

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 886**

51 Int. Cl.:
C10B 7/02 (2006.01)
C10B 49/02 (2006.01)
C10B 53/02 (2006.01)
C10L 5/40 (2006.01)
C10L 9/08 (2006.01)
F26B 17/00 (2006.01)
F26B 23/02 (2006.01)
F27B 9/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **11738428 .9**
 96 Fecha de presentación: **15.07.2011**
 97 Número de publicación de la solicitud: **2424955**
 97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.03.2012**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para el secado y la torrefacción de al menos una corriente de material que contiene carbono en un horno de pisos**

30 Prioridad:
15.07.2010 DE 102010036425

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
30.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
30.11.2012

73 Titular/es:
THYSSENKRUPP POLYSIUS AG (100.0%)
Graf-Galen-Strasse 17
59269 Beckum, DE

72 Inventor/es:
LAMPE, KARL;
DENKER, JÜRGEN;
BEYER, CHRISTOPH y
ERPELDING, RICHARD

74 Agente/Representante:
TORO GORDILLO, Francisco Javier

ES 2 391 886 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

Dispositivo y procedimiento para el secado y la torrefacción de al menos una corriente de material que contiene carbono en un horno de pisos

5 La presente invención se refiere a un dispositivo y un procedimiento para el secado y la torrefacción de al menos una corriente de material que contiene carbono en un horno de pisos.

10 Por torrefacción se entiende el tratamiento térmico de biomasa bajo cubierta hermética a temperaturas relativamente bajas de 250° a 300°C mediante descomposición pirolítica.

15 Por el documento US 4,347,156 se conoce un procedimiento para la reactivación de carbón activado en un horno de pisos, delante del cual está dispuesta una zona de secado. Del horno de pisos se deriva un corriente de gas y se alimenta a un postquemador para la combustión. El gas de escape que se genera durante este proceso se alimenta al secador, que puede hacerse funcionar como intercambiador de calor directo o indirecto.

20 El documento WO 2005/056723 A1 da a conocer otro dispositivo para la torrefacción. También allí, los gases extraídos de la etapa de torrefacción se reconducen al secador o se recirculan como gases calientes a la zona de torrefacción.

25 Además, se conoce por el documento EP 2 017 325 A2 un dispositivo para la descomposición de biomasa y para la generación de un gas de combustión, secándose la biomasa en una zona de secado y desgasificándose en una zona de torrefacción. Finalmente, se tritura el material así tratado y se alimenta a una etapa de pirólisis. Una parte de la corriente de gas de secado que contiene vapor de agua se evacua del secador y se calienta en un intercambiador de calor y se alimenta al menos en parte nuevamente al secador.

30 Por el documento EP 2 189 512 A1 se conocen un dispositivo, así como un procedimiento para el secado y la torrefacción de biomasa en un horno de pisos, comprendiendo la zona de secado una salida para la evacuación de una corriente de gas de secado que contiene vapor de agua y la zona de torrefacción una salida para una corriente de gas de torrefacción. Además, el calentamiento se realiza en el horno de pisos mediante gases calientes y los gases evacuados pueden alimentarse para su uso en un quemador.

35 El documento US 2010/0083530 A1 describe un procedimiento y una instalación para la torrefacción de material de celulosa en una atmósfera inerte. El material a tratar se alimenta a una cámara de proceso formada por varios pisos y se evacúa tras el tratamiento como material torrefacto. Un gas de escape que contiene vapor es evacuado de la cámara de proceso y se alimenta en parte pasando por un condensador a un quemador, cuyo gas de escape caliente se usa para el calentamiento de la parte restante del gas de escape que contiene vapor, antes de reconducirse la parte restante calentada del gas de escape que contiene vapor a la cámara de proceso.

40 La invención tiene el objetivo de configurar de forma más eficiente el dispositivo y el procedimiento para el secado y la torrefacción de al menos una corriente de material que contiene carbono.

Según la invención, este objetivo se consigue mediante las características de las reivindicaciones 1 y 7.

