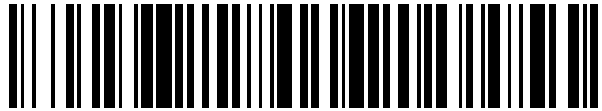


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 781 312**

51 Int. Cl.:

B01D 53/34 (2006.01)

A47L 9/16 (2006.01)

B01D 45/12 (2006.01)

B01D 53/44 (2006.01)

B01D 53/68 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.01.2018** **E 18150528 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2019** **EP 3354328**

54 Título: **Un sistema y método para purificar gas**

30 Prioridad:

25.01.2017 PL 42030117

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

01.09.2020

73 Titular/es:

**MTT TECHNOLOGIES GMBH (100.0%)
Mühlestrasse 12
3173 Oberwagen b. Bern, CH**

72 Inventor/es:

PAROSA, RYSZARD

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 781 312 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

Un sistema y método para purificar gas

5 Campo técnico

La presente divulgación se refiere a gas de purificación, en particular gas que está contaminado con compuestos orgánicos.

10 Antecedentes

Se conocen varios métodos para la purificación de una corriente de gas contaminado.

15 La patente polaca PL195905B divulga un método para purificar una corriente de gas que contiene impurezas orgánicas, en el que la corriente de gas fluye hacia fuera de un reactor para la condensación de una fase sólida, en poliésteres y poliamidas aromáticas particulares. En ese método, el gas que contiene oxígeno se entrega a una corriente de gas con contaminantes. La corriente combinada de gas a alta temperatura, en particular de 280 °C a 380 °C, se transporta posteriormente a un convertidor catalítico, que comprende rodio o aleación de rodio en un vehículo poroso neutro. Se utiliza una cantidad subestequiométrica de oxígeno en relación con contaminantes orgánicos y/o la relación de oxígeno a contaminantes se controla mediante una sonda lambda.

25 También hay sistemas conocidos para purificar gas que comprenden una cámara llena de insertos cerámicos, que se calientan con microondas (véase, por ejemplo, KR100794236B). Llenar la cámara con accesorios cerámicos limita el espacio dentro de la cámara, por lo que el volumen de gas que pasa a través del depósito por unidad de tiempo es considerablemente limitado. Esto da como resultado una limitación significativa de la eficiencia del dispositivo. Además, calentar el gas indirectamente calentando insertos de cerámica con microondas es un proceso que requiere mucha energía. Los generadores de microondas tienen una eficiencia de aproximadamente el 60% y, como resultado, se pierde aproximadamente el 40% de la energía extraída del suministro eléctrico. En soluciones conocidas, el gas a purificar se coloca en una zona en la que tiene la temperatura alta requerida solo durante un tiempo relativamente corto y después de pasar por la zona con los insertos cerámicos calentados se enfría rápidamente. Como resultado, el tiempo de combustión de los contaminantes (es decir, el tiempo durante el cual los contaminantes se oxidan) es corto, lo que afecta la eficiencia del proceso de purificación. Por lo tanto, para garantizar la quema efectiva de contaminantes basados en esa solución, se necesitan varias secciones posteriores con calentadores de microondas, lo que aumenta el consumo de energía y los costes generales de esa instalación.

35 Por lo tanto, hay una necesidad de mejorar la eficiencia de gas de purificación y reducir los costes de funcionamiento y de fabricación del sistema, manteniendo una estructura sencilla del sistema.

40 Resumen

Se divulga en el presente documento un sistema para purificar gas de contaminantes, el sistema comprende: un ciclón conectado a un generador de ozono; un intercambiador de calor que tiene un primer canal para gas y un segundo canal para gas, colocados uno con respecto al otro de tal manera que el calor se intercambia entre el primer canal y el segundo canal; una cámara de postcombustión que tiene una entrada de gas, una salida de gas y un tubo de cerámica que se extiende a lo largo del eje de la cámara de postcombustión, en el que un primer extremo del tubo de cerámica está ubicado dentro de una parte de la cámara de postcombustión opuesta a la entrada de gas de la cámara de postcombustión, y un segundo extremo de la tubería constituye una salida de gas, que se encuentra fuera de la cámara de postcombustión y sale de la cámara de postcombustión cerca de la entrada de gas, y en el que la cámara de postcombustión comprende una disposición consecutiva, a lo largo de su eje, desde el lado de la entrada de gas de un conjunto de elementos calefactores y radiadores de microondas, y en el que en las paredes de la cámara de postcombustión cerca de los radiadores de microondas se colocan elementos cerámicos; en donde el ciclón está conectado a través del primer canal del intercambiador de calor a la entrada de la cámara de postcombustión, y la salida de la cámara de postcombustión está conectada al segundo canal del intercambiador de calor, cuyo extremo está conectado a la salida de gas en la atmósfera, y en el que el sistema comprende además un recipiente con un depósito de carbonato de calcio ubicado a lo largo de la trayectoria del flujo de gas después del primer canal del intercambiador de calor.

