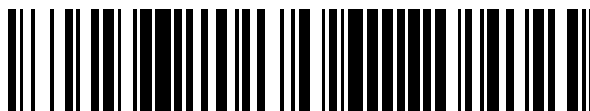


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 575 567**

51 Int. Cl.:

B09B 3/00 (2006.01)

C10G 7/00 (2006.01)

A62D 3/40 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.06.2011 E 11744033 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.03.2016 EP 2588256**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la descontaminación de materiales contaminados**

30 Prioridad:

29.06.2010 FR 1002702

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

29.06.2016

73 Titular/es:

**APROCHIM (100.0%)
Z.I. La Promenade, Boite postale 13
53290 Grez-en Bouère, FR**

72 Inventor/es:

**RENOU, WILLIAM y
MANCINI, FLORENT**

74 Agente/Representante:

ZEA CHECA, Bernabé

ES 2 575 567 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

Procedimiento y dispositivo para la descontaminación de materiales contaminados

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere al campo de la descontaminación. De forma más particular se refiere a la descontaminación de materiales contaminados de tipos variados y de diversas categorías, en particular para extraer los PCB y/o otros agentes de polución/contaminantes.

10

En este contexto, se entiende que "otros agentes de polución/contaminantes" son productos de tipo contaminante y/o agentes de polución que se pueden vaporizar por calentamiento al vacío, y que en particular presentan una volatilidad que se parece o se puede comparar con la de los PCB. La mayoría de las veces los agentes de polución/contaminantes de este tipo son los policloro-bifenilos propiamente dichos, los policlorobencil-toluenos, o incluso los policloroterfenilos. Pero también se puede tratar, de manera más general, de todos los compuestos poco volátiles, tales como los COV (compuestos orgánicos volátiles) como por ejemplo los complejos halógenos o no halógenos que se pueden destilar al vacío, o incluso compuestos clorados y/o bromados volátiles, o más generalmente todos los fluidos dieléctricos contenidos clásicamente en los aparatos eléctricos, así como compuestos organoclorados que provienen de la industria de los pesticidas.

20

En efecto, las autoridades y las normas en vigor o futuras ya exigen reducir el contenido residual de contaminantes en los materiales contaminados de todo tipo por debajo de un contenido de 50 ppm, y preferentemente por debajo de 20 ppm.

25 Antecedentes tecnológicos

Se conocen procedimientos para la descontaminación de materiales contaminados por los PCB, en los que se usa un disolvente en fase de vapor o en fase líquida, que funciona con una depresión débil o incluso a presión atmosférica.

30

Además, el documento FR 2743801 describe un procedimiento para la destrucción de policlorobifenilos mediante una hidrogenación catalítica, realizada sobre los policlorobifenilos disueltos o en suspensión en una solución acuosa.

El documento WO 9552648 divulga un procedimiento biológico para permitir la descloración de PCB por inoculación metanogénica anaerobia.

35

El documento EP 0098811 describe un procedimiento para extraer el PCB de dispositivos electromecánicos que lo contienen, por inmersión en una cámara cerrada alimentada con vapores de un disolvente adecuado.

El documento EP 1432477 B1 describe un procedimiento para la descontaminación de materiales contaminados por los PCB, en el que la descontaminación se realiza por vía térmica en ausencia de oxígeno, ventajosamente a alto vacío. Un procedimiento de este tipo permite descontaminar todo tipo de materiales contaminados con los PCB y descomponer éstos sin producir dioxinas o furanos, que son productos altamente contaminantes.

45 Todavía existía una necesidad de un procedimiento de descontaminación altamente eficaz, capaz de proporcionar una descontaminación sin producción de dioxinas o furanos en una amplia gama de contaminantes (tales como los PCB en el sentido estricto y análogos, PCBT, PCT y otros compuestos orgánicos volátiles), y para las materias y/o los materiales contaminados más diversos.

