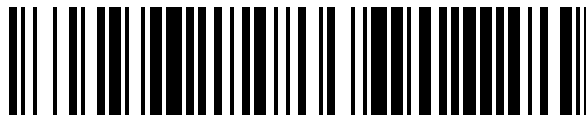


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 303 701**

21 Número de solicitud: 202231396

51 Int. Cl.:

C10B 53/07	(2006.01)	C10G 9/00	(2006.01)
C10B 47/34	(2006.01)	C10G 11/00	(2006.01)
C10B 47/20	(2006.01)	C10G 55/00	(2006.01)
C10B 57/02	(2006.01)		

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

24.08.2022

30 Prioridad:

24.08.2022 AU 2021106834

43 Fecha de publicación de la solicitud:

16.10.2023

71 Solicitantes:

ENVIRONMENTAL RESOURCES PTE. LTD.
(100.0%)
80 Robinson Road, #02-00
068898 Singapore SG

72 Inventor/es:

MCINTOSH, Ian

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Nuria

54 Título: **Un horno de pirólisis de múltiples etapas para la descomposición de materiales orgánicos y un sistema de producción de productos de hidrocarburos provisto de dicho horno**

ES 1 303 701 U

DESCRIPCIÓN

Un horno de pirólisis de múltiples etapas para la descomposición de materiales orgánicos y un sistema de producción de productos de hidrocarburos provisto de dicho horno

5

Campo técnico

La presente divulgación se refiere generalmente a la descomposición de compuestos orgánicos, tales como polímeros de desecho mixtos, y más particularmente a un horno para su uso en tal proceso. El horno, y el proceso que comprende el horno, se desarrollaron principalmente para producir productos de hidrocarburos como materia prima para la fabricación de plásticos a partir de materiales de plásticos de desecho. Sin embargo, se apreciará que el horno no se limita a este uso y, por ejemplo, también puede usarse para descomponer otros compuestos orgánicos, tales como los presentes en diversas formas de biomasa, o producir productos de combustible de hidrocarburos.

10
15

Antecedentes

El plástico es un material formado, habitualmente por polímeros orgánicos de cadena larga. Como resultado del costo de producción relativamente bajo y la facilidad de fabricación, los materiales de plástico se utilizan en una amplia variedad de productos en todo el mundo, incluida una gran cantidad de productos desechables como el envasado. A medida que aumenta el consumo de productos desechables formados por materiales de plástico, también aumenta el material de plástico de desechos asociado, lo que lleva a preocupaciones ambientales debido a la larga vida de los materiales de plástico si se tiran al vertedero. Otros problemas asociados con el vertido de los plásticos de desecho incluyen la contaminación y la infertilidad del suelo.

20
25

El reciclaje de plásticos consiste en el procesamiento de recuperación de chatarra o plásticos de desecho y reprocesar el material en productos útiles. Sin embargo, a diferencia del reciclaje de metales, el reciclaje de los materiales de plástico puede ser un desafío debido a los bajos rendimientos económicos. El reciclaje de plásticos puede enfrentar más dificultades como resultado de la naturaleza química de los polímeros orgánicos de cadena larga que pueden dificultar su procesamiento. Asimismo, los materiales de plástico de desecho a menudo necesitan clasificar los diversos tipos de resina de plástico, p. ej.,

30
35

tereftalato de polietileno (PET), polietileno de alta densidad (HDPE), cloruro de polivinilo (PVC), para tratamientos de reciclaje separados.

A medida que se forman los plásticos de polímeros orgánicos de cadena larga que contienen hidrógeno y carbono, se han desarrollado procesamientos para la conversión del polímero de cadena larga en productos de combustible de hidrocarburos de longitud más corta como petróleo o diésel. Estos procesamientos involucran generalmente pirólisis del material de plástico para reducir los polímeros de cadena larga a polímeros de longitud de cadena más pequeña.

Las técnicas actuales para el procesamiento de materiales de plástico en productos de hidrocarburos dan como resultado, a menudo, la inclusión de productos tipo cera y alquitrán que pueden fallar el equipo y las tuberías utilizadas en el procesamiento. Adicionalmente, la presencia de materiales de partículas introducidos en el sistema o formados en el curso de la reacción puede dar lugar a la formación de una baja pureza, productos similares a los lodos difíciles de manejar cuando se condensan. Asimismo, los hidrocarburos condensados directamente después de la reacción de pirólisis generalmente se deben volver a calentar para separar luego los hidrocarburos deseados.

Una alternativa a la eliminación en vertederos de los plásticos es la incineración. Sin embargo, esto ha planteado problemas como el daño al horno y la emisión de gases nocivos y un olor ofensivo. La conciencia ambiental cada vez mayor de la sociedad ha considerado la incineración un método en gran medida impopular e insostenible para la eliminación de los plásticos de desecho.

En Estados Unidos, la Ley de Reciclaje de Envases que impone la obligación de recuperar y reutilizar los plásticos se promulgó en 1995. En vista de estas circunstancias, recientemente se han hecho varios intentos para reutilizar los desechos de plástico como recursos. Sin embargo, dos décadas después de la promulgación de esta ley, se recicla solo el 8 % de todos los desechos de plástico. Evidentemente, hay impulsores ambientales para aumentar la tasa de reciclaje. Sin embargo, los factores sociales logísticos y permanentes aún indican que la gran mayoría de los desechos de plástico se eliminan o incineran.

Una consideración adicional consiste en que el costo mineral de suministrar al mundo su demanda cada vez mayor de plásticos representa aproximadamente el 7 % del consumo global de petróleo crudo anualmente. En resumen, se necesita aceite para fabricar plásticos,

y a menos que ese aceite sea recuperable una vez que los plásticos han cumplido su propósito comercial, nuestra deuda mineral global solo sirve para aumentar.

En Australia hay poco o ningún reciclaje de plástico. Los plásticos se fabrican habitualmente con nafta o etileno como materia prima en bruto, con la mayoría de las corrientes de plástico de desecho enviadas en el extranjero para el reciclaje mecánico o depositadas en vertederos.

El inventor japonés, Akinori Ito popularizó la idea de convertir los plásticos de desecho nuevamente en aceite combustible a través de la pirólisis plástica. La pirólisis es una descomposición termoquímica de material orgánico, tales como los plásticos, la temperatura elevada en ausencia de oxígeno. La misma implica el cambio simultáneo de la composición química y la fase física, y es irreversible. La pirólisis ocurre, generalmente a temperaturas en el intervalo de 400-900 °C, a una pequeña presión en exceso.

En este proceso, las largas moléculas de polímeros de los materiales de plástico se descomponen en cadenas más cortas de hidrocarburos con la ayuda del calor y la presión. Se puede usar un catalizador para reducir la temperatura y aumentar el rendimiento. Otras sustancias que se pueden pirolizar son biomasa, neumáticos de desecho, aceites lubricantes, carbón y residuos de petróleo.