60 El recipiente con el depósito de carbonato de calcio puede estar situado entre la salida de gas de la cámara de postcombustión y el segundo canal del intercambiador de calor.

El recipiente con el depósito de carbonato de calcio se puede colocar detrás del segundo canal del intercambiador de calor.

65 El recipiente con el depósito de carbonato de calcio puede ser posicionado entre el primer canal del intercambiador de calor y la entrada de la cámara de postcombustión.

También se divulga un método para purificar gases contaminantes en un sistema como se describió anteriormente, el método comprende: en el ciclón, ozonizar y eliminar el polvo del gas; dirigir el gas del ciclón a la cámara de postcombustión a través del primer canal del intercambiador de calor; quemar el gas en la cámara de postcombustión consecutivamente por medio de elementos de calentamiento que tienen una temperatura dentro de un rango de 600 a 800 °C, y por medio de generadores de microondas que calientan los elementos cerámicos a una temperatura dentro de un rango de 800 a 1200 °C; dirigir el gas calentado desde la cámara de postcombustión hasta el segundo canal del intercambiador de calor, calentando así el gas que fluye a través del primer canal del intercambiador de calor; descargar el gas a la atmósfera a través de la salida de gas; y pasar el gas, que sale del primer canal del intercambiador de calor, a través del recipiente con el depósito de carbonato de calcio, calentando así el depósito a una temperatura dentro de un rango de 300 a 500 °C.

Breve descripción de los dibujos

La divulgación se muestra por medio de ejemplos de realización en un dibujo, donde:

La figura 1 presenta una primera realización del sistema;

La figura 2 presenta una segunda realización del sistema;

La figura 3 presenta una tercera realización del sistema;

La figura 4 presenta un método para purificar gas.

Descripción detallada

La figura 1 presenta una primera realización del sistema. Comprende un ciclón 10 conectado a un generador 13 de ozono, que tiene una entrada dedicada para introducir ozono en el mismo. El gas a purificar ingresa al sistema a través de la entrada 11 de gas del ciclón 10. El ciclón 10 tiene paredes internas revestidas con un material cerámico u otro revestimiento que es resistente a la oxidación (como una pintura polimérica). Un recipiente 12 para polvo se encuentra en la parte inferior del ciclón 10. En realizaciones alternativas, se puede usar un multiciclón en lugar del ciclón 10.

El sistema comprende además un intercambiador de calor que tiene un primer canal 21 y un segundo canal 22 para conducir gas. Los canales 21 y 22 se colocan uno con respecto al otro para permitir el intercambio de calor entre ellos. Por ejemplo, una parte de un canal se puede colocar dentro del otro canal, de modo que el gas que fluye a través de un canal transfiere su calor al gas que fluye a través del otro canal.

