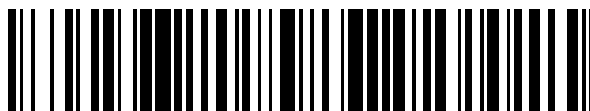


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 582 035**

51 Int. Cl.:

F26B 3/16 (2006.01)

F26B 17/14 (2006.01)

C10L 5/44 (2006.01)

C10L 9/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2010 E 10809281 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.04.2016 EP 2516947**

54 Título: **Procedimiento continuo de secado irreversible de biomasa lignocelulósica mediante despolimeración térmica**

30 Prioridad:

23.12.2009 FR 0959446

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

08.09.2016

73 Titular/es:

**AREVA ENERGIES RENOUVELABLES (100.0%)
1 Place Jean Millier, Tour AREVA
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**HERY, JEAN-SÉBASTIEN y
MATEOS, DAVID**

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 582 035 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento continuo de secado irreversible de biomasa lignocelulosica mediante despolimeración térmica.

- 5 **[0001]** La invención se refiere al sector técnico del tratamiento de la biomasa en el contexto de las energías renovables para su valorización.
- [0002]** En este comienzo del siglo XXI, el desarrollo sostenible parece ser el único camino posible para preservar el planeta y reparar el daño causado por el desarrollo desenfrenado de la segunda mitad del siglo XX.
- 10 Esta es la razón por la que en la actualidad se están realizando muchos estudios sobre la valorización energética de la biomasa con el fin de encontrar alternativas para sustituir lo más rápidamente posible los combustibles fósiles por energías renovables, disminuyendo así nuestra dependencia del carbón y de los derivados del petróleo, lo que tendrá el efecto de reducir la huella de carbono en el proceso de producción de electricidad, cemento, cal o incluso acero y ensanchar el camino hacia el desarrollo sostenible.
- 15 **[0003]** Entre estas soluciones, se han desarrollado estudios sobre la valorización energética de la biomasa.
- [0004]** El documento WO 92/17744 describe el tratamiento térmico de la biomasa en una torre de fluidificación según un procedimiento conforme al preámbulo de la reivindicación 1.
- 20 **[0005]** El propio solicitante participó en las tareas de investigación y desarrolló diversos procedimientos para el reciclaje de madera tratada, la destilación de productos sólidos orgánicos, la fabricación de carbón vegetal inorgánico con alto contenido de carbono y la fabricación de polvo de carbono. Estos distintos estudios y desarrollos dieron lugar, en particular, a las patentes FR 2734741, PCT FR 2006/050471, WO 2008/116993, WO 2007/006990.
- 25 **[0006]** Estos diversos procedimientos fueron objeto de actividades de experimentación y explotación que dieron resultados muy satisfactorios y que respondían a la problemática inicial arriba indicada, en particular permitiendo la valorización de determinados sólidos orgánicos con vistas al diseño de productos, en especial de combustión.
- 30 **[0007]** En particular, en la patente PCT WO 20071000548, el procedimiento de destilación está destinado a la valorización material de sólidos orgánicos para la producción de una materia prima secundaria a partir casi exclusivamente de carbono, no estando dicha materia prima destinada a ser quemada. Esta materia prima secundaria a base de carbono está destinada a emplearse en la producción de otros productos. Esta materia prima
- 35 secundaria está libre de componentes orgánicos, que han sido eliminados, al igual que el agua, por efecto de la evaporación. Se obtiene un producto secundario a base de carbono que puede ser reciclado y utilizado como componente en la producción de otros productos.
- [0008]** El planteamiento del solicitante, en el marco de sus investigaciones, era diseñar y obtener unos
- 40 productos finales combustibles libres de agua, pero que mantuvieran toda su materia orgánica para mejorar aún más la calidad de los productos, evitando al mismo tiempo los problemas de fermentación, la aparición de productos de fermentación como hongos o moho y despreocupándose además del entorno climático al almacenar los productos.
- [0009]** Por eso Thermya desarrolló y puso a punto un procedimiento para producir, a partir de biomasa no
- 45 comestible, un combustible de alto rendimiento energético, estable, seco e hidrófobo, que permite un almacenamiento de larga duración sin riesgos de degradación biológica. Por otra parte, este procedimiento térmico facilita la trituración y la compresión de la biomasa, aumentando al mismo tiempo la calidad de su combustión.
- [0010]** La solución proporcionada por el solicitante a través de un nuevo procedimiento cumple estos objetivos y
- 50 los productos obtenidos mediante la aplicación del procedimiento según la invención presentan un estado irreversible de secado que permite su uso posterior en condiciones óptimas de combustión a salvo de condicionamientos externos.
- [0011]** El procedimiento de la invención es conforme a la reivindicación 1.
- 55 **[0012]** Estas y otras características se pondrán de manifiesto en la siguiente descripción.
- [0013]** El objeto de la invención se ilustra de modo no restrictivo en las figuras de los dibujos:

