

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 724 676**

51 Int. Cl.:

C10B 19/00	(2006.01) B09B 3/00	(2006.01)
C10B 47/04	(2006.01) B09B 5/00	(2006.01)
C10B 53/00	(2006.01) C10J 3/00	(2006.01)
C10B 53/07	(2006.01) F24D 7/00	(2006.01)
C10G 1/02	(2006.01) F24D 15/00	(2006.01)
F23G 5/027	(2006.01)	
F23G 5/033	(2006.01)	
F23G 5/08	(2006.01)	
F23G 5/46	(2006.01)	
F24D 3/08	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.01.2015 PCT/EP2015/050369**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **16.07.2015 WO15104400**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.01.2015 E 15700134 (8)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.02.2019 EP 3092086**

54 Título: **Una cámara de pirólisis para tratar los residuos domésticos**

30 Prioridad:

10.01.2014 GB 201400422
17.01.2014 GB 201400834
04.03.2014 GB 201403814

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.09.2019

73 Titular/es:

MANIK VENTURES LIMITED (100.0%)
Morton Spiert Farm
Abbots Morton, Worcestershire WR7 4NA, GB

72 Inventor/es:

SPENCER, NIK;
GIBBON, MATTHEW y
JOUHARA, HUSSAM

74 Agente/Representante:

SERRANO IRURZUN, Francisco Javier

ES 2 724 676 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

Una cámara de pirólisis para tratar los residuos domésticos.

CAMPO DE LA INVENCIÓN

5 La presente invención se refiere a la eliminación de residuos, especialmente residuos de viviendas domésticas y establecimientos comerciales más pequeños.

ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA

10 Los hogares del Reino Unido generan colectivamente aproximadamente 30 millones de toneladas de desechos por año. Típicamente, el 40 % de esto es reciclable, como papel, cartón, vidrio, latas de plástico y (en algunos casos) desechos verdes y desechos de alimentos. Estos residuos se recolectan de la mayoría de los hogares a través de un esquema de recolección tipo bordillo operado por o en nombre de organismos gubernamentales locales. La práctica existente en el Reino Unido es exigir a los hogares que dividan los desechos en contenedores separados para los diversos tipos de residuos reciclables, para permitir que estos se recolecten y que el resto se clasifique como desechos residuales. Los residuos se recolectan semanalmente o quincenalmente, y los desechos residuales se rellenan en vertederos o se envían a plantas de obtención de energía a partir de desechos a gran escala para generar electricidad.

15 El enfoque actual es que los desechos se recolectan en vehículos de recolección de residuos (RCV) y se eliminan a través de incineradores de obtención de energía a partir de desechos (EfW) a gran escala o incineradores de quema masiva (MBI). Estos pueden procesar alrededor de 200k a 300k toneladas de residuos por año. Estos MBI utilizan la tecnología probada existente que los hace atractivos para los mercados financieros para financiar el costo de capital de la planta cuando se combina con contratos a largo plazo de eliminación de desechos con los Consejos del Condado que son responsables de la eliminación y el tratamiento de los desechos generados por sus residentes.

20 En los márgenes, existen tecnologías alternativas de tratamiento térmico emergentes, como la gasificación, la pirólisis y el plasma, que descomponen de forma efectiva los desechos en un gas de síntesis (Syngas) y un producto combustible. El gas y el petróleo pueden utilizarse a continuación para hacer funcionar equipos de generación eléctrica. Estas tecnologías todavía están en su infancia relativa pero tienen beneficios ambientales sustanciales; son más limpios que los incineradores convencionales y, aunque son más pequeños que los MBI, su capacidad aún es considerable, alrededor de 15 k a 30 k toneladas por año. Sin embargo, aún no está claro si estas unidades podrán escalar su capacidad hasta un tamaño comercialmente viable.

25 El documento US 2007/0099039A1 divulga un aparato para convertir los desechos domésticos en energía, en el que el gas de síntesis se utiliza para alimentar una célula de combustible para la generación de energía eléctrica, vapor y calor o refrigeración para uso en residencias y edificios. Un reactor de conversión de desechos que aplica un proceso de reformado con vapor a los desechos se calienta con una combinación de calor residual y energía eléctrica o un quemador de gas natural. A nuestro entender, este proceso de reforma de vapor no se ha demostrado que sea prácticamente utilizable, especialmente en un contexto doméstico.