El sistema comprende además una cámara 30 térmica cilíndrica de calentamiento aislada que tiene una entrada 32 de gas y una salida 37 de gas. El ciclón 10 está conectado a través del primer canal 21 del intercambiador de calor a la entrada 32 de la cámara 30 de calentamiento. Dentro de la cámara 30 de calentamiento hay un tubo 31 de cerámica que se extiende a lo largo del eje de la cámara 30 de calentamiento. El tubo está hecho de un material cerámico, preferiblemente carburo de silicio. El primer extremo 33 del tubo 31 está ubicado dentro de la parte de la cámara 30 de calentamiento que está opuesta a la entrada 32 de gas de la cámara 30 de calentamiento, y el segundo extremo del tubo 31 constituye una salida 37 de gas, que está ubicada fuera del cámara 30 de calentamiento y sale de su parte cerca de la entrada 32 de gas. La cámara 30 de calentamiento comprende el siguiente elemento, dispuesto consecutivamente a lo largo de su eje desde el lado de la entrada 32 de gas: un conjunto de calentadores 36 eléctricos y al menos dos radiadores 34 de microondas. Los calentadores 36 eléctricos y/o un quemador de gas calientan el gas a una temperatura dentro de un rango de 600 a 800 °C. En algunas aplicaciones, podría ser preferible realizar el recalentamiento inicial por medio de un quemador en lugar de por medio de calentadores eléctricos. Además, los elementos 35 cerámicos para absorber microondas se colocan en las paredes de la cámara 30 de calentamiento y de la tubería 31. Los elementos 35 cerámicos están dispuestos a lo largo de la trayectoria del gas que fluye de manera que interrumpa el flujo del gas lo menos posible. Esto mejora la eficiencia del sistema. Por ejemplo, los elementos 35 cerámicos pueden estar hechos de carburo de silicio. Los elementos 35 cerámicos se calientan con energía de microondas a una temperatura de aproximadamente 800 a 1200 °C, dependiendo del tipo de contaminantes en el gas, lo que da como resultado el calentamiento del gas que pasa a lo largo de los elementos cerámicos. Como resultado, el gas calentado se devuelve después de pasar toda la longitud de la cámara 30 de postcombustión y se bombea en una dirección opuesta dentro del tubo 31, lo que permite un almacenamiento más prolongado del gas que se purifica en una zona de alta temperatura. En otras palabras, el gas calentado por el calentador 36 eléctrico se bombea a lo largo de la pared exterior del tubo 31 de cerámica, y posteriormente se dirige dentro del tubo 31 cerca de los elementos 35 de cerámica, donde el gas fluye en una dirección opuesta y es calentado adicionalmente como resultado del contacto con el tubo 31 calentado con la energía de microondas. Esto extiende el tiempo durante el cual los contaminantes se oxidan. La altura de la cámara 30 de calentamiento y de la tubería 31 colocada en ella está diseñada preferiblemente para garantizar que los gases tengan una temperatura superior a 800 °C durante al menos 4 segundos, para garantizar la combustión completa de los contaminantes en el gas.

Los calentadores 36 eléctricos están controlados por un conjunto de termopares colocados dentro de la cámara de postcombustión. Los elementos 35 cerámicos comprenden preferiblemente aditivos de metales, preferiblemente del

grupo platino. Después de calentar con microondas y el calor de los elementos 35 cerámicos hasta la temperatura requerida dentro del rango de 800 a 1200 °C, el gas regresa, al ser dirigido dentro del tubo 31 cerámico, que también se calienta con las microondas de los radiadores 34 de microondas.

5 La salida 37 de la cámara 30 de calentamiento, que es también la salida del tubo 31 de cerámica, está conectado al segundo canal 22 del intercambiador de calor. El extremo del segundo canal 22 está conectado a la salida 24 del gas a la atmósfera. Por lo tanto, el sistema constituye una ruta de flujo para que el gas se purifique, en el que el primer elemento es el ciclón 10 con la entrada 11 del gas contaminado, y el último elemento es la salida 24 del gas purificado a la atmósfera. Además, a lo largo de la ruta de flujo de gas dentro del sistema, detrás del primer canal 21 del intercambiador de calor, hay un recipiente 23 con un depósito de carbonato de calcio.

En la primera realización, el recipiente 23 con el depósito de carbonato de calcio se coloca entre la salida 37 de gas de la cámara 30 de calentamiento y el segundo canal 22 del intercambiador de calor.

15 Las otras formas de realización incluyen otros ejemplos de posicionamiento del recipiente 23. La cámara se llena con carbonato de calcio granulado, que constituye un absorbedor seco de cloro, flúor y azufre.

La figura 2 presenta una segunda realización del sistema. La segunda realización difiere de la primera realización de la Fig. 1 en que el recipiente 23 con el depósito de carbonato de calcio se coloca a lo largo de la trayectoria del flujo de gas detrás del segundo canal 22 del intercambiador de calor.

La figura 3 presenta una tercera realización del sistema. La tercera realización difiere de la primera realización de la figura 1 en que el recipiente 23 con el depósito de carbonato de calcio se coloca a lo largo de la trayectoria del flujo de gas entre el primer canal 21 del intercambiador de calor y la entrada 32 de la cámara 30 de calentamiento.

25 La figura 4 presenta un método para purificar gas en un sistema como se presentó anteriormente. Inicialmente, el gas en el ciclón 10 se ozoniza en el paso 101 y se elimina el polvo en el paso 102. Debido a la introducción de ozono en el ciclón 10, el gas se oxida. El gas a purificar, junto con el exceso de ozono, se dirige en el paso 103 al primer canal 21 del intercambiador de calor, en el que el gas se calienta por el gas que ya se ha quemado en la cámara 30 de postcombustión. El exceso de ozono O_3 se reduce con éxito a O_2 en la zona de mayor temperatura, lo que elimina la necesidad de utilizar soluciones como un depósito de carbón activado (que requeriría ser reemplazado con frecuencia). El ozono se reduce a oxígeno, involucrando el ozono que no reaccionó dentro del ciclón 10, en el gas que sale del ciclón 10 mientras pasa a través del primer canal 10 del intercambiador de calor.