El proceso básico de pirólisis procede de la siguiente manera: (1) Una etapa de trituración en la que el material de desecho debe segregarse y, si es posible, limpiarse. Después se tritura para acelerar la reacción y asegurarse de que la reacción esté completa. (2) Una etapa de calentamiento anaeróbico en la que el material triturado se calienta de manera controlada en un reactor sin oxígeno. Uno de los factores más cruciales en esta operación consiste en mantener la temperatura correcta (~430 °C para los plásticos) y la tasa de calentamiento, ya que definen la calidad y la cantidad del producto final. (3) Una etapa de condensación en la que el gas que sale del reactor se condensa al pasar a través de un tubo de condensación o burbujeándolo directamente en agua. (4) Una etapa de destilación en la que la mezcla resultante de aceite se puede usar como aceite de horno pero no es suficientemente puro para los motores. Para poder usarlo como combustible del motor o como materia prima para la fabricación de plástico, los productos deseados deben extraerse y purificarse de la mezcla a través de la destilación fraccional, o algunos otros medios de purificación.

Algunos de los beneficios de la pirólisis consisten en que el proceso no genera contaminantes dañinos y que los subproductos pueden usarse como combustible para el funcionamiento de la instalación. En el caso de los plásticos, algunos de los productos valiosos que se pueden extraer a través de la pirólisis plástica de desecho son nafta, gasolina, queroseno, diésel, benceno, GLP, tolueno y xileno. Además, el proceso pirolítico es relativamente eficiente ya que un kilogramo de desechos puede producir hasta un litro de hidrocarburos líquidos.

La pirólisis anhidra se puede usar para producir etileno y nafta que a su vez se puede usar como materia prima para la fabricación de plástico virgen, evitando muchos de los problemas del ciclo de vida inherentes al reciclaje mecánico. Esta es la opción preferente, que reduce significativamente los costos ambientales del uso de plástico. El uso de la pirólisis para extraer combustible de los plásticos de fin de vida es una segunda mejor opción después del reciclaje, siendo ambientalmente preferente a la deposición en vertederos o la incineración de desechos utilizando energía, y puede ayudar a reducir la dependencia de combustibles fósiles extraños y la geo-extracción. Además, el combustible diésel derivado de plásticos se puede obtener en una forma lo suficientemente pura para la venta y consumo comercial. Se puede fabricar combustible líquido similar al diésel a partir de desechos de plástico, con un valor de cetano mayor y un contenido de azufre menor que el diésel tradicional. Por otro lado, tales tecnologías todavía están en su infancia, y a menudo luchan por atraer inversiones debido a las economías de escala pobres, y es un objetivo conocido del arte de encontrar medios cada vez más eficientes y económicamente viables para obtener productos de hidrocarburos a partir de los plásticos de desecho.

La solicitud de patente europea n.º 0 620 264 A2 divulga un proceso para fabricar un aceite lubricante a partir de los plásticos de desecho. El proceso utiliza un proceso de craqueo en un lecho fluidizado de sólidos inertes y fluidizado, entre otros, con nitrógeno. El producto del craqueo se hidrotrata sobre un catalizador de alúmina u otro soporte de óxido de metal refractario que contiene un componente de metal, y después está, opcionalmente, isomerizado catalíticamente. Sin embargo, el rendimiento general es más bajo del deseado. Los catalizadores de isomerización que se enseñan parcialmente producen este resultado. No existe la enseñanza de usar mejores catalizadores de isomerización. También, el documento EP 0 620 264 A2 no enseña un proceso de producción de un alto rendimiento de aceites lubricantes pesados.

Se conocen muchos métodos para la preparación de hidrocarburos de baja ebullición a partir de plásticos de desecho e hidrocarburos de alta ebullición. El documento US 4,851,601 describe una reacción de pirólisis en una caldera de reactor (vertical u horizontal), en la que la pared exterior de la caldera se calienta a alta temperatura, mientras que los materiales del interior se calientan indirectamente. En este método, la pared exterior puede deformarse cuando el reactor se calienta directamente a una temperatura alta. Los materiales se sinterizan fácilmente en la pared interior debido al sobrecalentamiento local para que el rendimiento de conversión de la reacción y la vida del reactor disminuyan considerablemente. Adicionalmente, el coeficiente de transferencia de calor del reactor es relativamente bajo, es difícil drenar los residuos de reacción y la reacción catalítica en el lecho fijo necesita un suministro de calor separado. Estos son los inconvenientes comunes de la caldera del reactor en la técnica anterior.

Un reactor espiral utilizado en algunos campos especiales es similar a los anteriores. El calor se transfiere indirectamente cuando funciona. La pared exterior del reactor se calienta directamente a alta temperatura, lo que hace que se calienten indirectamente los materiales en el reactor. Por lo tanto, el coeficiente de transferencia de calor no es satisfactorio.

El documento WO2017/088015 divulga un sistema que aborda algunos de los inconvenientes mencionados anteriormente. Sin embargo, el diseño ha demostrado tener limitaciones de escala debido a problemas con la expansión térmica y el intercambio de calor que conducen a una mala tasa de retorno de la inversión.

Cualquier análisis de documentos, hechos, materiales, dispositivos, artículos o similares que se han incluido en la presente memoria descriptiva no se deben tomar como una admisión de que alguna o todas estas materias forman parte de la base de la técnica anterior o de que eran conocimiento general común en el campo pertinente para la presente divulgación al existir antes de la fecha de prioridad de cada una de las reivindicaciones de esta solicitud.

Sumario

A lo largo de esta memoria descriptiva, la palabra "comprender", o las variaciones tales como "comprende" o "que comprende(n)", se entenderá que implica la inclusión de un elemento, integrante o etapa, o grupo de elementos, integrantes o etapas, pero no la exclusión de cualquier otro elemento, integrante o etapa, o grupo de elementos, integrantes o etapas.