50 Sumario de la invención

Ahora se ha encontrado que estos objetivos, así como otros, se pueden lograr con un procedimiento y un aparato que pone en práctica un recinto confinado en el que se introduce el material contaminado y en el que: un primer tiempo en un vacío de aproximadamente 20 mbar va seguido por una inyección de gas inerte y de un calentamiento a una temperatura que no supera aproximadamente 220 °C, con convección forzada, y a continuación la presión se reduce a aproximadamente 0,1 mbar, se establece un bypass (o derivación o doble flujo de bombeo), y se introduce un gas inerte para llevar la presión por encima de aproximadamente 950 mbar, a continuación se realiza un enfriamiento con convección forzada. Los contaminantes se separan entonces en el transcurso del procedimiento como un destilado.

60

Un objetivo de la presente invención es por lo tanto proporcionar una técnica y un aparato eficaces de acuerdo con varios puntos de vista, para la descontaminación de materiales contaminados por PCB y otros contaminantes.

Otro objetivo es proporcionar una técnica de este tipo y un aparato de este tipo que proporcionen una descontaminación sin producción de dioxinas o de furanos.

65

Se ha conseguido realizar estos objetivos, así como otros, que surgirán siguiendo la presente descripción, mediante un procedimiento y un aparato que se detallarán a continuación.

5 Descripción detallada de la invención

En efecto, se ha encontrado que los objetivos mencionados anteriormente, así como otros, se pueden conseguir con un procedimiento y un aparato en los que:

- 10 • los materiales a tratar se cargan en un recinto apropiado para ser sometido a alto vacío;
- el recinto se pone bajo un primer vacío inferior a 20 mbar y a continuación se inyecta un gas de inertización (o gas destinado a hacer inerte la atmósfera que rodea al material a tratar en el recinto), en particular nitrógeno, hasta que la presión en el recinto aumente por encima de aproximadamente 950 mbar;
- 15 • el contenido del recinto se calienta, bajo convección forzada, a una temperatura que se mantiene inferior o igual a aproximadamente 220 °C, mientras que:
- se realiza una nueva puesta al vacío hasta una presión residual de aproximadamente 0,1 mbar, mientras se mantiene el calentamiento;
- 20 - a continuación se inyecta un gas inerte, en particular nitrógeno, hasta que la presión aumenta a aproximadamente 950 mbar; y a continuación
- el contenido del recinto se enfría bajo convección forzada; y
- se descargan del recinto los materiales descontaminados de este modo, mientras que los productos de polución/contaminantes han sido evacuados en forma de destilado, para ser almacenados *in situ*, tratados/descompuestos *in situ*, o enviados a un centro de tratamiento por descomposición.

- 25 La invención se puede realizar para el tratamiento de descontaminación de equipos eléctricos y electrónicos y residuos originados por estos equipos, en virtud del decreto francés n.º 2005-829 del 20.07.2005, tanto en el campo de equipos industriales como en el de los aparatos electrodomésticos, informáticos, de ofimática y otros. En particular, los materiales contaminados a tratar de acuerdo con la invención pueden ser los que provienen de la
- 30 composición de equipos eléctricos tales como transformadores o condensadores, como el material de madera de relleno para embalaje, las bobinas de cobre, el aluminio, el papel y otros.

En modos de realización ventajosos, opcionalmente se realiza, en combinación o por separado, si esto fuera técnicamente posible, una y/o varias de las siguientes disposiciones:

- 35 • el tanque que constituye el recinto es preferentemente un paralelepípedo; ventajosamente comporta una convección forzada, en particular con al menos un ventilador apropiado;
- la puerta del recinto cargado está cerrada mediante una junta de estanquidad apropiada, preferentemente una junta inflable;
- una vez que la junta mencionada anteriormente está inflada, se realiza una puesta al vacío inicial hasta un vacío correspondiente a una presión interna que se sitúa por debajo de 20 mbar (o 20 mPa) aproximadamente;
- 40 • el gas de inertización es nitrógeno, argón y/o CO₂ o una mezcla de nitrógeno con uno o varios otros gases que proporcionan de forma convencional una atmósfera inerte;
- el calentamiento de los materiales que hay que descontaminar puede ir seguido por un periodo de tiempo a determinar con un procedimiento de ensayos iterativos; puede ser de aproximadamente 15 horas en la práctica, para
- 45 una presión interna después de inertización de aproximadamente 950 mbar;
- la etapa siguiente puede consistir en una puesta al vacío a caudal bajo, hasta una presión interna (es decir, la presión en el recinto) de aproximadamente 700 mbar;
- una vez alcanzada una presión de este orden de magnitud, la presión en el recinto ventajosamente se reduce hasta aproximadamente 100 mbar mediante un bombeo de caudal elevado;
- 50 • la disminución de la presión hasta menos de 2 mbar, ventajosamente hasta aproximadamente 1 mbar, se puede realizar de acuerdo con la invención mediante una puesta a vacío a caudal elevado, en particular por medio de un sistema de bombeo de tipo Roots, activado durante aproximadamente 8 horas;
- a continuación, una derivación (o doble flujo de bombeo) permite, opcionalmente, la optimización de la extracción de los productos de polución/contaminantes de los materiales tratados; ventajosamente esta derivación se realiza
- 55 durante un periodo de aproximadamente 10 horas;
- la inyección de nitrógeno posterior, con o sin la etapa de derivación mencionada anteriormente, se realiza hasta que se observa un retorno de la presión interna a aproximadamente 950 mbar;
- a continuación se realiza el enfriamiento de los materiales en el recinto con medios tradicionales, hasta que su temperatura sea inferior a aproximadamente 90 °C;
- 60 • una ventilación al aire durante aproximadamente 30 min permite realizar, opcionalmente, una limpieza de los materiales tratados;
- la junta de estanquidad del recinto de puesta al vacío se desinfla y a continuación se puede abrir el recinto para extraer, mediante descarga clásica, los materiales descontaminados; el contenido residual de estos en productos de polución/contaminantes se puede determinar opcionalmente, a modo de verificación, preferentemente en muestreos

aleatorios.

Por lo tanto, en una forma de realización preferente del procedimiento de acuerdo con la invención, las etapas mencionadas anteriormente pueden constar de las siguientes fases:

- 5
- a. carga de los materiales que hay que descontaminar,
 - b. puesta al vacío a aproximadamente 20 milibares,
 - c. inyección de nitrógeno a aproximadamente 950 milibares,
 - d. calentamiento con convección forzada a aproximadamente 220 °C,
- 10
- e. puesta a un vacío de aproximadamente 0,1 milibares,
 - f. inyección de un gas de inertización a 950 milibares,
 - g. enfriamiento con convección forzada,
 - h. descarga de los materiales descontaminados.
- 15 El procedimiento de acuerdo con la invención realiza una evaporación de los PCB, PCBT, PCT, y otros agentes de polución/contaminantes por destilación con vacío y temperatura, mientras se reduce el período de calentamiento necesario con respecto a los procedimientos conocidos realizados.

La inertización mencionada anteriormente permite operar en ausencia o sensiblemente en ausencia de oxígeno.

- 20
- No se observa ninguna reacción química, o esencialmente ninguna, de descomposición biológica o incluso de descomposición térmica sobre los agentes de polución/contaminantes extraídos por destilación clásica, después de la realización del procedimiento de acuerdo con la invención.
- 25 La convección forzada favorece la transferencia de calor en los materiales y del material hacia el punto de condensación de los destilados. Ventajosamente para esta realización se usa un intercambiador con aletas con fluido a aproximadamente 5 °C, en combinación con la convección forzada mencionada anteriormente.

- El PCB y sus homólogos no se descomponen por debajo de 300 °C, incluso en presencia de llamas, superficies calientes o de un arco eléctrico.
- 30

Por lo tanto, la invención tiene como primer objeto un procedimiento para la descontaminación de materiales contaminados como se describe en el presente documento.