La Figura 1 es una vista esquemática que representa la columna de secado irreversible de la biomasa no alimentaria según el procedimiento de la invención.

La Figura 2 es una vista esquemática de la instalación en la que se aplica el procedimiento.

5

[0014] Con el fin de concretar más el objeto de la invención, se describe a continuación de forma no restrictiva, ilustrada en las figuras de los dibujos.

[0015] El solicitante desarrolló y puso a punto un procedimiento para producir, a partir de biomasa no alimentaria, un combustible de alto rendimiento energético estable, seco e hidrófobo, que permite un almacenamiento de larga duración sin riesgo de degradación biológica. El procedimiento según la invención permite, por otro lado, facilitar la trituración y la compresión de la biomasa, aumentando al mismo tiempo la calidad de su combustión.

[0016] El procedimiento de la invención tiene el objetivo de tratar la biomasa no alimentaria de forma continua mediante despolimerización térmica con un secado que conlleva la irreversibilidad estructural de la biomasa dándole las características de productos obtenidos en estado seco, hidrófobo, lo que permite un almacenamiento de larga duración sin riesgo de degradación biológica debida al entorno natural o a la aparición de moho. En otras palabras, el procedimiento según la invención implica un cambio en la estructura molecular de la biomasa mediante la evacuación total del agua y el debilitamiento de la estructura parietal por despolimerización y ligera desvolatilización. Los productos obtenidos están en un estado irreversible y su estructura y composición no pueden modificarse posteriormente.

[0017] El procedimiento de producción de un combustible de alto rendimiento energético a partir de biomasa no alimentaria es notable porque se procede a introducir la biomasa en una columna de secado y a desplazar la biomasa de arriba abajo en la columna siguiendo unas fases en tres zonas sucesivas de secado, destilación y despolimerización térmica, efectuándose esta última a una temperatura inferior a 250 °C, lo que permite la eliminación del agua de la biomasa de manera irreversible y la transformación de una parte de la materia orgánica, y porque el tratamiento térmico se lleva a cabo según un proceso continuo en el que se utilizan dos flujos que circulan a contracorriente en la columna de secado y de despolimerización térmica, por una parte un flujo gaseoso que avanza de abajo arriba y, por otra, un flujo de materias sólidas resultantes de la biomasa que avanza de arriba abajo.

[0018] La zona de la despolimerización térmica está situada en la parte inferior de la columna de secado o en el nivel superior de una rejilla inferior situada en la columna y dispuesta para permitir la entrada de gases neutros calientes y, por otra parte, la extracción de los productos obtenidos en estado sólido seco e hidrófobo.

