

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 428 750**

51 Int. Cl.:

F26B 5/00 (2006.01)

F26B 5/04 (2006.01)

F26B 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.08.2010 E 10741999 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2013 EP 2467661**

54 Título: **Dispositivo de procesamiento de biomasa húmeda por fritura**

30 Prioridad:

18.08.2009 FR 0955698

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.11.2013

73 Titular/es:

**ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DES
TECHNIQUES INDUSTRIELLES ET DES MINES
D'ALBI-CARMAUX LBI-CARMAUX (100.0%)
Rte. de Teillet Campus Jarlard
81013 Albi CT Cedex 09, FR**

72 Inventor/es:

**LECOMTE, DIDIER;
HAMASAIID, ANWAR;
POUSSIN, JEAN-CLAUDE;
AUDUC, BERNARD;
LADEVIE, BRUNO y
ROMDHANA, MED HEDI**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 428 750 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 de procesado de biomasa húmeda por fritura

La invención se encuadra en el campo del procesado de biomasa húmeda mediante la tecnología de fritura. Más en particular, ésta concierne a un dispositivo para tal procesado.

5 En la presente memoria descriptiva, se entiende por biomasa toda materia de tipo orgánico que contiene un elevado contenido de agua, en particular de al menos el 50 % en masa, cualquiera que sea su origen. La biomasa en la que se aplica la invención puede perfectamente ser por ejemplo tanto un lodo, proveniente por ejemplo de las estaciones depuradoras, un residuo de las industrias papeleras, de los mataderos, de la agricultura, etc., o una materia de origen vegetal, como un alimento, un residuo biológico o también un material sedimentario tal como el lignito o la turba.

10 Un campo de aplicación preferente aunque no limitativo de la invención, que se describirá más concretamente en la presente memoria descriptiva, es el de la fabricación de combustible sólido a partir de biomasa, mediante deshidratación de esta última por fritura. La invención se aplica asimismo de manera similar en la fritura de los alimentos o en la higienización, por ejemplo de los residuos biológicos médicos, o en cualquier otro tipo de procesado que permita obtener, tras la fritura, un material final que sea en particular sólido, almacenable y transportable.

15 En el estado de la técnica se han propuesto dispositivos de fabricación de combustible sólido a partir de biomasa húmeda, que utilizan la tecnología llamada de deshidratación por fritura. Tal tecnología ya es conocida en sí misma. Esta permite, mediante la puesta en contacto de la biomasa húmeda con aceite a una temperatura adecuada, aumentar considerablemente el Poder Calorífico Inferior, o PCI, de la biomasa frita, hasta aproximadamente 15-20 MJ/kg. Este se debe en particular al efecto conjugado del secado y de la impregnación del aceite en la biomasa durante la fritura. La materia sólida es higienizada, almacenable, transportable y valorizable como fuente de energía.

20 Se puede citar a título de ejemplo de técnica anterior el documento WO 2009/038252, que describe un dispositivo que incluye una unidad de deshidratación que contiene un baño de aceite calentado por un quemador, en el que se introduce la materia que ha de freírse, y una unidad de enfriamiento del combustible obtenido. Se realiza un control del tiempo de residencia de la biomasa en el aceite por medio de un tornillo sin fin o de una banda transportadora que arrastra la materia que ha de freírse al interior de un tambor cilíndrico lleno de aceite. Tal dispositivo presenta en particular el inconveniente de precisar de una notable aportación de energía para realizar la fritura que permite formar el combustible.

25 Se puede citar asimismo el documento FR714063, que describe un dispositivo de procesado de biomasa húmeda por fritura que incluye las características del preámbulo de la reivindicación 1.

30 La presente invención pretende subsanar los inconvenientes de los dispositivos existentes de procesado de biomasa húmeda por fritura, en particular los anteriormente expuestos, proponiendo un dispositivo que requiere para su funcionamiento una escasa aportación de energía y en consecuencia presenta un reducido coste de funcionamiento, al propio tiempo que permite obtener una materia sólida, separada del aceite de fritura, con un contenido de agua controlado a la perfección.

35 Un dispositivo de procesado de biomasa húmeda por fritura según la invención, en particular para formar un combustible sólido a partir de esta biomasa, incluye una primera cuba, llamada de fritura, que contiene un primer baño de aceite, unos medios aptos para mantener el aceite de este primer baño a una temperatura, llamada de fritura, que asegura la fritura de la biomasa, es decir, a una temperatura notablemente superior, por ejemplo en al menos 5 °C, a la temperatura de ebullición del agua, y unos medios de introducción de la biomasa en esta primera cuba.

40 Este dispositivo incluye una segunda cuba, llamada de separación, determinante de unos medios de separación por decantación gravitatoria de la materia sólida frita en el primer baño de aceite y del aceite, conteniendo esta segunda cuba un segundo baño de aceite de temperatura inferior a la temperatura de fritura. La primera cuba y la segunda cuba son de volúmenes comunicantes, de modo que los respectivos baños de aceite que éstas contienen se hallan naturalmente en comunicación hidráulica entre sí. El dispositivo según la invención incluye además unos medios de transferencia de la materia frita sólida, obtenida a partir de la biomasa, de la primera cuba a la segunda cuba, más exactamente del primer baño de aceite al segundo baño de aceite, y unos medios de expulsión de la materia frita sólida, que ha sido separada del aceite por decantación gravitatoria, fuera de la segunda cuba. Los medios aptos para mantener el aceite del primer baño a una temperatura de fritura de la biomasa, definida y controlada, incluyen unos medios de toma de aceite de la segunda cuba, unos medios de calentamiento del aceite así tomado y unos medios de inyección en la primera cuba del aceite así calentado.

45 Se engloba en el presente documento, por el término aceite, todo cuerpo graso fluido y, de manera más general, todo fluido que presenta como características el ser no miscible en agua, estable a una temperatura superior a la temperatura de ebullición del agua y de gran poder calorífico. Son especialmente preferidos dentro del ámbito de la

invención, para una puesta en práctica para la fabricación de combustible sólido a partir de residuos húmedos, los aceites y los cuerpos grasos obtenidos a partir de residuos agroalimentarios vegetales y animales, las grasas o residuos grasos de la estaciones depuradoras, los cuales habrán sido previamente calentados y hechos líquidos.

5 De acuerdo con la invención, la fritura de la biomasa propiamente dicha se realiza en la primera cuba, en la que el baño de aceite se encuentra a una temperatura suficiente para asegurar esta fritura. En ella se produce, según es en sí convencional, una deshidratación de la biomasa por fritura. Esta deshidratación conlleva el desprendimiento de vapor de agua en la primera cuba, por encima del baño de aceite. El combustible sólido así obtenido presenta, de manera en sí conocida, un gran poder calorífico.

10 En formas de realización preferidas de la invención, el baño de aceite de la primera cuba ocupa aproximadamente una cuarta parte de la altura de esta última.

En la segunda cuba se realiza una separación de la materia sólida frita y del aceite del baño. Esta separación está facilitada por la más baja temperatura del aceite en el segundo baño, que permite la detención de la ebullición del agua que se desprende de la biomasa.

15 En el segundo baño de aceite se produce una transferencia del calor acumulado en la materia sólida frita hacia el aceite, la cual es permitida en particular por el relativamente largo tiempo de residencia de la materia frita sólida en el segundo baño de aceite donde se produce la separación por decantación gravitatoria, de la cual es sabido que por naturaleza conlleva un tiempo de residencia del sólido en el fluido de una cierta duración, suficiente en cualquier caso para asegurar esta transferencia de calor. Además, al estar en comunicación hidráulica el primer y el segundo baño de aceite uno con otro, las temperaturas respectivas de estos baños se mantienen cercanas. Al ser utilizado el aceite del segundo baño para realimentar el baño de aceite de la primera cuba, después de un calentamiento, y al presentar con ello una temperatura relativamente elevada, es pequeña la aportación de energía exterior que ha de proporcionarse para llevarlo a una temperatura adecuada para asegurar la fritura de la biomasa antes de inyectarlo en la primera cuba. Al producirse la recuperación del calor de la materia frita en el baño de aceite de la segunda cuba, disminuye así ventajosamente el consumo de energía requerida para la fritura.

20 El tiempo de residencia de la materia frita en el segundo baño de aceite, que determina especialmente las transferencias térmicas que en él se producen, adicionalmente es ventajosamente controlado en parte mediante la velocidad de operación de los medios de expulsión de la materia sólida frita fuera de la cuba.

30 Al funcionar las cubas de fritura y de separación como vasos comunicantes, la pérdida del aceite tomado de la segunda cuba es compensada por una aportación de aceite que espontáneamente se realiza al mismo tiempo desde la primera cuba. Quedan así sensiblemente constantes los volúmenes de aceite en cada una de las cubas. La invención ventajosamente prevé adicionalmente unos medios de mantenimiento del volumen global de aceite contenido en las dos cubas en un valor sensiblemente constante a todo lo largo del funcionamiento del dispositivo.

35 Adicionalmente, las prestaciones energéticas del dispositivo según la invención se ven aún mejoradas por la ventajosa elección, para asegurar la separación de la materia frita y del aceite, de la técnica de decantación gravitatoria, basada en el fenómeno de sedimentación, la cual, aparte del hecho de que asegura un tiempo de residencia de la materia frita en el aceite suficientemente largo para permitir la transferencia de calor antes aludida, no requiere por sí misma ninguna aportación de energía para realizar la separación.

40 El aceite tomado del segundo baño para ser reinyectado, previo calentamiento, en el primer baño, es adicionalmente clarificado en el segundo baño, es decir, despojado ampliamente de partículas sólidas, antes de su circulación por el circuito de calentamiento.

Una ventaja suplementaria de la técnica de decantación es la simplicidad mecánica del material puesto en práctica, el cual no implica ninguna pieza en movimiento, de tal modo que el dispositivo según la invención presenta un reducido coste de fabricación, una notable solidez mecánica y que precisa tan sólo de pocas operaciones de mantenimiento.

45 Adicionalmente, de acuerdo con una característica ventajosa de la invención, los medios de calentamiento del aceite tomado de la segunda cuba incluyen unos medios de extracción del vapor de agua desprendido en la primera cuba en la fritura y unos medios de intercambio térmico entre el aceite tomado de la segunda cuba y este vapor de agua tomado de la primera cuba.

50 La cuba de fritura incluye preferentemente, en una parte superior aguas arriba de una abertura de extracción del vapor de agua, unos separadores de gotas aptos para eliminar residuos de aceite del vapor de agua que se escapa por encima del primer baño de aceite en la fritura.