SUMARIO DE LA INVENCIÓN

30 Los enfoques actualmente viables para el manejo de los residuos se basan en enfoques históricos que se basan en una red de RCV que recolecta los desechos de hogares individuales y los entrega a un vertedero centralizado o una ubicación de MBI. Esto es altamente indeseable y un desperdicio. Es necesario realizar una inversión sustancial en una flota de RCV, que también incurre en importantes costes de funcionamiento. El proceso de operación de estos vehículos introduce una variedad de problemas de salud y seguridad; se pueden producir lesiones por el trabajo de levantamiento, movimiento y manejo que se requiere, y surgen indicadores de tráfico en la carretera al colocar operarios en la carretera alrededor del tráfico de rutina y el propio RCV. Se debe encontrar una ubicación para el vertedero o MBI, que debe cumplir con las leyes locales de planificación o zonificación y que en general se encuentra con la resistencia de los residentes cercanos. Para obtener un sitio aceptable para el vertedero o MBI, en general se necesita una ubicación remota con pocos vecinos inmediatos, lo cual aumenta los costes de funcionamiento y las emisiones asociadas de la flota de RCV. Estos enfoques históricos también suponen que existe un mercado listo para los materiales reciclables, que anteriormente ha sido proporcionado por la demanda de los países asiáticos. Sin embargo, a medida que esos países se vuelven más autosuficientes en la recolección y procesamiento de sus propios residuos reciclables, este mercado está disminuyendo.

35 La presente invención, por lo tanto, propone el tratamiento térmico de los desechos y productos similares producidos o traídos a la propiedad residencial y procesados dentro del recorte doméstico para producir combustible u otras formas de energía. Por lo tanto, los residuos domésticos se tratarán térmicamente en el hogar en lugar de ser recogidos por las autoridades locales y eliminados.

El material de entrada de desechos se cargará en una unidad de conversión térmica de ingeniería doméstica, ya

5 sea directamente o después de un proceso previo, como la trituración. La materia prima se convertirá en combustibles mediante un tratamiento térmico, como la pirólisis. La salida resultante de petróleo y gas se puede almacenar, o alimentar a una unidad de caldera (o quemarse in situ) para usarla como combustible para producir agua caliente, o usarla para hacer funcionar una unidad de generación de electricidad para alimentar la vivienda en cuestión. También se puede usar como combustible para ayudar a obtener las temperaturas necesarias para el proceso de pirólisis, reduciendo así las demandas de energía de la unidad. Parte o toda la electricidad generada, o la producción de petróleo y/o gas, podría exportarse para su suministro a una tarifa de alimentación, para su uso en otros lugares.

10 En un aspecto, la presente invención, por lo tanto, propone una vivienda doméstica que incluye una unidad de tratamiento térmico para procesar los desechos producidos en la vivienda, una salida de la unidad de tratamiento térmico que se quema para producir una salida de energía para la vivienda. La salida de la unidad de tratamiento térmico puede incluir gas de síntesis (gas de síntesis) y/o petróleo; esto puede quemarse in situ o alimentarse a un quemador separado. Una ventaja de un quemador separado es que puede adaptarse para recibir un segundo combustible además de la salida de combustible, por ejemplo, para permitir la continuidad del suministro de combustible independientemente de la cantidad de residuos que se procesan. El quemador a menudo será un horno (o caldera, como se denomina en el Reino Unido) conectado a las tuberías instaladas dentro de la vivienda para calentar el agua que circula dentro de las tuberías. Esa agua se puede usar para calentar radiadores y/o un suministro de agua caliente para la vivienda. De forma alternativa, la cámara de combustión puede ser un generador eléctrico o una unidad combinada de calor y energía.

20 La salida de la unidad de tratamiento térmico a menudo incluye un residuo, por lo que la unidad de tratamiento térmico puede tener una conexión a un sistema de alcantarillado para permitir su eliminación.

25 En otro aspecto, la presente invención proporciona una cámara de pirólisis para tratar los residuos domésticos, que comprende un receptáculo para los residuos, estando definido el receptáculo por un recinto de doble revestimiento que tiene una pared exterior, una pared conductora de calor interior y un vacío entre las dos paredes en las que se elimina un fluido de trabajo, y al menos un elemento calefactor en contacto térmico con el recinto.