45 El dispositivo según la invención para el secado y la torrefacción de al menos una corriente de material que contiene carbono en un horno de pisos está formado sustancialmente por una zona de secado, que presenta un dispositivo de alimentación para la alimentación de una corriente de material que contiene carbono, una salida para la evacuación de una corriente de gas de secado que contiene vapor de agua y una entrada para reconducir al menos una parte de la corriente de gas de secado.,
 50 una zona de torrefacción para la desgasificación de la corriente de material secada en la zona de secado, que presenta una salida para la evacuación de una corriente de material torrefacto, al menos una entrada para gas de escape y una salida para una corriente de gas de torrefacción,
 un intercambiador de calor para el calentamiento de la corriente de gas de secado, estando conectada la salida de la zona de secado mediante el intercambiador de calor con la entrada de la zona de secado,
 55 un grupo de combustión, estando conectada la salida de la zona de torrefacción mediante el grupo de combustión y el intercambiador de calor con la entrada de la zona de torrefacción,
 quemándose una corriente de gas de torrefacción evacuada mediante la salida de la zona de torrefacción en el grupo de combustión y usándose el gas de escape que se forma durante este proceso en el intercambiador de calor para el calentamiento de la corriente de gas de secado y alimentándose a la zona de torrefacción,
 60 quemándose y calentándose la corriente de gas de torrefacción evacuada de la zona de torrefacción en el grupo de combustión y enfriándose el gas de escape que se produce durante este proceso en el intercambiador de calor a la temperatura de torrefacción y alimentándose a la zona de torrefacción ,
 presentando la zona de secado y la zona de torrefacción dos circuitos de gas separados uno del otro.

65 En el procedimiento según la invención para el secado y la torrefacción de al menos una corriente de material que contiene carbono en un horno de pisos, la biomasa se seca en una zona de secado mediante una corriente de gas

de secado y se somete a continuación a una torrefacción en una zona de torrefacción. Durante este proceso, se evacua una parte de la corriente de gas de secado que contiene vapor de agua de la zona de secado y se calienta en un intercambiador de calor y se reconduce al menos en parte nuevamente a la zona de secado. Además, se evacua una parte de la corriente de gas de torrefacción que se genera en la zona de torrefacción de la zona de torrefacción y se conduce a un grupo de combustión para la combustión, usándose el gas de escape que se produce durante este proceso para el calentamiento de la corriente de gas de secado en el intercambiador de calor e introduciéndose en la zona de torrefacción. Durante este proceso se calienta la corriente de gas de torrefacción evacuada de la zona de torrefacción y quemada en el grupo de combustión y se enfría el gas de escape que se produce durante este proceso en el intercambiador de calor a la temperatura de torrefacción necesaria y se alimentan a la zona de torrefacción. Además, la zona de secado y la zona de torrefacción se hacen funcionar con dos circuitos de gas separados uno de otro.

A diferencia de lo que se hace en los procedimientos conocidos por la práctica, no se introduce el gas de torrefacción, sino el gas de escape que se produce en la combustión del gas de torrefacción en un grupo de combustión en la zona de torrefacción. El gas de escape tiene, por lo tanto, una composición completamente distinta, sin componentes volátiles o condensables, por lo que se favorece la transferencia de material en la torrefacción. Gracias a la combustión de las sustancias volátiles que se producen durante la torrefacción, el gas de escape es enriquecido con vapor de CO₂ y H₂O antes de ser introducido en la zona de torrefacción. El vapor de CO₂ y H₂O son componentes de gas de radiación activa y favorecen la transferencia de calor en la zona de torrefacción y aumentan la eficiencia de la torrefacción.

Gracias a la separación de los dos circuitos de gas, puede aprovecharse la ventaja energética que resulta de la postcombustión de la corriente de gas de torrefacción y del uso del calor que se genera durante este proceso para el calentamiento de la corriente de gas de secado. Además, el secado es especialmente eficiente cuando la corriente de gas de secado no se mezcla con los gases de escape de la zona de torrefacción y de la postcombustión. Otro aumento puede conseguirse sobre todo cuando se recalienta la corriente de gas de secado que contiene vapor de agua en el intercambiador de calor. Además, puede estar previsto que la corriente de gas de secado se filtre en el circuito de gas.