En un primer aspecto, se proporciona un horno de pirólisis de múltiples etapas para la descomposición de materiales orgánicos, tales como polímeros, comprendiendo el horno:

- 5 una primera parte de horno y una segunda parte de horno, comprendiendo cada una:
 - una cámara de reacción alargada que define un eje longitudinal, teniendo la cámara de reacción un primer extremo y un segundo extremo opuesto separado a lo largo del eje longitudinal;
 - 10 una entrada para la recepción de material orgánico en la cámara de reacción;
 - una primera salida para la salida de material sólido o líquido de la cámara de reacción;
 - y
 - una segunda salida para la salida de material gaseoso de la cámara de reacción;
- 15 el horno está configurado para calentar el material orgánico en las cámaras de reacción en ausencia de oxígeno para descomponer, de ese modo, al menos una parte del material orgánico en una corriente de producto de gas de la cámara de reacción que comprende hidrocarburos adecuados para su uso como materia prima para la fabricación de plástico o combustible,
- 20 la segunda parte del horno está situada debajo de la primera parte del horno;
- un paso de flujo de fluido que se extiende entre la segunda salida de la primera parte del horno y la entrada de la segunda parte del horno para transportar material líquido y sólido que sale de la cámara de reacción de la primera parte del horno hacia abajo a la cámara de reacción de la segunda parte del horno y para transportar material gaseoso que sale
- 25 de la cámara de reacción de la segunda parte del horno hacia arriba, de modo que el intercambio de calor ocurre entre el material líquido y sólido transportado hacia abajo que sale de la cámara de reacción de la primera parte del horno y el material gaseoso transportado hacia arriba que sale de la cámara de reacción de la segunda parte del horno.
- 30 El horno puede estar configurado de modo que una temperatura de funcionamiento en la cámara de reacción de la segunda parte del horno sea mayor que la de la cámara de reacción de la primera parte del horno, de modo que el material líquido y sólido transportado hacia abajo que sale de la cámara de reacción de la primera parte del horno se calienta por
- 35 el material gaseoso transportado hacia arriba que sale de la cámara de reacción de la segunda parte del horno.

La entrada de la primera parte del horno puede estar junto al primer extremo de la cámara de reacción de la primera parte del horno. La primera salida de la primera parte del horno puede estar junto al segundo extremo de la cámara de reacción de la primera parte del
5 horno. La segunda salida de la primera parte del horno puede estar junto al segundo extremo de la cámara de reacción de la primera parte del horno. La entrada de la segunda parte del horno puede estar junto al primer extremo de la cámara de reacción de la segunda parte del horno. La primera salida de la segunda parte del horno puede estar junto al segundo extremo de la cámara de reacción de la segunda parte del horno. La segunda
10 salida de la segunda parte del horno puede estar junto al primer extremo de la cámara de reacción de la segunda parte del horno. La segunda salida de la primera parte del horno puede estar, sustancialmente, situada directamente sobre la segunda salida de la segunda parte del horno.

15 Un único puerto puede servir tanto como la primera salida de la primera parte del horno como la segunda salida de la primera parte del horno. Un único puerto puede servir tanto como la entrada de la segunda parte del horno como la segunda salida de la segunda parte del horno.

20 Se puede proporcionar un depurador en comunicación fluida con cada cámara de reacción. El depurador se puede configurar para retirar los hidrocarburos en la corriente del producto de gas de la cámara de reacción por encima de un intervalo de hidrocarburos superior predeterminado para volver a la cámara de reacción de la primera o segunda parte del horno para un mayor calentamiento en ausencia de oxígeno. El depurador puede
25 comprender un único depurador en comunicación fluida con todas las cámaras de reacción. El depurador puede estar en comunicación fluida con el paso de un caudal de fluido y extenderse hacia arriba a partir del mismo.

La segunda parte del horno puede estar, sustancialmente, situada directamente debajo de la
30 primera parte del horno. Cada una de dicha parte de horno puede comprender una pared tubular interior, definiendo el interior de la misma la cámara de reacción, y una pared tubular exterior que se extiende concéntricamente alrededor de la pared tubular interior, que define un vacío anular entre la pared tubular interior y exterior. El vacío anular de la primera parte del horno puede estar en comunicación fluida con el vacío anular de la segunda parte del
35 horno, por ejemplo, a través de un conducto de un caudal de fluido que se extiende entre los

vacíos anulares. Se pueden proporcionar uno o más generadores de vórtice en los vacíos anulares.

5 La cámara de reacción de la segunda parte del horno puede comprender una segunda entrada para la conexión a una fuente de vapor para el burbujeo de vapor de la cámara de reacción de la segunda parte del horno.

10 El horno puede configurarse de modo que la temperatura de la corriente del producto de gas de la cámara de reacción no baje sustancialmente antes de ingresar al depurador.

El depurador se puede configurar de modo que una corriente de gas del depurador que sale del depurador está a una temperatura inferior a 350 °C.

15 Se puede proporcionar un agitador en la cámara de reacción de la primera parte del horno para el contenido de agitación del mismo. Se puede proporcionar un agitador en la cámara de reacción de la segunda parte del horno para el contenido de agitación del mismo. Se puede proporcionar un catalizador en una o ambas cámaras de reacción para empujar la reacción en el interior hacia los hidrocarburos de longitud de cadena deseable y/o los hidrocarburos aromáticos deseados.

20 Se puede proporcionar un calentador para calentar las cámaras de reacción. El calentador puede comprender un medio de transferencia de calor en los vacíos anulares para calentar los tubos interiores y, por lo tanto, las cámaras de reacción. El medio de transferencia de calor puede fluir hacia el vacío anular de la segunda parte del horno y de allí hasta el vacío
25 anular de la primera parte del horno.

En un segundo aspecto, se proporciona un sistema para la producción de productos de hidrocarburos a partir de materiales orgánicos, tales como polímeros, comprendiendo el sistema:

30 un horno según el primer aspecto; y
al menos un dispositivo de recuperación de hidrocarburos para la recuperación de hidrocarburos dentro de un intervalo de hidrocarburos predeterminado desde la corriente del producto de gas de la cámara de reacción.

35

El al menos un dispositivo de recuperación de hidrocarburos puede comprender uno o más de: una columna de fraccionamiento configurada para condensar los hidrocarburos del intervalo de diésel de una corriente gaseosa de hidrocarburos; un condensador configurado para condensar hidrocarburos del intervalo de petróleo de una corriente gaseosa de hidrocarburos; y un dispositivo de compresión configurado para condensar los hidrocarburos del intervalo de gas licuado de petróleo (GLP) de una corriente gaseosa de hidrocarburos. Se apreciará que la selección de equipos para el dispositivo de recuperación de hidrocarburos dependerá de los hidrocarburos deseados para ser recuperados.

10 La columna de fraccionamiento puede estar en comunicación fluida con una salida de gas del depurador. La columna de fraccionamiento puede configurarse además para desviar al menos una parte de diésel condensado al depurador para su uso como líquido de depuración.

15 Se puede proporcionar una torre de vacío para retirar el agua de los hidrocarburos del intervalo de diésel condensados por la columna de fraccionamiento.

El condensador puede estar en comunicación fluida con una salida de gas de la columna de fraccionamiento.

20

El dispositivo de compresión puede estar en comunicación fluida con una salida de gas del condensador.