30 La disposición de doble revestimiento con un fluido de trabajo dentro del vacío crea una cámara con una distribución de temperatura muy uniforme, que ayuda al proceso de pirólisis. El recinto también incluye preferentemente al menos un pin conductor de calor que se extiende desde la pared interior al interior del receptáculo, para crear una distribución de temperatura más uniforme dentro del interior de la cámara y especialmente dentro del interior de los residuos inicialmente fríos colocados dentro la cámara. El al menos un pin es preferentemente hueco, y el interior hueco del pin está idealmente en comunicación fluida con el vacío para compartir las capacidades de transmisión de calor del fluido.

35 El receptáculo también incluye preferentemente al menos una pata que se extiende desde la pared exterior, y una fuente de calor conectada a la pata para introducir calor en la cámara y elevar la temperatura a un nivel suficiente para la pirólisis. La al menos una pata es idealmente hueca, con el interior hueco de la pata en comunicación fluida con el vacío para proporcionar un alto grado de comunicación térmica con el resto de la cámara. La fuente de calor puede ser un elemento de calentamiento eléctrico, o un intercambiador de calor, que puede suministrarse con el calor residual recuperado de los ciclos de pirólisis actuales o anteriores. Se pueden proporcionar múltiples patas de este tipo, cada una con una fuente de calor. Se puede proporcionar una gama de diferentes fuentes de calor en diferentes patas.

40 El recinto está formado preferentemente de acero inoxidable para proporcionar las propiedades térmicas, mecánicas y de corrosión necesarias.

45 El fluido de trabajo no necesita llenar completamente el vacío; se puede proporcionar un espacio de expansión que puede evacuarse, llenarse con un gas inerte o llenarse con aire. El fluido de trabajo puede ser Dowtherm A™ o sodio (líquido); en general, se prefiere Dowtherm A™ para temperaturas de hasta aproximadamente 400 °C, mientras que el sodio es preferible por encima de este nivel.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

50 Ahora se describirá un modo de realización de la presente invención, a modo de ejemplo, con referencia a las figuras adjuntas, en el que:

la figura 1 muestra una vivienda doméstica típica en la que se ha instalado la presente invención;

la figura 2 muestra un esquema del sistema de acuerdo con la presente invención;

la figura 3 muestra una vista lateral de una cámara de pirólisis de acuerdo con la presente invención;

la figura 4 muestra una sección vertical a través de la figura 3, en la línea IV-IV;

la figura 5 muestra una sección horizontal a través de la figura 3, en la línea V-V;

la figura 6 muestra una sección horizontal a través de la figura 3, en la línea VI-VI;

la figura 7 muestra una vista ampliada de un detalle VII de la figura 4; y

la figura 8 es un diagrama de flujo del proceso.

5 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS MODOS DE REALIZACIÓN

Los sistemas actuales de recolección y eliminación de residuos domésticos todavía se basan en un hilo común: los desechos deben ser recolectados en cada hogar. La recolección de desechos es costosa, no solo en términos de los costes inmediatos de recolección, disposición y/o procesamiento, sino también en términos de impuestos ambientales nacionales o regionales relacionados con la eliminación de desechos; en el Reino Unido esto equivale a aproximadamente 90 £ por tonelada. La tendencia de la industria es hacer mejoras en el manejo de los desechos después de que se hayan recolectado y llevado a un sitio de procesamiento: mejoras como una mejor clasificación de los desechos para aumentar las tasas de reciclaje y/o procedimientos de eliminación alternativos como incineradores de combustión masiva. (MBI) y procedimientos de tratamiento térmico que incluyen pirólisis y tratamiento con plasma. Sin embargo, los MBI son caros y no se ha demostrado que las tecnologías térmicas emergentes puedan escalar a una capacidad económicamente viable.