En formas de realización preferidas de la invención, el dispositivo incluye adicionalmente unos medios de compresión mecánica del vapor de agua desprendido en la fritura, aguas arriba de los medios de intercambio térmico entre el vapor así comprimido y el aceite arrastrado en circulación de la segunda cuba hacia la primera cuba.

55 El dispositivo según la invención presenta con ello una necesidad energética relativamente pequeña. Tras un

calentamiento inicial del aceite en el primer baño de aceite en orden a conferirle una temperatura adecuada para realizar la fritura, este dispositivo, para mantener su funcionamiento, tan sólo precisa de una aportación muy reducida de energía exterior, realizada en particular por mediación de un elemento calefactor dispuesto sobre el circuito de circulación del aceite entre la segunda cuba y la primera cuba, preferentemente a nivel de los medios de intercambio térmico con el vapor de agua. Se obtiene, a la salida del dispositivo según la invención, una materia frita separada del aceite, todo ello con una necesidad energética limitada, muy inferior a la de los dispositivos de la técnica anterior.

El funcionamiento del dispositivo según la invención, en particular la circulación del aceite entre los dos baños, se lleva ventajosamente a la práctica en continuo, permitiendo un máximo rendimiento energético.

Los medios de inyección de biomasa en la primera cuba, los medios de transferencia de la materia frita a la segunda cuba y los medios de expulsión de esta materia fuera de esta última también ventajosamente son aptos para ser operados en continuo.

En el contexto de la puesta en práctica del dispositivo según la invención para la fabricación de un combustible sólido, se alcanza un balance energético global completamente ventajoso, ya que es posible fabricar, mediante medios que implican un escaso consumo de energía, un combustible sólido que presenta un gran poder calorífico. El dispositivo según la invención permite obtener un cociente entre la energía consumida y la energía teóricamente necesaria para fabricar el combustible, ligada al calor latente de vaporización del agua contenida en la biomasa, que puede ser tan pequeño como 0,4, mientras que, en los procedimientos de secado industriales propuestos por la técnica anterior, este cociente está comprendido generalmente entre 1,25 y 2,5.

De acuerdo con la invención, el dispositivo incluye además unos medios de control del tiempo de residencia de la biomasa en el primer baño de aceite, que permiten el control del contenido final de agua de la materia frita y de su porcentaje de impregnación de aceite. Estos medios de control incluyen una rueda de álabe giratorio dispuesta dentro del primer baño de aceite y apta para desplazar la biomasa desde una zona de introducción de dicha biomasa en la primera cuba hasta una ventana de salida hacia la segunda cuba, que está preferentemente conformada en una pared inferior de la primera cuba. Tal forma de realización ofrece en particular la ventaja de un control con un muy buen dominio del contenido de agua del combustible final. La rueda determina preferentemente, entre unas paletas giratorias y una armazón superior que lleva perforada, unos compartimentos de recepción y de transporte de la biomasa, de formas sensiblemente idénticas y de reducidos volúmenes.

En formas de realización preferidas de la invención, los medios de control del tiempo de residencia de la biomasa en el baño de aceite incluyen al menos una, preferentemente una pluralidad de palas que por un borde lateral interno son solidarias con un árbol central articulado giratoriamente sobre sí mismo y en disposición dentro de la primera cuba sensiblemente perpendicular a una pared inferior de esta última. Estas paletas discurren, desde la pared inferior, por un volumen interno de recepción del baño de aceite de la cuba y llegan sensiblemente, por un borde lateral externo opuesto, a la pared periférica de la cuba que asimismo delimita este volumen interno. El dispositivo según la invención incluye asimismo unos medios de control del giro de este árbol central.

Preferiblemente, la rueda incluye una pluralidad de paletas que, dispuestas a intervalos regulares entre sí, definen entre ellas unos compartimentos de sección sensiblemente triangular.

El dispositivo según la invención incluye además preferentemente unos medios de arrastre de la rueda en movimientos de giro discretos, que ventajosamente permiten un mejor control del porcentaje de deshidratación de la biomasa. Estos medios incluyen por ejemplo un juego de levas accionables a traslación en una dirección transversal al álabe (o árbol central) de la rueda, alternativamente en direcciones opuestas, hallándose estas levas dispuestas y configuradas de manera tal que su movimiento de traslación actúe el giro discreto de un disco giratoriamente solidario con el álabe de la rueda mediante el engarce puntual de las levas sucesivamente con cada uno de un juego de rodillos fijados al disco.

Según una característica ventajosa de la invención, los medios de transferencia de materia frita sólida de la primera cuba a la segunda cuba están constituidos por un conducto operante por gravedad y que realiza asimismo la comunicación entre el primer baño de aceite y el segundo baño de aceite. Tal característica confiere en particular al dispositivo una constitución simple, ya que el mismo elemento, es decir, el conducto, se encarga al mismo tiempo de la comunicación hidráulica entre la primera y la segunda cuba, por una parte y, por otra, de la transferencia de la materia frita entre las dos cubas, de un baño al otro. Más aún, tal transferencia, que opera únicamente por gravedad, no requiere en sí misma ninguna aportación de energía. Este conducto presenta preferentemente una longitud suficientemente pequeña para minimizar la ocupación de espacio generada por el dispositivo según la invención, pero suficientemente grande para permitir un ligero enfriamiento del aceite circulante en su interior entre la primera y la segunda cuba, al objeto de bloquear el fenómeno de ebullición del aceite circulante hacia el segundo baño y de encargarse con ello de que la separación por decantación de la materia sólida frita y del aceite en el segundo baño de aceite se produzca de manera óptima. Tal característica permite en particular lograr un objetivo suplementario de la invención, como es el de encargarse, mediante unos sencillos medios de fácil puesta en práctica, de una buena separación de la materia frita sólida y del aceite.

5 En tal forma de realización, con el fin de con ello alcanzar mejor este objetivo, el dispositivo está dimensionado preferentemente al objeto de asegurar una notable disminución de la velocidad de arrastre hidráulico de la materia frita y del aceite procedentes del primer baño a su llegada al segundo baño, a tal punto que se ve mejorada la separación por decantación gravitatoria en el segundo baño. Preferiblemente, la relación entre el volumen del segundo baño y el volumen del primer baño está comprendida entre 1,5 y 4, et preferentemente aproximadamente igual a 2.

10 En formas de realización preferidas de la invención, la segunda cuba se halla dispuesta bajo la primera cuba, el conducto relaciona una pared inferior de la primera cuba y una parte superior de la segunda cuba, y los medios de expulsión de la materia frita sólida fuera de la segunda cuba operan a nivel de una parte inferior opuesta de la segunda cuba. Tales características, ventajosamente, favorecen en particular el fenómeno de decantación de la materia sólida que se produce en la segunda cuba.

15 Tales características del dispositivo según la invención se combinan además de manera totalmente ventajosa con los medios de control del tiempo de residencia de la biomasa en el primer baño de aceite según la invención, y en los cuales una rueda de álabe giratorio está prevista para arrastrar la biomasa desde una zona de introducción en la primera cuba hasta una ventana de salida hacia la segunda cuba. Esta ventana se halla entonces ventajosamente dispuesta en una pared inferior de la cuba, en la vertical del conducto que se encarga directa y rápidamente de la transferencia de la materia frita hasta la segunda cuba.

20 En formas de realización preferidas de la invención, el conducto desemboca en una parte superior de la segunda cuba y se prolonga en el interior de esta última en un tubo de inmersión llegando a una parte inferior opuesta, preferentemente en la proximidad de una abertura de expulsión de la materia sólida frita fuera de la segunda cuba. Según una característica ventajosa de la invención, este tubo de inmersión está dotado de aletas inclinadas en dirección a la parte inferior de la segunda cuba, en orden a impedir que la materia sólida remonte hacia la parte superior de la cuba, favoreciendo así ventajosamente la decantación.

25 En formas de realización preferidas de la invención, encaminadas a alcanzar una temperatura entre el aceite en la segunda cuba que propicie un óptimo funcionamiento del dispositivo según la invención, en términos de rendimiento energético y de prestaciones de decantación, se han previsto, a nivel del conducto que relaciona las dos cubas entre sí, unos medios de enfriamiento de aceite. Estos medios pueden presentar cualquier forma conocida en sí misma por el experto en la materia, por ejemplo un intercambiador por agua.

30 Con carácter general, el dispositivo según la invención está ventajosamente configurado y se opera en orden a obtener una adecuada temperatura del aceite en la segunda cuba, es decir, una temperatura suficientemente pequeña para detener la ebullición del agua de la biomasa proveniente de la primera cuba y favorecer así el fenómeno de decantación y, al mismo tiempo, suficientemente elevada para asegurar el consumo de energía exterior más bajo posible para mantener el funcionamiento del dispositivo.

35 Preferentemente, la segunda cuba presenta además una considerable altura y se halla sensiblemente rellena por completo de aceite, lo cual favorece asimismo la obtención de una adecuada diferencia de temperaturas entre el aceite situado en la parte superior de la cuba, que se encuentra a una temperatura sensiblemente igual a la del primer baño de aceite contenido en la primera cuba, y el aceite situado en su parte inferior, a nivel de la abertura de expulsión de la materia sólida. El dispositivo según la invención está preferentemente configurado y puesto en práctica en orden a asegurar una diferencia de temperatura del aceite entre la parte inferior y la parte superior de la segunda cuba que esté comprendida entre 2 y 5 °C. La diferencia de presión entre la parte inferior de la segunda cuba, donde aquella es ligeramente más elevada, y su parte superior, donde es más baja, favorece adicionalmente la detención de la ebullición cuando la materia frita llega a esta parte inferior.

40 Según una característica ventajosa de la invención, el dispositivo incluye además preferentemente unos medios de puesta a presión reducida de la primera cuba, por ejemplo en orden a obtener en ella una presión aproximada de 0,5 bares. La consecuencia es ventajosamente una bajada de la temperatura necesaria para provocar la ebullición del aceite en esa cuba. Estos medios de puesta a presión reducida están en particular ventajosamente constituidos por el compresor mecánico de vapor que según la invención está previsto en el circuito de recuperación de la energía del vapor de agua desprendido en la fritura.