- 35 También tiene como objeto un aparato para la descontaminación de materiales contaminados mediante la realización de este procedimiento.

En la forma de realización más general del aparato de acuerdo con la invención, los dispositivos mencionados anteriormente constan de medios apropiados, dispuestos y conectados funcionalmente entre ellos para permitir las siguientes operaciones:

- 40
- a. carga de los materiales que hay que descontaminar en un recinto al vacío,
 - b. puesta al vacío a aproximadamente 20 milibares,
 - c. inyección de nitrógeno a aproximadamente 950 milibares,
 - d. calentamiento con convección forzada a aproximadamente 220 °C,
- 45
- e. puesta a un vacío de aproximadamente 0,1 milibares,
 - f. inyección de un gas de inertización a 950 milibares,
 - g. enfriamiento con convección forzada,
 - h. descarga de los materiales descontaminados.

- 50 Preferentemente dicho aparato consta, esencialmente de:

- un recinto estanco y que soporta un alto vacío, teniendo dicho recinto preferentemente forma de paralelepípedo y estando provisto preferentemente de una junta inflable;
 - medios para la carga de los materiales a tratar en dicho recinto;
- 55
- medios de bombeo para poner el recinto en un primer vacío inferior a 20 mbar y medios para inyectar a continuación un gas de inertización (o más destinado a hacer inerte la atmósfera que rodea el material a tratar en el recinto), en particular nitrógeno, hasta que la presión en el recinto aumente por encima de aproximadamente 950 mbar;
 - medios para calentar el contenido del recinto, bajo convección forzada, a una temperatura que se mantiene inferior o igual a aproximadamente 220 °C,
- 60
- mientras que también se proporcionan medios para:
- realizar una nueva puesta al vacío hasta una presión residual de aproximadamente 0,1 mbar, mientras se mantiene el calentamiento;
 - inyectar a continuación un gas inerte, en particular nitrógeno, hasta que la presión aumente a
- 65
- aproximadamente 950 mbar; y

- medios para enfriar el contenido del recinto bajo convección forzada; y
 - medios para descargar del recinto los materiales descontaminados de este modo, mientras que se disponen medios para evacuar y condensar los productos de polución/contaminantes extraídos en forma de destilado, de modo que éstos se puedan almacenar *in situ*, tratar/descomponer *in situ*, o enviar a un centro de tratamiento para su descomposición, y
- 5 mientras que el aparato también comprende medios auxiliares y de conexión y eventualmente un autómata de control, útiles para el buen funcionamiento del conjunto.

10 El experto en la materia es capaz de seleccionar y eventualmente adaptar dispositivos conocidos para utilizarlos en las funciones mencionadas anteriormente y hacerlos operativos en el procedimiento de acuerdo con la presente invención.

En una forma de realización ventajosa, el conjunto de bombeo puede comprender dos bombas de paletas, montadas en paralelo, y una bomba de vacío Roots, o como alternativa una bomba primaria en seco y una bomba de vacío

15 Roots que permiten bajar a 10^{-4} atm (1 atm = 101,325 Pa), incluso a 10^{-5} atm con un caudal de bombeo más elevado.

De todas formas, y siendo iguales los demás parámetros, cuanto más se disminuya la temperatura de tratamiento, más se puede reducir la duración del tratamiento.

20

En paralelo, pareció importante evacuar bien los condensados, en particular con la convección forzada propuesta de acuerdo con la invención, con el fin de favorecer al máximo la extracción por evaporación de los agentes de polución/contaminantes. Con este fin, también se puede considerar opcionalmente limitar al máximo la reevaporación de una parte de los condensados recuperados completando la fórmula de recuperación del

25 condensador con una fórmula complementaria provista de un sistema de válvulas para permitir la purga en continuo de los condensados recuperados.