Además, sólo se necesita un intercambiador de calor para las dos corrientes de gas introducidas en la zona de secado o la zona de torrefacción y las dos corrientes de gas que pasan por el intercambiador de calor se usan posteriormente en el horno de pisos. De este modo resulta un secado y una torrefacción especialmente eficientes de una corriente de material que contiene carbono.

En las reivindicaciones subordinadas se indican otras configuraciones de la invención.

Según una configuración preferible de la invención, la zona de secado y/o la zona de torrefacción están formadas respectivamente por varias soleras dispuestas unas encima de las otras. Como medios de transporte se usan, por ejemplo, los llamados espetones. Entre la zona de secado y la zona de torrefacción puede estar previsto además un dispositivo de transferencia mecánico para la transferencia de la corriente de material que contiene carbono secada, que está realizado preferiblemente de forma estanca al gas, para impedir la mezcla de los dos circuitos de gas.

Además, ha resultado ser especialmente eficiente que la zona de secado se haga funcionar en corriente continua y la zona de torrefacción en contracorriente (corriente de material/corriente de gas).

La temperatura de la corriente de material que contiene carbono al pasar a la zona de torrefacción es recomendable inferior a 150°C.

En los ensayos en los que se basa la invención ha resultado ser ventajoso que la cantidad de vapor reconducida al circuito del secador sea tan grande que se ajuste una atmósfera inerte con un contenido de oxígeno de <10%, preferiblemente de <8%. Además, la cantidad de gas de escape reconducida al circuito de torrefacción debería ser tan grande que se pueda ajustar una atmósfera inerte con un contenido de oxígeno inferior al 10%, preferiblemente inferior al 8 %.

Además, es ventajoso que la temperatura del gas de escape reconducido a la zona de torrefacción sea superior a 300°C y que las temperaturas de la corriente de gas de secado reconducida se ajuste en el intervalo de 150° a 300°C, preferiblemente en el intervalo de 200°C a 300°C.

Una regulación del tiempo de permanencia del material en las dos zonas puede regularse porque en la zona de secado y/o en la zona de torrefacción se miden la temperatura y/o el flujo e gas y/o la cantidad de gas y/o la presión.

El tiempo de permanencia en la zona de secado y la zona de torrefacción puede ajustarse mediante una variación del número de soleras, la reducción de superficies de solares, mediante un cambio del diseño y del número de los dispositivos de transporte (por ejemplo espetones y dientes de espetón) o mediante una variación de la velocidad de giro de dispositivos de transporte (por ejemplo espetones).

Otras ventajas y configuraciones de la invención se explicarán a continuación más detalladamente con ayuda de la descripción y del dibujo.

5 El dibujo muestra un esquema funcional del dispositivo según la invención para el secado y la torrefacción de al menos una corriente de material que contiene carbono en un horno de pisos.

10 El dispositivo para el secado y la torrefacción de al menos una corriente de material que contiene carbono está formado sustancialmente por un horno de pisos 1 con una zona de secado 2 y una zona de torrefacción 3, un intercambiador de calor 4 y un grupo de combustión 5, que puede estar formado en particular por un quemador o un motor de combustión interna.

15 En la zona de secado y de torrefacción 2, 3 están previstas respectivamente varias soleras 6, 7 u 8, 9. El material a tratar, es decir, una corriente de material que contiene carbono 10, se alimenta mediante un dispositivo de alimentación 11 desde arriba a la zona de secado 2. El transporte de material en las soleras se realiza mediante dispositivos de transporte habituales, como por ejemplo espetones rotatorios, que transportan el material a orificios dispuestos en el interior o en el exterior, donde el material cae a la próxima solera dispuesta más abajo. El secado de la corriente de material 10 en la zona de secado 2 se realiza con ayuda de una corriente de gas de secado 13, que en el dibujo está representada con flechas punteadas. El intercambiador de calor presenta una primera entrada 4a y una primera salida 4b conectada con ésta, así como una segunda entrada 4c y una segunda salida 4d conectada con ésta, estando conectada la primera entrada 4b con una salida 14 de la zona de secado (2) y la primera salida 4b con una entrada 15 de la zona de secado 2, de modo que la corriente de gas de secado 13 que contiene vapor de agua puede ser evacuada mediante la salida 14, calentada en el intercambiador de calor 4 y volver a alimentarse a la entrada 15 de la zona de secado 2.