35 Posteriormente, el gas se dirige desde el primer canal 21 del intercambiador de calor en la parte superior de la cámara de postcombustión 30 a través de su entrada 32 de gas. A lo largo de su camino, el gas que está siendo purificado es quemado en el paso 104, posteriormente, por medio de el calentador 36 eléctrico y/o el quemador de gas a una temperatura dentro de un rango de 600 a 800 °C, así como por medio de generadores 34 de microondas que calientan los elementos 35 cerámicos a la temperatura de 800 a 1200 °C. Al menos dos radiadores 34 de microondas están colocados en la carcasa de la cámara 30 de calentamiento, que tienen generadores de microondas que emiten energía de microondas sobre los elementos 35 cerámicos colocados en la parte superior de la cámara 30 de calentamiento y el tubo 31 de cerámica.

45 El aire caliente previamente calentado por los calentadores 36 eléctricos y recalentado por los elementos 35 cerámicos calientes, provocando la quema catalítica de contaminantes en el gas que está siendo purificado, se dirige dentro de la tubería 31, en el que los contaminantes se queman más.

Después de la quema en la cámara 30 de postcombustión, el gas se devuelve al intercambiador de calor, y en particular en su segundo canal 22. En otras palabras, el gas calentado es dirigido en el paso 105 de la cámara 30 de calentamiento en el segundo canal 22 del intercambiador de calor, calentando así el gas que fluye a través del primer canal 21 del intercambiador de calor. El gas enfriador dirigido al primer canal 21 se calienta mediante un intercambiador de calor, en el que el gas caliente después de ser purificado en la cámara 30 catalítica de postcombustión se enfría, calentando el gas enfriador introducido a través del primer canal 21 desde el ciclón 10. Posteriormente, el gas purificado se descarga 106 a la atmósfera a través de la salida 24 de gas. Además, después de que el gas abandona el primer canal 21 del intercambiador de calor, se dirige en el paso 107 a través del recipiente 23 con el depósito de carbonato de calcio, calentándolo así, preferiblemente hasta una temperatura de 300-500 °C. El gas calentado en el intercambiador, preferiblemente hasta 300 a 500 °C, se bombea posteriormente a través del recipiente 23. La temperatura se selecciona dentro de estos límites debido a que los gránulos calientes absorben el cloro, el flúor y el azufre de manera mucho más efectiva, pero calentando hasta una temperatura más alta (es decir, superior a 500 °C) daría como resultado la fusión de los gránulos. Dependiendo de la realización particular, el gas se hace pasar a través del depósito con carbonato de calcio: directamente después de dirigir el gas desde el ciclón a través del primer canal 21 del intercambiador de calor en la etapa 103; o directamente después de quemar el gas en la cámara 30 de postcombustión en el paso 104; o directamente después de dirigir el gas calentado a través del segundo canal 22 del intercambiador de calor en el paso 105.

65

El método tal como se presenta en el presente documento permite aumentar la eficiencia de purificación del gas mediante el uso de componentes particulares del sistema que está dispuesto en un orden particular.

5 La dirección del gas a una temperatura elevada a través del recipiente 23 con el depósito de carbonato de calcio permite la absorción eficiente de cloro, flúor y azufre (así como sus compuestos) contenidos en el gas. La energía calorífica del gas quemado (que en condiciones normales se desperdiciaría mientras se enfría el gas) se usa aquí para aumentar la eficiencia de la purificación del gas. Por lo tanto, se ahorra energía y se aumenta la eficiencia de la purificación, lo que permite la reducción de costes y proporciona un sistema con una estructura compacta. Además, en el gas que sale del ciclón 10, mientras pasa a través del primer canal 10 del intercambiador de calor, el ozono que no reaccionó dentro del ciclón se convierte en oxígeno. La introducción del ozono permite un aumento más rápido y rentable de la temperatura del gas que se purifica. Además, la distribución de los elementos 35 de cerámica en la parte superior de la cámara 30 de postcombustión, al ubicarlos cerca de las paredes de la cámara 30 directamente detrás de los calentadores 36 eléctricos, y al colocar un tubo 31 de cerámica en el interior, permite un recalentamiento y quema eficiente del gas purificado, con un ahorro máximo del espacio ocupado por el sistema. Dicha configuración también permite aumentar el rendimiento al garantizar el flujo libre de gas cerca de los elementos de calentamiento.