De acuerdo con la presente invención, tales tecnologías térmicas se reducen, en lugar de aumentar. En lugar de una unidad grande en un sitio de procesamiento al que se debe transportar los residuos, la invención proporciona una unidad doméstica, ubicada en la casa, para procesar los desechos producidos en esa casa. Los desechos se colocan en una unidad de tratamiento térmico doméstico, idealmente del tamaño de un aparato de electrodomésticos de línea blanca, que procesaría los desechos y generaría desechos de petróleo y gas de síntesis. El petróleo y el gas de síntesis podrían entonces alimentar una caldera doméstica, probablemente complementada con un suministro de gas natural para asegurar un suministro estable. De forma alternativa, o además, el petróleo y el gas podrían usarse para hacer funcionar una unidad de generación de electricidad a pequeña escala para producir energía eléctrica. Esto podría luego almacenarse a través de baterías y usarse cuando sea necesario, o alimentarse a la red eléctrica doméstica, o alimentarse a la red eléctrica local a través de una tarifa de alimentación. Los denominados "micro calor y energía combinados" están disponibles para uso doméstico y producen una combinación de calor para la vivienda y una salida de energía eléctrica. La combinación de la energía generada a partir de la tecnología solar y de residuos para generar electricidad durante el día, junto con un nuevo diseño eficiente del edificio, podría hacer que las casas sean autosuficientes en el tiempo. La unidad de tratamiento térmico también proporcionará una salida de calor directa que puede canalizarse en toda la casa como un subproducto del proceso, o integrarse en la capacidad de calefacción de la caldera, o usarse para impulsar una unidad de generación eléctrica directamente.

Una unidad a pequeña escala de este tipo podría usar una o más de las tecnologías de plasma, pirólisis y craqueo, aunque creemos que la pirólisis es la más práctica. Éstos toman un flujo de materiales homogéneo y mixto y usan procesos térmicos y basados en la presión para reducir la composición de los desechos de nuevo a 3 componentes: petróleo, gas y carbono. Las tecnologías de pirólisis actualmente disponibles utilizan calor en ausencia de aire para descomponer la composición molecular del material. La gasificación por plasma es un proceso que convierte la materia orgánica en gas sintético, electricidad y un residuo sólido utilizando plasma. Se utiliza un soplete de plasma alimentado por un arco eléctrico para ionizar el gas y catalizar la conversión de materia orgánica en gas sintético y desechos sólidos.

Los residuos pueden triturarse para que sean más adecuados para el procesamiento en la unidad. Un recipiente para los desechos, ya sea antes o después de una trituradora, ayudará a suavizar el flujo de desechos hacia la unidad.

La figura 1 muestra una vivienda doméstica 10 en la que está instalado el sistema. Una calle 12 tiene un pavimento (o acera) 14 sobre el cual se puede acceder a un camino de entrada 16 en frente de la casa 10. Un pasillo 18 a lo largo del camino de entrada 16 permite el acceso a una puerta delantera en el frente de la casa 10. Una cerca perimetral 20 se extiende a lo largo de un lado 22 de la propiedad 24 en la cual está ubicada la casa 10, a continuación a lo largo del límite trasero 26, y a lo largo del límite del lado opuesto 28 hasta el pavimento 14. Junto con el pavimento 14, la cerca perimetral 20 proporciona una definición visible del límite de la propiedad 24.

La propia casa 10 tiene una pared externa 30 y paredes internas 32 que definen habitaciones individuales dentro de la casa, incluyendo un pasillo 34 en el cual se abre la puerta principal, una sala de estar 36, un comedor 38, una cocina 40 y un garaje 42 que se abre hacia el camino de entrada 16. Las escaleras 44 conducen hacia arriba desde el pasillo 34 a un piso superior con dormitorios y uno o más baños. La casa puede, por supuesto, estar dispuesta de manera diferente y tener más o menos habitaciones.

Una unidad de tratamiento térmico 46 está ubicada adyacente a la casa 10, contra la pared externa 30. Se encuentra cerca de la cocina 40, donde se produce la mayor parte de los residuos, para comodidad del

propietario. Como se señaló anteriormente, la unidad de tratamiento térmico 46 produce una salida que es una combinación de gas de síntesis y petróleos combustibles, estos se alimentan a una caldera 48 que (en este caso) se encuentra en la ubicación convencional dentro del garaje 42. La caldera complementa la salida de la unidad de tratamiento térmico 46 cuando es necesario con un suministro de gas natural, y quema estos combustibles para generar calor para la casa 10 de manera convencional. Esto se muestra en la figura 2; los residuos 50 se colocan en un receptáculo 52 en la unidad de tratamiento térmico 46, y pasan a través de una trituradora 54 antes de ser tratados. A continuación, la salida de la unidad de tratamiento 46 se alimenta a la caldera 48 y se usa para calentar un fluido de trabajo (en general agua) que circula alrededor de uno o más circuitos de calefacción. El circuito puede incluir un depósito de agua caliente 56 que contiene agua que luego se calienta para usar dentro de la casa 10, y/o varios radiadores 58 para calentar la casa 10.