En el aparato de acuerdo con la invención, las medidas de temperatura y/o de presión se realizan en el interior del recinto con sondas apropiadas.

30

A modo de ejemplo de resultados de descontaminación particularmente notables obtenidos con el procedimiento de acuerdo con la invención, se puede mencionar un contenido residual de PCB o equivalentes del orden de solamente algunas ppm, e incluso sólo aproximadamente 1 ppm, tanto para un gran transformador eléctrico como para un condensador eléctrico, contaminados inicialmente con una media de aproximadamente 250.000 ppm de PCB o

35 equivalentes.

El experto en la materia es capaz de elegir y/o adaptar los dispositivos, sus dimensiones y sus materiales componentes, así como sus accesorios y elementos de conexión a las diferentes necesidades y a las condiciones de realización específicas que puede seleccionar de forma conveniente en el contexto del procedimiento de acuerdo con la invención.

40

El experto en la materia comprenderá fácilmente que la realización de la presente invención proporciona ventajas innegables y avances significativos con respecto a las técnicas conocidas y practicadas en la actualidad.

45 Por lo tanto, por medio de la técnica de acuerdo con la invención, es posible conseguir ahorros sustanciales, simplificar los modos de funcionamiento implicados en las fases del procedimiento, y llegar a alcanzar descontaminaciones particularmente notables.

Un sistema de este tipo proporciona ventajas muy importantes en comparación con las técnicas de descontaminación tradicionales. En particular, permite eventualmente evitar el desmontaje previo de los materiales que hay que descontaminar, tales como transformadores, condensadores y otros. El procedimiento de acuerdo con la invención permite un control muy preciso de las temperaturas y un dominio excelente del funcionamiento del procedimiento y del comportamiento del aparato.

50

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la descontaminación de materiales contaminados, caracterizado por que comprende las operaciones que consisten en:

5 cargar los materiales a tratar en un recinto apropiado para ser sometido a alto vacío;
poner el recinto a un primer vacío inferior a 20 mbar e inyectar a continuación un gas de inertización, en particular nitrógeno, hasta que la presión en el recinto aumente por encima de aproximadamente 950 mbar;
10 calentar el contenido del recinto, bajo convección forzada, a una temperatura que se mantiene inferior o igual a aproximadamente 220 °C, mientras que:

se realiza una nueva puesta al vacío hasta una presión residual de aproximadamente 0,1 mbar, mientras se mantiene el calentamiento;
15 a continuación se inyecta un gas inerte, en particular nitrógeno, hasta que la presión aumente a aproximadamente 950 mbar; y a continuación

enfriar el contenido del recinto bajo convección forzada; y
20 descargar el recinto de los materiales descontaminados de este modo, mientras que los productos de polución/contaminantes extraídos han sido evacuados en forma de destilado.

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que se usa un recinto que comprende una junta de estanquidad inflable.

3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que comprende, por separado o en
25 combinación, una o varias de las siguientes disposiciones:

el tanque que constituye el recinto es un paralelepípedo y comporta una convección forzada;
la puerta del recinto cargado está cerrada mediante una junta de estanquidad inflable;
30 una vez que la junta mencionada anteriormente está inflada, se realiza una puesta al vacío inicial hasta un vacío correspondiente a una presión interna que se sitúa por debajo de 20 mbar (o 20 mPa) aproximadamente;
el gas de inertización es nitrógeno, argón y/o CO₂ o una mezcla de nitrógeno con uno o varios otros gases que proporcionan de forma convencional una atmósfera inerte;
el calentamiento de los materiales que hay que descontaminar continúa durante aproximadamente 15 horas,
35 para una presión interna después de inertización de aproximadamente 950 mbar;
la etapa siguiente consiste en una puesta al vacío a caudal bajo, hasta una presión interna de aproximadamente 700 mbar;
una vez alcanzada una presión de este tipo, la presión en el recinto se reduce hasta aproximadamente 100 mbar mediante una bomba de caudal elevado;
40 la disminución de la presión hasta menos de 2 mbar, ventajosamente hasta aproximadamente 1 mbar, se realiza mediante una puesta al vacío a caudal elevado, en particular mediante un sistema de bombeo de tipo Roots, activado durante aproximadamente 8 horas;
se realiza una derivación durante un periodo de aproximadamente 10 horas;
se realiza una inyección de nitrógeno posterior hasta que se observa un retorno de la presión interna a aproximadamente 950 mbar;
45 a continuación se realiza el enfriamiento de los materiales en el recinto hasta que su temperatura sea inferior a aproximadamente 90 °C;
una ventilación al aire durante aproximadamente 30 min permite realizar una limpieza de los materiales tratados;
la junta de estanquidad del recinto de puesta al vacío se desinfla y el recinto se abre para extraer, mediante descarga, los materiales descontaminados.

