de varias maneras dentro del alcance sin apartarse de la esencia de la misma. Por ejemplo, la parte principal 20 puede estar constituida por la parte cónica 24 sola sin la parte de barril recta 23. Es decir, la parte cónica 24 puede ocupar la altura total H1 de la parte principal 20.

35 A continuación, se ilustrarán unos ejemplos de la presente invención, que no restringen la presente invención, y un ejemplo comparativo.

40 (1) Ejemplo 1

45 Como Ejemplo 1, se preparó un horno de fusión de desechos 2A ilustrado esquemáticamente en la figura 4(a). El horno de fusión de desechos 2A corresponde al horno de fusión de desechos 2 de la realización mencionada anteriormente. La relación entre la altura H2 de la parte cónica 24 y la altura total H1 de la parte principal 20 es de un 95%. La cara interior 24a de la parte cónica 24 forma un ángulo de inclinación θ de 80° con el plano horizontal. En el horno de fusión de desechos 2A, los termómetros T2 mencionados anteriormente se disponen en cuatro ubicaciones que están alineadas circunferencialmente a intervalos de 90°.

50 (2) Ejemplo 2

55 Como Ejemplo 2, se preparó un horno de fusión de desechos 2B ilustrado esquemáticamente en la figura 4(b). El horno de fusión de desechos 2B corresponde al horno de fusión de desechos 2 de la realización mencionada anteriormente. La relación de la altura H2 de la parte cónica 24 respecto a la altura total H1 de la parte principal 20 es de un 50%. La cara interior 24a de la parte cónica 24 forma un ángulo de inclinación θ de 75° con el plano horizontal. El diámetro interior de la parte de barril recta 23, el diámetro interior de la parte final inferior de la parte cónica 24, y la altura total H1 de la parte principal 20 en el horno de fusión de desechos 2B son iguales a los del horno de fusión de desechos 2A.

60 (3) Ejemplo comparativo 1

Como ejemplo comparativo 1, se preparó un horno de fusión de desechos 2C ilustrado esquemáticamente en la figura 4(c). El horno de fusión de desechos 2C se diferencia del horno de fusión de desechos 2 mencionado anteriormente en los siguientes puntos. La parte de barril recta 23 ocupa la mayor altura en todas las partes que constituyen la parte principal 20. La relación entre la altura H2 de la parte cónica 24 y la altura total H1 de la parte principal 20 es de un 35%. Entre las toberas superiores 30, 31, 32, 33, se omiten las más superiores 30. Todas las toberas superiores 31, 32, 33 se encuentran situadas en la región de descomposición térmica 71. La cara interior 24a de la parte cónica 24 forma un ángulo de inclinación θ de 70° con el plano horizontal.

El diámetro interior de la pieza cilíndrica recta 23, el diámetro interior de la parte final inferior de la pieza cónica 24 y la altura total H1 de la parte principal 20 en el horno de fusión de desechos 2C son iguales a los del horno de fusión de desechos 2A. Los termómetros T2 mencionados anteriormente están dispuestos en cuatro ubicaciones que están alineadas circunferencialmente a intervalos de 90° también en el horno de fusión de desechos 2C.

(4) Evaluación comparativa de presión diferencial en el horno, temperatura del gas en una parte superior del horno y temperatura del gas en una parte intermedia del horno

Los hornos de fusión de desechos 2A, 2B, 2C de los Ejemplos 1 y 2 y el Ejemplo comparativo 1 se hicieron funcionar en el mismo período de tiempo y se midieron sus presiones diferenciales en el horno. En cuanto a los hornos 2A, 2C del Ejemplo 1 y el Ejemplo comparativo 1, se midió la temperatura del gas en la parte superior del horno y la temperatura del gas en una parte intermedia del horno. Para evaluar sólo los efectos de formas de la parte principal 20 mientras se utiliza el Ejemplo comparativo 1 que no tiene toberas superiores 30 como sujeto de comparación, no se suministró aire desde las toberas superiores 30 en los Ejemplos 1 y 2.

La presión diferencial en el horno en este ejemplo de prueba es la diferencia entre el valor detectado por el manómetro P4 dispuesto en la parte inferior de la parte cónica 24 y el valor detectado por el manómetro P1 dispuesto en la parte superior de la parte de inducción de gas 21. La temperatura del gas en la parte superior del horno es el valor detectado por el termómetro T1 dispuesto en la parte superior de la parte de inducción de gas 21. La temperatura del gas en el medio del horno es el valor medido por el termómetro T2.

La figura 5 es una gráfica que ilustra los cambios diarios en la presión diferencial en el horno. En el Ejemplo comparativo 1, tal como indica una línea poligonal L1 en la figura 5, la presión diferencial en el horno fue baja durante el período desde el primer día hasta el tercer día, cayendo por debajo del límite inferior LL de un rango adecuado para operar el horno. A partir de estos resultados se especula que el estallido de gas se produjo durante el período comprendido entre el primer día y el tercer día en el horno de fusión de desechos 2C, disminuyendo así la presión diferencial en el horno.

El estallido de gas parece ser causado por el estancamiento de los desechos cerca de la cara interior 24a de la parte cónica 24 en el horno de fusión de desechos 2C (véase las partes rayadas en la figura 4 (c)). El desecho estancado, si existe, puede ser descompuesto térmicamente localmente por el aire de las toberas superiores 31, 32, 33, por ejemplo, para generar espacios, que pueden crecer, formando así vías de flujo para los gases en el horno (este fenómeno es probable que ocurra en particular cerca del límite entre la cara interior 23a de la parte de barril recta 23 y la cara interior 24a de la parte cónica 24).

Por el contrario, tal como indica la línea poligonal L2 de la figura 5, la presión diferencial en el horno en el Ejemplo 1 superó el límite inferior LL del rango deseable para operar el horno, mientras que su anchura de desplazamiento diario fue pequeña. Tal como indica una línea poligonal L3 en la figura 5, la presión diferencial en el horno en el Ejemplo 2 fue menor que en el Ejemplo 1, pero superó el límite inferior LL, mientras que su anchura de desplazamiento diario fue pequeña. A partir de estos resultados, se especula que la explosión del gas se elimina en los Ejemplos 1 y 2.

La figura 6 es una gráfica que ilustra los cambios diarios en la temperatura del gas en la parte superior del horno. Tal como indica una línea poligonal L4 en la figura 6, la temperatura del gas en la parte superior del horno en el Ejemplo comparativo 1 es elevada durante el período desde el primer día hasta el tercer día y difiere mucho de la del cuarto día y posteriores. La temperatura durante el período comprendido entre el primer día y el tercer día excede el límite superior ML de un rango deseable para operar el horno. A partir de estos resultados se ve que la explosión de gas se produjo durante el período comprendido entre el primer día y el tercer día en el Ejemplo comparativo 1, elevando así la temperatura del gas en la parte superior del horno.

Por el contrario, tal como indica la línea poligonal L5 de la figura 6, la temperatura del gas en la parte superior del horno en el Ejemplo 1 fue menor que el límite superior ML del rango deseable para operar el horno, mientras que su anchura de desplazamiento diario fue pequeña. A partir de estos resultados se especula que se impide que se produzca la explosión del gas en el Ejemplo 1.