En un tercer aspecto, se proporciona un conjunto para su uso en la producción de productos de hidrocarburos a partir de materiales orgánicos, tales como polímeros, comprendiendo el conjunto:

25

un horno según el primer aspecto;

un calentador para el calentamiento de las cámaras de reacción;

30

un depurador en comunicación fluida con cada cámara de reacción, en el que el depurador está configurado para retirar los hidrocarburos en la corriente del producto de gas de la cámara de reacción por encima de un intervalo de hidrocarburos superior predeterminado y devolver los hidrocarburos retirados a la cámara de reacción de la primera o la segunda parte del horno para mayor calentamiento en ausencia de oxígeno;

35

y

un dispositivo de recuperación de hidrocarburos en comunicación fluida con el depurador para la recepción de un resto de la corriente del producto de gas de la cámara de reacción, estando el dispositivo de recuperación de hidrocarburos configurado para retirar los hidrocarburos dentro de un intervalo de hidrocarburos predeterminado a partir de dicho resto.

En un cuarto aspecto, se proporciona un conjunto para su uso en la producción de productos de hidrocarburos a partir de materiales orgánicos, tales como polímeros de desecho, comprendiendo el conjunto;

un horno según el primer aspecto;
 un calentador para el calentamiento de las cámaras de reacción;
 un depurador en comunicación fluida con cada cámara de reacción, en el que el depurador está configurado para retirar los hidrocarburos en la corriente del producto de gas de la cámara de reacción por encima de un intervalo de hidrocarburos superior predeterminado y devolver los hidrocarburos retirados a la cámara de reacción de la primera o la segunda parte del horno para mayor calentamiento en ausencia de oxígeno;
 un dispositivo de recuperación de hidrocarburos en comunicación fluida con el depurador para la recepción de un resto de la corriente del producto de gas de la cámara de reacción, estando el dispositivo de recuperación de hidrocarburos configurado para retirar los hidrocarburos dentro de un intervalo de hidrocarburos predeterminado a partir de dicho resto;
 una trituradora previa para el procesamiento de la materia prima de polímeros de desecho a granel;
 un dispositivo para la retirada de contaminantes metálicos, tanto ferrosos como no ferrosos;
 un dispositivo para la detección y retirada del material de contaminación de la materia prima de plástico de desechos;
 una trituradora final para la reducción de la materia prima de polímero de desechos a un tamaño óptimo para alimentar el horno; y
 una cubierta que encierra el equipo de materia prima de polímero de desechos por encima para capturar y retirar el polvo y los olores del proceso y usarlo como aire de combustión para el calentador del horno.

Breve descripción de los dibujos

Se describirá ahora una o más realizaciones de principios divulgadas en el presente documento, solo a modo de ejemplo, haciendo referencia al dibujo adjunto, en el que:

La figura 1 es un diagrama esquemático de un sistema para la recuperación de productos de hidrocarburos valiosos de los plásticos de fin de vida, divulgándose en el presente documento los principios que incorporan el sistema.

Descripción de la(s) realización(es)

Con referencia a la figura 1, se proporciona un sistema 10 para la conversión de plásticos a productos de hidrocarburos tales como nafta, diésel, petróleo y gas licuado de petróleo (GLP). La clasificación de los productos de hidrocarburos depende principalmente del intervalo de longitudes de cadena de los hidrocarburos, por ejemplo, los hidrocarburos diésel varían habitualmente de C10 a C25, nafta e hidrocarburos de petróleo varían de C4 a C12, y el gas licuado de petróleo (GLP) comprende habitualmente una mezcla de los hidrocarburos C3 y C4 (pueden ser alquenos).

El sistema 10 comprende un horno de pirólisis de múltiples etapas 100 para la pirólisis de un material de alimentación 500. El material de alimentación 500 puede ser cualquier material orgánico y, en la realización ilustrada, es un material de plástico de fin de vida formado por polímeros orgánicos de cadena larga, por ejemplo, materiales de plástico de fin de vida, como el envasado de plástico. El material de alimentación 500 puede someterse a un procesamiento previo antes de la introducción en el horno 100, por ejemplo, la trituración mediante una trituradora 280 o corte mediante una trituradora final 283 para mejorar la manipulación y el área de superficie del material de alimentación, expulsión de material mediante un sistema de detección y retirada de metales 281 o clasificar 282 para minimizar la cantidad de contaminantes introducidos en el sistema. El material de alimentación 500 se introduce al horno 100 por un alimentador 120 de una manera que reduce la pérdida de calor y gas del horno. Por ejemplo, el alimentador 120 puede comprender un alimentador de puerta deslizante doble o un alimentador de tornillo de tapón o ambos. El alimentador 120 también permite el control de la tasa de flujo del material de alimentación 500 en el horno 100.

El horno 100 comprende una primera parte de horno 100a y una segunda parte de horno 100b. La segunda parte del horno 100b está, sustancialmente, situada directamente debajo de la primera parte de horno 100a. Ambas primera y segunda partes de horno 100a, 100b

comprenden una cámara de reacción cilíndrica alargada 130a, 130b, que tiene un primer extremo 132a, 132b y un segundo extremo opuesto 134a, 134b, y a través de los cuales fluye el material de alimentación 500. Cada cámara de reacción 130a, 130b está, sustancialmente, orientada horizontalmente, en uso, y define un eje longitudinal A. Cada

5 cámara de reacción 130a, 130b tiene una entrada 136a, 136b para la recepción de material orgánico en la cámara de reacción 130a, 130b. La entrada 136a define el punto de entrada en el horno 100 del material de alimentación 500 a partir del alimentador 120. La cámara de reacción 130a tiene una primera salida 138a para la salida de material sólido, líquido y gaseoso de la misma. La cámara de reacción 130b tiene una segunda salida 138b para la

10 salida de material sólido y líquido de la misma. La entrada 136b también funciona como una salida para la salida de material gaseoso de la cámara de reacción 130b. Un paso de caudal de fluido 135 se extiende entre la primera salida 138a de la cámara de reacción 130a y la entrada/salida 136b de la cámara de reacción 130b para proporcionar una comunicación de un caudal de fluido entre sí. El paso 135 transporta material líquido y sólido abandonando la

15 primera salida 138a de la cámara de reacción 130a hacia abajo a la entrada/salida 136b de la cámara de reacción 130b y transporta material gaseoso abandonando la cámara de reacción 130b a través de la entrada/salida 136b hacia arriba, más allá de la primera salida 138a de la cámara de reacción 130a. Se apreciará que el intercambio de calor ocurre entre el material líquido y sólido transportado hacia abajo que sale de la cámara de reacción 130a

20 y el material gaseoso transportado hacia arriba que sale de la cámara de reacción 130b.

La entrada 136a está junto al primer extremo 132a de la cámara de reacción 130a y la primera salida 138a está junto al segundo extremo 134a de la cámara de reacción 130a. La entrada/salida 136b está junto al primer extremo 132b de la cámara de reacción 130b, y la

25 segunda salida 138b está junto al segundo extremo 134b de la cámara de reacción 130b. Además, la primera salida 138a de la cámara de reacción 130a está, sustancialmente, situada directamente por encima de la entrada/salida 136b de la cámara de reacción 130b. La entrada 136a y el paso 135 se sitúan en los extremos longitudinalmente opuestos de la cámara de reacción 130a. La segunda salida 138b y el paso 135 se sitúan en extremos

30 longitudinalmente opuestos de la cámara de reacción 130b.