50 4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que comprende las siguientes fases:

- a. carga de los materiales que hay que descontaminar,
- b. puesta al vacío a aproximadamente 20 milibares,
- 55 c. inyección de nitrógeno a aproximadamente 950 milibares,
- d. calentamiento con convección forzada a aproximadamente 220 °C,
- e. puesta a un vacío de aproximadamente 0,1 milibares,
- f. inyección de un gas de inertización a 950 milibares,
- g. enfriamiento con convección forzada,
- 60 h. descarga de los materiales descontaminados.

5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que se realiza una evaporación de PCB, PCBT, PCT y otros agentes de polución/contaminantes destilables al vacío.

65 6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que se usa un intercambiador con aletas con

fluido a aproximadamente 5 °C, en combinación con una convección forzada.

7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que se implementa para el tratamiento de descontaminación de equipos eléctricos y electrónicos y de residuos originados por estos equipos.

5

8. Aparato para la realización del procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que comprende esencialmente:

10 un recinto estanco y que soporta un alto vacío, teniendo dicho recinto preferentemente forma de paralelepípedo y estando provisto preferentemente de una junta inflable;

medios para la carga de los materiales a tratar en dicho recinto;

medios de bombeo para poner el recinto en un primer vacío inferior a 20 mbar y medios para inyectar un gas de inertización, en particular nitrógeno, hasta que la presión en el recinto aumente por encima de aproximadamente 950 mbar;

15 medios para calentar el contenido del recinto, bajo convección forzada, a una temperatura que se mantiene inferior o igual a aproximadamente 220 °C, mientras que también se proporcionan medios para:

20 realizar una nueva puesta al vacío hasta una presión residual de aproximadamente 0,1 mbar, mientras se mantiene el calentamiento;

inyectar a continuación un gas inerte, en particular nitrógeno, hasta que la presión aumente a aproximadamente 950 mbar; y

medios para enfriar el contenido del recinto bajo convección forzada; y

25 medios para descargar del recinto los materiales descontaminados de este modo,

mientras que se disponen medios para evacuar y condensar los productos de polución/contaminantes extraídos en forma de destilado, para que estos se puedan almacenar *in situ*, tratar/descomponer *in situ*, o enviar a un centro de tratamiento por descomposición, y

30 mientras que el aparato también comprende medios auxiliares y de conexión y eventualmente un autómata de control de dirección, útiles para el buen funcionamiento del conjunto.

9. Aparato de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado por que el conjunto de bombeo consta de dos bombas de paletas, montadas en paralelo y una bomba de vacío Roots, o como alternativa una bomba primaria en seco y una bomba de vacío Roots para permitir disminuir a 10^{-4} atm, incluso a 10^{-5} atm con un caudal de bombeo más
35 elevado.

10. Aparato de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 o 9, caracterizado por que consta además, de medios para limitar la reevaporación de una parte de los condensados recuperados en funcionamiento, por adición a la fórmula de recuperación del condensador de una fórmula complementaria provista de un sistema de válvulas para permitir la
40 purga en continuo de los condensados recuperados.