25 El vapor de agua contenido en la corriente de gas de secado se recalienta recomendable en el intercambiador de calor 4, por lo que puede conseguirse un secado especialmente eficiente en la zona de secado 2. Según la corriente de material, que puede ser, por ejemplo, de madera, residuos de madera, productos agrícolas, como paja, cáscara de arroz, cáscara de nuez, gramíneas energéticas o residuos de la industria alimenticia (fabricación de cerveza, vino, azúcar) puede ser recomendable prever entre la salida 14 y el intercambiador de calor 4 un filtro 16, para separar el polvo existente en la corriente de gas de secado, por lo que puede mejorarse la eficiencia del intercambiador de calor 4.

35 La corriente de gas de torrefacción 17 que se forma en la zona de torrefacción 3 (flechas punteadas) se evacua a través de una salida 18 y se alimenta al grupo de combustión 5 para la combustión, pudiendo estar intercalado un condensador 27. La corriente de gas de torrefacción 17 evacuada de la zona de torrefacción 3 se introduce antes de la alimentación al grupo de combustión 5 al condensador 28, en el que se precipitan al menos en parte los componentes condensables, alimentándose los componentes no condensables a la combustión del grupo de combustión.

40 Al grupo de combustión 5 puede alimentarse naturalmente más combustible y/o aire de combustión. Si el grupo de combustión está realizado como motor de combustión interna, la energía de la corriente de gas de torrefacción 17 puede transformarse mediante combustión en parte en energía mecánica. El gas de escape que se forma en el grupo de combustión 5, que está representado también con flechas punteadas, se alimenta a la segunda entrada 4c del intercambiador de calor 4 para el calentamiento indirecto de la corriente de gas de secado 13, se evacua mediante la segunda salida 4d y se alimenta a través de la entrada 19 y/o 20 a la zona de torrefacción 3. El mantenimiento de los dos circuitos de gas se realiza mediante ventiladores 21 ó 22. De forma opcional, el gas de escape puede enriquecerse con vapor caliente antes de entrar en la zona de torrefacción 3, para intensivar la torrefacción y mejorar la transferencia de calor y de masa.

50 Para una reducción del funcionamiento de la instalación y para casos de emergencia puede estar prevista una antorcha para quemar la corriente de gas de torrefacción 17. En otros casos, las cantidades sobrantes de la corriente de gas de secado 13 o de la corriente de gas de torrefacción 17 se evacuan mediante tuberías 23 ó 24, un filtro 25 y una chimenea 26.

55 La corriente de material 10' torrefacta en la zona de torrefacción 3 se evacua mediante una salida 27 para someterse a continuación, dado el caso, a una trituración, un briqueteado u otro procesamiento.

60 Entre la zona de secado 2 y la zona de torrefacción 3 está previsto un dispositivo de transferencia 12 para transferir la corriente de material que contiene carbono secada de la zona de secado 2 a la zona de torrefacción 3. Este dispositivo de transferencia está realizado de forma estanca a gas para impedir una mezcla de la corriente de gas de secado 13 con la corriente de gas de torrefacción 17.

65 La temperatura de la corriente de gas de torrefacción 17 reconducida a la zona de torrefacción 3 es preferiblemente superior a 300°C, mientras que la temperatura de la corriente de gas de secado 13 reconducida se ajuste en el intervalo de 150°C a 300°C, preferiblemente en el intervalo de 200°C a 300°C.

Para que la torrefacción no se produzca hasta la zona de torrefacción, la temperatura de la corriente de material que contiene carbono 10 en la transición a la zona de torrefacción 3 debería ser inferior a 150°C.