45 En tales formas de realización, el dispositivo incluye ventajosamente unos medios aptos para encargarse de la estanqueidad del dispositivo a baja presión, especialmente a nivel de los medios de introducción de la biomasa en la primera cuba y de los medios de expulsión de la materia frita fuera de la segunda cuba. Estos medios de control de la estanqueidad pueden materializarse por ejemplo en esclusas asociadas a sistemas de alimentación y/o de extracción por husillo.

50 Preferentemente, la circulación de aceite y la circulación del vapor de agua se efectúan en circuitos bien diferenciados.

55 En formas de realización preferidas de la invención, el dispositivo incluye unos medios de mantenimiento de un nivel de aceite sensiblemente constante en la primera cuba, preferentemente a aproximadamente el 25 % del volumen

interno de la cuba, mediante introducción de aceite frío en la segunda cuba. Esta introducción de aceite frío está preferentemente supeditada a un indicador de nivel de aceite dispuesto en la primera cuba y se efectúa preferentemente en una parte inferior de la segunda cuba, preferentemente en la proximidad del orificio de salida de la materia frita, en orden a favorecer la detención de la ebullición.

- 5 Preferiblemente, los medios de introducción de la biomasa en la primera cuba incluyen una boquilla de extrusión que, dispuesta a través de una pared de esta primera cuba, presenta zonas cortantes en una cara posterior opuesta al primer baño de aceite, así como unos medios de alimentación de esta boquilla con biomasa.

La invención se describirá ahora más precisamente en el contexto de unas formas preferidas de realización las cuales, sin carácter limitativo alguno de la misma, están representadas en las figuras 1 a 9, en las que:

- 10 la figura 1 representa una vista en perspectiva de un dispositivo según la invención;
- la figura 2 muestra una vista detallada de los medios de control del tiempo de residencia de la biomasa en el aceite de un dispositivo según la invención;
- la figura 3 representa una vista en sección parcial de una cuba de separación de un dispositivo según la invención;
- 15 la figura 4 muestra una vista esquemática de un dispositivo según la invención que ilustra un camino de circulación del aceite;
- la figura 5 representa, en una vista desde arriba, unos medios de control del giro de una rueda de álabe giratorio de un dispositivo según la invención;
- la figura 6 muestra de manera más detallada, en una vista desde arriba, el sistema de levas de los medios de control del giro de una rueda de álabe giratorio de la figura 5;
- 20 la figura 7 ilustra en una vista de costado los medios de control de la figura 5;
- la figura 8 representa una cara anterior de una boquilla de extrusión de un dispositivo según la invención; y
- la figura 9 muestra una vista en sección según el plano A-A de la boquilla de la figura 9.

- En la figura 1 se representa un dispositivo de procesado de biomasa húmeda por fritura según la invención, en su normal posición de utilización. En esta figura se han representado en punteado, por motivos de claridad en la explicación, los elementos interiores a las cubas que entran en la constitución de este dispositivo.

Este dispositivo se constituye esencialmente a partir de elementos conformados en material metálico.

- 30 Incluye una primera cuba, llamada de fritura 1, que presenta preferentemente una forma sensiblemente cilíndrica y con un volumen interno que queda delimitado en su fondo por una pared inferior 101 y lateralmente por una pared periférica 102. Por un extremo superior opuesto a la pared inferior 101 la cuba está cerrada, a cuyo efecto lleva solidarizada por fijación una tapa 103 que presenta preferentemente una forma cónica. Esta tapa lleva taladrada una abertura 104, preferentemente sensiblemente en su centro, a nivel de la cúspide del cono.

La cuba 1 contiene en su fondo un baño de aceite 108, que puede alcanzar por ejemplo una altura comprendida entre una cuarta y una tercera parte de la altura de la cuba. El nivel superior de este baño de aceite está designado en la figura por la referencia 107.

- 35 La cuba 1 incluye unos medios de control del tiempo de residencia de la biomasa en el aceite. Estos medios incluyen un sistema de rueda de álabe giratorio dispuesto en el fondo de la cuba 1, dentro del baño de aceite 108. Este sistema se describirá de manera más detallada con referencia a la figura 2 más adelante en la descripción.

- 40 La cuba 1 es alimentada con biomasa mediante unos medios de introducción que incluyen por ejemplo, en la forma de realización representada en la figura, una tolva de alimentación 111 relacionada con unos medios de empuje 112 de la biomasa a través de una boquilla de extrusión 113 dispuesta en una abertura practicada al efecto en la pared periférica 102 de la cuba 1, preferentemente en la parte baja de esta última. Cualesquiera medios convencionales en sí mismos de empuje de la biomasa adentro de la cuba 1 entran en el ámbito de la invención. La introducción de biomasa se puede efectuar asimismo, por ejemplo, en una variante, por una abertura practicada en el fondo de la cuba 1, a través de la pared inferior 101.

- 45 La cuba 1 está provista además, en su pared inferior 101, de una ventana 105 que preferentemente define un sector angular de la pared.

Tal como puede verse de manera más detallada en la figura 2, la ventana 105 está ligeramente desplazada periféricamente en la cuba con relación a la abertura de introducción de la biomasa, ilustrada en la figura con la referencia 106, en un ángulo comprendido aproximadamente entre 30 y 90 grados.

En el centro de la cuba 1 está dispuesto un árbol central giratorio 122 en orden a extenderse desde el fondo de la cuba sensiblemente perpendicularmente a la pared inferior 101. La cuba 1 está asociada con unos medios de arrastre controlado del árbol en giro sobre sí mismo, de los que, más adelante en la presente descripción, se describirá una forma de realización de manera más detallada.

5 En el fondo de la cuba 1, el árbol 122 lleva fijada, por un borde lateral llamado interno 141, al menos una paleta 121, en orden a girar solidaria con el mismo. Esta paleta 121 se halla dispuesta dentro de la cuba en orden a extenderse, por encima de la pared inferior 101, sensiblemente perpendicularmente a esta pared, en dirección a la cima de la cuba, y de manera tal que, por un borde lateral llamado externo opuesto 142, venga sensiblemente contra la pared periférica 102 de la cuba. En el presente documento se entiende por sensiblemente el hecho de que la paleta 121 es
10 apta para desplazarse en el interior de la cuba, arrastrada por el árbol giratorio 122 con el que es solidario, sin que por ello ejerza rozamientos contra la pared periférica 102, por una parte, y la pared inferior 101 de la cuba, por otra, al propio tiempo que se halla suficientemente próxima a estas respectivas paredes para que entre ellas no subsista ningún intervalo que sea suficientemente grande para dejar circular la biomasa.

15 En la figura 2, para mayor claridad, el árbol 122 no se ha representado, aunque queda ilustrado por su cavidad de recepción 143 determinada entre las paletas en el centro del fondo de la cuba.

En formas de realización preferidas de la invención, el dispositivo incluye una pluralidad de paletas 121. En el ejemplo representado en las figuras, el número de estas paletas es de ocho, aunque sin ser tal número en modo alguno limitativo de la invención. Estas paletas 121 están dispuestas a intervalos angulares regulares unas de otras y definen entre sí unos compartimentos de sección con forma sensiblemente triangular 144. La abertura 106 de
20 introducción de la biomasa en la cuba 1 se halla dispuesta bajo el nivel superior de los compartimentos 144. Inmediatamente por encima de las paletas 121 se halla preferentemente dispuesta una armazón enrejada, que no se representa en las figuras, en orden a delimitar los compartimentos 144 en su parte superior y a mantener la biomasa dentro de estos compartimentos en el fondo de la cuba 1, inmersa en el baño de aceite 108.

25 Un indicador del nivel de aceite, que no se representa en las figuras, está dispuesto dentro de la cuba 1. Este indicador es convencional en sí mismo y puede adoptar cualquier forma conocida por el experto en la materia.

30 Dispuestos dentro de la cuba 1, en una parte superior de esta última, se hallan unos separadores de gotas, que por motivos de claridad tampoco están representados en las figuras. Estos separadores de gotas pueden adoptar cualquier forma conocida por el experto en la materia, por ejemplo tejidos de punto o colchones metálicos. Estos permiten eliminar los residuos de aceite del vapor de agua que se forma en la fritura dentro de la cuba 1 y que se dirige hacia la cima de esta última, para escaparse por la abertura 104.

Haciendo referencia a la figura 1, el dispositivo incluye, bajo la cuba 1, unos medios de transferencia 3 de la biomasa hacia una segunda cuba 2, llamada separador, dispuesta bajo la primera cuba 1. Estos medios se materializan en un conducto 31, preferentemente sensiblemente rectilíneo, que relaciona la ventana 105 de la primera cuba 1 con la
segunda cuba 2.

35 El conducto 31 puede ir asociado con unos medios de enfriamiento del aceite circulante en su interior, por ejemplo en forma de un intercambiador térmico ilustrado de manera esquemática en la figura y designado con la referencia 32.

40 La cuba de separación, o separador 2, presenta preferentemente una forma sensiblemente cilíndrica de amplio diámetro. Está delimitado, en un extremo superior, por una pared superior 201 y, en un extremo inferior opuesto, por una pared inferior con forma de embudo 202 que en su interior delimita un volumen de contorno sensiblemente cónico 203 en el fondo del separador.

El separador 2 se representa de manera más detallada en la figura 3. En su interior, el conducto 31 se prolonga, a través de la pared superior 201, en un tubo de inmersión 204 que discurre sensiblemente verticalmente por el separador, hasta alcanzar el volumen inferior cónico 203 por un extremo inferior abierto 205.

45 Sobre la superficie periférica externa del tubo de inmersión 204 van fijadas unas aletas 206, que presentan por ejemplo una forma plana sensiblemente triangular que se va ensanchando según se alejan del tubo 204 e inclinadas, desde su zona de fijación a este último, en dirección al volumen inferior 203 del separador, siguiendo un ángulo que puede ser por ejemplo, según se ilustra en la figura, aproximadamente igual a 45 grados. Estas aletas se dimensionan preferentemente en orden a extenderse sensiblemente hasta una pared periférica 207 delimitadora del
50 separador 2. En el ejemplo particular ilustrado en las figuras, el separador incluye tres filas que comprenden cada una de ellas cuatro aletas 206, dispuestas además de tal manera que las aletas de una primera fila queden desplazadas angularmente con relación a las aletas de una segunda fila, y así sucesivamente, al objeto de, conjuntamente, ocupar finalmente toda la superficie circular del separador. Estas aletas impiden ventajosamente que cualquier materia sólida contenida en el fondo del separador remonte hacia su parte superior.

55 Sin embargo, la invención no se limita a tal número ni a tal disposición de las aletas, entrando asimismo en el ámbito de la invención cualquier otra configuración hasta donde permita alcanzar el citado resultado.