La figura 7 ilustra los resultados de la medición de la temperatura del gas del horno central. La figura 7 es un conjunto de gráficas que ilustran los cambios en la temperatura del gas en el medio del horno con el tiempo. Tal como indica la figura 7(a), se observó una gran fluctuación de la temperatura con el tiempo en cada uno de los cuatro termómetros T2 en el Ejemplo comparativo 1. Los intervalos de tiempo cuando la temperatura fluctuaba varían entre los termómetros. A partir de estos resultados se especula que las explosiones de gas se produjeron una tras otra en diferentes ubicaciones en diferentes intervalos de tiempo dentro del horno en el Ejemplo comparativo 1.

Por el contrario, tal como se indica en la figura 7(b), no se observó una gran fluctuación de la temperatura en ninguno de los cuatro termómetros T2 en el Ejemplo 1. A partir de estos resultados se especula que el hecho de que se produzca la explosión de gas es mucho más restringido que en el horno de fusión de desechos 2C del ejemplo comparativo 1.

Por los resultados anteriores se aprecia que la presente invención puede impedir que se produzca la explosión del gas. En particular, debido al hecho de que la relación entre la altura H2 de la parte cónica 24 y a la altura total H1 de la parte principal 20 es de un 50% o más en el Ejemplo 2, se observa sustancialmente que puede restringirse que se produzca la explosión de gas si se cumple la condición de que la parte cónica ocupe la mayor altura en todas las partes que constituyen la parte principal 20.

La operación se detuvo después de un mes, y se inspeccionó el interior de cada horno. Los resultados mostraron que se formaron sustancias adherentes hechas de residuos de descomposición térmica fundidos en la cara interior del horno de fusión de desechos 2C del Ejemplo Comparativo 1. Por el contrario, no se apreciaron sustancias adheridas hechas de desechos de descomposición térmica fundidos en la cara interior del horno de fusión de desechos 2A del Ejemplo 1.

(5) Evaluación comparativa de la relación de coque

Se accionaron los hornos de fusión de desechos 2A, 2C del Ejemplo 1 y el Ejemplo comparativo 1 durante aproximadamente una semana en el mismo período de tiempo, y se compararon sus relaciones de coque entre sí. Para evaluar sólo los efectos de las formas de la parte principal 20 mientras se utiliza el Ejemplo comparativo 1 que no tiene toberas superiores 30 como sujeto de comparación, no se suministró aire desde las toberas superiores 30 en los Ejemplos 1 y 2.

La figura 8 es una gráfica que ilustra resultados de medición de la cantidad de desechos procesados, la relación de coque, la presión diferencial en el horno y la temperatura del gas en la parte superior del horno. La relación de coque, la presión diferencial en el horno y la temperatura del gas en la parte superior del horno se indican por las diferencias con los resultados de la medición del Ejemplo comparativo 1 que sirve como referencia. La relación de coque (kg/TR) es un valor obtenido al dividir la cantidad (kg) de coque introducida en el horno de fusión por la cantidad total (t) de los desechos procesados en el horno de fusión. Tal como se ilustra en la figura 8, la proporción de coque fue menor en el Ejemplo 1 en aproximadamente 12,7 kg/TR que en el Ejemplo comparativo 1 en una prueba a corto plazo de aproximadamente una semana. A partir de estos resultados se aprecia que la presente invención puede reducir el consumo de materiales combustibles a base de carbono.

De acuerdo con los resultados de la figura 8, la temperatura del gas en la parte superior del horno en el Ejemplo 1 es más baja en aproximadamente 100° C que en el Ejemplo comparativo 1. La presión diferencial en el horno en el Ejemplo 1 es más elevada en aproximadamente 1,5 kPa que en Ejemplo comparativo 1. A partir de estos resultados se especula que el estancamiento de los desechos y la aparición de explosiones de gas se suprimen en el horno de fusión de desechos 2A. Esto parece contribuir en gran medida a reducir el consumo de materiales combustibles a base de carbono.

(6) Evaluación comparativa de la capacidad de secado

Los hornos de fusión de desechos 2A, 2C del Ejemplo 1 y el Ejemplo comparativo 1 se hicieron funcionar en el mismo período de tiempo y sus capacidades de secado se compararon entre sí. Como parámetros relacionados con las capacidades de secado, sus caudales de gas en el horno (velocidades superficiales), presiones diferenciales en el horno, relaciones de coque, temperaturas de intercambio de calor en el horno, capacidades de secado de humedad por volumen, y eficiencias de transferencia de calor se midieron durante el funcionamiento y se compararon. El objetivo de esta evaluación es verificar los efectos obtenidos cuando la parte final inferior de la región de secado 70 se encuentra situada en la parte cónica 24, mientras que la región de secado 70 está provista de las toberas superiores 30. Por lo tanto, el aire se suministró desde las toberas superiores 30 en Ejemplo 1.

La figura 9(a) es una gráfica que ilustra las distribuciones de caudal de gas (velocidad superficial) en el horno en la dirección de la altura del horno. Las curvas L6, L7 ilustran caudales de gas en el horno en el Ejemplo 1 y el Ejemplo comparativo 1, respectivamente. Las líneas de referencia b1, b2, b3, b4 indican dónde están situadas las toberas

superiores 30, 31, 32, 33, respectivamente. La figura 9(b) es una gráfica que representa una distribución de presión diferencial en el horno en la dirección de la altura del horno. Las líneas de referencia a1, a2, a3, a4, a5 indican dónde están situados los manómetros utilizados para medir las presiones diferenciales en el horno. Los manómetros utilizados aquí difieren de los manómetros P1, P2, P3, P4 mencionados anteriormente. Los puntos F1, F2, F3, F4 indican la presión diferencial entre las líneas de referencia a2, a1, la presión diferencial entre las líneas de referencia a3, a2, la presión diferencial entre las líneas de referencia a4, a3, y la presión diferencial entre las líneas de referencia a5, a4, respectivamente. Las figuras 9 (a) y 9 (b) están representadas con sus ordenadas que indican la altura del horno, mientras que la escala de cada ordenada es conforme a la altura en la vista en sección del horno ilustrado en la figura 9 (c).

Tal como ilustran las curvas L6, L7 de la figura 9(a), el caudal de gas en el horno es mayor en el Ejemplo 1 que en el Ejemplo comparativo 1. A partir de esto, se especula que el Ejemplo 1 mejora la eficiencia en el intercambio de calor entre el gas en el horno y los desechos y mejora la capacidad de secado. Además, tal como se ha mencionado anteriormente, el Ejemplo 1 evita que se produzca la explosión del gas y estabiliza el flujo de gas en el horno. Por lo tanto, se supone que el hecho de que el caudal de gas en el horno sea mayor y el hecho de que el flujo de gas en el horno se establezca cooperan entre sí para mejorar aún más la eficiencia en el intercambio de calor entre el gas en el horno y los desperdicios.