10

15

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para purificar gas, el sistema comprende:

- 5 - un ciclón (10) conectado a un generador (13) de ozono;
- un intercambiador de calor que tiene un primer canal (21) para gas y un segundo canal (22) para gas, colocados uno con respecto al otro de manera que el calor se intercambia entre el primer canal (21) y el segundo canal (22);
- 10 - una cámara (30) de postcombustión cilíndrica que tiene una entrada (32) de gas, una salida (37) de gas y un tubo (31) de cerámica que se extiende a lo largo del eje de la cámara (30) de postcombustión, en el que un primer extremo (33) del tubo (31) de cerámica está ubicado dentro de una parte de la cámara (30) de postcombustión opuesta a la entrada (32) de gas de la cámara (30) de postcombustión, y un segundo extremo del tubo (31) constituye una salida (37) de gas, que se encuentra fuera de la cámara (30) de postcombustión y sale de la cámara de postcombustión
- 15 cerca de la entrada (32) de gas, y en el que la cámara (30) de postcombustión comprende una disposición consecutiva, a lo largo de su eje, desde el lado de la entrada (32) de gas de un conjunto de elementos de calentamiento y radiadores (34) de microondas, y en el que en las paredes de la cámara (30) de postcombustión cerca de los radiadores (34) de microondas hay elementos (35) cerámicos colocados;
- 20 - en el que el ciclón (10) está conectado a través del primer canal (21) del intercambiador de calor a la entrada (32) de la cámara (30) de postcombustión, y la salida (37) de la cámara (30) de postcombustión está conectada al segundo canal (22) del intercambiador de calor, cuyo extremo está conectado a la salida (24) de gas a la atmósfera;
- y en el que el sistema comprende además un recipiente (23) con un depósito de carbonato de calcio ubicado a lo largo de la trayectoria del flujo de gas después del primer canal (21) del intercambiador de calor.
- 25
2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el recipiente (23) con el depósito de carbonato de calcio se coloca entre la salida (37) de gas de la cámara (30) de postcombustión y el segundo canal (22) del intercambiador de calor.
- 30
3. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el recipiente (23) con el depósito de carbonato de calcio se coloca detrás del segundo canal (22) del intercambiador de calor.
4. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el recipiente (23) con el depósito de carbonato de calcio se coloca entre el primer canal (21) del intercambiador de calor y la entrada (32) de la cámara (30) de postcombustión.
- 35
5. Un método para purificar gas de contaminantes en un sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el método:
- 40 - en el ciclón (10), ozonizar (101) y eliminar el polvo (102) del gas;
- dirigir (103) el gas desde el ciclón (10) hasta la cámara (30) de postcombustión a través del primer canal (21) del intercambiador de calor;
- 45 - quemar (104) el gas en la cámara (30) de postcombustión consecutivamente por medio de elementos calefactores que tengan una temperatura dentro de un rango de 600 a 800 °C, y por medio de generadores (34) de microondas que calientan los elementos (35) cerámicos a una temperatura dentro de un rango de 800 a 1200 °C;
- dirigir (105) el gas calentado desde la cámara (30) de postcombustión hasta el segundo canal (22) del intercambiador de calor, calentando así el gas que fluye a través del primer canal (21) del intercambiador de calor;
- 50 - descargar (106) el gas a la atmósfera a través de la salida (24) de gas; y
- pasar (107) el gas, que sale del primer canal (21) del intercambiador de calor, a través del recipiente (23) con el depósito de carbonato de calcio, calentando así el depósito a una temperatura dentro de un rango de 300 a 500 °C.
- 55