Cada cámara de reacción 130a, 130b comprende un agitador 140a, 140b. En la realización ilustrada, los agitadores 140a, 140b comprenden cada uno una pluralidad de paletas montadas transversales al eje de un árbol rotativo que se extiende longitudinalmente a

35 través de la cámara de reacción 130a, 130b, para agitar el contenido de los mismos. Además de mejorar la transferencia de calor al material de alimentación 500, los agitadores

140a, 140b también ayudan a retirar el material de partículas de desecho de las cámaras de reacción 130a, 130b y a prevenir la acumulación de ceras en las paredes interiores de las cámaras de reacción.

- 5 Se proporciona una fuente de calor 800 para las cámaras de reacción de calentamiento 130a, 130b y su contenido. La fuente de calor 800 puede comprender un medio de transferencia de calor que fluye a través de un vacío anular 160a, 160b alrededor de cada cámara de reacción 130a, 130b. Los vacíos anulares 160a, 160b se definen entre una pared tubular exterior 165a, 165b y la pared tubular interior de la cámara de reacción 139a, 139b
- 10 de cada parte de horno 100a, 100b. El medio de transferencia de calor 800 transfiere calor a través de las paredes tubulares interiores de la cámara de reacción 139a, 139b y en las cámaras de reacción 130a, 130b. Un conducto 167 se extiende entre las regiones anulares 160a, 160b para facilitar el flujo del medio de transferencia de calor entre sí. En la realización ilustrada, el medio de transferencia de calor 800 se dirige a la región anular 160b
- 15 de la segunda parte de horno 100b y fluye desde allí hacia la parte del horno anular 160a de la primera parte de horno 100a. En consecuencia, la cámara de reacción 130b funciona a una cámara de reacción de temperatura mayor 130a. Se proporciona una pluralidad de generadores de vórtice (no mostrados) en espacios anulares 160a, 160b para aumentar la eficiencia de transferencia de calor entre el medio de transferencia de calor 800 y las
- 20 cámaras de reacción 130a, 130b al generar un vórtice en el flujo del medio de transferencia de calor, ya que fluye a lo largo de las regiones anulares 160a, 160b.

- La fuente de calor 800 puede ser generada por otros equipos de proceso utilizados en el sistema 10 o junto con el mismo. Por ejemplo, la fuente de calor 800 puede comprender un
- 25 medio de transferencia de calor en forma de gases de combustión de un ciclón de combustión 170 utilizado para tratar los productos de desecho del sistema 10, tales como gases no condensables y productos de carbonización, o puede ser cualquier otra fuente de calor adecuada para calentar las cámaras de reacción 130a, 130b y su contenido. Al extraer el aire de combustión de la cubierta que encierra las unidades de procesamiento previo, se
- 30 reduce el potencial de impactos ambientales.

- En la cámara de reacción 130a de la primera parte del horno superior 100a, el material de alimentación 500 se calienta en ausencia de oxígeno de modo que al menos una parte del material de alimentación 500 se derrita primero, luego se descompone en una corriente de
- 35 gas de la cámara de reacción 501 que comprende hidrocarburos que van desde hidrógeno hasta cera pesada, estando la mayoría de los gases en el intervalo de líquido. El material de

- partículas de desecho, como los productos de carbonización, el polvo y la ceniza, se puede formar en la cámara de reacción 130a a medida que el material de alimentación 500 se calienta o puede introducirse con el material de alimentación 500. El material líquido y/o sólido, que incluye el material de alimentación 500 no descompuesto o parcialmente descompuesto y el material de partículas de desecho de la cámara de reacción 130a, baja de la cámara de reacción 130a en la cámara de reacción 130b a través del paso 135. Cuando baja a través del paso 135, este material líquido y/o sólido de la cámara de reacción 130a está expuesto al vapor sobrecalentado que se eleva desde la cámara de reacción de la reacción 130b, que promueve la descomposición, o una mayor descomposición, del material líquido y/o sólido, que incluye el craqueo de hidrocarburos pesados del mismo. En la cámara de reacción 130b, el material líquido y/o sólido de la parte del horno superior 100a se calienta en ausencia de oxígeno de modo que al menos una parte adicional del material de alimentación 500 se descompone en una corriente de producto de gas de la cámara de reacción 501 que comprende hidrocarburos que varían desde hidrógeno a cera pesada, estando la mayoría de los gases en el intervalo de líquido. La cámara de reacción 130b se puede burbujear con vapor para promover el craqueo de hidrocarburos pesados del material procesado en la misma. El material de partículas de desecho se puede retirar de la cámara de reacción 130b a través de la segunda salida 138b.
- Se puede proporcionar un catalizador, como la bauxita activada, en cualquiera de las cámaras de reacción 130a, 130b o en ambas para empujar la reacción en el interior hacia los hidrocarburos de una longitud de cadena deseada y/o los hidrocarburos aromáticos deseados.
- El horno 100 comprende además una salida de productos de gas 190 y un depurador 200 en la salida 190. La corriente del producto de gas 501 de la cámara de reacción 130b aumenta a través del paso 135 para fusionar con la corriente del producto de gas 501 de la cámara de reacción 130a. Las corrientes del producto de gas fusionado 501 pasan a través de la salida del producto 190 y fluyen a través del depurador 200. Se apreciará que algún material de partículas de desecho pueda arrastrarse en las corrientes del producto de gas 501.

El depurador 200 es, preferentemente una columna de depuración empaquetada que comprende una placa, embalaje estructurado o de tipo anillo. En el depurador 200, la corriente del producto de gas 501 entra en contacto con un líquido de depuración de hidrocarburos 502 para condensar más pesado, con punto de ebullición mayor, estando los

hidrocarburos presentes en la corriente del producto de gas 501. Los hidrocarburos más pesados condensados y el líquido de depuración 502 fluyen hacia atrás en la cámara de reacción 130b para someterse a una reacción adicional. Los hidrocarburos restantes, de peso más liviano, salen del depurador 200 como una corriente del producto de gases de depuración 503. El líquido de depuración 502 también actúa para lavar la corriente del producto de gas 501 del material de partículas de desecho arrastrados, que fluye de vuelta a la cámara de reacción 130b con el líquido de depuración 502 y los hidrocarburos más pesados condensados.