- 5 En el extremo inferior 208 del separador 2, que se corresponde sensiblemente con la cúspide del cono determinado por la pared inferior 202, esta pared lleva practicada una abertura 209 que permite el paso de materia sólida hasta unos medios de expulsión continua de esta materia, que están designados en su conjunto por la referencia 210 en la figura 1. Estos medios de expulsión pueden ser de todo tipo. Se trata por ejemplo de un mecanismo de extrusión estanco, por ejemplo un tornillo sin fin equipado en su extremo con una esclusa que permite expulsar la biomasa frita conservando una presión reducida en el sistema.
- El separador 2 contiene un baño de aceite 211, que preferentemente llena sensiblemente por completo su volumen interno y que es comunicante con el primer baño de aceite 108.
- 10 Un depósito 51 que contiene aceite frío está relacionado con una tubería 52 que, por un extremo opuesto 53, desemboca en el volumen inferior 203 del separador. La tubería 52 está asociada, entre el depósito 51 y el separador 2, con una válvula de compuerta 54. Esta válvula de compuerta es gobernada a la posición de apertura y de cierre de manera preferentemente automática, mediante unos medios convencionales en sí mismos, en función de la información recogida por el indicador de nivel dispuesto dentro de la cuba 1.
- 15 El dispositivo según la invención está provisto además de unos medios de circulación de aceite en continuo por un circuito cerrado que relaciona la cuba 1 y el separador 2 de la manera que seguidamente se expone.
- En la figura 1 se representa de manera simplificada una forma de realización de este circuito de circulación de aceite y, en la figura 4, de manera esquemática más detallada.
- 20 Una primera canalización 401 que desemboca por un primer extremo 402 en el interior del separador 2, en un volumen interno superior de este último, está conectada por un segundo extremo opuesto 403 a una segunda canalización 404, en una parte media de esta última.
- La primera canalización 401 está asociada con una bomba 405 que se encarga de la circulación de aceite en su interior. Esta bomba se escoge preferentemente de caudal variable.
- 25 La segunda canalización 404 desemboca por un primer extremo 406 en una parte inferior de un depósito acumulador relleno con aceite 407. Desde este primer extremo 406, más allá de la zona de intersección con la primera canalización 401, esta segunda canalización 404 atraviesa unos medios de calentamiento del aceite que circula en su interior, por ejemplo en forma de un intercambiador de calor 408, antes de terminar por desembocar, por un segundo extremo 409 opuesto al primer extremo 406, en una parte superior del depósito acumulador 407.
- La circulación de aceite por la segunda canalización 404 recae en una bomba 410, convencional en sí misma y que se escoge preferentemente para presentar un fuerte caudal.
- 30 El intercambiador de calor 408 está asociado preferentemente con un elemento calefactor 408', que constituye una fuente de energía suplementaria para el calentamiento del aceite circulante por la segunda canalización 404. Este elemento calefactor puede ser de cualquier tipo, entendiéndose que en el ámbito de la invención prima la puesta en práctica de medios poco costosos en cuanto a aportación de energía. Primarán por ejemplo, para alimentar este elemento calefactor, fuentes de energía solar.
- 35 En el dispositivo según la invención pueden estar comprendidos asimismo, a efectos de la puesta en marcha inicial del dispositivo, unos medios de precalentamiento 411 del aceite circulante por la segunda canalización 404, dispuestos entre el primer extremo 406 de esta canalización y el intercambiador de calor 408.
- 40 Una tercera canalización 412 relaciona por su parte, por un primer extremo 413, un extremo superior del depósito acumulador 407 con la cuba 1 en la que aquella desemboca por un segundo extremo opuesto 414. Un caudalímetro 415 está dispuesto sobre esta tercera canalización 412.
- 45 El sentido de desplazamiento del aceite por este doble circuito se indica mediante las flechas que obedecen a las siguientes referencias en la figura 4. El aceite extraído del separador 2 es conducido, siguiendo la dirección 416, por la primera canalización 401, hasta la segunda canalización 404, a una velocidad preferentemente baja. Por esta última circula según la dirección 417, es decir, desde la parte inferior del depósito acumulador 407, a través del intercambiador de calor 408 asociado al elemento calefactor 408', hasta una parte superior del depósito acumulador 407. Su velocidad de circulación por esta canalización 404 es preferentemente alta, en orden a optimizar el intercambio térmico en el intercambiador 408. Por la tercera canalización 412, finalmente el aceite circula, preferentemente a escasa velocidad, según la dirección 418, desde el extremo superior del depósito acumulador 407 hasta la cuba de fritura 1.
- 50 La tercera canalización 412 desemboca preferentemente en la cuba 1 quedando enrasada con la superficie interna de la pared periférica 102 de esta última, de modo que el aceite inyectado en la cuba por esta canalización caiga en ella formando una película sobre la superficie interna de esta pared periférica y, en consecuencia, no perturbe la superficie del baño de aceite 108 creándole remolinos.
- Sobre la abertura 104 practicada en la cima de la cuba 1, por encima de los separadores de gotas, va fijado un tubo

- 420, por un primer extremo 421. Este tubo está destinado a conducir el vapor de agua desprendido en la fritura de la biomasa en la cuba 1, hasta un compresor mecánico de vapor 422, por ejemplo un compresor lobular, que lo comprime, y luego hasta el intercambiador de calor 408 donde puede ser utilizado para transferir su energía al aceite circulante por la canalización 404. En tal forma de realización, el elemento calefactor 408' es preferentemente una bandeja colectora de agua líquida proveniente del compresor 422 por la canalización 420 y va dotado de una resistencia calefactora apta para calentar este agua a fin de proporcionar energía suplementaria a efectos del calentamiento del aceite. Esta bandeja puede estar equipada con un sistema de rebose para expulsar el excedente de agua que pudiera recibir.
- La circulación del vapor de agua por el tubo 420 se efectúa según la dirección indicada en 423 en la figura 4, de la cima de la cuba 1 al intercambiador de calor 408.
- La aportación de aceite frío del depósito 51 al separador 2 se efectúa, por su parte, según la dirección indicada en 55 en esa figura.
- El dispositivo según la invención incluye unos medios de puesta a presión reducida en la cuba de fritura 1, preferentemente pero sin carácter limitativo, ventajosamente constituidos por el compresor 422 que por otro lado interviene en el sistema de recuperación del vapor de agua desprendido en la fritura. Está provisto asimismo de medios que se encargan de la estanqueidad a baja presión.
- Unos medios preferidos de accionamiento giratorio del árbol central 122 de la cuba 1 se representan de manera muy esquemática en la figura 1 y de manera más detallada en las figuras 5 a 7.
- Estos medios se hallan dispuestos por ejemplo, por motivos principalmente de ocupación de espacio, superiormente a la cuba 1.
- Dentro de la cuba va dispuesta una corredera 123, sensiblemente perpendicularmente al árbol central 122, que en la figura 5 queda situado por la referencia 124. Este árbol 122, que por motivos de claridad no se ha representado, se extiende hacia atrás perpendicularmente al plano de esta figura. La corredera 123 es apta para ser desplazada a traslación, según una dirección perpendicular al eje del árbol 122, por un pistón 125 accionado por un cilindro, por ejemplo neumático, representado en la figura 1. El deslizamiento se efectúa a lo largo de un carril 126 soportado por una corona 127, ilustrados en las figuras 5 y 7. Esta corona 127 está fijada a la pared periférica 102 de la cuba 1, mediante unos medios convencionales en sí mismos.
- Sobre una cara superior dirigida hacia la cima de la cuba 1, la corredera 123 es portadora de dos levas protuberantes 128 y 129 respectivamente, cuyos perfiles están ilustrados en la figura 6.
- La primera leva 128, dispuesta en un extremo llamado anterior de la corredera, situado enfrentadamente al árbol giratorio 122, contra un primer borde lateral de la corredera, presenta un borde posterior 130 en bisel que se ensancha hacia dicho primer borde lateral. La segunda leva 129, dispuesta por su parte en un extremo, llamado posterior, opuesto de la corredera, contra un segundo borde lateral opuesto de esta última, presenta un borde anterior 131 asimismo en bisel sensiblemente perpendicularmente al borde posterior 130 de la primera leva 129.
- Juntas, estas levas determinan un camino 132 sobre la cara superior de la corredera 123, tal y como se ilustra en la figura 6.
- La corredera 123 está asociada con un disco giratorio 133 fijado alrededor del árbol 122 en orden girar solidariamente con el mismo. La corredera está dispuesta bajo una cara inferior 134 del disco en oposición al fondo de la cuba, de manera tal que las levas 128, 129 sean aptas para interaccionar con unos rodillos 135 sustentados en la superficie inferior del disco 133. En la figura 7, para mayor claridad se ha representado un sólo rodillo 135. El disco incluye en realidad una pluralidad de rodillos, que van dispuestos circularmente a lo largo de todo su perímetro a intervalos regulares unos de otros. Cada rodillo queda identificado en la figura 5 mediante un pasador 136 que se encarga de su fijación al disco y que tiene salida a la cara superior 137 del disco opuesta a la cara inferior 134.
- El paso entre los rodillos 135 está fijado, en conjunción con las dimensiones y la posición relativa de las levas 128 y 129 entre sí, a un valor tal que cada movimiento de traslación de la corredera 123, según una dirección perpendicular al eje del árbol 122, en uno u otro sentido, actúa el desplazamiento de un rodillo a lo largo del camino 132 determinado por las levas 128 y 129 y, por ende, un movimiento de giro, según la dirección indicada en 138 en la figura 5, del disco 133. Este giro actúa, por intermedio del árbol 122, el desplazamiento de las paletas 121 que le son solidarias dentro de la cuba 1. Mediante la elección de la cadencia y de la velocidad de desplazamiento de la corredera 123, se determina así ventajosamente la velocidad de desplazamiento de las paletas 121 en la cuba 1 y, por ende, el tiempo de residencia de la biomasa en esta cuba. Entra igualmente dentro del ámbito de la invención cualquier otro medio de control del tiempo de residencia de la biomasa en la cuba 1 en general, o de control de la velocidad del giro de las paletas 121 más en particular, en sí conocido por el experto en la materia.
- En las figuras 8 y 9 se representa una forma de realización preferida, pero en modo alguno limitativa de la invención, de una boquilla de extrusión 113 a cuyo través se introduce la biomasa en la cuba 1.