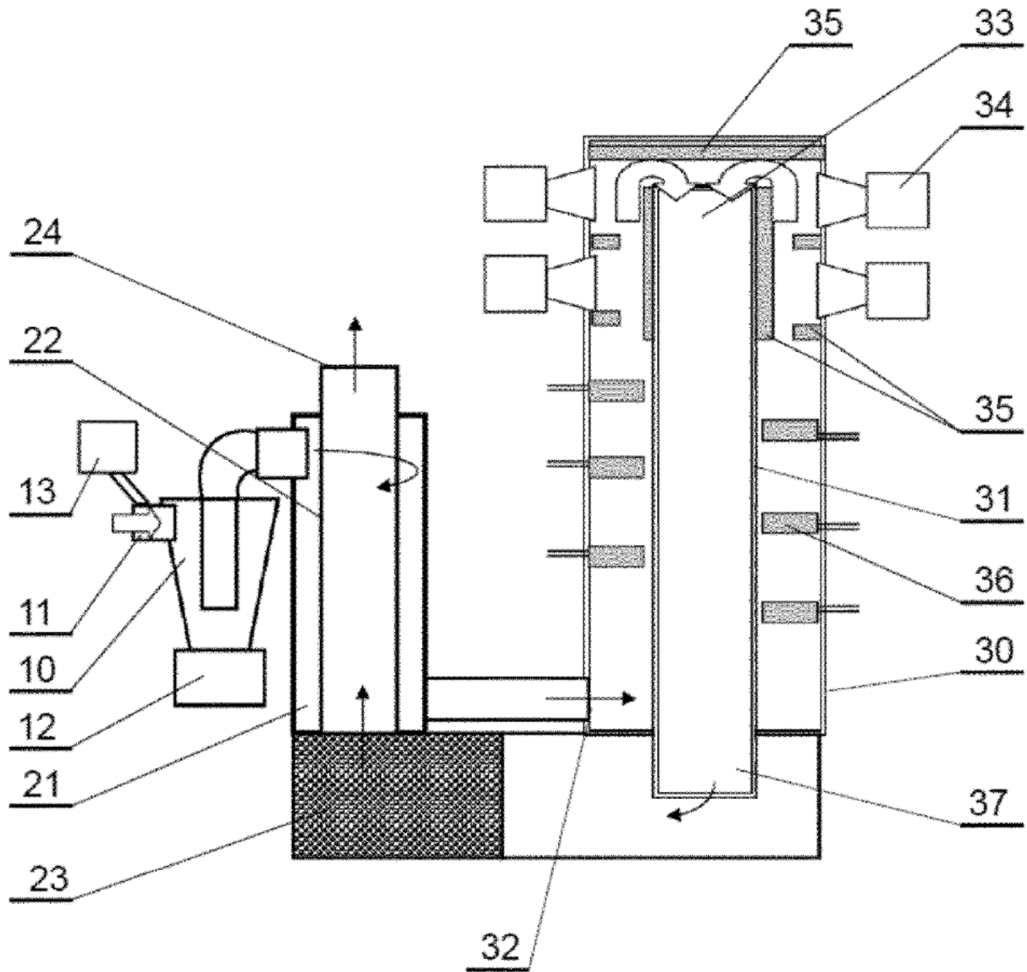


Fig. 1