- 10 El depurador 200 está en comunicación directa de fluido con las cámaras de reacción 130a, 130b, de modo que las corrientes del producto de gas de la cámara de reacción 501 fluyen directamente de las cámaras de reacción 130a, 130b al depurador 200. Esto minimiza cualquier enfriamiento de las corrientes del producto de gas 501 anteriores para entrar al depurador 200, que reduce la formación y acumulación de residuos cerosos sólidos de las corrientes del producto de gas 501. El posicionamiento relativo descrito anteriormente de las cámaras de reacción 130a, 130b y el depurador 200 también reduce o evita la necesidad de recalentar el producto de las cámaras de reacción 130a, 130b para separar los hidrocarburos deseados.
- 20 El sistema 10 comprende además varios dispositivos de recuperación de hidrocarburos para la recuperación de hidrocarburos dentro de un intervalo de hidrocarburos predeterminado desde la corriente del producto de gas 501 producido por el horno 100. Estos dispositivos de recuperación de hidrocarburos incluyen una columna de fraccionamiento 210 configurada para condensar hidrocarburos del intervalo de diésel, un condensador 240 configurado para condensar los hidrocarburos del intervalo de nafta y petróleo, y un dispositivo de compresión y enfriamiento de gas configurado para condensar hidrocarburos del intervalo de gas licuado de petróleo (GLP).

- La corriente del producto de gas 503 que sale del depurador 200 entra en la columna de fraccionamiento 210, en la que la corriente del producto de gas 503 entra en contacto con un reflujo de hidrocarburos 504 seleccionado para producir hidrocarburos del intervalo de diésel 506 para condensar y salir la parte inferior de la columna de fraccionamiento 210 mientras que la gasolina y los hidrocarburos más ligeros salen de la parte superior de la columna de fraccionamiento 210 como una corriente del producto de gas de fraccionamiento 505. Una parte de los hidrocarburos del intervalo de diésel 506 que sale de la columna de

fraccionamiento 210 se usa como líquido de depuración 502 para la corriente del producto de gas de la cámara de reacción de depuración 501.

5 El diésel 507 restante puede tratarse entonces antes del almacenamiento de un recipiente de almacenamiento diésel o volver al horno para un craqueo adicional. En un ejemplo, el diésel 507 restante se trata para retirar la humedad, por ejemplo, mediante secado al vacío 220, para producir diésel tratado 508, que se recoge y almacena en un recipiente de almacenamiento diésel 230. En otro ejemplo, el diésel 507 puede someterse a procesos de extracción de disolvente, como se expone de manera más detallada más adelante, para
10 extraer impurezas tales como, compuestos aromáticos, de azufre y similares.

Se apreciará que las condiciones operativas del horno 100 y depurador 200 dependan del tipo de material de alimentación 500 que se procesará y el producto de hidrocarburos deseado que se recuperará. Por ejemplo, la recuperación dirigida de los hidrocarburos del
15 intervalo de gas licuado de petróleo (GLP) de peso más ligero puede requerir temperaturas de funcionamiento más altas en el horno 100 que para la recuperación dirigida de hidrocarburos del intervalo de diésel. Si bien la temperatura de funcionamiento de las cámaras de reacción 130a, 130b es importante, el control cuidadoso de la temperatura en la salida del producto 190 (es decir, la entrada de depurador 200) y en la salida del depurador
20 200 puede desempeñar un papel importante en la composición de los productos recuperados. Estas temperaturas se pueden controlar, por ejemplo, controlando la temperatura de funcionamiento de las cámaras de reacción 130a, 130b y/o controlando la velocidad de flujo del líquido de depuración 502 en el depurador 200. Preferentemente, la temperatura de la corriente de gases de depuración 503 que sale del depurador 200 se
25 mantiene por debajo de 350 °C, de modo que los hidrocarburos pesados, de cadena larga, inadecuados para el uso, se condensan y fluyen de vuelta a la cámara de reacción 130b para un tratamiento adicional.

La corriente del producto de gas de fraccionamiento 505 que sale de la columna de
30 fraccionamiento 210 fluye a través de un condensador 240 configurado para condensar los hidrocarburos del intervalo de nafta o petróleo en la corriente del producto de gas de fraccionamiento 505. Una parte de los hidrocarburos condensados que salen del condensador 240 se usan como el reflujo de hidrocarburos 504 para la columna de fraccionamiento 210. La parte restante de los hidrocarburos 509 se recoge y almacena en
35 un recipiente de almacenamiento 250. Como se ha descrito anteriormente para el diésel 507, los hidrocarburos 509 pueden tratarse antes del almacenamiento en el recipiente de

almacenamiento de petróleo 250. Por ejemplo, los hidrocarburos de petróleo 509 pueden someterse a procesos de extracción de disolvente, como se expone de manera más detallada más adelante, para extraer impurezas tales como, compuestos aromáticos, de azufre y similares.

5

Los gases restantes que no se condensaron en el condensador 240, p. ej., debido al peso molecular muy bajo y los puntos de ebullición bajos, salen del condensador 240 como una corriente del producto de gas condensador 510. La corriente del producto de gas condensador 510 se introduce a un dispositivo de compresión y enfriamiento de gas 260

10 configurado para extraer hidrocarburos del intervalo de gas licuado de petróleo (GLP) de la corriente del producto de gas condensador 510. Los hidrocarburos del intervalo de GLP 511 extraídos se recogen y almacenan en un recipiente de almacenamiento de GLP 270.

Los gases no condensables 512 que no se recuperan en la compresión de gas y el

15 dispositivo de enfriamiento 260 pueden usarse en otros equipos de proceso, como al menos para alimentar parcialmente el ciclón de combustión 170, como se ha descrito anteriormente.

Se apreciará que el horno 100 ilustrado proporcione al sistema 10 con numerosas ventajas.

20 Por ejemplo, el uso de una pluralidad de cámaras de reacción más pequeñas 130a, 130b en lugar de una única cámara de reacción más grande facilita:

- el aumento de la longitud efectiva del horno 100 sin generar una torsión adicional en el agitador 140a, 140b;
- 25 • el aumento de la longitud efectiva del horno 100 sin aumentar su huella, dado que las partes del horno 100a, 100b pueden situarse una encima de la otra;
- el control de la temperatura independiente de cada cámara de reacción 130a, 130b, facilitando de este modo más control sobre el perfil de craqueo de hidrocarburos, un aumento en el rendimiento del producto líquido y menos hidrocarburos en las cenizas que
- 30 salen del sistema 10, que resulta en un almacenamiento y/o eliminación más segura y/o más fácil de la ceniza;
- el suministro de un sistema 10 que sea más compacto en general;
- la manipulación y el transporte del horno 100, ya que las partes del horno 100a, 100b se pueden separar para la manipulación y el transporte, y conectarse juntas para la puesta
- 35 en servicio del sistema 10;
- una expansión térmica menor debido a la longitud reducida;

- la necesidad de rodamientos de gancho reducidos o evitados debido a la longitud de árbol reducida; y
- la necesidad de torsión reducida en el árbol de agitador.
- coste de capital reducido, ya que las partes de horno más pequeñas 100a, 100b que componen el horno 100 son más baratas de fabricar y/o instalar que un único horno más grande de capacidad equivalente;
- costes de capital y operación más bajos que una etapa única equivalente, proporcionando el diseño del horno una tasa de rendimiento mejorada de 6 % a 37 %, y capital múltiple de 0,89 a 2,27, excediendo el estándar de la industria de 2,00. Sin estos datos, el diseño no proporciona un modelo financiero viable y no atraerá la inversión.