5 Mediante sensores adecuados en la zona de secado y/o en la zona de torrefacción 2, 3 pueden medirse a elección la temperatura y/o el flujo de gas y/o la cantidad de gas y/o la presión, usándose para la regulación del tiempo de permanencia de la corriente de material que contiene carbono 10 en las dos zonas. El tiempo de permanencia en la zona de secado y de torrefacción 2, 3 puede ajustarse o adaptarse por ejemplo mediante variación del número de soleras, mediante reducción de las superficies efectivas de soleras o mediante la variación de la velocidad de giro de dispositivos de transporte.

10 El horno de pisos presenta dispositivos de transporte para el transporte de la corriente de material 10, que están accionados mediante un árbol de accionamiento, siendo recomendable dividir el árbol de accionamiento entre la zona de secado y de torrefacción 2, 3 y estando provisto respectivamente de un accionamiento propio, para poder variar los tiempos de permanencia de la corriente de material que contiene carbono 10 en las dos zonas de forma independiente mediante la velocidad de giro correspondiente.

15 Gracias a la separación de los dos circuitos de gas puede tener lugar un secado muy eficiente de la corriente de material en la zona de secado con vapor recalentado. También la reconducción de la corriente de gas de torrefacción 17 del intercambiador de calor 4 nuevamente a la zona de torrefacción 3 tiene un efecto sumamente ventajoso desde el punto de vista energético. En resumen, resulta de este modo un procedimiento muy eficiente para el secado y la torrefacción de al menos una corriente de material que contiene carbono en un horno de pisos.