La caldera 48 puede tener la forma de una micro-unidad de energía y calor combinada y, por lo tanto, también puede tener una salida eléctrica 60 que conduce (eventualmente) a una o más salidas eléctricas 62, 64 dentro de la casa. Una u otra salida eléctrica 66 también puede llevar a un conector para una tarifa de alimentación, en la que la energía generada localmente se alimenta a la red eléctrica más amplia.

Por supuesto, la unidad de tratamiento térmico 46 y la caldera 48 pueden integrarse en una sola unidad que acepta residuos 50 y (con toda probabilidad) una fuente de energía alternativa (como un suministro de gas natural), y genera calor y/o energía para la casa 10. Del mismo modo, la unidad o unidades pueden ubicarse de manera diferente dentro (o fuera) de la casa.

Las unidades de pirólisis típicamente dejan un residuo de material carbonizado, en general como una ceniza ligera. Esto es inerte y, por lo tanto, puede eliminarse mediante un sistema de alcantarillado. Por lo tanto, la unidad de tratamiento térmico 46 tiene (en disposiciones preferidas) una conexión al suministro de agua del hogar y al sistema de alcantarillado para este propósito. Una alternativa es dejar caer el residuo en un contenedor para su eliminación rutinaria por parte del dueño de casa.

Esto da lugar a una amplia gama de beneficios. Se necesitan menos recolecciones de desechos, lo que se traduce en ahorros en la infraestructura de desechos y en el uso de vertederos, y en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de los vertederos. Las emisiones de los vehículos de recolección de residuos también se reducirán, al igual que los combustibles fósiles utilizados por ellos, lo cual se traducirá en una reducción de los costes operativos para las autoridades locales y en el potencial de reducción de los impuestos locales. Al mismo tiempo, una vez que se hayan cubierto los costes de capital iniciales, las facturas de energía de los hogares en cuestión se reducirán en función del calor y/o la energía eléctrica producida por la unidad. El uso de combustibles fósiles en los hogares y en las instalaciones de generación de energía que los suministran también se reducirá.

Las figuras 3 a 7 ilustran una cámara de pirólisis adecuada para uso en la presente invención. Por lo tanto, un recipiente en general cilíndrico 100 tiene paredes laterales circulares 102 y una sección de base integral 104. Un extremo superior abierto se puede cerrar durante el uso por medio de una tapa 106, que se mantiene en su lugar a través de una bisagra 108 en un lado y un mecanismo de cierre 110 en el lado opuesto, para permitir que la tapa se selle herméticamente al recipiente 100. Se forma una entrada 112 en la tapa 106 para permitir que se introduzca agua para enfriar y lavar, y se proporciona una salida correspondiente 114 en la base 104 del recipiente 100. Si se prefiere, la entrada 112 podría proporcionarse en otro lugar, tal como en una pared lateral del recipiente 100. Un orificio de escape 116 se forma en el lado del recipiente 100 para permitir la extracción de los resultados de pirólisis, como se explicará a continuación.

Dentro del recipiente 100, hay cinco puntas 118 que se extienden hacia arriba desde la base 104, dispuestas en una formación cuadrada con cuatro puntas en las esquinas del cuadrado y una en el centro, centrándose el cuadrado en el eje central del recipiente cilíndrico. La diagonal del cuadrado es aproximadamente la mitad del diámetro del recipiente cilíndrico 100, distribuyendo así las puntas 118 uniformemente alrededor del interior de recipiente 100. El orificio de escape 116 mira hacia un lado del cuadrado, minimizando así el efecto de las puntas 118 en el flujo a través del orificio de escape 116. Estas puntas 118 encajan entre y en los residuos que se ha cargado en el recipiente 100 y sirven para introducir calor de las superficies del recipiente en la mayor parte de los residuos, facilitando así con el proceso de pirólisis. Se podrían proporcionar más o menos puntas según se desee, con un mayor número de puntas que proporcionan una transferencia de calor más efectiva y un número menor que facilita la carga de residuos en el recipiente 100. Un recipiente más estrecho 100 puede requerir menos puntas 118 para asegurar temperaturas adecuadas para la pirólisis en el centro del recipiente; de hecho, puede ser posible omitir las puntas 118 por completo. Del mismo modo, las puntas 118 podrían estar dispuestas de manera diferente, aunque se prefieren disposiciones simétricas.