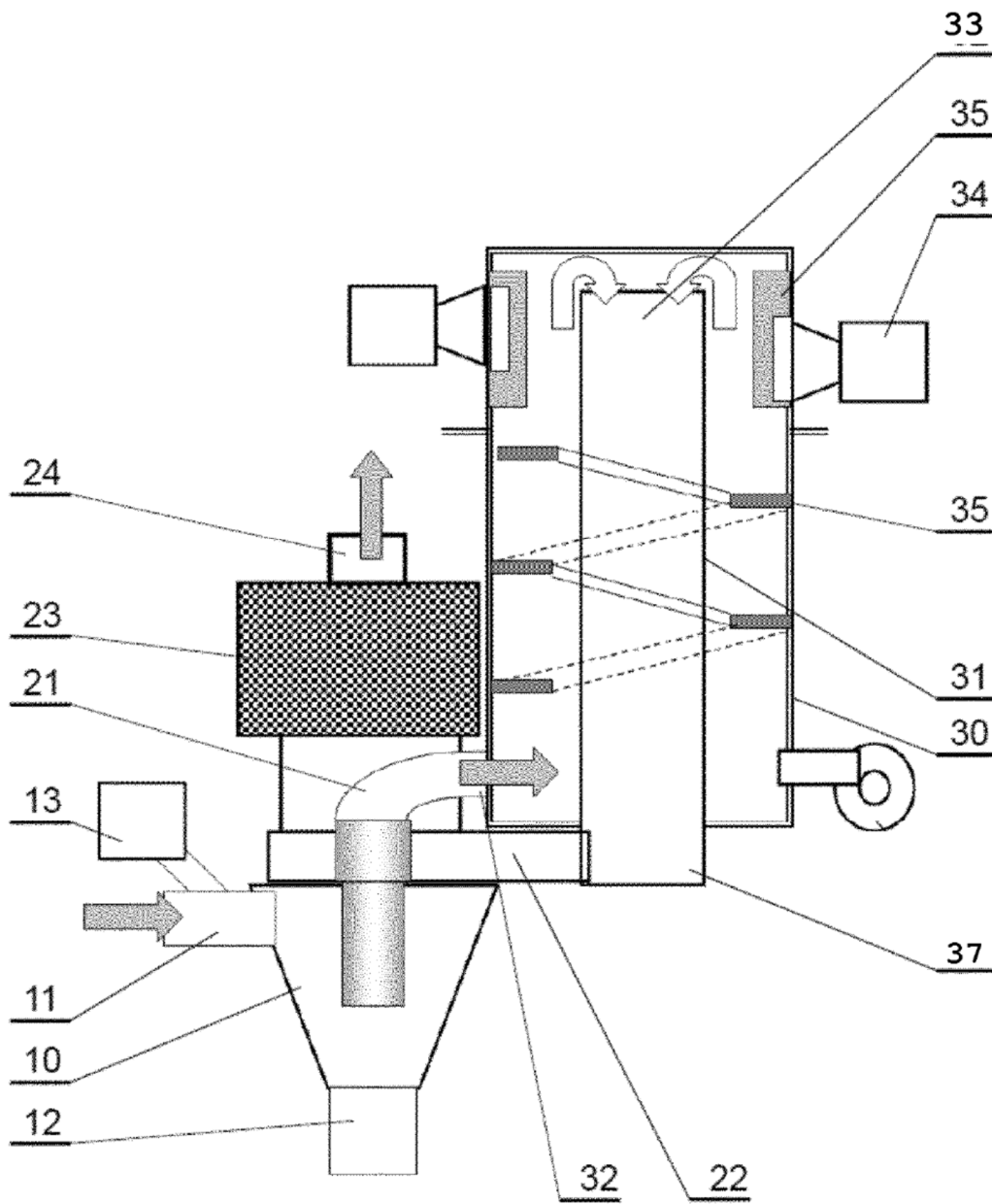


Fig. 2

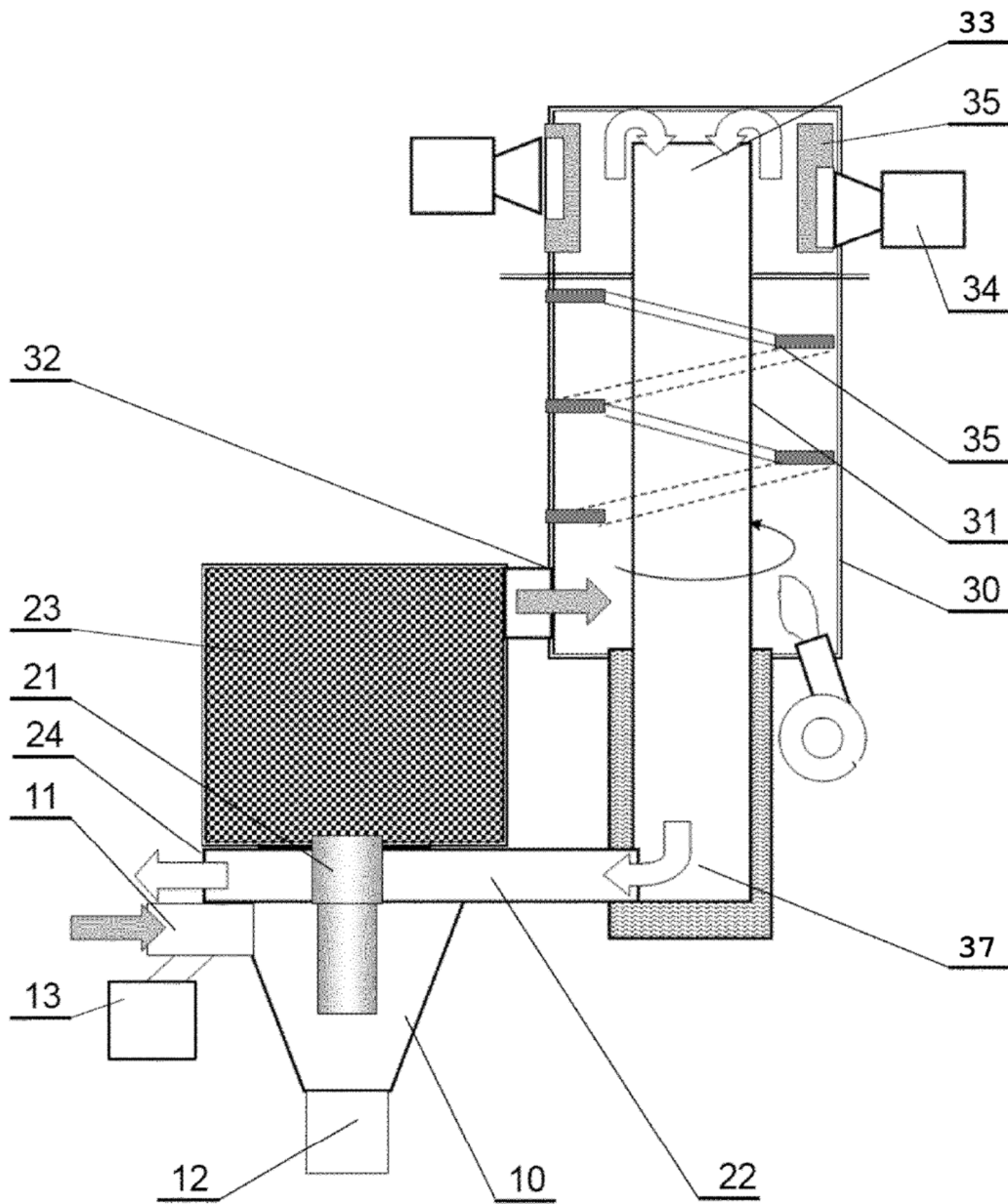