Los expertos en la materia apreciarán que se pueden realizar numerosas variaciones y/o modificaciones a las realizaciones descritas anteriormente, sin apartarse del amplio alcance general de la presente divulgación. Por lo tanto, las presentes realizaciones se deben considerar, en todos los aspectos, como ilustrativas y no restrictivas. Los ejemplos de tales variaciones y/o modificaciones incluyen, aunque sin limitación:

- el horno 100 puede incluir más de dos partes de horno 100a, 100b; y/o
- la parte de horno 100a puede tener salidas separadas para material sólido/líquido y para material gaseoso, respectivamente.

REIVINDICACIONES

1. Un horno de pirólisis de múltiples etapas (100) para la descomposición de materiales
5 orgánicos, tales como polímeros de desecho, comprendiendo el horno:

una primera parte de horno (100a) y una segunda parte de horno (100b), comprendiendo cada una:

10 una cámara de reacción alargada (130a), (130b) que define un eje longitudinal, teniendo la cámara de reacción un primer extremo (132a), (132b) y un segundo extremo opuesto (134a), (134b) separado a lo largo del eje longitudinal;
una entrada (136a), (136b) para la recepción de material orgánico en la cámara de reacción;
15 una primera y segunda salida (138a), (138b) para la salida de material sólido o líquido de la cámara de reacción; y
una segunda salida para la salida de material gaseoso de la cámara de reacción;

el horno (100) está configurado para calentar el material orgánico en las cámaras de
20 reacción en ausencia de oxígeno para descomponer, de ese modo, al menos una parte del material orgánico en una corriente de producto de gas de la cámara de reacción que comprende hidrocarburos adecuados para su uso en la fabricación de plástico o como combustible,

la segunda parte del horno (100b) está situada debajo de la primera parte del horno
25 (100a);

un paso de flujo de fluido (135) que se extiende entre la segunda salida de la primera parte del horno y la entrada de la segunda parte del horno (100b) para transportar material líquido y sólido que sale de la cámara de reacción de la primera parte del horno (100a) hacia abajo a la cámara de reacción de la segunda parte del horno y para
30 transportar material gaseoso (501) que sale de la cámara de reacción de la segunda parte del horno (100b) hacia arriba, de modo que el intercambio de calor ocurre entre el material líquido y sólido transportado hacia abajo que sale de la cámara de reacción de la primera parte del horno (100a) y el material gaseoso transportado hacia arriba que sale de la cámara de reacción de la segunda parte del horno (100b).

35

2. El horno (100) según la reivindicación 1, que está configurado de modo que una temperatura de funcionamiento en la cámara de reacción de la segunda parte del horno (100b) es mayor que la de la cámara de reacción de la primera parte del horno (100a), de modo que, en uso, el material líquido y sólido transportado hacia abajo que sale de la
5 cámara de reacción de la primera parte del horno se calienta por el material gaseoso transportado (501) hacia arriba que sale de la cámara de reacción de la segunda parte del horno (100b).

3. El horno (100) según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que: la entrada (136a)
10 de la primera parte del horno está junto al primer extremo de la cámara de reacción de la primera parte del horno; y/o la primera salida (138a) de la primera parte del horno está junto al segundo extremo (134a) de la cámara de reacción de la primera parte del horno; y/o la segunda salida de la primera parte del horno está junto al segundo extremo de la cámara de reacción de la primera parte del horno; y/o la entrada (136b) de la segunda parte del horno
15 está junto al primer extremo (132b) de la cámara de reacción de la segunda parte del horno; y/o la primera salida de la segunda parte del horno está junto al segundo extremo de la cámara de reacción de la segunda parte del horno; y/o la segunda salida de la segunda parte del horno está junto al primer extremo (132b) de la cámara de reacción de la segunda parte del horno.

4. El horno (100) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que un único puerto sirve tanto como la entrada (136b) de la segunda parte del horno como la segunda salida (138b) de la segunda parte del horno.

5. El horno (100) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera salida (138a) de la primera parte del horno está situada directamente sobre la segunda salida (138b) de la segunda parte del horno.

6. El horno (100) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que un único
30 puerto sirve tanto como la primera salida de la primera parte del horno como la segunda salida (138b) de la primera parte del horno.

7. El horno (100) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un depurador (200) en comunicación fluida con todas las cámaras de reacción, configurado
35 para retirar los hidrocarburos en la corriente del producto de gas de la cámara de reacción por encima de un intervalo de hidrocarburos superior predeterminado para volver a la

cámara de reacción de la primera o segunda parte del horno para un mayor calentamiento en ausencia de oxígeno.

8. El horno (100) según la reivindicación 7, en el que el depurador (200) está en comunicación fluida con el paso de un caudal de fluido y se extiende hacia arriba a partir del mismo.

9. El horno (100) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la segunda parte del horno (100b) está situada directamente debajo de la primera parte del horno (100a).

10. El horno (100) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera y la segunda cámara de reacción (130a), (130b) se calientan mediante un medio de transferencia de calor (800), calentando el medio de transferencia de calor la segunda cámara de reacción (130b) antes de calentar la primera cámara de reacción (130a).

11. El horno (100) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada parte de horno comprende una pared tubular interior (139a), (139b), definiendo el interior de la misma la cámara de reacción, y una pared tubular exterior (165a), (165b) que se extiende alrededor de la pared tubular interior de la cámara de reacción, en el que se define un vacío anular (160a), (160b) entre la pared tubular interior de la cámara de reacción y la pared tubular exterior, estando el vacío anular de la primera parte del horno en comunicación fluida con el vacío anular de la segunda parte del horno.

12. El horno (100) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la cámara de reacción de la segunda parte del horno comprende una segunda entrada para la conexión a una fuente de vapor para el burbujeo de vapor de la cámara de reacción de la segunda parte del horno.

13. Un sistema para la producción de productos de hidrocarburos a partir de materiales orgánicos, tales como polímeros, comprendiendo el sistema:

un horno (100) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 12; y
al menos un dispositivo de recuperación de hidrocarburos (210), (240), (260) para la recuperación de hidrocarburos dentro de un intervalo de hidrocarburos predeterminado desde la corriente del producto de gas de la cámara de reacción.