En el Ejemplo comparativo 1, la explosión de gas se produjo con frecuencia durante la operación elevando, de este modo, la temperatura del gas en la parte superior del horno, forzando así a detener la explosión desde las toberas superiores 31. El resultado también aparece en los datos de caudal de la figura 9. Por el contrario, el ejemplo 1 evitó que se produjera una explosión de gas, permitiendo así una explosión estable y constante desde las toberas superiores 31.

La figura 10 es una gráfica que muestra los resultados de la medición de la temperatura de intercambio de calor en el horno (°C) y la relación de coque (kg/TR). En las gráficas, los círculos negros indican los resultados de la medición del Ejemplo 1, mientras que los triángulos blancos indican los resultados de la medición del Ejemplo comparativo 1. La temperatura de intercambio de calor en el horno se calcula mediante la siguiente expresión:

Temperatura de intercambio de calor en el horno = Temperatura de combustión en el horno 1000°C (supuesta) – temperatura en la parte superior del horno (valor real).

Tal como se indica en la figura 10, el Ejemplo 1 mostró una temperatura de intercambio de calor más elevada y una relación de coque más baja que el Ejemplo comparativo 1. Es decir, se observa que el Ejemplo 1 favorece el secado de los desechos en comparación con el Ejemplo comparativo 1.

La figura 11 es una gráfica que muestra resultados de medición de la capacidad de secado de humedad por volumen (Mcal/(m³·h)) y relación de coque (kg/TR). En las gráficas, círculos negros indican los resultados de la medición del Ejemplo 1, mientras que triángulos blancos indican resultados de medición del Ejemplo comparativo 1. La capacidad de secado de humedad por volumen se calcula mediante la siguiente expresión:

Capacidad de secado de humedad por volumen = [cantidad de desechos de entrada (t/h) x humedad en desechos (%) x calor latente de evaporación de humedad (Mcal/t)]/volumen de la región de secado (m³).

La figura 12 es una gráfica que muestra resultados de medición de la eficiencia de transferencia de calor (Mcal/(m³·h °C)) y el caudal de gas en el horno (velocidad superficial) (Bm/s). En las gráficas, círculos negros indican los resultados de la medición del Ejemplo 1, mientras que triángulos blancos indican los resultados de la medición del Ejemplo comparativo 1. La eficiencia de transferencia de calor se calcula mediante la siguiente expresión:

Eficiencia de transferencia de calor = área de transferencia de calor x coeficiente de transferencia de calor.

El caudal de gas del horno indica el caudal a la altura de las toberas superiores 30. Tal como ilustran las figuras 11 y 12, se observa que el ejemplo 1 tiene una capacidad de secado que es aproximadamente 2,5 veces mayor que la del ejemplo comparativo 1. De acuerdo con el área de transferencia de calor y el coeficiente de transferencia de calor, la mejora de 2,5 veces en la capacidad de secado se produce por una mejora de aproximadamente 1,7 veces debido a la estabilización del flujo de gas en el horno y aproximadamente una mejora de 1,5 veces debido al mayor caudal de gas en el horno.

(7) Evaluación comparativa de si existen o no toberas superiores 30

Mientras se opera el horno de fusión de desechos 2A del Ejemplo 1, se compararon los tiempos en que se produjo el estallido de gas entre los casos respectivos en los que se suministró el aire desde las toberas superiores 30 y en los que no. La figura 13 es una gráfica que representa los resultados de la medición del tiempo en que se produjo

estallido de gas y la relación de coque. En la tabla, círculos negros indican los resultados de la medición en el caso en que se suministró aire desde las toberas superiores 30, mientras que triángulos blancos indican los resultados de la medición en el caso en que no se suministró aire desde las toberas superiores 30.

- 5 Tal como ilustra la figura 13, cuando no se suministró aire desde las toberas superiores 30, el tiempo de estallido del gas fluctuó mucho, y hubo casos en los que el estallido se produjo durante un largo período de tiempo. Los triángulos blancos también indican una tendencia a aumentar la proporción de coque bajo la influencia del estallido a largo plazo cuando se produce este último.
- 10 Por el contrario, cuando se suministra aire desde las toberas superiores 30, el tiempo de escape del gas fluctuó menos y fue más corto en total. A partir de estos resultados se observa que suministrar aire de las toberas superiores 30 impide que se produzca una explosión de gas y reduce el consumo de materiales combustibles a base de carbono.

15 **Aplicabilidad industrial**

La presente invención puede utilizarse para procesar desechos generales e industriales.

Lista de signos de referencia

- 20 2... horno de fundición de desechos; 20 ... parte principal; 21 ... parte de inducción de gas; 22 ... parte del depósito de fusión; 24 ... parte cónica; 24a ... cara interior; 26 ... puerto de escape; 30, 31, 32, 33 ... tobera superior; 40 ... tobera inferior; 70 ... región de secado; 71 ... región de descomposición térmica; 72 ... región de fusión; CL1 ... eje

REIVINDICACIONES

1. Horno de fusión de desechos (2) para secado, descomposición térmica, y fusión de desechos, comprendiendo el horno (2):
- 5 una parte principal cilíndrica (20) que se extiende verticalmente para formar un espacio para contener los desechos y guiar los desechos de arriba a abajo;
- 10 una parte de depósito de fusión (22), unida a una parte final inferior de la parte principal (20) a lo largo de un eje central (CL1) de la parte principal (20), para retener masa fundida generada a partir de los desechos; y
- 15 una parte de inducción de gas (21), unida a una parte final superior de la parte principal (20) a lo largo del eje central (CL1) de la parte principal (20), para recoger un gas generado a partir de los desechos y guiar el gas recogido a un puerto de escape (26);
- en el que una parte de abertura (2a) para introducir los desechos y material combustible a base de carbono en el horno de fusión de desechos (2) está constituida en una parte final superior de la parte de inducción de gas (21);
- 20 en el que la parte del depósito de fusión (22) tiene una parte inferior (22b) para formar un lecho del material combustible a base de carbono;
- en el que la parte principal (20) tiene una parte cónica (24) que tiene un área de sección transversal interior que disminuye gradualmente hasta el lado inferior;
- 25 en el que la parte cónica (24) ocupa verticalmente toda la altura de la parte principal (20) o la mayor altura en todas las partes que constituyen la parte principal (20), de manera que la relación entre la altura (H2) de la parte cónica (24) y la altura total (H1) de la parte principal (20) es de un 50% o más; y
- 30 en el que una cara interior de la parte cónica (24) forma un ángulo de inclinación mayor de 75° pero menos de 90° con un plano horizontal.