[0019] Más particularmente, la despolimerización térmica permite que cada partícula de biomasa se caliente íntegramente para que adquiera una temperatura uniforme desde la superficie hasta el núcleo. En el ejemplo de una biomasa lignocelulósica (por ejemplo, madera) constituida por hemicelulosa, celulosa, lignina y materias orgánicas y minerales (generalmente inferiores al 3 %). Durante la despolimerización térmica, se modifica la estructura molecular de la biomasa, lo que provoca un cambio en sus propiedades. La despolimerización uniforme de la biomasa libera el agua y evapora los compuestos orgánicos volátiles (COV) por descomposición de la hemicelulosa y de los extractos. La temperatura de los gases de inyección corresponde a la temperatura final del tratamiento térmico de despolimerización, que varía dependiendo del tipo de biomasa lignocelulósica que se trate. A esta temperatura, la lignina sufre una modificación menor mientras que la celulosa no es atacada por el calor. Como la hemicelulosa tiene un papel fundamental en el mantenimiento de una arquitectura parietal organizada al unir las fibrillas de celulosa entre sí, su despolimerización y su desvolatilización parcial debilita la estructura. Además, al ser la hemicelulosa un polímero amorfo con una gran capacidad de absorción de la humedad, su degradación permite la eliminación del agua y, sobre todo, vuelve hidrófoba la madera. Así, una vez evaporada, el agua ya no puede ser reabsorbida por la madera.

[0020] De ese modo, el procedimiento según la invención permite la conversión rápida y continua de la biomasa no alimentaria en estado húmedo en biomasa seca, hidrófoba, fácilmente triturable y densificable y que no permite la reabsorción de humedad.

55

[0021] Remitiéndose a la Figura 1, se mantiene el gradiente de temperatura en la columna llena de biomasa no alimentaria. Las temperaturas más altas, inferiores a 250 °C, se sitúan en la parte inferior de la columna, en la rejilla en relación con la zona de despolimerización. Las temperaturas más bajas, inferiores a 60 °C, se sitúan en la parte superior de la columna, en la salida de gases. El tercio superior de la columna, indicado como 4.1 y que corresponde

a la zona de secado, se mantiene a temperaturas de biomasa inferiores a los 70 °C y desempeña el papel de filtro de los gases en relación con los primeros orgánicos volátiles extraídos de la biomasa.

5 **[0022]** La zona 2, relativa a la destilación, se encuentra a una temperatura gradual de 100 °C a 240 °C, que permite la evacuación de orgánicos ligeros.

[0023] La zona 3, inscrita en la zona 2, es la relativa a la despolimerización en la parte baja de la columna, entre 200 °C y 240 °C.

10 **[0024]** Cuando una partícula de biomasa se desplaza desde arriba hacia abajo por la columna, se encuentra progresivamente con gases neutros respecto al oxígeno y cuya temperatura es cada vez más elevada. Su temperatura aumenta de forma homogénea desde su superficie hasta su núcleo. Durante su avance hacia abajo, la partícula de biomasa pierde progresivamente el agua y luego las hemicelulosas sufren una despolimerización y una ligera desvolatilización, lo que conlleva la expulsión de las sustancias orgánicas al flujo gaseoso. Esto prosigue
15 hasta que la partícula llega a la rejilla de la parte inferior de la columna.

[0025] Las partículas extraídas de la columna se han sometido a un tratamiento térmico que ha permitido su secado a fondo, seguido por su despolimerización y su ligera desvolatilización, que dan a las partículas un comportamiento hidrófobo y una gran fragilidad de la estructura parietal de la biomasa.

20 **[0026]** El flujo gaseoso a la salida de la columna entra en el marco de la instalación representada en la Figura 2 con una fase de reciclaje en circuito cerrado. En la Figura 2, se representa la columna con el 4, la cámara de inyección de gas y de recuperación de la biomasa con el 2, la rejilla con el 3, los ventiladores con el 1 y el 7, el secador de gas con el 5, la cámara térmica de combustión con el 6 y el tratamiento de los gases de salida con el 8.
25 Se identifican las válvulas como A B, C y D. Este tipo de instalación es conocido por sí mismo.

[0027] Las características y la originalidad de la invención radican por lo tanto en los siguientes elementos y en la combinación de sus efectos, lo que permite obtener unos productos de combustión de alta eficiencia energética y que no están sujetos a condicionantes externos y biológicos, conservando de forma irreversible el nuevo estado de
30 estructura obtenido mediante el procedimiento:

- Secado irreversible (humedad residual < 1 %) continuo de la biomasa mediante un flujo de gas caliente bajo en oxígeno,
- 35 - Circulación vertical continua de dos flujos a contracorriente: biomasa hacia abajo y gases calientes hacia arriba,
- Calentamiento directo de la biomasa por los gases calientes,
- 40 - Uniformidad del calentamiento de cada partícula durante todo el proceso térmico,
- Progresividad del aumento de la temperatura de las partículas a medida que las partículas se trasladan hacia la parte inferior de la columna,
- Conservación de la práctica totalidad de la energía contenida en la biomasa original,
- 45 - Tratamiento térmico suave (inferior a 250 °C) adaptado al punto de despolimerización de cada tipo de biomasa lignocelulósica,
- Despolimerización de la estructura parietal de la biomasa y, en particular, de la hemicelulosa,
- 50 - Ligera desvolatilización que permite la extracción de los primeros orgánicos de la biomasa por gases pobres en oxígeno (< 2 %),
- Filtración de los gases por la parte superior de la columna que actúa como filtro,
- 55 - La temperatura de calentamiento nunca supera a la temperatura final de despolimerización de cada tipo de biomasa.

[0028] Con fines indicativos, se proporciona información desarrollada después de la prueba de evaluación

realizada por el solicitante sobre la eliminación de la materia orgánica según el procedimiento de destilación WO 2007/000548 y de la solicitud.

[0029] En el primer caso, el rendimiento de masa del procedimiento es del orden del 30 % a partir de madera con una humedad cercana al 10 %. El producto resultante está compuesto casi exclusivamente de carbono. Durante el procedimiento se extrae la totalidad del agua y de la parte orgánica.

[0030] En el marco de la solicitud (secado irreversible), el rendimiento de masa del procedimiento es del orden del 90 % con una base de madera seca. El producto resultante es una madera seca que ha perdido una pequeña parte de su composición orgánica. Durante el procedimiento se extrae la totalidad del agua y una pequeña proporción orgánica.

[0031] El procedimiento según la invención tiene muchas aplicaciones y supone un gran avance en el campo de las energías renovables.

15

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de producción de un combustible a partir de biomasa lignocelulósica no alimentaria, en el que se procede a la introducción de biomasa lignocelulósica no alimentaria en una columna de secado y al desplazamiento de la biomasa de arriba abajo de la columna siguiendo unas fases en tres zonas sucesivas de secado, destilación y despolimerización térmica, lo que permite la descomposición y degradación de la hemicelulosa con modificación de la arquitectura parietal de la biomasa lignocelulósica, que da lugar a la supresión de la capacidad de absorción de humedad de la hemicelulosa y conlleva la eliminación del agua de la biomasa y una transformación de una parte de la materia orgánica con la evaporación de los materiales orgánicos volátiles, estableciendo el tratamiento térmico dos flujos que circulan a contracorriente en la columna de secado y despolimerización térmica, por una parte un flujo gaseoso que avanza de abajo arriba y, por otra, un flujo de materias sólidas resultantes de la biomasa que avanza de arriba abajo, situándose la zona de despolimerización térmica en la parte inferior de la columna de secado o en el nivel superior de una rejilla inferior situada en la columna, conllevando el proceso de despolimerización el cambio de la estructura molecular de la biomasa mediante una evacuación total del agua, estando los productos obtenidos en un estado de estructura irreversible, seco e hidrófobo, **caracterizado por que** se mantiene un gradiente de temperatura en la columna llena de biomasa no alimentaria, **por que** las temperaturas más altas, inferiores a 250 °C, se sitúan en la parte inferior de la columna en la rejilla en relación con la zona de despolimerización, **por que** las temperaturas más bajas, inferiores a 60 ° C, se sitúan en la parte superior de la columna, en la salida de gases, **por que** el tercio superior de la columna, que corresponde a la zona de secado, se mantiene a temperaturas de biomasa inferiores a los 70 °C y desempeña el papel de filtro de los gases en relación con los primeros compuestos orgánicos volátiles extraídos de la biomasa, **por que** la zona de destilación se encuentra a una temperatura gradual de 100 °C a 240 °C, que permite la evacuación de los orgánicos ligeros, **por que** la zona de despolimerización de la parte baja de la columna está a una temperatura entre 200 °C y 240 °C, y **por que** el tratamiento térmico se lleva a cabo según un procedimiento continuo.