Fig. 3

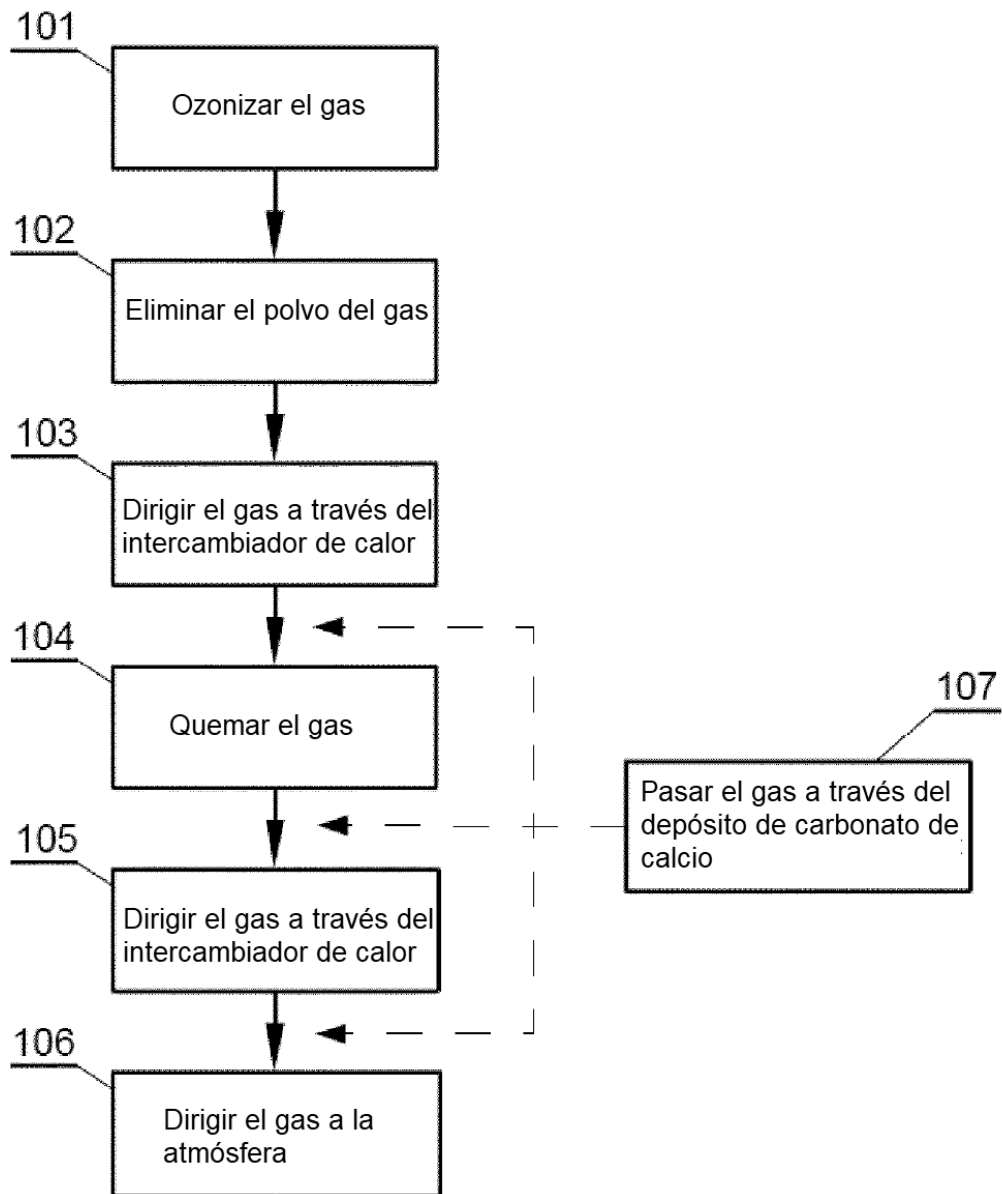


Fig. 4