Fig.1

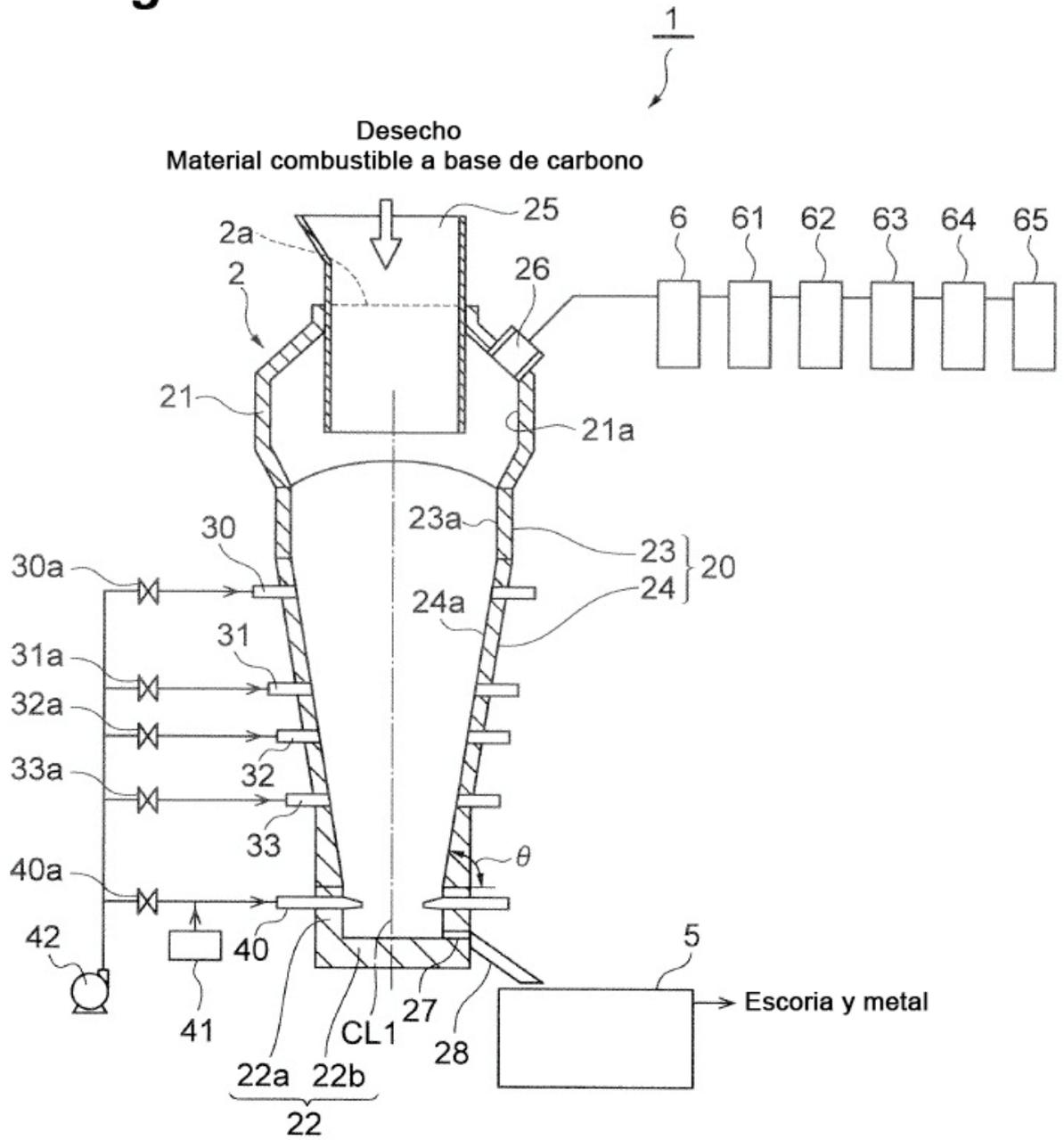


Fig.2

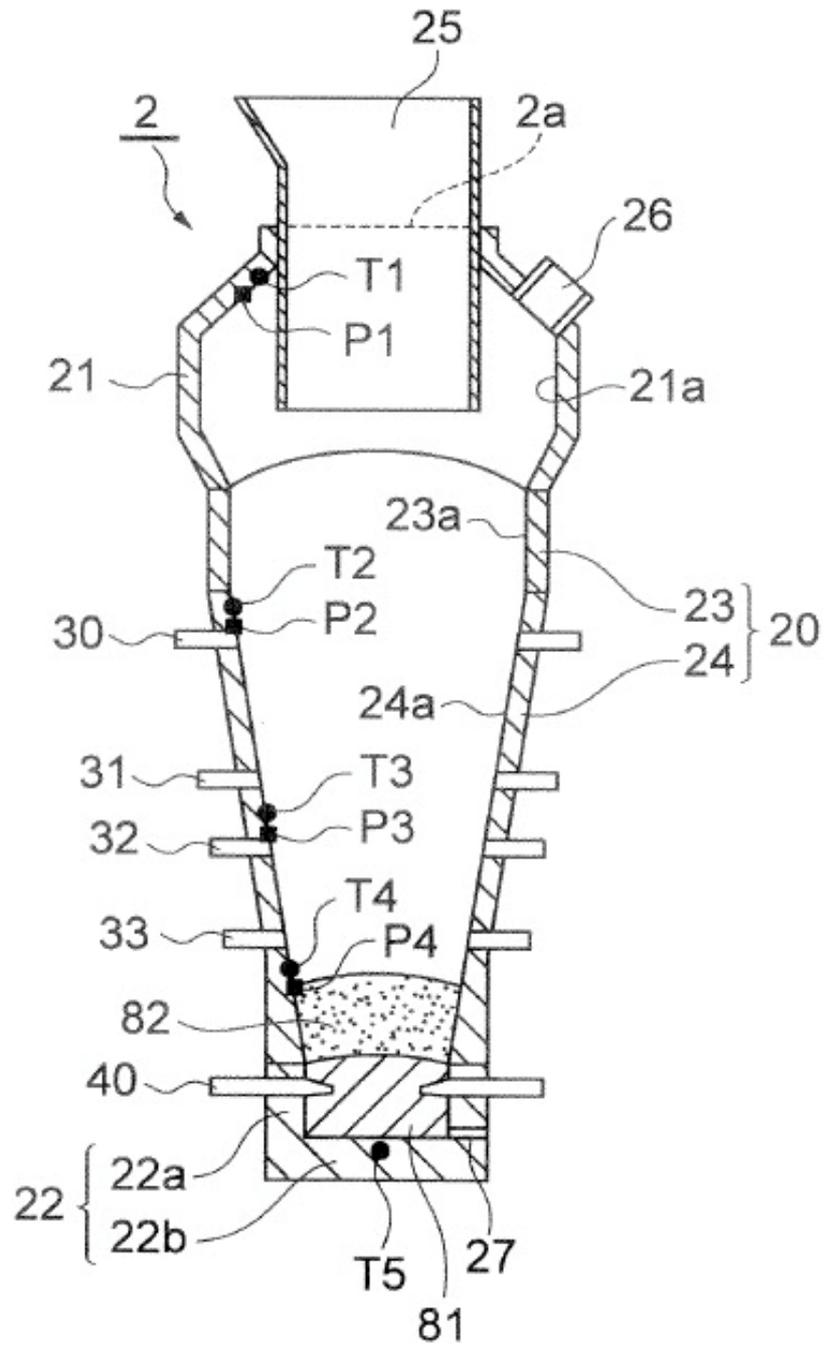


Fig.3

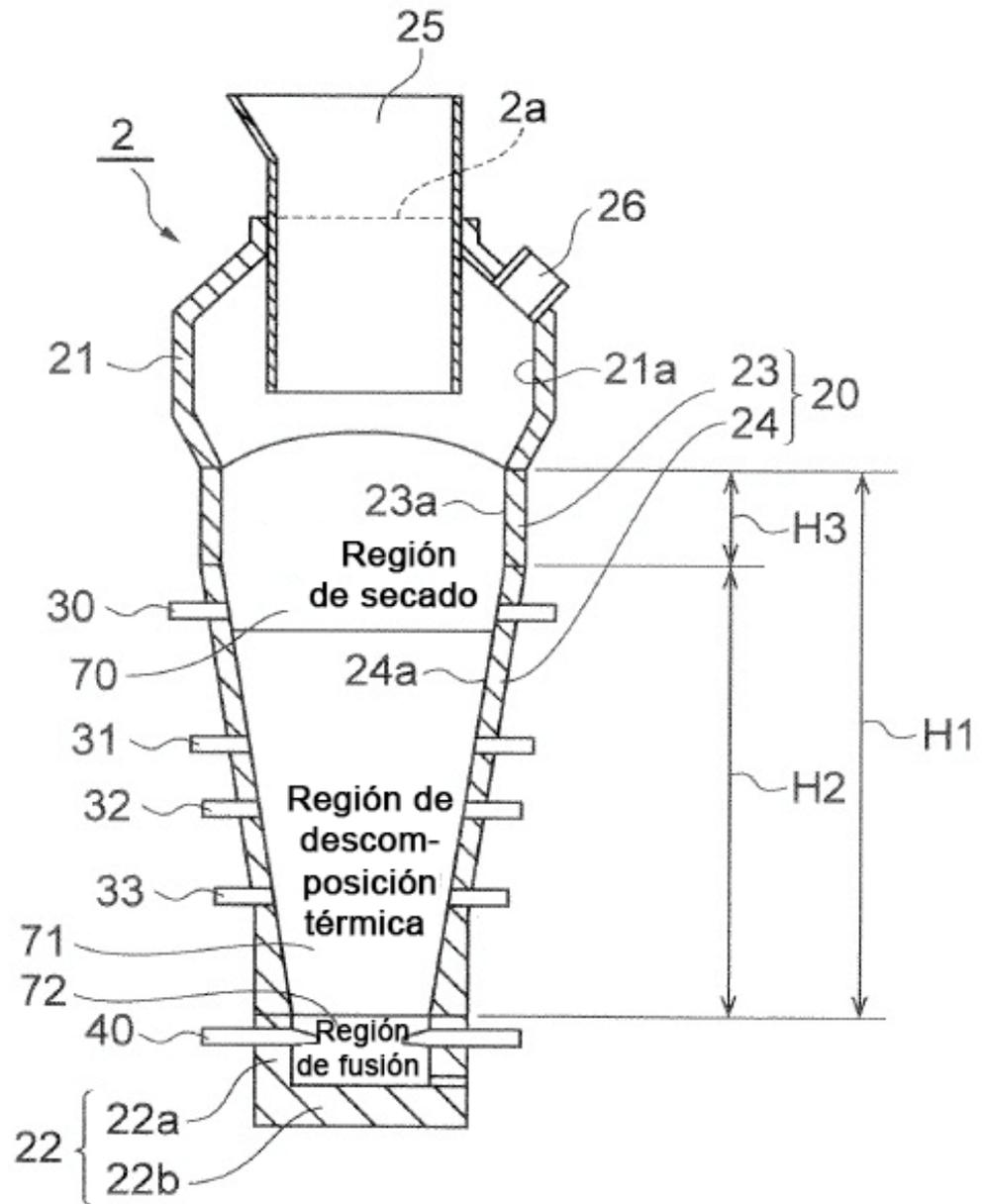


Fig.4

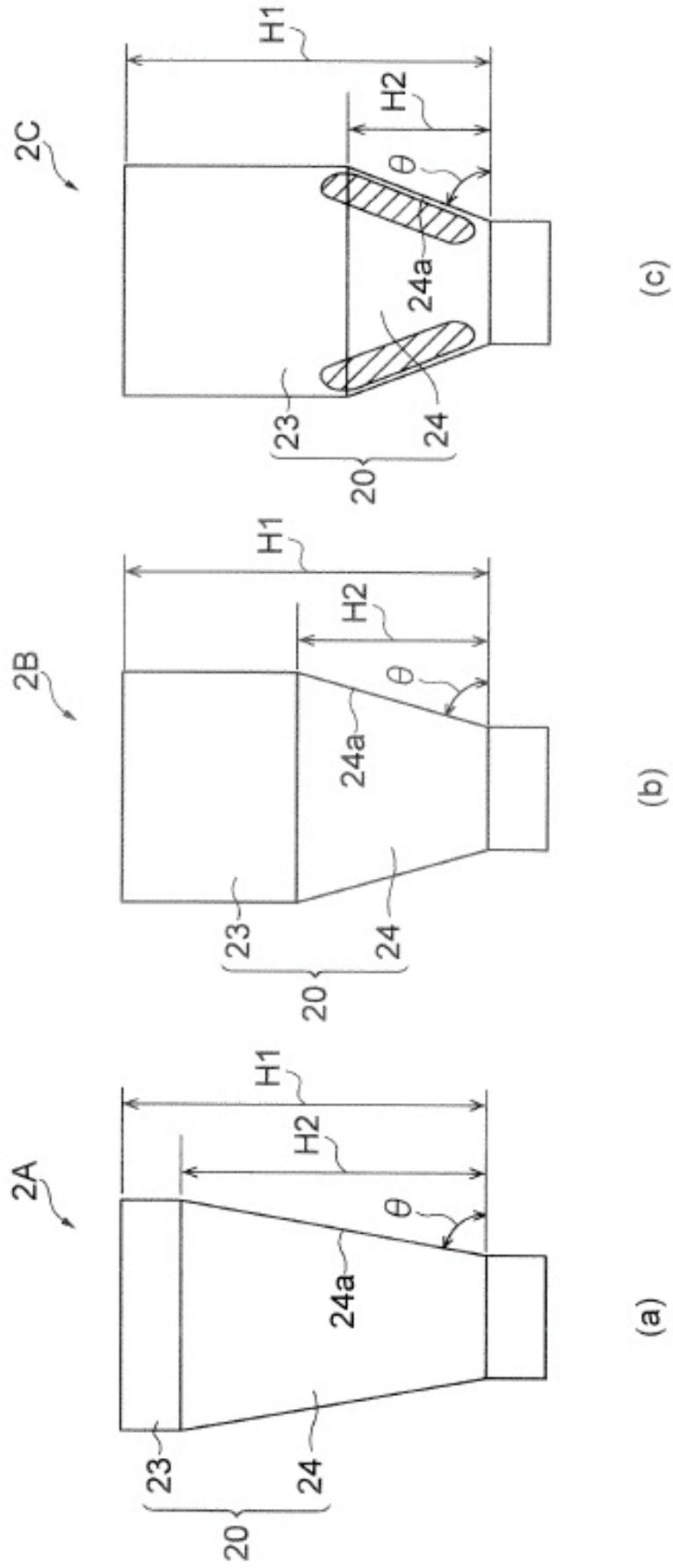


Fig.5