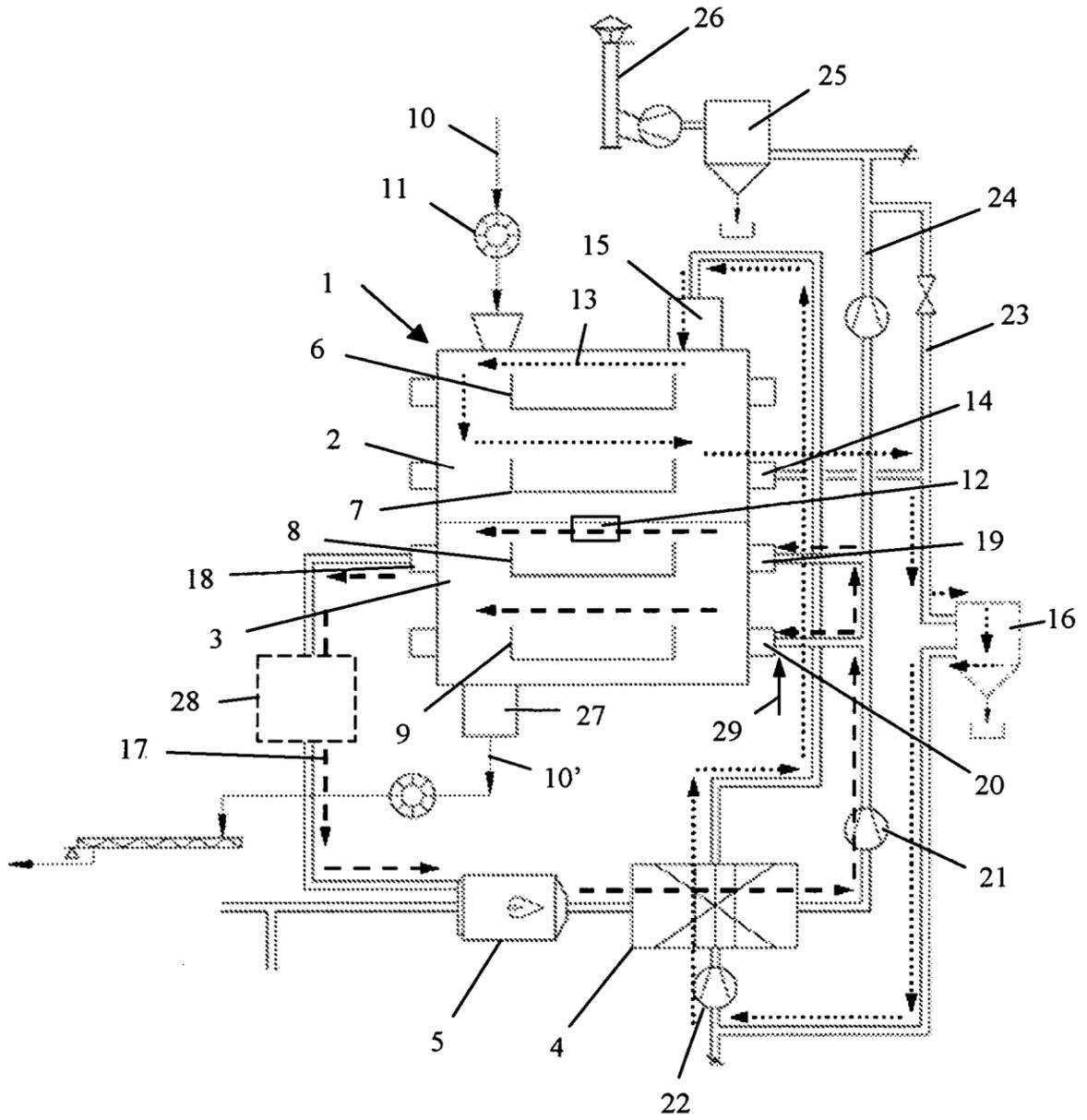
20

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para el secado y la torrefacción de al menos una corriente de material que contiene carbono (10) en un horno de pisos (1) con
 - a. una zona de secado (2), que presenta un dispositivo de alimentación (11) para la alimentación de una corriente de material que contiene carbono (10), una salida (14) para la evacuación de una corriente de gas de secado (13) que contiene vapor de agua y una entrada (15) para reconducir al menos una parte de la corriente de gas de secado,
 - b. una zona de torrefacción (3) para la desgasificación de la corriente de material secada en la zona de secado (2), que presenta una salida (27) para la evacuación de una corriente de material torrefacta (10'), al menos una entrada (19, 20) para un gas de escape y una salida (18) para una corriente de gas de torrefacción (17),
 - c. un intercambiador de calor (4) para el calentamiento de la corriente de gas de secado (13), estando conectada la salida (14) de la zona de secado mediante el intercambiador de calor con la entrada (15) de la zona de secado,
 - d. un grupo de combustión (5), estando conectada la salida (18) de la zona de torrefacción (3) mediante el grupo de combustión (5) y el intercambiador de calor (4) con la entrada (19, 20) de la zona de torrefacción (3),
 - e. quemándose una corriente de gas de torrefacción (17) evacuada mediante la salida (18) de la zona de torrefacción (3) en el grupo de combustión (5) y usándose el gas de escape que se produce durante este proceso en el intercambiador de calor (4) para el calentamiento de la corriente de gas de secado (13) y alimentándose a la zona de torrefacción (3),
 - f. presentando la zona de secado (2) y la zona de torrefacción (3) dos circuitos de gas separados uno de otro.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el intercambiador de calor presenta una primera entrada (4a) y una primera salida (4b) conectada con ésta, así como una segunda entrada (4c) y una segunda salida (4d) conectada con ésta, estando conectada la primera entrada (4a) con la salida (14) de la zona de secado (2) y la primera salida (4b) con la entrada (15) de la zona de secado (2) y estando conectada, además, la segunda entrada (4c) mediante el grupo de combustión (5) con la salida (18) de la zona de torrefacción (3) y la segunda salida (4d) con la entrada (19, 20) de la zona de torrefacción (3).
3. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la zona de secado (2) y/o la zona de torrefacción (3) presentan varias soleras (6, 7, 8, 9) dispuestas unas encima de las otras.
4. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** entre la zona de secado y de torrefacción (2, 3) está previsto un dispositivo de transferencia mecánico para la transferencia de la corriente de material que contiene carbono secada.
5. Dispositivo según la reivindicación 4, **caracterizado por que** el dispositivo de transferencia (12) entre la zona de secado y de torrefacción (2, 3) está realizado de forma estanca a gas, para impedir una mezcla de los dos circuitos de gas.
6. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el horno de pisos presenta dispositivos de transporte para el transporte de la corriente de material (10), que están accionados mediante un árbol de accionamiento, estando dividido el árbol de accionamiento entre la zona de secado y de torrefacción (2, 3) y estando provisto respectivamente de un accionamiento propio para poder variar los tiempos de permanencia de la corriente de material que contiene carbono (10) en las dos zonas de forma independiente mediante la velocidad de giro correspondiente.
7. Procedimiento para el secado y la torrefacción de al menos una corriente de material que contiene carbono (10) en un horno de pisos (1),
 - a. secándose la biomasa en una zona de secado (2) mediante una corriente de gas de secado (13) y sometándose a continuación a una torrefacción en una zona de torrefacción (3),
 - b. evacuándose una parte de la corriente de gas de secado que contiene vapor de agua de la zona de secado y calentándose en un intercambiador de calor (4) y reconduciéndose a continuación al menos en parte a la zona de secado (2),
 - c. evacuándose una parte de la corriente de gas de torrefacción (17) que se produce en la zona de torrefacción (3) de la zona de torrefacción (3) y alimentándose a un grupo de combustión (5) para la combustión, usándose el gas de escape que se produce durante este proceso para el calentamiento de la corriente de gas de secado en el intercambiador de calor (4) e introduciéndose en la zona de torrefacción (3) y