Esta boquilla 113 se materializa en las mismas en un disco que lleva taladrados en su centro una pluralidad de orificios de extrusión 114. En la figura 8 se representa en planta una cara anterior 115 de este disco, que se dispone encarada con el interior de la cuba 1.

5 En la parte posterior de los orificios de extrusión 114, a nivel de una cara posterior 117 opuesta a la cara anterior 115, la boquilla presenta preferentemente unas aristas cortantes 116 destinadas a tallar la biomasa antes de su introducción en la cuba 1. Tal forma de realización demuestra ser en particular totalmente ventajosa en los casos en que la biomasa se encuentra en forma filamentososa, al tal punto que no puede ser triturada satisfactoriamente antes de su introducción en la cuba de fritura.

10 La invención no excluye por ello que la introducción de la biomasa en la cuba se realice a través de una boquilla de extrusión de cualquier otra forma, en particular de forma convencional en sí misma, es decir, sin zonas cortantes, o incluso también directamente a través de la abertura 106 practicada en la pared periférica 102 de la cuba 1, sin ninguna boquilla de extrusión.

15 De manera general, las dimensiones del dispositivo según la invención, en particular de la cuba 1 y del separador 2, se determinan en función del tipo y de la cantidad de biomasa que se haya de procesar, de su contenido de agua, del poder calorífico que interese para la materia frita y del aceite utilizado, según cálculos que competen al experto en la materia.

20 A mero título de ejemplo, la cuba 1 puede presentar un diámetro de 0,90 m y una altura de 1,40 m, y presentar las palas 121 una altura, medida entre su borde inferior enfrentado a la pared inferior 101 de la cuba y su borde superior opuesto, de aproximadamente 20 cm. El separador 2, por su parte, puede presentar una altura de 1,30 m, por un diámetro aproximado de 0,90 m. El conducto 31 puede presentar una longitud aproximada de 50 cm.

El dispositivo según la invención se lleva a la práctica por ejemplo como sigue.

25 A tal respecto, los parámetros de operación se eligen una vez más de manera general según cálculos al alcance del experto en la materia, en función no sólo de la naturaleza de la biomasa que se ha de procesar, sino también del contenido de agua que interese para la materia frita, directamente ligado a su poder calorífico, y del rendimiento energético perseguido en esas operaciones de procesado. A continuación se dan, a mero título de ejemplo, valores de los parámetros de operación, sin que sean en modo alguno limitativos de la invención.

30 En la cuba 1 se vierte un aceite, o cualquier otro fluido definido de conformidad con la invención que, mediante los medios de precalentamiento 411, ha sido previamente calentado a una temperatura superior en al menos 10 °C a la temperatura de ebullición del agua. Este fluido puede dimanar por ejemplo de residuos grasos de pescado o de carne, que previamente se han hecho fundir. Puede tratarse asimismo de aceite reciclado.

35 El aceite vertido en la cuba 1 fluye con total naturalidad a través de la ventana 105 practicada en el fondo de la cuba, por el conducto 31, para pasar a llenar el separador 2. Una vez lleno el mismo, el nivel de aceite aumenta en la cuba 1 al compás del vertimiento. El aceite es vertido en tal cantidad que recubre por completo las paletas 121 dispuestas en el fondo de la cuba 1 y que su nivel supera en 1,5 a 2 veces la altura de estas paletas en la cuba. A mero título de ejemplo, para una cuba 1 y un separador 2 de las dimensiones dadas anteriormente, se vierte en el dispositivo aproximadamente una cantidad de aceite comprendida entre 1 y 2 m³, que se reparte entre la cuba 1, por un volumen aproximado de 0,2 m³, el separador 2, por un volumen aproximado de 0,7 m³ y el circuito de circulación de aceite.

40 Una vez cerrado herméticamente el dispositivo, se aplica en la cuba 1, por medio del compresor 422, una presión reducida. Cualquier otro medio en sí conocido para la puesta a presión reducida entra igualmente dentro del ámbito de la invención. La presión de operación se elige preferentemente para que sea aproximadamente igual a 0,5 atm. La disminución de la presión en la cuba 1 provoca la disminución de la temperatura necesaria para la ebullición del agua contenida en la biomasa que se introducirá en el baño de aceite. No obstante, el dispositivo según la invención se puede hacer funcionar perfectamente a presión atmosférica.

45 Debido en particular a las diferencias de volumen entre el baño de aceite 108 de la cuba 1 y el baño de aceite 211 del separador 2, sumadas a los medios de enfriamiento del conducto 31 que relaciona la cuba y el separador entre sí, la temperatura del aceite en este último llega a ser en el transcurso del funcionamiento ligeramente inferior a la de la cuba.

50 A título de ejemplo, para un óptimo funcionamiento del dispositivo, la diferencia de temperatura del aceite entre el fondo del separador 2 y la cuba 1 es de al menos 10 °C.

55 Se inicia el movimiento de las paletas 121, mediante los medios de arrastre del árbol central giratorio 122. Con cada movimiento del pistón 125 que arrastra en sentido de traslación la corredera 123, se imparte al árbol 122 un movimiento de giro sobre sí mismo, que arrastra las paletas a desplazarse dentro de la cuba 1. El giro se efectúa en el sentido que induce el camino de desplazamiento de las paletas más largo entre la abertura 106 de introducción de la biomasa en la cuba 1 y la ventana 105 practicada en su pared inferior 101.

La biomasa es introducida en la cuba 1 mediante los medios de introducción, en particular tales como los descritos anteriormente a título de ejemplo. Desde la tolva de alimentación 111, ésta es por ejemplo extrudida directamente en la cuba a través de la boquilla de extrusión 113, en forma de segmentos de cordones.

5 No por ello la invención excluye que la biomasa sea introducida en la cuba 1 de cualquier otra manera. Por ejemplo, dependiendo de sus propiedades físico-químicas, la biomasa puede ser triturada e introducida en la cuba sin ninguna operación más, en particular de extrusión, siendo el objetivo general perseguido por la invención el de conducir a la cuba elementos pequeños que, obtenidos a partir de la biomasa húmeda inicial, presentan una notable superficie de contacto con el aceite contenido en la cuba.

10 La biomasa húmeda se introduce en la cuba por la abertura 106 directamente al baño de aceite, en uno de los compartimentos 144 determinados entre dos paletas 121 contiguas. La biomasa bloqueada en ese compartimento es arrastrada entonces por la paleta 121 que delimita la parte posterior del compartimento, definido según el sentido de avance de las paletas, hasta que alcance al final la ventana 105 a cuyo través cae, por efecto de su peso, en dirección al separador 2.

15 Durante este recorrido dentro de la cuba 1, la biomasa se deshidrata por fritura, según un fenómeno en sí conocido, para conformar una materia, por ejemplo un combustible, que es sólida y de reducido contenido de agua con relación a la biomasa inicial.

20 El caudal de introducción de la biomasa en la cuba 1, la presión de operación, la cantidad y la temperatura del fluido en esta última, así como la velocidad de giro del árbol 122, que determina el tiempo de residencia de la materia en el baño de aceite, se fijan unos en función de otros, en conjunción con las dimensiones de la cuba, mediante cálculos al alcance del experto en la materia, en orden a obtener el contenido de agua y, por tanto, el Poder Calorífico Inferior, que interesa para el producto final, en función asimismo del contenido inicial de agua de la biomasa húmeda. Mediante el dispositivo según la invención se puede lograr un contenido de agua de la materia sólida final muy bajo, de sólo un pequeño tanto por ciento.

25 Por ejemplo, en relación con los parámetros particulares anteriormente definidos, se imparte al árbol 122 una velocidad de giro pequeña, de 1 vuelta en 5 a 20 minutos. Resulta ser particularmente ventajosa la forma de realización según la invención que integra una rueda de álabe giratorio que es objeto de las figuras y está descrita anteriormente, en particular porque permite un control preciso del tiempo de residencia de la biomasa en el aceite, porque precisa de poco mantenimiento por su sencilla constitución y porque permite la puesta a presión reducida de la cuba, ya que en ella sólo se debe asegurar una estanqueidad a nivel del paso del pistón 125 a través de la pared de la cuba.

30 Adicionalmente, la utilización del sistema de paletas giratorias de acuerdo con la invención permite obtener una gran superficie de contacto de la biomasa con el aceite y un buen control de las transferencias de calor que se producen en el baño, como consecuencia de una relación másica biomasa / fluido relativamente baja. La consecuencia es un gran control del contenido de agua de la materia frita.

35 En la fritura, se desprende en la cuba 1, por encima del baño de aceite 108, vapor de agua procedente de la deshidratación de la biomasa.

40 La materia frita que llega a la ventana 105 practicada en la pared inferior 101 de la cuba 1 es arrastrada, por la gravedad y la circulación forzada del aceite, al conducto 31 y luego al tubo de inmersión 204, en la parte inferior del separador 2. Ahí se acumula y es separada naturalmente, por un fenómeno de decantación gravitatoria, del aceite del baño 211 que tiende a remontar por encima de ella. La presencia de las aletas 206 impide ventajosamente que la materia sólida remonte hacia la parte superior del separador, incluso en presencia de remolinos creados en este último con la caída de la materia.

45 La temperatura ligeramente más fría del aceite dentro del separador respecto a la de la cuba 1, en particular en la parte inferior del mismo, en su caso en conjunción con los medios de enfriamiento dispuestos a nivel del conducto 31, permite ventajosamente bloquear la ebullición de la biomasa en el interior del separador, mejorando con ello la decantación del sólido en el separador.

Al mismo tiempo, el aceite contenido en el separador 2 recupera el calor acumulado en la materia frita que le va llegando. En el interior del separador 2 se crea un gradiente de temperatura entre el aceite situado en su fondo, más frío, y el situado en su parte superior, más caliente.

50 La materia frita se expulsa del separador mediante los medios de expulsión 210, a través de la abertura 209 practicada al efecto en el fondo del separador. La velocidad de extracción de la materia frita viene determinada, según cálculos al alcance del experto en la materia, en orden a asegurar un tiempo de residencia de esa materia en el separador 2 suficiente para permitir la transferencia hacia el aceite del calor que ésta ha acumulado en la fritura.

55 El funcionamiento del dispositivo según la invención se opera ventajosamente en continuo, tanto para la introducción de la biomasa en la cuba 1 como para el giro de las paletas 121 y la expulsión de la materia sólida según se va

acumulando en el fondo del separador 2.