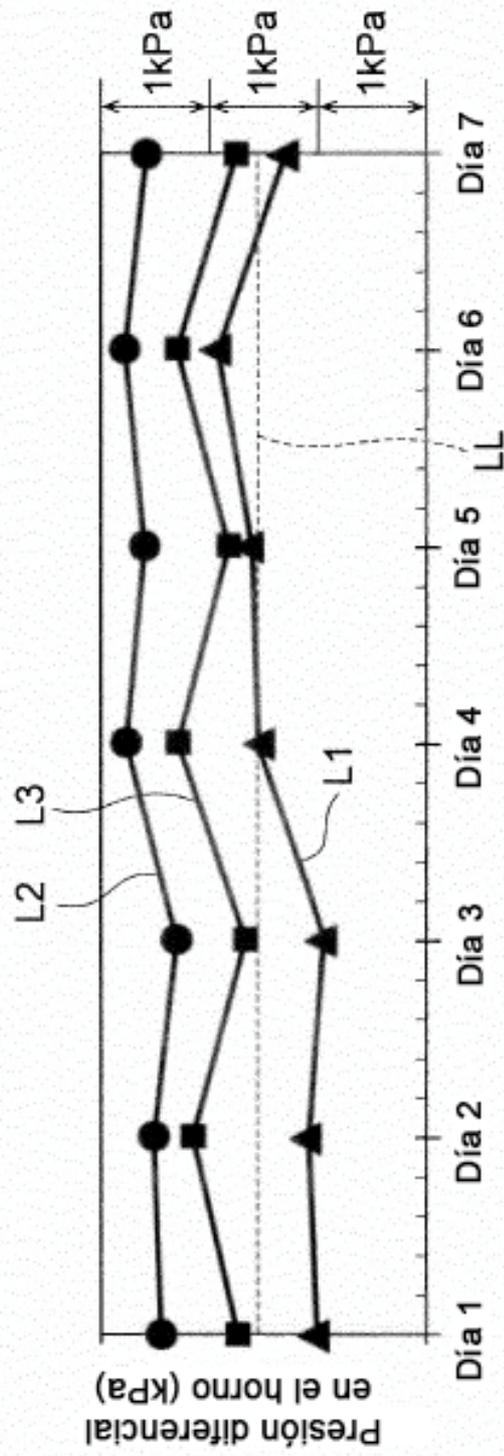


Fig.6

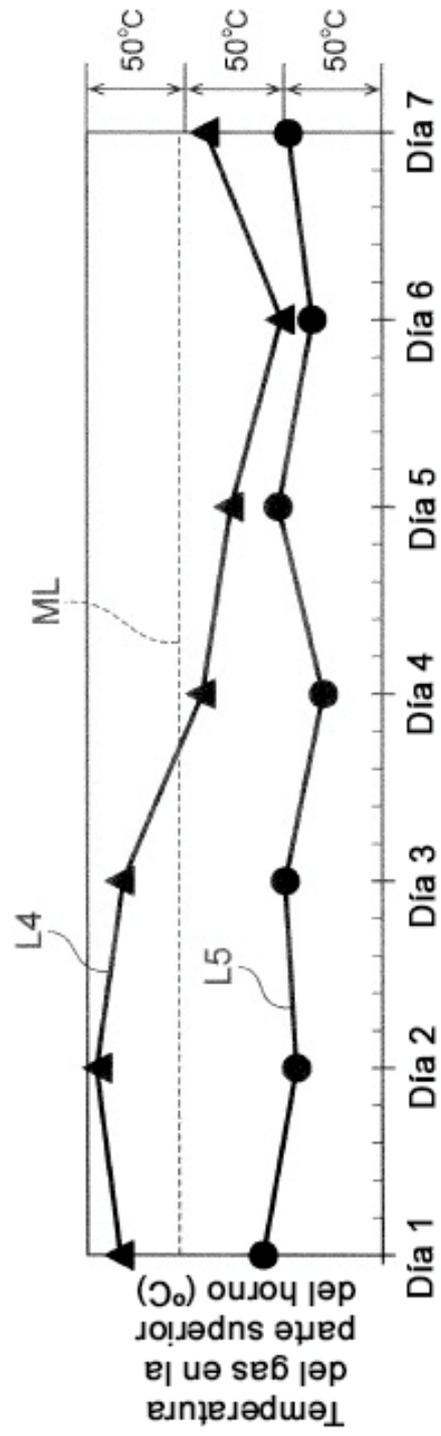
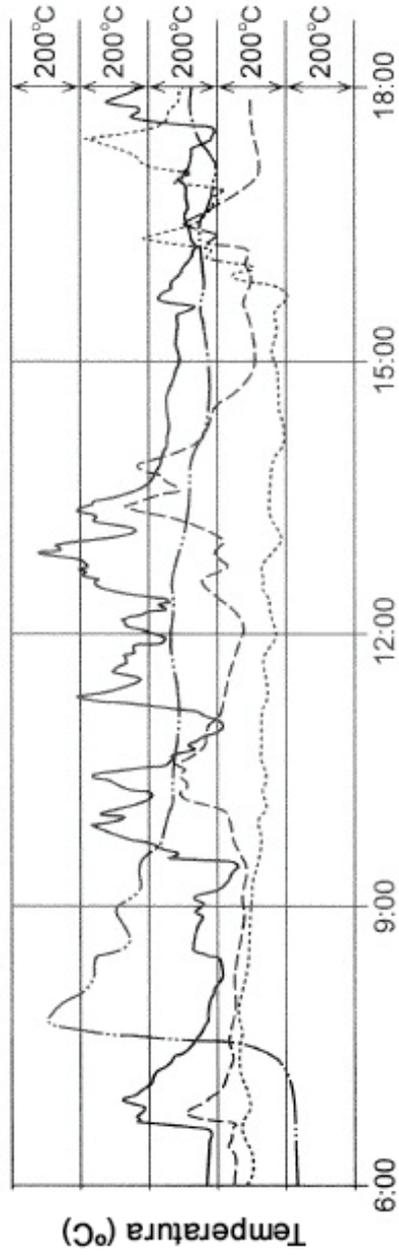


Fig.7
(a)



(b)

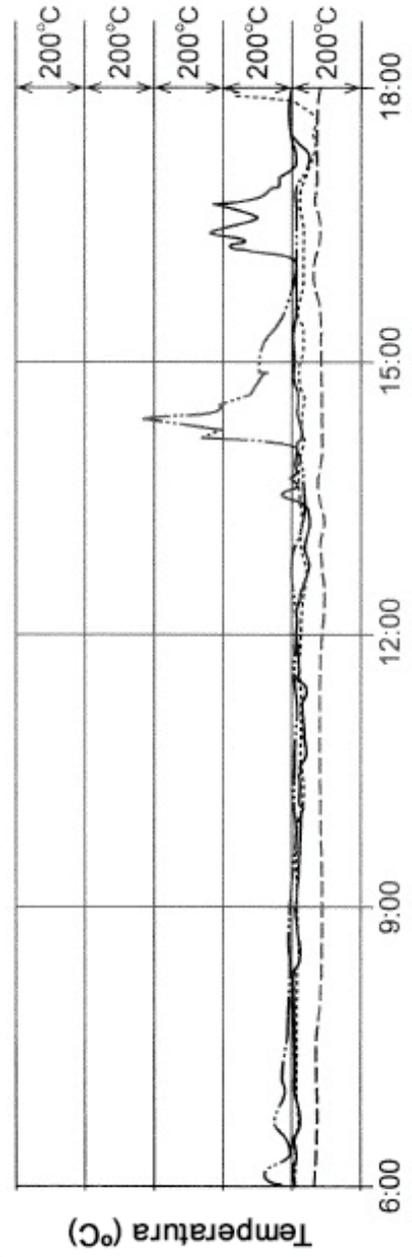


Fig.8

		Ejemplo 1	Ejemplo comparativo 1
Cantidad de desechos procesados	t/día	128,7	127,6
Relación de coque	kg/TR	-12,7	-
Presión diferencial en el horno	kPa	+1,5	-
Temperatura del gas en la parte superior del horno	°C	-113	-