Cuatro patas 120 se extienden desde el exterior de la base 104; estas están nuevamente dispuestas en un patrón cuadrado centrado en el eje central del recipiente cilíndrico, con cada pata en una esquina del cuadrado y con la diagonal del cuadrado que tiene aproximadamente la mitad del diámetro del recipiente cilíndrico 100. Sin embargo, el patrón cuadrado de las patas 120 se gira 45 ° con respecto al patrón cuadrado de las puntas 118; como resultado, las patas 120 y las puntas 118 no están directamente alineadas. Cada pata tiene una fuente de calor asociada; para tres patas, la fuente de calor es un calentador eléctrico 122 con contactos 124, 126 a través

ES 2 724 676 T3

del cual se suministra energía eléctrica para calentar la pata. La cuarta pata está provista de un intercambiador de calor 128 que se describirá más adelante.

5 Las paredes del recipiente 100 están formadas en una disposición de doble revestimiento, que incluye una pared interior 130 térmicamente conductora y una pared exterior 132. La pared exterior 132 es idealmente también conductora térmicamente; de hecho, como se ilustra en las figuras 3 a 7, es una estructura integral con la pared interior 130. Un acero inoxidable de alta calidad es adecuado para el material de la pared, ya que es lo suficientemente rígido y térmicamente conductor, al tiempo que ofrece resistencia a la corrosión debido al entorno potencialmente adverso que puede crearse dentro de la cámara 100 durante la pirólisis. La salida 114 y el orificio de escape 116 se extienden desde la pared interior 130, a través del vacío 134 entre las dos paredes, y a través de la pared exterior 132. Las puntas 118 y las patas 120 se extienden desde la pared interior 130 o la pared exterior 132, respectivamente, y son huecas con su interior hueco 136 que se comunica con el vacío 134.

Dentro del vacío 134, y por lo tanto también dentro de los interiores huecos 136 de las puntas 118 y las patas 120, hay una pequeña cantidad de fluido de transferencia de calor (no se muestra).

15 Las paredes de la cámara de tratamiento de desechos están formadas por un sistema de transferencia de calor bifásico, pasivo y herméticamente sellado, que está parcialmente lleno con una pequeña cantidad de fluido de trabajo, presente dentro de la cámara en dos fases (líquido y vapor). El fluido de trabajo es sustancialmente la única sustancia en el recinto de la cámara y está idealmente saturado en todas las condiciones térmicas de la cámara. Las características térmicas superiores de la cámara hacen uso de los procesos altamente eficientes de transferencia de calor de evaporación y condensación para maximizar la transferencia de energía térmica entre las patas de calor 120 en la parte inferior y las paredes internas 130 de la cámara 100 que están en contacto directo con los residuos a ser tratados. El calor aplicado en las cuatro patas de la sección de la cámara se conduce a través de las paredes de las patas, lo cual hace que el fluido de trabajo en el recinto hierva. De esta manera, el fluido de trabajo absorbe la carga de calor aplicada, almacenándola al menos parcialmente como calor latente. A continuación, el vapor fluye hacia las paredes (más frías) por encima del nivel de las patas 120, donde puede condensarse y liberar el calor latente. A continuación, el calor se conduce a través de la delgada película líquida y la pared de metal 130 hacia la cámara de tratamiento de desechos. Dentro del vacío 134, el circuito de flujo se completa cuando el líquido es forzado por la gravedad a ir hacia las patas 120 en forma de una delgada película líquida donde se puede volver a evaporar. El fluido de trabajo dentro del recinto está a una temperatura sustancialmente constante (llamada temperatura de trabajo); por lo tanto, cuando el vapor se condensa en las paredes internas de la cámara, mantendrá estas paredes a la misma temperatura, lo cual hará que todas las superficies que estarán en contacto con los desechos estén en un estado isotérmico sustancialmente único.

20 El volumen de fluido de trabajo requerido variará basándose en el requisito térmico, pero es probable que esté entre el 10 % y el 35 % del volumen de la cámara (es decir, el vacío 134 entre las paredes 130, 132 que forman la cámara 100). Basándose en la temperatura de pared requerida de la cámara, la selección del fluido de trabajo será la siguiente:

- a. Sodio para temperaturas de la pared de la cámara entre 400 °C y 700 °C.
- b. Dowtherm A™ para temperaturas de la pared de la cámara entre 300 °C y 400 °C
- c. Agua para temperaturas de la pared de la cámara por debajo de 300 °C.