2. Producto de combustión de alto valor energético obtenido según el procedimiento de la reivindicación 1 y que presenta un estado de estructura irreversible, seco e hidrófobo.

Fig 1

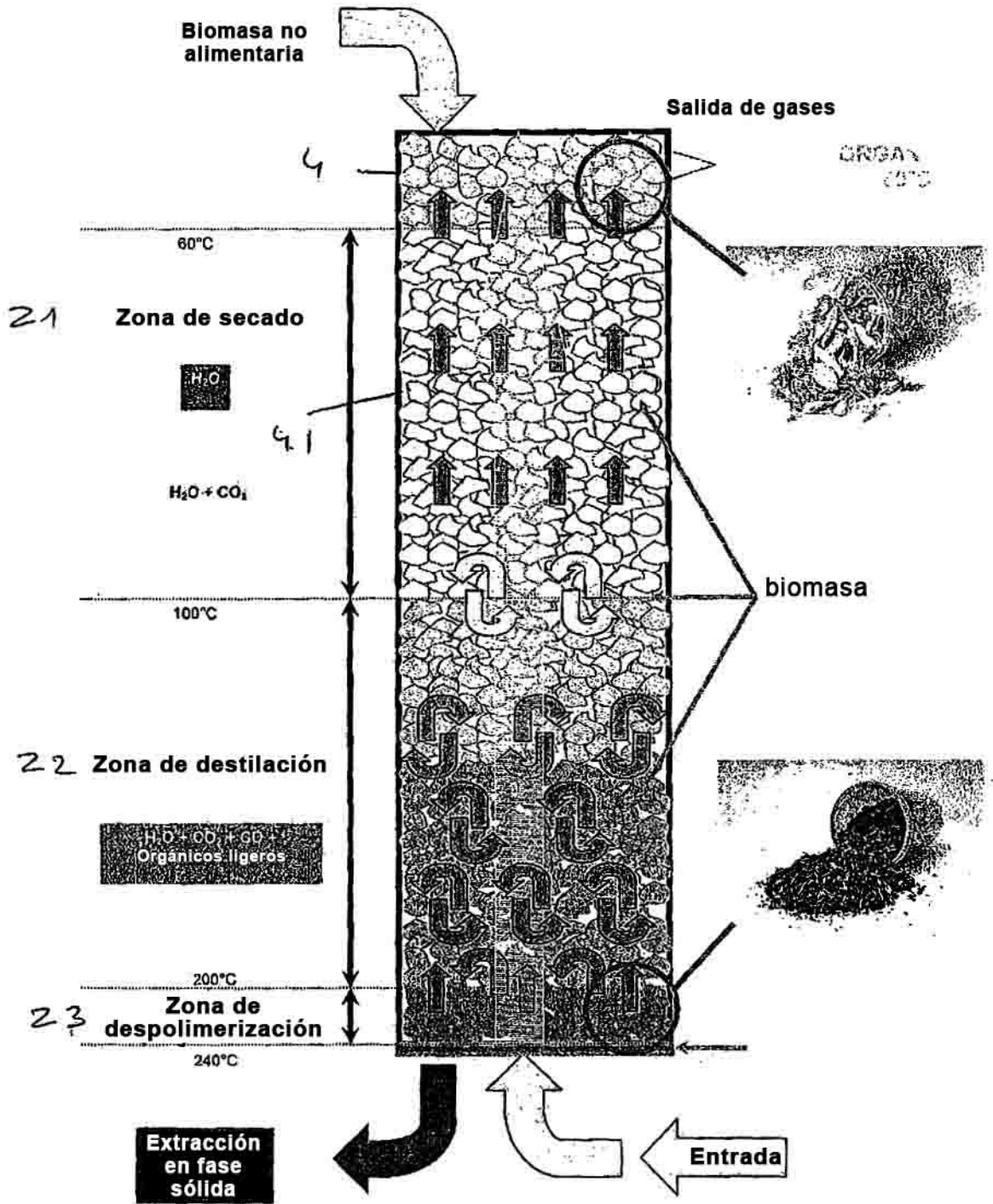


Fig 2