Fig.9

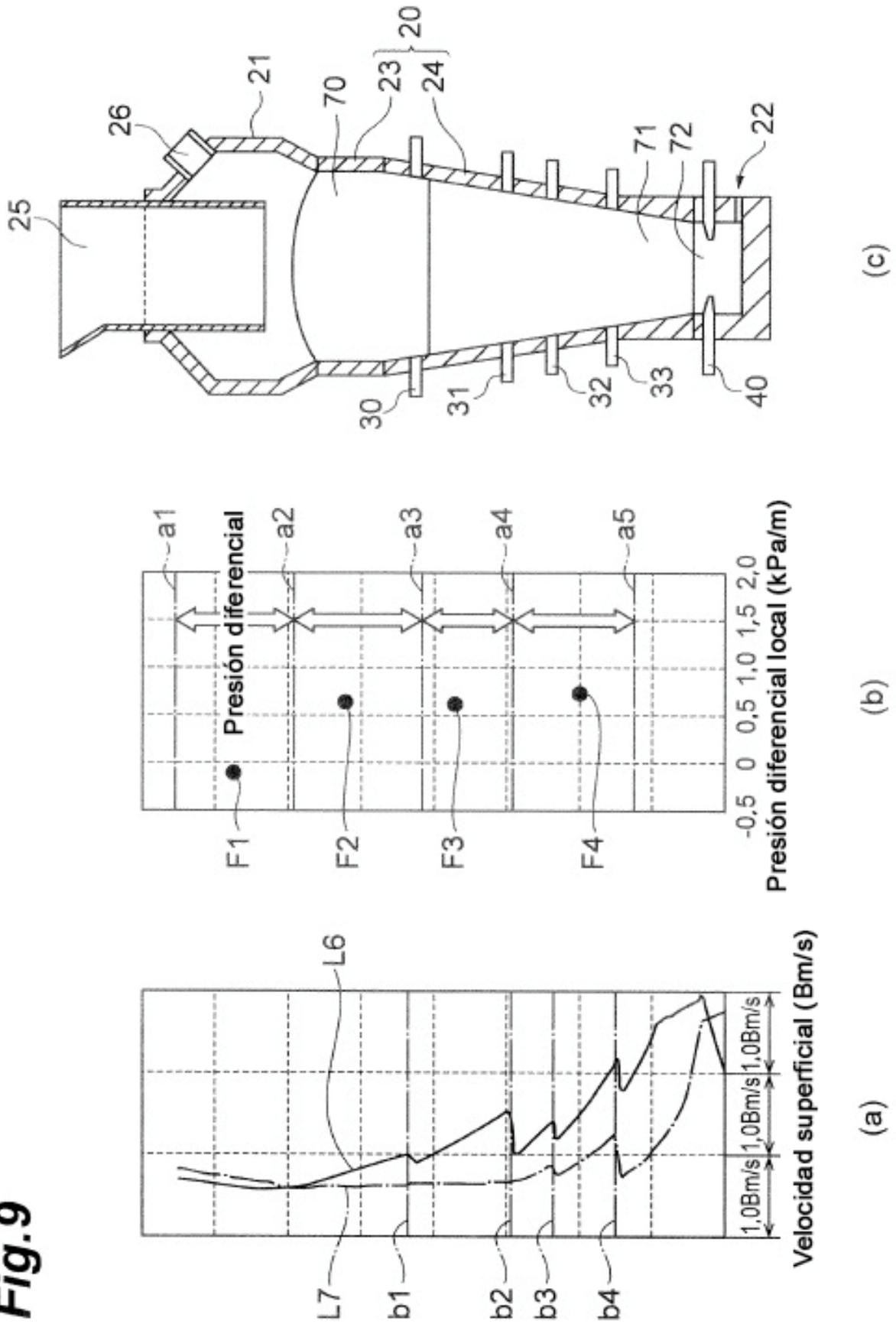


Fig.10

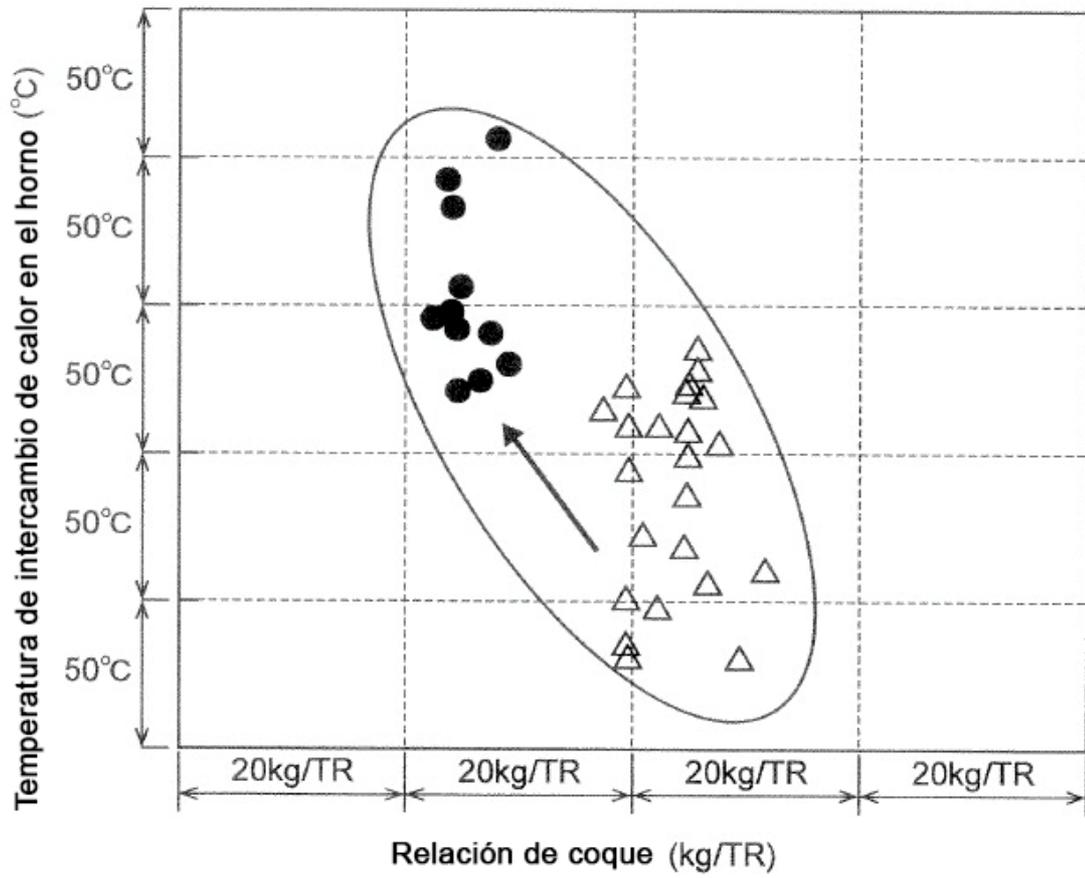


Fig.11