5 Por otro lado, el aceite contenido en el dispositivo es puesto asimismo en circulación continua entre el separador 2 y la cuba 1, por mediación del doble circuito de circulación cerrado, bajo la acción de las bombas 405 y 410. Los caudales de estas bombas se determinan según cálculos que competen al experto en la materia, con el fin, por una parte, de mantener el equilibrio de las diferencias térmicas entre el aceite contenido en la cuba 1 y el separador 2 y, por otra, de permitir un óptimo funcionamiento del intercambiador de calor 408. El aceite tomado en la parte alta del separador 2 presenta ventajosamente una temperatura elevada, en parte merced al calor que ha recuperado de la materia frita, y sólo es necesaria una escasa aportación de energía para llevarlo a una temperatura de ebullición a la presión aplicada en la cuba 1.

10 Esta aportación de energía recae en parte en el intercambiador de calor 408, que funciona a partir de la energía del vapor de agua desprendido en la fritura.

15 Cuando el indicador de nivel dispuesto en la cuba 1 indica un nivel de aceite insuficiente dentro de esta última, se efectúa automáticamente en el separador 2 una aportación de aceite frío que emana del depósito 51. Esta aportación permite aumentar el nivel de aceite en la cuba 1, por efecto de la comunicación de los volúmenes internos del separador 2 y de la cuba 1 mediante el conducto 31. La introducción de aceite frío se realiza preferentemente en la parte baja del separador, en orden a mantener en el mismo un óptimo gradiente de temperatura y a detener la ebullición de la materia frita desde su misma llegada al fondo del separador.

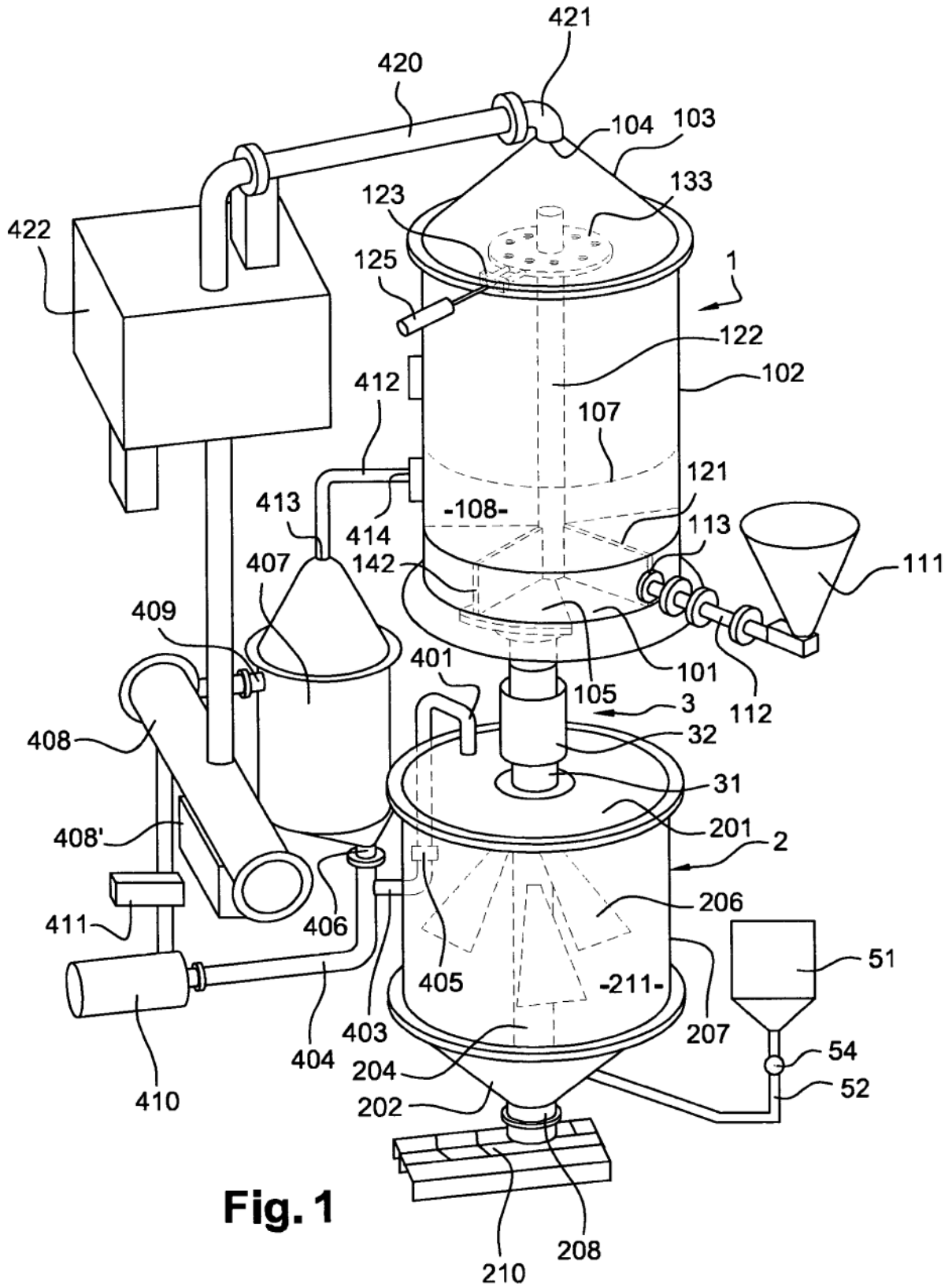
20 Los efectos concurrentes de la recuperación de la energía de vapor de agua desprendido en la fritura, para recalentar el aceite extraído del separador 2 antes de reinyectarlo en la cuba 1, y de la recuperación, en el aceite del separador 2, del calor de la materia frita, aseguran ventajosamente un elevado rendimiento energético del dispositivo. Tras la aportación inicial de energía para calentar el aceite, el dispositivo funciona prácticamente con autonomía, necesiéndose para su funcionamiento sólo una aportación de una pequeña cantidad de energía exterior suplementaria, a nivel del elemento calefactor 408' asociado al intercambiador de calor 408.

25 Por un pequeño coste de fabricación, el dispositivo según la invención, tal y como está descrito anteriormente, permite ventajosamente fabricar hasta 80 kg/h de un combustible que puede presentar un Poder Calorífico Inferior de hasta 20 MJ/kg.

30 La descripción que antecede ilustra claramente que, por sus diferentes características y sus ventajas, la presente invención logra los objetivos que se había fijado. En concreto, ésta proporciona un dispositivo de procesado de biomasa por fritura, para formar en particular un combustible sólido, que para su funcionamiento tan sólo precisa de una escasa aportación de energía exterior y que permite, por un pequeño coste de amortización, formar un combustible de gran poder calorífico, con un perfecto control de su contenido de agua. Este dispositivo constituye en particular una herramienta eficaz de valorización de los residuos húmedos.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de procesado de biomasa húmeda por fritura, que incluye una primer cuba (1) que contiene un primer baño de aceite (108), unos medios aptos para mantener el aceite de dicho primer baño a una temperatura de fritura, que asegura la fritura de la biomasa, y unos medios de introducción (111) de la biomasa en dicha primera cuba (1), unos medios de transferencia (3) de materia frita sólida de dicha primera cuba (1) a unos medios de separación por decantación gravitatoria de dicha materia frita y del aceite, en forma de una segunda cuba (2) que contiene un segundo baño de aceite (211) de temperatura inferior a dicha temperatura de fritura y en comunicación hidráulica con dicho primer baño de aceite (108) y unos medios de expulsión (210) de la materia frita sólida fuera de dicha segunda cuba (2), caracterizado porque dicho dispositivo incluye:
- 5
- 10 - unos medios de control del tiempo de residencia de la biomasa en el primer baño de aceite (108), que incluyen una rueda de álabe giratorio dispuesta dentro de dicho primer baño de aceite (108) y apta para desplazar la biomasa desde una zona de introducción de dicha biomasa en la primera cuba (1) hasta una ventana de salida (105) hacia la segunda cuba (2),
- 15 incluyendo dichos medios aptos para mantener el aceite de dicho primer baño a una temperatura de fritura de la biomasa unos medios de toma (401) de aceite de dicha segunda cuba, unos medios de calentamiento (408, 408') del aceite tomado y unos medios de inyección (412) en dicha primera cuba (1) del aceite así calentado.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque los medios de calentamiento del aceite tomado incluyen unos medios de extracción (422) del vapor de agua desprendido en la primera cuba (1) en la fritura y unos medios de intercambio térmico (408) entre el aceite tomado de la segunda cuba (2) y este vapor de agua tomado de dicha primera cuba (1).
- 20
3. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado porque los medios de transferencia (3) de materia frita sólida de la primera cuba (1) a la segunda cuba (2) están constituidos por un conducto (31) operante por gravedad y que realiza la comunicación entre el primer baño de aceite (108) y el segundo baño de aceite (211).
- 25
4. Dispositivo según la reivindicación 3, caracterizado porque dicha segunda cuba (2) se halla dispuesta bajo la primera cuba (1), dicho conducto (31) relaciona una pared inferior (101) de dicha primera cuba y una parte superior de dicha segunda cuba, y los medios de expulsión (210) de la materia frita sólida fuera de la segunda cuba (2) operan a nivel de una parte inferior opuesta (202) de dicha segunda cuba.
- 30
5. Dispositivo según la reivindicación 3 ó 4, caracterizado porque dicho conducto (31) desemboca en una parte superior de la segunda cuba (2) y se prolonga en el interior de dicha segunda cuba en un tubo de inmersión (204) llegando a una parte inferior opuesta (202).
6. Dispositivo según la reivindicación 5, caracterizado porque dicho tubo de inmersión está dotado de aletas (206) inclinadas en dirección a dicha parte inferior de la segunda cuba.
- 35
7. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque dicha ventana de salida (105) hacia la segunda cuba (2) está conformada en una pared inferior (101) de dicha primera cuba.
8. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque incluye unos medios de arrastre de dicha rueda en movimientos de giro discretos.
9. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque incluye unos medios de mantenimiento de un nivel de aceite sensiblemente constante en la primera cuba (1), mediante introducción de aceite frío en la segunda cuba (2).
- 40
10. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque incluye unos medios de puesta a presión reducida en el interior de la primera cuba (1).
11. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque la primera cuba (1) incluye, en una parte superior, unos separadores de gotas aptos para eliminar residuos de aceite del vapor de agua que se escapa por encima del primer baño de aceite (108) en la fritura.
- 45
12. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque los medios de introducción de la biomasa en la primera cuba (1) incluyen una boquilla de extrusión (113) que, dispuesta a través de una pared (102) de dicha primera cuba, presenta una zonas cortantes (116) en una cara posterior (117) opuesta al primer baño de aceite (108), y unos medios de alimentación de dicha boquilla con biomasa.