40 El líquido de transferencia de calor Dowtherm A está descrito por su fabricante en <http://www.dow.com/heattrans/products/synthetic/dowtherm.htm>, y es una mezcla eutéctica de bifenilo (C₁₂ H₁₀) y óxido de difenilo (C₁₂ H₁₀O). El fluido también incluye un tinte para darle un color amarillo de claro a muy claro, pero esto es solo para ayudar en la detección de fugas y, aunque es útil, no es esencial para la invención. El fluido Dowtherm A se describe como útil en sistemas que emplean calentamiento en fase líquida o en fase de vapor, incluida la transferencia de calor indirecta. En general, Dowtherm A será suficiente para las temperaturas habitualmente requeridas para los procesos de pirólisis, pero si se requieren temperaturas más altas, entonces se puede usar sodio líquido. Dowtherm A es preferible, sin embargo, ya que no presenta riesgo de explosión si las paredes dobles de la cámara se rompen.

45 La naturaleza de doble pared del recipiente 100 y el fluido de transferencia de calor dentro del vacío 134 aseguran que se pueda alcanzar una temperatura uniforme y alta a través del recipiente 100. Las puntas 118 extienden esa temperatura uniforme hacia el interior del recipiente 100 y aceleran significativamente el proceso de pirólisis. Las patas 120, con sus interiores huecos que pueden aceptar el fluido de transferencia de calor, son una manera especialmente eficiente de transmitir calor al resto del recipiente 100.

50 La cámara se ubicará idealmente dentro de un recinto adecuado, que también albergará los diversos elementos auxiliares de soporte, tales como sistemas de control para los elementos de calefacción, etc.

55 La figura 8 muestra un diagrama de sistema de la unidad de tratamiento de residuos. El recipiente de pirólisis 100 se abre a través de la tapa 106 y los residuos pirolizables se colocan dentro. La tapa 106 está cerrada y

5 trabada; a continuación, se extrae oxígeno del recipiente por evacuación o desplazamiento con un gas inerte. Los calentadores eléctricos 122 se activan y la temperatura dentro del recipiente 100 se eleva a una temperatura adecuada para la pirólisis, en general por encima de aproximadamente 170 °C. A medida que avanza la pirólisis, la cámara producirá vapor de agua y gas de síntesis a través del puerto de escape 116. Esto se pasa a una
 10 unidad de recuperación de calor y condensación de múltiples etapas 200, que actúa esencialmente como un intercambiador de calor para calentar el agua y/o el aire suministrado a través de una entrada 202 y expulsado a través de una salida 204 para proporcionar agua caliente y/o aire para calentar y/o uso sanitario dentro de la casa u otro edificio en el que se instale la unidad. Como resultado, los importantes requisitos de potencia del proceso de pirólisis endotérmica no se desperdician, sino que se reutilizan para otros fines, lo cual reduce la huella energética general del dispositivo.

15 Después de la recuperación de calor, la mezcla de gas de síntesis y agua se enfría aún más, y por lo tanto se separa condensando el vapor de agua, en un refrigerador 300. La salida de gas de síntesis de este enfriador 300 se desvía a través de una válvula 302 a un depósito de almacenamiento 304 o a una cámara de combustión 306 donde el gas de síntesis se puede quemar en una alimentación de aire 308. El calor del gas de síntesis en combustión puede suministrarse (utilizando un fluido de trabajo adecuado) al intercambiador de calor 128 en una o más patas 120 del recipiente de pirólisis 100 o a una unidad de recuperación de calor residual 400 a través de una válvula 308. La unidad de recuperación de calor residual 400 también calienta un suministro de agua o aire doméstico 402 para producir un suministro de agua caliente y/o aire 404 para su uso de la misma manera que el suministro de agua caliente y/o aire 204 anterior. El intercambiador de calor 128 y la unidad de recuperación de calor residual ventilan cualquier exceso de calor a un radiador 500 que libera el calor al medio ambiente; además, si es necesario, la salida de calor de la cámara de combustión se puede ventilar de la misma manera a través de una válvula 310 antes de la unidad recuperación de calor residual 400.