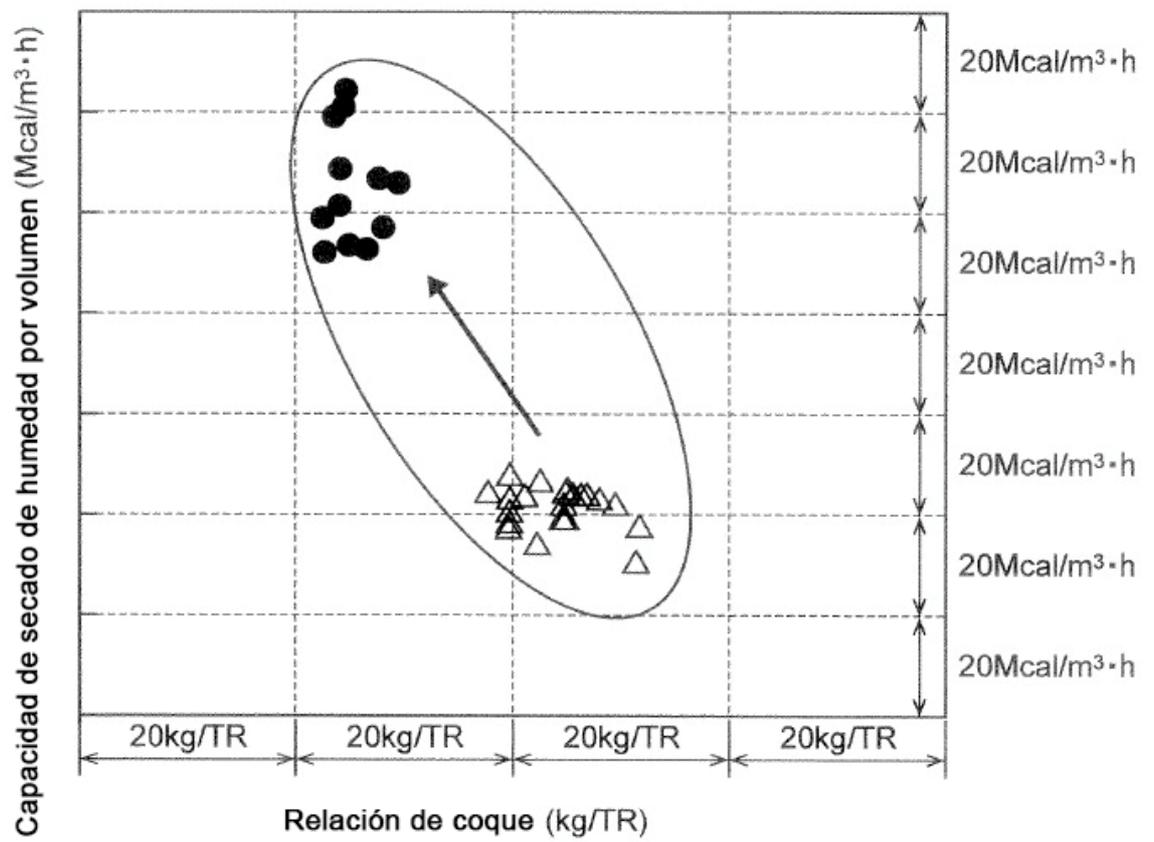


Fig.12

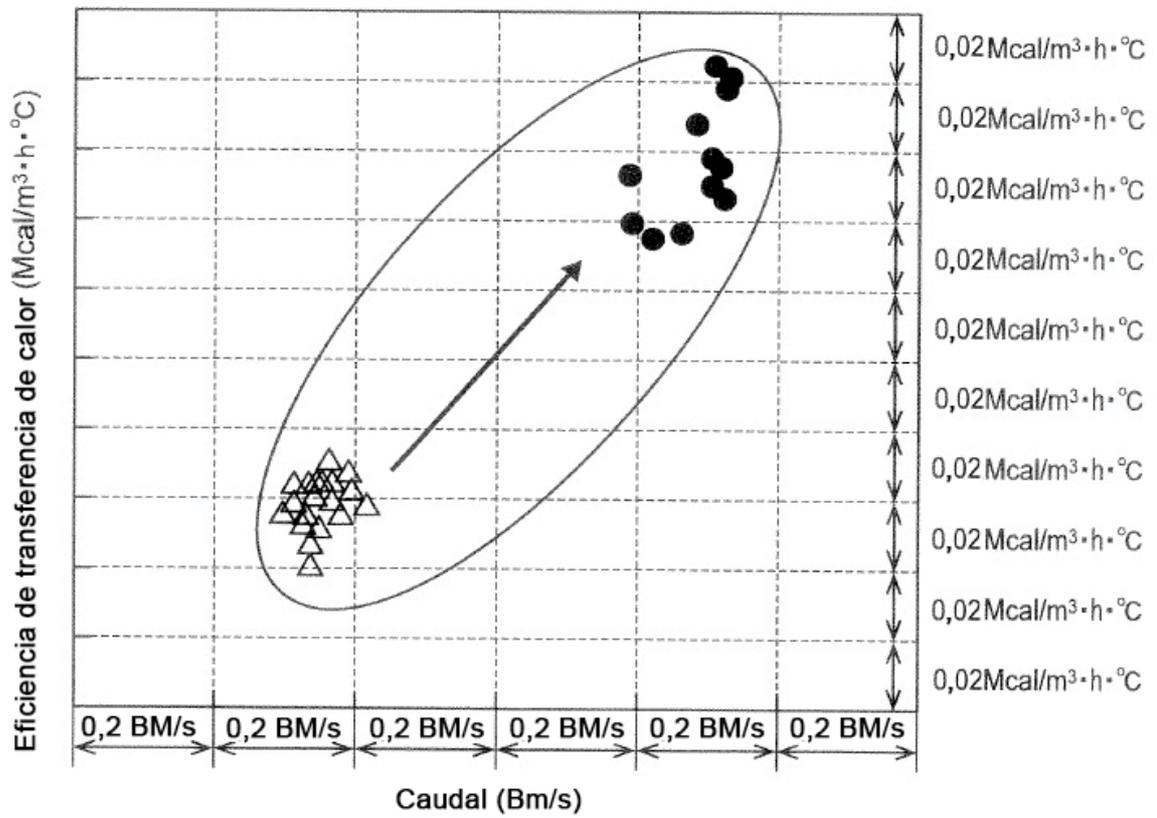


Fig.13