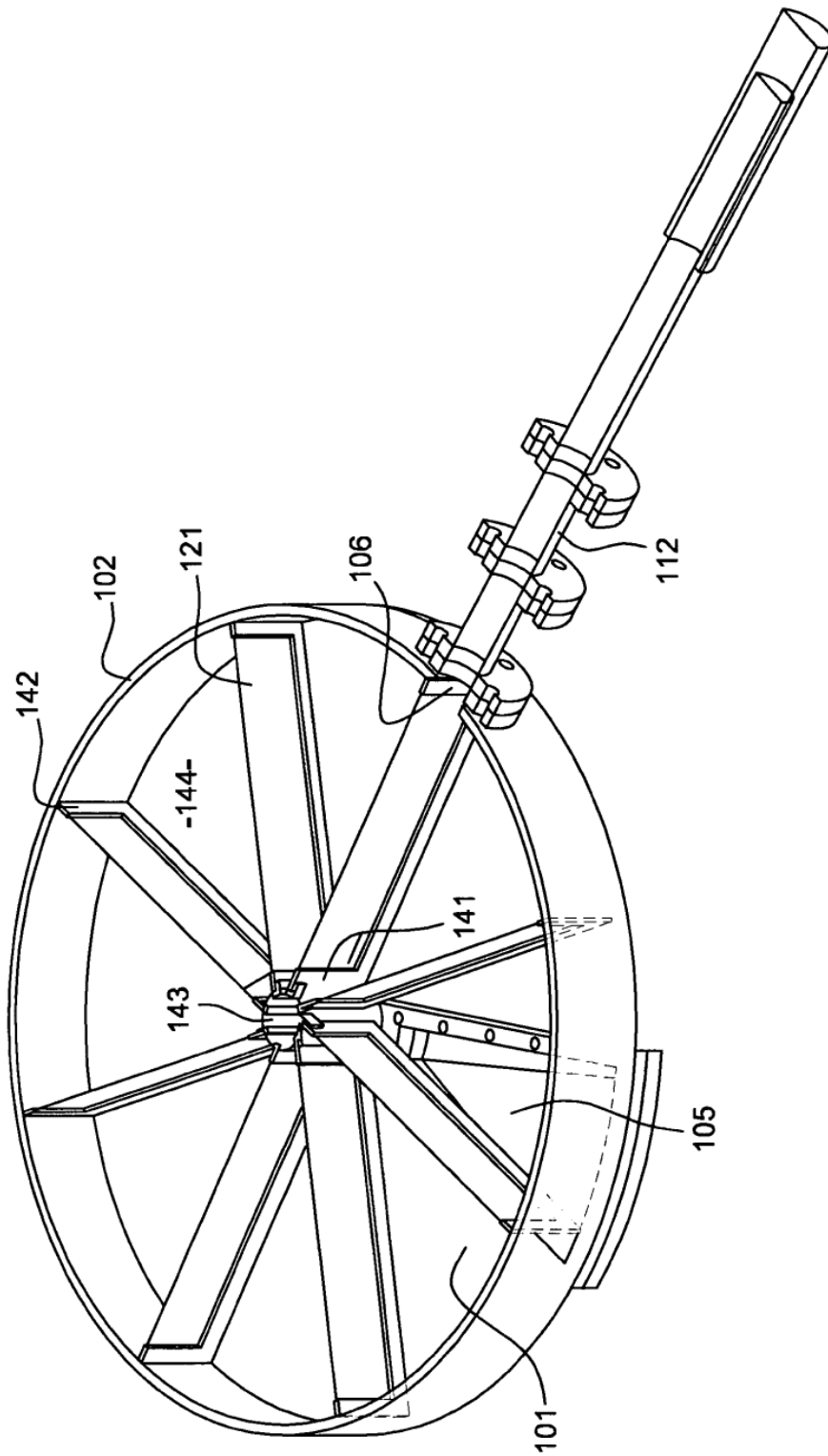


Fig. 2

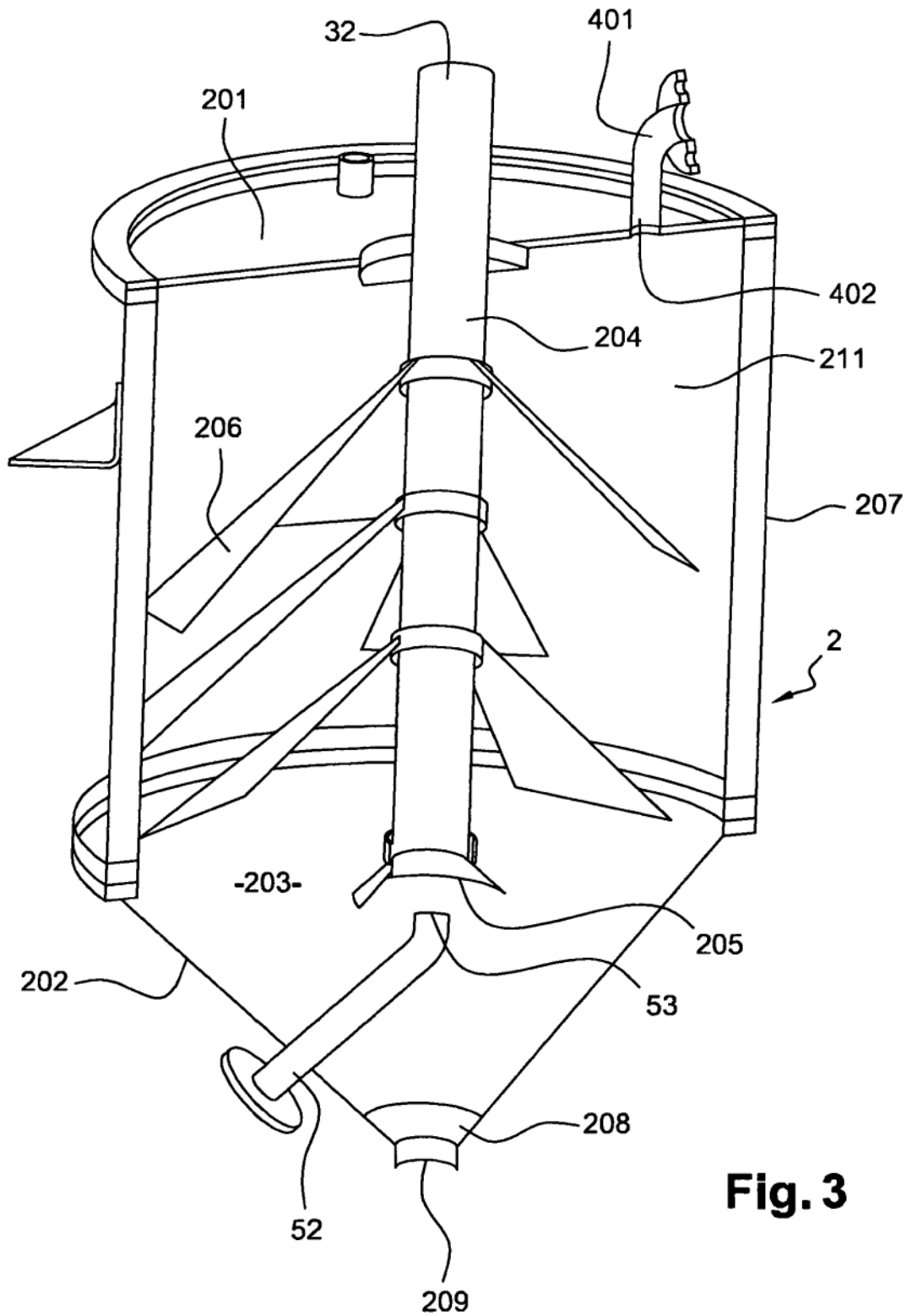


Fig. 3

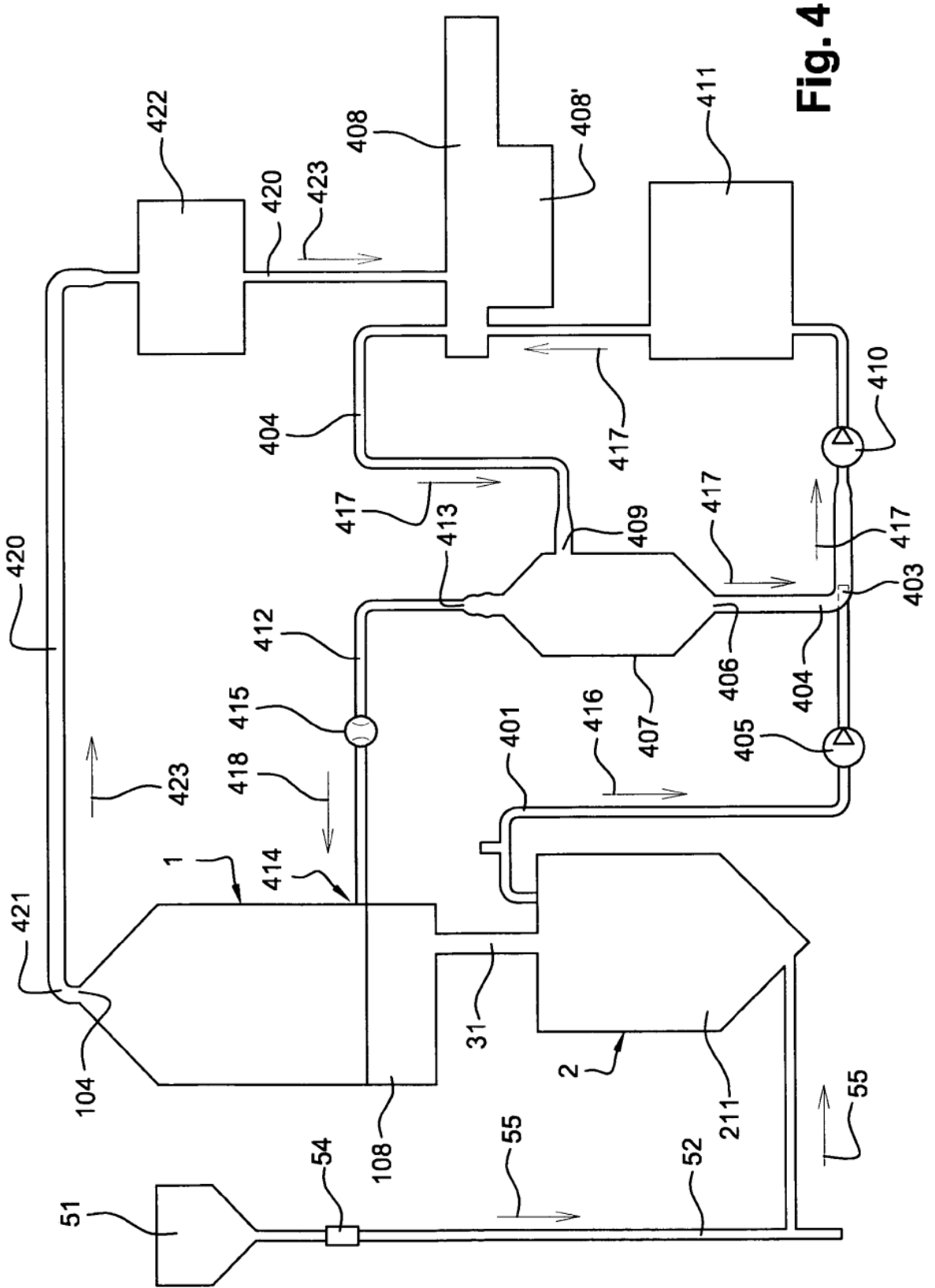


Fig. 4

Fig. 7

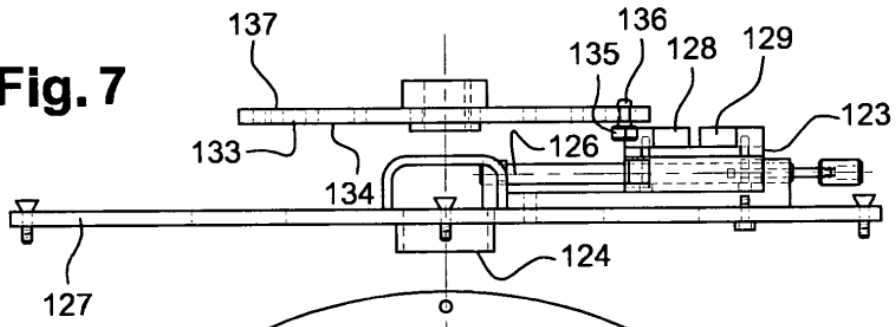