d. haciéndose funcionar la zona de secado (2) y la zona de torrefacción (3) con dos circuitos de gas separados uno del otro.

- 5 8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado por que** la zona de secado (2) se hace funcionar en corriente continua.
9. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado por que** la zona de torrefacción (3) se hace funcionar en contracorriente.
- 10 10. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado por que** la corriente de gas de secado (13) que contiene vapor de agua se recalienta en el intercambiador de calor (4) y la cantidad de vapor reconducida al circuito del secador es tan grande que se ajusta una atmósfera inerte con un contenido de oxígeno < 10 %.
- 15 11. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado por que** la cantidad de gas de escape introducida en la zona de torrefacción (3) es tan grande que en la zona de torrefacción (3) se ajusta una atmósfera inerte con un contenido de oxígeno < 10%.
- 20 12. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado por que** la temperatura del gas de escape introducido en la zona de torrefacción es superior a 300°C y la temperatura de la corriente de gas de secado reconducida se ajusta en el intervalo de 150°C a 300°C.
- 25 13. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado por que** la corriente de gas de torrefacción (17) evacuada de la zona de torrefacción (3) se introduce antes de la alimentación al grupo de combustión en un condensador (28), en el que se precipitan al menos en parte los componentes condensables quemándose los componentes no condensables en el grupo de combustión (5).
- 30 14. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado por que** en la zona de secado y/o de torrefacción (2, 3) se miden la temperatura y/o el flujo de gas y/o la cantidad de gas u/o la presión y se usan para la regulación del tiempo de permanencia del material en las dos zonas.
15. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado por que** el tiempo de permanencia en la zona de secado y de torrefacción (2, 3) se ajusta mediante una variación del número de soleras, mediante la reducción de superficies de soleras, mediante un cambio del diseño y del número de los dispositivos de transporte o mediante una variación de la velocidad de giro de los dispositivos de transporte.



REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 Esta lista de referencias citadas por el solicitante es para conveniencia del lector. No forma parte del documento de la Patente Europea. Aunque se ha tenido mucho cuidado en la compilación de las referencias, no pueden excluirse errores u omisiones y la EPO declina responsabilidades por este asunto.

Documentos de patentes citadas en la descripción

- US 4347156 A [0003]
- WO 2005056723 A1 [0004]
- EP 2017325 A2 [0005]
- EP 2189512 A1 [0006]
- US 20100083530 A1 [0007]