25 Por lo tanto, la cámara de pirólisis 100 requiere un suministro de residuos y calor; produce gas de síntesis, vapor de agua y calor. El calor de salida se recupera para fines domésticos, lo cual significa que puede ser preferible almacenar los residuos en o cerca de la unidad de pirólisis hasta que se necesite calefacción y/o agua caliente. El gas de síntesis se extrae del flujo de salida enfriado y puede almacenarse hasta que se necesite, o usarse de inmediato; una vez llamado, puede usarse para calentar el edificio en cuestión, o para contribuir a la entrada de calor requerida por el recipiente 100. En este último caso, el gas de síntesis puede almacenarse para su uso en un proceso de pirólisis posterior, o puede usarse inmediatamente en apoyo de una parte posterior del proceso de pirólisis actual.

30 Por lo tanto, la unidad puede hacerse funcionar en varios modos. Dado que se necesitará energía para calentar el edificio, esa energía puede desviarse al proceso de pirólisis y luego recuperarse para proporcionar calefacción; junto con la contribución del gas de síntesis de combustión, esto significa que el requisito de energía total neto de la unidad podría ser muy pequeño. De forma alternativa, la unidad podría ser accionada sustancialmente por completo a través de calentamiento eléctrico, desde el cual se puede recuperar el calor para calentar el edificio y se podría generar gas de síntesis para calentar aún más el edificio. De cualquier manera, los residuos domésticos se eliminan, reduciendo o eliminando la necesidad de una recolección de residuos en la puerta (con los beneficios ambientales concomitantes mencionados anteriormente), por poco costo de energía y/o con un beneficio en forma de suministro de calor para el edificio.

35 Una vez que se completa la pirólisis, se puede inyectar agua en el recipiente a través de la entrada 112 para enfriar el recipiente 100 a una temperatura segura y eliminar los residuos sólidos a través de la salida 114. Estos residuos pueden utilizarse como biocombustible, dependiendo de la naturaleza de los residuos que inicialmente se pusieron en la unidad. El control cuidadoso de la temperatura de trabajo de la cámara de tratamiento de residuos debe ser suficiente para optimizar la salida de biocombustible.

40 Por supuesto, se entenderá que pueden realizarse muchas variaciones en el modo de realización descrito anteriormente sin apartarse del alcance de la presente invención. Por ejemplo, la unidad de tratamiento térmico, la trituradora y/o la cámara de combustión podrían adaptarse para utilizar biocombustibles. La cámara de combustión se podría adaptar para utilizar gas natural o petróleo, y/o la unidad de generación de electricidad se podría adaptar para complementar su salida derivada de la cámara de combustión con electricidad obtenida a partir de fuentes de energía eólica, solar o geotérmica. Los radiadores domésticos mencionados anteriormente podrían ser cualquier sistema que utilice agua caliente para elevar la temperatura en una vivienda, como la calefacción por suelo radiante. Además de calentar la vivienda directamente, el sistema podría proporcionar un calentamiento indirecto, por ejemplo, al utilizar la electricidad generada para hacer funcionar un sistema de calefacción geotérmica a través de una bomba de calor.

55

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una cámara de pirólisis (100) para tratar los residuos domésticos, que comprende un receptáculo (52) para los residuos, estando el receptáculo definido por un recinto de doble revestimiento que tiene una pared exterior (132), una pared conductora de calor interior (130), y un vacío herméticamente cerrado (134) entre las dos paredes (130, 132) en el que se dispone un fluido de trabajo, para definir así un sistema pasivo de transferencia de calor de dos fases, y al menos un elemento de calentamiento en contacto térmico con el recinto.
2. Una cámara de pirólisis (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el recinto incluye al menos un pasador conductor de calor (118) que se extiende desde la pared interior (130) al interior del receptáculo.
- 10 3. Una cámara de pirólisis (100) de acuerdo con la reivindicación 2, en la que al menos un pasador (118) está hueco, y el interior hueco (136) del pasador está en comunicación fluida con el hueco (134).
4. Una cámara de pirólisis (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el recipiente incluye al menos una pata (120) que se extiende desde la pared exterior (132), y una fuente de calor (122, 128) conectada a la pata (120).
- 15 5. Una cámara de pirólisis (100) de acuerdo con la reivindicación 4 en la que al menos una pata (120) está hueca (136), y el interior hueco de la pata (120) está en comunicación fluida con el vacío (134).
6. Una cámara de pirólisis (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que el fluido de trabajo es uno de agua, Dowtherm A y sodio.