Fig. 5

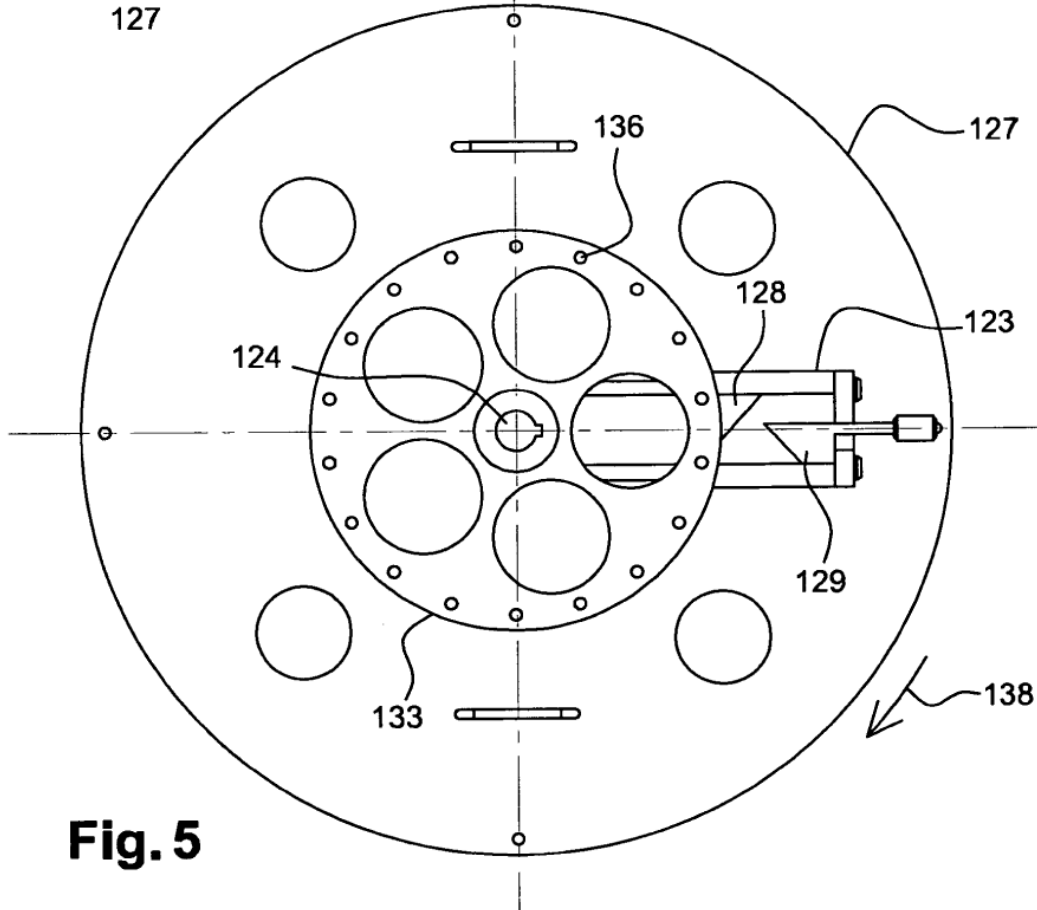
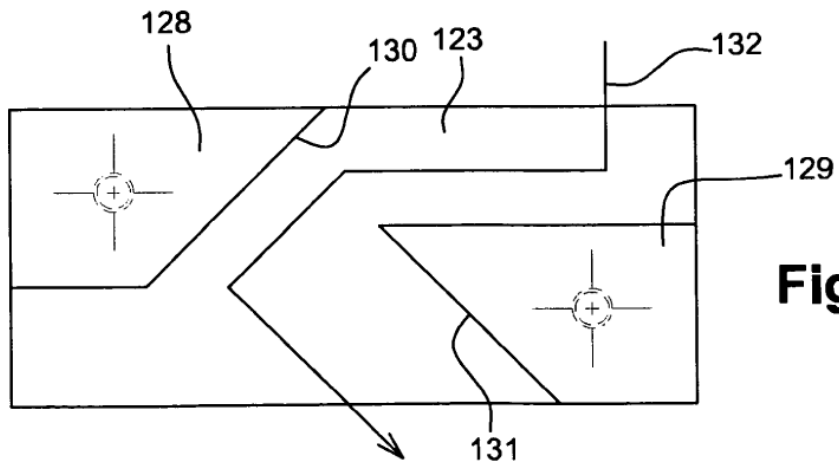


Fig. 6



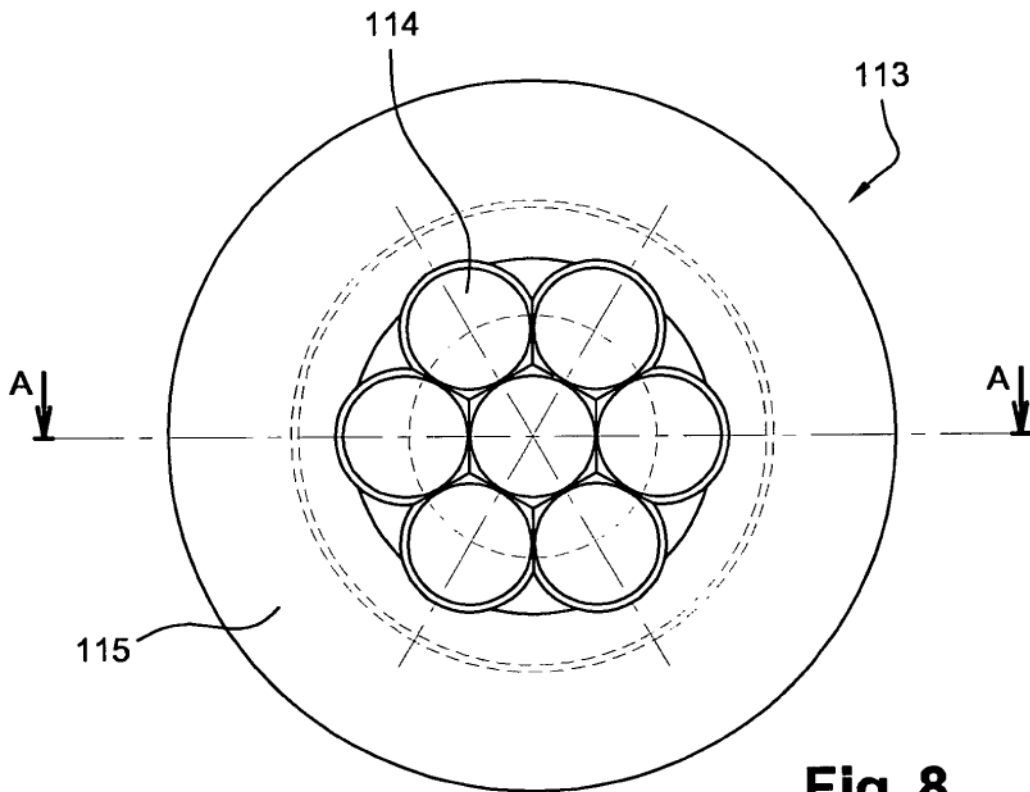


Fig. 8

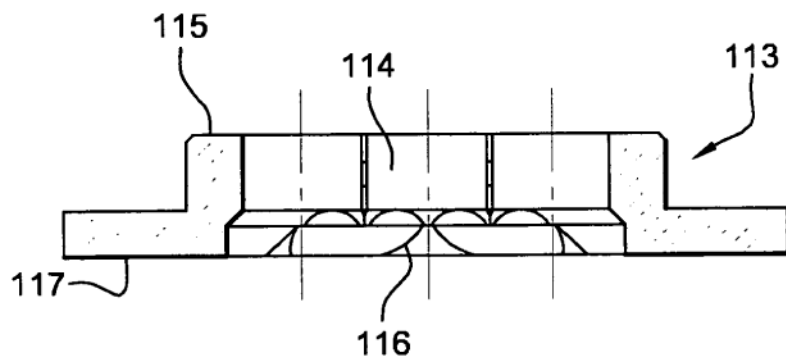


Fig. 9