14. El sistema según la reivindicación 13, en el que al menos un dispositivo de recuperación de hidrocarburos comprende uno o más de: una columna de fraccionamiento (210) configurada para condensar los hidrocarburos del intervalo de diésel de una corriente gaseosa de hidrocarburos; un condensador (240) configurado para condensar nafta y/o hidrocarburos del intervalo de petróleo de una corriente gaseosa de hidrocarburos; y un dispositivo de compresión (260) configurado para condensar los hidrocarburos del intervalo de gas licuado de petróleo (GLP) de una corriente gaseosa de hidrocarburos.
15. El sistema según la reivindicación 13, que comprende una columna de fraccionamiento (210), estando la columna de fraccionamiento en comunicación fluida con una salida de gas del depurador (200).
16. El sistema según la reivindicación 15, en el que la columna de fraccionamiento (210) está configurada para desviar al menos una parte de diésel condensado (506) al depurador (200) para su uso como líquido de depuración (502) en el depurador.
17. El sistema según la reivindicación 15 o la reivindicación 16, que comprende el condensador, estando el condensador en comunicación fluida con una salida de gas de la columna de fraccionamiento (210).
18. El sistema según la reivindicación 17, que comprende el dispositivo de compresión, estando el dispositivo de compresión (260) en comunicación fluida con una salida de gas del condensador (240).
19. El sistema según la reivindicación 13, en el que comprende:
- un ciclón de combustión (170) para el calentamiento de las cámaras de reacción;
 - un depurador (200) en comunicación fluida con cada cámara de reacción (130a, 130b), en el que el depurador (200) está configurado para retirar los hidrocarburos en la corriente del producto de gas de la cámara de reacción por encima de un intervalo de hidrocarburos superior predeterminado y devolver los hidrocarburos retirados a la cámara de reacción de la primera o la segunda parte del horno para mayor calentamiento en ausencia de oxígeno; y
 - un dispositivo de recuperación de hidrocarburos (210), (240), (260) en comunicación fluida con el depurador (200) para la recepción de un resto de la corriente del producto de

gas de la cámara de reacción, estando el dispositivo de recuperación de hidrocarburos configurado para retirar los hidrocarburos dentro de un intervalo de hidrocarburos predeterminado a partir de dicho resto.

5 20. El sistema según la reivindicación 19, en el que el depurador (200) comprende un único depurador en comunicación fluida con todas las cámaras de reacción.

21. El sistema según la reivindicación 19 o la reivindicación 20, en el que el depurador está en comunicación fluida con el paso de un caudal de fluido y se extiende hacia arriba a partir
10 del mismo.

22. El horno (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, que comprende un sistema para el procesamiento de la materia prima de plástico a granel de desecho que comprende:

15 una trituradora (280) previa para la reducción de los polímeros a granel para la clasificación;

un sistema de detección y retirada de metales (281) que incluye un imán de correa superior para retirar metales ferrosos y un separador por corriente de Foucault para
20 metales no ferrosos;

un clasificador infrarrojo (282) para la segregación de materiales no deseados de la materia prima de polímero;

una trituradora final (283) para la reducción de la materia prima de polímero de desechos a un tamaño adecuado para alimentar el horno (100);

25 y un sistema de cubierta y extracción para contener polvo y olores generados durante la trituración y la clasificación que proporciona aire de combustión para el calentamiento de las cámaras de reacción del horno.

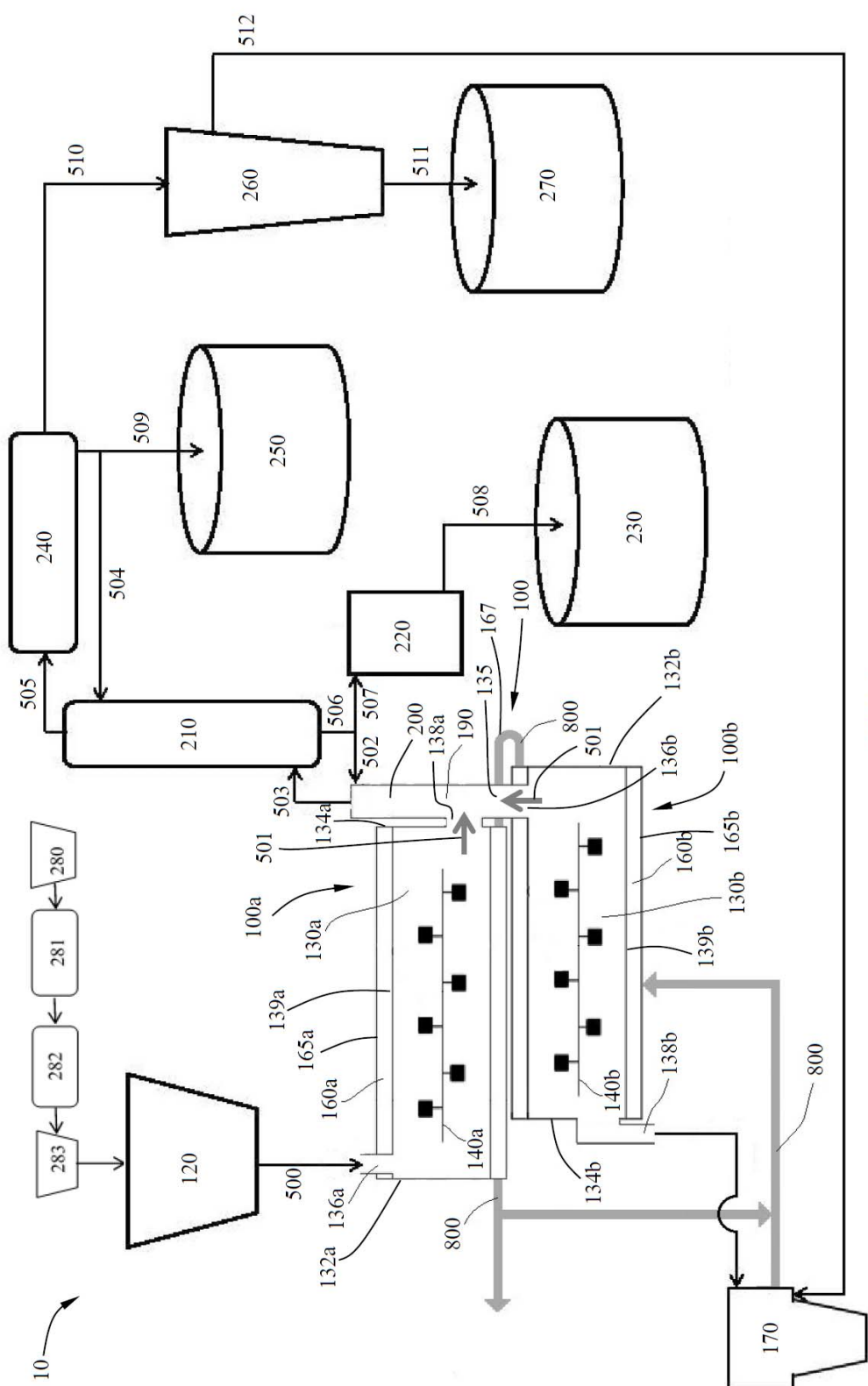


FIG. 1